

การจัดสร้างแดชบอร์ดบนพื้นฐาน ArchestrA สำหรับโรงงานยุคดิจิทัล :
กรณีศึกษาระบบ Pick-and-Place

ArchestrA-BASED DASHBOARD IMPLEMENTATION FOR DIGITAL FACTORY :
A CASE STUDY OF PICK-AND-PLACE SYSTEM



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมอัตโนมัติ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2563

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.

ArchestrA-BASED DASHBOARD IMPLEMENTATION FOR DIGITAL FACTORY :
A CASE STUDY OF PICK-AND-PLACE SYSTEM



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN AUTOMATION ENGINEERING
SCHOOL OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2020

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.

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2563
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองปริญญานิพนธ์

หัวข้อปริญญานิพนธ์ การจัดสร้างแดชบอร์ดบนพื้นฐาน ArchestrA สำหรับโรงงานยุคดิจิทัล
: กรณีศึกษาระบบ Pick-and-Place

Thesis Title ArchestrA-Based Dashboard Implementation for Digital
Factory : A Case Study of Pick-and-Place System

นักศึกษา นายณัฐดนัย เอี่ยมสำอางค์ รหัสนักศึกษา 60010303
นางสาวณัฐนรี ดิสีทิธิเวช รหัสนักศึกษา 60010310
นายพิรุณสรณ์ ศรีพุ่มบาง รหัสนักศึกษา 60010724

ปริญญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชา วิศวกรรมการวัดและควบคุม
สาขาวิชา วิศวกรรมอัตโนมัติ
ปีการศึกษา 2563
อาจารย์ที่ปรึกษา รศ. ดร.ธีรวัฒน์ เทพนมณี

อาจารย์ที่ปรึกษา	ลายมือชื่อ
รศ. ดร.ธีรวัฒน์ เทพนมณี	ธี.ท.

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.

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การจัดสร้างแดชบอร์ดบนพื้นฐาน ArchestrA สำหรับโรงงานยุคดิจิทัล : กรณีศึกษาระบบ Pick-and-Place		
นักศึกษา	นายณัฐดนัย เอี่ยมสำอางค์	รหัสนักศึกษา	60010303
	นางสาวณัฐนรี ดิสิทธิเวช	รหัสนักศึกษา	60010310
	นายพิรุณสรณ์ ศรีพุ่มบาง	รหัสนักศึกษา	60010724
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ. ดร.ธีรวัฒน์ เทพมณี		
ปีการศึกษา	2563		

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้นำเสนอการจัดสร้างแดชบอร์ดบนพื้นฐาน ArchestrA สำหรับโรงงานยุคดิจิทัล ในการสาธิตการนำเทคโนโลยีไอโอทีและคลาวด์มาใช้งานสำหรับโรงงานยุคดิจิทัล เพื่อยกระดับประสิทธิภาพและความสามารถในการแข่งขันของอุตสาหกรรม โดยระบบ ‘Pick-and-Place’ ที่นำมาใช้เป็นกรณีศึกษาประกอบไปด้วย หุ่นยนต์สกรารุ่น DRS-40-L3 สำหรับหยิบและจัดวางสินค้าที่ถูกส่งชื่อโดยลูกค้า และสายพานลำเลียงที่ถูกควบคุมด้วยพีแอลซีรุ่น S7-1200 สำหรับเคลื่อนย้ายสินค้าที่ถูกส่งชื่อ ทั้งนี้ ได้มีการใช้ซอฟต์แวร์ ArchestrA เป็นแพลตฟอร์มสำหรับผลงานการทำงานของระบบ ‘Pick-and-Place’ เข้ากับการวางแผนการผลิตตามที่กำหนด รวมไปถึงการจัดสร้างแดชบอร์ดในการเฝ้าระวังข้อมูลที่สำคัญของระบบ ‘Pick-and-Place’ ซึ่งเกี่ยวข้องกับระบบเอ็มอีเอส โออีอี และอีอาร์พี นอกจากนี้ ยังมี การสร้างแอนดรอยด์แอปพลิเคชันสองตัว โดยใช้โปรแกรม Android Studio สำหรับการใช้งานผ่านช่องทางออนไลน์อีกด้วย แอปพลิเคชันตัวแรกใช้ชื่อว่า ‘Customer’ สร้างขึ้นสำหรับลูกค้าในการสั่งซื้อสินค้า ในขณะที่ แอปพลิเคชันตัวที่สองใช้ชื่อว่า ‘Administrator’ สร้างขึ้นสำหรับผู้บริหารในการเข้าถึงรายงานการผลิต ในปริญญานิพนธ์นี้มีการแสดงผลการทดลองแค่บางส่วน อันเนื่องมาจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโควิด-19 แต่อย่างไรก็ตาม ฟังก์ชันการทำงานที่สำคัญของแดชบอร์ดและแอปพลิเคชันที่สร้างขึ้นเป็นไปตามความต้องการที่กำหนดไว้

คำสำคัญ: AchestrA, แดชบอร์ด, โรงงานยุคดิจิทัล, แอปพลิเคชัน, Pick-and-Place

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.

Thesis Title	ArchestrA-Based Dashboard Implementation for Digital Factory : A Case Study of Pick-and-Place System		
Students	Mr. Natdanai Iamsamang	Student ID	60010303
	Ms. Nutnaree Deesittivate	Student ID	60010310
	Mr. Pirunsan Sripumbang	Student ID	60010724
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Dr. Teerawat Thepmanee		
Academic Year	2020		

ABSTRACT

This thesis presents an ArchestrA-based dashboard implementation to demonstrate how to use Internet of Things (IoT) and cloud technologies for digital factory to enhance effectiveness and competitiveness. The ‘Pick-and-Place’ system used as a case study consists of a selective compliance assembly robot arm (SCARA) robot modeled DRS-40-L3 for picking and placing the products ordered by customers and a conveyor controlled by a programmable logic controller (PLC) modeled S7-1200 for carrying the ordered products. The ArchestrA software is utilized as a system platform for integrating the ‘Pick-and-Place’ system operation into the specified production planning as well as for implementing dashboards to monitor the significant ‘Pick-and-Place’ system information related to manufacturing execution system (MES), overall equipment effectiveness (OEE), and enterprise resource planning (ERP). In addition, two Android applications are also created by using the Android studio program to provide users with online services. The first called ‘Customer’ is built for customers to order products, while the latter called ‘Administrator’ is built for an administrator to access production reports. Due to COVID-19 pandemic, only some experimental test results are included. However, major functions of the implemented dashboards and the created mobile applications are in agreement with the specified requirements.

Keywords: ArchestrA, dashboard, digital factory, mobile application, Pick-and-Place

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ทางคณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.ธีรวัฒน์ เทพนมณี อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์เป็นอย่างยิ่ง ที่ได้ให้โอกาสทางคณะผู้จัดทำทำปริญญานิพนธ์เล่มนี้ ทางคณะผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งใจและรู้สึกถึงความหวังดีจากท่านที่คอยให้ความรู้ ให้คำปรึกษา ให้คำแนะนำ และคอยช่วยเหลือแก้ไขข้อบกพร่องมาโดยตลอด ตั้งแต่เริ่มต้นจนปริญญานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วง โดยปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จเรียบร้อยไม่ได้หากไม่ได้ความเมตตา จาครองศาสตราจารย์ ดร.อัมพวัน จุลเสรีวงศ์ ที่ได้ให้การช่วยเหลือและคำแนะนำในการตรวจสอบปริญญานิพนธ์เล่มนี้ ทางคณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ประจำหลักสูตรวิศวกรรมอัตโนมัติทุกท่านที่คอยสั่งสอน และถ่ายทอดความรู้ทั้งทางด้านทฤษฎีและปฏิบัติ ซึ่งความรู้เหล่านั้นสามารถนำไปต่อยอด และประยุกต์ใช้ในการทำงานได้จริง

ขอกราบขอบพระคุณบิดามารดา ที่สนับสนุนและให้กำลังใจจนปริญญานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จด้วยดี คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากปริญญานิพนธ์เล่มนี้ ทางคณะผู้จัดทำขอน้อมบูชาพระคุณบิดามารดา และบูรพาจารย์ทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอนวิชาความรู้และให้ความเมตตาแก่ทางคณะผู้จัดทำมาโดยตลอด และเป็นกำลังใจสำคัญ ที่ทำให้ปริญญานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ.....	I
ABSTRACT	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VIII
สารบัญรูป	X
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญญานิพนธ์.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของปัญญานิพนธ์.....	2
1.3 ขอบเขตของปัญญานิพนธ์	2
1.4 ขั้นตอนการศึกษาและแผนการดำเนินงาน.....	4
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
1.6 รายละเอียดของปัญญานิพนธ์.....	5
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง	6
2.1 กล่าวนำ	6
2.2 โรงงานดิจิทัล.....	6
2.3 ระบบสกาตา	6
2.3.1 ส่วนประกอบของระบบสกาตา	7
2.3.2 ฐานข้อมูลของระบบสกาตา	7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้ในการเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.3.3 แดชบอร์ด.....	7
2.4 การดำเนินการผลิตและประสิทธิภาพโดยรวมของระบบ	8
2.5 ระบบการวางแผนทรัพยากร	10
2.6 เทคโนโลยีไอโอทีและระบบคลาวด์.....	11
2.6.1 โพรโทคอล Modbus TCP	11
2.6.2 ไอโอทีเกตเวย์รุ่น IOT2040.....	12
2.6.3 Node-RED.....	13
2.6.4 Firebase.....	14
2.6.5 Android Studio.....	14
บทที่ 3 การจัดสร้างแดชบอร์ดบนพื้นฐาน ArchestrA ที่นำเสนอ	15
3.1 กล่าวนำ	15
3.2 แนวคิดการจัดสร้างแดชบอร์ดสำหรับโรงงานยุคดิจิทัลที่นำเสนอ.....	15
3.3 ภาพรวมของระบบ Pick-and-Place ที่ศึกษา	20
3.3.1 รายละเอียดภาพรวมของระบบสาธิตเดิม	20
3.3.2 การปรับปรุงในระบบสาธิตเดิม	27
3.4 การจัดสร้างแดชบอร์ดบนพื้นฐาน ArchestrA.....	32
3.4.1 การสร้างแดชบอร์ดสำหรับระบบ OEE	32
3.4.2 การสร้างแดชบอร์ดสำหรับระบบ MES	36
3.4.3 การสร้างแดชบอร์ดสำหรับระบบ ERP	37
3.5 การนำไอโอทีเกตเวย์รุ่น IOT2040 มาใช้ในการเก็บและรับ-ส่งข้อมูล.....	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.5.1 การใช้โปรโตคอล Modbus TCP ในการเชื่อมต่อ	38
3.5.2 การรับ-ส่งข้อมูลระหว่างคลาวด์และ Node-RED.....	39
3.5.3 การสร้างแดชบอร์ดใน Node-RED	40
3.5.4 เงื่อนไขการทำงานของระบบที่จัดสร้างขึ้นด้วย Node-RED	43
3.6 การรับ-ส่งข้อมูลผ่านคลาวด์	44
3.7 การสร้างแอนดรอยด์แอปพลิเคชันสำหรับลูกค้าและสำหรับโรงงานผู้ผลิต ในส่วนของผู้บริหาร.....	46
3.7.1 การสร้างแอปพลิเคชันบนโปรแกรม Android Studio	46
3.7.2 การเชื่อมต่อคลาวด์ Firebase ในโปรแกรม Android Studio	47
3.7.3 การออกแบบแอปพลิเคชันสำหรับของลูกค้า.....	50
3.7.4 การออกแบบแอปพลิเคชันสำหรับโรงงานผู้ผลิตในส่วนของผู้บริหาร.....	57
3.7.5 แผนผังกระบวนการสร้างแอปพลิเคชันสำหรับของลูกค้า	58
3.7.6 แผนผังกระบวนการทำงานของแอปพลิเคชันสำหรับโรงงานผู้ผลิต ในส่วนของผู้บริหาร.....	60
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน	61
4.1 กล่าวนำ	61
4.2 แดชบอร์ดที่ถูกจัดสร้างขึ้นบน ArchestrA.....	61
4.2.1 OEE แดชบอร์ด	61
4.2.2 MES แดชบอร์ด.....	65
4.2.3 ERP แดชบอร์ด.....	70
4.2.4 Production แดชบอร์ด	74

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.2.5 Menu bar	76
4.3 แดชบอร์ดที่จัดสร้างขึ้นด้วย Node-RED	76
4.4 Firebase	78
4.5 แอนดรอยด์แอปพลิเคชัน	79
4.5.1 Customer	79
4.5.2 Administrator	87
บทที่ 5 สรุป ปัญหาและข้อเสนอแนะ	90
5.1 บทสรุป	90
5.2 ปัญหาและอุปสรรค	90
5.3 ข้อเสนอแนะ	91
เอกสารอ้างอิง	92
ภาคผนวก ก	94

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 ภาพรวมของแผนการดำเนินงานทั้งหมด	4
3.1 ค่าพารามิเตอร์ของ OEE	35
3.2 Address ที่ใช้ในการสื่อสารด้วยโปรโตคอล Modbus TCP	39
3.3 ส่วนของข้อมูลที่ใช้ในการเก็บข้อมูลบน Firebase.....	45
4.1 รายละเอียดหน้ากราฟิกในหน้า OEE	62
4.2 การตรวจสอบและทดสอบในโรงงานของ KPI แดชบอร์ด.....	63
4.3 การตรวจสอบและทดสอบในโรงงานของ Production Overview.....	64
4.4 รายละเอียดหน้ากราฟิกในหน้า MES.....	66
4.5 การตรวจสอบและทดสอบในโรงงานของ Machine Information.....	67
4.6 การตรวจสอบและทดสอบในโรงงานของ Machine Monitoring.....	67
4.7 การตรวจสอบและทดสอบในโรงงานของ Trend Over Time.....	68
4.8 การตรวจสอบและทดสอบในโรงงานของ Production Planning and Control.....	69
4.9 การตรวจสอบและทดสอบในโรงงานของ Recent Order List.....	72
4.10 การตรวจสอบและทดสอบในโรงงานของ Inventory List.....	72
4.11 การตรวจสอบและทดสอบในโรงงานของ Daily Report	73
4.12 การตรวจสอบและทดสอบในโรงงานของ Order Tracking Page	73
4.13 การตรวจสอบและทดสอบในโรงงานของ Production Control.....	74
4.14 การตรวจสอบและทดสอบในโรงงานของ Quality Report.....	75
4.15 การตรวจสอบและทดสอบในโรงงานของ Production Plan	75
4.16 การตรวจสอบและทดสอบในโรงงานของ Menu bar.....	76
4.17 รายละเอียดของหน้าแดชบอร์ด โดยอ้างอิงจากรูปที่ 4.5	77
4.18 การตรวจสอบและทดสอบในโรงงานของ Node-RED แดชบอร์ด.....	78
4.19 การตรวจสอบและทดสอบในโรงงานของ Firebase	78
4.20 ข้อกำหนดทางเทคนิคของกราฟิกในหน้า Home ของแอปพลิเคชันของลูกค้า	80
4.21 ข้อกำหนดทางเทคนิคของกราฟิกในหน้า Order ของแอปพลิเคชันของลูกค้า.....	81
4.22 ข้อกำหนดทางเทคนิคของกราฟิกในหน้า Your Order Number ของแอปพลิเคชันของลูกค้า.....	83

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.23 ข้อกำหนดทางเทคนิคของกราฟิกในหน้า Track ของแอปพลิเคชันของลูกค้า	84
4.24 ข้อกำหนดทางเทคนิคของกราฟิกในหน้า Recheck ของแอปพลิเคชันของลูกค้า	85
4.25 ข้อกำหนดทางเทคนิคของกราฟิกในหน้า Tracking status ของแอปพลิเคชันของลูกค้า	86
4.26 การตรวจสอบและทดลองในโรงงานของ Customer	86
4.27 ข้อกำหนดทางเทคนิคของแอปพลิเคชันของโรงงานผู้ผลิตในส่วนของผู้บริหาร	87
4.28 การตรวจสอบและทดลองในโรงงานของ Administrator	89



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IX

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 ตัวอย่างแดชบอร์ด	8
2.2 การเชื่อมโยงของระบบการวางแผนทรัพยากร	11
2.3 ส่วนประกอบชุดข้อมูลของ Modbus TCP เทียบกับ Modbus RTU.....	12
2.4 กล้องไอโอทีเกตเวย์รุ่น IOT2040.....	13
2.5 เครื่องหมายการค้าของ Node-RED	13
2.6 เครื่องหมายการค้าของ Firebase.....	14
2.7 เครื่องหมายการค้าของ Android Studio.....	14
3.1 แนวคิดและภาพรวมของระบบสาธิตเดิม.....	16
3.2 แนวคิดและภาพรวมของระบบ Pick-and-Place ที่ต้องการ.....	17
3.3 พีระมิดอัตโนมัติอ้างอิงจากมาตรฐาน ISA-95.....	18
3.4 พีระมิดอัตโนมัติที่อ้างอิงจากมาตรฐาน ISA-95 เปรียบเทียบกับระบบที่ศึกษา.....	19
3.5 ภาพรวมของระบบสาธิตเดิม.....	21
3.6 โครงสร้างของระบบลำเลียง.....	22
3.7 แบบของสายพานลำเลียงพร้อมตำแหน่งของเซนเซอร์และเอชเอ็มไอ.....	23
3.8 แบบตู้ควบคุมของระบบ Pick-and-Place เดิม	24
3.9 Wiring Diagram 1 สำหรับระบบลำเลียง.....	25
3.10 Wiring Diagram 2 สำหรับระบบลำเลียง.....	26
3.11 I/O List ของพีแอลซี S7-1200	27
3.12 แนวคิดของการจัดสร้างระบบ Pick-and-Place.....	28
3.13 โครงสร้าง Network Architecture	29
3.14 แบบพิมพ์สามมิติตัวกันสินค้าที่จัดทำโดย SOLIDWORKS	30
3.15 แบบพิมพ์สามมิติสกรูตัวกันสินค้าที่จัดทำโดย SOLIDWORKS.....	30
3.16 กล้อง IOT2040.....	31
3.17 แบบตู้ควบคุมของระบบ Pick-and-Place ใหม่.....	31
3.18 โครงสร้างของหน้าแดชบอร์ดสำหรับระบบ OEE	32
3.19 โครงสร้างของหน้าแดชบอร์ดสำหรับระบบ MES.....	36
3.20 โครงสร้างของหน้าแดชบอร์ดสำหรับระบบ ERP.....	37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.21 กล่อง IOT2040 ที่เชื่อมต่อกับระบบจริง.....	38
3.22 โมดูลส่วนเสริมสำหรับ Firebase.....	40
3.23 การระบุที่อยู่และเส้นทาง	40
3.24 โมดูลส่วนเสริมสำหรับแดชบอร์ด.....	41
3.25 แดชบอร์ดที่ถูกออกแบบภายใน Node-RED.....	41
3.26 การเขียนโปรแกรมเพื่อแสดงผลแดชบอร์ดใน Node-RED	42
3.27 ภาพรวมโปรแกรมทั้งหมดภายใน Node-RED	43
3.28 การเก็บข้อมูลบน Firebase	44
3.29 หน้าเริ่มต้น Android Studio.....	46
3.30 หน้าเริ่มสร้าง Android Studio.....	46
3.31 การตั้งชื่อและเลือก Template.....	47
3.32 หน้าต่าง Tools ภายใน Android Studio.....	47
3.33 การเลือกประเภทฐานข้อมูลภายใน Android Studio.....	48
3.34 การเลือกประเภทฐานข้อมูล Firebase.....	48
3.35 อีเมลที่ได้ทำการสร้างฐานข้อมูล Firebase.....	49
3.36 การสร้างฐานข้อมูล Firebase	49
3.37 หน้าแสดงผล Android Studio เชื่อมต่อกับ Firebase	50
3.38 ความละเอียดของหน้าจอของลูกค้า.....	51
3.39 การออกแบบแอปพลิเคชันสำหรับของลูกค้าหน้า Home	52
3.40 การออกแบบแอปพลิเคชันสำหรับของลูกค้าหน้า Order	53
3.41 การออกแบบแอปพลิเคชันสำหรับของลูกค้าหน้า Track.....	54
3.42 การออกแบบแอปพลิเคชันสำหรับของลูกค้าหน้า Your Order Number	55
3.43 การออกแบบแอปพลิเคชันสำหรับของลูกค้าหน้า Tracking Status.....	56
3.44 การออกแบบแอปพลิเคชันสำหรับของลูกค้าหน้า Recheck.....	57
3.45 ความละเอียดของหน้าจอโรงงานผู้ผลิตในส่วนของผู้บริหาร	57
3.46 การออกแบบแอปพลิเคชันสำหรับโรงงานผู้ผลิตในส่วนของผู้บริหาร.....	58
3.47 แผนผังกระบวนการสร้างแอปพลิเคชันสำหรับของลูกค้า	59

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.48 แผนผังกระบวนการสร้างแอปพลิเคชันสำหรับโรงงานผู้ผลิตในส่วนของผู้บริหาร	60
4.1 หน้าแสดงผลของระบบ OEE	61
4.2 หน้าแสดงผลของระบบ MES	65
4.3 หน้าแสดงผลของระบบ ERP	70
4.4 หน้าต่างตรวจสอบสถานะคำสั่งซื้อ	71
4.5 แดชบอร์ดภายใน Node-RED	76
4.6 หน้าแอปพลิเคชันของลูกค้า Home	80
4.7 หน้าแอปพลิเคชันของลูกค้า Order	81
4.8 หน้าแอปพลิเคชันของลูกค้า Your Order Number	82
4.9 หน้าแอปพลิเคชันของลูกค้า Track	83
4.10 หน้าแอปพลิเคชันของลูกค้า Recheck	84
4.11 หน้าแอปพลิเคชันของลูกค้า Tracking Status	85
4.12 หน้าแอปพลิเคชันของโรงงานผู้ผลิตในส่วนของผู้บริหาร	87
1ก แอปพลิเคชันสำหรับลูกค้า และสำหรับโรงงานผู้ผลิตในส่วนของผู้บริหาร	95
2ก หน้า Home ของแอปพลิเคชันสำหรับลูกค้า	95
3ก หน้า Order ของแอปพลิเคชันสำหรับลูกค้า	96
4ก ตัวอย่างการกรอกข้อมูลหน้า Order ของแอปพลิเคชันสำหรับลูกค้า	96
5ก หน้า Your Order Number ของแอปพลิเคชันสำหรับลูกค้า	97
6ก ข้อมูลคำสั่งซื้อได้ถูกส่งมาที่ Firebase	97
7ก การประมวลผลข้อมูลของ Node-RED และส่งไปยังระบบ Pick-and-Place	98
8ก ระบบ Pick-and-Place ทำการผลิตตามจำนวนคำสั่งซื้อ	98
9ก หน้าแดชบอร์ด OEE ที่ Workstation (Engineering/Operator)	99
10ก หน้าแดชบอร์ด MES ที่ Workstation (Engineering/Operator)	99
11ก หน้าแดชบอร์ด ERP ที่ Workstation (Engineering/Operator)	100
12ก หน้า Track ของแอปพลิเคชันสำหรับลูกค้า	100
13ก หน้า Recheck ของแอปพลิเคชันสำหรับลูกค้า	101

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
14ก หน้า Tracking Status ของแอปพลิเคชันสำหรับลูกค้า	101
15ก หน้าของแอปพลิเคชันโรงงานผู้ผลิตในส่วนของผู้บริหาร	102



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

XIII

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 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญญานิพนธ์

ในปัจจุบันเทคโนโลยีมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ซึ่งส่งผลกับความต้องการของผู้บริโภคในการบริโภคสินค้า ไปจนถึงการผลิตในอุตสาหกรรมการผลิตที่ต้องมีการปรับตัวเพื่อเข้าสู่ยุคดิจิทัล

ยุคดิจิทัล คือ การนำเทคโนโลยีและนวัตกรรมใหม่ ๆ ที่เกิดขึ้นมารวมกัน เพื่อให้เกิดความสะดวกสบายและตอบสนองตามความต้องการของมนุษย์ โดยยุคดิจิทัลกำลังให้ความสำคัญกับทุกสิ่ง ไม่ว่าจะเป็นทางด้านสาธารณสุข โภค การใช้ชีวิตประจำวันของคนทั่วไป เช่น สมาร์ทโฟน แท็บเล็ต พีซี และแล็ปท็อป นอกจากนี้ ยุคดิจิทัลยังได้ส่งผลกระทบต่ออุตสาหกรรมการผลิตด้วย โดยดิจิทัลที่มีส่วนที่เข้าไปเกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมการผลิตถูกเรียกรวมว่า “โรงงานดิจิทัล” (Digital Factory) [1]

โรงงานดิจิทัล หมายถึง การรวมกันของเทคโนโลยีมากมาย เช่น ไอโอที (Internet of Things: IoT) หุ่นยนต์ ปัญญาประดิษฐ์ และความสามารถในการวิเคราะห์ผ่าน Big Data ซึ่งในโรงงานการผลิต สิ่ง que ผู้บริหารต้องการทราบ คือ ข้อมูลในกระบวนการผลิต ในรูปแบบของการรายงานผลแบบเข้าใจง่าย โดยสามารถเห็นภาพได้ภายในหน้าเดียว และเป็นข้อมูลที่มีการอัปเดตอย่างสม่ำเสมอ หรือ “แดชบอร์ด” (Dashboard) เพื่อให้ผู้บริหารสามารถตัดสินใจทางด้านการธุรกิจได้อย่างทันเวลา โดยข้อมูลที่สำคัญสำหรับโรงงานของผู้ผลิตในส่วนของผู้บริหารในการนำไปเป็นส่วนช่วยในการตัดสินใจทางด้านการธุรกิจมี 3 ส่วน คือ

1. การรายงานระบบดำเนินการผลิต หรือเอ็มอีเอส (Manufacturing Execution System: MES) ซึ่งประกอบไปด้วย

1.1 การวางแผนและควบคุมการผลิต หรือพีพีซี (Production Planning and

Control: PPC)

1.2 ส่วนการควบคุมคุณภาพ หรือคิวซี (Quality Control: QC)

1.3 ส่วนของการบำรุงรักษา (Maintenance)

1.4 ข้อมูลบัญชีสิ่งของที่คงเหลืออยู่ในคลัง (Inventory)

2. การรายงานประสิทธิผลโดยรวมของระบบ หรือโออีอี (Overall Equipment Effectiveness: OEE) ซึ่งประกอบไปด้วย

2.1 ค่าความพร้อมใช้งาน (Availability: A)

2.2 ค่าประสิทธิภาพของระบบ (Performance: P)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ค่าอัตราคุณภาพ (Quality: Q)

3. การรายงานระบบวางแผนทรัพยากร หรืออีอาร์พี (Enterprise Resource Planning: ERP)

ได้มีการสรุปผลของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับ ERP เช่น สรุประบบ MES, OEE รายวัน เป็นต้น โดยการรายงานผลข้างต้นถือเป็นข้อมูลที่สำคัญสำหรับผู้บริหารในโรงงานผู้ผลิต เพื่อช่วยในการตัดสินใจได้ทันเวลา และให้การบริหารโรงงานเป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากที่กล่าวมาจึงได้มีการจำลองโรงงานดิจิทัลด้วยระบบ Pick-and-Place ที่ศึกษาซึ่งประกอบด้วย สายพานลำเลียงที่ถูกควบคุมด้วยพีแอลซี (Programmable Logic Controller: PLC) และหุ่นยนต์สกร่า (Selective Compliance Assembly Robot Arm: SCARA) เพื่อใช้ในการหยิบจับสินค้าและทำการเก็บข้อมูลจากระบบ เพื่อนำไปวิเคราะห์ผล สรุปผล และรายงานผลในรูปแบบของแดชบอร์ดผ่านโปรแกรม ArchestrA โดยแดชบอร์ดถูกแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ MES, OEE, และ ERP นอกจากนี้ได้มีการสร้างแอนดรอยด์ แอปพลิเคชันสองแอปพลิเคชันสำหรับลูกค้าในการสั่งซื้อสินค้า และสำหรับโรงงานผู้ผลิตในส่วนของผู้บริหาร เพื่อทำการรายงานประสิทธิภาพการทำงานของระบบ โดยทั้งสองแอปพลิเคชันถูกใช้งานบนสมาร์ตโฟนเพื่อให้ตอบสนองกับความต้องการของยุคดิจิทัลและโรงงานดิจิทัล

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

1. จัดสร้างแดชบอร์ดสำหรับระบบ MES, OEE และ ERP บนโปรแกรม ArchestrA โดยมีระบบ Pick-and-Place เป็นกรณีศึกษาซึ่งมีการใช้ไอโอทีเกตเวย์ยี่ห้อ Siemens รุ่น IOT2040 เป็นอุปกรณ์รับ-ส่งข้อมูลระหว่าง Workstation (Engineering/Operator) ที่มีการประมวลผลด้วยโปรโตคอล Modbus TCP ไปยังระบบคลาวด์แพลตฟอร์ม Firebase ที่มีการประมวลผลด้วยโปรโตคอล HTTP ขยายเพิ่มใน System Architecture
2. สร้างแอนดรอยด์แอปพลิเคชันบนโปรแกรม Android Studio สำหรับลูกค้าเพื่อการสั่งซื้อสินค้าสำหรับลูกค้า
3. สร้างแอนดรอยด์แอปพลิเคชันบนโปรแกรม Android Studio สำหรับโรงงานผู้ผลิตในส่วนของผู้บริหาร เพื่อการรายงานผลการดำเนินงาน สำหรับโรงงานผู้ผลิตในส่วนของผู้บริหาร

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

1. ปรับปรุงชุดจำลองกระบวนการผลิตตามความต้องการที่แตกต่าง (Mass-Customized Production) เพื่อเป็นกรณีศึกษาในระบบ Pick-and-Place โดยในกระบวนการผลิตได้นำขวดพลาสติกมาใช้เป็นผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกอบไปด้วย

- พุ่นยนต์สกรารุ่น DRS-40-L3 ในการหยิบจับผลิตภัณฑ์ลงในสายพานลำเลียงและหยิบจับผลิตภัณฑ์ลงบรรจุภัณฑ์ที่ติดตั้งตัวกำเนิดสุญญากาศ (Vacuum Ejector)

- สายพานลำเลียงที่ควบคุมด้วยพีแอลซียี่ห้อ Siemens รุ่น S7-1200

2. จัดสร้างแดชบอร์ดสำหรับระบบ MES

ประกอบไปด้วย

- จอแสดงผลกราฟิกสำหรับการปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับ PPC, QC, Maintenance, และ Inventory

- รายละเอียดของกราฟิกตามข้อกำหนดที่ออกแบบไว้

3. จัดสร้างแดชบอร์ดสำหรับระบบ OEE

ประกอบไปด้วย

- จอแสดงผลกราฟิกสำหรับการปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับพารามิเตอร์ OEE

- รายละเอียดของกราฟิกตามข้อกำหนดที่ออกแบบไว้

4. จัดสร้างแดชบอร์ดสำหรับระบบ ERP

ประกอบไปด้วย

- การแสดงผลกราฟิกที่เกี่ยวข้องกับพารามิเตอร์ ERP เช่น สรุปผลระบบ MES, OEE

รายวัน ผ่านช่องทางไอโอทีเกตเวย์

- รายละเอียดของกราฟิกตามข้อกำหนดที่ออกแบบไว้

5. สร้างแอปพลิเคชันเพื่อการสั่งซื้อสินค้าสำหรับลูกค้า

ประกอบไปด้วย

- การสร้างแอนดรอยด์แอปพลิเคชันบนโปรแกรม Android Studio

- จอแสดงผลกราฟิกสำหรับลูกค้าที่เกี่ยวข้องกับการสั่งซื้อ และติดตามสถานะของสินค้า

- รายละเอียดของกราฟิกตามข้อกำหนดที่ออกแบบไว้

6. สร้างแอปพลิเคชันเพื่อการรายงานผลการทำงานสำหรับโรงงานผู้ผลิตในส่วนของผู้บริหาร

ประกอบไปด้วย

- การสร้างแอนดรอยด์แอปพลิเคชันบนโปรแกรม Android Studio

- จอแสดงผลกราฟิกสำหรับการปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับ OEE และ Machine Status

- รายละเอียดของกราฟิกตามข้อกำหนดที่ออกแบบไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ขั้นตอนการศึกษาและแผนการดำเนินงาน

1. ศึกษาความเป็นไปได้ และจัดทำเอกสารทางวิศวกรรมเบื้องต้น
2. ออกแบบรายละเอียดงานวิศวกรรม และดำเนินการ
3. ติดตั้งและทดสอบการทำงานระบบปรับปรุงแก้ไข และจัดทำปริญญานิพนธ์

ตารางที่ 1.1 ภาพรวมของแผนการดำเนินงานทั้งหมด

กิจกรรม	ปี 2563 - 2564											
	มิ.ย. 63	ก.ค. 63	ส.ค. 63	ก.ย. 63	ต.ค. 63	พ.ย. 63	ธ.ค. 63	ม.ค. 64	ก.พ. 64	มี.ค. 64	เม.ย. 64	พ.ค. 64
1. ศึกษาความเป็นไปได้ และจัดทำเอกสารทางวิศวกรรมเบื้องต้น												
2. ออกแบบรายละเอียดงานวิศวกรรม และดำเนินการ												
3. ติดตั้งและทดสอบการทำงานระบบปรับปรุงแก้ไข และจัดทำปริญญานิพนธ์												

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถทำการสั่งซื้อและการผลิตสินค้าได้ในระบบเดียวกัน
2. สามารถแสดงข้อมูลของระบบ MES, OEE, และ ERP ได้ผ่านแดชบอร์ดบนโปรแกรม Archestra
3. สามารถแสดงข้อมูลของระบบ OEE และ Machine Status ผ่านแอปพลิเคชันสำหรับโรงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. สามารถทำการสั่งซื้อ และติดตามสถานะของสินค้าผ่านแอปพลิเคชันของลูกค้าได้
5. สามารถแสดงค่าประสิทธิภาพการทำงานของระบบผ่านแอปพลิเคชันของผู้ผลิตในส่วนของผู้บริหารได้
6. สามารถลดขั้นตอนที่ต้องใช้มนุษย์ในการทำลงได้ในกระบวนการผลิต
7. การบริหารจัดการข้อมูลมีความสะดวกสบายมากขึ้น

1.6 รายละเอียดของปฏิญานิพนธ์

ปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 5 บทด้วยกันคือ

บทที่ 1 บทนำเป็นการกล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา วัตถุประสงค์ ขอบเขต และรายละเอียดของปฏิญานิพนธ์

บทที่ 2 เป็นการกล่าวถึงทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้องกับการจัดสร้างแดชบอร์ดบนพื้นฐาน ArchestrA สำหรับโรงงานยุคดิจิทัลที่มีระบบ Pick-and-Place เป็นกรณีศึกษา

บทที่ 3 การดำเนินการที่น่าเสนอ โดยกล่าวถึงโครงสร้างของระบบ Pick-and-Place การจัดการการสื่อสารของข้อมูล การจัดสร้างแดชบอร์ดบนพื้นฐาน ArchestrA และการจัดทำแอปพลิเคชันสำหรับสมาร์ตโฟนที่มีระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

บทที่ 4 สรุปผลในรูปแบบของตาราง Factory Acceptance Test (FAT) และยกตัวอย่างการทำงานของระบบพร้อมรูปภาพประกอบการอธิบาย

บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินการ โดยกล่าวถึงปัญหาอุปสรรคที่พบ และข้อเสนอแนะวิธีการแก้ไข ปัญหาเหล่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 กล่าวนำ

ในบทที่ 2 เป็นกล่าวถึงทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ ที่เชื่อมโยงกับบริภูณานิพนธ์เล่มนี้ ได้แก่ โรงงานงานดิจิทัล ระบบสกาดา การดำเนินการผลิตและประสิทธิผลโดยรวมของระบบ ระบบการวางแผนทรัพยากร และเทคโนโลยีไอโอทีและระบบคลาวด์

2.2 โรงงานดิจิทัล [1]

โรงงานดิจิทัล ประกอบด้วยเทคโนโลยีดิจิทัลมากมาย เช่น ไอโอที (Internet of Things: IoT) หุ่นยนต์และปัญญาประดิษฐ์และความสามารถในการวิเคราะห์ผ่าน Big Data เทคโนโลยีเหล่านี้เป็นเสาหลักของอุตสาหกรรม 4.0 ซึ่งรวมเข้าด้วยกันเพื่อให้เกิดรูปแบบของอุตสาหกรรมใหม่ โดยอุตสาหกรรมต้องติดตั้งโปรแกรม และมีการเชื่อมต่อเข้าด้วยกัน โดย Big Data คือ ข้อมูลขนาดใหญ่ในระบบการผลิตอัจฉริยะ ซึ่งถือเป็นข้อมูลจำนวนมากเนื่องจากถูกสร้างขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยนำข้อมูลมาจากเครื่องจักร เซนเซอร์รอบข้าง หรือตัวควบคุมระบบการผลิต เป็นต้น โดยมีรูปแบบของข้อมูลให้เลือกมากมาย เช่น รูปแบบของสัญญาณ หรือบันทึกข้อมูลหลักของข้อมูลผู้ใช้ ที่ป้อนด้วยตนเอง เป็นต้น

2.3 ระบบสกาดา [2]

ระบบสกาดา (SCADA: Supervisory Control and Data Acquisition) เป็นระบบที่รวมลักษณะการทำงานของ การสื่อสารข้อมูลผ่านเครือข่าย ที่สามารถตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูลแบบทันทีที่ใช้สำหรับการตรวจสอบสถานะรวมถึงการควบคุมการทำงานของระบบในอุตสาหกรรมและงานวิศวกรรมต่าง ๆ ที่มีหน่วยควบคุมอยู่ไกลกับกระบวนการผลิต นอกจากนี้ ระบบสกาดายังสามารถทำหน้าที่ในการคำนวณและประมวลผลข้อมูลที่ได้จากฮาร์ดแวร์ต่าง ๆ เพื่อนำข้อมูลมาแสดงผ่านหน้าจอ หรือส่งสัญญาณควบคุมฮาร์ดแวร์ โดยการส่งงานผ่านพีแอลซีหรือ Controller ที่ติดเชื่อมต่ออยู่ รวมทั้งระบบสกาดายังสามารถเก็บรวบรวมข้อมูลจากกระบวนการการควบคุมทั้งหมดไว้ในฐานข้อมูลได้ เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานหรือโปรแกรมอื่นสามารถนำไปใช้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1 ส่วนประกอบของระบบสกาดา

1. Field Instrumentation เป็นส่วนของเครื่องมือหรือเซนเซอร์ที่เชื่อมต่อกับเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่ถูกควบคุมหรือตรวจสอบ โดยเปลี่ยนค่าปริมาณทางฟิสิกส์ เช่น ความเร็ว ให้เป็นปริมาณทางไฟฟ้า ซึ่งอาจเป็นสัญญาณแบบแอนะล็อกหรือดิจิทัลก็ได้ตามความต้องการของระบบ

2. Remote Station เป็นส่วนที่ทำการรวบรวมข้อมูลจากเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ และส่งไปยังศูนย์กลางระบบสกาดา

3. Communication Network เป็นการส่งข้อมูลดิจิทัลระหว่างสถานที่หนึ่งไปยังสถานที่หนึ่ง โดยผ่านตัวกลางในการติดต่อสื่อสาร เช่น สายเคเบิล คลื่นวิทยุ

4. Central Monitoring Station (CMS) เป็นศูนย์กลางระบบสกาดา โดยรับข้อมูลมาประมวลผลและทำการแสดงกระบวนการบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ ซึ่งประกอบด้วยซอฟต์แวร์ และฮาร์ดแวร์

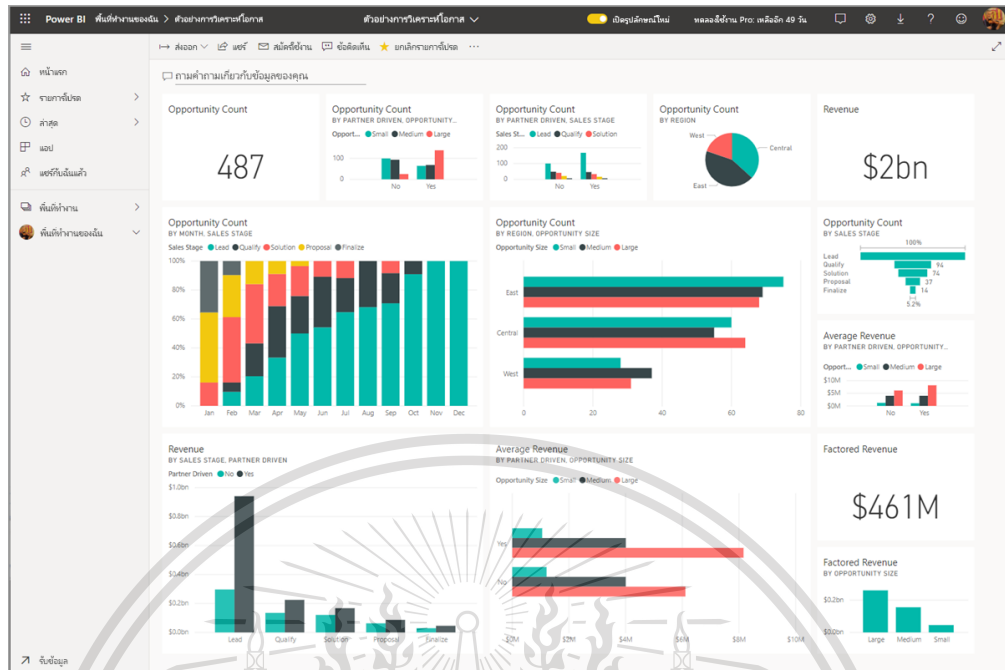
2.3.2 ฐานข้อมูลของระบบสกาดา

1. Real-time Database Servers เป็นระบบฐานข้อมูลที่ใช้จัดการและเก็บค่าของกระบวนการ ณ เวลาปัจจุบันในขณะใด ๆ ค่า Real-time เปลี่ยนแปลงไปตามสภาพของกระบวนการที่เปลี่ยนแปลงไปตามเวลา

2. Historical Database Servers เป็นระบบฐานข้อมูลที่ใช้จัดการและจัดเก็บค่า Historical Data ของกระบวนการเพื่อใช้ในการ Trending, Logging, Statistic, และ Report

2.3.3 แดชบอร์ด [3,4]

แดชบอร์ด คือ หน้ากระดานที่ใช้ในการสรุปข้อมูลแบบ Executive ในมุมมองต่าง ๆ เพื่อให้สามารถดูได้ง่าย ๆ ใช้เวลาในการตีความสั้น ๆ และสามารถตอบโจทย์ในทางธุรกิจได้ ใช้ในการติดตามเรื่องที่สนใจ เพื่อให้เห็นการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลที่เป็นไปอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา โดยทั่วไปการสร้างแดชบอร์ดสามารถทำได้จากหลายเครื่องมือ อาทิเช่น Excel, PowerMap, ArchestrA และโปรแกรมอื่น ๆ ที่มีเครื่องมือรองรับ



รูปที่ 2.1 ตัวอย่างแดชบอร์ด

2.4 การดำเนินการผลิตและประสิทธิภาพโดยรวมของระบบ

ระบบการดำเนินการผลิต หรือ Manufacturing Execution System (MES) เป็นระบบที่เชื่อมต่อกับสายการผลิต เพื่อติดตามและควบคุมการทำงานการผลิตที่ซับซ้อนทำให้เกิดการไหลลื่นของกระบวนการในพื้นที่การผลิต โดยมีจุดประสงค์หลัก เพื่อให้เกิดความมั่นใจในประสิทธิภาพการผลิตของการผลิตในปัจจุบัน และพัฒนากระบวนการผลิตได้อย่างยั่งยืน โดยระบบ MES สามารถติดตามข้อมูลที่ได้จากการผลิตอย่างทันทั่วทั้งที่ ซึ่งข้อมูลดังกล่าวนี้ทำให้ทราบถึงความสามารถของระบบการผลิต การบริหารงานด้านวัตถุดิบ การควบคุมสินค้าระหว่างผลิต และกิจกรรมหลักอื่น ๆ ในสายการผลิตได้อย่างแม่นยำและรวดเร็ว ข้อมูลดังกล่าวได้ถูกนำมาวิเคราะห์และทำความเข้าใจในรูปแบบของประสิทธิภาพโดยรวมของระบบในการผลิตแบบภาพรวม หรือ Overall Equipment Effectiveness (OEE) รวมทั้งการติดตามวัตถุดิบและสินค้าในกระบวนการ ทั้งนี้ MES สามารถตอบสนองต่อเหตุการณ์ต่าง ๆ แบบทันทั่วทั้งที่ สำหรับการเปลี่ยนแปลงที่ต้องการ อีกทั้งยังให้ข้อมูลและค่าพารามิเตอร์ที่สนใจในกระบวนการผลิตได้อย่างชัดเจน

การควบคุมของระบบ MES นั้นแบ่งออกเป็นหลายชั้น (Layer) ตั้งแต่ชั้นล่างสุด (Level 0, 1, 2) เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า หรือที่เรียกว่า Process Control System โดยแบ่งออกเป็น การควบคุมการผลิตแบบต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่อง ไม่ว่าจะเป็นทั้งสายการผลิต หรือทั้งห้ำมีให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่อเนื่อง (Discrete and Continuous Control) และ แบบ Batch Process ซึ่งระดับดังกล่าวใช้ระบบเครื่องจักร (Machine) พีแอลซี และสคาตาเป็นตัวควบคุมไปจนถึงระดับ Level 3 หรือ Manufacturing Operation Management ซึ่งก็คือระดับของ MES เอง และล่องไปถึงขั้นบนสุดคือระดับ Business Planning and Logistics โดยการใช้ระบบซอฟต์แวร์ ERP (Enterprise Resource Planning) มาควบคุมด้วย Function ต่าง ๆ ของระดับการควบคุมการผลิตดังกล่าว ทำให้สามารถติดตามและควบคุมการผลิตโดยรวมได้อย่างสะดวก รวดเร็ว และสามารถบอกได้ว่าควรทำการปรับปรุงระบบอย่างไรเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดได้อย่างเป็นรูปธรรม และตอบโจทย์ในเรื่องของการลดต้นทุนการผลิตได้ในที่สุด

2.4.1 ประสิทธิภาพโดยรวมของระบบ

ประสิทธิภาพโดยรวมของระบบหรือ OEE คือ วิธีการในการประเมินประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร มีหลักการคิดที่ไม่ซับซ้อนและเข้าใจได้ง่ายเห็นภาพอย่างชัดเจน สะท้อนปัจจัยต่าง ๆ ที่ส่งผล เพื่อนำไปปรับปรุง โดย OEE เป็นผลคูณของ 3 ตัวแปร ได้แก่ Availability, Performance, และ Quality ซึ่งถูกคำนวณดังสมการ (2.1)

$$OEE = Availability \times Performance \times Quality \quad (2.1)$$

2.4.1.1 ค่าความพร้อมใช้งาน (Availability)

ค่าความพร้อมใช้งาน แสดงถึงประสิทธิภาพในเวลาที่ทำงานของเครื่องจักร (Downtime Loss) โดยนำเวลาที่เครื่องจักรหยุดทำงานมาคำนวณ ดังสมการ (2.2)

$$Availability = \frac{Operating Time}{Planned Production Time} \quad (2.2)$$

2.4.1.2 ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (Performance)

ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง คือ การคิดสมรรถภาพของเครื่องจักรอาจสูญเสียความเร็ว (Performance Loss) โดยคิดความเร็วในอุดมคติต่อความเร็วจริง ดังสมการ (2.3)

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\text{Performance} = \frac{\text{Ideal Cycle Time}}{\text{Actual Cycle Time}} \quad (2.3)$$

2.4.1.3 อัตราคุณภาพ (Quality)

อัตราคุณภาพ คือ ค่าที่แสดงถึงสมรรถภาพคุณภาพของเครื่องจักร (Quality Loss) ดังสมการ (2.4)

$$\text{Quality} = \frac{\text{Good Pieces}}{\text{Total Pieces}} \quad (2.4)$$

2.5 ระบบการวางแผนทรัพยากร [5]

ระบบการวางแผนทรัพยากรองค์กร (Enterprise Resource Planning: ERP) คือ ระบบการวางแผนทรัพยากรทางธุรกิจขององค์กรโดยรวม โดยทำหน้าที่เชื่อมโยงระบบงานฝ่ายต่าง ๆ ขององค์กรเข้าด้วยกัน เช่น ฝ่ายวางแผน (Planning) ฝ่ายผลิต (Production) ฝ่ายขาย (Sales and marketing) ฝ่ายทรัพยากรมนุษย์ (Human resource and payroll) และฝ่ายบัญชีการเงิน (Accounting/Finance) ทั้งหมดขององค์กรให้เป็นหนึ่งเดียว ได้แก่ ระบบจัดการโซ่อุปทาน (Supply Chain Management) การบริหารลูกค้าสัมพันธ์ (Customer Relationship Management) การจัดการความรู้ (Knowledge Management) และการบริหารคู่ค้าสัมพันธ์ (Partner Relationship Management) ระบบการวางแผนทรัพยากรองค์กรจึงเป็นระบบที่ช่วยให้ผู้บริหารระดับสูงและปฏิบัติงานสามารถดำเนินธุรกิจให้เป็นไปตามเป้าหมายขององค์กรอย่างมีประสิทธิภาพ รวดเร็ว และทันต่อสถานการณ์ปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 การเชื่อมโยงของระบบการวางแผนทรัพยากร

2.6 เทคโนโลยีไอโอทีและระบบคลาวด์

เนื่องจากการจัดทำแอปพลิเคชันสำหรับลูกค้า และโรงงานผู้ผลิตในส่วนของผู้บริหารที่สามารถใช้งานบนสมาร์ตโฟนที่มีระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์โดยสร้างแอปพลิเคชันทั้งสองผ่านโปรแกรม Android Studio เพื่อให้แอปพลิเคชันทั้งสองสามารถทำงานได้บรรลุวัตถุประสงค์นั้น จึงได้นำเทคโนโลยีไอโอทีและระบบคลาวด์มาใช้ นอกจากนี้ ได้มีการรับ-ส่งค่าระหว่างระบบ Pick-and-Place ที่ศึกษาไปยังไอโอทีเกตเวย์ผ่านโพรโทคอล Modbus TCP โดยที่ไอโอทีเกตเวย์ได้ติดตั้ง Node-RED เพื่อทำการรับ-ส่งค่าพารามิเตอร์ระหว่างระบบ Pick-and-Place ไปยังคลาวด์ Firebase เพื่อให้แอปพลิเคชันสามารถเข้าถึงค่าพารามิเตอร์ของระบบ Pick-and-Place ได้

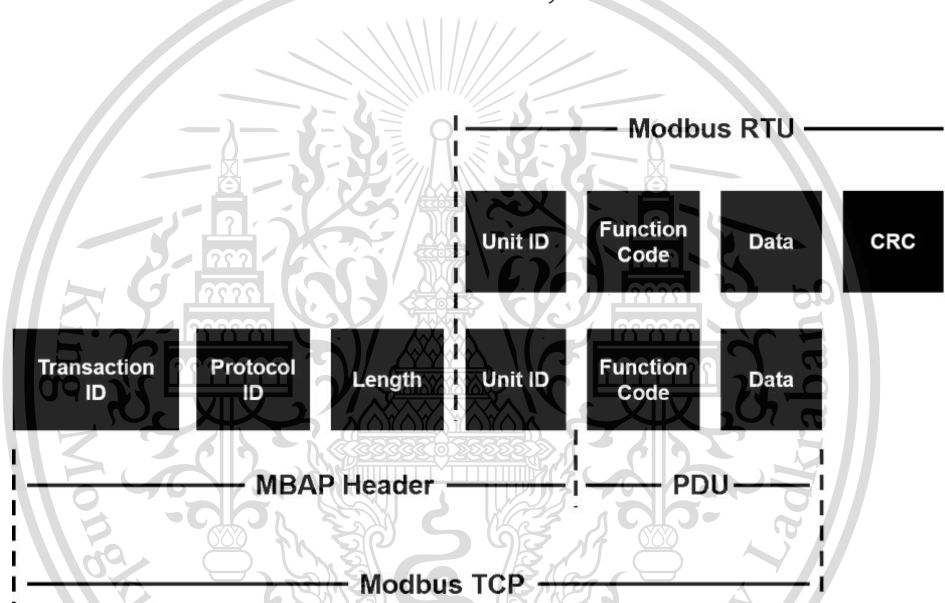
2.6.1 โพรโทคอล Modbus TCP[6]

โพรโทคอล Modbus ได้รับการพัฒนาขึ้นตั้งแต่ปี พ.ศ. 2522 โดย Modicon Incorporated เพื่อนำมาใช้งานร่วมกับระบบควบคุมอัตโนมัติสำหรับอุตสาหกรรมและตัวควบคุม (Controller) และถูกพัฒนามาจนกลายเป็นมาตรฐานที่นำมาในอุตสาหกรรมสำหรับการถ่ายโอนข้อมูลแบบดิจิทัลและแบบแอนะล็อก อุปกรณ์ที่สื่อสารด้วยโพรโทคอล Modbus โดยใช้วิธีการ Master-Slave หรือ Client-Server มีอุปกรณ์เพียงตัวเดียว เรียกว่า Master หรือ Client สามารถเริ่มต้นการสื่อสารได้เท่านั้น (Queries) ส่วนอุปกรณ์ตัวอื่น ๆ เรียกว่า Slaves หรือ Servers ตอบสนองต่อการสื่อสารโดย

เอกสารนี้เป็น Slave/Server ส่งข้อมูลที่ร้องขอไปยัง Master/Client หรือโดยการดำเนินการบางอย่างของ Master

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามที่ Slave ร้องขอ Modbus TCP คือ โพรโทคอลของ Modbus RTU ที่ถูกเชื่อมต่อกับ TCP โดยทำงานบน Ethernet โครงสร้าง Message ของ Modbus คือ Application Protocol ถูกส่งผ่านไปพร้อมกับ TCP/IP (TCP/IP คือ Transmission Control Protocol และ Internet Protocol ซึ่งเป็นตัวกลางที่ใช้ในการส่ง Message ของ Modbus TCP/IP) แต่ในทางปฏิบัติชุดข้อความของโพรโทคอล Modbus TCP เริ่มต้นข้อมูลด้วย Modbus Application Protocol (MBAP) Header ซึ่งประกอบด้วย Transaction ID, Protocol ID, Length, และ Unit ID ซึ่งเพิ่มเติมขึ้นมาจากโพรโทคอล Modbus RTU ส่วนชุดข้อมูล Function code และ Data ยังคงเหมือนเดิม ยกเว้นชุดข้อมูลซีอาร์ซี (Cyclic Redundancy Check: CRC) สำหรับตรวจสอบความผิดพลาดจะไม่มี โดยไม่ต้องใช้ Modbus checksum แต่มีการใช้ Checksum ของ Ethernet ใน Data Link Layer แทน



รูปที่ 2.3 ส่วนประกอบชุดข้อมูลของ Modbus TCP เทียบกับ Modbus RTU

2.6.2 ไอโอทีเกตเวย์รุ่น IOT2040[7]

อุปกรณ์เทคโนโลยีที่เชื่อมต่อสื่อสารเครือข่ายหรือโพรโทคอล ที่ต่างประเภทกันให้สามารถติดต่อสื่อสารใช้งานร่วมกันได้ โดยเกตเวย์รับข้อมูลส่งขึ้นไปยังคลาวด์ เพื่อให้อุปกรณ์อื่น ๆ สามารถนำข้อมูลไปใช้งานได้เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างอุปกรณ์คลาวด์ สามารถประมวลผลข้อมูลที่ได้รับก่อนส่งออกไปได้ โดยสามารถใช้งานภาษาต่าง ๆ ในการเขียนโปรแกรมเพื่อให้ประมวลผลตามความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้องการ เช่น C++, Java, Python, และโพรโทคอลที่ไอโอทีเกตเวย์ สามารถใช้สื่อสารได้ เช่น MQTT, Modbus TCP, HTTP เป็นต้น

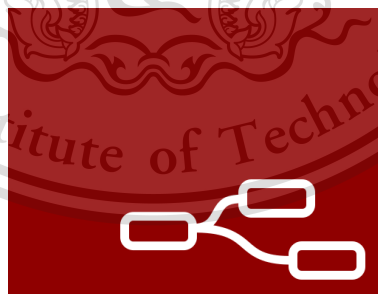
IBCON



รูปที่ 2.4 กล่องไอโอทีเกตเวย์รุ่น IOT2040

2.6.3 Node-RED [8]

Node-RED คือ เครื่องมือที่ถูกใช้เพื่อการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของไอโอทีแบบเป็นรูปธรรมผ่านการลากเส้นเชื่อมต่อแต่ละโมดูลทำให้สามารถเข้าใจได้ง่ายกว่าการเขียนโค้ด โดยออกแบบมาเพื่อการสื่อสารของ M2M (Machine-to-Machine) คือ การที่อุปกรณ์สื่อสารกับอุปกรณ์ สามารถประยุกต์ใช้ได้หลากหลาย เนื่องจากสามารถติดตั้งโมดูลที่ใช้งานเฉพาะทางได้



Node-RED

รูปที่ 2.5 เครื่องหมายการค้าของ Node-RED

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.4 Firebase [9]

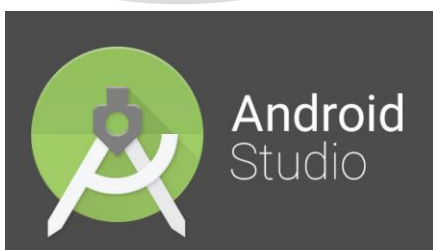
แพลตฟอร์มที่ถูกออกแบบมาให้บริการ Backend และเป็นคลาวด์ Storage โดยมีความสามารถในการแลกเปลี่ยนข้อมูลแบบทันทีที่แล้วยังสามารถรองรับแพลตฟอร์มต่างในการใช้งาน อีกทั้งยังมีเครื่องมือต่าง ๆ อย่างครบครันเพื่อให้สะดวกต่อการใช้งานนักพัฒนา โดยใช้โปรโตคอล HTTP ในการสื่อสารเป็นโปรโตคอลที่ใช้งานสำหรับเผยแพร่ข้อมูลมีการใช้งานอย่างแพร่หลาย



รูปที่ 2.6 เครื่องหมายการค้าของ Firebase

2.6.5 Android Studio [10]

Android Studio เป็นเครื่องมือพัฒนาที่ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อการพัฒนาแอนดรอยด์แอปพลิเคชัน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเครื่องมือไอดีอี (Integrated Development Environment: IDE) ที่สามารถพัฒนาแอนดรอยด์แอปพลิเคชัน ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น และด้านการออกแบบ GUI ที่ช่วยให้สามารถ Preview ตัว แอปพลิเคชัน ในมุมมองที่แตกต่างกันบนสมาร์ตโฟนรุ่นที่ต่างกันให้สามารถแสดงผลได้ทันที โดยไม่ต้องทำการทดสอบแอปพลิเคชันบน Emulator รวมทั้งยังแก้ไขปรับปรุงในเรื่องความเร็วของ Emulator โดยการพัฒนาบนพื้นฐานของแนวคิด IntelliJ IDEA ซึ่งคล้ายกับการทำงานของ Eclipse และ Android ADT Plugin



รูปที่ 2.7 เครื่องหมายการค้าของ Android Studio

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

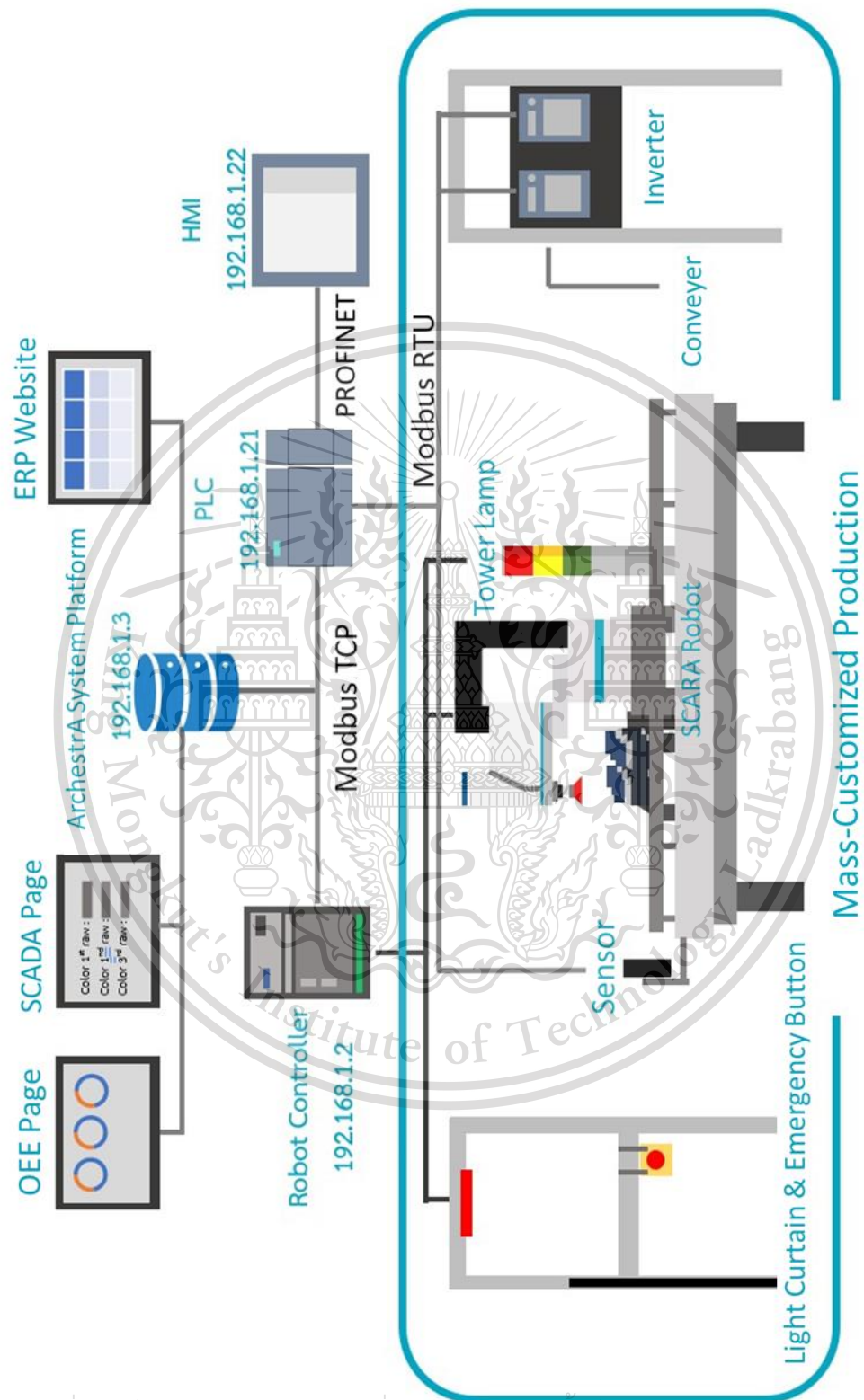
การจัดสร้างแดชบอร์ดบนพื้นฐาน ArchestrA ที่นำเสนอ

3.1 กล่าวนำ

สำหรับบทที่ 3 นี้เป็นการกล่าวถึงการปรับปรุงโครงสร้างระบบสาธิตเดิมที่มีอยู่เป็นระบบ Pick-and-Place ที่ศึกษา โดยได้ทำการออกแบบรูปแบบการสื่อสาร และการรับ-ส่งข้อมูล เพื่อให้เห็นความเป็นไปได้ของโรงงานดิจิทัล โดยในบทนี้แสดงถึงแนวคิดการจัดสร้างแดชบอร์ดสำหรับโรงงานยุคดิจิทัลที่นำเสนอ รายละเอียดการทำงานของระบบสาธิตเดิม การปรับปรุงในส่วน of ระบบสาธิตเดิม การนำเทคโนโลยีคลาวด์และไอโอทีเกตเวย์มาใช้ในการรับ-ส่ง และเก็บข้อมูลผ่านคลาวด์ การสร้างแอปพลิเคชันสำหรับลูกค้า และแอปพลิเคชันของโรงงานผู้ผลิต ในส่วนของผู้บริหาร

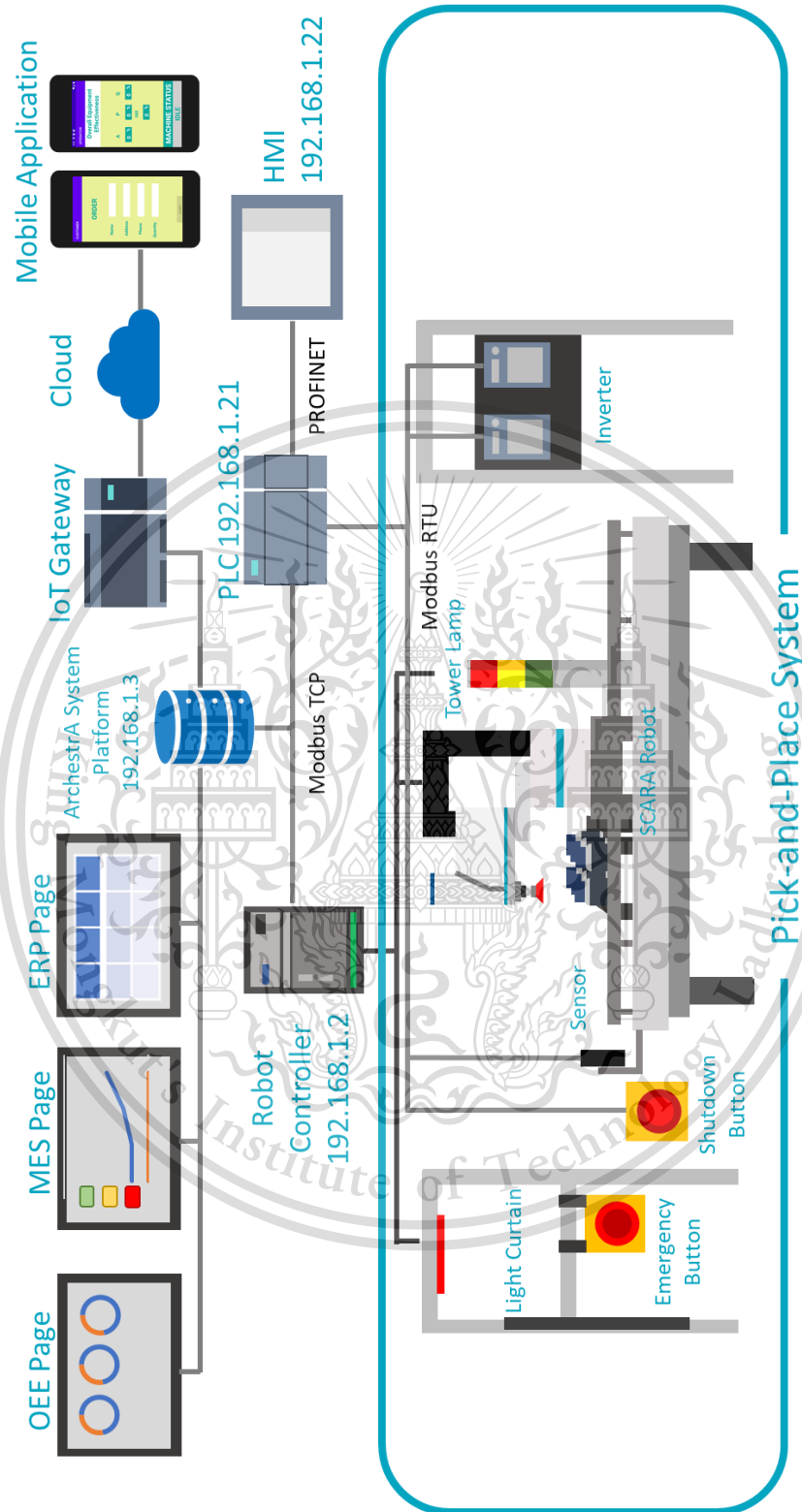
3.2 แนวคิดการจัดสร้างแดชบอร์ดสำหรับโรงงานยุคดิจิทัลที่นำเสนอ

จากแนวคิดและภาพรวมของระบบสาธิตเดิมที่มีอยู่ ประกอบไปด้วย ระบบช่องทางการสั่งซื้อและติดตามสินค้าผ่านเว็บไซต์ โดยข้อมูลคำสั่งซื้อสินค้าถูกนำเข้าผ่านระบบปฏิบัติการโปรแกรม ArchestrA เพื่อนำมาปรับเปลี่ยนกระบวนการของระบบลำเลียงสินค้า และระบบการบรรจุผลิตภัณฑ์ ซึ่งมีการแสดงผล OEE ของกระบวนการลำเลียงสินค้า และการบรรจุผลิตภัณฑ์ ทำให้ผู้ผลิตทราบถึงประสิทธิภาพของกระบวนการ ดังรูปที่ 3.1 ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงเป็นระบบ Pick-and-Place ที่ศึกษา โดยประกอบไปด้วย หุ่นยนต์สกรารุ่น DRS-40-L3 สายพานลำเลียงที่ควบคุมด้วยพีแอลซียี่ห้อ Siemens รุ่น S7-1200 ไอโอทีเกตเวย์รุ่น IOT2040 แอปพลิเคชันของลูกค้า และแอปพลิเคชันของโรงงานผู้ผลิตในส่วนของผู้บริหาร โดยได้มีการเพิ่มหน้าแสดงผลแดชบอร์ดเป็น 3 ส่วน คือ MES, OEE, และ ERP นอกจากนี้ ได้มีการเพิ่มส่วนของไอโอทีเกตเวย์ยี่ห้อ Siemens รุ่น IOT2040 คลาวด์ Firebase และแอนดรอยด์แอปพลิเคชัน เนื่องจากระบบสาธิตเดิมได้มีการสั่งซื้อสินค้าผ่านเว็บไซต์ ซึ่งมีปัญหาในเรื่องของการพัฒนาที่มีค่าใช้จ่ายสูงมาก จึงมีความจำเป็นต้องทำการปรับปรุง ดังรูปที่ 3.2 แสดงให้เห็นถึงแนวคิด และภาพรวมของระบบ Pick-and-Place ที่ต้องการ



รูปที่ 3.1 แนวคิดและภาพรวมของระบบสายอัตโนมัติ

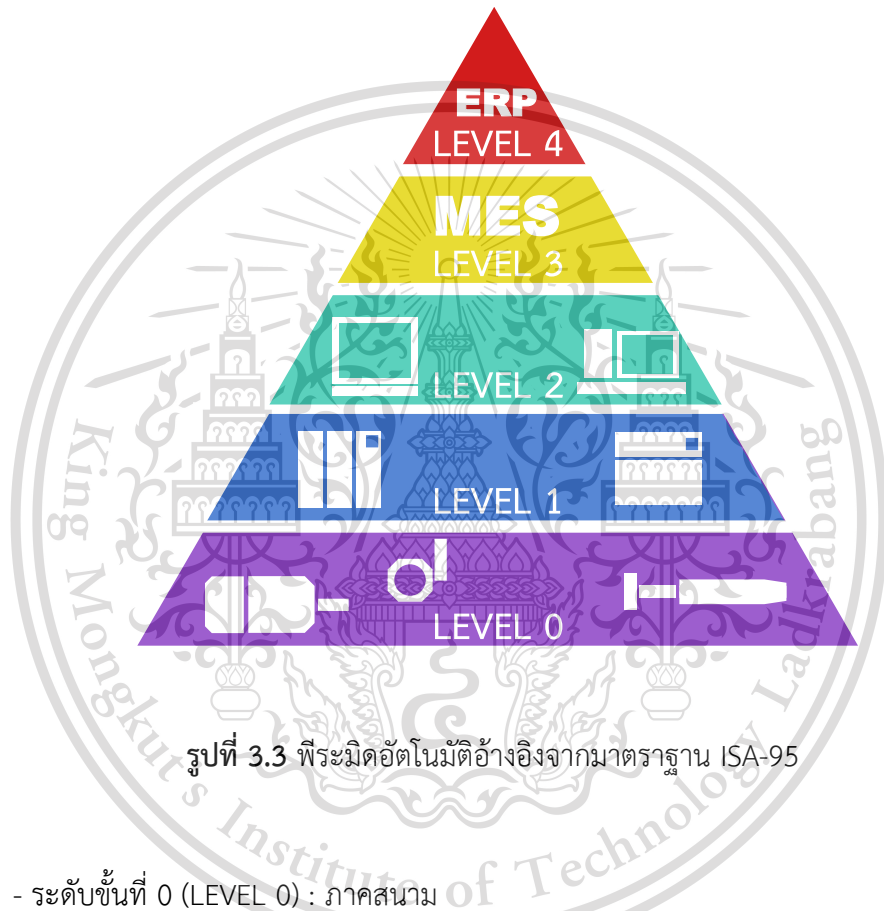
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 แนวคิดและภาพรวมของระบบ Pick-and-Place ที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พีระมิดอัตโนมัติในรูปที่ 3.3 เป็นการเปรียบเทียบระหว่างมาตรฐาน ISA-95 มาเป็นระดับชั้นของพีระมิดที่แบ่งออกเป็น 5 ระดับชั้น โดยแต่ละระดับชั้นมีการแสดงถึงองค์ประกอบของอุตสาหกรรม โดยเริ่มจากระดับชั้นล่างสุดและเพิ่มระดับชั้นไป ซึ่งระดับที่สูงขึ้นแสดงถึงการจัดการที่มากขึ้น โรงงานดิจิทัลจึงมีความจำเป็นต้องมีระดับชั้นทั้งหมดของพีระมิด เพื่อให้ง่ายต่อการดูแลและการจัดการระบบหรืออุตสาหกรรมการผลิต [11,12]



รูปที่ 3.3 พีระมิดอัตโนมัติอ้างอิงจากมาตรฐาน ISA-95

- ระดับชั้นที่ 0 (LEVEL 0) : ภาคนาม

ระดับชั้นที่ 0 คือ ระดับชั้นของพีระมิดนี้เป็นระดับภาคนามประกอบด้วย อุปกรณ์ภาคนามทั้งหมด ได้แก่ เครื่องมือวัด ตัวกระตุ้น และ โปรโทคอลการสื่อสาร

- ระดับชั้นที่ 1 (LEVEL 1) : การควบคุม

ระดับชั้นที่ 1 คือ ระดับชั้นควบคุมช่วยให้สามารถควบคุมตัวแปรทั้งหมด ทำหน้าที่เป็นสมองของกระบวนการ โดยประกอบไปด้วยพีแอลซี หรือตัวควบคุมอื่น ๆ

- ระดับชั้นที่ 2 (LEVEL 2) : การกำกับดูแล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

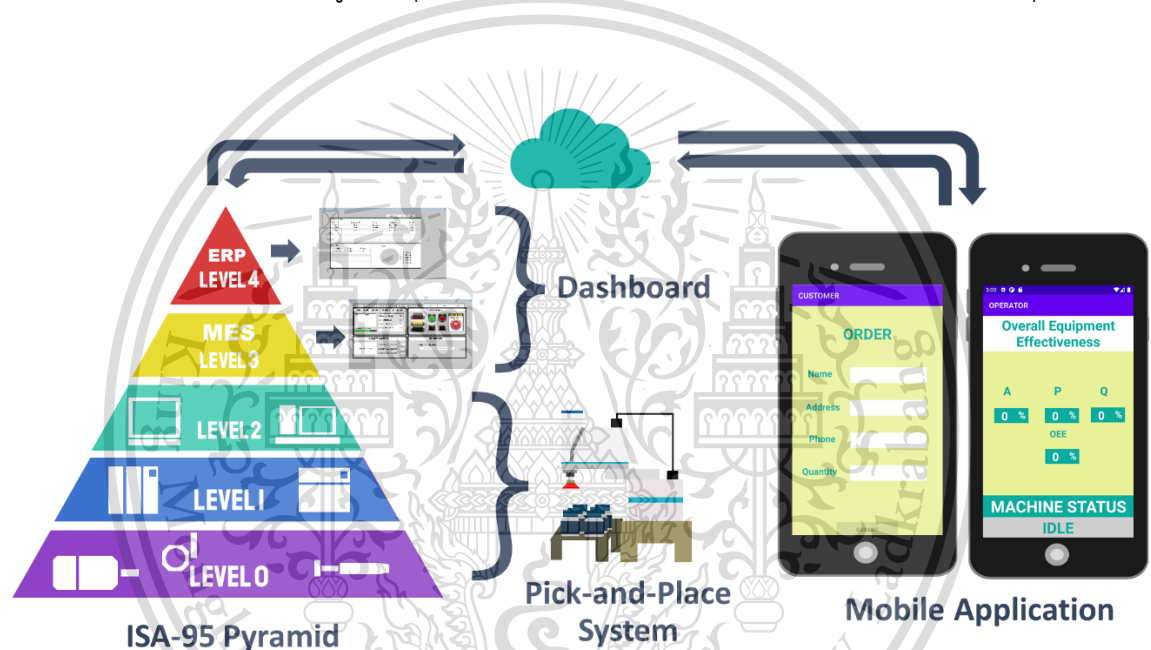
ระดับชั้นที่ 2 คือ ส่วนที่ใช้ในการประมวลผล เพื่อควบคุมหน่วยย่อยต่าง ๆ โดยแต่ละหน่วยย่อยก็มีการรวมลูปควบคุมหลาย ๆ ลูปเข้าด้วยกัน

- ระดับชั้นที่ 3 (LEVEL 3) : การจัดการ

ระดับชั้นที่ 3 คือ ส่วนที่ใช้ในการเชื่อมโยงข้อมูล เพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจที่เกี่ยวกับธุรกิจ เช่น การวางแผนการผลิต การจัดการสินค้าคงคลัง การควบคุมคุณภาพ และการซ่อมบำรุง เป็นต้น

- ระดับชั้นที่ 4 (LEVEL 4) : วิสาหกิจ

ระดับชั้นที่ 4 คือ ส่วนที่เป็นระบบการจัดการข้อมูลการบริหารและการจัดการทั้งหมด เพื่อใช้ในการติดตามแหล่งข้อมูลทางธุรกิจ และความสามารถในการผลิตกระแสเงินสดของวัตถุดิบ



รูปที่ 3.4 พีระมิดอัตโนมัติที่อ้างอิงจากมาตรฐาน ISA-95 เปรียบเทียบกับระบบที่ศึกษา

จากรูปที่ 3.3 ได้มีการนำแนวคิดในการจัดสร้างแดชบอร์ดบนพื้นฐาน ArchestrA สำหรับโรงงานยุคดิจิทัล: กรณีศึกษาระบบ Pick-and-Place เปรียบเทียบกับพีระมิดอัตโนมัติที่อ้างอิงจากมาตรฐาน ISA-95 ซึ่งได้แสดงดังรูปที่ 3.4 โดยในแต่ละระดับชั้นถูกจัดทำขึ้น เพื่อสร้างความเข้าใจ และความเป็นไปได้ของโรงงานดิจิทัล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ในระดับชั้นที่ 0, 1, และ 2 ถูกแสดงผ่านระบบ Pick-and-Place
 - ระดับชั้นที่ 0 คือ มอเตอร์และเซนเซอร์
 - ระดับชั้นที่ 1 คือ พีแอลซีและตัวควบคุมหุ่นยนต์
 - ระดับชั้นที่ 2 คือ สกาดา (Workstation)
- ในระดับชั้นที่ 3 และ 4 ถูกแสดงผ่านแดชบอร์ด
 - ระดับชั้นที่ 3 คือ MES มีแดชบอร์ดในส่วนต่าง ๆ ได้แก่
 - MES แดชบอร์ด และ OEE แดชบอร์ด ที่ถูกสร้างผ่านแพลตฟอร์ม ArchestrA
 - OEE แดชบอร์ด ที่ Node-RED และแอนดรอยด์แอปพลิเคชันสำหรับผู้ผลิตในส่วนของผู้บริหาร
 - ระดับชั้นที่ 4 คือ ERP แดชบอร์ด ซึ่งถูกสร้างผ่านแพลตฟอร์ม ArchestrA

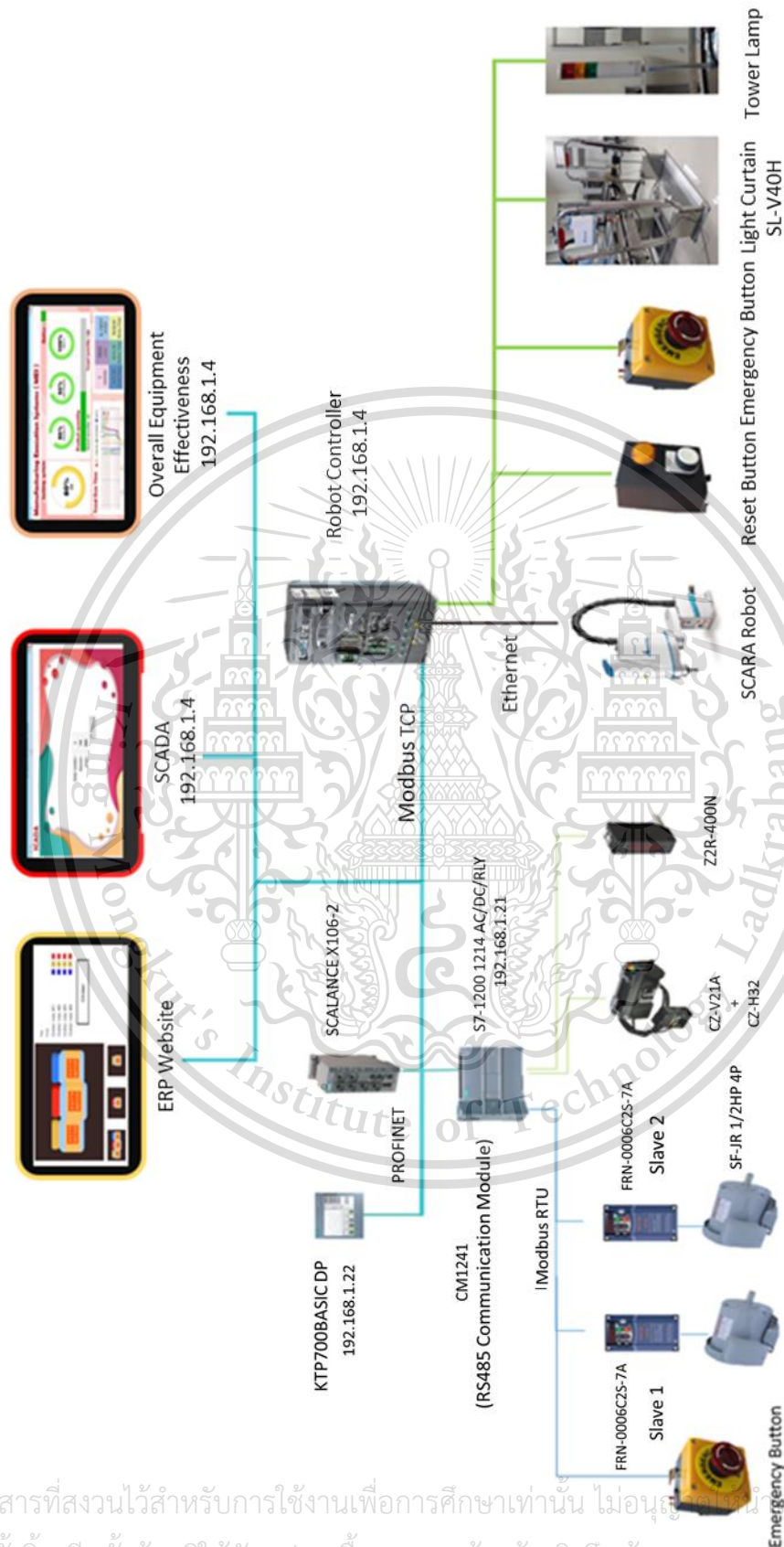
3.3 ภาพรวมของระบบ Pick-and-Place ที่ศึกษา

ระบบ Pick-and-Place ได้ถูกเลือกมาเป็นกรณีศึกษาในการจำลองโรงงานดิจิทัล เนื่องจากเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับมาตรฐาน ISA-95 เห็นได้ว่า สามารถจัดทำโดยอ้างอิงพีระมิดอัตโนมัติออกมาได้ทุกระดับชั้น และสามารถนำมาแสดงให้เห็นได้อย่างชัดเจน นอกจากนี้ โรงงานดิจิทัลยังเน้นไปที่การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลอย่างไอโอที ซึ่งในงานนี้มีการใช้ไอโอทีเกตเวย์ยี่ห้อ Siemens รุ่น IOT2040 ในการเชื่อมต่อข้อมูลสู่คลาวด์ทำให้สามารถเข้าถึงข้อมูลได้จากที่ไหนก็ได้ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ในระดับบริหารได้อีกด้วย

3.3.1 รายละเอียดภาพรวมของระบบสาธิตเดิม [13]

ระบบสาธิตเดิมประกอบด้วย สายพานลำเลียงที่ควบคุมด้วยพีแอลซียี่ห้อ Siemens รุ่น S7-1200 ทำหน้าที่เคลื่อนย้ายสินค้าไปยังจุดคัดแยกสินค้า และหุ่นยนต์สกรารุ่น DRS-40-L3 ทำหน้าที่เลือกสินค้าลงบรรจุภัณฑ์ตามรูปแบบคำสั่งซื้อของผู้บริโภคที่กำหนดไว้ ซึ่งมีระบบการประเมินค่าประสิทธิภาพโดยรวมระบบที่ใช้ในการผลิต ทำให้ทราบถึงประสิทธิภาพในการผลิต และมีระบบจัดเก็บข้อมูลการสั่งซื้อสินค้านย้อนหลัง เพื่อให้ผู้ผลิตทราบความต้องการของผู้บริโภค ดังรูปที่ 3.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

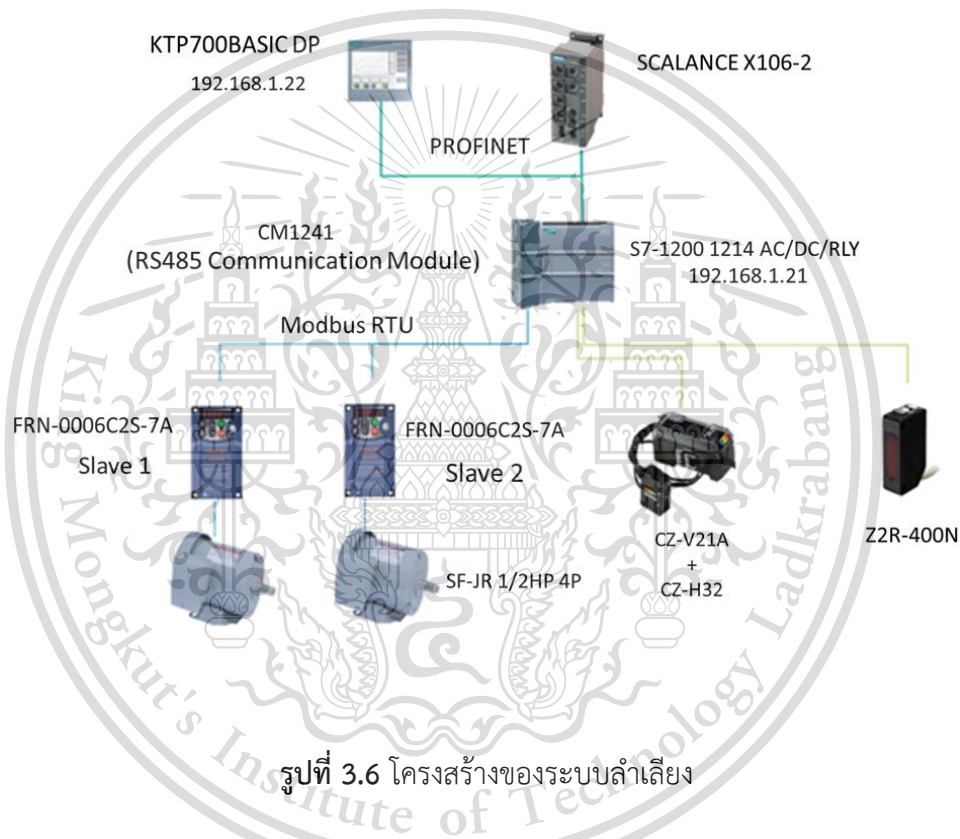


รูปที่ 3.5 ภาพรวมของระบบสาธิตเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาติให้ผู้อื่นนำเอกสารนี้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1.1 สายพานลำเลียง

เลือกใช้อุปกรณ์ควบคุมเป็นพีแอลซียี่ห้อ Siemens รุ่น S7-1200 ทำหน้าที่รับข้อมูลจากเซนเซอร์นับจำนวนผลิตภัณฑ์และตรวจจับสี ผ่านทางด้านอินพุตของพีแอลซีที่รับสัญญาณเป็นแบบดิจิทัล เนื่องจากเซนเซอร์มีการรับ-ส่งข้อมูลแบบดิจิทัล นอกจากนี้ มีการติดตั้งโมดูลเพิ่มเติมสำหรับการติดต่อสื่อสารแบบ RS485 ในการรับ-ส่งข้อมูลกับอินเวอร์เตอร์ เพื่อควบคุมสถานะของมอเตอร์ และส่งข้อมูลสถานะของมอเตอร์ให้กับพีแอลซี โดยมีส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานผ่านหน้าจอเอชเอ็มไอ (Human Machine Interface: HMI) เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานทราบถึงสถานะของระบบลำเลียง



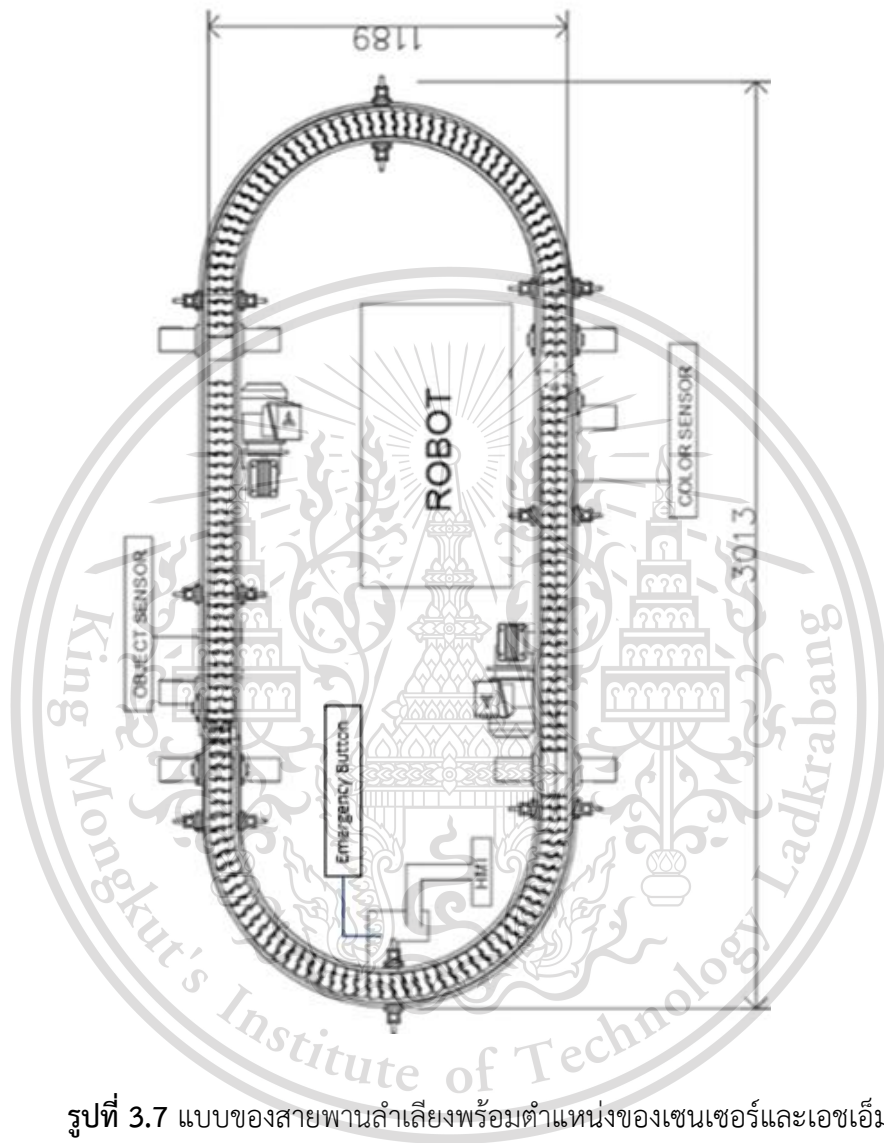
รูปที่ 3.6 โครงสร้างของระบบลำเลียง

ระบบลำเลียงประกอบไปด้วย

- สายพานลำเลียงที่มีลักษณะเป็นรูปวงรี ซึ่งมีขนาด กว้าง 100 เซนติเมตร ยาว 300 เซนติเมตร และสูง 90 เซนติเมตร
- ติดตั้งหน้าจอเอชเอ็มไอแบบสัมผัสได้
- ติดตั้งสวิตช์สำหรับหยุดการทำงานในกรณีฉุกเฉิน
- ติดตั้งเซนเซอร์ เพื่อทำหน้าที่ตรวจจับวัตถุ และนับจำนวนผลิตภัณฑ์ที่อยู่บนสายพานลำเลียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับครูผู้สอนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ติดตั้งเซนเซอร์ตรวจจับสี เพื่อทำหน้าที่คัดแยกสีของผลิตภัณฑ์ โดยตำแหน่งของเซนเซอร์ตรวจจับสีติดตั้งให้สัมพันธ์กับหุ่นยนต์สกรา

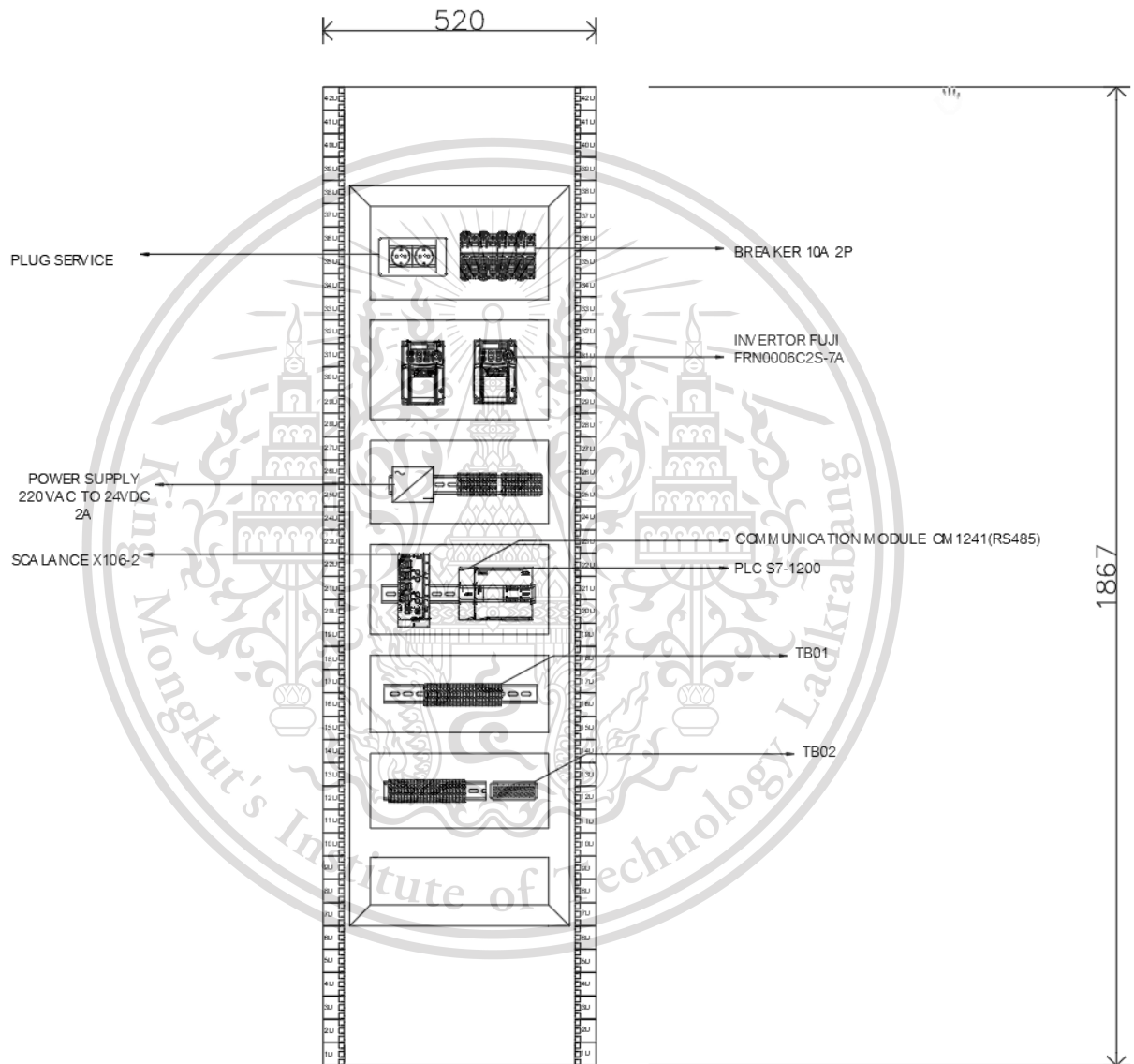


รูปที่ 3.7 แบบของสายพานลำเลียงพร้อมตำแหน่งของเซนเซอร์และเอชเอ็มไอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

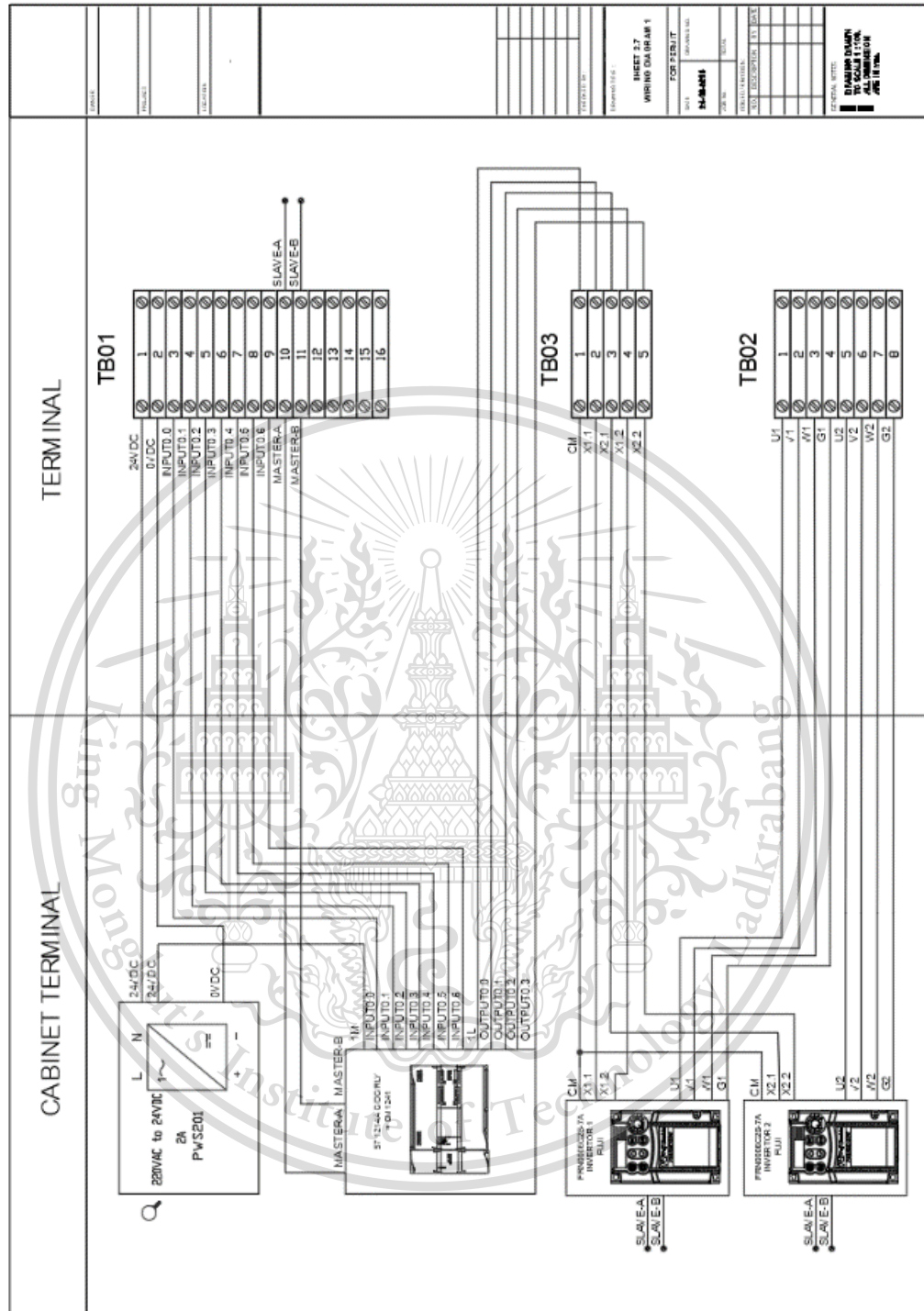
3.3.1.2 แบบตู้ควบคุม

ตู้ควบคุมที่ใช้มีความสูง 186.7 เซนติเมตร และกว้าง 52 เซนติเมตร ประกอบไปด้วย เตาารับปลั๊กไฟ เบรกเกอร์ อินเวอร์เตอร์ พาวเวอร์ซัพพลายขนาด 24 โวลต์ แบบกระแสดตรง อุปกรณ์ควบคุมพีแอลซีโมดูลเสริม CM1241 และเทอร์มินอลบล็อกที่ใช้สำหรับเชื่อมต่อกับอุปกรณ์



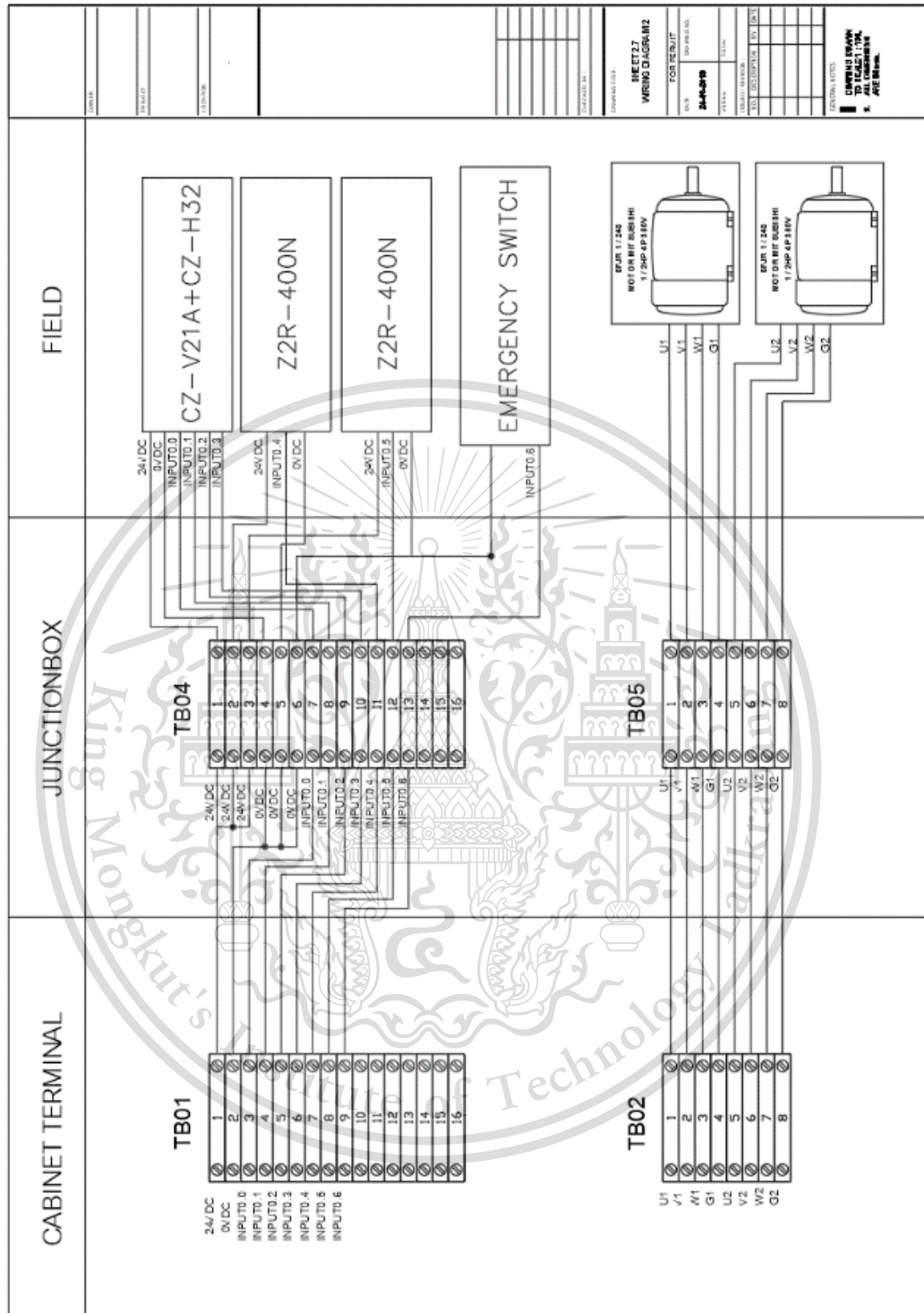
รูปที่ 3.8 แบบตู้ควบคุมของระบบ Pick-and-Place เดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 Wiring Diagram 1 สำหรับระบบลำเลียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 Wiring Diagram 2 สำหรับระบบลำเลียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

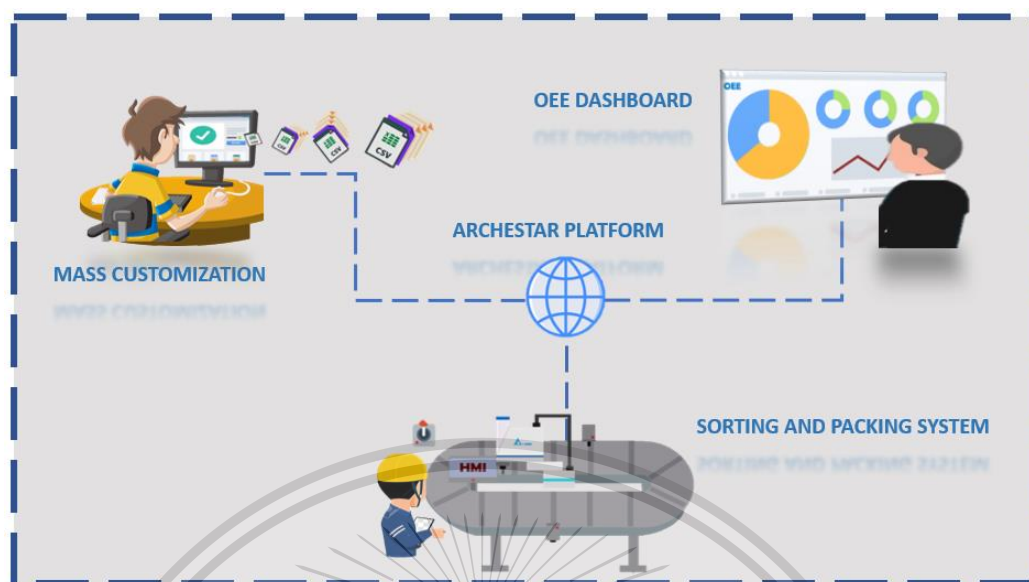
I/O LIST						
No.	TAG NAME	Description	Signal	Wiring AREA		Quantity
			Name	From	To	
1	-	Invertor 1	RS485	Cabinet	CM1241 (RS485 Communication module)	1
2	-	Invertor 2	RS485	Cabinet	CM1241 (RS485 Communication module)	1
3	Safty_invertor_1	SAFTY INVERTOR 1	DO	Cabinet	PLC S7-1200(O0.0)	1
4	Safty_invertor_2	SAFTY INVERTOR 2	DO	Cabinet	PLC S7-1200(O0.1)	1
5	Reset AlarmInvi1	RESET ALARM INVERTOR 1	DO	Cabinet	PLC S7-1200(O0.2)	1
6	Reset AlarmInvi2	RESET ALARM INVERTOR 2	DO	Cabinet	PLC S7-1200(O0.3)	1
7	Input_color_1	Color sensor Detect 1	DI	Field	PLC S7-1200 (I0.0)	1
8	Input_color_2	Color sensor Detect 2	DI	Field	PLC S7-1200 (I0.1)	1
9	Input_color_3	Color sensor Detect 3	DI	Field	PLC S7-1200 (I0.2)	1
10	Input_color_4	Color sensor Detect 4	DI	Field	PLC S7-1200 (I0.3)	1
11	Input_sensor_1	Detect object	DI	Field	PLC S7-1200 (I0.4)	1
12	Input_sensor_2	Detect object	DI	Field	PLC S7-1200 (I0.5)	1
13	Emergency_button	Emergency Button	DI	Field	PLC S7-1200 (I0.6)	1

รูปที่ 3.11 I/O List ของพีแอลซี S7-1200

3.3.2 การปรับปรุงในระบบสาธิตเดิม

แนวคิดของระบบ Pick-and-Place ประกอบไปด้วย สายพานลำเลียงที่ควบคุมด้วยพีแอลซี ยี่ห้อ Siemens รุ่น S7-1200 ทำหน้าที่เคลื่อนย้ายสินค้าไปจนถึงจุดที่กำหนด เพื่อนำเก็บเข้า ลังสินค้า และหุ่นยนต์สกรารุ่น DRS-40-L3 ทำหน้าที่หยิบสินค้าวางลงในสายพานลำเลียง และหยิบสินค้าจากสายพานลำเลียงเก็บในลังสินค้า โดยใช้เซนเซอร์ในการตรวจจับสินค้าที่มายังจุดที่กำหนด ซึ่งลูกค้าทำการสั่งซื้อสินค้าเป็นจำนวนที่ต้องการผ่านแอปพลิเคชัน เมื่อลูกค้าทำการสั่งซื้อแล้วคำสั่งซื้อถูกส่งไปยังระบบ เพื่อสั่งการทำงานตามคำสั่งซื้อที่ได้รับแล้วจึงรายงานผลระบบดำเนินการผลิต (Manufacturing Execution System: MES) ประสิทธิภาพโดยรวมของระบบ (Overall Equipment Effectiveness: OEE) และรายงานระบบวางแผนทรัพยากร (Enterprise Resource Planning: ERP) ผ่านแดชบอร์ดที่จัดสร้างขึ้นบน ArchestrA รวมถึงการรายงานค่าประสิทธิภาพโดยรวมของระบบผ่านแดชบอร์ดที่ถูกสร้างขึ้นบน Node-RED และที่แอปพลิเคชันโรงงานผู้ผลิตในส่วนของผู้บริหาร

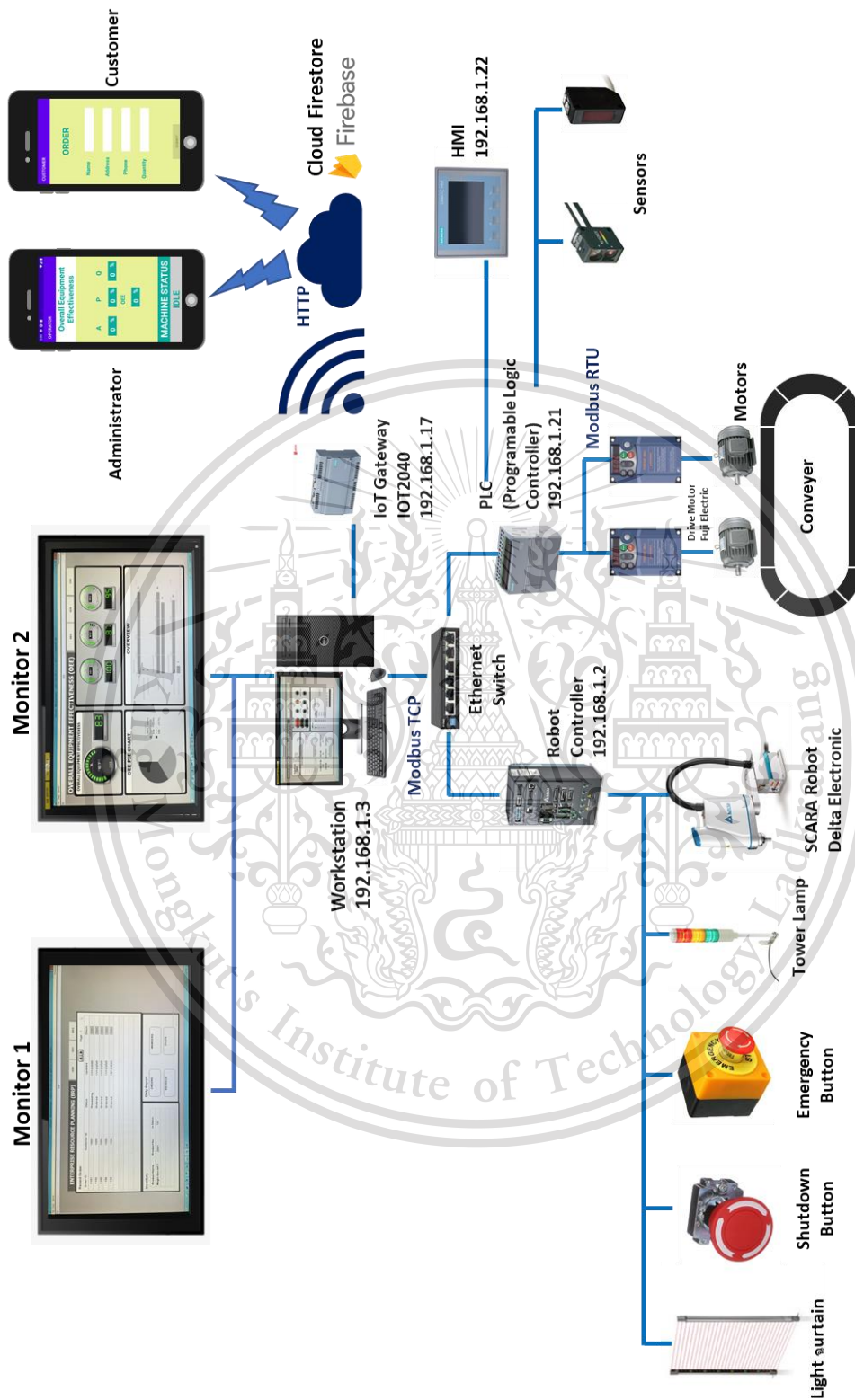
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.12 แนวคิดของการจัดสร้างระบบ Pick-and-Place

ระบบ Pick-and-Place ในแบบเดิมนั้นได้มีการใช้ช่องทางการสั่งซื้อและติดตามสินค้าผ่านเว็บไซต์ โดยข้อมูลคำสั่งซื้อของสินค้าถูกนำเข้าผ่านระบบปฏิบัติการโปรแกรม ArchestrA เพื่อนำมาปรับเปลี่ยนกระบวนการของระบบลำเลียง และระบบบรรจุผลิตภัณฑ์ ซึ่งแสดงผล OEE ของกระบวนการลำเลียงและบรรจุผลิตภัณฑ์ โดยในระบบใหม่ที่กำลังทำขึ้นมานี้ได้เพิ่มการทำงานส่วนของการแสดงผลด้วยการจัดสร้างแดชบอร์ดเพิ่มเติม เพื่อให้ครอบคลุมการเฝ้าติดตามของระบบโดยรวม แดชบอร์ดที่ได้จัดทำขึ้นประกอบด้วย แดชบอร์ดสำหรับระบบ MES, OEE, และ ERP นอกจากนี้ การสั่งซื้อสินค้าได้มีการเปลี่ยนจากการสั่งผ่านเว็บไซต์เป็นการสั่งผ่านแอปพลิเคชัน และใช้อุปกรณ์ไอโอทีเกตเวย์ยี่ห้อ Siemens รุ่น IOT2040 ในการรับ-ส่งค่าระหว่างคลาวด์กับ Workstation (Engineering/Operator) ที่ใช้โปรโตคอล Modbus TCP ไปยัง IOT2040 โดยมีการประมวลผลด้วย Node-RED ที่ใช้โปรโตคอล HTTP ในการสื่อสารสู่ระบบคลาวด์ Firebase เพื่อเป็นทางผ่านของข้อมูลไปสู่แอปพลิเคชันด้วยโปรโตคอล HTTP เช่นกัน โดยแสดงโครงสร้างของระบบดังรูปที่ 3.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

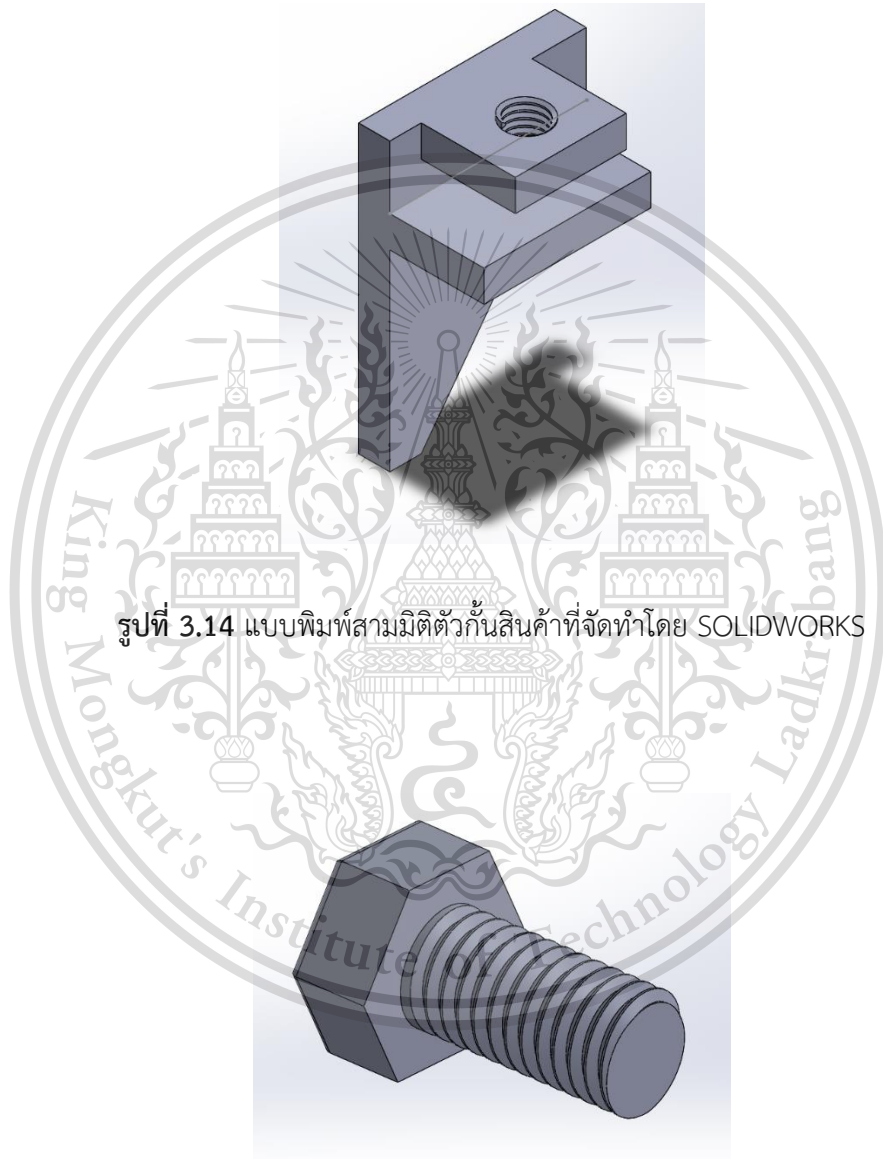


รูปที่ 3.13 โครงสร้าง Network Architecture

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3.1 สายพานลำเลียง

มีการปรับแก้จากระบบเดิมเพียงตัวกันสินค้าที่ได้ทำการออกแบบแล้วจึงนำไปติดตั้งเข้ากับระบบเดิมที่มีอยู่ โดยยังคงการทำงานหน้าจอเอชเอ็มไอ และใช้เซนเซอร์ตรวจจับสีที่มีอยู่เดิมในการระบุสินค้าถึงจุดที่กำหนดให้หยิบไปบรรจุ



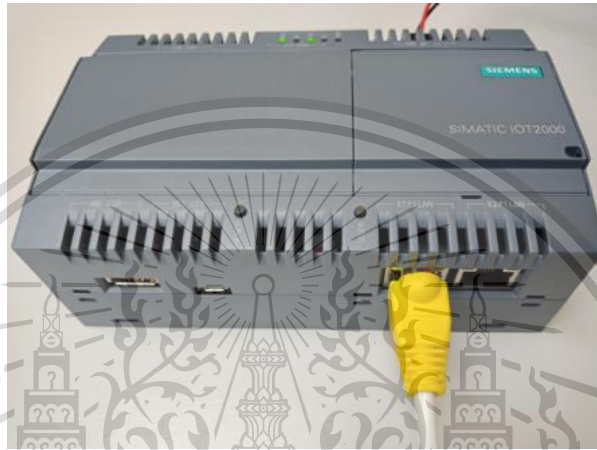
รูปที่ 3.14 แบบพิมพ์สามมิติตัวกันสินค้าที่จัดทำโดย SOLIDWORKS

รูปที่ 3.15 แบบพิมพ์สามมิติสกรูตัวกันสินค้าที่จัดทำโดย SOLIDWORKS

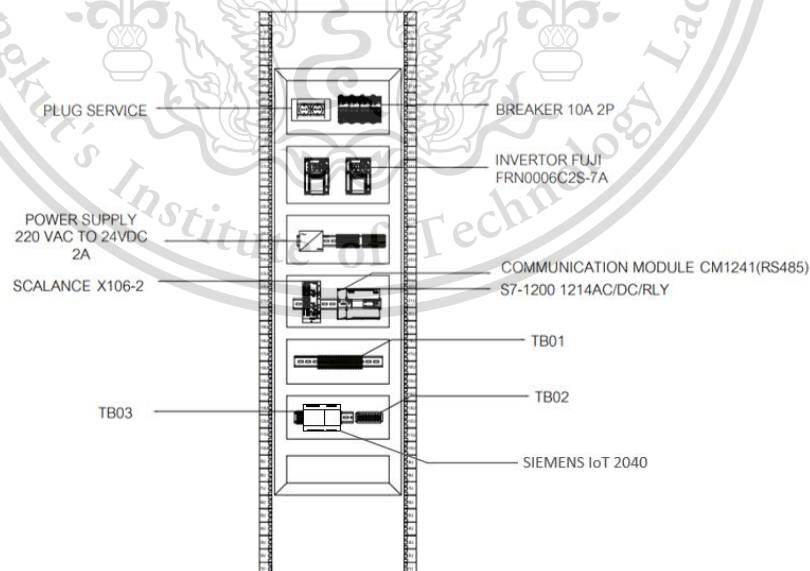
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3.2 แบบตู้ควบคุม

ตู้ควบคุมที่ใช้มีความสูง 186.7 เซนติเมตร และกว้าง 52 เซนติเมตร ประกอบไปด้วย เตารับปลั๊กไฟ เบรกเกอร์ อินเวอร์เตอร์ พาวเวอร์ซัพพลายขนาด 24 โวลต์ แบบกระแสตรง อุปกรณ์ควบคุมพีแอลซีโมดูลเสริม CM1241 และเทอร์มินอลบล็อกที่ใช้สำหรับเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ โดยได้เพิ่มการติดตั้งกล่องไอโอทีเกตเวย์ยี่ห้อ Siemens รุ่น IOT2040 เพื่อเชื่อมต่อข้อมูลไปสู่คลาวด์



รูปที่ 3.16 กล่อง IOT2040



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 3.17 แบบตู้ควบคุมของระบบ Pick-and-Place ใหม่
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การจัดสร้างแดชบอร์ดบนพื้นฐาน ArchestrA

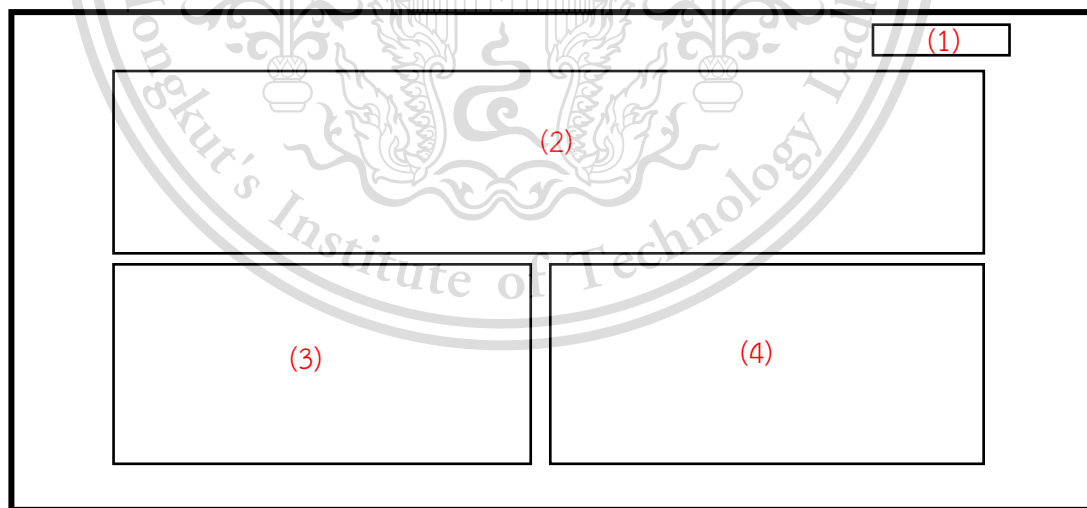
การจัดสร้างแดชบอร์ดนี้ทำได้ด้วยการใช้ระบบสกาตาในการเก็บรวบรวมและประมวลผลข้อมูลแล้วนำมาแสดงผลบนหน้าจอขนาด 40 นิ้ว ด้วยความละเอียดของหน้าจอ 1920 x 1080 พิกเซล การเขียนโปรแกรมสำหรับเก็บรวบรวมและประมวลผลข้อมูลแล้วแสดงผลในรูปแบบแดชบอร์ด ที่ถูกจัดสร้างขึ้นบน ArchestrA โดยแบ่งการแสดงผลของระบบเป็น 3 ส่วนคือ

1. การสร้างแดชบอร์ดสำหรับระบบ OEE
2. การสร้างแดชบอร์ดสำหรับระบบ MES
3. การสร้างแดชบอร์ดสำหรับระบบ ERP

โดยในแต่ละส่วนของการแสดงผลมีจุดประสงค์ในการแสดงข้อมูลที่แตกต่างกัน ซึ่งมีความครอบคลุมของข้อมูลในระบบการผลิต

3.4.1 การสร้างแดชบอร์ดสำหรับระบบ OEE

ระบบติดตามประสิทธิภาพโดยรวมของระบบ หรือ OEE คือวิธีการที่ทำให้รู้ประสิทธิภาพของระบบและรู้ถึงสาเหตุของความสูญเสียที่เกิดขึ้นในภาพรวม หมายถึง ความสามารถในการแยกประเภทของการสูญเสียและรายละเอียดของสาเหตุนั้น ๆ ทำให้สามารถปรับปรุง และลดความสูญเสียที่เกิดขึ้นได้อย่างถูกต้อง โดยแดชบอร์ดสำหรับระบบ OEE มีรายละเอียดดังนี้



รูปที่ 3.18 โครงสร้างของหน้าแดชบอร์ดสำหรับระบบ OEE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- (1) ปุ่มเปลี่ยนหน้าจอแสดงผล
- (2) แสดงผลค่าตัวแปร Availability, Performance, Quality, และ OEE
- (3) แสดงสัดส่วนของค่า Availability, Performance, และ Quality ในรูปแบบของแผนภูมิวงกลม
- (4) แสดงรายละเอียดค่าตัวแปรที่มีผลต่อ Availability, Performance, และ Quality

ในการคำนวณและประมวลผลค่าตัวแปรต่าง ๆ ผ่านการสร้างเงื่อนไขการทำงานบน ArchestrA โดยรับข้อมูลดิบในกระบวนการมาจากหุ่นยนต์สกรีนผ่านโปรโตคอล Modbus TCP ค่าตัวแปรที่จำเป็นต้องนำมาคำนวณและแสดงผลมีดังนี้

1. ค่าความพร้อมใช้งานของระบบ หรือ Availability คือ ค่าความพร้อมของเครื่องจักรในการทำงาน หากการทำงานของเครื่องจักรขัดข้อง หรือการปรับแต่งเครื่องจักร ซึ่งทำให้เครื่องจักรหยุดทำงานมีผลทำให้ค่าความพร้อมใช้งานของระบบลดลง จากกระบวนการตัวแปรที่นำมาใช้ในการคำนวณได้แก่ เวลาที่ต้องการทำงาน เวลาเดินเครื่อง และเวลาที่เครื่องจักรหยุด โดยมีสูตรการคำนวณดังสมการ (3.1)

$$\begin{aligned} \text{ค่าความพร้อมใช้งานของระบบ} &= \frac{\text{เวลาที่ต้องการทำงาน} \times \text{เวลาที่เครื่องจักรหยุด}}{\text{เวลาที่ต้องการทำงาน}} \\ &= \frac{\text{เวลาที่เครื่องจักร}}{\text{เวลาที่ต้องการทำงาน}} \quad (3.1) \end{aligned}$$

2. ค่าประสิทธิภาพของระบบ หรือ Performance คือ ค่าสมรรถนะการทำงานของเครื่องจักร หากการทำงานของเครื่องจักรมีการสูญเสียประสิทธิภาพ ซึ่งมีสาเหตุจากการหยุดเล็กน้อย หรือการสูญเสียความเร็วของเครื่องจักร มีผลทำให้ค่าประสิทธิภาพของระบบลดลง จากกระบวนการตัวแปรที่นำมาใช้ในการคำนวณได้แก่ จำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้ และเวลาที่ใช้ในการผลิตชิ้นงานทั้งหมด โดยมีสูตรการคำนวณดังสมการ (3.2)

$$\begin{aligned} \text{ค่าประสิทธิภาพของระบบ} &= \frac{\text{เวลามาตรฐาน} \times \text{จำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้}}{\text{เวลาเดินเครื่อง}} \\ &= \frac{\text{เวลาเดินเครื่องสุทธิ}}{\text{เวลาเดินเครื่อง}} \quad (3.2) \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ค่าอัตราคุณภาพ หรือ Quality คือ ค่าความสามารถในการผลิตของดีตามข้อกำหนดของเครื่องจักร การสูญเสียด้านคุณภาพ มีสาเหตุจากชิ้นงานเสีย งานซ่อม หรือความสูญเสียช่วงเริ่มต้นการผลิต ซึ่งมีผลทำให้ค่าอัตราคุณภาพลดลง จากกระบวนการตัวแปรที่นำมาใช้ในการคำนวณได้แก่ จำนวนชิ้นงานที่ต้องผลิตทั้งหมด จำนวนชิ้นงานดี และจำนวนชิ้นงานเสีย โดยมีสูตรการคำนวณดังสมการ (3.3)

$$\text{ค่าอัตราคุณภาพ} = \frac{\text{จำนวนชิ้นงานทั้งหมด} - \text{จำนวนชิ้นงานเสีย}}{\text{จำนวนชิ้นงานทั้งหมด}}$$

$$= \frac{\text{จำนวนชิ้นงานดี}}{\text{จำนวนชิ้นงานทั้งหมด}} \quad (3.1)$$



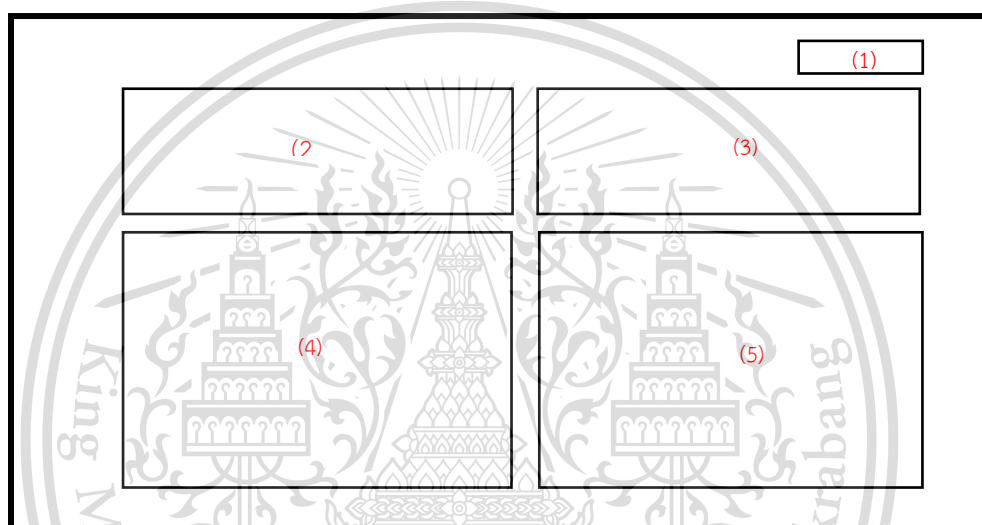
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 ค่าพารามิเตอร์ของ OEE

OEE	Problem	Cause of problem	Diag	Alarm	Alarm Priority	Troubleshoot problem	Data source
A	Planned	Setup and adjustment	-	-	-	-	-
	Unplanned	Robot alert	X	X	1	Check the robot power line and	-
P	Emergency alert	Emergency button activate	✓	MES Dashboard	1	Check the emergency event and solve the problem then release the emergency button	Achestra
		Inverter alert	✓	HMI	1	Reset the inverter via HMI	PLC
		Idling and minor stop	X	X	3	-	-
Q	Slow cycles	misfeed, material jams	-	-	-	-	-
	Production reject	Lable misplacement	X	X	2	-	-
	Startup reject	-	-	-	-	-	-

3.4.2 การสร้างแดชบอร์ดสำหรับระบบ MES

ระบบดำเนินการผลิต หรือ MES คือ ระบบการคำนวณที่ใช้ในการผลิต โดย MES ทำงานในแบบทันท่วงที เพื่อควบคุมองค์ประกอบต่าง ๆ ในการผลิตได้ในเวลาเดียวกัน โดยผสานกระบวนการผลิต และการวางแผนการผลิตให้สามารถทำงานร่วมกันได้ ซึ่งแดชบอร์ดที่แสดงผลระบบ MES ประกอบด้วย กราฟิกที่เกี่ยวข้องกับการติดตามลำดับการทำงานของเครื่องจักรในการผลิตสินค้า การสรุปค่าประสิทธิภาพการทำงานของระบบ และการแสดงสถานะต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการบำรุงรักษา โดยแดชบอร์ดสำหรับระบบ MES มีรายละเอียดดังนี้



รูปที่ 3.19 โครงสร้างของหน้าแดชบอร์ดสำหรับระบบ MES

- (1) ปุ่มเปลี่ยนหน้าจอแสดงผล
- (2) แสดงรายละเอียดของเครื่องจักร
- (3) แสดงสถานะการทำงานของเครื่องจักร
- (4) แสดงแผนภูมิเส้น และรายละเอียดประสิทธิภาพการทำงานแบบรายวัน
- (5) แสดงรายละเอียดลำดับการผลิตชิ้นงาน

ระบบ MES มีการรับข้อมูลจากหุ่นยนต์สถานี และไอโอทีเกตเวย์ยี่ห้อ Siemens รุ่น IOT2040 ที่รับคำสั่งซื้อสินค้าออนไลน์จากลูกค้าผ่านแอปพลิเคชัน 'Customer' ซึ่งส่งข้อมูลผ่านโปรโตคอล Modbus TCP โดยตัวแปรที่นำมาใช้ในการแสดงผลมีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

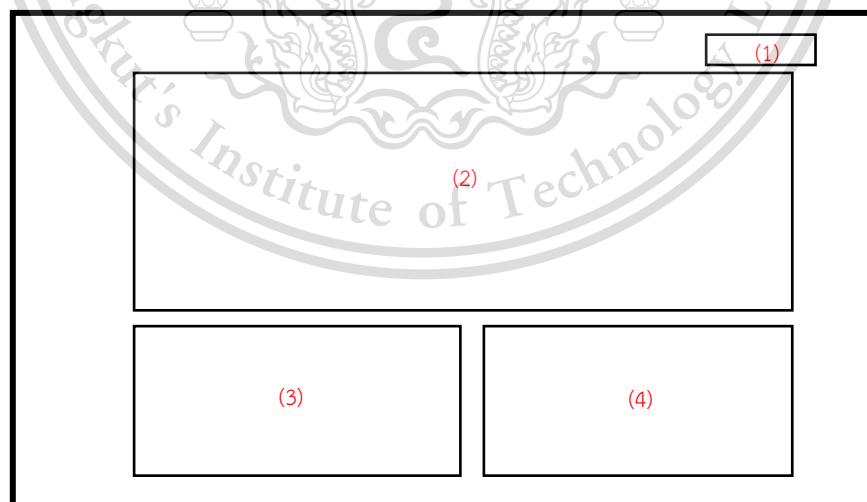
1. ข้อมูลค่า OEE รายวันถูกแสดงในรูปแบบของแผนภูมิเส้น เพื่อเป็นการรายงานประสิทธิภาพการทำงานของระบบในแต่ละวัน หากค่า OEE อยู่ในระดับที่ต่ำกว่าความต้องการก็สามารถนำข้อมูลส่วนนี้มาเป็นแนวทางในการปรับปรุงเครื่องจักรให้ทำงานได้ตรงตามความต้องการ

2. ค่าสถานะทำงานของเครื่องจักร ในส่วนนี้เป็นการติดตามการทำงานของเครื่องจักรว่าในขณะที่เครื่องอยู่ในสถานะเดินเครื่องตามปกติ เดินเครื่องเปล่า หรือเครื่องจักรหยุดการทำงาน รวมทั้งยังแสดงสถานะความพร้อมของคำสั่งซื้อจากลูกค้า เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานรับรู้อยู่ตลอดเวลาว่าเครื่องจักรกำลังทำงานอย่างปกติหรือไม่

3. ลำดับการทำงานของเครื่องจักร ซึ่งถูกจัดลำดับตามคำสั่งซื้อของลูกค้า โดยเครื่องจักรทำตามคำสั่งซื้อที่ถูกป้อนเข้าระบบมาตามลำดับ ซึ่งการแสดงผลในส่วนนี้มีการแสดงลำดับการทำงานและงานที่เครื่องจักรกำลังดำเนินการอยู่ รวมถึงผู้ปฏิบัติงานสามารถค้นหารายการสินค้า เพื่อตรวจสอบข้อมูลเฉพาะรายการได้

3.4.3 การสร้างแดชบอร์ดสำหรับระบบ ERP

ระบบการวางแผนทรัพยากร หรือ ERP คือ ระบบที่ช่วยวางแผนและจัดการข้อมูลให้มีการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด ช่วยลดต้นทุน และเพิ่มกำไรขององค์กร โดยระบบ ERP มีความยืดหยุ่นสูงทำให้สามารถปรับแต่งให้เหมาะสมกับธุรกิจในแต่ละประเภทได้ ซึ่งแดชบอร์ดของระบบ ERP ประกอบด้วย รายงานรายละเอียดการสั่งซื้อของลูกค้า รายงานสถานะของคลังสินค้า และรายงานสรุปผลการให้บริการรายวัน โดยแดชบอร์ดสำหรับระบบ ERP มีรายละเอียดดังนี้



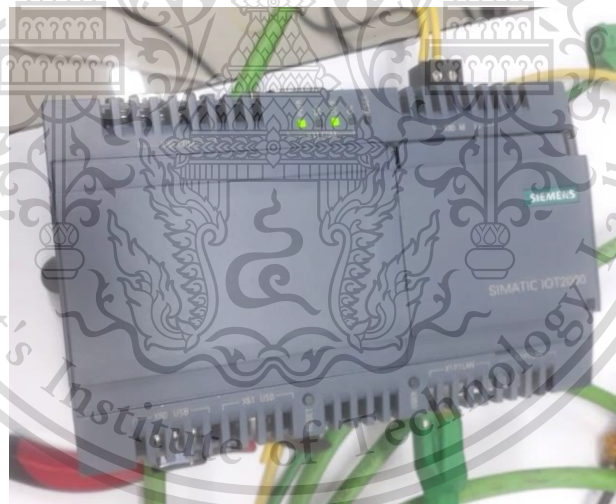
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับรูปที่ 3.20 โครงสร้างของหน้าแดชบอร์ดสำหรับระบบ ERP ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- (1) ปุ่มเปลี่ยนหน้าจอแสดงผล
- (2) แสดงรายการสั่งซื้อล่าสุด
- (3) แสดงรายการสินค้าที่เหลืออยู่
- (4) แสดงรายละเอียดการสรุปผลรายวัน

การแสดงผลของระบบ ERP ได้นำข้อมูลจากช่องทาง IOT2040 ซึ่งเป็นข้อมูลของการสั่งซื้อจากลูกค้าเป็นหลัก เช่น ข้อมูลของลูกค้า ยอดคำสั่งซื้อทั้งหมด และสมาชิกใหม่ที่เพิ่มเข้ามา เพื่อทำสรุปผลรายวันพร้อมแสดงรายการคำสั่งซื้อล่าสุด

3.5 การนำไอโอทีเกตเวย์รุ่น IOT2040 มาใช้ในการเก็บและรับ-ส่งข้อมูล

การนำไอโอทีเกตเวย์รุ่น IOT2040 เพื่อใช้ในการเชื่อมต่อ เก็บ และรับ-ส่งข้อมูล ผ่าน Node-RED ที่ได้ถูกติดตั้งไว้ภายใน Micro SD Card ซึ่งอยู่ภายในตัวกล่อง IOT2040 โดยทำการเชื่อมต่อกับระบบ Pick-and-Place ด้วยโปรโตคอล Modbus TCP ก่อนแล้วจึงใช้โปรโตคอล HTTP ในการสื่อสารกับ คลาวด์ ไปจนถึงการจัดสร้างแดชบอร์ดบน Node-RED



รูปที่ 3.21 กล่อง IOT2040 ที่เชื่อมต่อกับระบบจริง

3.5.1 การใช้โปรโตคอล Modbus TCP ในการเชื่อมต่อ

โปรโตคอล Modbus TCP ใช้ในการสื่อสารระหว่าง IOT2040 กับหุ่นยนต์สกรู และต่อเข้ากับส่วนอื่น ๆ โดยใช้การเขียนค่าลงในแต่ละ Address เพื่อการสื่อสารที่ถูกต้อง ซึ่งค่าต่าง ๆ ถูกเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

แสดงดังตารางที่ 3.2

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

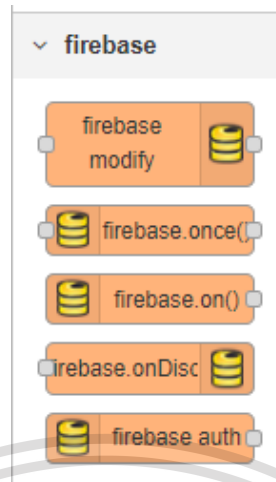
ตารางที่ 3.2 Address ที่ใช้ในการสื่อสารด้วยโปรโตคอล Modbus TCP

Modbus address		Parameter tag	Parameter type	Description
hex	DEC			
1010	Run	Boolean	44113	Trigger when the robot is running.
1011	Quantity	Integer	44114	Define the quantity of product in each order.
1012	Finish	Boolean	44115	Trigger when the robot finishes the process.
1013	Buttonstart	Boolean	44116	Trigger when start button is activate.
1014	Pause	Integer	44117	Define the robot pause state.
1015	Red	Boolean	44118	Trigger when red light on tower lamp is on.
1016	Yellow	Boolean	44119	Trigger when yellow light on tower lamp is on.
1017	Green	Boolean	44120	Trigger when green light on tower lamp is on.
1018	Order_ready	Boolean	44121	Trigger when the customer has placed the order.

3.5.2 การรับ-ส่งข้อมูลระหว่างคลาวด์และ Node-RED

การสื่อสารระหว่าง Node-RED และคลาวด์ Firebase เกิดขึ้นโดยการใช้โมดูลส่วนเสริมในการรับ-ส่งข้อมูล ดังรูปที่ 3.22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.22 โมดูลส่วนเสริมสำหรับ Firebase

การใช้งานโมดูลส่วนเสริมสำหรับ Firebase มีความจำเป็นในการระบุลิงก์ที่อยู่ที่ต้องการรับ-ส่งข้อมูลพร้อมทั้งระบุเส้นทางอย่างชัดเจน เพื่อป้องกันความผิดพลาดของข้อมูล

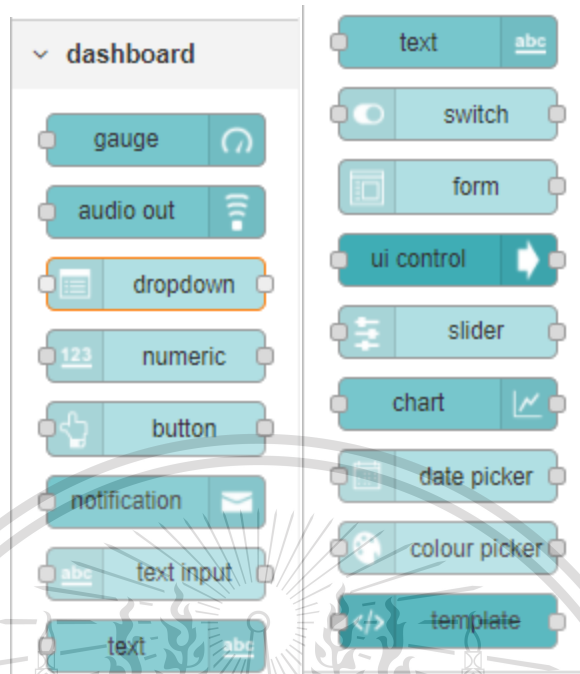


รูปที่ 3.23 การระบุที่อยู่และเส้นทาง

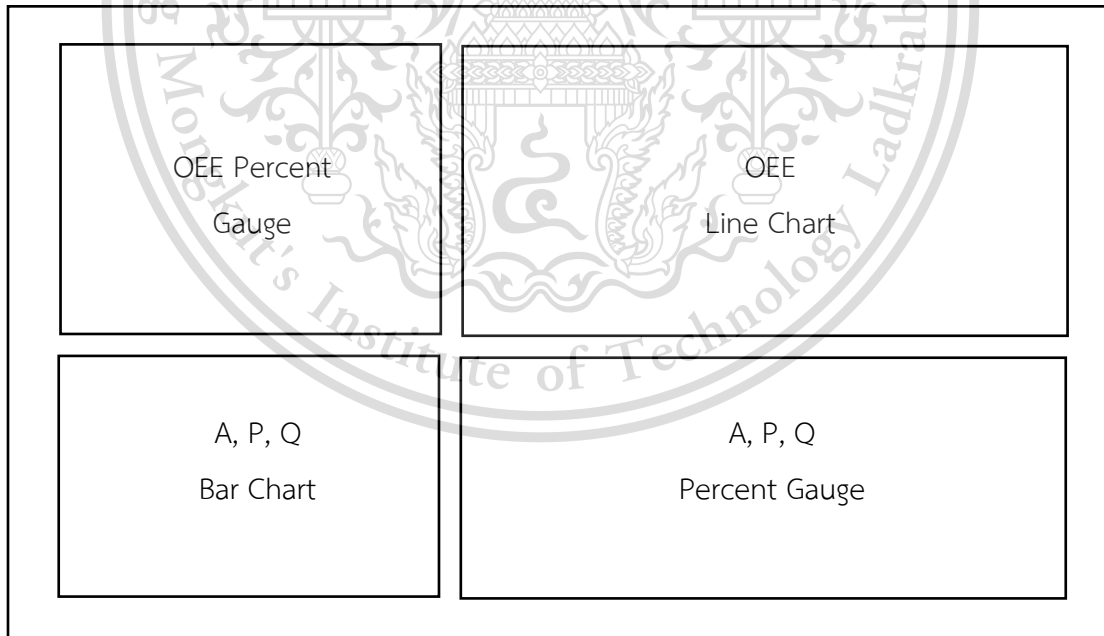
3.5.3 การสร้างแดชบอร์ดใน Node-RED

การสร้างแดชบอร์ดใน Node-RED มีโมดูลส่วนเสริมให้เลือกใช้ ดังรูปที่ 3.24 และทำการออกแบบองค์ประกอบที่ใช้ในการแสดงผล ดังรูปที่ 3.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



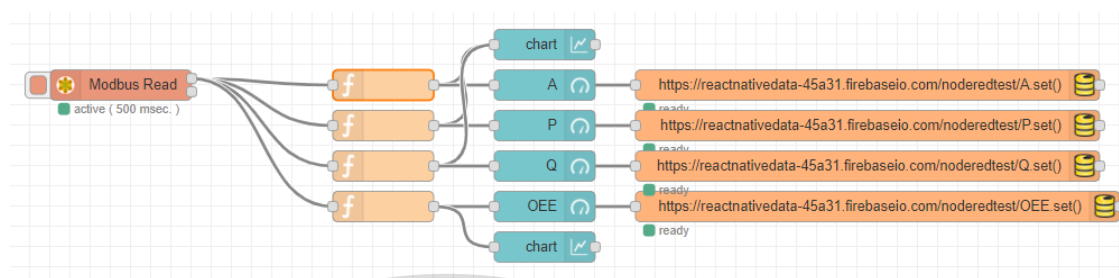
รูปที่ 3.24 โมดูลส่วนเสริมสำหรับแดชบอร์ด



รูปที่ 3.25 แดชบอร์ดที่ถูกออกแบบภายใน Node-RED

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าที่แสดงถูกส่งผ่าน Modbus TCP แล้วนำมาแปลงค่าก่อนถูกนำไปแสดงค่าในรูปแบบของแดชบอร์ด และส่งไปยัง Firebase โดยตัวอย่างแดชบอร์ดที่ออกแบบภายใน Node-RED ดังรูปที่ 3.26

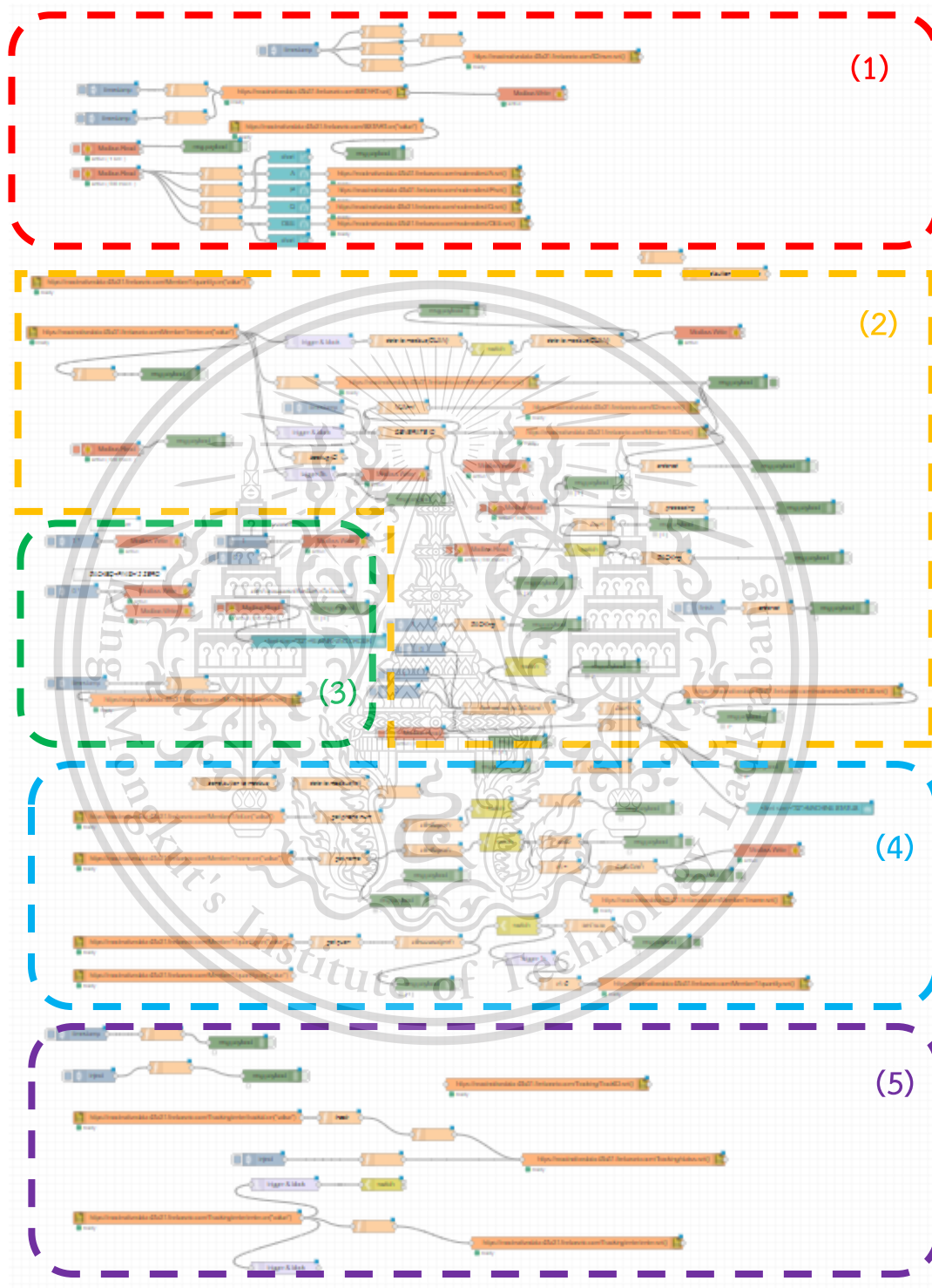


รูปที่ 3.26 การเขียนโปรแกรมเพื่อแสดงผลแดชบอร์ดใน Node-RED



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.4 เงื่อนไขการทำงานของระบบที่จัดสร้างขึ้นด้วย Node-RED



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 3.27 ภาพรวมโปรแกรมทั้งหมดภายใน Node-RED
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่ 1 ทำหน้าที่กำหนดตัวแปร และกำหนดการทำงานของแดชบอร์ดภายใน Node-RED

ส่วนที่ 2 ทำหน้าที่จัดการสถานะของคำสั่งซื้อ โดยทำการรายงานสถานะและส่งข้อมูลคำสั่งซื้อให้กับระบบเพื่อดำเนินการผลิต

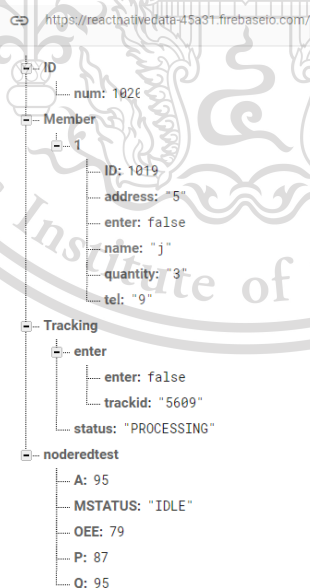
ส่วนที่ 3 ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของระบบ Pick-and-Place โดยสามารถสั่งเริ่มการผลิตหรือการหยุดฉุกเฉิน

ส่วนที่ 4 ทำหน้าที่บันทึกรายละเอียดคำสั่งซื้อของลูกค้าในฐานข้อมูล

ส่วนที่ 5 ทำหน้าที่รับคำสั่งซื้อจากแอปพลิเคชัน 'Customer' ผ่านคลาวด์ Firebase และทำการสร้าง Order Number เพื่อส่งกลับไปยังแอปพลิเคชัน 'Customer' และคำสั่งซื้อที่ได้รับถูกส่งไปยัง Workstation (Engineering/Operator) ผ่านโปรโตคอล Modbus TCP นอกจากนี้ ยังสามารถติดตามสถานะคำสั่งซื้อผ่านแอปพลิเคชัน 'Customer'

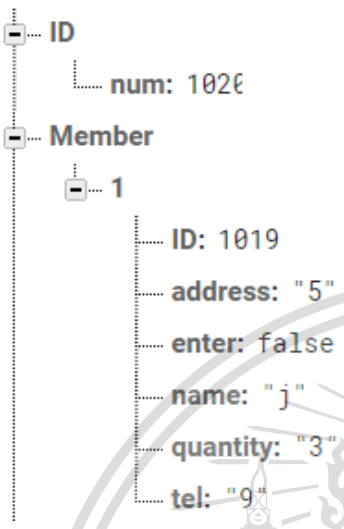
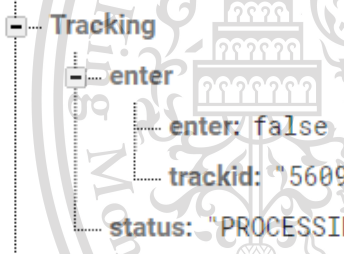
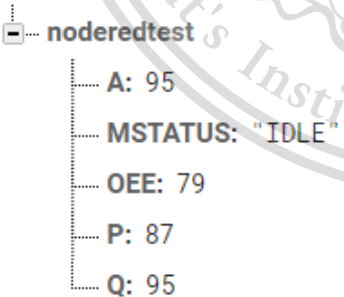
3.6 การรับ-ส่งข้อมูลผ่านคลาวด์

การรับ-ส่งข้อมูลได้มีการนำคลาวด์มาใช้เป็นตัวกลางในการส่งข้อมูลผ่านแต่ละจุด โดยคลาวด์ที่เลือกใช้ คือ คลาวด์ Firebase ที่มีความทันสมัย และง่ายต่อการใช้งานเชื่อมต่อกับจุดอื่น ๆ ซึ่งจำเป็นต้องสร้างลิงก์และเส้นทางไว้สำหรับเก็บข้อมูล เพื่อทำให้มีเส้นทางมารองรับเมื่อถูกเรียกใช้หรืออัปเดตค่าใหม่ ดังรูปที่ 3.28



รูปที่ 3.28 การเก็บข้อมูลบน Firebase

ตารางที่ 3.3 ส่วนของข้อมูลที่ใช้ในการเก็บข้อมูลบน Firebase

ส่วนใน Firebase	การใช้งาน
 <pre> graph TD ID["ID
num: 102"] Member["Member
1"] Tracking["Tracking
enter
enter: false
trackid: '5609'
status: 'PROCESSING'"] noderedtest["noderedtest
A: 95
MSTATUS: 'IDLE'
OEE: 79
P: 87
Q: 95"] </pre>	ใช้ในการเก็บข้อมูลชั่วคราวของลูกค้าที่ได้ทำการสั่งซื้อสินค้า โดยทำการเก็บรายละเอียดต่าง ๆ และส่งหมายเลขการสั่งซื้อให้กับลูกค้า
 <pre> graph TD Tracking["Tracking
enter
enter: false
trackid: '5609'
status: 'PROCESSING'"] </pre>	ใช้ในการติดตามการสั่งซื้อสินค้าของลูกค้า โดยลูกค้าสามารถติดตามสถานะของการสั่งซื้อสินค้าได้ผ่านหมายเลขการสั่งซื้อที่ได้รับ
 <pre> graph TD noderedtest["noderedtest
A: 95
MSTATUS: 'IDLE'
OEE: 79
P: 87
Q: 95"] </pre>	ใช้ในการส่งข้อมูลแบบทันทีของค่าประสิทธิภาพการทำงานและสถานะของการทำงาน

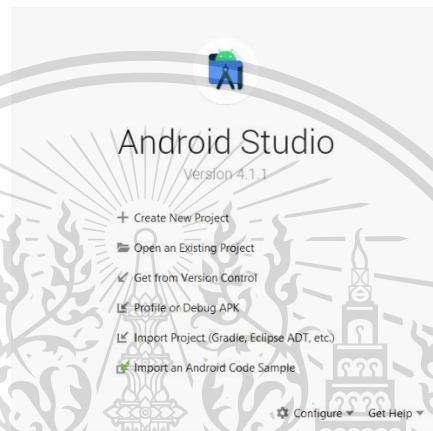
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 การสร้างแอนดรอยด์แอปพลิเคชันสำหรับลูกค้า และสำหรับโรงงานผู้ผลิตในส่วนของผู้บริหาร

3.7.1 การสร้างแอปพลิเคชันบนโปรแกรม Android Studio

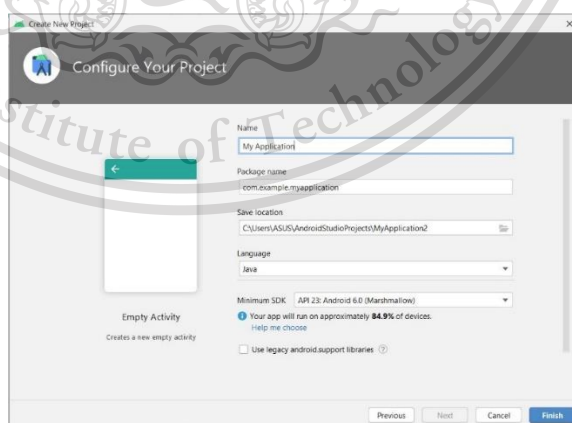
ขั้นตอนการสร้างแอปพลิเคชันสำหรับลูกค้า และของโรงงานผู้ผลิตในส่วนของผู้บริหารบนโปรแกรม Android Studio มีดังนี้

1. เปิดโปรแกรม Android Studio -> เลือก Create New Project



รูปที่ 3.29 หน้าเริ่มต้น Android Studio

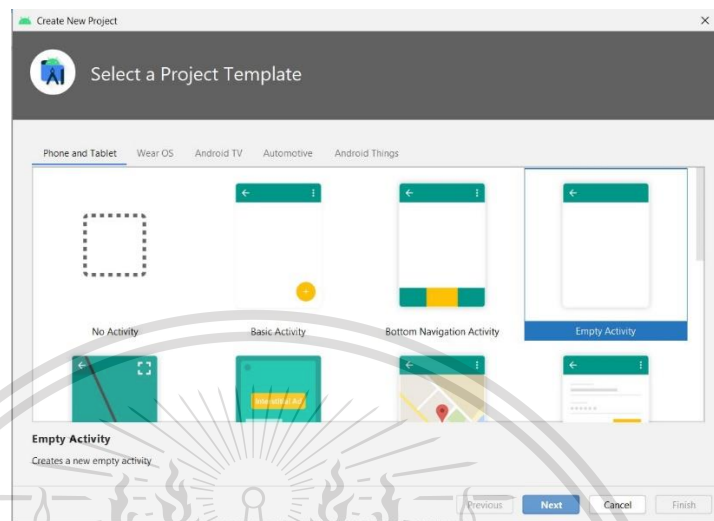
2. เลือก Phone and Tablet -> เลือก Empty Activity -> เลือก Next



รูปที่ 3.30 หน้าเริ่มสร้าง Android Studio

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ตั้งชื่อ Application -> เลือกภาษา Java -> กำหนด Minimum SDK -> เลือก Finish

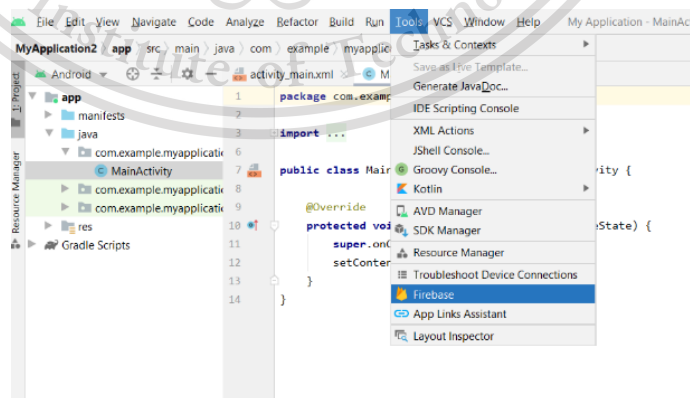


รูปที่ 3.31 การตั้งชื่อและเลือก Template

3.7.2 การเชื่อมต่อคลาวด์ Firebase ในโปรแกรม Android Studio

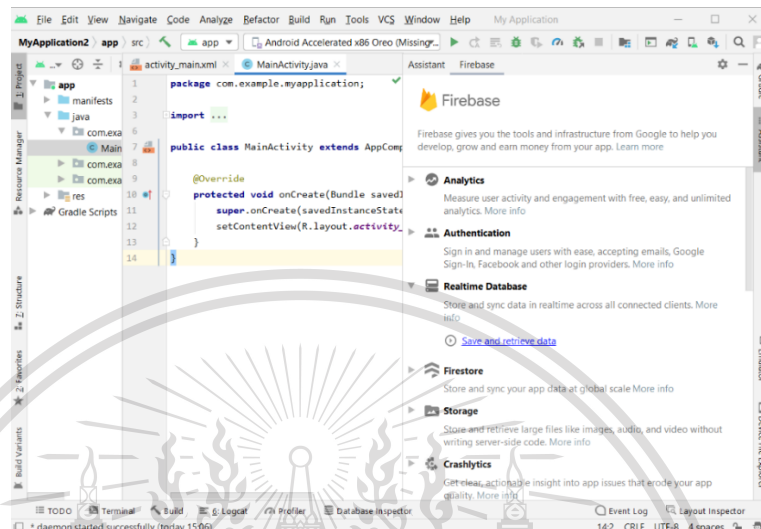
การเชื่อมต่อคลาวด์ Firebase เพื่อรับ-ส่งข้อมูลกับแอนดรอยด์แอปพลิเคชัน โดยขั้นตอนการเชื่อมต่อคลาวด์ Firebase ในโปรแกรม Android Studio มีดังนี้

1. เลือก Tools -> เลือก Firebase



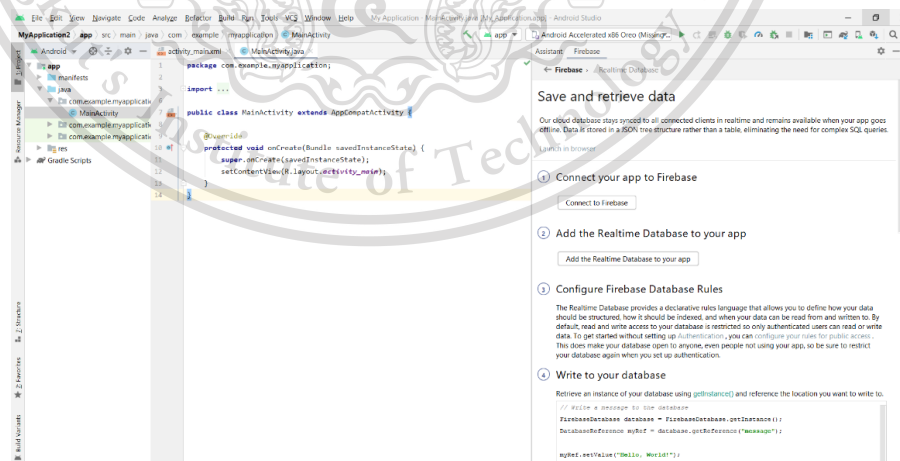
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 3.32 หน้าต่าง Tools ภายใน Android Studio
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ไปที่ Realtime Database -> เลือก Save and Retrieve data



รูปที่ 3.33 การเลือกประเภทฐานข้อมูลภายใน Android Studio

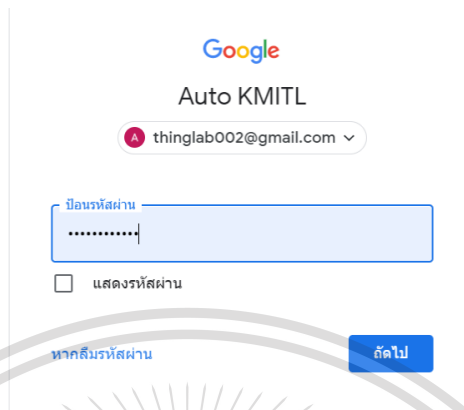
3. เลือก Connect to Firebase



รูปที่ 3.34 การเลือกประเภทฐานข้อมูล Firebase

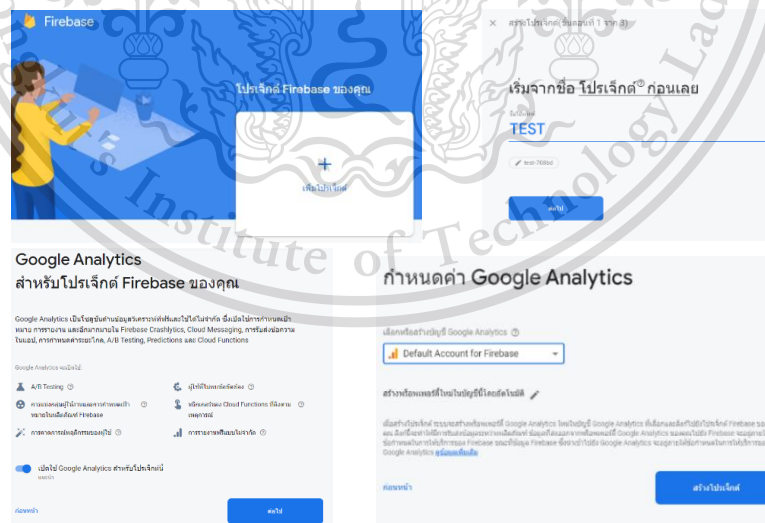
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในงานเพื่อการศึกษาค้นคว้า ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ลงชื่อเข้าใช้ E-mail ที่ใช้สร้าง Firebase



รูปที่ 3.35 อีเมลที่ได้ทำการสร้างฐานข้อมูล Firebase

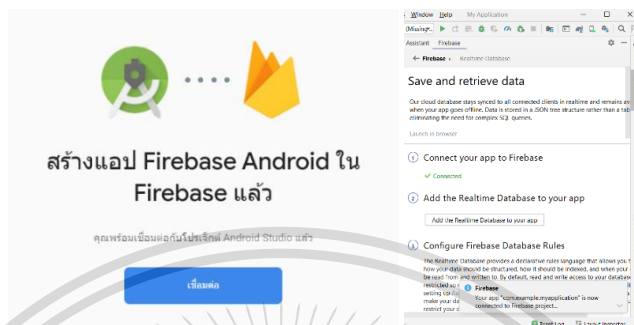
5. เพิ่มโปรเจกต์ -> ตั้งชื่อโปรเจกต์ -> เลือก ต่อไป -> กำหนดค่า Google Analytics เป็น Default Account for Firebase -> สร้างโปรเจกต์



รูปที่ 3.36 การสร้างฐานข้อมูล Firebase

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. เลือกเชื่อมต่อ โดยเมื่อทำการเชื่อมต่อแล้วที่หน้า Firebase และที่โปรแกรม Android Studio มีการแสดงผลดังรูปที่ 3.37



รูปที่ 3.37 หน้าแสดงผล Android Studio เชื่อมต่อกับ Firebase

3.7.3 การออกแบบแอปพลิเคชันสำหรับของลูกค้า

แอปพลิเคชันของของลูกค้าแสดงผลผ่านสมาร์ทโฟนโดยในการออกแบบนี้มีความละเอียดของหน้าจอ คือ 1080 x 2220 พิกเซล



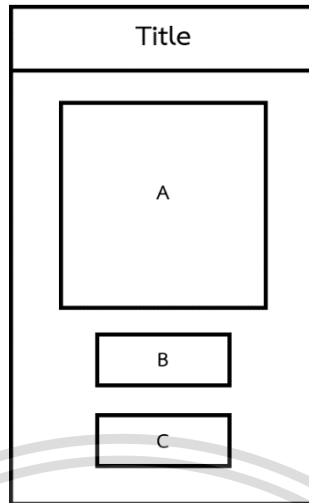
1080 X 2220 px

รูปที่ 3.38 ความละเอียดของหน้าจอของลูกค้า

ที่หน้าแอปพลิเคชันของของลูกค้า มีทั้งหมด 6 Activity คือ activity main, activity_2, activity_3, activity_4, activity_5, และ activity_6 รายละเอียดของแอปพลิเคชันแต่ละหน้ามีดังต่อไปนี้

- activity main: หน้าหลักของแอปพลิเคชันของลูกค้า ประกอบด้วย
 - Title: แสดงชื่อของแอปพลิเคชัน “THINGS LAB”
 - A: รูปโลโก้ THINGS LAB
 - B: ปุ่มกดเพื่อเปลี่ยนไปยังหน้า activity_2 (Order)
 - C: ปุ่มกดเพื่อเปลี่ยนไปยังหน้า activity main (Home)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.39 การออกแบบแอปพลิเคชันสำหรับของลูกค้าหน้า Home

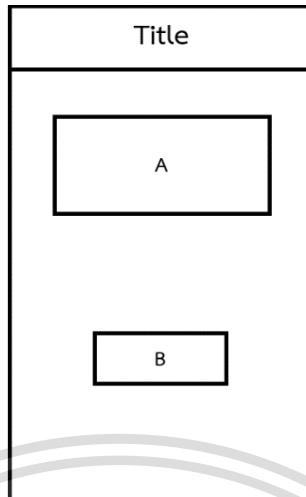
- activity_2: หน้า Order เพื่อให้ของลูกค้าสามารถสั่งซื้อสินค้าได้ ประกอบด้วย
 - Title: แสดงชื่อหัวข้อ “ORDER”
 - A: ช่องกรอกชื่อของลูกค้า
 - B: ช่องกรอกที่อยู่ของลูกค้า
 - C: ช่องกรอกเบอร์โทรศัพท์ของลูกค้า
 - D: ช่องกรอกจำนวนสินค้าของลูกค้า
 - E: ปุ่มกดเพื่อยืนยันข้อมูลการสั่งซื้อสินค้า และทำการเปลี่ยนยังหน้า activity_4 (Your Order Number)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.40 การออกแบบแอปพลิเคชันสำหรับของลูกค้านำ Order

- activity_3: หน้า Track เพื่อแสดงค่า Order Number ของลูกค้าที่ทำการสั่งซื้อแล้ว ประกอบด้วย
 - Title: แสดงชื่อหัวข้อ “TRACK”
 - A: ช่องกรอกหมายเลขคำสั่งซื้อสินค้าที่ต้องการติดตามสถานะ
 - B: ปุ่มกดเพื่อยืนยันข้อมูลการสั่งซื้อ และทำการเปลี่ยนยังหน้า activity_5 (Tracking Status)

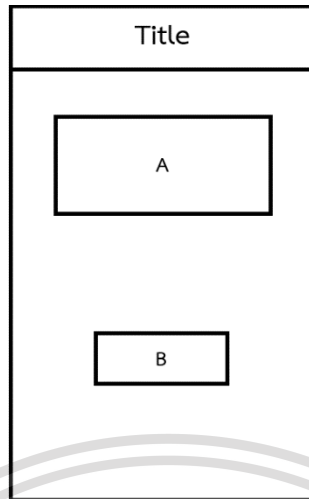
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.41 การออกแบบแอปพลิเคชันสำหรับของลูกค้านำ Track

- activity_4: หน้า Your Order Number เพื่อแสดงค่า Order Number ของลูกค้าที่ทำการสั่งซื้อสินค้าแล้ว ประกอบด้วย
 - Title: แสดงชื่อหัวข้อ “Your Order Number”
 - A: แสดงหมายเลขคำสั่งซื้อสินค้า
 - B: ปุ่มกดเพื่อเปลี่ยนไปยังหน้า activity main (Home)

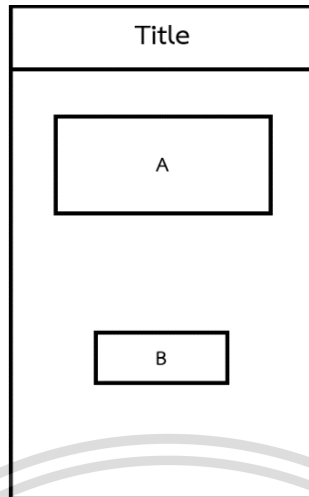
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.42 การออกแบบแอปพลิเคชันสำหรับของลูกค้านำหน้า Your Order Number

- activity_5: หน้า Tracking Status เพื่อแสดงสถานะของสินค้า ที่ลูกค้าทำการสั่งซื้อ ประกอบด้วย
 - Title: แสดงชื่อหัวข้อ “TRACKING STATUS”
 - A: แสดงสถานะของสินค้า
 - B: ปุ่มกดเพื่อเปลี่ยนไปยังหน้า activity main (Home)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

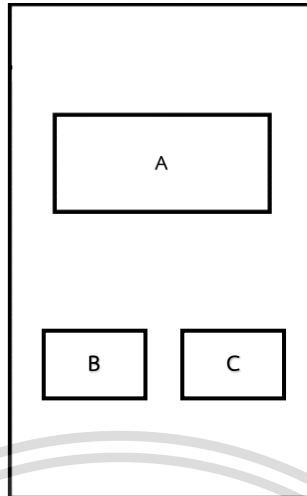


รูปที่ 3.43 การออกแบบแอปพลิเคชันสำหรับของลูกค้าหน้า Tracking Status

activity_6: หน้า Recheck เพื่อแสดงสถานะของสินค้า ที่ลูกค้าทำการสั่งซื้อ
ประกอบด้วย

- A: แสดงข้อความ “Are you sure?”
- B: ปุ่มกด YES เพื่อเปลี่ยนไปหน้า activity_5 (Tracking Status)
- C: ปุ่มกด NO เพื่อเปลี่ยนไปยังหน้า activity_main (Home)

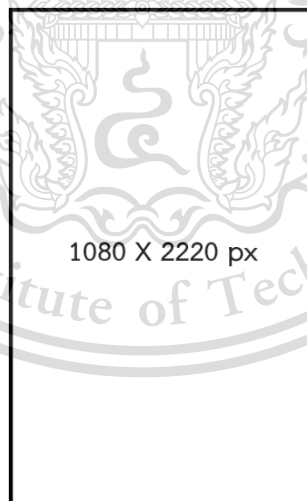
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.44 การออกแบบแอปพลิเคชันสำหรับของลูกค้าหน้า Recheck

3.7.4 การออกแบบแอปพลิเคชันสำหรับโรงงานผู้ผลิตในส่วนของผู้บริหาร

แอปพลิเคชันของโรงงานผู้ผลิตแสดงผลผ่านสมาร์ทโฟนโดยในการออกแบบนี้มีความละเอียดของหน้าจอ คือ 1080 x 2220 พิกเซล

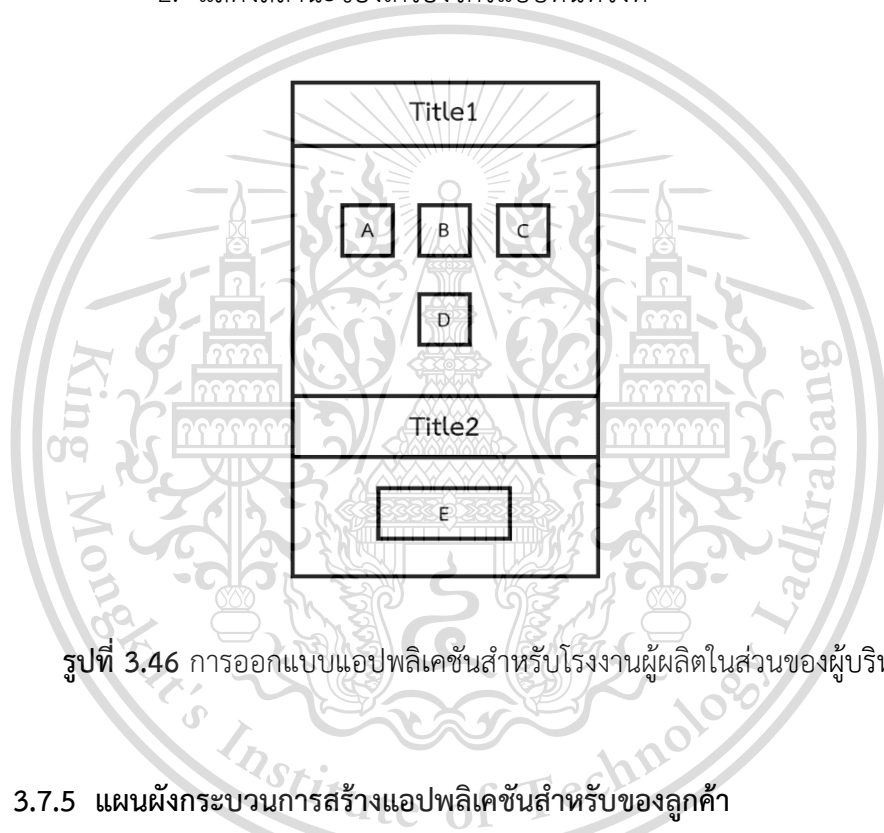


รูปที่ 3.45 ความละเอียดของหน้าจอโรงงานผู้ผลิตในส่วนของผู้บริหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดของแอปพลิเคชันมีดังต่อไปนี้

- Title 1: แสดงชื่อหัวข้อ “Overall Equipment Effectiveness”
- Title 2: แสดงชื่อหัวข้อ “Machine Status”
- A: แสดงค่าของ Availability เป็นเปอร์เซ็นต์
- B: แสดงค่าของ Performance เป็นเปอร์เซ็นต์
- C: แสดงค่าของ Quality เป็นเปอร์เซ็นต์
- D: แสดงค่าของ Overall Equipment Effectiveness เป็นเปอร์เซ็นต์
- E: แสดงสถานะของเครื่องจักรแบบทันท่วงที



รูปที่ 3.46 การออกแบบแอปพลิเคชันสำหรับโรงงานผู้ผลิตในส่วนของผู้บริหาร

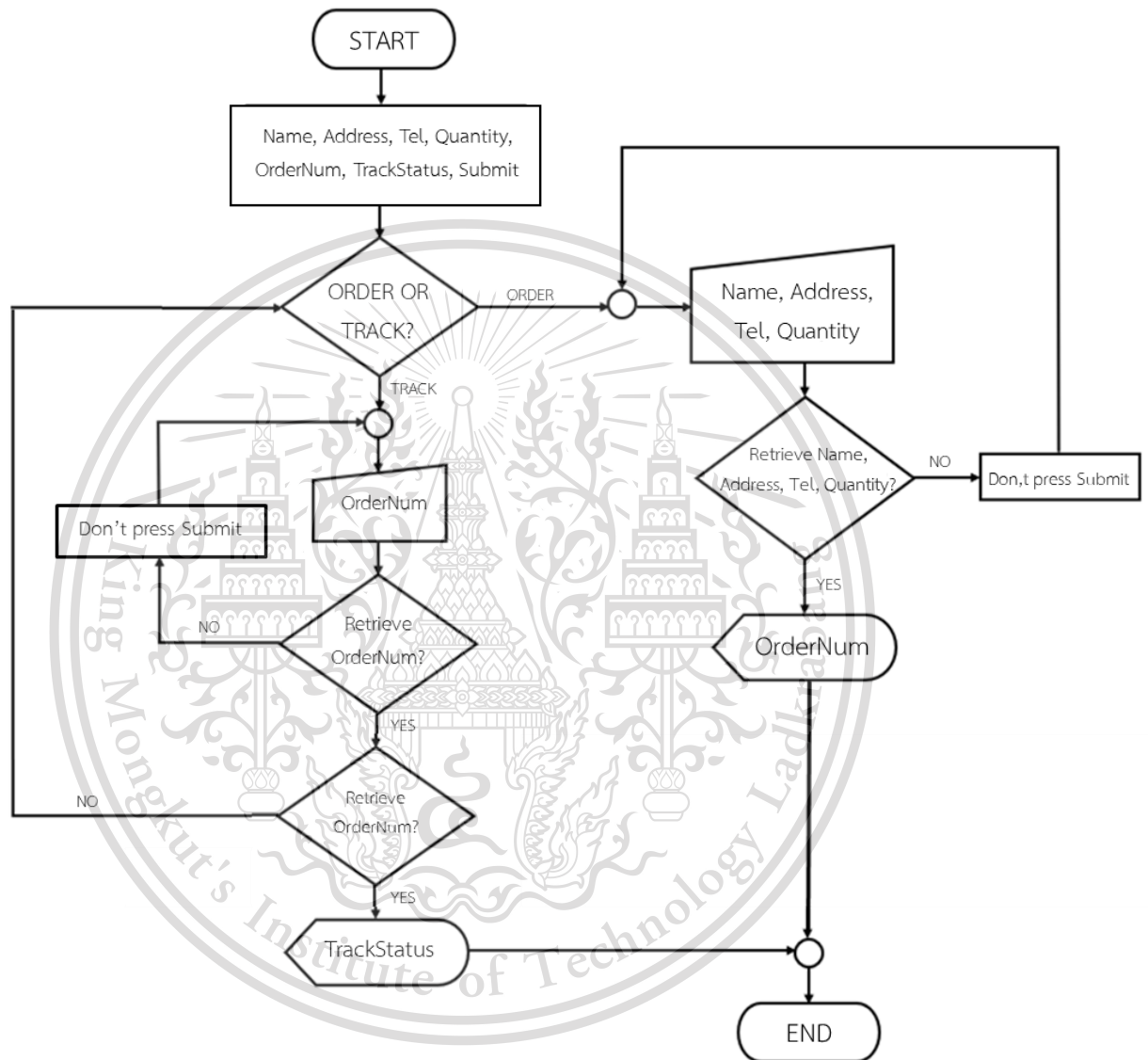
3.7.5 แผนผังกระบวนการสร้างแอปพลิเคชันสำหรับของลูกค้า

ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในกระบวนการทำงานของแอปพลิเคชันสำหรับลูกค้า ประกอบด้วย

- Name: ชื่อ
- Address: ที่อยู่
- Tel: เบอร์โทรศัพท์
- Quantity: จำนวนของสินค้า
- OrderNum (Order Number): หมายเลขคำสั่งซื้อสินค้า
- TrackStatus: สถานะของสินค้า
- Submit: ปุ่มยืนยันการสั่งซื้อสินค้า ปุ่มยืนยันการตรวจสอบสถานะสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวสามารถนำไปเขียนแผนผังกระบวนการทำงานของแอปพลิเคชัน
สำหรับของลูกค้าได้ดังรูปที่ 3.46



รูปที่ 3.47 แผนผังกระบวนการสร้างแอปพลิเคชันสำหรับของลูกค้า

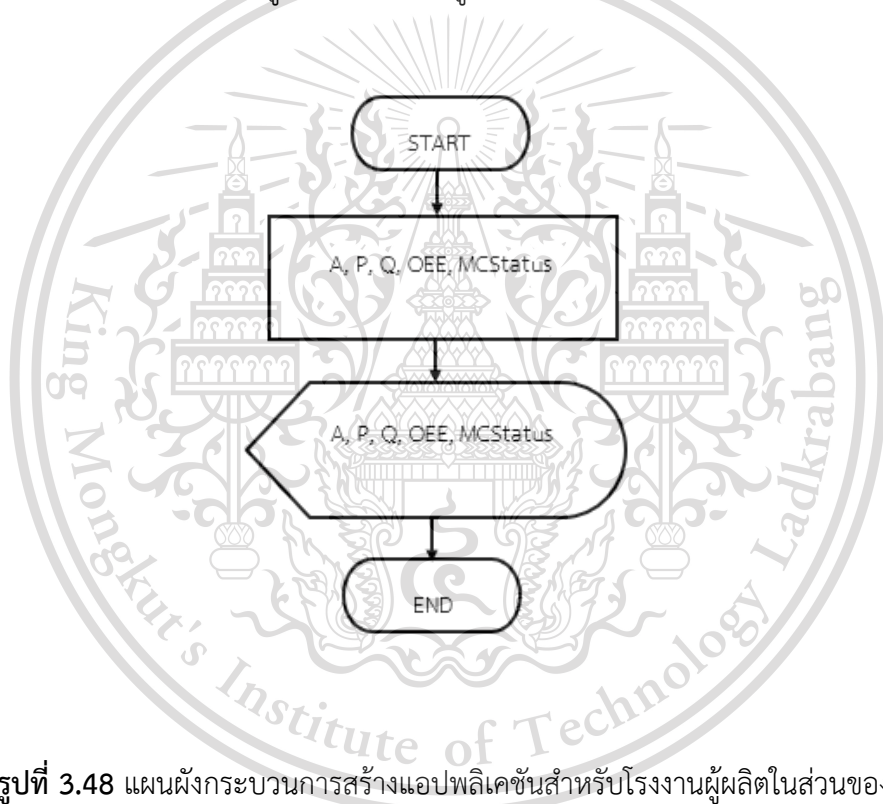
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7.6 แผนผังกระบวนการทำงานของแอปพลิเคชันสำหรับโรงงานผู้ผลิตในส่วนของผู้บริหาร

ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในกระบวนการทำงานของแอปพลิเคชันสำหรับโรงงานผู้ผลิตในส่วนของผู้บริหาร ประกอบด้วย

- A (Availability): ค่าความพร้อมใช้งานของระบบ
- P (Performance): ค่าประสิทธิภาพของระบบ
- Q (Quality): ค่าอัตราคุณภาพของระบบ
- OEE (Overall Equipment Effectiveness): ค่าประสิทธิผลของระบบโดยรวม
- MCStatus (Machine Status): แสดงถึงสถานะการทำงานของเครื่องจักร

โดยแอปพลิเคชันสำหรับโรงงานผู้ผลิตในส่วนของผู้บริหารมีแผนผังกระบวนการทำงานดังรูปที่ 3.47



รูปที่ 3.48 แผนผังกระบวนการสร้างแอปพลิเคชันสำหรับโรงงานผู้ผลิตในส่วนของผู้บริหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการดำเนินการ

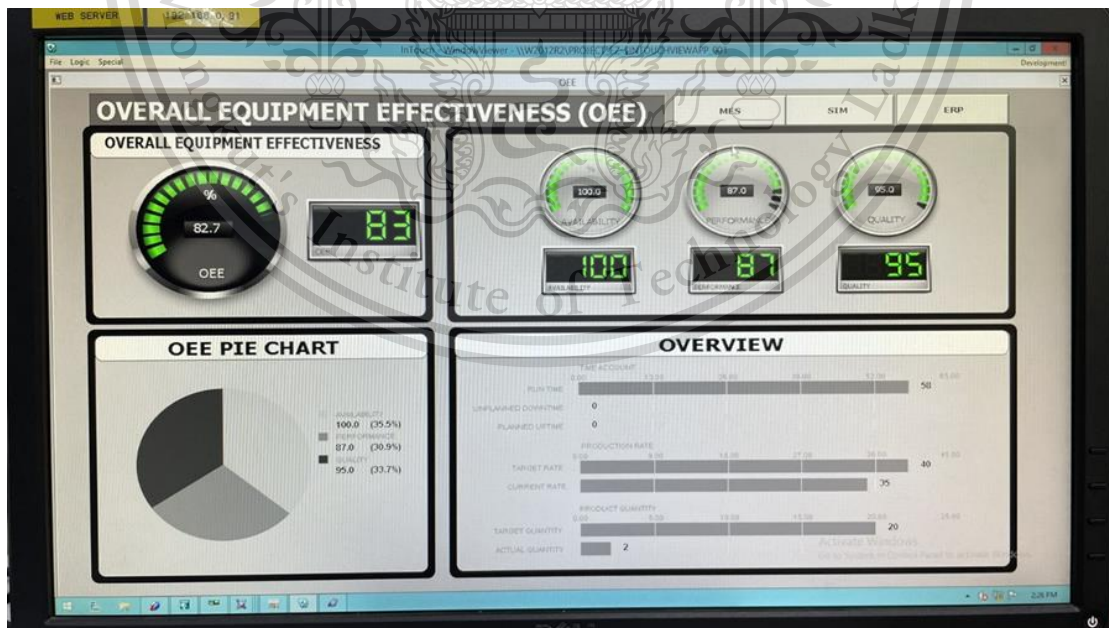
4.1 กล่าวนำ

บทที่ 4 นี้เป็นการแสดงผลการดำเนินการที่ได้รับ โดยแบ่งออกเป็นการทำงาน Factory Acceptance Test (FAT) ในแต่ละส่วนได้แก่ ส่วนของแดชบอร์ดที่ถูกจัดสร้างขึ้นบนแพลตฟอร์ม ArchestrA ส่วนของแดชบอร์ดที่ถูกจัดสร้างขึ้นบน Node-RED ส่วนของข้อมูลที่ถูกเก็บในคลาวด์ Firebase ส่วนของแอปพลิเคชันทั้งของลูกค้าและของโรงงานผู้ผลิตในส่วนของผู้บริหาร นอกจากนี้ ยังมีตัวอย่างขั้นตอนการทำงานจริงเพื่อแสดงถึงความเป็นไปได้ตามข้อกำหนดที่ออกแบบไว้

4.2 แดชบอร์ดที่ถูกจัดสร้างขึ้นบน ArchestrA

4.2.1 OEE แดชบอร์ด

ผลของการดำเนินการสร้างแดชบอร์ดสำหรับระบบ OEE เป็นดังนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในเท่านั้น ไม่ควรเผยแพร่สู่สาธารณะโดยไม่ได้รับอนุญาต
รูปที่ 4.1 หน้าแสดงผลของระบบ OEE นำมาปรับใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

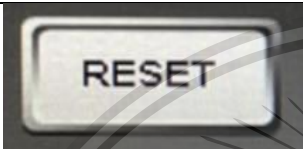
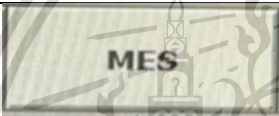
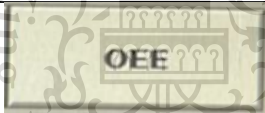
จากรูปที่ 4.1 หน้าจอแสดงผลของระบบ OEE ประกอบไปด้วย ส่วนของการแสดงผลค่าตัวแปรที่เกี่ยวข้อง การแสดงผลค่าตัวแปรในรูปแบบของแผนภูมิวงกลม และการแสดงผลข้อมูลที่เป็นในการคำนวณ โดยค่าตัวแปรหลักที่นำมาแสดงได้แก่ ค่าความพร้อมใช้งานของระบบ (Availability) ค่าประสิทธิภาพของระบบ (Performance) ค่าอัตราคุณภาพ (Quality) และค่าประสิทธิภาพโดยรวมของระบบ (OEE) ซึ่งได้แสดงผ่านเกจบริเวณด้านบนของหน้าจอแสดงผล ในส่วนด้านล่างแสดงค่าตัวแปรในรูปแบบของแผนภูมิวงกลมและแสดงข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรหลัก เช่น ระยะเวลาเดินเครื่อง อัตราเร็วการทำงานของเครื่องจักร จำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้ทั้งหมด ซึ่งถูกแสดงอยู่ในรูปแบบของแผนภูมิแท่ง

ตารางที่ 4.1 รายละเอียดหน้ากราฟิกในหน้า OEE

กราฟิก	หน้าที่การแสดงผล
	แสดงค่า OEE เป็นเปอร์เซ็นต์
	แสดงค่า Availability เป็นเปอร์เซ็นต์
	แสดงค่า Performance เป็นเปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 (ต่อ) รายละเอียดหน้ากราฟิกในหน้า OEE

กราฟิก	หน้าที่การแสดงผล
	แสดงค่า Quality เป็นเปอร์เซ็นต์
	ปุ่มรีเซ็ตเพื่อรีเซ็ตค่าทั้งหมดในกระบวนการ
	ปุ่มกดเพื่อเปิดหน้า MES
	ปุ่มกดเพื่อเปิดหน้า OEE
	ปุ่มกดเพื่อเปิดหน้า ERP

4.2.1.1 KPI แดชบอร์ด

ตารางที่ 4.2 การตรวจสอบและทดลองในโรงงานของ KPI แดชบอร์ด

No.	Description	Pass/Fail or Data	Corrective Action Require	Retest Pass/Fail
1	Display of %OEE in pie graph form			
2	Display of %OEE in numerical form			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 (ต่อ) การตรวจสอบและทดลองในโรงงานของ KPI แดชบอร์ด

No.	Description	Pass/Fail or Data	Corrective Action Require	Retest Pass/Fail
3	Display of %Availability in pie graph form			
4	Display of %Availability in numerical form			
5	Display of %Performance in pie graph form			
6	Display of %Performance in numerical form			
7	Display of %Quality in pie graph form			
8	Display of %Quality in numerical form			

หมายเหตุ: เนื่องจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโควิด-19 ทำให้ไม่สามารถเก็บผลการทดสอบได้

4.2.2.2 Production Overview

ตารางที่ 4.3 การตรวจสอบและทดลองในโรงงานของ Production Overview

No.	Description	Pass/Fail or Data	Corrective Action Require	Retest Pass/Fail
1	Display of run time in bar graph form			
2	Display of planned uptime in bar graph form			
3	Display of unplanned downtime in bar graph form			
4	Display of target production rate in bar graph form			
5	Display of current production rate in bar graph form			
6	Display of target quantity in bar graph form			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

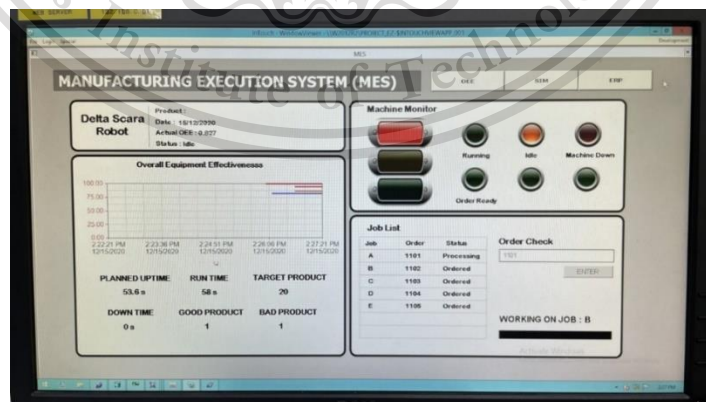
ตารางที่ 4.3 (ต่อ) การตรวจสอบและทดลองในโรงงานของ Production Overview

No.	Description	Pass/Fail or Data	Corrective Action Require	Retest Pass/Fail
7	Display of actual quantity in bar graph form			

หมายเหตุ: เนื่องจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโควิด-19 ทำให้ไม่สามารถเก็บผลการทดสอบได้

4.2.2 MES แดชบอร์ด

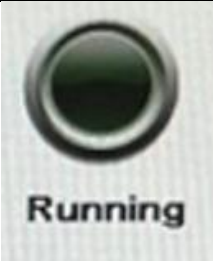
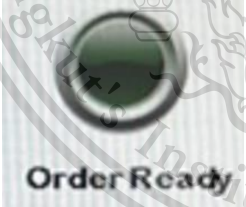
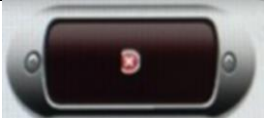
จากรูปที่ 4.2 หน้าจอแสดงผลของระบบ MES ประกอบด้วย การแสดงรายละเอียดของเครื่องจักรที่เชื่อมต่ออยู่ ซึ่งแสดงวันที่ปัจจุบันที่เครื่องทำงานอยู่ แสดงค่า OEE ที่แท้จริง และแสดงสถานะการทำงานของเครื่องจักร ส่วนของการแสดงข้อมูลค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรในรูปแบบของแผนภูมิเส้นพร้อมทั้งสรุปผลการทำงานของเครื่องจักรรายวัน โดยข้อมูลที่นำมาแสดงคือ ระยะเวลาเดินเครื่องที่กำหนดไว้ ระยะเวลาเดินเครื่องปัจจุบัน ระยะเวลาที่เครื่องจักรหยุดทำงาน จำนวนชิ้นงานที่ต้องการผลิตทั้งหมด จำนวนชิ้นงานดี และจำนวนชิ้นงานเสีย ทั้งหมดนี้ถูกแสดงอยู่ทางฝั่งซ้ายของหน้าจอแสดงผล สำหรับฝั่งขวาของหน้าจอแสดงสถานะของ Tower Lamp ที่ติดอยู่กับหุ่นยนต์สการา เพื่อบอกถึงสถานะการทำงานของหุ่นยนต์ในกระบวนการ และมีกราฟิกหลอดไฟที่แสดงสถานะการทำงานของเครื่องจักร ในส่วนสุดท้ายเป็นการแสดงลำดับการผลิตชิ้นงานและแสดงรายการที่กำลังดำเนินการ ซึ่งลำดับการผลิตเรียงตามการสั่งซื้อของลูกค้า และทำการผลิตตามคำสั่งซื้อที่ถูกเพิ่มเข้ามาก่อนตามลำดับ โดยผลของการดำเนินการของการสร้างแดชบอร์ดสำหรับระบบ MES เป็นดังตารางที่ 4.4



รูปที่ 4.2 หน้าแสดงผลของระบบ MES

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 รายละเอียดหน้ากราฟิกในหน้า MES

กราฟิก	หน้าที่การแสดงผล
	แสดงสถานะทำงานของหุ่นยนต์
	แสดงสถานะว่างงานของหุ่นยนต์
	แสดงสถานะหยุดทำงานของหุ่นยนต์
	แสดงสถานะความพร้อมของคำสั่งซื้อใหม่
	แสดงสถานะไฟสีแดงของ tower lamp

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2.1 Machine Information

ตารางที่ 4.5 การตรวจสอบและทดลองในโรงงานของ Machine Information

No.	Description	Pass/Fail or Data	Corrective Action Require	Retest Pass/Fail
1	Display of product type			
2	Display of production date			
3	Display of actual OEE value in numerical form			
4	Display of current machine status as a text			
5	Display of robot type			

หมายเหตุ: เนื่องจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโควิด-19 ทำให้ไม่สามารถเก็บผลการทดสอบได้

4.2.2.2 Machine Monitoring

ตารางที่ 4.6 การตรวจสอบและทดลองในโรงงานของ Machine Monitoring

No.	Description	Pass/Fail or Data	Corrective Action Require	Retest Pass/Fail
1	Display of red tower lamp graphic			
2	Display of yellow tower lamp graphic			
3	Display of green tower lamp graphic			
4	Display of green light for running status			
5	Display of yellow light for idle status			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 (ต่อ) การตรวจสอบและทดลองในโรงงานของ Machine Monitoring

No.	Description	Pass/Fail or Data	Corrective Action Require	Retest Pass/Fail
6	Display of red light for machine down status			

หมายเหตุ: เนื่องจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโควิด-19 ทำให้ไม่สามารถเก็บผลการทดสอบได้

4.2.2.3 Trend Over Time

ตารางที่ 4.7 การตรวจสอบและทดลองในโรงงานของ Trend Over Time

No.	Description	Pass/Fail or Data	Corrective Action Require	Retest Pass/Fail
1	Display of %OEE over time in line graph form			
2	Display of %Availability over time in line graph form			
3	Display of %Performance over time in line graph form			
4	Display of %Quality over time in line graph form			
5	Display of yellow light in idle status			
6	Display of red light in machine down status			
7	Display of planned uptime in numerical form			
8	Display of unplanned downtime in numerical form			
9	Display of runtime in numerical form			
10	Display of target product in numerical form			

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงชื่อของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 (ต่อ) การตรวจสอบและทดลองในโรงงานของ Trend Over Time

No.	Description	Pass/Fail or Data	Corrective Action Require	Retest Pass/Fail
11	Display of actual product in numerical form			
12	Display of bad product in numerical form			

หมายเหตุ: เนื่องจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโควิด-19 ทำให้ไม่สามารถเก็บผลการทดสอบได้

4.2.2.4 Production Planning and Control

ตารางที่ 4.8 การตรวจสอบและทดลองในโรงงานของ Production Planning and Control

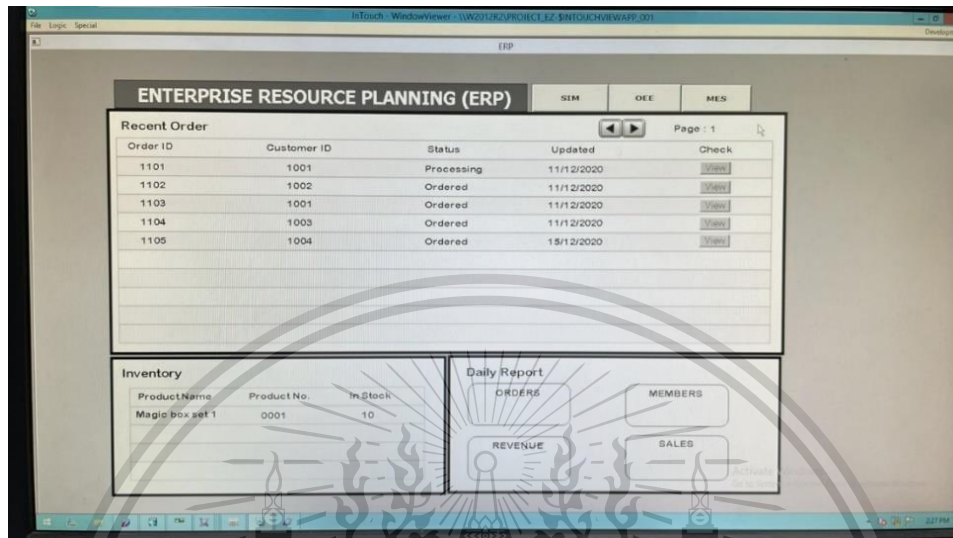
No.	Description	Pass/Fail or Data	Corrective Action Require	Retest Pass/Fail
1	Display of blink green light when order is ready			
2	Display of job order in job list table			
3	Display of order ID in job list table			
4	Display of order status in job list table			
5	Display of a current job is in the process			
6	Display of the % of the process in bar graph form			
7	User input order ID box for tracking the order			

หมายเหตุ: เนื่องจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโควิด-19 ทำให้ไม่สามารถเก็บผลการทดสอบได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 ERP แดชบอร์ด

ผลของการดำเนินการสร้างแดชบอร์ดสำหรับระบบ ERP เป็นดังนี้



The screenshot displays the ERP dashboard with the following sections:

- ENTERPRISE RESOURCE PLANNING (ERP)** header with tabs for SIM, OEE, and MES.
- Recent Order** table:

Order ID	Customer ID	Status	Updated	Check
1101	1001	Processing	11/12/2020	View
1102	1002	Ordered	11/12/2020	View
1103	1001	Ordered	11/12/2020	View
1104	1003	Ordered	11/12/2020	View
1105	1004	Ordered	15/12/2020	View

- Inventory** table:

Product Name	Product No.	In Stock
Magic box set 1	0001	10

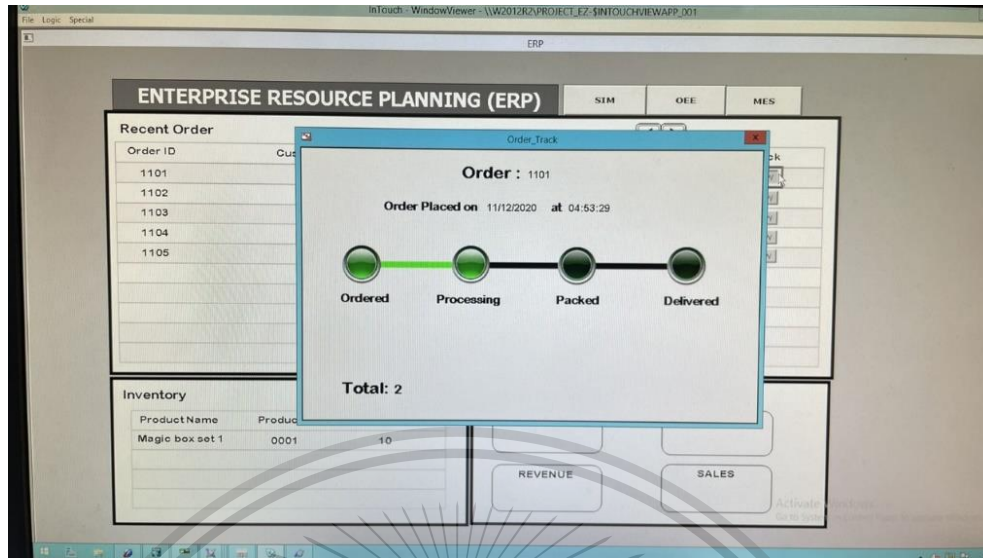
- Daily Report** section with buttons for ORDERS, REVENUE, MEMBERS, and SALES.

A large, faint watermark of King Mongkut's Institute of Technology Rajabhat is visible in the background of the screenshot.

รูปที่ 4.3 หน้าแสดงผลของระบบ ERP

จากรูปที่ 4.3 หน้าจอแสดงผลของระบบ ERP ประกอบด้วย การแสดงรายการสั่งซื้อล่าสุด ซึ่งถูกแสดงไว้บริเวณด้านบนของหน้าจอแสดงผล โดยข้อมูลของคำสั่งซื้อที่เข้ามาถูกแสดงได้สูงสุด 30 รายการ ในแต่ละรายการแสดงข้อมูลหมายเลขคำสั่งซื้อ หมายเลขประจำตัวลูกค้า สถานะคำสั่งซื้อ วันเวลาล่าสุด ในการอัปเดตสถานะ และสามารถตรวจสอบรายละเอียดเพิ่มเติมของแต่ละรายการได้ ส่วนบริเวณด้านล่างแสดงสถานะของสินค้าในคลัง รวมถึงรายงานสรุปผลรายวันของรายละเอียดการสั่งซื้อ และผลสรุปของ OEE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 หน้าต่างตรวจสอบสถานะคำสั่งซื้อ

หน้าต่างสำหรับตรวจสอบสถานะคำสั่งซื้อ ซึ่งแสดงถึงสถานะรายการคำสั่งซื้อที่ได้ถูกส่งไปแล้ว นั้นว่าอยู่ในขั้นตอนใดของกระบวนการผลิตและการจัดส่ง โดยสามารถตรวจสอบรายการคำสั่งซื้อที่ต้องการได้ด้วยการกดปุ่ม 'view' บนหน้าแดชบอร์ดของระบบ ERP จากรูปที่ 4.3 หน้าต่างตรวจสอบสถานะคำสั่งซื้อ มีการแสดงข้อมูลพร้อมกับแสดงสถานะการผลิตของรายการนั้น ๆ โดยมีรายละเอียดดังนี้ หมายเลขคำสั่งซื้อ วันเวลาตอนที่ทำการสั่งซื้อ และจำนวนสินค้าที่ส่งทั้งหมด สำหรับสถานะการผลิตมีทั้งหมด 4 สถานะคือ Ordered, Processing, Packed, และ Delivered

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3.1 Recent Order List

ตารางที่ 4.9 การตรวจสอบและทดลองในโรงงานของ Recent Order List

No.	Description	Pass/Fail or Data	Corrective Action Require	Retest Pass/Fail
1	Display of order ID in recent order table			
2	Display of customer ID in recent order table			
3	Display of order status in recent order table			
4	Display of updated order date in recent order table			
5	Check button for order tracking in recent order table			

หมายเหตุ: เนื่องจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโควิด-19 ทำให้ไม่สามารถเก็บผลการทดสอบได้

4.2.3.2 Inventory List

ตารางที่ 4.10 การตรวจสอบและทดลองในโรงงานของ Inventory List

No.	Description	Pass/Fail or Data	Corrective Action Require	Retest Pass/Fail
1	Display of order ID in inventory table			
2	Display of product ID in inventory table			
3	Display of inventory status in inventory table			

หมายเหตุ: เนื่องจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโควิด-19 ทำให้ไม่สามารถเก็บผลการทดสอบได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3.3 Daily Report

ตารางที่ 4.11 การตรวจสอบและทดลองในโรงงานของ Daily Report

No.	Description	Pass/Fail or Data	Corrective Action Require	Retest Pass/Fail
1	Display of total order in a day			
2	Display of total OEE value in a day			

หมายเหตุ: เนื่องจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโควิด-19 ทำให้ไม่สามารถเก็บผลการทดสอบได้

4.2.3.4 Order Tracking Page

ตารางที่ 4.12 การตรวจสอบและทดลองในโรงงานของ Order Tracking Page

No.	Description	Pass/Fail or Data	Corrective Action Require	Retest Pass/Fail
1	Display of the tracking order ID			
2	Display of date and time of the tracking order			
3	Display of green light on “Ordered” if the order was placed			
4	Display of green light on “Processing” if the order is in the process			
5	Display of green light on “Packed” if the order was packed			
6	Display of green light on “Delivered” if the order was delivered			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.12 (ต่อ) การตรวจสอบและทดลองในโรงงานของ Order Tracking Page

No.	Description	Pass/Fail or Data	Corrective Action Require	Retest Pass/Fail
7	Display of the number of total products in the order			

หมายเหตุ: เนื่องจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโควิด-19 ทำให้ไม่สามารถเก็บผลการทดสอบได้

4.2.4 Production แดชบอร์ด

4.2.4.1 Production Control

ตารางที่ 4.13 การตรวจสอบและทดลองในโรงงานของ Production Control

No.	Description	Pass/Fail or Data	Corrective Action Require	Retest Pass/Fail
1	Start button to start the process			
2	Stop button to stop the process			
3	Emergency button to emergency stop the process			
4	Reset button to reset all values			

หมายเหตุ: เนื่องจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโควิด-19 ทำให้ไม่สามารถเก็บผลการทดสอบได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.4.2 Quality Report

ตารางที่ 4.14 การตรวจสอบและทดลองในโรงงานของ Quality Report

No.	Description	Pass/Fail or Data	Corrective Action Require	Retest Pass/Fail
1	Good quantity input box			
2	Bad quantity input box			
3	Submit button to enter the quality report			

หมายเหตุ: เนื่องจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโควิด-19 ทำให้ไม่สามารถเก็บผลการทดสอบได้

4.2.4.3 Production Plan

ตารางที่ 4.15 การตรวจสอบและทดลองในโรงงานของ Production Plan

No.	Description	Pass/Fail or Data	Corrective Action Require	Retest Pass/Fail
1	Display of the planned run time			
2	Display of the number of total products			
3	Display of the number of products left in stock			
4	Display of the quantity of product in current order			
5	Auto set mode switch			

หมายเหตุ: เนื่องจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโควิด-19 ทำให้ไม่สามารถเก็บผลการทดสอบได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.5 Menu bar

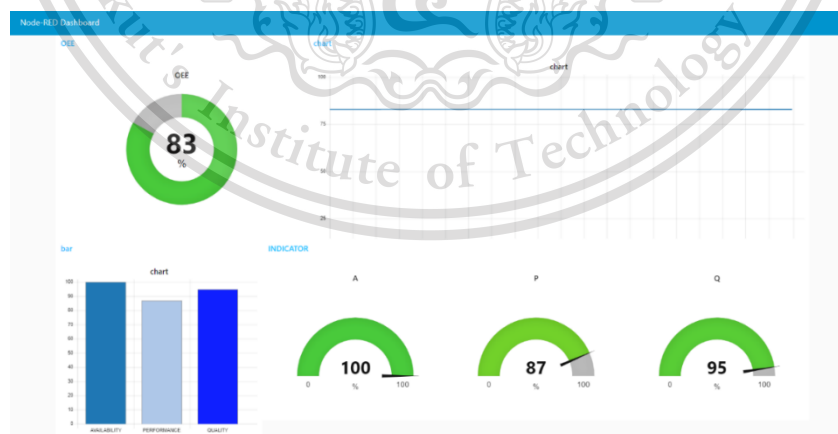
ตารางที่ 4.16 การตรวจสอบและทดลองในโรงงานของ Menu bar

No.	Description	Pass/Fail or Data	Corrective Action Require	Retest Pass/Fail
1	OEE button to open the OEE dashboard page			
2	MES button to open the MES dashboard page			
3	ERP button to open the ERP dashboard page			
4	Production button to open the production dashboard page			

หมายเหตุ: เนื่องจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโควิด-19 ทำให้ไม่สามารถเก็บผลการทดสอบได้

4.3 แดชบอร์ดที่จัดสร้างขึ้นด้วย Node-RED

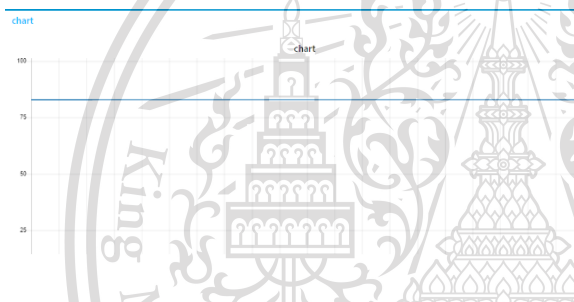
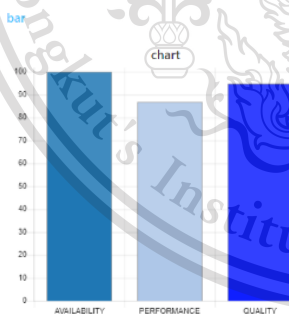
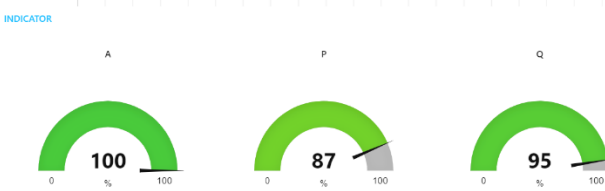
จัดสร้างแดชบอร์ดตามแบบที่ได้กำหนดไว้ โดยเน้นการแสดงส่วนของประสิทธิภาพการทำงานของ
ในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อให้สามารถเข้าใจได้ง่าย ดังรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 แดชบอร์ดภายใน Node-RED

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.17 รายละเอียดของหน้าแดชบอร์ด โดยอ้างอิงจากรูปที่ 4.5

ส่วนต่าง ๆ ใน Node-RED แดชบอร์ด	หน้าที่การแสดงผล
	แสดงค่า OEE เป็นเปอร์เซ็นต์ในรูปแบบ Gauge
	แสดงค่า OEE เป็นเปอร์เซ็นต์ในรูปแบบ Line Chart
	นำค่า A, P, Q เป็นเปอร์เซ็นต์มาแสดงในรูปแบบ Bar Chart
	นำค่า A, P, Q เป็นเปอร์เซ็นต์มาแสดงในรูปแบบ Gauge

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.18 การตรวจสอบและทดลองในโรงงานของ Node-RED แดชบอร์ด

No.	Description	Pass/Fail or Data	Corrective Action Require	Retest Pass/Fail
1	Display of %OEE in percent gauge form			
2	Display of %OEE in line chart form			
3	Display of %Availability in percent gauge form			
4	Display of %Availability in bar chart form			
5	Display of %Performance in percent gauge form			
6	Display of %Performance in bar chart form			
7	Display of %Quality in percent gauge form			
8	Display of %Quality in bar chart form			

หมายเหตุ: เนื่องจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโควิด-19 ทำให้ไม่สามารถเก็บผลการทดสอบได้

4.4 Firebase

ตารางที่ 4.19 การตรวจสอบและทดลองในโรงงานของ Firebase

No.	Description	Pass/Fail or Data	Corrective Action Require	Retest Pass/Fail
1	Display of current order ID			
2	Display of customer information			
3	Display of track ID			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.19 (ต่อ) การตรวจสอบและทดลองในโรงงานของ Firebase

No.	Description	Pass/Fail or Data	Corrective Action Require	Retest Pass/Fail
4	Display of Machine status			
5	Display of Availability percent			
6	Display of Performance percent			
7	Display of Quality percent			

หมายเหตุ: เนื่องจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโควิด-19 ทำให้ไม่สามารถเก็บผลการทดสอบได้

4.5 แอนดรอยด์แอปพลิเคชัน

4.5.1 Customer

4.5.1.1 ภาพรวมของแอปพลิเคชันสำหรับลูกค้า

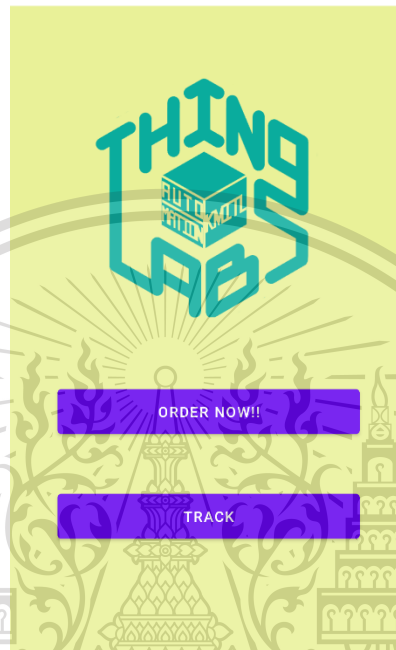
ผลจากการออกแบบแอปพลิเคชันของลูกค้า เพื่อให้ลูกค้าสามารถสั่งซื้อสินค้า และติดตามสถานะของสินค้าผ่านแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟนได้ โดยมีทั้งหมด 5 หน้าดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- หน้า Home

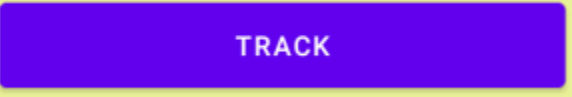
CUSTOMER

THINGS LAB



รูปที่ 4.6 หน้าแอปพลิเคชันของลูกค้า Home

ตารางที่ 4.20 ข้อกำหนดทางเทคนิคของกราฟิกในหน้า Home ของแอปพลิเคชันของลูกค้า

STATUS	DETAIL
	ปุ่มกดเพื่อไปยังหน้า Order
	ปุ่มกดเพื่อไปยังหน้า Track

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- หน้า Order

CUSTOMER

ORDER

Name

Address

Phone

Quantity

SUBMIT

รูปที่ 4.7 หน้าแอปพลิเคชันของลูกค้า Order

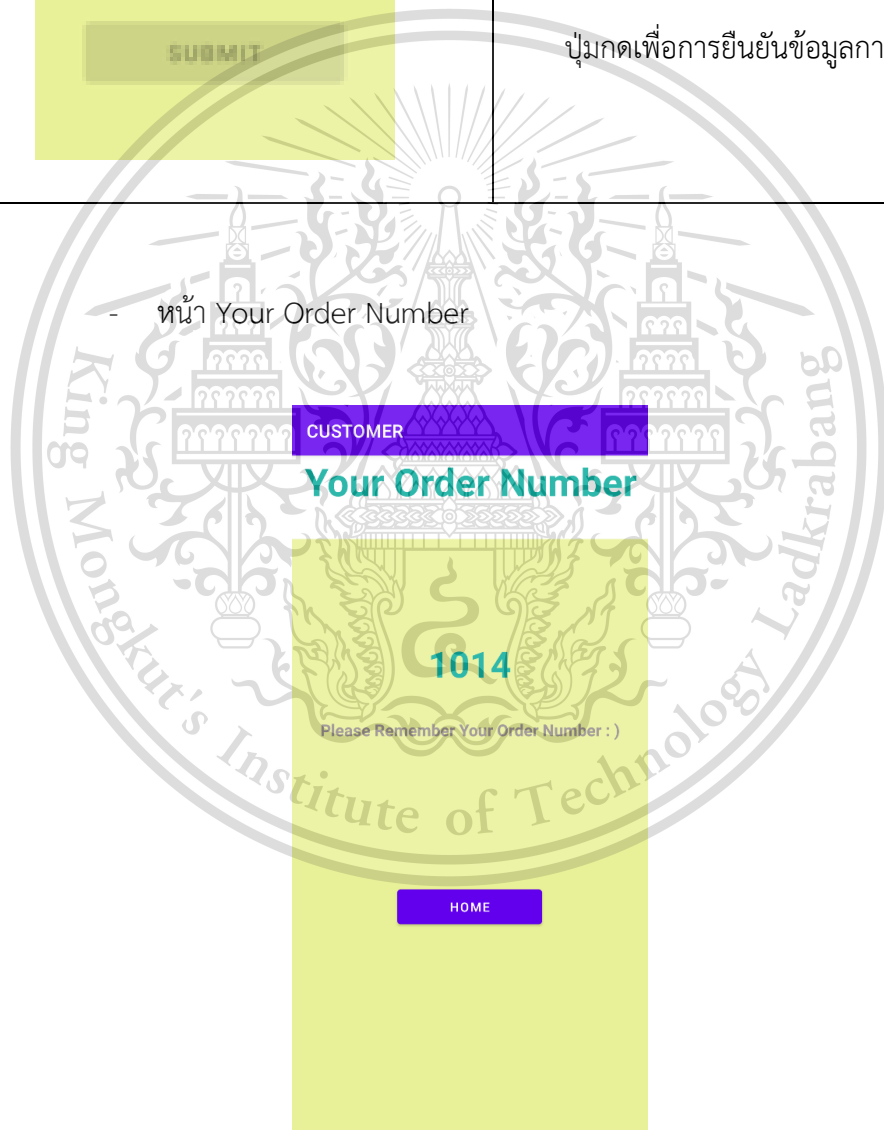
ตารางที่ 4.21 ข้อกำหนดทางเทคนิคของกราฟิกในหน้า Order ของแอปพลิเคชันของลูกค้า

STATUS	DETAIL
Name	ช่องกรอกชื่อของลูกค้า
Address	ช่องกรอกที่อยู่ของลูกค้า
Phone	ช่องกรอกเบอร์โทรศัพท์ของลูกค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.21 (ต่อ) ข้อกำหนดทางเทคนิคของกราฟิกในหน้า Order ของแอปพลิเคชันของลูกค้า

STATUS	DETAIL
	ช่องกรอกจำนวนสินค้าของลูกค้า
	ปุ่มกดเพื่อยืนยันข้อมูลการสั่งซื้อสินค้า

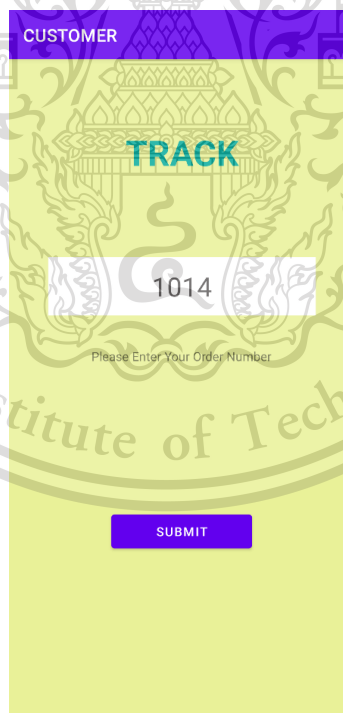


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานอกระบบ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 รูปที่ 4.8 หน้าแอปพลิเคชันของลูกค้า Your Order Number
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.22 ข้อกำหนดทางเทคนิคของกราฟิกในหน้า Your Order Number ของแอปพลิเคชันของลูกค้า

STATUS	DETAIL
	แสดงหมายเลขคำสั่งซื้อสินค้า
	ปุ่มกดเพื่อไปยังหน้า Home

- หน้า Track



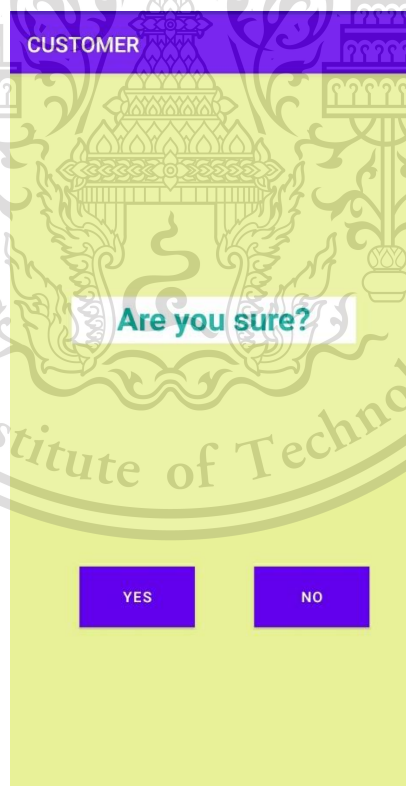
-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกึ่งเชิงพาณิชย์เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.23 ข้อกำหนดทางเทคนิคของกราฟิกในหน้า Track ของแอปพลิเคชันของลูกค้า

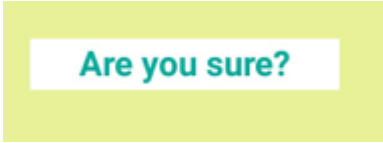
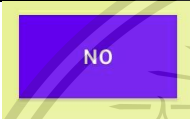
STATUS	DETAIL
	ช่องกรอกหมายเลขคำสั่งซื้อสินค้า
	ปุ่มกดเพื่อยืนยันหมายเลขคำสั่งซื้อสินค้า

- หน้าต่างยืนยันคำสั่งการตรวจสอบสถานะ

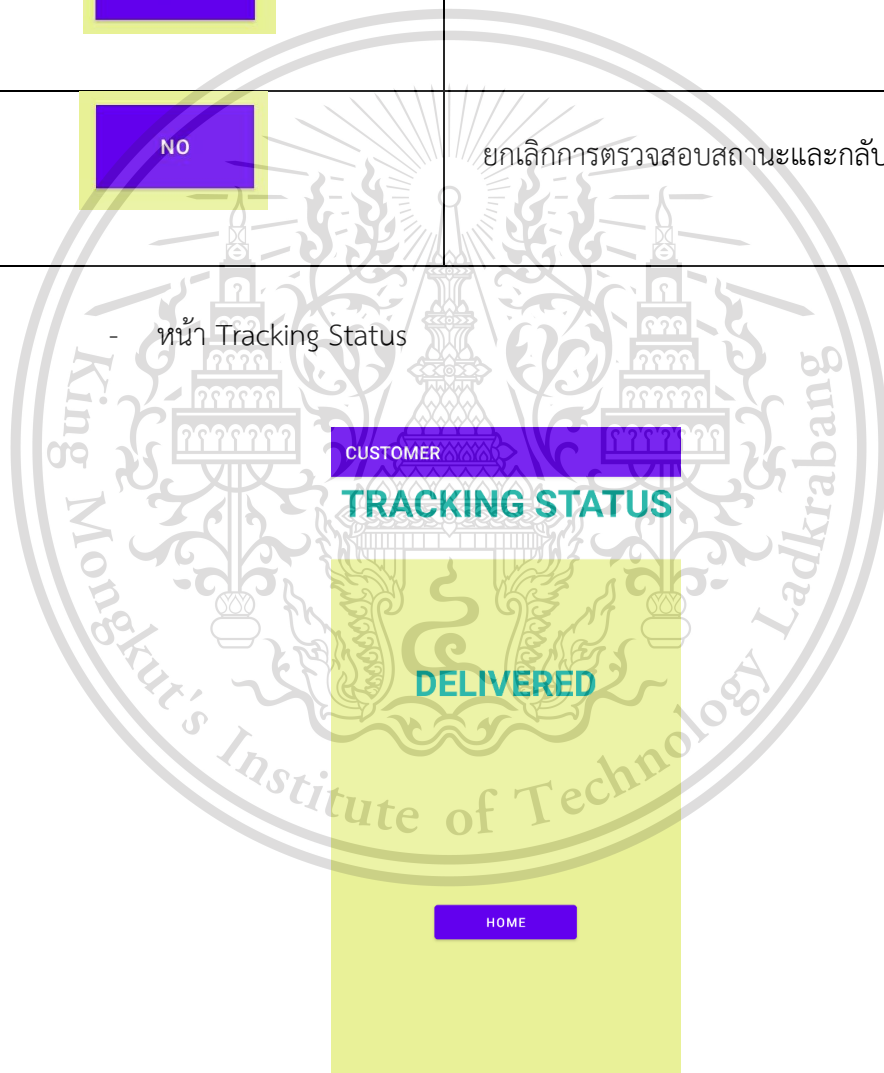


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 รูปที่ 4.10 หน้าแอปพลิเคชันของลูกค้า Recheck
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.24 ข้อกำหนดทางเทคนิคของกราฟิกในหน้า Recheck ของแอปพลิเคชันของลูกค้า

STATUS	DETAIL
	ช่องแสดงข้อความ Are you sure?
	ปุ่มกดเพื่อการยืนยันในการตรวจสอบสถานะ
	ยกเลิกการตรวจสอบสถานะและกลับสู่หน้า Track

- หน้า Tracking Status



รูปที่ 4.11 หน้าแอปพลิเคชันของลูกค้า Tracking Status

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.25 ข้อกำหนดทางเทคนิคของกราฟิกในหน้า Tracking Status ของแอปพลิเคชันของลูกค้า

STATUS	DETAIL
	แสดงสถานะสินค้า 4 สถานะ คือ ORDERED, PROCESSING, PACKED, DELIVERED
	ปุ่มกดเพื่อไปยังหน้า Home

ตารางที่ 4.26 การตรวจสอบและทดลองในโรงงานของ Customer

No.	Description	Pass/Fail or Data	Corrective Action Require	Retest Pass/Fail
1	ORDER NOW!! button to open order page			
2	TRACK button to open track page			
3	Display of correct order number			
4	Customer information input box			
5	Order number on track page input box			
6	Display of correct order status			
7	'No' button on track page to return to home page			

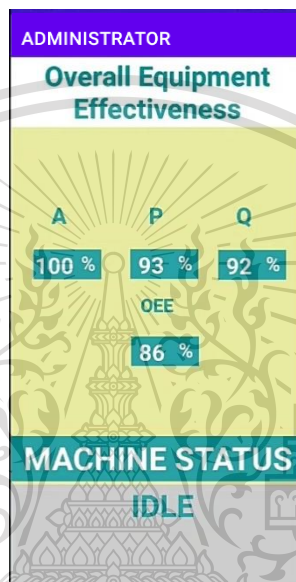
หมายเหตุ: เนื่องจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโควิด-19 ทำให้ไม่สามารถเก็บผลการทดสอบได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.2 Administrator

4.5.2.1 ภาพรวมของแอปพลิเคชันสำหรับโรงงานผู้ผลิตในส่วนของผู้บริหาร

ผลจากการออกแบบแอปพลิเคชันของโรงงานผู้ผลิตในส่วนของผู้บริหาร สำหรับแสดงค่า A, P, Q, OEE, และ Machine Status ของระบบ เพื่อให้ผู้บริหารสามารถดูค่าดังกล่าวผ่านแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟนได้



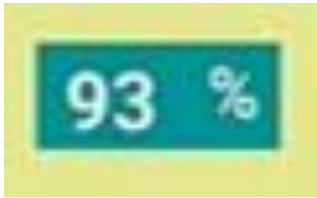
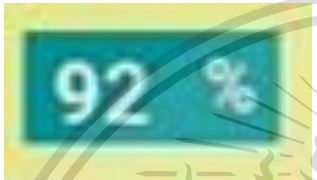
รูปที่ 4.12 หน้าแอปพลิเคชันของโรงงานผู้ผลิตในส่วนของผู้บริหาร

ตารางที่ 4.27 ข้อกำหนดทางเทคนิคของของแอปพลิเคชันของโรงงานผู้ผลิตในส่วนของผู้บริหาร

STATUS	DETAIL
	แสดงค่า A (Availability) หรือค่าความพร้อมใช้งานของระบบเป็นเปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.27 (ต่อ) ข้อกำหนดทางเทคนิคของของแอปพลิเคชันของโรงงานผู้ผลิตในส่วนของผู้บริหาร

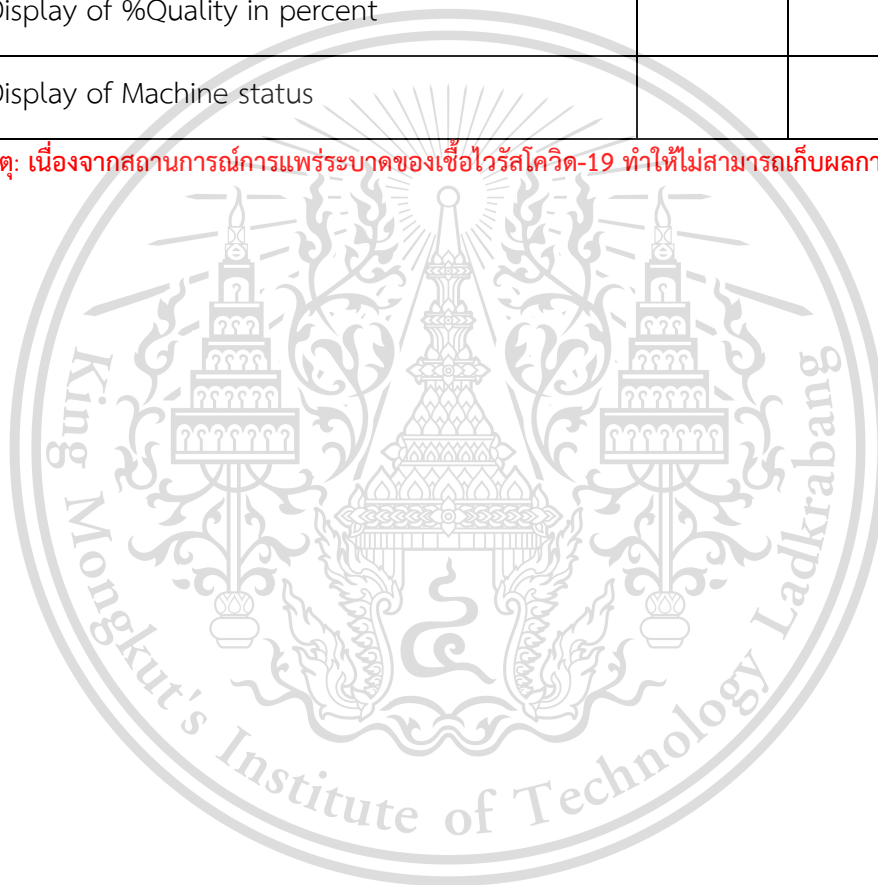
STATUS	DETAIL
	แสดงค่า P (Performance) หรือค่าประสิทธิภาพของระบบเป็นเปอร์เซ็นต์
	แสดงค่า Q (Quality) หรือค่าอัตราคุณภาพของระบบเป็นเปอร์เซ็นต์
	แสดงค่า OEE (Overall Equipment Effectiveness) หรือค่าประสิทธิผลของระบบเป็นเปอร์เซ็นต์
	แสดงค่าสถานะของเครื่องจักรมี 3 สถานะ คือ IDLE, RUNNING, และ MACHINE DOWN

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.28 การตรวจสอบและทดลองในโรงงานของ Administrator

No.	Description	Pass/Fail or Data	Corrective Action Require	Retest Pass/Fail
1	Display of %Availability in percent			
2	Display of %Performance in percent			
3	Display of %Quality in percent			
4	Display of Machine status			

หมายเหตุ: เนื่องจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโควิด-19 ทำให้ไม่สามารถเก็บผลการทดสอบได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุป ปัญหาและข้อเสนอแนะ

5.1 บทสรุป

จากการดำเนินงานการจัดสร้างแดชบอร์ดบนพื้นฐาน ArchestrA สำหรับโรงงานยุคดิจิทัล: กรณีศึกษาระบบ Pick-and-Place จึงได้นำระบบสารสนเทศการผลิตเดิมมาปรับปรุงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ของโรงงานดิจิทัล โดยแก้ไขวิธีการส่งของลูกค้าและการแสดงค่าประสิทธิภาพโดยรวมของระบบให้สามารถเข้าถึงได้ง่ายมากขึ้น ด้วยการใช้ไอโอทีเกตเวย์รุ่น IOT2040 เป็นอุปกรณ์รับ-ส่งข้อมูลระหว่าง Workstation (Engineering/Operator) ที่มีการประมวลผลด้วยโพรโทคอล Modbus TCP ไปยังระบบคลาวด์ Firebase ที่มีการประมวลผลด้วยโพรโทคอล HTTP โดยที่ Workstation (Engineering/Operator) ได้จัดสร้างแดชบอร์ด 3 ส่วนได้แก่ MES, OEE, และ ERP บนพื้นฐาน ArchestrA นอกจากนี้ นอกจากนี้ยังมีการสร้างแอปพลิเคชันของลูกค้า และแอปพลิเคชันของโรงงานผู้ผลิตในส่วนของผู้บริหาร โดยแอปพลิเคชันทั้ง 2 นี้สามารถใช้งานบนสมาร์ตโฟนที่มีระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ จากสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโควิด-19 ทำให้สามารถทดสอบฟังก์ชันการทำงานได้เพียงส่วนที่สำคัญ แต่ก็สามารถสรุปได้ว่า แดชบอร์ดทั้ง 3 ส่วนและแอปพลิเคชันทั้ง 2 นั้นสามารถทำงานได้ตรงตามข้อกำหนดทางเทคนิคที่ได้ออกแบบไว้

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

5.2.1 หุ่นยนต์สกรูเกิดปัญหาขัดข้องไม่สามารถสั่งงานให้เคลื่อนที่ได้อย่างถูกต้อง

5.2.2 เนื่องในสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโควิด-19 ทำให้ไม่สามารถเข้าไปเก็บข้อมูลในส่วนของการทดสอบระบบได้ ข้อมูลในส่วนนี้จึงไม่ได้ถูกบันทึกไว้ในปริญญานิพนธ์ ตามที่ได้หมายเหตุไว้ในตารางที่ 4.2, 4.3, 4.5-4.16, 4.18, 4.19, 4.26, และ 4.28

5.2.3 แอปพลิเคชันลูกค้ายังขาดในเรื่องของความปลอดภัยในการเข้าถึงข้อมูลสถานะคำสั่งซื้อ

5.2.4 ในงานปัจจุบันค่าที่ใช้ในการคำนวณค่าอัตราคุณภาพยังมาจากการจำลองอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 ข้อเสนอแนะ

- 5.3.1 ติดต่อผู้เชี่ยวชาญจากบริษัทเจ้าของหุ่นยนต์สกรามาทำการ Factory Reset ใหม่
- 5.3.2 ติดต่อกับอาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อหาแนวทางการแก้ไขปัญหา
- 5.3.3 เพิ่มการยืนยันตนของลูกค้าในการสั่งซื้อและติดตามสถานะของสินค้า
- 5.3.4 ติดตั้งกล้องในการใช้ตรวจสอบสินค้าผิดปกติ เพื่อนำมาใช้หาค่าอัตราคุณภาพเนื่องจากงานในปัจจุบันใช้การจำลองจำนวนสินค้าที่ผิดปกติ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] ศาสตราจารย์ ดร.อรรถกร เก่งพล. โรงงานดิจิทัลโรงงานระบบดิจิทัล. [ระบบออนไลน์]. สืบค้นเมื่อ 21 ธันวาคม 2563, สืบค้นจาก: <https://msie4.ait.ac.th/wp-content/uploads/sites/5/2019/10/MSIE-06-T-M2S2>

[2] ระบบสกาดา. [ระบบออนไลน์]. สืบค้นเมื่อ 24 ธันวาคม 2564, สืบค้นจาก: <https://en.wikipedia.org/wiki/SCADA>

[3] Dashboard. [ระบบออนไลน์]. สืบค้นเมื่อ 17 มกราคม 2564, สืบค้นจาก: บทความมาสร้าง Dashboard กัน (9experttraining.com)

[4] LIN (นามแฝง). ทำความรู้จัก Dashboard คืออะไร มีความสำคัญอย่างไร ทำไมควรทำ?. สืบค้นเมื่อ 17 มกราคม 2564, สืบค้นจาก: <https://techsauce.co/tech-and-biz/what-is-dashboard#>

[5] สมควร วานิชสัมพันธ์. Enterprise resource Planning – ERP. [ระบบออนไลน์]. สืบค้นเมื่อ 1 กุมภาพันธ์ 2564, สืบค้นจาก: <https://www.crystalsoftwaregroup.com/news-event/article/lesson3/>

[6] ดร.ธีรเชษฐ์ สุรพันธุ์. การสื่อสารในงานอุตสาหกรรมด้วยโพรโทคอล Modbus. [ระบบออนไลน์]. สืบค้นเมื่อ 1 กุมภาพันธ์ 2564, สืบค้นจาก: <https://www.nectec.or.th/news/news-public-document/modbus-protocol.html>

[7] SIMATIC IOT2000. [ระบบออนไลน์]. สืบค้นเมื่อ 17 มกราคม 2564, สืบค้นจาก: <https://new.siemens.com/global/en/products/automation/pc-based/IOT-gateways/IOT2000.html>

[8] Node-RED. [ระบบออนไลน์]. สืบค้นเมื่อ 4 มกราคม 2564, สืบค้นจาก: <https://nodered.org/>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[9] Jedsada Saengow. [Firebase] คืออะไร มาดูวิธีสร้าง Project และทำความรู้จักกับ Firebase. [ระบบออนไลน์]. สืบค้นเมื่อ 16 มกราคม 2564, สืบค้นจาก [\[Firebase\] คืออะไร มาดูวิธีสร้าง Project และทำความรู้จักกับ Firebase | by Jedsada Saengow | JED-NG | Medium](#)

[10] ThaiCreate.Com Team (นามแฝง). Android Studio. [ระบบออนไลน์]. สืบค้นเมื่อ 2 มีนาคม 2564, สืบค้นจาก <https://www.thaicreate.com/mobile/android-studio-ide.html>

[11] อะไรคือ ISA-95. [ระบบออนไลน์]. สืบค้นเมื่อ 2 มีนาคม 2564, สืบค้นจาก <https://sdeehub.github.io/cpe/2019/06/isa-95-and-mom>

[12] ISA-95. [ระบบออนไลน์]. สืบค้นเมื่อ 2 มีนาคม 2564, สืบค้นจาก <https://isa-95.com/>

[13] กิตติพงศ์ โพธิ์งาม, ลักษณณ ศรีศิริรัตนกุล และวิริยะ วชิตรังสฤษดิ์. 2562 “ระบบสารสนเทศการผลิตตามความต้องการที่แตกต่างและการแสดงค่าไออีอี สำหรับทางเลือกยุคอุตสาหกรรม 4.0.” ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมการผลิตและควบคุม สาขาวิศวกรรมอัตโนมัติ, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

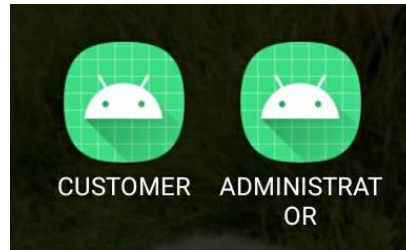


ภาคผนวก ก.

ตัวอย่างการใช้งานแอปพลิเคชันและการแสดงผลของแดชบอร์ด

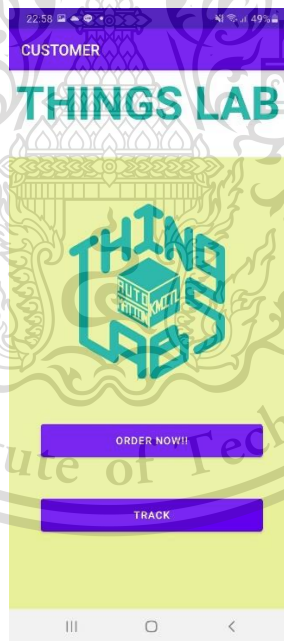
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แอปพลิเคชันถูกแบ่งออกเป็น 'Customer' สำหรับลูกค้า และ 'Administrator' สำหรับโรงงานผู้ผลิตในส่วนของผู้บริหาร



รูปที่ 1ก แอปพลิเคชันสำหรับลูกค้า และสำหรับโรงงานผู้ผลิตในส่วนของผู้บริหาร

1. หน้าแรกของแอปพลิเคชันสำหรับลูกค้าปรากฏหน้าต่าง Home ที่มีปุ่ม ORDER NOW และ TRACK โดยทำการกดปุ่ม ORDER NOW เพื่อไปยังหน้าการสั่งซื้อ



รูปที่ 2ก หน้า Home ของแอปพลิเคชันสำหรับลูกค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เมื่อเข้าสู่หน้า Order มีช่องให้กรอกข้อมูลของลูกค้าได้แก่ ชื่อ ที่อยู่ เบอร์โทรศัพท์ และจำนวนของสินค้าที่ต้องการสั่งซื้อ โดยเมื่อกรอกข้อมูลเรียบร้อยแล้วให้ทำการกดปุ่ม SUBMIT เพื่อไปยังหน้าต่อไป



CUSTOMER

ORDER

Name

Address

Phone

Quantity

SUBMIT

รูปที่ 3ก หน้า Order ของแอปพลิเคชันสำหรับลูกค้า



CUSTOMER

ORDER

Name nai

Address เลาดกระบัง 99 กรุงเทพฯ

Phone 0897654321

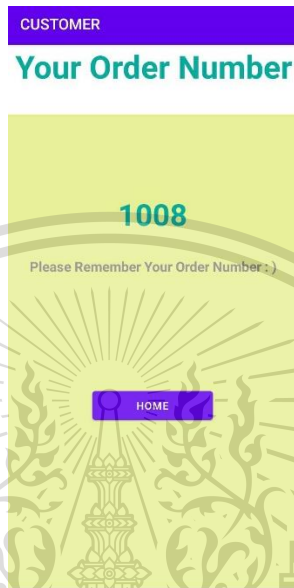
Quantity 12

SUBMIT

รูปที่ 4ก ตัวอย่างการกรอกข้อมูลหน้า Order ของแอปพลิเคชันสำหรับลูกค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. หน้า Your Order Number มอบหมายเลขคำสั่งซื้อนั้น ๆ ให้กับลูกค้า โดยลูกค้าสามารถนำหมายเลขคำสั่งซื้อที่ได้รับไปติดตามสถานะของการสั่งซื้อได้ และปุ่ม Home ถูกนำมาใช้สำหรับการกลับไปยังหน้าแรกของแอปพลิเคชัน ‘Customer’



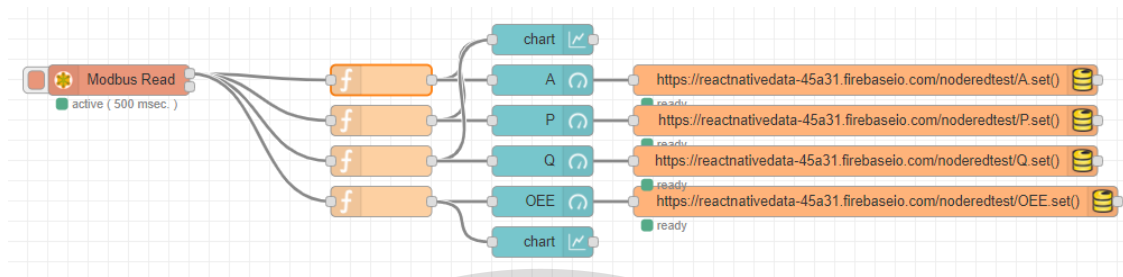
รูปที่ 5ก หน้า Your Order Number ของแอปพลิเคชันสำหรับลูกค้า

4. ข้อมูลคำสั่งซื้อจากแอปพลิเคชัน ‘Customer’ ถูกส่งมาที่คลาวด์ Firebase จากนั้นข้อมูลคำสั่งซื้อถูกส่งต่อไปยัง Node-RED เพื่อทำการเก็บข้อมูลและส่งไปยังระบบ Pick-and-Place



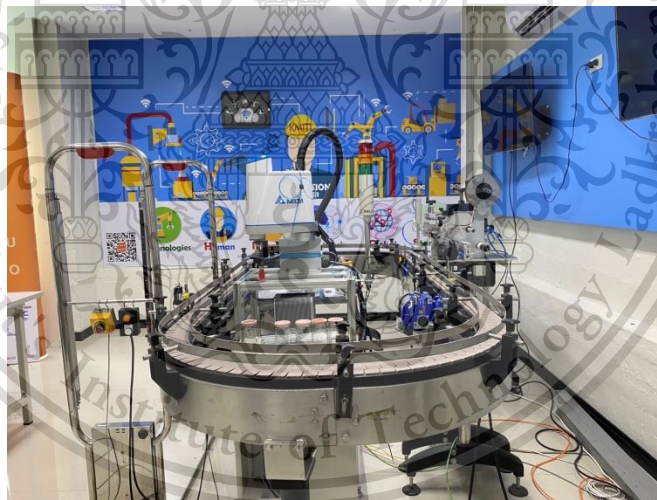
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้รูปที่ 6ก ข้อมูลคำสั่งซื้อได้ถูกส่งมาที่ Firebase ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ข้อมูลคำสั่งซื้อบนคลาวด์ Firebase ถูกส่งมาที่ Node-RED ก่อนทำการประมวลผลสถานะคำสั่งซื้อ แล้วส่งข้อมูลของคำสั่งซื้อไปยังระบบ Pick-and-Place เพื่อดำเนินการผลิต



รูปที่ 7ก การประมวลผลข้อมูลของ Node-RED และส่งไปยังระบบ Pick-and-Place (รูปที่แสดงเป็นรูปก่อนปรับปรุงเนื่องจากปัญหาการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโควิด-19 ทำให้ไม่สามารถเก็บข้อมูลได้)

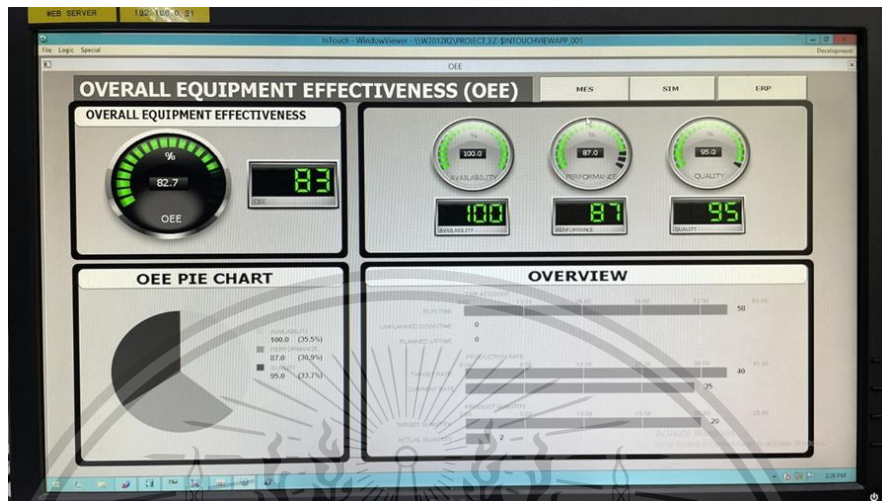
6. ระบบ Pick-and-Place ได้รับคำสั่งซื้อและเริ่มทำการผลิตตามจำนวนที่ได้รับ



รูปที่ 8ก ระบบ Pick-and-Place ทำการผลิตตามจำนวนคำสั่งซื้อ (รูปที่แสดงเป็นรูปก่อนปรับปรุงเนื่องจากปัญหาการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโควิด-19 ทำให้ไม่สามารถเก็บข้อมูลได้)

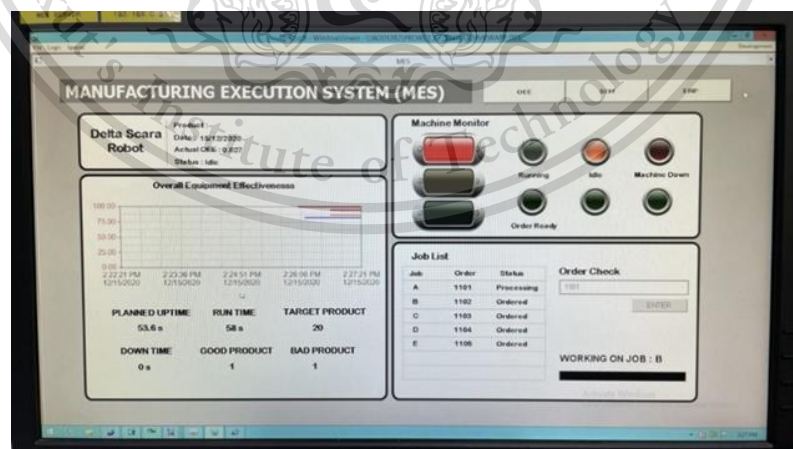
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. หน้าแดชบอร์ด OEE ที่ Workstation (Engineering/Operator) แสดงค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับการผลิต



รูปที่ 9ก หน้าแดชบอร์ด OEE ที่ Workstation (Engineering/Operator) (รูปที่แสดงเป็นรูปก่อนปรับปรุงเนื่องจากปัญหาการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโควิด-19 ทำให้ไม่สามารถเก็บข้อมูลได้)

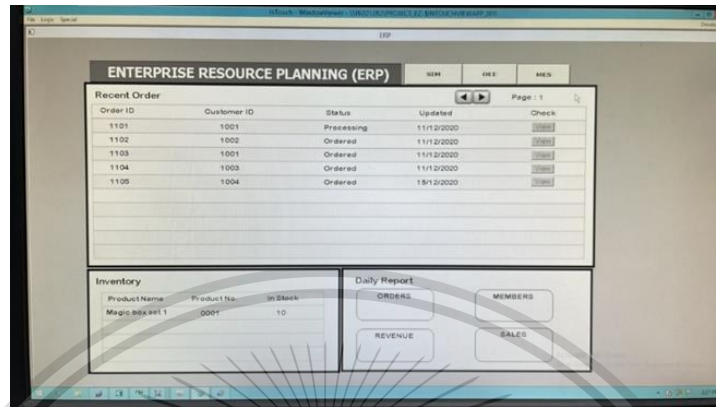
8. หน้าแดชบอร์ด MES ที่ Workstation (Engineering/Operator) แสดงค่าสถานะที่เกี่ยวข้องกับการผลิต



รูปที่ 10ก หน้าแดชบอร์ด MES ที่ Workstation (Engineering/Operator) (รูปที่แสดงเป็นรูปก่อน

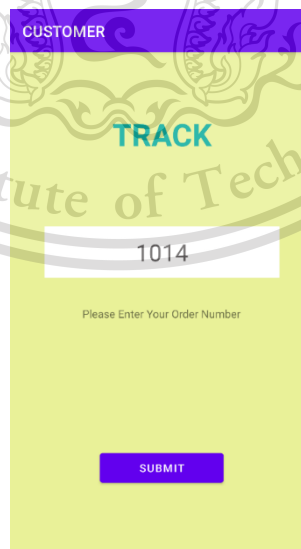
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ปรับปรุงเนื่องจากปัญหาการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโควิด-19 ทำให้ไม่สามารถเก็บข้อมูลได้)
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. หน้าแดชบอร์ด ERP ที่ Workstation (Engineering/Operator) แสดงถึงค่าสถานะของคำสั่งซื้อและค่าของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการบริหารและการจัดการ



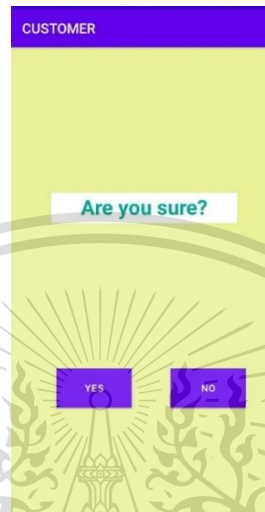
รูปที่ 11ก หน้าแดชบอร์ด ERP ที่ Workstation (Engineering/Operator) (รูปที่แสดงเป็นรูปก่อนปรับปรุงเนื่องจากปัญหาการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโควิด-19 ทำให้ไม่สามารถเก็บข้อมูลได้)

10. ลูกค้าสามารถติดตามสถานะของคำสั่งซื้อผ่านแอปพลิเคชัน 'Customer' ได้จากการกดปุ่ม TRACK บนหน้า Home โดยหน้า Track ถูกแสดงขึ้นแล้วให้ทำการกรอกหมายเลขคำสั่งซื้อและกดปุ่ม SUBMIT



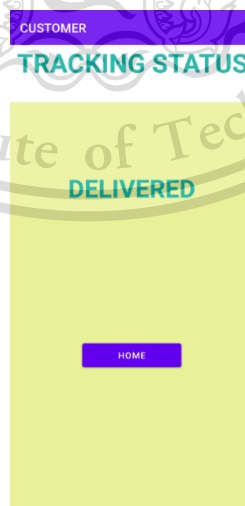
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับครูผู้สอนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 12ก หน้า Track ของแอปพลิเคชันสำหรับลูกค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11. หน้า Recheck หากต้องการตรวจสอบสถานะคำสั่งซื้อให้ทำการกดปุ่ม YES เมื่อทำการกดปุ่ม YES แล้วหน้าต่างแสดงหน้า Tracking Status และถ้าหากไม่ต้องการตรวจสอบสถานะคำสั่งซื้อให้ทำการกดปุ่ม NO เพื่อกลับไปยังหน้า Home



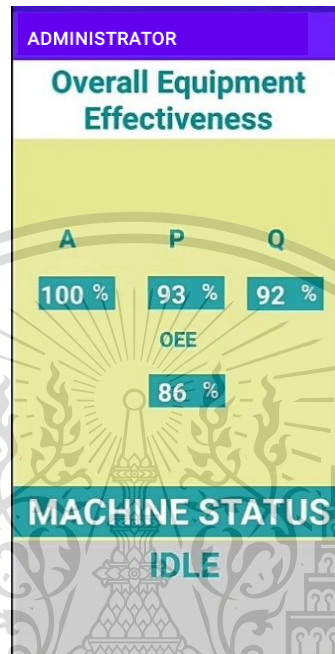
รูปที่ 13ก หน้า Recheck ของแอปพลิเคชันสำหรับลูกค้า

12. หน้า Tracking Status แสดงสถานะของคำสั่งซื้อ และมีปุ่ม HOME เพื่อทำการกลับไปยังหน้า Home



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 14ก หน้า Tracking Status ของแอปพลิเคชันสำหรับลูกค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13. แอปพลิเคชันสำหรับโรงงานผู้ผลิตในส่วนของผู้บริหาร 'Administrator' เป็นการแสดงถึงค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับ OEE และสถานะการทำงานของเครื่องจักร เพื่อให้ผู้บริหารสามารถทราบถึงค่าประสิทธิภาพโดยรวมของระบบและสถานะการทำงานของเครื่องจักรได้



รูปที่ 15ก หน้าของแอปพลิเคชันโรงงานผู้ผลิตในส่วนของผู้บริหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้