

บริการแพลตฟอร์มคลาวด์เพื่อการศึกษา  
EDUCATIONAL CLOUD PLATFORM SERVICE



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2565

ภาควิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง บริการแพลตฟอร์มคลาวด์เพื่อการศึกษา

EDUCATIONAL CLOUD PLATFORM SERVICE

ผู้จัดทำ

1. นายธนดล สีนอนันต์วัณิช รหัสนักศึกษา 62010345
2. นายรวิโรจน์ ทองดี รหัสนักศึกษา 62010763
3. นายวีรวิษณุ ศรีสันติคณาพร รหัสนักศึกษา 62010838



อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ. อัครเดช วัชรภูพงษ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บริการแพลตฟอร์มคลาวด์เพื่อการศึกษา

นายธนดล	สินอนันต์วัฒน์	62010345
นายวีโรจน์	ทองดี	62010763
นายวีรวิษณุ	ศรีสันติคณาพร	62010838
ศศ. อัครเดช	วัชรระฎพงษ์	อาจารย์ที่ปรึกษา ปีการศึกษา 2565

### บทคัดย่อ

บริการคลาวด์แพลตฟอร์มเพื่อการศึกษาถูกพัฒนามาจากซอฟต์แวร์ Open source ต่าง ๆ เช่น Proxmox, KVM, LXC/LXD, Libvirt library และ Infrastructure เดิมที่มีอยู่ เพื่อนำมาใช้งานภายในภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาระบบคลาวด์ส่วนตัวของภาควิชาฯ ขึ้นมา เพื่อตอบสนองความต้องการและอำนวยความสะดวกในการใช้งานให้กับผู้เรียนและผู้สอนในด้านต่าง ๆ ทั้งในการทำงานส่งในรายวิชาหรือกระบวนการเรียนรู้ นอกเหนือจากนั้น และอีกทั้งยังเป็นการสร้างและพัฒนาองค์ความรู้ของระบบคลาวด์ต้นแบบตั้งแต่ในระดับ IaaS จนถึงระดับ PaaS ให้กับผู้ที่ต้องการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## Educational Cloud Platform Service

Mr. Thanadol Sinananavanich 62010345

Mr. Raweeroj Thongdee 62010763

Mr. Weeravit Srisuntikanaporn 62010838

Asst. Prof. Akkradach Watcharapupong Advisor

Academic Year 2022

### ABSTRACT

The Educational cloud platform service is built using open-source software like Proxmox, KVM, LXC/LXD, and the Libvirt library, as well as existing infrastructure. The purpose is to be used within Department of Computer Engineering, KMITL which aims to develop a private cloud system of the department that meets the needs of facilitating use by students and teachers in various fields, both in the department's assignments or self-learning outside the facility and also in the process of creation and development of the knowledge of cloud prototypes from the IaaS up to the PaaS for those who want to use it.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิตติกรรมประกาศ

โครงการในภาคการศึกษานี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีจากความอนุเคราะห์ช่วยเหลือจากหลากหลายบุคคล ดังนั้นจึงขอแสดงความขอบคุณทุกท่านที่อนุเคราะห์ช่วยเหลือดังรายนามต่อไปนี้

ขอขอบคุณ ผศ. อัครเดช วัชรภูพงษ์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ ผู้ที่ให้ทั้งองค์ความรู้ ความช่วยเหลือชี้แนะแนวทางต่าง ๆ การให้คำปรึกษาเพื่อหาทางออกเมื่อพบเจอกับปัญหาประสบการณ์ต่าง ๆ และหลักปฏิบัติที่ดีเกี่ยวกับการใช้ชีวิตและการทำงาน รวมไปถึงให้สิทธิในการเข้าถึงเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายและทรัพยากรระบบ อันเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาโครงการเรื่องนี้เป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบคุณคณาจารย์ในภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาองค์ความรู้มาตลอดระยะเวลา 4 ปี โดยองค์ความรู้ต่างแขนงวิชาต่าง ๆ เป็นพื้นฐานและส่วนหนึ่งในโครงการนี้

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ ที่ให้ความอนุเคราะห์ช่วยเหลืออำนวยความสะดวกด้านวัสดุและเครื่องมือต่าง ๆ ติดตั้ง แก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นภายในห้องควบคุมระบบเครื่องแม่ข่าย

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ พี่ ๆ วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ที่ให้คำปรึกษา และแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ซึ่งกันและกัน รวมไปถึงการรับฟังและแก้ไข้ปัญหา

ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ที่ให้การสนับสนุน อำนวยความสะดวก เอื้อเพื่อสถานที่ในการปฏิบัติงาน ทรัพยากรเครื่องแม่ข่ายและระบบประกอบต่าง ๆ

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณบิดา มารดา ครอบครัวและผู้ช่วยเหลือที่เกี่ยวข้องทั้งหมด ที่เลี้ยงดูอบรมความรู้ คุณธรรม จริยธรรม และให้การสนับสนุนด้านการศึกษาโดยตลอดจนถึงโอกาสนี้

ชนคล สีนอนันต์วัฒน์

รวีโรจน์ ทองดี

วีรวิษญ์ ศรีสันติคณาพร

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญภาพ.....	VII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ.....	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
1.4 ขอบเขตของโครงการ.....	3
1.5 แผนการดำเนินงาน.....	6
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
2.1 เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง.....	7
2.1.1 Virtualization.....	7
2.1.2 Hypervisor.....	8
2.1.3 KVM.....	9
2.1.4 QEMU.....	10
2.1.5 Libvirt.....	10
2.1.6 เทคโนโลยี Cloud Computing.....	11
2.1.7 Infrastructure as a Service (IaaS).....	12
2.1.8 Proxmox Virtual Environment.....	12
2.1.9 Kong.....	13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้อง IV ไปถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	13
2.2.1 งานวิจัย 1.....	13
2.2.2 งานวิจัย 2.....	14
2.2.3 งานวิจัย 3.....	14
2.3 เครื่องมือที่เกี่ยวข้อง.....	16
2.3.1 React: JavaScript Framework.....	16
2.3.2 Typescript.....	16
2.3.3 Next.js.....	16
2.3.4 Go.....	17
2.3.5 Go Fiber.....	17
2.3.6 PostgreSQL.....	17
บทที่ 3 การออกแบบ.....	18
3.1 ภาพรวมของระบบ.....	18
3.2 ประเภทของผู้ใช้งาน.....	21
3.3 System Requirement Specification.....	21
3.4 การออกแบบ Use case.....	28
3.5 การออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้ของแพลตฟอร์ม.....	34
3.6 การออกแบบส่วนโครงสร้างระบบ.....	38
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง.....	44
4.1 การทดสอบการใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน.....	44
4.1.1 วิธีการทดสอบ.....	44
4.1.2 ผลการทดสอบ.....	44
4.2 การติดตั้ง Hypervisor กับเครื่องแม่ข่าย.....	63
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ.....	64
5.1 สรุปผลการพัฒนาโครงการ.....	64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
5.1.1 การพัฒนาในส่วนของเว็บแอปพลิเคชันแพลตฟอร์ม (PaaS).....	64
5.1.2 การพัฒนาในส่วน Infrastructure as a Service (IaaS).....	64
5.2 ปัญหาและอุปสรรคที่พบ.....	64
5.3 แนวทางในการพัฒนาต่อ.....	65

บรรณานุกรม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต่อVI างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1.1 แผนการดำเนินงานของโครงการ.....	6
2.1 แสดงบทสรุปของงานวิจัยด้านความมั่นคงของการประมวลผลกลุ่มเมฆในปัจจุบัน.....	15
3.1 ประเภทของผู้ใช้งาน.....	21
3.2 รายการความสามารถของระบบ.....	21
3.3 รายละเอียด View Web Page.....	29
3.4 รายละเอียด Register.....	29
3.5 รายละเอียด Log-in & Log-out.....	29
3.6 รายละเอียด List VM & VM Template.....	30
3.7 รายละเอียด Use VM Console.....	30
3.8 รายละเอียด Power manage VM.....	30
3.9 รายละเอียด Clone VM.....	30
3.10 รายละเอียด Delete VM.....	31
3.11 รายละเอียด Create VM.....	32
3.12 รายละเอียด Edit VM.....	32
3.13 รายละเอียด Manage VM Template.....	32
3.14 รายละเอียด Manage Pool.....	33
3.15 รายละเอียด Manage User Limitation.....	33
3.16 รายละเอียดฐานข้อมูลตาราง user_info.....	38
3.17 รายละเอียดฐานข้อมูลตาราง resource_group.....	39
3.18 รายละเอียดฐานข้อมูลตาราง user_role.....	39
3.19 รายละเอียดฐานข้อมูลตาราง instance_info.....	40
3.20 รายละเอียดฐานข้อมูลตาราง compute.....	40
3.21 รายละเอียดฐานข้อมูลตาราง flavor.....	40
3.22 รายละเอียดฐานข้อมูลตาราง storage.....	41
3.23 รายละเอียดฐานข้อมูลตาราง storages.....	41
3.24 รายละเอียดฐานข้อมูลตาราง volume.....	41
3.25 รายละเอียดฐานข้อมูลตาราง interface.....	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต่อ VII หงอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
3.26 รายละเอียดฐานข้อมูลตาราง network	42
3.27 รายละเอียดฐานข้อมูลตาราง login_logs	42
3.28 รายละเอียดฐานข้อมูลตาราง logs	43
4.1 ผลทดสอบ Use Case ของ View Web Page	44
4.2 ผลทดสอบ Use Case ของ Register	45
4.3 ผลทดสอบ Use Case ของ Register (2)	45
4.4 ผลทดสอบ Use Case ของ Log-in & Log-out	45
4.5 ผลทดสอบ Use Case ของ Log-in & Log-out (2)	46
4.6 ผลทดสอบ Use Case ของ Log-in & Log-out (3)	46
4.7 ผลทดสอบ Use Case ของ List VM & VM Template	47
4.8 ผลทดสอบ Use Case ของ Use VM Console	47
4.9 ผลทดสอบ Use Case ของ Power manage VM	47
4.10 ผลทดสอบ Use Case ของ Power manage VM (2)	48
4.11 ผลทดสอบ Use Case ของ Power manage VM (3)	48
4.12 ผลทดสอบ Use Case ของ Power manage VM (4)	49
4.13 ผลทดสอบ Use Case ของ Power manage VM (5)	49
4.14 ผลทดสอบ Use Case ของ Clone VM	50
4.15 ผลทดสอบ Use Case ของ Clone VM (2)	50
4.16 ผลทดสอบ Use Case ของ Clone VM (3)	51
4.17 ผลทดสอบ Use Case ของ Delete VM	52
4.18 ผลทดสอบ Use Case ของ Delete VM (2)	52
4.19 ผลทดสอบ Use Case ของ Create VM	53
4.20 ผลทดสอบ Use Case ของ Create VM (2)	53
4.21 ผลทดสอบ Use Case ของ Create VM (3)	54
4.22 ผลทดสอบ Use Case ของ Create VM (4)	54
4.23 ผลทดสอบ Use Case ของ Edit VM	55
4.24 ผลทดสอบ Use Case ของ Edit VM (2)	55
4.25 ผลทดสอบ Use Case ของ Edit VM (3)	56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต่อ VIII จึงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
4.26 ผลทดสอบ Use Case ของ Manage VM Template	56
4.27 ผลทดสอบ Use Case ของ Manage VM Template (2)	57
4.28 ผลทดสอบ Use Case ของ Manage VM Template (3)	57
4.29 ผลทดสอบ Use Case ของ Manage Pool	58
4.30 ผลทดสอบ Use Case ของ Manage Pool (2)	58
4.31 ผลทดสอบ Use Case ของ Manage Pool (3)	59
4.32 ผลทดสอบ Use Case ของ Manage Pool (4)	59
4.33 ผลทดสอบ Use Case ของ Manage Pool (5)	60
4.34 ผลทดสอบ Use Case ของ Manage Pool (6)	60
4.35 ผลทดสอบ Use Case ของ Manage Pool (7)	61
4.36 ผลทดสอบ Use Case ของ Manage User Limitation	61
4.37 ผลทดสอบ Use Case ของ Manage User Limitation	62

# สารบัญรูป

รูป	หน้า
1.1 ภาพรวมการทำงานของแพลตฟอร์ม.....	6
2.1 แสดงการทำงานของ Server Virtualization.....	7
2.2 แสดงรูปแบบของ Hypervisor ทั้ง 2 รูปแบบ.....	9
2.3 แสดงการทำงานของ KVM.....	9
2.4 แสดงการทำงานของ QEMU.....	10
2.5 แสดงส่วนประกอบและการทำงานของ Libvirt.....	11
2.6 แสดงรูปแบบการให้บริการ Infrastructure as a Service.....	12
3.1 แสดง 3-Tier Architecture ของการบริการแพลตฟอร์มคลาวด์เพื่อการศึกษา.....	18
3.2 แสดงระบบเครือข่ายแบบ Client-Server ของบริการแพลตฟอร์มคลาวด์เพื่อการศึกษา.....	19
3.3 แสดงการออกแบบและติดตั้งเครื่องแม่ข่าย อุปกรณ์เครือข่ายและอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูล.....	20
3.4 แสดงการเชื่อมต่อของระบบโดยภาพรวม.....	20
3.5 แผนภาพการออกแบบ Use Case ของบริการคลาวด์แพลตฟอร์มเพื่อการศึกษา.....	28
3.6 แสดงหน้าหลักของบริการแพลตฟอร์มคลาวด์เพื่อการศึกษา.....	34
3.7 แสดงหน้าเข้าสู่ระบบ.....	34
3.8 แสดงหน้าเกี่ยวกับ.....	35
3.9 แสดงหน้าคู่มือและคำถาม.....	35
3.10 แสดงหน้า VM Instance.....	36
3.11 แสดงหน้าจัดการ VM Instance.....	36
3.12 แสดงหน้าจัดการ VM Console.....	37
3.13 แสดงหน้าจัดการ VM Template.....	37
3.14 การออกแบบฐานข้อมูล.....	38
4.1 แสดงตัวอย่างการติดตั้ง Proxmox VE.....	63

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ความเป็นมาของปัญหา

ระบบสารสนเทศถือเป็นระบบหนึ่งที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อองค์กรทั้งในภาคธุรกิจ และภาคการศึกษาที่ถูกใช้ในการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ขององค์กร รวมไปถึงการพัฒนาทักษะให้กับผู้พัฒนาทั้งในด้านการเขียนโปรแกรม การใช้งานเครื่องมือต่าง ๆ องค์กรส่วนใหญ่จึงลงทุนในการเลือกใช้เครื่องมือช่วยในการให้บริการระบบสารสนเทศ แต่อย่างไรก็ตามมักจะเกิดปัญหาด้านค่าใช้จ่ายในการบำรุงดูแลรักษาและบุคลากรในการดำเนินการตามมา ทำให้หลายองค์กรในปัจจุบันจึงนิยมหันมาใช้ระบบคลาวด์ในการให้บริการระบบสารสนเทศแทนการใช้งานเครื่องมือช่วยแบบเดิมเพื่อความยืดหยุ่นด้านการใช้งานและการบริหารค่าใช้จ่าย สำหรับภาคการศึกษานั้นจำเป็นต้องพัฒนาหลักสูตรและทักษะผู้เรียนให้สอดคล้องกับความต้องการด้านบุคลากรของภาคธุรกิจ ทักษะด้านระบบคลาวด์จึงเป็นทักษะอย่างหนึ่งที่ช่วยให้ผู้เรียนหรือผู้พัฒนาได้ฝึกทักษะที่เกี่ยวข้องในการใช้งานระบบคลาวด์ ก่อนที่ผู้พัฒนาจะไปพัฒนาบนผลิตภัณฑ์จริง

ด้วยหลักสูตรวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ในปัจจุบันของภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์นั้น ได้มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติและนำองค์ความรู้จากรายวิชาต่าง ๆ ไปปรับใช้ในสายงานได้จริง โดยในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานระบบ Virtualization หรือการจำลองการใช้งานของ Hardware นั้น ทางผู้เรียนจำเป็นต้องใช้ทรัพยากรในการประมวลผลของผู้เรียนเองในการสร้างระบบเสมือนขึ้นมาเอง ทำให้ผู้เรียนที่ไม่มีทรัพยากรเครื่องที่เพียงพอใช้งานได้ไม่เต็มประสิทธิภาพหรือใช้งานไม่ได้ ส่วนในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนา Software และ Web Application นั้น เพื่อให้เกิดความสมจริงที่สุดในขั้นตอนของการพัฒนาจำเป็นต้อง Deploy Software เหล่านั้นกับระบบจริง ทำให้ผู้เรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถที่จะหาทรัพยากรได้เพียงพอหรือระบบที่จะนำมาใช้งานได้จริงในการ Deploy Software ที่ผู้เรียนได้ทำการพัฒนาขึ้นมา และในที่สุดท้ายของรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับระบบสารสนเทศและเครือข่าย การดูแลแพลตฟอร์ม ผู้เรียนจำเป็นต้องอาศัยทรัพยากรที่เพียงพอในการใช้งานระบบ Simulation และระบบที่มีสภาพแวดล้อมจริงในการศึกษา เนื้อหาองค์ความรู้และลงมือปฏิบัติเพื่อพัฒนาทักษะและประสบการณ์ในการแก้ไขปัญหาที่อาจเกิดขึ้นจริงในระบบ

จากปัญหาดังที่กล่าวมาในข้างต้นจึงเกิดเป็นบริการคลาวด์แพลตฟอร์มเพื่อการศึกษาขึ้น เพื่อนำมาใช้งานในภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาระบบคลาวด์ส่วนตัว (Private Cloud) ของภาควิชาฯ ขึ้นมา เพื่อตอบสนองความต้องการและอำนวยความสะดวกในการใช้งานของผู้เรียนในด้านต่าง ๆ ทั้งในการทำงานส่งในรายวิชาหรือนอกเหนือจากนั้น และอีกทั้งยัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นการสร้างและพัฒนาองค์ความรู้ของระบบคลาวด์ต้นแบบตั้งแต่ในระดับของการบริการ Infrastructure จนถึงระดับของการบริการ Platform ให้กับผู้ที่ต้องการใช้งาน

## 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 1) เพื่อศึกษาพัฒนาบริการคลาวด์แพลตฟอร์มเพื่อการศึกษา สำหรับใช้งานภายในภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ในรูปแบบส่วนตัว (Private Cloud) สำหรับให้บริการแก่นักศึกษาและคณาจารย์ในภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
- 2) เพื่อพัฒนาและสร้างระบบบริการคลาวด์แพลตฟอร์มเพื่อการศึกษาต้นแบบสำหรับการพัฒนาทักษะการเรียนรู้และองค์ความรู้ของผู้ที่ศึกษาและผู้ที่เกี่ยวข้องทั่วไป

## 1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) คณะผู้จัดทำโครงการ ได้รับองค์ความรู้และทักษะในการพัฒนาระบบบริการคลาวด์แพลตฟอร์มเพื่อการศึกษาตั้งแต่การให้บริการ Infrastructure จนถึงระดับของการให้บริการ Platform
- 2) นักศึกษา คณาจารย์ และภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์มีระบบบริการคลาวด์แพลตฟอร์มเพื่อการศึกษาใช้ในการวิจัย การเรียนการสอน และการทำโครงการ
- 3) ต่อยอดพัฒนาและเผยแพร่องค์ความรู้ประสบการณ์ในการพัฒนาบริการคลาวด์แพลตฟอร์มเพื่อการศึกษาให้กับหน่วยงานการศึกษาอื่น โรงเรียน และผู้ที่เกี่ยวข้องในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.4 ขอบเขตของโครงการ

เป็นสร้างแพลตฟอร์มคลาวด์เพื่อการศึกษาจากกรณีศึกษาเรื่อง แพลตฟอร์มคลาวด์ภาคศึกษา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยแพลตฟอร์ม จะมีการทำงานทั้งหมดอยู่บนระบบ Virtualization Infrastructure (IaaS) ที่พัฒนาควบคู่กับ แพลตฟอร์ม (PaaS) นี้ โดยมีขอบเขตดังนี้

### 1.1.1. Virtualization Infrastructure (IaaS)

#### ส่วนของอุปกรณ์และฮาร์ดแวร์

- 1) อุปกรณ์ที่นำมาใช้ในโครงการส่วนใหญ่เป็นอุปกรณ์ หรือ ครุภัณฑ์ ที่ไม่ได้ งานของภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ หรือ ได้รับการบริจาคมาจาก หน่วยงานภายนอก
- 2) เป็นการปรับใช้อุปกรณ์ทั้งหมดที่มีอยู่ให้เป็นประโยชน์มากที่สุด โดย คำนึงถึงความสามารถในการใช้งานในระดับพื้นฐานได้เป็นหลัก
- 3) ทรัพยากรทั้งหมดในการให้บริการ
  - 3.1) หน่วยประมวลผล (CPU) จำนวน 64 Core เป็นรุ่น Intel Xeon E7330
  - 3.2) หน่วยความจำหลัก (RAM) จำนวน 96 GB ชนิด DDR2 ECC PC2-5300F
  - 3.3) หน่วยจัดเก็บข้อมูลสำรอง (Storage) จำนวน 1.5 TB (Ceph-OSD)
- 4) ใช้เครื่องแม่ข่ายรุ่น (Server) DELL PowerEdge 2950 จำนวน 2 เครื่อง สำหรับให้บริการเป็น Cloud Platform และใช้เป็นเครื่องพัฒนาโครงการ จำนวน 1 เครื่อง สำหรับใช้บริหารจัดการระบบ จำนวน 1 เครื่อง
- 5) ใช้เครื่องแม่ข่ายรุ่น (Server) DELL PowerEdge R900 จำนวน 4 เครื่อง สำหรับให้บริการในการประมวลผลและทำ Virtualization ให้กับ Virtual Machine
- 6) อุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่าย (Switch) รุ่น Dell PowerConnect 7048 มี จำนวน 48 Gigabit Ethernet port สำหรับให้บริการ VLAN และเชื่อมต่อ อุปกรณ์
- 7) อุปกรณ์จัดหาเส้นทาง (Router) รุ่น Mikrotik RB2011 ใช้สำหรับให้บริการ Routing, Private IP Address, NAT และ VPN Server
- 8) เชื่อมต่อกับระบบเครือข่ายของภาควิชาและสถาบันด้วยความเร็วสูงสุด 1 Gbps
- 9) ใช้ระบบจัดเก็บข้อมูล (SAN) รุ่น EMC CLARiiON CX4-120 10 TB (RAW) เชื่อมต่อกับเครื่องแม่ข่ายทุกเครื่องผ่าน Fiber Chanel ความเร็ว 4 GB/s

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 10) มีระบบสำรองและปรับแรงดันไฟฟ้า APC Smart-UPS RT 5000VA ขนาดกำลังไฟสูงสุด 3,600 วัตต์ สามารถสำรองไฟฟ้าที่กําลังไฟฟ้าสูงสุดได้ 8 นาที่
- 11) ระบบทั้งหมดถูกติดตั้งที่ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ห้อง 702 อาคารปฏิบัติการวิศวกรรมศาสตร์ 2 (ECC) ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- 12) มีระบบปรับอากาศสลับการทำงานตลอด 24/7 วัน ที่รักษาอุณหภูมิภายในห้องระหว่าง 23-26 องศาเซลเซียส

#### ส่วนของซอฟต์แวร์

- 1) ระบบปฏิบัติการหลักที่ใช้กับทุกเครื่องแม่ข่ายคือ Ubuntu 18.04.6 LTS
- 2) ใช้งาน Proxmox VE เวอร์ชัน 7.3-3
- 3) ใช้งาน Linux KVM เป็น Hypervisor
- 4) ใช้งาน QEMU emulator เวอร์ชัน 2.11.1
- 5) ใช้งาน Libvirt Library เวอร์ชัน 4.0.0
- 6) ใช้งาน FreeIPA บน Rocky Linux 8 สำหรับจัดการบัญชีและสิทธิในการเข้าถึงเครื่องแม่ข่ายและอุปกรณ์เครือข่ายทั้งหมดในระบบ
- 7) ใช้ Syslog-ng และ MySQL ในการจัดเก็บ logs ในระบบ
- 8) ใช้งาน Grafana เวอร์ชัน 9.1.5 สำหรับการ Monitoring ส่วนต่าง ๆ ของระบบ
- 9) ใช้งาน Nginx เพื่อเป็น Reverse Proxy
- 10) ใช้งานระบบ Domain name ภายใต้ \*.kmitl.cloud

#### 1.1.2. Cloud Platform (PaaS)

##### ข้อกำหนดโดยภาพรวมของแพลตฟอร์ม

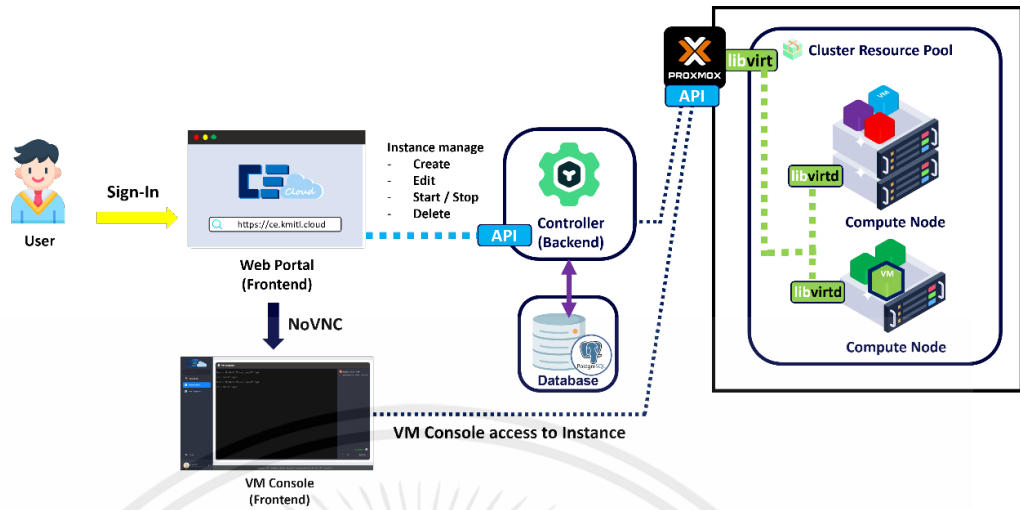
- 1) เป็นแพลตฟอร์มที่พัฒนาขึ้นในรูปแบบ Web Application
- 2) บริการที่มีบนแพลตฟอร์ม มีดังนี้
  - 2.1) สร้าง ลบ แก้ไข เครื่องเสมือน (Virtual Machine: VM)
  - 2.2) เปิด ปิด หยุดการใช้งานชั่วคราวเครื่องเสมือน (Power On/Off, Suspended)
  - 2.3) สร้าง ลบ แก้ไข แม่แบบเครื่องเสมือน (VM Template)
  - 2.4) อ่านไฟล์ระบบปฏิบัติการ (ISO Images)
  - 2.5) อ่านและแสดงผลค่าต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบเครือข่ายได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 2.6) อ่านและแสดงผลค่าต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเครื่องแม่ข่ายได้
- 2.7) บริหารจัดการบัญชีผู้ใช้ กลุ่มผู้ใช้ สิทธิในการเข้าถึงทรัพยากรของผู้ใช้ได้
- 2.8) ผู้ใช้งานแต่ละคนจะมีโควตาการใช้งานทรัพยากร ในรูปแบบของปริมาณ สูงสุดที่สามารถใช้งานได้
- 3) สามารถเข้าถึงและใช้งานเครื่องเสมือนผ่านหน้าเว็บไซต์ โดยลักษณะการแสดงผลมีทั้ง Graphic User Interface (GUI) และ Command Line Interface (CLI)
- 4) ผู้ใช้งานจำเป็นต้องอยู่ภายในระบบเครือข่ายของภาควิชาฯ หรือ สถาบันเท่านั้น
- 5) แพลตฟอร์มสามารถเชื่อมต่อกับ Infrastructure ที่พัฒนาขึ้นมาด้วยกันเท่านั้น

#### การทำงานโดยภาพรวมของแพลตฟอร์ม

- 1) ผู้ใช้งานที่เป็นนักศึกษา อาจารย์ ภายในภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ เข้าสู่ระบบเพื่อใช้งานผ่านทางหน้าเว็บแอปพลิเคชัน
- 2) ผู้ใช้งานสร้างเครื่องเสมือนผ่านทางหน้าเว็บ คำร้องขอของผู้ใช้จะถูกส่งไปยัง Controller เพื่อตรวจสอบสิทธิ โควตา และจัดสรรทรัพยากรกลับมาให้กลับผู้ใช้
- 3) ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงเครื่องเสมือนผ่านทางเว็บไซต์โดยมีรูปแบบขึ้นอยู่กับแม่แบบและระบบปฏิบัติการที่ผู้ใช้ได้เลือกในตอนสร้างเครื่องเสมือน



รูป 1.1 ภาพรวมการทำงานของแพลตฟอร์ม

### 1.5 แผนการดำเนินการ

ตาราง 1.1 แผนการดำเนินงานของโครงการ

หัวข้อกิจกรรม	สิงหาคม				กันยายน				ตุลาคม				พฤศจิกายน				ธันวาคม				มกราคม				กุมภาพันธ์				มีนาคม				เมษายน			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
กำหนดขอบเขต เป้าหมาย และวัตถุประสงค์ของโครงการ																																				
ศึกษาข้อมูล (แนวคิด ทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้อง รวมถึงเทคโนโลยีที่จะใช้งาน)																																				
ออกแบบการทำงานของระบบ																																				
พัฒนาระบบตามที่ออกแบบไว้																																				
สรุปผลและจัดทำเอกสาร																																				
พัฒนาระบบตามที่ออกแบบไว้ (ต่อ)																																				
ปรับปรุงแก้ไขระบบ																																				
จัดทำส่งโครงการ และ นำเสนอ																																				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

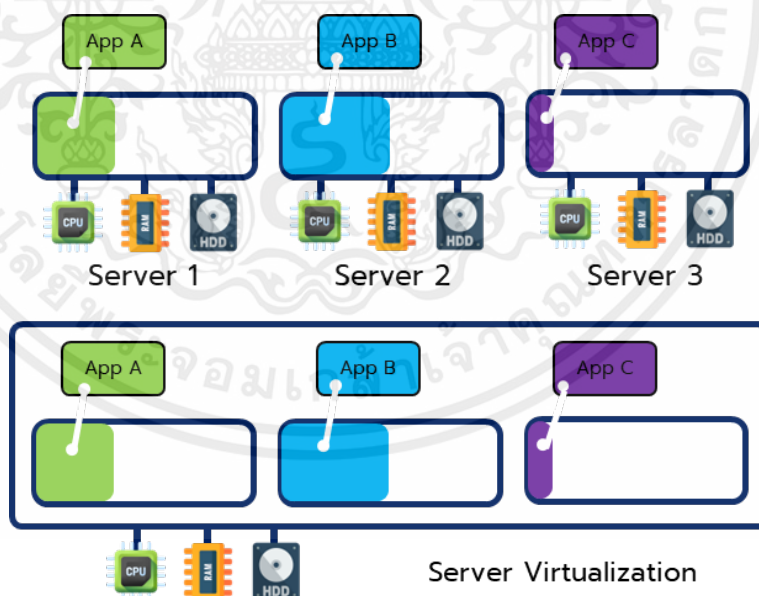
### ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง

##### 2.1.1. Virtualization

การจำลองเสมือน (Virtualization) คือ การจำลองทรัพยากรจริงในระบบคอมพิวเตอร์ไปเป็นระบบคอมพิวเตอร์เสมือนจริง (Virtual Machine : VM) หลาย ๆ ระบบ ทำให้สามารถใช้งานระบบปฏิบัติการและแอปพลิเคชันได้หลาย ๆ ระบบพร้อมกัน โดยที่คอมพิวเตอร์แต่ละระบบมีความเป็นอิสระไม่ขึ้นอยู่กับทรัพยากรจริงอื่นใดอันหนึ่งถึงแม้ว่าจะเป็นคนละ Platform กันก็ตาม

Server Virtualization คือ การรวบรวมทรัพยากรด้านการประมวลผล การจัดเก็บข้อมูล และการติดต่อสื่อสารในแต่ละอุปกรณ์มารวมกันไว้ที่ศูนย์กลางจากนั้นจึงให้ผู้ใช้สามารถนำทรัพยากรเหล่านั้นไปจัดสรรใช้ประโยชน์ได้ตามเหมาะสมหรือตามความต้องการของแต่ละระบบในช่วงเวลานั้น ๆ โดยอาจมีผู้ดูแลระบบคอยบริหารจัดการและบำรุงรักษาทรัพยากรเหล่านั้นอยู่ด้วย



รูปที่ 2.1 แสดงการทำงานของ Server Virtualization

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.1.2. Hypervisor

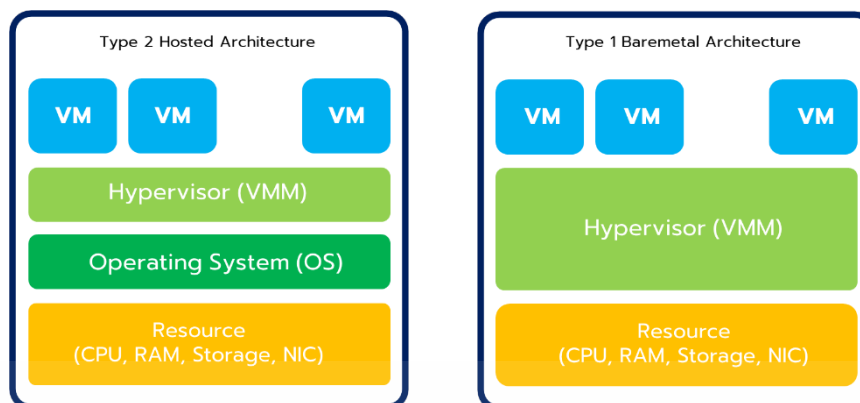
Hypervisor หรือ Virtual Machine Monitor (VMM) เป็นซอฟต์แวร์ เฟิร์มแวร์ หรือ ฮาร์ดแวร์ประเภทหนึ่งที่สามารถสร้างและบริหารจัดการเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือน (Virtual Machine) หลายเครื่องให้ทำงานได้อยู่บนเครื่องคอมพิวเตอร์ (Physical Host) เดียวกันได้ โดยหน้าที่หลักของ Hypervisor จะคอยตรวจสอบและจัดสรรทรัพยากร เช่น CPU หน่วยความจำ และพื้นที่เก็บข้อมูลของ เครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนทั้งหมดในระบบ การบริหารจัดการ ทรัพยากรแบบรวมศูนย์แบบนี้จะทำให้สามารถลดการใช้พลังงาน การจัดสรรพื้นที่ และ ข้อกำหนดในการบำรุงรักษาของ VM แต่ละเครื่องได้อย่างมาก และเพิ่มประสิทธิภาพโดยรวมของระบบ โดย Hypervisor สามารถที่แบ่งได้เป็น 2 รูปแบบ คือ

#### 1) Hypervisor Type 1 (BareMetal Architecture)

ซอฟต์แวร์ Hypervisor รูปแบบนี้จะถูกติดตั้งโดยตรงบน Physical Host โดยการทำงานจะเข้ามาแทนที่ระบบปฏิบัติการ ด้วยเหตุนี้ทำให้รูปแบบนี้มีความเร็วในการทำงานสูงเนื่องจากการติดต่อกับฮาร์ดแวร์โดยตรง ดังนั้นจึงสามารถจัดสรรทรัพยากรให้กับเครื่อง VM ได้โดยตรง โดยในรูปแบบนี้จะมีข้อจำกัดด้านฟังก์ชันในการใช้งานและมีการติดตั้งที่ซับซ้อนเนื่องจาก Hypervisor เองจะทำหน้าที่เป็นระบบปฏิบัติการโดยพื้นฐานร่วมด้วย

#### 2) Hypervisor Type 2 (Hosted Architecture)

ซอฟต์แวร์ Hypervisor รูปแบบนี้จะถูกติดตั้งเป็นซอฟต์แวร์ตัวหนึ่งบนระบบปฏิบัติการหลัก (Host OS) ของเครื่อง Physical Host โดยในรูปแบบนี้ Host OS จะเป็นตัวตัดสินใจในการจัดสรรทรัพยากรระหว่าง Hypervisor กับซอฟต์แวร์อื่นบน Host OS เอง เหตุนี้ส่งผลทำให้มีแนวโน้มที่จะเกิดความล่าช้า (Latency) ในการจัดสรรทรัพยากรได้ ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพโดยรวมให้ช้าลง โดยการใช้งาน Hypervisor รูปแบบนี้มักนิยมใช้งานกับกรณีศึกษาต่าง ๆ เช่น การทดสอบและพัฒนาซอฟต์แวร์

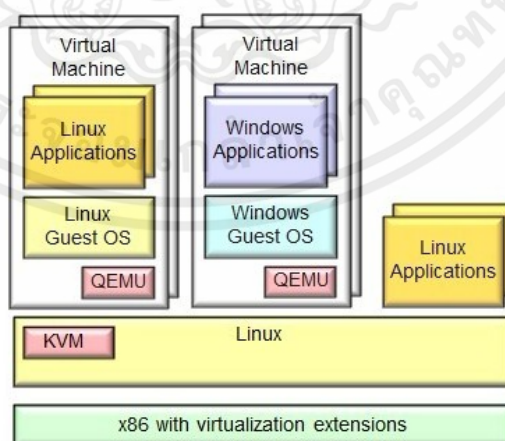


Type of Hypervisor

รูปที่ 2.2 แสดงรูปแบบของ Hypervisor ทั้ง 2 รูปแบบ

### 2.1.3. KVM (Kernel Based Virtual Machine)

KVM (Kernel Based Virtual Machine) เป็น โมดูลฟังก์ชัน Virtualization ที่ถูกฝังอยู่ใน Linux Kernel ซึ่งช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการทำ Hardware Assisted Virtualization ให้กับระบบปฏิบัติการ สามารถทำให้จำลองการทำงานของ CPU และ Memory ได้ เช่น การจัดการตารางงาน (task scheduling), การจัดการหน่วยความจำ (memory management) หรือแม้กระทั่งการโต้ตอบกับอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ต่าง ๆ แต่โดยทั่วไปแล้ว KVM สามารถให้บริการการจำลองเสมือนสำหรับ CPU และหน่วยความจำเท่านั้น KVM จึงต้องการส่วนประกอบเทคโนโลยีการจำลองเสมือนเพิ่มเติมเพื่อให้เครื่องเสมือน (Virtual Machine) มีการจำลองเสมือนสำหรับฮาร์ดแวร์ เช่น การ์ดเครือข่าย บัส IO การ์ดกราฟิก และอื่นๆ

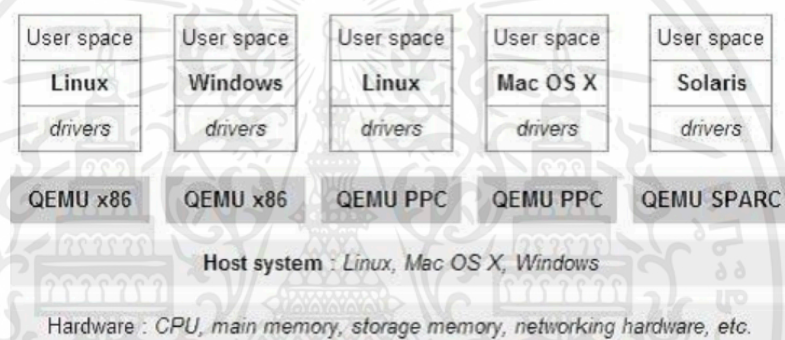


รูปที่ 2.3 แสดงการทำงานของ KVM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.1.4. QEMU

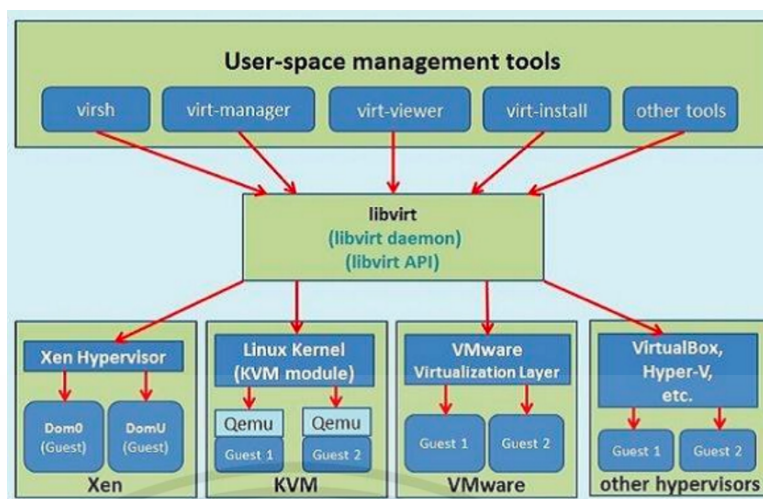
QEMU (Quick Emulator) เป็นซอฟต์แวร์ที่จำลองการทำงานของไมโครโพรเซสเซอร์และระบบ ปัจจุบัน QEMU จำลองการทำงานของคอมพิวเตอร์แพลตฟอร์มฮาร์ดแวร์บนระบบที่มีสถาปัตยกรรมของไมโครโพรเซสเซอร์ที่แตกต่างกันอย่างสิ้นเชิง ตัวอย่างเช่น x86, ARM, PowerPC, Sparc, MIPS1 และยังสามารถรองรับกับระบบปฏิบัติการที่หลากหลาย QEMU จะจำลอง CPU และทรัพยากรฮาร์ดแวร์อื่นๆ สำหรับ Guest OS ผ่านเทคโนโลยีการแปลงแบบไดนามิก (Simulation) เพื่อให้ Guest OS คิดว่ามีปฏิสัมพันธ์กับฮาร์ดแวร์โดยตรง QEMU แปลคำสั่งแบบโต้ตอบเหล่านี้เป็นฮาร์ดแวร์จริง จากนั้นฮาร์ดแวร์จริงจะดำเนินการที่เกี่ยวข้อง ดังนั้น เมื่อเทียบกับ Virtual Machine แล้วประสิทธิภาพการทำงานที่ได้จะต่ำกว่า แต่มีข้อดีคือสามารถจำลองระบบที่หลากหลายกว่าและแตกต่างจาก KVM ซึ่งจำเป็นต้องฝังลงในเคอร์เนล



รูปที่ 2.4 แสดงการทำงานของ QEMU

### 2.1.5. Libvirt

Libvirt เป็นฟังก์ชันไลบรารี (ภาษา C) ที่มีให้เพื่อจัดการเครื่องเสมือนของเครื่องจริง หมายถึงการออกแบบสถาปัตยกรรมที่เน้นไคลเอนต์ และจัดเตรียมไคลเอนต์ที่เกี่ยวข้องและอินเทอร์เฟซ (API) แบบรวมสำหรับเทคโนโลยี Virtualization ทั้งหมด ดังนั้น Libvirt จึงสนับสนุนเทคโนโลยีการจำลองเสมือนที่ต่างกัน ในเวลาเดียวกัน Libvirt จัดเตรียมอินเทอร์เฟซการเขียนโปรแกรมในหลายภาษา โปรแกรมสามารถเรียกอินเทอร์เฟซเหล่านี้เพื่อให้ทราบถึงการทำงานของเครื่องเสมือน จะเห็นได้ว่า Libvirt มีความสามารถในการปรับขนาดได้สูงมาก



รูปที่ 2.5 แสดงส่วนประกอบและการทำงานของ Libvirt

## 2.1.6. เทคโนโลยี Cloud Computing

Cloud Computing คือ โมเดลหรือโครงสร้างในการให้บริการทรัพยากรทางด้านเทคโนโลยีเพื่อการคำนวณทางอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงได้ผ่านอินเทอร์เน็ต โดยผู้ให้บริการจะมีการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานที่ประกอบด้วยทรัพยากรและบริการจำนวนมากรองรับไว้ โดยในการใช้งานจะเปรียบเสมือนการใช้งานคอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่งที่ใช้สามารถทำงานได้จากทุกที่บนโลกเพียงแค่อินเทอร์เน็ต ซึ่งแตกต่างจากคอมพิวเตอร์ทั่วไปคือการใช้งานที่มีขีดจำกัดสูงกว่าถ้าหากทรัพยากรไม่เพียงพอผู้ใช้สามารถปรับเปลี่ยนได้ทันที ทำให้มีความรวดเร็ว ปลอดภัย และสะดวกมากยิ่งขึ้น

### 2.1.6.1. คุณลักษณะของ Cloud Computing

- 1) การบริการที่สั่งการได้เอง (On-demand Self-service) ผู้ใช้งานสามารถกำหนดการใช้บริการและทรัพยากรต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง
- 2) การเข้าถึงระบบเครือข่ายแบบวงกว้าง (Broad Network Access) ผู้ใช้สามารถเข้าถึงได้จากทุกอุปกรณ์มาตรฐานที่สามารถเชื่อมต่อเข้าสู่ระบบอินเทอร์เน็ตได้
- 3) การรวมทรัพยากรไว้ด้วยกัน (Resource Pooling) ทรัพยากรและการประมวลผลถูกรวบรวมไว้ที่ศูนย์กลาง ตัวอย่างเช่น Storage, Processing, Memory, Network Bandwidth และ Virtual Machines
- 4) การยืดหยุ่นและรวดเร็ว (Rapid Elasticity) ผู้ใช้สามารถปรับเปลี่ยนได้อย่างรวดเร็วยืดหยุ่น อัตโนมัติ ไม่มีข้อจำกัด และซื้อได้ง่ายไม่จำกัดเวลาหรือจำนวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.1.6.2. ประโยชน์ของ Cloud Computing

ช่วยให้ การนำไอทีไปใช้ในเชิงธุรกิจทำได้ง่าย และประหยัดค่าใช้จ่ายได้มากกว่าในอดีต โดยองค์กรสามารถใช้บริการทางด้านไอทีได้ โดยไม่จำเป็นต้องลงทุนกับโครงสร้างพื้นฐานไอที อีกทั้งผู้ใช้งานก็สามารถเลือกใช้บริการเฉพาะอย่างและเลือกเสียค่าใช้จ่ายให้ตรงกับความต้องการเฉพาะด้านหรือสอดคล้องกับงบประมาณของตนได้ ยิ่งไปกว่านั้นยังมีประโยชน์ในด้านต่าง ๆ การช่วยของค์กรเพิ่มความสามารถในการให้บริการกับผู้ใช้ที่เพิ่มมากขึ้น (Scalability) หรือเพิ่มความสามารถด้านความปลอดภัยโดยรวมของระบบไอที เป็นต้น

### 2.1.7. Infrastructure as a Service (IaaS)

เป็นบริการให้ใช้โครงสร้างพื้นฐานทางคอมพิวเตอร์เช่น หน่วยประมวลผล ระบบจัดเก็บข้อมูล ระบบเครือข่าย ในรูปแบบระบบเสมือน (Virtualization) ข้อดีคือองค์กรไม่ต้องลงทุนสิ่งเหล่านี้เอง, ยืดหยุ่นในการปรับเปลี่ยนโครงสร้างระบบไอทีของ



รูปที่ 2.6 แสดงรูปแบบการให้บริการ Infrastructure as a Service

### 2.1.8. Proxmox Virtual Environment

หรือ Proxmox VE เป็นแพลตฟอร์มที่ใช้บริหารจัดการทรัพยากรจากเครื่องแม่ข่ายโดยใช้งานเทคโนโลยี Virtualization เพื่อสร้างและให้บริการทรัพยากรต่าง ๆ เช่น กำลังในการประมวลผล การจัดเก็บข้อมูล การบริหารจัดการเครือข่าย การบริหารจัดการเครื่องแม่ข่าย และยังเป็นซอฟต์แวร์ open-source ภายใต้สัญญา GNU AGPL v3 ซึ่งทำให้สามารถนำไปใช้งานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย หรือหากต้องการปรับปรุงแก้ไขหรือใช้งานซอฟต์แวร์เพิ่มเติมก็สามารถใช้งาน

### 2.1.9. Kong

เป็น Open-source ซอฟต์แวร์ที่ทำหน้าที่เป็น API Gateway ที่เป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อ Microservices หรือ service โดยสามารถบริหารจัดการสิทธิ์การเข้าถึงเนื้อหาต่าง ๆ การตั้งค่า Rate limiting เป็นต้น

## 2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Related Works)

### 2.2.1. งานวิจัย 1 : การเปรียบเทียบ Virtualization Techniques สำหรับการใช้งานในองค์กร

#### The Comparison of Virtualization Techniques for the Organization

งานวิจัยนี้ศึกษาเกี่ยวกับเทคโนโลยี Virtualization ที่มีหลากหลายเทคนิค เพื่อสามารถเลือกใช้เทคนิคที่เหมาะสมกับแนวทางการบริหารจัดการด้านไอทีขององค์กร เช่น เทคนิค Full Virtualization using Binary Translation เหมาะกับองค์กรที่มีเครื่องแม่ข่ายจำนวนมาก มีการใช้งานแอปพลิเคชันซอฟต์แวร์บนระบบปฏิบัติการที่หลากหลาย มีผู้ดูแลระบบน้อย หรือเทคนิคแบบ Paravirtualization เหมาะกับองค์กรที่มีผู้ดูแลระบบที่มีทักษะความเชี่ยวชาญสูง และมีจำนวนที่สามารถดูแลเครื่องแม่ข่ายได้อย่างเหมาะสม ในขณะที่เทคนิคแบบ Hardware Assisted ยังอยู่ในขั้นตอนการพัฒนาซึ่งจะมีเฉพาะ CPU รุ่นใหม่ ๆ ที่จะสามารถใช้งานได้ ซึ่งผลลัพธ์ของการวิจัยนี้ช่วยให้สามารถเลือกใช้เทคนิคการ Virtualization ให้เหมาะสมกับแต่ละการใช้งานให้ได้ความคุ้มค่าสูงสุดเพราะการทำ Virtualization ถือเป็นการลงทุนทางด้านโครงสร้างพื้นฐานระบบไอทีขององค์กร เมื่อตัดสินใจใช้เทคโนโลยีใดไปแล้วเป็นการยากที่จะปรับเปลี่ยนในภายหลัง อีกทั้งการวางโครงสร้างระบบ Virtual Infrastructure ให้มีความสามารถในการยืดหยุ่น ทนทานต่อการล้มเหลว และสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายในระยะยาวนั้นจำเป็นต้องอาศัยการวางแผนและออกแบบมาเป็นอย่างดี

ความรู้ที่นำมาใช้ประโยชน์จากงานวิจัย :

มีส่วนช่วยในการตัดสินใจในการเลือกใช้งาน Hypervisor และปัจจัยต่าง ๆ ที่ส่งผลกระทบต่อการพัฒนาโครงสร้างระบบ Virtual Infrastructure ซึ่งเป็นเป็นส่วนประกอบสำคัญหนึ่งของโครงการนี้

## 2.2.2. งานวิจัย 2 : Private IaaS Clouds: A Comparative Analysis of OpenNebula,

### CloudStack and OpenStack

งานวิจัยนี้ศึกษาและวิเคราะห์เกี่ยวกับ IaaS (Infrastructure as a Services) ของระบบคลาวด์สำหรับการทำระบบคลาวด์ส่วนตัว โดยทำการทดสอบประสิทธิภาพกับ OpenNebula, OpenStack, CloudStack และ Environment แบบปกติ หลังจากทำการทดสอบประสิทธิภาพพบว่าจากการใช้ชุดทดสอบจาก IOzone (file system benchmark utility) แสดงให้เห็นว่า OpenStack มีประสิทธิภาพสูงสุดเมื่อเทียบกับอีกสองตัวอย่าง นอกจากนี้เครื่องมืออื่น ๆ ที่ได้มีการใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพ เช่น LINPACK, STREAM และ IPerf พิสูจน์ได้ว่าระบบคลาวด์ส่วนตัวเป็นทางเลือกที่ดีสำหรับการทำงานที่เน้นประสิทธิภาพสูง ความล่าช้าในระบบต่ำ และเน้นการใช้งานในระยะยาว รวมถึงค่าใช้จ่ายในการดูแลระบบหากมีทรัพยากรในระบบที่มากซึ่งหาไม่ได้จากการใช้ระบบคลาวด์ที่เป็นสาธารณะ

ความรู้ที่นำมาใช้ประโยชน์จากงานวิจัย :

มีส่วนช่วยในการตัดสินใจในการเลือกใช้งาน IaaS Management / Virtualization Management ซึ่งนอกจาก OpenNebula, OpenStack และ CloudStack แล้ว ผู้พัฒนายังได้ไปศึกษา IaaS Management อื่นเพิ่มเติม เช่น VMware ESXi, Proxmox และ oVirt เพื่อให้การออกแบบและการตัดสินใจให้เหมาะสมต่อการพัฒนา และความเข้ากันได้กับฮาร์ดแวร์ที่มีอยู่

## 2.2.3. งานวิจัย 3 : ความมั่นคงของเทคโนโลยีการประมวลผลกลุ่มเมฆ Security of Cloud

### Computing Technology

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาปัญหาและแนวทางการแก้ไขปัญหาด้านความมั่นคงของเทคโนโลยี Cloud Computing ซึ่งเป็นระบบคอมพิวเตอร์ที่มีสมรรถนะสูง ที่มีการใช้งานและได้รับความสนใจเป็นอย่างมากในปัจจุบัน วัตถุประสงค์หลักเพื่อตอบสนองต่อการประมวลผลข้อมูลที่มีปริมาณมาก ชับซ้อน ยึดหยุ่นต่อการใช้งานและลดต้นทุนของการประมวลผลลง ผลลัพธ์ที่สรุป สถานะและทิศทางของ Cloud Computing มีทั้งหมด 11 หัวข้อสามารถแบ่งได้เป็นสองกลุ่มใหญ่ กลุ่มแรก ผู้ทำวิจัยทั่วโลกได้เสนอ รูปแบบ เครื่องมือและแนวทางการแก้ไขปัญหาด้านความมั่นคงไว้แล้วและกลุ่มที่สองยังอยู่ในช่วงการเสนอแนวทางในการแก้ไขโดยสามารถนำเสนอได้เป็นตารางดังนี้

ตาราง 2.1 แสดงบทสรุปของงานวิจัยด้านความมั่นคงของการประมวลผลกลุ่มเมฆในปัจจุบัน

กลุ่มที่	บริบทของงานวิจัย	มีเครื่องมือ/ แนวทางการแก้ไข
1	Secure provenance in cloud computing	✓
2	Trusted cloud computing	✓
3	Implementation and research issues in cloud computing	✗
4	Data – centric cloud security	✓
5	Security audit in public infrastructure clouds	✓
6	Transparent cloud Security	✓
7	Security & Privacy in cloud computing	✗
8	Security management of virtual machines	✓
9	Privacy manager for cloud computing	✓
10	Addressing security issues in cloud computing	✓
11	Data protection models for service provisioning in the cloud	✓

สามารถสรุปได้ว่าความมั่นคงของการประมวลผลกลุ่มเมฆในปัจจุบันยังไม่สมบูรณ์ 2 ส่วนคือ ความชัดเจนของการพัฒนาและการวิจัยระบบคลาวด์ที่เป็นรูปธรรมจริง ๆ ในทางปฏิบัติ (Implementation and research issues in Cloud Computing) และความชัดเจนในมาตรการรักษาความมั่นคงและความเป็นส่วนตัวของระบบ (Security & Privacy in Cloud Computing) เมื่อคำนวณความเสี่ยงทั้งสองหัวข้อจาก 11 หัวข้อ คิดเป็นความเสี่ยงประมาณ 18.18% ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผู้ที่ตัดสินใจจะใช้งานระบบ Cloud Computing สามารถมั่นใจระบบนี้ได้ แต่ให้มีการตรวจสอบมาตรการรักษาความมั่นคงและการรักษาข้อมูลโดยละเอียดจากผู้ให้บริการอีกครั้งก่อนตัดสินใจ โดยผู้วิจัยมีข้อคิดเห็นว่า Cloud Computing นั้นจะเข้ามาทดแทนเทคโนโลยีการประมวลผลแบบเดิม (Client-Server)

ความรู้ที่นำมาใช้ประโยชน์จากงานวิจัย :

ได้รับรู้ปัจจัยที่ทำให้เกิดปัญหาต่าง ๆ และแนวทางการแก้ไขเกี่ยวกับเรื่องของความปลอดภัยในการพัฒนาระบบ Cloud Computing และมีส่วนช่วยในการตัดสินใจในการเลือกซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนาโครงการนี้ เนื่องจากโครงการนี้มีการใช้ซอฟต์แวร์ส่วนใหญ่ที่

พัฒนามาจากซอฟต์แวร์ประเภท Open-source จึงอาจมีบางส่วนของซอฟต์แวร์ที่ส่งผลต่อความปลอดภัยโดยรวมของข้อมูลและระบบได้

## 2.3 เครื่องมือที่เกี่ยวข้อง

### 2.1.1. React: JavaScript Framework

React (React.js หรือ ReactJS) คือ JavaScript ไลบรารีแบบ open-source สำหรับการสร้างและพัฒนา user interface หรือส่วนประกอบต่าง ๆ ใน UI ซึ่งได้รับการดูแลจากหลักจากบริษัท Meta (Facebook) ร่วมกับชุมชนนักพัฒนาจากทั่วโลกและเปิดให้ใช้งานได้ฟรี โดย React สามารถใช้งานในการสร้าง UI ที่มีความซับซ้อนแบ่งเป็นส่วนประกอบย่อย ๆ ออกจากกัน ซึ่งในแต่ละส่วนสามารถแยกการทำงานออกจากกันได้อย่างอิสระ ทำให้สามารถนำชิ้นส่วน UI เดิมกลับมาใช้ซ้ำได้ใหม่ React มีโครงสร้างการทำงานในรูปแบบของ MVC (Model View Controller) และประกอบไปด้วย 3 ส่วนหลัก ดังนี้

- 1) Component คือส่วนต่าง ๆ ภายในหน้าเว็บทั้งหมดจะเขียนเป็น component เช่น form, navbar และ footer
- 2) State คือข้อมูลต่าง ๆ ที่ถูกเก็บอยู่ใน component
- 3) Props คือการกำหนดคุณสมบัติของแต่ละ component ในการรับ-ส่งข้อมูลระหว่าง component

### 2.1.2. TypeScript

TypeScript คือ ภาษา JavaScript ใน Version ที่ได้รับการ Upgrade โดยสามารถทำงานบน Node.js Environment หรือ Web Browser ต่าง ๆ ที่มีการรองรับ ECMAScript 3 ขึ้นไป TypeScript เป็น Statically Compiled Language ที่ได้จัดเตรียมทั้ง Static Typing, Classes และ Interface ไว้ให้แล้ว ซึ่งจะช่วยให้สามารถเขียน Code ของ JavaScript ที่เรียบง่ายได้อย่างสะดวกขึ้น ดังนั้น การใช้ TypeScript จะช่วยให้สามารถสร้าง Software ที่ปรับใช้งานได้ง่ายและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

### 2.1.3. Next.js

Next.js คือ Framework ใช้สำหรับการสร้างเว็บไซต์ หรือเว็บแอปพลิเคชัน ที่สามารถใช้งานได้ง่าย มีความยืดหยุ่น สามารถปรับแต่งได้อย่างมาก และเป็น React Web Framework ช่วยเพิ่มความรวดเร็วในการเขียนเว็บไซต์ เนื่องจากสามารถทำการ Setup และ Config ทุกส่วนให้เราได้อย่างสะดวกสบายมากยิ่งขึ้น และยังช่วยเรื่อง Server Side Rendering คือการช่วยประมวลผลเว็บไซต์ พร้อมกับข้อมูลของ JavaScript บนฝั่งของ Server นั้นเองโดยที่ไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำเป็นต้องรอให้ JavaScript ในฝั่งของ Client ทำงาน นอกจากนี้ยังช่วยส่งข้อมูลให้กับ Bot ของ Google เป็นส่วนช่วยในการทำ SEO (Search Engine Optimization) ให้เว็บไซต์สามารถติดอันดับในผลการค้นหาของ Google ได้ด้วย

#### 2.1.4. Go

Go เป็น Programming Language ที่มีลักษณะ Syntax คล้ายกับ C Language มีความรวดเร็วในการประมวลผลที่สูง เป็นที่นิยมต่อการพัฒนาระบบขนาดใหญ่ ใช้ทรัพยากรในการประมวลผลที่ต่ำเมื่อเทียบกับภาษาอื่น เช่น Python, Java และ JavaScript และเป็นภาษาที่เหมาะสมกับการเขียนโปรแกรมในรูปแบบ System Programming หรือการเขียนโปรแกรมของฝั่ง Backend เช่น การพัฒนา API เป็นต้น ทางโครงการนี้นำภาษา Go มาเป็น Programming Language หลักในการพัฒนา API ติดต่อกับซอฟต์แวร์อื่น ๆ ในระบบ

#### 2.1.5. Go Fiber

Go เป็น Fiber เป็น Go web framework ที่บอกว่าได้แนวคิดแบบเดียวกับ Express framework ของทางฝั่ง Node.js และ ใช้ FastHTTP ซึ่งเป็น library จัดการ HTTP server ที่ไม่ใช่ standard net/http โดยรับรองว่าเป็น HTTP Engine ที่เร็วที่สุดสำหรับ Go โดยรวมไปถึงความปลอดภัยในด้านต่าง ๆ ด้วย

#### 2.1.6. PostgreSQL

PostgreSQL เรียกได้ว่าเป็นระบบการจัดการฐานข้อมูลเชิงวัตถุ-สัมพันธ์ (Object-Relational) แบบ ORDBMS โดยสามารถใช้รูปแบบคำสั่งของภาษา SQL ได้เกือบทั้งหมด นอกจากนี้ยังเป็นระบบฐานข้อมูลที่ทันสมัยที่สุดของ Open-source ที่สามารถนำไปใช้งานได้ โดยไม่มีค่าใช้จ่ายใด ได้มีการพัฒนามาจาก POSTGRES 4.2 โดยมหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนีย ส่วนในเวอร์ชันใหม่ นั้นได้มีการเพิ่มความสามารถในส่วนของ Replicate ข้อมูล และ Distribution Scale เพิ่มลงไปด้วยสำหรับรองรับการใช้งานที่เพิ่มสูงขึ้นด้วย ทางทีมผู้พัฒนาได้เลือกใช้ส่วนเสริมคือ CitusData เป็นฐานข้อมูลหลักในโครงการ

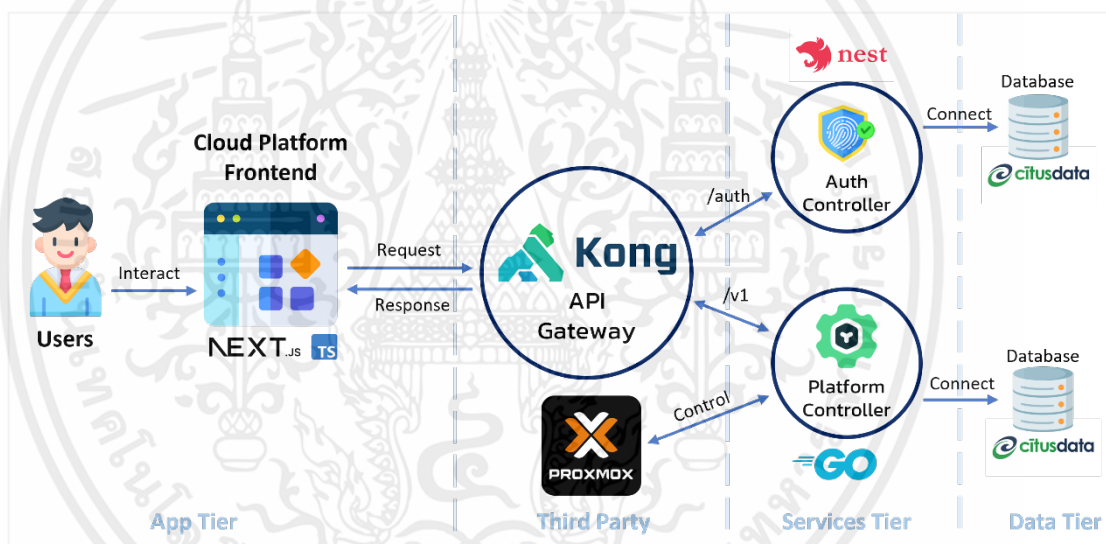
## บทที่ 3

### การออกแบบ

#### 3.1 ภาพรวมของระบบ

ในการออกแบบแพลตฟอร์มคลาวด์เพื่อการศึกษาจากกรณีศึกษาเรื่อง แพลตฟอร์มคลาวด์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยแพลตฟอร์มนี้จะเป็นการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันขึ้นมาใหม่เพื่อให้บริการเครื่องเสมือนสำหรับการเรียนการสอนในรายวิชาต่าง ๆ รวมไปถึงในวิชา Project ซึ่งแพลตฟอร์มนี้จะทำงานทั้งหมดอยู่บนระบบ Virtualization Infrastructure ที่พัฒนาควบคู่กับแพลตฟอร์มนี้

##### 3.1.1 การออกแบบแพลตฟอร์ม



รูปที่ 3.1 แสดง 3-Tier Architecture ของบริการแพลตฟอร์มคลาวด์เพื่อการศึกษา

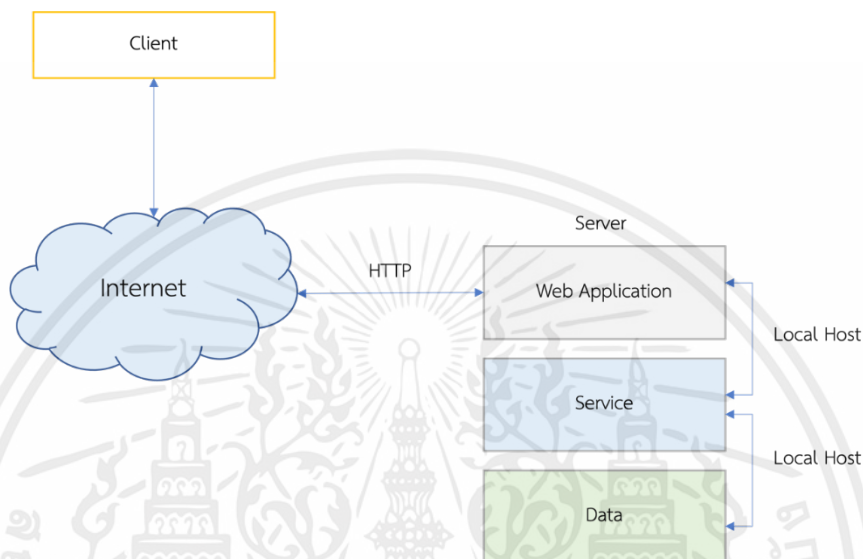
โดย 3-Tier Architecture ของระบบเว็บไซด์บริการแพลตฟอร์มคลาวด์เพื่อการศึกษา แบ่งออกเป็น 3 ชั้นดังนี้

- 1) **ชั้นที่ 1 App Tier** ส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานจะใช้ React Framework และ Next.JS สำหรับพัฒนาสร้างเว็บแอปพลิเคชันในฝั่ง Client ในรูปแบบของ HTML, CSS และ TypeScript
- 2) **ชั้นที่ 2 Service Tier** เป็นส่วนทำหน้าที่ติดต่อ Function ประมวลผลการทำงานและประสานงานระหว่าง Data Tier และ App Tier ซึ่ง API นี้จะใช้งานร่วมกับ GO Language, Fiber GO Web Framework, และ Nest JS เป็นส่วนจัดการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Authentication และมีการใช้งาน Third-Party Tools คือ Proxmox VE API สำหรับจัดการทรัพยากรของ Cluster

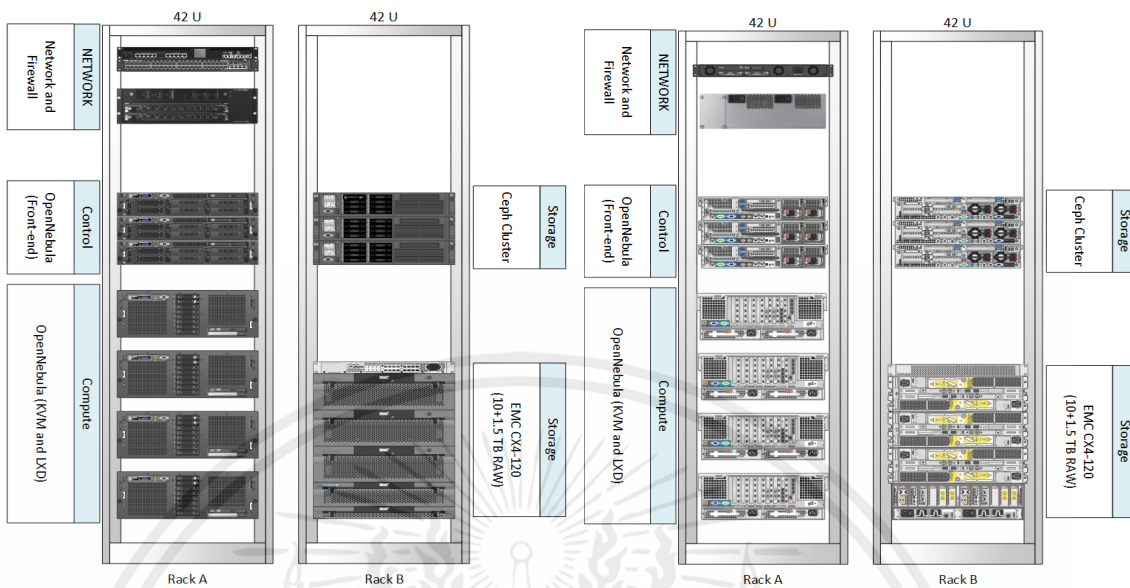
- 3) **ชั้นที่ 3 Data Tier** ส่วนติดต่อกับฐานข้อมูล จัดเก็บข้อมูลและเข้าถึงข้อมูล โดยใช้งาน PostgreSQL ในการจัดการฐานข้อมูล



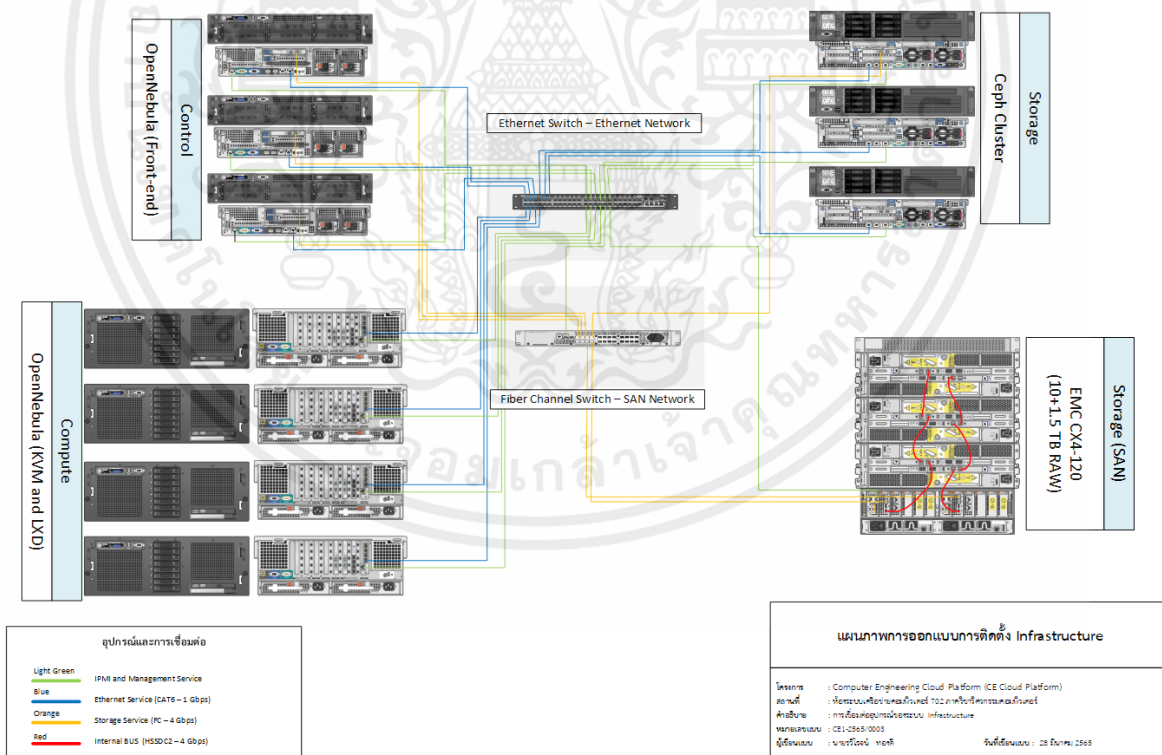
รูปที่ 3.2 ระบบเครือข่ายแบบ Client-Server ของบริการแพลตฟอร์มคลาวด์เพื่อการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.1.2 การออกแบบ Virtualization Infrastructure



รูปที่ 3.3 การออกแบบและติดตั้งเครื่องแม่ข่าย อุปกรณ์เครือข่ายและอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูล



รูปที่ 3.4 การเชื่อมต่อของระบบโดยภาพรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.2 ประเภทของผู้ใช้งาน

ประเภทของผู้ใช้งานเว็บไซต์บริการแพลตฟอร์มคลาวด์เพื่อการศึกษาแบ่งเป็น 5 ประเภท  
ตารางที่ 3.1 ประเภทของผู้ใช้งานระบบ

ประเภทผู้ใช้งาน	รายละเอียด
ผู้ใช้งานที่ไม่ได้เข้าสู่ระบบ	
1. Guest	ผู้ใช้งานทั่วไป ไม่สามารถดำเนินการภายในระบบได้
ผู้ใช้งานที่ทำการเข้าสู่ระบบ	
2. Admin	ผู้ใช้งานมีสิทธิ์สูงสุดในการบริหารจัดการระบบทั้งหมด
3. Faculty	ผู้ใช้งานประเภทอาจารย์ ไม่สามารถดำเนินการเกี่ยวกับระบบหรือบริการที่ต้องการ Permission ระดับ Admin ได้
4. Student	ผู้ใช้งานประเภทนักศึกษา ไม่สามารถดำเนินการเกี่ยวกับระบบหรือบริการที่ต้องการ Permission ระดับ Admin ได้
5. Disable	ผู้ใช้ที่ไม่ได้มีการใช้งานแล้ว จะไม่สามารถดำเนินการภายในระบบได้

### 3.3 System Requirement Specification

ความต้องการของระบบเว็บไซต์บริการแพลตฟอร์มคลาวด์เพื่อการศึกษา  
ตารางที่ 3.2 รายการความสามารถของระบบ

ID	Details	Type	Priority
<b>ส่วนการใช้งานสำหรับผู้ใช้งานทุกประเภท</b>			
R1	ระบบสามารถแสดงข้อมูลรายละเอียดและรายละเอียดเพิ่มเติมของหน้า Home ได้อย่างถูกต้อง	- Home - Functional	Must have
R2	ระบบสามารถแสดงข้อมูลในแถบเกี่ยวกับ (About) ได้อย่างถูกต้อง	- About - Functional	Must have
R3	ระบบสามารถแสดงข้อมูลในแถบขอใช้บริการ (Service) ได้อย่างถูกต้อง	- Service Request - Functional	Must have
R4	ผู้ใช้งานสามารถกรอกข้อมูลขอใช้บริการ (Service) และส่งให้ระบบได้	- Service Request - Functional	Must have

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

R5	ระบบสามารถแสดงข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับระบบในแถบบทความ (Blog) ได้อย่างถูกต้อง	- Blog - Functional	Must have
R6	ผู้ใช้งานสามารถกดเข้าไปดูบทความต่าง ๆ ในแถบบทความ (Blog) ในรูปแบบ External link ได้	- Blog - Functional	Must have
R7	ระบบสามารถแสดงข้อมูลในแถบคู่มือ/คำถาม (Document) ได้อย่างถูกต้อง	- Document - Functional	Must have
R8	ผู้ใช้งานสามารถ Download คู่มือการใช้งานระบบในแถบ (Document) ได้	- Document - Functional	Must have
R9	ระบบสามารถแสดงหน้าต่างเข้าสู่ระบบในแถบเข้าสู่ระบบ (Login) ได้	- Login - Functional	Must have
R10	ผู้ใช้งานสามารถเข้าสู่ระบบผ่าน Google Accounts Authentication (@kmitl.ac.th)	- Login - Functional	Must have
R11	ผู้ใช้งานสามารถกดเปลี่ยนภาษาที่ใช้แสดงผลในหน้า Home ได้	- Home - Functional	Should have
R12	ผู้ใช้งานสามารถกดที่ Logo บน Nav bar เพื่อกลับสู่หน้า Home ได้	- Home - Functional	Must have
<b>ส่วนการใช้งานสำหรับผู้ใช้งานที่สามารถเข้าสู่ระบบ</b>			
R13	ระบบสามารถแสดงข้อมูลสถานะของระบบในหน้าแดชบอร์ด (Dashboard) ได้อย่างถูกต้อง	- Dashboard - Functional	Should have
R14	ระบบสามารถแสดงข้อมูลการแจ้งเตือนในหน้าแดชบอร์ด (Dashboard) ได้อย่างถูกต้อง	- Dashboard - Functional	Should have
R15	ผู้ใช้งานสามารถกดดูรายละเอียดของ VM แต่ละ VM ของตนเองได้	- Dashboard - Functional	Should have
R16	ระบบสามารถแสดงข้อมูลรายละเอียดเบื้องต้น และสถานะของแต่ละ VM ของตัวเองในหน้า VM Instance ได้อย่างถูกต้อง	- VM Instance - Functional	Must have
R17	ผู้ใช้งานสามารถเลือก VM ของตัวเองที่ต้องการแล้วทำการ Restart/Start/Stop/Terminate ได้และระบบทำงานได้อย่างถูกต้อง	- VM Instance - Functional	Must have
R18	ผู้ใช้งานสามารถค้นหา VM ของตัวเองในช่อง Search จากชื่อของ VM	- VM Instance - Functional	Should have

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

R19	ผู้ใช้งานสามารถ Filter/Sort VM ของตัวเองได้	- VM Instance - Functional	Should have
R20	ผู้ใช้งานสามารถกดเข้าไปดูข้อมูลโดยละเอียดของแต่ละ VM ของตัวเองได้	- VM Instance - Functional	Should have
R21	ระบบสามารถแสดงข้อมูลโดยละเอียดของแต่ละ VM ที่ผู้ใช้งานเลือกได้อย่างถูกต้อง	- VM Instance - Functional	Should have
R22	ผู้ใช้งานสามารถกดเข้าใช้งาน Console (NoVNC) ของแต่ละ VM ของตัวเองที่เลือกไว้ได้	- VM Instance - Functional	Must have
R23	ระบบสามารถแสดงผล VM Template ที่สร้างเอาไว้ในหน้า VM Template ได้อย่างถูกต้อง	- VM Template - Functional	Must have
R24	ผู้ใช้งานสามารถ Clone VM Template ที่มีอยู่ได้	- VM Template - Functional	Must have
R25	ผู้ใช้งานสามารถค้นหา VM Template ในช่อง Search จากชื่อของ VM Template	- VM Template - Functional	Should have
R26	ผู้ใช้งานสามารถ Filter/Sort VM Template ได้	- VM Template - Functional	Should have
R27	ผู้ใช้งานสามารถกดเข้าไปดูข้อมูลโดยละเอียดของแต่ละ VM Template ที่มีอยู่แล้วได้	- VM Template - Functional	Should have
R28	ระบบสามารถแสดงข้อมูลโดยละเอียดของแต่ละ VM Template ที่ผู้ใช้งานเลือกได้อย่างถูกต้อง	- VM Template - Functional	Must have
R29	ผู้ใช้งานสามารถ Logout จากระบบได้	- Logout - Functional	Must have
<b>ส่วนการใช้งานสำหรับผู้ใช้งานที่สามารถเข้าสู่ระบบด้วยฐานะ Admin</b>			
R30	ระบบสามารถแสดงข้อมูลสถานะของระบบในหน้าแดชบอร์ด (Dashboard) ได้อย่างถูกต้อง	- Admin - Dashboard - Functional	Should have
R31	ระบบสามารถแสดงข้อมูล Cluster status ในหน้าแดชบอร์ด (Dashboard) ได้อย่างถูกต้อง	- Admin - Dashboard - Functional	Should have

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

R32	ระบบสามารถแสดงข้อมูลรายละเอียดเบื้องต้นและสถานะของแต่ละ VM ของตัวเองในหน้า VM Instance ได้อย่างถูกต้อง	- Admin - VM Instance - Functional	Should have
R33	Admin สามารถเลือก VM ของผู้ใช้งานที่ต้องการแล้วทำการ Create/Restart/Start/Stop/Terminate ได้และระบบทำงานได้อย่างถูกต้อง	- Admin - VM Instance - Functional	Must have
R34	Admin สามารถค้นหา VM ของผู้ใช้งานในช่อง Search จากชื่อของ VM	- Admin - VM Instance - Functional	Should have
R35	Admin สามารถ Filter/Sort VM ของผู้ใช้งานได้	- Admin - VM Instance - Functional	Should have
R36	Admin สามารถกดเข้าไปดูข้อมูลโดยละเอียดของแต่ละ VM ของผู้ใช้งานได้	- Admin - VM Instance - Functional	Must have
R37	ระบบสามารถแสดงข้อมูลโดยละเอียดของแต่ละ VM ที่ Admin เลือกได้อย่างถูกต้อง	- Admin - VM Instance - Functional	Must have
R38	Admin สามารถกดเข้าใช้งาน Console (NoVNC) ของแต่ละ VM ของผู้ใช้งานที่เลือกไว้ได้	- Admin - VM Instance - Functional	Must have
R39	Admin สามารถสร้าง/ลบ VM Template ได้	- Admin - VM Template - Functional	Must have
R40	ระบบสามารถแสดงผลข้อมูล Image ที่มีอยู่ในระบบในหน้า Image ได้อย่างถูกต้อง	- Admin - Image - Functional	Should have
R41	Admin สามารถกดเข้าไปดูข้อมูลโดยละเอียดของแต่ละ Image ได้	- Admin - Image - Functional	Should have
R42	ระบบสามารถแสดงข้อมูลโดยละเอียดของแต่ละ Image ที่ Admin เลือกได้อย่างถูกต้อง	- Admin - Image	Should have

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		- Functional	
R43	Admin สามารถสร้าง/ลบ Image ได้	- Admin - Image - Functional	Should have
R44	ระบบสามารถแสดงผลข้อมูล Network ที่มีอยู่ในระบบในหน้า Networking ได้อย่างถูกต้อง	- Admin - Networking - Functional	Should have
R45	Admin สามารถกดเข้าไปดูข้อมูลโดยละเอียดของแต่ละ Network ได้	- Admin - Network - Functional	Should have
R46	ระบบสามารถแสดงผลข้อมูลโดยละเอียดของแต่ละ Network ที่ Admin เลือกได้อย่างถูกต้อง	- Admin - Network - Functional	Should have
R47	Admin สามารถสร้าง/ลบ Network ได้	- Admin - Networking - Functional	Should have
R48	ระบบสามารถแสดงผลข้อมูล Interfaces ที่มีอยู่ในระบบในหน้า Interface ได้อย่างถูกต้อง	- Admin - Interface - Functional	Should have
R49	Admin สามารถกดเข้าไปดูข้อมูลโดยละเอียดของแต่ละ Interface ได้	- Admin - Interface - Functional	Should have
R50	ระบบสามารถแสดงผลข้อมูลโดยละเอียดของแต่ละ Interface ที่ Admin เลือกได้อย่างถูกต้อง	- Admin - Interface - Functional	Should have
R51	Admin สามารถสร้าง/ลบ Interface ได้	- Admin - Interface - Functional	Should have
R52	ระบบสามารถแสดงผลข้อมูล Storage ที่มีอยู่ในระบบในหน้า Storage ได้อย่างถูกต้อง	- Admin - Storage - Functional	Should have

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

R53	Admin สามารถกดเข้าไปดูข้อมูลโดยละเอียดของแต่ละ Storage ได้	- Admin - Storage - Functional	Must have
R54	ระบบสามารถแสดงข้อมูลโดยละเอียดของแต่ละ Storage ที่ Admin เลือกได้อย่างถูกต้อง	- Admin - Storage - Functional	Must have
R55	Admin สามารถสร้าง/ลบ Storage ได้	- Admin - Storage - Functional	Should have
R56	ระบบสามารถแสดงผลข้อมูล Volume ที่มีอยู่ในระบบในหน้า Storage ได้ถูกต้อง	- Admin - Storage - Volume - Functional	Should have
R57	Admin สามารถสร้าง/ลบ Volume ได้	- Admin - Storage - Volume - Functional	Should have
R58	ระบบสามารถแสดงผลข้อมูล Cluster ที่มีอยู่ในระบบในหน้า Cluster ได้ถูกต้อง	- Admin - Cluster - Functional	Should have
R59	ระบบสามารถแสดงผลข้อมูล User ที่มีอยู่ในระบบในหน้า User Management ได้ถูกต้อง	- Admin - User Management - Functional	Must have
R60	Admin สามารถจัดการบริหารข้อมูลของ User ได้ (สร้าง, ลบ, แก้ไข)	- Admin - User Management - Functional	Should have
R61	Admin สามารถเปลี่ยนแปลง Group ของ User ได้	- Admin - User Management - Functional	Should have

เอกสารนี้เป็นเอกสารทสวณไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

R62	Admin สามารถปรับเพิ่ม/ลด limit การใช้ทรัพยากรของ Compute node ได้	- Admin - User Management - Functional	Must have
R63	Admin สามารถปรับสถานะการใช้งานของ User จาก Active -> Inactive ชั่วคราวได้	- Admin - User Management - Functional	Should have
R64	Admin สามารถตั้งค่า Password ใหม่ให้กับ User ใหม่ได้	- Admin - User Management - Functional	Should have
R65	Admin สามารถ Filter/Sort Username ของผู้ใช้งานได้	- Admin - User Management - Functional	Should have

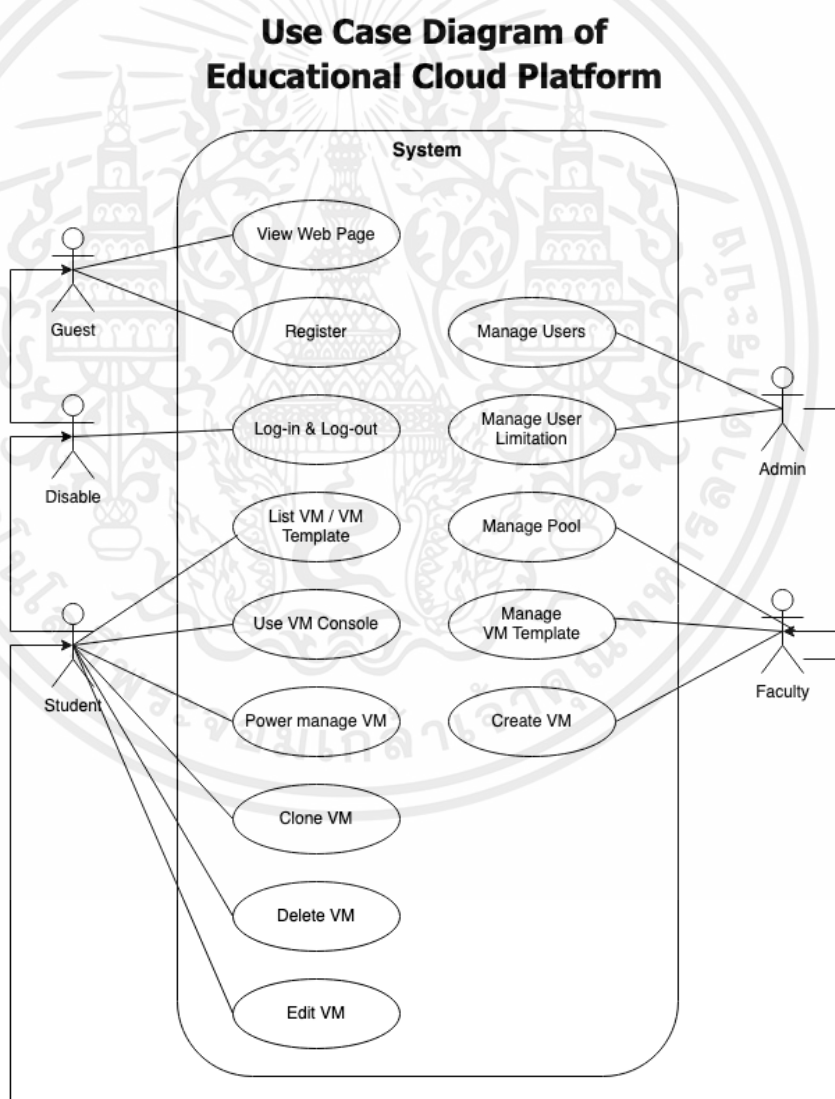
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.4 การออกแบบ Use Case

บริการแพลตฟอร์มคลาวด์เพื่อการศึกษาสามารถแบ่งประเภทของผู้ใช้งานได้เป็น 5 ประเภท ได้แก่

- 1) Guest
- 2) Admin
- 3) Faculty
- 4) Student
- 5) Disable

สามารถแสดงออกมาเป็นแผนภาพ Use Case ได้ดังนี้



รูปที่ 3.5 แผนภาพการออกแบบ Use Case ของบริการคลาวด์แพลตฟอร์มเพื่อการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 รายละเอียด View Web Page

Use Case ID:	U-001
Use Case:	View Web Page
Actor:	Guest, Disable, Student, Faculty, Admin
Main Flow:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้เลือกเมนูที่ต้องการ</li> <li>2. ระบบแสดงหน้าเว็บไซต์ที่ผู้เลือกใช้</li> </ol>

ตารางที่ 3.4 รายละเอียด Register

Use Case ID:	U-002
Use Case:	Register
Actor:	Guest, Disable, Student, Faculty, Admin
Pre-Condition:	1. ต้องมีอีเมลสถาบัน Email@kmitl.ac.th
Main Flow:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้กรอกข้อมูลที่จำเป็น</li> <li>2. ผู้ใช้เลือก Role ที่จะสมัคร</li> <li>3. ผู้ใช้กดปุ่มสมัคร</li> </ol>
Exception Flow:	1. หากกรอกข้อมูลไม่ครบหรือไม่ถูกต้องจะทำให้เกิดข้อผิดพลาด

ตารางที่ 3.5 รายละเอียด Log-in &amp; Log-out

Use Case ID:	U-003
Use Case:	Log-in & Log-out
Actor:	Guest, Disable, Student, Faculty, Admin
Pre-Condition:	1. ต้องมีบัญชีผู้ใช้ที่ Register แล้ว
Main Flow:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้กรอกอีเมลและรหัสผ่าน</li> <li>2. ผู้ใช้กดปุ่มเพื่อเข้าสู่ระบบ</li> <li>3. ผู้ใช้กดปุ่มเพื่อออกจากระบบ</li> </ol>
Exception Flow:	1. หากกรอกข้อมูลไม่ครบหรือไม่ถูกต้องจะทำให้เกิดข้อผิดพลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.6 รายละเอียด List VM & VM Template

Use Case ID:	U-004
Use Case:	List VM & VM Template
Actor:	Student, Faculty, Admin
Pre-Condition:	1. ต้องทำการเข้าสู่ระบบก่อน
Main Flow:	1. ผู้ใช้งานเลือกเมนู Instance VM / VM Template 2. ระบบแสดงหน้าเว็บไซต์ที่ผู้ใช้งานเลือก

ตารางที่ 3.7 รายละเอียด Use VM Console

Use Case ID:	U-005
Use Case:	Use VM Console
Actor:	Student, Faculty, Admin
Pre-Condition:	1. ต้องทำการเข้าสู่ระบบก่อน
Main Flow:	1. ผู้ใช้กดปุ่ม Console ของ VM ที่ต้องการใช้ 2. ระบบแสดงหน้า Console

ตารางที่ 3.8 รายละเอียด Power manage VM

Use Case ID:	U-006
Use Case:	Power manage VM
Actor:	Student, Faculty, Admin
Pre-Condition:	1. ต้องทำการเข้าสู่ระบบก่อน
Main Flow:	1. ผู้ใช้เลือก VM ที่ต้องการจะใช้งาน 2. ผู้ใช้กดปุ่มสำหรับจัดการ Power ของ VM จาก Dropdown (Start, Stop, Reset, Shutdown, Suspend, Resume) ระบบประมวลผลและแสดงผลตามที่ผู้ใช้งานต้องการ

ตารางที่ 3.9 รายละเอียด Clone VM

Use Case ID:	U-007
Use Case:	Clone VM
Actor:	Student, Faculty, Admin
Pre-Condition:	1. ต้องทำการเข้าสู่ระบบก่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Main Flow:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้งานเลือก VM Template ที่ต้องการจะทำการ Clone จากหน้า VM Template และกดปุ่ม Clone</li> <li>2. ผู้ใช้งานกรอกข้อมูลสำหรับการ Clone VM (Storage, Hostname, Username, Password)</li> <li>3. ผู้ใช้งานกดปุ่ม Clone VM</li> </ol>
Exception Flow:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ถ้าเกิน Limit ของผู้ใช้งานจะไม่สามารถดำเนินการได้</li> </ol>

ตารางที่ 3.10 รายละเอียด Delete VM

Use Case ID:	U-008
Use Case:	Delete VM
Actor:	Student, Faculty, Admin
Pre-Condition:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ต้องทำการเข้าสู่ระบบก่อน</li> <li>2. ผู้ใช้งานต้องมี VM ก่อน</li> <li>3. ผู้ใช้งานต้องทำการปิดเครื่อง VM ก่อน</li> </ol>
Main Flow:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้งานเลือก VM ที่ต้องการจะทำการลบ</li> <li>2. ผู้ใช้งานกดปุ่มยืนยัน</li> </ol>
Exception Flow:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้งานต้องทำการปิดเครื่อง VM ที่ต้องการจะลบก่อน</li> </ol>

ตารางที่ 3.11 รายละเอียด Create VM

Use Case ID:	U-009
Use Case:	Create VM
Actor:	Faculty, Admin
Pre-Condition:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ต้องทำการเข้าสู่ระบบก่อน</li> </ol>
Main Flow:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้งานกดปุ่มสร้าง VM</li> <li>2. ผู้ใช้งานกรอกข้อมูลสำหรับการสร้าง VM (Storage, Hostname, CD-ROM, CPU, Memory, Disk size)</li> <li>3. ระบบทำการสร้าง VM ตามที่ผู้ใช้งานต้องการและแสดงผล VM ที่ทำการสร้างออกมาในหน้า VM Instance</li> </ol>
Exception Flow:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ถ้าเกิด Limit ของผู้ใช้งานจะไม่สามารถดำเนินการได้</li> </ol>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.12 รายละเอียด Edit VM

Use Case ID:	U-010
Use Case:	Edit VM
Actor:	Student, Faculty, Admin
Pre-Condition:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ต้องทำการเข้าสู่ระบบก่อน</li> <li>2. ผู้ใช้งานต้องมี VM ก่อน</li> <li>3. ผู้ใช้งานต้องทำการปิดเครื่อง VM ก่อน</li> </ol>
Main Flow:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้งานกดปุ่มแก้ไข VM</li> <li>2. ผู้ใช้งานกรอกข้อมูลสำหรับการแก้ไข VM (CPU, Memory, Disk size)</li> <li>3. ระบบทำการแก้ไข VM ตามที่ผู้ใช้งานต้องการและแสดงผล VM ที่ทำการแก้ไขแล้วในหน้า VM Instance</li> </ol>
Exception Flow:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ถ้าเกิด Limit ของผู้ใช้งานจะไม่สามารถดำเนินการได้</li> <li>2. หากกรอกข้อมูลไม่ครบหรือไม่ถูกต้องจะทำให้เกิดข้อผิดพลาด</li> </ol>

ตารางที่ 3.13 รายละเอียด Manage VM Template

Use Case ID:	U-011
Use Case:	Manage VM Template
Actor:	Faculty, Admin
Pre-Condition:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ต้องทำการเข้าสู่ระบบก่อน</li> <li>2. ผู้ใช้งานต้องมี VM ก่อน</li> <li>3. ผู้ใช้งานต้องทำการปิดเครื่อง VM ก่อน</li> </ol>
Main Flow:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้งานกดปุ่มเปลี่ยนจาก VM เป็น VM Template</li> <li>2. ระบบทำการเปลี่ยน VM เป็น VM Template ตามที่ผู้ใช้งานต้องการและแสดงผล VM Template ในหน้า VM Template</li> </ol>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.14 รายละเอียด Manage Pool

Use Case ID:	U-012
Use Case:	Manage Pool
Actor:	Faculty, Admin
Pre-Condition:	1. ต้องทำการเข้าสู่ระบบก่อน
Main Flow:	1. ผู้ใช้งานกดปุ่มสร้าง / ลบ / Add VM Template / Add member 2. ระบบทำการสร้าง / ลบ / Add VM Template / Add member
Exception Flow:	1. หากกรอกข้อมูลไม่ครบหรือไม่ถูกต้องจะทำให้เกิดข้อผิดพลาด

ตารางที่ 3.15 รายละเอียด Manage User Limitation

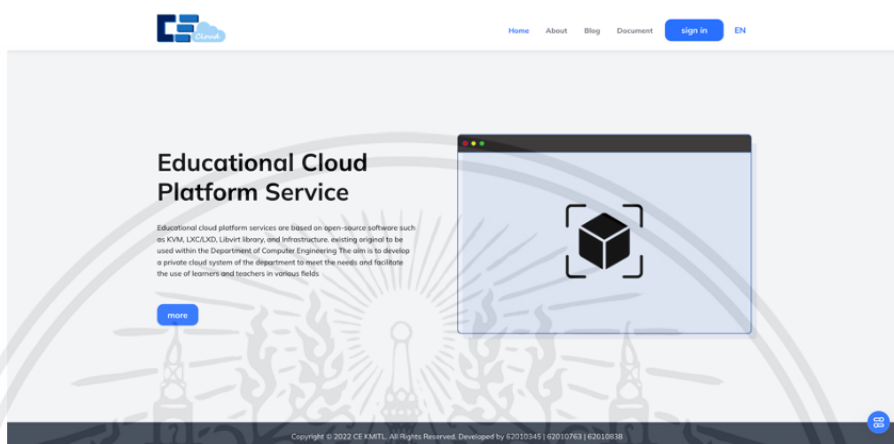
Use Case ID:	U-013
Use Case:	Manage User Limitation
Actor:	Admin
Pre-Condition:	1. ต้องทำการเข้าสู่ระบบก่อน
Main Flow:	2. ผู้ใช้งานกดปุ่มแก้ไข User limitation 3. ระบบทำการแก้ไข User limitation
Exception Flow:	1. หากกรอกข้อมูลไม่ครบหรือไม่ถูกต้องจะทำให้เกิดข้อผิดพลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.5 การออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้ของแพลตฟอร์ม

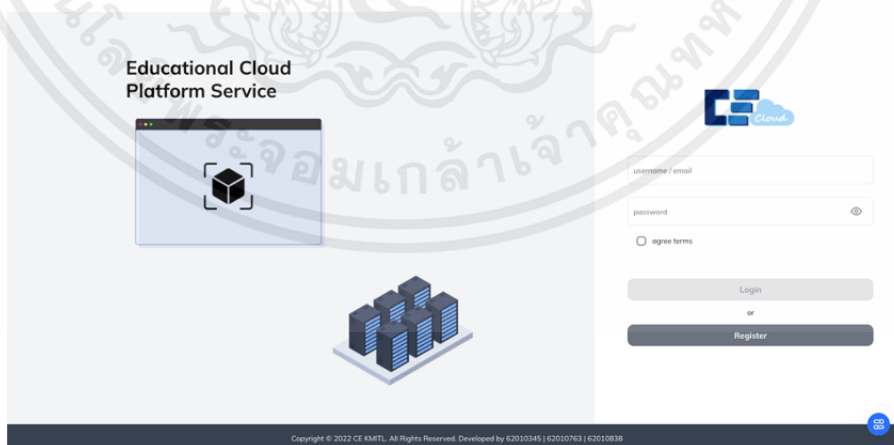
การออกแบบ User Interface หน้าการใช้งานของบริการแพลตฟอร์มคลาวด์เพื่อการศึกษา มีดังนี้

- 1) หน้าหลัก (Home) แสดงเมนูการใช้งานต่าง ๆ เนื้อหาแนะนำระบบในหน้าแรก และ ส่วน footer แสดงการติดต่อ



รูปที่ 3.6 หน้าหลักของบริการแพลตฟอร์มคลาวด์เพื่อการศึกษา

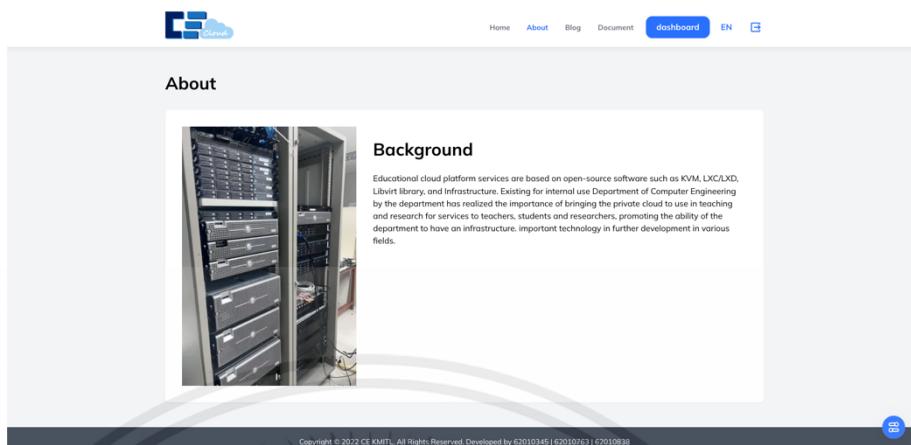
- 2) หน้าเข้าสู่ระบบ (Login) เป็นหน้าที่ให้ผู้ใช้กรอกรหัสอีเมลและรหัสผ่านในการเข้าสู่ระบบ หรือ เลือกการเข้าสู่ระบบผ่าน Google โดยใช้บัญชีของสถาบัน



รูปที่ 3.7 หน้าเข้าสู่ระบบ

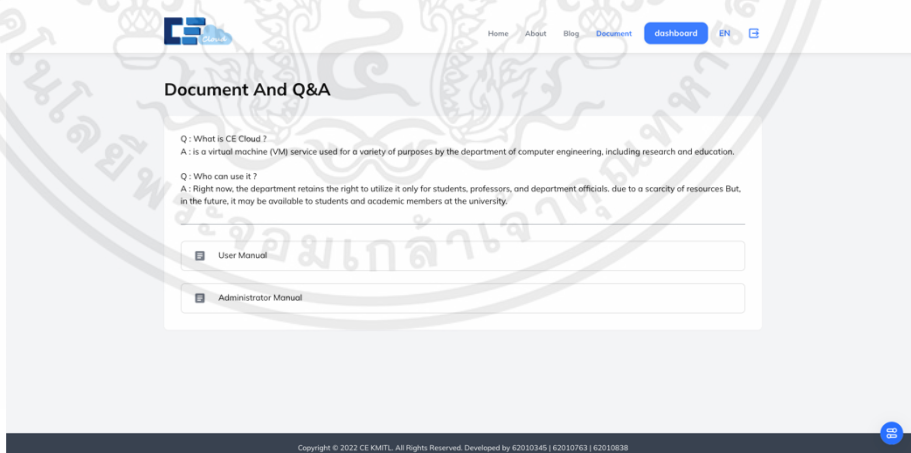
- 3) หน้าเกี่ยวกับ (About) เป็นหน้าที่แสดงรายละเอียดของแพลตฟอร์ม เช่น ความเป็นมา ผู้พัฒนา เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



### รูปที่ 3.8 หน้าเกี่ยวกับ

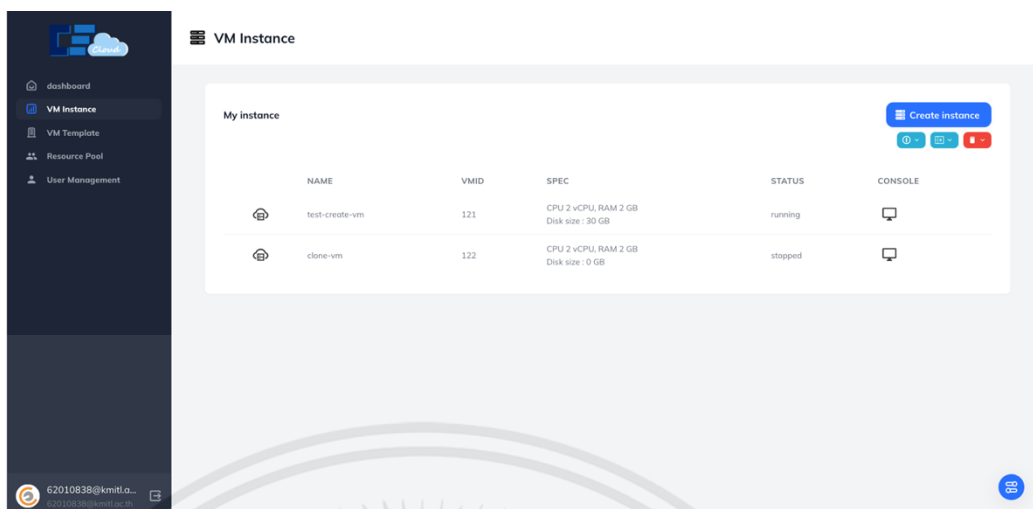
- 4) หน้าคู่มือและคำถาม (Document) เป็นหน้าที่ช่วยให้ผู้ใช้งานแก้ปัญหาเบื้องต้นภายในหน้านี้จะแสดงเป็นเรื่องเกี่ยวกับปัญหาของผู้ใช้ส่วนใหญ่สงสัยหรืออาจจะพบเจอเกี่ยวกับแพลตฟอร์ม รวมไปถึงการดาวน์โหลดไฟล์คู่มือและเอกสารต่าง ๆ เพิ่มเติมจากหน้านี้ได้



### รูปที่ 3.9 หน้าคู่มือและคำถาม

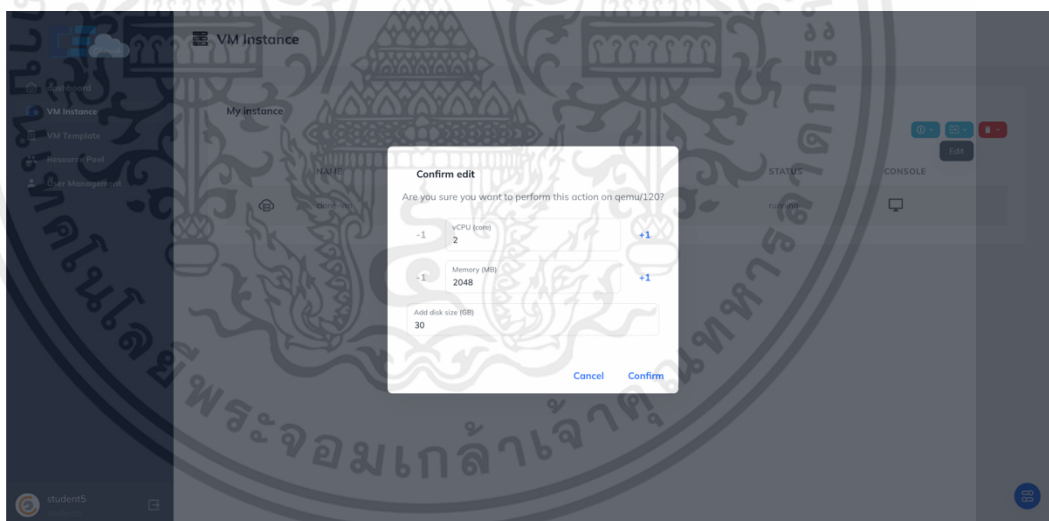
- 5) หน้า VM Instance เป็นหน้าที่แสดงจำนวนและรายละเอียดเบื้องต้นของ VM Instance ที่ผู้ใช้งานได้สร้างไว้ หรือ มีสิทธิ์ใช้งานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 หน้าแสดง VM Instance

6) หน้าจัดการ VM Instance หน้านี้จะแสดงเมนูในการแก้ไขปรับเปลี่ยนค่าของ Instance

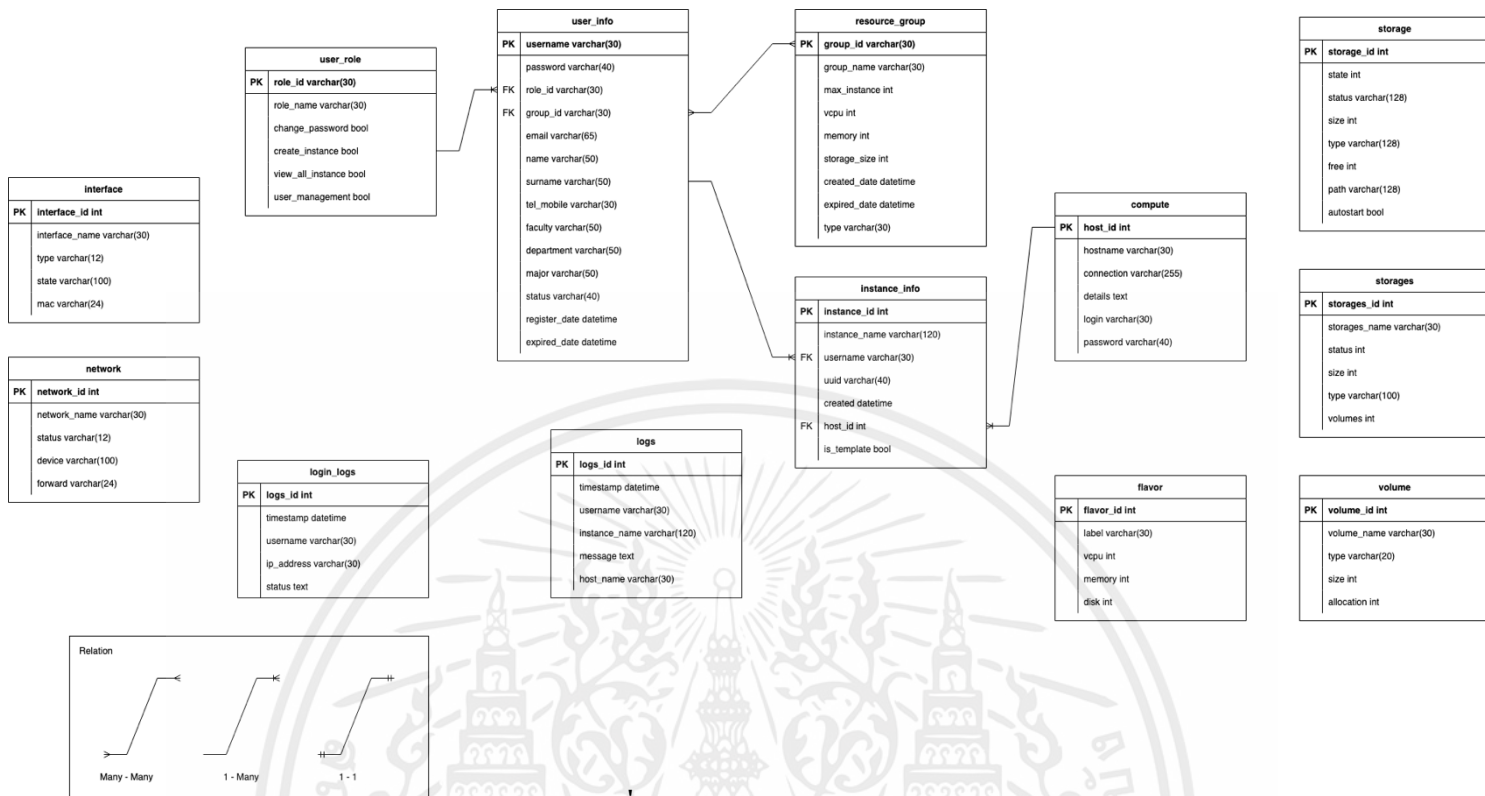


รูปที่ 3.11 หน้าจัดการ VM Instance

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



### 3.5 การออกแบบส่วนโครงสร้างระบบ



รูปที่ 3.14 การออกแบบฐานข้อมูล

การออกแบบฐานข้อมูลและความสัมพันธ์ของข้อมูล มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3.16 รายละเอียดฐานข้อมูลตาราง user\_info

คีย์	ชื่อแอตทริบิวต์	ชนิดตัวแปร	รายละเอียด
PK	username	varchar(30)	ผู้ใช้งาน
	password	varchar(40)	รหัสผ่าน
FK	role_id	varchar(30)	กลุ่มผู้ใช้งาน (Role)
	group_id	varchar(30)	Resource group
	email	varchar(65)	อีเมล
	name	varchar(50)	ชื่อจริงผู้ใช้งาน
	surname	varchar(50)	นามสกุลผู้ใช้งาน
	tel_mobile	varchar(30)	เบอร์โทรศัพท์ผู้ใช้งาน
	faculty	varchar(50)	คณะ
	department	varchar(50)	ภาควิชา
	major	varchar(50)	สาขาวิชา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	status	varchar(40)	สถานะของ User
	register_date	datetime	วันที่สมัครของผู้ใช้งาน
	expired_date	datetime	วันที่หมดอายุของผู้ใช้งาน

ตารางที่ 3.17 รายละเอียดฐานข้อมูลตาราง resource\_group

คีย์	ชื่อแอตทริบิวต์	ชนิดตัวแปร	รายละเอียด
PK	group_id	int	ไอดีข้อมูลของ Resource group
FK	group_name	varchar(30)	ชื่อของ Resource group
	max_instance	int	จำนวนสูงสุดของ Instance ที่เป็นเจ้าข้อได้
	vcpu	int	จำนวนสูงสุดของ VCPU ที่เป็นเจ้าข้อได้
	memory	int	ขนาดสูงสุดของ Memory ที่สามารถใช้งานได้
	storage_size	int	ขนาดสูงสุดของ Disk size ที่สามารถใช้งานได้
	created_date	datetime	วันที่สร้าง Resource group
	expired_date	datetime	วันที่หมดอายุของ Resource group
	type	varchar(30)	ชนิดของ Resource group ได้แก่ Per user, Per group

ตารางที่ 3.18 รายละเอียดฐานข้อมูลตาราง user\_role

คีย์	ชื่อแอตทริบิวต์	ชนิดตัวแปร	รายละเอียด
PK	role_id	varchar(30)	ไอดีของกลุ่มผู้ใช้งาน
	role_name	varchar(30)	ชื่อของกลุ่มผู้ใช้งาน
	change_password	bool	สิทธิในการแก้ไข password
	create_instance	bool	สิทธิในการ Create Instance
	view_all_instance	bool	สิทธิในการมองเห็น Instance ทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	user_management	bool	สิทธิ์ในการจัดการ User
--	-----------------	------	------------------------

ตารางที่ 3.19 รายละเอียดฐานข้อมูลตาราง instance\_info

คีย์	ชื่อแอตทริบิวต์	ชนิดตัวแปร	รายละเอียด
PK	instance_id	int	ไอดีของ Instance
	instance_name	varchar(120)	ชื่อของ Instance
FK	username	varchar(30)	ผู้ใช้งาน
	uuid	varchar(40)	รหัส UUID ของ Instance
	created	datetime	วันที่สร้าง Instance
FK	host_id	int	ไอดีของเครื่อง Host
	is_template	bool	สิทธิ์ที่จะให้ทำการ Template

ตารางที่ 3.20 รายละเอียดฐานข้อมูลตาราง compute

คีย์	ชื่อแอตทริบิวต์	ชนิดตัวแปร	รายละเอียด
PK	host_id	int	ไอดีของเครื่อง Host
	hostname	varchar(30)	ชื่อของ Host
	connection	varchar(255)	ชนิดของ Connection
	details	text	ข้อมูลโดยละเอียด
	login	varchar(30)	Username ที่ใช้ในการ Login
	password	varchar(40)	รหัสผ่านที่ใช้ในการ Login

ตารางที่ 3.21 รายละเอียดฐานข้อมูลตาราง flavor

คีย์	ชื่อแอตทริบิวต์	ชนิดตัวแปร	รายละเอียด
PK	flavor_id	int	ไอดีของ Flavor
	label	varchar(30)	ชื่อของ Flavor
	vcpu	int	จำนวน VCPU ที่ใช้งาน
	memory	int	ขนาด Memory ที่ใช้งาน
	disk	int	ขนาด Disk size ที่ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.22 รายละเอียดฐานข้อมูลตาราง storage

คีย์	ชื่อแอตทริบิวต์	ชนิดตัวแปร	รายละเอียด
PK	storage_id	int	ไอดีของ Storage
	state	int	สถานะของ Storage (Start/Stop)
	status	varchar(128)	สถานะของ Storage
	size	int	ขนาดของ Storage
	type	varchar(128)	ประเภทของ Storage
	free	int	ขนาดพื้นที่ว่างใน Storage
	path	varchar(128)	ที่อยู่ของ Storage
	autostart	bool	สถานะของ autostart

ตารางที่ 3.23 รายละเอียดฐานข้อมูลตาราง storages

คีย์	ชื่อแอตทริบิวต์	ชนิดตัวแปร	รายละเอียด
PK	storages_id	int	ไอดีของ Storage Pool
	storages_name	varchar(30)	ชื่อของ Storage Pool
	status	int	สถานะของ Storage Pool (Start/Stop)
	size	int	ขนาดของ Storage Pool
	type	varchar(100)	ประเภทของ Storage Pool
	volume	int	ขนาดพื้นที่ของ Volume ที่ แบ่งจาก Storage Pool

ตารางที่ 3.24 รายละเอียดฐานข้อมูลตาราง volume

คีย์	ชื่อแอตทริบิวต์	ชนิดตัวแปร	รายละเอียด
PK	volume_id	int	ไอดีของ Volume
	volume_name	varchar(30)	ชื่อของ Volume
	type	varchar(20)	ประเภทของ Volume
	size	int	ขนาดพื้นที่ของ Volume

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	allocation	int	ขนาดของพื้นที่ที่จองไว้ของ Volume
--	------------	-----	-----------------------------------

ตารางที่ 3.25 รายละเอียดฐานข้อมูลตาราง interface

คีย์	ชื่อแอตทริบิวต์	ชนิดตัวแปร	รายละเอียด
PK	interface_id	int	ไอดีของ Interface
	interface_name	varchar(30)	ชื่อของ Interface
	type	varchar(12)	ประเภทของ Interface
	state	varchar(100)	สถานะของ Interface
	mac	varchar(24)	MAC Address ของ Interface

ตารางที่ 3.26 รายละเอียดฐานข้อมูลตาราง network

คีย์	ชื่อแอตทริบิวต์	ชนิดตัวแปร	รายละเอียด
PK	network_id	int	ไอดีของ Network
	network_name	varchar(30)	ชื่อของ Network
	status	varchar(12)	สถานะของ Network
	device	varchar(100)	ชื่ออุปกรณ์
	forward	varchar(24)	ประเภทของการ Forwarding

ตารางที่ 3.27 รายละเอียดฐานข้อมูลตาราง login\_logs

คีย์	ชื่อแอตทริบิวต์	ชนิดตัวแปร	รายละเอียด
PK	logs_id	int	ไอดีของ Logs
	timestamp	datetime	วันเวลาที่บันทึก
	username	varchar(30)	ผู้ใช้งาน
	ip_address	varchar(30)	IP Address
	status	text	สถานะการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.28 รายละเอียดฐานข้อมูลตาราง logs

คีย์	ชื่อแอตทริบิวต์	ชนิดตัวแปร	รายละเอียด
PK	logs_id	int	ไอดีของ Logs
	timestamp	datetime	วันที่เวลาที่บันทึก
	username	varchar(30)	ผู้ใช้งาน
	instance_name	varchar(120)	ชื่อของ Instance
	message	text	ข้อความ
	host_name	varchar(30)	ชื่อของเครื่อง Host

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### การทดลองและผลการทดลอง

#### 4.1 ทดสอบการใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน

##### 4.1.1 วิธีการทดลอง

- 1) ผู้พัฒนาเข้าใช้งานเว็บแอปพลิเคชันของบริการแพลตฟอร์มคลาวด์เพื่อการศึกษาที่มีการแบ่งผู้ใช้งานออกเป็น 5 ประเภท ตามการออกแบบที่อธิบายเอาไว้ในหัวข้อ 3.2
- 2) ทดสอบการทำงานของระบบ Logic, ความถูกต้องของปุ่ม, Flow การทำงานของระบบว่าถูกต้องเป็นไปตามที่ออกแบบเอาไว้ในหัวข้อ 3.3 หรือไม่
- 3) ทดสอบการทำงานฟังก์ชันทุกฟังก์ชันที่ได้ทำการออกแบบและ Implement ว่าถูกต้องตาม Use Case ของระบบที่ได้ออกแบบไว้ในหัวข้อ 3.4 หรือไม่
- 4) ทดสอบการทำงานร่วมกันระหว่างส่วนติดต่อผู้ใช้งาน (Frontend) และส่วนระบบจัดการเซิร์ฟเวอร์ต่าง ๆ (Backend) ว่าสามารถทำงานร่วมกันได้อย่างถูกต้องหรือไม่
- 5) บันทึกผลการทดสอบ

##### 4.1.2 วิธีการทดลอง

เว็บแอปพลิเคชันสามารถแสดงผลองค์ประกอบต่าง ๆ ใช้งานได้ตามขั้นตอนการใช้งานที่ออกแบบไว้และทำงานร่วมกันระหว่าง Frontend และ Backend ได้ โดยมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบ Use Case ของ View Web Page

Test Case ID:	TS-001
Use Case ID:	U-001
Use Case:	View Web Page
Actor:	Guest, Disable, Student, Faculty, Admin
Main Flow:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้เลือกเมนูที่ต้องการ</li> <li>2. ระบบแสดงหน้าเว็บไซต์ที่ผู้ใช้เลือกใช้</li> </ol>
ผลการทดสอบที่คาดหวัง	ระบบสามารถแสดงหน้าเว็บไซต์ที่ผู้ใช้เลือกได้อย่างถูกต้อง
ผลการทดสอบจริง	ระบบสามารถแสดงหน้าเว็บไซต์ที่ผู้ใช้เลือกได้อย่างถูกต้อง
สรุปผลการทดสอบ	<input checked="" type="checkbox"/> ผ่าน <input type="checkbox"/> ไม่ผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบ Use Case ของ Register

Test Case ID:	TS-002
Use Case ID:	U-002
Use Case:	Register
Actor:	Guest, Disable, Student, Faculty, Admin
Pre-Condition:	1. ต้องมีอีเมลสถาบัน Email@kmitl.ac.th
Main Flow:	1. ผู้ใช้กรอกข้อมูลที่จำเป็น 2. ผู้ใช้เลือก Role ที่จะสมัคร 3. ผู้ใช้กดปุ่มสมัคร
ผลการทดสอบที่คาดหวัง	สามารถ Register ได้สำเร็จและเข้าสู่ระบบได้
ผลการทดสอบจริง	สามารถ Register ได้สำเร็จและเข้าสู่ระบบได้
สรุปผลการทดสอบ	<input checked="" type="checkbox"/> ผ่าน <input type="checkbox"/> ไม่ผ่าน

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบ Use Case ของ Register (2)

Test Case ID:	TS-003
Use Case ID:	U-002
Use Case:	Register กรณี ไม่ใช้อีเมล Email@kmitl.ac.th ในการสมัคร
Actor:	Guest, Disable, Student, Faculty, Admin
Pre-Condition:	1. ต้องมีอีเมลสถาบัน Email@kmitl.ac.th
Main Flow:	1. ผู้ใช้กรอกข้อมูลที่จำเป็นแต่ไม่ได้ใช้ Email@kmitl.ac.th 2. ผู้ใช้เลือก Role ที่จะสมัคร 3. ผู้ใช้กดปุ่มสมัคร
ผลการทดสอบที่คาดหวัง	ไม่สามารถ Register ได้
ผลการทดสอบจริง	ไม่สามารถ Register ได้
สรุปผลการทดสอบ	<input checked="" type="checkbox"/> ผ่าน <input type="checkbox"/> ไม่ผ่าน

ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบ Use Case ของ Log-in & Log-out

Test Case ID:	TS-004
Use Case ID:	U-003
Use Case:	Log-in & Log-out กรณี Username, Password ถูกต้อง
Actor:	Guest, Disable, Student, Faculty, Admin

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pre-Condition:	1. ต้องมีบัญชีผู้ใช้ที่ Register แล้ว
Main Flow:	1. ผู้ใช้กรอกอีเมลและรหัสผ่าน 2. ผู้ใช้กดปุ่มเพื่อเข้าสู่ระบบ 3. ผู้ใช้กดปุ่มเพื่อออกจากระบบ
ผลการทดสอบที่คาดหวัง	สามารถเข้าสู่ระบบ ได้อย่างถูกต้อง
ผลการทดสอบจริง	สามารถเข้าสู่ระบบ ได้อย่างถูกต้อง
สรุปผลการทดสอบ	<input checked="" type="checkbox"/> ผ่าน <input type="checkbox"/> ไม่ผ่าน

#### ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบ Use Case ของ Log-in & Log-out (2)

Test Case ID:	TS-005
Use Case ID:	U-003
Use Case:	Log-in & Log-out กรณี Username, Password ไม่ถูกต้อง
Actor:	Guest, Disable, Student, Faculty, Admin
Pre-Condition:	1. ต้องมีบัญชีผู้ใช้ที่ Register แล้ว
Main Flow:	1. ผู้ใช้กรอกอีเมลและรหัสผ่านที่ไม่ถูกต้อง 2. ผู้ใช้กดปุ่มเพื่อเข้าสู่ระบบ
ผลการทดสอบที่คาดหวัง	ไม่สามารถเข้าสู่ระบบได้และแจ้งเตือนว่าเกิดข้อผิดพลาด
ผลการทดสอบจริง	ไม่สามารถเข้าสู่ระบบได้และแจ้งเตือนว่าเกิดข้อผิดพลาด
สรุปผลการทดสอบ	<input checked="" type="checkbox"/> ผ่าน <input type="checkbox"/> ไม่ผ่าน

#### ตารางที่ 4.6 ผลการทดสอบ Use Case ของ Log-in & Log-out (3)

Test Case ID:	TS-006
Use Case ID:	U-003
Use Case:	Log-in & Log-out กรณี Username ไม่ใช่ Email@kmitl.ac.th
Actor:	Guest, Disable, Student, Faculty, Admin
Pre-Condition:	1. ต้องมีบัญชีผู้ใช้ที่ Register แล้ว
Main Flow:	1. ผู้ใช้กรอกอีเมลและรหัสผ่าน 2. ผู้ใช้กดปุ่มเพื่อเข้าสู่ระบบ
ผลการทดสอบที่คาดหวัง	ไม่สามารถเข้าสู่ระบบได้และแจ้งเตือนว่าเกิดข้อผิดพลาด
ผลการทดสอบจริง	ไม่สามารถเข้าสู่ระบบได้และแจ้งเตือนว่าเกิดข้อผิดพลาด
สรุปผลการทดสอบ	<input checked="" type="checkbox"/> ผ่าน <input type="checkbox"/> ไม่ผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 ผลการทดสอบ Use Case ของ List VM & VM Template

Test Case ID:	TS-007
Use Case ID:	U-004
Use Case:	List VM & VM Template
Actor:	Student, Faculty, Admin
Pre-Condition:	1. ต้องทำการเข้าสู่ระบบก่อน
Main Flow:	1. ผู้ใช้งานเลือกเมนู Instance VM / VM Template 2. ระบบแสดงหน้าเว็บไซต์ที่ผู้ใช้งานเลือก
ผลการทดสอบที่คาดหวัง	ระบบสามารถแสดง VM ที่ผู้ใช้งานเป็นเจ้าของได้อย่างถูกต้อง
ผลการทดสอบจริง	ระบบสามารถแสดง VM ที่ผู้ใช้งานเป็นเจ้าของได้อย่างถูกต้อง
สรุปผลการทดสอบ	<input checked="" type="checkbox"/> ผ่าน <input type="checkbox"/> ไม่ผ่าน

ตารางที่ 4.8 ผลการทดสอบ Use Case ของ Use VM Console

Test Case ID:	TS-008
Use Case ID:	U-005
Use Case:	Use VM Console
Actor:	Student, Faculty, Admin
Pre-Condition:	1. ต้องทำการเข้าสู่ระบบก่อน 2. ต้องมี VM ของตัวเองก่อน
Main Flow:	1. ผู้ใช้คลิกปุ่ม Console ของ VM ที่ต้องการใช้ 2. ระบบแสดงหน้า Console
ผลการทดสอบที่คาดหวัง	ระบบสามารถแสดง VM Console ได้ถูกต้อง
ผลการทดสอบจริง	ระบบสามารถแสดง VM Console ได้ถูกต้อง
สรุปผลการทดสอบ	<input checked="" type="checkbox"/> ผ่าน <input type="checkbox"/> ไม่ผ่าน

ตารางที่ 4.9 ผลการทดสอบ Use Case ของ Power manage VM

Test Case ID:	TS-009
Use Case ID:	U-006
Use Case:	Power manage VM กรณีที่เป็นไปตามเงื่อนไขที่ต้องการ
Actor:	Student, Faculty, Admin
Pre-Condition:	1. ต้องทำการเข้าสู่ระบบก่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	2. ต้องมี VM ของตัวเองก่อน
Main Flow:	1. ผู้ใช้เลือก VM ที่ต้องการจะใช้งาน 2. ผู้ใช้กดปุ่มสำหรับจัดการ Power ของ VM จาก Dropdown (Start, Stop, Reset, Shutdown, Suspend, Resume)
ผลการทดสอบที่คาดหวัง	ระบบสามารถประมวลผลและแสดงผลตามที่ผู้ใช้ต้องการ
ผลการทดสอบจริง	ระบบสามารถประมวลผลและแสดงผลตามที่ผู้ใช้ต้องการ
สรุปผลการทดสอบ	<input checked="" type="checkbox"/> ผ่าน <input type="checkbox"/> ไม่ผ่าน

ตารางที่ 4.10 ผลการทดสอบ Use Case ของ Power manage VM (2)

Test Case ID:	TS-010
Use Case ID:	U-006
Use Case:	Power manage VM (กรณี que เครื่อง VM อยู่ในสถานะ Running)
Actor:	Student, Faculty, Admin
Pre-Condition:	1. ต้องทำการเข้าสู่ระบบก่อน 2. ต้องมี VM ของตัวเองก่อน
Main Flow:	1. ผู้ใช้เลือก VM ที่ต้องการจะใช้งาน 2. ผู้ใช้กดปุ่มสำหรับจัดการ Power ของ VM จาก Dropdown (Start)
ผลการทดสอบที่คาดหวัง	ไม่สามารถ Start VM ได้และแจ้งเตือนเกิดข้อผิดพลาดเนื่องจาก VM กำลังใช้งานอยู่แล้ว
ผลการทดสอบจริง	ไม่สามารถ Start VM ได้และแจ้งเตือนเกิดข้อผิดพลาดเนื่องจาก VM กำลังใช้งานอยู่แล้ว
สรุปผลการทดสอบ	<input checked="" type="checkbox"/> ผ่าน <input type="checkbox"/> ไม่ผ่าน

ตารางที่ 4.11 ผลการทดสอบ Use Case ของ Power manage VM (3)

Test Case ID:	TS-011
Use Case ID:	U-006
Use Case:	Power manage VM (กรณี que เครื่อง VM อยู่ในสถานะ Stopped)
Actor:	Student, Faculty, Admin
Pre-Condition:	1. ต้องทำการเข้าสู่ระบบก่อน 2. ต้องมี VM ของตัวเองก่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Main Flow:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้เลือก VM ที่ต้องการจะใช้งาน</li> <li>3. ผู้ใช้กดปุ่มสำหรับการจัดการ Power ของ VM จาก Dropdown (Stop, Reset, Shutdown)</li> </ol>
ผลการทดสอบที่คาดหวัง	ไม่สามารถ Stop, Reset, Shutdown VM ได้และแจ้งเตือนเกิดข้อผิดพลาดเนื่องจาก VM อยู่ในสถานะ Stopped
ผลการทดสอบจริง	ไม่สามารถ Stop, Reset, Shutdown VM ได้และแจ้งเตือนเกิดข้อผิดพลาดเนื่องจาก VM อยู่ในสถานะ Stopped
สรุปผลการทดสอบ	<input checked="" type="checkbox"/> ผ่าน <input type="checkbox"/> ไม่ผ่าน

#### ตารางที่ 4.12 ผลการทดสอบ Use Case ของ Power manage VM (4)

Test Case ID:	TS-012
Use Case ID:	U-006
Use Case:	Power manage VM (กรณีเครื่อง VM อยู่ในสถานะ Running และ QMP Status อยู่ในสถานะ Paused)
Actor:	Student, Faculty, Admin
Pre-Condition:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ต้องทำการเข้าสู่ระบบก่อน</li> <li>2. ต้องมี VM ของตัวเองก่อน</li> </ol>
Main Flow:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้เลือก VM ที่ต้องการจะใช้งาน</li> <li>3. ผู้ใช้กดปุ่มสำหรับการจัดการ Power ของ VM จาก Dropdown (Suspend)</li> </ol>
ผลการทดสอบที่คาดหวัง	ไม่สามารถ Suspend VM ได้และแจ้งเตือนเกิดข้อผิดพลาดเนื่องจาก VM อยู่ในสถานะ Running และ QMP Status อยู่ในสถานะ Paused
ผลการทดสอบจริง	ไม่สามารถ Suspend VM ได้และแจ้งเตือนเกิดข้อผิดพลาดเนื่องจาก VM อยู่ในสถานะ Running และ QMP Status อยู่ในสถานะ Paused
สรุปผลการทดสอบ	<input checked="" type="checkbox"/> ผ่าน <input type="checkbox"/> ไม่ผ่าน

#### ตารางที่ 4.13 ผลการทดสอบ Use Case ของ Power manage VM (5)

Test Case ID:	TS-013
Use Case ID:	U-006
Use Case:	Power manage VM (กรณีเครื่อง VM อยู่ในสถานะ Running และ QMP Status อยู่ในสถานะ Running)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Actor:	Student, Faculty, Admin
Pre-Condition:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ต้องทำการเข้าสู่ระบบก่อน</li> <li>2. ต้องมี VM ของตัวเองก่อน</li> </ol>
Main Flow:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้เลือก VM ที่ต้องการจะใช้งาน</li> <li>2. ผู้ใช้กดปุ่มสำหรับจัดการ Power ของ VM จาก Dropdown (Resume)</li> </ol>
ผลการทดสอบที่คาดหวัง	ไม่สามารถ Resume VM ได้และแจ้งเตือนเกิดข้อผิดพลาดเนื่องจาก VM อยู่ในสถานะ Running และ QMP Status อยู่ในสถานะ Running
ผลการทดสอบจริง	ไม่สามารถ Resume VM ได้และแจ้งเตือนเกิดข้อผิดพลาดเนื่องจาก VM อยู่ในสถานะ Running และ QMP Status อยู่ในสถานะ Running
สรุปผลการทดสอบ	<input checked="" type="checkbox"/> ผ่าน <input type="checkbox"/> ไม่ผ่าน

#### ตารางที่ 4.14 ผลการทดสอบ Use Case ของ Clone VM

Test Case ID:	TS-014
Use Case ID:	U-007
Use Case:	Clone VM (กรณียังไม่เกิน User's limitation)
Actor:	Student, Faculty, Admin
Pre-Condition:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ต้องทำการเข้าสู่ระบบก่อน</li> </ol>
Main Flow:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้งานเลือก VM Template ที่ต้องการจะทำการ Clone จากหน้า VM Template และกดปุ่ม Clone</li> <li>2. ผู้ใช้งานกรอกข้อมูลสำหรับการ Clone VM (Storage, Hostname, Username, Password)</li> <li>3. ผู้ใช้งานกดปุ่ม Clone VM</li> </ol>
ผลการทดสอบที่คาดหวัง	สามารถ Clone VM ได้สำเร็จและ Redirect ไปหน้า VM Instance
ผลการทดสอบจริง	สามารถ Clone VM ได้สำเร็จและ Redirect ไปหน้า VM Instance
สรุปผลการทดสอบ	<input checked="" type="checkbox"/> ผ่าน <input type="checkbox"/> ไม่ผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.15 ผลการทดสอบ Use Case ของ Clone VM (2)

Test Case ID:	TS-015
Use Case ID:	U-007
Use Case:	Clone VM (กรณีเกิน User's limitation)
Actor:	Student, Faculty, Admin
Pre-Condition:	1. ต้องทำการเข้าสู่ระบบก่อน
Main Flow:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้งานเลือก VM Template ที่ต้องการจะทำการ Clone จากหน้า VM Template และกดปุ่ม Clone</li> <li>2. ผู้ใช้งานกรอกข้อมูลสำหรับการ Clone VM (Storage, Hostname, Username, Password)</li> <li>3. ผู้ใช้งานกดปุ่ม Clone VM</li> </ol>
ผลการทดสอบที่คาดหวัง	ไม่สามารถ Clone VM ได้และแจ้งเตือนว่าผู้ใช้งานใช้งานทรัพยากรถึงขีดจำกัดแล้ว
ผลการทดสอบจริง	ไม่สามารถ Clone VM ได้และแจ้งเตือนว่าผู้ใช้งานใช้งานทรัพยากรถึงขีดจำกัดแล้ว
สรุปผลการทดสอบ	<input checked="" type="checkbox"/> ผ่าน <input type="checkbox"/> ไม่ผ่าน

ตารางที่ 4.16 ผลการทดสอบ Use Case ของ Clone VM (3)

Test Case ID:	TS-016
Use Case ID:	U-007
Use Case:	Clone VM (กรณี Resource ไม่เพียงพอ)
Actor:	Student, Faculty, Admin
Pre-Condition:	1. ต้องทำการเข้าสู่ระบบก่อน
Main Flow:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้งานเลือก VM Template ที่ต้องการจะทำการ Clone จากหน้า VM Template และกดปุ่ม Clone</li> <li>2. ผู้ใช้งานกรอกข้อมูลสำหรับการ Clone VM (Storage, Hostname, Username, Password)</li> <li>3. ผู้ใช้งานกดปุ่ม Clone VM</li> </ol>
ผลการทดสอบที่คาดหวัง	ไม่สามารถ Clone VM ได้และแจ้งเตือนว่ามี Resource ไม่เพียงพอ
ผลการทดสอบจริง	ไม่สามารถ Clone VM ได้และแจ้งเตือนว่ามี Resource ไม่เพียงพอ
สรุปผลการทดสอบ	<input checked="" type="checkbox"/> ผ่าน <input type="checkbox"/> ไม่ผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.17 ผลการทดสอบ Use Case ของ Delete VM

Test Case ID:	TS-017
Use Case ID:	U-008
Use Case:	Delete VM (กรณี VM ที่เลือกอยู่ในสถานะ Stopped)
Actor:	Student, Faculty, Admin
Pre-Condition:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ต้องทำการเข้าสู่ระบบก่อน</li> <li>2. ผู้ใช้งานต้องมี VM ก่อน</li> <li>3. ผู้ใช้งานต้องทำการปิดเครื่อง VM ก่อน</li> </ol>
Main Flow:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้งานเลือก VM ที่ต้องการจะทำการลบ</li> <li>2. ผู้ใช้งานกดปุ่มยืนยัน</li> </ol>
ผลการทดสอบที่คาดหวัง	สามารถ Delete VM ที่ต้องการ ได้สำเร็จ
ผลการทดสอบจริง	สามารถ Delete VM ที่ต้องการ ได้สำเร็จ
สรุปผลการทดสอบ	<input checked="" type="checkbox"/> ผ่าน <input type="checkbox"/> ไม่ผ่าน

ตารางที่ 4.18 ผลการทดสอบ Use Case ของ Delete VM (2)

Test Case ID:	TS-018
Use Case ID:	U-008
Use Case:	Delete VM (กรณี VM ที่เลือกไม่อยู่ในสถานะ Stopped)
Actor:	Student, Faculty, Admin
Pre-Condition:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ต้องทำการเข้าสู่ระบบก่อน</li> <li>2. ผู้ใช้งานต้องมี VM ก่อน</li> <li>3. ผู้ใช้งานต้องทำการปิดเครื่อง VM ก่อน</li> </ol>
Main Flow:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้งานเลือก VM ที่ต้องการจะทำการลบ</li> <li>2. ผู้ใช้งานกดปุ่มยืนยัน</li> </ol>
ผลการทดสอบที่คาดหวัง	ไม่สามารถ Delete VM ที่ต้องการ ได้และแจ้งเตือนข้อผิดพลาด เนื่องจาก VM ยังอยู่ในสถานะ Running
ผลการทดสอบจริง	ไม่สามารถ Delete VM ที่ต้องการ ได้และแจ้งเตือนข้อผิดพลาด เนื่องจาก VM ยังอยู่ในสถานะ Running
สรุปผลการทดสอบ	<input checked="" type="checkbox"/> ผ่าน <input type="checkbox"/> ไม่ผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.19 ผลการทดสอบ Use Case ของ Create VM

Test Case ID:	TS-019
Use Case ID:	U-009
Use Case:	Create VM
Actor:	Faculty, Admin
Pre-Condition:	1. ต้องทำการเข้าสู่ระบบก่อน
Main Flow:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้งานกดปุ่มสร้าง VM</li> <li>2. ผู้ใช้งานกรอกข้อมูลสำหรับการสร้าง VM (Storage, Hostname, CD-ROM, CPU, Memory, Disk size)</li> <li>3. ผู้ใช้งานกดยืนยันสร้าง VM</li> </ol>
ผลการทดสอบที่คาดหวัง	สามารถ Create VM ได้สำเร็จและ Redirect ไปหน้า VM Instance
ผลการทดสอบจริง	สามารถ Create VM ได้สำเร็จและ Redirect ไปหน้า VM Instance
สรุปผลการทดสอบ	2. <input checked="" type="checkbox"/> ผ่าน <input type="checkbox"/> ไม่ผ่าน

ตารางที่ 4.20 ผลการทดสอบ Use Case ของ Create VM (2)

Test Case ID:	TS-020
Use Case ID:	U-009
Use Case:	Create VM (กรณีใส่ข้อมูลที่จำเป็นไม่ถูกต้อง)
Actor:	Faculty, Admin
Pre-Condition:	1. ต้องทำการเข้าสู่ระบบก่อน
Main Flow:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้งานกดปุ่มสร้าง VM</li> <li>2. ผู้ใช้งานกรอกข้อมูลไม่ถูกต้องสำหรับการสร้าง VM (Storage, Hostname, CD-ROM, CPU, Memory, Disk size)</li> <li>3. ผู้ใช้งานกดยืนยันสร้าง VM</li> </ol>
ผลการทดสอบที่คาดหวัง	ไม่สามารถ Create VM ที่ต้องการได้และแจ้งเตือนข้อผิดพลาด
ผลการทดสอบจริง	ไม่สามารถ Create VM ที่ต้องการได้และแจ้งเตือนข้อผิดพลาด
สรุปผลการทดสอบ	<input checked="" type="checkbox"/> ผ่าน <input type="checkbox"/> ไม่ผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.21 ผลการทดสอบ Use Case ของ Create VM (3)

Test Case ID:	TS-021
Use Case ID:	U-009
Use Case:	Create VM (กรณีเกิน User's limitation)
Actor:	Faculty, Admin
Pre-Condition:	1. ต้องทำการเข้าสู่ระบบก่อน
Main Flow:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้งานกดปุ่มสร้าง VM</li> <li>2. ผู้ใช้งานกรอกข้อมูลไม่ถูกต้องสำหรับการสร้าง VM (Storage, Hostname, CD-ROM, CPU, Memory, Disk size)</li> <li>3. ผู้ใช้งานกดยืนยันสร้าง VM</li> </ol>
ผลการทดสอบที่คาดหวัง	ไม่สามารถ Create VM ที่ต้องการได้และแจ้งเตือนข้อผิดพลาด
ผลการทดสอบจริง	ไม่สามารถ Create VM ที่ต้องการได้และแจ้งเตือนข้อผิดพลาด
สรุปผลการทดสอบ	<input checked="" type="checkbox"/> ผ่าน <input type="checkbox"/> ไม่ผ่าน

ตารางที่ 4.22 ผลการทดสอบ Use Case ของ Create VM (4)

Test Case ID:	TS-022
Use Case ID:	U-009
Use Case:	Create VM (กรณี Resource ไม่เพียงพอ)
Actor:	Faculty, Admin
Pre-Condition:	1. ต้องทำการเข้าสู่ระบบก่อน
Main Flow:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้งานกดปุ่มสร้าง VM</li> <li>2. ผู้ใช้งานกรอกข้อมูลไม่ถูกต้องสำหรับการสร้าง VM (Storage, Hostname, CD-ROM, CPU, Memory, Disk size)</li> <li>3. ผู้ใช้งานกดยืนยันสร้าง VM</li> </ol>
ผลการทดสอบที่คาดหวัง	ไม่สามารถ Create VM ที่ต้องการได้และแจ้งเตือนข้อผิดพลาด
ผลการทดสอบจริง	ไม่สามารถ Create VM ที่ต้องการได้และแจ้งเตือนข้อผิดพลาด
สรุปผลการทดสอบ	<input checked="" type="checkbox"/> ผ่าน <input type="checkbox"/> ไม่ผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.23 ผลการทดสอบ Use Case ของ Edit VM

Test Case ID:	TS-023
Use Case ID:	U-010
Use Case:	Edit VM
Actor:	Student, Faculty, Admin
Pre-Condition:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ต้องทำการเข้าสู่ระบบก่อน</li> <li>2. ต้องมี VM ของตัวเองก่อน</li> </ol>
Main Flow:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้งานกดปุ่มสร้าง VM</li> <li>2. ผู้ใช้งานเพิ่มลดสเปก VM (CPU, Memory, Disk size)</li> <li>3. ผู้ใช้งานกดยืนยันแก้ไข VM</li> </ol>
ผลการทดสอบที่คาดหวัง	สามารถ Edit VM ที่ต้องการได้สำเร็จ
ผลการทดสอบจริง	สามารถ Edit VM ที่ต้องการได้สำเร็จ
สรุปผลการทดสอบ	<input checked="" type="checkbox"/> ผ่าน <input type="checkbox"/> ไม่ผ่าน

ตารางที่ 4.24 ผลการทดสอบ Use Case ของ Edit VM (2)

Test Case ID:	TS-024
Use Case ID:	U-010
Use Case:	Edit VM (กรณีเกิน User's limitation)
Actor:	Student, Faculty, Admin
Pre-Condition:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ต้องทำการเข้าสู่ระบบก่อน</li> <li>2. ต้องมี VM ของตัวเองก่อน</li> </ol>
Main Flow:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้งานกดปุ่มสร้าง VM</li> <li>2. ผู้ใช้งานเพิ่มลดสเปก VM เกิน Limit ของ User (CPU, Memory, Disk size)</li> <li>3. ผู้ใช้งานกดยืนยันแก้ไข VM</li> </ol>
ผลการทดสอบที่คาดหวัง	ไม่สามารถ Edit VM ที่ต้องการได้และแจ้งเตือนข้อผิดพลาด
ผลการทดสอบจริง	ไม่สามารถ Edit VM ที่ต้องการได้และแจ้งเตือนข้อผิดพลาด
สรุปผลการทดสอบ	<input checked="" type="checkbox"/> ผ่าน <input type="checkbox"/> ไม่ผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.25 ผลการทดสอบ Use Case ของ Edit VM (3)

Test Case ID:	TS-025
Use Case ID:	U-010
Use Case:	Edit VM (กรณี Resource ไม่เพียงพอ)
Actor:	Student, Faculty, Admin
Pre-Condition:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ต้องทำการเข้าสู่ระบบก่อน</li> <li>2. ต้องมี VM ของตัวเองก่อน</li> </ol>
Main Flow:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้งานกดปุ่มสร้าง VM</li> <li>2. ผู้ใช้งานเพิ่มลัดสเปก VM (CPU, Memory, Disk size)</li> <li>3. ผู้ใช้งานกดยืนยันแก้ไข VM</li> </ol>
ผลการทดสอบที่คาดหวัง	ไม่สามารถ Edit VM ที่ต้องการได้และแจ้งเตือนข้อผิดพลาด
ผลการทดสอบจริง	ไม่สามารถ Edit VM ที่ต้องการได้และแจ้งเตือนข้อผิดพลาด
สรุปผลการทดสอบ	<input checked="" type="checkbox"/> ผ่าน <input type="checkbox"/> ไม่ผ่าน

ตารางที่ 4.26 ผลการทดสอบ Use Case ของ Manage VM Template

Test Case ID:	TS-026
Use Case ID:	U-011
Use Case:	Manage VM Template (สร้าง Template จาก VM)
Actor:	Faculty, Admin
Pre-Condition:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ต้องทำการเข้าสู่ระบบก่อน</li> <li>2. ต้องมี VM ของตัวเองก่อน</li> <li>3. VM ที่เลือกต้องอยู่ในสถานะ Stopped</li> </ol>
Main Flow:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้งานเลือก VM ของตัวเอง</li> <li>2. กดปุ่มสร้าง VM Template</li> <li>4. ผู้ใช้งานกดยืนยันสร้าง VM Template</li> </ol>
ผลการทดสอบที่คาดหวัง	สามารถสร้าง VM Template จาก VM ที่ต้องการได้สำเร็จ
ผลการทดสอบจริง	สามารถสร้าง VM Template จาก VM ที่ต้องการได้สำเร็จ
สรุปผลการทดสอบ	<input checked="" type="checkbox"/> ผ่าน <input type="checkbox"/> ไม่ผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.27 ผลการทดสอบ Use Case ของ Manage VM Template (2)

Test Case ID:	TS-027
Use Case ID:	U-011
Use Case:	Manage VM Template (สร้าง Template จาก VM ที่ไม่ได้อยู่ในสถานะ Stopped)
Actor:	Faculty, Admin
Pre-Condition:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ต้องทำการเข้าสู่ระบบก่อน</li> <li>2. ต้องมี VM ของตัวเองก่อน</li> <li>3. VM ที่เลือกต้องอยู่ในสถานะ Stopped</li> </ol>
Main Flow:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้งานเลือก VM ของตัวเองที่ไม่ได้อยู่ในสถานะ Stopped</li> <li>2. กดปุ่มสร้าง VM Template</li> <li>3. ผู้ใช้งานกดยืนยันสร้าง VM Template</li> </ol>
ผลการทดสอบที่คาดหวัง	ไม่สามารถสร้าง Template ที่ต้องการได้และแจ้งเตือนข้อผิดพลาด
ผลการทดสอบจริง	ไม่สามารถสร้าง Template ที่ต้องการได้และแจ้งเตือนข้อผิดพลาด
สรุปผลการทดสอบ	<input checked="" type="checkbox"/> ผ่าน <input type="checkbox"/> ไม่ผ่าน

ตารางที่ 4.28 ผลการทดสอบ Use Case ของ Manage VM Template (3)

Test Case ID:	TS-028
Use Case ID:	U-011
Use Case:	Manage VM Template (ลบ Template)
Actor:	Faculty, Admin
Pre-Condition:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ต้องทำการเข้าสู่ระบบก่อน</li> <li>2. ต้องมี VM Template ของตัวเองก่อน</li> </ol>
Main Flow:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้งานเลือก VM Template ของตัวเอง</li> <li>2. กดปุ่มลบ VM Template</li> <li>3. ผู้ใช้งานกดยืนยันลบ VM Template</li> </ol>
ผลการทดสอบที่คาดหวัง	สามารถลบ VM Template ที่ต้องการได้สำเร็จ
ผลการทดสอบจริง	สามารถลบ VM Template ที่ต้องการได้สำเร็จ
สรุปผลการทดสอบ	<input checked="" type="checkbox"/> ผ่าน <input type="checkbox"/> ไม่ผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.29 ผลการทดสอบ Use Case ของ Manage Pool

Test Case ID:	TS-029
Use Case ID:	U-012
Use Case:	Manage Pool (สร้าง Pool)
Actor:	Faculty, Admin
Pre-Condition:	1. ต้องทำการเข้าสู่ระบบก่อน
Main Flow:	1. ผู้ใช้งานกดปุ่ม Create Pool 2. ผู้ใช้งานกรอกข้อมูลที่จำเป็น 3. ผู้ใช้งานกดยืนยันสร้าง Pool
ผลการทดสอบที่คาดหวัง	สามารถสร้าง Pool ที่ต้องการ ได้สำเร็จ
ผลการทดสอบจริง	สามารถสร้าง Pool ที่ต้องการ ได้สำเร็จ
สรุปผลการทดสอบ	<input checked="" type="checkbox"/> ผ่าน <input type="checkbox"/> ไม่ผ่าน

ตารางที่ 4.30 ผลการทดสอบ Use Case ของ Manage Pool (2)

Test Case ID:	TS-030
Use Case ID:	U-012
Use Case:	Manage Pool (สร้าง Pool ด้วยรหัสวิชาที่ตัวเองมีอยู่แล้ว)
Actor:	Faculty, Admin
Pre-Condition:	1. ต้องทำการเข้าสู่ระบบก่อน 2. ต้องมี Pool ที่สร้างด้วยรหัสวิชาที่ซ้ำกันอยู่ก่อนแล้ว
Main Flow:	1. ผู้ใช้งานกดปุ่ม Create Pool 2. ผู้ใช้งานกรอกข้อมูลที่จำเป็นแต่รหัสวิชาที่ตัวเองมีอยู่แล้ว 3. ผู้ใช้งานกดยืนยันสร้าง Pool
ผลการทดสอบที่คาดหวัง	ไม่สามารถสร้าง Pool ที่ต้องการ ได้สำเร็จและแจ้งเตือน
ผลการทดสอบจริง	ไม่สามารถสร้าง Pool ที่ต้องการ ได้สำเร็จและแจ้งเตือน
สรุปผลการทดสอบ	<input checked="" type="checkbox"/> ผ่าน <input type="checkbox"/> ไม่ผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.31 ผลการทดสอบ Use Case ของ Manage Pool (3)

Test Case ID:	TS-031
Use Case ID:	U-012
Use Case:	Manage Pool (ลบ Pool)
Actor:	Faculty, Admin
Pre-Condition:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ต้องทำการเข้าสู่ระบบก่อน</li> <li>2. ต้องมี Pool ที่ตัวเองสร้างเอาไว้ก่อน</li> </ol>
Main Flow:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้งานเลือก Pool ที่ต้องการจะลบ</li> <li>2. ผู้ใช้งานกดปุ่ม Delete Pool</li> <li>3. ผู้ใช้งานกดยืนยันลบ Pool</li> </ol>
ผลการทดสอบที่คาดหวัง	สามารถลบ Pool ที่ต้องการได้สำเร็จ
ผลการทดสอบจริง	สามารถลบ Pool ที่ต้องการได้สำเร็จ
สรุปผลการทดสอบ	<input checked="" type="checkbox"/> ผ่าน <input type="checkbox"/> ไม่ผ่าน

ตารางที่ 4.32 ผลการทดสอบ Use Case ของ Manage Pool (4)

Test Case ID:	TS-032
Use Case ID:	U-012
Use Case:	Manage Pool (เพิ่ม/ลบนักเรียนใน Pool)
Actor:	Faculty, Admin
Pre-Condition:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ต้องทำการเข้าสู่ระบบก่อน</li> <li>2. ต้องมี Pool ที่ตัวเองสร้างเอาไว้ก่อน</li> </ol>
Main Flow:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้งานเลือก Pool ที่ต้องการ</li> <li>2. ผู้ใช้งานกดปุ่ม Detail เพื่อดูรายละเอียดของ Pool</li> <li>3. ผู้ใช้งานกดปุ่ม Edit member</li> <li>4. ผู้ใช้งานทำการเลือกนักเรียนที่จะเพิ่มด้วย Checkbox</li> <li>5. ผู้ใช้งานกดปุ่ม Save</li> </ol>
ผลการทดสอบที่คาดหวัง	สามารถเพิ่ม/ลบนักเรียนที่ต้องการใน Pool ที่ต้องการได้สำเร็จ
ผลการทดสอบจริง	สามารถเพิ่ม/ลบนักเรียนที่ต้องการใน Pool ที่ต้องการได้สำเร็จ
สรุปผลการทดสอบ	<input checked="" type="checkbox"/> ผ่าน <input type="checkbox"/> ไม่ผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.33 ผลการทดสอบ Use Case ของ Manage Pool (5)

Test Case ID:	TS-033
Use Case ID:	U-012
Use Case:	Manage Pool (เพิ่ม/ลบนักเรียนใน Pool แต่ไม่กด Save)
Actor:	Faculty, Admin
Pre-Condition:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ต้องทำการเข้าสู่ระบบก่อน</li> <li>2. ต้องมี Pool ที่ตัวเองสร้างเอาไว้ก่อน</li> </ol>
Main Flow:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้งานเลือก Pool ที่ต้องการ</li> <li>2. ผู้ใช้งานกดปุ่ม Detail เพื่อดูรายละเอียดของ Pool</li> <li>3. ผู้ใช้งานกดปุ่ม Edit member</li> <li>4. ผู้ใช้งานทำการเลือกนักเรียนที่จะเพิ่มด้วย Checkbox</li> <li>5. ผู้ใช้งานกดปุ่ม Cancel เพื่อออก</li> </ol>
ผลการทดสอบที่คาดหวัง	ไม่สามารถเพิ่ม/ลบนักเรียนที่ต้องการใน Pool ที่ต้องการได้สำเร็จ
ผลการทดสอบจริง	ไม่สามารถเพิ่ม/ลบนักเรียนที่ต้องการใน Pool ที่ต้องการได้สำเร็จ
สรุปผลการทดสอบ	<input checked="" type="checkbox"/> ผ่าน <input type="checkbox"/> ไม่ผ่าน

ตารางที่ 4.34 ผลการทดสอบ Use Case ของ Manage Pool (6)

Test Case ID:	TS-034
Use Case ID:	U-012
Use Case:	Manage Pool (เพิ่ม Template ใน Pool ที่ต้องการ)
Actor:	Faculty, Admin
Pre-Condition:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ต้องทำการเข้าสู่ระบบก่อน</li> <li>2. ต้องมี Pool ที่ตัวเองสร้างเอาไว้ก่อน</li> <li>3. ต้องมี Template ที่ตัวเองสร้างเอาไว้ก่อน</li> </ol>
Main Flow:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้งานไปที่หน้า VM Template</li> <li>2. ผู้ใช้งานเลือก Template ที่ต้องการจะเพิ่มเข้า Pool</li> <li>3. ผู้ใช้งานกดปุ่ม Add to pool</li> <li>4. ผู้ใช้งานทำการเลือก Pool ที่ต้องการ</li> <li>5. ผู้ใช้งานกดปุ่มยืนยัน</li> </ol>
ผลการทดสอบที่คาดหวัง	สามารถเพิ่ม Template ที่ต้องการใน Pool ที่ต้องการได้สำเร็จ
ผลการทดสอบจริง	สามารถเพิ่ม Template ที่ต้องการใน Pool ที่ต้องการได้สำเร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดสอบ	<input checked="" type="checkbox"/> ผ่าน	<input type="checkbox"/> ไม่ผ่าน
----------------	--	----------------------------------

#### ตารางที่ 4.35 ผลการทดสอบ Use Case ของ Manage Pool (7)

Test Case ID:	TS-035
Use Case ID:	U-012
Use Case:	Manage Pool (เพิ่ม Template ใน Pool ที่มี Template นี้ที่เลือกอยู่แล้ว)
Actor:	Faculty, Admin
Pre-Condition:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ต้องทำการเข้าสู่ระบบก่อน</li> <li>2. ต้องมี Pool ที่ตัวเองสร้างเอาไว้ก่อน</li> <li>3. ต้องมี Template ที่ตัวเองสร้างเอาไว้ก่อนทั้งใน VM Template และ Pool ของตัวเอง</li> </ol>
Main Flow:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้งานไปที่หน้า VM Template</li> <li>2. ผู้ใช้งานเลือก Template ที่ต้องการจะเพิ่มเข้า Pool</li> <li>3. ผู้ใช้งานกดปุ่ม Add to pool</li> <li>4. ผู้ใช้งานทำการเลือก Pool ที่ต้องการ</li> <li>5. ผู้ใช้งานกดปุ่มยืนยัน</li> </ol>
ผลการทดสอบที่คาดหวัง	ไม่สามารถเพิ่ม Template ที่ต้องการใน Pool ที่ต้องการได้สำเร็จ และแจ้งเตือน
ผลการทดสอบจริง	ไม่สามารถเพิ่ม Template ที่ต้องการใน Pool ที่ต้องการได้สำเร็จ และแจ้งเตือน
สรุปผลการทดสอบ	<input checked="" type="checkbox"/> ผ่าน <input type="checkbox"/> ไม่ผ่าน

#### ตารางที่ 4.36 ผลการทดสอบ Use Case ของ Manage User Limitation

Test Case ID:	TS-036
Use Case ID:	U-013
Use Case:	Manage User Limitation (แก้ไข User's limit)
Actor:	Admin
Pre-Condition:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ต้องทำการเข้าสู่ระบบก่อน</li> </ol>
Main Flow:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้งานไปที่หน้า User Management</li> <li>2. ผู้ใช้งานเลือก User ที่ต้องการ</li> </ol>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	<ol style="list-style-type: none"> <li>3. ผู้ใช้งานกดปุ่ม Detail เพื่อดูข้อมูลของ User</li> <li>4. ผู้ใช้งานทำการปรับเพิ่ม/ลด User's limit</li> <li>5. ผู้ใช้งานกดปุ่ม Confirm</li> </ol>
ผลการทดสอบที่คาดหวัง	สามารถเพิ่ม/ลด User's limit ของ User ที่ต้องการ ได้สำเร็จ
ผลการทดสอบจริง	สามารถเพิ่ม/ลด User's limit ของ User ที่ต้องการ ได้สำเร็จ
สรุปผลการทดสอบ	<input checked="" type="checkbox"/> ผ่าน <input type="checkbox"/> ไม่ผ่าน

ตารางที่ 4.37 ผลการทดสอบ Use Case ของ Manage User Limitation (2)

Test Case ID:	TS-037
Use Case ID:	U-013
Use Case:	Manage User Limitation (แก้ไข User's limit แต่ไม่ Confirm)
Actor:	Admin
Pre-Condition:	1. ต้องทำการเข้าสู่ระบบก่อน
Main Flow:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้งานไปที่หน้า User Management</li> <li>2. ผู้ใช้งานเลือก User ที่ต้องการ</li> <li>3. ผู้ใช้งานกดปุ่ม Detail เพื่อดูข้อมูลของ User</li> <li>4. ผู้ใช้งานทำการปรับเพิ่ม/ลด User's limit</li> <li>5. ผู้ใช้งานกดปุ่ม Cancel เพื่อออก</li> </ol>
ผลการทดสอบที่คาดหวัง	ไม่สามารถเพิ่ม/ลด User's limit ของ User ที่ต้องการ ได้สำเร็จ
ผลการทดสอบจริง	ไม่สามารถเพิ่ม/ลด User's limit ของ User ที่ต้องการ ได้สำเร็จ
สรุปผลการทดสอบ	<input checked="" type="checkbox"/> ผ่าน <input type="checkbox"/> ไม่ผ่าน

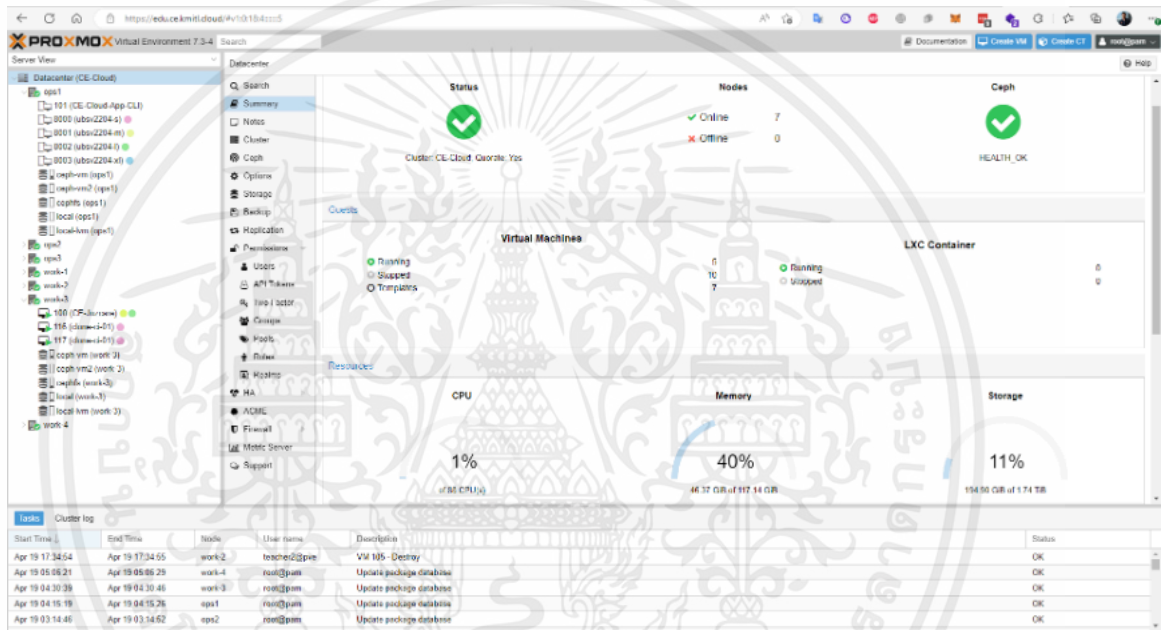
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.2 การติดตั้ง Hypervisor กับเครื่องแม่ข่าย

### การพัฒนาในส่วน Virtualization Infrastructure as a Service (IaaS)

ในการพัฒนาในส่วนของ IaaS นั้นทางผู้จัดทำได้เลือกใน Proxmox VE 7.3 สำหรับการดูแลบริหารจัดการทรัพยากรทั้งหมด เช่น Hypervisor, Emulator, หน่วยประมวลผล หน่วยจัดเก็บข้อมูล, ระบบเครือข่าย และการบริหารจัดการเครื่องแม่ข่ายแบบศูนย์รวม

ทั้งนี้ในการทดสอบการทางทีมของผู้พัฒนาได้ทำการติดตั้งและตั้งค่าเครื่องแม่ข่ายในระบบทั้งหมดให้เชื่อมต่อกัน (Cluster) เพื่อที่จะสามารถจัดสรรทรัพยากรทั้งหมดให้เป็น Virtual Machine สำหรับผู้ใช้งานต่อไป



รูปที่ 4.1 แสดงตัวอย่างการติดตั้ง Proxmox VE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### สรุปผลและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผลการพัฒนาโครงการ

##### 5.1.1 การพัฒนาในส่วนเว็บแอปพลิเคชันแพลตฟอร์ม (PaaS)

ผู้จัดทำได้ทำแบบสอบถามความต้องการที่จะใช้งานบริการแพลตฟอร์มคลาวด์เพื่อการศึกษาเพื่อใช้เป็น Requirement ในการออกแบบเว็บแอปพลิเคชันทั้ง User interface และส่วนของ Service Backend โดยผู้จัดทำได้พัฒนาบริการแพลตฟอร์มคลาวด์เพื่อการศึกษาตามที่ได้ออกแบบไว้จนสามารถให้ผู้ใช้งานสามารถใช้งานเว็บไซต์ตามความต้องการของผู้ใช้งานได้อย่างถูกต้อง

##### 5.1.2 การพัฒนาในส่วน Infrastructure as a Service (IaaS)

ผู้จัดทำได้ทำการศึกษาการให้บริการ IaaS จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ทำการเปรียบเทียบและคัดเลือกซอฟต์แวร์ที่เหมาะสมต่อบริบทและทรัพยากรของทางภาควิชาฯ โดยใน IaaS มีส่วนประกอบเพื่อสนับสนุนให้ภาพรวมของระบบสามารถใช้งานและดำเนินการได้ เช่น การให้บริการ DHCP Server, DNS Server, ระบบเครือข่าย, ระบบ VPN และ ระบบ Revers Proxy ซึ่งทำให้ระบบโดยรวมสามารถใช้งานได้โดยมีผู้ดูแลระบบในการจัดสรรทรัพยากร

#### 5.2 ปัญหาและอุปสรรคที่พบ

1. Requirement มีความไม่ชัดเจนทำให้ระหว่างการพัฒนาต้องมีการแก้ไขอยู่ตลอดทำให้บางฟังก์ชันหรือความสามารถของระบบไม่ได้ใช้งาน
2. เนื่องจากผู้จัดทำไม่มีประสบการณ์ในการเขียนภาษา Typescript และ Library ที่ใช้ในการพัฒนาทำให้ใช้เวลาในการศึกษานาน ส่งผลให้การพัฒนาเว็บไซต์ช้าลง
3. การออกแบบระบบฐานข้อมูลไม่เหมาะสมต่อระบบ ส่งผลให้การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันมีความยากและซับซ้อนขึ้น
4. ปัญหาในการรวมระบบซึ่งเกิดจากการสื่อสารผิดพลาดและความไม่พร้อมของผู้พัฒนาทำให้การรวมระบบช้ากว่าที่คาดการณ์ไว้
5. เนื่องจากผู้จัดทำไม่มีประสบการณ์ในการพัฒนาการเชื่อมต่อรูปแบบ Web Socket ทำให้เกิดความล่าช้าในการพัฒนา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 5.3 แนวทางในการพัฒนาต่อ

1. ปรับปรุงบริการแพลตฟอร์มคลาวด์เพื่อการศึกษาให้ใช้งานง่าย ตอบโจทย์การใช้งานของผู้ใช้งานมากยิ่งขึ้น
2. ปรับปรุงการออกแบบระบบฐานข้อมูลให้สอดคล้องกับระบบ เพื่อให้บริการแพลตฟอร์มคลาวด์เพื่อการศึกษามี Performance ที่ดีมากยิ่งขึ้น
3. พัฒนาความสามารถของระบบมากยิ่งขึ้นในส่วนของ Networking เช่นการทำ ACL หรือการให้ผู้ใช้สามารถสร้าง Network interface และการทำ Reverse Proxy
4. พัฒนาความสามารถของระบบมากยิ่งขึ้นในส่วนของ Security เช่นการทำให้ระบบสามารถจัดเก็บ Secret ได้หรือการเพิ่มความปลอดภัยของระบบในด้านต่าง ๆ
5. พัฒนาความสามารถของระบบมากยิ่งขึ้นในส่วนการบริหารจัดการผู้ใช้ให้สามารถรวมเข้ากับรายชื่อนักศึกษาและคณาจารย์จากสถาบันได้โดยตรง

## บรรณานุกรม

สุชาติ คุ้มมะณี. 2013. **Security of Cloud Computing Technology**. [Online]. Available:

[https://rtt.kku.ac.th/ejournal/pa\\_upload\\_pdf/61120.pdf](https://rtt.kku.ac.th/ejournal/pa_upload_pdf/61120.pdf)

ดร.ธนกร หวังพิพัฒน์วงศ์. **The Comparison of Virtualization Techniques**

**for the Organization**. [Online]. Available:

[https://www.bu.ac.th/knowledgecenter/executive\\_journal/july\\_sep\\_11/pdf/aw29.pdf](https://www.bu.ac.th/knowledgecenter/executive_journal/july_sep_11/pdf/aw29.pdf)

Adriano Vogel. 2016. **Private IaaS Clouds: A Comparative Analysis of OpenNebula,**

**CloudStack and OpenStack**. [Online]. Available:

<https://ieeexplore.ieee.org/document/7445407>

VMware. **Understanding Full Virtualization, Paravirtualization, and Hardware Assist.**

[Online]. Available:

[https://www.vmware.com/content/dam/digitalmarketing/vmware/en/pdf/techpaper/VMware\\_paravirtualization.pdf](https://www.vmware.com/content/dam/digitalmarketing/vmware/en/pdf/techpaper/VMware_paravirtualization.pdf)

Develop PAPER. **Complete solution of KVM / QEMU / QEMU KVM / libvirt concept.**

[Online]. Available: <https://developpaper.com/complete-solution-of-kvm-qemu-qemu-kvm-libvirt-concept/>

Server Fault. **Difference between KVM and QEMU**. [Online]. Available:

<https://serverfault.com/questions/208693/difference-between-kvm-and-qemu>

Octetz. **Linux Hypervisor Setup (libvirt/qemu/kvm)**. [Online]. Available:

<https://octetz.com/docs/2020/2020-05-06-linux-hypervisor-setup/>