

ระบบแจกงานและจัดการทรัพยากร

JOB DISTRIBUTION AND RESOURCE MANAGEMENT SYSTEM



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



ระบบแจกงานและจัดการทรัพยากร  
JOB DISTRIBUTION AND RESOURCE MANAGEMENT SYSTEM

โดย

นางสาวกนิษฐา	กาทอง	60010008
นางสาวโชติกา	อินทสรุริยเดช	60010250
นายนาวา	อุมมีเพชร	60010532

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ. ดร.ณัฐกานต์ พุทธรักษ์

รศ. ดร.จิรสุดา โกษียาภรณ์

ปฏิญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาดังกล่าวนี้ไปถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปีการศึกษา 2563

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ปริญญาโทปีการศึกษา 2563

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบแจกงานและจัดการทรัพยากร

JOB DISTRIBUTION AND RESOURCE MANAGEMENT SYSTEM

ผู้จัดทำ

- |                 |             |          |
|-----------------|-------------|----------|
| 1. นางสาวกนิษฐา | กาทอง       | 60010008 |
| 2. นางสาวโชติกา | อินทสรุยเดช | 60010250 |
| 3. นายนาวา      | อุมมีเพชร   | 60010532 |

  
..... อาจารย์ที่ปรึกษา  
( ผศ. ดร.ณัฐกานต์ พุทธิรักษ์ )

  
..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม  
( รศ. ดร.จිරสุดา โกษิยาภรณ์ )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ “ระบบแรงงานและจัดการทรัพยากร” จะไม่สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ หากไม่ได้รับความอนุเคราะห์อย่างดียิ่งจาก ผศ. ดร.ณัฐกานต์ พุทธิรักษ์ อาจารย์ที่ปรึกษา รศ. ดร.จิรสุดา โกษียาภรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาพร้อม และ ผศ. ดร.ตุลยา ลิ้มปิติ ที่ให้คำแนะนำ แนวทางแก้ไขและข้อบกพร่องต่างๆ ที่เกี่ยวกับการทำปริญญานิพนธ์

ขอขอบคุณ รุ่งพี ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือและแนะนำ แนวทางแก้ไขปัญหาต่างๆ เกี่ยวกับการจัดทำปริญญานิพนธ์เรื่องนี้

ขอขอบคุณผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านเป็นอย่างสูงที่คอยช่วยเหลือและให้ความรู้เพิ่มเติม และขอขอบคุณครอบครัวและเพื่อนที่เป็นกำลังใจสำคัญให้แก่ผู้จัดทำให้สามารถทำงานได้ลุล่วงไปได้ ด้วยดี

นางสาวกนิษฐา  
นางสาวโชติกา  
นายนาวา

กาทอง  
อินทสุริยเดช  
อุ้มมีเพชร  
ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ระบบแจกงานและจัดการทรัพยากร  
JOB DISTRIBUTION AND RESOURCE MANAGEMENT SYSTEM

โดย นางสาวกนิษฐา กาทอง 60010008  
นางสาวโชติกา อินทรสุริยเดช 60010250  
นายนาวา อุ่มมีเพชร 60010532

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ. ดร.ณัฐกานต์ พุทธิรักษ์  
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม รศ. ดร.จิรัสตา โกษิยาภรณ์

### บทคัดย่อ

บริษัทติดตั้งอินเทอร์เน็ตส่วนใหญ่ยังมีการบริหารจัดการทรัพยากรภายในบริษัทที่ไม่มีประสิทธิภาพมากนัก เนื่องจากใช้หัวหน้างานในการแจกงานให้กับพนักงานที่ออกปฏิบัติงานนอกพื้นที่ ทำให้การกระจายภาระงานและการจัดการเวลา รวมทั้งการจัดการวัสดุคงคลังและเครื่องมือต่างๆ อาจไม่มีประสิทธิภาพสูงสุด จากข้อสังเกตดังกล่าว ปรียนุญานิพนธ์นี้จึงต้องการพัฒนาระบบแจกงานอัตโนมัติขึ้น เพื่อช่วยให้การจัดสรรทรัพยากรบุคคลและการให้บริการลูกค้าเป็นไปอย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ โดยลูกค้าจะส่งงานผ่านมาทางเว็บไซต์หรือแอปพลิเคชันของบริษัท รายละเอียดของงานที่รับมาจะถูกส่งไปยังอัลกอริธึมซึ่งจะทำการดึงข้อมูลการปฏิบัติงานของพนักงานและข้อมูลการใช้วัสดุคงคลังและเครื่องมือต่างๆ แบบเวลาจริงจากฐานข้อมูลเพื่อใช้ในการประมวลผลและแจกงานให้เหมาะสม จากนั้นทำการส่งข้อมูลกลับไปยังหน้าเว็บไซต์และแอปพลิเคชันเพื่อแสดงตารางงานให้แก่พนักงานในบริษัท นอกจากนี้ยังได้นำเสนอระบบการจัดการวัสดุคงคลังและเครื่องมือต่างๆ ซึ่งมีการจองการใช้งานเครื่องมือและการเบิกวัสดุคงคลังผ่านแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ไปยังฐานข้อมูล โดยมีการติดตามการยืม-คืนเครื่องมือโดยใช้การตรวจจับด้วยเซนเซอร์อัลตราโซนิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## ABSTRACT

Most of the Internet installation companies ineffectively manage their resources. The supervisor manually distributes the work to technicians in the field. Hence, workload distribution, as well as time, inventory and equipment management in the warehouse may not be the most effective. Motivated by this problem, this project aims to develop an automatic job distribution system to allocate human resource efficiently and expedite customer service. The customers request the jobs through the company website or an Android application. The received job details are passed to an algorithm which extracts realtime workloads, locations and required inventory and equipment details of workers from the database. It then uses the information to process and distribute the work appropriately. After that, the job schedule is sent back to display on the website and the Android application. In addition, the project proposes an inventory and equipment management system. Equipment reservations and inventory check outs via the Android application are sent to the database. Ultrasonic sensors are used to detect equipment pick-ups and drop-offs.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	I
บทคัดย่อ	II
สารบัญ	IV
สารบัญรูป	VI
สารบัญตาราง	XXVI
<b>บทที่ 1</b>	<b>บทนำ</b>
	1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา
	1.2 วัตถุประสงค์
	1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์
<b>บทที่ 2</b>	<b>ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง</b>
	2.1 ภาษา Java
	2.2 ภาษา XML
	2.3 ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android)
	2.4 โปรแกรม Android Studio
	2.5 Visual Studio Code
	2.6 Arduino IDE
	2.7 ฐานข้อมูล
	2.8 ไมโครคอนโทรลเลอร์
	2.9 เซนเซอร์อัลตราโซนิก HC-SR04
	2.10 หลอดไฟ LED (Light-Emitting Diode)
	2.11 อัลกอริธึมที่ใช้ใน Google Maps

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.12 Cloud Functions สำหรับ Firebase	37
2.13 บริการ Google Maps API	41
2.14 บริการ Firebase Hosting	42
<b>บทที่ 3 การออกแบบและการจัดทำปฏิญญาพันธ</b>	
3.1 การออกแบบ	47
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	129
3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง	131
<b>บทที่ 4 ผลการทดลอง</b>	
4.1 การทดสอบแอปพลิเคชันฝั่ง Customer กับฐานข้อมูล	133
4.2 การทดสอบแอปพลิเคชันฝั่ง Technician กับฐานข้อมูล	153
4.3 การทดสอบเว็บไซต์ฝั่ง Customer กับฐานข้อมูล	176
4.4 การทดสอบการทำงานของ Google Maps API	188
4.5 การทดสอบการทำงานของแอปพลิเคชัน ฮาร์ดแวร์ และฐานข้อมูล	191
4.6 การทดสอบการทำงานของฮาร์ดแวร์	206
4.7 การทดสอบการทำงานของอัลกอริธึม	216
4.8 การทดสอบการทำงานของระบบโดยรวมตามเงื่อนไขที่กำหนด เป็นกรณีศึกษา	235
<b>บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ</b>	
5.1 สรุปผล	269
5.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ	270
<b>บรรณานุกรม</b>	271
<b>ภาคผนวก คำสั่งโปรแกรมการทำงานของอัลกอริธึมการแจกงานให้กับทีมงาน</b>	275

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 การประกาศคลาส	4
2.2 การประกาศเมธอด	5
2.3 โปรแกรม Hello World	5
2.4 ผลลัพธ์ของโปรแกรม Hello World	5
2.5 ระบบปฏิบัติการที่ได้รับความนิยมในปี 2020	6
2.6 Android SDK	7
2.7 API Level	8
2.8 การสร้างโปรเจกต์ใหม่	8
2.9 การเลือกแพลตฟอร์มและรูปแบบ Activity	9
2.10 ไดรฟ์ทอรีที่เก็บโปรเจกต์	9
2.11 หน้าต่างโปรแกรม Android Studio	10
2.12 Android Virtual Device Manager	11
2.13 สัญลักษณ์โปรแกรม Visual Studio Code	12
2.14 โปรแกรม Arduino IDE	12
2.15 เว็บไซต์ <a href="http://www.firebase.google.com">www.firebase.google.com</a>	14
2.16 โครงสร้างข้อมูลภายใน Cloud Firestore	16
2.17 ตัวอย่างโครงสร้างการเก็บข้อมูลของ Cloud Firestore	17
2.18 ชิพไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32	19
2.19 บอร์ด NodeMCU ESP32	21
2.20 ขาต่างๆ ของบอร์ด NodeMCU ESP32	22
2.21 Ultrasonic Sensor HC-SR04	22
2.22 หลักการตรวจจับและวัดระยะห่างระหว่างวัตถุด้วยคลื่นเสียง	24
2.23 การต่อใช้งานโมดูลเซนเซอร์อัลตราโซนิก HC-SR04	24
2.24 สัญญาณที่ขา Trig และขา Echo ของโมดูลเซนเซอร์อัลตราโซนิก	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีลาดกระบัง (Lakkrabang Institute of Technology) ห้ามการใช้งานเพื่อการศึกษานอกสถาบัน ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า	
2.25	หลอดไฟ LED	26
2.26	กราฟแสดงจุดเริ่มต้นที่จุด A และสิ้นสุดที่จุด E	26
2.27	การกำหนดให้จุดเริ่มต้นมีค่าศูนย์ และจุดอื่นๆ มีค่าเป็นอนันต์	27
2.28	เซตของจุดที่ยังไม่ไปเยือน	27
2.29	การพิจารณาจุดข้างเคียงจุด A (จุดปัจจุบัน)	28
2.30	เมื่อจุด A ถูกตัดออกจากเซตของจุดที่ยังไม่ไปเยือน	28
2.31	เมื่อจุด C คือจุดปัจจุบัน	28
2.32	เมื่อจุด C ถูกตัดออกจากเซตของจุดที่ยังไม่ไปเยือนและจุด B ถูกพิจารณาเป็นจุดถัดไป	28
2.33	เมื่อจุด B เป็นจุดปัจจุบันและพิจารณาจุดข้างเคียงจุด B	29
2.34	เมื่อจุด B ถูกตัดออกจากเซตของจุดที่ยังไม่ไปเยือนและให้จุด D คือจุดปัจจุบัน	29
2.35	เมื่อกราฟถูกพิจารณาครบทุกจุด	29
2.36	แบบจำลองอัลกอริธึมอาณานิคมมด	30
2.37	Cost Graph และ Cost Matrix	31
2.38	Pheromone Graph และ Pheromone Matrix	32
2.39	Flowchart แสดงกระบวนการของ Ant Colony Algorithm	32
2.40	Pheromone Graph เริ่มต้น	33
2.41	Pheromone Matrix เริ่มต้น	33
2.42	Cost Graph แสดงเส้นทางที่มดตัวสีเหลืองสามารถเดินทางได้	34
2.43	เส้นทางการเดินของมดทั้ง 2 ตัวโดยเริ่มต้นและสิ้นสุดที่จุด a	35
2.44	ตัวอย่างการคำนวณค่าการเดินทางของมดทั้ง 2 ตัวจาก Cost Graph	36
2.45	ขั้นตอนการปรับค่าฟีโรโมน	37
2.46	คำสั่งการ Deploy เพื่อส่งไปที่ Cloud Functions	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า	
2.48	กระบวนการทำงานหลักของ Firebase Cloud Functions	40
2.49	คำสั่งตรวจสอบ Version ของ Node และ npm	43
2.50	คำสั่งติดตั้ง Firebase CLI	43
2.51	คำสั่ง Initialize Project	44
2.52	คำสั่งสร้างและชี้ Directory	44
2.53	คำสั่งติดตั้งและสร้างไฟล์ที่จำเป็นเบื้องต้นสำหรับ Firebase Hosting	44
2.54	Firebase CLI Features	44
2.55	เลือก Project Setup	45
2.56	ขั้นตอนการตั้งชื่อ Folder และเลือก Single-Page App	45
2.57	Folder ที่ได้จากการติดตั้ง Firebase CLI โดยใช้ Firebase Hosting	45
3.1	บล็อกไดอะแกรมของระบบแฉงงานและจัดการทรัพยากร	46
3.2	หน้าแรกของแอปพลิเคชัน	47
3.3	เมนูเลือกประเภทของผู้ใช้งาน	48
3.4	หน้า Customer Login สำหรับลูกค้าเก่าที่มีประวัติในฐานข้อมูล	49
3.5	Registration Form สำหรับกรอกข้อมูลของลูกค้าใหม่	49
3.6	หน้าต่างแสดงชื่อและโลโก้ของแอปพลิเคชัน	50
3.7	แถบเมนูที่อยู่ในหน้าต่างแสดงชื่อและโลโก้ของแอปพลิเคชัน	50
3.8	แถบเมนู Home	51
3.9	หน้า Home ที่เชื่อมต่อกับแถบเมนู Home	51
3.10	แผนที่ที่เชื่อมโยงไปยังเว็บไซต์ของ Google Maps	52
3.11	แถบเมนู Customer Profile	52
3.12	หน้า Customer Profile ที่เชื่อมต่อกับแถบเมนู Customer Profile	53
3.13	แบบฟอร์มการ Update ข้อมูลของลูกค้า	53
3.14	แถบเมนู Job Request	54
3.15	หน้า Job Request ที่เชื่อมต่อกับแถบเมนู Job Request	55

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีลาดกระบัง อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.16	55
3.17	56
3.18	57
3.19	58
3.20	59
3.21	60
3.22	60
3.23	61
3.24	62
3.25	62
3.26	63
3.27	63
3.28	64
3.29	64
3.30	65
3.31	65
3.32	66
3.33	66
3.34	67
3.35	67
3.36	68
3.37	68
3.38	69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.39 หน้า Current Job ที่เชื่อมต่อกับแถบเมนู Current Job กรณีมีงานใน Current Job	70
3.40 หน้า Current Job ที่เชื่อมต่อกับแถบเมนู Current Job กรณีไม่มีงานใน Current Job	71
3.41 ปุ่มที่เชื่อมต่อไปยังการติดต่อด้วยโทรศัพท์และอีเมลระหว่างพนักงาน กับลูกค้า	72
3.42 การเชื่อมต่อด้วยการโทรออกจากโทรศัพท์พนักงาน	72
3.43 การเชื่อมต่อด้วยการส่งอีเมลจากโทรศัพท์พนักงาน	73
3.44 กดปุ่ม Select เพื่อเลือกช่วงเวลา Expected Finish Time	73
3.45 แถบเมนู Job History	74
3.46 หน้า Job History ที่เชื่อมต่อกับแถบเมนู Job History	74
3.47 หน้า Job ID แสดงรายละเอียดงานที่เสร็จแล้ว ในส่วนของ Job History	75
3.48 แถบเมนู Equipment & Inventory	76
3.49 รายการเครื่องมือและวัสดุคงคลัง ที่เชื่อมต่อกับแถบเมนู Equipment & Inventory	77
3.50 รายการวัสดุประเภทเครื่องมือ (Equipment)	77
3.51 ตัวอย่างการเลือกเครื่องมือที่ต้องการยืม	78
3.52 หน้าต่างแสดงสถานะวัสดุประเภทเครื่องมือ (Spectrum Analyzer)	78
3.53 หน้าต่างแสดงการยืนยันการจองเครื่องมือ	79
3.54 รายการวัสดุประเภทวัสดุคงคลัง (Inventory)	79
3.55 หน้าต่างแสดงสถานะวัสดุประเภทวัสดุคงคลัง (Fiber Optic Cable)	80
3.56 หน้าต่างแสดงจำนวนวัสดุคงคลังและการยืนยันการจองวัสดุคงคลัง	80
3.57 หน้าแสดงรายการเครื่องมือและวัสดุคงคลัง	81
3.58 ตัวอย่างการกดปุ่มรายการเครื่องมือหมายเลข 1 Spectrum Analyzer	82
3.59 ตัวอย่างการกดปุ่มรายการเครื่องมือหมายเลข 2 Optical Splicer	83

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี นำไปใช้ประโยชน์ได้ 83 การค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.60 ตัวอย่างการกดปุ่มรายการเครื่องมือหมายเลข 3	84
3.61 ตัวอย่างการกดปุ่มรายการวัสดุคงคลังหมายเลข 4 Fiber Optic Cable	85
3.62 ตัวอย่างการกดปุ่มรายการวัสดุคงคลังหมายเลข 5 Router	86
3.63 แถบเมนู Score	87
3.64 หน้า Score ที่เชื่อมต่อกับแถบเมนู Score	88
3.65 Flowchart การทำงานของระบบแอปพลิเคชัน ในส่วนของการระบุตัวตนเพื่อใช้งานแอปพลิเคชัน	90
3.66 หน้าแรกของเว็บไซต์	91
3.67 หน้า Customer Login สำหรับลูกค้าเก่าที่มีประวัติในฐานข้อมูล	92
3.68 หน้า Registration Form สำหรับกรอกข้อมูลของลูกค้าใหม่	92
3.69 หน้าเว็บไซต์ใช้งานสำหรับลูกค้า	93
3.70 แบบฟอร์มสำหรับกรอกคำร้องขอใช้บริการ	93
3.71 ตาราง Pending Job	94
3.72 หน้าต่างแสดงรายละเอียดข้อมูลงานที่ลูกค้าได้ส่งคำร้องขอไป	94
3.73 ตาราง Job History แสดงประวัติงานที่ลูกค้าได้ส่งคำร้องขอใช้บริการที่สำเร็จแล้ว	95
3.74 หน้าต่าง Suggestion	95
3.75 ส่วนประกอบภายใน Customer Collection	96
3.76 ส่วนประกอบภายใน Customer Address Subcollection	96
3.77 ส่วนประกอบภายใน Customer Contact Subcollection	97
3.78 ส่วนประกอบภายใน Pending Job Subcollection	97
3.79 ส่วนประกอบภายใน Suggestion Subcollection	98
3.80 ส่วนประกอบภายใน Technician Users Collection	98
3.81 ส่วนประกอบภายใน Technician Profile Subcollection	98

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.83 ส่วนประกอบภายใน Document ของช่องวัสดุคงคลัง	99
3.84 ส่วนประกอบภายใน Inventory History Document ของช่องใส่เครื่องมือ	100
3.85 ส่วนประกอบภายใน Subcollection ที่อ้างถึงช่องใส่เครื่องมือ	100
3.86 ส่วนประกอบภายใน Inventory History Document ของช่องใส่วัสดุคงคลัง	101
3.87 ส่วนประกอบภายใน Subcollection ที่อ้างถึงช่องใส่วัสดุคงคลัง	101
3.88 ส่วนประกอบภายใน Algorithm Collection	101
3.89 ส่วนประกอบภายใน Topics Subcollection	102
3.90 ส่วนประกอบภายใน ContactPersonNext Document	102
3.91 ส่วนประกอบภายใน CountExp Document	103
3.92 ส่วนประกอบภายใน CountdownVisible Document	103
3.93 ส่วนประกอบภายใน JobHistory Document	104
3.94 ส่วนประกอบภายใน PrevFinishtime Document	104
3.95 ส่วนประกอบภายใน TriggerAlgorithm Document	105
3.96 ส่วนประกอบภายใน TriggerDoneCountTime Document	105
3.97 ส่วนประกอบภายใน TriggerInventSubmit Document	106
3.98 ส่วนประกอบภายใน Document ของช่องเครื่องมือ	106
3.99 ส่วนประกอบภายใน TriggerSchCur Document	106
3.100 ส่วนประกอบภายใน Current Job Document	107
3.101 ส่วนประกอบภายใน Selected Team Subcollection	107
3.102 ส่วนประกอบภายใน Job History Document	108
3.103 ส่วนประกอบภายใน Customer User ID และ Technician User ID Subcollections	108

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.105 ส่วนประกอบภายใน Selected Team Subcollection	109
3.106 ส่วนประกอบภายใน Pending Job Document	110
3.107 ส่วนประกอบภายใน Available Date Subcollection	110
3.108 ส่วนประกอบภายใน Technician Subcollection	111
3.109 ส่วนประกอบภายใน Score Subcollection	111
3.110 สถานะของช่องเครื่องมือโดยใช้ฐานข้อมูลแบบ Realtime Database	112
3.111 การเขียนโปรแกรมกำหนดพารามิเตอร์ใน Distance Matrix API	115
3.112 Flowchart การเลือกทีมพนักงานที่เหมาะสมที่สุด	116
3.113 Flowchart การคำนวณประสิทธิภาพการทำงานในส่วนของการกรอก Expected Finish Time ของทีมพนักงาน	119
3.114 Flowchart การคำนวณประสิทธิภาพการทำงานในส่วนของการยืม-คืน เครื่องมือ	120
3.115 Flowchart การทำงานของระบบการจัดการทรัพยากร	121
3.116 การออกแบบขนาดของช่องใส่วัสดุคงคลังและเครื่องมือในโปรแกรม ออกแบบ	122
3.117 ต้นแบบคลังวัสดุคงคลังและเครื่องมือที่สร้างขึ้น	122
3.118 แผ่นไม้ที่มีช่องใส่สายไฟและช่องระบายอากาศ	123
3.119 แผ่นไม้ที่ใช้ในการประกอบผนังด้านข้างของชั้นของต้นแบบ	123
3.120 แผ่นไม้ที่ใช้ในการประกอบผนังด้านหลังของชั้นของต้นแบบ	124
3.121 โครงสร้างชั้นของต้นแบบ	124
3.122 Schematic การเชื่อมต่อเซนเซอร์อัลตราโซนิกกับบอร์ด ไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32	125
3.123 การติดตั้งเซนเซอร์อัลตราโซนิก HC-SR04 บนผนังด้านบนของโครงสร้าง ชั้น	126

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.124 การติดตั้งสายไฟเชื่อมต่อเซนเซอร์อัลตราโซนิก HC-SR04 เข้ากับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32	126
3.125 โครงสร้างต้นแบบที่ทำการติดตั้งเซนเซอร์อัลตราโซนิก HC-SR04 ครบทั้ง 3 ช่อง	127
3.126 แผ่น PCB สำหรับวงจรที่ใช้ในการติดตั้ง LED	127
3.127 Google Form ประเมินความพึงพอใจในการให้บริการของพนักงาน	128
4.1 การ Login เพื่อทดสอบระบบ Authentication ของลูกค้า	133
4.2 การเชื่อมต่อกับระบบ Authentication สำเร็จของลูกค้า	134
4.3 การเชื่อมต่อกับระบบ Authentication ไม่สำเร็จของลูกค้า	135
4.4 กล้องข้อความเพื่อกรอกอีเมลในการส่งลิงค์การตั้งรหัสผ่านใหม่	135
4.5 ลิงค์การตั้งรหัสผ่านใหม่ ถูกส่งไปอีเมลได้สำเร็จ	136
4.6 ลิงค์การตั้งรหัสผ่านใหม่ ในกล่องข้อความอีเมล	136
4.7 การกดเข้าไปในลิงค์เพื่อตั้งรหัสใหม่	137
4.8 แถบ Logout ใน Customer Menu	137
4.9 การออกจากระบบของลูกค้าเสร็จสมบูรณ์	138
4.10 การกรอกข้อมูลลง Registration Form	139
4.11 การลงทะเบียนข้อมูลลูกค้าใหม่เสร็จสมบูรณ์	139
4.12 ข้อมูลของลูกค้าที่ลงทะเบียนจะถูกนำไปเก็บในส่วนของ Authentication	140
4.13 การยืนยันตัวตนผ่านอีเมล	140
4.14 Customer Profile Collection เก็บข้อมูลที่ลูกค้ากรอกใน Registration Form	141
4.15 หน้าแอปพลิเคชัน Customer Profile สำหรับลูกค้า	142
4.16 การกรอกข้อมูลลง Update Profile Form	142
4.17 เมื่อการ Update ข้อมูลลูกค้าเสร็จสมบูรณ์	143
4.18 ส่วนประกอบภายใน Customer Contact Subcollection	143

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีลาดกระบัง กรุณาอย่าทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ในการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.19 การกรอกข้อมูลลง Job Request Form	144
4.20 ข้อมูลรายละเอียดของงานได้ถูกส่งไปฐานข้อมูลเสร็จสมบูรณ์	145
4.21 ส่วนประกอบภายใน Pending Job Subcollection ของ Customer User Collection	145
4.22 ส่วนประกอบภายใน Pending Job Subcollection ของ Algorithm Collection	146
4.23 หน้า Pending Job	147
4.24 หน้าแสดงรายละเอียดของงาน ในส่วนของ Pending Job กรณี Job Status คือ “SUCCESSFUL Please Check..”	147
4.25 รายละเอียดในอีเมลที่ระบบส่งไป Email Address ที่ลูกค้าลงทะเบียน	148
4.26 Google Form ประเมินความพึงพอใจในการให้บริการของพนักงาน	149
4.27 หน้าแสดงรายละเอียดของงาน ในส่วนของ Pending Job กรณี Job Status คือ “IN QUEUE..”	150
4.28 ส่วนประกอบภายใน Pending Job Subcollection	150
4.29 หน้า Job History แสดงประวัติงานที่ลูกค้าได้ส่งคำร้องขอใช้บริการที่สำเร็จแล้ว	151
4.30 หน้าแสดงรายละเอียดของงาน ในส่วนของ Job History ของลูกค้า	151
4.31 ส่วนประกอบภายใน Job History Document	152
4.32 ส่วนประกอบภายใน Job ID Document	152
4.33 ตัวอย่างคำติชมในการใช้บริการของลูกค้า	153
4.34 ส่วนประกอบภายใน Suggestion Subcollection	153
4.35 การตั้งค่า Email/Password ของทีมพนักงาน	154
4.36 การ Login ของพนักงานเพื่อทดสอบระบบ Authentication	154
4.37 การเชื่อมต่อกับระบบ Authentication สำเร็จของพนักงาน	155
4.38 แถบ Logout ใน Technician Menu	155

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.39 การออกจากระบบของพนักงานเสร็จสมบูรณ์	156
4.40 หน้าแอปพลิเคชัน Technician Profile ของพนักงานทีม A	157
4.41 ส่วนประกอบภายใน Technician Contact Document ของทีม A	157
4.42 หน้าแอปพลิเคชัน Technician Profile ของพนักงานทีม B	158
4.43 ส่วนประกอบภายใน Technician Contact Document ของทีม B	158
4.44 หน้า Current Job ของทีม A	160
4.45 การกรอก Expected Finish Time ครั้งที่ 1 ภายใน 20 นาที ในหน้า Current Job ของทีม A	161
4.46 รายละเอียดในอีเมลการแจ้งเตือนหมดเวลา ในการกรอก Expected Finish Time ครั้งที่ 1 ของทีม A	161
4.47 เมื่อกด Submit ในหน้า Current Job ของทีม A	161
4.48 กล่องข้อความในหน้า Current Job ของทีม A เมื่อพนักงานกดปุ่ม Done กรณีที่มียังงานใน Next Job	162
4.49 ส่วนประกอบภายใน Technician User ID Document ของทีม A	162
4.50 หน้า Current Job ของทีม B	163
4.51 การกรอก Expected Finish Time ครั้งที่ 1 ภายใน 20 นาที ในหน้า Current Job ของทีม B	163
4.52 รายละเอียดในอีเมลการแจ้งเตือนหมดเวลา ในการกรอก Expected Finish Time ครั้งที่ 1 ของทีม B	164
4.53 เมื่อกด Submit ในหน้า Current Job ของทีม B	164
4.54 กล่องข้อความในหน้า Current Job ของทีม B เมื่อพนักงานกดปุ่ม Done กรณีที่ไม่มีงานใน Next Job	165
4.55 ส่วนประกอบภายใน Technician User ID Document ของทีม B	165
4.56 หน้า Next Job ของทีม A	166
4.57 ส่วนประกอบภายใน Technician User ID Document ของทีม A	167

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ห้ามมิให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.58 หน้า Next Job ของทีม B	168
4.59 ส่วนประกอบภายใน Technician User ID Document ของทีม B	168
4.60 หน้า Job History ของทีม A	169
4.61 หน้าแสดงรายละเอียดงานที่เสร็จแล้วของ Job ID (a1)20210315Mon000201 ในส่วนของ Job History ของทีม A	170
4.62 ส่วนประกอบภายใน Job ID (a1)20210315Mon000201 Document ของทีม A	170
4.63 หน้า Job History ของทีม B	171
4.64 Score ของทีม A ในฐานข้อมูล	172
4.65 Score ของทีม B ในฐานข้อมูล	172
4.66 Score ของทีม C ในฐานข้อมูล	172
4.67 Score ของทีม D ในฐานข้อมูล	173
4.68 Score ของทีม E ในฐานข้อมูล	173
4.69 หน้า Score ของทีม A	173
4.70 หน้า Score ของทีม B	174
4.71 หน้า Score ของทีม C	174
4.72 หน้า Score ของทีม D	175
4.73 หน้า Score ของทีม E	175
4.74 การ Login ของลูกค้าเพื่อทดสอบระบบ Authentication	176
4.75 การเชื่อมต่อกับระบบ Authentication สำเร็จของลูกค้า	176
4.76 การกรอกข้อมูลลง Registration Form	177
4.77 การยืนยันตัวตนผ่านอีเมล	178
4.78 ข้อมูลของลูกค้าที่ลงทะเบียนจะถูกนำไปเก็บในส่วนของ Authentication	179
4.79 Customer Profile Collection เก็บข้อมูลที่ลูกค้ากรอกใน Registration Form	179

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า	
4.80	หน้าเว็บไซต์ Customer Profile สำหรับลูกค้า	180
4.81	แบบฟอร์ม Update Customer Profile	181
4.82	ส่วนประกอบภายใน Customer Contact Subcollection	181
4.83	การกรอกข้อมูลลง Job Request Form	182
4.84	ส่วนประกอบภายใน Pending Job Subcollection ของ Customer User Collection	183
4.85	ส่วนประกอบภายใน Pending Job Subcollection ของ Algorithm Collection	183
4.86	ข้อมูลรายละเอียดงานที่แสดงในหน้า Pending Job ของลูกค้า	184
4.87	Pending Job Collection เก็บข้อมูลงานของลูกค้าที่ได้ส่งคำร้องขอไป	184
4.88	ข้อมูลรายละเอียดงานที่แสดงใน Job Description	185
4.89	หน้าเว็บไซต์แจ้งเตือนการกดปุ่ม Done ก่อนเวลาที่พนักงานทำงานเสร็จ	186
4.90	หน้า Job History แสดงรายละเอียดงานที่ถูกทำเสร็จสิ้นแล้ว	186
4.91	Job History Document แสดงรายละเอียดงานที่ได้ทำเสร็จสิ้นแล้ว	187
4.92	กรอกความคิดเห็นลงในกล่องข้อความหน้า Suggestion	187
4.93	ข้อความที่เก็บไว้ในส่วนของ Suggestion Collection	188
4.94	หน้า Job Request ในส่วนของ Select Location	188
4.95	การปักหมุดเลือกตำแหน่งบนหน้าแอปพลิเคชัน ในส่วนของ Google Maps	189
4.96	กล่องข้อความยืนยันการเลือกตำแหน่งที่ปักหมุด	190
4.97	หน้าแอปพลิเคชันแสดงค่าละติจูดและลองจิจูดที่ทำการปักหมุดไว้	190
4.98	การเก็บข้อมูลละติจูดและลองจิจูดในฐานข้อมูล Cloud Firestore สำเร็จ	191
4.99	ตัวอย่างการกดปุ่มเลือกรายการเครื่องมือหมายเลข 1 Spectrum Analyzer	192

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง การศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์อื่นใด

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.101 การทำงานของเซนเซอร์อัลตราโซนิกร่วมกับฐานข้อมูลและแอปพลิเคชัน เมื่อมีเครื่องมือ (Equipment Available)	195
4.102 การทำงานของเซนเซอร์อัลตราโซนิกร่วมกับฐานข้อมูลและแอปพลิเคชัน เมื่อเครื่องมือถูกยืมแล้วแต่ยังอยู่ในช่องเครื่องมือ (Equipment Reserved)	196
4.103 การทำงานของเซนเซอร์อัลตราโซนิกร่วมกับฐานข้อมูลและแอปพลิเคชัน เมื่อไม่มีเครื่องมือ (Equipment On-Site)	198
4.104 การทำงานของเซนเซอร์อัลตราโซนิกร่วมกับฐานข้อมูลและแอปพลิเคชัน เมื่อมีเครื่องมือจากการคืนเครื่องมือ (Equipment Drop-Off)	201
4.105 ตัวอย่างการกดปุ่มเลือกรายการวัสดุคงคลังหมายเลข 4 Fiber Optic Cable	203
4.106 ขั้นตอนของการจองวัสดุคงคลัง	204
4.107 การเชื่อมต่อขาระหว่างเซนเซอร์อัลตราโซนิก รุ่น HC-SR04 กับ NodeMCU ESP32	207
4.108 สัญญาณที่ขา Trig (Ch1) และขา Echo (Ch2) ของเซนเซอร์อัลตราโซนิก รุ่น HC-SR04 บนหน้าจอออสซิลโลสโคป	207
4.109 ค่าที่ได้จากการวัดระยะทางของเซนเซอร์อัลตราโซนิก รุ่น HC-SR04 ที่หน้าจอแสดงผล	208
4.110 ระยะทางจริงและระยะทางเฉลี่ยของเซนเซอร์อัลตราโซนิก รุ่น HC-SR04 ที่ระยะ 2 - 340 เซนติเมตร	210
4.111 IP Address ของ ESP32	211
4.112 IP Address ของ Google Firebase	211
4.113 การติดต่อสื่อสารข้อมูลระหว่าง ESP32 กับ Google Firebase ในโปรแกรม Wireshark	212

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.114	212
Flow graph การติดต่อสื่อสารข้อมูลระหว่าง ESP32 กับ Google Firebase ในโปรแกรม Wireshark	
4.115	214
การส่งคำร้องขอการส่งข้อมูลจาก ESP32 ไปยัง Google Firebase	
4.116	214
การเข้ารหัส Plain Text จาก ESP32 ไปยัง Google Firebase	
4.117	215
การส่งคำร้องขอการส่งข้อมูลจาก Google Firebase ไปยัง ESP32	
4.118	215
การเข้ารหัส Plain Text จาก Google Firebase ไปยัง ESP32	
4.119	217
หน้าแอปพลิเคชันในส่วน Pending Job ของงานอันดับที่ 1	
4.120	217
ฐานข้อมูล Cloud Firestore ในส่วน Pending Job ของงานอันดับที่ 1	
4.121	218
ตัวอย่างผลลัพธ์ Logs ใน Cloud Functions for Firebase เมื่อระบบแจกงานชุดแรกอันดับที่ 1	
4.122	219
ตัวอย่างหน้าแอปพลิเคชันในส่วน Current Job ของทีม A เมื่อระบบแจกงานชุดแรกอันดับที่ 1 เสร็จสมบูรณ์	
4.123	220
ตัวอย่างฐานข้อมูล Cloud Firestore ของทีม A เมื่อระบบแจกงานชุดแรก อันดับที่ 1 เสร็จสมบูรณ์	
4.124	220
ผลลัพธ์ Logs เมื่อเริ่มการแจกงานอันดับที่ 6 ใน Cloud Functions for Firebase	
4.125	221
ผลลัพธ์ Logs ของทีม A ใน Cloud Functions for Firebase	
4.126	222
ผลลัพธ์ Logs ของทีม B ใน Cloud Functions for Firebase	
4.127	223
ผลลัพธ์ Logs ของทีม C ใน Cloud Functions for Firebase	
4.128	223
ผลลัพธ์ Logs ของทีม D ใน Cloud Functions for Firebase	
4.129	224
ผลลัพธ์ Logs ของทีม E ใน Cloud Functions for Firebase	
4.130	225
ผลลัพธ์ Logs ใน Cloud Functions for Firebase เมื่อระบบแจกงานอันดับที่ 6 เสร็จสมบูรณ์	
4.131	225
หน้าแอปพลิเคชันในส่วน Next Job และรายละเอียดอีเมลแจ้งเตือนงาน	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.132	226
ฐานข้อมูล Cloud Firestore ในส่วน Next Job ของทีม A เมื่อระบบแจกงานอันดับที่ 6 เสร็จสมบูรณ์	
4.133	227
ฐานข้อมูลแสดงเวลากดปุ่ม Done ของลูกค้าและพนักงานทีม A	
4.134	227
ตัวอย่างผลลัพธ์ Logs ของการเลือกเวลา Done Time ของทีม A ใน Cloud Functions for Firebase	
4.135	228
ฐานข้อมูลแสดงเวลา Expected Finish Time ที่พนักงานทีม A กรอก	
4.136	229
ตัวอย่างผลลัพธ์ Logs ของการคำนวณเวลาที่คลาดเคลื่อนของทีม A ใน Cloud Functions For Firebase	
4.137	229
ตัวอย่างผลลัพธ์ Logs ของการคำนวณค่าเฉลี่ยของทีม A ใน Cloud Functions for Firebase	
4.138	229
ตัวอย่างผลลัพธ์ Logs ของการคำนวณคะแนนของทีม A ใน Cloud Functions for Firebase	
4.139	230
ฐานข้อมูลแสดงคะแนนของพนักงานทีม A	
4.140	231
ฐานข้อมูลแสดงค่า Label และเวลาที่พนักงานทีม E กดยืมเครื่องมือ	
4.141	231
ตัวอย่างผลลัพธ์ Logs ของการคำนวณเวลาที่ควรมารับเครื่องมือสำหรับ งานแรกของวันของทีม E ใน Cloud Functions for Firebase	
4.142	231
ฐานข้อมูลแสดงเวลาที่ควรมารับเครื่องมือของทีม E	
4.143	232
ฐานข้อมูลแสดงค่า Label เวลากดยืมเครื่องมือและเวลาการเดินทางมาถึง บริษัทของพนักงานทีม E	
4.144	232
ตัวอย่างผลลัพธ์ Logs ของการคำนวณเวลาที่ควรมารับเครื่องมือสำหรับ งานที่ไม่ใช่งานแรกของวันของทีม E ใน Cloud Functions for Firebase	
4.145	233
ฐานข้อมูลแสดงเวลาที่ควรมารับและเวลามารับเครื่องมือของ พนักงานทีม E	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.146 ตัวอย่างผลลัพธ์ Logs ของการคำนวณเวลาที่ควรมารับเครื่องมือลบกั เวลามารับเครื่องมือของทีม E ใน Cloud Functions for Firebase	233
4.147 ตัวอย่างผลลัพธ์ Logs ของการคำนวณคะแนนในการยืมเครื่องมือของ ทีม E ใน Cloud Functions for Firebase	234
4.148 ฐานข้อมูลแสดงคะแนนของพนักงานทีม E	234
4.149 ฐานข้อมูลแสดงการคืนเครื่องมือของพนักงานทีม E	234
4.150 ตัวอย่างผลลัพธ์ Logs ของการคำนวณคะแนนในการคืนเครื่องมือของ ทีม E ใน Cloud Functions for Firebase	235
4.151 ตัวอย่างหน้าแอปพลิเคชันในส่วน Pending Job ของงานอันดับที่ 1	237
4.152 ตัวอย่างฐานข้อมูล Cloud Firestore ในส่วน Pending Job ของงาน อันดับที่ 1	237
4.153 ตัวอย่างหน้าเว็บไซต์ในส่วน Pending Job ของงานอันดับที่ 8	238
4.154 ตัวอย่างฐานข้อมูล Cloud Firestore ในส่วน Pending Job ของงาน อันดับที่ 8	238
4.155 ตัวอย่างผลลัพธ์ Logs ใน Cloud Functions for Firebase เมื่อระบบแจกงานชุดแรกอันดับที่ 1	240
4.156 ตัวอย่างหน้าแอปพลิเคชันในส่วน Current Job ของทีม A เมื่อระบบแจกงานชุดแรกอันดับที่ 1 เสร็จสมบูรณ์	240
4.157 ตัวอย่างฐานข้อมูล Cloud Firestore ส่วน Current Job ของทีม A เมื่อระบบแจกงานชุดแรกอันดับที่ 1 เสร็จสมบูรณ์	241
4.158 ตัวอย่างการกดยืมเครื่องมือ Spectrum Analyzer ของทีม E ในหน้าแอปพลิเคชันส่วน Equipment & Inventory	242
4.159 ตัวอย่างฐานข้อมูล Cloud Firestore เมื่อทีม E กดยืมเครื่องมือ Spectrum Analyzer	244

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.160 ตัวอย่างการรับเครื่องมือ Spectrum Analyzer ของทีม E ในหน้าแอปพลิเคชันส่วน Equipment & Inventory	24
4.161 ตัวอย่างฐานข้อมูล Cloud Firestore เมื่อทีม E รับเครื่องมือ Spectrum Analyzer	245
4.162 ตัวอย่างการกดจองวัสดุคงคลัง Fiber Optic Cable ของทีม C ในหน้าแอปพลิเคชันส่วน Equipment & Inventory	246
4.163 ตัวอย่างฐานข้อมูล Cloud Firestore เมื่อทีม C จองวัสดุคงคลัง Fiber Optic Cable	247
4.164 รายละเอียดของการแจ้งเตือนทางอีเมลแจ้งเตือนงานใน Current Job ของทีม A	248
4.165 ผลลัพธ์ Logs เมื่อเริ่มการแจกงานอันดับที่ 6 ใน Cloud Functions for Firebase	248
4.166 ผลลัพธ์ Logs ของทีม E ใน Cloud Functions for Firebase	249
4.167 ผลลัพธ์ Logs ของทีม A ใน Cloud Functions for Firebase	250
4.168 ผลลัพธ์ Logs ของทีม B ใน Cloud Functions for Firebase	251
4.169 ผลลัพธ์ Logs ของทีม C ใน Cloud Functions for Firebase	251
4.170 ผลลัพธ์ Logs ของทีม D ใน Cloud Functions for Firebase	252
4.171 ผลลัพธ์ Logs ใน Cloud Functions for Firebase เมื่อระบบแจกงาน อันดับที่ 6 เสร็จสมบูรณ์	253
4.172 หน้าแอปพลิเคชันในส่วน Next Job และรายละเอียดอีเมลแจ้งเตือนงาน ถัดไป เมื่อระบบแจกงานอันดับที่ 6 เสร็จสมบูรณ์	253
4.173 ฐานข้อมูล Cloud Firestore ในส่วน Next Job ของทีม C เมื่อระบบแจกงานอันดับที่ 6 เสร็จสมบูรณ์	254

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.174 ผลลัพธ์ Logs โดยย่อใน Cloud Functions for Firebase เมื่อระบบแจกงานอันดับที่ 7	254
4.175 ผลลัพธ์ Logs โดยย่อใน Cloud Functions for Firebase เมื่อระบบแจกงานอันดับที่ 8	255
4.176 ผลลัพธ์ Logs โดยย่อใน Cloud Functions for Firebase เมื่อระบบแจกงานอันดับที่ 9	255
4.177 ผลลัพธ์ Logs โดยย่อใน Cloud Functions for Firebase เมื่อระบบแจกงานอันดับที่ 10	255
4.178 ตัวอย่างการกดปุ่ม Done ของทีม C เมื่องานอันดับที่ 1 เสร็จสมบูรณ์ใน หน้าแอปพลิเคชัน Equipment & Inventory	257
4.179 ฐานข้อมูล Cloud Firestore ส่วน Job History ของทีม C เมื่อทีม C กดปุ่ม Done	259
4.180 หน้าแอปพลิเคชันส่วน Pending Job ฝั่งลูกค้า และฐานข้อมูล Cloud Firestore เมื่อทีม C กดปุ่ม Done	259
4.181 ตัวอย่างการคืนเครื่องมือ Spectrum Analyzer ของทีม E ในหน้าแอปพลิเคชันส่วน Equipment & Inventory	261
4.182 ตัวอย่างฐานข้อมูล Cloud Firestore เมื่อทีม E คืนเครื่องมือ Spectrum Analyzer	261
4.183 ตัวอย่างผลลัพธ์ Logs ของการคำนวณคะแนน ใน Cloud Functions for Firebase ของทีม A	262
4.184 ตัวอย่างฐานข้อมูลแสดงคะแนนของทีม A	263
4.185 หน้าแอปพลิเคชันในการแสดงคะแนนของพนักงานแต่ละทีม	263

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.186	ตัวอย่างฐานข้อมูลแสดงข้อมูลการยืมเครื่องมือของทีม E	264
4.187	ตัวอย่างผลลัพธ์ Logs ของการคำนวณเวลาที่ควรมารับเครื่องมือของทีม E ใน Cloud Functions for Firebase	264
4.188	ตัวอย่างฐานข้อมูลแสดงเวลาที่ควรมารับเครื่องมือของทีม E	265
4.189	ตัวอย่างหน้าแอปพลิเคชันการยืมเครื่องมือของทีม E	265
4.190	ตัวอย่างฐานข้อมูลแสดงรายละเอียดมารับเครื่องมือของทีม E	266
4.191	หน้าแอปพลิเคชันในการแสดงเวลามารับเครื่องมือของทีม E	266
4.192	ตัวอย่างผลลัพธ์ Logs ของการคำนวณคะแนนการมารับเครื่องมือ ของทีม E ใน Cloud Functions for Firebase	267
4.193	หน้าแอปพลิเคชันในการแสดงคะแนนของพนักงานแต่ละทีม	267
4.194	ตัวอย่างฐานข้อมูลแสดงรายละเอียดคืนเครื่องมือของทีม E	268
4.195	ตัวอย่างผลลัพธ์ Logs ของการคำนวณคะแนนในการคืนเครื่องมือของ ทีม E ใน Cloud Functions for Firebase	268

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า	
3.1	พารามิเตอร์ใน Distance Matrix API	115
3.2	เกณฑ์การเพิ่มลดคะแนนประสิทธิภาพการทำงาน เมื่อพิจารณาด้านการประเมินเวลาเสร็จสิ้นงานของทีมพนักงาน	118
3.3	การเชื่อมต่อขาระหว่างเซนเซอร์อัลตราโซนิกกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32	125
4.1	ผลการทดสอบการวัดระยะของเซนเซอร์อัลตราโซนิก รุ่น HC-SR04	208
4.2	รายละเอียดงานที่ทดสอบโดยจำลองการร้องขอจากลูกค้าจำนวน 6 งาน	216
4.3	ลำดับเวลาในการแจกงานชุดแรกแบบสุ่ม	218
4.4	รายละเอียดงานที่ทดสอบโดยจำลองการร้องขอจากลูกค้าจำนวน 10 งาน	236
4.5	ลำดับเวลาในการแจกงานชุดแรกแบบสุ่มในการทดสอบระบบโดยรวม	239

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปริญญานิพนธ์นี้ได้รับแรงบันดาลใจจากการสังเกตว่าบริษัทจำนวนมากยังขาดระบบจัดสรรทรัพยากรบุคคลให้มีประสิทธิภาพ โดยส่วนใหญ่การมอบหมายงานให้แก่พนักงานจะถูกจัดการโดยผู้จัดการ ซึ่งการจัดสรรงานด้วยวิธีการดังกล่าวอาจทำให้เกิดค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็นของบริษัท เช่น ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง และการสูญเสียเวลาโดยเปล่าประโยชน์ เป็นต้น ดังนั้นหากมีระบบอัตโนมัติที่ทำการแจกงานให้แก่พนักงานที่ไปออกไซต์งานต่างๆ โดยการจัดสรรนั้นอยู่บนเงื่อนไขที่จะทำให้ทรัพยากรบุคคลภายในบริษัทถูกใช้ให้มีประสิทธิภาพสูงสุด และระบบจัดการทรัพยากรอัตโนมัติ ที่สามารถลดจำนวนพนักงานที่ต้องการในคลังวัสดุคงคลังและเครื่องมือ ช่วยให้การจัดการทรัพยากรต่างๆ มีประสิทธิภาพมากขึ้น ปัญหาดังกล่าวข้างต้นจึงเป็นเรื่องที่ปริญญานิพนธ์นี้ให้ความสนใจ

ระบบแจกงานและจัดการทรัพยากรจึงได้รับการออกแบบและนำเสนอเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว โดยระบบแบ่งเป็น 4 ส่วนหลัก คือ 1. ส่วนหน้าเว็บไซต์และแอปพลิเคชัน เป็นตัวเชื่อมโยงระหว่างพนักงานกับลูกค้า โดยลูกค้าสามารถแจ้งความต้องการผ่านหน้าเว็บไซต์และแอปพลิเคชันและพนักงานสามารถรับงานได้ผ่านหน้าแอปพลิเคชัน 2. ส่วนฐานข้อมูล ทำหน้าที่เก็บข้อมูลของพนักงานลูกค้าและรายละเอียดงานทั้งหมด 3. ส่วนแบบจำลองคลังวัสดุคงคลังและเครื่องมือ เพื่อจัดสรรทรัพยากรของบริษัท 4. ส่วนอัลกอริธึม ซึ่งจะนำข้อมูลที่จำเป็นในการประมวลผลมาทำการคำนวณและส่งค่าผลลัพธ์การแจกงานที่เหมาะสมที่สุดไปยังหน้าแอปพลิเคชันให้กับพนักงานเพื่อดำเนินการต่อไป

### 1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาและพัฒนาการสร้างเว็บไซต์และแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์
2. เพื่อศึกษาและพัฒนาาระบบฐานข้อมูล
3. เพื่อศึกษาและพัฒนาการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์
4. เพื่อศึกษาและพัฒนาอัลกอริธึมที่ใช้ในการคำนวณหาวิธีการแจกงานให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

5. เพื่อศึกษาและพัฒนาอัลกอริธึมที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพการทำงานของพนักงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้ภายในห้องเรียนเท่านั้น ไม่สามารถนำออกเผยแพร่ได้โดยไม่ได้รับอนุญาต  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

6. เพื่อศึกษาและพัฒนาแบบจำลองการจัดการทรัพยากรในองค์กรโดยใช้เซนเซอร์ตรวจสอบสถานะ

### 1.3 ขอบเขตของปฏิญญานิพนธ์

ทำการออกแบบระบบแรงงานและจัดการทรัพยากรเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการใช้ทรัพยากรบุคคล, วัสดุคงคลังและเครื่องมือต่างๆ ขององค์กรซึ่งประกอบด้วย อัลกอริธึมทางคณิตศาสตร์เพื่อคำนวณหาวิธีแรงแงานที่เหมาะสมที่สุดให้แก่พนักงานในการออกพื้นที่ปฏิบัติงานต่างๆ, อัลกอริธึมทางคณิตศาสตร์เพื่อคำนวณประสิทธิภาพการทำงานของพนักงาน, ฐานข้อมูลสำหรับเก็บข้อมูลของพนักงาน ลูกค้าและเครื่องมือ, เว็บไซต์และแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์สำหรับพนักงานและลูกค้าเพื่อเข้าถึงการแสดงผลการแรงแงาน และแบบจำลองการจัดการวัสดุคงคลังและเครื่องมือโดยใช้เซนเซอร์ตรวจสอบสถานะ เพื่อจัดสรรการใช้งานทรัพยากรของบริษัทได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งปฏิญญานิพนธ์นี้ใช้ในกรณีศึกษาของบริษัทติดตั้งอินเทอร์เน็ตในการระบุชนิดของงานและตัวอย่างวัสดุคงคลังและเครื่องมือ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## บทที่ 2

### ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

ปริญญาพันธ์เรื่อง “ระบบแรงงานและจัดการทรัพยากร” ได้จัดทำขึ้นเพื่อออกแบบและพัฒนาระบบแรงงานอัตโนมัติให้กับทีมของพนักงาน เพื่อจัดสรรทรัพยากรบุคคลในบริษัทให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยใช้อัลกอริทึมทางคณิตศาสตร์เพื่อคำนวณหาวิธีแรงงานที่เหมาะสมที่สุดให้แก่พนักงานเพื่อออกพื้นที่ปฏิบัติงานต่างๆ โดยจะมีฐานข้อมูลสำหรับเก็บข้อมูลของพนักงานและลูกค้า เว็บไซต์และแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์สำหรับพนักงานและลูกค้า และแบบจำลองคลังวัสดุเพื่อการจัดการทรัพยากร โดยใช้เซนเซอร์ตรวจสอบสถานะของทรัพยากรเพื่อจัดสรรการใช้งานทรัพยากรของบริษัทได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพสูงสุดสำหรับผู้ดูแลระบบและพนักงาน ซึ่งมีทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

#### 2.1 ภาษา Java

Java หรือ Java programming language [1] คือภาษาโปรแกรมเชิงวัตถุ พัฒนาโดย เจมส์ กอสลิง และวิศวกรคนอื่นๆ ที่บริษัท ซัน ไมโครซิสเต็มส์ ภาษานี้มีจุดประสงค์เพื่อใช้แทนภาษา C++ โดยรูปแบบที่เพิ่มเติมขึ้นคล้ายกับภาษา Objective-C แต่เดิมภาษานี้เรียกว่า ภาษา Oak ซึ่งตั้งชื่อตามต้นโอ๊คใกล้ที่ทำงานของ เจมส์ กอสลิง แล้วภายหลังจึงเปลี่ยนไปใช้ชื่อ "Java" ซึ่งเป็นชื่อกาแฟแทน จุดเด่นของภาษา Java อยู่ที่ผู้เขียนโปรแกรมสามารถใช้หลักการของ Object-Oriented Programming มาพัฒนาโปรแกรมของตนด้วย Java ได้ ภาษา Java เป็นภาษาสำหรับเขียนโปรแกรมที่สนับสนุนการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ (OOP : Object-Oriented Programming) โปรแกรมที่เขียนขึ้นถูกสร้างภายในคลาส ดังนั้นคลาสคือที่เก็บเมธอด (Method) หรือพฤติกรรม (Behavior) ซึ่งมีสถานะ (State) และรูปพรรณ (Identity) ประจําพฤติกรรม (Behavior) [2]

##### 2.1.1 ข้อดีของภาษา Java

1. ภาษา Java เป็นภาษาที่สนับสนุนการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุแบบสมบูรณ์ ซึ่งเหมาะสำหรับพัฒนาระบบที่มีความซับซ้อน การพัฒนาโปรแกรมแบบวัตถุจะช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถใช้คำหรือชื่อต่างๆ ที่มีอยู่ในระบบงานนั้นมาใช้ในการออกแบบโปรแกรมได้ ทำให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2. โปรแกรมที่เขียนขึ้นโดยใช้ภาษา Java จะมีความสามารถทำงานได้ในระบบปฏิบัติการที่แตกต่างกัน ไม่จำเป็นต้องดัดแปลงแก้ไขโปรแกรม เช่น หากเขียนโปรแกรมบนเครื่อง Sun โปรแกรมนั้นสามารถถูก Compile และ Run บนเครื่องคอมพิวเตอร์ PC ได้

3. ภาษา Java มีการตรวจสอบข้อผิดพลาดทั้งตอน Compile time และ Runtime ทำให้ลดข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นในโปรแกรม และช่วยให้ debug โปรแกรมได้ง่าย

4. ภาษา Java มีความซับซ้อนน้อยกว่าภาษา C++ เมื่อเปรียบเทียบ Code ของโปรแกรมที่เขียนขึ้นโดยภาษา Java กับ C++ พบว่า โปรแกรมที่เขียนโดยภาษา Java จะมีจำนวน Code น้อยกว่าโปรแกรมที่เขียนโดยภาษา C++ ทำให้ใช้งานได้ง่ายกว่าและลดความผิดพลาดได้มากขึ้น

5. ภาษา Java ถูกออกแบบมาให้มีความปลอดภัยสูงตั้งแต่แรก ทำให้โปรแกรมที่เขียนขึ้นมีความปลอดภัยมากกว่าโปรแกรมที่เขียนขึ้นด้วยภาษาอื่น

6. มี IDE, application server, และ library ต่างๆ มากมายที่สามารถใช้งานได้โดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย ทำให้สามารถลดค่าใช้จ่ายที่ต้องเสียไปกับการซื้อเครื่องมือและซอฟต์แวร์ต่างๆ [3]

### 2.1.2 โครงสร้างภาษา Java

1. Package: เป็นกลุ่มของคลาสหรือไลบรารีมาตรฐานของภาษา Java ที่มีฟังก์ชันต่างๆ ให้ใช้มากมาย

2. Class: ในส่วนของการประกาศคลาส แสดงดังรูปที่ 2.1 [4] จะต้องประกาศคลาสให้ชื่อตรงกับไฟล์เสมอ นอกจาก Inner คลาสที่อยู่ในคลาสเดียวกัน โดยชื่อคลาสนั้นควรจะขึ้นต้นด้วยตัวใหญ่ และถ้ามีหลายคำจะใช้ตัวพิมพ์ใหญ่ในการแบ่งคำ

3. Method: หลังจากสร้างคลาสแล้ว จะเป็นประกาศเมธอดภายในคลาส แสดงดังรูปที่ 2.2 [5] โดยในการที่จะรันโปรแกรมได้จะต้องมีเมธอดที่ชื่อว่า Main

4. Statements: เป็นคำสั่งของโปรแกรมเพื่อให้โปรแกรมทำงานตามต้องการ แสดงดังรูปที่ 2.3 [6] เช่น System.out.println("Hello World!"); เป็นการแสดงผลข้อความออกทางหน้าจอ แสดงดังรูปที่ 2.4 [7]

```
public class ClassName {
    ...
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้รูปที่ 2.1 การประกาศคลาส อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
public static void main (String[ ] args) {
    ...
}
```

รูปที่ 2.2 การประกาศเมธอด

```
// Hello World Program
public class HelloWorld {
    public static void main (String[ ] args) {
        System.out.println("Hello World!");
    }
}
```

รูปที่ 2.3 โปรแกรม Hello World

Hello World!

รูปที่ 2.4 ผลลัพธ์ของโปรแกรม Hello World

## 2.2 ภาษา XML

XML หรือ Extensible Markup Language เป็นหนึ่งในภาษาที่ใช้ในการแสดงผลข้อมูล ซึ่งภาษาที่ใช้กำหนดรูปแบบของคำสั่งภาษา HTML จะใช้สำหรับกำหนดรูปแบบของคำสั่ง Markup

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

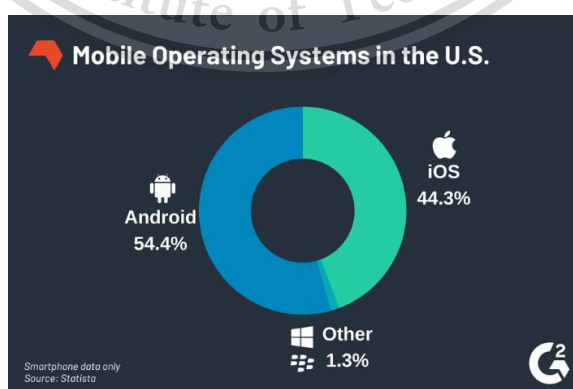
ต่างๆ โดยที่ XML จะมีความสามารถมากกว่า HTML เพราะนอกจากจะแสดงผลแล้ว XML สามารถเก็บข้อมูลและโครงสร้างข้อมูลได้ด้วย

โครงสร้างของภาษา XML ประกอบไปด้วย แท็กปิดและแท็กเปิดโดยสามารถสร้างแท็กรวมได้ และกำหนดโครงสร้างข้อมูลโดยใช้ ภาษา HTML เป็นหลักเพราะ XML ไม่สามารถแสดงผลเองได้ ถ้าต้องการแสดงผลต้องใช้ร่วมกับภาษาอื่น เช่น HTML, JSP, PHP [8]

## 2.3 ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android)

แอนดรอยด์ (Android) เป็นระบบปฏิบัติการที่มีพื้นฐานอยู่บนลินุกซ์ ในอดีตถูกออกแบบมาสำหรับอุปกรณ์ที่ใช้จอสัมผัส เช่น สมาร์ทโฟน และแท็บเล็ตคอมพิวเตอร์ [9] แอนดรอยด์ (Android) เป็นระบบปฏิบัติการแบบเปิดเผยซอฟต์แวร์ต้นฉบับ (Open Source) โดย Google (Google Inc.) ที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างสูง แสดงดังรูปที่ 2.5 [10] เนื่องจากอุปกรณ์ที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์มีจำนวนมาก อุปกรณ์มีหลากหลายระดับ หลากราคา รวมทั้งสามารถทำงานบนอุปกรณ์ที่มีขนาดหน้าจอและความละเอียดแตกต่างกันได้ ทำให้ผู้ใช้งานสามารถเลือกได้ตามต้องการ

สำหรับการพัฒนาโปรแกรมเพื่อใช้งานบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์นั้นสามารถทำได้ไม่ยากเนื่องจากมีข้อมูลในการพัฒนารวมทั้ง Android SDK (Software Development Kit) สนับสนุนให้กับนักพัฒนาได้เรียนรู้ และเมื่อนักพัฒนาต้องการจะเผยแพร่หรือจำหน่ายโปรแกรมที่พัฒนาแล้วเสร็จ แอนดรอยด์ก็ยังมีตลาดในการเผยแพร่โปรแกรม ผ่าน Android Market ด้วย ส่วนโครงสร้างภาษาที่ใช้ในการพัฒนานั้น สำหรับ Android SDK จะยึดโครงสร้างของภาษา Java ในการเขียนโปรแกรมเพราะโปรแกรมที่พัฒนามาได้จะต้องทำงานอยู่ภายใต้ Dalvik Virtual Machine เช่นเดียวกับโปรแกรม Java ที่ต้องทำงานอยู่ภายใต้ Java Virtual Machine [11]



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับที่ 2.5 ระบบปฏิบัติการที่ได้รับความนิยมในปี 2020 นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## 2.4 โปรแกรม Android Studio

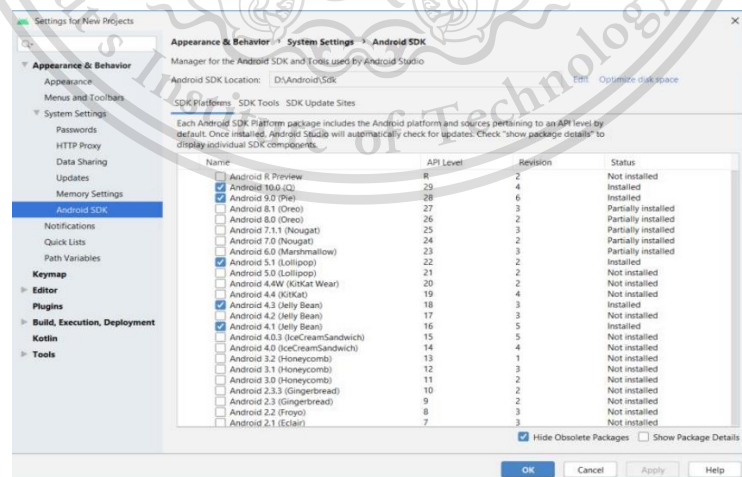
Android Studio เป็น IDE Tool จาก Google สำหรับพัฒนา Android โดยเฉพาะ โดยพัฒนาจากแนวคิดพื้นฐานมาจาก IntelliJ IDEA คล้ายกับการทำงานของ Eclipse และ Android ADT Plugin โดยวัตถุประสงค์ของ Android Studio คือต้องการพัฒนาเครื่องมือ IDE ที่สามารถพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บน Android ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ทั้งด้านการออกแบบ GUI ที่ช่วยให้สามารถ Preview มุมมองที่แตกต่างกันบน Smart Phone แต่ละรุ่น สามารถแสดงผลได้ทันทีโดยไม่ต้องทำการรันบน Emulator ภาษาที่ใช้ใน Android Studio ได้แก่ Java และ Kotlin ซึ่งสามารถเลือกใช้ได้ตามต้องการ [12]

### 2.4.1 Android SDK

Android Software Development Kit แสดงดังรูปที่ 2.6 เปรียบเสมือน Library ที่ใช้ในการพัฒนา Application สำหรับ Android เนื่องจากตัว Android มีหลากหลายเวอร์ชันซึ่งในแต่ละเวอร์ชันมี Feature และ GUI ที่แตกต่างกัน

### 2.4.2 API Level

API Level แสดงดังรูปที่ 2.7 หมายถึงเวอร์ชันของ API ที่ให้นักพัฒนามาใช้งานใน SDK เวอร์ชันนั้นๆ เช่น Android 8 จะสามารถใช้งาน API Level 26 ซึ่งอาจจะจะมี Feature ใหม่เพิ่มขึ้นมา ทำให้ Smart Phone ที่ใช้ Android เวอร์ชันก่อนหน้านี้อาจจะไม่สามารถใช้งาน API Level นี้ได้



รูปที่ 2.6 Android SDK

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

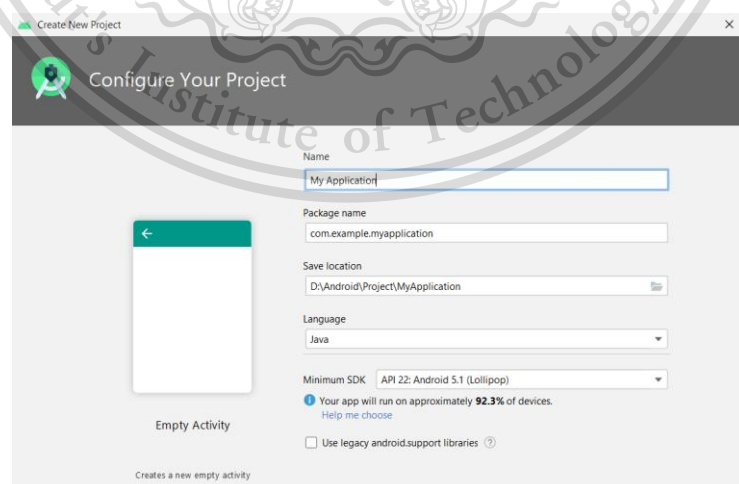
Name	API Level	Revision	Status
<input type="checkbox"/> Android R Preview	R	2	Not installed
<input checked="" type="checkbox"/> Android 10.0 (Q)	29	4	Installed
<input checked="" type="checkbox"/> Android 9.0 (Pie)	28	6	Installed
<input type="checkbox"/> Android 8.1 (Oreo)	27	3	Partially installed
<input type="checkbox"/> Android 8.0 (Oreo)	26	2	Partially installed
<input type="checkbox"/> Android 7.1.1 (Nougat)	25	3	Partially installed
<input type="checkbox"/> Android 7.0 (Nougat)	24	2	Partially installed
<input type="checkbox"/> Android 6.0 (Marshmallow)	23	3	Partially installed
<input checked="" type="checkbox"/> Android 5.1 (Lollipop)	22	2	Installed
<input type="checkbox"/> Android 5.0 (Lollipop)	21	2	Not installed
<input type="checkbox"/> Android 4.4W (KitKat Wear)	20	2	Not installed
<input type="checkbox"/> Android 4.4 (KitKat)	19	4	Not installed
<input checked="" type="checkbox"/> Android 4.3 (Jelly Bean)	18	3	Installed
<input type="checkbox"/> Android 4.2 (Jelly Bean)	17	3	Not installed
<input checked="" type="checkbox"/> Android 4.1 (Jelly Bean)	16	5	Installed

รูปที่ 2.7 API Level

### 2.4.3 การใช้งาน Android Studio

เริ่มต้นสร้างโปรแกรมประยุกต์โดยการ Create New Project แสดงดังรูปที่ 2.8

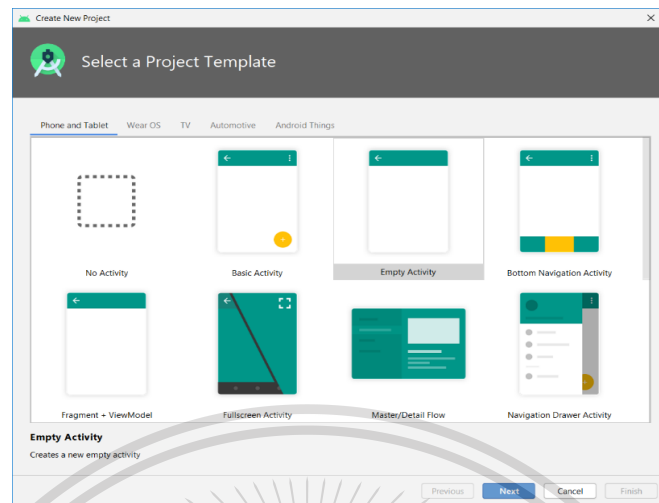
1. เลือกแพลตฟอร์มที่ต้องการให้โปรแกรมประยุกต์สามารถรันได้ และ รูปแบบ Activity ซึ่งเปรียบเสมือน Class GUI แสดงดังรูปที่ 2.9
2. Name คือ ชื่อโปรแกรมประยุกต์ที่ต้องการ
3. Package name คือ โดเมน ซึ่งถ้าหากซ้ำกับบุคคลอื่นจะไม่สามารถนำโปรแกรมประยุกต์ที่สร้างลง Play Store ได้
4. Save Location คือ ไดรฟ์คอร์ทที่ต้องการเก็บไฟล์
5. Language เป็นการเลือกภาษาที่ต้องการใช้งาน
6. เลือก Android API จากนั้นด้านล่างจะแสดงจำนวนผู้ใช้งานที่กำลังใช้งาน Android เวอร์ชันนี้และสามารถรันโปรแกรมประยุกต์นี้ได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้รูปที่ 2.8 การสร้างโปรเจกต์ใหม่ อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

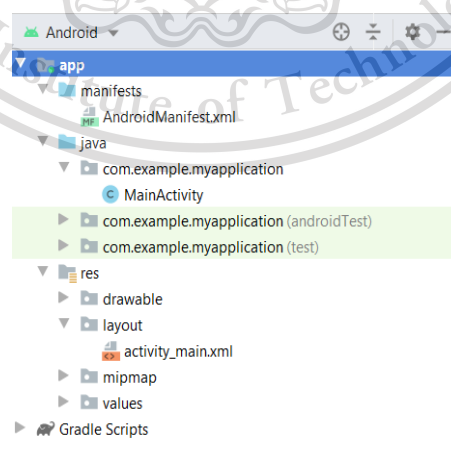
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 2.9 การเลือกแพลตฟอร์มและรูปแบบ Activity

ในส่วนของไดเรกทอรีที่เก็บโปรเจกต์ แสดงดังรูปที่ 2.10 จะถูกเก็บไว้ในโฟลเดอร์ app และแบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ manifests, java และ res

1. manifests สำหรับเก็บไฟล์ .xml ที่ใช้สำหรับตั้งค่าต่างๆ ของโปรแกรมประยุกต์ เช่น ชื่อของโปรแกรม, ชื่อ Activity หลักที่จะให้เรียกใช้งานในขณะรัน และ Permission ต่างๆ
2. java สำหรับเก็บไฟล์ .java ของโปรแกรม เป็นส่วน Controller หลักที่ใช้ในการประมวลผล
3. res สำหรับเก็บไฟล์ .xml เพื่อใช้สร้าง GUI ของโปรแกรม และเก็บ Resource ต่างๆ เช่น รูปภาพ, สีธีม เป็นต้น



รูปที่ 2.10 ไดเรกทอรีที่เก็บโปรเจกต์

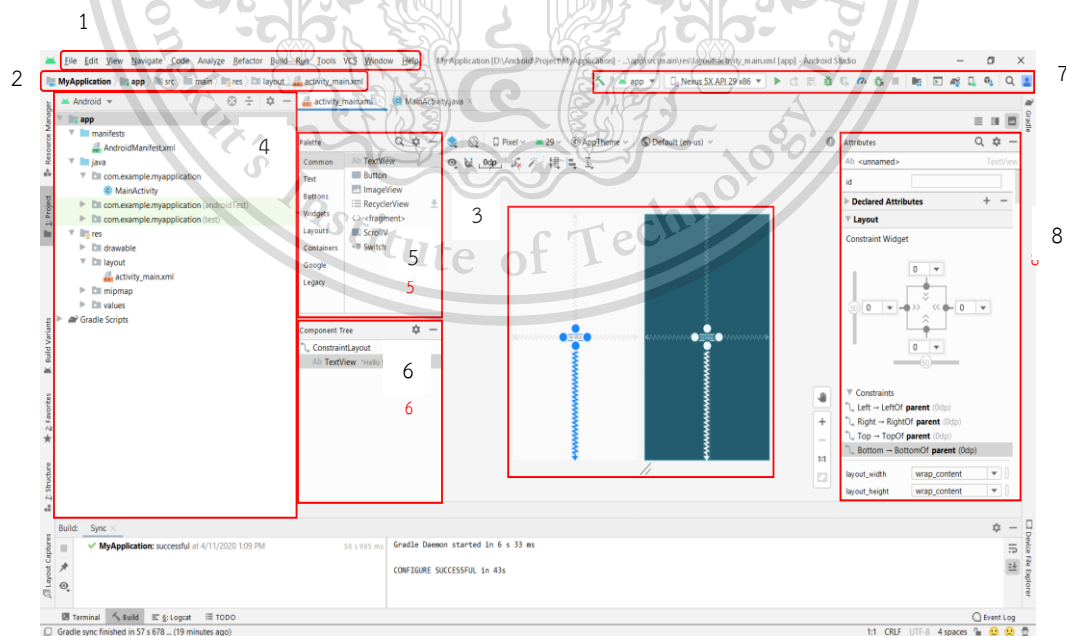
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

หน้าต่างในโปรแกรม Android Studio หลังจากสร้างโปรเจกต์ขึ้นมาใหม่ แสดงดังรูปที่ 2.11 [13] ประกอบด้วย

1. แถบเครื่องมือ (Toolbar) เป็นแถบข้อมูลคำสั่งต่างๆ ในโปรแกรม
2. แถบการนำทาง (Navigation bar) เป็นแถบแสดงทิศทางในการทำทางไปยังโปรเจกต์ ทำให้ง่ายต่อการแก้ไข
3. หน้าต่างการแก้ไข (Editor window) เป็นส่วนแสดงผลจำลอง โดยในหน้าต่างนี้จะมีการแสดงผลใน 2 โหมด คือ Design กับ Text
4. หน้าต่างโปรเจกต์ (Project window) เป็นส่วนที่แสดงโครงสร้างรายการไฟล์ทั้งหมดของโปรเจกต์
5. แถบวิดเจ็ต (Widget bar) เป็นส่วนที่เก็บวิดเจ็ตประเภทต่างๆ ที่ใช้ออกแบบส่วนแสดงผลหน้าจอ
6. โครงสร้างแบบลำดับชั้น (Component tree) แสดงผลโครงสร้างปัจจุบันที่ทำงานอยู่
7. แถบควบคุมการทดสอบ เป็นส่วนที่ใช้ควบคุมการทดสอบ Run, Compile หรือหยุดการทำงาน
8. หน้าต่างคุณสมบัติ (Properties window) เป็นส่วนที่ใช้ในการแก้ไขคุณลักษณะต่างๆ ของวิดเจ็ต ในโหมดของการ Design



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับรูปที่ 2.11 หน้าต่างโปรแกรม Android Studio ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

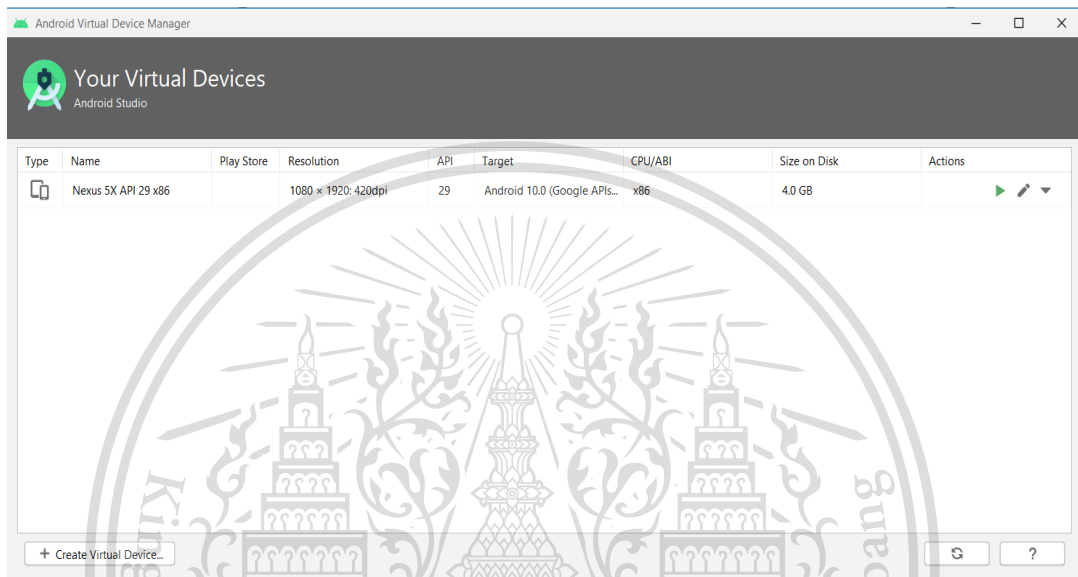
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## 2.4.4 Emulator

Emulator คือโปรแกรมจำลอง Android Device ขึ้นมาบนเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อใช้สำหรับ Debug โดยใช้ AVD Manager ดังแสดงในรูปที่ 2.12 เพื่อสร้างและรัน Emulator ซึ่งสามารถเลือก Device ที่ต้องการ, CPU Core, RAM, เวอร์ชันของ Android ที่ต้องการได้



รูปที่ 2.12 Android Virtual Device Manager

## 2.5 Visual Studio Code

Visual Studio Code หรือ VSCode [14] เป็นโปรแกรม Code Editor ที่ใช้ในการแก้ไข และปรับแต่งโค้ดจากค่ายไมโครซอฟต์ มีการพัฒนาออกมาในรูปแบบของ OpenSource จึงสามารถนำมาใช้งานได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย

Visual Studio Code นั้น เหมาะสำหรับนักพัฒนาโปรแกรมที่ต้องการใช้งานข้ามแพลตฟอร์ม รองรับการใช้งานทั้งบน Windows, macOS และ Linux สนับสนุนทั้งภาษา JavaScript, TypeScript และ Node.js สามารถเชื่อมต่อกับ Git ได้ นำมาใช้งานได้ง่ายไม่ซับซ้อน มีเครื่องมือส่วนขยายต่างๆ ให้เลือกใช้อย่างมากมาย ไม่ว่าจะเป็น 1.การเปิดใช้งานภาษาอื่นๆ ทั้ง ภาษา C++, C#, Java, Python, PHP หรือ Go 2.Themes 3.Debugger 4.Commands เป็นต้น สัญลักษณ์โปรแกรมดังรูปที่ 2.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 2.13 สัญลักษณ์โปรแกรม Visual Studio Code

## 2.6 Arduino IDE

IDE ย่อมาจาก Integrated Development Environment คือ ส่วนเสริมของระบบการพัฒนาหรือตัวช่วยต่างๆ ที่จะคอยช่วยเหลือ Developer หรือช่วยเหลือผู้ที่พัฒนา Application เพื่อเสริมให้เกิดความรวดเร็ว ถูกต้อง แม่นยำ ตรวจสอบระบบที่จัดทำได้ ทำให้การพัฒนางานต่างๆ เร็วมากขึ้น

Arduino IDE คือโปรแกรมสำหรับใช้เขียนโปรแกรม, คอมไพล์ และอัปโหลดโปรแกรมลงบอร์ด Arduino หรือบอร์ดตัวอื่นๆ ที่คล้ายกัน เช่น Generic ESP8266 modules, NodeMCU หรือ WeMos D1 เป็นต้น แสดงดังรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 โปรแกรม Arduino IDE

แนวคิดการใช้งานโปรแกรม Arduino IDE

1. เขียนโปรแกรมด้วยภาษา C/C++ สำหรับ Arduino
2. คอมไพล์หรือแปลโปรแกรมภาษา C/C++ ให้เป็นภาษาสำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์และบันทึกเป็น Intel Hex File
3. อัปโหลด Intel Hex File ลงบนไมโครคอนโทรลเลอร์ซึ่งอยู่บนบอร์ด Arduino ผ่านสาย USB หรือผ่าน Programmer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## 2.7 ฐานข้อมูล

การเข้าถึงข้อมูลอย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพซึ่งจะนำไปสู่การตัดสินใจนั้นถือเป็นสิ่งจำเป็น ดังนั้นซอฟต์แวร์ประยุกต์ที่เหมาะสมกับลักษณะของงานจะทำให้เกิดประโยชน์ได้สูงสุด ส่วนนี้เป็นหน้าที่ของนักออกแบบซอฟต์แวร์ (Software Designer) ที่จะต้องศึกษาและเข้าใจความต้องการที่แท้จริงของกลุ่มผู้ใช้ ในอดีตนั้นการจัดการแฟ้มข้อมูลจะใช้มนุษย์ทำการจัดเรียงข้อมูลและประมวลผลซึ่งช้าและมักเกิดความผิดพลาดได้ง่ายจึงเกิดการนำระบบการประมวลผลแฟ้มข้อมูล (File Processing) ด้วยระบบคอมพิวเตอร์มาใช้แทนซึ่งมีประสิทธิภาพดีกว่ามนุษย์ อย่างไรก็ตาม ความผิดพลาดและความซ้ำซ้อนของข้อมูลก็ยังคงเกิดขึ้น ส่งผลให้ระบบฐานข้อมูลถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อแก้ปัญหาเหล่านี้และเพื่อแยกข้อมูลและโปรแกรมให้เป็นอิสระจากกัน (Data and Program Independence) ให้มากที่สุด [15]

ฐานข้อมูล คือ กลุ่มของข้อมูลที่ถูกเก็บรวบรวมไว้ โดยมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน โดยไม่ได้บังคับว่าข้อมูลทั้งหมดนี้จะต้องเก็บไว้ในแฟ้มข้อมูลเดียวกันหรือแยกเก็บหลายๆ แฟ้มข้อมูล

ระบบฐานข้อมูล (Database System) คือ ระบบที่รวบรวมข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกันเข้าไว้ด้วยกันอย่างมีระบบ มีความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลต่างๆ ที่ชัดเจน ในระบบฐานข้อมูลจะประกอบด้วยแฟ้มข้อมูลหลายแฟ้มที่มีข้อมูลเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันเข้าไว้ด้วยกันอย่างเป็นระบบและเปิดโอกาสให้ผู้ใช้งานและดูแลรักษาป้องกันข้อมูลเหล่านี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีซอฟต์แวร์ที่เปรียบเสมือนสื่อกลางระหว่างผู้ใช้และโปรแกรมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้ฐานข้อมูล เรียกว่า ระบบจัดการฐานข้อมูล หรือ DBMS (Database Management System) มีหน้าที่ช่วยให้ผู้ใช้เข้าถึงข้อมูลได้ง่ายสะดวกและมีประสิทธิภาพ การเข้าถึงข้อมูลของผู้ใช้อาจเป็นการสร้างฐานข้อมูล การแก้ไขฐานข้อมูล หรือการตั้งคำถามเพื่อให้ได้ข้อมูลมา โดยผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องรับรู้เกี่ยวกับรายละเอียดภายในโครงสร้างของฐานข้อมูล

ประโยชน์ของฐานข้อมูลมีดังนี้

1. ลดการเก็บข้อมูลที่ซ้ำซ้อน ข้อมูลบางชุดที่อยู่ในรูปของแฟ้มข้อมูลอาจมีปรากฏอยู่หลายๆ แห่ง เพราะมีผู้ใช้ข้อมูลชุดนี้หลายคน เมื่อใช้ระบบฐานข้อมูลแล้วจะช่วยให้ความซ้ำซ้อนของข้อมูลลดน้อยลง

2. รักษาความถูกต้องของข้อมูล เนื่องจากฐานข้อมูลมีเพียงฐานข้อมูลเดียว ในกรณีที่มีข้อมูลชุดเดียวกันปรากฏอยู่หลายแห่งในฐานข้อมูล ข้อมูลเหล่านี้จะต้องตรงกัน ถ้ามีการแก้ไขข้อมูลนี้ทุกๆ แห่งที่ข้อมูลปรากฏอยู่จะแก้ไขให้ถูกต้องตามกันหมดโดยอัตโนมัติด้วยระบบจัดการ

เอกสารนี้เป็นฐานข้อมูลงานไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

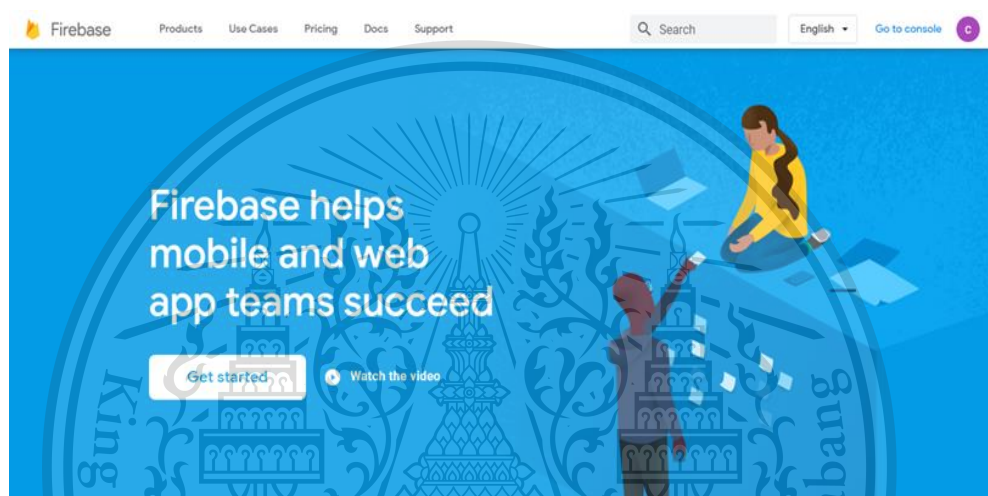
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3. การป้องกันและรักษาความปลอดภัยให้กับข้อมูลทำได้อย่างสะดวก การป้องกันและรักษาความปลอดภัยกับข้อมูลระบบฐานข้อมูลจะให้เฉพาะผู้ที่เกี่ยวข้องเท่านั้น ซึ่งก่อให้เกิดความปลอดภัย (security) ของข้อมูลด้วย

ปฏิญญาอินพนธ์นี้ได้เลือกใช้งาน Firebase ซึ่งเป็นบริการหนึ่งของ Google แสดงดังรูปที่ 2.15 โดยเป็นบริการออนไลน์ในรูปแบบของ Firebase Cloud Firestore สำหรับแอปพลิเคชันและเว็บแอปพลิเคชัน [16]



รูปที่ 2.15 เว็บไซต์ [www.firebase.google.com](http://www.firebase.google.com)

Firebase คือ Platform ที่รวบรวมเครื่องมือต่างๆ สำหรับการจัดการในส่วนของ Backend หรือ Server side ซึ่งทำให้สามารถ Build Mobile Application ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ลดเวลาและค่าใช้จ่ายของการทำ Server side หรือการวิเคราะห์ข้อมูลโดยมีทั้งเครื่องมือที่มีและไม่มีค่าใช้จ่าย

### 2.7.1 Firebase Cloud Firestore

Firebase Cloud Firestore [17] เป็นบริการในส่วนของ Database ที่ใช้ระบบฐานของข้อมูลแบบ NoSQL ที่เป็นแบบ Document Database และเป็นการนำเอาข้อดีต่างๆ ของบริการด้านฐานข้อมูลอย่าง Realtime Database มาปรับปรุงพัฒนาต่อและเพิ่มความสามารถมากขึ้น เช่น การออกแบบโครงสร้างฐานข้อมูลที่ง่ายขึ้นและซับซ้อนน้อยลง (Flexibility), การสอบถามข้อมูล (Query) ที่ง่ายขึ้น มีการกรองข้อมูล (Filter) มากขึ้นและมีการทำดัชนี (Index) ได้หลากหลายขึ้น, รองรับการขยายตัวของข้อมูลที่มากขึ้น (Scale), เพิ่มการระบุชนิดของข้อมูล (Type), การคัดลอกเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ข้อมูลภายในฐานข้อมูลไว้ในหลายภูมิภาค (Multi-region) และยังคงจุดเด่นของ Realtime Database ไว้อย่างครบถ้วน เช่น การรับรู้กระทำของข้อมูลในเวลาเดียวกัน (Realtime data synchronization), การเข้าถึงข้อมูลโดยไม่มีอินเทอร์เน็ต (Offline support), การป้องกันและสร้างกฎรักษาความปลอดภัยการเข้าถึงข้อมูล (Security & rule)

Cloud Firestore เป็นระบบฐานข้อมูลภายใต้บริการของ Firebase ที่ออกแบบมาเพื่อให้ประสิทธิภาพสูง พร้อมระบบจัดการเต็มรูปแบบเพื่อให้นักพัฒนาไม่ต้องกังวลเกี่ยวกับระบบจัดการฐานข้อมูลของแอปพลิเคชัน Cloud Firestore มาพร้อมกับชุดเครื่องมือ SDK สำหรับ iOS, Android และเว็บแอปพลิเคชัน รองรับการใช้งานฐานข้อมูลในโหมดออฟไลน์ ดังนั้นผู้ใช้สามารถเข้าถึงข้อมูลของแอปพลิเคชันได้แม้ไม่ได้เชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตและซิงค์ (Sync) ได้เมื่อเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ต

บริการฐานข้อมูลแบบใหม่นี้ เป็นส่วนเติมเต็มของ Firebase Realtime Database โดยไม่ได้มาแทนบริการดังกล่าว Firestore นั้นถูกออกแบบใหม่ตั้งแต่ต้นเพื่อรองรับการใช้งานหลายแบบ ทำให้นักพัฒนาสามารถทำงานได้ง่ายขึ้น เพราะไม่ต้องทำระบบฐานข้อมูลใหม่ทั้งหมด ส่วนฝั่งเครื่องมือ SDK ในฝั่ง client สามารถจัดการการยืนยันตัวตนและเครือข่าย ในขณะที่ฝั่ง backend มีระบบจัดการกฎความปลอดภัยไปจนถึงการควบคุมการเข้าถึงเกี่ยวกับข้อมูล นักพัฒนาสามารถเชื่อมต่อฐานข้อมูลได้โดยตรง ไม่ต้องมีเซิร์ฟเวอร์กลางที่คอยจัดการเรื่องการตรวจสอบ

การพัฒนา Cloud Firestore แบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. การสร้าง Cloud Firestore
2. การติดตั้ง SDKs เพื่อใช้งาน Cloud Firestore
3. การออกแบบโครงสร้างและการจัดการของข้อมูล
4. การตั้งและสอบถามข้อมูล
5. การป้องกันและความปลอดภัยของข้อมูล

## 2.7.2 Firebase Realtime Database

Firebase Realtime Database เป็น NoSQL cloud database ที่เก็บข้อมูลในรูปแบบของ JSON และมีการ Sync ข้อมูลแบบ Realtime กับทุก Devices ที่เชื่อมต่อแบบอัตโนมัติด้วยเวลาอันรวดเร็ว รองรับการทำงานเมื่อ Offline ซึ่งข้อมูลจะถูกเก็บไว้ใน Local จนกลับมา Online จะทำการ Sync ข้อมูลโดยอัตโนมัติ รวมถึงมี Security Rules ซึ่งสามารถออกแบบเงื่อนไขการเข้าถึงข้อมูลทั้งการ Read และ Write ทั้ง Android, iOS และ Website

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

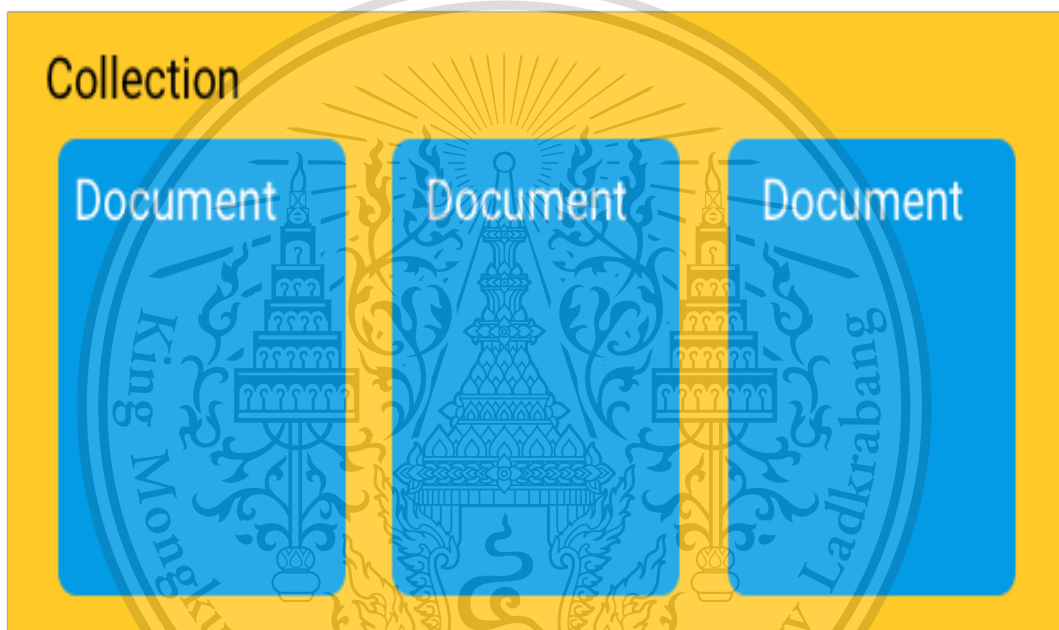
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### 2.7.3 ข้อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง Cloud Firestore และ Realtime Database (RDB)

#### 1. Better querying and more structured data

การจัดการโครงสร้างของ Realtime Database นั้นค่อนข้างยากเพราะเป็นการเก็บข้อมูลอยู่ในรูปของแผนภูมิต้นไม้ขนาดใหญ่ จึงทำให้การ Query ยากขึ้นตามไปด้วย ซึ่งได้รับการแก้ไขให้ดีขึ้นแล้วใน Cloud Firestore เพราะการจัดการเก็บข้อมูลของ Cloud Firestore จะอยู่ในรูปแบบของ Collection และ Document ซึ่งโครงสร้างข้อมูลภายใน Cloud Firestore แสดงดังรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.16 โครงสร้างข้อมูลภายใน Cloud Firestore

#### 2. Designed to scale

Cloud Firestore จะรองรับการขยายตัวของข้อมูลได้ดีกว่า Realtime Database โดยไม่ว่าข้อมูลที่เก็บนั้นจะมีขนาดใหญ่มากเท่าใด ประสิทธิภาพในการ query ของ Cloud Firestore ยังคงทำงานได้ดี

#### 3. Easier manual fetching of data

Cloud Firestore นั้นจะยังคงความสามารถในการทำ listener เพื่อ stream ข้อมูลแบบ realtime ดังเช่นที่ Realtime Database ทำได้ แต่หากต้องการ fetch ข้อมูลเองก็สามารถทำได้ และ Cloud Firestore ทำได้มีประสิทธิภาพกว่า .once ใน Realtime Database

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

#### 4. Multi region support

ข้อมูลของ Cloud Firestore จะถูกเก็บอยู่ในฐานข้อมูลหลาย region ซึ่งหมายความว่า Cloud Firestore จัดการอัปเดตข้อมูลเข้าทุกๆ region ให้เอง ทำให้ความน่าเชื่อถือสูงขึ้น เพราะถ้าข้อมูลที่ region ใดเสียหายก็ยังรับประกันได้ว่ายังมีข้อมูลอยู่ที่ region อื่นๆ

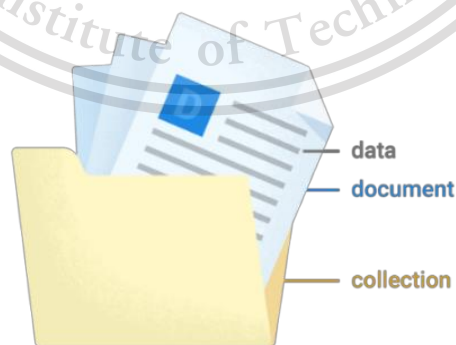
#### 5. Different pricing model

เป็นอีกข้อแตกต่างหลักของ Cloud Firestore และ Realtime Database โดย Realtime Database จะคิดค่าใช้จ่ายจากจำนวนข้อมูลรับส่งที่ใช้ไป แต่สำหรับ Cloud Firestore จะคิดค่าใช้จ่ายจากจำนวนการ read/write ที่ใช้งาน

### 2.7.4 การออกแบบโครงสร้างและการจัดการของข้อมูล (Firebase Data Model)

ระบบฐานข้อมูลของ Cloud Firestore จะเป็น NoSQL แบบ Document ซึ่งไม่เหมือนกับระบบฐานข้อมูลแบบ SQL โดยจะไม่มีตาราง ไม่มีแถว การเก็บข้อมูลภายใน Document จะเก็บแบบ Key-value โดยแต่ละ Document จะถูกเก็บไว้ใน Collection ซึ่งใน Document สามารถมี Subcollection ได้ด้วย แสดงดังรูปที่ 2.17 [18]

ในกรณีมีเอกสาร 1 แผ่น ช่างโน้นนั้นก็จะมีเนื้อหาอยู่ภายใน หากเป็นเอกสารหลายๆ แผ่น จะเก็บอยู่ในแฟ้มโดยไม่ต้องออกแบบตารางของฐานข้อมูลไว้ก่อนเหมือนระบบฐานข้อมูลแบบ SQL แต่สามารถส่งเขียนข้อมูลลงไปได้ โดยระบุ Collection และ Document ถ้าหากไม่เคยมี Collection และ Document มาก่อนทาง Cloud Firestore จะสร้างให้โดยอัตโนมัติ ซึ่งทาง Cloud Firestore เหมาะสำหรับการเก็บข้อมูลโดยมี Collection จำนวนขนาดใหญ่ และ Document ขนาดเล็ก [19]



รูปที่ 2.17 ตัวอย่างโครงสร้างการเก็บข้อมูลของ Cloud Firestore

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## 2.8 ไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ [20] คือ อุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็ก ซึ่งบรรจุความสามารถที่คล้ายคลึงกับระบบคอมพิวเตอร์ โดยในไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รวมเอาซีพียู, หน่วยความจำ และพอร์ต โครงสร้างโดยทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอร์นั้น สามารถแบ่งออกมาได้เป็น 5 ส่วนใหญ่ๆ ดังต่อไปนี้

1. หน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียู (CPU : Central Processing Unit) ทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางควบคุมการทำงานของระบบคอมพิวเตอร์ทั้งหมด โดยนำข้อมูลจากอุปกรณ์รับข้อมูลมาทำการประมวลผลข้อมูลตามคำสั่งของโปรแกรม และส่งผลลัพธ์ออกไปหน่วยแสดงผล
2. หน่วยความจำ (Memory) คือ หน่วยความจำที่มีไว้สำหรับเก็บโปรแกรมหลัก (Program Memory) เปรียบเสมือนฮาร์ดดิสก์ของเครื่องคอมพิวเตอร์คือ ข้อมูลที่ถูกเก็บไว้ในนี้จะไม่สูญหายไปแม้ไม่มีไฟเลี้ยง อีกส่วนหนึ่งคือหน่วยความจำข้อมูล (Data Memory) ใช้เป็นเหมือนกระตาดขทในการคำนวณของซีพียูและเป็นที่พักข้อมูลชั่วคราวขณะทำงาน แต่หากไม่มีไฟเลี้ยงข้อมูลก็จะหายไปคล้ายกับหน่วยความจำ (RAM) ในเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วๆ ไป แต่สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์สมัยใหม่ หน่วยความจำข้อมูลจะมีทั้งที่เป็นหน่วยความจำแรมซึ่งข้อมูลจะหายไปเมื่อไม่มีไฟเลี้ยง และเป็นอีอีพรอม (EEPROM : Erasable Electrically Read-Only Memory) ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลได้แม้ไม่มีไฟเลี้ยง
3. ส่วนติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกหรือพอร์ต (Port) มี 2 ลักษณะคือ พอร์ตอินพุต (Input Port) และพอร์ตส่งสัญญาณหรือพอร์ตเอาต์พุต (Output Port) ส่วนนี้จะใช้ในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก ถือว่าเป็นส่วนที่สำคัญมาก ใช้ร่วมกันระหว่างพอร์ตอินพุตเพื่อรับสัญญาณ อาจจะใช้การกดสวิตช์ เพื่อนำไปประมวลผลและส่งไปพอร์ตเอาต์พุตเพื่อแสดงผล เช่น การติดสว่างของหลอดไฟ เป็นต้น
4. ช่องทางเดินของสัญญาณหรือบัส (BUS) คือเส้นทางการแลกเปลี่ยนสัญญาณข้อมูลระหว่าง ซีพียู หน่วยความจำและพอร์ต เป็นลักษณะของสายสัญญาณจำนวนมากอยู่ภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยแบ่งเป็นบัสข้อมูล (Data Bus), บัสแอดเดรส (Address Bus) และบัสควบคุม (Control Bus)
5. วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา นับเป็นส่วนประกอบที่สำคัญมากอีกส่วนหนึ่ง เนื่องจากการทำงานที่เกิดขึ้นในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ จะขึ้นอยู่กับกำหนดจังหวะ หากสัญญาณนาฬิกา มีความถี่สูง จะส่งผลให้ไมโครคอนโทรลเลอร์มีความเร็วในการประมวลผลสูงตามไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### 2.8.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP-WROOM-32

ESP32 เป็นชิปไมโครคอนโทรลเลอร์ แสดงดังรูปที่ 2.18 [21] ที่มาพร้อม WiFi มาตรฐาน 802.11 b/g/n และบลูทูธเวอร์ชัน 4.2 เป็นรุ่นต่อยอดของ ESP8266 โดยในรุ่นนี้ได้ออกมาแก้ไขข้อเสียของ ESP8266 ทั้งหมด เช่น มีพอร์ต GPIO น้อย, มีชิปประมวลผลที่ช้า เป็นต้น โดย CPU ใช้สถาปัตยกรรม Tensilica LX6 Dual Core สัญญาณนาฬิกา 240 MHz สามารถแยกการทำงานระหว่างโปรแกรมจัดการ WiFi และแอปพลิเคชันออกจากกันได้ ทำให้มีเสถียรภาพเพิ่มขึ้นมาก มีแรม 512 KB มาในตัว นอกจากนี้ยังมี GPIO เพิ่มขึ้นมาก และมีช่อง ADC เพิ่มขึ้นเป็น 12 ช่อง ใช้แรงดันไฟฟ้า 2.6 V ถึง 3 V ในโหมด Sleep ใช้กระแสไฟฟ้าเพียง 2.5 uA โดยตัวไอซี ESP32 มีคุณสมบัติ ดังนี้

- ชิพใช้สถาปัตยกรรม Tensilica LX6 แบบ 2 แกนสมอง สัญญาณนาฬิกา 240 MHz
- แรม 512 KB
- รองรับการเชื่อมต่อรอมภายนอกสูงสุด 16 MB
- WiFi มาตรฐาน 802.11 b/g/n รองรับการใช้งานทั้งในโหมด Station softAP และ Wi-Fi direct
- บลูทูธ รองรับการใช้งานในโหมด 2.0 และโหมด 4.0 BLE
- ใช้แรงดันไฟฟ้าในการทำงาน 2.6 V ถึง 3 V
- ทำงานได้ที่อุณหภูมิ -40 องศาเซลเซียส ถึง 125 องศาเซลเซียส



รูปที่ 2.18 ชิปไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

นอกจากนี้ ESP32 ยังมีเซนเซอร์ต่างๆ มาด้วย ดังนี้

- วงจรกรองสัญญาณรบกวนในวงจรขยายสัญญาณ
- เซนเซอร์แม่เหล็ก
- เซนเซอร์สัมผัส (Capacitive touch) รองรับ 10 ช่อง
- รองรับการเชื่อมต่อ Crystal 32.768 kHz สำหรับใช้กับส่วนวงจรนับเวลา โดยเฉพาะ

การใช้งานต่างๆ ของ ESP32 รองรับการเชื่อมต่อข้อต่างๆ ดังนี้

- มี GPIO จำนวน 32 ช่อง
- รองรับ UART จำนวน 3 ช่อง
- รองรับ SPI จำนวน 3 ช่อง
- รองรับ I2C จำนวน 2 ช่อง
- รองรับ ADC จำนวน 12 ช่อง
- รองรับ DAC จำนวน 2 ช่อง
- รองรับ I2S จำนวน 2 ช่อง
- รองรับ PWM / Timer ทุกช่อง
- รองรับการเชื่อมต่อกับ SD-Card

นอกจากนี้ ESP32 ยังรองรับฟังก์ชันเกี่ยวกับความปลอดภัยต่างๆ ดังนี้

- รองรับการเข้ารหัส WiFi แบบ WEP และ WPA/WPA2 PSK/Enterprise
- มีวงจรเข้ารหัส AES / SHA2 / Elliptical Curve Cryptography / RSA-4096 ในตัว

ในด้านประสิทธิภาพการใช้งาน ESP32 สามารถทำงานได้ดี โดย

- รับ - ส่ง ข้อมูลได้ความเร็วสูงสุดที่ 150 Mbps เมื่อเชื่อมต่อแบบ 11n HT40 ได้ความเร็วสูงสุด 72 Mbps เมื่อเชื่อมต่อแบบ 11n HT20 ได้ความเร็วสูงสุดที่ 54 Mbps เมื่อเชื่อมต่อแบบ 11g และได้ความเร็วสูงสุดที่ 11 Mbps เมื่อเชื่อมต่อแบบ 11b
- เมื่อใช้การเชื่อมต่อผ่านโปรโตคอล UDP จะสามารถรับ - ส่งข้อมูลได้ด้วยความเร็ว 135 Mbps ในโหมด Sleep ใช้กระแสไฟฟ้าเพียง 2.5 uA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

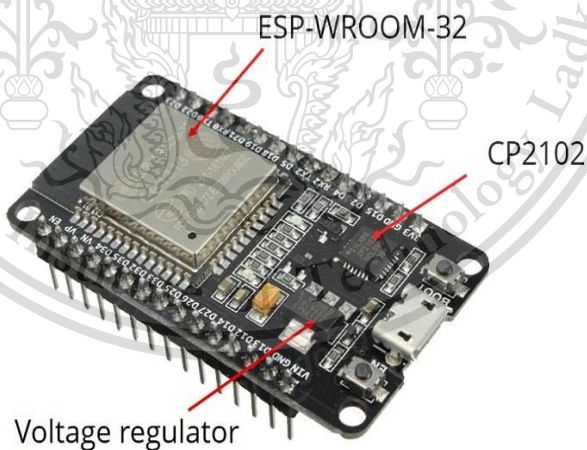
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## 2.8.2 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 รุ่น DOIT DEVKIT หรือ NodeMCU ESP32

ผู้จัดทำได้เลือกใช้บอร์ด ESP32 รุ่น DOIT DEVKIT หรือที่เรียกว่า NodeMCU ESP32 ซึ่งใช้ชิป ESP-WROOM-32 ในการทำงาน [22] ซึ่งตัวบอร์ดมีคุณสมบัติคือ ตัวบอร์ดมาพร้อมกับชิป ESP-WROOM-32, มีวงจรเรกูเลเตอร์ไฟได้ที่ 3.7-12 V, ปรับแรงดันให้คงที่ 3.3 V เพื่อจ่ายไฟให้กับชิป ESP32, ใช้ชิป CP2102 สำหรับติดต่อกับคอมพิวเตอร์, อับโพลด์โค้ด /Serial Monitor ผ่านทางสาย Micro USB บอร์ด NodeMCU ESP32 และขาการเชื่อมต่อ แสดงดังรูปที่ 2.19 [23] และ 2.20 [24] ตามลำดับ คุณสมบัติเพิ่มเติมอื่นๆ มีดังนี้

- ESP32 ทำงานแบบ Dual Core มี โพรเซสเซอร์ 2 ตัวทำงานได้พร้อมกัน
- มี Wi-Fi และ Bluetooth 4.0
- ทำงานแบบ 32 บิต
- ความถี่ Clock ความเร็วสูงสุดถึง 240 MHz
- หน่วยความจำ RAM 512 KB
- มีขาทั้งหมด 30 ขา ข้างละ 15 ขา
- มีความสามารถอีกหลากหลาย เช่น Capacitive Touch, Hall Sensor, ADCs, DAC, UART, SPI, I2C และอื่นๆ



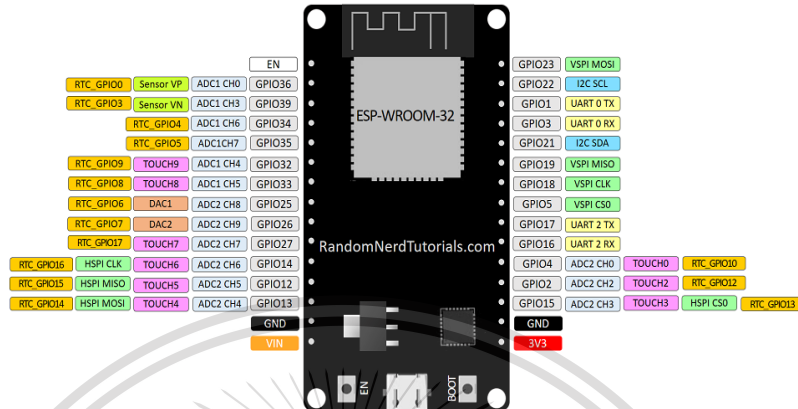
รูปที่ 2.19 บอร์ด NodeMCU ESP32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

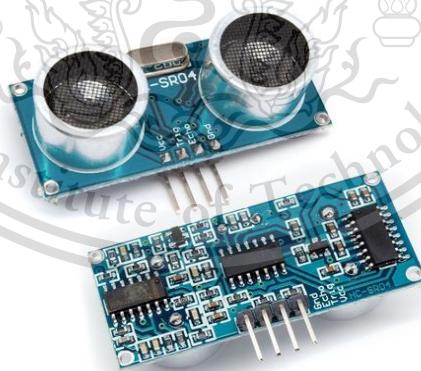
## ESP32 DEVKIT V1 - DOIT version with 30 GPIOs



รูปที่ 2.20 ขาต่างๆ ของบอร์ด NodeMCU ESP32

### 2.9 เซนเซอร์อัลตราโซนิก HC-SR04

เซนเซอร์อัลตราโซนิก แสดงดังรูปที่ 2.21 [25] คือ เซนเซอร์ที่ใช้สำหรับตรวจจับวัตถุต่างๆ โดยอาศัยหลักการสะท้อนของคลื่นความถี่เสียงและคำนวณหาค่าระยะทางได้จากการเดินทางของคลื่นและนำมาเทียบกับเวลา ด้วยกลไกดังกล่าวทำให้สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานในรูปแบบต่างๆ ได้อย่างมากมาย เช่น งานวัดระดับน้ำ งานตรวจจับชิ้นงาน งานตรวจจับความหนาของวัตถุ



รูปที่ 2.21 Ultrasonic Sensor HC-SR04

คลื่นความถี่ที่ใช้ในเซนเซอร์อัลตราโซนิกคือ คลื่นความถี่เสียงที่มนุษย์ไม่สามารถได้ยิน โดยมีย่านความถี่ตั้งแต่ 20 kHz ขึ้นไป ซึ่งข้อดีของการใช้เซนเซอร์อัลตราโซนิกในการตรวจจับวัตถุนั้น เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

คือ เรื่องของการเดินทางของคลื่นที่สามารถเดินทางผ่านตัวกลาง เช่น อากาศ ก๊าซ ของเหลว หรือของแข็งได้ ยกเว้นในสภาวะสุญญากาศ ทำให้สามารถใช้งานตรวจจับวัตถุได้หลากหลาย และสภาพแวดล้อมต่างๆ ได้ดี

คลื่นเสียงย่านอัลตราโซนิกนั้นเป็นคลื่นที่มีทิศทางที่แน่นอน ทำให้สามารถนำไปใช้งานได้หลายอย่าง เช่น นำไปใช้ในเครื่องควบคุมระยะไกล เครื่องล้างอุปกรณ์ โดยการทำให้น้ำสั่นที่ความถี่สูง เครื่องวัดความหนาของวัตถุโดยส่งเกราะระยะเวลาที่คลื่นสะท้อนกลับมา เครื่องวัดความลึกและทำแผนที่ใต้ท้องทะเล โดยความถี่ที่นำมาใช้งานนั้นจะขึ้นอยู่กับตัวกลาง เช่น ถ้าคลื่นเสียงที่ต้องเดินทางผ่านอากาศความถี่ที่ใช้ก็มักจะจำกัดอยู่เพียงไม่เกิน 50 kHz เพราะที่ความถี่สูงขึ้นไปอากาศจะดูดกลืนคลื่นเสียงเพิ่มขึ้นมาก ทำให้ระดับความแรงของคลื่นเสียงที่ระยะห่างออกไป ลดลงอย่างรวดเร็ว ส่วนการใช้งานด้านการแพทย์ซึ่งต้องการรัศมีทำการสั้นๆ ก็อาจใช้ความถี่ในช่วง 1 MHz ถึง 10 MHz

หลักการการทำงานของเซนเซอร์อัลตราโซนิกรุ่น HC-SR04 [26] ซึ่งเป็นเซนเซอร์โมดูลสำหรับตรวจจับวัตถุและวัดระยะทางแบบไม่สัมผัส จะใช้คลื่นอัลตราโซนิกซึ่งเป็นคลื่นเสียงความถี่สูงเกินกว่าการได้ยินของมนุษย์ วัดระยะได้ตั้งแต่ 2 – 400 เซนติเมตร หรือ 1 – 156 นิ้ว สามารถต่อใช้งานกับไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ง่าย ใช้พลังงานต่ำ เหมาะกับการนำไปประยุกต์ใช้งานด้านระบบควบคุมอัตโนมัติ หรืองานด้านหุ่นยนต์ การทำงานจะเหมือนกันกับการตรวจจับวัตถุด้วยเสียงของคังคาว แสดงดังรูปที่ 2.22 [27] โดยจะประกอบไปด้วยตัวรับ - ส่งอัลตราโซนิก ตัวส่งจะส่งคลื่นความถี่ 40 kHz ออกไปในอากาศด้วยความเร็วประมาณ 0.0346 เซนติเมตรต่อไมโครวินาทีที่อุณหภูมิประมาณ 25 องศาเซลเซียส และตัวรับจะคอยรับสัญญาณที่สะท้อนกลับจากวัตถุ

เมื่อทราบความเร็วในการเคลื่อนที่ของคลื่นและเวลาที่ใช้ในการเดินทางไป - กลับ (t) ก็จะสามารถคำนวณหาระยะห่างของวัตถุ (S) ได้ดังสมการที่ 2.1

$$S = 0.0346 \times 0.5t \quad (\text{cm}) \quad (2.1)$$

เมื่อ ความเร็วในการเคลื่อนที่ของคลื่นในอากาศ มีค่าเท่ากับ  $0.0346 \text{ cm} / \mu\text{s}$

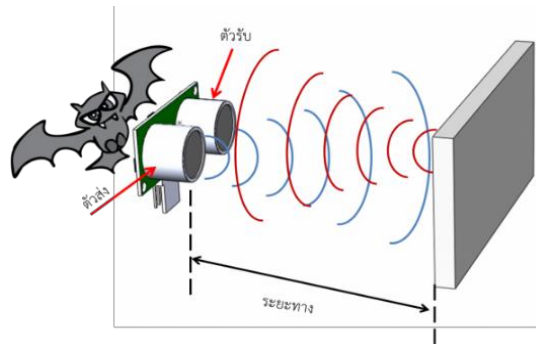
t คือ เวลาที่ใช้ในการเดินทางไป - กลับของคลื่น มีหน่วยเป็น  $\mu\text{s}$

เพื่อให้การคำนวณหาระยะเป็นไปด้วยความง่าย โมดูลเซนเซอร์นี้จึงได้ประมวลผลให้เรียบร้อยแล้ว และส่งผลลัพธ์ของการคำนวณเป็นสัญญาณพัลส์ที่มีความกว้างสัมพันธ์กับระยะทางที่วัดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

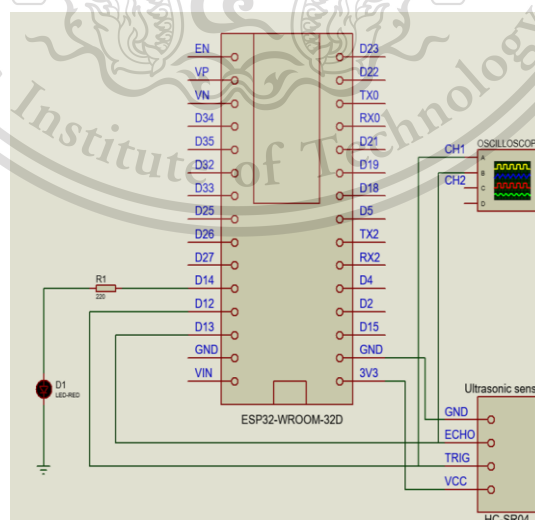
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 2.22 หลักการตรวจจับและวัดระยะห่างระหว่างวัตถุด้วยคลื่นเสียง

โมดูลนี้มีจุดต่อใช้งานทั้งหมด 4 จุด การทดลองในเบื้องต้นสามารถต่อวงจรอย่างง่ายได้โดยใช้โปรโตบอร์ดและสายไฟต่อวงจร แสดงดังรูปที่ 2.23 [28] ทั้งนี้ต้องตรวจสอบคุณสมบัติของพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ ว่าสามารถทนระดับแรงดันลอจิก High (5 V) ได้ โดยการต่อใช้งานโมดูลทั้ง 4 จุด มีดังนี้

1. ขา VCC สำหรับต่อแรงดันไฟเลี้ยงไม่เกิน 5 V
2. ขา Trig เป็นขาอินพุตรับสัญญาณพัลส์ความกว้าง 100  $\mu$ s เพื่อกระตุ้นการสร้างคลื่นอัลตราโซนิกความถี่ 40 kHz ออกสู่อากาศจากตัวส่ง
3. ขา Echo เป็นขาเอาต์พุตสำหรับส่งสัญญาณพัลส์ออกจากโมดูลไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อตรวจจับความกว้างของสัญญาณพัลส์และคำนวณเป็นระยะทาง
4. ขา GND สำหรับต่อจุดกราวด์ร่วมแรงดันและสัญญาณ



รูปที่ 2.23 การต่อใช้งานโมดูลเซนเซอร์อัลตราโซนิก HC-SR04

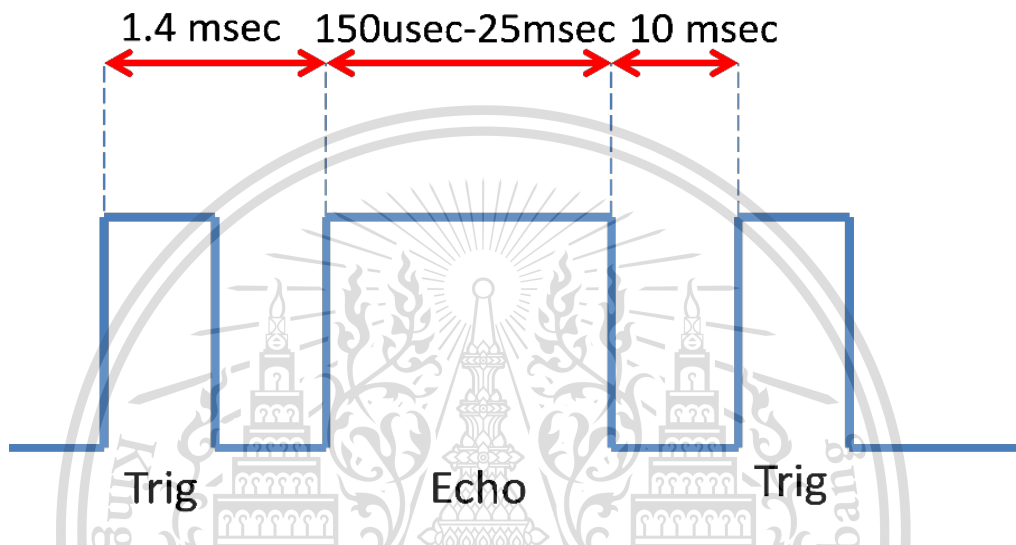
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตามคุณลักษณะของเซนเซอร์ จะต้องสร้างสัญญาณพัลส์ความกว้างไม่น้อยกว่า 10 ms ป้อนเข้าที่ขา Trig หลังจากนั้นอีกประมาณ 1.4 ms จึงจะเริ่มมีสัญญาณพัลส์เกิดขึ้นที่ขา Echo มีความกว้างของสัญญาณตั้งแต่ 150  $\mu$ s – 25 ms ซึ่งถ้าหากมากกว่านี้จะถือว่าตรวจไม่พบวัตถุ หลังจากนั้นจะหน่วงเวลาออกไปอีก 10 ms จึงจะส่งสัญญาณ Trig ออกไปอีกรอบ ดังรูปที่ 2.24 [29]



รูปที่ 2.24 สัญญาณที่ขา Trig และขา Echo ของโมดูลเซนเซอร์อัลตราโซนิก HC-SR04

การตรวจจับความกว้างของสัญญาณใช้โมดูล PWM Capture ซึ่งให้เอาต์พุตออกมาเป็น เวลาในหน่วยวินาที และใช้สมการที่ 2.2 เพื่อคำนวณหาระยะทางระหว่างวัตถุที่ตรวจพบ

$$Distance [cm] = Echo Pulse width [\mu s] \times ((0.0346) \times 0.5) [cm / \mu s] \quad (2.2)$$

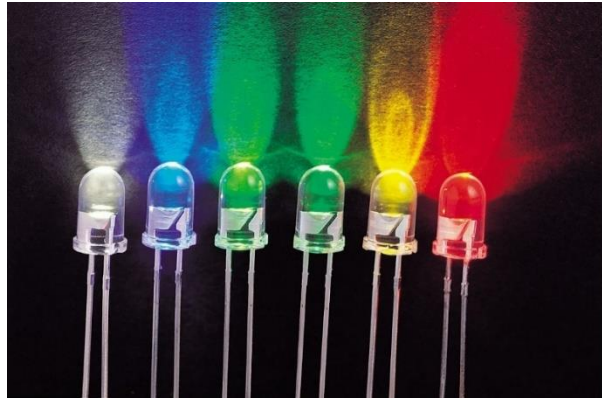
## 2.10 หลอดไฟ LED (Light-Emitting Diode)

หลอดไฟ LED ดังรูปที่ 2.25 [30] คือ สารกึ่งตัวนำไฟฟ้าที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน แล้วปล่อยแสงสว่างออกมาได้ทันที ทั้งนี้หลอด LED แบบทั่วไป จะเป็นหลอดไฟขนาดเล็กหลากสี เช่น สีแดง สีน้ำเงิน เป็นต้น เนื่องจากขึ้นอยู่กับวัสดุที่นำมาใช้ แต่ต่อมาได้มีการปรับแก้ด้วยการนำ หลอด LED สีน้ำเงินไปเคลือบสารเรืองแสงสีเหลือง จึงทำให้แสงจากหลอด LED ส่องออกมาเป็นสีขาว และสามารถใช้เป็นหลอดไฟส่องสว่างได้หลากหลายรูปแบบมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 2.25 หลอดไฟ LED

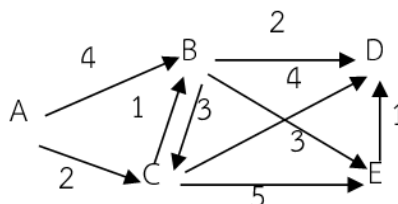
## 2.11 อัลกอริธึมที่ใช้ใน Google Maps

### 2.11.1 อัลกอริธึมของไดจ์สตรา (Dijkstra's algorithm)

Dijkstra's algorithm [31] ถูกคิดค้นขึ้นโดยนักวิทยาการคอมพิวเตอร์ชาวดัตช์นามว่า แอ็ดส์เคอร์ ไดจ์สตรา (Edsger Dijkstra) ในปี 1959 เพื่อแก้ไขปัญหาการหาเส้นทางที่สั้นที่สุดจากจุดหนึ่งไปยังจุดใดๆ สำหรับกราฟที่มีความยาวของเส้นเชื่อมไม่เป็นลบ ซึ่งวิธี Dijkstra's algorithm [32] จะหาระยะทางที่สั้นที่สุดจากจุดหนึ่งไปยังจุดใดๆ ในกราฟโดยจะหาเส้นทางที่สั้นที่สุดทีละจุดไปจนครบตามที่ต้องการ การประยุกต์ใช้อัลกอริธึมไดจ์สตรากับ Google Maps นั้นจะทำการเลือกเส้นทางหลักที่มีเวลาในการเดินทางน้อยที่สุดจากจุดเริ่มต้นไปยังจุดปลายทาง ซึ่งจะให้ผลลัพธ์เพียง 1 เส้นทางเท่านั้นโดยสามารถอธิบายขั้นตอนได้ดังนี้ [33]

#### ขั้นตอนการหาระยะทางที่สั้นที่สุดของ Dijkstra's algorithm

กำหนดให้จุดๆ หนึ่งภายในกราฟเป็นจุดเริ่มต้น (initial node) และกำหนดให้ “ระยะทางของจุด X” (distance of node X) หมายถึงระยะทางจากจุดเริ่มต้นไปยังจุด X ใดๆ โดย Dijkstra's algorithm จะกำหนดค่าระยะทางเริ่มต้นไว้บางจุดและจะเพิ่มค่าไปที่ละขั้นตอน แสดงดังรูปที่ 2.26 [34]



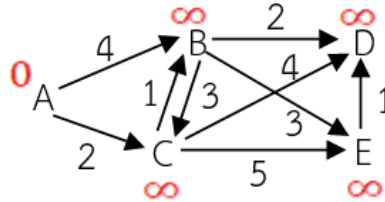
รูปที่ 2.26 กราฟแสดงจุดเริ่มต้นที่จุด A และสิ้นสุดที่จุด E

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

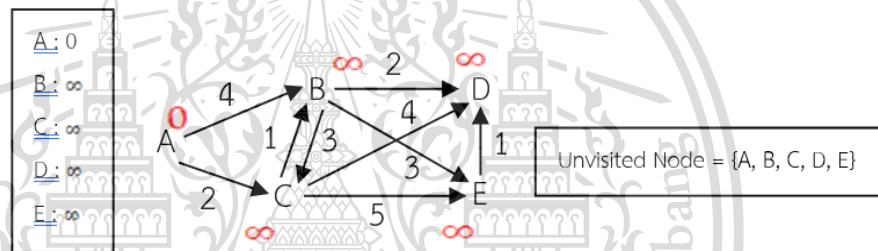
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

- กำหนดให้ทุกจุดมีค่าระยะทางตามเส้นเชื่อม โดยให้จุดเริ่มต้นมีค่าเป็นศูนย์และจุดอื่นๆ มีค่าเป็นอนันต์ แสดงดังรูปที่ 2.27



รูปที่ 2.27 การกำหนดให้จุดเริ่มต้นมีค่าศูนย์ และจุดอื่นๆ มีค่าเป็นอนันต์

- ทำเครื่องหมายทุกจุดว่ายังไม่ไปเยือน (unvisited) ตั้งให้จุดเริ่มต้นเป็นจุดปัจจุบันและสร้างเซตของจุดที่ยังไม่ไปเยือนขึ้นมาเซตหนึ่งซึ่งประกอบด้วยจุดทุกจุด ดังรูปที่ 2.28



รูปที่ 2.28 เซตของจุดที่ยังไม่ไปเยือน

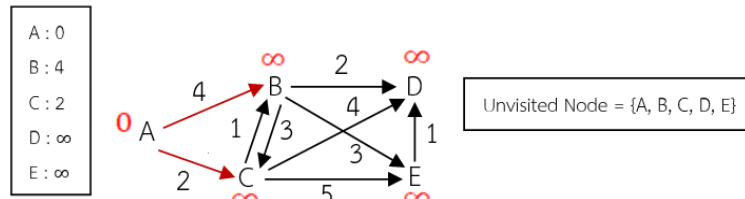
- จากจุดปัจจุบัน พิจารณาจุดข้างเคียงตามเส้นเชื่อมทุกจุดที่ยังไม่ไปเยือนและคำนวณระยะทางต่อเนื่องของเส้นเชื่อม ตัวอย่างเช่น ถ้าจุดปัจจุบันคือ A มีระยะทางของจุดเป็น 0 และเส้นเชื่อมที่ต่อจาก A ไปยังจุดข้างเคียง B มีระยะทางเป็น 4 ดังนั้นระยะทางของจุด B (โดยผ่าน A) จึงเท่ากับ  $0+4 = 4$  เป็นต้น ถ้าระยะทางที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่าค่าระยะทางที่บันทึกอยู่ของจุดนั้น ให้เขียนทับค่าระยะทางของจุดดังกล่าว แม้ว่าจุดข้างเคียงได้ถูกพิจารณาแล้ว แต่ก็ยังไม่ทำเครื่องหมายว่าไปเยือนแล้ว (visited) ในขั้นตอนนี้ จุดข้างเคียงจะยังคงอยู่ในเซตของจุดที่ยังไม่ไปเยือนเช่นเดิม จุดข้างเคียงจากจุด A ไปยังจุด B และจุด C แสดงดังรูปที่ 2.29
- เมื่อพิจารณาจุดข้างเคียงจากจุดปัจจุบันครบทุกจุดแล้ว ทำเครื่องหมายที่จุดปัจจุบันว่าไปเยือนแล้ว (visited) ด้วยวงกลมสีแดงและนำออกจากเซตของจุดที่ยังไม่ไปเยือน โดยจุดที่ไปเยือนแล้วนี้จะไม่ถูกนำมาตรวจสอบอีก ค่าระยะทางที่บันทึกอยู่จะสิ้นสุดและมีค่าน้อยที่สุด แสดงดังรูปที่ 2.30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

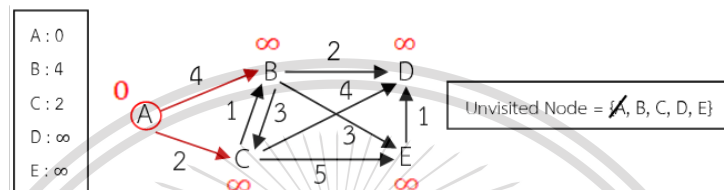
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

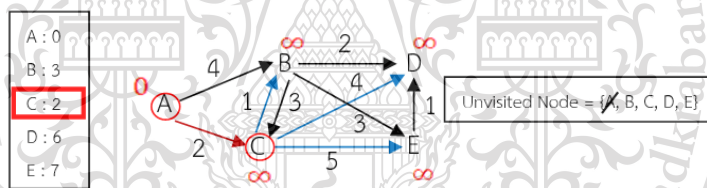


รูปที่ 2.29 การพิจารณาจุดข้างเคียงจุด A (จุดปัจจุบัน)



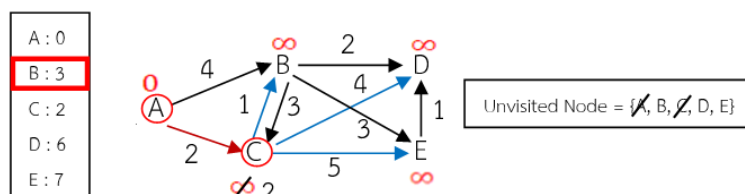
รูปที่ 2.30 เมื่อจุด A ถูกตัดออกจากเซตของจุดที่ยังไม่ไปเยือน

5. จุดปัจจุบันถัดไปที่ถูกเลือกจะเป็นจุดที่มีค่าระยะทางน้อยสุดในเซตของจุดที่ยังไม่ไปเยือน แสดงดังรูปที่ 2.31



รูปที่ 2.31 เมื่อจุด C คือจุดปัจจุบัน

6. ถ้าเซตของจุดที่ยังไม่ไปเยือนว่างแล้วให้หยุดการทำงานและถือว่าเสร็จสิ้นขั้นตอน แต่ถ้าหากไม่ใช่ให้เลือกจุดที่ยังไม่ไปเยือนที่มีค่าระยะทางน้อยสุดเป็นจุดปัจจุบัน แล้ววนกลับไปทำขั้นตอนที่ 3 ในที่นี้จะทำการพิจารณาต่อที่จุด C (จุดปัจจุบัน) เมื่อพิจารณาจุดข้างเคียงของจุด C ที่มีระยะทางที่สั้นที่สุดคือ จุด B จึงทำการพิจารณาที่จุด B ต่อไป ดังรูปที่ 2.32 - 2.33

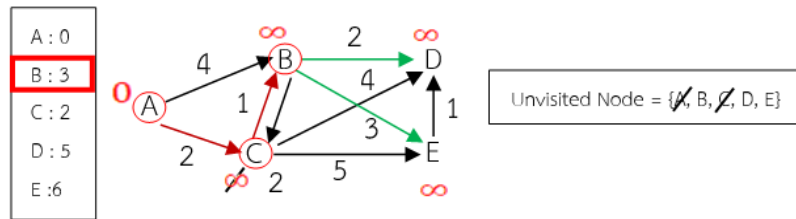


รูปที่ 2.32 เมื่อจุด C ถูกตัดออกจากเซตของจุดที่ยังไม่ไปเยือนและจุด B ถูกพิจารณาเป็นจุดถัดไป

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

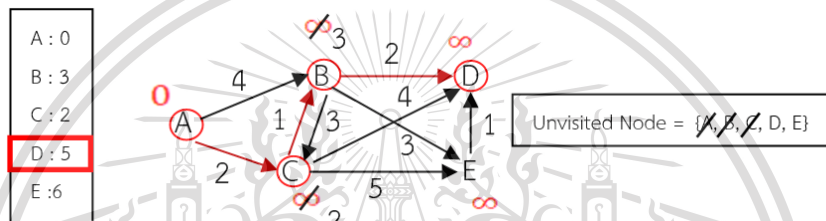
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



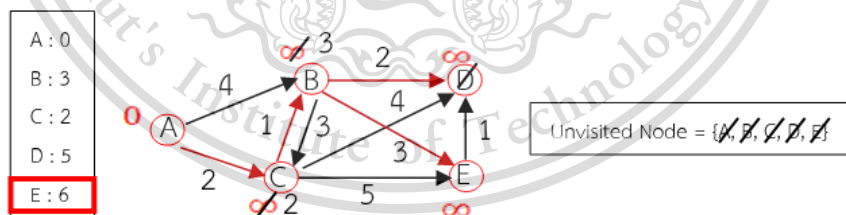
รูปที่ 2.33 เมื่อจุด B เป็นจุดปัจจุบันและพิจารณาจุดข้างเคียงจุด B

เมื่อทำการพิจารณาจุดข้างเคียงของจุด B ที่มีระยะทางที่สั้นที่สุด พบว่าจุดนั้นคือจุด D โดยมีระยะทางเท่ากับ 5 ดังรูปที่ 2.34



รูปที่ 2.34 เมื่อจุด B ถูกตัดออกจากเซตของจุดที่ยังไม่ไปเยือนและให้จุด D คือจุดปัจจุบัน

เมื่อทำการพิจารณาต่อโดยให้จุด D เป็นจุดปัจจุบัน พบว่าไม่มีเส้นทางไปยังจุด E จึงตัดจุด D ออกจากเซตที่ยังไม่ไปเยือนและทำการพิจารณาใหม่โดยเลือกให้จุด B คือจุดปัจจุบันและเดินทางไปยังจุด E จะได้ระยะทางเท่ากับ 6 จากนั้นพบว่าเซตของจุดที่ยังไม่ไปเยือนว่างแล้วจึงหยุดการทำงาน ดังรูปที่ 2.35



รูปที่ 2.35 เมื่อกราฟถูกพิจารณาครบทุกจุด

จากกรณีตัวอย่างนี้ต้องการเดินทางจากจุด A ไปสิ้นสุดที่จุด E พบว่าระยะทางที่สั้นที่สุดคือ {A, C, B, E} โดยมีระยะทางเท่ากับ 6

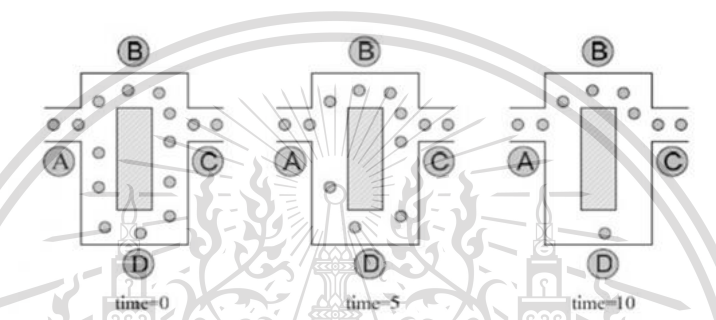
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### 2.11.2 อัลกอริธึมอาณานิคมมด (Ant Colony Algorithm)

อัลกอริธึมอาณานิคมมด (Ant Colony Algorithm) [35] เป็นอัลกอริธึมที่จำลองหรือได้แนวคิดมาจากการเดินทางอาหารของมด โดยมดจะอาศัยสารเคมีที่เรียกว่าฟีโรโมน (Pheromone) ที่มดแต่ละตัวก่อนหน้าปล่อยลงบนพื้นและเมื่อมดตัวหลังเดินตามมาก็จะปล่อยฟีโรโมนลงบนพื้นอีก ด้วยเหตุนี้เองฟีโรโมนจึงเป็นข้อมูลที่สำคัญในการหาเส้นทางจากแหล่งอาหารกลับไปรัง ซึ่งตัวอย่างพฤติกรรมของมดโดยใช้ข้อมูลเรื่องปริมาณของฟีโรโมนในการหาเส้นทางเดินจากรังไปยังแหล่งอาหาร ดังรูปที่ 2.36



รูปที่ 2.36 แบบจำลองอัลกอริธึมอาณานิคมมด

อัลกอริธึมอาณานิคมมดเป็นเทคนิค Meta-Heuristic [36] ใหม่ที่ใช้ในการแก้ปัญหาการเพิ่มประสิทธิภาพแบบผสมที่แตกต่างกัน ปัญหา Ant Colony Optimization (ACO) [37] ขึ้นอยู่กับพฤติกรรมของฝูงมดและวิธีการนี้มีกลไกการคำนวณแบบกระจาย ACO [38] ซึ่งมีความสามารถในการค้นหาที่ดีมากสำหรับปัญหาการเพิ่มประสิทธิภาพ การวิเคราะห์การเดินทางในอัลกอริธึมของอาณานิคมมดแสดงให้เห็นว่ามดจะเลือกขอการกระจายฟีโรโมนที่หลากหลายสำหรับการตัดสินใจเลือกเส้นทางที่ดีที่สุด [39]

จุดเด่นของอาณานิคมมดคือ เป็นอัลกอริธึมที่สามารถหาผลเฉลยได้มากกว่า 1 คำตอบ ทำให้ได้เส้นทางที่หลากหลาย เมื่อเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดเกิดมีปัญหา เช่น เส้นทางขรุขระหรือการจราจรหนาแน่น อัลกอริธึมนี้จะสามารถรู้ว่าเส้นทางที่เหมาะสมเส้นทางรองต่อไปคือเส้นทางใด โดยที่ไม่ต้องทำการคำนวณหาอีกครั้ง ดังนั้นการประยุกต์ใช้อัลกอริธึมอาณานิคมมดกับ Google Maps จะเป็นการเลือกเส้นทางสำรอง โดยพิจารณาจากจำนวนการใช้งานเส้นทางของผู้ใช้งาน ซึ่งเส้นทางที่เลือกไม่จำเป็นต้องเป็นเส้นทางที่ใช้เวลาน้อยที่สุดก็ได้ (มีผลลัพธ์มากกว่า 1 เส้นทาง) [40]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

อัลกอริธึมอาณานิคมมดจะใช้ทฤษฎีกราฟมาใช้ในการอธิบาย โดยประกอบด้วยกราฟ 2 โมเดล ได้แก่ Cost Matrix และ Pheromone Matrix โดย Cost Matrix คือกราฟที่บ่งบอกถึงค่าระยะทางที่มดเดินทางไปจาก node หนึ่งไปยัง node ถัดไป

สำหรับพฤติกรรมของมด ในทุกๆ การเดินทางจะมีการปล่อยฟีโรโมนไว้เพื่อสื่อสารทางอ้อมกับมดตัวอื่นๆ ในระหว่างการเดินทาง ดังนั้น Pheromone Matrix คือกราฟที่บ่งบอกถึงค่า Pheromone Level ของแต่ละเส้นทางนั่นเอง [41]

ในที่นี้จะทำการยกตัวอย่างโจทย์ โดยกำหนดให้มีทั้งหมด 4 โหนด คือ a b c d และกำหนดค่า cost ให้แต่ละเส้นทางในกราฟและ Cost Matrix แสดงดังรูปที่ 2.37 และกำหนดค่า Pheromone Level ในแต่ละเส้นทางมีค่าเป็น 1 และ Pheromone Matrix แสดงดังรูปที่ 2.38 เพื่อให้เข้าใจกระบวนการคิดของอัลกอริธึมอาณานิคมมดจะอธิบายในรูปของ Flowchart แสดงดังรูปที่ 2.39 ซึ่งจะอธิบายกระบวนการตามลำดับดังนี้

1. เริ่มจากการกำหนดค่าพารามิเตอร์เริ่มต้นโดยจากโจทย์กำหนดให้

$$\alpha = 1$$

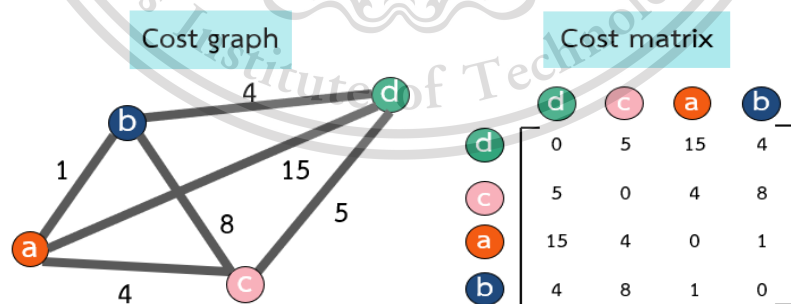
$$\beta = 1$$

$$\rho = 0.5$$

เมื่อ  $\alpha$  คือ ค่าที่กำหนดอิทธิพลของการใช้ค่าความเข้มข้นของฟีโรโมน ( $\tau_{i,j}$ )

$\beta$  คือ ค่าที่กำหนดอิทธิพลของการใช้ค่าทัศนวิสัยของมด ( $\eta_{i,j}$ )

$\rho$  คือ อัตราการระเหยของฟีโรโมน

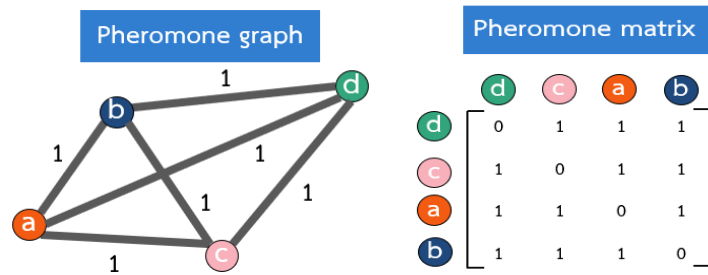


รูปที่ 2.37 Cost Graph และ Cost Matrix

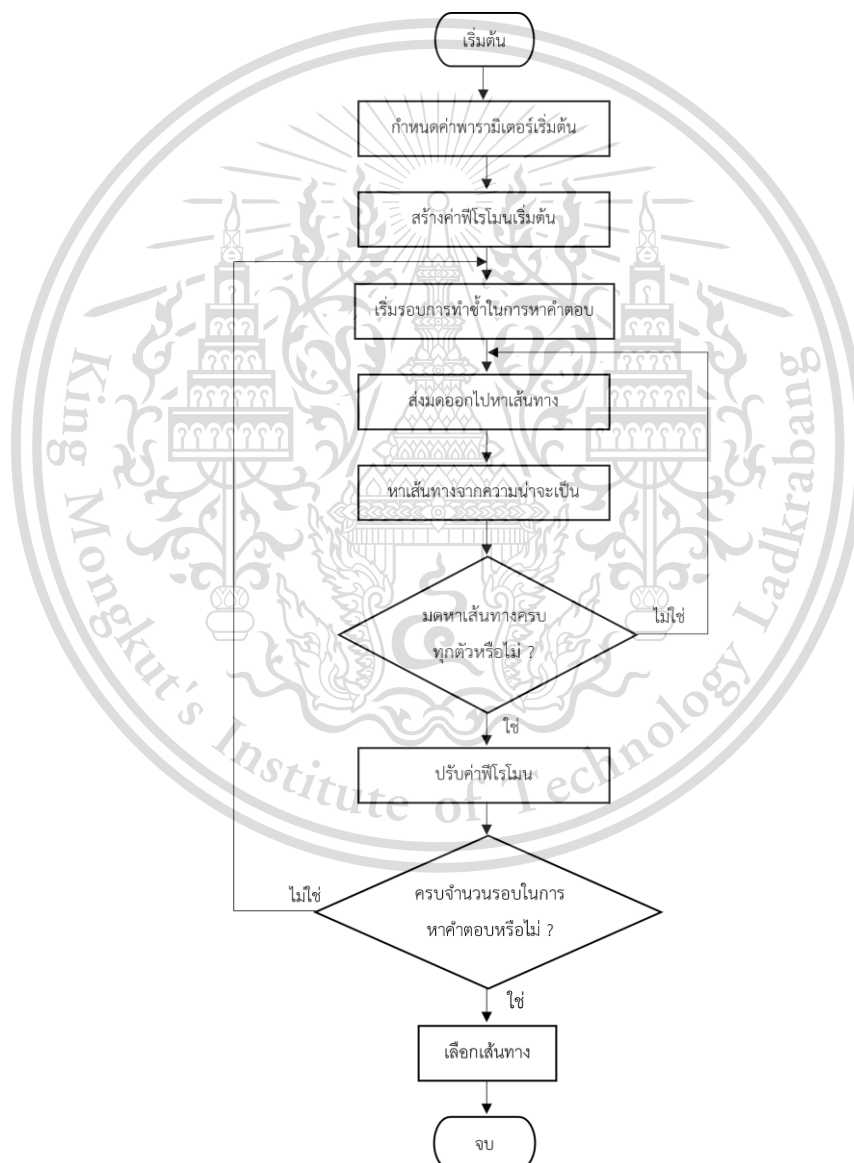
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 2.38 Pheromone Graph และ Pheromone Matrix



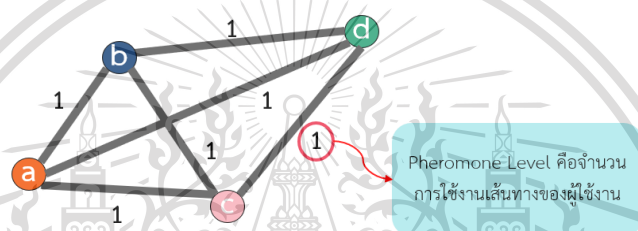
รูปที่ 2.39 Flowchart แสดงกระบวนการของ Ant Colony Algorithm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2. ทำการสร้างค่าฟีโรโมนเริ่มต้น โดยจากกราฟ Pheromone Matrix ที่โจทย์กำหนดให้ในแต่ละเส้นทางมีค่า Pheromone Level เท่ากับ 1 (จำนวนการใช้งานเส้นทางของ User) และต่อมาจะทำการเริ่มรอบการทำงานซ้ำในการหาคำตอบ โดยกำหนดให้จำนวนรอบการทำงานซ้ำมีค่าเท่ากับ 1 (แต่ใน Google Maps จำนวนรอบการทำงานซ้ำจะทำซ้ำไปเรื่อยๆ จนกว่าจะมีการค้นหาเส้นทางจากผู้ใช้งาน เพราะใน Google Maps จะมีการใช้งานจากหลายๆ ผู้ใช้งานอยู่ตลอดเวลา ทำให้ต้องมีการคำนวณค่า Pheromone Level เพื่ออัปเดต Pheromone Matrix อยู่ตลอด จนกว่าจะมีการกดหาเส้นทาง จึงจะหยุดรอบการคำนวณ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ของเส้นทางแบบ Realtime) โดย Pheromone Graph และ Pheromone Matrix เริ่มต้น แสดงดังรูปที่ 2.40 และ 2.41



รูปที่ 2.40 Pheromone Graph เริ่มต้น

d	0	1	1	1
c	1	0	1	1
a	1	1	0	1
b	1	1	1	0

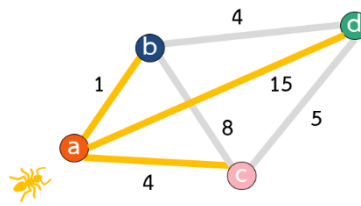
รูปที่ 2.41 Pheromone Matrix เริ่มต้น

3. สำหรับขั้นตอนการส่งมอดออกไปหาเส้นทาง ทำการกำหนดให้มอดตัวสีเหลืองเริ่มเดินทางที่จุด a และเมื่อพิจารณาที่ Cost Graph เส้นทางที่มอดตัวสีเหลืองจะสามารถเลือกเดินทางไปได้จะมีทั้งหมด 3 เส้นทางคือ จากจุด a ไปจุด b โดยมีค่าระยะทางเท่ากับ 1, จากจุด a ไปจุด d จะมีค่าระยะทางเท่ากับ 15 และจาก a ไปจุด c จะมีค่าระยะทางเท่ากับ 4 แสดงดังรูปที่ 2.42 และพิจารณาที่ Pheromone Graph โดยจากโจทย์กำหนดให้มี Pheromone Level ในแต่ละเส้นทางมีค่าเท่ากับ 1 ดังรูปที่ 2.42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 2.42 Cost Graph แสดงเส้นทางที่มดตัวสีเหลืองสามารถเดินทางได้

4. ทำการหาเส้นทางจากค่าความน่าจะเป็น ดังสมการที่ 2.3

$$P_{i,j} = \frac{(\tau_{i,j})^\alpha (\eta_{i,j})^\beta}{\sum (\tau_{i,j})^\alpha (\eta_{i,j})^\beta} \quad (2.3)$$

เมื่อ  $P_{i,j}$  คือ ความน่าจะเป็นของการเลือกเดินทางจากโหนด  $i$  และ  $j$  โดยค่าความน่าจะเป็นนี้ถูกคำนวณสำหรับทุกเส้นทางที่เชื่อมต่อกับโหนดปัจจุบัน และมีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 1

$\tau_{i,j}$  คือ Pheromone Level

$\eta_{i,j}$  คือ ค่าที่แสดงถึงคุณภาพของเส้นทางที่เดินทางจากโหนด  $i$  และ โหนด  $j$  บน

กราฟ

$\alpha$  และ  $\beta$  คือค่าที่มีอิทธิพลโดยสามารถเพิ่มหรือลดผลจาก  $\tau_{i,j}$  หรือ  $\eta_{i,j}$  ได้

สิ่งสำคัญอีกประการคือ เนื่องจากสนใจในการเลือกเส้นทางที่สั้นที่สุด โดยในส่วนของ  $\eta_{i,j}$  ซึ่งมีค่าเท่ากับ  $\frac{1}{L_k}$  ดังนั้น ระยะทางของเส้นทางหรือค่าของเส้นทางนั้นจะบ่งบอกว่าเส้นทางนั้นเป็นเส้นทางที่ดีที่สุดหรือไม่

ดังนั้นจากเส้นทางที่มดตัวสีเหลืองสามารถเดินทางไปได้นั้นมีทั้งหมด 3 เส้นทางก็จะคำนวณค่าความน่าจะเป็นของแต่ละเส้นทางให้ครบทั้ง 3 เส้นทาง

ค่าจาก a ไป c, ความน่าจะเป็นได้เท่ากับ

$$\frac{1 \times \frac{1}{4}}{\left(1 \times \frac{1}{1}\right) + \left(1 \times \frac{1}{15}\right) + \left(1 \times \frac{1}{4}\right)} = 0.1899$$

ค่าจาก a ไป d, ความน่าจะเป็นได้เท่ากับ

$$\frac{1 \times \frac{1}{15}}{\left(1 \times \frac{1}{1}\right) + \left(1 \times \frac{1}{15}\right) + \left(1 \times \frac{1}{4}\right)} = 0.0506$$

ค่าจาก a ไป b, ความน่าจะเป็นได้เท่ากับ

$$\frac{1 \times \frac{1}{4}}{\left(1 \times \frac{1}{1}\right) + \left(1 \times \frac{1}{15}\right) + \left(1 \times \frac{1}{4}\right)} = 0.7595$$

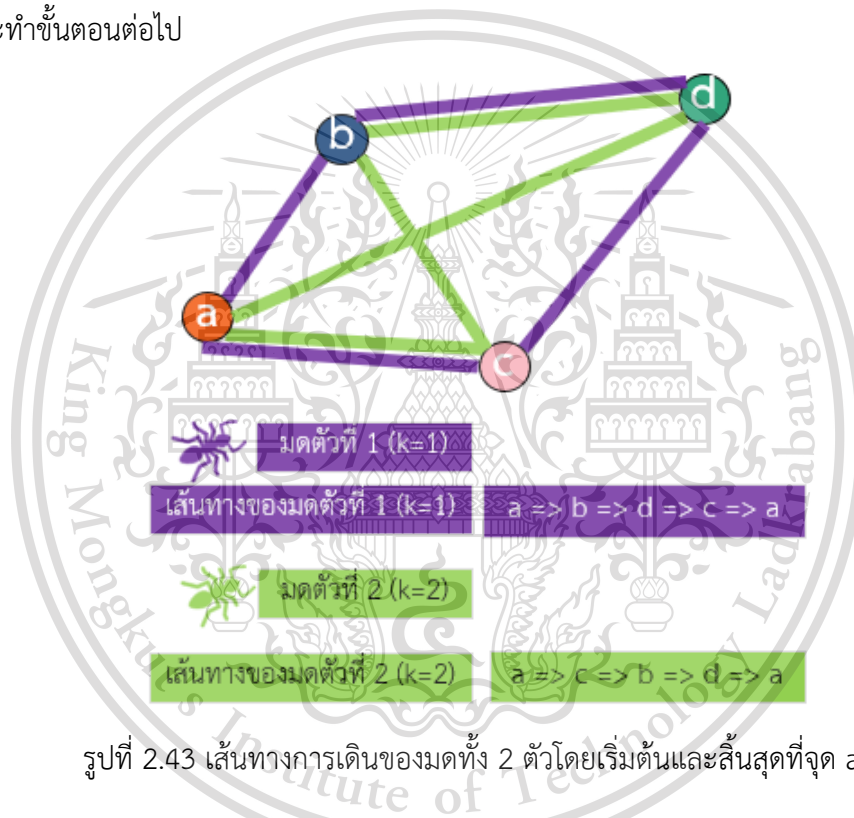
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ซึ่งโจทย์จะให้มดเดินทางจากจุด a และกลับมายังจุด a เดิม

5. ทำการตรวจสอบว่ามดหาเส้นทางครบทุกตัวหรือไม่ ซึ่งระบบ Google Maps ในส่วนของ อัลกอริทึมจะไม่เปิดเผยข้อมูลหรือจำนวน User (ในทางทฤษฎีเปรียบได้กับจำนวนมด) แต่สำหรับ ตัวอย่างนี้ได้กำหนดให้มีมดจำนวน 2 ตัว โดยในขั้นตอนนี้จะทำการตรวจสอบว่ามดหาเส้นทางครบทุกตัวหรือไม่ ซึ่งหมายความว่าหากมดทั้ง 2 ตัวได้เดินทางจากต้นทางไปยังปลายทางแล้วกลับมาที่ จุดเริ่มต้นครบทั้ง 2 ตัวแล้วระบบจะทำขั้นตอนต่อไป แสดงดังรูปที่ 2.43 แต่หากยังไม่ครบ ระบบจะ กลับไปทำกระบวนการส่งมดออกไปหาเส้นทางอีก เมื่อมดเดินทางกลับมายังจุดเริ่มต้นครบทุกตัว แล้วจะทำขั้นตอนต่อไป



6. ทำการปรับค่าพีโรโมนโดยแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนย่อยดังนี้

6.1 หาค่าระดับพีโรโมนของมดตัวที่ k ( $\Delta \tau_{i,j}^k$ ) โดย  $\Delta \tau_{i,j}^k$  จะมีค่าเท่ากับ  $\frac{1}{L_k}$  ในกรณีที่มีมดตัวที่ k เดินทางจากจุด i ไปยังจุด k (จากค่า  $\frac{1}{L_k}$  โดย  $L_k$  คือระยะเดินทางรวมของมดตัวที่ k) และจะมีค่าเป็นศูนย์ในกรณีที่มีมดไม่มีการเดินทาง ดังสมการที่ 2.4

$$\Delta \tau_{i,j}^k = \begin{cases} \frac{1}{L_k} & ; \text{มดตัวที่ } k \text{ เดินทางจากจุด } i \text{ ไปจุด } j \\ 0 & ; \text{อื่นๆ} \end{cases} \quad (2.4)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เมื่อ  $\Delta\tau_{i,j}^k$  คือ ตัวแปรคณิตศาสตร์ที่ใช้แสดงถึงระดับฟีโรโมนบนกราฟ (Pheromone Level) แสดงถึงผลรวมของฟีโรโมนที่ถูกปล่อยออกมาโดยมดตัวที่  $k$  บนขอบเชื่อมของ โหนด  $i$  และโหนด  $j$  ซึ่งจะเรียกว่า Pheromone Level โดยจะมีค่าเท่ากับ 0 ถ้าหากมดไม่มีการเดินไป

$i$  และ  $j$  คือ ขอบที่เชื่อมจุด  $i$  และ  $j$

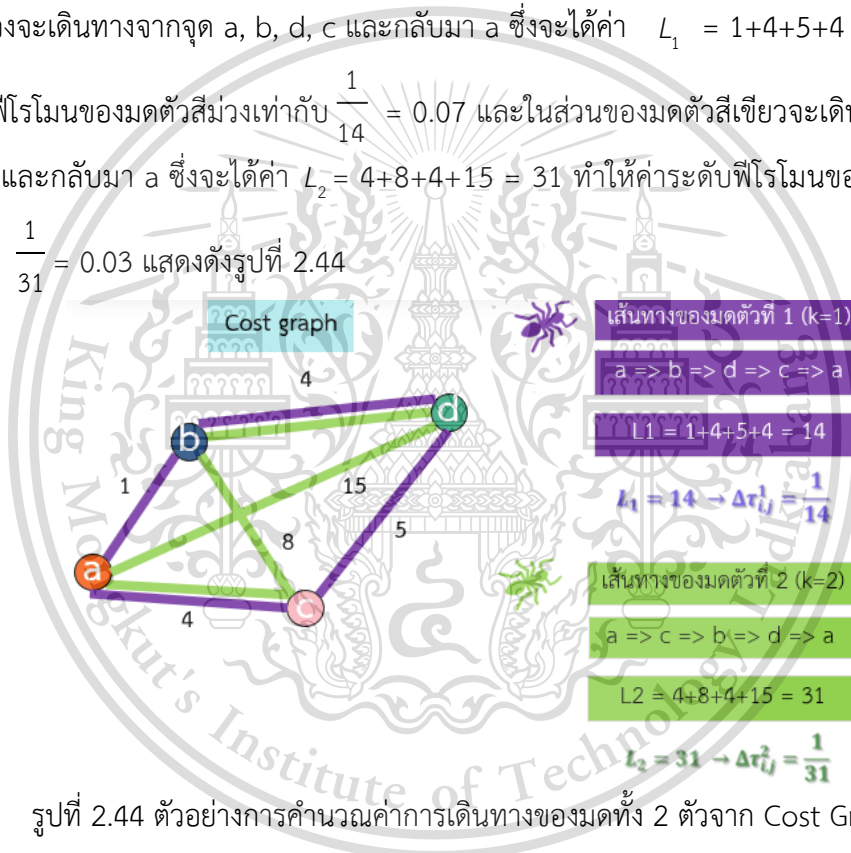
$k$  คือ ตัวแทนมดตัวที่  $k$  มีค่าตั้งแต่ 1,2,3,...

พิจารณาที่ Cost Graph จากโจทย์สมมติให้มดสีม่วงและสีเขียวออกเดินทาง โดยพบว่ามดตัวสีม่วงจะเดินทางจากจุด  $a, b, d, c$  และกลับมา  $a$  ซึ่งจะได้ค่า  $L_1 = 1+4+5+4 = 14$  ทำให้ค่า

ระดับฟีโรโมนของมดตัวสีม่วงเท่ากับ  $\frac{1}{14} = 0.07$  และในส่วนของมดตัวสีเขียวจะเดินทางจากจุด  $a$

$c, b, d$  และกลับมา  $a$  ซึ่งจะได้ค่า  $L_2 = 4+8+4+15 = 31$  ทำให้ค่าระดับฟีโรโมนของมดตัวสีเขียว

เท่ากับ  $\frac{1}{31} = 0.03$  แสดงดังรูปที่ 2.44



รูปที่ 2.44 ตัวอย่างการคำนวณค่าการเดินทางของมดทั้ง 2 ตัวจาก Cost Graph

6.2 หาค่าระดับฟีโรโมนใหม่หรือการอัปเดตค่าฟีโรโมน ดังสมการที่ 2.5

$$\tau_{i,j}^{x+1} = (1 - \rho)\tau_{i,j}^x + (\sum_{k=1}^m \Delta\tau_{i,j}^k)^{x+1} \tag{2.5}$$

เมื่อ  $\tau_{i,j}^x$  คือ ค่าระดับฟีโรโมนปัจจุบัน

$x$  คือ จำนวนครั้งในการวนซ้ำ โดย  $x$  มีค่าตั้งแต่ 1,2,3, ...

$(\sum_{k=1}^m \Delta\tau_{i,j}^k)^{x+1}$  คือ ค่าผลรวมทั้งหมดของ  $\Delta\tau_{i,j}^k$  ในแต่ละเส้นทางจาก Cost Graph

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

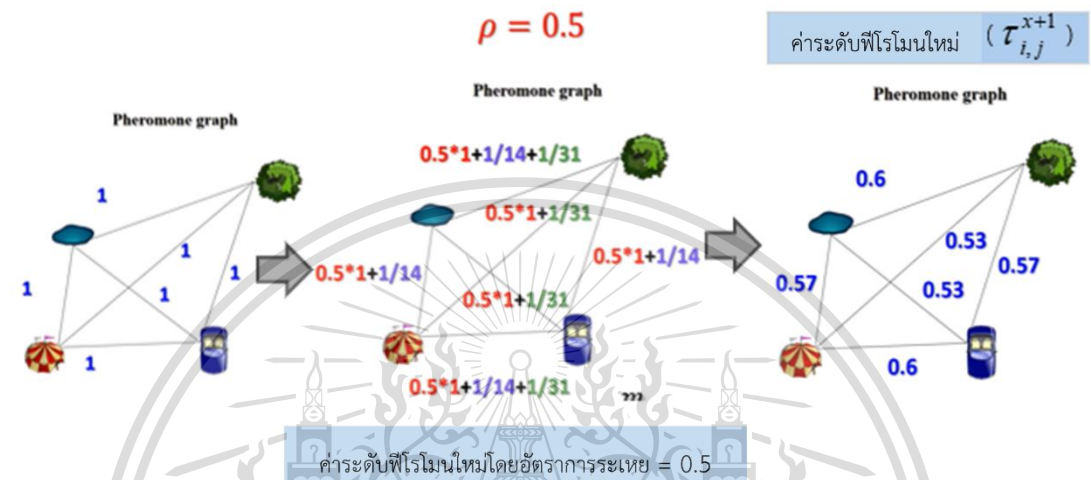
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

$\rho$  คือ ค่าอัตราการระเหยของฟีโรโมน

จากโจทย์ที่กำหนดให้ค่าระดับฟีโรโมนในแต่ละเส้นทางมีค่าเป็น 1 ทั้งหมด ต่อมาได้ทำการปรับค่าฟีโรโมนโดยโจทย์กำหนดให้  $\rho$  หรืออัตราการระเหยฟีโรโมนมีค่าเท่ากับ 0.5 จึงทำการแทนค่าต่างๆ ในสมการที่ 2.5 เพื่อทำการปรับค่าฟีโรโมนใหม่ แสดงดังรูปที่ 2.45



รูปที่ 2.45 ขั้นตอนการปรับค่าฟีโรโมน

7. ทำการตรวจสอบจำนวนรอบการทำซ้ำไปเรื่อยๆ จนกว่าจะมีการกดค้นหาเส้นทาง (จากฝั่งผู้ใช้งาน Google Maps) จึงจะหยุดรอบการคำนวณ โดยเส้นทางที่ได้จะแสดงบนหน้าแอปพลิเคชัน Google Maps เป็นอันจบกระบวนการ

## 2.12 Cloud Functions สำหรับ Firebase

### 2.12.1 Cloud Functions

ในบางครั้งการพัฒนาแอปพลิเคชันนั้นไม่สามารถใส่ Logic ทั้งหมดไว้ในส่วนของ Client แอปพลิเคชันได้ เนื่องด้วยเหตุผลหลายประการ เช่น เรื่องความปลอดภัย, การทำงานของระบบที่ซับซ้อนหรือการลดการใช้งานในด้านทรัพยากรของเครื่อง Client ซึ่งปัญหาเหล่านี้ถูกแก้ไขโดยการที่ผู้พัฒนาทำการจัดเตรียม Server ขึ้นเอง ซึ่งต้องคำนึงถึงการ Scalable เรื่องความปลอดภัย หลังจากนั้นจึงลง Server Script ให้เรียบร้อยและทำการเขียนโปรแกรม ได้แก่ API หรือ SDK ที่รองรับทั้ง Web และ Application จากที่กล่าวมานี้ Cloud Functions for Firebase จึงเป็นบริการที่จะช่วยเตรียมความพร้อมในด้านต่างๆ ให้พร้อมใช้งาน โดยผู้พัฒนาเพียงแค่ทำการเขียนโปรแกรมตาม Logic หรือ Business Logic ที่ต้องการเท่านั้น [42]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Firebase Cloud Functions คือ Node.js Environment ที่สามารถรัน JavaScript ได้ และสามารถทำงานร่วมกับ Feature อื่นๆ ของ Firebase Cloud Functions สำหรับ Firebase เป็น Framework แบบไร้เซิร์ฟเวอร์ที่ให้เรียกใช้โค้ด Backend โดยอัตโนมัติเพื่อตอบสนองต่อเหตุการณ์ที่เรียกใช้โดยฟิเจอร์ Firebase และคำขอ HTTPS โค้ด JavaScript หรือ TypeScript ของผู้พัฒนาโปรแกรมถูกเก็บไว้ในระบบ Cloud ของ Google และทำงานในสภาพแวดล้อมที่มีการจัดการ ไม่จำเป็นต้องจัดการและปรับขนาดเซิร์ฟเวอร์เอง โดยลักษณะของการทำงานคือ เมื่อมี Events ที่สนใจเกิดขึ้นจะมีการเรียก Feature อื่นของ Firebase ให้ทำงานตามโค้ดที่ผู้พัฒนาโปรแกรมได้ทำการเขียนไว้ ซึ่ง Events ที่กล่าวถึงมีดังนี้ 1.Realtime Database Triggers 2 .Firebase Authentication Triggers 3 .Firebase Analytics Triggers 4 .Cloud Storage Triggers 5.Cloud Pub/Sub Triggers 6.HTTP Triggers ดังนั้น Cloud Functions คือ บริการที่ทำงานในฝั่ง Server เพื่อตอบรับการ Trigger จากบริการต่างๆ ใน Firebase โดยฟังก์ชันที่ผู้พัฒนาโปรแกรมเขียนขึ้นมาทั้งหมดนั้นจะถูกเก็บไว้ที่ Google Cloud ซึ่งจะดูแลเรื่องความปลอดภัย ความเสถียร และการ Scalable ให้แก่ผู้พัฒนาระบบแล้ว

การทำงานหลังจากที่ผู้พัฒนาโปรแกรม Deploy โค้ดขึ้นไปที่ Cloud Functions สำหรับ Firebase แล้ว Cloud Functions จะรอรับ Trigger จากบริการของ Firebase และจะทำงานตามฟังก์ชันที่ผู้พัฒนาโปรแกรมเขียนไว้ เช่น ส่งอีเมล, ส่ง Push Notification, สร้าง Thumbnail, กรองคำไม่เหมาะสม, เชื่อมต่อ Google APIs, เชื่อมต่อ Third-party APIs เป็นต้น

## 2.12.2 ความสามารถที่สำคัญของ Cloud Functions

### 2.12.2.1 การผสมรวมแพลตฟอร์ม Firebase

ฟังก์ชันที่ผู้พัฒนาโปรแกรมเขียนขึ้น สามารถตอบสนองต่อเหตุการณ์ที่สร้างโดย Feature ต่างๆ ของ Firebase และ Google Cloud ได้ตั้งแต่ทริกเกอร์การตรวจสอบสิทธิ์ Firebase ไปจนถึงทริกเกอร์ที่เก็บข้อมูลบน Cloud และผสมรวม Feature ต่างๆ ของ Firebase โดยใช้ Admin SDK ร่วมกับ Cloud Functions และผสมรวมกับบริการของบุคคลที่สาม Third-party services โดยการเขียนเว็บฮุคของผู้พัฒนาโปรแกรมเอง โดย Cloud Functions ลดโค้ดสำเร็จรูปลงเพื่อทำให้ใช้ Firebase และ Google Cloud ภายในฟังก์ชันของผู้พัฒนาโปรแกรมได้ง่ายขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### 2.12.2.2 การบำรุงรักษาเป็นศูนย์

ทำการ Deploy โค้ด JavaScript หรือ TypeScript ของผู้พัฒนาโปรแกรมไปยังเซิร์ฟเวอร์ด้วยคำสั่งเดียวจากบรรทัดคำสั่ง หลังจากนั้น Firebase จะปรับขนาดทรัพยากรคอมพิวเตอร์โดยอัตโนมัติเพื่อให้ตรงกับรูปแบบการใช้งานของผู้ใช้ของผู้พัฒนาโปรแกรม โดยไม่ต้องกังวลเกี่ยวกับข้อมูลรับรอง, การกำหนดค่าเซิร์ฟเวอร์, การจัดเตรียมเซิร์ฟเวอร์ใหม่ หรือการยกเลิกการใช้งานเซิร์ฟเวอร์เก่า

### 2.12.2.3 การทำให้ Logic ในระบบเป็นส่วนตัวและปลอดภัย

ในหลายกรณีนักพัฒนาต้องการควบคุม Logic ของแอปพลิเคชันบนเซิร์ฟเวอร์เพื่อหลีกเลี่ยงการปลอมแปลงในฝั่ง Client โดย Cloud Functions ได้รับการหุ้มฉนวนอย่างสมบูรณ์จาก Client ดังนั้นจึงมั่นใจได้ว่าจะมีความเป็นส่วนตัวและนักพัฒนาโปรแกรมสามารถทำสิ่งที่ต้องการได้เสมอ

### 2.12.3 หลักการ Deploy โค้ด

หลังจากที่ผู้พัฒนาระบบเขียนฟังก์ชันตามที่ต้องการเรียบร้อยแล้ว จึงมาถึงขั้นตอนการ Deploy โค้ด JavaScript ที่เขียนขึ้น โดยเริ่มต้นจากการ Command Line ไปที่ Directory ที่ผู้พัฒนาระบบสร้างไว้ จากนั้นพิมพ์คำสั่ง firebase deploy แสดงดังรูปที่ 2.46 และเมื่อกด Enter ในส่วนหน้าต่าง Console Log จะปรากฏโค้ดแสดงกระบวนการประมวลผลการ Deploy แสดงดังรูปที่ 2.47

```
firebase deploy --only functions
```

รูปที่ 2.46 คำสั่งการ Deploy เพื่อส่งไปที่ Cloud Functions

```
i deploying functions
i functions: ensuring necessary APIs are enabled...
i runtimeconfig: ensuring necessary APIs are enabled...
✓ runtimeconfig: all necessary APIs are enabled
i functions: all necessary APIs are enabled
i functions: preparing functions directory for uploading...
i functions: packaged functions (3.51 KB) for uploading
✓ functions: functions folder uploaded successfully
i starting release process (may take several minutes)...
i functions: creating function sendAppThankYou...
i functions: updating function addMessage...
i functions: updating function makeUppercase...
i functions: updating function translate...
i functions: updating function generateThumbnail...
i functions: updating function sendNotification...
i functions: updating function sendWelcomeEmail...
i functions: updating function sendByEmail...
✓ functions[sendAppThankYou]: Successful create operation.
▲ functions[sendAppThankYou]: during beta, new Analytics functions may take a few hours to start receiving events.
✓ functions[addMessage]: Successful update operation.
✓ functions[makeUppercase]: Successful update operation.
✓ functions[translate]: Successful update operation.
✓ functions[generateThumbnail]: Successful update operation.
✓ functions[sendNotification]: Successful update operation.
✓ functions[sendWelcomeEmail]: Successful update operation.
✓ functions[sendByEmail]: Successful update operation.
✓ functions: all functions deployed successfully!
✓ Deploy complete!
```

รูปที่ 2.47 กระบวนการ Deploy โค้ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

หลังจากที่เขียนและ Deploy บริการ Cloud Functions ไปแล้ว Google server จะนำฟังก์ชันที่ผู้พัฒนาระบบไปรันทันที โดยเริ่มทำการดักฟัง Events และ Trigger ฟังก์ชันที่เขียนขึ้นมาตอนที่ Events นั้นๆ เกิดขึ้น โดยกระบวนการทำงานจะแสดงดังรูปที่ 2.48 [43]



รูปที่ 2.48 กระบวนการทำงานหลักของ Firebase Cloud Functions

Life cycle ของ Background function มีดังนี้

1. เขียนโค้ดสำหรับฟังก์ชันใหม่เลือกผู้ให้บริการของ Event (เช่น Cloud Firestore) และกำหนดเงื่อนไขที่ฟังก์ชันควรดำเนินการ
2. เมื่อ Deploy ฟังก์ชัน จะมี 3 กรณี ดังนี้
  - Firebase CLI จะสร้างไฟล์ .zip ของรหัสฟังก์ชันซึ่งจะอัปโหลดไปยังที่เก็บข้อมูลพื้นที่เก็บข้อมูล (ขึ้นต้นด้วย "gcf-ources") ในโปรเจกต์ Firebase ของผู้พัฒนา
  - Cloud Build ดึงรหัสฟังก์ชันและสร้างแหล่งที่มาของฟังก์ชัน และสามารถดูบันทึก Cloud Build ในคอนโซล Google Cloud
  - อิมเมจคอนเทนเนอร์สำหรับโค้ดฟังก์ชันที่สร้างขึ้นจะถูกอัปโหลดไปยังที่เก็บ Container Registry ส่วนตัวในโปรเจกต์ของผู้พัฒนาโปรแกรม (ชื่อ "gcf") และฟังก์ชันใหม่จะเปิดตัว
3. เมื่อผู้ให้บริการเหตุการณ์สร้างเหตุการณ์ที่ตรงกับเงื่อนไขของฟังก์ชันโค้ดจะถูกเรียกใช้
4. หากฟังก์ชันไม่ว่างในการจัดการ Event ต่างๆ Google จะสร้างอินสแตนซ์เพิ่มเติมเพื่อจัดการงานได้เร็วขึ้น หากฟังก์ชันไม่ได้ใช้งานอินสแตนซ์จะถูกล้างข้อมูล
5. เมื่ออัปเดตฟังก์ชันโดยการ Deploy โค้ดที่อัปเดตอินสแตนซ์สำหรับเวอร์ชันเก่าจะถูกล้างพร้อมกับสร้าง Build Artifacts ใน Storage และ Container Registry และแทนที่ด้วยอินสแตนซ์ใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

6. เมื่อทำการลบฟังก์ชันอินสแตนซ์และไฟล์เก็บถาวร zip ทั้งหมดจะถูกล้างพร้อมกับ Build Artifacts ที่เกี่ยวข้องใน Storage และ Container Registry การเชื่อมต่อระหว่างฟังก์ชันและตัวให้บริการเหตุการณ์จะถูกลบออก

## 2.13 บริการ Google Maps API

### 2.13.1 Maps SDK for Android API

Google Maps API เป็นชุด API ของ Google สำหรับพัฒนา web application และ mobile application (Android, iOS) ไว้สำหรับเรียกใช้แผนที่และชุด service ต่างๆ ของ Google เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันได้เหมือนกับที่ Google โดยแผนที่ที่มี features ต่างๆ หลากหลายให้เรียกใช้ ดังนี้

- การปรับแต่งแผนที่ (Styled Map)
- ชุดควบคุมแผนที่ (Map Control)
- ชุดเครื่องมือวาดภาพบนแผนที่ (Drawing)
- การนำทางจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง (Directions Service)
- การคำนวณความสูงของจุดพิกัด (Elevation Service)
- การแปลงที่อยู่เป็นพิกัด Latitude และ Longitude (Geocoding Service)
- การดึงข้อมูล POI (Point of Interest) คือข้อมูลสถานที่ต่างๆ ที่ Google รวบรวมไว้ให้มาใช้งาน เช่น โรงแรม ห้างสรรพสินค้า โรงเรียน สถานที่ราชการต่างๆ และอื่นๆ
- Street View

### 2.13.2 Distance Matrix API

Distance Matrix API เป็นหนึ่งในบริการเว็บไซต์ (Web Service) ของ Google Maps สามารถเข้าถึงข้อมูลตำแหน่ง สถานที่ ระยะทาง โดยไม่จำเป็นต้องทำงานผ่านแผนที่ ข้อมูลการคำนวณระยะทางหรือเวลาจากสถานที่ต้นทางไปยังสถานที่ปลายทางที่ได้รับกลับจาก Web Service จะอยู่ในรูปแบบ JSON หรือ XML ระบบเว็บไซต์หรือแอปพลิเคชันสามารถนำข้อมูลเหล่านี้ไปแสดงผลหรือประยุกต์ใช้ต่อได้

ความสามารถของ Distance Matrix API มีดังนี้

- สามารถคำนวณระยะทางและเวลาในการเดินทางโดยประมาณได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

- สามารถกำหนดรูปแบบการเดินทาง เช่น รถยนต์ เดิน จักรยาน ขนส่ง ซึ่งแต่ละรูปแบบผลของเวลาในการเดินทางจะแตกต่างกันออกไป
- กำหนดเส้นทางที่หลีกเลี่ยงได้ เช่น ทางด่วน โทลเวย์
- สามารถเลือกหน่วยของระยะทางที่ใช้คำนวณได้ เช่น กิโลเมตรหรือเมตร ไมล์หรือฟุต
- กรณีที่กำหนดรูปแบบการเดินทางเป็นขนส่ง สามารถเลือกประเภทขนส่งได้ เช่น รถบัส รถไฟ เรือ
- รองรับการแสดงผลหลายภาษา

จากความสามารถด้านบนระบบเว็บไซต์หรือแอปพลิเคชันสามารถนำมาประยุกต์สำหรับธุรกิจได้ เช่น การคำนวณหาร้านค้าหรือสาขาบริษัทที่อยู่ใกล้ การหาสถานที่ใกล้เคียงในระยะที่กำหนด การเลือกรูปแบบการเดินทางที่ใช้ระยะทางน้อยและเวลาน้อยที่สุด

## 2.14 บริการ Firebase Hosting

Firebase Hosting เป็นบริการ Web Hosting ที่ให้พื้นที่ฟรี 10GB และ Data Transfer 10GB ต่อเดือน รองรับการพัฒนาเว็บไซต์ทั้งแบบ Static และ Dynamic [44]

### 2.14.1 ความสามารถของ Firebase Hosting

1. ผู้ใช้สามารถเข้าถึง Content ได้อย่างรวดเร็ว โดยไฟล์ที่ผู้พัฒนาได้ทำการ Upload จะถูก Cache ไว้ใน SSD และมี Google CDN ให้อุปโลก
2. มีความปลอดภัยในทุกการเชื่อมต่อ ซึ่ง Firebase Hosting จะให้ SSL ที่พร้อมใช้งานโดยไม่ต้องทำการตั้งค่าและไม่เสียค่าใช้จ่าย
3. ผู้พัฒนาเว็บไซต์สามารถทำการ Deploy เว็บไซต์ได้โดยใช้คำสั่ง “firebase deploy” ผ่าน Firebase CLI ซึ่งเป็นวิธีการที่สะดวกและไม่ซับซ้อน อีกทั้งระบบ Firebase จะทำการเลือก Deploy เฉพาะไฟล์ใหม่และไฟล์ที่มีการเปลี่ยนแปลงเท่านั้น
4. สามารถ Custom Domain ได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย ซึ่งผู้พัฒนาเว็บไซต์สามารถนำ Domain ที่มีไว้ก่อนหน้าแล้วมาทำการผูกกับ Firebase Hosting ได้ โดย Firebase Hosting จะ Provisioning SSL ให้ Custom Domain
5. สามารถพัฒนาเว็บไซต์ได้ทั้งแบบ Static และ Dynamic โดยนอกจากจะทำเว็บไซต์แบบ Static ด้วย HTML, CSS, JS, Images, Fonts และไฟล์อื่นๆ แล้ว หากพัฒนาร่วมกับ Cloud Functions for Firebase จะทำให้ Firebase Hosting สามารถทำเว็บไซต์ที่มีการประมวลผลจาก

เอกสารนี้เป็นแค่ Backend หรือทำ microservice ได้อีกด้วย ศึกษานั่น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

6. สามารถทำ Multiple Site ได้ภายใน Project เดียวของ Firebase ซึ่งบริการนี้จะมีค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมในส่วนของ Blanz Plan
7. สามารถเชื่อมต่อบริการอื่นๆ ใน Firebase เช่น Cloud Functions, Authentication, Firestore, RTDB, Cloud Messaging และ Storage
8. พัฒนาเว็บไซต์ได้โดยไม่จำเป็นต้องลง IDE
9. มีความสะดวกในการทดสอบระบบเว็บไซต์ โดยสามารถสั่ง Run เว็บไซต์ในเครื่อง Local ผ่านคำสั่ง “firebase serve” ใน Terminal หรือ Command Line เท่านั้น
10. Firebase Hosting ทำการเก็บ Revision ในทุกการ Deploy ซึ่งเป็นประโยชน์สำหรับการเกิดข้อผิดพลาดหรือผู้พัฒนาต้องการย้อนกลับไป Version เดิมก็สามารถทำได้โดยการเลือก Rollback ในส่วนของ Firebase Console

#### 2.14.2 ขั้นตอนการใช้ Firebase Hosting เบื้องต้น

1. สร้างโปรเจกต์ใน Firebase
2. ติดตั้ง Node.js และ npm จากนั้นทำการตรวจสอบ Version ของ Node และ npm ที่ได้ทำการติดตั้งมา โดยใช้คำสั่งใน Terminal หรือ Command Line แสดงดังรูปที่ 2.49

```
node --version
npm --version
```

รูปที่ 2.49 คำสั่งตรวจสอบ Version ของ Node และ npm

3. ติดตั้ง Firebase CLI โดยใช้คำสั่งที่แสดงดังรูปที่ 2.50 ใน Terminal หรือ Command Line

```
npm install -g firebase-tools
```

รูปที่ 2.50 คำสั่งติดตั้ง Firebase CLI

4. ทำการ Initialize Project โดยใช้คำสั่งใน Terminal หรือ Command Line แสดงดังรูปที่ 2.51 โดยเมื่อ Browser เปิดขึ้นมาให้ทำการ Login ด้วย Account เดียวกับ Project ที่สร้างใน Firebase จากนั้นให้ทำการสร้าง Directory ที่เก็บไฟล์และ Shell เข้าไปที่ Directory นั้น แสดงดังรูปที่ 2.52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
firebase login
```

รูปที่ 2.51 คำสั่ง Initialize Project

```
mkdir Hosting
cd Hosting/
```

รูปที่ 2.52 คำสั่งสร้างและชี้ Directory

5. เมื่อเข้าไปที่ Directory ที่ต้องการแล้ว จากนั้นใช้คำสั่งที่แสดงดังรูปที่ 2.53

```
firebase init
```

รูปที่ 2.53 คำสั่งติดตั้งและสร้างไฟล์ที่จำเป็นเบื้องต้นสำหรับ Firebase Hosting

6. เลือก Feature ที่ต้องการใช้งานสำหรับ Firebase CLI โดยเลือก Hosting แล้วกด Enter จากนั้นทำการเลือก Project ที่มีใน Firease Console และกด Enter แสดงดังรูปที่ 2.54 และ 2.55 ตามลำดับ

```
TH-LW11065-M:Hosting jirawatk$ firebase init

#####
##
#####
##
##

You're about to initialize a Firebase project in this directory:

/Users/jirawatk/Desktop/Hosting

? Which Firebase CLI features do you want to setup for this folder? Press Space
to select features, then Enter to confirm your choices.
   Database: Deploy Firebase Realtime Database Rules
   Firestore: Deploy rules and create indexes for Firestore
   Functions: Configure and deploy Cloud Functions
  >  Hosting: Configure and deploy Firebase Hosting sites
   Storage: Deploy Cloud Storage security rules
```

รูปที่ 2.54 Firebase CLI Features

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

=== Project Setup

First, let's associate this project directory with a Firebase project.
You can create multiple project aliases by running firebase use --add,
but for now we'll just set up a default project.

? Select a default Firebase project for this directory:
[don't setup a default project]
> fir-devday (FirebaseDevDay)
jirawatee-108d7 (Jirawatee)
line-bot-93f4e (LINE-Bot)
onboarding-3f4ce (Onboarding)
[create a new project]

```

รูปที่ 2.55 เลือก Project Setup

7. ทำการสร้างชื่อ Folder โดย Firebase CLI แนะนำชื่อ public มาให้ จากนั้นให้กด Enter ต่อมาจะพบคำถามว่าให้ทำการ Rewrite URL ทั้งหมดไปที่ index.html หรือไม่ ซึ่ง Firebase CLI แนะนำให้ตอบ No จากนั้นให้กด Enter แสดงดังรูปที่ 2.56

```

=== Hosting Setup

Your public directory is the folder (relative to your project directory) that
will contain Hosting assets to be uploaded with firebase deploy. If you
have a build process for your assets, use your build's output directory.

? What do you want to use as your public directory? public
? Configure as a single-page app (rewrite all urls to /index.html)? No
✓ Wrote public/404.html
✓ Wrote public/index.html

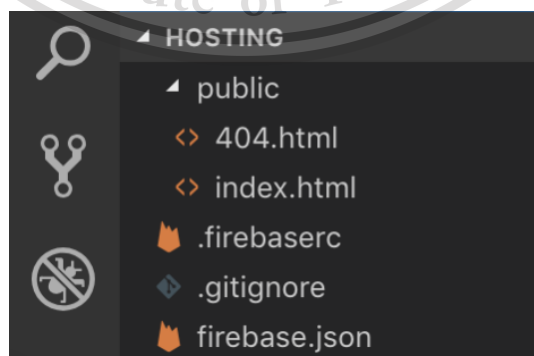
i Writing configuration info to firebase.json...
i Writing project information to .firebaserc...
i Writing gitignore file to .gitignore...

✓ Firebase initialization complete!

```

รูปที่ 2.56 ขั้นตอนการตั้งชื่อ Folder และเลือก Single-Page App

8. เมื่อทำการติดตั้งเรียบร้อยแล้ว จะปรากฏ Folder แสดงดังรูปที่ 2.57



รูปที่ 2.57 Folder ที่ได้จากการติดตั้ง Firebase CLI โดยใช้ Firebase Hosting

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

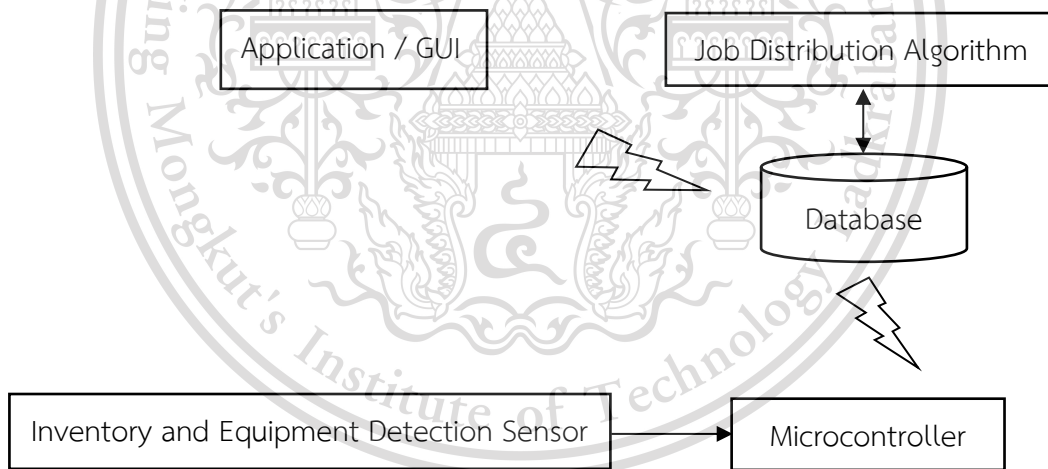
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### บทที่ 3

#### การออกแบบและการจัดทำปฏิญานิพนธ์

ปฏิญานิพนธ์นี้ได้ออกแบบระบบแจกงานและจัดการทรัพยากรเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการใช้ทรัพยากรบุคคล, วัสดุคงคลังและเครื่องมือต่างๆ ขององค์กรโดยบล็อกไดอะแกรมของระบบ แสดงดังรูปที่ 3.1 ซึ่งประกอบด้วยอัลกอริธึมทางคณิตศาสตร์เพื่อคำนวณหาวิธีแจกงานที่เหมาะสมที่สุดให้แก่พนักงานในการออกพื้นที่ปฏิบัติงานต่างๆ, อัลกอริธึมทางคณิตศาสตร์เพื่อคำนวณประสิทธิภาพการทำงานของพนักงาน, ฐานข้อมูลสำหรับเก็บข้อมูลของพนักงาน ลูกค้าและเครื่องมือ, เว็บไซต์และแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์สำหรับพนักงานและลูกค้าเพื่อเข้าถึงการแสดงผลการแจกงาน และแบบจำลองการจัดการวัสดุคงคลังและเครื่องมือโดยใช้เซนเซอร์ตรวจสอบสถานะ เพื่อจัดสรรการใช้งานทรัพยากรของบริษัทได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งปฏิญานิพนธ์นี้ใช้บริษัทติดตั้งอินเทอร์เน็ตเป็นกรณีศึกษา เพื่อทำการระบุขอบเขตชนิดของงาน, ตัวอย่างวัสดุคงคลังและเครื่องมือ



รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมของระบบแจกงานและจัดการทรัพยากร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### 3.1 การออกแบบ

ระบบที่นำเสนอดังกล่าวได้ทำการออกแบบ โดยมีรายละเอียดดังที่จะกล่าวตามลำดับต่อไปนี้

#### 3.1.1 การออกแบบและพัฒนาแอปพลิเคชัน

สำหรับแอปพลิเคชัน จะออกแบบเพื่อรองรับการใช้งานสำหรับลูกค้าและพนักงานของบริษัท โดยมีรายละเอียดการออกแบบดังนี้

##### 3.1.1.1 การสร้างหน้าแอปพลิเคชันหลัก

เมื่อทำการเปิดแอปพลิเคชันจะปรากฏหน้าแรกของแอปพลิเคชัน ดังแสดงในรูปที่ 3.2 จะปรากฏเมนูให้เลือกประเภทของผู้ใช้งานว่าเป็นพนักงาน (Technician) หรือลูกค้า (Customer) ดังแสดงในรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.2 หน้าแรกของแอปพลิเคชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.3 เมนูเลือกประเภทของผู้ใช้งาน

#### 3.1.1.2 การสร้างหน้าแอปพลิเคชันที่ใช้งานสำหรับลูกค้า

หากเลือกผู้ใช้งานเป็นลูกค้าจะแสดงหน้า Customer Login ดังแสดงในรูปที่ 3.4 สำหรับลูกค้าเก่าที่เคยมีประวัติการลงทะเบียนในแอปพลิเคชันมาก่อนแล้วสามารถกรอกอีเมลและรหัสผ่านเพื่อทำการเข้าสู่ระบบได้ สำหรับลูกค้าใหม่สามารถกดที่ข้อความ “Create Account” ด้านล่าง เพื่อทำการกรอกประวัติและลงทะเบียนก่อนการใช้งาน ดังแสดงในรูปที่ 3.5

หลังจากทำการเข้าสู่ระบบแล้วจะเชื่อมต่อไปยังหน้าต่างแสดงชื่อและโลโก้ของแอปพลิเคชัน ลูกค้าสามารถไปยังหน้าต่างการใช้งานต่างๆ ได้โดยการกดแถบด้านบนที่อยู่ทางซ้ายมือในหน้าแสดงชื่อและโลโก้ของแอปพลิเคชัน ดังแสดงในรูปที่ 3.6 ซึ่งแถบเมนูจะประกอบไปด้วย 1. Home 2. Customer Profile 3. Job Request 4. Pending Job 5. Job History และ 6. Suggestion ดังแสดงในรูปที่ 3.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

รูปที่ 3.4 หน้า Customer Login สำหรับลูกค้าเก่าที่มีประวัติในฐานข้อมูล

รูปที่ 3.5 Registration Form สำหรับกรอกข้อมูลของลูกค้าใหม่

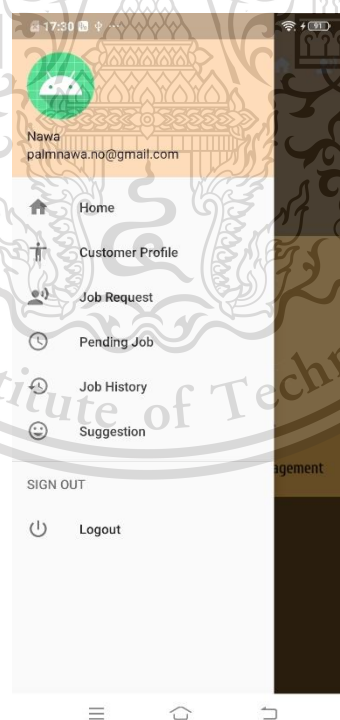
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.6 หน้าต่างแสดงชื่อและโลโก้ของแอปพลิเคชัน



รูปที่ 3.7 แถบเมนูที่อยู่ในหน้าต่างแสดงชื่อและโลโก้ของแอปพลิเคชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เมื่อทำการเลือกแถบเมนู Home ดังแสดงในรูปที่ 3.8 จะทำการเชื่อมต่อไปที่หน้า Home ซึ่งจะแสดงข้อมูลรายละเอียดต่างๆ ของผู้จัดทำ ประกอบไปด้วย 1. สถานที่จัดทำปริญญา นิพนธ์ 2. เบอร์โทรศัพท์ และ 3. Email ดังแสดงในรูปที่ 3.9 และเมื่อทำการกดที่แผนที่ที่จะเชื่อมโยงไปยังเว็บไซต์ของ Google Maps ดังแสดงในรูปที่ 3.10



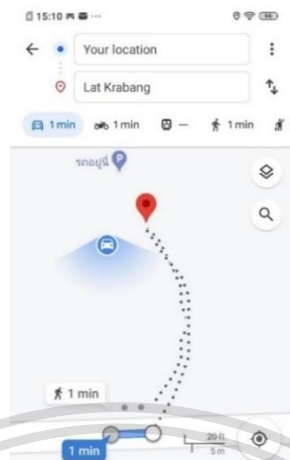
รูปที่ 3.8 แถบเมนู Home

รูปที่ 3.9 หน้า Home ที่เชื่อมต่อกับแถบเมนู Home

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

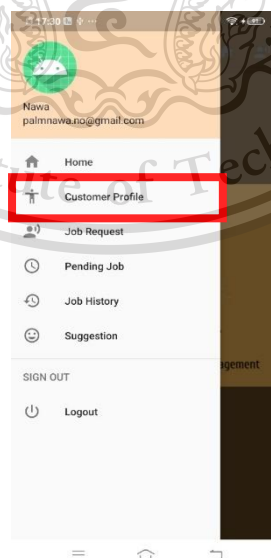
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.10 แผนที่ที่เชื่อมโยงไปยังเว็บไซต์ของ Google Maps

ในส่วนของแถบเมนู Customer Profile ดังแสดงในรูปที่ 3.11 จะทำการเชื่อมโยงหน้า Customer Profile ซึ่งจะแสดงข้อมูลของลูกค้า ดังนี้ 1. First Name 2. Last Name 3. Email และมีปุ่ม Update เพื่อให้ลูกค้าสามารถทำการเปลี่ยนแปลงข้อมูลส่วนตัวได้ ดังแสดงในรูปที่ 3.12 เมื่อทำการกดปุ่ม Update จะปรากฏแบบฟอร์มให้ลูกค้าแก้ไขข้อมูล ดังแสดงในรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.11 แถบเมนู Customer Profile

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานภายในเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Customer Profile

Customer ID : 3W60CP

First Name :  
**Nawa**

Last Name :  
**Oummepetch**

Email :  
**palmnawa.no@gmail.com**

UPDATE

Update Profile

Customer Contact

Nawa Oummepetch

0955279919 Male

Customer Address

1 Rama

5 Khanna Yao

Khanna Yao Bangkok

10230

UPDATE

รูปที่ 3.12 หน้า Customer Profile ที่เชื่อมต่อกับแถบเมนู Customer Profile

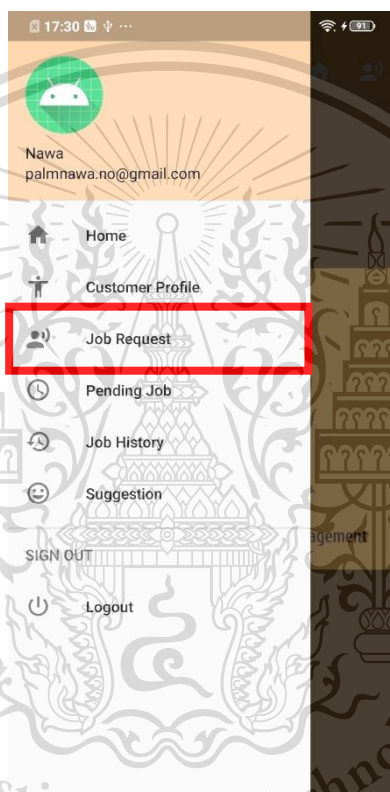
รูปที่ 3.13 แบบฟอร์มการ Update ข้อมูลของลูกค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ในส่วนของแถบเมนู Job Request ดังแสดงในรูปที่ 3.14 จะทำการเชื่อมต่อไปที่หน้า Job Request ลูกค้าสามารถทำการกรอกรายละเอียดต่างๆ สำหรับการร้องขอบริการได้จากหน้านี้ โดยรายละเอียดที่ต้องกรอกข้อมูล ได้แก่ 1. Contact Person 2. Phone Number 3. Needed Services 4. Available Date 5. Available Time 6. Job ID 7. Job Detail 8. Location ดังแสดงในรูปที่ 3.15 และเมื่อทำการกดที่ปุ่ม Select Location จะสามารถทำการปักหมุดตำแหน่งของงานได้โดยเชื่อมโยงไปยังเว็บไซต์ของ Google Maps ดังแสดงในรูปที่ 3.16



รูปที่ 3.14 แถบเมนู Job Request

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Job Request Form

Customer Name

Customer Contact

Select Needed S..

Available Date

SELECT DATE

Select Available..

Job Detail

Latitude

Longitude

SELECT LOCATION

Select Needed Service :

- Maintenance
- Installation
- Problem Fixing
- Design Network

2021  
Tue, Mar 16

March 2021

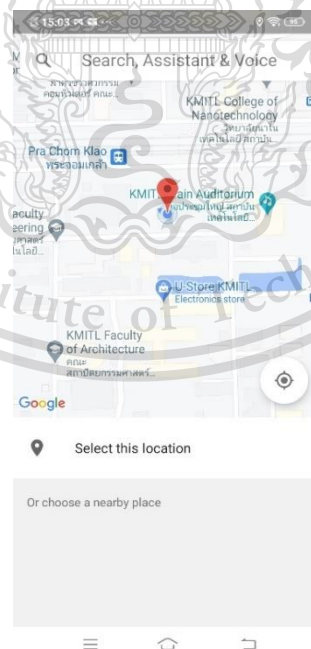
S	M	T	W	T	F	S
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			

CANCEL OK

Select Available Time :

- Morning (9:00 AM - 12:00 PM)
- Afternoon (13:00 PM - 17:00 PM)

รูปที่ 3.15 หน้า Job Request ที่เชื่อมต่อกับแถบเมนู Job Request



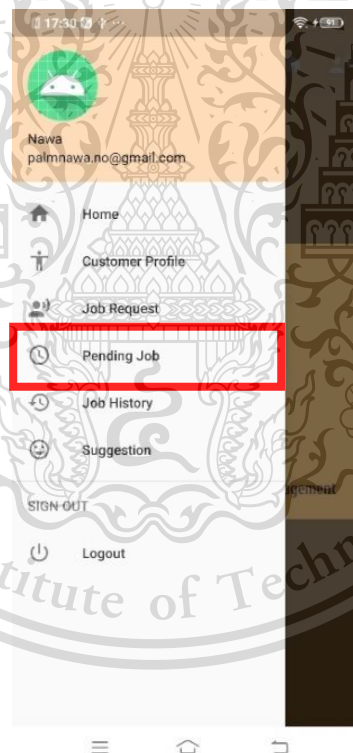
รูปที่ 3.16 ปักหมุดตำแหน่งงานโดยเชื่อมโยงไปยังเว็บไซต์ของ Google Maps

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ในส่วนของแถบเมนู Pending Job ดังแสดงในรูปที่ 3.17 จะทำการเชื่อมต่อไปที่ หน้า Pending Job ซึ่งจะแสดงข้อมูลให้เห็น 4 ส่วน ในรูปแบบของรายการ คือ 1. Job ID 2. Available Date 3. Available Time และ 4. Job Status ดังแสดงในรูปที่ 3.18 ซึ่ง Job Status จะมี 2 สถานะคือ 1. SUCCESSFUL Please check... เพื่อให้ลูกค้ารับทราบว่างานที่ร้องขอ พนักงานแจ้งว่าเสร็จแล้ว ให้ทำการเข้าไปกดปุ่ม Done เพื่อบันทึก Finished Date และ Finished Time จากลูกค้าและผลงานใน Pending Job เมื่อกดไปที่รายการของ Job ID ในกรณีที่ Job Status คือ SUCCESSFUL Please check... จะแสดงหน้ารายละเอียดงานของ Job ID ดังแสดงในรูปที่ 3.19 และ 2. IN QUEUE... เพื่อให้ลูกค้าทราบว่างานที่ร้องขอ ยังไม่มีการแจ้งจากพนักงานว่า งานเสร็จ และเมื่อกดไปที่รายการของ Job ID ในกรณีที่ Job Status คือ IN QUEUE จะแสดงหน้า รายละเอียดงานของ Job ID ดังแสดงในรูปที่ 3.20

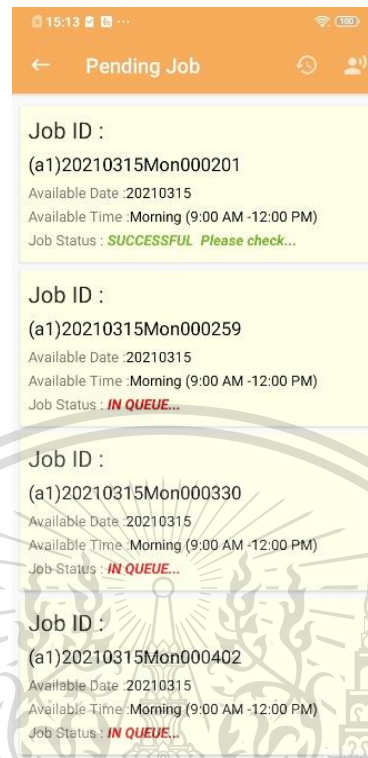


รูปที่ 3.17 แถบเมนู Pending Job

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.18 หน้า Pending Job ที่เชื่อมต่อกับแถบเมนู Pending Job

ในส่วนของแถบเมนู Job History ดังแสดงในรูปที่ 3.21 จะทำการเชื่อมต่อไปที่หน้างานที่เสร็จสิ้นแล้ว โดยรายละเอียดที่แสดง มีดังนี้ 1. Job ID 2. Finished Date และ 3. Finished Time ดังแสดงในรูปที่ 3.22 โดยสามารถกดไปที่รายการของ Job ID นั้นๆ ได้ ซึ่งจะแสดงรายละเอียดงานของ Job ID นั้นๆ ดังแสดงในรูปที่ 3.23

ในส่วนของแถบเมนู Suggestion ดังแสดงในรูปที่ 3.24 จะทำการเชื่อมต่อไปที่หน้า Suggestion ซึ่งจะแสดงแบบฟอร์มให้ลูกค้ากรอกข้อความแสดงความคิดเห็น ดังแสดงในรูปที่ 3.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

14:58

← Job Description

Job ID :

(a1)20210315Mon000201

Contact Person :

Nawa Oumpeetch

Phone Number :

0955279919

Needed Services :

Problem Fixing

Available Date : Available Time :

20210315 Morning (9:00 AM -12:00 PM)

Job Detail :

อินเทอร์เน็ตหลุด, ไฟ PON ชั้นสีแดง

Location :

13.858638173707297  
100.62448622658849

Ramintra Rd Home goods store  
Foodland  
Soi 4  
Soi 2  
PAN THONG VILLAGE  
หมู่บ้าน  
ปิ่นทอง  
Ease.F  
Google

รูปที่ 3.19 หน้า Job ID แสดงรายละเอียดงานที่ลูกค้าได้ส่งคำร้องขอไป  
กรณี Job Status คือ SUCCESSFUL Please check...

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.20 หน้า Job ID แสดงรายละเอียดงานที่ลูกค้าได้ส่งคำร้องขอไป  
กรณี Job Status คือ IN QUEUE...

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.22 หน้า Job History ที่เชื่อมต่อกับแถบเมนู Job History

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

15:42 100%

← Job Description

Job ID :

(a1)20210315Mon000201

Contact Person :

Nawa Oummeetch

Phone Number :

0955279919

Needed Services :

Problem Fixing

Finished Date : Finished Time :

20210315 14:52

Job Detail :

อินเทอร์เน็ตหลุด, ไฟ PON ขึ้นสีแดง

Location :

13.858638173707297  
100.62448622658849

Map showing location: PAN THONG VILLAGE หมู่บ้านปันทอง

รูปที่ 3.23 หน้า Job ID แสดงรายละเอียดงานที่เสร็จสิ้นแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.24 แถบเมนู Suggestion

รูปที่ 3.25 หน้า Suggestion ที่เชื่อมต่อกับแถบเมนู Suggestion

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### 3.1.1.3 การสร้างหน้าแอปพลิเคชันที่ใช้งานสำหรับพนักงาน

หากเลือกผู้ใช้งานเป็นพนักงาน จะแสดงหน้า Technician Login ให้พนักงานกรอกอีเมลและรหัสผ่านเพื่อเข้าสู่ระบบ ดังแสดงในรูปที่ 3.26 เมื่อทำการเข้าสู่ระบบจะเชื่อมต่อไปยังหน้าต่างแสดงชื่อและโลโก้ของแอปพลิเคชัน ดังแสดงในรูปที่ 3.27



รูปที่ 3.26 หน้า Technician Login



รูปที่ 3.27 หน้าต่างแสดงชื่อและโลโก้ของแอปพลิเคชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานี้เท่านั้น เมื่อผู้ดูแลเห็นหน้าไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

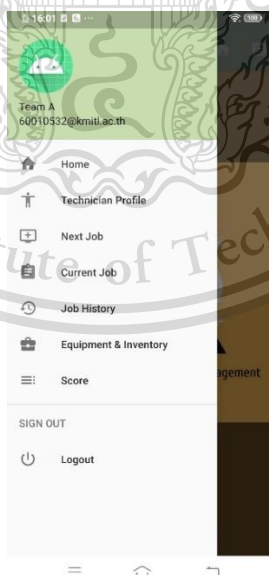
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

พนักงานสามารถไปยังหน้าต่างการใช้งานต่างๆ ได้โดยการกดแถบเมนูด้านบนที่อยู่ทางซ้ายมือที่อยู่ในหน้าต่างแสดงชื่อและโลโก้ของแอปพลิเคชัน ดังแสดงในรูปที่ 3.28 ซึ่งแถบเมนูจะประกอบไปด้วย 1. Home 2. Technician Profile 3. Next Job 4. Current Job 5. Job History 6. Equipment & Inventory และ 7. Score ดังแสดงในรูปที่ 3.29



รูปที่ 3.28 ตำแหน่งแถบเมนูที่อยู่ในหน้าต่างแสดงชื่อและโลโก้ของแอปพลิเคชัน



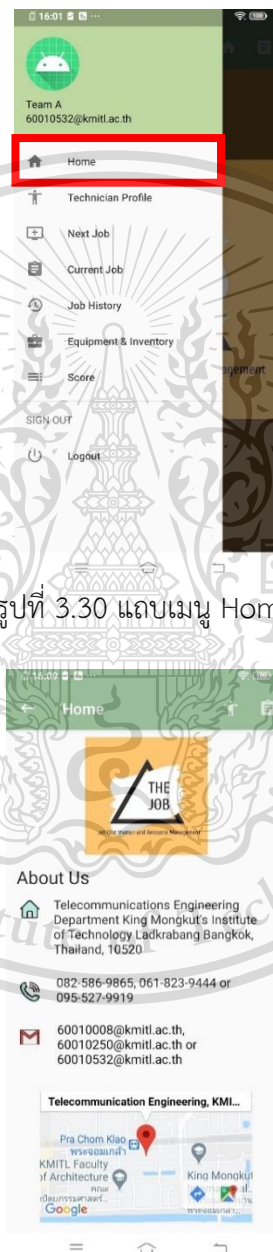
รูปที่ 3.29 แถบเมนูที่อยู่ในหน้าต่างแสดงชื่อและโลโก้ของแอปพลิเคชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เมื่อทำการเลือกแถบเมนู Home ดังแสดงในรูปที่ 3.30 จะทำการเชื่อมต่อไปที่หน้า Home ซึ่งจะแสดงข้อมูลรายละเอียดต่างๆ ของผู้จัดทำ ประกอบไปด้วย 1. สถานที่จัดทำปริญญา นิพนธ์ 2. เบอร์โทรศัพท์ และ 3. Email ดังแสดงในรูปที่ 3.31 และเมื่อทำการกดที่แผนที่ที่จะเชื่อมโยงไปยังเว็บไซต์ของ Google Maps ดังแสดงในรูปที่ 3.32



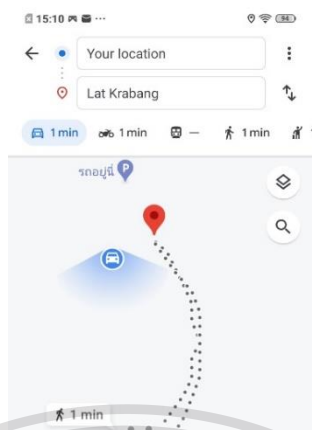
รูปที่ 3.30 แถบเมนู Home

รูปที่ 3.31 หน้า Home ที่เชื่อมต่อกับแถบเมนู Home

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

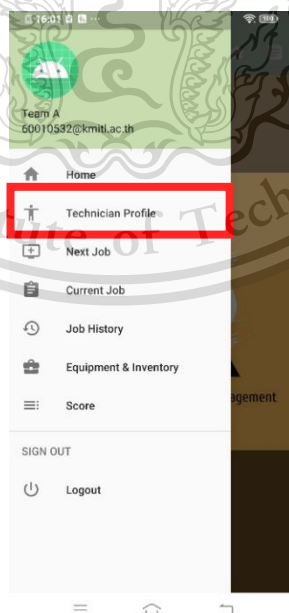
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.32 แผนที่ที่เชื่อมโยงไปยังเว็บไซต์ของ Google Maps

เมื่อทำการกดแถบเมนู Technician Profile ดังแสดงในรูปที่ 3.33 จะแสดงข้อมูลของทีมพนักงาน โดยรายละเอียดที่แสดง มีดังนี้ 1. Leader 2. Member และ 3. Email ดังแสดงในรูปที่ 3.34



รูปที่ 3.33 แถบเมนู Technician Profile

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

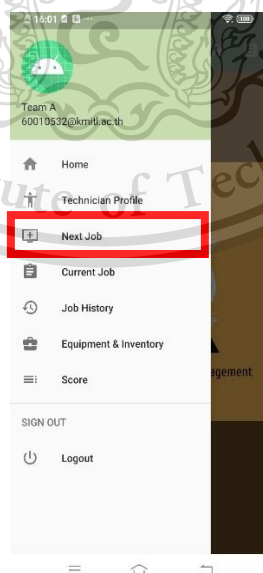
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.34 หน้า Technician Profile

เมื่อกดแถบเมนู Next Job ดังแสดงในรูปที่ 3.35 จะเชื่อมต่อไปยังหน้า Next Job ซึ่งจะแสดงงานที่ต้องทำต่อหลังจากเสร็จสิ้นงานที่ทำอยู่ปัจจุบัน โดยจะแสดงข้อมูลต่างๆ เกี่ยวกับงาน ดังนี้ 1. Schedule Time 2. Contact Person 3. Phone Number 4. Job Detail และ 5. Location ดังแสดงในรูปที่ 3.36 และเมื่อทำการกดที่แผนที่จะเชื่อมไปยังเว็บไซต์ของ Google Maps ดังแสดงในรูปที่ 3.37

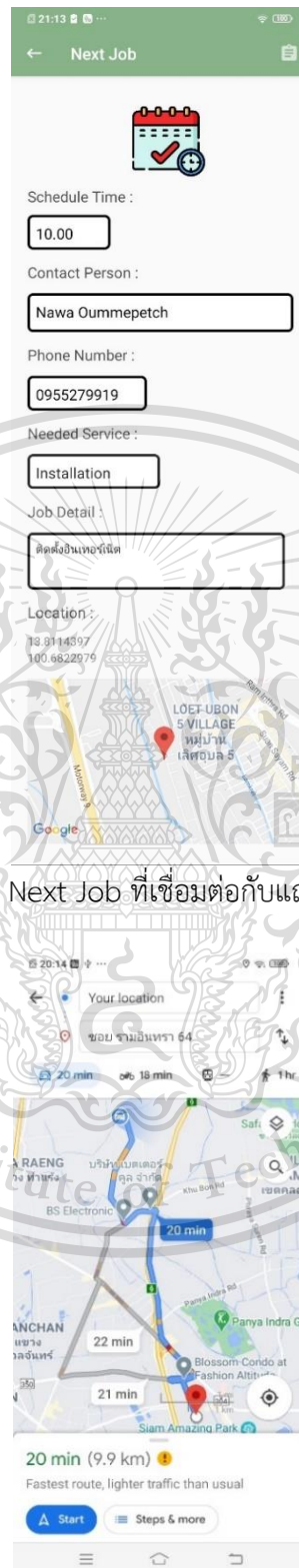


รูปที่ 3.35 แถบเมนู Next Job

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเฉพาะที่นักเรียนได้อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



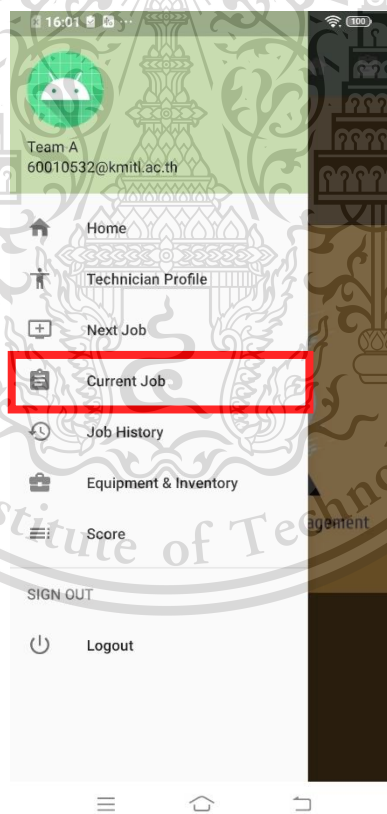
รูปที่ 3.36 หน้า Next Job ที่เชื่อมต่อกับแถบเมนู Next Job

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับรูปที่ 3.37 แผนที่เชื่อมโยงไปยังเว็บไซต์ของ Google Maps  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

แถบเมนู Current Job ดังแสดงในรูปที่ 3.38 เมื่อกดเลือกแล้วจะเชื่อมต่อไปยังหน้า Current Job ซึ่งจะแสดงรายละเอียดงานที่ทำอยู่ ณ ปัจจุบัน ในกรณีที่ม้งานใน Current Job หน้า Current Job จะมีปุ่ม Done เพื่อให้พนักงานกดเมื่องานเสร็จ ดังแสดงในรูปที่ 3.39 และในกรณีที่ไม่มีงานใน Current Job หน้า Current Job จะไม่มีปุ่ม Done แสดงดังรูปที่ 3.40 ในหน้านี้พนักงานสามารถกดปุ่มโทรออกที่อยู่ด้านล่างปุ่ม Done เพื่อทำการติดต่อกับลูกค้าได้ 2 ทางคือเบอร์โทรศัพท์ และ Email ดังแสดงในรูปที่ 3.41 โดยปุ่มที่มีลักษณะเป็นโทรศัพท์จะเชื่อมต่อไปยังการโทรออกด้วยโทรศัพท์ของพนักงาน ดังแสดงในรูปที่ 3.42 และปุ่มที่มีลักษณะเป็นซองจดหมาย จะทำการเชื่อมต่อไปยังการส่ง Email จากโทรศัพท์ของพนักงาน ดังแสดงในรูปที่ 3.43 นอกจากนี้จะมีช่อง Expected Finish Time ให้พนักงานกรอกเวลาที่คาดว่าจะทำงานสำเร็จ โดยการกดที่ปุ่ม Select เพื่อทำการเลือกเวลา ดังแสดงในรูปที่ 3.44 เมื่อพนักงานกรอกเวลาแล้ว ให้กดปุ่ม Submit หากพนักงานทำงานเสร็จสิ้นให้กดปุ่ม Done



รูปที่ 3.38 แถบเมนู Current Job

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

16:41

← Current Job

**DONE**

Schedule Time :  
09:29

Contact Person :  
Nawa Oummeetch

Phone Number :  
0955279919

Needed Service :  
Problem Fixing

Job Detail :  
อินเทอร์เน็ตหลุด, ไฟ PON ชั่วเสียดัง

Location (Latitude, Longitude) :  
13.897129430243763  
100.68216679617763

Time remaining : 20:10

Expected Finish Time : .: .: SELECT

SUBMIT

รูปที่ 3.39 หน้า Current Job ที่เชื่อมต่อกับแถบเมนู Current Job  
กรณีงานใน Current Job

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

16:36

← Current Job

Schedule Time :

Contact Person :

Phone Number :

Needed Service :

Job Detail :

Location (Latitude, Longitude) :  
 13.871559642964208  
 100.66664854064584

CHINDA TOWN VILLAGE  
 หมู่บ้าน  
 จินดาทານ

Time remaining : 20:10

Expected Finish Time :  SELECT

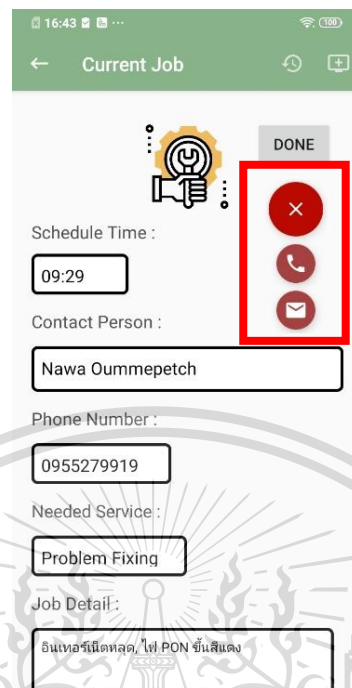
SUBMIT

รูปที่ 3.40 หน้า Current Job ที่เชื่อมต่อกับแถบเมนู Current Job  
 กรณีไม่มีงานใน Current Job

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.41 ปุ่มที่เชื่อมต่อไปยังการติดต่อด้วยโทรศัพท์และอีเมลระหว่างพนักงานกับลูกค้า

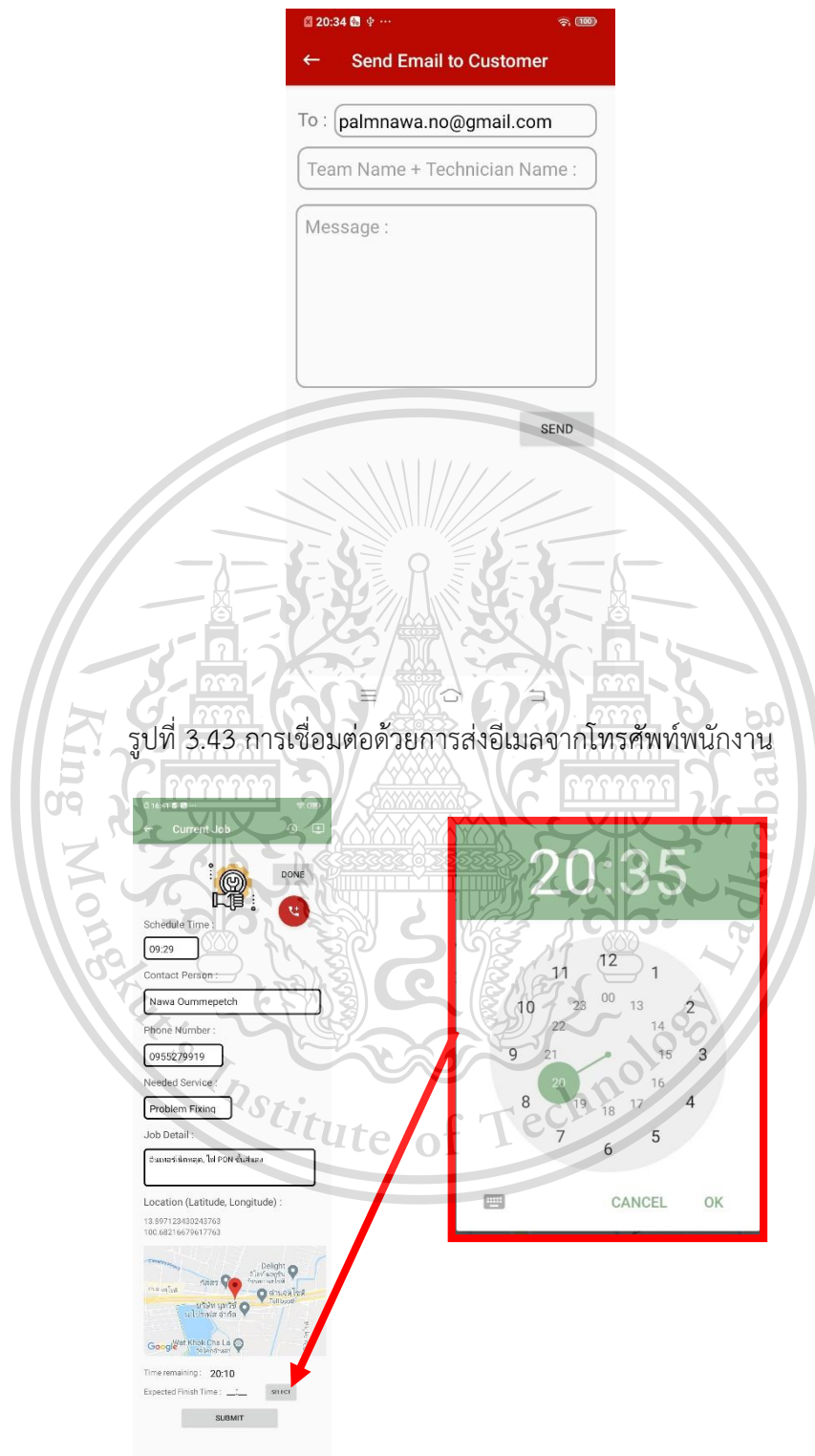


รูปที่ 3.42 การเชื่อมต่อด้วยการโทรออกจากโทรศัพท์พนักงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาดูเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.43 การเชื่อมต่อด้วยการส่งอีเมลจากโทรศัพท์พนักงาน

รูปที่ 3.44 กดปุ่ม Select เพื่อเลือกช่วงเวลา Expected Finish Time

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ในส่วนของแถบเมนู Job History ดังแสดงในรูปที่ 3.45 จะทำการเชื่อมต่อไปที่หน้าแสดงรายการงานที่ทำเสร็จสิ้นแล้ว โดยรายละเอียดที่แสดง มีดังนี้ 1. Job ID 2. Finished Date และ 3. Finished Time ดังแสดงในรูปที่ 3.46 โดยสามารถกดไปที่รายการของ Job ID นั้นๆ ได้ ซึ่งจะแสดงรายละเอียดงานของ Job ID นั้นๆ ดังแสดงในรูปที่ 3.47



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ในรูปที่ 3.46 หน้า Job History ที่เชื่อมต่อกับแถบเมนู Job History ใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Job ID :

(a1)20210315Mon000330

Contact Person :

Nawa Oummepetch

Phone Number :

0955279919

Needed Services :

Problem Fixing

Finished Date : Finished Time :

20210315 18:33

Job Detail :

อินเทอร์เน็ตหลุด, ไฟ PON ขึ้นสีแดง

Location :

13.897123430243763  
100.68216679617763

This is Customer location.

Google

รูปที่ 3.47 หน้า Job ID แสดงรายละเอียดงานที่เสร็จแล้ว ในส่วนของ Job History

ในแถบเมนู Equipment & Inventory ดังแสดงในรูปที่ 3.48 เมื่อทำการเลือกแถบ Equipment & Inventory จะแสดงรายการของวัสดุทั้งหมดที่อยู่ในคลัง โดยรายการวัสดุในคลังมี 2 ประเภท คือ 1. เครื่องมือ (Equipment) และ 2. วัสดุคงคลัง (Inventory) รายการของวัสดุที่จำลองขึ้นเพื่อใช้ในกรณีศึกษาประเภทเครื่องมือประกอบไปด้วย 1. Spectrum Analyzer 2. Optical Splicer 3. Optical Time Domain Reflectometer (OTDR) และประเภทวัสดุคงคลังประกอบไปด้วย 1. Fiber Optic Cable และ 2. Router ดังแสดงในรูปที่ 3.49

หากพนักงานต้องการยืมวัสดุประเภทเครื่องมือ พนักงานสามารถกดเลือกรายการเครื่องมือที่ต้องการยืม ดังรูปที่ 3.50 ตัวอย่างเช่น ต้องการยืม Spectrum Analyzer ให้ทำการกดเลือกรายการเครื่องมือ Spectrum Analyzer ดังแสดงในรูปที่ 3.51 หลังจากนั้นจะเชื่อมต่อไปยังหน้าให้เลือกช่องจัดเก็บ Spectrum Analyzer ซึ่งจะใช้สีแสดงสถานะของเครื่องมือดังนี้ 1. สีเขียว คือมีเครื่องมืออยู่ในช่อง 2. สีแดง คือไม่มีเครื่องมืออยู่ในช่อง และ 3. สีเหลือง คือเครื่องมือถูกจอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ห้ามมิให้ทำซ้ำ การนำออกจำหน่าย การดัดแปลง การเผยแพร่ หรือการนำออกจำหน่ายโดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

แล้ว ดังแสดงในรูปที่ 3.52 เมื่อกดไปที่ช่องของเครื่องมือที่ยังไม่ถูกจองใช้งานก็จะมีขั้นตอนให้ดำเนินการจองเครื่องมือ ดังแสดงในรูปที่ 3.53

หากพนักงานต้องการใช้วัสดุประเภทวัสดุคงคลัง พนักงานสามารถกดเลือกรายการวัสดุคงคลังที่ต้องการใช้ ดังรูปที่ 3.54 ตัวอย่างเช่น ต้องการใช้ Fiber Optic Cable ให้ทำการกดเลือกรายการวัสดุคงคลัง Fiber Optic Cable หลังจากนั้นจะเชื่อมต่อไปยังหน้าให้เลือกช่องจัดเก็บ Fiber Optic Cable ซึ่งจะมีสีแสดงสถานะเช่นเดียวกับเครื่องมือ ดังแสดงในรูปที่ 3.55 เมื่อกดไปที่ช่องของวัสดุคงคลังที่สามารถทำการจองได้ ก็จะแสดงจำนวนวัสดุคงคลังที่คงเหลืออยู่ในคลังวัสดุ และมีขั้นตอนให้ดำเนินการจองวัสดุคงคลัง ดังแสดงในรูปที่ 3.56

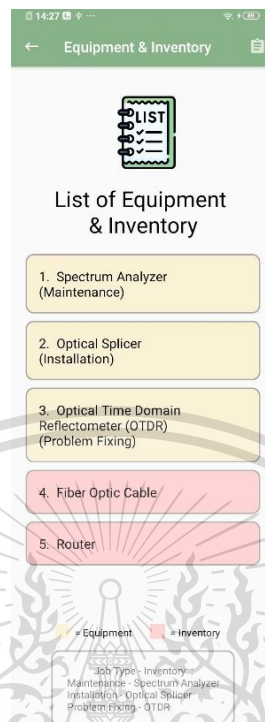


รูปที่ 3.48 แถบเมนู Equipment & Inventory

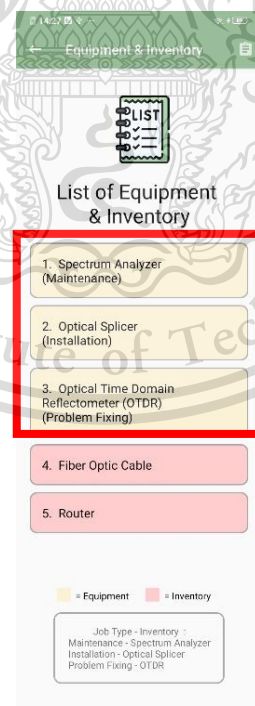
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.49 รายการเครื่องมือและวัสดุคงคลัง ที่เชื่อมต่อกับแถบเมนู Equipment & Inventory



รูปที่ 3.50 รายการวัสดุประเภทเครื่องมือ (Equipment)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.51 ตัวอย่างการเลือกเครื่องมือที่ต้องการยืม

รูปที่ 3.52 หน้าต่างแสดงสถานะวัสดุประเภทเครื่องมือ (Spectrum Analyzer)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.53 หน้าต่างแสดงการยืนยันการจองเครื่องมือ

รูปที่ 3.54 รายการวัสดุประเภทวัสดุคงคลัง (Inventory)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



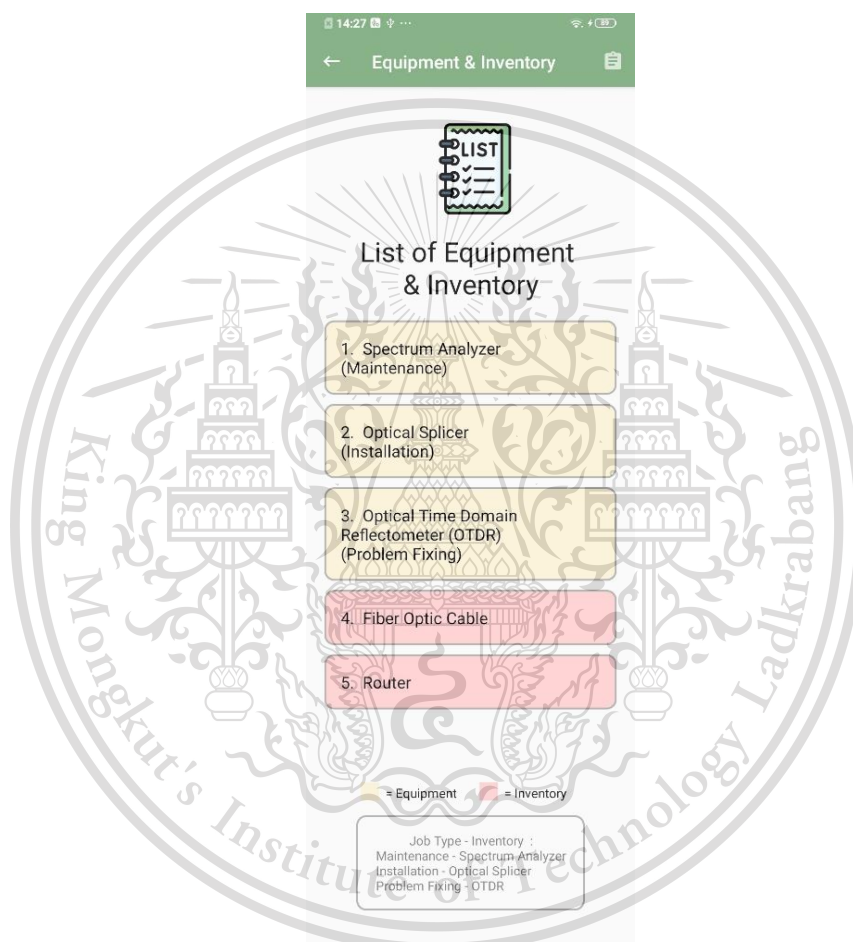
รูปที่ 3.55 หน้าต่างแสดงสถานะวัสดุประเภทวัสดุคงคลัง (Fiber Optic Cable)

รูปที่ 3.56 หน้าต่างแสดงจำนวนวัสดุคงคลังและการยืนยันการจองวัสดุคงคลัง  
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ในหน้าแอปพลิเคชันแสดงรายการเครื่องมือและวัสดุคงคลัง ดังแสดงในรูปที่ 3.57 เมื่อทำการกดปุ่มค้างจะแสดงรูปภาพรายการเครื่องมือและวัสดุคงคลังของรายการที่กดปุ่มเลือก แต่หากกดปุ่มแบบปกติจะแสดงตำแหน่งของเครื่องมือและวัสดุคงคลังในคลังวัสดุขนาด 5 x 4 ช่อง และสถานะของเครื่องมือและวัสดุคงคลัง โดยการแสดงผลการกดปุ่มแบบค้างและแบบปกติ แสดงดังรูปที่ 3.58 - 3.62

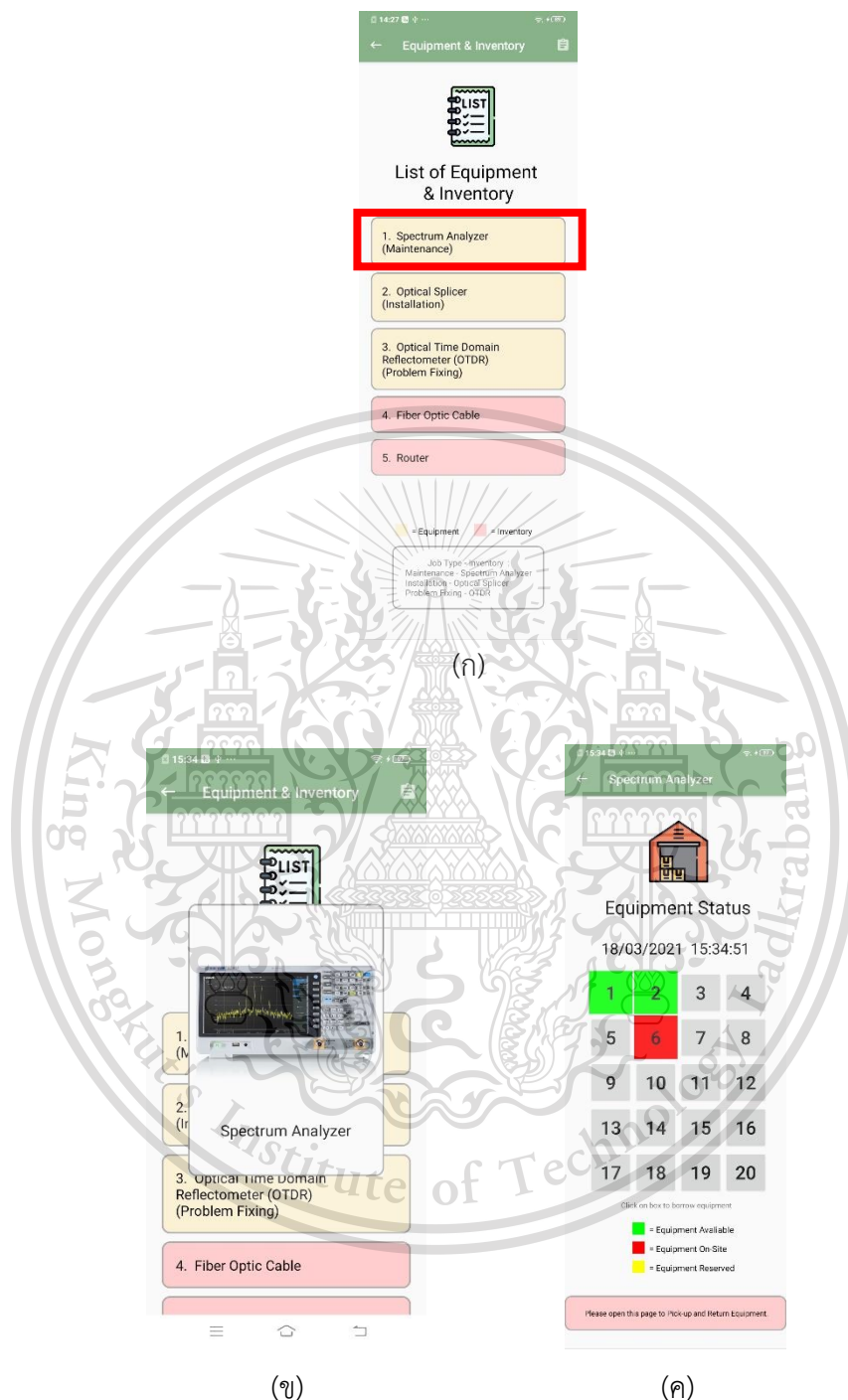


รูปที่ 3.57 หน้าแสดงรายการเครื่องมือและวัสดุคงคลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.58 ตัวอย่างการกดปุ่มรายการเครื่องมือหมายเลข 1 Spectrum Analyzer

(ก) ตำแหน่งในการกดปุ่มรายการวัสดุคงคลังหมายเลข 1

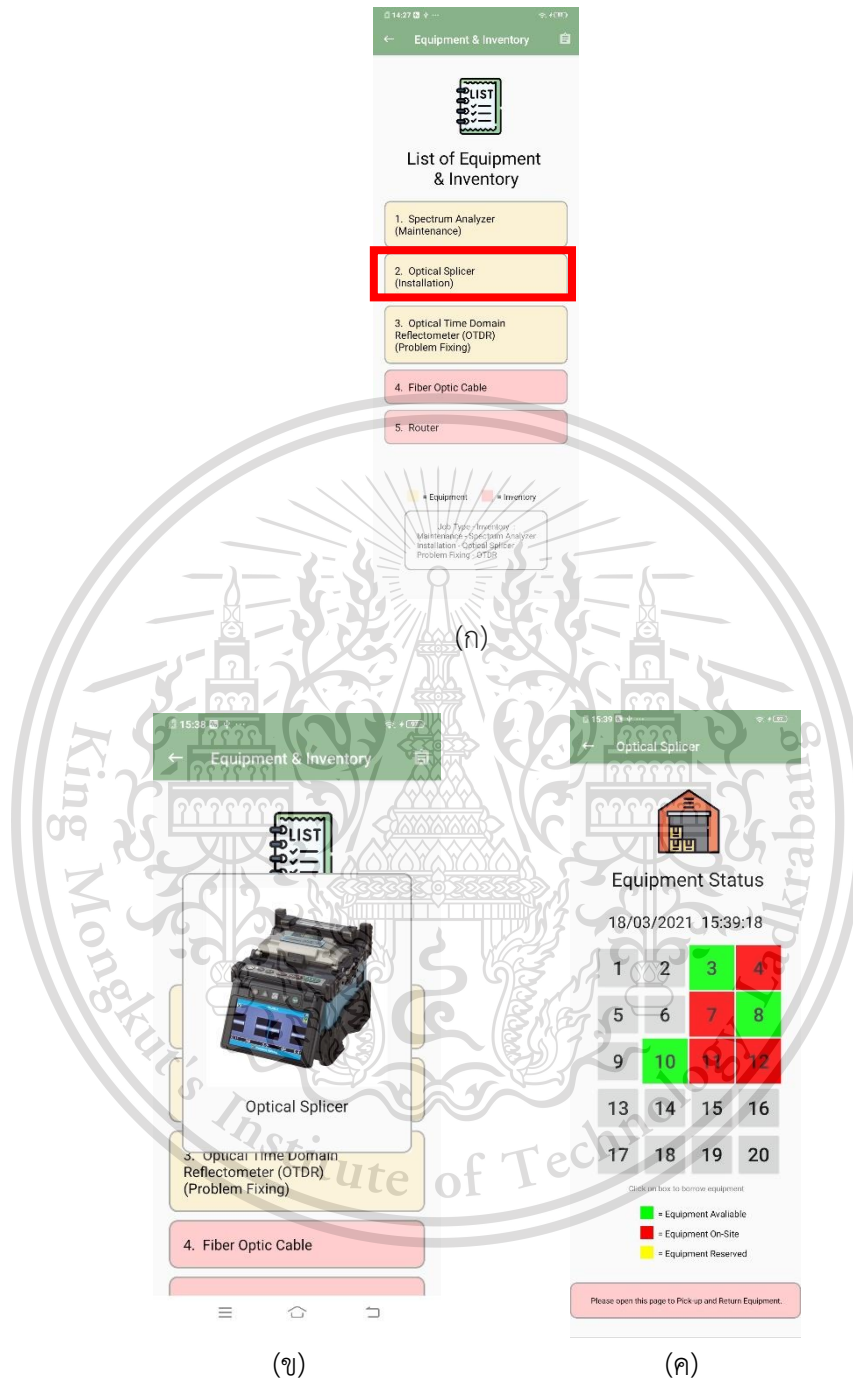
(ข) เมื่อกดปุ่มค้างจะแสดงรูปภาพรายการเครื่องมือหมายเลข 1

(ค) เมื่อกดปุ่มจะแสดงตำแหน่งของเครื่องมือหมายเลข 1 ในคลังวัสดุขนาด 5 x 4 ช่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ห้ามมิให้เผยแพร่หรือใช้เพื่อวัตถุประสงค์ทางการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.59 ตัวอย่างการกดปุ่มรายการเครื่องมือหมายเลข 2 Optical Splicer

(ก) ตำแหน่งในการกดปุ่มรายการเครื่องมือหมายเลข 2

(ข) เมื่อกดปุ่มค้างจะแสดงรูปภาพรายการเครื่องมือหมายเลข 2

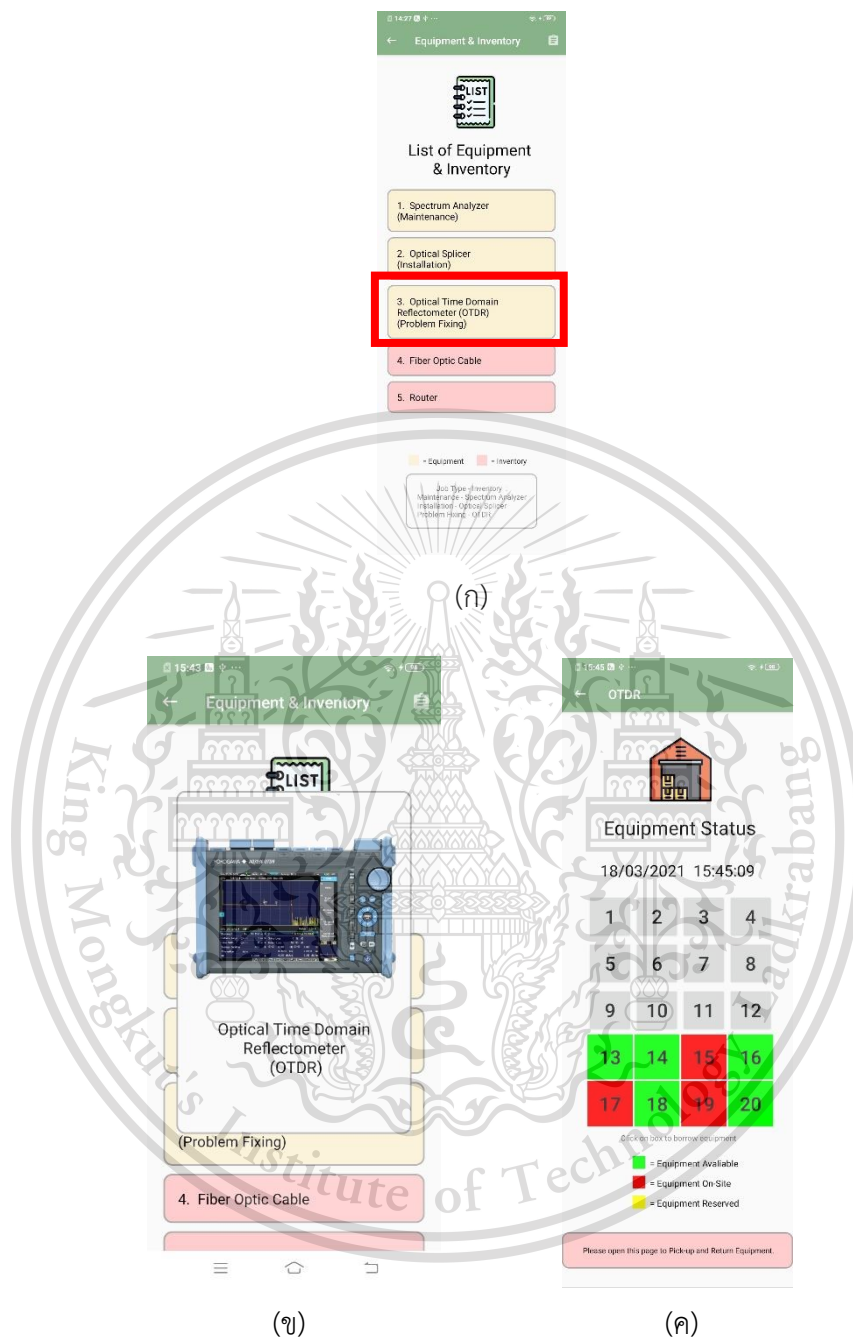
(ค) เมื่อกดปุ่มจะแสดงตำแหน่งของเครื่องมือหมายเลข 2 ในคลังวัสดุขนาด 5 x 4 ช่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น มิใช่เพื่อเผยแพร่สู่สาธารณะ

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.60 ตัวอย่างการกดปุ่มรายการเครื่องมือหมายเลข 3

Optical Time Domain Reflectometer (OTDR)

(ก) ตำแหน่งในการกดปุ่มรายการเครื่องมือหมายเลข 3

(ข) เมื่อกดปุ่มค้างจะแสดงรูปภาพรายการเครื่องมือหมายเลข 3

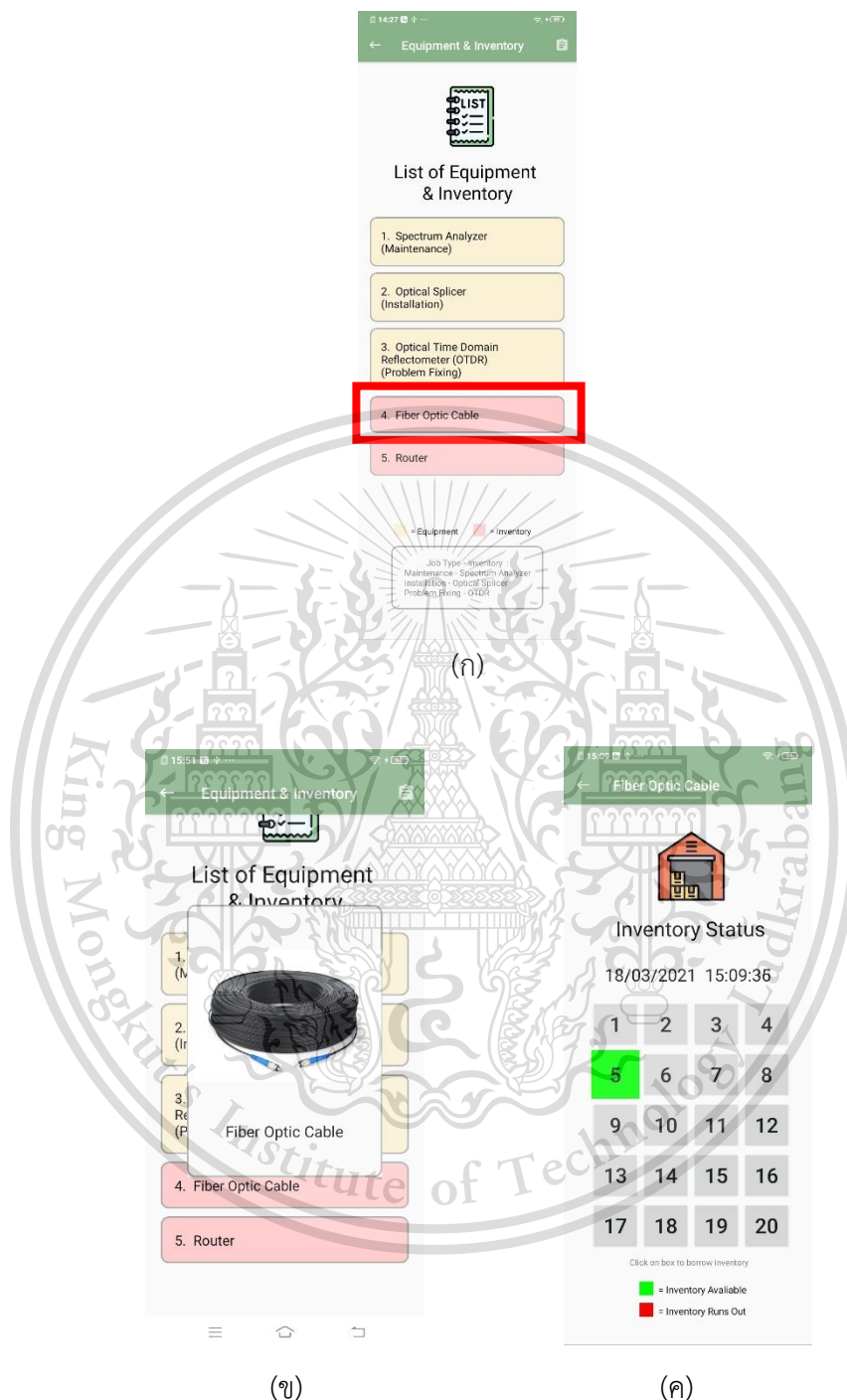
(ค) เมื่อกดปุ่มจะแสดงตำแหน่งของเครื่องมือหมายเลข 3 ในคลังวัสดุขนาด 5 x 4 ช่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น มิใช่เพื่อใช้ในการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.61 ตัวอย่างการกดปุ่มรายการวัสดุคงคลังหมายเลข 4 Fiber Optic Cable

(ก) ตำแหน่งในการกดปุ่มรายการวัสดุคงคลังหมายเลข 4

(ข) เมื่อกดปุ่มค้างจะแสดงรูปภาพรายการวัสดุคงคลังหมายเลข 4

เอกสารนี้เป็นเอกสาร (ค) เมื่อกดปุ่มจะแสดงตำแหน่งของวัสดุคงคลังหมายเลข 4 ในคลังวัสดุขนาด 5 x 4 ช่อง  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

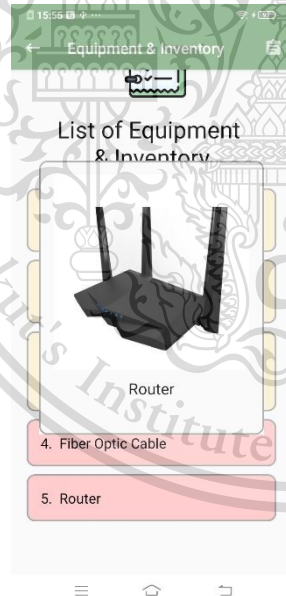
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



Legend:  
 = Equipment    = Inventory  
 Job Type - Inventory:  
 Maintenance - Spectrum Analyzer  
 Installation - Optical Splicer  
 Problem Fixing - OTDR

(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 3.62 ตัวอย่างการกดปุ่มรายการวัสดุคงคลังหมายเลข 5 Router

(ก) ตำแหน่งในการกดปุ่มรายการวัสดุคงคลังหมายเลข 5

(ข) เมื่อกดปุ่มค้างจะแสดงรูปภาพรายการวัสดุคงคลังหมายเลข 5

เอกสารนี้เป็นเอกสาร (ค) เมื่อกดปุ่มจะแสดงตำแหน่งของวัสดุคงคลังหมายเลข 5 ในคลังวัสดุขนาด 5 x 4 ช่อง

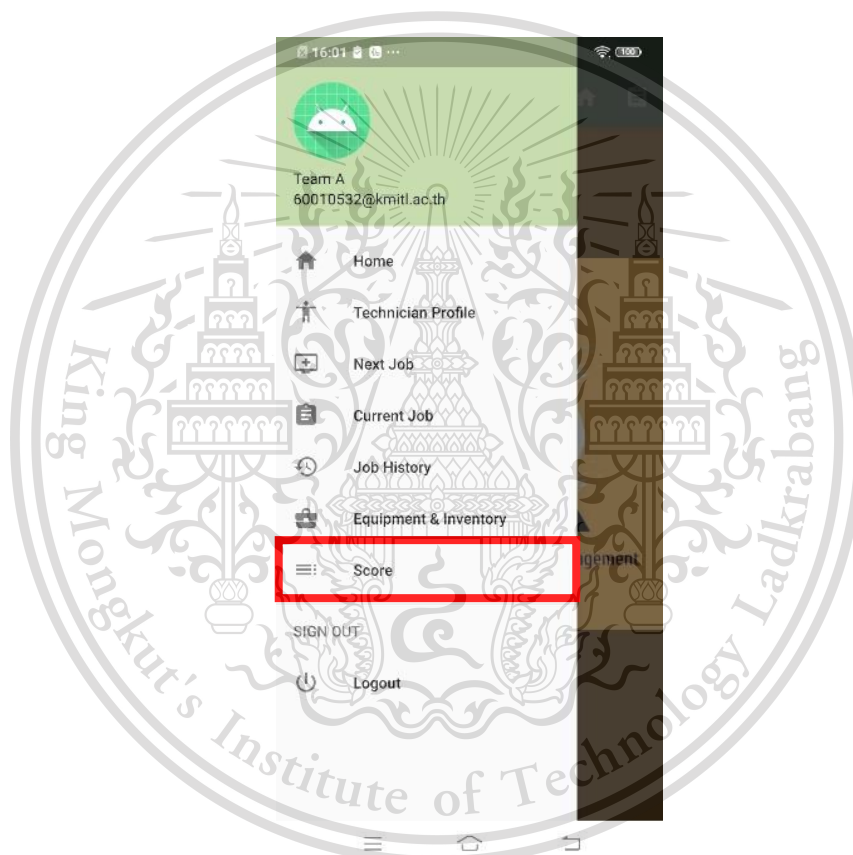
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ในส่วนของแถบเมนู Score ดังแสดงในรูปที่ 3.63 เมื่อคลิกแล้วจะเชื่อมต่อไปยัง หน้า Score ซึ่งจะแสดงคะแนนของทีมพนักงานแต่ละทีม โดยทำการเรียงลำดับจากทีมที่มีคะแนนมากที่สุดไปจนถึงทีมที่มีคะแนนน้อยที่สุดตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 3.64

การคำนวณคะแนนของแต่ละทีมจะมาจากประสิทธิภาพการปฏิบัติงาน โดยพิจารณาจาก 2 เงื่อนไข คือ (1) กรณีการยืม-คืนเครื่องมือเกินกว่าเวลาที่กำหนด (2) กรณีพนักงานกรอกเวลาที่คาดว่าจะทำงานเสร็จ (Expected Finish Time) คลาดเคลื่อนไปจากเวลาจริงที่พนักงานทำงานเสร็จสิ้น ซึ่งระบบจะทำการหักคะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้



รูปที่ 3.63 แถบเมนู Score

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.64 หน้า Score ที่เชื่อมต่อกับแถบเมนู Score

3.1.1.4 การออกแบบการระบุตัวตนเพื่อใช้งานแอปพลิเคชัน โดยพื้นฐานข้อมูล Firebase (ส่วน Authentication)

สร้างหน้าแอปพลิเคชัน หน้าลงทะเบียนสำหรับลูกค้า (Customer) ที่เป็นผู้ใช้งานใหม่โดยตั้งชื่อว่า CusRegister\_Page5.java และหน้าลงชื่อเข้าใช้งานที่ เป็นผู้ใช้งานเก่าเพื่อเข้าสู่ระบบสำหรับลูกค้าตั้งชื่อว่า CusLogin\_Page4.java และสำหรับทีมพนักงานตั้งชื่อว่า TechLogin\_Page3.java จากนั้นทำการเชื่อมต่อกับ Firebase เพื่อส่งค่า Email และ Password จากผู้ใช้งานที่ลงทะเบียนในหน้าลงทะเบียนสำหรับลูกค้าที่ เป็นผู้ใช้งานใหม่ไปเก็บไว้ในฐานข้อมูลเพื่อทำการยืนยันตัวตนและสำหรับการลงชื่อเข้าใช้งานเพื่อเข้าสู่ระบบในครั้งต่อไป สำหรับทีมพนักงานจะไม่มีกรลงทะเบียนผู้ใช้งานใหม่ แต่ข้อมูลในส่วนของ Email และ Password นั้นจะลงทะเบียนไว้ในระบบในฐานข้อมูลโดยผู้ดูแลระบบ ทีมพนักงานสามารถลงชื่อเข้าสู่ระบบได้โดยติดต่อขอรับ Email และ Password จากผู้ดูแลระบบเพื่อลงชื่อเข้าใช้งานเพื่อเข้าสู่ระบบในครั้งต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

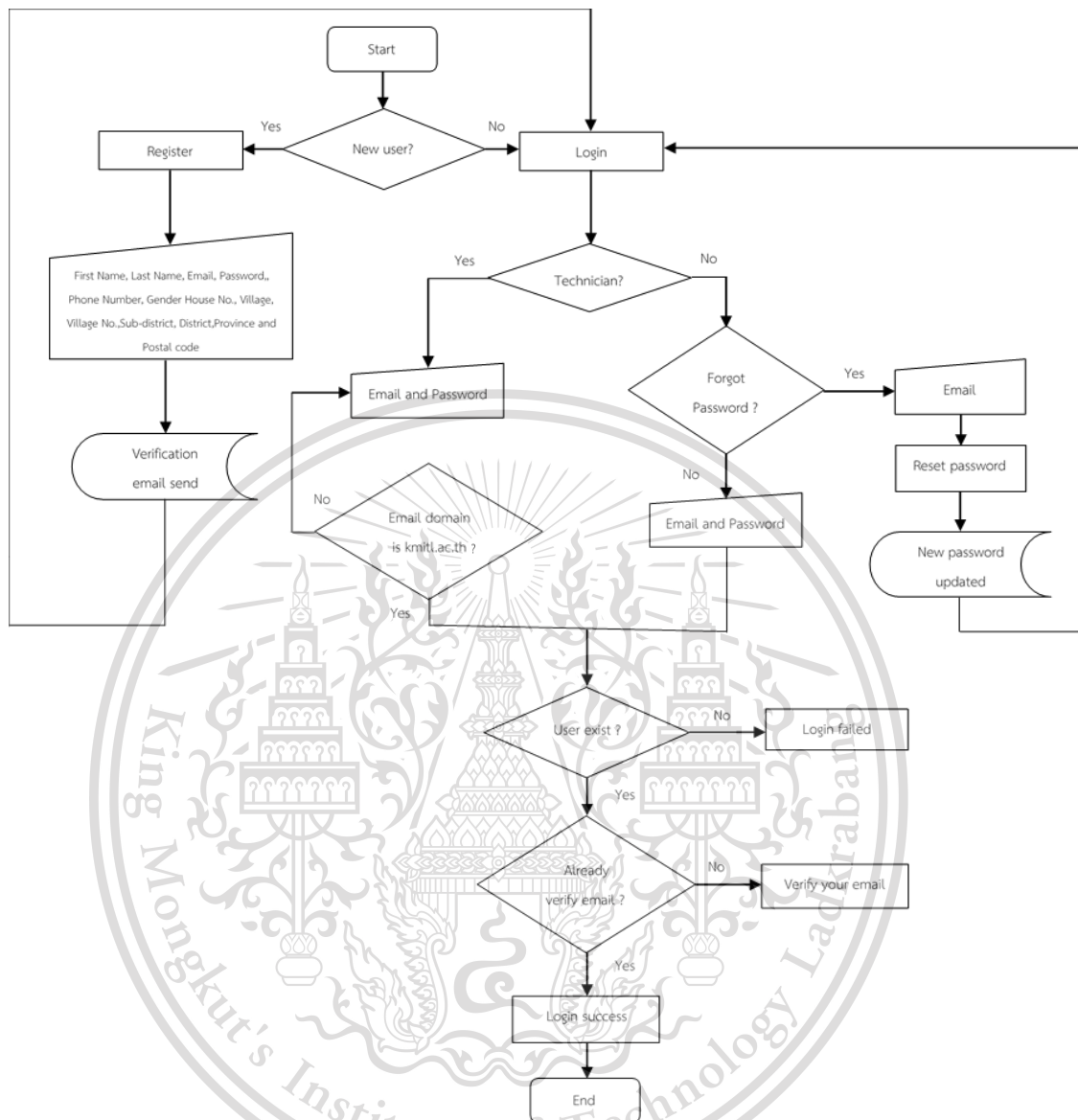
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Flowchart การทำงานของระบบแอปพลิเคชัน ในส่วนของการระบุตัวตนเพื่อใช้งาน แอปพลิเคชัน แสดงดังรูปที่ 3.65 สำหรับลูกค้า หากลูกค้าเป็นผู้ใช้งานแอปพลิเคชันรายใหม่จะต้อง ลงทะเบียนผู้ใช้งาน โดยกดข้อความ “New Here? Create Account” ในหน้าลงชื่อเข้าใช้งาน จากนั้นกรอกข้อมูลดังนี้ 1. First Name 2. Last Name 3. Email 4. Password 5. Phone Number 6. Gender 7. House No. 8. Village 9. Village No. 10. Sub-district 11. District 12. Province และ 13. Postal code จากนั้นระบบจะส่งลิงค์สำหรับยืนยันตัวตนผ่าน Email เพื่อ ใช้ลงทะเบียนเข้าสู่ระบบ เมื่อยืนยันตัวตนเสร็จสิ้นจะถือว่าเป็นลูกค้าที่เป็นผู้ใช้งานที่ได้ทำการ ลงทะเบียนเข้าสู่ระบบแล้ว แอปพลิเคชันก็จะแสดงหน้าลงชื่อเข้าใช้ ลูกค้าสามารถลงชื่อเข้าใช้ได้ ด้วย Email และ Password ที่สร้างขึ้นและไม่จำเป็นต้องลงทะเบียนอีกในครั้งถัดไปที่ต้องการเข้าสู่ ระบบ หากลูกค้าลืมรหัสผ่าน ลูกค้าสามารถกดข้อความ “Forgot Password ?” จากนั้นทำการ กรอก Email ที่ต้องการให้ส่งลิงค์การ Reset รหัสผ่านไปให้ จากนั้นทำการเปลี่ยนรหัสผ่านซึ่ง รหัสผ่านใหม่จะถูกบันทึกลงในฐานข้อมูล สำหรับทีมพนักงานจะไม่มีกรลงทะเบียนผู้ใช้งาน โดยทีม พนักงานนั้นทำการจะต้องติดต่อผู้ดูแลระบบของบริษัทเพื่อขอรับ Email และ Password ในการ เข้าสู่ระบบ โดย Email ที่ได้รับนั้นจะต้องผ่านการยืนยันตัวตนเป็นที่เรียบร้อยแล้ว เมื่อทีมพนักงาน ได้รับ Email และ Password แล้วสามารถเข้าสู่ระบบในหน้าลงชื่อเข้าใช้ได้เลย โดยในปฏิญญา นิพนธ์นี้กำหนดให้ Email ที่ใช้จะต้องอยู่ในโดเมน @kmitl.ac.th เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.65 Flowchart การทำงานของระบบแอปพลิเคชัน ในส่วนของการระบุตัวตน  
เพื่อใช้งานแอปพลิเคชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### 3.1.2 การออกแบบและพัฒนาเว็บไซต์

สำหรับเว็บไซต์ จะออกแบบเพื่อรองรับการใช้งานสำหรับลูกค้าโดยมีรายละเอียดการออกแบบดังนี้

#### 3.1.2.1 การสร้างหน้าเว็บไซต์หลัก

ภายในเว็บไซต์ที่ออกแบบ หน้าแรกจะประกอบไปด้วย 2 ส่วนหลัก ดังแสดงในรูปที่ 3.66 คือ

1. ส่วนของหัวเว็บไซต์ ซึ่งจะแสดงชื่อของระบบแก็งงานอัตโนมัติ และมุมด้านขวาจะประกอบด้วยแถบเมนู 2 แถบ ได้แก่ 1. Home 2. Customer Login เมื่อทำการกดแถบเมนูเหล่านี้จะทำการเชื่อมต่อไปยังหน้าต่างๆ
2. ส่วนของเนื้อหารายละเอียดต่างๆ ของผู้จัดทำ ซึ่งประกอบด้วยสถานที่ตั้ง เบอร์โทรศัพท์ อีเมลและแผนที่แสดงตำแหน่งที่ตั้ง



รูปที่ 3.66 หน้าแรกของเว็บไซต์

#### 3.1.2.2 การสร้างหน้าเว็บไซต์ที่ใช้งานสำหรับลูกค้า

เมื่อทำการคลิกแถบเมนู Customer Login จากหน้าเว็บไซต์หลักแล้วจะปรากฏหน้า Customer Login ดังรูปที่ 3.67 สำหรับลูกค้าเก่าที่เคยมีประวัติการลงทะเบียนในเว็บไซค์มาก่อนแล้วสามารถกรอกอีเมลและรหัสผ่านเพื่อทำการเข้าสู่ระบบได้เลย สำหรับลูกค้าใหม่สามารถกดที่ข้อความ Register ด้านล่างเพื่อทำการกรอกประวัติและลงทะเบียนข้อมูลก่อนเข้าสู่การใช้งาน ดังรูปที่ 3.68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

รูปที่ 3.67 หน้า Customer Login สำหรับลูกค้าเก่าที่มีประวัติในฐานข้อมูล

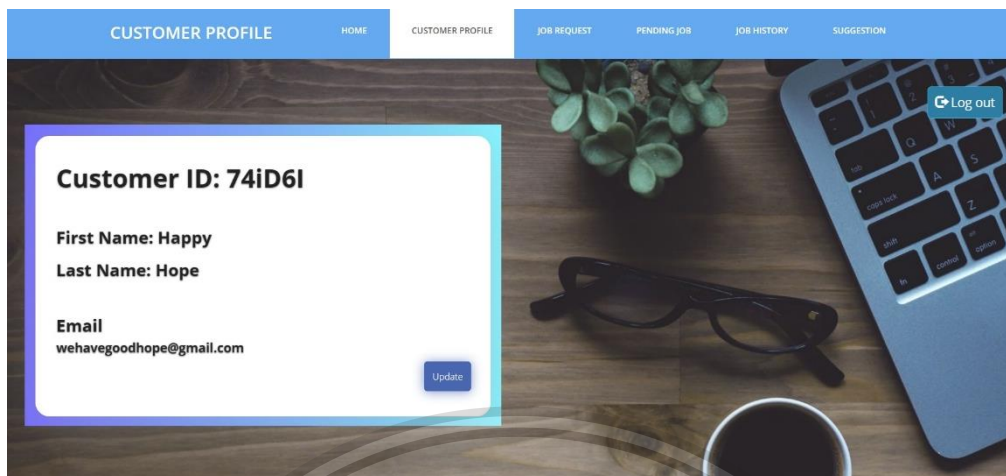
รูปที่ 3.68 หน้า Registration Form สำหรับกรอกข้อมูลของลูกค้าใหม่

หลังจากทำการเข้าสู่ระบบ หรือกรอกข้อมูลของลูกค้าแล้วจะทำการเชื่อมต่อไปยังหน้าเว็บใช้งานสำหรับลูกค้าดังแสดงในรูปที่ 3.69 โดยแถบเมนูที่ปรากฏด้านบนเพื่อเชื่อมต่อไปยังหน้าเว็บต่างๆ ประกอบด้วย 6 แถบข้อมูลดังนี้ 1. Home 2. Customer Profile 3. Job Request 4. Pending Job 5. Job History และ 6. Suggestion

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.69 หน้าเว็บไซต์ใช้งานสำหรับลูกค้า

ในส่วนของแถบ Job Request ลูกค้าสามารถทำการกรอกรายละเอียดต่างๆ สำหรับการร้องขอใช้บริการได้จากแถบนี้โดยรายละเอียดที่ต้องกรอกข้อมูล ดังแสดงในรูปที่ 3.70

รูปที่ 3.70 แบบฟอร์มสำหรับกรอกคำร้องขอใช้บริการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เมื่อกดปุ่ม Pending Job จะแสดงข้อมูลสถานะของงานที่ร้องขอไปแล้วในรูปแบบตารางดังรูปที่ 3.71 คือ 1. Job ID 2. Available Date 3. Available Time 4. Job Status และ 5. Job Detail โดยสามารถกดปุ่มที่อยู่ในคอลัมน์ Job Detail ได้ซึ่งจะแสดงหน้าต่าง Job Description ที่แสดงรายละเอียดของ Job ID นั้นขึ้นมาและลูกค้าสามารถกดปุ่ม Done ได้หลังจากที่พนักงานทำงานนั้นเสร็จสิ้นแล้ว ดังแสดงในรูปที่ 3.72



รูปที่ 3.71 ตาราง Pending Job

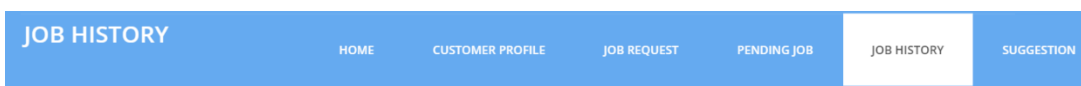
รูปที่ 3.72 หน้าต่างแสดงรายละเอียดข้อมูลงานที่ลูกค้าได้ส่งคำร้องขอไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาวิจัยเท่านั้น ซึ่งอยู่ภายใต้เงื่อนไขการใช้งาน  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

และเมื่อทำการกดแถบ Job History จะทำการแสดงข้อมูลงานทั้งหมดที่ลูกค้าได้รับบริการสำเร็จแล้ว ซึ่งในตารางประกอบไปด้วยรายละเอียดต่างๆ ได้แก่ 1. JobID 2. Finished Date และ 3. Finished Time ดังแสดงในรูปที่ 3.73



JOB ID	FINISHED DATE	FINISHED TIME
(a1)20210324Wed014723	20210325	10:10
(a1)20210324Wed015228	20210325	10:14
(a1)20210325Thu102030	20210325	10:43

รูปที่ 3.73 ตาราง Job History แสดงประวัติงานที่ลูกค้าได้ส่งคำร้องขอใช้บริการที่สำเร็จแล้ว

ในส่วนของแถบ Suggestion เมื่อทำการกดเข้ามาในแถบนี้จะแสดงฟอร์มให้กรอกข้อความแสดงความคิดเห็น ดังแสดงในรูปที่ 3.74



รูปที่ 3.74 หน้าต่าง Suggestion

### 3.1.3 การออกแบบและพัฒนาฐานข้อมูล

#### 3.1.3.1 ออกแบบฐานข้อมูลด้วย Cloud Firestore

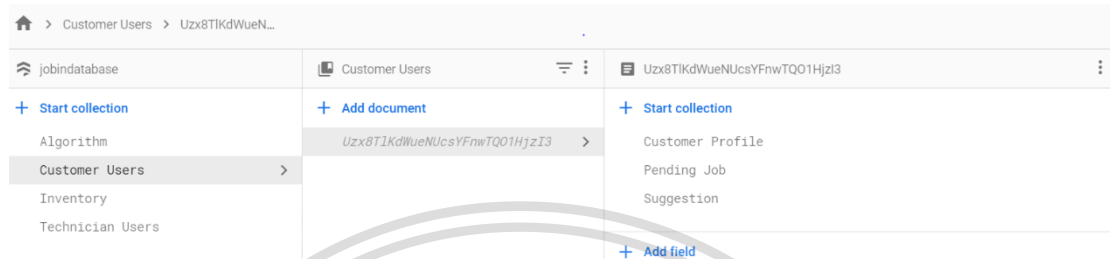
ทำการออกแบบโครงสร้างฐานข้อมูลให้มี 4 Collections ซึ่งประกอบด้วย Customer Users, Technician Users, Inventory และ Algorithm โดยแต่ละ Collection มีส่วนประกอบดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

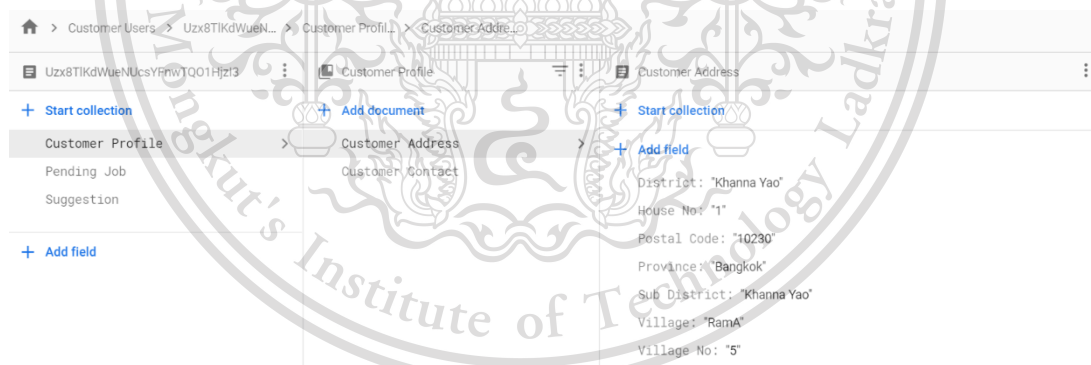
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

1. Customer Users Collection ประกอบไปด้วย Document ที่เป็น Customer ID ของลูกค้าแต่ละราย โดยภายใน Document นี้จะประกอบด้วย 3 Subcollections ได้แก่  
1. Customer Profile 2. Pending Job 3. Suggestion แสดงดังรูปที่ 3.75



รูปที่ 3.75 ส่วนประกอบภายใน Customer Collection

ภายใน Customer Profile Subcollection ประกอบด้วย 2 Documents ได้แก่  
1. Customer address 2. Customer Contact โดย Customer Address Document ประกอบด้วย 7 Fields ได้แก่ 1. House No 2. Village 3. Village No 4. District 5. Sub-District 6. Province 7. Postal Code แสดงดังรูปที่ 3.76



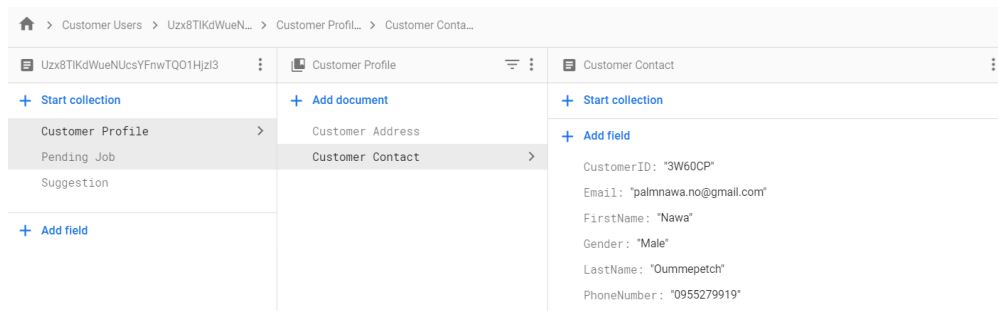
รูปที่ 3.76 ส่วนประกอบภายใน Customer Address Subcollection

ภายใน Customer Contact Document ประกอบด้วย 6 Fields ได้แก่  
1. Customer ID 2. FirstName 3. LastName 4. Gender 5. Email 6. PhoneNumber แสดงดังรูปที่ 3.77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

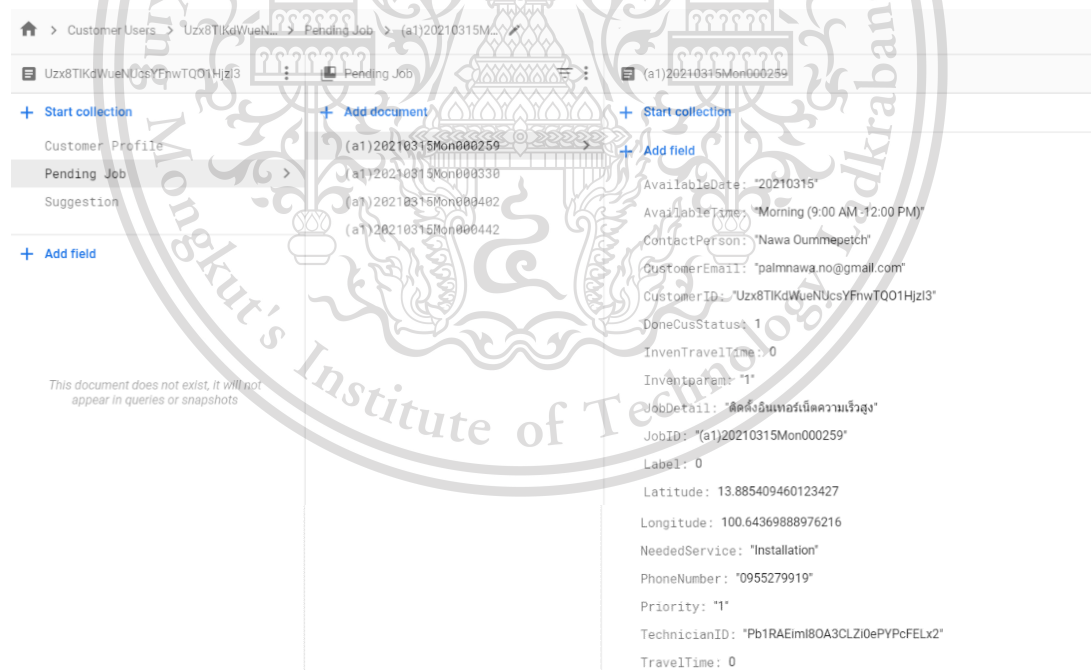
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.77 ส่วนประกอบภายใน Customer Contact Subcollection

ภายใน Pending Job Subcollection ประกอบด้วย Document ของงานที่ถูกคัดกรอกจาก Job Request Form โดยแต่ละ Document ประกอบด้วย 18 Fields คือ 1. AvailableDate 2. AvailableTime 3. ContactPerson 4. CustomerEmail 5. CustomerID 6. DoneCusStatus, 7. InvenTravelTime 8. Inventparam 9. JobDetail 10. JobID 11. Label 12. Latitude 13. Longitude 14. NeededService 15. PhoneNumber 16. Priority 17. TechnicianID และ 18. TravelTime แสดงดังรูปที่ 3.78



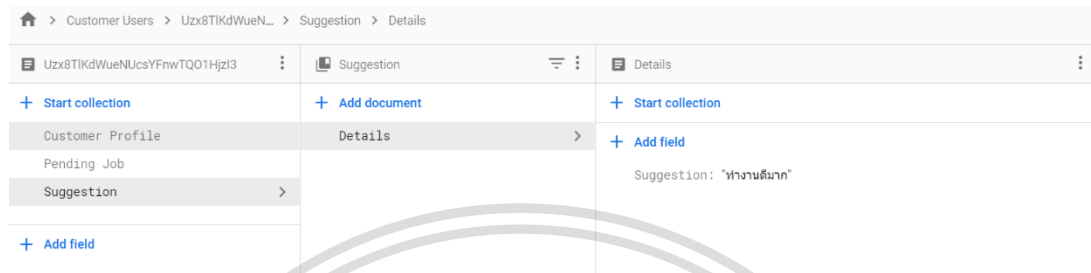
รูปที่ 3.78 ส่วนประกอบภายใน Pending Job Subcollection

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

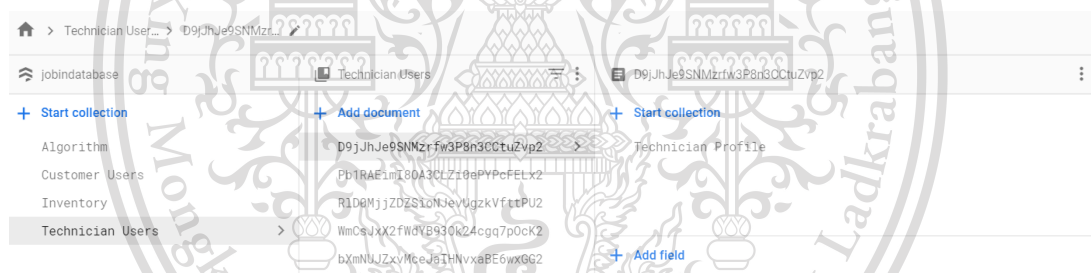
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ภายใน Suggestion Subcollection ประกอบด้วย Detail Document โดย Document ประกอบด้วย 1 Fields คือ Suggestion หรือความคิดเห็นของลูกค้า แสดงดังรูปที่ 3.79



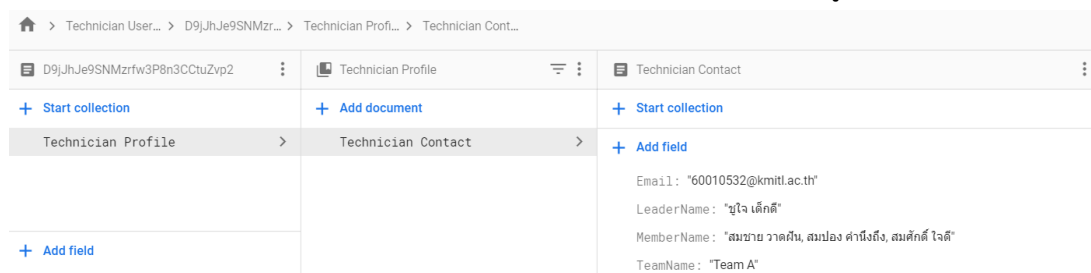
รูปที่ 3.79 ส่วนประกอบภายใน Suggestion Subcollection

2. Technician Users Collection ประกอบไปด้วย Document ที่เป็น Technician ID ของทีมงานแต่ละทีม โดยภายใน Document นี้จะประกอบด้วย 1 Subcollections คือ Technician Profile แสดงดังรูปที่ 3.80



รูปที่ 3.80 ส่วนประกอบภายใน Technician Users Collection

ภายใน Technician Profile Subcollection ประกอบไปด้วย Technician Contact Document ของทีมงาน โดยภายใน Document นี้จะประกอบด้วย 4 Fields ได้แก่ 1. TeamName 2. LeaderName 3. MemberName 4. Email แสดงดังรูปที่ 3.81



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ โดยที่ 3.81 ส่วนประกอบภายใน Technician Profile Subcollection ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3. Inventory Collection ประกอบด้วย 6 Documents โดย CH1, CH2 และ CH6 Document เป็น Document ที่อ้างอิงถึงช่องใส่เครื่องมือโดยประกอบด้วย 10 Fields ได้แก่ 1. ArrivedDate 2. ArrivedTime 3. Borrower 4. BorrowerID 5. InvenTravelTime 6. JobID 7. Label 8. ScheduleTime 9. SubmittedDate และ 10. Submitted Time แสดงดังรูปที่ 3.82

Field Name	Value
ArrivedDate	"20210310"
ArrivedTime	"01:49"
Borrower	"Team E"
BorrowerID	"RID0MjZDZSl0NjevUgzkVfttPU2"
InvenTravelTime	0
JobID	"(a1)20210309Tue192450"
Label	1
ScheduleTime	"02:07"
SubmittedDate	"20210310"
SubmittedTime	

รูปที่ 3.82 ส่วนประกอบภายใน Document ของช่องเครื่องมือ

ส่วนของ CH5 Document เป็น Document ที่อ้างอิงถึงช่องใส่วัสดุคงคลัง ประกอบด้วย 6 Fields ได้แก่ 1. Inventno 2. RecentID 3. RecentSubmitDate 4. RecentSubmitTeam 5. RecentSubmitTeamID และ 6. RecentSubmitTime แสดงดังรูปที่ 3.83

Field Name	Value
Inventno	"10"
RecentID	"20210311Thu150249"
RecentSubmitDate	"20210311"
RecentSubmitTeam	"Team C"
RecentSubmitTeamID	"bXmNUJZxvMceJalHNvxaBE6wxGG2"
RecentSubmitTime	"15:02"

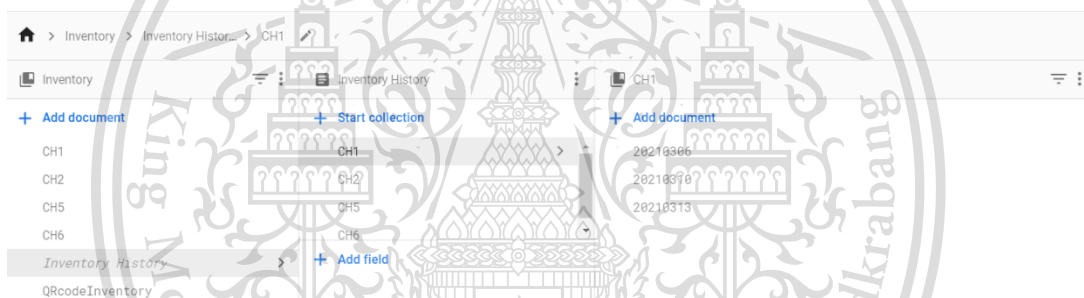
รูปที่ 3.83 ส่วนประกอบภายใน Document ของช่องวัสดุคงคลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

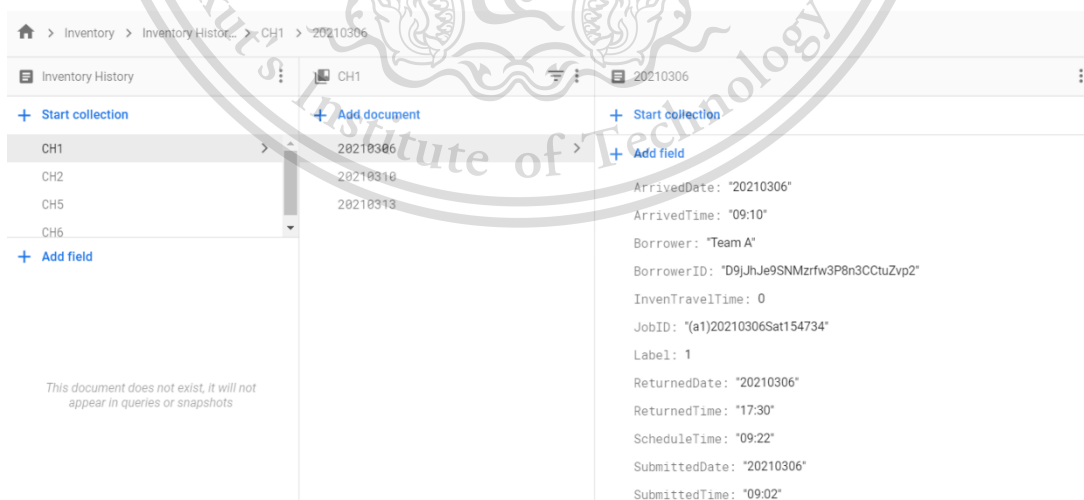
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ส่วนของ Inventory History Document จะเก็บประวัติของวันและช่วงเวลาในการยืมและคืนเครื่องมือและวัสดุคงคลัง โดยประกอบด้วย Subcollection ของช่องใส่เครื่องมือที่มี Document ของวันต่างๆ ซึ่งจะแสดงรายละเอียดการยืมและคืนเครื่องมือของวันดังกล่าว ประกอบไปด้วย 12 Field ได้แก่ 1. ArrivedDate 2. ArrivedTime 3. Borrower 4. BorrowerID 5. InvenTravelTime 6. JobID 7. Label 8. ReturnedDate 9. ReturnedTime 10. ScheduleTime 11. SubmittedDate และ 12. SubmittedTime แสดงดังรูปที่ 3.84 และ 3.85 ตามลำดับ และ Subcollection ของช่องใส่วัสดุคงคลังที่มี Document ของวันต่างๆ โดยภายใน Document ประกอบด้วย Technician User ID Subcollection ซึ่งจะประกอบด้วย Inventory Reserved ID Document ที่แสดงรายละเอียดการเบิกวัสดุคงคลัง ประกอบไปด้วย 6 Field ได้แก่ 1. Inventno 2. ReservedID 3. SubmittedDate 4. SubmittedTeam 5. SubmittedTeamID และ 6. SubmittedTime แสดงดังรูปที่ 3.86 และ 3.87 ตามลำดับ



รูปที่ 3.84 ส่วนประกอบภายใน Inventory History Document ของช่องใส่เครื่องมือ

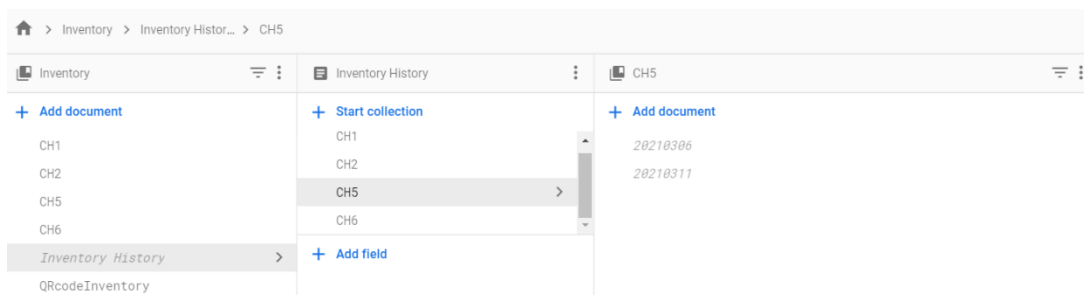


รูปที่ 3.85 ส่วนประกอบภายใน Subcollection ที่อ้างอิงช่องใส่เครื่องมือ

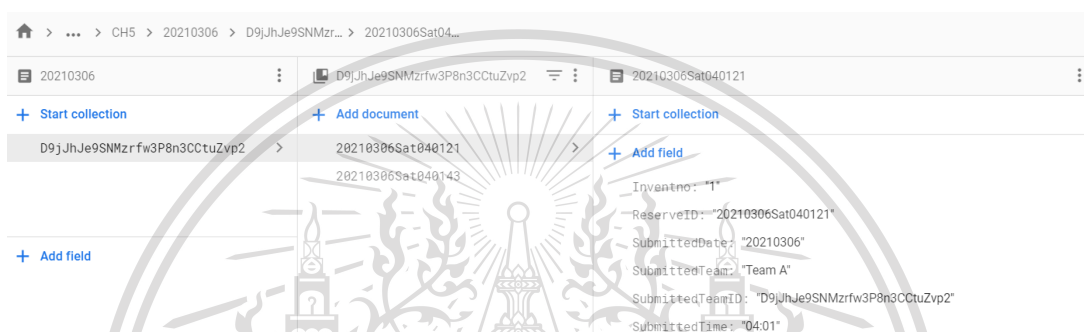
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

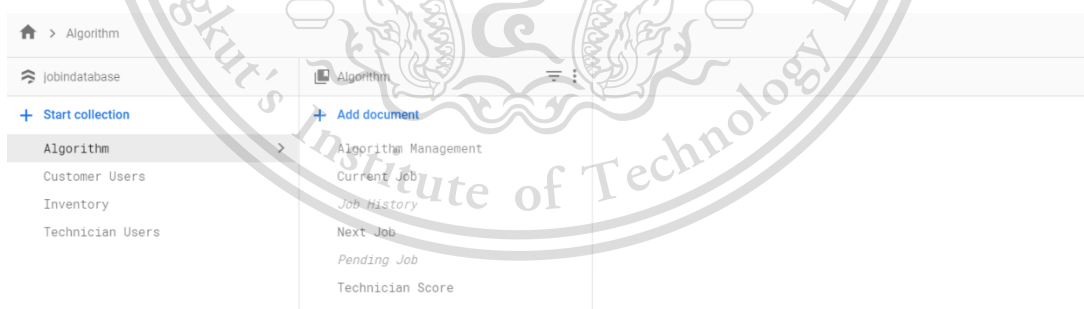


รูปที่ 3.86 ส่วนประกอบภายใน Inventory History Document ของช่องใส่วัสดุคงคลัง



รูปที่ 3.87 ส่วนประกอบภายใน Subcollection ที่อ้างอิงช่องใส่วัสดุคงคลัง

4. Algorithm Collection ภายในประกอบไปด้วย 6 Documents คือ Algorithm Management, Current Job, Job History, Next Job, Pending Job และ Technician Score แสดงดังรูปที่ 3.88



รูปที่ 3.88 ส่วนประกอบภายใน Algorithm Collection

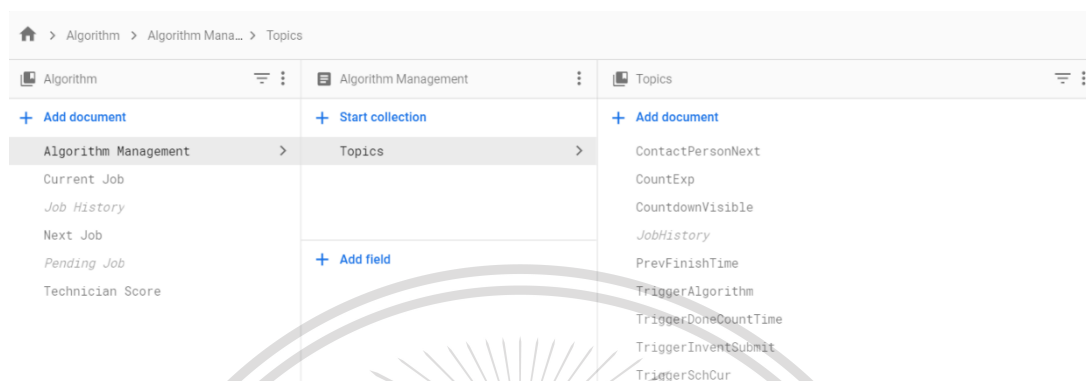
ภายใน Algorithm Management Document ประกอบด้วย 1 Subcollection คือ Topics ภายใน Topics Subcollection ประกอบไปด้วย 9 Documents ได้แก่ 1. ContactPersonNext 2. CountExp 3. CountdownVisible 4. JobHistory

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

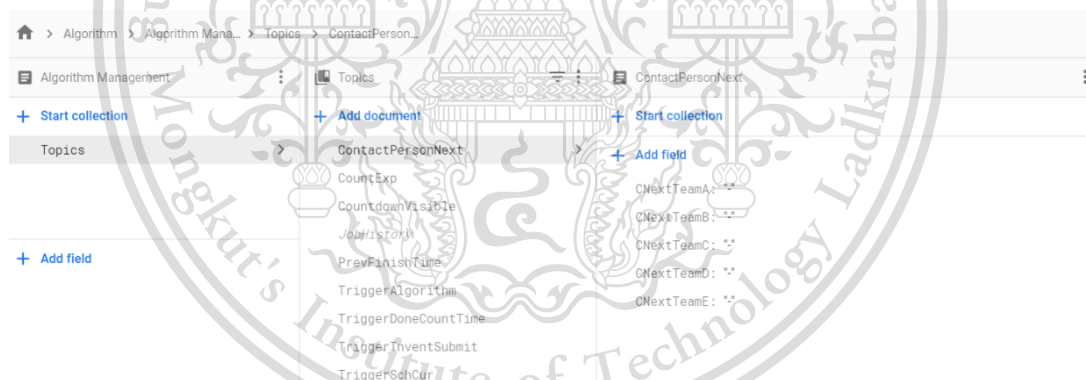
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

5. PrevFinishTime 6. TriggerAlgorithm 7. TriggerDoneCountTime 8. TriggerInventSubmit และ 9. TriggerSchCur แสดงดังรูปที่ 3.89



รูปที่ 3.89 ส่วนประกอบภายใน Topics Subcollection

ส่วนของ ContactPersonNext Document ประกอบด้วย 5 Fields คือ 1. CNextTeamA 2. CNextTeamB 3. CNextTeamC 4. CNextTeamD และ 5. CNextTeamE แสดงดังรูปที่ 3.90



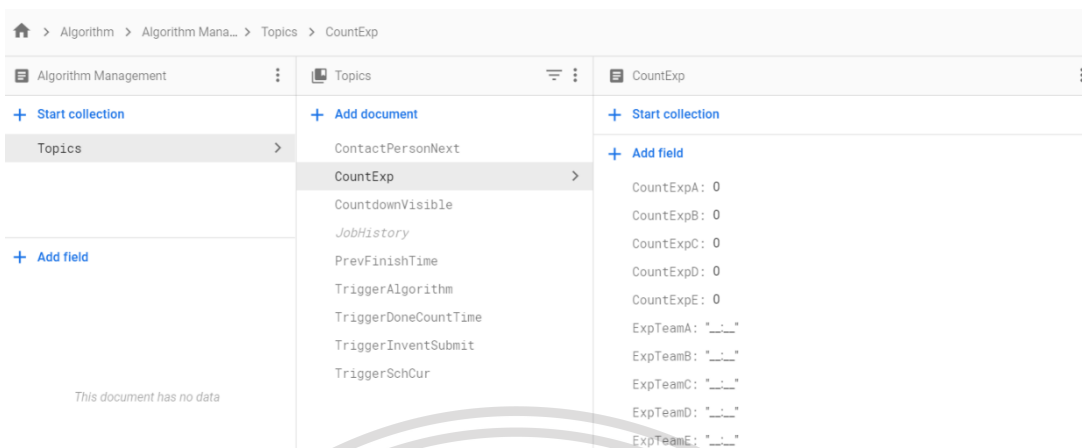
รูปที่ 3.90 ส่วนประกอบภายใน ContactPersonNext Document

ส่วนของ CountExp Document ประกอบด้วย 10 Fields คือ 1. CountExpA 2. CountExpB 3. CountExpC 4. CountExpD 5. CountExpE 6. ExpTeamA 7. ExpTeamB 8. ExpTeamC 9. ExpTeamD และ 10. ExpTeamE แสดงดังรูปที่ 3.91

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

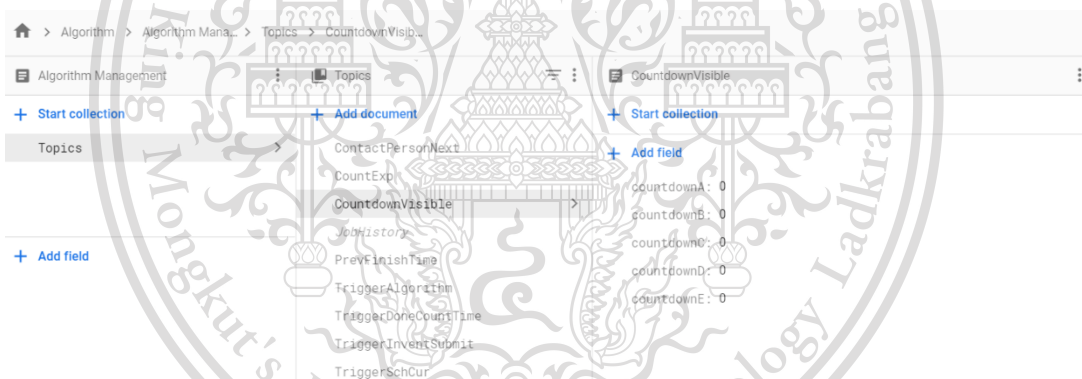
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.91 ส่วนประกอบภายใน CountExp Document

ส่วนของ CountdownVisible Document ประกอบด้วย 5 Fields คือ  
 1. countdownA 2. countdownB 3. countdownC 4. countdownD และ 5. countdownE  
 แสดงดังรูปที่ 3.92



รูปที่ 3.92 ส่วนประกอบภายใน CountdownVisible Document

ส่วนของ JobHistory Document ประกอบด้วย Technician User ID Subcollections ซึ่งภายในประกอบด้วย Job ID Document ซึ่งมี 22 Fields คือ  
 1. AvailableDate 2. AvailableTime 3. ContactPerson 4. CustomerEmail 5. CustomerID  
 6. ExpectedFinishTime 7. FinishedDateCus 8. FinishedDateTech 9. FinishedTimeCus  
 10. FinishedTimeTech 11. InvenTravelTime 12. Inventparam 13. JobDetail 14. JobID  
 15. Label 16. Latitude 17. Longitude 18. NeededService 19. PhoneNumber 20. Priority  
 21. ScheduleTime และ 22. TravelTime แสดงดังรูปที่ 3.93

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

JobHistory > Pb1RAEimI80A3CLZi0ePYPcFELx2 > (a1)20210315Mon000259

Start collection > Add document > Start collection

Pb1RAEimI80A3CLZi0ePYPcFELx2 > (a1)20210315Mon000259 > Add field

AvailableDate: "20210315"  
 AvailableTime: "Morning (9:00 AM -12:00 PM)"  
 ContactPerson: "Nawa Oummeetch"  
 CustomerEmail: "palmnawa.no@gmail.com"  
 CustomerID: "Uzx8TIKdWueNUcsYFnwTQ01Hjz13"  
 ExpectedFinishTime: "11:39"  
 FinishedDateCus: "20210315"  
 FinishedDateTech: "20210315"  
 FinishedTimeCus: "11:40"  
 FinishedTimeTech: "11:35"  
 InvenTravelTime: 0  
 Inventparam: "1"  
 JobDetail: "อินเวนต์หลอด"  
 JobID: "(a1)20210315Mon000259"  
 Label: 1  
 Latitude: 13.885409460123427  
 Longitude: 100.64369888976216  
 NeededService: "Problem Fixing"  
 PhoneNumber: "0955279919"  
 Priority: "1"  
 ScheduleTime: "09:39"  
 TravelTime: 38.9

รูปที่ 3.93 ส่วนประกอบภายใน JobHistory Document

ส่วน ของ PrevFinishTime Document ประกอบด้วย 5 Fields คือ  
 1. PFinishTimeA 2. PFinishTimeB 3. PFinishTimeC 4. PFinishTimeD และ 5. PFinishTimeE  
 แสดงดังรูปที่ 3.94

Algorithm Management > Algorithm Mana... > Topics > PrevFinishTime

Start collection > Add document > Start collection

Topics > PrevFinishTime > Add field

ContactPersonNext  
 CountExp  
 CountdownVisible  
 JobHistory  
 PrevFinishTime >  
 TriggerAlgorithm  
 TriggerDoneCountTime  
 TriggerInventSubmit  
 TriggerSchCur

PFinishTimeA: "09:00"  
 PFinishTimeB: "09:00"  
 PFinishTimeC: "09:00"  
 PFinishTimeD: "09:00"  
 PFinishTimeE: "09:00"

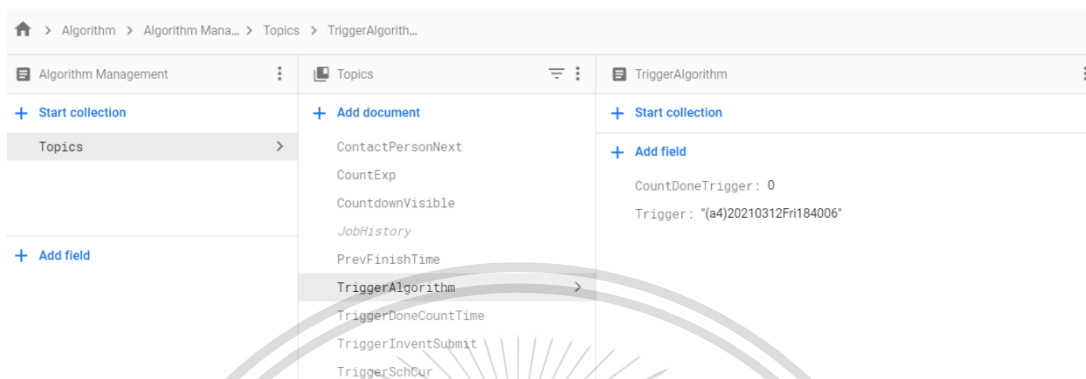
รูปที่ 3.94 ส่วนประกอบภายใน PrevFinishTime Document

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

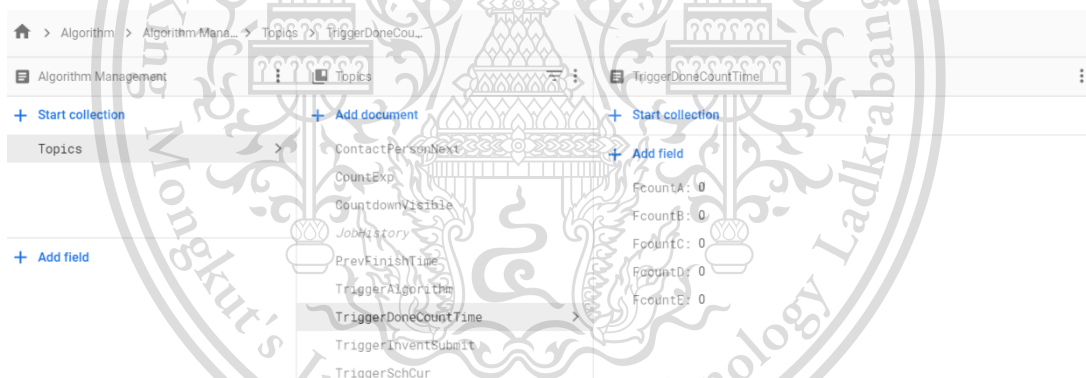
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ส่วนของ TriggerAlgorithm Document ประกอบด้วย 2 Fields คือ  
1. CountDoneTrigger และ 2. Trigger แสดงดังรูปที่ 3.95



รูปที่ 3.95 ส่วนประกอบภายใน TriggerAlgorithm Document

ส่วนของ TriggerDoneCountTime Document ประกอบด้วย 5 Fields คือ  
1. FcountA 2. FcountB 3. FcountC 4. FcountD และ 5. FcountE แสดงดังรูปที่ 3.96



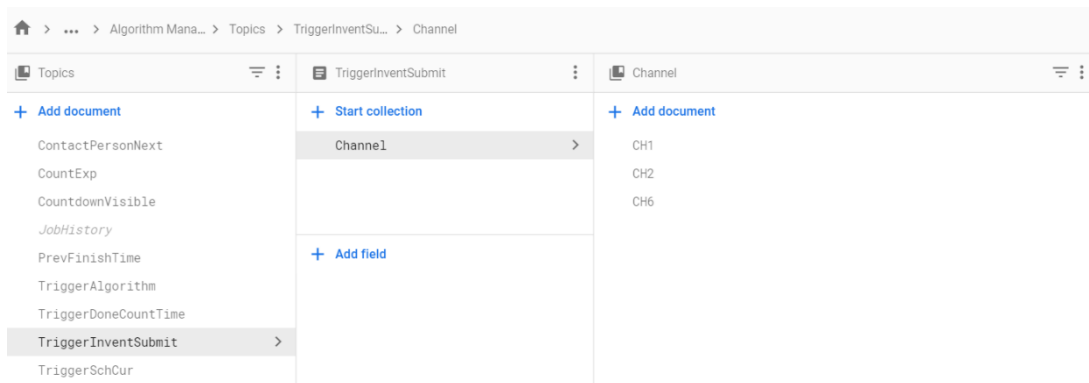
รูปที่ 3.96 ส่วนประกอบภายใน TriggerDoneCountTime Document

ส่วนของ TriggerInventSubmit Document ประกอบด้วย Channel Subcollection ซึ่งภายในประกอบด้วย Document ของช่องเครื่องมือ ซึ่งมี 2 Fields คือ  
1. SubmittedDate และ 2. SubmittedTime แสดงดังรูปที่ 3.97 และ 3.98 ตามลำดับ

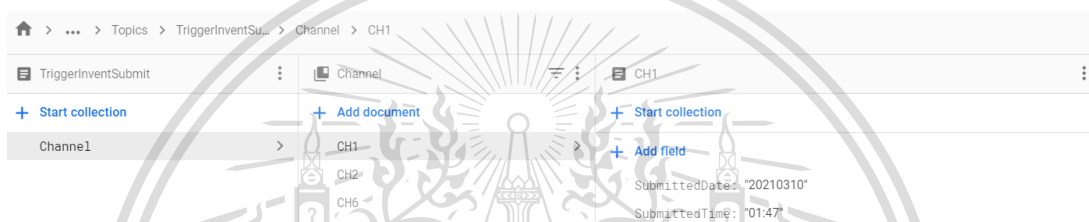
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.97 ส่วนประกอบภายใน TriggerInventSubmit Document



รูปที่ 3.98 ส่วนประกอบภายใน Document ของช่องเครื่องมือ

ส่วนของ TriggerSchCur Document ประกอบด้วย 5 Fields คือ 1. DonestatusA 2. DonestatusB 3. DonestatusC 4. DonestatusD และ 5. DonestatusE แสดงดังรูปที่ 3.99



รูปที่ 3.99 ส่วนประกอบภายใน TriggerSchCur Document

ภายใน Current Job Document ประกอบด้วย 1 Subcollection ได้แก่ Selected Team แสดงดังรูปที่ 3.100 โดยใน Selected Team Subcollection จะประกอบด้วย Document ที่เป็น User ID ของ Technician ซึ่งเป็นทีมพนักงานที่ถูกเลือกให้ทำงานและใน Technician User ID จะประกอบไปด้วย 18 Fields คือ 1. AvailableDate 2. AvailableTime เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปเผยแพร่บนสื่อออนไลน์ ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3. ContactPerson 4. CustomerEmail 5. CustomerID 6. ExpectedFinishTime  
7. InvenTravelTime 8. Inventparam 9. JobDetail 10. JobID 11. Label 12. Latitude  
13. Longitude 14. NeededService 15. PhoneNumber 16. Priority 17. ScheduleTime และ  
18. TravelTime แสดงดังรูปที่ 3.101

รูปที่ 3.100 ส่วนประกอบภายใน Current Job Document

รูปที่ 3.101 ส่วนประกอบภายใน Selected Team Subcollection

รูปที่ 3.101 ส่วนประกอบภายใน Selected Team Subcollection

ภายใน Job History Document ประกอบด้วย 2 Subcollections ได้แก่

1. Customer User ID และ 2. Technician User ID แสดงดังรูปที่ 3.102 โดยภายในแต่ละ Subcollection จะประกอบไปด้วย 1 Document คือ Job ID ซึ่งใน Job ID Document จะ

ประกอบไปด้วย 22 Fields คือ 1. AvailableDate 2. AvailableTime 3. ContactPerson การค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4. CustomerEmail 5. CustomerID 6. ExpectedFinishTime 7. FinishedDateCus  
 8. FinishedDateTech 9. FinishedTimeCus 10. FinishedTimeTech 11. InvenTravelTime  
 12. Inventparam 13. JobDetail 14. JobID 15. Label 16. Latitude 17. Longitude  
 18. NeededService 19. PhoneNumber 20. Priority 21. ScheduleTime และ  
 22. TravelTime แสดงดังรูปที่ 3.103

รูปที่ 3.102 ส่วนประกอบภายใน Job History Document

Document ID	Fields
D9jJhJe9SNMzrfw3P8n3CCtuZvp2	AvailableDate: "20210315", AvailableTime: "Morning (9:00 AM -12:00 PM)", ContactPerson: "Nawa Dummepech", CustomerEmail: "palnawa.no@gmail.com", CustomerID: "Uzx8TlKdWueNUcsYFfwTQ01HjzI3", ExpectedFinishTime: "11:33", FinishedDateCus: "20210315", FinishedDateTech: "20210315", FinishedTimeCus: "11:33", FinishedTimeTech: "11:30", InvenTravelTime: 0, Inventparam: "1", JobDetail: "อินเทอร์เน็ตหลุด", JobID: "(a1)20210315Mon000201", Label: 1, Latitude: 13.858638173707297, Longitude: 100.62448622658849, NeededService: "Problem Fixing", PhoneNumber: "0955279919", Priority: "1", ScheduleTime: "09:33", TravelTime: 33.2

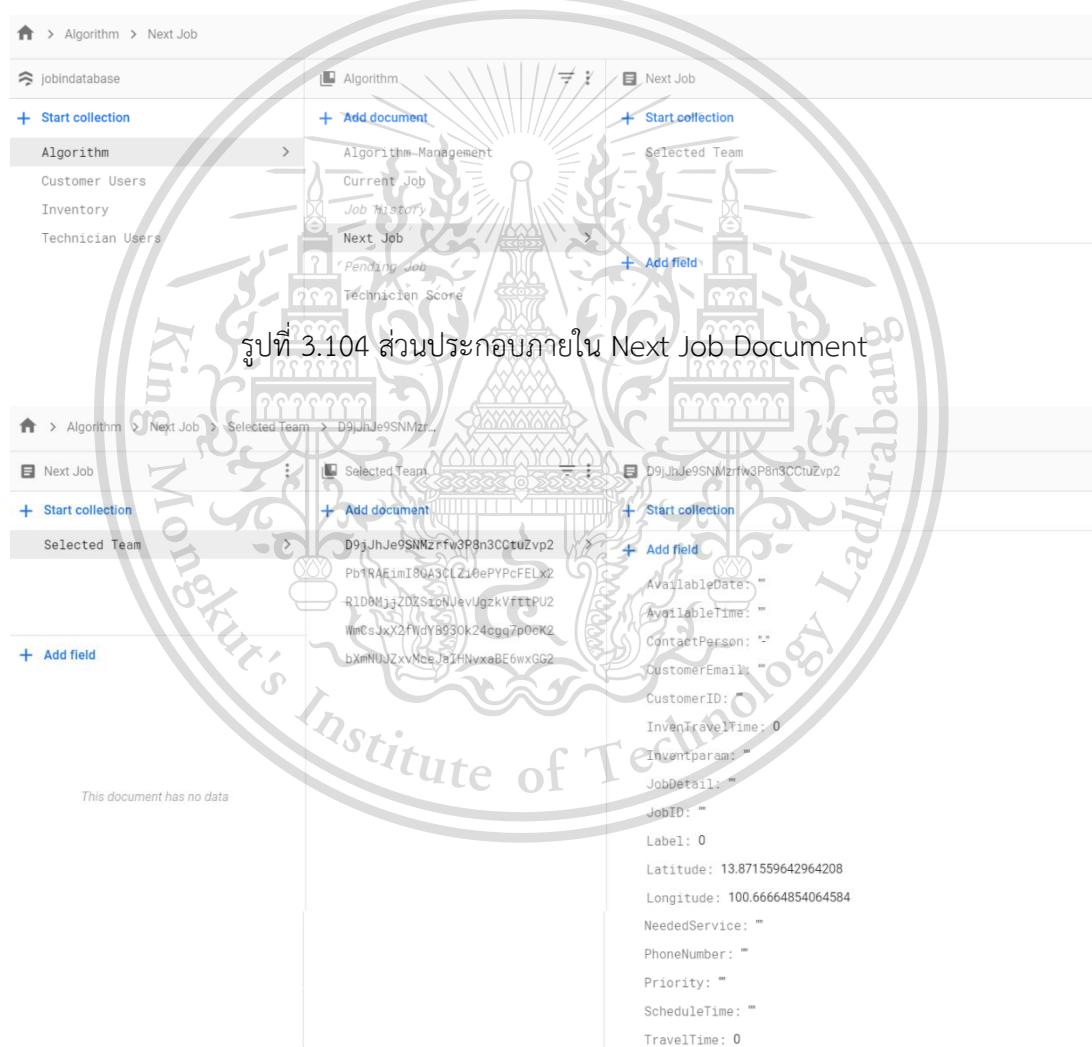
รูปที่ 3.103 ส่วนประกอบภายใน Customer User ID และ Technician User ID Subcollections

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ภายใน Next Job Document ประกอบด้วย 1 Subcollection ได้แก่ Selected Team แสดงดังรูปที่ 3.104 โดยใน Selected Team Subcollection จะประกอบด้วย Document ที่เป็น User ID ของ Technician ซึ่งเป็นทีมงานที่ถูกเลือกให้ทำงานและใน Technician User ID จะประกอบไปด้วย 17 Fields คือ 1. AvailableDate 2. AvailableTime 3. ContactPerson 4. CustomerEmail 5. CustomerID 6. InvenTravelTime 7. Inventparam 8. JobDetail 9. JobID 10. Label 11. Latitude 12. Longitude 13. NeededService 14. PhoneNumber 15. Priority 16. ScheduleTime และ 17. TravelTime แสดงดังรูปที่ 3.105



รูปที่ 3.105 ส่วนประกอบภายใน Selected Team Subcollection

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ภายใน Pending Job Document ประกอบด้วย 1 Subcollection ได้แก่ Available Date ซึ่งเป็นวันที่ที่ลูกค้าสะดวกให้ทีมพนักงานเข้าไปทำงาน แสดงดังรูปที่ 3.106 โดยใน Available Date Subcollection จะประกอบด้วย 1 Document คือ Job ID ซึ่งใน Job ID Document จะประกอบไปด้วย 17 Fields คือ 1. AvailableDate 2. AvailableTime 3. ContactPerson 4. CustomerEmail 5. CustomerID 6. InvenTravelTime 7. Inventparam 8. JobDetail 9. JobID 10. Label 11. Latitude 12. Longitude 13. NeededService 14. PhoneNumber 15. Priority 16. ScheduleTime และ 17. TravelTime แสดงดังรูปที่ 3.107

รูปที่ 3.106 ส่วนประกอบภายใน Pending Job Document

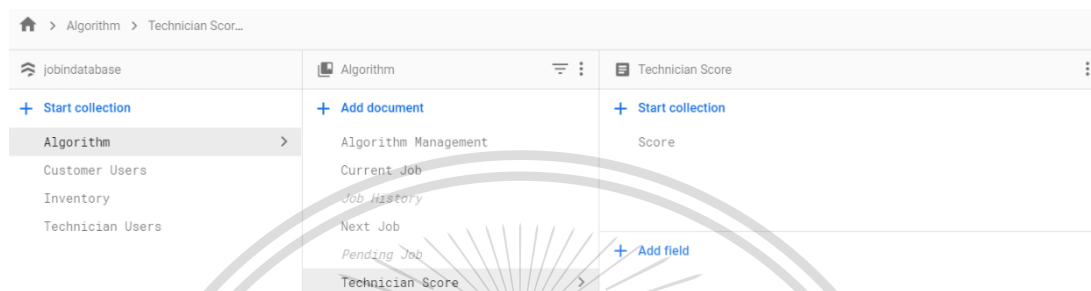
รูปที่ 3.107 ส่วนประกอบภายใน Available Date Subcollection

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

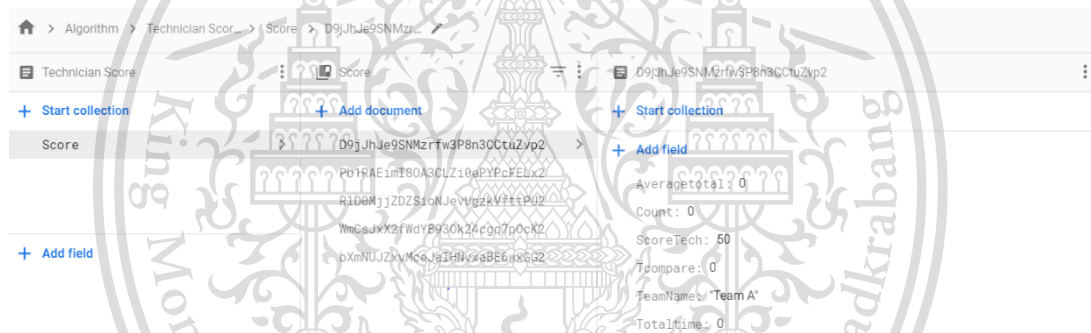
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ภายใน Technician Score Document ประกอบด้วย 1 Subcollection ได้แก่ Score แสดงดังรูปที่ 3.108 โดยใน Score Subcollection จะประกอบด้วย Technician User ID Document ซึ่งจะประกอบไปด้วย 6 Fields คือ 1. Averagetotal 2. Count 3. ScoreTech 4. Tcompare 5. TeamName และ 6. Totaltime แสดงดังรูปที่ 3.109



รูปที่ 3.108 ส่วนประกอบภายใน Technician Subcollection



รูปที่ 3.109 ส่วนประกอบภายใน Score Subcollection

### 3.1.3.2 ออกแบบฐานข้อมูลแบบ Realtime Database

ภายในฐานข้อมูลแบบ Realtime Database จะเก็บข้อมูลในส่วนสถานะของช่องเครื่องมือ โดยเป็นการเชื่อมต่อระหว่างฐานข้อมูลและ Ultrasonics Sensor ที่ทำการตรวจจับการมีอยู่ของเครื่องมือ โดยมี 2 สถานะ คือ สถานะ 0 แสดงถึงการไม่ตรวจพบเครื่องมือและหากพบว่าการไม่ตรวจพบเครื่องมือเป็นกรณีที่เครื่องมือถูกจองแล้ว สถานะการจอง (StatusCHBorrow) เป็น 1 แต่หากเป็นกรณีมารับเครื่องมือไปแล้ว สถานะการจองจะเป็น 0 และสถานะ n แสดงถึงการตรวจพบเครื่องมือ ซึ่งทำการออกแบบฐานข้อมูลให้ทำการเก็บข้อมูลสถานะของช่องเครื่องมือในแบบจำลองคลังวัสดุทั้งหมด 20 ช่อง แสดงดังรูปที่ 3.110

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

jobindatabase

```

StatusCH1: "n"
StatusCH10: "n"
StatusCH11: "o"
StatusCH12: "o"
StatusCH13: "n"
StatusCH14: "n"
StatusCH15: "o"
StatusCH16: "n"
StatusCH17: "o"
StatusCH18: "n"
StatusCH19: "o"
StatusCH1Borrow: 0
StatusCH2: "n"
StatusCH20: "n"
StatusCH2Borrow: 0
StatusCH3: "n"
StatusCH4: "o"
StatusCH5: "n"
StatusCH5Borrow: 0
StatusCH6: "o"
StatusCH6Borrow: 0
StatusCH7: "o"
StatusCH8: "n"
StatusCH9: "o"

```

รูปที่ 3.110 สถานะของช่องเครื่องมือโดยใช้ฐานข้อมูลแบบ Realtime Database

### 3.1.4 การออกแบบการทำงานของอัลกอริธึม

#### 3.1.4.1 อัลกอริธึมการแจกงานให้กับทีมพนักงาน

สำหรับกระบวนการแจกงานเพื่อเลือกทีมพนักงานที่เหมาะสมให้ได้รับงานไปนั้น จะเริ่มจากงานของลูกค้าในวันนั้นๆ ที่อยู่ในระบบฐานข้อมูลจะถูกนำมาพิจารณาเพื่อคำนวณลำดับการแจกงาน โดยอันดับแรกจะทำการเรียงจากระดับความสำคัญของงานหรือ Job Priority โดย Job Type จะถูกกำหนดให้มี 4 Priority ซึ่งเรียงลำดับความสำคัญของงานดังนี้ 1. Problem Fixing 2. Installation 3. Maintenance 4. Design Network ซึ่งลำดับความสำคัญของงาน จะมีผลต่อการเลือกเรียงลำดับในการดึงข้อมูลงานแต่ละงานมาคำนวณเพื่อทำการแจกงานให้ทีมพนักงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เมื่อระบบทำการเลือกงานสำหรับนำมาคำนวณในอัลกอริทึมการแจกงานได้แล้ว ขั้นตอนแรกระบบจะเริ่มจากการดึงข้อมูลต่างๆ จากฐานข้อมูลเพื่อนำมาใช้ในการคำนวณสำหรับอัลกอริทึมการแจกงาน ได้แก่ Customer Location, Technician Location, Inventory Location, Job Type, Current Time (จากทีมพนักงานแต่ละทีม) และ Expected Finish Time (จากทีมพนักงานแต่ละทีม) จากนั้นระบบจะทำการคำนวณเวลาที่ใช้ในการเดินทางของพนักงานแต่ละทีม จากตำแหน่งของพนักงานถึงตำแหน่งของลูกค้า ดังแสดงในสมการที่ 3.1

$$t_i = [t_{NO} + (t_{CU} - t_{EX})]^{1-X_i} \times [t_{IN} + (t_{CU} - t_{EX})]^{X_i} \quad (\text{minute}) \quad (3.1)$$

โดย  $X_i$  มีค่าเป็น 0 หากทีมพนักงานไม่ต้องกลับไปคลังวัสดุคงคลังและเครื่องมือ หรือเป็น 1 หากทีมพนักงานต้องกลับไปคลังวัสดุคงคลังและเครื่องมือ

$t_i$  คือ เวลาทั้งหมดที่ใช้ในการเดินทางของพนักงานทีม  $i$

$t_{NO}$  คือ เวลาที่ใช้ในการเดินทางไปยังตำแหน่งงานของลูกค้าโดยไม่ต้องกลับไปคลังวัสดุคงคลังและเครื่องมือ

$t_{IN}$  คือ เวลาที่ใช้ในการเดินทางไปยังตำแหน่งงานของลูกค้าโดยต้องกลับไปคลังวัสดุคงคลังและเครื่องมือ

$t_{CU}$  คือ เวลา ณ ปัจจุบันของระบบขณะคำนวณอัลกอริทึม

$t_{EX}$  คือ เวลาที่คาดว่าจะทำงานเสร็จของพนักงานทีม  $i$

ผู้จัดทำได้ใช้ Distance Matrix API ซึ่งเป็นบริการของ Google Maps ในการคำนวณเวลา  $t_{NO}$  และ  $t_{IN}$  ซึ่ง Distance Matrix API ได้ใช้ Dijkstra's algorithm ในการคำนวณเวลาในการเดินทางโดยเลือกเส้นทางจากจุดเริ่มต้นไปถึงจุดปลายทางที่ใช้เวลาการเดินทางที่น้อยที่สุด โดยกำหนดพารามิเตอร์ใน Distance Matrix API ดังตารางที่ 3.1 การเขียนโปรแกรมกำหนดพารามิเตอร์ใน Distance Matrix API แสดงดังรูปที่ 3.11

หลังจากที่อัลกอริทึมทำการคำนวณค่า  $t_i$  ของทีมพนักงานครบทุกทีมแล้ว ระบบจะทำการเลือกทีมพนักงานที่เหมาะสมที่สุดที่จะได้รับมอบหมายให้ทำงานนี้ โดยนำค่า  $t_i$  ของทีมพนักงานทุกทีมมาเปรียบเทียบกัน และจะเลือกทีมที่ใช้เวลาเดินทางน้อยที่สุด ดังแสดงในสมการที่ 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

$$T_s = \arg \min_i t_i \quad (3.2)$$

เมื่อ  $T_s$  คือ ทีมพนักงานที่ถูกเลือกให้ได้รับมอบหมายงาน

ต่อมาระบบจะทำการตรวจสอบว่ามีการอัปเดต Expected Finish Time หรือไม่ ถ้าไม่มีจะทำการมอบหมาย (Assign) งานให้แก่ทีมพนักงานทันที แต่หากมีการอัปเดต Count ซึ่งก็คือจำนวนครั้งของการกรอก Expected Finish Time ที่เก็บอยู่ใน Database ซึ่งระบบจะอนุญาตให้มีการ Update ได้เพียง 2 ครั้งเท่านั้น จากนั้นจะตรวจสอบว่าการอัปเดตของ Count ใน Database นั้นครบ 2 ครั้งแล้วหรือไม่ ถ้าหากยังไม่ครบก็จะทำการกลับไปคำนวณหาระยะทางใหม่ แต่ถ้าหากมีการอัปเดต Count ครบ 2 ครั้งแล้ว จะดำเนินการ Assign Job ให้กับพนักงาน โดย Flowchart ในการเลือกทีมพนักงานที่เหมาะสมเข้าทำงาน แสดงดังรูปที่ 3.112



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 3.1 พารามิเตอร์ใน Distance Matrix API

ประเภทพารามิเตอร์	ค่าพารามิเตอร์
origins	ละติจูดและลองจิจูดของจุดเริ่มต้น
destinations	ละติจูดและลองจิจูดของจุดปลายทาง
units	metrics (ระยะทางในหน่วยเมตรและเวลาในหน่วยวินาที)
mode	driving (ขับรถ)
departure_time (เวลาการออกเดินทาง)	Expected Finish Time (วินาทีตั้งแต่เวลา 00:00 น. วันที่ 1 มกราคม ค.ศ.1970 จนถึง Expected Finish Time)
traffic_model	best_guess (ระยะเวลาการจราจรที่ส่งคืนควรเป็นค่าประมาณเวลาเดินทางที่ดีที่สุดโดยพิจารณาจากข้อมูลที่ทราบเกี่ยวกับสภาพการจราจรในอดีตและปริมาณการจราจร)

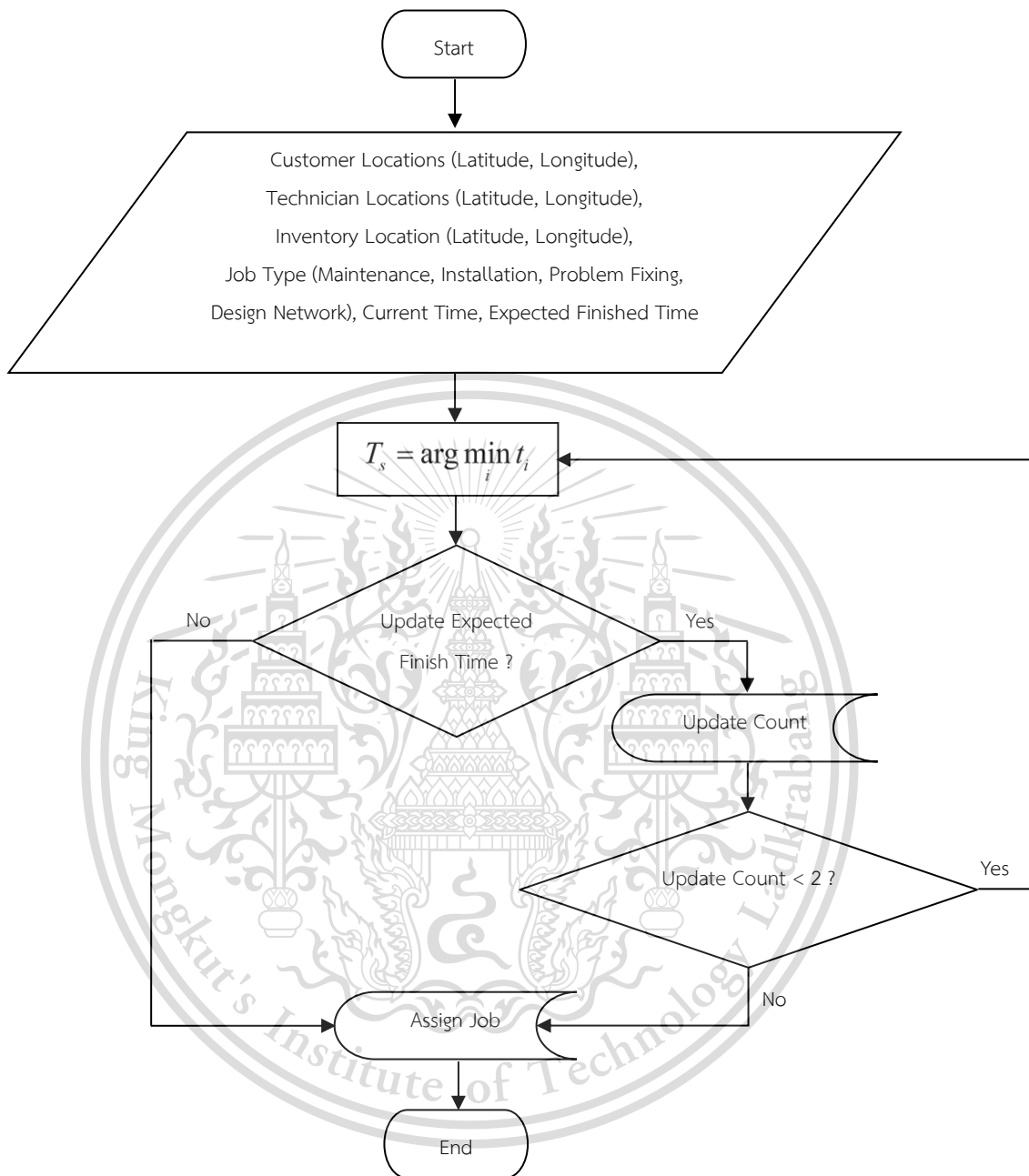
```
const {Client} = require("@googlemaps/google-maps-services-js");
const client = new Client({});
client.distancematrix({
  params: {
    origins: [{lat: LatitudeTechnician, lng: LongitudeTechnician}],
    destinations: [{lat: LatitudeJob, lng: LongitudeJob}],
    units: "metric",
    mode: "driving",
    departure_time: departuretime,
    traffic_model: "best_guess",
    key: APIkey,
  },
})
.then((r) => {
  duration = r.data.rows[0].elements[0].duration_in_traffic.value;
  console.log(duration/60);
  // eslint-disable-next-line new-cap
})
.catch((e) => {
  console.log(e.response.data.error_message);
  // eslint-disable-next-line max-len
});
```

รูปที่ 3.111 การเขียนโปรแกรมกำหนดพารามิเตอร์ใน Distance Matrix API

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.112 Flowchart การเลือกทีมพนักงานที่เหมาะสมที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### 3.1.4.2 อัลกอริธึมคำนวณประสิทธิภาพการทำงานของพนักงาน

ในการออกแบบการคำนวณประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานจะแบ่งการพิจารณาออกเป็น 2 ส่วน คือ 1. ส่วนของการกรอก Expected Finish Time ของทีมพนักงาน และ 2. ส่วนของการยืม-คืนเครื่องมือของทีมพนักงาน

1. Flowchart แสดงอัลกอริธึมคำนวณประสิทธิภาพการทำงานในส่วนของการกรอก Expected Finish Time ของทีมพนักงาน แสดงดังรูปที่ 3.113 เริ่มต้นจากการดึงค่าข้อมูลจาก Job History Document ของแต่ละทีมจากฐานข้อมูล แล้วกำหนดค่า  $totaltime$ ,  $tcompare$  และ  $Count$  ในฐานข้อมูลให้มีค่าเป็นศูนย์ จากนั้นทำการดึงข้อมูลงานของแต่ละทีมจาก JobID แล้วทำการหาค่า  $tcompare$  หรือช่วงเวลาที่พนักงานคาดการณ์คลาดเคลื่อนไปโดยพิจารณาผลต่าง  $|Expected\ Finish\ Time - Done\ Time|$  จากนั้นจะทำการอัปเดต  $Count$  ซึ่งก็คือจำนวนงานที่ระบบได้ทำการคำนวณไป โดยเวลา  $Done\ Time$  คือเวลาที่ลูกค้าหรือพนักงานกดปุ่ม  $Done$  ในหน้าแอปพลิเคชันหลังเสร็จงาน ซึ่งจะการเลือกเวลา  $Done\ Time$  ไปคำนวณโดยพิจารณาจากการนำเวลาที่กดปุ่ม  $Done$  ของพนักงาน เทียบกับเวลาที่กดปุ่ม  $Done$  ของลูกค้า ว่าทำการกดปุ่ม  $Done$  หลังจากที่พนักงานกดปุ่ม  $Done$  เกิน 10 นาทีหรือไม่ ถ้าไม่เกิน 10 นาที จะใช้เวลากดปุ่ม  $Done$  ของลูกค้าไปคำนวณเป็นค่า  $Done\ Time$  แต่หากเกิน 10 นาทีหรือลูกค้าไม่สะดวกกดปุ่ม  $Done$  จะใช้เวลากดปุ่ม  $Done$  ของพนักงานในการคำนวณเป็นค่า  $Done\ Time$

จากนั้นระบบจะทำการอัปเดตค่า  $totaltime$  ใหม่ โดยพิจารณาจาก  $tcompare + totaltime_{old}$  ต่อมาจะตรวจสอบว่าระบบได้ทำการคำนวณครบทุกงานของทีมพนักงานแล้วหรือไม่ ถ้าหากยังไม่ครบจะดึงข้อมูลงานที่อยู่ในฐานข้อมูลมาคำนวณต่อไป แต่หากทำการคำนวณครบแล้ว จะนำค่า  $totaltime/Count$  ซึ่งก็คืออัตราส่วนเวลาที่พนักงานได้กรอกคลาดเคลื่อนไปทั้งหมด ต่อจำนวนงานทั้งหมดของทีมพนักงาน จะได้เป็นค่า  $Average\ total$  เพื่อนำมาใช้ในพิจารณาคะแนน

สำหรับการคำนวณคะแนนในส่วนของ Calculate Score นั้นระบบจะกำหนดค่าคะแนนเริ่มต้นให้แก่ทีมพนักงานเป็น 50 คะแนน ซึ่งคะแนนดังกล่าวจะถูกเพิ่มหรือลดตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ของบริษัท ตัวอย่าง เกณฑ์ที่กำหนดในปฏิญญาพนักงานนี้แสดงดังตารางที่ 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 3.2 เกณฑ์การเพิ่มลดคะแนนประสิทธิภาพการทำงาน เมื่อพิจารณาด้านการประเมินเวลาเสร็จสิ้นงานของทีมพนักงาน

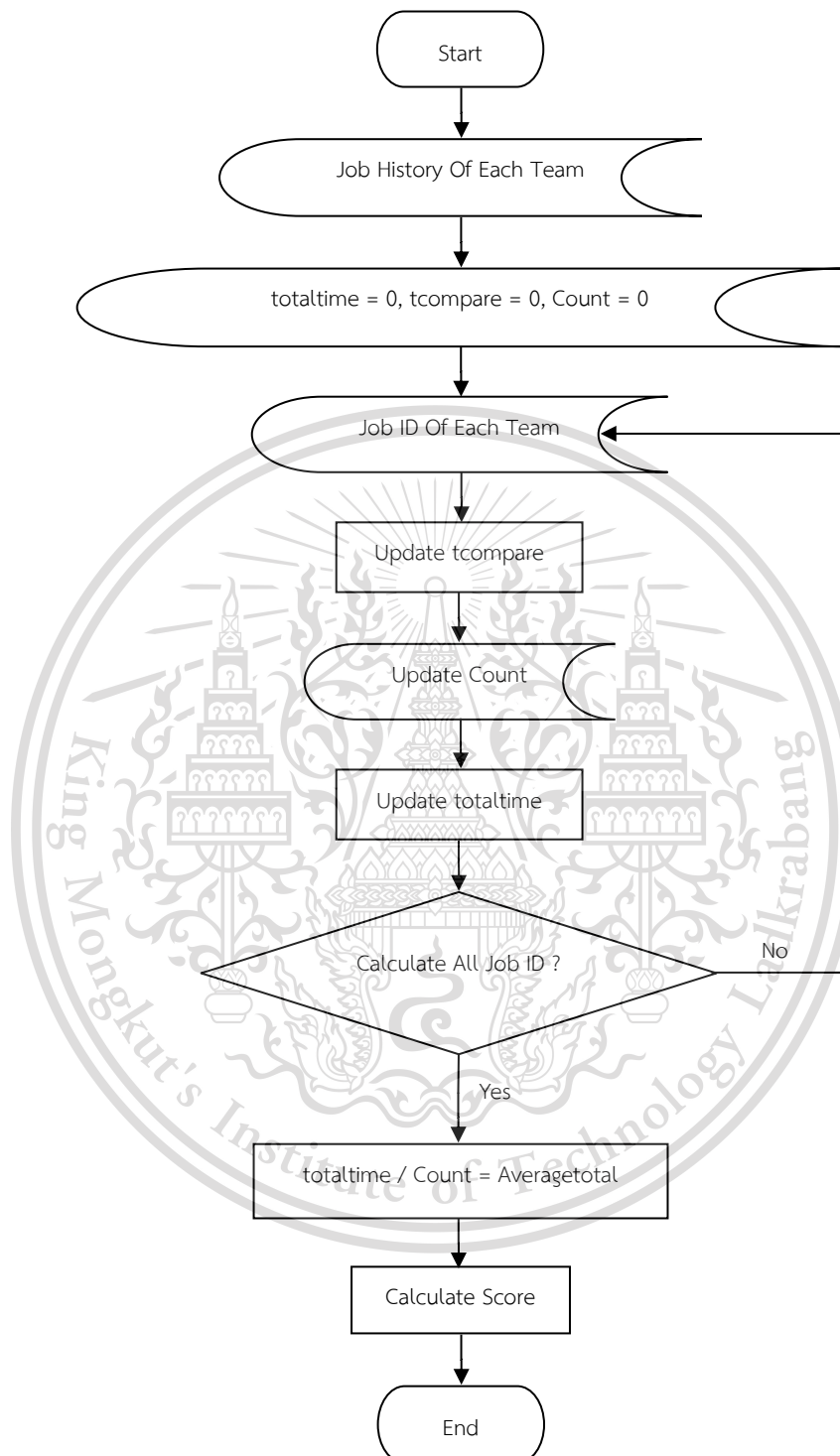
ช่วงเวลา (นาที) (Averagetotal)	คะแนน
0 – 15	เพิ่ม 10
16 – 30	ลด 10
31 – 50	ลด 20
51 ขึ้นไป	ลด 50

2. Flowchart แสดงอัลกอริธึมคำนวณประสิทธิภาพการทำงานในส่วนของกรียืมคืนเครื่องมือ แสดงดังรูปที่ 3.114 เริ่มต้นจากการตรวจสอบว่าหลังจากที่พนักงานมีการกดยืมเครื่องมือนั้นถูกใช้สำหรับงานแรกของวันนั้นหรือไม่ ถ้าใช้งานแรกจะทำการคำนวณเวลาที่ควรไปรับเครื่องมือโดยจะคิดจากเวลากดยืมเครื่องมือบวกเวลา 20 นาที เนื่องจากกรณีงานแรกพนักงานทุกทีมจะมีจุดเริ่มต้นอยู่ที่บริษัท จากนั้นจะแสดงค่าเวลาไปยังหน้าแอปพลิเคชัน แต่หากไม่ใช้งานแรกของวัน จะทำการดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลมาคำนวณเวลาที่ใช้ในการเดินทางจากตำแหน่งของพนักงานโดยใช้ตำแหน่งของงานใน Current Job ถึงตำแหน่งของบริษัท จากนั้นจะนำเวลาที่ได้มาบวกเวลาเพิ่ม 30 นาที แล้วนำค่าไปแสดงบนหน้าแอปพลิเคชัน สำหรับในส่วนการคำนวณคะแนนระบบจะทำการคำนวณคะแนนในเวลา 23:00 น. ของทุกวัน โดยจะนำเวลาที่ควรมารับเครื่องมือลบกับเวลาที่เซนเซอร์ตรวจจับว่าทีมพนักงานได้มารับเครื่องมือ หากค่าที่ได้มากกว่าหรือเท่ากับศูนย์ แสดงว่าพนักงานมารับของได้ทันเวลา แต่หากค่าที่ได้น้อยกว่าศูนย์ แสดงว่าพนักงานมารับเครื่องมือไม่ทันเวลาที่ระบบได้ทำการคำนวณไว้ซึ่งทีมพนักงานจะถูกหักคะแนน 5 คะแนน และในส่วนของกรียืมคืนเครื่องมือระบบจะทำการตรวจสอบในเวลา 00:00 น. ของวันใหม่ว่าพนักงานได้ทำการคืนเครื่องมือแล้วหรือไม่ หากทีมใดยังไม่คืนเครื่องมือระบบจะทำการหักคะแนน 10 คะแนนของทีมพนักงานนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

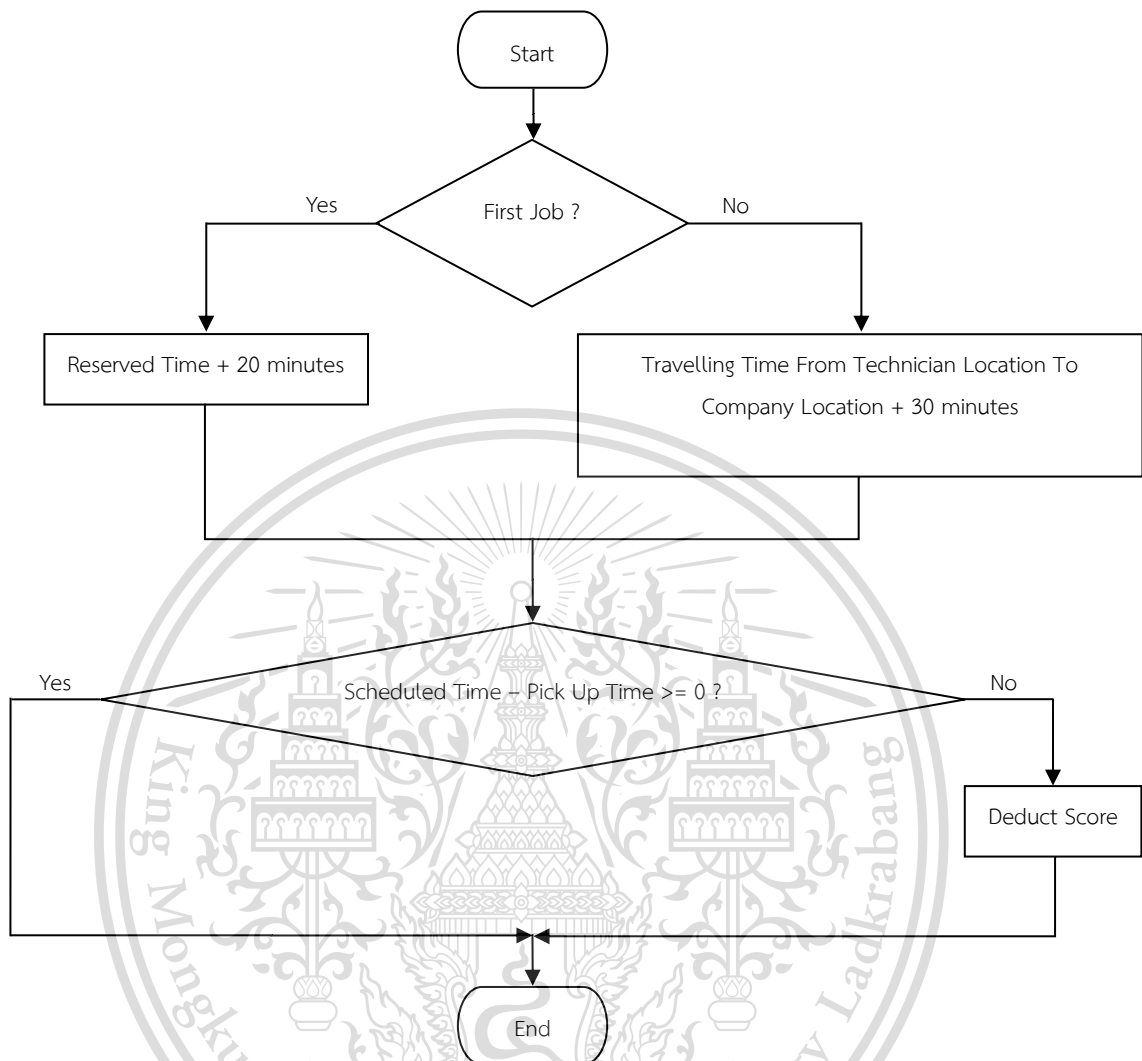


รูปที่ 3.113 Flowchart การคำนวณประสิทธิภาพการทำงานในส่วนของการกรอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกา Expected Finish Time ของทีมพนักงาน ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.114 Flowchart การคำนวณประสิทธิภาพการทำงานในส่วนของการยืม-คืนเครื่องมือ

### 3.1.5 การออกแบบและพัฒนาแบบจำลองคลังวัสดุคงคลังและเครื่องมือเพื่อการจัดการทรัพยากร

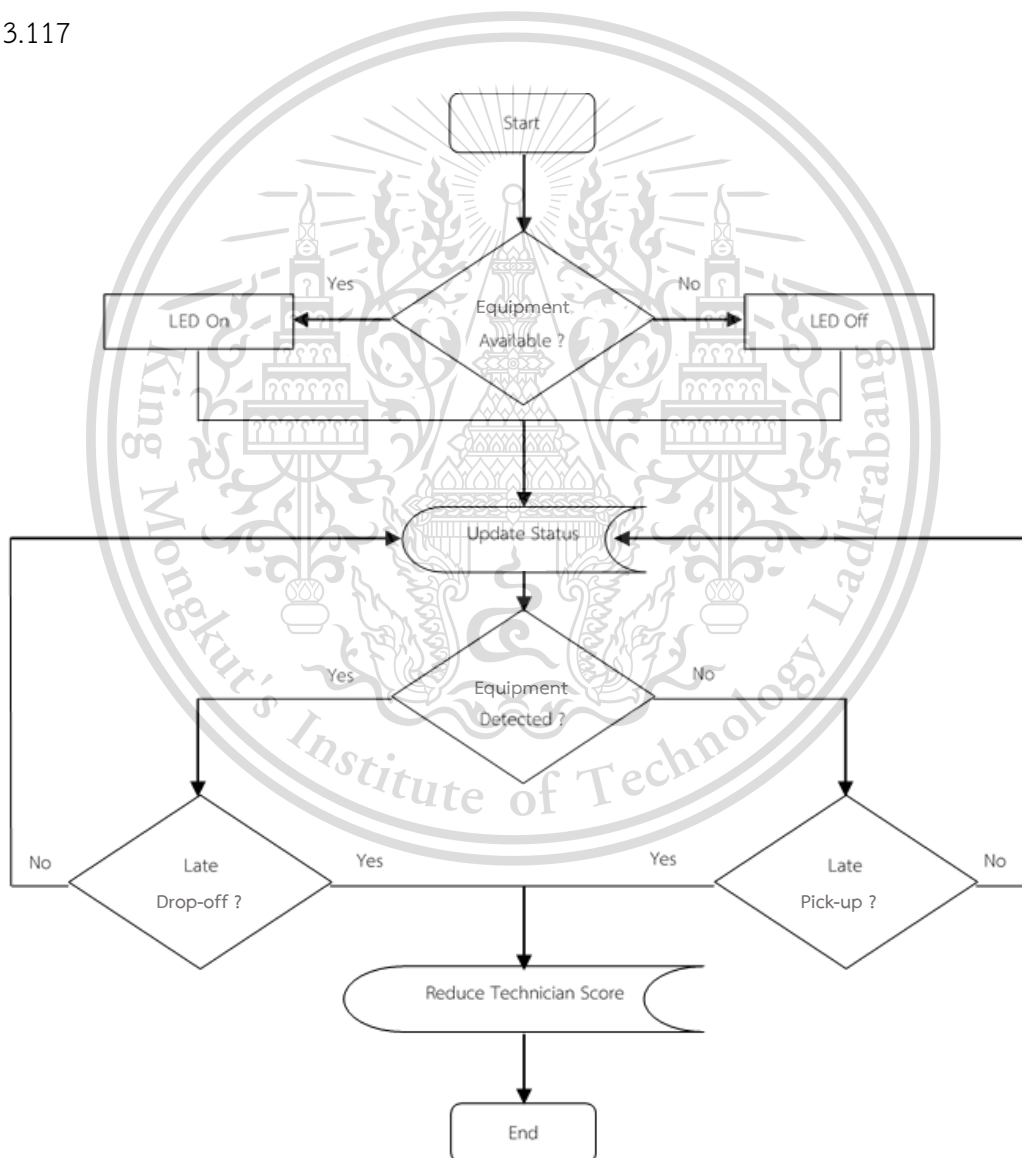
ในการออกแบบการทำงานของระบบจัดการทรัพยากร ระบบจะเริ่มจากตรวจสอบสถานะเครื่องมือจากเซนเซอร์อัลตราโซนิกที่ติดตั้งอยู่ในช่องเก็บเครื่องมือ หากเซนเซอร์อัลตราโซนิกตรวจจับได้ว่ามีเครื่องมือ หลอดไฟ LED ที่ติดอยู่หน้าช่องใส่เครื่องมือจะติด แต่หากเซนเซอร์อัลตราโซนิกตรวจไม่พบเครื่องมือในช่อง หลอดไฟ LED จะดับ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะถูกจัดเก็บลงในฐานข้อมูล ดังแสดงใน Flowchart รูปที่ 3.115

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

หน้าใช้งานในแอปพลิเคชันมีการออกแบบช่องใส่วัสดุคงคลังและเครื่องมือไว้ที่ขนาด 5 x 4 ช่อง เพื่อรองรับสำหรับการใช้งานเครื่องมือและวัสดุคงคลังของบริษัท สำหรับในส่วนคลังเครื่องมือและวัสดุคงคลังนั้น ในปฏิญานิพนธ์นี้ได้สร้างต้นแบบเพื่อทดสอบการทำงานของระบบขนาด 2 x 2 ช่อง โดยจะใส่เครื่องมือช่องละ 1 เครื่อง จำนวน 3 ช่อง และช่องใส่วัสดุคงคลัง 1 ช่อง โดยคลังจำลองได้ถูกออกแบบ ดังแสดงในรูปที่ 3.116 โดยวัสดุคงคลังและเครื่องมือที่จะนำมาวางในช่องจะมีน้ำหนักรวมกันประมาณ 20 กิโลกรัม แบบจำลองจึงต้องการความแข็งแรงที่รับน้ำหนักได้ โครงสร้างจึงใช้เหล็กเจาะช่องและไม้อัดที่มีความหนา 10 มิลลิเมตร มาประกอบกัน ดังแสดงในรูปที่ 3.117

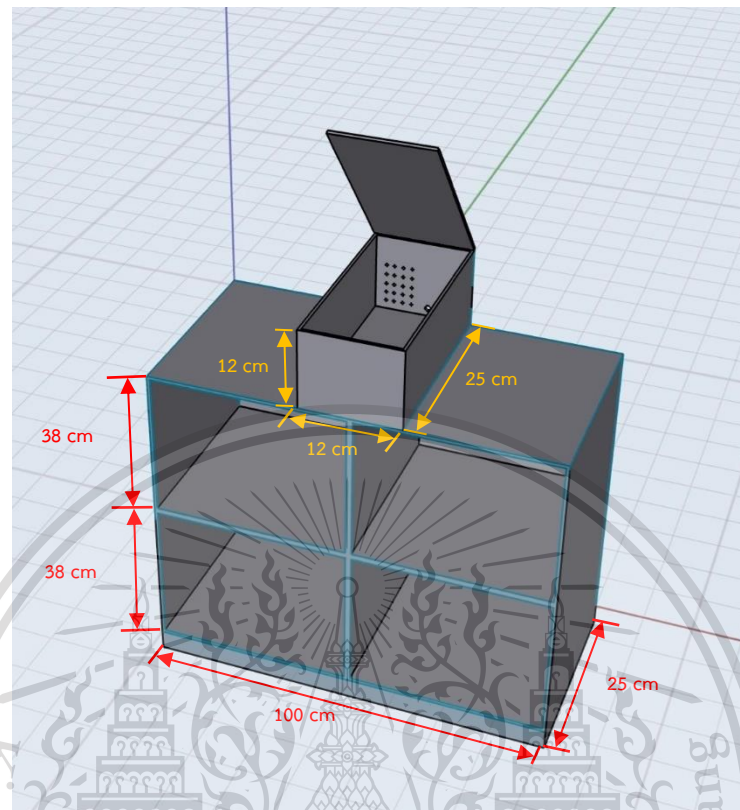


รูปที่ 3.115 Flowchart การทำงานของระบบการจัดการทรัพยากร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.116 การออกแบบขนาดของช่องใส่วัสดุคงคลังและเครื่องมือในโปรแกรมออกแบบ



รูปที่ 3.117 ต้นแบบคลังวัสดุคงคลังและเครื่องมือที่สร้างขึ้น

ขั้นตอนการประกอบโครงสร้างของต้นแบบคลัง ทำการเจาะช่องในแผ่นไม้ที่ใช้ในการ  
เอกสารนี้เป็นประกอบกล่องใส่อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ด้านบน โดยขนาดและจำนวนช่องมีดังต่อไปนี้ ช่องที่ใช้ในการใส่  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สายไฟมีทั้งหมด 3 ช่อง มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 มิลลิเมตร และช่องที่ใช้ระบายอากาศมีทั้งหมด 40 ช่อง มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร ดังแสดงในรูปที่ 3.118



รูปที่ 3.118 แผ่นไม้ที่มีช่องใส่สายไฟและช่องระบายอากาศ

เจาะช่องในแผ่นไม้ที่ใช้ในการประกอบผนังด้านข้างและด้านหลังของชั้นของตู้แบบ โดยช่องมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 มิลลิเมตร ดังแสดงในรูปที่ 3.119 และ 3.120



รูปที่ 3.119 แผ่นไม้ที่ใช้ในการประกอบผนังด้านข้างของชั้นของตู้แบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.120 แผ่นไม้ที่ใช้ในการประกอบผนังด้านหลังของชั้นของตู้แบบ

นำแผ่นไม้ที่ทำการเจาะช่องแล้วมาประกอบติดกับโครงสร้างของชั้นทั้งด้านข้างและด้านหลัง ดังแสดงในรูปที่ 3.121



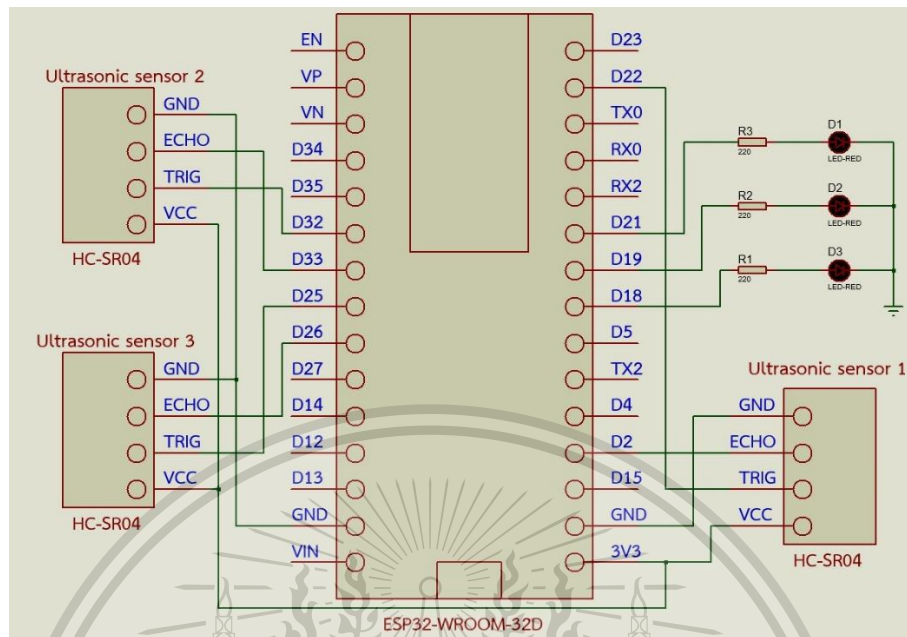
รูปที่ 3.121 โครงสร้างชั้นของตู้แบบ

ทำการเชื่อมต่อเซนเซอร์อัลตราโซนิกกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ตาม Schematic ที่ได้ออกแบบไว้ดังรูปที่ 3.122 การเชื่อมต่อระหว่างเซนเซอร์อัลตราโซนิกกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 แสดงดังตารางที่ 3.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.122 Schematic การเชื่อมต่อเซนเซอร์อัลตราโซนิกกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32

ตารางที่ 3.3 การเชื่อมต่อขาระหว่างเซนเซอร์อัลตราโซนิกกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32

ลำดับ เซนเซอร์อัลตราโซนิก	เซนเซอร์อัลตราโซนิก (HC-SR04)	บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32
1	Trig	D19
	Echo	D18
	Vcc	3V3
	GND	GND
2	Trig	D32
	Echo	D33
	Vcc	3V3
	GND	GND
3	Trig	D25
	Echo	D26
	Vcc	3V3
	GND	GND

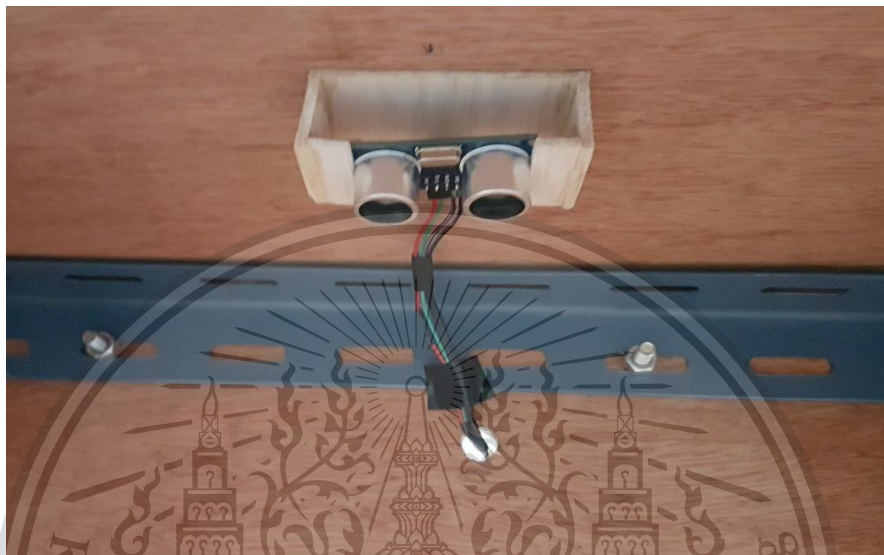
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับบอกรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

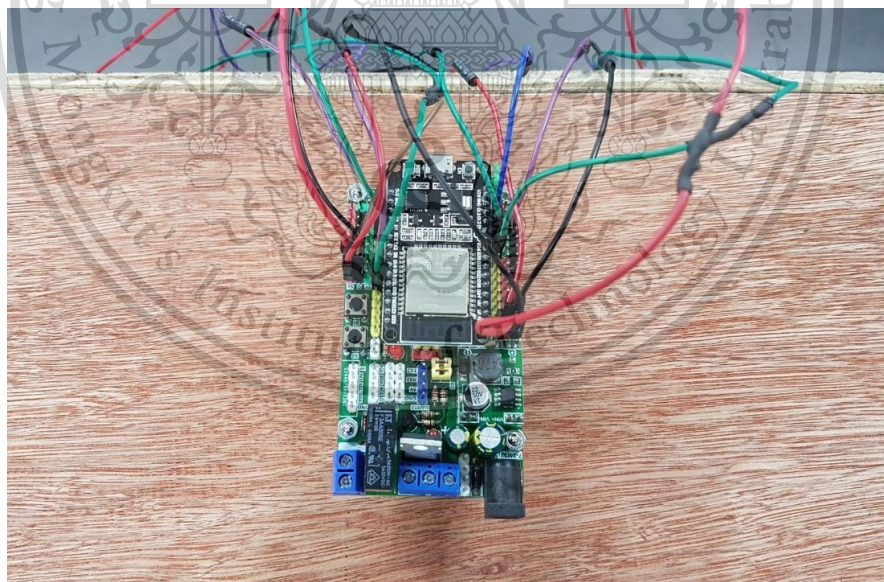
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จากนั้นทำการติดตั้งเซนเซอร์อัลตราโซนิก HC-SR04 บนผนังด้านบนของโครงสร้างชั้น  
จำนวน 3 ช่อง, ทำการติดตั้งสายไฟเชื่อมต่อเซนเซอร์อัลตราโซนิก HC-SR04 เข้ากับบอร์ด  
ไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 แสดงดังรูปที่ 3.123 และ 3.124



รูปที่ 3.123 การติดตั้งเซนเซอร์อัลตราโซนิก HC-SR04 บนผนังด้านบนของโครงสร้างชั้น



รูปที่ 3.124 การติดตั้งสายไฟเชื่อมต่อเซนเซอร์อัลตราโซนิก HC-SR04 เข้ากับ  
บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32

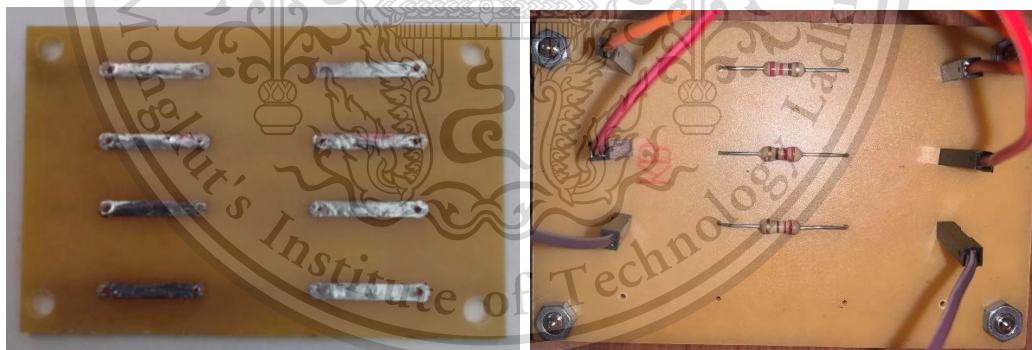
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.125 โครงสร้างต้นแบบที่ทำการติดตั้งเซนเซอร์อัลตราโซนิก HC-SR04 ครบทั้ง 3 ช่อง  
ทำการสร้างแผ่น PCB สำหรับวงจรที่ใช้ในการติดตั้ง LED และทำการบัดกรีตัวต้านทาน  
ขนาด 220 โอห์ม จำนวน 3 ตัว สำหรับการติดตั้ง LED ทั้ง 3 หลอด ดังแสดงในรูปที่ 3.126



(ก)

(ข)

รูปที่ 3.126 แผ่น PCB สำหรับวงจรที่ใช้ในการติดตั้ง LED (ก) ด้านหลัง (ข) ด้านหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### 3.1.6 การออกแบบ Google form ประเมินความพึงพอใจในการให้บริการของพนักงาน

ในส่วนการประเมินความพึงพอใจในการให้บริการของพนักงานนั้น ผู้จัดทำได้ทำการออกแบบ Google Form เพื่อให้ลูกค้าสามารถทำการประเมินความพึงพอใจในการให้บริการของพนักงาน แสดงดังรูปที่ 3.127

แบบประเมินความพึงพอใจในการให้บริการของพนักงาน

แบบประเมินความพึงพอใจมีทั้งหมด 2 ตอน ขอให้ประเมินข้อใดครบทั้ง 2 ตอน เพื่อนำไปใช้ในการปรับปรุงแก้ไขการให้บริการของพนักงานต่อไป

ตอนที่ 1 คำถามทั่วไป

พิมพ์ที่ให้บริการกับลูกค้า

ทีม A

ทีม B

ทีม C

ทีม D

ทีม E

ตอนที่ 2 คำถามสำหรับประเมินความพึงพอใจ

1. ความสะอาด ยิ้มแย้มแจ่มใส ศึกษารายละเอียดของพนักงานในการให้บริการ

1 2 3 4 5

น้อยที่สุด      มากที่สุด

2. ความกระตือรือร้น และความพร้อมในการให้บริการของพนักงาน

1 2 3 4 5

น้อยที่สุด      มากที่สุด

3. การอธิบาย ชี้แจง หรือแจ้งขั้นตอนในการให้บริการที่ชัดเจนของพนักงาน

1 2 3 4 5

น้อยที่สุด      มากที่สุด

4. พนักงานมีความรู้ สามารถให้บริการในการ เช่น สามารถตอบคำถามหรือชี้แจงข้อสงสัย และให้คำแนะนำเพื่อช่วยแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง

1 2 3 4 5

น้อยที่สุด      มากที่สุด

5. ความซื่อสัตย์สุจริตในการให้บริการ เช่น ไม่ขอสิ่งตอบแทน ไม่รับสินบน หรือไม่หาผลประโยชน์ในทางมิชอบ เป็นต้น

1 2 3 4 5

น้อยที่สุด      มากที่สุด

6. ความพร้อมของอุปกรณ์/เครื่องมือ ในการให้บริการของพนักงาน

1 2 3 4 5

น้อยที่สุด      มากที่สุด

7. ข้อเสนอแนะ

Your answer

Submit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ โดยผู้จัดทำไว้เพื่อใช้ในการประเมินความพึงพอใจในการให้บริการของพนักงาน ซึ่งดำเนินการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

ปริญญาานิพนธ์นี้เป็นการพัฒนาอัลกอริธึมเพื่อแจกงานซึ่งจะทำงานโดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นหลัก และมีส่วนของฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในการตรวจสอบวัสดุคงคลังและเครื่องมือ โดยมีอุปกรณ์และโปรแกรมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องดังนี้

### 3.2.1 โปรแกรม Visual Studio Code หรือ VSCode

โปรแกรม Visual Studio Code เป็นโปรแกรม Code Editor ที่ใช้ในการแก้ไขและปรับแต่งโค้ด ซึ่งเป็นโปรแกรมที่พัฒนามาจากค่ายไมโครซอฟท์ มีการออกแบบมาในรูปแบบของ OpenSource จึงสามารถนำมาใช้งานได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย ซึ่ง Visual Studio Code เหมาะสำหรับนักพัฒนาโปรแกรมที่ต้องการใช้งานข้ามแพลตฟอร์ม รองรับการใช้งานทั้ง Windows, macOS และ Linux สนับสนุนทั้งภาษา JavaScript, TypeScript และ Node.js สามารถเชื่อมต่อกับ Git ได้และนำมาใช้งานได้ง่ายไม่ซับซ้อน มีเครื่องมือส่วนขยายต่างๆ ให้เลือกใช้อย่างมากไม่ว่าจะเป็น 1. การเปิดใช้งานภาษาอื่นๆ ทั้ง ภาษา C++, C#, Java, Python, PHP หรือ Go 2. Themes 3. Debugger 4. Commands เป็นต้น โดยสำหรับปริญญาานิพนธ์นี้มีการติดตั้ง Node.js และ Express.js เพื่อสำหรับการทำ RESTful API

### 3.2.2 โปรแกรม Android Studio

โปรแกรม Android Studio เป็นเครื่องมือพัฒนา IDE (ไอ ดี อี) หรือ Integrated Development Environment ที่ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อการพัฒนาแอนดรอยด์แอปพลิเคชันบนพื้นฐานของแนวคิด IntelliJ IDEA คล้ายกับการทำงานของ Eclipse และ Android ADT Plugin และเป็น IDE Tools ล่าสุดจาก Google ไว้พัฒนาโปรแกรม Android

### 3.2.3 โปรแกรม Arduino

โปรแกรม Arduino เป็นโปรแกรมควบคุมการทำงานของบอร์ด Arduino Board เขียนด้วยภาษา C สามารถใช้งานได้โดยไม่มีค่าใช้จ่าย ได้รับความนิยมสูง จึงทำให้มีแหล่งข้อมูลให้ศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมในอินเทอร์เน็ตได้ง่าย และในส่วนของบอร์ด Arduino Board นั้นเป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีขาพอร์ตอินพุตและเอาต์พุตที่มากพอในการนำไปใช้งานจริงสามารถต่อกับเซนเซอร์ได้ทั้งแบบดิจิตอลและแอนะล็อก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### 3.2.4 Firebase Cloud Firestore

Firebase Cloud Firestore เป็น Platform ที่รวบรวมเครื่องมือต่างๆ สำหรับการจัดการ ส่วนของ Backend หรือ Server side ซึ่งทำให้สามารถสร้างฐานข้อมูลของระบบได้อย่างมีประสิทธิภาพ

### 3.2.5 Firebase Realtime Database

Firebase Realtime Database เป็น NoSQL Cloud Database ที่เก็บข้อมูลในรูปแบบของ JSON และมีการ Sync ข้อมูลแบบ Realtime กับทุกอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อแบบอัตโนมัติ รองรับการทำงานเมื่อ Offline รวมถึงมี Security Rules ให้สามารถออกแบบเงื่อนไขการเข้าถึงข้อมูลทั้งการ Read และ Write ทั้ง Android และ Web-base GUI

### 3.2.6 Cloud Functions for Firebase

อัลกอริทึมการแจกงานให้กับทีมพนักงาน, อัลกอริทึมคำนวณประสิทธิภาพการทำงานใน ส่วนของการกรอก Expected Finish Time ของทีมพนักงานและอัลกอริทึมคำนวณประสิทธิภาพการทำงานในส่วนของการยืม-คืนเครื่องมือของพนักงาน ใช้บริการ Cloud Functions ซึ่งเป็น บริการที่ทำงานในฝั่ง Server เพื่อตอบรับการ Trigger จากบริการต่างๆ ใน Firebase โดยฟังก์ชันที่ เขียนขึ้นมาทั้งหมดจะถูกเก็บไว้ที่ Google Cloud มีการทำงานหลังจาก deploy โค้ดขึ้นไปที่ Cloud Functions for Firebase แล้ว ตัว Cloud Functions จะทำหน้าที่เป็นนักตักฟังและรอรับ Trigger จากบริการของ Firebase ทันที และจะทำงานตามฟังก์ชันตามที่เขียนลงไปโค้ด

### 3.2.7 Firebase Hosting

Firebase Hosting คือ Static Web Hosting ของ Google ที่สามารถสร้าง Static Website ได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย ในกรณีที่ใช้ Firebase Hosting เริ่มต้นจะสามารถใช้เก็บไฟล์ได้มากถึง 1 GB และรองรับการ Download หรือการเปิดเพื่อเรียกดูเว็บไซต์ได้ถึง 10 GB ส่วนกรณีที่ใช้งานมากเกินกว่านี้ สามารถเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมได้ตามที่บริการ Firebase Hosting ได้กำหนดไว้

### 3.2.8 Google Maps API (JavaScript)

Google Maps คือ บริการแผนที่ของ Google ซึ่งให้บริการ Services ที่เกี่ยวข้องกับแผนที่ ทั้งหมด โดยในปัจจุบันแผนที่ของ Google มีอยู่หลากหลายประเภท เช่นการใช้บริการแผนที่บน เว็บไซต์หรือแอปพลิเคชัน บน Smartphone และทางช่องทางอื่นๆ โดย Services เหล่านี้สามารถ

เอกสารนี้เป็นเสรีการใช้งานได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมในกรณีที่ผ่าน Application ทั่วไป แต่ถ้าในกรณีที่มีการ การค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เรียกใช้งานในเว็บไซต์หรือแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นเอง Google Maps จะมี API ให้ใช้งานได้เช่นเดียวกัน ซึ่ง Services ต่างๆ ของ Google นั้นมีข้อจำกัดในการใช้งาน หากต้องการใช้ในปริมาณที่สูงขึ้นจะต้องซื้อ Package ที่ทาง Google Maps มีมาให้ ซึ่งโดยปกติจะมีการจำกัดจำนวนที่ Request เข้ามาเรียกใช้งาน

### 3.2.9 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 รุ่น DOIT DEVKIT หรือ NodeMCU ESP32

ใช้ในการประมวลผลการทำงานต่างๆ ได้แก่ อัปโหลดโค้ด / Serial Monitor ผ่านทางสาย Micro USB บอร์ด NodeMCU ESP32 และขาการเชื่อมต่อ, การติดต่อกับฐานข้อมูล Cloud Firestore โดยมี Wi-Fi

### 3.2.10 เซนเซอร์อัลตราโซนิก HC-SR04

เซนเซอร์ที่ใช้สำหรับตรวจจับสถานะของวัสดุคงคลังและเครื่องมือ โดยจะติดตั้งเซนเซอร์ไว้เหนือตำแหน่งที่วางอุปกรณ์เพื่อให้เซนเซอร์ทำการตรวจจับอุปกรณ์ได้

## 3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง

### 3.3.1 การทดสอบแอปพลิเคชันฝั่ง Customer กับฐานข้อมูล

- 3.3.1.1 ทดสอบหน้า Login ของลูกค้าผ่านระบบ Authentication
- 3.3.1.2 ทดสอบหน้าการลงทะเบียนข้อมูล (Registration Form) ของลูกค้า
- 3.3.1.3 ทดสอบหน้าแสดงข้อมูล Customer Profile
- 3.3.1.4 ทดสอบหน้าสำหรับกรอก Job Request Form ของลูกค้า
- 3.3.1.5 ทดสอบหน้า Pending Job ของลูกค้า
- 3.3.1.6 ทดสอบหน้า Job History ของลูกค้า
- 3.3.1.7 ทดสอบหน้า Suggestion ของลูกค้า

### 3.3.2 การทดสอบแอปพลิเคชันฝั่ง Technician กับฐานข้อมูล

- 3.3.2.1 ทดสอบหน้าต่าง Login ของพนักงานผ่านระบบ Authentication
- 3.3.2.2 ทดสอบหน้าแสดงข้อมูล Technician Profile
- 3.3.2.3 ทดสอบหน้า Current Job ของพนักงาน
- 3.3.2.4 ทดสอบหน้า Next Job ของพนักงาน
- 3.3.2.5 ทดสอบหน้า Job History ของพนักงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### 3.3.3 การทดสอบเว็บไซต์ฝั่ง Customer กับฐานข้อมูล

- 3.3.3.1 ทดสอบหน้า Login ของลูกค้าผ่านระบบ Authentication
- 3.3.3.2 ทดสอบหน้าการลงทะเบียนข้อมูล (Registration Form) ของลูกค้า
- 3.3.3.3 ทดสอบหน้าแสดงข้อมูล Customer Profile
- 3.3.3.4 ทดสอบหน้าสำหรับกรอก Job Request Form ของลูกค้า
- 3.3.3.5 ทดสอบหน้า Pending Job ของลูกค้า
- 3.3.3.6 ทดสอบหน้า Job History ของลูกค้า
- 3.3.3.7 ทดสอบหน้า Suggestion ของลูกค้า

### 3.3.4 การทดสอบการทำงานของ Google Maps API

- 3.3.4.1 ทดสอบการแสดงตำแหน่งละติจูดและลองจิจูดเมื่อทำการปักหมุดบนแผนที่
- 3.3.4.2 ทดสอบการเก็บค่าละติจูดและลองจิจูดมายังฐานข้อมูล

### 3.3.5 การทดสอบการทำงานของแอปพลิเคชัน ฮาร์ดแวร์ และฐานข้อมูล

- 3.3.5.1 ทดสอบหน้า Equipment & Inventory ของพนักงานบนแอปพลิเคชัน

### 3.3.6 การทดสอบการทำงานของฮาร์ดแวร์

- 3.3.6.1 ทดสอบการวัดระยะของเซนเซอร์อัลตราโซนิก HC-SR04
- 3.3.6.2 ทดสอบการสื่อสารข้อมูลระหว่าง ESP32 และ Google Firebase ด้วย Wireshark

### 3.3.7 การทดสอบการทำงานของอัลกอริธึม

- 3.3.7.1 ทดสอบการทำงานของอัลกอริธึมการแจกงานให้กับทีมพนักงาน
- 3.3.7.2 ทดสอบการทำงานของอัลกอริธึมคำนวณประสิทธิภาพการทำงานในส่วนของการกรอก Expected Finish Time ของทีมพนักงาน
- 3.3.7.3 ทดสอบการทำงานของอัลกอริธึมคำนวณประสิทธิภาพการทำงานในส่วนของการยืม-คืนเครื่องมือของทีมพนักงาน

### 3.3.8 การทดสอบการทำงานของระบบโดยรวม ตามเงื่อนไขที่กำหนดเป็นกรณีศึกษา

การทดสอบจะกำหนดให้ลูกค้าจำนวน 10 คน ทำการร้องของานคนละ 1 งานโดยจะมีจำนวนทั้งหมด 10 งาน ซึ่งจะมี 10 สถานที่และมีทีมพนักงานจำนวน 5 ทีม เพื่อประเมินการทำงานของระบบโดยรวมว่าสามารถทำงานได้ตามที่ออกแบบไว้หรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## บทที่ 4

### ผลการทดลอง

สำหรับการทำงานของระบบแก็งงานและจัดการทรัพยากร คณะผู้จัดทำได้ทำการเก็บผลการทำงานของระบบ โดยแบ่งการทดลองและจัดเก็บผลการทดลองออกเป็นส่วนต่างๆ ดังต่อไปนี้

#### 4.1 การทดสอบแอปพลิเคชันฝั่ง Customer กับฐานข้อมูล

##### 4.1.1 การทดสอบหน้า Login ของลูกค้าผ่านระบบ Authentication

ในการทดสอบนี้ผู้จัดทำได้ทดสอบหน้า Login ของลูกค้าผ่านระบบ Authentication โดยทำการ Login ผ่านหน้าแอปพลิเคชัน เพื่อทดสอบการเชื่อมต่อกับระบบ Authentication ดังรูปที่

4.1



รูปที่ 4.1 การ Login เพื่อทดสอบระบบ Authentication ของลูกค้า

เมื่อเชื่อมต่อกับระบบ Authentication สำเร็จจะแสดงข้อความบนหน้าแอปพลิเคชันว่า

“Login-Successful” ดังรูปที่ 4.2

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.2 การเชื่อมต่อกับระบบ Authentication สำเร็จของลูกค้า

หากเชื่อมต่อกับระบบ Authentication ไม่สำเร็จจะแสดงข้อความบนหน้าจอแอปพลิเคชันว่า “Login failed” ดังรูปที่ 4.3

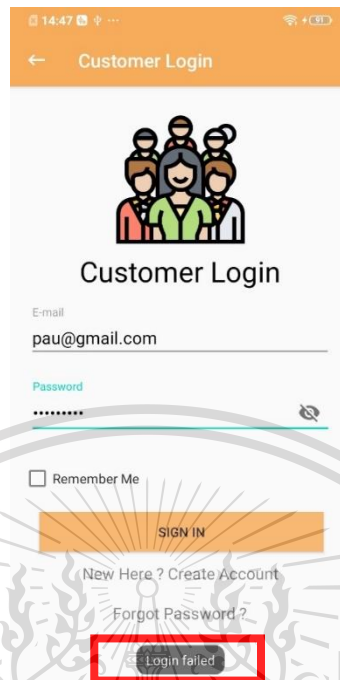
ในกรณีที่ลูกค้าลืมรหัสผ่าน สามารถคลิกที่ข้อความ “Forgot Password?” จากนั้นจะมีกล่องข้อความขึ้น ให้ทำการกรอกอีเมลที่ต้องการเปลี่ยนรหัสผ่าน ซึ่งต้องเป็นอีเมลที่ผ่านการลงทะเบียนผู้ใช้งานแล้วเท่านั้น ดังรูปที่ 4.4 หลังจากนั้นลิงค์จะถูกส่งไปยังอีเมลที่กรอกเพื่อทำการตั้งรหัสผ่านใหม่ หากลิงค์ได้ถูกส่งไปยังอีเมลสำเร็จ หน้าจอแอปพลิเคชันจะแสดงข้อความ “Reset link successfully sent to your email” ดังรูปที่ 4.5 ลิงค์การตั้งรหัสผ่านใหม่จะแสดงในกล่องข้อความอีเมลที่ได้กรอกไป ดังรูปที่ 4.6 ทดสอบการกดเข้าไปในลิงค์การตั้งรหัสผ่านใหม่ และทำการใส่รหัสผ่านใหม่ในช่องข้อความ New password เพื่อทำการตั้งรหัสผ่านใหม่ให้กับอีเมลที่กรอก ซึ่งต้องเป็นอีเมลที่ได้ผ่านการลงทะเบียนผู้ใช้งานแล้วเท่านั้น ดังรูปที่ 4.7

เมื่อลูกค้าต้องการออกจากระบบ สามารถกดแถบ Logout ใน Customer Menu ดังรูปที่ 4.8 เมื่อออกจากระบบสำเร็จข้อความบนหน้าจอแอปพลิเคชันจะแสดงว่า “Logout successful” ดังรูปที่ 4.9

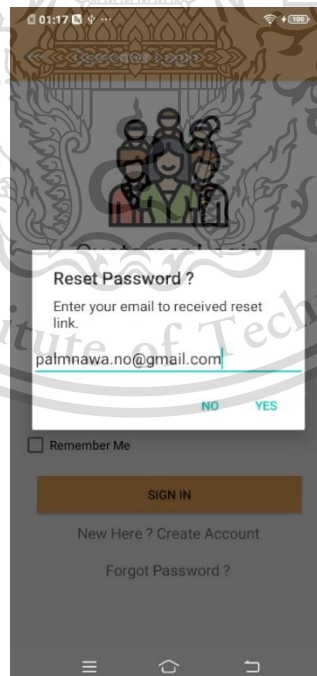
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.3 การเชื่อมต่อกับระบบ Authentication ไม่สำเร็จของลูกค้า

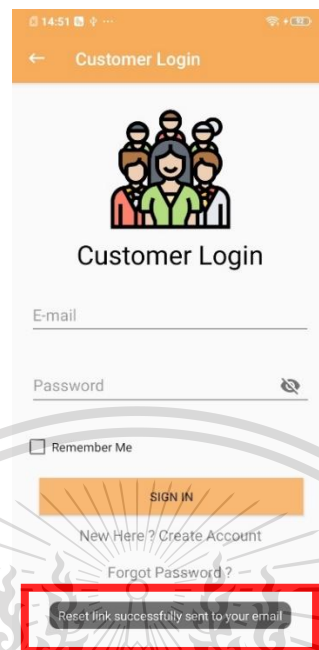


รูปที่ 4.4 กล่องข้อความเพื่อกรอกอีเมลในการส่งลิงค์การตั้งรหัสผ่านใหม่

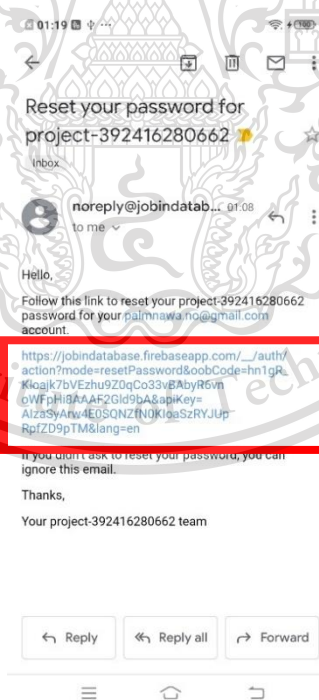
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.5 ลิงค์การตั้งรหัสผ่านใหม่ ถูกส่งไปอีเมลได้สำเร็จ



รูปที่ 4.6 ลิงค์การตั้งรหัสผ่านใหม่ ในกล่องข้อความอีเมล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.7 การกดเข้าไปในลิ้งค์เพื่อตั้งรหัสใหม่

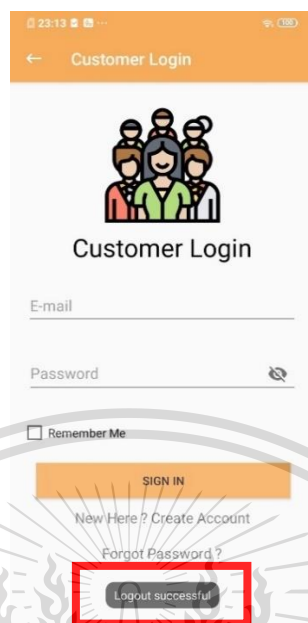


รูปที่ 4.8 แถบ Logout ใน Customer Menu

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.9 การออกจากระบบของลูกค้าเสร็จสมบูรณ์

#### 4.1.2 การทดสอบหน้าการลงทะเบียนข้อมูล (Registration Form) ของลูกค้า

ในการทดสอบได้ทำการกรอกข้อมูลตาม Registration Form ได้แก่ 1. First Name 2. Last Name 3. Email 4. Password 5. Phone Number 6. Gender 7. House No. 8. Village 9. Village No. 10. Sub-District 11. District 12. Province 13. Postal Code ดังรูปที่ 4.10 เมื่อการลงทะเบียนข้อมูลของลูกค้าสำเร็จจะแสดงข้อความ “Registered successfully. Please check your email for verification” ดังรูปที่ 4.11 และข้อมูลในส่วน Email และ Password ของลูกค้าที่ลงทะเบียนจะถูกนำไปเก็บในส่วนของ Authentication ดังรูปที่ 4.12

หลังจากทำการกด Submit เพื่อส่งลิงค์สำหรับยืนยันตัวตนผ่านอีเมล เพื่อใช้ลงทะเบียนเข้าสู่ระบบ เมื่อยืนยันตัวตนเสร็จสิ้นจะถือว่าเป็นลูกค้าที่เป็นผู้ใช้งานรายเก่าที่ได้รับการลงทะเบียนเข้าสู่ระบบแล้ว ดังรูปที่ 4.13 จากนั้นข้อมูลที่ลูกค้าได้กรอกทั้งหมดในหน้าแอปพลิเคชันจะถูกส่งแบบ Real Time ไปยังฐานข้อมูล Cloud Firestore ภายใน Customer Profile และถูกจัดเก็บใน 2 Documents ได้แก่ 1. Customer Address 2. Customer Contact โดย Customer Address Document แสดงดังรูปที่ 4.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

The Job

### Registration Form

**Customer Contact**

Nawa Oummepetch

palmnawa.no@gmail.c

0955279919 Male

**Customer Address**

1 RamA

5 Khanna Yao

Khanna Yao Bangkok

10230

SUBMIT

Already Registered? Login Here

← Customer Login

Customer Login

Email

Password

Remember Me

SIGN IN

New Here? Create Account

Forgot Password?

Registered successfully. Please check your email for verification

รูปที่ 4.10 การกรอกข้อมูลลง Registration Form

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 รูปที่ 4.11 การลงทะเบียนข้อมูลลูกค้าใหม่เสร็จสมบูรณ์  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

JobInDatabase

Go to docs

## Authentication

Users Sign-in method Templates Usage

Search by email address, phone number, or user UID Add user

Identifier	Providers	Created	Signed In	User UID
60010532@kmitl.ac.th		Oct 4, 2020	Nov 27, 2020	9voiooCEeSzweryLRWF80SJOQ2
60010008@kmitl.ac.th		Oct 22, 2020		Pb1RAEiml80A3CLZi0ePYPcFELx2
team@kmitl.ac.th		Oct 22, 2020		RiD0MjZDZSioNjevUgzkVfttPU2
palmnawa.no@gmail.com		Nov 1, 2020	Dec 1, 2020	Uzx8TIKdWueNUcsYFmwTQ01HjzI3
teamd@kmitl.ac.th		Oct 22, 2020		WmCsJx2fWdY8930k24cgq7p0...
60010250@kmitl.ac.th		Oct 22, 2020		DXmNUJZxvMoeJalHNvxaBE6wxG...
pukgard_88@hotmail.com		Dec 1, 2020	Dec 1, 2020	mlT76pJGofTEupBP8zifkPxXuQU2

Rows per page: 50 1 - 7 of 7

Customer  
User No.1

รูปที่ 4.12 ข้อมูลของลูกค้าที่ลงทะเบียนจะถูกนำไปเก็บในส่วนของ Authentication



รูปที่ 4.13 การยืนยันตัวตนผ่านอีเมล

(ก) ลิงค์สำหรับยืนยันตัวตนในอีเมล (ข) การยืนยันตัวตนเสร็จสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Customer Profile	Customer Address	Customer Address
Pending Job	Customer Contact	+ Start collection
Suggestion		+ Add field
+ Add field		District: "Khanna Yao"
		House No: "1"
		Postal Code: "10230"
		Province: "Bangkok"
		Sub District: "Khanna Yao"
		Village: "RamA"
		Village No: "5"

(ก)

Customer Profile	Customer Address	Customer Contact
Pending Job	Customer Contact	+ Start collection
Suggestion		+ Add field
+ Add field		CustomerID: "3W60CP"
		Email: "palmnawa.no@gmail.com"
		FirstName: "Nawa"
		Gender: "Male"
		LastName: "Oummeetch"
		PhoneNumber: "0955279919"

(ข)

รูปที่ 4.14 Customer Profile Collection เก็บข้อมูลที่ลูกค้ากรอกใน Registration Form

(ก) Customer Address Document (ข) Customer Contact Document

#### 4.1.3 การทดสอบหน้าแสดงข้อมูล Customer Profile

เมื่อทำการ Login หรือ Register เรียบร้อยแล้ว แอปพลิเคชันจะเชื่อมต่อมาที่หน้า Customer Profile และจะแสดงข้อมูลของลูกค้า ดังรูปที่ 4.15 ทดสอบ Update ข้อมูลของลูกค้า โดยการคลิกปุ่ม “UPDATE” บนหน้าจอแอปพลิเคชัน ซึ่งสามารถแก้ไขข้อมูลของลูกค้าตามแบบฟอร์ม ดังรูปที่ 4.16 ซึ่งเมื่อการ Update เสร็จสมบูรณ์จะแสดงข้อความ “Updated Successfully” ดังรูปที่ 4.17

การที่หน้าแอปพลิเคชันจะแสดงข้อมูลของลูกค้าแต่ละคนได้นั้น เกิดจากการดึงข้อมูลมาจากฐานข้อมูล Cloud Firestore ที่อยู่ใน Customer Contact Document แสดงดังรูปที่ 4.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Customer Profile

Customer ID : 3W60CP

First Name :  
**Nawa**

Last Name :  
**Oummepetch**

Email :  
**palmnawa.no@gmail.com**

UPDATE

Update Profile

Customer Contact

Nawa Oummepetch

0955279919 Male

Customer Address

1 RamA

5 Khanna Yao

Khanna Yao Bangkok

10230

UPDATE

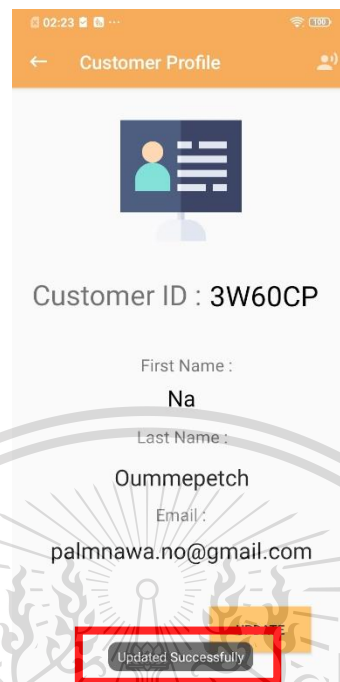
รูปที่ 4.15 หน้าแอปพลิเคชัน Customer Profile สำหรับลูกค้า

รูปที่ 4.16 การกรอกข้อมูลลง Update Profile Form

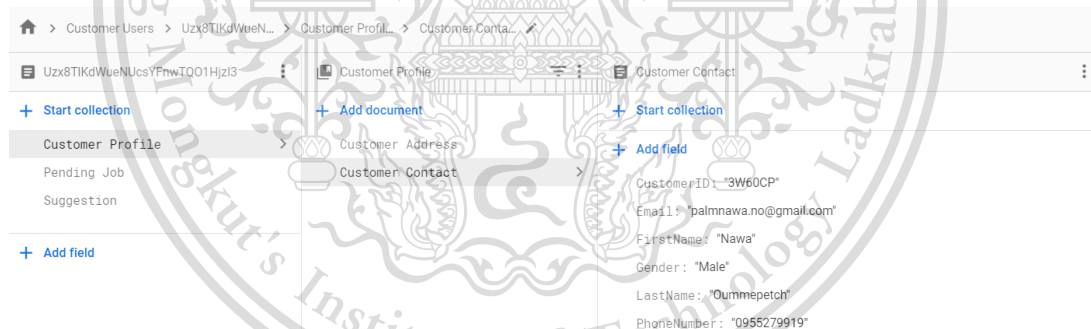
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.17 เมื่อการ Update ข้อมูลลูกค้าเสร็จสมบูรณ์



รูปที่ 4.18 ส่วนประกอบภายใน Customer Contact Subcollection

#### 4.1.4 การทดสอบหน้าสำหรับกรอก Job Request Form ของลูกค้า

ทดสอบการกรอกข้อมูลรายละเอียดงานลงในฟอร์ม ข้อมูลที่ต้องกรอกได้แก่ 1. Contact Person 2. Phone Number 3. Needed Services 4. Available Date 5. Available Time 6. Job ID 7. Job Detail 8. Location ซึ่งการเลือก Available Date ไม่สามารถเลือกวันที่ในอดีตและปัจจุบันได้ ต้องเป็นการส่งคำร้องขอานล่วงหน้าอย่างน้อย 1 วัน จากนั้นป้กหมดลงบนแผนที่และทำการกด Submit เพื่อส่งข้อมูลไปเก็บลงในฐานข้อมูล Cloud Firestore ดังรูปที่ 4.19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น มิอนุญาตให้เผยแพร่หรือใช้เพื่อการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เมื่อข้อมูลรายละเอียดของงานได้ถูกส่งไปฐานข้อมูลเสร็จสมบูรณ์จะแสดงข้อความ “Send your job request completely” และ Job Status ของงานจะขึ้นข้อความว่า “IN QUEUE...” ในหน้าแอปพลิเคชัน Pending Job ดังรูปที่ 4.20

ข้อมูลของลูกค้าที่ทำการกรอกใน Job Request Form จะแสดงในฐานข้อมูล Cloud Firestore แบบ Real Time ซึ่งจะถูกเก็บใน Customer Users Collection และ Algorithm Collection ในส่วนของ Pending Job Subcollection

ภายใน Pending Job Subcollection ของทั้ง 2 Collections ประกอบด้วย Job ID Document ของงานที่ลูกค้ากรอกจาก Job Request Form โดยแต่ละ Document ของงานที่ลูกค้ากรอกจะเรียงจากวันที่ทำการกรอกข้อมูลการร้องขอก่อน, Priority ของงานที่กรอก และ ช่วงเวลาที่ให้พนักงานเข้าไปทำงาน (Available Time) โดย Pending Job Subcollection ของ Customer User Collection และ Algorithm Collection แสดงดังรูปที่ 4.21 และ 4.22 ตามลำดับ

The screenshot shows the 'Job Request Form' interface. Key elements highlighted with red boxes and arrows include:

- Calendar:** A calendar for March 2021 with the 21st selected.
- Select Needed Service:** A list of services: Maintenance, Installation, Problem Fixing, and Design Network.
- Select Available Time:** A dropdown menu showing 'Morning (9:00 A..)' and 'Afternoon (13:00 PM - 17:00 PM)'.
- Form Fields:** Fields for name (Nawa Oummepetch), phone number (0955279919), and a date field (20210321).
- Buttons:** 'SELECT DATE', 'SELECT LOCATION', and 'SUBMIT' buttons.

รูปที่ 4.19 การกรอกข้อมูลลง Job Request Form

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

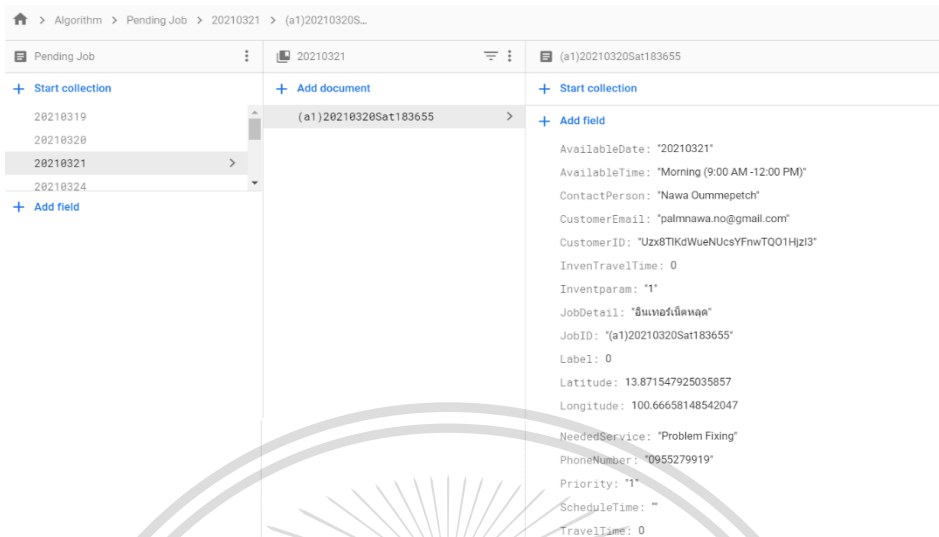


รูปที่ 4.21 ส่วนประกอบภายใน Pending Job Subcollection  
ของ Customer User Collection

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.22 ส่วนประกอบภายใน Pending Job Subcollection ของ Algorithm Collection

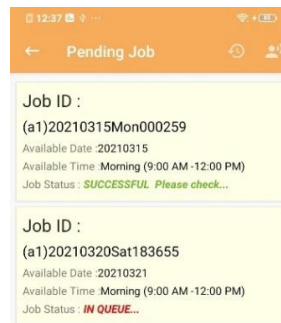
#### 4.1.5 การทดสอบหน้า Pending Job ของลูกค้า

หน้า Pending Job จะแสดงข้อมูลงานของลูกค้าที่ทำการกรอกใน Request Job Form ดังรูปที่ 4.23 ซึ่งเมื่อกดเข้าไปในแต่ละ Job ID จะทำการแสดงรายละเอียดข้อมูลงาน ได้แก่ 1. Job ID 2. Contact Person 3. Phone Number 4. Needed Services 5. Available Date 6. Available Time 7. Job Detail และ 8. Location โดยหากพนักงานแจ้งว่างานที่ร้องขอเสร็จแล้ว Job status จะแสดงข้อความว่า “SUCCESSFUL Please check...” และเมื่อกดเข้าไปในแต่ละ Job ID จะแสดงรายละเอียดของงาน ดังรูปที่ 4.24 และจะมีปุ่ม Done เพื่อให้ลูกค้ากดบันทึกเวลาเสร็จงานจากฝั่งลูกค้า จากนั้นระบบจะทำการส่งอีเมล ไปยัง Email Address ของลูกค้าที่ได้ลงทะเบียนไว้ ดังรูปที่ 4.25 โดยในรายละเอียดของอีเมล จะมีลิงค์เพื่อให้เข้าไปกรอกแบบประเมินความพึงพอใจในการให้บริการของพนักงานรูปแบบ Google Form ดังรูปที่ 4.26 แต่ถ้าหากพนักงานยังไม่แจ้งว่างานที่ร้องขอเสร็จแล้ว Job status จะแสดงข้อความว่า “IN QUEUE...” เมื่อกดเข้าไปในแต่ละ Job ID จะแสดงรายละเอียดของงานดังรูปที่ 4.27 โดยข้อมูลที่นำมาแสดงจะถูกดึงมาจากฐานข้อมูล Cloud Firestore ใน Customer Users Collection และอยู่ใน Document ของลูกค้าแต่ละราย โดยมีข้อมูลงานที่ลูกค้ากรอกอยู่ภายใน Pending Job Subcollection ดังรูปที่ 4.28 ในส่วนของ Customer Users Collection ข้อมูลที่เลือกมาแสดงในหน้า Pending Job ได้แก่ 1. Job ID 2. Submitted Date 3. Submitted Time และ 4. Job Status

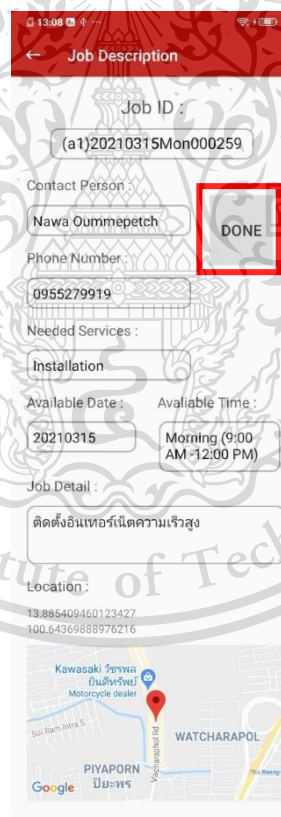
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



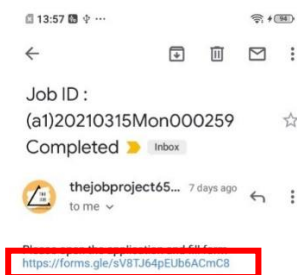
รูปที่ 4.23 หน้า Pending Job

รูปที่ 4.24 หน้าแสดงรายละเอียดของงาน ในส่วนของ Pending Job  
กรณี Job Status คือ “SUCCESSFUL Please check..”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.25 รายละเอียดในอีเมล ที่ระบบส่งไปใน Email Address ที่ลูกค้าลงทะเบียน

#### 4.1.6 การทดสอบหน้า Job History ของลูกค้า

การทดสอบระบบในหน้านี้ผู้จัดทำได้จำลองรายละเอียดงานที่ลูกค้าได้ส่งคำร้องขอใช้บริการสำเร็จแล้วลงในฐานข้อมูล Cloud Firestore และทำการดึงค่าข้อมูลมาแสดงในหน้า Job History ข้อมูลที่เลือกมาแสดงได้แก่ 1. Job ID 2. Finished Date และ 3. Finished Time ดังรูปที่ 4.29 ซึ่งเมื่อกดเข้าไปในแต่ละ Job ID จะทำการแสดงรายละเอียดข้อมูลงาน ได้แก่ 1. Job ID 2. Contact Person 3. Phone Number 4. Needed Services 5. Finished Date 6. Finished Time 7. Job Detail และ 8. Location ดังรูปที่ 4.30

หลังจากพนักงานทำงานที่ได้รับมอบหมายเรียบร้อยแล้ว จะทำการกดปุ่ม Done บนหน้าแอปพลิเคชัน และข้อมูลต่างๆ ของงานดังกล่าวจะถูกส่งไปยัง Job History Document ซึ่งประกอบด้วย 2 Subcollections ได้แก่ 1. Customer User ID และ 2. Technician User ID ดังรูปที่ 4.31 โดยภายในแต่ละ Subcollection จะประกอบไปด้วย 1 Document คือ Job ID แสดงดังรูปที่ 4.32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

**แบบประเมินความพึงพอใจในการให้บริการของพนักงาน**

แบบประเมินความพึงพอใจนี้มีทั้งหมด 2 ตอน ขอให้ผู้ประเมินตอบให้ครบทั้ง 2 ตอน เพื่อนำไปใช้ในการปรับปรุงแก้ไขการให้บริการของพนักงานต่อไป

ตอนที่ 1 คำถามทั่วไป

ทีมที่ให้บริการกับลูกค้า

ทีม A

ทีม B

ทีม C

ทีม D

ทีม E

ตอนที่ 2 คำถามสำหรับประเมินความพึงพอใจ

1. ความสุภาพ ยิ้มแย้มแจ่มใส กิริยามารยาทของพนักงานในการให้บริการ

1 2 3 4 5

น้อยที่สุด      มากที่สุด

2. ความกระตือรือร้น และความพร้อมในการให้บริการของพนักงาน

1 2 3 4 5

น้อยที่สุด      มากที่สุด

3. การอธิบาย ชี้แจง หรือแจ้งขั้นตอนในการให้บริการที่ชัดเจนของพนักงาน

1 2 3 4 5

น้อยที่สุด      มากที่สุด

4. พนักงานมีความรู้ความสามารถในการให้บริการ เช่น สามารถตอบคำถามหรือชี้แจงข้อสงสัย และให้คำแนะนำเพื่อช่วยแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง

1 2 3 4 5

น้อยที่สุด      มากที่สุด

5. ความซื่อสัตย์สุจริตในการให้บริการ เช่น ไม่ขอสิ่งตอบแทน ไม่รับสินบน หรือไม่หาผลประโยชน์ในทางที่ชอบ เป็นต้น

1 2 3 4 5

น้อยที่สุด      มากที่สุด

6. ความพร้อมของอุปกรณ์/เครื่องมือ ในการให้บริการของพนักงาน

1 2 3 4 5

น้อยที่สุด      มากที่สุด

7. ข้อเสนอแนะ

Your answer

Submit

รูปที่ 4.26 Google Form ประเมินความพึงพอใจในการให้บริการของพนักงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Job ID :  
(a1)20210320Sat183655

Contact Person :  
Nawa Oummepech

Phone Number :  
0955279919

Needed Services :  
Problem Fixing

Available Date : Available Time :  
20210321 Morning (9:00 AM - 12:00 PM)

Job Detail :  
อินเทอร์เน็ตหลุด

Location :  
13.871547925035857  
100.86658149542047

CHINDA TOWN VILLAGE  
หมู่บ้านอินตาหาราณ

รูปที่ 4.27 หน้าแสดงรายละเอียดของงาน ในส่วนของ Pending Job กรณี Job Status คือ “IN QUEUE...”

Customer Profile	Pending Job	Suggestion
(a1)20210315Mon008259	(a1)20210320Sat183655	

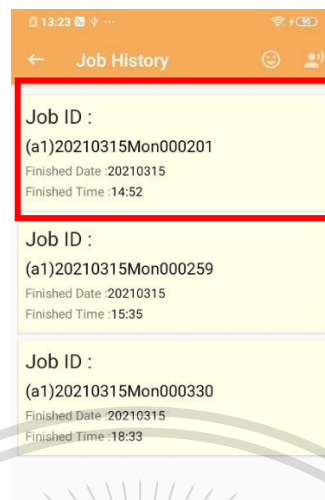
AvailableDate: "20210321"  
AvailableTime: "Morning (9:00 AM - 12:00 PM)"  
ContactPerson: "Nawa Oummepech"  
CustomerEmail: "palmnawa.no@gmail.com"  
CustomerID: "Uzx8TIKdWueNucsYFnwTQ01Hjz13"  
DoneCusStatus: 0  
InvenTravelTime: 0  
Inventparam: "1"  
JobDetail: "อินเทอร์เน็ตหลุด"  
JobID: "(a1)20210320Sat183655"  
Label: 0  
Latitude: 13.871547925035857  
NeededService: "Problem Fixing"  
PhoneNumber: "0955279919"  
Priority: "1"  
TechnicianID: ""  
TravelTime: 0

รูปที่ 4.28 ส่วนประกอบภายใน Pending Job Subcollection

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



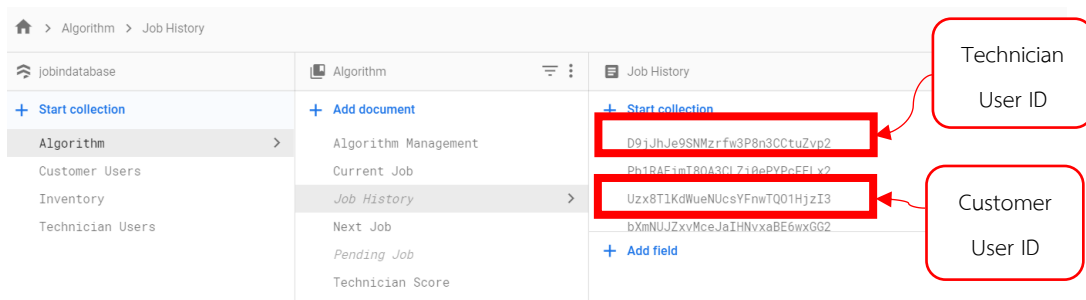
รูปที่ 4.29 หน้า Job History แสดงประวัติงานที่ลูกค้าได้ส่งคำร้องขอใช้บริการที่สำเร็จแล้ว



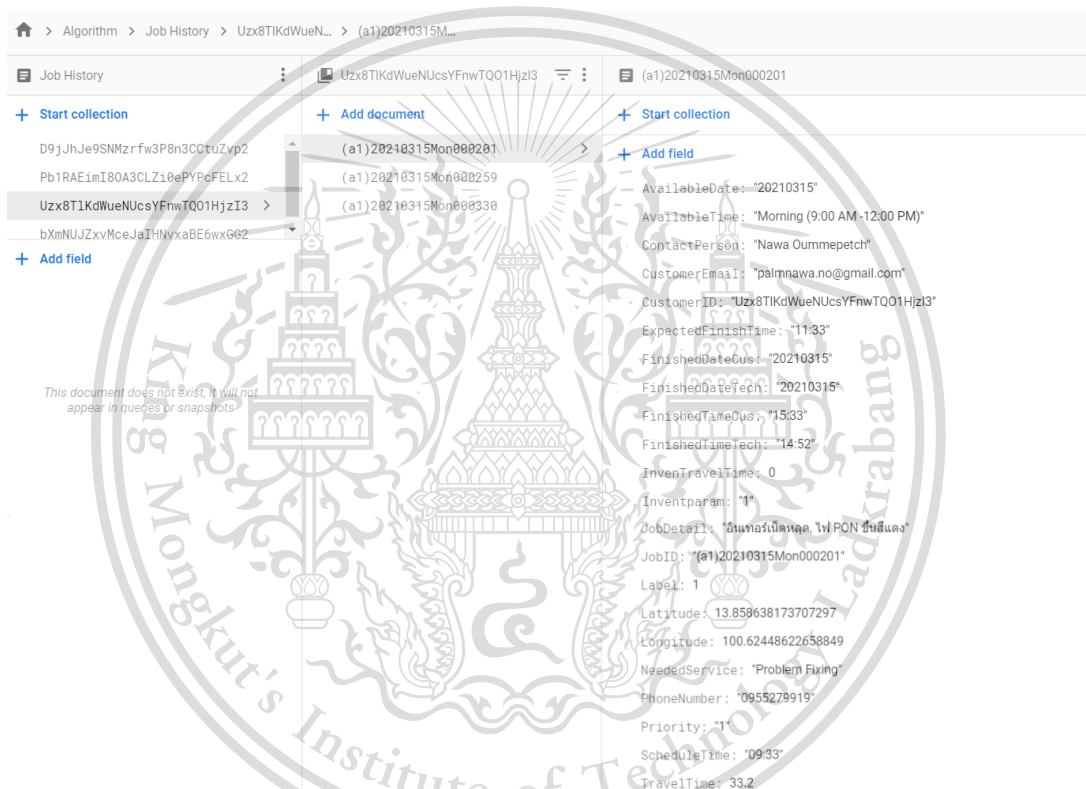
รูปที่ 4.30 หน้าแสดงรายละเอียดของงาน ในส่วนของ Job History ของลูกค้า เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.31 ส่วนประกอบภายใน Job History Document



รูปที่ 4.32 ส่วนประกอบภายใน Job ID Document

#### 4.1.7 การทดสอบหน้า Suggestion ของลูกค้า

ลูกค้าสามารถให้คำติชมในการใช้บริการโดยการกรอกข้อความภายในหน้า Suggestion ได้ ดังรูปที่ 4.33 และข้อมูลที่ลูกค้าได้ทำการติชมนี้จะถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูล Cloud Firestore ภายใน Suggestion Subcollection หรือความคิดเห็นของลูกค้า แสดงดังรูปที่ 4.34

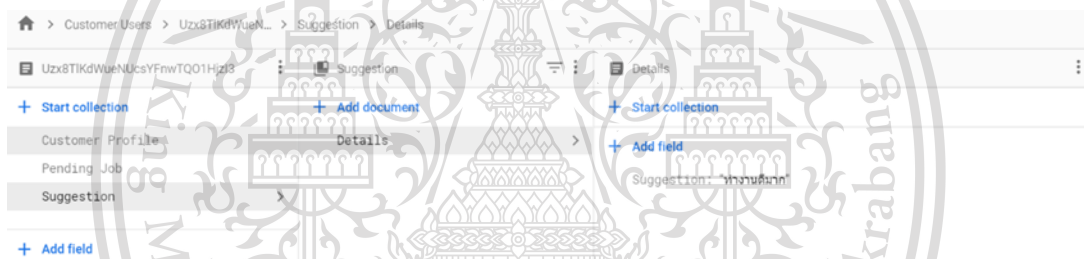
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.33 ตัวอย่างคำติชมในการใช้บริการของลูกค้า



รูปที่ 4.34 ส่วนประกอบภายใน Suggestion Subcollection

## 4.2 การทดสอบแอปพลิเคชันฝั่ง Technician กับฐานข้อมูล

### 4.2.1 การทดสอบหน้าต่าง Login ของพนักงานผ่านระบบ Authentication

การเข้าสู่ระบบของพนักงานในส่วนของ Authentication จะทำการตั้งค่า Email และ Password ให้แต่ละทีมไว้ใน Cloud Firestore ทำให้แต่ละทีมสามารถทำการ Login ได้โดยไม่ต้องทำการลงทะเบียน แสดงดังรูปที่ 4.35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

**Authentication**

Users Sign-in method Templates Usage

Search by email address, phone number, or user UID Add user

Identifier	Providers	Created	Signed In	User UID ↑
60010532@kmitl.ac.th	✉	Feb 15, 2021	Mar 18, 2021	D9jJhJe9SNMzrfw3P8n3CCtuZvp2
wehavegoodhope@gmail.com	✉	Mar 22, 2021	Mar 22, 2021	DFYkFF4pJYxfbeN9T170Bj0yLv1
60010008@kmitl.ac.th	✉	Oct 22, 2020	Mar 15, 2021	Pb1RAEiml80A3CLZi0ePYpCFELx2
tonpalm.bean@gmail.com	✉	Dec 11, 2020	Mar 1, 2021	Q07Lwkz4E9NTrTsCd8YNp2Cv7B...
teame@kmitl.ac.th	✉	Oct 22, 2020	Mar 14, 2021	RID0MjjZDZSioNjevUgzkVftPU2
palmnawa.no@gmail.com	✉	Nov 1, 2020	Mar 22, 2021	Uzx8TIkdWueNUcsYFnwTQ01HjzI3
teamd@kmitl.ac.th	✉	Oct 22, 2020	Mar 14, 2021	WmCsJkX2fWdyB90k24cgq7p0...
60010250@kmitl.ac.th	✉	Oct 22, 2020	Mar 15, 2021	bXmNUJZxvMceJalHNvxaBE6wxG...
pukgard_88@hotmail.com	✉	Dec 1, 2020	Mar 9, 2021	miTx6pJGbfTEupBP8zifkPxxuQU2

Rows per page: 50 1 - 9 of 9

Team A  
Team B  
Team E  
Team D  
Team C

รูปที่ 4.35 การตั้งค่า Email/Password ของทีมงาน

ทดสอบโดยใช้ Email และ Password ของพนักงาน Login เข้าระบบผ่านหน้าแอปพลิเคชัน เพื่อทดสอบการเชื่อมต่อกับระบบ Authentication ดังรูปที่ 4.36

รูปที่ 4.36 การ Login ของพนักงานเพื่อทดสอบระบบ Authentication

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

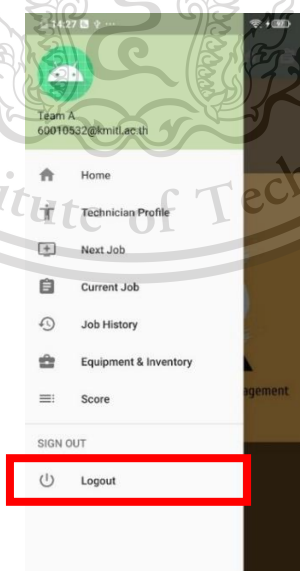
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เมื่อเชื่อมต่อกับระบบ Authentication สำเร็จจะแสดงข้อความบนหน้าแอปพลิเคชันว่า “Login Successful” ดังรูปที่ 4.37

เมื่อพนักงานต้องการออกจากระบบ ให้กดแถบ Logout ใน Technician Menu ดังรูปที่ 4.38 เมื่อออกจากระบบสำเร็จข้อความบนหน้าแอปพลิเคชันจะแสดงว่า “Logout successful” ดังรูปที่ 4.39



รูปที่ 4.37 การเชื่อมต่อกับระบบ Authentication สำเร็จของพนักงาน

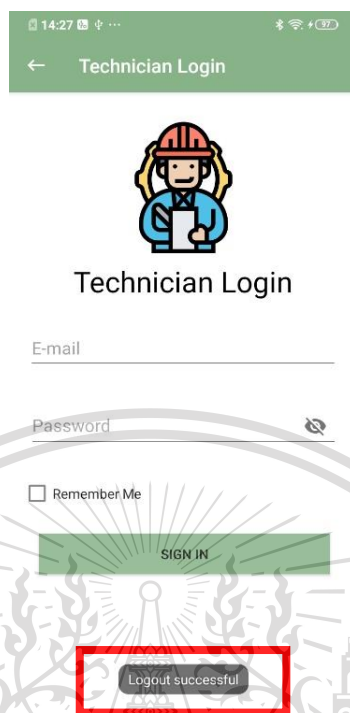


รูปที่ 4.38 แถบ Logout ใน Technician Menu

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.39 การออกจากระบบของพนักงานเสร็จสมบูรณ์

## 4.2.2 การทดสอบหน้าแสดงข้อมูล Technician Profile

### 4.2.2.1 ทีม A

เมื่อทำการ Login โดยใช้ Email และ Password ของทีม A ระบบจะเชื่อมต่อมายัง หน้าแอปพลิเคชัน Technician Profile ของทีม A ดังรูปที่ 4.40 โดยรายละเอียดของทีมพนักงาน จะถูกเก็บใน Cloud Firestore ในส่วนของ Technician Users Collection > Technician User ID Document ของ ทีม A > Technician Profile Collection > Technician Contact Document ดังรูปที่ 4.41

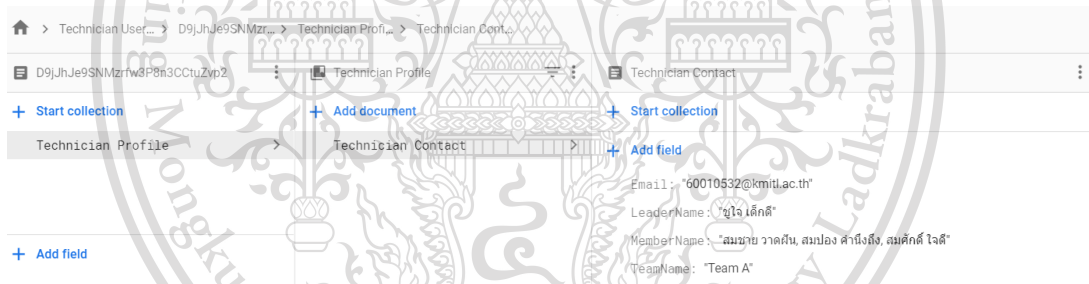
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.40 หน้าแอปพลิเคชัน Technician Profile ของพนักงานทีม A



รูปที่ 4.41 ส่วนประกอบภายใน Technician Contact Document ของทีม A

#### 4.2.2.2 ทีม B

เมื่อทำการ Login โดยใช้ Email และ Password ของทีม B แล้วระบบจะเชื่อมต่อมายังหน้าแอปพลิเคชัน Technician Profile ของทีม B ดังรูปที่ 4.42 โดยรายละเอียดของทีมงานจะถูเก็บใน Cloud Firestore ในส่วนของ Technician Users Collection > Technician User ID Document ของทีม B > Technician Profile Collection > Technician Contact Document ดังรูปที่ 4.43

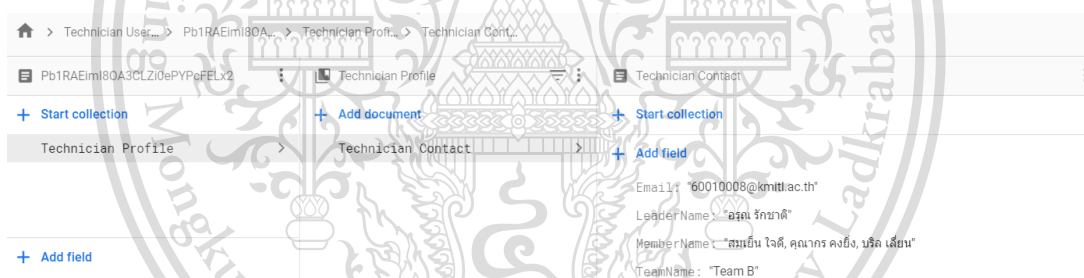
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.42 หน้าแอปพลิเคชัน Technician Profile ของพนักงานทีม B



รูปที่ 4.43 ส่วนประกอบภายใน Technician Contact Document ของทีม B

#### 4.2.3 การทดสอบหน้า Current Job ของพนักงาน

##### 4.2.3.1 ทีม A

เมื่อกดไปที่แถบเมนู Current Job แอปพลิเคชันจะแสดงหน้า Current Job โดยงานแรกของวัน จะเป็นงานที่ระบบสุ่มมาให้ หลังจากนั้นการแจกงานต่อไป อัลกอริธึมการแจกงาน จะทำการเลือกทีมที่เวลาการเดินทางไปตำแหน่งที่อยู่ของลูกค้าที่น้อยที่สุด จากนั้นข้อมูลของ Current Job จากฐานข้อมูล Cloud Firestore ของทีม A จะถูกดึงมาแสดง ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

1. Schedule Time 2. Contact Person 3. Phone Number 4. Needed Service 5. Job Detail 6. Location และ 7. Expected Finish Time ดังรูปที่ 4.44

หลังจากการแจกงานพนักงานจะต้องระบุเวลาที่คาดว่าจะทำงานเสร็จใน Expected Finish Time ครั้งที่ 1 ภายในเวลา 20 นาที ดังรูปที่ 4.45 เมื่อหมดเวลา 20 นาที พนักงานจะได้รับอีเมล แจ้งเตือนการหมดเวลาในการกรอก Expected Finish Time ครั้งที่ 1 ดังรูปที่ 4.46 หากทำการกรอก Expected Finish Time เสร็จแล้วทำการกดปุ่ม Submit ข้อมูล Expected Finish Time จะถูกเก็บลงฐานข้อมูล Cloud Firestore และแสดงข้อความว่า “Expected Finish Time is saved” หากพนักงานต้องการกรอก Expected Finish Time ครั้งที่ 2 จะต้องทำการรอ 3 นาที หลังจากการกรอกเวลาครั้งที่ 1 ไปแล้ว ดังรูปที่ 4.47 เมื่อพนักงานทำงานเสร็จสิ้น พนักงานจะต้องทำการกดปุ่ม Done เพื่อบันทึกวันที่และเวลาที่งานเสร็จ และเนื่องจากทีม A มีงานอยู่ใน Next Job เมื่อกดปุ่ม Done จะแสดงกล่องข้อความดังรูปที่ 4.48

รายละเอียดของ Current Job จะถูกเก็บใน Cloud Firestore ในส่วนของ Algorithm Collection > Current Job Document > Selected Team Collection > Technician User ID Document ของทีม A ดังรูปที่ 4.49

#### 4.2.3.2 ทีม B

เมื่อกดไปที่แถบเมนู Current Job แอปพลิเคชันจะแสดงหน้า Current Job โดยงานแรกของวัน จะเป็นงานที่ระบบสุ่มมาให้ หลังจากนั้นการแจกงานต่อไป อัลกอริธึมการแจกงาน จะทำการเลือกทีมที่เวลาการเดินทางไปบ้านลูกค้าที่น้อยที่สุด จากนั้นข้อมูลของ Current Job จากฐานข้อมูล Cloud Firestore ของทีม B จะถูกดึงมาแสดง ได้แก่ 1. Schedule Time 2. Contact Person 3. Phone Number 4. Needed Service 5. Job Detail 6. Location และ 7. Expected Finish Time ดังรูปที่ 4.50

หลังจากการแจกงานพนักงานจะต้องระบุเวลาที่คาดว่าจะทำงานเสร็จใน Expected Finish Time ครั้งที่ 1 ภายในเวลา 20 นาที ดังรูปที่ 4.51 เมื่อหมดเวลา 20 นาที พนักงานจะได้รับอีเมล แจ้งเตือนการหมดเวลาในการกรอก Expected Finish Time ครั้งที่ 1 ดังรูปที่ 4.52 หากทำการกรอก Expected Finish Time เสร็จแล้วทำการกดปุ่ม Submit ข้อมูล Expected Finish Time จะถูกเก็บลงฐานข้อมูล Cloud Firestore และแสดงข้อความว่า “Expected Finish Time is saved” หากพนักงานต้องการกรอก Expected Finish Time ครั้งที่ 2 จะต้องทำการรอ 3 นาที หลังจากการกรอกเวลาครั้งที่ 1 ไปแล้ว ดังรูปที่ 4.53 เมื่อพนักงานทำงานเสร็จสิ้น พนักงานจะต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ทำการกดปุ่ม Done เพื่อบันทึกวันที่และเวลาทำงานเสร็จ และเนื่องจากทีม B ไม่มีงานอยู่ใน Next Job เมื่อกดปุ่ม Done จะแสดงกล่องข้อความดังรูปที่ 4.54

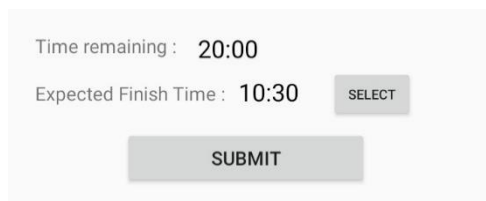
รายละเอียดของ Current Job จะถูกเก็บใน Cloud Firestore ในส่วนของ Algorithm Collection > Current Job Document > Selected Team Collection > Technician User ID Document ของทีม B ดังรูปที่ 4.55

รูปที่ 4.44 หน้า Current Job ของทีม A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

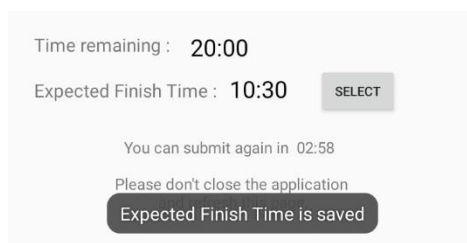
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.45 การกรอก Expected Finish Time ครั้งที่ 1 ภายใน 20 นาที  
ในหน้า Current Job ของทีม A



รูปที่ 4.46 รายละเอียดในอีเมล การแจ้งเตือนหมดเวลา  
ในการกรอก Expected Finish Time ครั้งที่ 1 ของทีม A



รูปที่ 4.47 เมื่อกด Submit ในหน้า Current Job ของทีม A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



01:20 100%

← Current Job ↻ +

⋮ DONE

Schedule Time :

Contact Person :

Phone Number :

Needed Service :

Job Detail :

Location (Latitude, Longitude) :  
 13.854910767899035  
 100.63196891918778

AN THONG VILLAGE หมู่บ้าน บึงทอง  
 Ease Park  
 CHALOEM SUK 9 VILLAGE หมู่บ้าน ศาลเจ้า  
 SAKHORN VILLAGE หมู่บ้าน ศาลเจ้า

Time remaining : 20:00  
 Expected Finish Time :

SUBMIT

รูปที่ 4.50 หน้า Current Job ของทีม B

Time remaining : 20:00  
 Expected Finish Time : 11:19

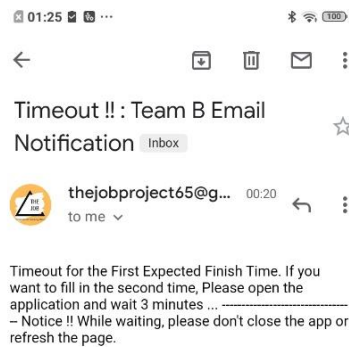
SUBMIT

รูปที่ 4.51 การกรอก Expected Finish Time ครั้งที่ 1 ภายใน 20 นาที

ในหน้า Current Job ของทีม B เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

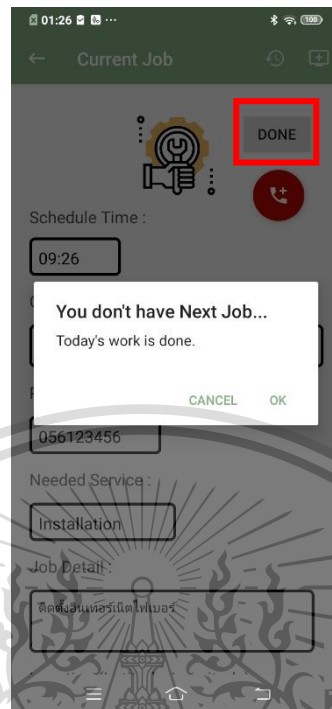


รูปที่ 4.53 เมื่อกด Submit ในหน้า Current Job ของทีม B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.54 กล้องข้อความในหน้า Current Job ของทีม B  
เมื่อพนักงานกดปุ่ม Done กรณีที่ไม่มีงานใน Next Job



รูปที่ 4.55 ส่วนประกอบภายใน Technician User ID Document ของทีม B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

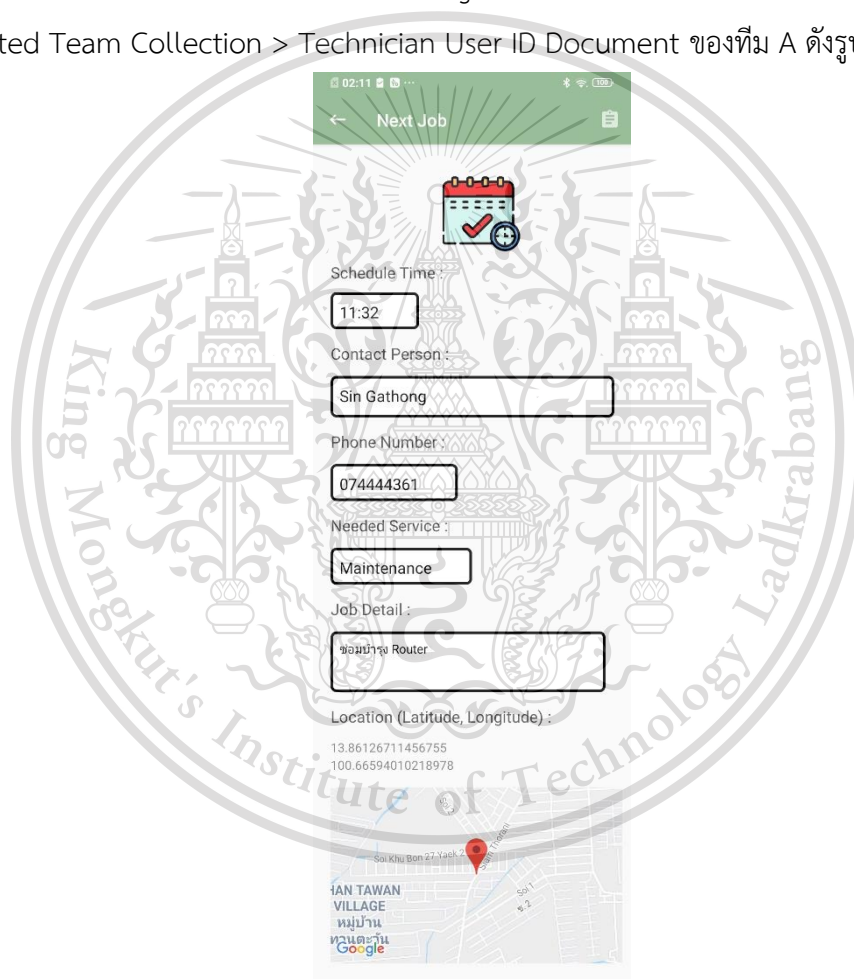
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

#### 4.2.4 การทดสอบหน้า Next Job ของพนักงาน

##### 4.2.4.1 ทีม A

เมื่อกดไปที่แถบเมนู Next Job แอปพลิเคชันจะแสดงหน้า Next Job ซึ่งจะแสดงงานถัดไปที่ทีมพนักงานได้รับ โดยได้มาจากการคำนวณอัลกอริทึมการแจกงาน โดยจะแสดงรายละเอียด ดังนี้ 1. Schedule Time 2. Contact Person 3. Phone Number 4. Needed Service 5. Job Detail และ 6. Location ดังรูปที่ 4.56 โดยรายละเอียดของหน้า Next Job จะถูกเก็บใน Cloud Firestore ในส่วนของ Algorithm Collection > Next Job Document > Selected Team Collection > Technician User ID Document ของทีม A ดังรูปที่ 4.57



รูปที่ 4.56 หน้า Next Job ของทีม A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

The screenshot shows a document viewer with a breadcrumb trail: Algorithm > Next Job > Selected Team > D9jJhJe9SNMzr... The document is titled 'D9jJhJe9SNMzrfw3P8n3CCtuZvp2'. It contains the following fields:

- AvailableDate: "20210322"
- AvailableTime: "Morning (9:00 AM -12:00 PM)"
- ContactPerson: "Sin Gathong"
- CustomerEmail: "palmnawa.no@gmail.com"
- CustomerID: "Uzx8TIKdWueNUcsYFfwTQO1HjzI3"
- InvenTravelTime: 34.483333333333334
- Inventparam: "1"
- JobDetail: "ซ่อมบำรุง Router"
- JobID: "(a3)20210323Tue010456"
- Label: 0
- Latitude: 13.86126711456755
- Longitude: 100.66594010218978
- NeededService: "Maintenance"
- PhoneNumber: "074444361"
- Priority: "3"
- ScheduleTime: "11:32"
- TravelTime: 61.983333333333335

รูปที่ 4.57 ส่วนประกอบภายใน Technician User ID Document ของทีม A

#### 4.2.4.2 ทีม B

เมื่อกดไปที่แถบเมนู Next Job สำหรับทีม B แอปพลิเคชันจะแสดงหน้า Next Job ซึ่งเป็นงานถัดไปที่ทีมพนักงานได้รับ โดยได้มาจากการคำนวณอัลกอริธึมการแจกงาน ซึ่งจะเห็นได้ว่าจะไม่มีงานถูกแจกเข้ามา เนื่องจากเวลาการเดินทางของทีม A มีค่าน้อยกว่า ทำให้อัลกอริธึมการแจกงานทำการแจกงานให้ทีม A ดังรูปที่ 4.58 โดยรายละเอียดของหน้า Next Job จะถูกเก็บใน Cloud Firestore ในส่วนของ Algorithm Collection > Next Job Document > Selected Team Collection > Technician User ID Document ของทีม B ดังรูปที่ 4.59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## 4.2.5 การทดสอบหน้า Job History ของพนักงาน

### 4.2.5.1 ทีม A

การทดสอบระบบในส่วนนี้ผู้จัดทำได้จำลองงานที่สำเร็จแล้วขึ้นมาและจัดเก็บลงฐานข้อมูล Cloud Firestore ไว้ก่อนแล้ว และทดสอบการดึงค่าข้อมูลมาแสดงในหน้า Job History ข้อมูลที่แสดงมีดังนี้ 1. Job ID 2. Finished Date และ 3. Finished Time ดังรูปที่ 4.60 โดยเมื่อกดไปที่รายการของ Job ID ใดๆ ก็ จะแสดงหน้ารายละเอียดงานของ Job ID นั้นๆ ดังแสดงในรูปที่ 4.61 โดยรายละเอียดของหน้า Job History จะถูกเก็บใน Cloud Firestore ในส่วนของ Algorithm Collection > Job History Document > Technician User ID Collection ของทีม A > Job ID Document ดังรูปที่ 4.62

### 4.2.5.2 ทีม B

ในของส่วน Job History ของทีม B ผู้จัดทำได้จำลองให้ยังไม่มีการทำงานที่สำเร็จแล้ว ดังนั้นฐานข้อมูล Cloud Firestore จึงไม่มีรายละเอียดข้อมูลงานต่างๆ เนื่องจากยังไม่เคยมีประวัติการทำงานมาก่อน หน้า Job History จึงไม่ได้แสดงข้อมูลใดๆ ดังรูปที่ 4.63



รูปที่ 4.60 หน้า Job History ของทีม A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

← Job Description

Job ID :

Contact Person :

Phone Number :

Needed Services :

Finished Date :  Finished Time :

Job Detail :

Location :  
 13.858638173707297  
 100.62448622658849

รูปที่ 4.61 หน้าแสดงรายละเอียดงานที่เสร็จแล้วของ Job ID (a1)20210315Mon000201 ในส่วนของ Job History ของทีม A

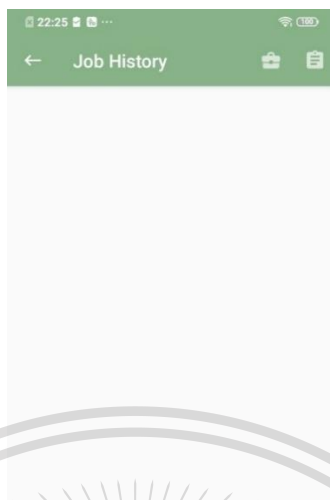
Job History

Job ID	Job Detail	Location	Available Date	Available Time	Contact Person	Customer Email	Customer ID	Expected Finish Time	Finished Date Cus	Finished Date Tech	Finished Time Cus	Finished Time Tech	Invent Travel Time	Invent Param	Job Detail	Job ID	Label	Latitude	Longitude	Needed Service	Phone Number	Priority	Schedule Time	Travel Time
(a1)20210315Mon000201	อินเทอร์เน็ตหลุด	13.858638173707297 100.62448622658849	"20210315"	"Morning (9:00 AM -12:00 PM)"	"Nawa Oummeetch"	"palmnawa.no@gmail.com"	"Uzx8TKdWueNUcsYFfwTQ01Hjz13"	"11:33"	"20210315"	"20210315"	"11:33"	"11:30"	0	"1"	"อินเทอร์เน็ตหลุด"	"(a1)20210315Mon000201"	1	13.858638173707297	100.62448622658849	"Problem Fixing"	"0955279919"	"1"	"09:33"	33.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารรูปที่ 4.62 ส่วนประกอบภายใน Job ID (a1)20210315Mon000201 Document ของทีม A ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.63 หน้า Job History ของทีม B

#### 4.2.6 การทดสอบหน้า Score ของพนักงาน

ในส่วนของ Score ของพนักงาน จะแสดงคะแนนของทีมพนักงานของตนเองและอันดับคะแนนทีมพนักงานแต่ละทีม โดยจะเรียงลำดับจากทีมที่มีคะแนนมากที่สุดไปจนถึงทีมที่มีคะแนนน้อยสุด ซึ่งการเพิ่มและลดคะแนนของแต่ละทีมจะพิจารณาจาก 2 เงื่อนไข คือ (1) กรณีพนักงานไปรับและคืนเครื่องมือ หากเกินกว่าเวลาที่ระบบกำหนดให้จะถูกหักคะแนน และ (2) กรณีพนักงานกรอกเวลาที่คาดว่าจะทำงานเสร็จ (Expected Finish Time) คลาดเคลื่อนไปจากเวลาที่พนักงานทำงานเสร็จ จะถูกหักคะแนนตามเกณฑ์ที่ได้ทำการกำหนดไว้

ผู้จัดทำได้จำลองการให้คะแนนพนักงานลงฐานข้อมูล Cloud Firestore ในส่วนของ Algorithm Collection > Technician Score Document > Score Collection > Technician User ID Document แสดงดังรูปที่ 4.64 - 4.68 โดยจำลองให้ทีม A ได้ 50 คะแนน, ทีม B ได้ 85 คะแนน, ทีม C ได้ 65 คะแนน, ทีม D ได้ 45 คะแนน และทีม E ได้ 95 คะแนน โดยหน้า Score จะทำการเรียงลำดับจากทีมที่มีคะแนนมากที่สุดไปจนถึงทีมที่มีคะแนนน้อยสุดตามลำดับ แสดงดังรูปที่ 4.69 - 4.73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

The screenshot shows a breadcrumb trail: Algorithm > Technician Scor... > Score > D9JhJe9SNMzr... The main content area is divided into three columns. The middle column lists document IDs: D9JhJe9SNMzrfw3P8n3CctuZvp2, Pb1RAEimI80A3CLZi0ePYpcFELx2, R1D0MjjZDZSi0nJevUgzkVfttPU2, WmCsJxX2fWdYB930k24cgq7p0cK2, and bXmNUJZxvMceJaIHNvxaBE6wxGG2. The right column shows statistics: Averagetotal: 0, Count: 0, ScoreTech: 50 (highlighted in red), Compare: 0, TeamName: "Team A", and Totaltime: 0.

รูปที่ 4.64 Score ของทีม A ในฐานข้อมูล

The screenshot shows a breadcrumb trail: Algorithm > Technician Scor... > Score > Pb1RAEimI80A... The main content area is divided into three columns. The middle column lists document IDs: D9JhJe9SNMzrfw3P8n3CctuZvp2, Pb1RAEimI80A3CLZi0ePYpcFELx2, R1D0MjjZDZSi0nJevUgzkVfttPU2, WmCsJxX2fWdYB930k24cgq7p0cK2, and bXmNUJZxvMceJaIHNvxaBE6wxGG2. The right column shows statistics: Averagetotal: 0, Count: 0, ScoreTech: 85 (highlighted in red), Compare: 0, TeamName: "Team B", and Totaltime: 0.

รูปที่ 4.65 Score ของทีม B ในฐานข้อมูล

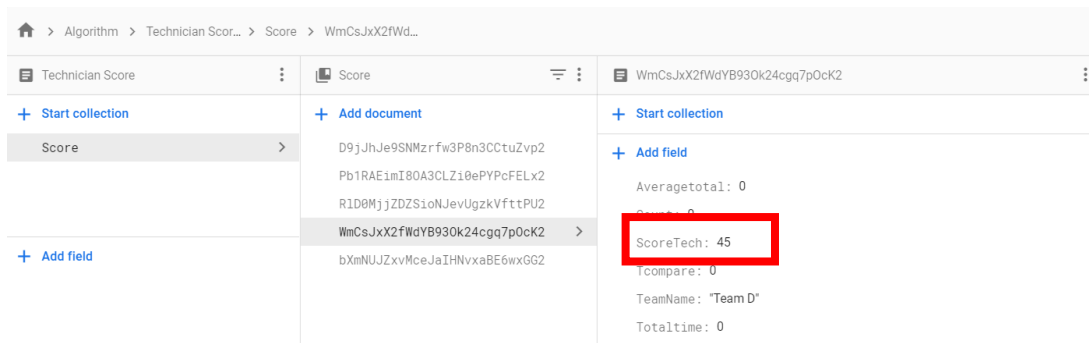
The screenshot shows a breadcrumb trail: Algorithm > Technician Scor... > Score > bXmNUJZxvMce... The main content area is divided into three columns. The middle column lists document IDs: D9JhJe9SNMzrfw3P8n3CctuZvp2, Pb1RAEimI80A3CLZi0ePYpcFELx2, R1D0MjjZDZSi0nJevUgzkVfttPU2, WmCsJxX2fWdYB930k24cgq7p0cK2, and bXmNUJZxvMceJaIHNvxaBE6wxGG2. The right column shows statistics: Averagetotal: 0, Count: 0, ScoreTech: 65 (highlighted in red), Compare: 0, TeamName: "Team C", and Totaltime: 0.

รูปที่ 4.66 Score ของทีม C ในฐานข้อมูล

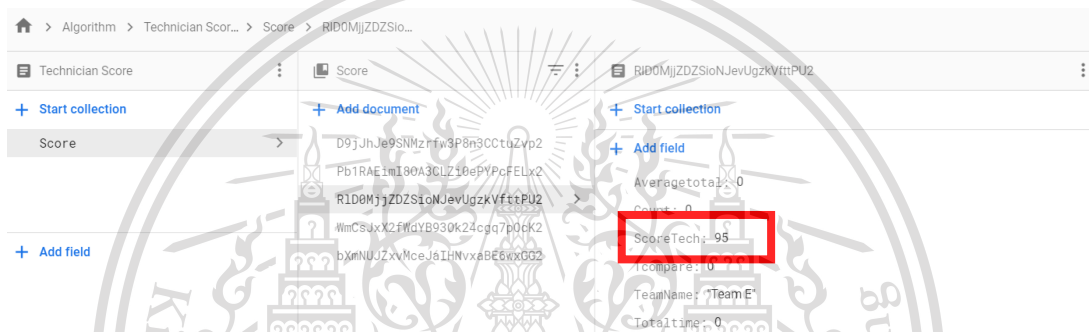
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.67 Score ของทีม D ในฐานข้อมูล



รูปที่ 4.68 Score ของทีม E ในฐานข้อมูล



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้รูปที่ 4.69 หน้า Score ของทีม A อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.70 หน้า Score ของทีม B

รูปที่ 4.71 หน้า Score ของทีม C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## 4.3 การทดสอบเว็บไซต์ฝั่ง Customer กับฐานข้อมูล

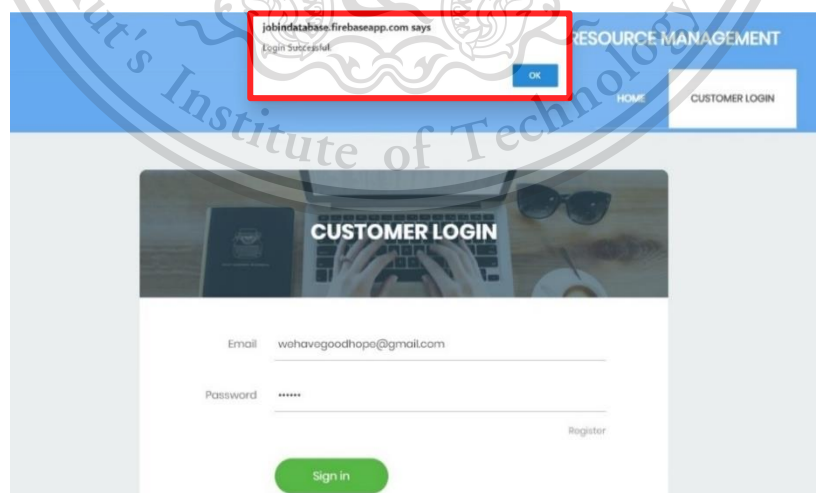
### 4.3.1 การทดสอบหน้า Login ของลูกค้าผ่านระบบ Authentication

ในการทดสอบนี้ผู้จัดทำได้ทดสอบหน้าต่าง Login ของลูกค้าผ่านระบบ Authentication โดยการให้ทำการ Login ผ่านหน้าเว็บไซต์ เพื่อทดสอบการเชื่อมต่อกับระบบ Authentication ดังรูปที่ 4.74



รูปที่ 4.74 การ Login ของลูกค้าเพื่อทดสอบระบบ Authentication

เมื่อสามารถเชื่อมต่อกับระบบ Authentication จะมีหน้าต่าง Pop up ขึ้นมาว่า Login Successful ดังแสดงในรูปที่ 4.75



รูปที่ 4.75 การเชื่อมต่อกับระบบ Authentication สำเร็จของลูกค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

#### 4.3.2 การทดสอบหน้าการลงทะเบียนข้อมูล (Registration Form) ของลูกค้า

ในการทดสอบได้ทำการกรอกข้อมูลตาม Registration Form ได้แก่ 1. First Name  
2. Last Name 3. Email 4. Password 5. Phone Number 6. Gender 7. House No. 8. Village  
9. Village No. 10. Sub-District 11. District 12. Province 13. Postal Code ดังแสดงในรูปที่  
4.76

**REGISTRATION FORM**

Customer Contact

สามารถกรอกข้อมูลได้ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ\*

Happy

Hope

wehavegoodhope@gmail.com

123456789

0825369865

Female

Customer Address

66/1

Sutthisak Village

Lat Yao

Chatuchak

Bangkok

10220

I agree to [The Membership Terms And Conditions](#)

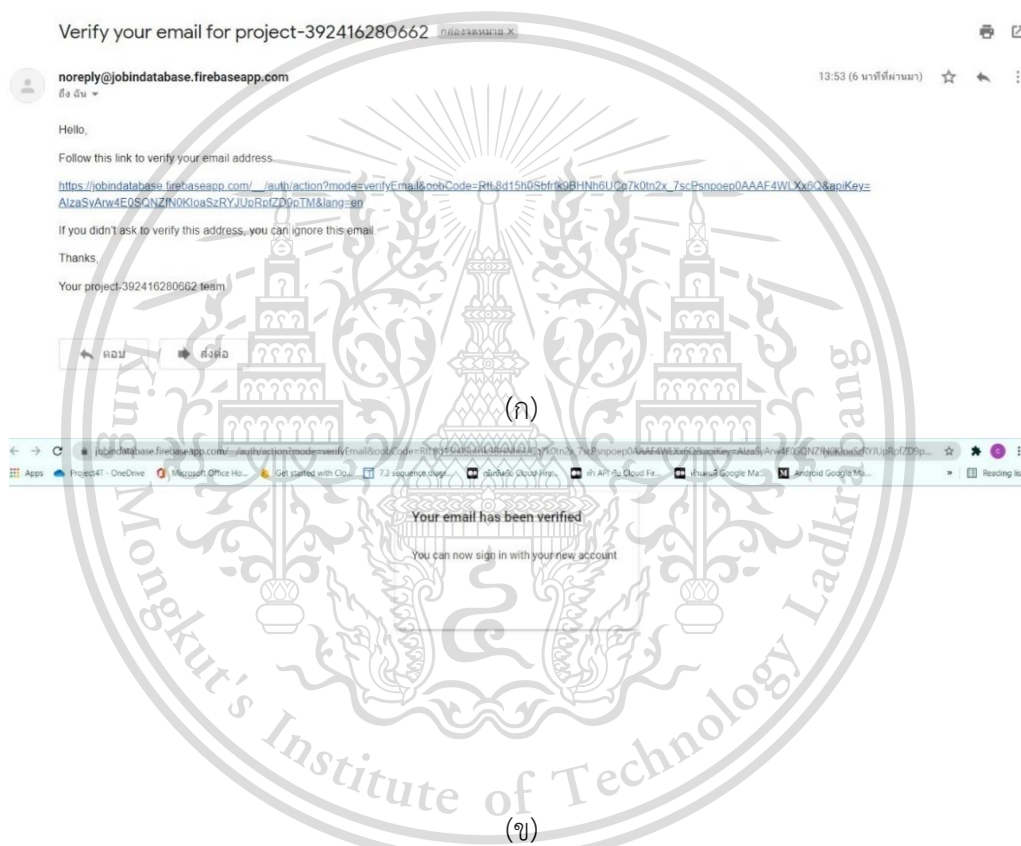
submit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับรูปที่ 4.76 การกรอกข้อมูลลง Registration Form  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

หลังจากทำการกด Submit ระบบจะส่งลิงค์สำหรับยืนยันตัวตนผ่านอีเมล เพื่อใช้ลงทะเบียนเข้าสู่ระบบ ดังรูปที่ 4.77 เมื่อยืนยันตัวตนเสร็จสิ้นจะถือว่าเป็นลูกค้าที่เป็นผู้ใช้งานรายเก่าที่ได้รับการลงทะเบียนเข้าสู่ระบบแล้ว ข้อมูลจะถูกนำไปจัดเก็บในส่วนของ Authentication ในฐานข้อมูล ดังรูปที่ 4.78 จากนั้นข้อมูลที่ลูกค้าได้กรอกทั้งหมดในหน้าเว็บไซต์จะถูกส่งแบบ Real Time ไปยังฐานข้อมูล Cloud Firestore ภายใน Customer Profile Collection และถูกจัดเก็บใน 2 Documents ได้แก่ 1. Customer Address และ 2. Customer Contact ดังรูปที่ 4.79



รูปที่ 4.77 การยืนยันตัวตนผ่านอีเมล

(ก) ลิงค์สำหรับยืนยันตัวตนในอีเมล (ข) การยืนยันตัวตนเสร็จสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

JobInDatabase

Authentication

Users Sign-in method Templates Usage

Search by email address, phone number, or user UID Add user

Identifier	Providers	Created	Signed in	User UID ↑
60010532@kmitl.ac.th	✉	Feb 15, 2021	Mar 18, 2021	D9jJhJe9SNMzrfw3P8n3CCtuZyp2
wehavegoodhope@gmail.com	✉	Mar 22, 2021	Mar 22, 2021	DfFYkFF4pJYxIbN9T170Bj0yLv1
60010006@kmitl.ac.th	✉	Oct 22, 2020	Mar 15, 2021	Pb1RAEmB0A3CLZ0ePYPfELx2
tonpalm.beam@gmail.com	✉	Dec 11, 2020	Mar 1, 2021	Q07LWk24ERNTiTCd8Ynp2Cv7B...
teame@kmitl.ac.th	✉	Oct 22, 2020	Mar 14, 2021	RfD0MjZDZ5ioNjvUg2vYthPUZ
palmnawa.no@gmail.com	✉	Nov 1, 2020	Mar 22, 2021	Uzx8TKdWueNcsYfwwT001Hqz3
teamd@kmitl.ac.th	✉	Oct 22, 2020	Mar 14, 2021	WmCsJxX2FwDYB930k24cqp7p0...
60010250@kmitl.ac.th	✉	Oct 22, 2020	Mar 15, 2021	bXmNUJZvMouJahHNvxaBE6vG...
pukgaid_98@poptest.com	✉	Dec 11, 2020	Mar 9, 2021	miT56p_JSC1Lcup9P8zchPhXuQU2

รูปที่ 4.78 ข้อมูลของลูกค้าที่ลงทะเบียนจะถูกนำไปเก็บในส่วนของ Authentication

Customer Users > DfFYkFF4pJYxIbN9T170Bj0yLv1 > Customer Profile > Customer Address

DfFYkFF4pJYxIbN9T170Bj0yLv1

+ Start collection

Customer Profile

+ Add document

Customer Address

+ Start collection

+ Add field

District: "Chatuchak"

House No: "66/1"

Postal Code: "10220"

Province: "Bangkok"

Sub District: "Lat Yao"

Village: "Sutthisak Village"

Village No: ""

(ก)

Customer Users > DfFYkFF4pJYxIbN9T170Bj0yLv1 > Customer Profile > Customer Contact

DfFYkFF4pJYxIbN9T170Bj0yLv1

+ Start collection

Customer Profile

+ Add document

Customer Contact

+ Start collection

+ Add field

CustomerID: "74iD6i"

Email: "wehavegoodhope@gmail.com"

FirstName: "Happy"

Gender: "Female"

LastName: "Hope"

PhoneNumber: "0825869865"

(ข)

รูปที่ 4.79 Customer Profile Collection เก็บข้อมูลที่ลูกค้ากรอกใน Registration Form  
(ก) Customer Address Document (ข) Customer Contact Document

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### 4.3.3 การทดสอบหน้าแสดงข้อมูล Customer Profile

เมื่อทำการ Login หรือ Register เรียบร้อยแล้ว จะทำการเชื่อมต่อมาที่หน้าต่าง Customer Profile และจะแสดงข้อมูลของลูกค้า ได้แก่ 1. Customer ID 2. First Name 3. Last Name และ 4. Email ดังรูปที่ 4.80 ทดสอบ Update ข้อมูลของลูกค้า โดยการคลิกปุ่มชื่อ “Update” บนหน้า Customer Profile ซึ่งสามารถแก้ไขข้อมูลของลูกค้าตามแบบฟอร์ม ดังรูปที่ 4.81 ซึ่งเมื่อทำการ Update เสร็จสมบูรณ์และกดปุ่ม Update แล้วจะกลับมายังหน้า Customer Profile และจะแสดงข้อมูลใหม่ที่ลูกค้าได้ทำการกรอกไป ข้อมูลของลูกค้าที่นำมาแสดงในหน้า Customer Profile เกิดจากการดึงข้อมูลมาจากฐานข้อมูล Cloud Firestore ที่อยู่ใน Customer Contact Document แสดงดังรูปที่ 4.82



รูปที่ 4.80 หน้าเว็บไซต์ Customer Profile สำหรับลูกค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

**UPDATE CUSTOMER PROFILE**

**Customer Contact**

สามารถกรอกข้อมูลได้ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ\*

First Name

Last Name

Phone Number

Select Your Gender

**Customer Address**

House No.

Village

Village No.

Sub-District

District

Province

Postal Code

Update

รูปที่ 4.81 แบบฟอร์ม Update Customer Profile

Customer Users > DfFYkFF4pJYxL... > Customer Profil... > Customer Conta...

DfFYkFF4pJYxL... Customer Profile Customer Contact

+ Start collection + Add document + Start collection

Customer Profile > Customer Address > Customer Contact >

+ Add field

+ Add field

CustomerID: "74ID6I"

Email: "wehavegoodhope@gmail.com"

FirstName: "Happy"

Gender: "Female"

LastName: "Hope"

PhoneNumber: "0825869865"

รูปที่ 4.82 ส่วนประกอบภายใน Customer Contact Subcollection

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

#### 4.3.4 การทดสอบหน้าสำหรับกรอก Job Request Form ของลูกค้า

ทดสอบการกรอกข้อมูลรายละเอียดงานลงในฟอร์ม ข้อมูลที่ต้องกรอกได้แก่ 1. Contact Person 2. Phone Number 3. Needed Services 4. Available Date 5. Available Time 6. Job ID 7. Job Detail และ 8. Location โดยการปักหมุดลงบนแผนที่ ดังรูปที่ 4.83

รูปที่ 4.83 การกรอกข้อมูลลง Job Request Form

ทำการกด Submit เพื่อส่งข้อมูลไปเก็บลงในฐานข้อมูล Cloud Firestore ข้อมูลของลูกค้า ที่ทำการกรอกใน Job Request Form จะแสดงในฐานข้อมูล Cloud Firestore แบบ Real Time ซึ่งจะถูเก็บใน Customer Users Collection และ Algorithm Collection ในส่วนของ Pending Job Subcollection

ภายใน Pending Job Subcollection ของทั้ง 2 Collections ประกอบด้วย Job ID Document ของงานที่ลูกค้ากรอกจาก Job Request Form โดยแต่ละ Document ของงานที่เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งมอบไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ลูกค้ากรอกจะเรียงจากวันที่ทำการกรอกข้อมูลการร้องขอก่อน, Priority ของงานที่กรอก และ ช่วงเวลาที่ให้พนักงานเข้าไปทำงาน (Available Time) โดย Pending Job Subcollection ของ Customer User Collection และ Algorithm Collection แสดงดังรูปที่ 4.84 และ 4.85 ตามลำดับ

Customer Profile	Pending Job	Job Details
(a2)20210322Mon160232	(a3)20210322Mon153137	(a3)20210322Mon153137
		AvailableDate: "20210324" AvailableTime: "Morning (9:00 AM-12:00 PM)" ContactPerson: "Happy" CustomerEmail: "wehavegoodhope@gmail.com" CustomerID: "DFYkFF4pJYxbeN9T17QBj0yLv1" DeneCusStatus: 0 InvenTravelTime: 0 Inventparam: "1" JobDetail: "ต้องการติดตั้งและรับ บำรุง 1 ชิ้น" JobID: "(a3)20210322Mon153137" JobStatus: "Inqueue" Label: 0 Latitude: 13.810522479146654 Longitude: 100.58367463476563 NeededService: "Maintenance" PhoneNumber: "0825869865" Priority: "3" ReshnicationID: "" TravelTime: 0

รูปที่ 4.84 ส่วนประกอบภายใน Pending Job Subcollection ของ Customer User Collection

Algorithm	Pending Job	Job Details
20210324	20210331	(a3)20210322Mon153137
		AvailableDate: "20210324" AvailableTime: "Morning (9:00 AM-12:00 PM)" ContactPerson: "Happy" CustomerEmail: "wehavegoodhope@gmail.com" CustomerID: "DFYkFF4pJYxbeN9T17QBj0yLv1" InvenTravelTime: 0 Inventparam: "1" JobDetail: "ต้องการติดตั้งและรับ บำรุง 1 ชิ้น" JobID: "(a3)20210322Mon153137" Label: 0 Latitude: 13.810522479146654 Longitude: 100.58367463476563 NeededService: "Maintenance" PhoneNumber: "0825869865" Priority: "3" ScheduleTime: "" TravelTime: 0

รูปที่ 4.85 ส่วนประกอบภายใน Pending Job Subcollection ของ Algorithm Collection

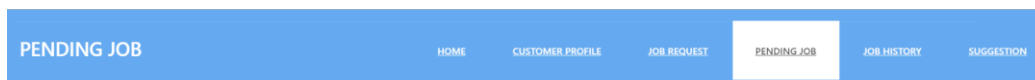
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### 4.3.5 การทดสอบหน้า Pending Job ของลูกค้า

หลังจากที่ลูกค้าทำการกรอกข้อมูลรายละเอียดงานใน Job Request Form และกด Submit แล้ว ข้อมูลของงานดังกล่าวจะนำมาแสดงในหน้า Pending Job โดยมีข้อมูลดังนี้ 1. JobID 2. Available Date 3. Available Time 4. Job Status และ 5. Job Description แสดงดังรูปที่ 4.86



JOB ID	AVAILABLE DATE	AVAILABLE TIME	JOB STATUS	JOB DESCRIPTION
(a1)20210325Thu231410	20210326	Morning (9:00 AM -12:00 PM)	IN QUEUE...	
(a1)20210325Thu231534	20210326	Morning (9:00 AM -12:00 PM)	IN QUEUE...	
(a2)20210325Thu231631	20210326	Morning (9:00 AM -12:00 PM)	IN QUEUE...	
(a3)20210325Thu231742	20210326	Morning (9:00 AM -12:00 PM)	IN QUEUE...	

รูปที่ 4.86 ข้อมูลรายละเอียดงานที่แสดงในหน้า Pending Job ของลูกค้า

ข้อมูลรายละเอียดงานที่ลูกค้าส่งคำร้องขอผ่านทาง Job Request Form ที่นำมาแสดงในหน้า Pending Job เกิดจากการดึงข้อมูลมาจากรานข้อมูล Cloud Firestore ที่อยู่ใน Pending Job Collection โดยจะเลือกดึงตามข้อมูล Document ของงานนั้นๆ แสดงดังรูปที่ 4.87



รูปที่ 4.87 Pending Job Collection เก็บข้อมูลงานของลูกค้าที่ได้ส่งคำร้องขอไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ลูกค้าสามารถเข้ามาตรวจสอบข้อมูลของงานที่ได้ทำการร้องขอไปได้ โดยการกดปุ่มในคอลัมน์ Job Description ในแต่ละงาน เมื่อกดปุ่มแล้วหน้าเว็บไซต์จะแสดงข้อมูลรายละเอียดของงานนั้น ดังแสดงในรูปที่ 4.88

**Job Description**  
รายละเอียดงานที่ลูกค้าได้ทำการส่งคำร้องขอใช้บริการ

CONTACT PERSON  
Nawa Oummeetch

PHONE NUMBER  
0955279920

NEEDED SERVICES  
Problem Fixing

AVAILABLE DATE  
20210326

AVAILABLE TIME  
Morning (9:00 AM - 12:00 PM)

JOB DETAIL  
อันเทอเน็ตไม่สามารถใช้งานได้

LOCATION  
Map Satellite

GIKIDA TOWN, LADE

Done

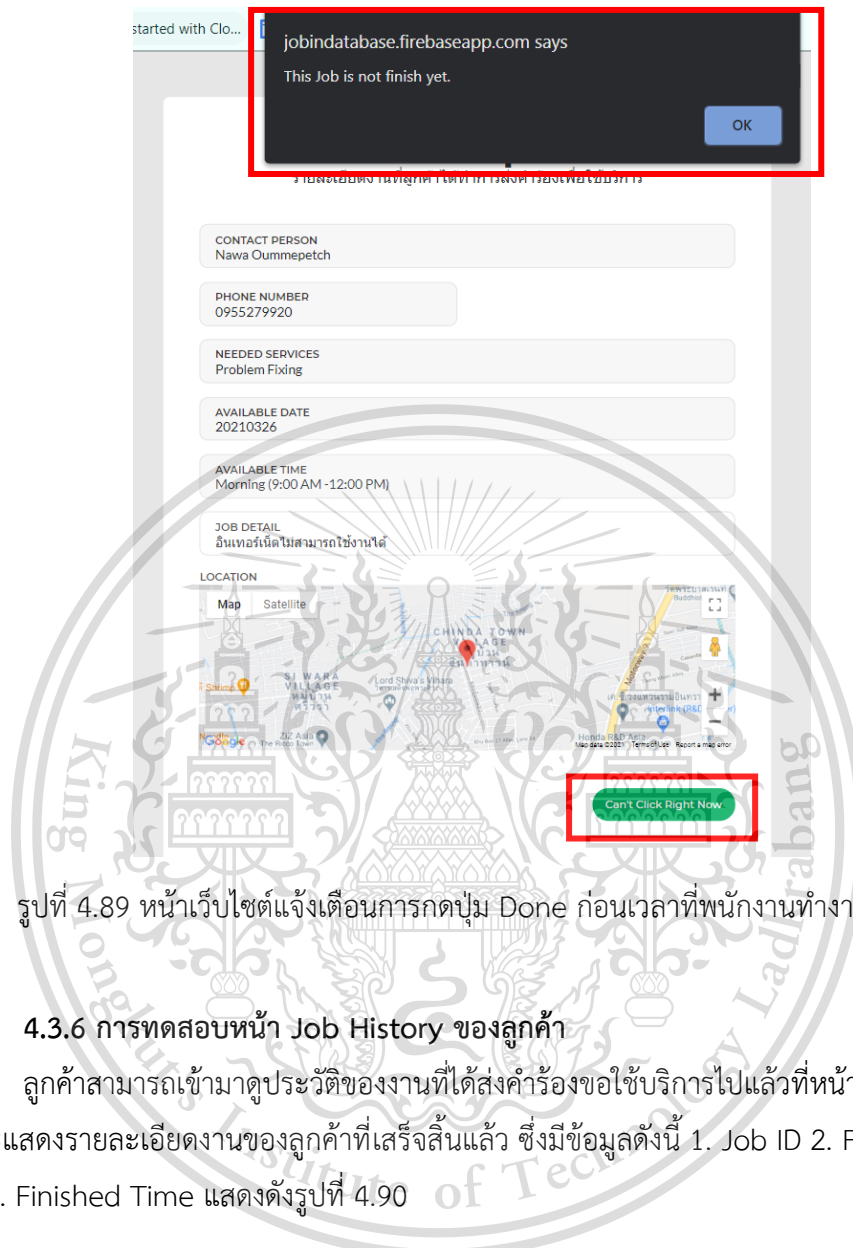
รูปที่ 4.88 ข้อมูลรายละเอียดงานที่แสดงใน Job Description

ระบบจะอนุญาตให้ลูกค้าสามารถทำการกดปุ่ม Done ได้หลังจากที่พนักงานทำงานนั้นเสร็จสิ้นแล้วเท่านั้น โดยถ้าหากลูกค้าทำการกดปุ่ม Done ก่อนเวลาที่พนักงานจะทำงานเสร็จ หน้าเว็บไซต์จะขึ้นกล่องข้อความและที่ปุ่มกดจะมีข้อความปรากฏดังแสดงในรูปที่ 4.89 โดยข้อมูลที่นำมาแสดงในส่วนของ Job Description จะถูกดึงมาจากฐานข้อมูลในส่วนของ Pending Job Collection เช่นเดียวกับกับข้อมูลที่แสดงในตารางหน้า Pending Job

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

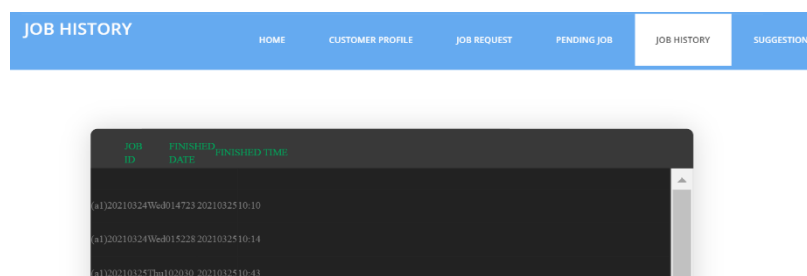
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.89 หน้าเว็บไซต์แจ้งเตือนการกดปุ่ม Done ก่อนเวลาที่พนักงานทำงานเสร็จ

#### 4.3.6 การทดสอบหน้า Job History ของลูกค้า

ลูกค้าสามารถเข้ามาดูประวัติของงานที่ได้ส่งคำร้องขอใช้บริการไปแล้วที่หน้า Job History โดยจะแสดงรายละเอียดงานของลูกค้าที่เสร็จสิ้นแล้ว ซึ่งมีข้อมูลดังนี้ 1. Job ID 2. Finished Date และ 3. Finished Time แสดงดังรูปที่ 4.90



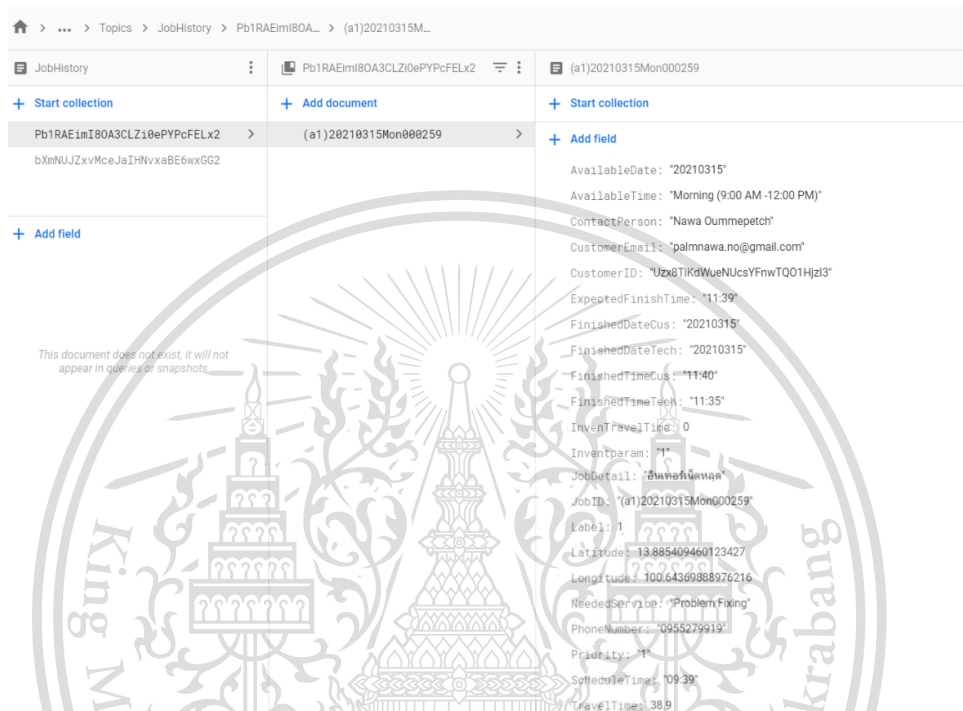
รูปที่ 4.90 หน้า Job History แสดงรายละเอียดงานที่ลูกค้าเสร็จสิ้นแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

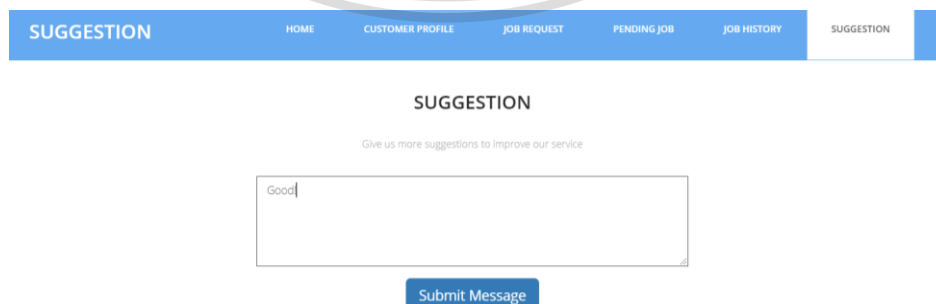
ข้อมูลรายละเอียดงานที่ถูกทำเสร็จสิ้นแล้วจะถูกนำมาแสดงในหน้า Job History เกิดจากการดึงข้อมูลมาจากรฐานข้อมูล Cloud Firestore ที่อยู่ใน Job History Document โดยจะเลือกดึงตามข้อมูล Document ของงานนั้นๆ แสดงดังรูปที่ 4.91



รูปที่ 4.91 Job History Document แสดงรายละเอียดงานที่ได้ทำเสร็จสิ้นแล้ว

#### 4.3.7 ทดสอบหน้า Suggestion ของลูกค้า

ลูกค้าสามารถทำการให้คำแนะนำหรือข้อเสนอแนะหลังจากได้รับบริการจากพนักงานในหน้า Suggestion แสดงดังรูปที่ 4.92



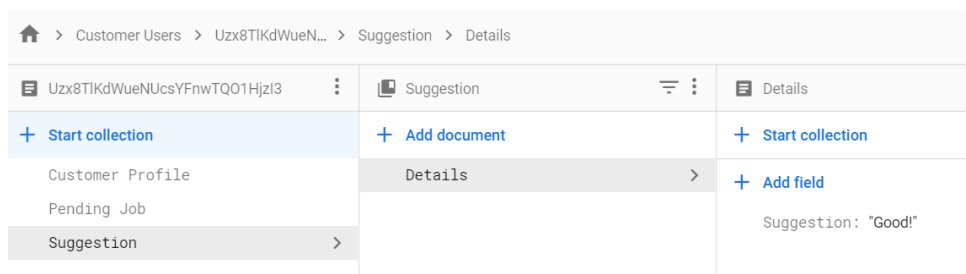
รูปที่ 4.92 กรอกความคิดเห็นลงในกล่องข้อความหน้า Suggestion

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

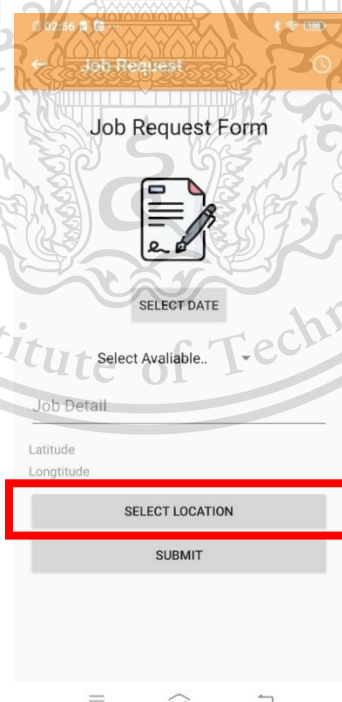
ข้อความที่ได้ทำการกรอกไปจะถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูล Cloud Firestore ในส่วนของ Suggestion Collection ของลูกค้าแต่ละคน แสดงดังรูปที่ 4.93



รูปที่ 4.93 ข้อความที่เก็บไว้ในส่วนของ Suggestion Collection

## 4.4 การทดสอบการทำงานของ Google Maps API

4.4.1 การทดสอบการแสดงตำแหน่งละติจูดและลองจิจูดเมื่อทำการปักหมุดบนแผนที่  
 ในส่วนของหน้า Job Request จะทำการทดสอบการเลือกตำแหน่งที่ตั้งบนหน้าแอปพลิเคชัน ในส่วนของ Google Maps โดยการปักหมุดลงบนแผนที่ไปยังตำแหน่งที่ต้องการ ดังรูปที่ 4.94



รูปที่ 4.94 หน้า Job Request ในส่วนของ Select Location

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ในส่วนของ Google Maps สามารถทำการเลื่อนหมุดและซูมเข้า-ออก ไปยังตำแหน่งที่ต้องการได้ จากนั้นจึงกดแถบ Select this location เพื่อเลือกตำแหน่งบนหมุดที่ทำการปักไว้ในหน้าแผนที่ ดังรูปที่ 4.95



รูปที่ 4.95 การปักหมุดเลือกตำแหน่งบนหน้าแอปพลิเคชัน ในส่วนของ Google Maps

หลังจากทำการกดเลือกตำแหน่งของหมุดที่ปักไว้แล้ว หน้าแอปพลิเคชันจะแสดงกล่องข้อความ ให้ทำการกดปุ่ม Select เมื่อต้องการเลือกตำแหน่งที่ได้ทำการปักหมุดไว้ก่อนหน้า สำหรับกรณีที่ต้องการเปลี่ยนตำแหน่งที่ได้ทำการปักหมุดไว้ให้เลือกกดปุ่ม Change location แสดงดังรูปที่ 4.96

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

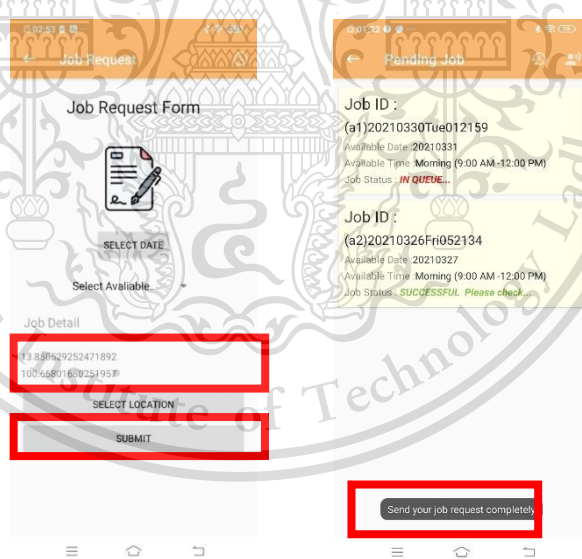
Use this location?



CHANGE LOCATION Select

รูปที่ 4.96 กล้องข้อความยืนยันการเลือกตำแหน่งที่ปักหมุด

หลังจากนั้นจะกลับมาที่หน้า Job Request ซึ่งจะแสดงค่าละติจูดและลองจิจูดของตำแหน่งที่ได้ทำการเลือกไปก่อนหน้านี้ และทำการกดปุ่ม Submit เพื่อส่งข้อมูลในส่วนของละติจูดและลองจิจูดไปยังฐานข้อมูลเมื่อเสร็จสมบูรณ์แล้วจะแสดงข้อความ “Send your job request completely” ในหน้าแอปพลิเคชัน ดังรูปที่ 4.97



(ก)

(ข)

รูปที่ 4.97 หน้าแอปพลิเคชันแสดงค่าละติจูดและลองจิจูดที่ทำการปักหมุดไว้

(ก) หน้าแสดงการกรอกค่าละติจูดและลองจิจูด

(ข) ข้อความเมื่อส่งข้อมูลละติจูดและลองจิจูดไปยังฐานข้อมูลสำเร็จ

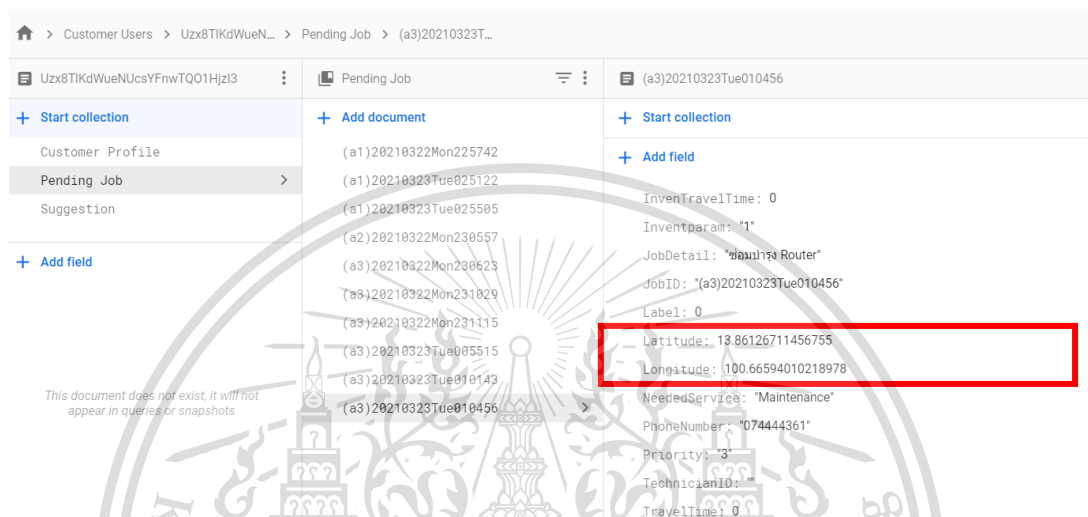
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

#### 4.4.2 การทดสอบการเก็บค่าละติจูดและลองจิจูดมายังฐานข้อมูล

ระบบทำการตรวจสอบที่ฐานข้อมูล Firebase Cloud Firestore ซึ่งจะปรากฏข้อมูลที่ได้ทำการป้อนค่าไป แสดงถึงการเก็บค่าข้อมูลละติจูดและลองจิจูดมายังฐานข้อมูลได้สำเร็จ แสดงดังรูปที่ 4.98



รูปที่ 4.98 การเก็บข้อมูลละติจูดและลองจิจูดในฐานข้อมูล Cloud Firestore สำเร็จ

#### 4.5 การทดสอบการทำงานของแอปพลิเคชัน ฮาร์ดแวร์ และฐานข้อมูล

##### 4.5.1 การทดสอบหน้า Equipment & Inventory ของพนักงานบนแอปพลิเคชัน

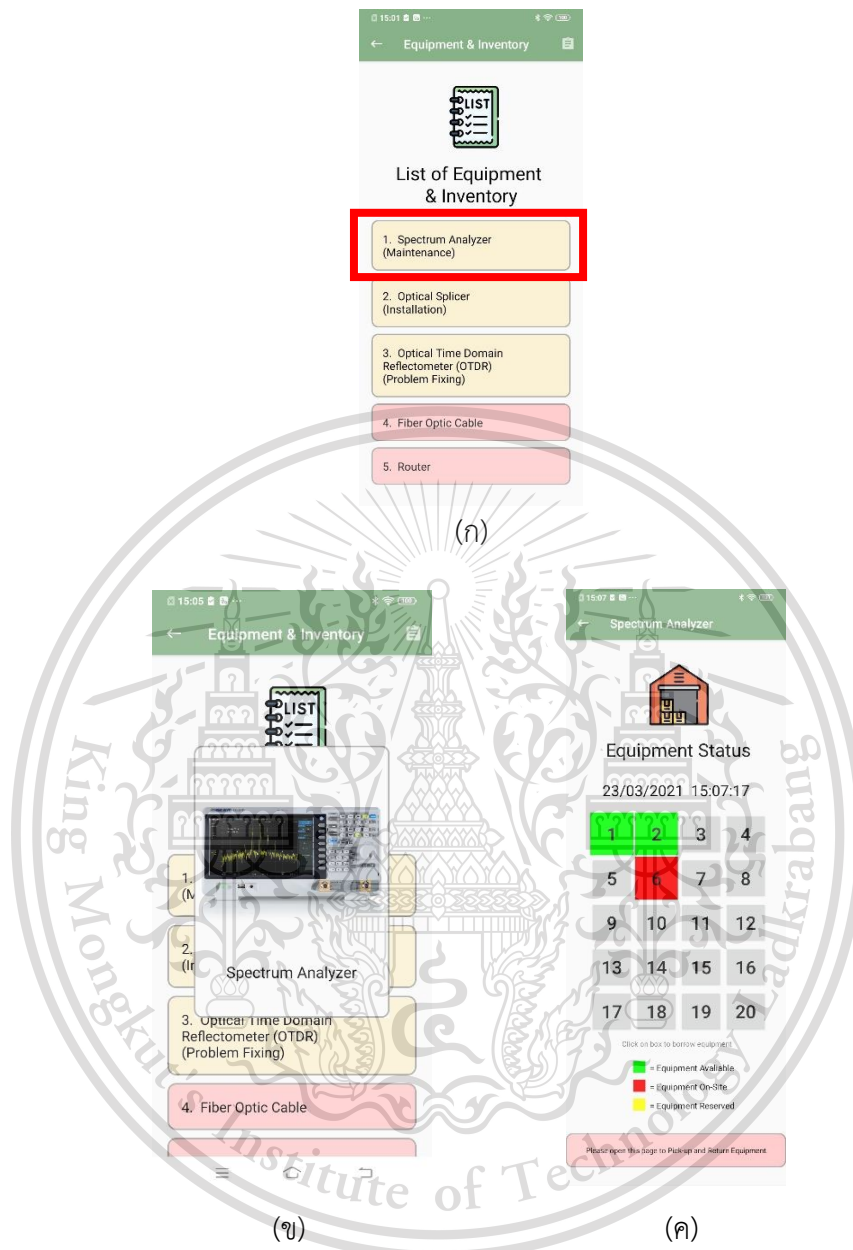
ในส่วนของหน้า Equipment & Inventory บนแอปพลิเคชันจะแสดงรายการของเครื่องมือและวัสดุคงคลังที่อยู่ในคลังทั้งหมด รายการเครื่องมือที่จำลองขึ้นประกอบไปด้วย 1. Spectrum Analyzer 2. Optical Splicer 3. Optical Time Domain Reflectometer (OTDR) และรายการวัสดุคงคลังที่จำลองขึ้นประกอบไปด้วย 1. Fiber Optic Cable และ 2. Router

พนักงานสามารถยืมเครื่องมือได้โดยกดเลือกรายการของเครื่องมือที่ต้องการยืม ตัวอย่างเช่น ต้องการยืม Spectrum Analyzer ระบบจะแสดงเฉพาะช่องที่จัดเก็บเครื่องมือประเภทนี้ ซึ่งมีทั้งหมด 3 ช่อง หลังจากนั้นจะเชื่อมต่อไปยังหน้าให้เลือกช่องที่วาง Spectrum Analyzer ดังแสดงในรูปที่ 4.99 เมื่อกดไปที่ช่องของเครื่องมือที่สามารถทำการจองได้ก็จะมีขั้นตอนให้ดำเนินการจองเครื่องมือ ดังแสดงในรูปที่ 4.100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.99 ตัวอย่างการกดปุ่มเลือกรายการเครื่องมือหมายเลข 1 Spectrum Analyzer

(ก) ตำแหน่งในการกดปุ่มรายการเครื่องมือช่องหมายเลข 1

(ข) เมื่อกดปุ่มค้างจะแสดงรูปภาพรายการเครื่องมือช่องหมายเลข 1

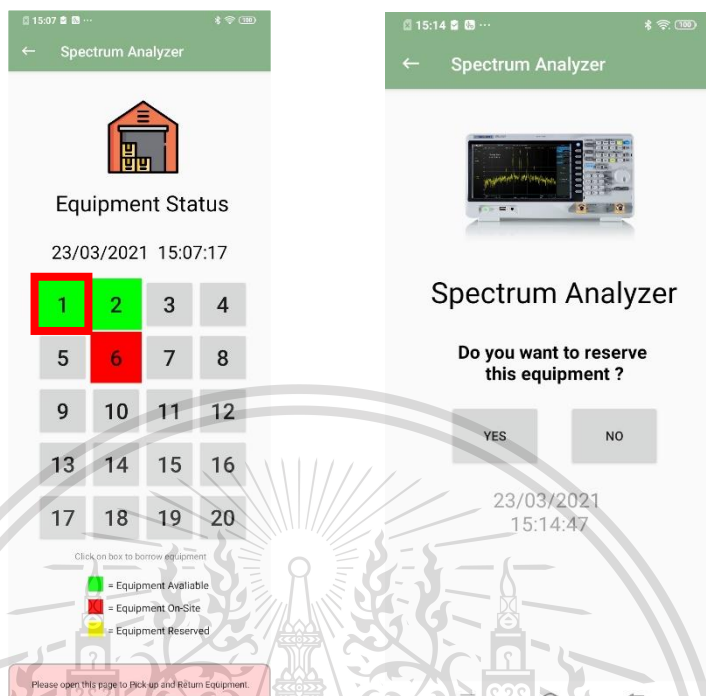
(ค) เมื่อกดปุ่มจะแสดงสถานะและตำแหน่งที่อยู่ของเครื่องมือหมายเลข 1

ในคลังวัสดุ ขนาด 5 x 4 ช่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



(ก) (ข)  
รูปที่ 4.100 ขั้นตอนของการจองเครื่องมือ

(ก) หมายเลขช่องของเครื่องมือที่สามารถทำการจองได้ (ข) ขั้นตอนให้ดำเนินการจองเครื่องมือ

หากช่องใดมีสถานะมีเครื่องมือ (Equipment Available) ในแอปพลิเคชันจะแสดงช่องดังกล่าวเป็นสีเขียว หมายความว่าพนักงานสามารถสามารถกดยืมของได้ และสถานะ “n” จะถูกเก็บลงในฐานข้อมูลสถานะเครื่องมือแบบ Realtime database ดังรูปที่ 4.101 หากสถานะเครื่องมือขึ้นว่าถูกยืมแล้วแต่เครื่องมือนั้นยังอยู่ในช่องเครื่องมือ (Equipment Reserved) ช่องที่แสดงในแอปพลิเคชันจะแสดงเป็นสีเหลือง และสถานะ “b” ซึ่งเป็นสถานะเครื่องมือและสถานะยืม (StatusCH1Borrow) จะเป็น “1” จะถูกเก็บลงในฐานข้อมูลแบบ Realtime database ส่วนข้อมูลวันที่และเวลาในการจองเครื่องมือ (Submitted time, Submitted Date) จะถูกเก็บลงในฐานข้อมูลแบบ Cloud Firestore และหน้า Equipment & Inventory จะแสดงกล่องข้อความแจ้งเตือนการจองเครื่องมือ ซึ่งหากทำการจองเครื่องมือสำเร็จ จะแสดงข้อความว่า “Reserve Equipment CH1 Successful” ดังรูปที่ 4.102 ซึ่งหากกดยืมแล้วมารับเครื่องมือช้ากว่าเวลาที่กำหนดไว้ (Schedule Time) ระบบจะทำการหักคะแนนของทีมพนักงานนั้น และหากสถานะไม่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

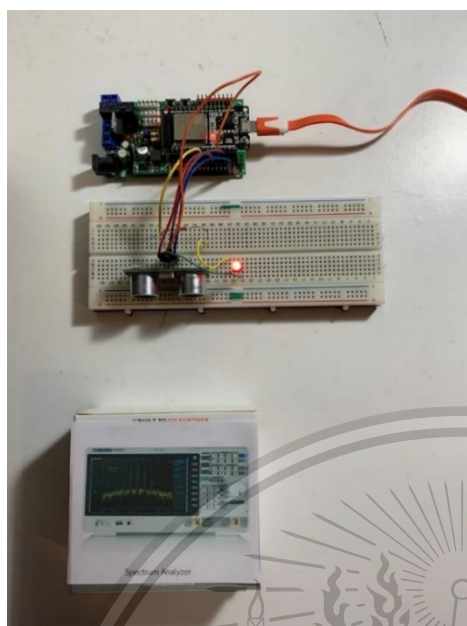
เครื่องมือ (Equipment On-site) ช่องที่แสดงในแอปพลิเคชันจะแสดงเป็นสีแดง และสถานะ “o” จะถูกเก็บลงในฐานข้อมูลสถานะเครื่องมือแบบ Realtime database ส่วนข้อมูลวันที่และเวลาในการรับเครื่องมือ (Arrived time, Arrived Date) จะถูกเก็บลงในฐานข้อมูลแบบ Cloud Firestore และหน้า Equipment & Inventory จะแสดงกล่องข้อความแจ้งเตือนการรับเครื่องมือ ซึ่งหากทำการรับเครื่องมือสำเร็จ จะแสดงข้อความว่า “Pick-up Equipment CH1 Successful” ดังรูปที่ 4.103

ต่อมาเมื่อถึงขั้นตอนการคืนเครื่องมือ เช่นเซอร์อัลตราโซนิกจะตรวจจับเครื่องมือที่นำมาวางในช่องและดึงข้อมูลเวลาและวันที่ในการคืนเครื่องมือ (Return time, Return date) มาเก็บไว้ในฐานข้อมูลแบบ Cloud Firestore และหน้า Equipment & Inventory จะแสดงกล่องข้อความแจ้งเตือนการคืนเครื่องมือ ซึ่งหากทำการคืนเครื่องมือสำเร็จ จะแสดงข้อความว่า “Return Equipment CH1 Successful”, สถานะมีเครื่องมือ (Equipment Available) ในแอปพลิเคชันจะแสดงช่องดังกล่าวเป็นสีเขียว และสถานะ “k” จะถูกเก็บลงในฐานข้อมูลสถานะเครื่องมือแบบ Realtime database ดังรูปที่ 4.104 จากนั้นข้อมูลเวลาและวันที่ในการคืนเครื่องมือจะถูกนำไปคำนวณว่าพนักงานได้นำเครื่องมือมาคืนตรงเวลาหรือไม่ หากพนักงานคืนเครื่องมือไม่ตรงเวลา ระบบจะทำการหักคะแนนของทีมงานนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 4.101 การทำงานของเซนเซอร์อัลตราโซนิก ร่วมกับฐานข้อมูลและแอปพลิเคชัน  
เมื่อมีเครื่องมือ (Equipment Available)

(ก) การทำงานเซนเซอร์อัลตราโซนิก ในสถานะมีเครื่องมือ

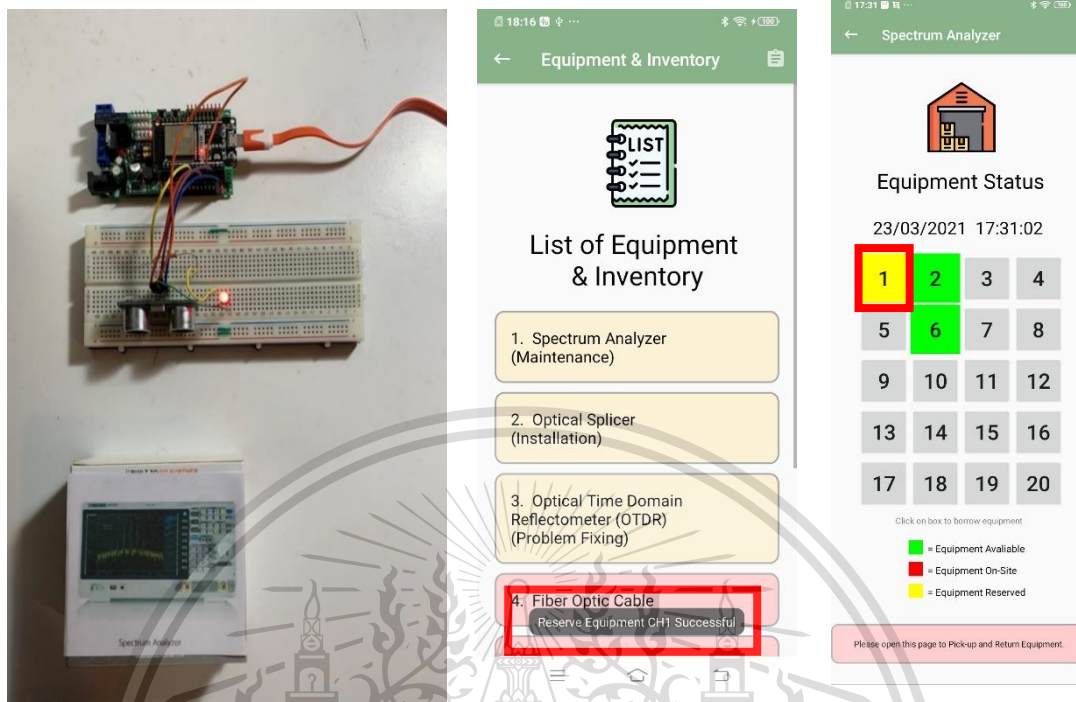
(ข) การแสดงสถานะมีเครื่องมือช่องหมายเลข 1 ในแอปพลิเคชัน (สีเขียว)

(ค) การแสดงสถานะมีเครื่องมือช่องหมายเลข 1 ในฐานข้อมูล Realtime database

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



(ก)

(ข)

(ค)

รูปที่ 4.102 การทำงานของเซนเซอร์อัลตราโซนิกร่วมกับฐานข้อมูลและแอปพลิเคชัน  
เมื่อเครื่องมือถูกยืมแล้วแต่ยังอยู่ในช่องเครื่องมือ (Equipment Reserved)

(ก) การทำงานเซนเซอร์อัลตราโซนิก ในสถานะถูกยืม

(ข) ข้อความที่แสดง เมื่อการจองเครื่องมือสำเร็จ ในหน้า Equipment & Inventory

(ค) การแสดงสถานะถูกยืมเครื่องมือในช่องหมายเลข 1 ในแอปพลิเคชัน (สีเหลือง)

(ง) เมื่อกดช่องหมายเลข 1 ในแอปพลิเคชัน เมื่อสถานะถูกยืม (สีเหลือง)

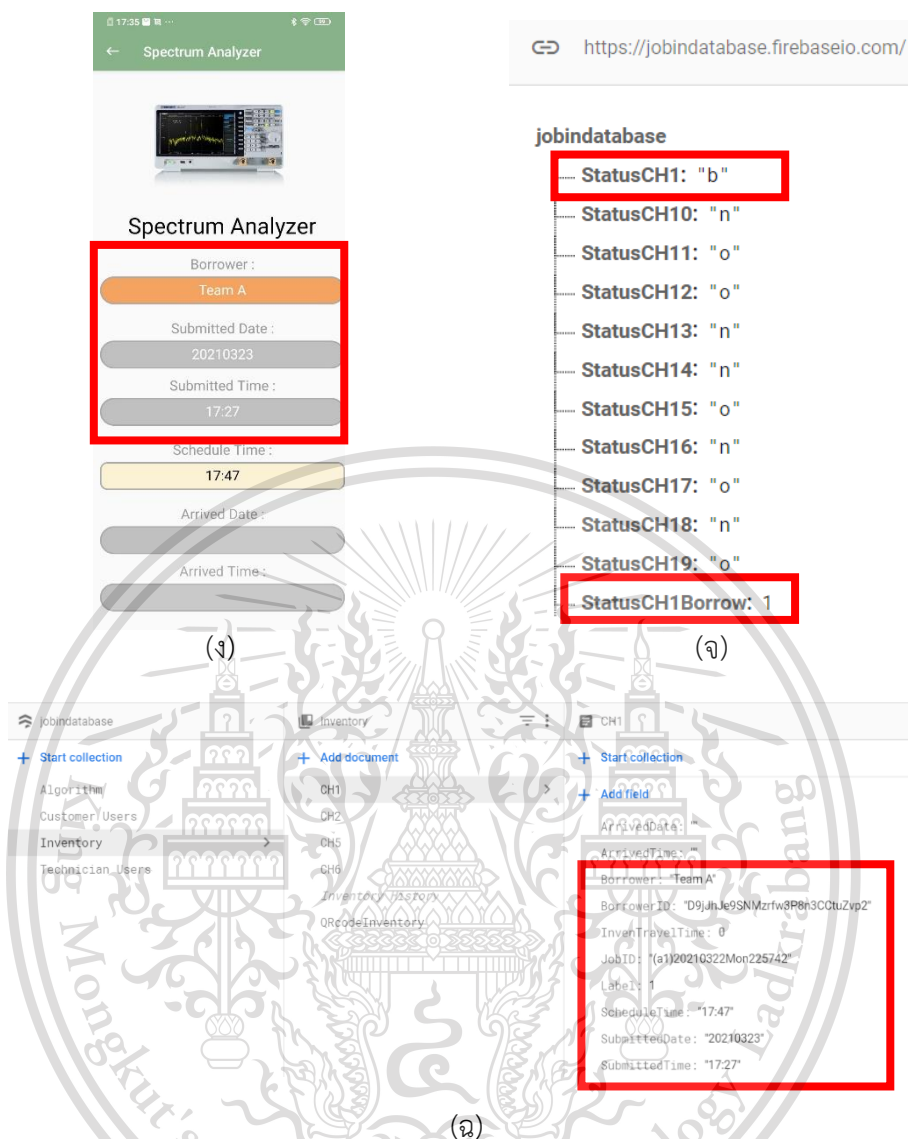
(จ) สถานะเครื่องมือช่องหมายเลข 1 เมื่อเครื่องมือถูกยืม ในฐานข้อมูลแบบ Realtime database

(ฉ) สถานะเครื่องมือช่องหมายเลข 1 เมื่อเครื่องมือถูกยืม ในฐานข้อมูลแบบ Cloud Firestore

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.102 (ต่อ) การทำงานของเซนเซอร์อัลตราโซนิกร่วมกับฐานข้อมูลและแอปพลิเคชัน  
เมื่อเครื่องมือถูกยืมแล้วแต่ยังอยู่ในช่องเครื่องมือ (Equipment Reserved)

(ก) การทำงานเซนเซอร์อัลตราโซนิก ในสถานะถูกยืม

(ข) ข้อความที่แสดง เมื่อการจองเครื่องมือสำเร็จ ในหน้า Equipment & Inventory

(ค) การแสดงสถานะถูกยืมเครื่องมือช่องหมายเลข 1 ในแอปพลิเคชัน (สีเหลือง)

(ง) เมื่อกดช่องหมายเลข 1 ในแอปพลิเคชัน เมื่อสถานะถูกยืม (สีเหลือง)

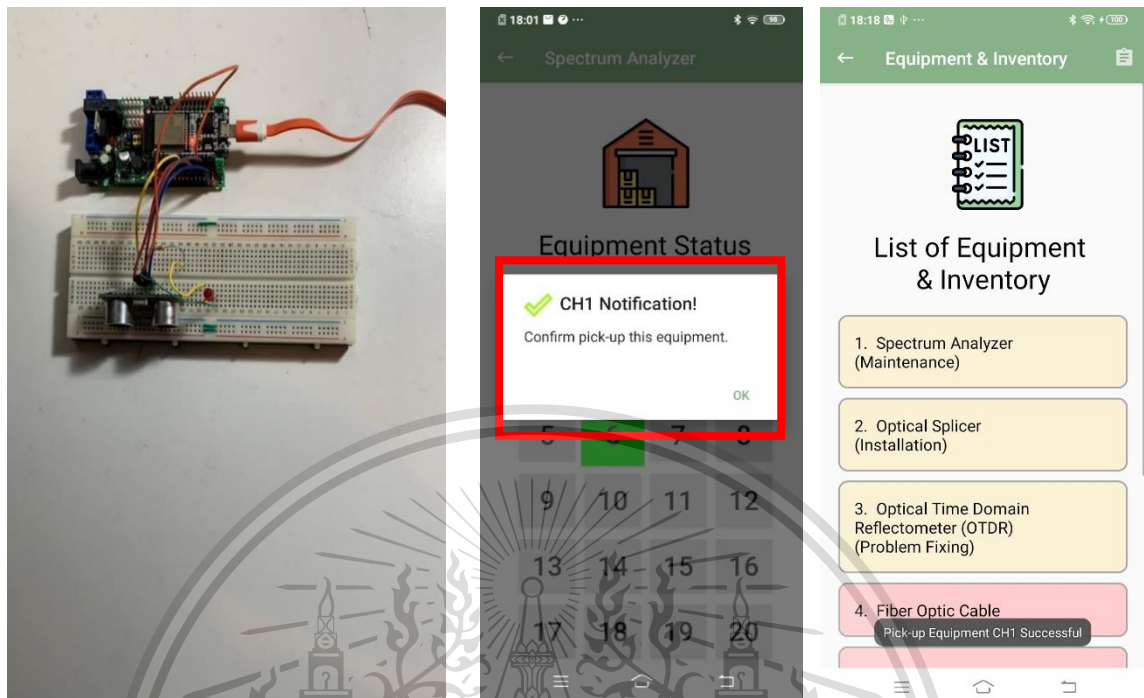
(จ) สถานะเครื่องมือช่องหมายเลข 1 เมื่อเครื่องมือถูกยืม ในฐานข้อมูลแบบ Realtime database

(ฉ) สถานะเครื่องมือช่องหมายเลข 1 เมื่อเครื่องมือถูกยืม ในฐานข้อมูลแบบ Cloud Firestore

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น มิอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



(ก)

(ข)

(ค)

รูปที่ 4.103 การทำงานของเซนเซอร์อัลตราโซนิกร่วมกับฐานข้อมูลและแอปพลิเคชัน  
เมื่อไม่มีเครื่องมือ (Equipment On-site)

(ก) การทำงานเซนเซอร์อัลตราโซนิก ในสถานะไม่มีเครื่องมือ

(ข) กล้องข้อความแจ้งเตือนการรับเครื่องมือ ในหน้า Equipment & Inventory

(ค) ข้อความที่แสดง เมื่อการรับเครื่องมือสำเร็จ ในหน้า Equipment & Inventory

(ง) การแสดงสถานะไม่มีเครื่องมือช่องหมายเลข 1 ในแอปพลิเคชัน (สีแดง)

(จ) เมื่อกดช่องหมายเลข 1 ในแอปพลิเคชัน เมื่อสถานะไม่มีเครื่องมือ (สีแดง)

(ฉ) สถานะเครื่องมือช่องหมายเลข 1 เมื่อไม่มีเครื่องมือ

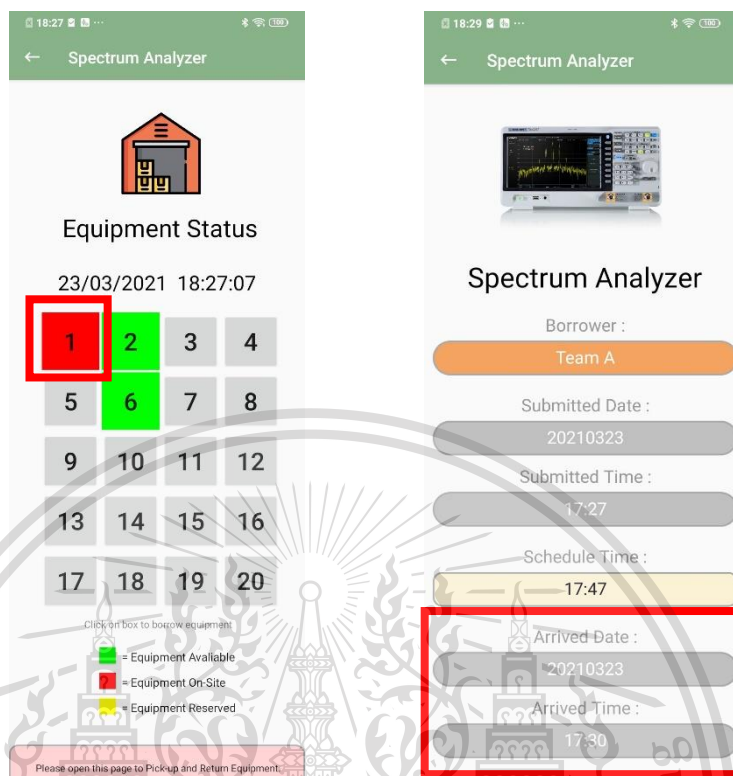
ในฐานข้อมูลแบบ Realtime database

(ช) สถานะเครื่องมือช่องหมายเลข 1 เมื่อไม่มีเครื่องมือ ในฐานข้อมูลแบบ Cloud Firestore

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.103 (ต่อ) การทำงานของเซนเซอร์อัลตราโซนิก ร่วมกับฐานข้อมูลและแอปพลิเคชัน  
เมื่อไม่มีเครื่องมือ (Equipment On-site)

- (ข) การทำงานเซนเซอร์อัลตราโซนิก ในสถานะไม่มีเครื่องมือ
- (ค) กล้องข้อความแจ้งเตือนการรับเครื่องมือ ในหน้า Equipment & Inventory
- (ง) ข้อความที่แสดง เมื่อการรับเครื่องมือสำเร็จ ในหน้า Equipment & Inventory
- (จ) การแสดงสถานะไม่มีเครื่องมือช่องหมายเลข 1 ในแอปพลิเคชัน (สีแดง)
- (ฉ) เมื่อกดช่องหมายเลข 1 ในแอปพลิเคชัน เมื่อสถานะไม่มีเครื่องมือ (สีแดง)
- (ช) สถานะเครื่องมือช่องหมายเลข 1 เมื่อไม่มีเครื่องมือ

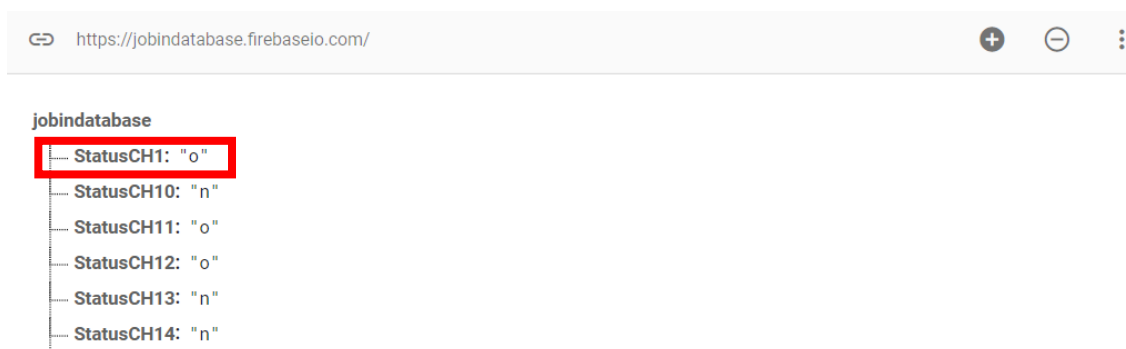
ในฐานข้อมูลแบบ Realtime database

- (ซ) สถานะเครื่องมือช่องหมายเลข 1 เมื่อไม่มีเครื่องมือ ในฐานข้อมูลแบบ Cloud Firestore

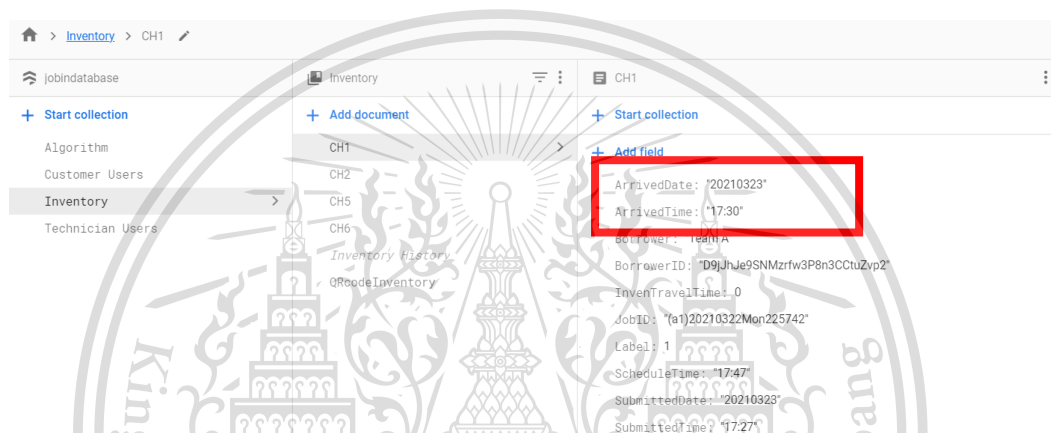
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



(ฉ)



(ข)

รูปที่ 4.103 (ต่อ) การทำงานของเซนเซอร์อัลตราโซนิกร่วมกับฐานข้อมูลและแอปพลิเคชัน

เมื่อไม่มีเครื่องมือ (Equipment On-site)

(ก) การทำงานเซนเซอร์อัลตราโซนิก ในสถานะไม่มีเครื่องมือ

(ข) กล้องข้อความแจ้งเตือนการรับเครื่องมือ ในหน้า Equipment & Inventory

(ค) ข้อความที่แสดง เมื่อการรับเครื่องมือสำเร็จ ในหน้า Equipment & Inventory

(ง) การแสดงสถานะไม่มีเครื่องมือในช่องหมายเลข 1 ในแอปพลิเคชัน (สีแดง)

(จ) เมื่อกดช่องหมายเลข 1 ในแอปพลิเคชัน เมื่อสถานะไม่มีเครื่องมือ (สีแดง)

(ฉ) สถานะเครื่องมือช่องหมายเลข 1 เมื่อไม่มีเครื่องมือ

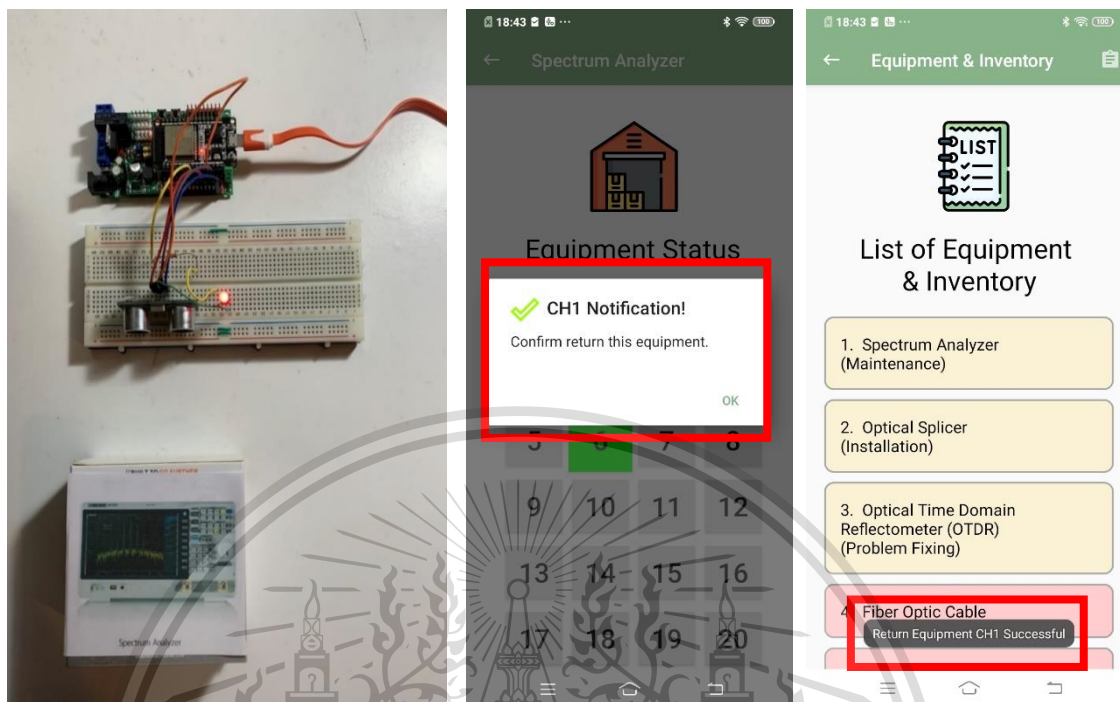
ในฐานข้อมูลแบบ Realtime database

(ช) สถานะเครื่องมือช่องหมายเลข 1 เมื่อไม่มีเครื่องมือ ในฐานข้อมูลแบบ Cloud Firestore

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



(ก)

(ข)

(ค)

รูปที่ 4.104 การทำงานของเซนเซอร์อัลตราโซนิกร่วมกับฐานข้อมูลและแอปพลิเคชัน  
เมื่อมีเครื่องมือจากการคืนเครื่องมือ (Equipment Drop-off)

(ก) การทำงานเซนเซอร์อัลตราโซนิก ในสถานะมีเครื่องมือ

(ข) กล้องข้อความแจ้งเตือนการคืนเครื่องมือ ในหน้า Equipment & Inventory

(ค) ข้อความที่แสดง เมื่อการคืนเครื่องมือสำเร็จ ในหน้า Equipment & Inventory

(ง) การแสดงสถานะมีเครื่องมือช่องหมายเลข 1 ในแอปพลิเคชัน (สีเขียว)

(จ) สถานะเครื่องมือช่องหมายเลข 1 เมื่อมีเครื่องมือ ในฐานข้อมูล Realtime Firebase

(ฉ) สถานะเครื่องมือช่องหมายเลข 1 เมื่อมีเครื่องมือ ในฐานข้อมูลแบบ Cloud Firestore

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Spectrum Analyzer

Equipment Status

23/03/2021 18:52:35

1 2 3 4  
5 6 7 8  
9 10 11 12  
13 14 15 16  
17 18 19 20

Click on box to borrow equipment

- Equipment Available
- Equipment On-Site
- Equipment Reserved

jobindatabase

StatusCH1: "ก"  
StatusCH10: "น"  
StatusCH11: "อ"  
StatusCH12: "อ"  
StatusCH13: "น"  
StatusCH14: "น"  
StatusCH15: "อ"  
StatusCH16: "น"  
StatusCH17: "อ"  
StatusCH18: "น"  
StatusCH19: "อ"  
StatusCH1Borrow: 0

(ง) (จ)

Inventory History

CH1 20210306  
CH2 20210310  
CH5 20210313  
CH6 20210319  
+ Add field 20210323

ArrivedDate: "20210323"  
ArrivedTime: "17:30"  
Borrower: "Team A"  
BorrowerID: "D9JhJ69SNMzrfw3P8n3OCuZwp2"  
InventTravelTime: 0  
JobID: "(81)20210322Mon225742"  
Status: 1  
ReturnedDate: "20210323"  
ReturnedTime: "19:10"  
SubmittedDate: "20210323"  
SubmittedTime: "17:27"

(ฉ)

รูปที่ 4.104 (ต่อ) การทำงานของเซนเซอร์อัลตราโซนิกร่วมกับฐานข้อมูลและแอปพลิเคชัน  
เมื่อมีเครื่องมือจากการคืนเครื่องมือ (Equipment Drop-off)

(ก) การทำงานเซนเซอร์อัลตราโซนิก ในสถานะมีเครื่องมือ

(ข) กล้องข้อความแจ้งเตือนการคืนเครื่องมือ ในหน้า Equipment & Inventory

(ค) ข้อความที่แสดง เมื่อการคืนเครื่องมือสำเร็จ ในหน้า Equipment & Inventory

(ง) การแสดงสถานะมีเครื่องมือช่องหมายเลข 1 ในแอปพลิเคชัน (สีเขียว)

(จ) สถานะเครื่องมือช่องหมายเลข 1 เมื่อมีเครื่องมือ ในฐานข้อมูล Realtime Firebase

(ฉ) สถานะเครื่องมือช่องหมายเลข 1 เมื่อมีเครื่องมือ ในฐานข้อมูลแบบ Cloud Firestore

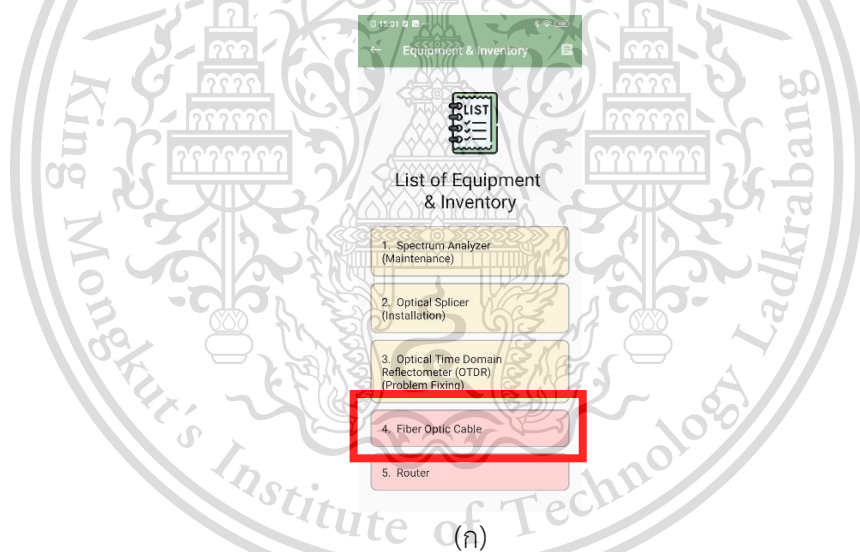
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ดูแลระบบเห็นใบแจ้งหนี้ขอชำระเงินด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ในส่วนของการจองวัสดุคงคลังของพนักงานสามารถจองโดยการกดเลือกรายการของวัสดุคงคลังที่ต้องการ ตัวอย่างเช่น ต้องการจอง Fiber Optic Cable ระบบจะแสดงเฉพาะช่องที่จัดเก็บวัสดุคงคลังประเภทนี้ ซึ่งมีทั้งหมด 1 ช่อง หลังจากนั้นจะเชื่อมต่อไปยังหน้าให้เลือกช่องที่วาง Fiber Optic Cable ที่แสดงสถานะของวัสดุ ดังแสดงในรูปที่ 4.105 เมื่อกดไปที่ช่องของวัสดุคงคลังที่สามารถทำการจองได้จะมีขั้นตอนให้ดำเนินการจองวัสดุคงคลัง โดยการจองสามารถระบุจำนวนของวัสดุคงคลังที่ต้องการจองได้ และภายในหน้าเดียวกันมีการแสดงรายละเอียดจำนวนของวัสดุคงคลังที่มีอยู่ในช่อง ดังแสดงในรูปที่ 4.106 ต่อมาเมื่อทำการกดปุ่มยืนยันการจองวัสดุคงคลังจะแสดงกล่องข้อความ เพื่อไปสู่หน้าสแกน QR Code แสดงดังรูปที่ 4.107 โดย QR Code ที่ต้องสแกนจะอยู่ที่หน้าช่องของวัสดุคงคลัง เพื่อป้องกันการจองวัสดุคงคลังล่วงหน้าของพนักงาน เมื่อทำการจองวัสดุคงคลังสำเร็จ จะแสดงข้อความ “Reserve Inventory CH5 Successful” และถูกเก็บลงในฐานข้อมูลแบบ Cloud Firestore ดังรูปที่ 4.108



รูปที่ 4.105 ตัวอย่างการกดปุ่มเลือกรายการวัสดุคงคลังหมายเลข 4 Fiber Optic Cable

(ก) ตำแหน่งในการกดปุ่มรายการวัสดุคงคลังหมายเลข 4

(ข) เมื่อกดปุ่มค้างจะแสดงรูปภาพรายการวัสดุคงคลังหมายเลข 4

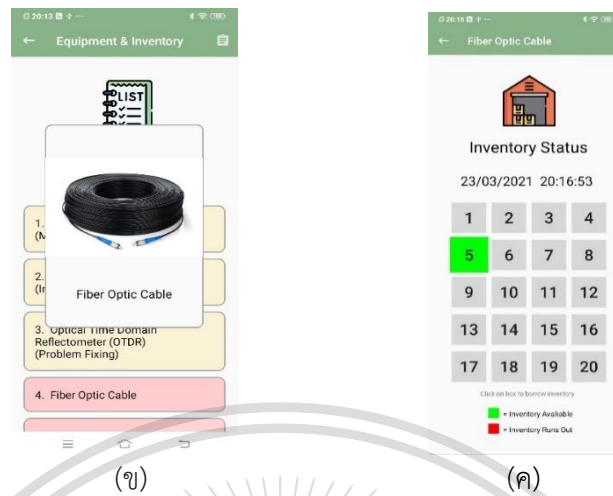
(ค) เมื่อกดปุ่มจะแสดงสถานะและตำแหน่งที่อยู่ของวัสดุคงคลังหมายเลข 4

ในคลังวัสดุ ขนาด 5 x 4 ช่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

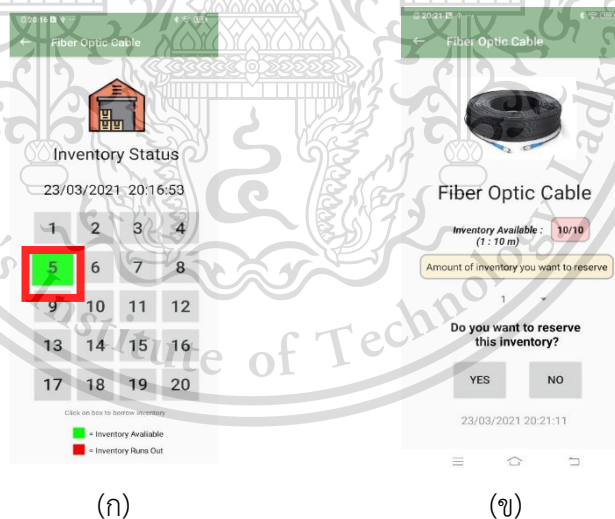


รูปที่ 4.105 (ต่อ) ตัวอย่างการกดปุ่มเลือกรายการวัสดุคงคลังหมายเลข 4 Fiber Optic Cable

(ก) ตำแหน่งในการกดปุ่มรายการวัสดุคงคลังหมายเลข 4

(ข) เมื่อกดปุ่มค้างจะแสดงรูปภาพรายการวัสดุคงคลังหมายเลข 4

(ค) เมื่อกดปุ่มจะแสดงสถานะและตำแหน่งที่อยู่ของวัสดุคงคลังหมายเลข 4  
ในคลังวัสดุ ขนาด 5 x 4 ช่อง



รูปที่ 4.106 ขั้นตอนของการจองวัสดุคงคลัง

(ก) หมายเลขช่องของวัสดุคงคลังที่สามารถทำการจองได้

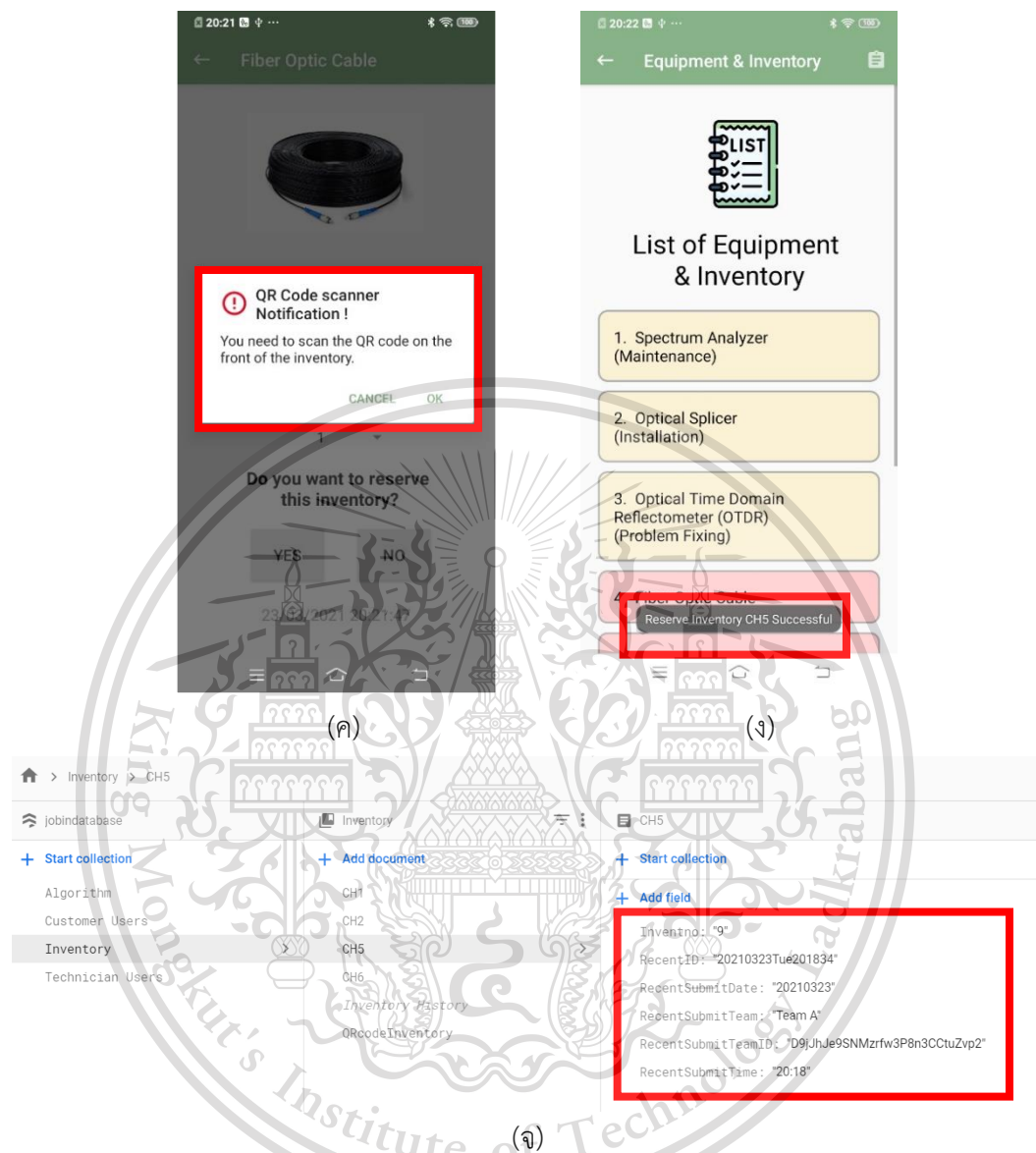
(ข) ขั้นตอนให้ดำเนินการจองวัสดุคงคลัง

(ค) กล่องข้อความ เพื่อไปสู่หน้าสแกน QR Code (ง) ข้อความการจองวัสดุคงคลังสำเร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเท่านั้น ไม่สามารถนำออกเผยแพร่ได้โดยไม่ได้รับอนุญาต (จ) ฐานข้อมูล Cloud Firestore ของการจองวัสดุคงคลัง  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.106 (ต่อ) ขั้นตอนของการจองวัสดุคงคลัง

(ก) หมายเลขช่องของวัสดุคงคลังที่สามารถทำการจองได้

(ข) ขั้นตอนให้ดำเนินการจองวัสดุคงคลัง

(ค) กล่องข้อความ เพื่อไปสู่หน้าสแกน QR Code (ง) ข้อความการจองวัสดุคงคลังสำเร็จ

(จ) ฐานข้อมูล Cloud Firestore ของการจองวัสดุคงคลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## 4.6 การทดสอบการทำงานของฮาร์ดแวร์

### 4.6.1 การทดสอบการวัดระยะของอัลตราโซนิกเซนเซอร์รุ่น HC-SR04

การทดสอบนี้เป็นการทดสอบเพื่อวัดความกว้างพัลส์ของสัญญาณที่ขา Trig และความกว้างพัลส์ของสัญญาณที่ขา Echo ว่าเป็นไปตามคุณลักษณะของเซนเซอร์อัลตราโซนิก รุ่น HC-SR04 หรือไม่ โดยผู้จัดทำได้ทำการเชื่อมต่อขาระหว่างเซนเซอร์อัลตราโซนิก รุ่น HC-SR04 กับ NodeMCU ESP32 ตาม schematic ในรูปที่ 4.107 และทำการวัดสัญญาณที่ขา Trig และที่ขา Echo โดยใช้ออสซิลโลสโคป ซึ่งกำหนดให้ช่องสัญญาณที่ 1 เป็นขา Trig และช่องสัญญาณที่ 2 เป็นขา Echo ดังรูปที่ 4.108 จากนั้นทำการวัดความกว้างของสัญญาณขา Echo แล้วนำไปคำนวณหาระยะทางโดยใช้สมการที่ 2.2 และนำไปเปรียบเทียบกับค่าที่แสดงบนหน้าจอแสดงผล ดังรูปที่ 4.109

การเชื่อมต่อขาระหว่างเซนเซอร์อัลตราโซนิก รุ่น HC-SR04 กับ NodeMCU ESP32 เป็นดังนี้

1. ขา VCC สำหรับต่อแรงดันไฟเลี้ยงไม่เกิน 5 V ซึ่งจะต่อกับไฟเลี้ยง 3.3 V คือขา 3V3 ของ NodeMCU ESP32
2. ขา Trig เป็นขาอินพุตรับสัญญาณพัลส์ความกว้าง 100 us เพื่อกระตุ้นการสร้างคลื่นอัลตราโซนิกความถี่ 40 kHz ออกสู่อากาศจากตัวส่ง ซึ่งจะต่อกับขา D12 ของ NodeMCU ESP32
3. ขา Echo เป็นขาเอาต์พุตสำหรับส่งสัญญาณพัลส์ออกจากโมดูลไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อตรวจจับความกว้างของสัญญาณพัลส์และคำนวณเป็นระยะทาง ซึ่งจะต่อกับขา D13 ของ NodeMCU ESP32
4. ขา GND สำหรับต่อจุดกราวด์ร่วมแรงดันและสัญญาณ ซึ่งจะต่อกับขา GND ของ NodeMCU ESP32

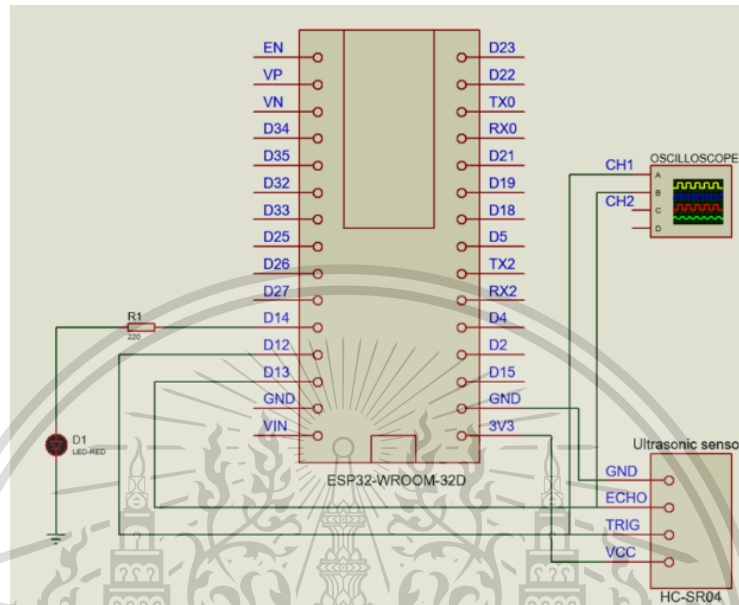
รายละเอียดของเซนเซอร์ระบุไว้ว่าสามารถทำการวัดระยะทางได้ตั้งแต่ 2 - 400 เซนติเมตร ผู้จัดทำจึงได้ทำการทดสอบความแม่นยำโดยจะแบ่งระยะการวัดออกเป็น 3 ช่วง ช่วงที่ 1 คือ ระยะ 2 - 20 เซนติเมตร จะวัดระยะทุกๆ 1 เซนติเมตร ช่วงที่ 2 คือระยะ 20 - 100 เซนติเมตร จะวัดระยะทุกๆ 5 เซนติเมตร และช่วงสุดท้าย คือ ระยะ 100 - 340 เซนติเมตร จะวัดระยะทุกๆ 10 เซนติเมตร โดยอ้างอิงระยะจากปลายเซนเซอร์ ทำการเขียนโปรแกรมทดสอบการวัดระยะทางโดยค่าการวัดระยะแสดงดังตารางที่ 4.1 จากการทดสอบการทำงานของเซนเซอร์อัลตราโซนิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

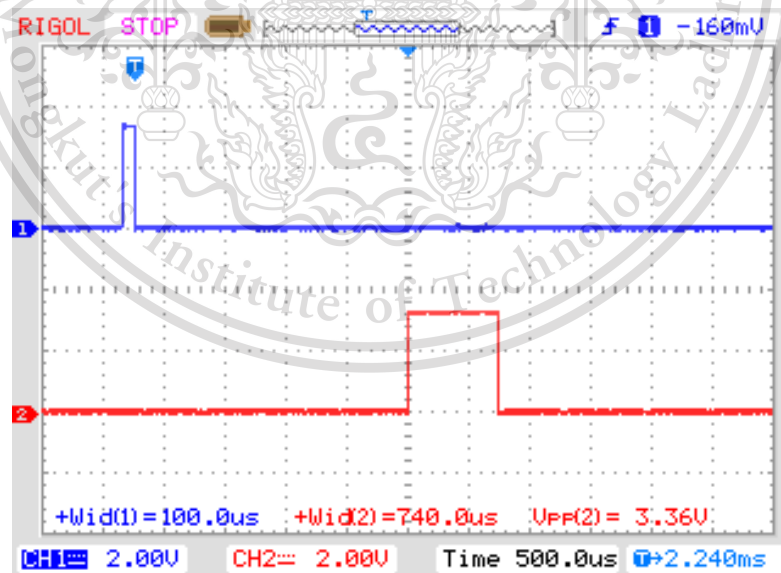
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เพื่อวัดค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้น พบว่ามีความผิดพลาดโดยประมาณอยู่ที่ 1.33% ซึ่งเป็นค่าที่ยอมรับได้ ซึ่งผู้จัดทำได้นำข้อมูลมาแสดงในรูปแบบกราฟ ดังรูปที่ 4.110



รูปที่ 4.107 การเชื่อมต่อขาระหว่างเซนเซอร์อัลตราโซนิก รุ่น HC-SR04 กับ NodeMCU ESP32



รูปที่ 4.108 สัญญาณที่ขา Trig (Ch1) และขา Echo (Ch2) ของเซนเซอร์อัลตราโซนิก

รุ่น HC-SR04 บนหน้าจอออสซิลโลสโคป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Distance = 12.84 cm  
 Distance = 12.84 cm  
 Distance = 12.84 cm  
 Distance = 12.84 cm  
 Distance = 12.84 cm

รูปที่ 4.109 ค่าที่ได้จากการวัดระยะทางของเซนเซอร์อัลตราโซนิก รุ่น HC-SR04 ที่หน้าจอแสดงผล

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบการวัดระยะของเซนเซอร์อัลตราโซนิก รุ่น HC-SR04

ระยะทาง (ซม.)	ครั้งที่1 (ซม.)	ครั้งที่2 (ซม.)	ครั้งที่3 (ซม.)	ครั้งที่4 (ซม.)	ครั้งที่5 (ซม.)	ครั้งที่6 (ซม.)	ครั้งที่7 (ซม.)	ครั้งที่8 (ซม.)	ครั้งที่9 (ซม.)	ครั้งที่10 (ซม.)	ค่าเฉลี่ย (ซม.)	% ความผิดพลาด
2	2.47	2.29	2.12	2.05	2.24	1.81	2.29	1.93	1.88	1.93	2.1	5.05
3	3.36	3.19	2.9	3.36	2.9	2.83	2.9	3.07	2.95	3.14	3.06	2
4	3.97	4.09	3.97	3.91	3.91	3.67	3.91	4.03	4.09	4.03	3.96	1.05
5	4.93	5.34	4.93	4.98	4.88	4.81	4.93	5	5.1	4.95	4.99	0.3
6	6.07	6.48	5.95	6.02	5.9	5.78	6.07	5.71	6.19	5.9	6.01	0.12
7	6.91	7.4	7.21	6.97	7.09	7.33	6.84	7.21	7.03	6.97	7.1	1.37
8	8	8.34	7.93	8.22	8.1	7.81	7.93	8.1	7.86	7.93	8.02	0.28
9	9.02	8.95	8.83	9.19	8.95	8.95	8.95	8.71	9.31	9.14	9	0
10	9.91	10.03	10.16	10.09	10.21	10.16	10.21	10.9	10.02	9.97	10.17	1.66
11	10.88	10.93	10.98	11.29	11.05	11.05	11.29	10.81	10.86	11.1	11.02	0.22
12	12.31	11.9	11.83	11.9	11.83	11.71	11.71	11.71	12.12	11.9	11.89	0.9
13	13.45	13.03	13.49	12.91	12.91	13.21	12.81	13.09	13.14	12.81	13.09	0.65
14	14.17	13.86	13.98	13.74	13.98	14.1	13.93	14.1	14.1	14.17	14.01	0.1
15	15.55	14.95	14.95	14.64	14.83	14.88	15.07	15.12	15.07	15.12	15.02	0.12
16	16.33	15.91	16.03	16.09	15.9	15.79	15.91	16.02	15.91	15.84	15.97	0.17
17	17.17	16.93	17.28	17.05	16.81	17.29	17.15	16.86	17.28	16.93	17.08	0.44
18	18.12	18.12	18.24	17.9	18.02	18.19	18.07	18.19	18.12	18.07	18.1	0.58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 4.1 (ต่อ) ผลการทดสอบการวัดระยะของเซนเซอร์อัลตราโซนิก รุ่น HC-SR04

ระยะ ทาง (ซม.)	ครั้งที่1 (ซม.)	ครั้งที่2 (ซม.)	ครั้งที่3 (ซม.)	ครั้งที่4 (ซม.)	ครั้งที่5 (ซม.)	ครั้งที่6 (ซม.)	ครั้งที่7 (ซม.)	ครั้งที่8 (ซม.)	ครั้งที่9 (ซม.)	ครั้งที่ 10 (ซม.)	ค่า เฉลี่ย (ซม.)	% ความ ผิด พลาด
19	19.33	19.21	19.09	18.91	19.03	18.97	19.03	19.02	19.26	19.14	19.1	0.52
20	20.34	20.17	20.16	20.28	20.16	20.05	19.98	20.22	20.16	20.1	20.16	0.81
25	26.64	25.81	25.86	28.46	27.4	27.02	28.02	28.69	27.79	27.66	27.34	9.34
30	30.79	30.55	30.72	30.66	30.19	30.34	30.36	30.36	30.6	30.29	30.49	1.62
35	34.45	34.31	34.38	35.12	34.91	34.67	34.81	35.16	35.12	35.29	34.82	0.51
40	39.17	39.41	38.83	39.88	39.17	39	38.83	39.53	39.12	39.19	39.21	1.97
45	44.03	40.21	44.16	43.88	44.21	43.69	43.14	43.52	44.16	43.86	43.49	3.36
50	49.45	49.07	49.62	49.21	48.66	48.22	48.36	48.12	47.93	49.17	48.78	2.44
55	54.34	53.64	53.93	53.4	53.81	53.4	53.29	54.07	54.17	53.97	53.8	2.18
60	59.17	58.6	58.76	58.26	58.76	58.12	58.43	58.31	58.72	58.62	58.58	2.38
65	63.78	63.12	62.98	63.03	63.47	63.4	63.41	63.1	63.62	63.09	63.3	2.62
70	68.76	68.81	67.91	68.04	68.33	68.21	68.53	68.07	68.73	67.81	68.32	2.4
75	73.53	73.12	73.96	73.12	73.19	73	72.91	72.66	73.92	82.81	74.22	1.04
80	79.05	78.21	76.92	77.98	78.07	78.34	77.76	77.02	78.53	78.02	77.99	2.51
85	82.81	83.38	83.21	82.97	83.21	82.97	83.14	82.53	82.71	82.07	82.9	2.47
90	88.71	88.64	87.98	87.88	88.1	87.72	88.02	88.23	88.07	88.01	88.14	2.07
95	93.21	93.14	93.55	92.93	92.83	92.24	92.67	93	92.31	93.28	92.92	2.19
100	98.47	96.74	98.26	96.93	97.31	97.28	97.19	97.5	97.83	97.03	97.45	2.55
110	108	107.57	107.97	107.59	107.93	107.57	107.69	107.64	107.21	107.88	107.71	2.09
120	117.4	117.55	117.74	117.47	117.86	117.43	118.02	118.72	117.84	117.45	117.75	1.88
130	127.38	127.57	127.91	127.34	127.93	126.57	127.52	127.57	127.4	127.93	127.51	1.91
140	137.72	137.31	137.26	137.09	137.55	136.95	137.72	137.57	138.07	137.91	137.52	1.78
150	147.33	147.28	147.71	147.52	147.47	147.66	147.07	147.59	147.57	147.9	147.51	1.66
160	156.9	157.02	156.21	157.1	157.5	157.26	157.22	157.24	157.12	157.47	157.1	1.81
170	166.22	167.9	166.84	167.52	167.26	167.1	167.14	167.17	167.67	167.07	167.19	1.65
180	176.79	177.19	176.6	177.06	176.9	176.53	176.57	177.31	176.83	177.98	176.98	1.68
190	186	186.9	186.9	187.19	186.67	186.78	187.88	187.05	186.83	187.86	187	1.58
200	196.36	196.43	196.34	196.38	195.84	195.24	196.72	196.53	196.66	196.17	196.27	1.87
210	207.45	208.75	208.36	208.19	209.59	209.29	209.72	207.93	208.79	207.88	208.6	0.67
220	217.85	218.93	218.33	219.05	218.79	219.72	218.67	219.16	218.16	219.63	218.83	0.53
230	227.79	227.36	228.72	228.38	229.45	229.53	229.48	228.63	228.69	227.55	228.56	0.63
240	237.94	238.64	239.13	239.19	239.84	239.05	238.05	238.72	238.57	238.5	238.76	0.52

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ห้ามเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

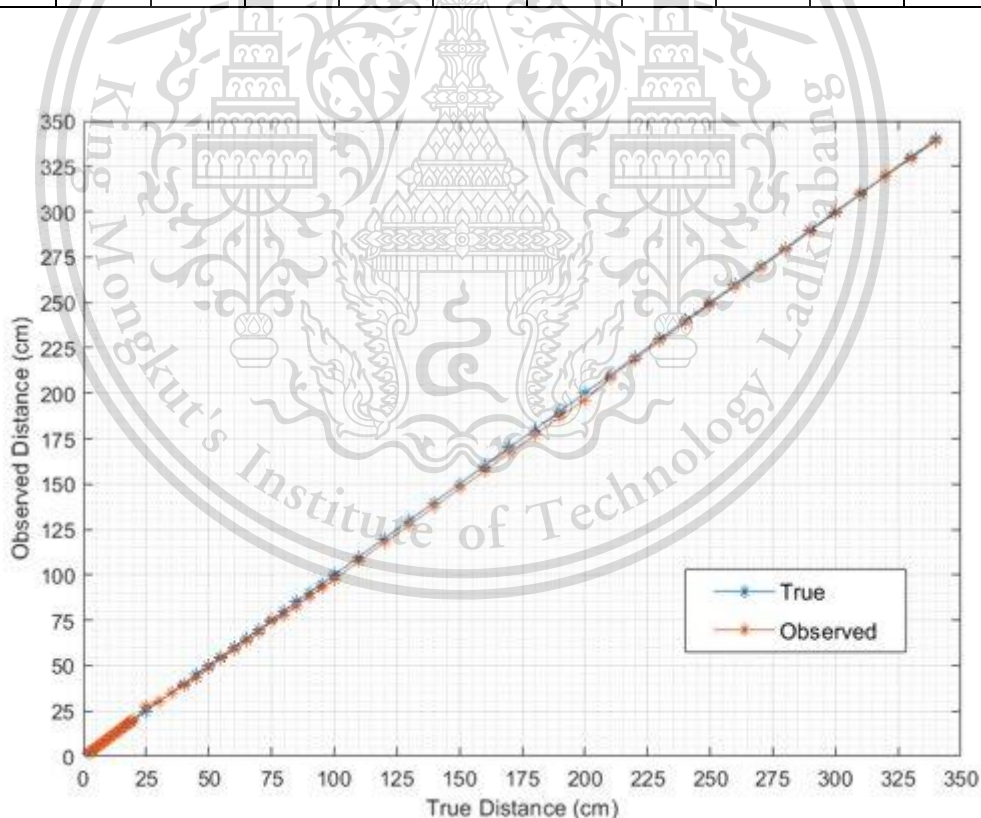
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 4.1 (ต่อ) ผลการทดสอบการวัดระยะของเซนเซอร์อัลตราโซนิก รุ่น HC-SR04

ระยะทาง (ซม.)	ครั้งที่1 (ซม.)	ครั้งที่2 (ซม.)	ครั้งที่3 (ซม.)	ครั้งที่4 (ซม.)	ครั้งที่5 (ซม.)	ครั้งที่6 (ซม.)	ครั้งที่7 (ซม.)	ครั้งที่8 (ซม.)	ครั้งที่9 (ซม.)	ครั้งที่ 10 (ซม.)	ค่าเฉลี่ย (ซม.)	% ความผิดพลาด
250	247.91	249.87	249.76	249.05	249.19	251.62	248.68	249.07	248.5	248.53	249.22	0.31
260	257.47	259.12	258.57	259.26	259.4	260.03	258.93	258.43	258.74	257.55	258.75	0.48
270	267.58	268.72	269.22	269.69	270.03	269.5	271.12	268.57	267.99	268.23	269.07	0.35
280	277.57	279.03	278.83	279.53	279.36	280.16	278.64	278.68	277.05	278.99	278.78	0.43
290	286.23	288.37	290.86	291.14	290.4	291.05	290.66	288.72	287.34	287.66	289.24	0.26
300	296.78	299.74	299.09	300.69	301.59	300.47	298.43	299.67	297.69	297.4	299.16	0.28
310	308.59	309.19	309.72	309.59	310.66	311.45	309.78	309.71	308.66	307.83	309.52	0.16
320	318.05	319.95	319.64	319.83	321.19	320.38	321.62	318.4	317.83	317.55	319.44	0.17
330	328.84	329.57	329.03	331.04	329.55	331.12	329.69	329.18	328.98	326.93	329.39	0.18
340	331.56	338.98	338.32	340.45	340.52	341.09	338.86	340.81	337.95	337.43	338.6	0.41



รูปที่ 4.110 ระยะทางจริงและระยะทางเฉลี่ยของเซนเซอร์อัลตราโซนิก รุ่น HC-SR04

ที่ระยะ 2 - 340 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

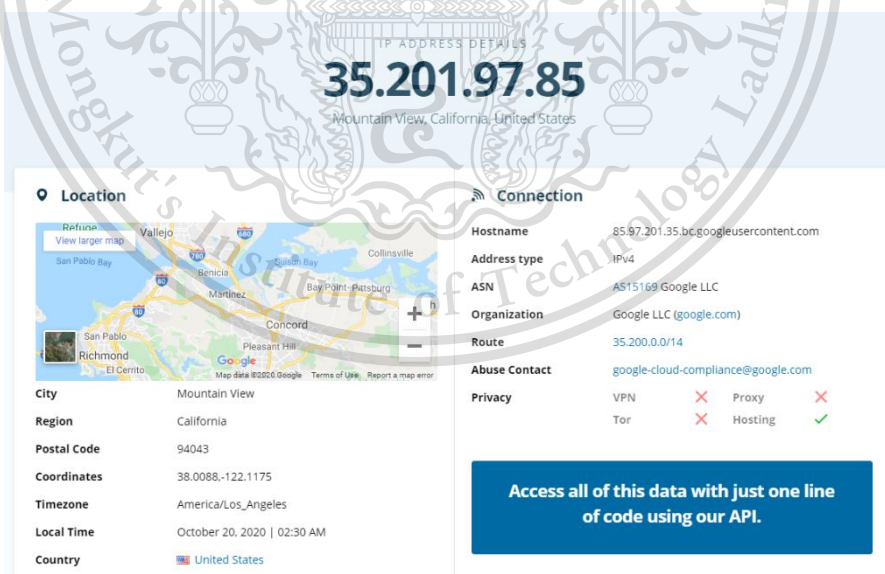
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

#### 4.6.2 การทดสอบการสื่อสารข้อมูลระหว่าง ESP32 กับ Google Firebase ด้วย Wireshark

ทำการเชื่อมต่อ ESP32 และคอมพิวเตอร์กับเครือข่าย WiFi Hotspot เดียวกัน เพื่อตรวจสอบการสื่อสารข้อมูลระหว่าง ESP32 และ Google Firebase ด้วยโปรแกรม Wireshark โดย IP Address ของ ESP32 คือ 192.168.137.131 สามารถสังเกตได้จากคอมพิวเตอร์หลังจากทำการเชื่อมต่อเครือข่าย WiFi Hotspot เดียวกันกับ ESP32 แล้ว ทำกาดเมนู Setting > Network & Internet > Mobile hotspot > List Devices connected จะแสดง IP Address ของ ESP32 ดังรูปที่ 4.111 ส่วน IP Address ของ Google Firebase คือ 35.201.97.85 โดยสามารถนำ IP Address นี้ไปค้นหาจากเว็บไซต์ <https://ipinfo.io/35.201.97.85> เพื่อตรวจสอบหา Hostname ของ IP Address ซึ่งจะได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 4.112

Device name	IP address	Physical address (MAC)
espressif	192.168.137.131	fc:f5:c4:56:0d:b0

รูปที่ 4.111 IP Address ของ ESP32



IP ADDRESS DETAILS

## 35.201.97.85

Mountain View, California, United States

Location		Connection	
City	Mountain View	Hostname	85.97.201.35.bc.googleusercontent.com
Region	California	Address type	IPv4
Postal Code	94043	ASN	AS15169 Google LLC
Coordinates	38.0088,-122.1175	Organization	Google LLC (google.com)
Timezone	America/Los_Angeles	Route	35.200.0.0/14
Local Time	October 20, 2020   02:30 AM	Abuse Contact	google-cloud-compliance@google.com
Country	United States	Privacy	VPN <input type="checkbox"/> Proxy <input type="checkbox"/>
			Tor <input type="checkbox"/> Hosting <input checked="" type="checkbox"/>

Access all of this data with just one line of code using our API.

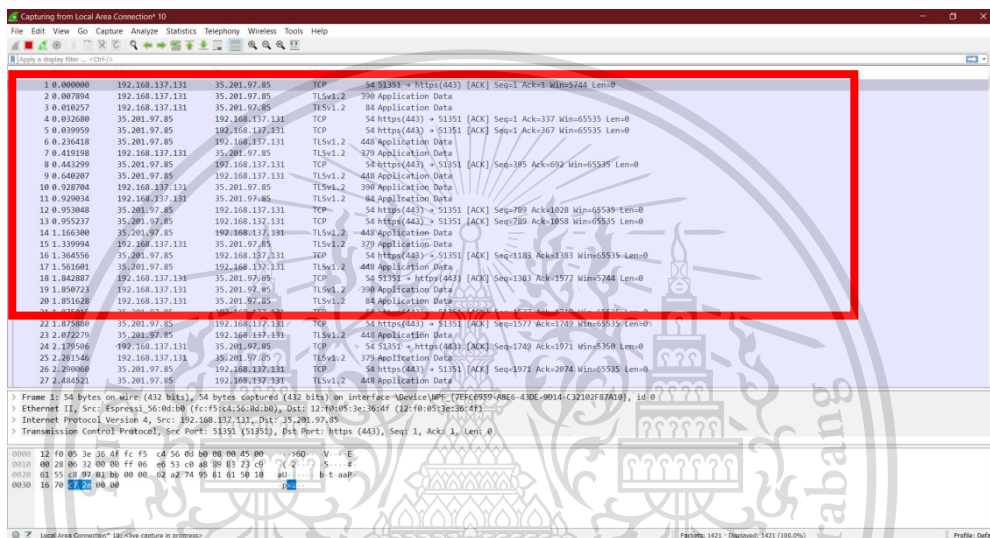
รูปที่ 4.112 IP Address ของ Google Firebase

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

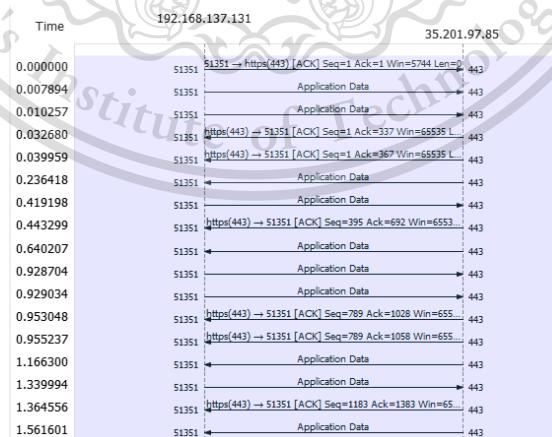
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ในโปรแกรม Wireshark การติดต่อสื่อสารข้อมูลระหว่าง ESP32 กับ Google Firebase จะใช้โปรโตคอลอยู่ 2 แบบคือ TCP หรือ Transport Control Protocol และ TLSv1.2 หรือ Transport Layer Security โดยในโปรแกรม Wireshark จะแสดง Time, Source address, Destination address, โปรโตคอลที่ใช้, ความยาว และข้อมูลอื่นๆ ซึ่งการติดต่อสื่อสาร 1 ชุดจะแสดงดังกรอบสีแดงในรูปที่ 4.113 หลังจากนั้นจะเป็นการส่งข้อมูลซ้ำ โดย Flow graph ของการสื่อสารชุดนี้ แสดงดังรูปที่ 4.114



รูปที่ 4.113 การติดต่อสื่อสารข้อมูลระหว่าง ESP32 กับ Google Firebase ในโปรแกรม Wireshark



รูปที่ 4.114 Flow graph การติดต่อสื่อสารข้อมูลระหว่าง ESP32 กับ Google Firebase

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

การติดต่อสื่อสารเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่าง ESP32 กับ Google Firebase อธิบายได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 จะเป็นการส่งคำขอร้องว่าจะมีการส่งข้อมูลจาก ESP32 IP Address 192.168.137.131 ไปยัง Google Firebase IP Address 35.201.97.85 โดยโปรโตคอล TCP ที่อยู่ใน Transport Layer ที่ Source Port คือ 51351 และ Destination Port คือ https (443) จะทำการส่ง Sequence = 1, ACK = 1 และขนาด Window ที่รับได้ = 5744 bytes ดังกรอบสีแดงในรูปที่ 4.115

ขั้นตอนที่ 2 เป็นการเข้ารหัส (Encryption) Plain Text แล้วส่งเป็น Cipher Text จาก ESP32 IP Address 192.168.137.131 ไปยัง Google Firebase IP Address 35.201.97.85 โดยใช้โปรโตคอล TLSv1.2 ที่อยู่ใน Application Layer ที่ Source Port คือ 51351 และ Destination Port คือ https (443) ซึ่งการส่งเป็น Cipher Text ทำให้การส่งข้อมูลนั้นมีความปลอดภัยมากขึ้น โดย Cipher Text นี้จะสามารถดักจับแพ็คเกจข้อมูลได้ แต่จะไม่สามารถทราบรายละเอียดของข้อมูลที่อยู่ข้างในได้ เพราะต้องทำการถอดรหัสก่อน (Decryption) โดยการติดต่อสื่อสารข้อมูลในขั้นตอนที่ 2 สามารถแสดงดังกรอบสีแดงในรูปที่ 4.116

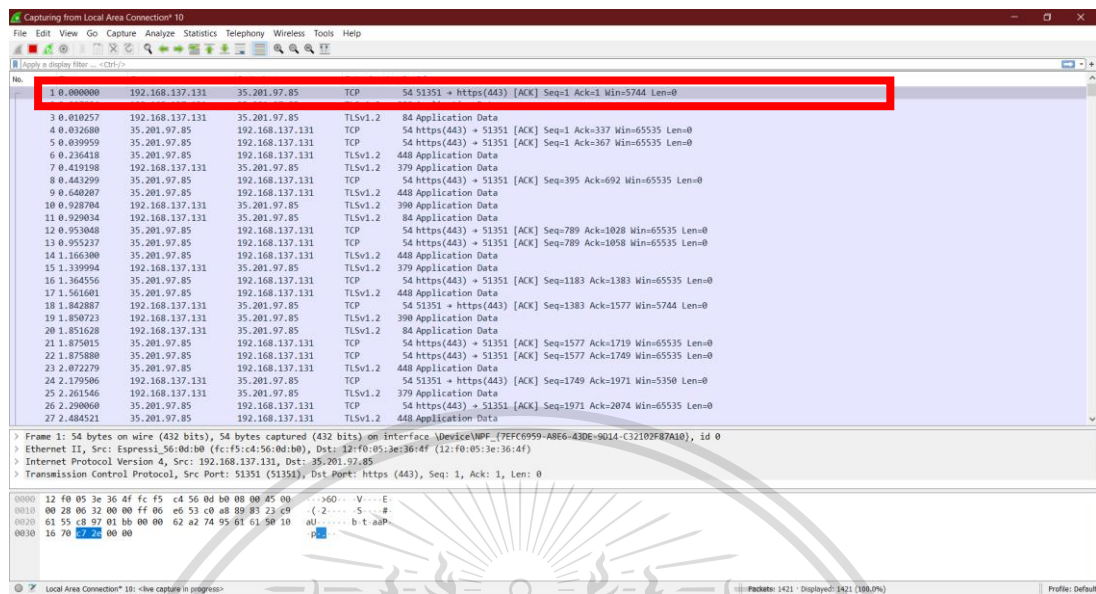
ขั้นตอนที่ 3 จะเป็นการส่งคำขอร้องว่าจะมีการส่งข้อมูลจาก Google Firebase IP Address 35.201.97.85 ไปยัง ESP32 IP Address 192.168.137.131 โดยโปรโตคอล TCP ที่อยู่ใน Transport Layer ที่ Source Port คือ https (443) และ Destination Port คือ 51351 จะทำการส่ง Sequence = 1, ACK = 337 และขนาด Window ที่รับได้ = 65535 bytes ดังกรอบสีแดงในรูปที่ 4.117

ขั้นตอนที่ 4 เป็นการเข้ารหัส Plain Text แล้วส่งเป็น Cipher Text จาก Google Firebase IP Address 35.201.97.85 ไปยัง ESP32 IP Address 192.168.137.131 โดยใช้โปรโตคอล TLSv1.2 ที่อยู่ใน Application Layer ที่ Source Port คือ https (443) และ Destination Port คือ 51351 โดยการติดต่อสื่อสารข้อมูลในขั้นตอนที่ 4 สามารถแสดงดังกรอบสีแดงในรูปที่ 4.118

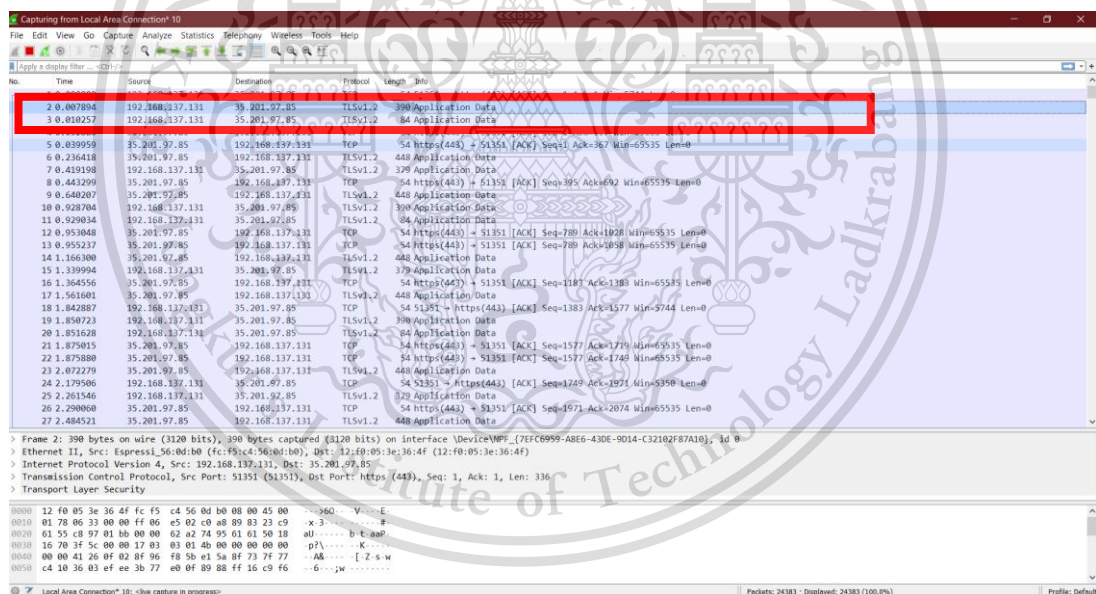
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.115 การส่งคำร้องขอการส่งข้อมูลจาก ESP32 ไปยัง Google Firebase

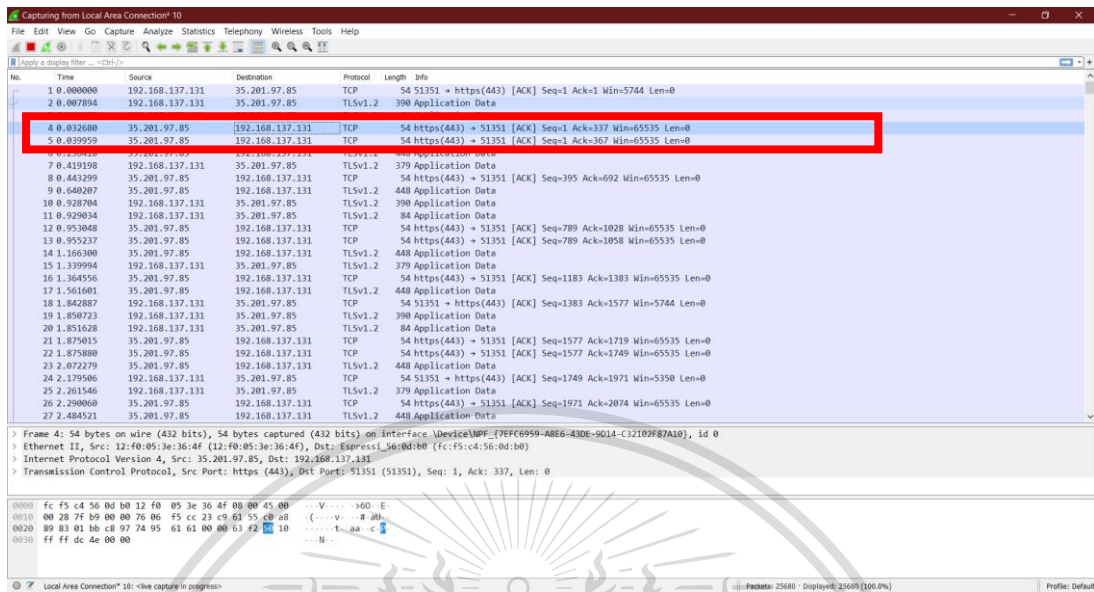


รูปที่ 4.116 การเข้ารหัส Plain Text จาก ESP32 ไปยัง Google Firebase

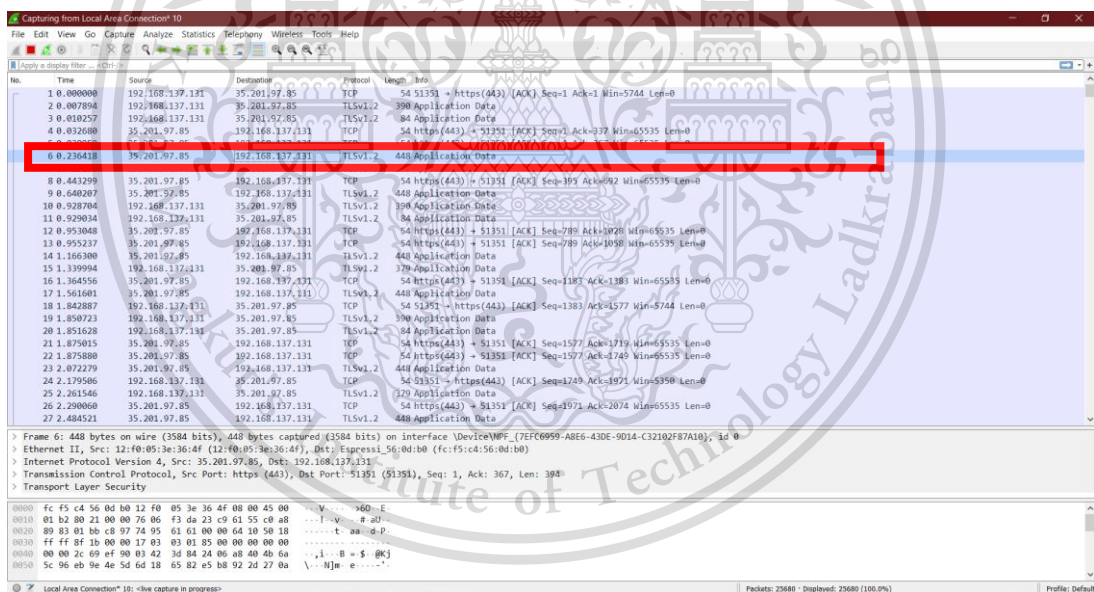
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.117 การส่งคำร้องขอการส่งข้อมูลจาก Google Firebase ไปยัง ESP32



รูปที่ 4.118 การเข้ารหัส Plain Text จาก Google Firebase ไปยัง ESP32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## 4.7 การทดสอบการทำงานของอัลกอริธึม

### 4.7.1 การทดสอบการทำงานของอัลกอริธึมการแจกงานให้กับทีมพนักงาน

การทดสอบการทำงานในส่วนนี้ จะแบ่งการทดสอบออกเป็น 2 ส่วน คือ 1. ส่วนของงานที่ร้องขอจากลูกค้า (Pending Job) 2. ส่วนการแจกงานและการแสดงผลการแจกงานในแอปพลิเคชันและฐานข้อมูล

#### 1. ส่วนของงานที่ร้องขอจากลูกค้า (Pending Job)

ทดสอบโดยให้ลูกค้าทำการร้องขอในวันที่ 25 มีนาคม พ.ศ. 2564 ให้ทำงานในวันที่ 26 มีนาคม พ.ศ.2564 จำนวน 6 งานและมีทีมพนักงานจำนวน 5 ทีม โดยรายละเอียดของแต่ละงานตามตารางที่ 4.2 ดังนี้

ตารางที่ 4.2 รายละเอียดงานที่ทดสอบโดยจำลองการร้องขอจากลูกค้าจำนวน 6 งาน

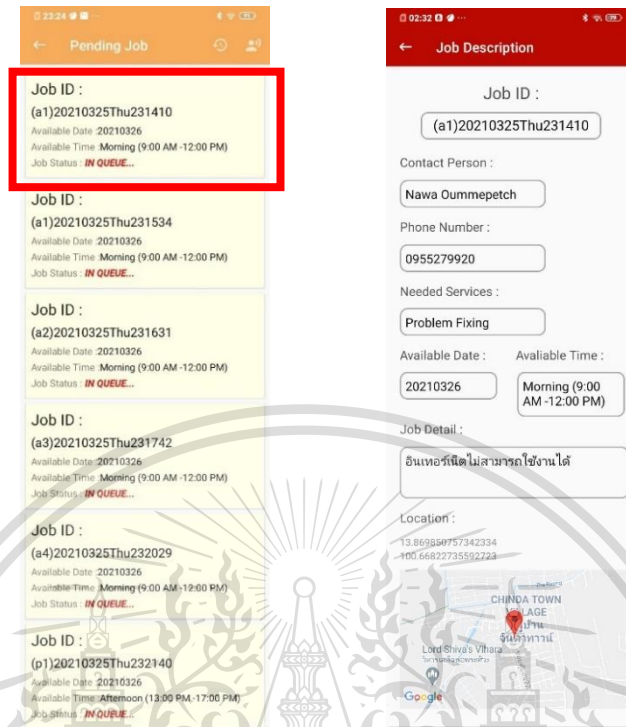
อันดับงาน	Available Time	Job Type	Job Detail
1	Morning (9:00 AM -12:00 PM)	Problem Fixing	อินเทอร์เน็ตไม่สามารถใช้งานได้
2	Morning (9:00 AM -12:00 PM)	Problem Fixing	Router ขึ้นไฟสีแดงที่ PON, ไม่สามารถใช้อินเทอร์เน็ตได้
3	Morning (9:00 AM -12:00 PM)	Installation	ติดตั้งอินเทอร์เน็ตความเร็วสูง
4	Morning (9:00 AM -12:00 PM)	Maintenance	บำรุงรักษา Router ตามระยะเวลาประกัน
5	Morning (9:00 AM -12:00 PM)	Design Network	ออกแบบโครงข่ายเพื่อติดตั้งอินเทอร์เน็ต พื้นที่ 600 ตร.ว.
6	Afternoon (13:00PM-17:00 PM)	Problem Fixing	ไฟ PON ขึ้นสีแดง ไม่สามารถใช้อินเทอร์เน็ตได้

ตัวอย่างการแสดงผลจากหน้าแอปพลิเคชัน และฐานข้อมูล Cloud Firestore ของ Pending Job งานที่ 1 แสดงดังรูปที่ 4.119 และ 4.120 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

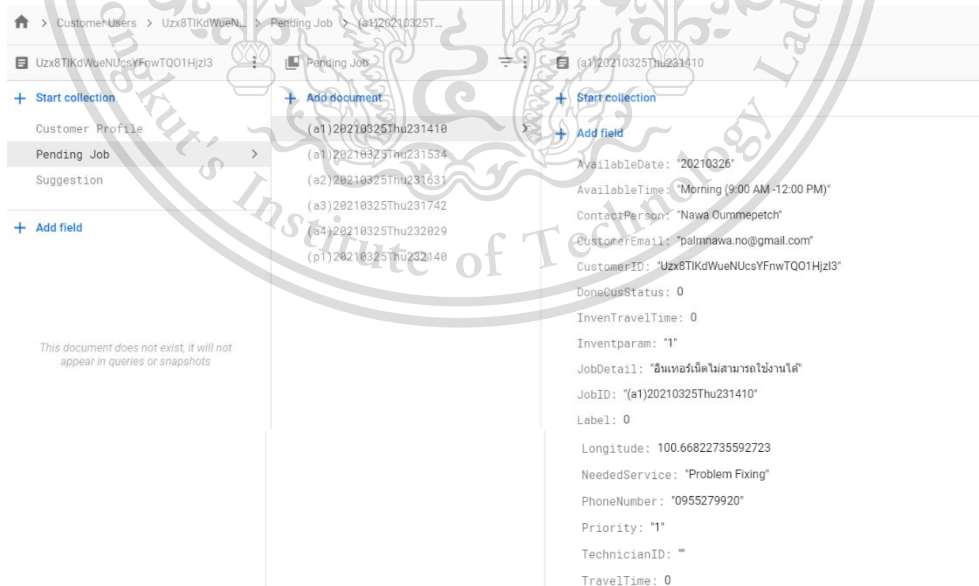
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



(ก)

(ข)

รูปที่ 4.119 หน้าแอปพลิเคชันในส่วน Pending Job ของงานอันดับที่ 1  
 (ก) รายการงานทั้งหมดที่ลูกค้าร้องขอ (ข) รายละเอียดงานอันดับที่ 1



รูปที่ 4.120 ฐานข้อมูล Cloud Firestore ในส่วน Pending Job ของงานอันดับที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2. ส่วนของการแจกงานและการแสดงผลการแจกงานในแอปพลิเคชันและฐานข้อมูล  
ในการทดสอบนี้ จะแบ่งการแจกงานออกเป็น 2 ส่วน คือ 1. ส่วนของการแจกงานแบบสุ่ม  
2. ส่วนของการแจกงานโดยใช้อัลกอริธึมคำนวณเวลาการเดินทางเพื่อแจกงาน

### 2.1 ส่วนของการแจกงานแบบสุ่ม

เวลา 07:00 น. ระบบแจกงานจะเริ่มทำการแจกงานชุดแรก (งานลำดับที่ 1 – 5) ให้กับทีมพนักงานแบบสุ่ม โดยลำดับเวลาในการแจกงานชุดแรกของแต่ละงาน เป็นดังตารางที่ 4.3 ตารางที่ 4.3 ลำดับเวลาในการแจกงานชุดแรกแบบสุ่ม

เวลา	รายละเอียดกิจกรรมที่ระบบทำ
07:00 น.	แจกงานลำดับที่ 1 ให้ทีม A (Current Job Team A)
07:01 น.	แจกงานลำดับที่ 2 ให้ทีม B (Current Job Team B)
07:02 น.	แจกงานลำดับที่ 3 ให้ทีม C (Current Job Team C)
07:03 น.	แจกงานลำดับที่ 4 ให้ทีม D (Current Job Team D)
07:04 น.	แจกงานลำดับที่ 5 ให้ทีม E (Current Job Team E)

ตัวอย่างผลลัพธ์ Logs ใน Cloud Functions for Firebase เมื่อระบบแจกงานชุดแรกอันดับที่ 1 ดังรูปที่ 4.121

7:00:01.885 AM RandomJob  
Function execution started

(ก)

7:01:22.691 AM RandomJob  
Team A gets this job

(ข)

รูปที่ 4.121 ตัวอย่างผลลัพธ์ Logs ใน Cloud Functions for Firebase  
เมื่อระบบแจกงานชุดแรกอันดับที่ 1

(ก) ระบบแจกงานชุดแรกอันดับที่ 1 เริ่มทำงาน

(ข) ระบบแจกงานชุดแรกอันดับที่ 1 เสร็จสมบูรณ์

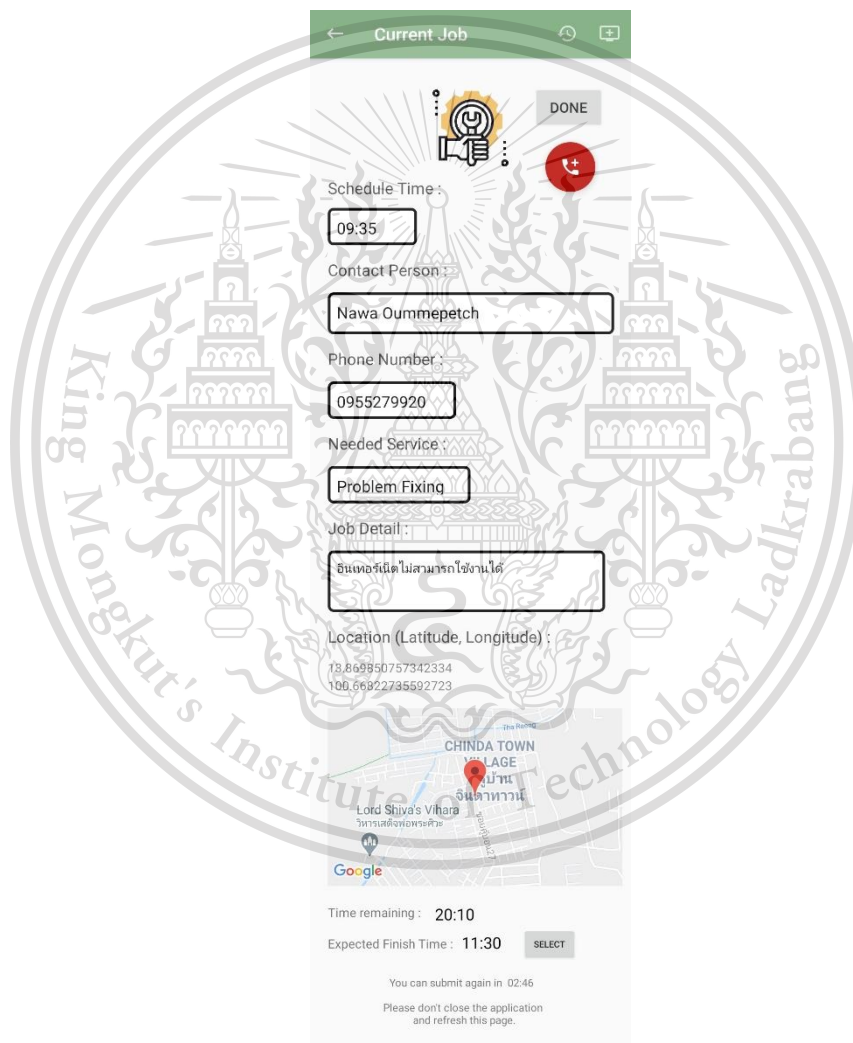
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

หลังจากนั้นแต่ละทีมจะทำการกรอกเวลาที่คาดว่าจะงานจะเสร็จ (Expected Finish Time) โดยในกรณีศึกษาี้ กำหนดให้ทีม A มี Expected Finish Time คือ 11:30 น., ทีม B มี Expected Finish Time คือ 11:40 น., ทีม C มี Expected Finish Time คือ 12:00 น., ทีม D มี Expected Finish Time คือ 11:10 น. และทีม E มี Expected Finish Time คือ 11:20 น.

ตัวอย่างหน้าจอพลิเคชันในส่วน Current Job ของทีม A และฐานข้อมูล Cloud Firestore ส่วน Current Job ของทีม A เมื่อระบบแจกงานชุดแรกอันดับที่ 1 เสร็จสมบูรณ์ แสดงดังรูปที่ 4.122 และ 4.123 ตามลำดับ



รูปที่ 4.122 ตัวอย่างหน้าจอพลิเคชันในส่วน Current Job ของทีม A  
เมื่อระบบแจกงานชุดแรกอันดับที่ 1 เสร็จสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Current Job > Selected Team > D9jJhJe9SNMzr...

Current Job Selected Team D9jJhJe9SNMzrfw3P8n3CCtuZvp2

+ Start collection + Add document + Start collection

Selected Team > D9jJhJe9SNMzrfw3P8n3CCtuZvp2 > + Add field

Pb1RAEimI80A3CLZ10ePYPcFELx2  
 RID0MjjZDZSioNjevUgkVfttPU2  
 WmCsJxX2FwdYB930k24cgq7p0cK2  
 bXmNUJZxvMceJaIHNvxaBE6wxGG2

+ Add field

This document has no data

AvailableDate: "20210326"  
 AvailableTime: "Morning (9:00 AM -12:00 PM)"  
 ContactPerson: "Nawa Oummeetch"  
 CustomerEmail: "palmnawa.no@gmail.com"  
 CustomerID: "Uzx8TIKdWueNUcsYFnwTQ01HjzI3"  
 ExpectedFinishTime: "11:30"  
 InvenTravelTime: 0  
 Inventparam: "1"  
 JobDetail: "อินเทอร์เน็ตไม่สามารถใช้งานได้"  
 JobID: "(a1)20210325Thu231410"  
 Label: 1  
 Latitude: 13.869850757342334  
 Longitude: 100.66822735592723  
 NeededService: "Problem Fixing"  
 PhoneNumber: "0955279920"  
 Priority: "1"  
 ScheduleTime: "09:35"  
 TravelTime: 35.233333333333334

รูปที่ 4.123 ตัวอย่างฐานข้อมูล Cloud Firestore ของทีม A เมื่อระบบแจกงานชุดแรกอันดับที่ 1 เสร็จสมบูรณ์

2.2 ส่วนของการแจกงานโดยใช้อัลกอริธึมคำนวณเวลาการเดินทางเพื่อแจกงาน หลังจากแจกงานชุดแรกแบบสุ่ม (งานอันดับที่ 1 - 5) ให้กับทุกทีมพนักงานเสร็จสมบูรณ์แล้ว เวลา 09:20 น. ระบบจะเริ่มทำการแจกงานอันดับที่ 6 เพื่อให้เป็นงานถัดไปที่พนักงานต้องทำงาน (Next Job) ซึ่งงานอันดับที่ 6 เป็นงานประเภท Problem Fixing โดยผลลัพธ์ Logs เมื่อเริ่มการแจกงานอันดับที่ 6 ใน Cloud Functions for Firebase แสดงดังรูปที่ 4.124

9:20:02.278 AM DistributeJob  
 Function execution started

รูปที่ 4.124 ผลลัพธ์ Logs เมื่อเริ่มการแจกงานอันดับที่ 6 ใน Cloud Functions for Firebase

การคำนวณเวลาการเดินทางของทีมพนักงานโดยใช้อัลกอริธึมการแจกงานจะแบ่งเงื่อนไขการคำนวณออกเป็น 2 กรณี ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

กรณีที่ 1 การคำนวณเวลาการเดินทาง กรณีพนักงานไม่ต้องกลับไปรับเครื่องมือที่คลัง

จากการทดสอบจะเห็นได้ว่าในส่วน Current Job ของทีม A และทีม B มี Job Type คือ Problem Fixing เหมือนกับงานอันดับที่ 6 ซึ่งใช้เครื่องมือประเภทเดียวกัน ดังนั้นการคำนวณเวลาการเดินทางจากทีม A และทีม B ไปงานอันดับที่ 6 จึงใช้เงื่อนไขที่พนักงานไม่ต้องกลับไปรับเครื่องมือที่คลัง ผลลัพธ์ Logs ของทีม A และทีม B ใน Cloud Functions for Firebase แสดงดังรูป 4.125 และ 4.126 ตามลำดับ

```

9:21:39.690 AM DistributeJob
  > ----- Job -----
9:21:39.690 AM DistributeJob
  > Current Time = 09:20
9:21:39.690 AM DistributeJob
  > ##### Team A #####
9:21:39.690 AM DistributeJob
  > Expected Finish Time (Team A) = 11:30
9:21:39.690 AM DistributeJob
  > Current Time - Expected Finish Time (Team A) = 130 minutes
9:21:39.690 AM DistributeJob
  > Case 1 : Same Job Type
9:21:39.690 AM DistributeJob
  > Travel Time from Team A to Job (Same Job Type) = 26.683333333333334 minutes
9:21:39.690 AM DistributeJob
  > Case 2 : Diff Job Type
9:21:39.690 AM DistributeJob
  > Travel Time from Team A to Inventory (Diff Job Type) = 0 minutes
9:21:39.690 AM DistributeJob
  > Travel Time from Inventory to Job (Diff Job Type) = 0 minutes
9:21:39.690 AM DistributeJob
  > Total Travelling Time Team A = 156.68333333333334 minutes
  
```

รูปที่ 4.125 ผลลัพธ์ Logs ของทีม A ใน Cloud Functions for Firebase

ผลลัพธ์ Logs ของทีม A ใน Cloud Functions for Firebase สามารถอธิบายตัวแปรตามสมการที่ 3.1 ได้ว่า Current Time ( $t_{CU}$ ) คือ 09:20 น., ทีม A มี Expected Finish Time ( $t_{EX}$ ) คือ 11:30 น. และ  $X_i$  มีค่าเป็น 0 เนื่องจากไม่ต้องกลับไปรับเครื่องมือที่คลัง ดังนั้นเมื่อคำนวณเวลาการเดินทางรวมจากทีม A ไปงานอันดับที่ 6 ตามสมการที่ 3.1 แล้วมีค่าเท่ากับ  $130+27 = 157$  นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

9:21:39.690 AM      DistributeJob
                    ▶ ##### Team B #####

9:21:39.690 AM      DistributeJob
                    ▶ Expected Finish Time (Team B) = 11:40

9:21:39.690 AM      DistributeJob
                    ▶ Current Time - Expected Finish Time (Team B) = 140 minutes

9:21:39.690 AM      DistributeJob
                    ▶ Case 1 : Same Job Type

9:21:39.690 AM      DistributeJob
                    ▶ Travel Time from Team B to Job (Same Job Type) = 31.416666666666668 minutes

9:21:39.690 AM      DistributeJob
                    ▶ Case 2 : Diff Job Type

9:21:39.690 AM      DistributeJob
                    ▶ Travel Time from Team B to Inventory (Diff Job Type) = 0 minutes

9:21:39.690 AM      DistributeJob
                    ▶ Travel Time from Inventory to Job (Diff Job Type) = 0 minutes

9:21:39.690 AM      DistributeJob
                    ▶ Total Travelling Time Team B = 171.41666666666666 minutes

```

#### รูปที่ 4.126 ผลลัพธ์ Logs ของทีม B ใน Cloud Functions for Firebase

ผลลัพธ์ Logs ของทีม B ใน Cloud Functions for Firebase สามารถอธิบายตัวแปรตามสมการที่ 3.1 ได้ว่า Current Time ( $t_{CU}$ ) คือ 09:20 น., ทีม B มี Expected Finish Time ( $t_{EX}$ ) คือ 11:40 น. และ  $X_i$  มีค่าเป็น 0 เนื่องจากไม่ต้องกลับไปรับเครื่องมือที่คลัง ดังนั้นเมื่อคำนวณเวลาการเดินทางรวมจากทีม B ไปงานอันดับที่ 6 ตามสมการที่ 3.1 แล้วมีค่าเท่ากับ  $140+31 = 171$  นาที

กรณีที่ 2 การคำนวณเวลาการเดินทาง กรณีพนักงานต้องกลับไปรับเครื่องมือที่คลัง จากการทดสอบจะเห็นได้ว่าในส่วน Current Job ของทีม C, ทีม D และทีม E มี Job Type คือ Installation, Maintenance และ Design Network ต่างกับงานอันดับที่ 6 ซึ่งใช้เครื่องมือคนละประเภท ดังนั้นการคำนวณเวลาการเดินทางจากทีม C, ทีม D และทีม E ไปงานอันดับที่ 6 จึงใช้เงื่อนไขที่พนักงานต้องกลับไปรับเครื่องมือที่คลัง ผลลัพธ์ Logs ของทีม C, ทีม D และทีม E ใน Cloud Functions for Firebase แสดงดังรูป 4.127, 4.128 และ 4.129 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

9:21:39.690 AM      DistributeJob
> ##### Team C #####

9:21:39.690 AM      DistributeJob
> Expected Finish Time (Team C) = 12:00

9:21:39.690 AM      DistributeJob
> Current Time - Expected Finish Time (Team C) = 160 minutes

9:21:39.690 AM      DistributeJob
> Case 1 : Same Job Type

9:21:39.690 AM      DistributeJob
> Travel Time from Team C to Job (Same Job Type) = 0 minutes

9:21:39.690 AM      DistributeJob
> Case 2 : Diff Job Type

9:21:39.691 AM      DistributeJob
> Travel Time from Team C to Inventory (Diff Job Type) = 50.95 minutes

9:21:39.790 AM      DistributeJob
> Travel Time from Inventory to Job (Diff Job Type) = 39.4 minutes

9:21:39.790 AM      DistributeJob
> Total Travelling Time Team C = 250.35 minutes

```

รูปที่ 4.127 ผลลัพธ์ Logs ของทีม C ใน Cloud Functions for Firebase

ผลลัพธ์ Logs ของทีม C ใน Cloud Functions for Firebase สามารถอธิบายตัวแปรตามสมการที่ 3.1 ได้ว่า Current Time ( $t_{cu}$ ) คือ 09:20 น., ทีม C มี Expected Finish Time ( $t_{EX}$ ) คือ 12:00 น. และ  $X_i$  มีค่าเป็น 1 เนื่องจากต้องกลับไปรับเครื่องมือที่คลัง ดังนั้นเมื่อคำนวณเวลาการเดินทางรวมจากทีม C ไปงานอันดับที่ 6 ตามสมการที่ 3.1 แล้วมีค่าเท่ากับ 250 นาที

```

9:21:39.790 AM      DistributeJob
> ##### Team D #####

9:21:39.790 AM      DistributeJob
> Expected Finish Time (Team D) = 11:10

9:21:39.790 AM      DistributeJob
> Current Time - Expected Finish Time (Team D) = 110 minutes

9:21:39.790 AM      DistributeJob
> Case 1 : Same Job Type

9:21:39.790 AM      DistributeJob
> Travel Time from Team D to Job (Same Job Type) = 0 minutes

9:21:39.790 AM      DistributeJob
> Case 2 : Diff Job Type

9:21:39.790 AM      DistributeJob
> Travel Time from Team D to Inventory (Diff Job Type) = 63.28333333333333 minutes

9:21:39.790 AM      DistributeJob
> Travel Time from Inventory to Job (Diff Job Type) = 39.4 minutes

9:21:39.790 AM      DistributeJob
> Total Travelling Time Team D = 212.68333333333334 minutes

```

รูปที่ 4.128 ผลลัพธ์ Logs ของทีม D ใน Cloud Functions for Firebase

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ผลลัพธ์ Logs ของทีม D ใน Cloud Functions for Firebase สามารถอธิบายตัวแปรตามสมการที่ 3.1 ได้ว่า Current Time ( $t_{CU}$ ). คือ 09:20 น., ทีม D มี Expected Finish Time ( $t_{EX}$ ) คือ 11:10 น. และ  $X_i$  มีค่าเป็น 1 เนื่องจากต้องกลับไปรับเครื่องมือที่คลัง ดังนั้นเมื่อคำนวณเวลาการเดินทางรวมจากทีม D ไปงานอันดับที่ 6 ตามสมการที่ 3.1 แล้วมีค่าเท่ากับ 213 นาที

```

9:21:39.790 AM    DistributeJob
                  > ##### Team E #####
9:21:39.790 AM    DistributeJob
                  > Expected Finish Time (Team E) = 11:20
9:21:39.790 AM    DistributeJob
                  > Current Time - Expected Finish Time (Team E) = 120 minutes
9:21:39.790 AM    DistributeJob
                  > Case 1. : Same Job Type
9:21:39.790 AM    DistributeJob
                  > Travel Time from Team E to Job (Same Job Type) = 0 minutes
9:21:39.790 AM    DistributeJob
                  > Case 2. : Diff Job Type
9:21:39.790 AM    DistributeJob
                  > Travel Time from Team E to Inventory (Diff Job Type) = 62.083333333333336 minutes
9:21:39.790 AM    DistributeJob
                  > Travel Time from Inventory to Job (Diff Job Type) = 39.4 minutes
9:21:39.790 AM    DistributeJob
                  > Total Travelling Time Team E = 221.48333333333335 minutes

```

รูปที่ 4.129 ผลลัพธ์ Logs ของทีม E ใน Cloud Functions for Firebase

ผลลัพธ์ Logs ของทีม E ใน Cloud Functions for Firebase สามารถอธิบายตัวแปรตามสมการที่ 3.1 ได้ว่า Current Time ( $t_{CU}$ ). คือ 09:20 น., ทีม E มี Expected Finish Time ( $t_{EX}$ ) คือ 11:20 น. และ  $X_i$  มีค่าเป็น 1 เนื่องจากต้องกลับไปรับเครื่องมือที่คลัง ดังนั้นเมื่อคำนวณเวลาการเดินทางรวมจากทีม E ไปงานอันดับที่ 6 ตามสมการที่ 3.1 แล้วมีค่าเท่ากับ 221 นาที

จากผลลัพธ์การคำนวณเวลาการเดินทางจากตำแหน่งของทีมพนักงานไปงานอันดับที่ 6 ทีม A ใช้เวลาการเดินทาง 157 นาที, ทีม B ใช้เวลาการเดินทาง 171 นาที, ทีม C ใช้เวลาการเดินทาง 250 นาที, ทีม D ใช้เวลาการเดินทาง 213 นาทีและทีม E ใช้เวลาการเดินทาง 221 นาที พบว่าเวลาเดินทางจากทีม A ไปงานอันดับที่ 6 ใช้เวลาน้อยที่สุดคือ 157 นาที

ดังนั้น งานอันดับที่ 6 จะถูกแจกให้เป็นงานถัดไปของทีม A (Next Job Team A)

ผลลัพธ์ Logs ใน Cloud Functions for Firebase เมื่อแจกงานอันดับที่ 6 เสร็จสมบูรณ์ แสดงดังเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่บนสื่อออนไลน์  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



Next Job	Selected Team	D9JhJe9SNMzrfw3P8n3CctuZvp2
+ Start collection	+ Add document	+ Start collection
Selected Team	D9JhJe9SNMzrfw3P8n3CctuZvp2	+ Add field
	Pb1RAEimI80A3CLZi0ePYPcFELx2 R1D0HjZDZSioNJeVUgzkVfttPU2 WmCsJxX2fWdYB93Ok24cgq7p0cK2 bXmNUJZxvMceJaIHNvxaBE6wxGG2	AvailableDate: "20210326" AvailableTime: "Afternoon (13:00 PM -17:00 PM)" ContactPerson: "Pathum Sangthong" CustomerEmail: "palmnawa.no@gmail.com" CustomerID: "Uzx8TKdWueNUcsYFfwTOO1HjzI3" InvenTravelTime: 0 Inventparam: "1" JobDetail: "ไฟ PON ขึ้นสีแดง ไม่สามารถใช้นิเวสเซอร์ฉีดได้" JobID: "(p1)20210325Thu232140" Label: 0 Latitude: 13.932579987212257 Longitude: 100.68216243758798 NeededService: "Problem Fixing" PhoneNumber: "0815246666" Priority: "1" ScheduleTime: "11:57" TravelTime: 26.683333333333337
+ Add field		
This document has no data		

รูปที่ 4.132 ฐานข้อมูล Cloud Firestore ในส่วน Next Job ของทีม A  
เมื่อระบบแจกงานอันดับที่ 6 เสร็จสมบูรณ์

#### 4.7.2 การทดสอบการทำงานของอัลกอริธึมคำนวณประสิทธิภาพการทำงานของทีม พนักงาน

##### 4.7.2.1 อัลกอริธึมคำนวณประสิทธิภาพการทำงานในส่วนของการกรอก Expected Finish Time ของทีมพนักงาน

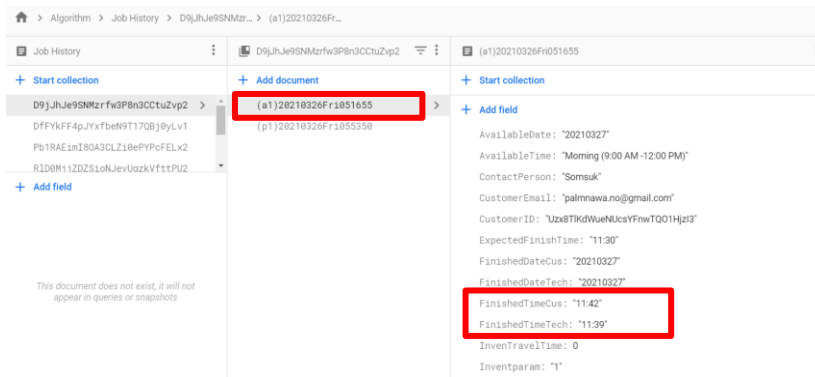
ในการทดสอบอัลกอริธึมคำนวณประสิทธิภาพการทำงานในส่วนของการกรอก Expected Finish Time ของทีมพนักงาน จะทำการคำนวณหลังจากที่พนักงานทุกทีมทำงานเสร็จ ซึ่งในการทดสอบจะยกตัวอย่างกรณีศึกษาของพนักงานทีม A ที่ทำงานสำเร็จใน 1 วัน มีงานที่ทำสำเร็จทั้งหมด 2 งาน และมีคะแนนเริ่มต้นของทีมคือ 50 คะแนน

ระบบจะเริ่มคำนวณคะแนนในเวลา 23:00 น. ของทุกวัน โดยจะทำการตรวจสอบก่อนว่าเวลา Done Time ของทั้ง 2 งาน ที่จะนำมาคำนวณเป็นเวลากดปุ่ม Done ของลูกค้าหรือพนักงานทีม A ซึ่งเวลา Done Time ของลูกค้าและพนักงานทีม A จะถูกเก็บลงในฐานข้อมูลแบบ Cloud Firestore ดังแสดงในรูปที่ 4.133 จากนั้นระบบจะทำการเลือกเวลา Done Time ตามผลลัพธ์ Logs ใน Cloud Functions for Firebase ของทั้ง 2 งาน ดังแสดงในรูปที่ 4.134

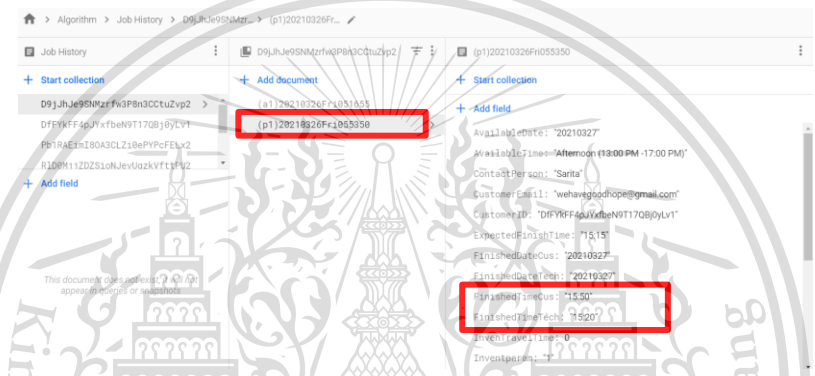
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



(ก)



(ข)

รูปที่ 4.133 ฐานข้อมูลแสดงเวลากดปุ่ม Done ของลูกค้าและพนักงานทีม A  
(ก) งานที่ 1 (ข) งานที่ 2

11:01:13.101 PM      ExpectedFinishTimeA  
Finished time is 11:42

(ก)

11:01:27.491 PM      ExpectedFinishTimeA  
Finished time is 15:20

(ข)

รูปที่ 4.134 ตัวอย่างผลลัพธ์ Logs ของการเลือกเวลา Done Time ของทีม A  
ใน Cloud Functions for Firebase

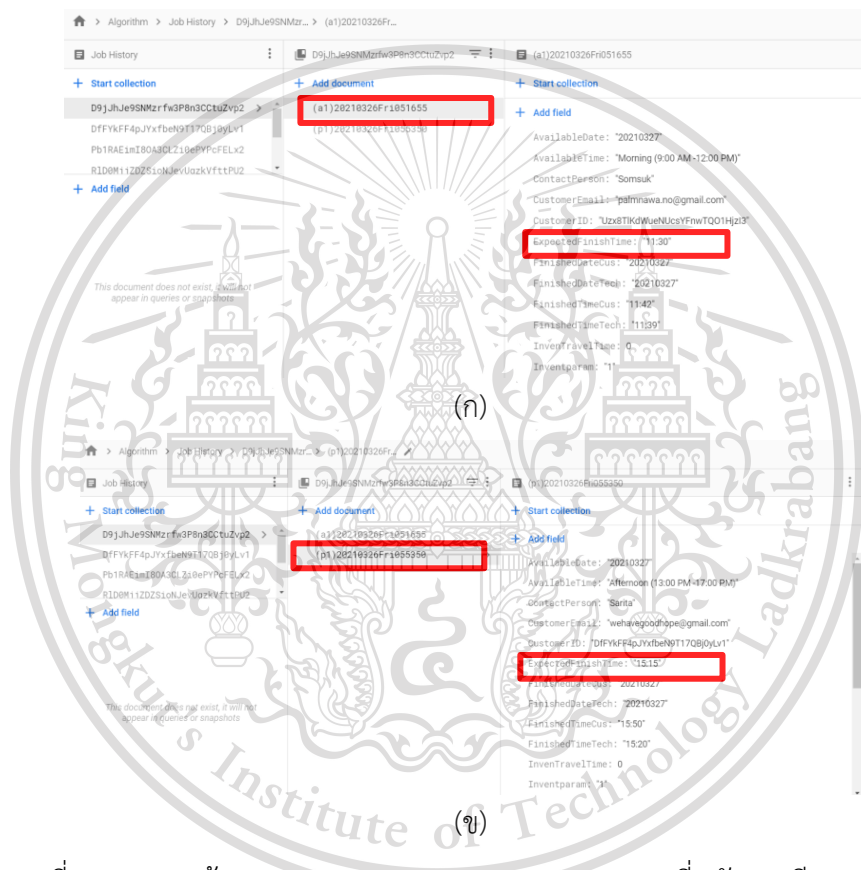
(ก) งานที่ 1 (ข) งานที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ต่อมาระบบจะนำเวลาที่พนักงานคาดการณ์เวลาที่จะทำงานเสร็จ ซึ่งก็คือ Expected Finish Time ที่พนักงานทีม A ได้ทำการกรอกไว้ก่อนเริ่มงาน ของทั้ง 2 งานซึ่งถูกเก็บลงในฐานข้อมูลแบบ Cloud Firestore ดังแสดงในรูปที่ 4.135 มาลบกับค่าเวลา Done Time ซึ่งคือค่าเวลาลดค่าเคลื่อนจากการกรอก Expected Finish Time ของทีมพนักงาน จะได้ผลลัพธ์ Logs ใน Cloud Functions for Firebase ของทั้ง 2 งาน ดังแสดงในรูปที่ 4.136



รูปที่ 4.135 ฐานข้อมูลแสดงเวลา Expected Finish Time ที่พนักงานทีม A กรอก

(ก) งานที่ 1 (ข) งานที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

11:01:13.290 PM      ExpectedFinishTimeA
                    ↳ Expected finish time - finished time is 12

11:01:13.290 PM      ExpectedFinishTimeA
                    ↳ JobID A is (a1)20210326Fri051655

```

(ก)

```

11:01:28.090 PM      ExpectedFinishTimeA
                    ↳ Expected finish time - finished time is 5

11:01:28.090 PM      ExpectedFinishTimeA
                    ↳ JobID A is (p1)20210326Fri055350

```

(ข)

รูปที่ 4.136 ตัวอย่างผลลัพธ์ Logs ของการคำนวณเวลาที่คลาดเคลื่อนของทีม A

ใน Cloud Functions for Firebase

(ก) งานที่ 1 (ข) งานที่ 2

ต่อมาระบบจะนำผลลัพธ์เวลาที่ได้จากการลบค่าเวลา Expected Finish Time กับค่าเวลา Done Time ของทั้ง 2 งาน มาคำนวณหาค่าเฉลี่ยซึ่งจะได้ผลลัพธ์ Logs ใน Cloud Functions for Firebase ดังแสดงในรูปที่ 4.137 และจะนำผลลัพธ์ค่าเฉลี่ยที่ได้มาใช้ในการคำนวณคะแนน ซึ่งจะได้ค่าเฉลี่ยเป็น 8.50 นาที ทำให้พนักงานทีม A ได้รับคะแนนเพิ่ม 10 คะแนน ตามเกณฑ์ที่กำหนด ได้ผลลัพธ์ Logs ใน Cloud Functions for Firebase ดังแสดงในรูปที่ 4.138 คะแนนของพนักงานทีม A ที่ได้คำนวณแล้วจะถูกเก็บลงในฐานข้อมูลแบบ Cloud Firestore ดังแสดงในรูปที่ 4.139

```

11:01:32.691 PM      ExpectedFinishTimeA
                    ↳ Total Time A is 17

11:01:32.890 PM      ExpectedFinishTimeA
                    ↳ Count is 2

11:01:32.990 PM      ExpectedFinishTimeA
                    ↳ averagetotal is 8.5

```

รูปที่ 4.137 ตัวอย่างผลลัพธ์ Logs ของการคำนวณค่าเฉลี่ยของทีม A

ใน Cloud Functions for Firebase

```

11:01:36.190 PM      ExpectedFinishTimeA
                    ↳ GetScore+10 successful

```

รูปที่ 4.138 ตัวอย่างผลลัพธ์ Logs ของการคำนวณคะแนนของทีม A

ใน Cloud Functions for Firebase

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในองค์กรซึ่งมีวัตถุประสงค์ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Technician Score	Score	D9jJhJe9SNMzrfw3P8n3CCtuZvp2
+ Start collection	+ Add document	+ Start collection
Score	D9jJhJe9SNMzrfw3P8n3CCtuZvp2	+ Add field
+ Add field	Pb1RAEimI80A3CLZi0ePYPcFELx2 RID0MjjZDZSi0NjevUgzkVfttPU2 WmCsJxX2fWdYB930k24cgq7p0cK2 bXmNUJZxvMceJaIHNvxaBE6wxGG2	Averagetotal: 0 Count: 0 ScoreTech: 60 Tcompare: 0 TeamName: "Team A" Totaltime: 0

รูปที่ 4.139 ฐานข้อมูลแสดงคะแนนของพนักงานทีม A

#### 4.7.2.2 อัลกอริธึมคำนวณประสิทธิภาพการทำงานในส่วนของกรดยิม-คีนเครื่องมือของทีมนักงาน

ในการทดสอบอัลกอริธึมคำนวณประสิทธิภาพการทำงานในส่วนของกรดยิม-คีนเครื่องมือของทีมนักงาน จะยกตัวอย่างกรณีศึกษาของกรดยิม-คีนเครื่องมือจากช่องที่ 1 ของพนักงานทีม E กรณีกดยิมเครื่องมือสำหรับงานแรกของวัน คีนเครื่องมือตรงเวลา และมีคะแนนเริ่มต้นของทีมคือ 60 คะแนน โดยระบบจะแบ่งการคำนวณเป็น 3 ช่วงเวลา ดังนี้

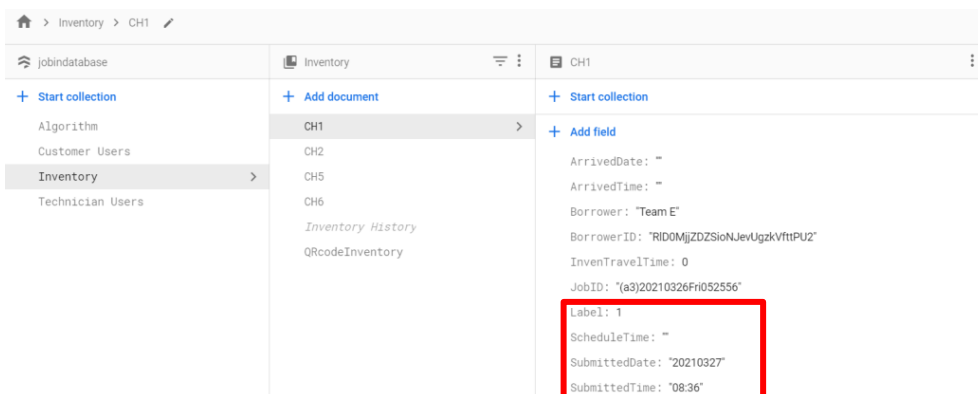
(1) ช่วงเวลาหลังจากที่พนักงานทีม E การกดยิมเครื่องมือ ระบบจะทำการคำนวณเวลาที่ควรมารับเครื่องมือ โดยแบ่งออกเป็น 2 กรณี คือ

1. กรณีที่พนักงานทีม E กดยิมเครื่องมือสำหรับงานแรกของวัน ค่า Label ที่ถูกเก็บอยู่ในฐานข้อมูลจะต้องมีค่าเป็น 1 และระบบจะทำการคำนวณเวลาที่ควรมารับเครื่องมือ โดยนำเวลาที่พนักงานทีม E กดยิมเครื่องมือ ที่เก็บอยู่ในฐานข้อมูลแบบ Cloud Firestore ดังแสดงในรูปที่ 4.140 มาบวกเพิ่ม 20 นาที เพื่อทำการคำนวณเวลาที่ควรมารับเครื่องมือ ตามผลลัพธ์ Logs ใน Cloud Functions for Firebase ดังแสดงในรูปที่ 4.141 และทำการเก็บลงฐานข้อมูล Cloud Firestore ดังแสดงในรูปที่ 4.142

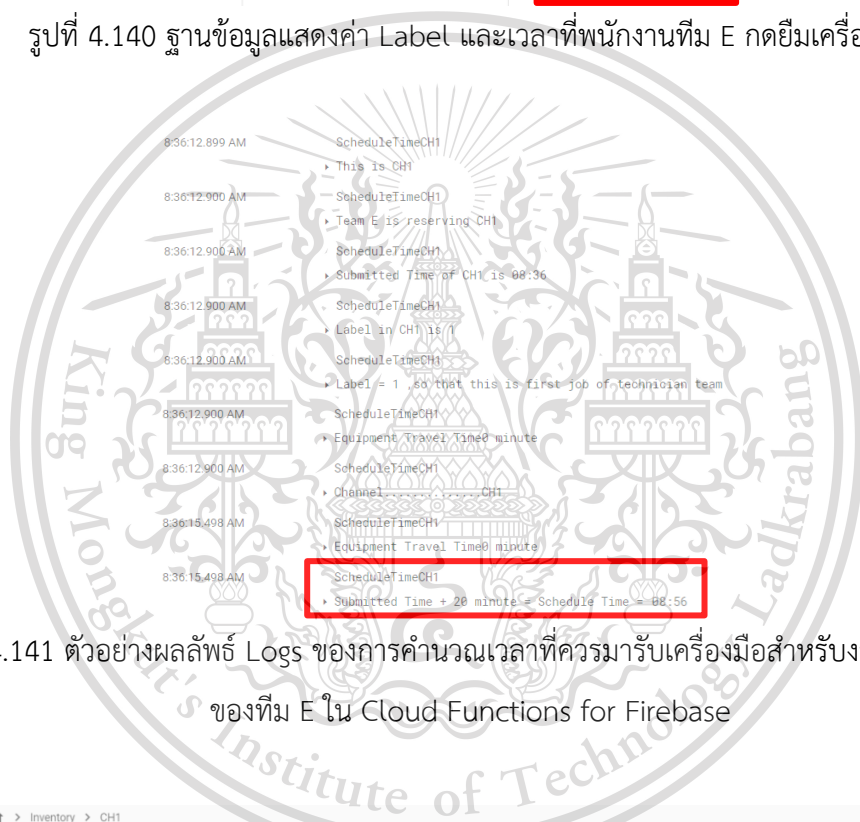
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

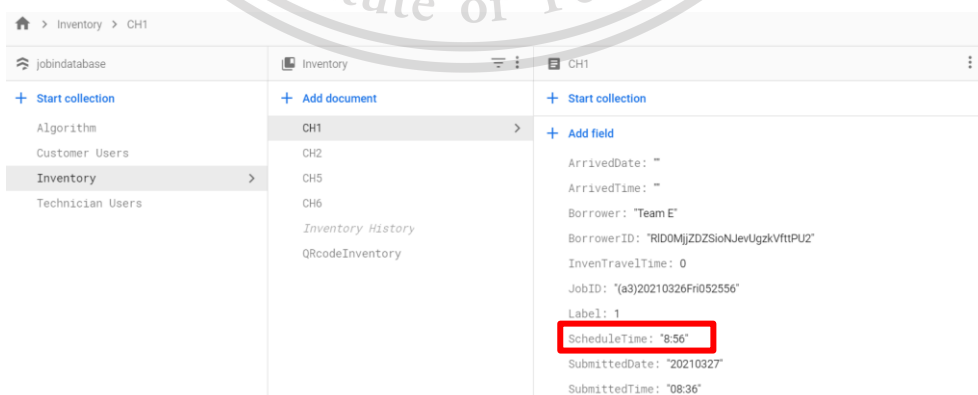
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.140 ฐานข้อมูลแสดงค่า Label และเวลาที่พนักงานทีม E กดยืมเครื่องมือ



รูปที่ 4.141 ตัวอย่างผลลัพธ์ Logs ของการคำนวณเวลาที่ควรมารับเครื่องมือสำหรับงานแรกของวันของทีม E ใน Cloud Functions for Firebase

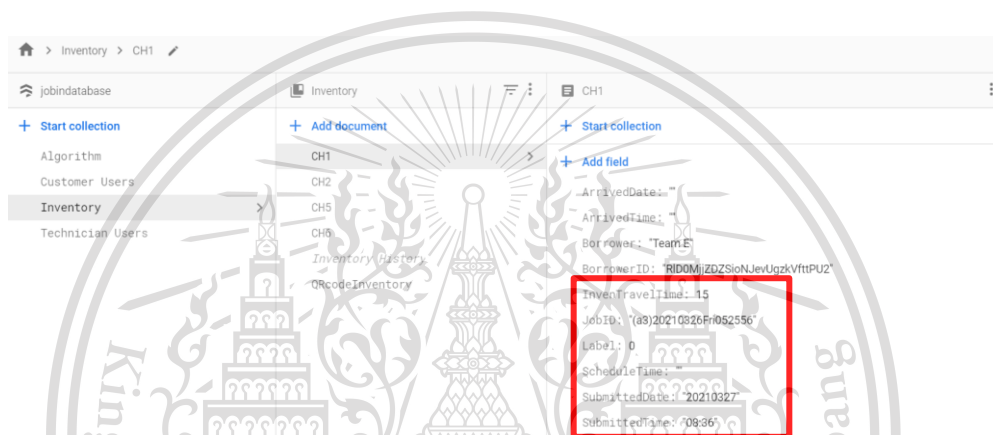


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้รูปที่ 4.142 ฐานข้อมูลแสดงเวลาที่ควรมารับเครื่องมือของทีม E ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2. กรณีที่พนักงานทีม E กดยืมเครื่องมือสำหรับงานที่ไม่ใช่งานแรกของวัน ค่า Label ที่ถูกเก็บอยู่ในฐานข้อมูลจะต้องมีค่าเป็น 0 และระบบจะทำการคำนวณเวลาที่ควรมารับเครื่องมือ โดยนำเวลาที่พนักงานทีม E กดยืมเครื่องมือและเวลาที่พนักงานทีม E ต้องเดินทางมาที่บริษัท ที่เก็บอยู่ในฐานข้อมูลแบบ Cloud Firestore ดังแสดงในรูปที่ 4.143 มาบวกกันจากนั้นทำการบวกเพิ่มอีก 30 นาที เพื่อทำการคำนวณเวลาที่ควรมารับเครื่องมือ ตามผลลัพธ์ Logs ใน Cloud Functions for Firebase ดังแสดงในรูปที่ 4.144



รูปที่ 4.143 ฐานข้อมูลแสดงค่า Label เวลา กดยืมเครื่องมือและเวลาการเดินทางมาถึงบริษัทของพนักงานทีม E

```

8:36:09.681 AM ScheduleTimeCH1
  ▶ This is CH1
8:36:09.686 AM ScheduleTimeCH1
  ▶ Team E is reserving CH1
8:36:09.687 AM ScheduleTimeCH1
  ▶ Submitted Time of CH1 is 08:36
8:36:12.899 AM ScheduleTimeCH1
  ▶ Label in CH1 is 0
8:36:12.900 AM ScheduleTimeCH1
  ▶ Label = 0 ,so that this is not first job of technician team
8:36:12.900 AM ScheduleTimeCH1
  ▶ Equipment Travel Time15 minute
8:36:12.900 AM ScheduleTimeCH1
  ▶ Channel.....CH1
8:36:12.900 AM ScheduleTimeCH1
  ▶ Equipment Travel Time15 minute
8:36:12.900 AM ScheduleTimeCH1
  ▶ Equipment Travel Time + 30 minute = Schedule Time = 09:21
  
```

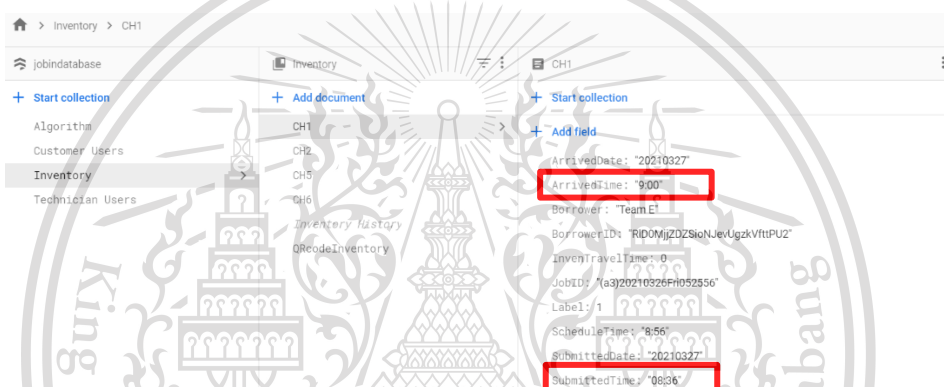
รูปที่ 4.144 ตัวอย่างผลลัพธ์ Logs ของการคำนวณเวลาที่ควรมารับเครื่องมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ สำหรับงานที่ไม่ใช่งานแรกของวันของทีม E ใน Cloud Functions for Firebase โปรดใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

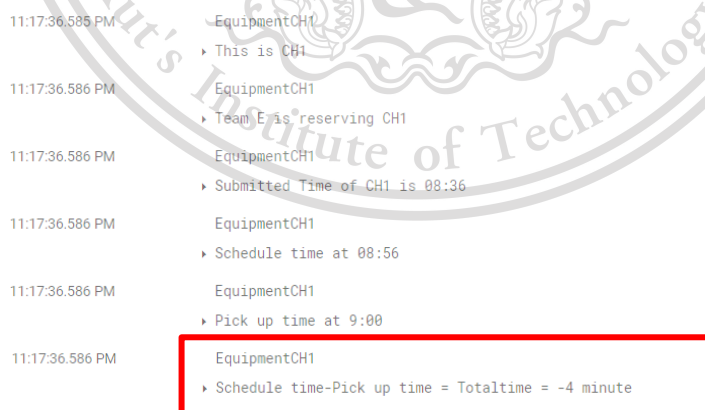
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

(2) ช่วงเวลา 23:00 น. ของทุกวัน ระบบจะทำการคำนวณคะแนนจากการนำเวลาที่ควรมายืมเครื่องมือลบกับเวลาที่เซ็นเซอร์ตรวจจับว่าพนักงานทีม E มารับเครื่องมือ ที่เก็บอยู่ในฐานข้อมูลแบบ Cloud Firestore ดังแสดงในรูปที่ 4.145 ได้ตามผลลัพธ์ Logs ใน Cloud Functions for Firebase ดังแสดงในรูปที่ 4.146 ซึ่งจะเห็นได้ว่าค่าผลลัพธ์ที่ได้มีค่าติดลบ แสดงว่าพนักงานทีม E มารับเครื่องมือช้ากว่าเวลาที่ควรมารับ ทำให้พนักงานทีม E ถูกหักคะแนน ตามผลลัพธ์ Logs ใน Cloud Functions for Firebase ดังแสดงในรูปที่ 4.147 คะแนนของพนักงานทีม E ที่ได้คำนวณแล้วจะถูกเก็บลงในฐานข้อมูลแบบ Cloud Firestore ดังแสดงในรูปที่ 4.148



รูปที่ 4.145 ฐานข้อมูลแสดงเวลาที่ควรมารับและเวลามารับเครื่องมือของพนักงานทีม E



รูปที่ 4.146 ตัวอย่างผลลัพธ์ Logs ของการคำนวณเวลาที่ควรมารับเครื่องมือลบกับเวลามารับเครื่องมือของทีม E ใน Cloud Functions for Firebase

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

11:17:38.986 PM      EquipmentCH1
                      » Technician Team score is 60

11:17:42.086 PM      EquipmentCH1
                      » Deduct Score this Technician Team

11:17:42.086 PM      EquipmentCH1
                      » Technician Team score new is 55

```

รูปที่ 4.147 ตัวอย่างผลลัพธ์ Logs ของการคำนวณคะแนนในการยืมเครื่องมือของทีม E ใน Cloud Functions for Firebase

Technician Score	Score	RID0MjjZDZSioN...
+ Start collection	+ Add document	+ Start collection
Score	D9jJhJe9SNMzrfw3P8n3CCtuZvp2 Pb1RAE1mT0AqCLZ10ePYPcFELX2 RID0MjjZDZSioNJeVUgzkVfttPU2 WwCsJxx2FildyB93Ok24cqq7pOckZ dXmNUJZkvMceJaIHvva8E6wxG92	+ Add field Averagetotal: 0 Count: 0 ScoreTech: 55 Tcompare: 0 TeamName: Team E TotalTime: 0
+ Add field		

รูปที่ 4.148 ฐานข้อมูลแสดงคะแนนของพนักงานทีม E

(3) ช่วงเวลา 00:00 น. ของวันใหม่ ระบบจะทำการตรวจสอบว่าพนักงานทีม E ได้ทำการคืนเครื่องมือเรียบร้อยแล้วหรือไม่จากฐานข้อมูล ดังแสดงในรูปที่ 4.149 ซึ่งจะเห็นว่า Field ในฐานข้อมูลที่ชื่อ ReturnedDate และ ReturnedTime มีข้อมูลแสดงว่าพนักงานทีม E ได้ทำการคืนเครื่องมือเรียบร้อยแล้ว จึงไม่มีการหักคะแนน ตามผลลัพธ์ Logs ใน Cloud Functions for Firebase ดังแสดงในรูปที่ 4.150

Inventory History	CH1	20210327
+ Start collection	+ Add document	+ Start collection
CH1	20210327	+ Add field ArrivedDate: "20210327" ArrivedTime: "08:48" Borrower: "Team E" BorrowerID: "RID0MjjZDZSioNJeVUgzkVfttPU2" InvenTravelTime: 0 JobID: "(a3)20210326Pri052556" Label: 1 ReturnedDate: "20210327" ReturnedTime: "17:29" ScheduleTime: "08:56" SubmittedDate: "20210327" SubmittedTime: "08:36"
+ Add field		

รูปที่ 4.149 ฐานข้อมูลแสดงการคืนเครื่องมือของพนักงานทีม E

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

12:01:03.291 AM      ReturnEquipmentCH1
                    ▶ This is CH1
12:01:03.291 AM      ReturnEquipmentCH1
                    ▶ Team E is reserving CH1
12:01:06.391 AM      ReturnEquipmentCH1
                    ▶ Team E has 55 score
12:01:06.690 AM      ReturnEquipmentCH1
                    ▶ Team E is already return equipment.

```

รูปที่ 4.150 ตัวอย่างผลลัพธ์ Logs ของการคำนวณคะแนนในการคืนเครื่องมือของทีม E  
ใน Cloud Functions for Firebase

#### 4.8 การทดสอบการทำงานของระบบโดยรวมตามเงื่อนไขที่กำหนดเป็นกรณีศึกษา

การทดสอบการทำงานของระบบโดยรวม กำหนดให้ลูกค้าจำนวน 10 คน ทำการร้องขอ  
งานในวันที่ 26 มีนาคม พ.ศ. 2564 เพื่อให้พนักงานทำงานในวันที่ 27 มีนาคม พ.ศ.2564 คนละ 1  
งานโดยจะมีจำนวนทั้งหมด 10 งาน ซึ่งจะมี 10 สถานที่และมีทีมพนักงานจำนวน 5 ทีมในการ  
ทำงาน

การทดสอบนี้จะแบ่งการทดสอบออกเป็น 3 ส่วน คือ 1. ส่วนของงานที่ร้องขอจากลูกค้า  
(Pending Job) 2. ส่วนการแจกงานและการแสดงผลการแจกงานในแอปพลิเคชันและฐานข้อมูล  
3. ส่วนของการคำนวณประสิทธิภาพพนักงานโดยใช้อัลกอริธึมคำนวณประสิทธิภาพการทำงานของ  
ทีมพนักงานในแอปพลิเคชันและฐานข้อมูล

##### 4.8.1 การส่วนของงานที่ร้องขอจากลูกค้า (Pending Job)

รายละเอียดงานของแต่ละงานที่ลูกค้าแต่ละคนร้องขอ แสดงดังตารางที่ 4.4 โดยงานอันดับ  
ที่ 1 – 7 ลูกค้าจะทำการร้องขอผ่านแอปพลิเคชันและงานอันดับที่ 8 – 10 ลูกค้าจะทำการร้อง  
ขอผ่านเว็บไซต์

ตัวอย่างการแสดงผลจากหน้าแอปพลิเคชันและฐานข้อมูล Cloud Firestore ของ  
Pending Job งานอันดับที่ 1 แสดงดังรูปที่ 4.151 และ 4.152 ตามลำดับ

ตัวอย่างการแสดงผลจากเว็บไซต์และฐานข้อมูล Cloud Firestore ของ Pending Job  
งานอันดับที่ 8 แสดงดังรูปที่ 4.153 และ 4.154 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

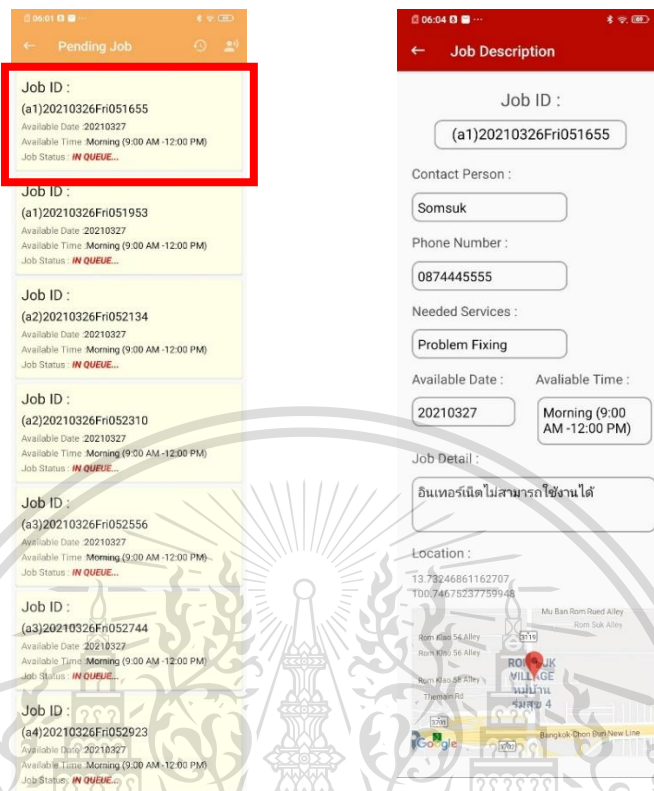
ตารางที่ 4.4 รายละเอียดงานที่ทดสอบโดยจำลองการร้องขอจากลูกค้าจำนวน 10 งาน

อันดับ งาน	Contact Person	Available Time	Job Type	Job Detail
1	Somsuk	Morning (9:00 AM -12:00 PM)	Problem Fixing	อินเทอร์เน็ตไม่สามารถ ใช้งานได้
2	Kunta	Morning (9:00 AM -12:00 PM)	Problem Fixing	Router ขึ้นไฟสีแดงที่ PON, ไม่สามารถใช้ อินเทอร์เน็ตได้
3	Apilom	Morning (9:00 AM -12:00 PM)	Installation	ติดตั้งอินเทอร์เน็ต ความเร็วสูง
4	Teeramon	Morning (9:00 AM -12:00 PM)	Installation	ติดตั้งอินเทอร์เน็ต ความเร็วสูง
5	Wisuti	Morning (9:00 AM -12:00 PM)	Maintenance	บำรุงรักษา Router ตาม ระยะเวลาประกัน
6	Jimana	Morning (9:00 AM -12:00 PM)	Maintenance	หัวแปลง USB ที่จ่ายไฟให้ Router ชำรุด
7	Ramida	Morning (9:00 AM -12:00 PM)	Design Network	ออกแบบโครงข่ายเพื่อ ติดตั้งอินเทอร์เน็ต พื้นที่ 500 ตร.ว.
8	Sarita	Afternoon (13:00PM-17:00 PM)	Problem Fixing	ไฟ PON ขึ้นสีแดง ไม่ สามารถใช้อินเทอร์เน็ตได้
9	Monrita	Afternoon (13:00PM-17:00 PM)	Installation	ติดตั้งอินเทอร์เน็ต ความเร็วสูง
10	Darusa	Afternoon (13:00PM-17:00 PM)	Maintenance	บำรุงรักษา Router ตาม ระยะเวลาประกัน

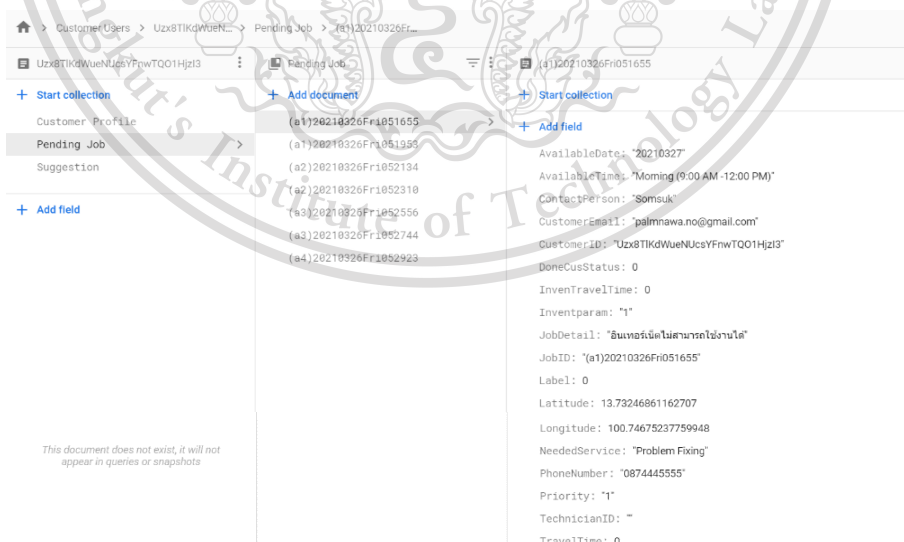
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.151 ตัวอย่างหน้าแอปพลิเคชันในส่วน Pending Job ของงานอันดับที่ 1  
 (ก) รายการงานทั้งหมดที่ถูกคำร้องขอ (ข) รายละเอียดงานอันดับที่ 1



รูปที่ 4.152 ตัวอย่างฐานข้อมูล Cloud Firestore ในส่วน Pending Job ของงานอันดับที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

PENDING JOB					
HOME CUSTOMER PROFILE JOB REQUEST PENDING JOB JOB HISTORY SUGGESTION					
JOB ID	AVAILABLE DATE	AVAILABLE TIME	JOB STATUS	JOB DESCRIPTION	
p1 20210326Fr 055350	20210327	Afternoon (13:00 PM -17:00 PM)	IN QUEUE...	<a href="#">View</a>	
p2 20210326Fr 055456	20210327	Afternoon (13:00 PM -17:00 PM)	IN QUEUE...	<a href="#">View</a>	
p3 20210326Fr 055607	20210327	Afternoon (13:00 PM -17:00 PM)	IN QUEUE...	<a href="#">View</a>	

รูปที่ 4.153 ตัวอย่างหน้าเว็บไซต์ในส่วน Pending Job ของงานอันดับที่ 8

Customer Users > DIFYKFF4pJyxf... > Pending Job > (p1)20210326Fr...	
DIFYKFF4pJyxfbeN9T170Bj0yLV1	(p1)20210326Fr 055350
+ Start collection	+ Add document
Customer Profile	+ Add field
Pending Job	AvailableDate: "20210327"
+ Add field	AvailableTime: "Afternoon (13:00 PM-17:00 PM)"
	ContactPerson: "Santa"
	CustomerEmail: "wehavegoodhope@gmail.com"
	CustomerID: "DIFYKFF4pJyxfbeN9T170Bj0yLV1"
	DoneCusStatus: 0
	InvenTravelTime: 0
	Inventparam: "1"
	JobDetail: "ไฟPON ขึ้นแสดง ในสถานีใช้งานอินเทอร์เน็ตได้"
	JobID: "(p1)20210326Fr 055350"
	Label: 0
	Latitude: 13.746822593701036
	Longitude: 100.7578999735415
	NeededService: "Problem Fixing"
	PhoneNumber: "0947854444"
	Priority: "1"
	TechnicianID: "
	TravelTime: 0

รูปที่ 4.154 ตัวอย่างฐานข้อมูล Cloud Firestore ในส่วน Pending Job ของงานอันดับที่ 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

#### 4.8.2 ส่วนของการแจกงานและการแสดงผลการแจกงานในแอปพลิเคชันและฐานข้อมูล

ในการทดสอบระบบโดยรวมในส่วนนี้ จะแบ่งการแจกงานออกเป็น 2 ส่วนย่อย คือ 1. ส่วนของการแจกงานแบบสุ่ม 2. ส่วนของการแจกงานโดยใช้อัลกอริทึมการแจกงาน

##### 4.8.2.1 ส่วนของการแจกงานแบบสุ่ม

เวลา 07:00 น. ระบบแจกงานจะเริ่มทำการแจกงานชุดแรก ตามจำนวนทีมพนักงาน (งานลำดับที่ 1 – 5) ให้กับทีมพนักงานแบบสุ่ม โดยลำดับเวลาในการแจกงานชุดแรกของแต่ละงานเป็นดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ลำดับเวลาในการแจกงานชุดแรกแบบสุ่มในการทดสอบระบบโดยรวม

เวลา	รายละเอียดกิจกรรมที่ระบบทำ
07:00 น.	แจกงานลำดับที่ 1 ให้ทีม A (Current Job Team A)
07:01 น.	แจกงานลำดับที่ 2 ให้ทีม B (Current Job Team B)
07:02 น.	แจกงานลำดับที่ 3 ให้ทีม C (Current Job Team C)
07:03 น.	แจกงานลำดับที่ 4 ให้ทีม D (Current Job Team D)
07:04 น.	แจกงานลำดับที่ 5 ให้ทีม E (Current Job Team E)

ตัวอย่างผลลัพธ์ Logs ใน Cloud Functions for Firebase เมื่อระบบแจกงานชุดแรกอันดับที่ 1 แสดงดังรูปที่ 4.155 โดยระบบจะใช้เวลาการแจกงานชุดแรก (งานอันดับที่ 1 - 5) งานละประมาณ 1.30 นาที รวมทั้งหมดการแจกงานชุดแรกระบบใช้เวลาประมาณ 6.30 นาที

หลังจากนั้นแต่ละทีมจะทำการกรอกเวลาที่คาดว่าจะเสร็จ (Expected Finish Time) โดยในกรณีศึกษาี้ กำหนดให้ทีม A มี Expected Finish Time คือ 11:30 น., ทีม B มี Expected Finish Time คือ 12:00 น., ทีม C มี Expected Finish Time คือ 10:15 น., ทีม D มี Expected Finish Time คือ 10:35 น. และทีม E มี Expected Finish Time คือ 11:40 น.

ตัวอย่างหน้าแอปพลิเคชันในส่วน Current Job ของทีม A และฐานข้อมูล Cloud Firestore ส่วน Current Job ของทีม A เมื่อระบบแจกงานชุดแรกอันดับที่ 1 เสร็จสมบูรณ์ ดังรูปที่ 4.156 และ 4.157 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

7:00:02.444 AM RandomJob  
 ▶ Function execution started

(ก)

7:01:19.791 AM RandomJob  
 ▶ Team A gets this job

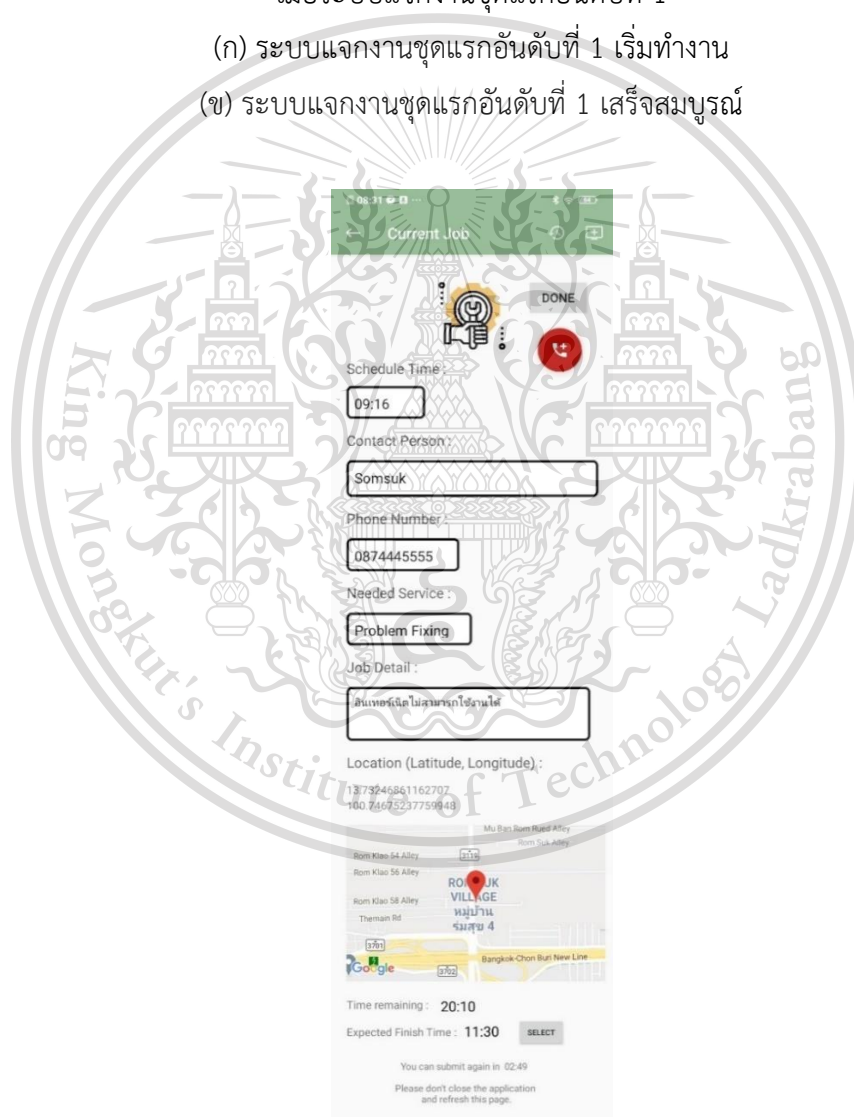
(ข)

รูปที่ 4.155 ตัวอย่างผลลัพธ์ Logs ใน Cloud Functions for Firebase

เมื่อระบบแจกงานชุดแรกอันดับที่ 1

(ก) ระบบแจกงานชุดแรกอันดับที่ 1 เริ่มทำงาน

(ข) ระบบแจกงานชุดแรกอันดับที่ 1 เสร็จสมบูรณ์



รูปที่ 4.156 ตัวอย่างหน้าแอปพลิเคชันในส่วน Current Job ของทีม A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับเมื่อระบบแจกงานชุดแรกอันดับที่ 1 เสร็จสมบูรณ์ หน้าไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Algorithm > Current Job > Selected Team > D9JhJe9SNMzr...		
Current Job	Selected Team	D9JhJe9SNMzrfw3P8n3CCtuZvp2
+ Start collection	+ Add document	+ Start collection
Selected Team >	D9JhJe9SNMzrfw3P8n3CCtuZvp2 >	+ Add field
	Pb1RAEimI80A3CLZi0ePYPcFELx2 R1D0MjjZDZSi0NJeVUgzkVfTtPU2 WmCsJxX2fWdYB930k24cgq7p0cK2 bXmNUJZxvMceJaIHvxaBE6wxGG2	AvailableDate: "20210327" AvailableTime: "Morning (9:00 AM-12:00 PM)" ContactPerson: "Somsuk" CustomerEmail: "palmnawa.no@gmail.com" CustomerID: "Uzx8TKdWueNUcsYFmwTQ01HjzI3" ExpectedFinishTime: "11:30" InvenTravelTime: 0 Inventparam: "1" JobDetail: "อินเทอร์เน็ตไม่สามารถใช้งานได้" JobID: "(a1)20210326Fr051655" Label: 1 Latitude: 13.73246861162707 Longitude: 100.74675237759948 NeededService: "Problem Fixing" PhoneNumber: "0874445555" Priority: "1" ScheduleTime: "09:16" TravelTime: 35.55
+ Add field		
This document has no data		

รูปที่ 4.157 ตัวอย่างฐานข้อมูล Cloud Firestore ส่วน Current Job ของทีม A  
เมื่อระบบแจงานชุดแรกอันดับที่ 1 เสร็จสมบูรณ์

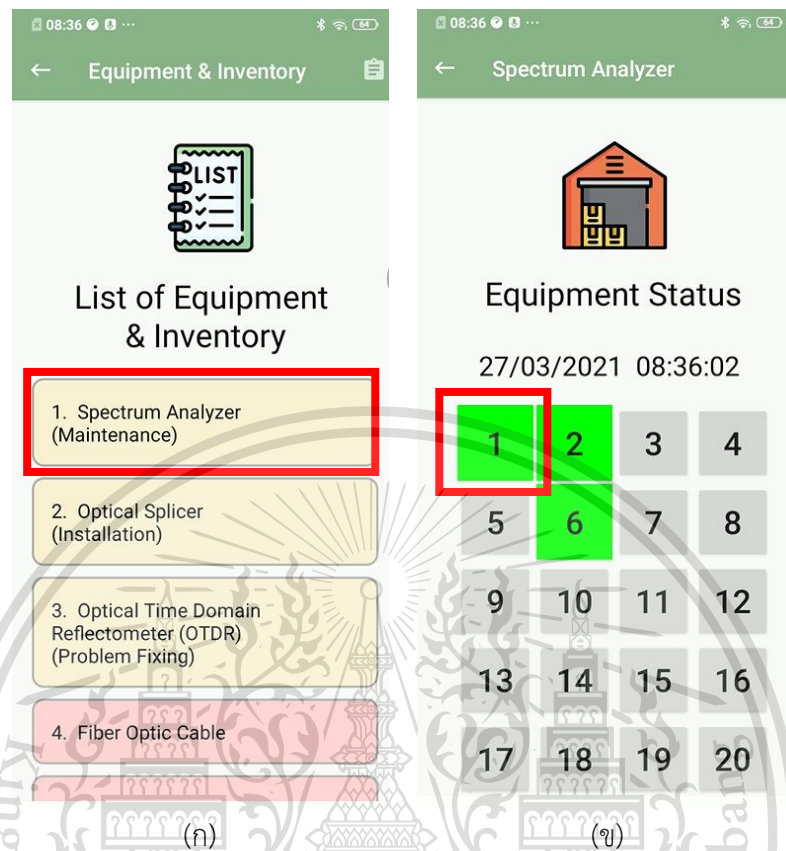
หากทีมพนักงานใดที่มีงานใน Current Job แล้วงานนั้นต้องการใช้เครื่องมือ ทีมพนักงานสามารถกดยืมเครื่องมือได้ที่หน้าแอปพลิเคชันในแถบ Equipment & Inventory

ตัวอย่างการกดยืมเครื่องมือ Spectrum Analyzer ของทีม E ที่ใน Current Job มี Job Type คือ Maintenance ซึ่งเป็นงานที่ต้องใช้เครื่องมือ โดยทีม E ทำการกดยืมเวลา 08:36 น. วันที่ 27 มีนาคม พ.ศ. 2564 และมี Schedule Time (เวลาที่ควรมารับเครื่องมือ) คือ 08:56 น. ซึ่งมาจากการคำนวณในอัลกอริธึมคำนวณประสิทธิภาพการทำงานในส่วนของการยืม-คืนเครื่องมือของพนักงาน ในหน้าแอปพลิเคชัน Equipment & Inventory สถานะของเครื่องมือจะเปลี่ยนเป็น สีเหลือง (Equipment Reserved) แสดงดังรูปที่ 4.158 และฐานข้อมูล Cloud Firestore ของ Spectrum Analyzer เมื่อทีม E กดจองเครื่องมือ แสดงดังรูปที่ 4.159 จากนั้นทีม E มารับเครื่องมือในเวลา 08:48 น. วันที่ 27 มีนาคม พ.ศ. 2564 สถานะเครื่องมือในหน้าแอปพลิเคชัน Equipment & Inventory จะเปลี่ยนเป็นสีแดง (Equipment On-Site) แสดงดังรูปที่ 4.160 และฐานข้อมูล Cloud Firestore ของ Spectrum Analyzer เมื่อทีม E รับเครื่องมือ แสดงดังรูปที่ 4.161

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.158 ตัวอย่างการกดยืมเครื่องมือ Spectrum Analyzer ของทีม E  
 ในหน้าแอปพลิเคชันส่วน Equipment & Inventory

(ก) รายการเครื่องมือ Spectrum Analyzer ที่ต้องการยืม

(ข) หมายเลขช่องของเครื่องมือที่สามารถทำการจองได้

(ค) ขั้นตอนให้ดำเนินการจองเครื่องมือ

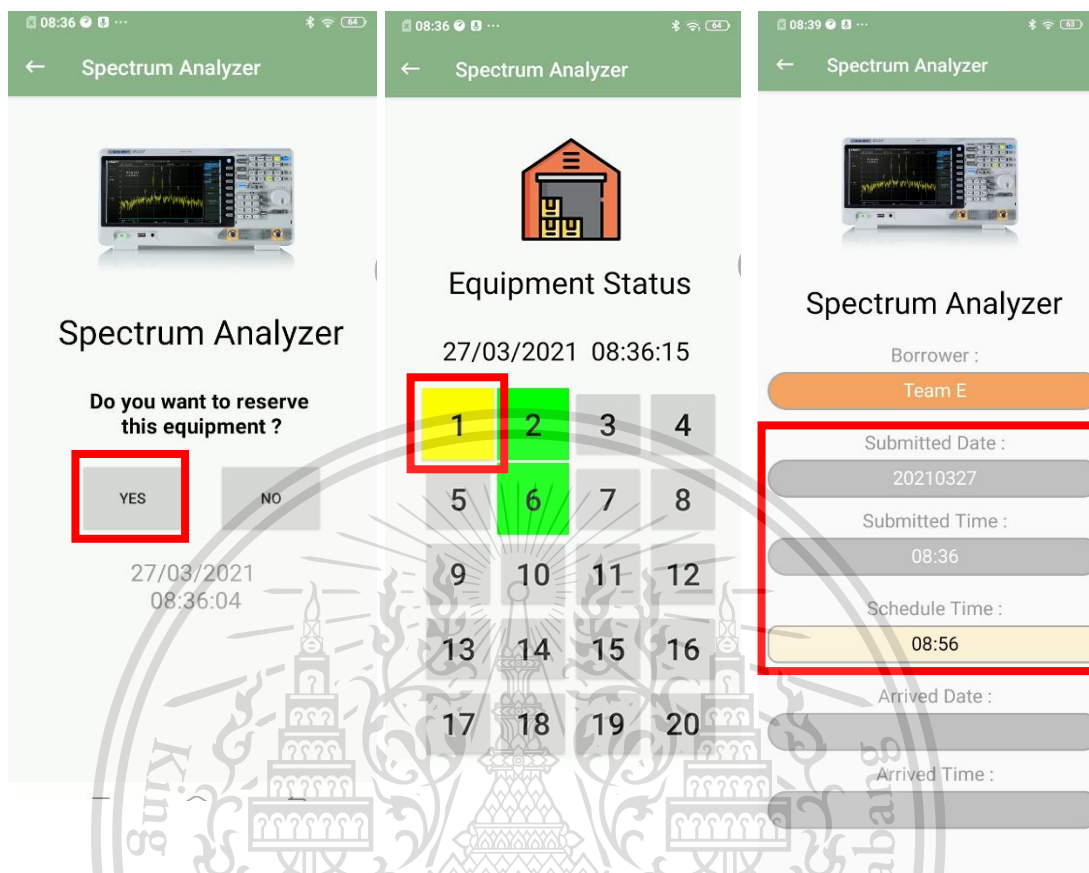
(ง) การแสดงสถานะถูกยืมเครื่องมือช่องหมายเลข 1 ในแอปพลิเคชัน (สีเหลือง)

(จ) เมื่อกดช่องหมายเลข 1 ในแอปพลิเคชัน เมื่อสถานะถูกยืม (สีเหลือง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

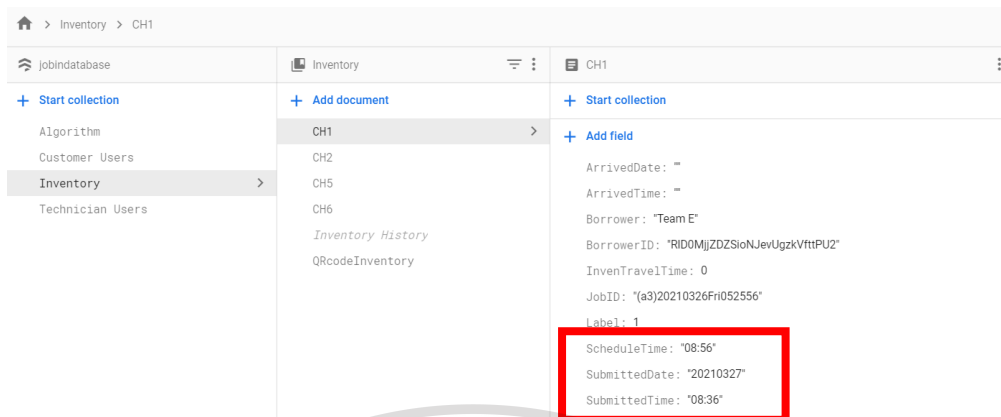


- (ค) รูปที่ 4.158 (ต่อ) ตัวอย่างการกดยืมเครื่องมือ Spectrum Analyzer ของทีม E ในหน้าแอปพลิเคชันส่วน Equipment & Inventory
- (ก) รายการเครื่องมือ Spectrum Analyzer ที่ต้องการยืม
- (ข) หมายเลขช่องของเครื่องมือที่สามารถทำการจองได้
- (ค) ขั้นตอนให้ดำเนินการจองเครื่องมือ
- (ง) การแสดงสถานะถูกยืมเครื่องมือช่องหมายเลข 1 ในแอปพลิเคชัน (สีเหลือง)
- (จ) เมื่อกดช่องหมายเลข 1 ในแอปพลิเคชัน เมื่อสถานะถูกยืม (สีเหลือง)

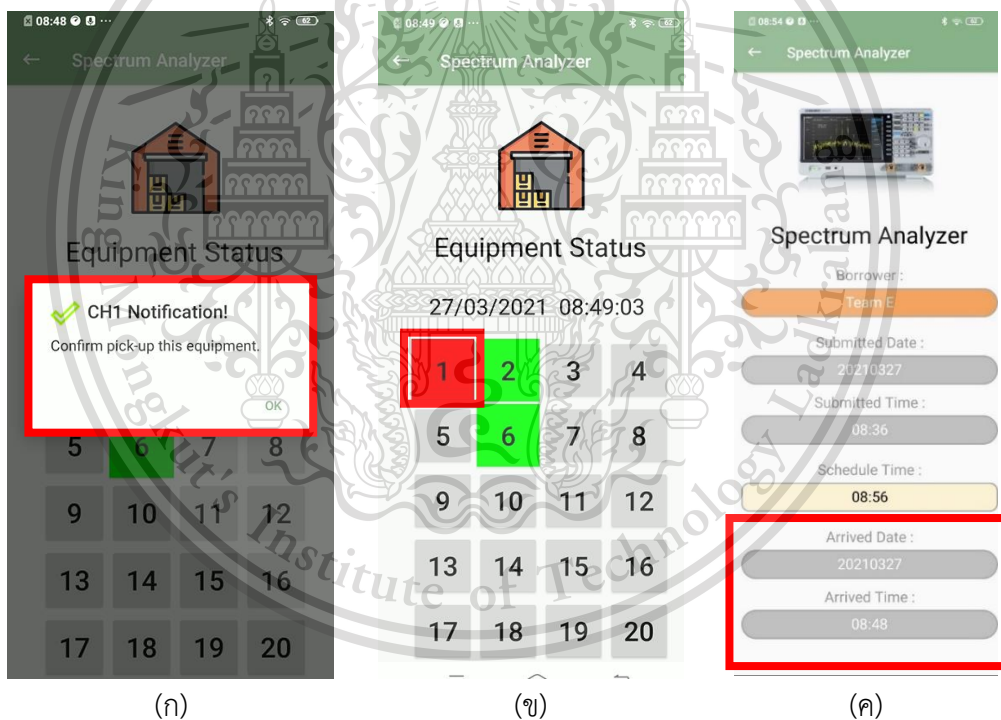
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.159 ตัวอย่างฐานข้อมูล Cloud Firestore  
เมื่อทีม E กดยืมเครื่องมือ Spectrum Analyzer



รูปที่ 4.160 ตัวอย่างการรับเครื่องมือ Spectrum Analyzer ของทีม E

ในหน้าแอปพลิเคชันส่วน Equipment & Inventory

(ก) กดลงข้อความแจ้งเตือนเมื่อมีการรับเครื่องมือ

(ข) การแสดงสถานะไม่มีเครื่องมือช่องหมายเลข 1 ในแอปพลิเคชัน (สีแดง)

(ค) เมื่อกดช่องหมายเลข 1 ในแอปพลิเคชัน เมื่อสถานะไม่มีเครื่องมือ (สีแดง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

jobindatabase	Inventory	CH1
<a href="#">+ Start collection</a> Algorithm Customer Users <b>Inventory</b> Technician Users	<a href="#">+ Add document</a> CH1 CH2 CH5 CH6 Inventory History QRcodeInventory	<a href="#">+ Start collection</a> <a href="#">+ Add field</a> ArrivedDate: "20210327" ArrivedTime: "08:48" Borrower: "Team E" BorrowerID: "RID0MijZDZSioNjevUgzkVfttPU2" InvenTravelTime: 0 JobID: "(a3)20210326Fri052556" Label: 1 ScheduleTime: "08:56" SubmittedDate: "20210327" SubmittedTime: "08:36"

### รูปที่ 4.161 ตัวอย่างฐานข้อมูล Cloud Firestore

#### เมื่อทีม E รับเครื่องมือ Spectrum Analyzer

หากทีมพนักงานใดต้องการจองวัสดุคงคลัง สามารถกดจองวัสดุคงคลังได้ที่หน้าแอปพลิเคชันในแถบ Equipment & Inventory

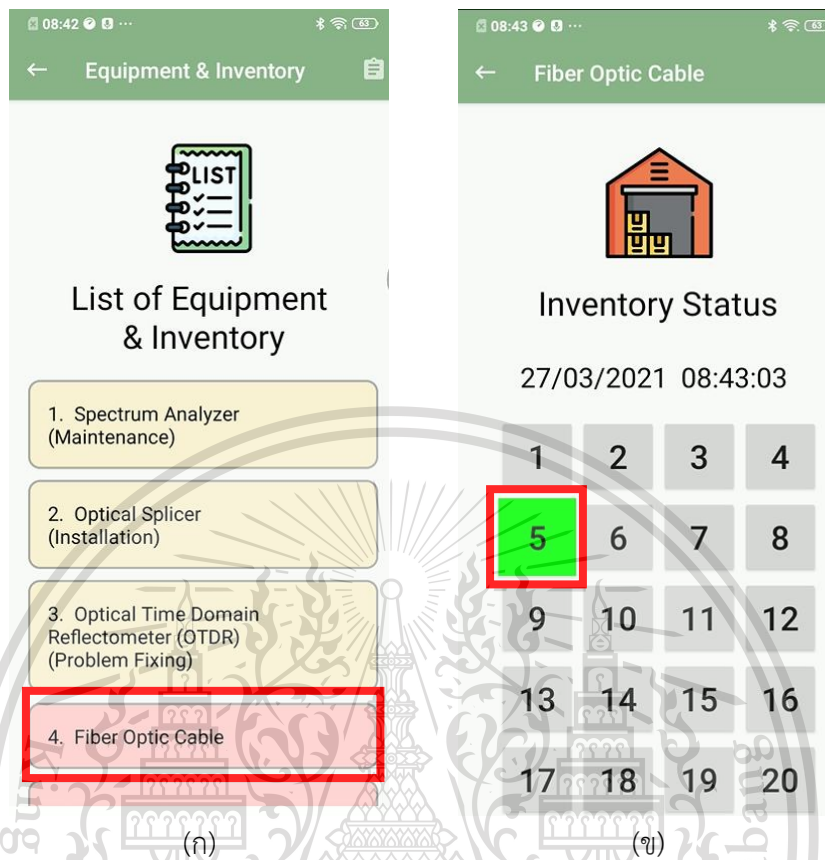
ตัวอย่างการกดจองวัสดุคงคลัง Fiber Optic Cable ของทีม C โดยจองวัสดุคงคลังจำนวน 4 ชุด แสดงดังรูปที่ 4.162 ฐานข้อมูล Cloud Firestore เมื่อทีม C กดจองวัสดุคงคลัง Fiber Optic Cable แสดงดังรูปที่ 4.163

เวลา 08:50 น. เมื่อแจกงานชุดแรกให้กับพนักงานทุกทีมเสร็จเรียบร้อยแล้ว ระบบจะทำการแจ้งเตือนทางอีเมล เพื่อให้พนักงานทราบว่ามียางานอยู่ใน Current Job และเตรียมความพร้อมในการทำงานก่อนเวลา 09:00 น. ตัวอย่างรายละเอียดของการแจ้งเตือนทางอีเมลแจ้งเตือนงานใน Current Job ของทีม A แสดงดังรูปที่ 4.164

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.162 ตัวอย่างการกดจองวัสดุคงคลัง Fiber Optic Cable ของทีม C  
 ในหน้าแอปพลิเคชันส่วน Equipment & Inventory

(ก) รายการวัสดุคงคลัง Fiber Optic Cable ที่ต้องการจอง

(ข) หมายเลขช่องของวัสดุคงคลังที่สามารถทำการจองได้

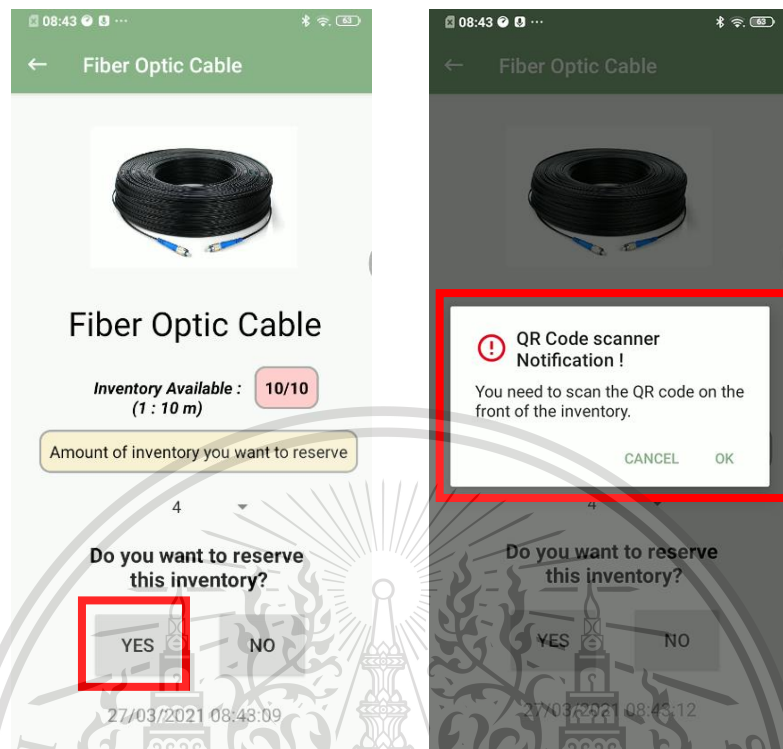
(ค) ขั้นตอนให้เลือกรายการวัสดุคงคลังที่ต้องการจองและดำเนินการจองเครื่องมือ

(ง) กล่องข้อความ เพื่อไปสู่หน้าสแกน QR Code เพื่อสแกนหน้าช่องวัสดุคงคลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



- รูปที่ 4.162 (ต่อ) ตัวอย่างการกดยจองวัสดุคงคลัง Fiber Optic Cable ของทีม C  
 ในหน้าแอปพลิเคชันส่วน Equipment & Inventory  
 (ก) รายการวัสดุคงคลัง Fiber Optic Cable ที่ต้องการจอง  
 (ข) หมายเลขช่องของวัสดุคงคลังที่สามารถทำการจองได้  
 (ค) ขั้นตอนให้เลือกจำนวนวัสดุคงคลังที่ต้องการจองและดำเนินการจองวัสดุคงคลัง  
 (ง) กล้องข้อความ เพื่อไปสแกนหน้าสแกน QR Code เพื่อสแกนหน้าช่องวัสดุคงคลัง

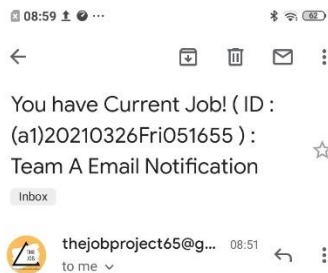
20210327	bXmNUJZxvMceJalHNvxaBE6wxGG2	20210327Sat084304
+ Start collection	+ Add document	+ Start collection
bXmNUJZxvMceJalHNvxaBE6wxGG2	20210327Sat084304	+ Add field
+ Add field		Inventno: "4"
		ReserveID: "20210327Sat084304"
		SubmittedDate: "20210327"
		SubmittedTeam: "Team C"
		SubmittedTeamID: "bXmNUJZxvMceJalHNvxaBE6wxGG2"
		SubmittedTime: "08:43"

รูปที่ 4.163 ตัวอย่างฐานข้อมูล Cloud Firestore

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับ เมื่อทีม C จองวัสดุคงคลัง Fiber Optic Cable ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



You have Current Job ( Job ID : (a1)20210326Fri051655 , Needed Service : Problem Fixing ) Countdown for the First Expected Finish Time is start from 09:00 A.M. Please open the application before 09:00 A.M.

รูปที่ 4.164 รายละเอียดของการแจ้งเตือนทางอีเมลแจ้งเตือนงานใน Current Job ของทีม A

4.8.2.2 ส่วนของการแจกงานโดยใช้อัลกอริธึมคำนวณเวลาการเดินทางเพื่อแจกงาน หลังจากแจกงานชุดแรกแบบสุ่ม (งานอันดับที่ 1- 5) ให้กับทุกทีมพนักงานเสร็จสมบูรณ์แล้ว เวลา 09:20 น. ระบบจะเริ่มทำการแจกงานอันดับที่ 6 จนถึงงานอันดับที่ 10 ตามลำดับ เพื่อให้เป็นงานถัดไปที่พนักงานต้องทำงาน (Next Job) แสดงดังรูปที่ 4.165



รูปที่ 4.165 ผลลัพธ์ Logs เมื่อเริ่มการแจกงานอันดับที่ 6 ใน Cloud Functions for Firebase

ตัวอย่าง การแจกงานโดยใช้อัลกอริธึม ระบบจะทำการแจกงานอันดับที่ 6 ( Job ID : (a3)20210326Fri052744 ) Job Type คือ Maintenance ซึ่ง Job Type ประเภทนี้ใช้เครื่องมือประเภท Spectrum Analyzer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

การคำนวณเวลาการเดินทางของทีมพนักงานโดยใช้อัลกอริทึมการแจกงานจะแบ่งเงื่อนไขการคำนวณออกเป็น 2 กรณี ดังนี้

กรณีที่ 1 การคำนวณเวลาการเดินทาง กรณีพนักงานไม่ต้องกลับไปยืมเครื่องมือที่คลัง

จากการทดสอบจะเห็นได้ว่าในส่วน Current Job ของทีม E มี Job Type ประเภทเดียวกัน คือ Maintenance เหมือนกับงานอันดับที่ 6 ซึ่งใช้เครื่องมือประเภทเดียวกัน ดังนั้นการคำนวณเวลาการเดินทางจากทีม E ไปงานอันดับที่ 6 จึงใช้เงื่อนไขที่พนักงานไม่ต้องกลับไปยืมเครื่องมือที่คลัง ผลลัพธ์ Logs ของทีม E ใน Cloud Functions for Firebase แสดงดังรูปที่ 4.166

```

9:21:31.590 AM DistributeJob
  ▶ ##### Team E #####
9:21:31.590 AM DistributeJob
  ◀ Expected Finish Time (Team E) = 11:40
9:21:31.590 AM DistributeJob
  ◀ Current Time - Expected Finish Time (Team E) = 140 minutes
9:21:31.590 AM DistributeJob
  ▶ Case 1 : Same Job Type
9:21:31.590 AM DistributeJob
  ▶ Travel Time from Team E to Job (Same Job Type) = 40.83333333333333 minutes
9:21:31.590 AM DistributeJob
  ▶ Case 2 : Diff Job Type
9:21:31.590 AM DistributeJob
  ▶ Travel Time from Team E to Inventory (Diff Job Type) = 0 minutes
9:21:31.590 AM DistributeJob
  ▶ Travel Time from Inventory to Job (Diff Job Type) = 0 minutes
9:21:31.590 AM DistributeJob
  ▶ Total Travelling Time Team E = 180.83333333333333 minutes
  
```

รูปที่ 4.166 ผลลัพธ์ Logs ของทีม E ใน Cloud Functions for Firebase

ผลลัพธ์ Logs ของทีม E ใน Cloud Functions for Firebase สามารถอธิบายตัวแปรตามสมการที่ 3.1 ได้ว่า Current Time ( $t_{CU}$ ) คือ 09:20 น., ทีม E มี Expected Finish Time ( $t_{EX}$ ) คือ 11:40 น. และ  $X_i$  มีค่าเป็น 0 เนื่องจากไม่ต้องกลับไปรับเครื่องมือที่คลัง ดังนั้นเมื่อคำนวณเวลาการเดินทางรวมจากทีม E ไปยังไซต์งานอันดับที่ 6 ตามสมการที่ 3.1 แล้วมีค่าเท่ากับ 180 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

กรณีที่ 2 การคำนวณเวลาการเดินทาง กรณีพนักงานต้องกลับไปรับเครื่องมือที่คลัง จากการทดสอบจะเห็นได้ว่าในส่วนของ Current Job ของทีม A, ทีม B, ทีม C และทีม D มี Job Type คือ Problem Fixing, Problem Fixing, Installation และ Installation ต่างกับงานอันดับที่ 6 ซึ่งใช้เครื่องมือคนละประเภท ดังนั้นการคำนวณเวลาการเดินทางจากทีม A, ทีม B, ทีม C และทีม D ไปยังไซต์งานอันดับที่ 6 จึงใช้เงื่อนไขที่พนักงานต้องกลับไปรับเครื่องมือที่คลัง ผลลัพธ์ Logs ของทีม A, ทีม B, ทีม C และทีม D ใน Cloud Functions for Firebase แสดงดังรูป 4.167, 4.168, 4.169 และ 4.170 ตามลำดับ

```

9:21:31.390 AM    DistributeJob
  > ##### Team A #####
9:21:31.390 AM    DistributeJob
  > Expected Finish Time (Team A) = 11:30
9:21:31.390 AM    DistributeJob
  > Current Time - Expected Finish Time (Team A) = 130 minutes
9:21:31.390 AM    DistributeJob
  > Case 1 : Same Job Type
9:21:31.390 AM    DistributeJob
  > Travel Time from Team A to Job (Same Job Type) = 0 minutes
9:21:31.390 AM    DistributeJob
  > Case 2 : Diff Job Type
9:21:31.390 AM    DistributeJob
  > Travel Time from Team A to Inventory (Diff Job Type) = 12.196666666666667 minutes
9:21:31.390 AM    DistributeJob
  > Travel Time from Inventory to Job (Diff Job Type) = 14.016666666666667 minutes
9:21:31.390 AM    DistributeJob
  > Total Travelling Time Team A = 156.13333333333333 minutes
  
```

รูปที่ 4.167 ผลลัพธ์ Logs ของทีม A ใน Cloud Functions for Firebase

ผลลัพธ์ Logs ของทีม A ใน Cloud Functions for Firebase สามารถอธิบายตัวแปรตามสมการที่ 3.1 ได้ว่า Current Time ( $t_{CU}$ ) คือ 09:20 น., ทีม A มี Expected Finish Time ( $t_{EX}$ ) คือ 11:30 น. และ  $X_i$  มีค่าเป็น 1 เนื่องจากต้องกลับไปรับเครื่องมือที่คลัง ดังนั้นเมื่อคำนวณเวลาการเดินทางรวมจากทีม A ไปยังไซต์งานอันดับที่ 6 ตามสมการที่ 3.1 แล้วมีค่าเท่ากับ 156 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

9:21:31.390 AM      DistributeJob
                    ▶ ##### Team B #####

9:21:31.390 AM      DistributeJob
                    ▶ Expected Finish Time (Team B) = 12:00

9:21:31.390 AM      DistributeJob
                    ▶ Current Time - Expected Finish Time (Team B) = 160 minutes

9:21:31.390 AM      DistributeJob
                    ▶ Case 1 : Same Job Type

9:21:31.390 AM      DistributeJob
                    ▶ Travel Time from Team B to Job (Same Job Type) = 0 minutes

9:21:31.390 AM      DistributeJob
                    ▶ Case 2 : Diff Job Type

9:21:31.390 AM      DistributeJob
                    ▶ Travel Time from Team B to Inventory (Diff Job Type) = 23.83333333333332 minutes

9:21:31.390 AM      DistributeJob
                    ▶ Travel Time from Inventory to Job (Diff Job Type) = 14.01666666666667 minutes

9:21:31.390 AM      DistributeJob
                    ▶ Total Travelling Time Team B = 197.85 minutes

```

#### รูปที่ 4.168 ผลลัพธ์ Logs ของทีม B ใน Cloud Functions for Firebase

ผลลัพธ์ Logs ของทีม B ใน Cloud Functions for Firebase สามารถอธิบายตัวแปรตามสมการที่ 3.1 ได้ว่า Current Time ( $t_{CV}$ ) คือ 09:20 น., ทีม B มี Expected Finish Time ( $t_{EX}$ ) คือ 12:00 น. และ  $X_i$  มีค่าเป็น 1 เนื่องจากต้องกลับไปปรับเครื่องมือที่คลัง ดังนั้นเมื่อคำนวณเวลาการเดินทางรวมจากทีม B ไปยังไซต์งานอันดับที่ 6 ตามสมการที่ 3.1 แล้วมีค่าเท่ากับ 198 นาที

```

9:21:31.390 AM      DistributeJob
                    ▶ ##### Team C #####

9:21:31.390 AM      DistributeJob
                    ▶ Expected Finish Time (Team C) = 10:15

9:21:31.490 AM      DistributeJob
                    ▶ Current Time - Expected Finish Time (Team C) = 55 minutes

9:21:31.490 AM      DistributeJob
                    ▶ Case 1 : Same Job Type

9:21:31.490 AM      DistributeJob
                    ▶ Travel Time from Team C to Job (Same Job Type) = 0 minutes

9:21:31.490 AM      DistributeJob
                    ▶ Case 2 : Diff Job Type

9:21:31.490 AM      DistributeJob
                    ▶ Travel Time from Team C to Inventory (Diff Job Type) = 5.05 minutes

9:21:31.491 AM      DistributeJob
                    ▶ Travel Time from Inventory to Job (Diff Job Type) = 14.01666666666667 minutes

9:21:31.491 AM      DistributeJob
                    ▶ Total Travelling Time Team C = 74.06666666666666 minutes

```

#### รูปที่ 4.169 ผลลัพธ์ Logs ของทีม C ใน Cloud Functions for Firebase

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ผลลัพธ์ Logs ของทีม C ใน Cloud Functions for Firebase สามารถอธิบายตัวแปรตามสมการที่ 3.1 ได้ว่า Current Time ( $t_{CU}$ ). คือ 09:20 น., ทีม C มี Expected Finish Time ( $t_{EX}$ ) คือ 10:15 น. และ  $X_i$  มีค่าเป็น 1 เนื่องจากต้องกลับไปรับเครื่องมือที่คลัง ดังนั้นเมื่อคำนวณเวลาการเดินทางรวมจากทีม C ไปยังไซต์งานอันดับที่ 6 ตามสมการที่ 3.1 แล้วมีค่าเท่ากับ 74 นาที

```

9:21:31.491 AM    DistributeJob
                  ▶ ##### Team D #####
9:21:31.491 AM    DistributeJob
                  ▶ Expected Finish Time (Team D) = 10:35
9:21:31.491 AM    DistributeJob
                  ▶ Current Time - Expected Finish Time (Team D) = 75 minutes
9:21:31.491 AM    DistributeJob
                  ▶ Case 1 : Same Job Type
9:21:31.491 AM    DistributeJob
                  ▶ Travel Time from Team D to Job (Same Job Type) = 0 minutes
9:21:31.491 AM    DistributeJob
                  ▶ Case 2 : Diff Job Type
9:21:31.491 AM    DistributeJob
                  ▶ Travel Time from Team D to Inventory (Diff Job Type) = 33.95 minutes
9:21:31.491 AM    DistributeJob
                  ▶ Travel Time from Inventory to Job (Diff Job Type) = 14.016666666666667 minutes
9:21:31.491 AM    DistributeJob
                  ▶ Total Travelling Time Team D = 122.96666666666667 minutes
  
```

รูปที่ 4.170 ผลลัพธ์ Logs ของทีม D ใน Cloud Functions for Firebase

ผลลัพธ์ Logs ของทีม D ใน Cloud Functions for Firebase สามารถอธิบายตัวแปรตามสมการที่ 3.1 ได้ว่า Current Time ( $t_{CU}$ ). คือ 09:20 น., ทีม D มี Expected Finish Time ( $t_{EX}$ ) คือ 10:35 น. และ  $X_i$  มีค่าเป็น 1 เนื่องจากต้องกลับไปรับเครื่องมือที่คลัง ดังนั้นเมื่อคำนวณเวลาการเดินทางรวมจากทีม D ไปยังไซต์งานอันดับที่ 6 ตามสมการที่ 3.1 แล้วมีค่าเท่ากับ 123 นาที

จากผลลัพธ์การคำนวณเวลาการเดินทางจากตำแหน่งของทีมพนักงานไปยังไซต์งานอันดับที่ 6 ทีม A ใช้เวลาการเดินทาง 156 นาที, ทีม B ใช้เวลาการเดินทาง 198 นาที, ทีม C ใช้เวลาการเดินทาง 74 นาที, ทีม D ใช้เวลาการเดินทาง 123 นาทีและทีม E ใช้เวลาการเดินทาง 180 นาที พบว่าเวลาเดินทางจากทีม C ไปยังไซต์งานอันดับที่ 6 ใช้เวลาน้อยที่สุดคือ 74 นาที

ดังนั้นงานอันดับที่ 6 จะถูกแจกให้เป็นงานถัดไปของทีม C (Next Job Team C) ผลลัพธ์ Logs ใน Cloud Functions for Firebase เมื่อแจกงานอันดับที่ 6 เสร็จสมบูรณ์ แสดงดังรูปที่ 4.171 และการแสดงผลในแอปพลิเคชันส่วน Next Job ของทีม C, รายละเอียดอีเมลแจ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

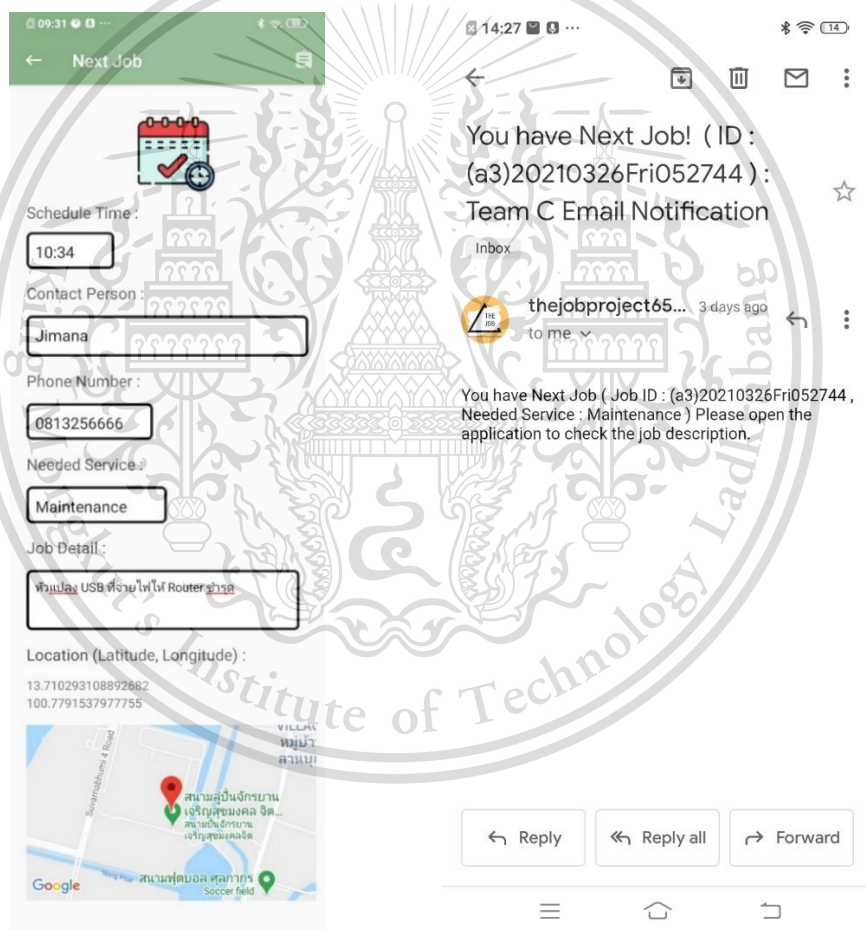
เตือนงานถัดไปของทีม C และฐานข้อมูล Cloud Firestore ส่วน Next Job ของทีม C แสดงดังรูปที่ 4.172 และ 4.173 ตามลำดับ ซึ่งการแจกงานอันดับ 6 ใช้เวลาในการคำนวณและแจกงานประมาณ 2 นาที

9:21:43.790 AM

DistributeJob

▶ Team C gets this job

รูปที่ 4.171 ผลลัพธ์ Logs ใน Cloud Functions for Firebase  
เมื่อระบบแจกงานอันดับที่ 6 เสร็จสมบูรณ์



(ก)

(ข)

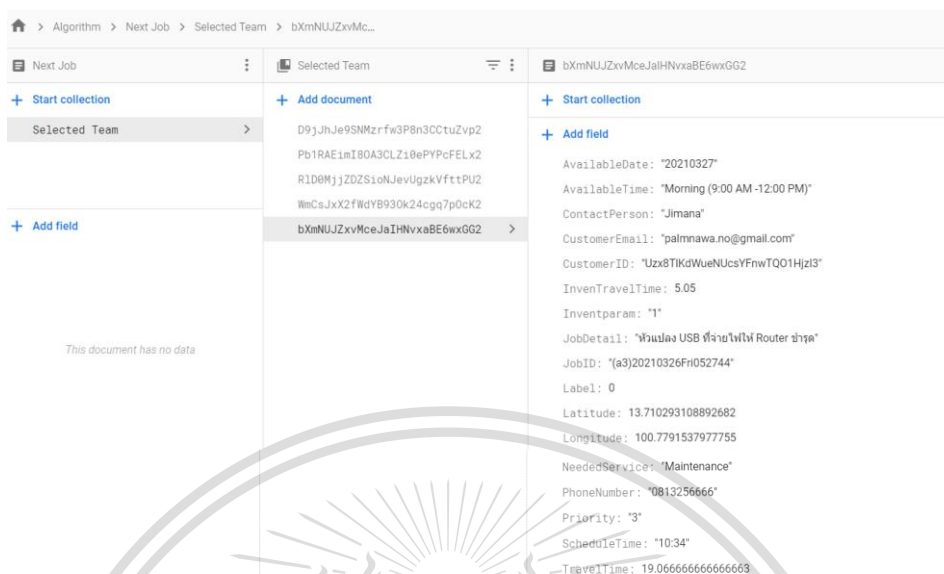
รูปที่ 4.172 หน้าแอปพลิเคชันในส่วน Next Job

และรายละเอียดอีเมลแจ้งเตือนงานถัดไป เมื่อระบบแจกงานอันดับที่ 6 เสร็จสมบูรณ์

(ก) หน้าแอปพลิเคชันส่วน Next Job ของทีม C (ข) รายละเอียดอีเมลแจ้งเตือนงานถัดไปของทีม C  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.173 ฐานข้อมูล Cloud Firestore ในส่วน Next Job ของทีม C  
เมื่อระบบแจกงานอันดับที่ 6 เสร็จสมบูรณ์

การแจกงานอันดับที่ 7 – 10 โดยใช้อัลกอริทึมการแจกงานได้ผลลัพธ์คือ งานอันดับที่ 7 ถูกแจกให้กับทีม D, งานอันดับที่ 8 ถูกแจกให้กับทีม A, งานอันดับที่ 9 ถูกแจกให้กับทีม E และงานอันดับที่ 10 ถูกแจกให้กับทีม B ผลลัพธ์ Logs โดยย่อใน Cloud Functions for Firebase สำหรับการแจกงานอันดับที่ 7 ถึง 10 แสดงดังรูปที่ 4.174 – 4.177

9:21:40.211 AM UpdateTriggerDoc  
Function execution started

(ก)

9:22:41.563 AM UpdateTriggerDoc  
Team D gets this job

(ข)

รูปที่ 4.174 ผลลัพธ์ Logs โดยย่อใน Cloud Functions for Firebase  
เมื่อระบบแจกงานอันดับที่ 7

(ก) ระบบแจกงานอันดับที่ 7 เริ่มทำงาน (ข) ระบบแจกงานอันดับที่ 7 เสร็จสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
9:22:41.560 AM UpdateTriggerDoc
  Function execution started
```

(ก)

```
9:23:04.294 AM UpdateTriggerDoc
  Team A gets this job
```

(ข)

รูปที่ 4.175 ผลลัพธ์ Logs โดยย่อใน Cloud Functions for Firebase

เมื่อระบบแจกงานอันดับที่ 8

(ก) ระบบแจกงานอันดับที่ 8 เริ่มทำงาน (ข) ระบบแจกงานอันดับที่ 8 เสร็จสมบูรณ์

```
9:23:04.764 AM UpdateTriggerDoc
  Function execution started
```

(ก)

```
9:23:23.802 AM UpdateTriggerDoc
  Team E gets this job
```

(ข)

รูปที่ 4.176 ผลลัพธ์ Logs โดยย่อใน Cloud Functions for Firebase

เมื่อระบบแจกงานอันดับที่ 9

(ก) ระบบแจกงานอันดับที่ 9 เริ่มทำงาน (ข) ระบบแจกงานอันดับที่ 9 เสร็จสมบูรณ์

```
9:23:23.698 AM UpdateTriggerDoc
  Function execution started
```

(ก)

```
9:23:40.596 AM UpdateTriggerDoc
  Team B gets this job
```

(ข)

รูปที่ 4.177 ผลลัพธ์ Logs โดยย่อใน Cloud Functions for Firebase

เมื่อระบบแจกงานอันดับที่ 10

(ก) ระบบแจกงานอันดับที่ 10 เริ่มทำงาน (ข) ระบบแจกงานอันดับที่ 10 เสร็จสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จากผลลัพธ์การทดสอบการแจกงาน 10 งาน จะเห็นว่าระบบจะทำการแจกงานแต่ ละงานโดยใช้เวลาประมาณ 1-2 นาที ซึ่งใช้เวลาทั้งหมดประมาณ 9 นาที โดยแบ่งออกเป็นแจกงาน อันดับที่ 1 – 5 แบบสุ่ม ใช้เวลา 5 นาทีและแจกงานอันดับที่ 6 -10 โดยใช้อัลกอริธึมคำนวณเวลา การเดินทางเพื่อแจกงาน ใช้เวลา 4 นาที

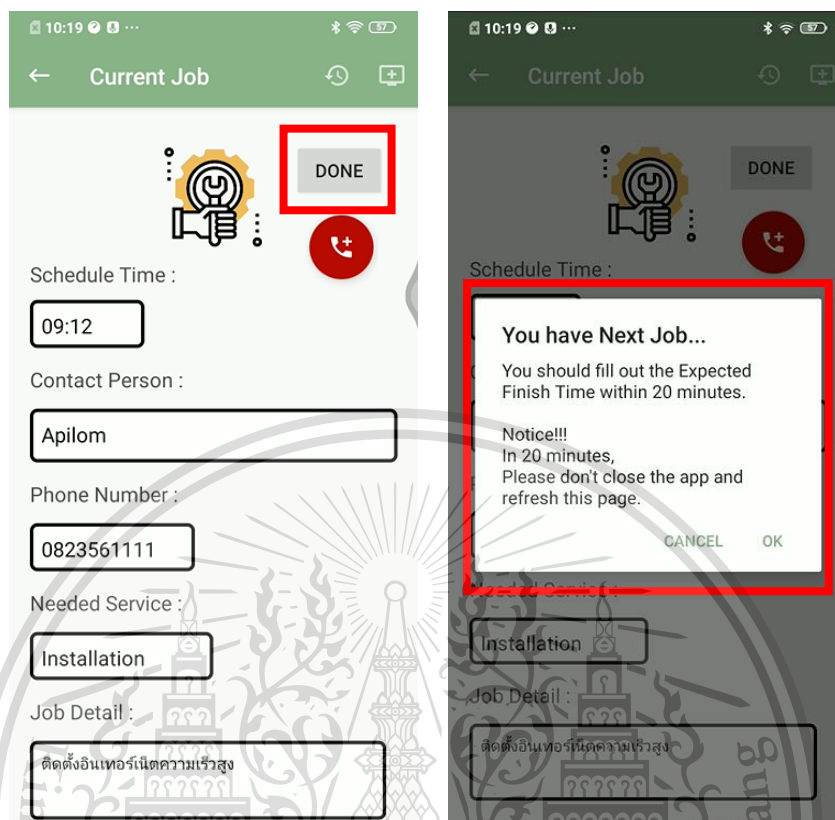
เมื่อทีมพนักงานทำงานเสร็จ พนักงานก็จะทำการกดปุ่ม Done เพื่อเก็บวันที่และ เวลาการเสร็จงาน (Finished Date, Finished Time) ตัวอย่างการกดปุ่ม Done ของทีมพนักงาน C เมื่องานอันดับที่ 3 เสร็จสมบูรณ์ และเมื่อทีมพนักงานกดปุ่ม Done ระบบจะทำการส่ง รายละเอียดอีเมลไปหาลูกค้า ทางอีเมลซึ่งจะมีลิงค์เพื่อให้เข้าไปกรอกแบบประเมินความพึงพอใจใน การให้บริการของพนักงานในรูปแบบ Google Form แสดงดังรูปที่ 4.178 และฐานข้อมูล Cloud Firestore ส่วน Job History ของทีม C เมื่อทีม C กดปุ่ม Done แสดงดังรูปที่ 4.179 และเมื่อทีม C กดปุ่ม Done จะทำให้ Job Status ของงานอันดับที่ 3 เปลี่ยนจาก “IN QUEUE...” เป็น “SUCCESSFUL Please check...” จากนั้นหน้าแอปพลิเคชันส่วน Pending Job ของลูกค้าจะมี ปุ่ม Done ขึ้น เพื่อให้ลูกค้ากดปุ่มเพื่อเก็บวันที่และเวลาเสร็จงานจากฝั่งลูกค้า และฐานข้อมูล Cloud Firestore ส่วน Job History จะอัปเดตวันที่และเวลาเสร็จงานจากฝั่งลูกค้า แสดงดังรูปที่ 4.180

เมื่อทีมพนักงานทำงานทุกงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จแล้วและได้ยืมเครื่องมือไปจาก คลัง พนักงานจะต้องคืนให้ตรงเวลาภายในวันที่ยืมนั้น หากคืนไม่ตรงเวลาระบบจะทำการหักคะแนน โดยใช้อัลกอริธึมคำนวณประสิทธิภาพการทำงานในส่วนของการยืม-คืนเครื่องมือของพนักงาน ตัวอย่างการคืนเครื่องมือ Spectrum Analyzer ของทีม E แสดงดังรูปที่ 4.181 โดยเวลาคืนคือ 17:29 น. วันที่ 27 มีนาคม พ.ศ. 2564 และตัวอย่างฐานข้อมูล Cloud Firestore เมื่อทีม E คืน เครื่องมือ Spectrum Analyzer แสดงดังรูปที่ 4.182

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



(ก)

(ข)

รูปที่ 4.178 ตัวอย่างการกดปุ่ม Done ของทีม C เมื่องานอันดับที่ 1 เสร็จสมบูรณ์

ในหน้าแอปพลิเคชัน Equipment & Inventory

(ก) ตำแหน่งปุ่ม Done ในหน้าแอปพลิเคชัน

(ข) กล่องข้อความในหน้า Current Job ของทีม C กรณีที่มีงานใน Next Job

(ค) ข้อความบนหน้า Current Job ของทีม C

เมื่อข้อมูลวันที่และเวลา ถูกจัดเก็บลงฐานข้อมูลเสร็จสมบูรณ์

และส่งอีเมลแจ้งเตือนการเสร็จงานไปยังลูกค้าสำเร็จ

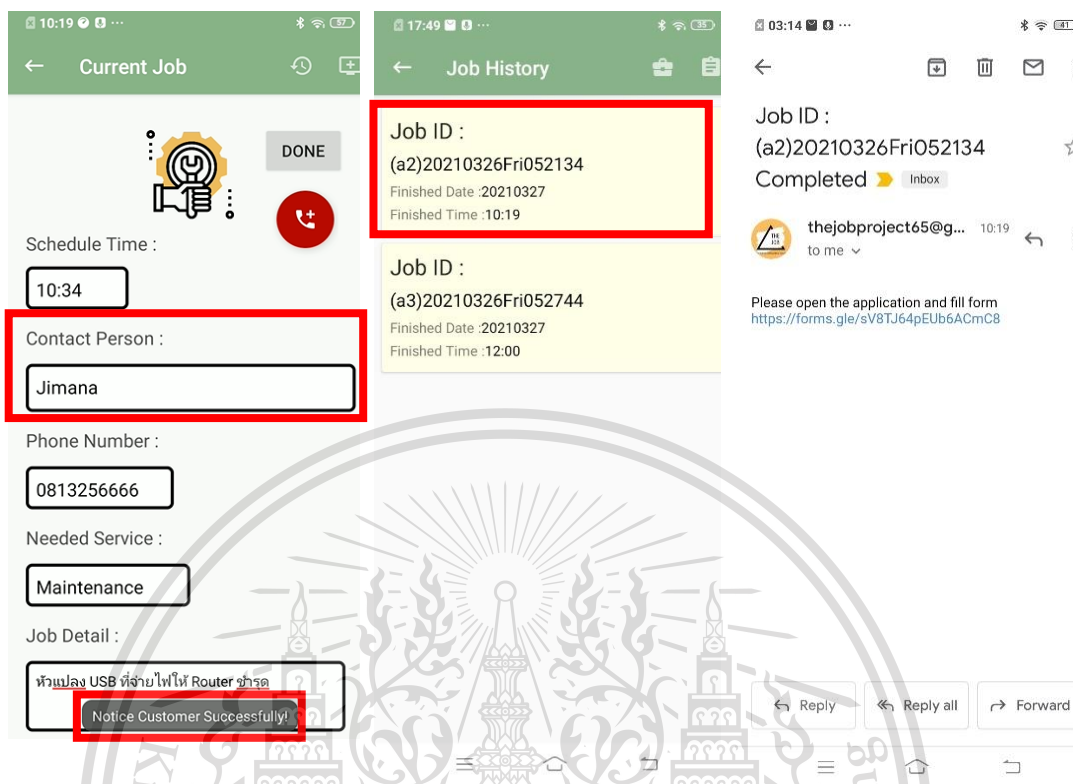
(ง) งานอันดับที่ 1 ที่เสร็จสมบูรณ์จะถูกเก็บใน Job History

(จ) รายละเอียดอีเมลถูกส่งไปหาลูกค้าเมื่อทีม C กดปุ่ม Done

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

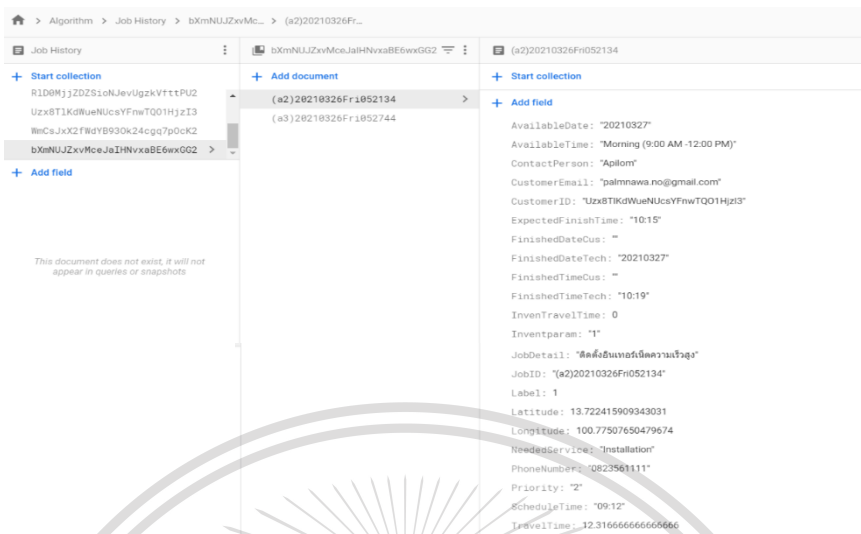


- (ค) รูปที่ 4.178 (ต่อ) ตัวอย่างการกดปุ่ม Done ของทีม C เมื่องานอันดับที่ 1 เสร็จสมบูรณ์
- (ง) ในหน้าแอปพลิเคชัน Equipment & Inventory
- (จ) (ก) ตำแหน่งปุ่ม Done ในหน้าแอปพลิเคชัน
- (ข) กล่องข้อความในหน้า Current Job ของทีม C กรณีที่มีงานใน Next Job
- (ค) ข้อความบนหน้า Current Job ของทีม C
- เมื่อข้อมูลวันที่และเวลา ถูกจัดเก็บลงฐานข้อมูลเสร็จสมบูรณ์
- และส่งอีเมลแจ้งเตือนการเสร็จงานไปยังลูกค้าสำเร็จ
- (ง) งานอันดับที่ 1 ที่เสร็จสมบูรณ์จะถูกเก็บใน Job History
- (จ) รายละเอียดอีเมลถูกส่งไปหาลูกค้าเมื่อทีม C กดปุ่ม Done

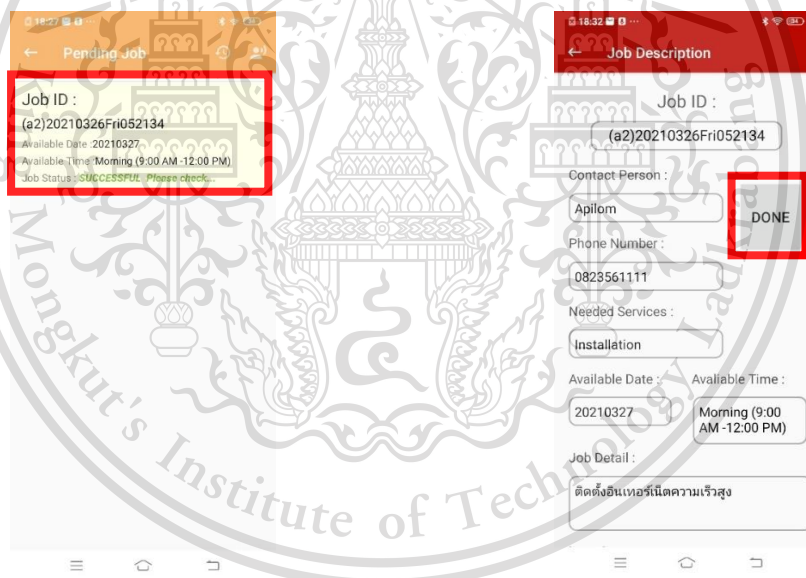
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.179 ฐานข้อมูล Cloud Firestore ส่วน Job History ของทีม C เมื่อทีม C กดปุ่ม Done



(ก)

(ข)

รูปที่ 4.180 หน้าแอปพลิเคชันส่วน Pending Job ฝั่งลูกค้า และฐานข้อมูล Cloud Firestore เมื่อทีม C กดปุ่ม Done

(ก) Job Status เปลี่ยนเป็น “SUCCESSFUL Please check...” ในหน้า Pending Job

(ข) ตำแหน่งปุ่ม Done เพื่อเก็บวันที่และเวลาเสร็จงานจากฝั่งลูกค้า

(ค) ฐานข้อมูล Cloud Firestore ส่วน Job History ของทีม C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับที่มีการอัปเดตวันที่และเวลาเสร็จงานจากฝั่งลูกค้า ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Algorithm > Job History > bXmNUJZxvMc... > (a2)20210326Fr...

Job History: bXmNUJZxvMceJaIHNVxaBE6wxGG2

Start collection: R1D0Mj... Uz88T1KdWueNUcsYFfwTQ01HjzI3 WmCsJxx2fWdYB930k24cgq7p0cK2 bXmNUJZxvMceJaIHNVxaBE6wxGG2

Add document: (a2)20210326Fr1052134 (a3)20210326Fr1052744

Start collection: (a2)20210326Fr1052134

Add field:

- AvailableDate: "20210327"
- AvailableTime: "Morning (9:00 AM -12:00 PM)"
- ContactPerson: "Apllom"
- CustomerEmail: "palmnawa.no@gmail.com"
- CustomerID: "Uzx88T1KdWueNUcsYFfwTQ01HjzI3"
- ExpectedFinishTime: "10:15"
- FinishedDateCus: "20210327"
- FinishedDateTech: "20210327"
- FinishedTimeCus: "10:26"
- FinishedTimeTech: "10:19"
- InvenTravelTime: 0
- Inventparam: "1"

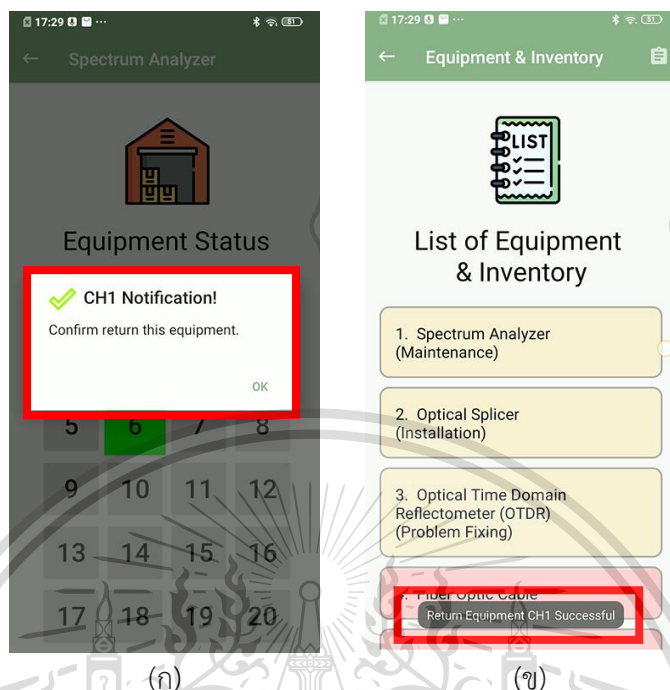
This document does not exist, it will not appear in queries or snapshots

- (ค)
- รูปที่ 4.180 (ต่อ) หน้าแอปพลิเคชันส่วน Pending Job ฝั่งลูกค้า และฐานข้อมูล Cloud Firestore เมื่อทีม C กดปุ่ม Done (ก) Job Status เปลี่ยนเป็น “SUCCESSFUL Please check...” ในหน้า Pending Job (ข) ตำแหน่งปุ่ม Done เพื่อเก็บวันที่และเวลาเสร็จงานจากฝั่งลูกค้า (ค) ฐานข้อมูล Cloud Firestore ส่วน Job History ของทีม C ที่มีการอัปเดตวันที่และเวลาเสร็จงานจากฝั่งลูกค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



(ก)

(ข)

รูปที่ 4.181 ตัวอย่างการคืนเครื่องมือ Spectrum Analyzer ของทีม E  
 ในหน้าแอปพลิเคชันส่วน Equipment & Inventory  
 (ก) กลองข้อความแจ้งเตือนเมื่อมีการคืนเครื่องมือ  
 (ข) ข้อความที่แสดงเมื่อการคืนเครื่องมือสำเร็จ

Inventory > Inventory Histor... > CH1 > 20210327	
Inventory History	CH1
+ Start collection	+ Add document
CH1	20210306
CH2	20210310
CH5	20210313
CH6	20210319
+ Add field	20210323
	20210327

Inventory > Inventory Histor... > CH1 > 20210327	
Inventory History	CH1
+ Start collection	+ Add field
	ArrivedDate: "20210327"
	ArrivedTime: "08:48"
	Borrower: "Team E"
	BorrowerID: "RID0MjjZDZSloNjevUgzkVfttPU2"
	InvenTravelTime: 0
	JobID: "(a3)20210326Fri052556"
	Label: 1
	ReturnedDate: "20210327"
	ReturnedTime: "17:29"
	ScheduleTime: "08:56"
	SubmittedDate: "20210327"
	SubmittedTime: "08:36"

รูปที่ 4.182 ตัวอย่างฐานข้อมูล Cloud Firestore เมื่อทีม E คืนเครื่องมือ Spectrum Analyzer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### 4.8.3 ส่วนของการคำนวณประสิทธิภาพพนักงานโดยใช้อัลกอริธึมคำนวณประสิทธิภาพการทำงานของทีมงานในแอปพลิเคชันและฐานข้อมูล

#### 4.8.3.1 อัลกอริธึมคำนวณประสิทธิภาพการทำงานของทีมงานในส่วนของการกรอก Expected Finish Time ของทีมงาน

ระบบจะเริ่มคำนวณคะแนนในเวลา 23:00 น. ของทุกวัน โดยจะทำการคำนวณให้กับทีมงานทุกทีมว่าการคาดการณ์เวลาที่คาดว่าจะทำงานเสร็จมีความคลาดเคลื่อนไปมากหรือน้อยจากความเป็นจริงและนำผลลัพธ์เวลาคลาดเคลื่อนเฉลี่ยที่ได้ไปทำการคิดคะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนด ได้ผลลัพธ์ Logs ใน Cloud Functions for Firebase ดังแสดงในรูปที่ 4.183 คะแนนของทีมงานแต่ละทีมที่คำนวณแล้วจะถูกเก็บลงในฐานข้อมูลแบบ Cloud Firestore ดังแสดงในรูปที่ 4.184 และจะนำคะแนนที่อยู่ในฐานข้อมูลของทีมงานแต่ละทีมมาแสดงบนแอปพลิเคชัน ดังแสดงในรูปที่ 4.185



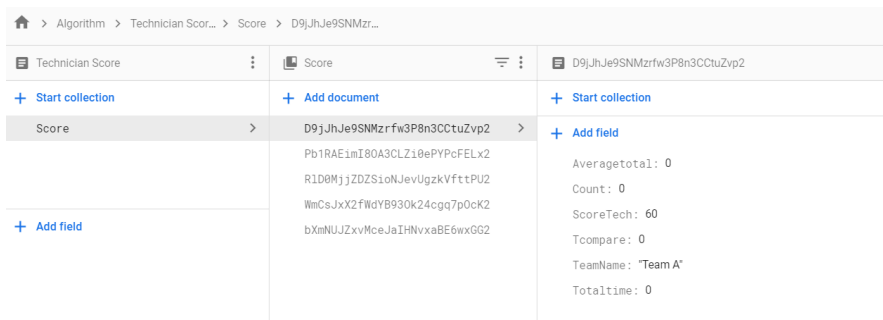
รูปที่ 4.183 ตัวอย่างผลลัพธ์ Logs ของการคำนวณคะแนน

ใน Cloud Functions for Firebase ของทีม A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.184 ตัวอย่างฐานข้อมูลแสดงคะแนนของทีม A



รูปที่ 4.185 หน้าแอปพลิเคชันในการแสดงคะแนนของพนักงานแต่ละทีม

#### 4.8.3.2 อัลกอริธึมคำนวณประสิทธิภาพการทำงานในส่วนของกรยืม-คืนเครื่องมือ

ของทีมพนักงานในแอปพลิเคชันและฐานข้อมูล

ระบบจะทำการคำนวณการยืม-คืนเครื่องมือของพนักงานแต่ละทีมว่ามารับหรือคืนเครื่องมือตรงเวลาหรือไม่ โดยระบบจะแบ่งการคำนวณเป็น 3 ช่วงเวลา ดังนี้

(1) ช่วงเวลาหลังจากที่ทีมพนักงานการกดยืมเครื่องมือ ระบบจะทำการคำนวณเวลาที่ควรมารับเครื่องมือ โดยมีค่า Label เป็น 1 คือ กดยืมเครื่องมือสำหรับงานแรกของวันและมีเวลาที่ทีมพนักงานกดยืมเครื่องมือ ที่เก็บอยู่ในฐานข้อมูลแบบ Cloud Firestore ดังแสดงในรูปที่ 4.186 จากนั้นระบบจะทำการคำนวณเวลาที่ควรมารับเครื่องมือ ตามผลลัพธ์ Logs ใน Cloud Functions

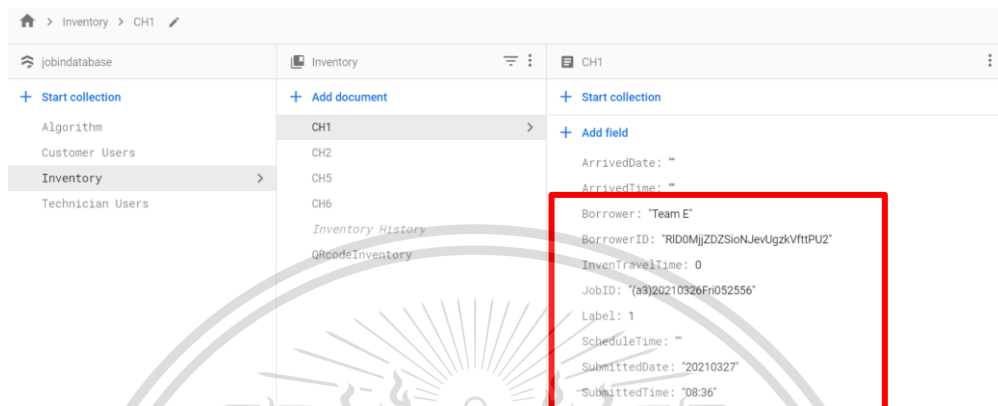
for Firebase ดังแสดงในรูปที่ 4.187 ทำการเก็บข้อมูลผลลัพธ์ที่ได้ลงในฐานข้อมูล ดังแสดงในเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปเผยแพร่

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

รูปที่ 4.188 และนำข้อมูลจากฐานข้อมูลแสดงบนแอปพลิเคชันในหน้าการยืมเครื่องมือของพนักงาน  
ดังแสดงในรูปที่ 4.189



รูปที่ 4.186 ตัวอย่างฐานข้อมูลแสดงข้อมูลการยืมเครื่องมือของทีม E

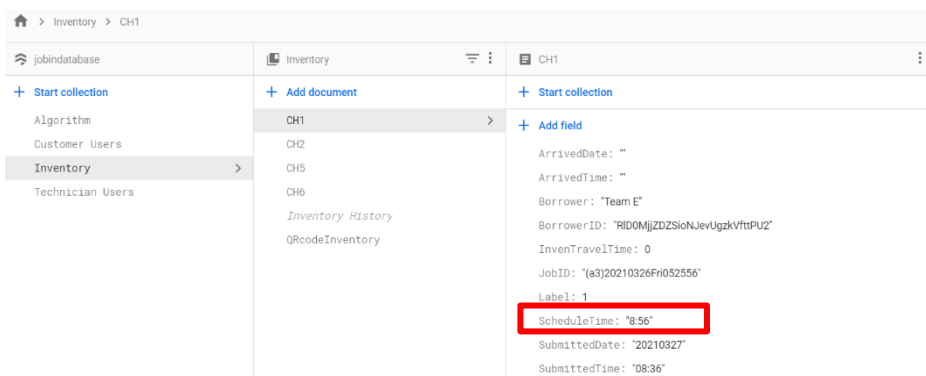
8:36:12.899 AM ScheduleTimeCH1  
 ▶ This is CH1  
 8:36:12.900 AM ScheduleTimeCH1  
 ▶ Team E is reserving CH1  
 8:36:12.900 AM ScheduleTimeCH1  
 ▶ Submitted Time of CH1 is 08:36  
 8:36:12.900 AM ScheduleTimeCH1  
 ▶ Label in CH1 is 1  
 8:36:12.900 AM ScheduleTimeCH1  
 ▶ Label = 1 , so that this is first job of technician team  
 8:36:12.900 AM ScheduleTimeCH1  
 ▶ Equipment Travel Time 0 minute  
 8:36:12.900 AM ScheduleTimeCH1  
 ▶ Channel .....CH1  
 8:36:15.498 AM ScheduleTimeCH1  
 ▶ Equipment Travel Time 0 minute  
 8:36:15.498 AM ScheduleTimeCH1  
 ▶ Submitted Time + 20 minute = Schedule Time = 08:56

รูปที่ 4.187 ตัวอย่างผลลัพธ์ Logs ของการคำนวณเวลาที่ควรมารับเครื่องมือของทีม E  
ใน Cloud Functions for Firebase

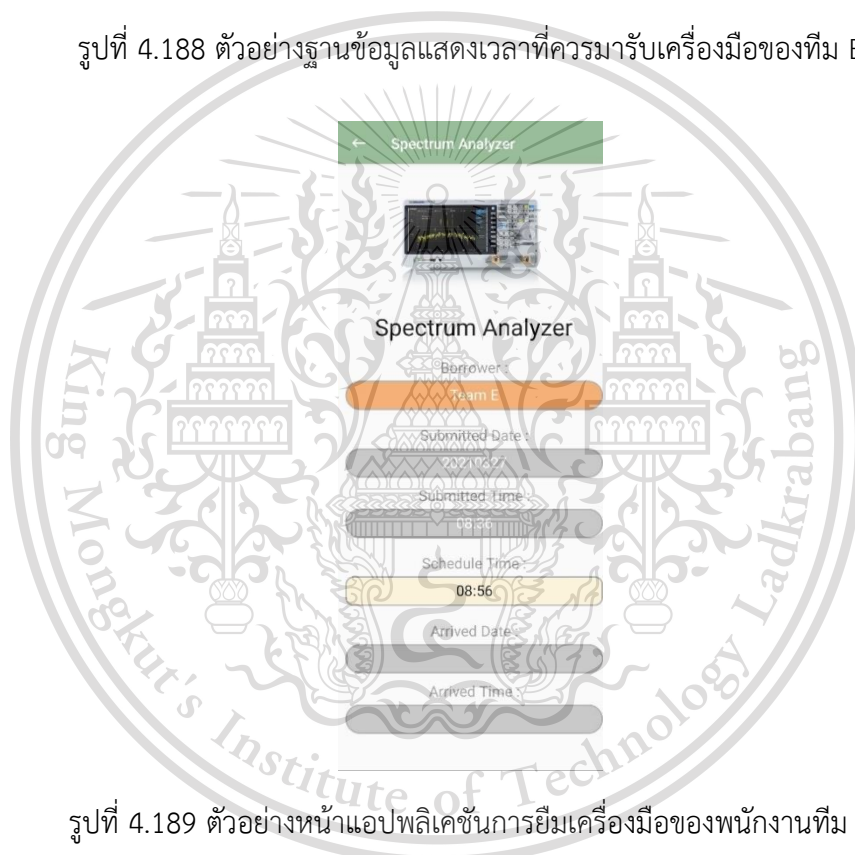
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.188 ตัวอย่างฐานข้อมูลแสดงเวลาที่ควรมารับเครื่องมือของทีม E



รูปที่ 4.189 ตัวอย่างหน้าแอปพลิเคชันการยืมเครื่องมือของพนักงานทีม E

(2) ช่วงเวลา 23:00 น. ของทุกวัน ระบบจะทำการคำนวณว่าทีมพนักงานมารับเครื่องมือตามเวลาที่ควรมารับหรือไม่ จากข้อมูลในฐานข้อมูล ดังแสดงในรูปที่ 4.190 และแสดงเวลาผ่านหน้าแอปพลิเคชัน ดังแสดงในรูปที่ 4.191 จะได้ผลลัพธ์ Logs ใน Cloud Functions for Firebase ดังแสดงในรูปที่ 4.192 ซึ่งจากรูปจะเห็นได้ว่าทีมพนักงานมารับเครื่องมือตรงเวลา จึงไม่มีการหักคะแนน และแสดงคะแนนผ่านหน้าแอปพลิเคชันดังรูปที่ 4.193

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

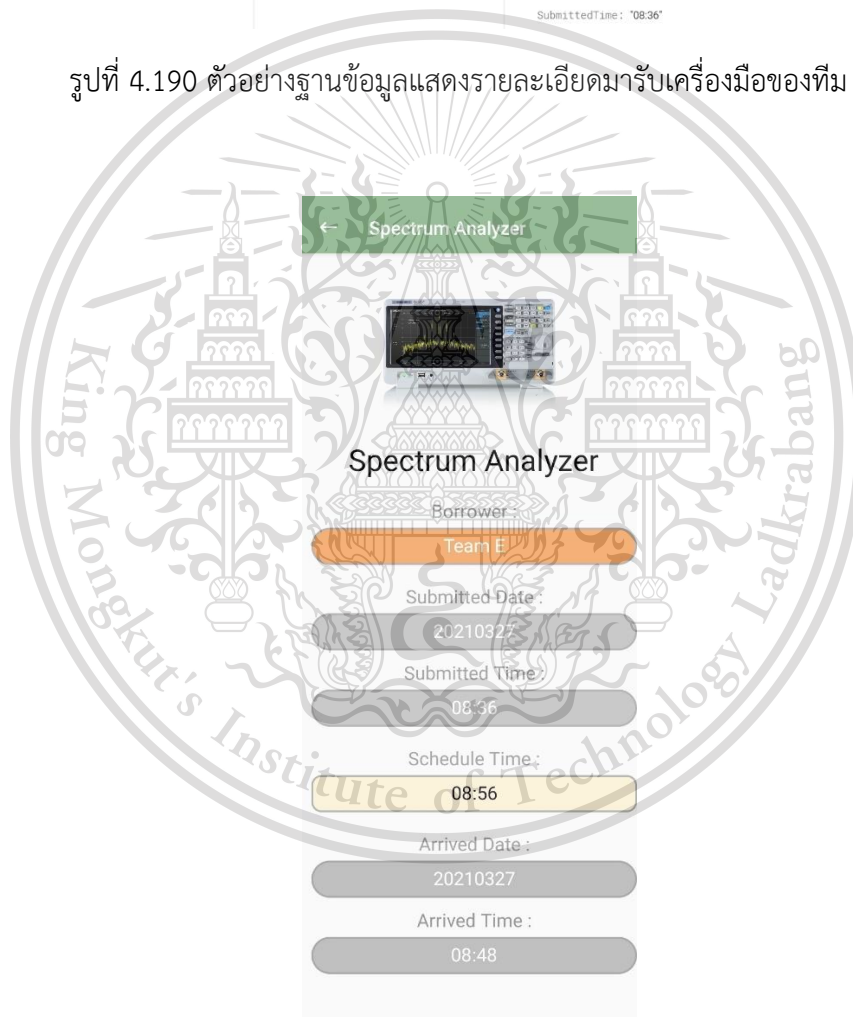
The screenshot shows an inventory management system interface. On the left, there is a sidebar with 'Inventory History' and a list of channels (CH1, CH2, CH5, CH6). The main area displays a list of documents with columns for document ID and date. The document ID '20210327' is selected. On the right, the details for this document are shown, including fields like 'ArrivedDate', 'ArrivedTime', 'Borrower', 'BorrowerID', 'InvenTravelTime', 'JobID', 'Label', 'ReturnedDate', 'ReturnedTime', 'ScheduleTime', 'SubmittedDate', and 'SubmittedTime'. The 'ArrivedTime' and 'ScheduleTime' fields are highlighted with red boxes.

Document ID	Date
20210306	20210310
20210310	20210313
20210313	20210319
20210319	20210323
20210323	20210327

ArrivedDate:	"20210327"
ArrivedTime:	"08:48"
Borrower:	"Team E"
BorrowerID:	"RID0MjZDZSi0NjevUgzkVttPUZ"
InvenTravelTime:	0
JobID:	"(a3)20210326Fr052556"
Label:	1
ReturnedDate:	"
ReturnedTime:	"
ScheduleTime:	"8:56"
SubmittedDate:	"20210327"
SubmittedTime:	"08:36"

รูปที่ 4.190 ตัวอย่างฐานข้อมูลแสดงรายละเอียดการรับเครื่องมือของทีม E



รูปที่ 4.191 หน้าแอปพลิเคชันในการแสดงเวลารับเครื่องมือของทีม E

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

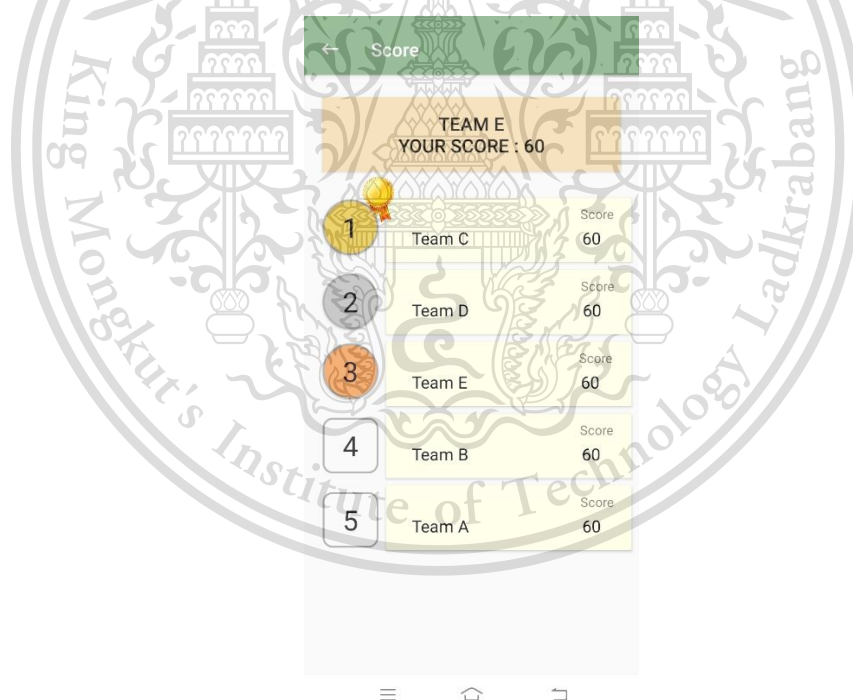
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

11:00:57.686 PM      EquipmentCH1
                    ▶ This is CH1
11:00:57.886 PM      EquipmentCH1
                    ▶ Team E is reserving CH1
11:00:57.886 PM      EquipmentCH1
                    ▶ Submitted Time of CH1 is 08:36
11:00:57.887 PM      EquipmentCH1
                    ▶ Schedule time at 08:56
11:00:57.887 PM      EquipmentCH1
                    ▶ Pick up time at 08:48
11:00:57.887 PM      EquipmentCH1
                    ▶ Schedule time-Pick up time = Totaltime = 8 minute
11:00:59.787 PM      EquipmentCH1
                    ▶ This Technician Team wasn't deducted score
11:00:59.787 PM      EquipmentCH1
                    ▶ Technician Team score is 60

```

รูปที่ 4.192 ตัวอย่างผลลัพธ์ Logs ของการคำนวณคะแนนการมารับเครื่องมือของทีม E ใน Cloud Functions for Firebase



รูปที่ 4.193 หน้าแอปพลิเคชันในการแสดงคะแนนของพนักงานแต่ละทีม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

(3) ช่วงเวลา 00:00 น. ของวันใหม่ ระบบจะทำการคำนวณว่าทีมพนักงานมาคืนเครื่องมือตามเวลาที่กำหนดคืนหรือไม่ จากฐานข้อมูลการคืนเครื่องมือของทีมพนักงาน ดังแสดงในรูปที่ 4.194 จะได้ผลลัพธ์ Logs ใน Cloud Functions for Firebase ดังแสดงในรูปที่ 4.195 ซึ่งจากรูปจะเห็นได้ว่าทีมพนักงานว่าพนักงานทีม E ทำการคืนเครื่องมือก่อนเวลาที่กำหนด จึงไม่มีการหักคะแนน คะแนนที่แสดงผ่านหน้าแอปพลิเคชันยังคงเดิม ดังรูปที่ 4.193

รูปที่ 4.194 ตัวอย่างฐานข้อมูลแสดงรายละเอียดคืนเครื่องมือของทีม E

รูปที่ 4.195 ตัวอย่างผลลัพธ์ Logs ของการคำนวณคะแนนในการคืนเครื่องมือของทีม E ใน Cloud Functions for Firebase

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## บทที่ 5

### สรุปผลและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผล

ปริญญานิพนธ์นี้มีเป้าหมายเพื่อพัฒนาระบบแฉงงานและจัดการทรัพยากร โดยระบบแบ่งเป็น 4 ส่วนหลัก คือ 1.ส่วนหน้าเว็บไซต์และแอปพลิเคชัน เป็นตัวเชื่อมโยงระหว่างพนักงานกับลูกค้า โดยลูกค้าสามารถแจ้งความต้องการการใช้บริการผ่านหน้าเว็บไซต์และแอปพลิเคชันและพนักงานสามารถดูงานที่ได้รับมอบหมายผ่านหน้าแอปพลิเคชัน 2.ส่วนฐานข้อมูล ทำหน้าที่เก็บข้อมูลของพนักงาน ลูกค้าและงานทั้งหมด 3.ส่วนแบบจำลองคลังวัสดุและเครื่องมือ เพื่อจัดสรรทรัพยากรของบริษัท และ 4.ส่วนอัลกอริธึมซึ่งจะนำข้อมูลที่จำเป็นในการประมวลผลเพื่อแฉงงานมาทำการคำนวณและส่งค่าผลลัพธ์ที่เหมาะสมที่สุดไปยังหน้าแอปพลิเคชันให้กับพนักงานเพื่อดำเนินการต่อไป นอกจากนี้ยังมีอัลกอริธึมคำนวณประสิทธิภาพพนักงาน และแสดงผลคะแนนในหน้าแอปพลิเคชันอีกด้วย

คณะผู้จัดทำได้ออกแบบและพัฒนาหน้าแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ให้มีฟังก์ชันพร้อมใช้งานสำหรับพนักงานและหน้าเว็บไซต์ให้มีฟังก์ชันพร้อมใช้งานสำหรับลูกค้า พัฒนาฐานข้อมูลบน Firebase ออกแบบแบบจำลองคลังวัสดุและเครื่องมือ เพื่อใช้ในการจัดสรรทรัพยากรของบริษัทให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด และออกแบบและพัฒนาอัลกอริธึมที่ใช้ในการแฉงงาน เพื่อคำนวณหาวิธีแฉงงานที่เหมาะสมที่สุดให้แก่พนักงานในการออกพื้นที่ปฏิบัติงานต่างๆ, อัลกอริธึมทางคณิตศาสตร์เพื่อคำนวณประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานในส่วนของกรอกเวลาที่คาดว่าจะเสร็จงาน (Expected Finish Time) ของทีมพนักงานและในส่วนของการยืม-คืนเครื่องมือของทีมพนักงาน ทำการเชื่อมต่อทุกส่วนเข้ากับฐานข้อมูล การทดสอบระบบรวมด้วยกรณีศึกษาโดยกำหนดให้มีการแฉงงานจำนวน 10 งาน ให้กับทีมพนักงาน 5 ทีมพบว่า อัลกอริธึมการแฉงงานให้กับทีมพนักงาน ใช้เวลาประมาณ 9 นาที, อัลกอริธึมคำนวณประสิทธิภาพการทำงานในส่วนของกรอก Expected Finish Time ของทีมพนักงาน ใช้เวลาประมาณ 2 นาที และอัลกอริธึมคำนวณประสิทธิภาพการทำงานในส่วนของกรอกยืม-คืนเครื่องมือของทีมพนักงาน ใช้เวลาประมาณ 2 นาที และในการทดสอบระบบรวมทั้งหมดทุกส่วนสามารถทำงานร่วมกันได้อย่างสมบูรณ์ตามที่ออกแบบไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## 5.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ

ระบบแฉกงานและจัดการทรัพยากรที่นำเสนอ นั้นยังมีข้อจำกัดดังต่อไปนี้

- ในส่วนหน้าเว็บไซต์ ยังไม่มีส่วนหน้าการใช้งานสำหรับพนักงาน ในส่วนนี้สามารถเพิ่มฟังก์ชันการใช้งานเพื่อให้เป็นทางเลือกในการเข้าถึงระบบแก่พนักงานได้
- ระบบคลังวัสดุที่จัดทำขึ้นนั้น ยังเป็นเพียงต้นแบบที่สร้างขึ้นมา วงจรการทำงานในส่วนฮาร์ดแวร์ของระบบยังมีปัญหาความล่าช้าในเรื่องการส่งข้อมูลจากเซนเซอร์ตรวจจับการมีอยู่ของเครื่องมือไปยังฐานข้อมูล



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## บรรณานุกรม

- [1] วิกีพีเดีย สารานุกรมเสรี. “ภาษาจาวา” <https://th.wikipedia.org/wiki/ภาษาจาวา>.
- [2] ทรงศักดิ์ โพธิ์เอี่ยม. “พื้นฐานภาษาจาวา”  
<https://sites.google.com/site/lllfejherh/phunthan-phas-a-cawa>.
- [3] จีระพงษ์ โพพันธ์. “รู้จักภาษาจาวา (JAVA)”  
<https://kru-it.com/java-programming/know-Java>.
- [4] MarcusCode. “Class” <http://marcuscode.com/lang/java/program-struct>.
- [5] MarcusCode. “Method” <http://marcuscode.com/lang/java/program-struct>.
- [6] MarcusCode. “Hello word program”  
<http://marcuscode.com/lang/java/programstruct>.
- [7] MarcusCode. “ผลลัพธ์ Hello World”  
<http://marcuscode.com/lang/java/programstruct>.
- [8] Saixii. “XML” <https://saixiii.com/what-is-xml/>.
- [9] วิกีพีเดีย สารานุกรมเสรี. “แอนดรอยด์ (ระบบปฏิบัติการ)”  
[https://th.wikipedia.org/wiki/แอนดรอยด์ \(ระบบปฏิบัติการ\)](https://th.wikipedia.org/wiki/แอนดรอยด์_(ระบบปฏิบัติการ)).
- [10] Bridget Poetker. “The Mobile Operating Systems That Matter in 2020 (+Effects on Development)” <https://learn.g2.com/mobile-operating-systems>.
- [11] ทศพล ต้นสมบัติ. “ระบบปฏิบัติการ ANDROID”  
<https://beerkung.wordpress.com/ระบบปฏิบัติการรุ่นล่าสุด/ระบบปฏิบัติการ android>.
- [12] Palm’s. “เริ่มต้นสร้าง Android Application พื้นฐานด้วย Android Studio (Lab 3SB04)”  
<https://medium.com/@palmz/เริ่มต้นสร้าง-android-application-พื้นฐานด้วย-android-studio-lab-3sb04-3fda43b07a1>.
- [13] ศุภชัย สมพานิช. คู่มือพัฒนาแอนดรอยด์แอปพลิเคชันด้วย Android Studio ฉบับสมบูรณ์. นนทบุรี : ไอทีซีฯ, 2562.
- [14.] ดร.ณัฐพล แสนคำ. “วิธีการใช้งาน Visual Studio Code.”  
<http://cs.bru.ac.th/สอนวิธีการใช้-visual-studio-code-2>.

[15] วรินดา นวนกัน. “ฐานข้อมูล (Database)” ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

<https://sites.google.com/site/thekhnoloyisarsnthesit/xngkh-prakxb-khxngthekhnoloyi-sarsnthes/than-khxmul-database>.

[16] ชไลเวท พิพัฒพรณวงศ์. “ประโยชน์ของฐานข้อมูล (Database)”

<https://www.9experttraining.com/articles/%E0%B8%A5-database>.

[17] Stories. “Cloud fire store คุณค่าที่คุณคู่ควร.”

<https://stories.sellzuki.co.th/cloud-firestore>.

[18] Aomkirby. “เริ่มต้นเขียน Firestore จาก 0 ด้วย JavaScript กันเถอะ!”

<https://medium.com/@aomkirby/%E0%B8%B0-b426940fc90e>.

[19] Firebase. “สวัสดิ์ Cloud Firestore.”

<http://www.somkiat.cc/hello-cloud-firestore>.

[20] Phankon Suksai. “ไมโครคอนโทรลเลอร์ คือ ?? มีประโยชน์อย่างไร”

<https://keil-cvi.com/%E0%B8%B7%E0%B8%AD/>.

[21] Robotsiam. “ESP32#1: รู้จักไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32”

<https://www.robotsiam.com/article/42/esp32-1-รู้จักไมโครคอนโทรลเลอร์-esp32>.

[22] AllNewStep. “#3 Arduino ESP32 การใช้งานบอร์ด Arduino ESP32 DOTI DEVKIT”

<https://www.allnewstep.com/article/144/3-arduino-esp32-การใช้งานบอร์ด-arduino-esp32-doti-devkit>.

[23] AllNewStep. “แนะนำบอร์ดทดลอง Arduino ESP32”

<https://www.myarduino.net/product/1149/esp32-nodemcu-esp-wroom-32-wi-fi-and-bluetooth-module-dual-core-consumption>.

[24] RoboticX. “ESP32-DOIT-DEVKIT-V1-PINOUT-30-GPIOS”

[https://roboticx.ps/?attachment\\_id=4630](https://roboticx.ps/?attachment_id=4630).

[25] Factomart. “Ultrasonic Sensor คืออะไร”

<https://mall.factomart.com/what-is-ultrasonic-sensor/>.

[26] Udomsak Boonprasart. “การใช้โมดูลตรวจจับสัญญาณและเซนเซอร์อัลตราโซนิก HC-SR04” <http://aimagin.com/blog/อัลตราโซนิก-hc-sr04/?lang=th>.

<http://aimagin.com/blog/อัลตราโซนิก-hc-sr04/?lang=th>.

[27] Factomart. “อัลตราโซนิก เซนเซอร์ (ULTRASONIC SENSORS)”

<https://www.supremelines.co.th/-ultrasonic-sensors.html>.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น มิใช่ให้ผู้เห็นไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

- [28] สุรียา ศรีวิเศษ. “เซ็นเซอร์อัลตราโซนิก”  
<https://sites.google.com/site/mikhorkhxnthorllexr1/sensexr-xaltra-so-nik>.
- [29] ioxhop. “สอนใช้งาน เซนเซอร์ วัดระยะทาง HC-SR04 HC-SR05 US-100 US-016”  
<https://www.myarduino.net/article/66/-hc-sr04-hc-sr05-us-100-us-016>.
- [30] Kapook. “หลอดไฟ LED คืออะไร มาไขข้อข้องใจกัน”  
<https://home.kapook.com/view86503.html>.
- [31] N. Makariye, "Towards shortest path computation using Dijkstra algorithm," 2017 International Conference on IoT and Application (ICIOT), 2017, pp. 1-3, doi: 10.1109/ICIOTA.2017.8073641.
- [32] L. Wenzheng, L. Junjun and Y. Shunli, "An Improved Dijkstra's Algorithm for Shortest Path Planning on 2D Grid Maps," 2019 IEEE 9th International Conference on Electronics Information and Emergency Communication (ICEIEC), 2019, pp. 438-441, doi: 10.1109/ICEIEC.2019.8784487.
- [33] Charika, J. and Jitendra, K. (2013). Optimization of Dijkstra's Algorithm. International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication 1(5): 479-484.
- [34] Greedy Algo-7. “Dijkstra's shortest path algorithm”  
<https://www.geeksforgeeks.org/dijkstras-shortest-path-algorithm-greedy-algo-7/>.
- [35] อัลกอริทึมของระบบมด “ระบบแผนที่ Google Maps (Ant Colony Algorithm)”  
<https://www.appdisqus.com/2015/02/06/algorithm-of-google-here-apple-maps.html>.
- [36] C. Chao-Hsien, G. JunHua, H. Xiang Dan, G. Qijun (2002) A heuristic ant algorithm for solving QoS multicast routing problem, in Proceedings of the 2002 congress on Evolutionary Computation, Honolulu, USA, pp. 1630–1635.
- [37] Maniezzo V., Gambardella L.M., de Luigi F. (2004) Ant Colony Optimization. In: New Optimization Techniques in Engineering. Studies in Fuzziness and Soft Computing, vol 141. Springer, Berlin, Heidelberg.  
[https://doi.org/10.1007/978-3-540-39930-8\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-540-39930-8_5).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น มิอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

- [38] O. Gokalp and A. Ugur, "Improving performance of ACO algorithms using crossover mechanism based on mean of pheromone tables," 2012 International Symposium on Innovations in Intelligent Systems and Applications, 2012, pp. 1-4, doi: 10.1109/INISTA.2012.6247022.
- [39] Ali Mirjalili. "How the Ant Colony Optimization algorithm works"  
<https://www.udemy.com/course/antcolonyoptimization/>.
- [40] T. Keskinturk and M. B. Yildirim, "A genetic algorithm metaheuristic for bakery distribution vehicle routing problem with load balancing," 2011 International Symposium on Innovations in Intelligent Systems and Applications, 2011, pp. 287-291, doi: 10.1109/INISTA.2011.5946077.
- [41] M. Dorigo, M. Birattari and T. Stutzle, "Ant colony optimization," in IEEE Computational Intelligence Magazine, vol. 1, no. 4, pp. 28-39, Nov. 2006, doi: 10.1109/MCI.2006.329691.
- [42] Jirawatee. "รู้จัก Cloud Functions for Firebase ตั้งแต่ Zero จนเป็น Hero".  
<https://medium.com/firebasethailand/รู้จัก-cloud-functions-for-firebase-ตั้งแต่-zero-จนเป็น-hero->
- [43] benjawan T. "มาใช้งาน Firebase Cloud Functions กัน".  
<https://medium.com/@benba/firebase-cloud-functions-250b3239db24>.
- [44] Jirawatee. "รู้จัก Firebase Hosting ตั้งแต่ Zero จนเป็น Hero".  
<https://medium.com/firebasethailand/รู้จัก-firebase-hosting-ตั้งแต่-zero-จนเป็น-hero-1f999edfe8ea>.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



คำสั่งโปรแกรมการทำงานของอัลกอริธึมการแจกงานให้กับทีมงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

โค้ดโปรแกรมสำหรับอัลกอริทึมการแจกงานให้กับทีมพนักงานแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่

1. โค้ดโปรแกรมส่วนของการแจกงานแบบสุ่ม

<https://drive.google.com/file/d/1yMa-yiAmMdxap6qp9jg39q2l4TlgQyZq/view?usp=sharing>

2. โค้ดโปรแกรมส่วนของการแจกงานโดยใช้อัลกอริทึมคำนวณเวลาการเดินทางเพื่อแจกงาน

[https://drive.google.com/file/d/1mhvp\\_W7m8WXV3uitqu2hJEUUNR0-zFnf/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1mhvp_W7m8WXV3uitqu2hJEUUNR0-zFnf/view?usp=sharing)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.