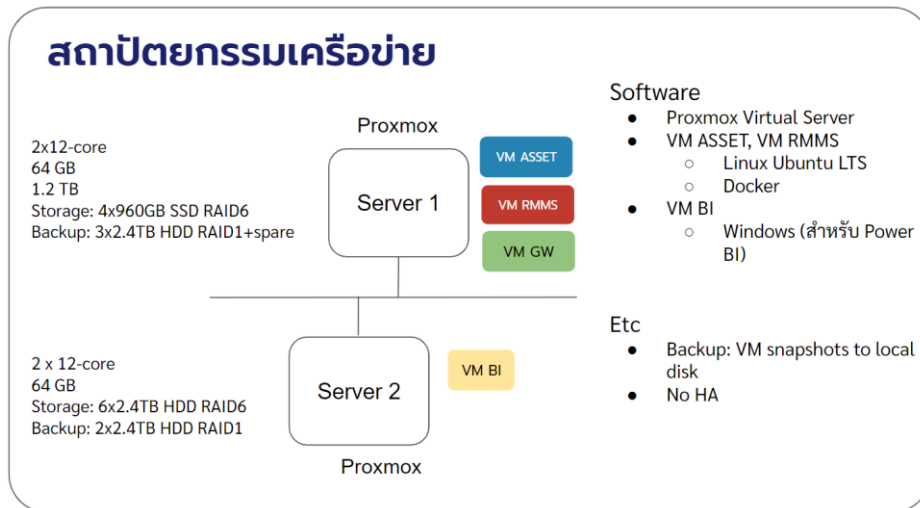


คู่มือการ Backup และ Install ทั้งในส่วนฐานข้อมูลและระบบสารสนเทศ ระบบบริหารจัดการทรัพย์สินทางหลวง และระบบติดตามการบริหารงานบำรุงปกติ

1. การติดตั้งระบบ

ระบบที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วยเครื่องแม่ข่ายให้บริการจำนวน 2 เครื่อง (Server 1 และ Server 2) ติดตั้งซอฟต์แวร์ Proxmox Virtual Environment (<https://www.proxmox.com/>) เพื่อสร้างเป็น Private Cloud โดยมีภาพรวมการทำงานดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 แผนภาพสถาปัตยกรรมระบบ RAMS

1.1 เครื่องแม่ข่ายให้บริการมีคุณสมบัติทางเทคนิค ดังนี้

1) Server 1

- 2 x CPU 12/24 core
- 64 GB Memory
- Storage สำหรับใช้ในการทำงานของระบบ ประกอบด้วย 4 x 960GB SSD ทำ RAID6 ได้ความจุใช้งานประมาณ $4 \times 0.96 = 1.92$ TB
- Storage สำหรับ backup ใช้ 3x2.4TB HDD ทำ RAID-1 + hot spare ได้ความจุ = 2.4TB

2) Server 2

- 2 x CPU 12/24 core
- 64 GB Memory
- Storage สำหรับใช้ในการทำงานของระบบ ประกอบด้วย 6 x 2.4TB HDD ทำ RAID6 ได้ความจุใช้งานประมาณ $4 \times 2.4 = 9.6$ TB
- Storage สำหรับ backup ใช้ 2x2.4TB HDD ทำ RAID-1 ได้ความจุ = 2.4TB



1.2 ระบบที่ออกแบบ มีโครงสร้างและรายละเอียดดังต่อไปนี้

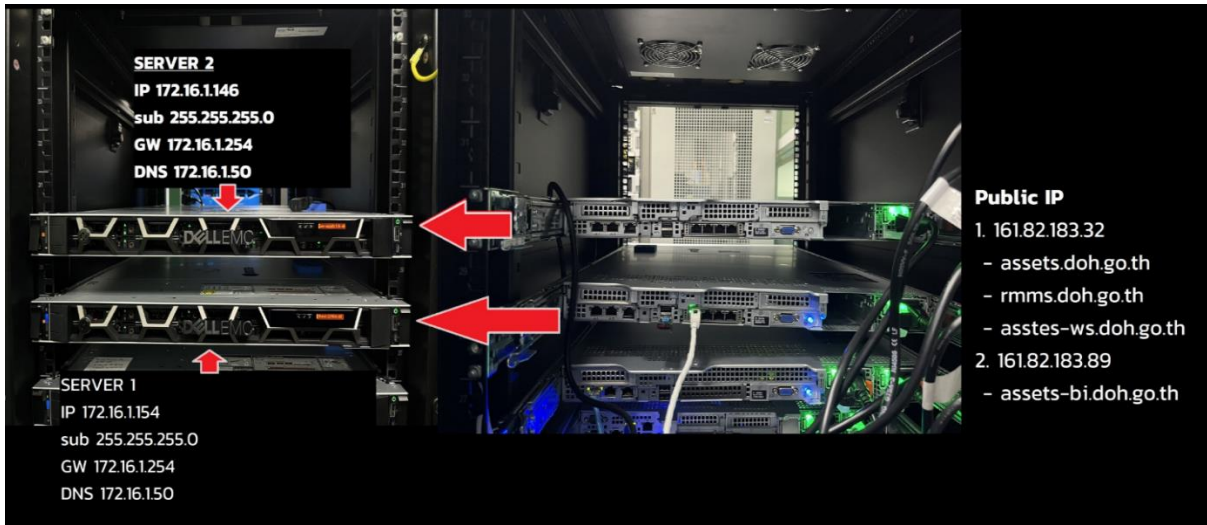
- ใช้ Proxmox Virtual Environment ทำงานบน 2 เครื่องแม่ข่าย
- สร้าง Virtual Machines (VM) หรือเครื่องให้บริการเสมือน เพื่อให้บริการในงานต่าง ๆ 3 VM ได้แก่
 - VM Asset สำหรับให้บริการระบบ RAMS (ระบบบริหารจัดการทรัพย์สินทางหลวง)
 - VM RMMS สำหรับให้บริการระบบ RMMS (ระบบติดตามการบริหารงานบำรุงปกติ)
 - VM BI สำหรับติดตั้งซอฟต์แวร์และให้บริการระบบ Business Intelligence
- ใช้ซอฟต์แวร์ระบบปฏิบัติการ Linux Ubuntu/LTS และ Docker สำหรับการทำงานของระบบ VM Asset และ VM RMMS
- ใช้ซอฟต์แวร์ระบบปฏิบัติการ Windows สำหรับ VM BI
- เนื่องจากมีเครื่องแม่ข่ายให้บริการเพียง 2 เครื่อง จึงยังไม่รองรับฟังก์ชัน HA (High Availability)
- การสำรองข้อมูล จะใช้วิธีสำเนาข้อมูล Backup VM ในลง Storage ส่วน Backup ของเครื่องแม่ข่ายแต่ละเครื่อง
- มีความต้องการใช้ IP address จำนวน 5 private IP addresses และ 3 public IP addresses และ DNS registration โดยมีการตั้งค่าทางเครือข่ายดังตารางดังต่อไปนี้

ตารางที่ 1 การตั้งค่าทางเครือข่าย

Item	Name	Private IP	Public IP	DNS	Ports	Remark
1	roadasset1	172.16.1.154	-	-	-	Physical server 1
2	Dummy	172.16.1.159	-	-	-	VM
3	roadasset2	172.16.1.156	-	-	-	Physical server 2
4	bmm-gw	172.16.1.149	103.215.233.32	assets.doh.go.th assets-ws.doh.go.th rmms.doh.go.th	80, 443	VM RAMS (Web+DB)
5	roadasset-db	172.16.1.152	-	-	-	VM RMMS (Web+DB)
6	roadasset-bi	172.16.1.169	103.215.233.70	roadassets-bi.doh.go.th	80, 443	VM BI (BI software)

หมายเหตุ : PORT 80,443 โดยระบบทั้งหมดในโครงการจะทำงานใน VM มีการใช้ซอฟต์แวร์ภายนอก ได้แก่ Longdo Map API





รูปที่ 2 ภาพตำแหน่งการติดตั้งเครื่องแม่ข่ายและการตั้งค่า

1.3 เทคโนโลยี และซอฟต์แวร์ที่ใช้ในระบบ

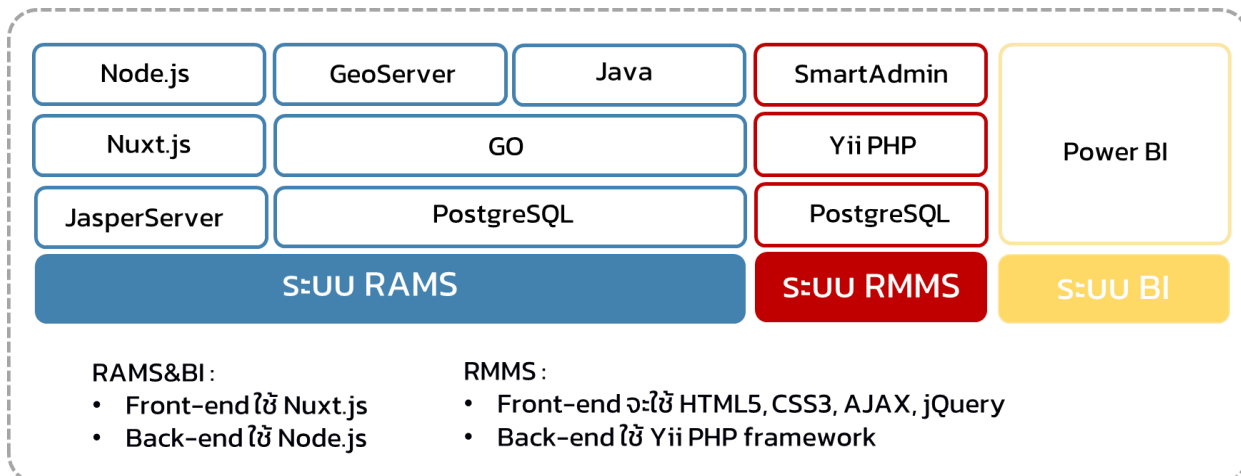
เทคโนโลยี และซอฟต์แวร์ที่ใช้ในระบบต่าง ๆ จะเป็นดังในแผนภาพด้านล่าง โดยมีซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

- Nuxt.js ซอฟต์แวร์ที่เป็น JavaScript framework สำหรับใช้พัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน ซึ่งถูกพัฒนามาจาก Vue.js โดยสามารถใช้ความสามารถเดิมของ Vue.js ได้ เช่น การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันแบบ Single-page application (SPA) ซึ่งนอกเหนือจากความสามารถเดิมของ Vue.js แล้ว Nuxt.js ได้ขยายข้อจำกัดเดิมของ Vue.js โดยเพิ่มความสามารถให้สามารถแสดงผลในลักษณะของ Server-side rendering ได้
- Go เป็นภาษาโปรแกรมภาษาหนึ่งที่มีจุดเด่นในเรื่องของประสิทธิภาพการทำงานที่มีความรวดเร็ว สามารถเขียนโปรแกรมแบบ Concurrent ได้โดยง่าย มีโครงสร้างของภาษาที่ไม่ซับซ้อนง่ายต่อการทำความเข้าใจ สามารถนำมาใช้พัฒนาซอฟต์แวร์ได้หลายรูปแบบ เช่น การพัฒนา Web Service API เพื่อใช้สื่อสารกันระหว่าง Client และ Server รวมถึงการนำมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนา Content management system (CMS) สำหรับการจัดการเนื้อหาต่าง ๆ ภายในเว็บไซต์
- GeoServer ซอฟต์แวร์ที่ถูกพัฒนาด้วยภาษา Java โดยติดตั้งบน Server เพื่อใช้สำหรับการจัดการ Geospatial data รวมทั้งการให้บริการแผนที่
- PostgreSQL ซอฟต์แวร์ระบบจัดการฐานข้อมูล
- SmartAdmin สำหรับใช้เป็น Template ในการแสดงผล User interface บนเว็บแอปพลิเคชัน



คู่มือการ Backup และ Install ทั้งในส่วนฐานข้อมูลและระบบสารสนเทศ
ระบบบริหารจัดการทรัพย์สินทางหลวง และระบบติดตามการบริหารงานบำรุงปกติ
โครงการสำรวจและจัดทำระบบบริหารจัดการข้อมูลทรัพย์สินทางหลวงอย่างบูรณาการ

- o Yii ซอฟต์แวร์ที่เป็น PHP Framework สำหรับใช้พัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน โดยมีโครงสร้างของสถาปัตยกรรมแบบ Model view controller (MVC)
- o Microsoft Power BI ซอฟต์แวร์ Business intelligence (BI) สำหรับวิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึกและนำเสนอข้อมูลในรูปแบบของ Data visualization



รูปที่ 3 เทคโนโลยีและซอฟต์แวร์ที่ใช้ในระบบ

ตารางที่ 2 แสดงคุณสมบัติมาตรฐานของระบบ ข้อมูล และเทคโนโลยีต่าง ๆ ที่ใช้ในโครงการฯ

Software Name	Version	Description
Docker	20.10	ซอฟต์แวร์สำหรับจัดการระบบปฏิบัติงานในรูปแบบ Sub-Systems หรือจำลอง และควบคุมสภาพแวดล้อมสำหรับประมวลผลเฉพาะแบบ Container ไม่ยุ่งเกี่ยวกับระบบปฏิบัติการทำงานอื่น ๆ Docker version 20.10, build a872fc2/nginx version: nginx/1.17.5
Geoserver	2.20	ให้บริการแผนที่
MapProxy	1.11	ซอฟต์แวร์ระบบบริหารจัดการแผนที่บนเครือข่าย แบบ WMS Tile
Longdo Map API	2	ซอฟต์แวร์ระบบให้บริการแผนที่บนเครือข่าย
PostgreSQL	14.2	ระบบบริหารจัดการฐานข้อมูล PostgreSQL 14.2 (Ubuntu 10.10-1. pgdg16.04+1) on x86_64-pc-linux-gnu, compiled by gcc (Ubuntu 5.4.0-6ubuntu1~16.04.11) 5.4.0 20160609, 64-bit





ตารางที่ 2 แสดงคุณสมบัติมาตรฐานของระบบ ข้อมูล และเทคโนโลยีต่าง ๆ ที่ใช้ในโครงการฯ (ต่อ)

Software Name	Version	Description
PostGIS	3.2	ฟังก์ชันเสริมด้านการจัดการข้อมูลเชิงพื้นที่ในระบบฐานข้อมูล POSTGIS="2.5.2 r17328" [EXTENSION] PGSQL="100" GEOS="3.5.0-CAPI-1.9.0 r4084" PROJ="Rel. 4.9.2, 08 September 2015" GDAL="GDAL 1.11.3, released 2015/09/16" LIBXML="2.9.3" LIBJSON="0.11.99" LIBPROTOBUF="1.2.1" TOPOLOGY RASTER
Slony-I	2.2	แพ็คเกจส่วนขยายของ PostgreSQL สำหรับเชื่อมโยงระบบฐานข้อมูล
Nuxt.js	2.15	ซอฟต์แวร์สำหรับพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันในส่วน Frontend
Go	1.18	ซอฟต์แวร์สำหรับพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันในส่วน Backend
SmartAdmin	1.8	ซอฟต์แวร์สำหรับใช้เป็น Template สำหรับเว็บแอปพลิเคชันในส่วน Frontend
Yii	2.0	ซอฟต์แวร์ที่เป็น PHP Framework สำหรับพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน
PHP	7.0	ภาษาที่ใช้ในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน
JasperServer	6.19	ซอฟต์แวร์สำหรับสร้างรายงาน
Ubuntu	22.04 LTS	ระบบปฏิบัติการ

1.4 สถาปัตยกรรมระบบ Container

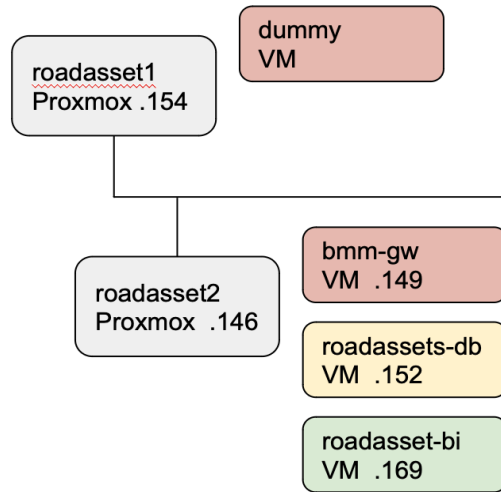
หลังจากการเพิ่มประสิทธิภาพระบบบนฮาร์ดแวร์กลุ่มเครื่อง XenServer ทั้ง 3 เครื่อง ทางที่ปรึกษาได้ทดสอบการทำงานของฮาร์ดแวร์ในส่วนต่าง ๆ แล้วพบว่าทำงานปกติดี ทั้งเครื่อง ให้บริการเสมือนที่ให้บริการอยู่เดิม และเครื่องที่ติดตั้งใหม่

- Map Server สำหรับแสดงข้อมูลบนแผนที่ใช้ซอฟต์แวร์ GeoServer
- Report Server สำหรับออกรายงานใช้ซอฟต์แวร์ JasperReports Server
- Cache Server สำหรับเร่งความเร็วในการแสดงผลใช้ซอฟต์แวร์ Redis
- GitLab Runner สำหรับส่งมอบระบบเว็บไซต์จากนักพัฒนาระบบ
- GIS Data Exporter สำหรับส่งออกข้อมูลใช้ซอฟต์แวร์ GDAL





2. การบำรุงรักษาและดูแลระบบ



รูปที่ 4 แผนภาพสถาปัตยกรรมระบบ RAMSเชิงอุปกรณ์

ในระดับเครื่องให้บริการ ด้วยสถาปัตยกรรมแบบ Virtual Environment โดยใช้ซอฟต์แวร์ Proxmox, ระบบมีการทำงานเป็น Cluster โดยประกอบด้วยเครื่องให้บริการจำนวน 3 เครื่อง กรณีที่ Server ตัวใดตัวหนึ่งทำงานผิดปกติ หรือหยุดทำงานชั่วคราว 2 เครื่อง ที่เหลือจะทำงานทดแทน โดยหากเครื่องที่ทำงานผิดปกติกลับมาใช้งานได้ปกติ ระบบก็จะทำงานเชื่อมโยงกลับเป็น Cluster ที่สมบูรณ์เหมือนเดิม

แต่หากเครื่องให้บริการ 1 เครื่องที่หยุดทำงานไปนั้น เสียหายในระดับที่ไม่สามารถกลับมาทำงานได้ สามารถจัดหาเครื่องใหม่ที่มีประสิทธิภาพและทรัพยากรใกล้เคียงกันเข้ามาแทน โดยจะต้องทำการดูแลรักษาระบบ RAMS มีสิ่งๆที่เจ้าหน้าที่กรมทางหลวงที่มีส่วนรับผิดชอบดูแลระบบ RAMS ควรทำเป็นประจำดังต่อไปนี้

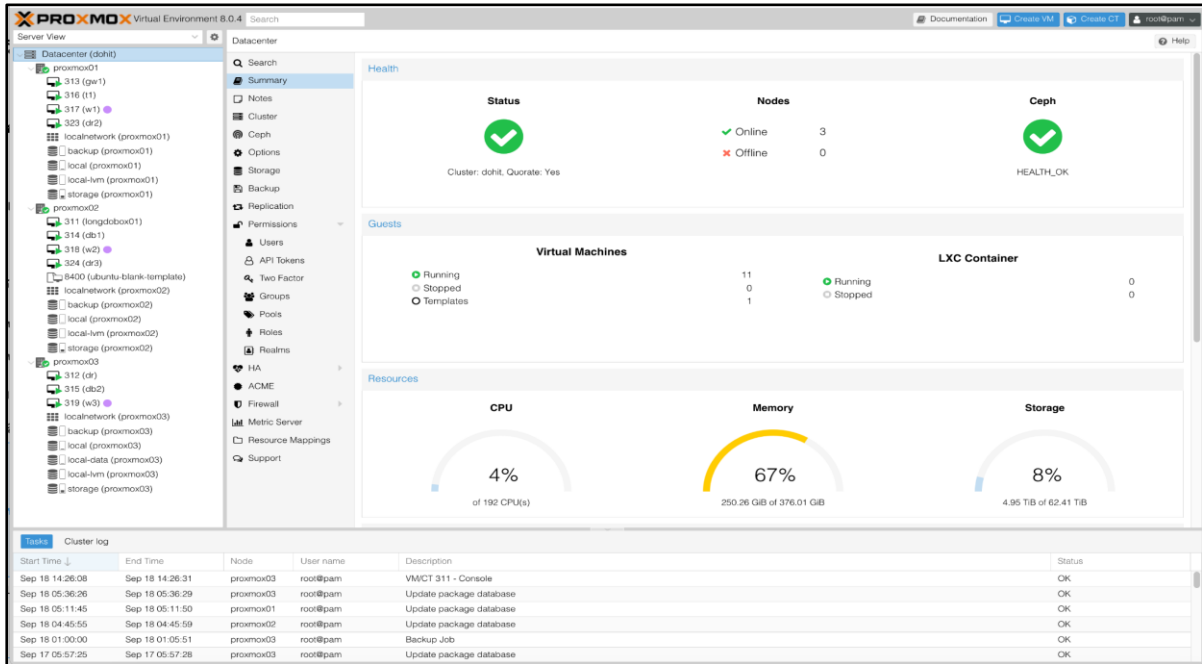
2.1 ตรวจสอบสถานะของระบบทั่วไปและปริมาณการใช้งานทรัพยากร

โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

- 1) เข้าไปยังหน้าบริหารจัดการของระบบ Proxmox ที่ URL <https://172.16.211.39:8006> Login ด้วย Username และ Password ของ Proxmox
- 2) ตรวจสอบสภาพการใช้งานทั่วไปของ Cluster โดยดูในหัวข้อ Summary ตรวจสอบให้แน่ใจว่าการใช้งานส่วนต่าง ๆ ไม่เกิน 90% และไม่มีค่าเตือนถึงปัญหาใดๆ

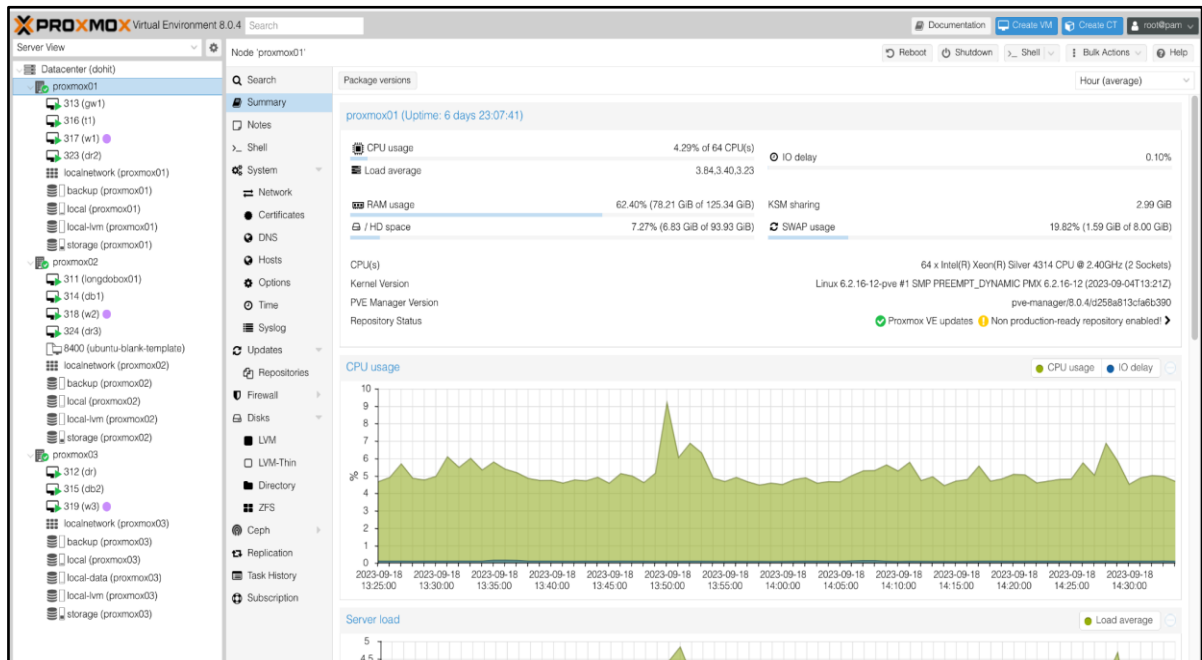


คู่มือการ Backup และ Install ทั้งในส่วนฐานข้อมูลและระบบสารสนเทศ
ระบบบริหารจัดการทรัพย์สินทางหลวง และระบบติดตามการบริหารงานบำรุงปกติ
โครงการสำรวจและจัดทำระบบบริหารจัดการข้อมูลทรัพย์สินทางหลวงอย่างบูรณาการ



รูปที่ 5 ภาพหน้าจอการตรวจสอบสภาพการใช้งานทั่วไปของ Cluster บนระบบ Proxmox

3) กดเข้าไปดูในแต่ละเครื่อง Server (มี 2 เครื่อง roadasset1, roadasset2) ตรวจสอบให้แน่ใจว่าการใช้งานส่วนต่าง ๆ ไม่เกิน 90% และไม่มีคำเตือนถึงปัญหาใด ๆ



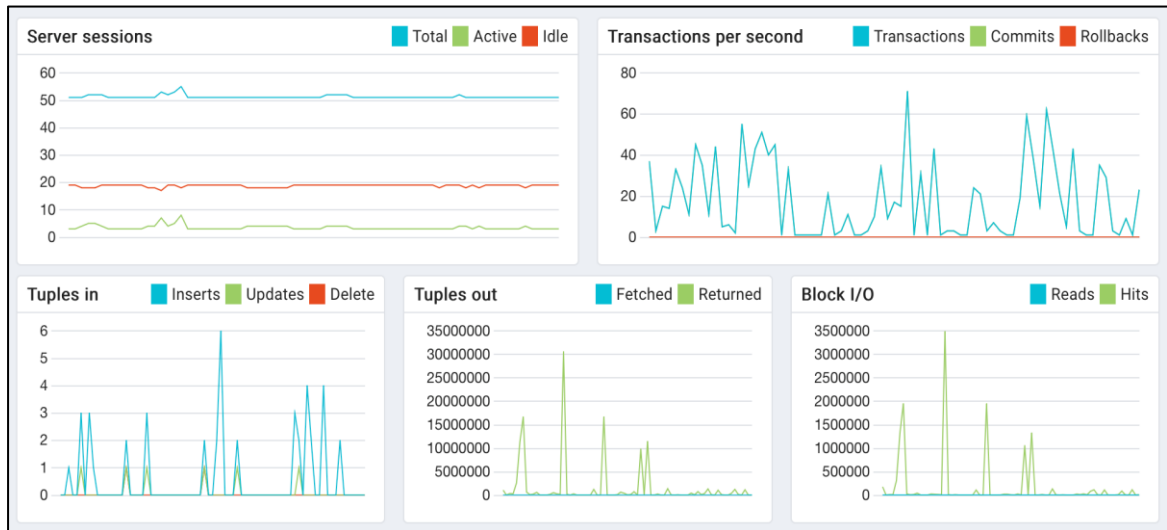
รูปที่ 6 ภาพหน้าจอการตรวจสอบการทำงานของแต่ละเครื่อง Server บนระบบ Proxmox



คู่มือการ Backup และ Install ทั้งในส่วนฐานข้อมูลและระบบสารสนเทศ
ระบบบริหารจัดการทรัพยากรพลังงาน หลวง และระบบติดตามการบริหารงานบำรุงปกติ
โครงการสำรวจและจัดทำระบบบริหารจัดการข้อมูลทรัพยากรพลังงานอย่างบูรณาการ

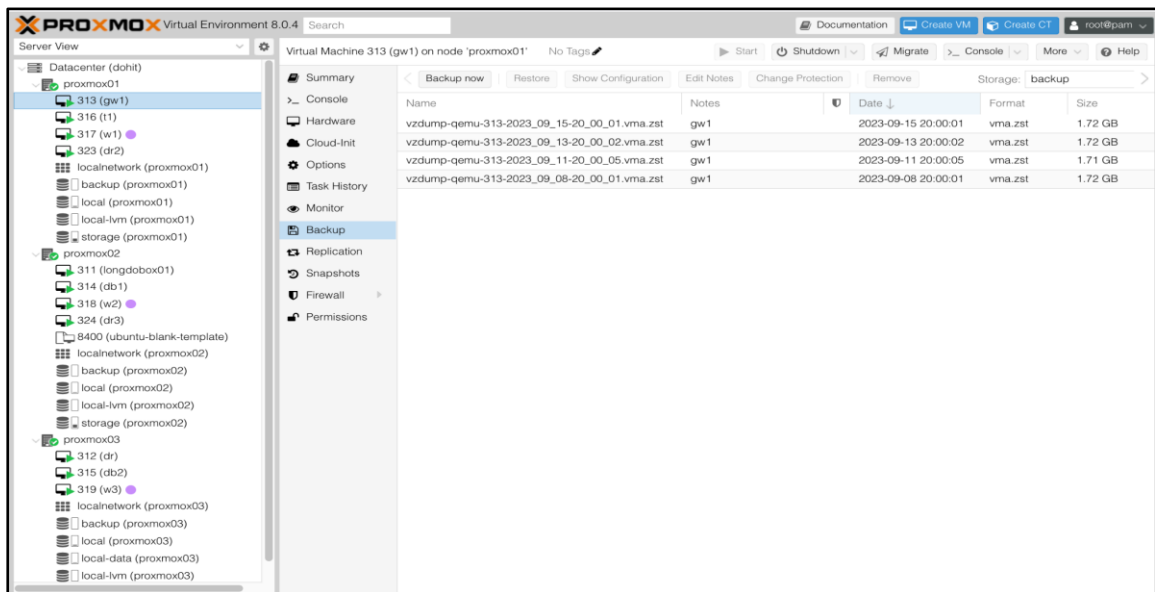
2.2 ตรวจสอบภาพรวมการทำงานของระบบฐานข้อมูล

โดยเปิดเว็บไปยังหน้า pgAdmin ที่ <https://assets.doh.go.th/pgadmin/> เลือก Servers maintenance > Assets จะเห็นสถานะการทำงานของระบบฐานข้อมูล โดยค่า server sessions และ transactions per second ไม่ควรเข้าใกล้ 500 หรือเป็น 0 และค่าของกราฟอื่นไม่เป็นค่าเดิม ค้างตลอดกรณีที่ระบบทำงานปกติควรจะปรากฏผลลัพธ์ดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 ตัวอย่างหน้าจอสถานะการทำงานของระบบฐานข้อมูลที่ปกติ

2.3 ตรวจสอบสถานะการ Back Up VM โดยสามารถดูใน Tab Backup ของแต่ละ VM ซึ่งจะมีการสำรองข้อมูลตามเวลาต่าง ๆ ดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 ตัวอย่างการดูการสำรองข้อมูลที่ VM จะพบว่ามีการสำรองข้อมูล 5 ชุดย้อนหลัง



2.4 ตรวจสอบสถานะการทำงานของระบบ Kubernetes มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) ตรวจสอบการทำงานด้วยคำสั่ง kubectl จาก roadasset2 > VM bmm-gw

- kubectl get nodes
- kubectl get services -n assets
- kubectl get pods -n assets

ต้องปรากฏผลลัพธ์ดังรูปที่ 9

```
tanawat@bmm-gw:~$ kubectl get nodes
NAME          STATUS    ROLES          AGE    VERSION
bmm-gw        Ready    control-plane,etcd,master  512d   v1.27.3+rke2r1
dummy         Ready    control-plane,etcd,master  176d   v1.27.3+rke2r1
haims2        Ready    control-plane,etcd,master  512d   v1.27.3+rke2r1
roadnet       Ready    <none>         176d   v1.27.3+rke2r1
tanawat@bmm-gw:~$ kubectl get services -n assets
NAME          TYPE          CLUSTER-IP    EXTERNAL-IP    PORT(S)    AGE
api           ClusterIP     10.43.130.254 <none>         8080/TCP   500d
gdal          ClusterIP     10.43.241.74  <none>         9999/TCP   505d
geoserver     ClusterIP     None          <none>         8080/TCP   495d
jasper        ClusterIP     None          <none>         8080/TCP   209d
nginx         ClusterIP     10.43.166.72  <none>         80/TCP     495d
pgadmin       ClusterIP     10.43.37.78   <none>         80/TCP     391d
postgres      ClusterIP     10.43.156.207 <none>         5432/TCP   500d
postgres-rmms ClusterIP     None          <none>         5432/TCP   322d
redis         ClusterIP     None          <none>         6379/TCP   511d
rmms          ClusterIP     10.43.9.13    <none>         80/TCP     489d
sync          ClusterIP     None          <none>         873/TCP    512d
tanawat@bmm-gw:~$ kubectl get pods -n assets
NAME          READY   STATUS    RESTARTS   AGE
api-6cc7cd6b86-dsqlj  1/1    Running   0           13d
cron-5cf9f49f-94xfs   1/1    Running   0           13d
gdal-677b477cb6-ws2xz 1/1    Running   3           309d
geoserver-96d44fcc7-4xx7j 1/1    Running   92 (59m ago) 162d
jasper-5d559fbbd6-s8sz4 1/1    Running   13 (42d ago) 142d
nginx-7c778f9b8-gqjq2  1/1    Running   0           156d
pgadmin-dc944889c-99nch 1/1    Running   3 (25h ago)  94d
redis-5d89d4c5c4-wjvhs 1/1    Running   3 (176d ago) 309d
rmms-6d885478-7pccn    1/1    Running   0           165m
sync-7655d5549f-whnt2  1/1    Running   3 (176d ago) 309d
```

รูปที่ 9 ตัวอย่างผลลัพธ์การตรวจสอบการทำงานของ Kubernetes ด้วยคำสั่ง kubectl

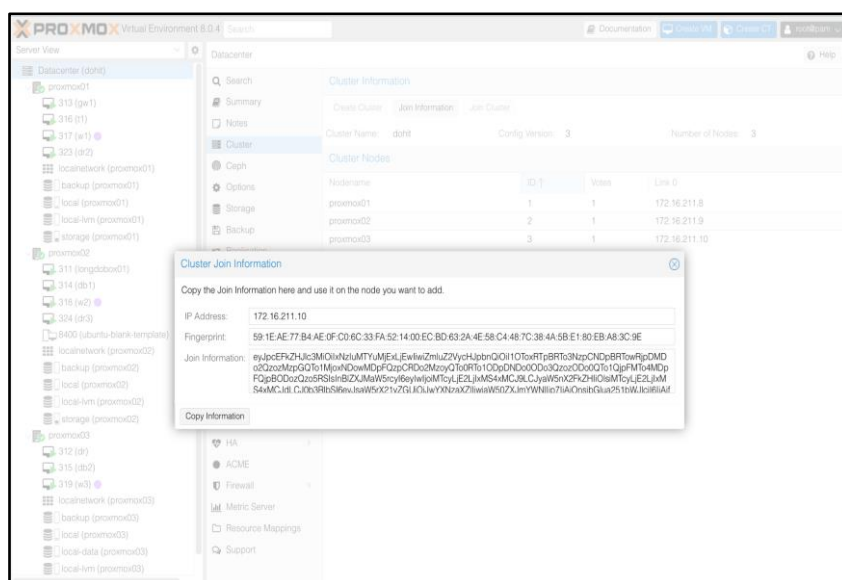


3. การสำรองและกู้คืนระบบ พร้อมฐานข้อมูล

3.1 ระดับเครื่องให้บริการ (Physical Server)

ในระดับเครื่องให้บริการ ด้วยสถาปัตยกรรมแบบ Virtual Environment โดยใช้ซอฟต์แวร์ Proxmox, ระบบ RAMS มีการทำงานเป็น Cluster โดยประกอบด้วยเครื่องให้บริการจำนวน 2 เครื่องที่สามารถย้าย VM ข้ามเครื่องได้หากต้องการปิดเพื่อซ่อมบำรุง

แต่หากเครื่องให้บริการเสียหายในระดับที่ไม่สามารถกลับมาทำงานได้สามารถจัดหาเครื่องใหม่ ที่มีประสิทธิภาพและทรัพยากรใกล้เคียงกันเข้ามาแทน โดยจะต้องติดตั้งซอฟต์แวร์ Proxmox ตั้งค่าให้ Join ไปยังระบบ Cluster เดิมที่มีอยู่ โดยรายละเอียดการ Join จะอยู่ใน Tab Cluster และกดปุ่ม Join Information ตัวอย่างดังรูปที่ 10



รูปที่ 10 ตัวอย่างการตั้งค่าเครื่องทดแทนเมื่อเครื่องให้บริการ 1 เครื่องเสียหาย

3.2 ระดับเครื่องให้บริการเสมือน (Virtual Machine)

Name	Private IP	Public IP	Domain	Type	Software	CPU	RAM (GB)	HDD (GB)	SSD (GB)
Assets									
roadasset1	172.16.1.154	-	-	Physical	Proxmox	Xeon4314 2x32	64	3x2400 RAID1+spare	4x960 RAID6
dummy	172.16.1.159	-	-	VM	K8S		4	4	50
roadasset2	172.16.1.146	-	-	Physical	Proxmox	Xeon4314 2x32	64	2x2400 RAID1 6x2400 RAID6	-
bmm-gw	172.16.1.149	103.215.233.32	assets.doh.go.th assets-ws.doh.go.th rmms.doh.go.th roadnet3.doh.go.th roadnet3-tableau.doh.go.th	VM	K8S		32	24	50+1000
roadasset-db	172.16.1.152	-	-	VM	Postgres		16	16	50+1000
roadasset-bi	172.16.1.169	103.215.233.70	assets-bi.doh.go.th	VM	Windows		16	16	256

รูปที่ 11 แผนภาพสถาปัตยกรรมระบบ RAMS (Production)



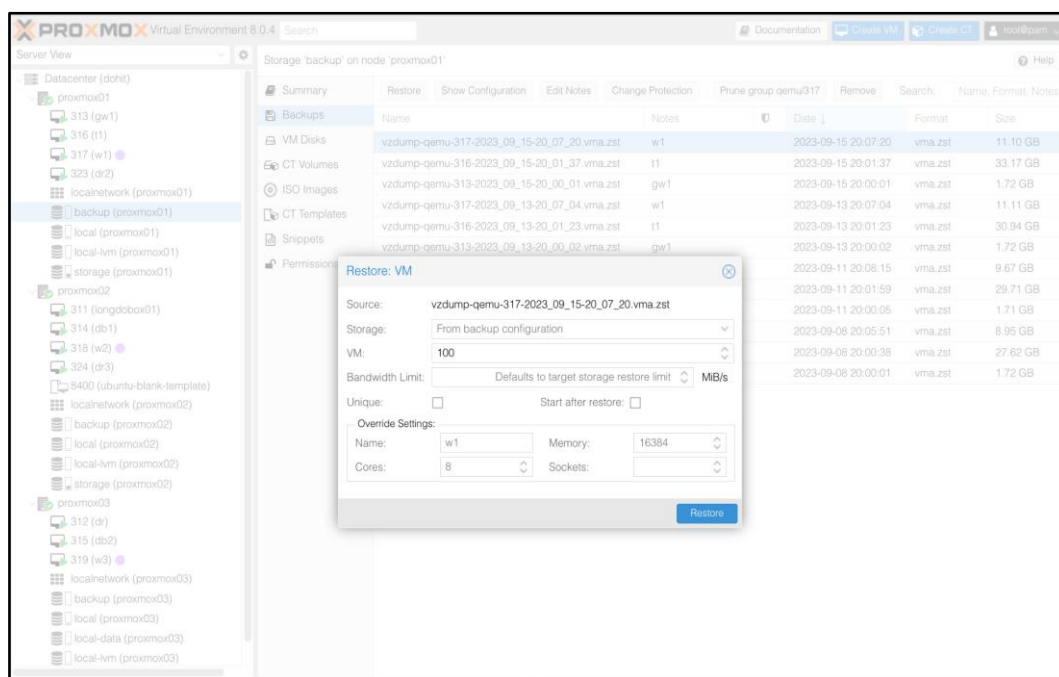
คู่มือการ Backup และ Install ทั้งในส่วนฐานข้อมูลและระบบสารสนเทศ
ระบบบริหารจัดการทรัพย์สินทางหลวง และระบบติดตามการบริหารงานบำรุงปกติ
โครงการสำรวจและจัดทำระบบบริหารจัดการข้อมูลทรัพย์สินทางหลวงอย่างบูรณาการ

ในกรณีที่เกิดความเสียหายในระดับ VM, ระบบ RAMS มีการสำรองข้อมูลระดับ VM โดยแต่ละเครื่องให้บริการ จะมีการสำรองข้อมูล VM ที่ทำงานอยู่บนเครื่อง ลงไปยัง Internal HDD Storage ในเครื่องของตัว โดยมีการตั้งกำหนดเวลาในการสำรองข้อมูลวันละครั้งตามในภาพ ดังรูปที่ 12

Enabled	Node	Schedule	Next Run	Storage	Co...	Retention	Selection
✓	proxmox01	mon,wed,fri 20:00	2023-09-15 20:00:00	backup		Fallback from ...	313,316,317
✓	proxmox02	tue,thu,sat 20:00	2023-09-14 20:00:00	backup		Fallback from ...	311,314,318
✓	proxmox03	mon,wed,fri 01:00	2023-09-15 01:00:00	backup		Fallback from ...	312,315,319

รูปที่ 12 ตัวอย่างการตั้งกำหนดเวลาในการสำรองข้อมูลระดับ VM

ผลลัพธ์การ Backup แต่ละ VM จะได้เป็น Image files ที่สามารถกดดูได้จาก Tab Backup ของแต่ละ VM โดยหากต้องการกู้ข้อมูล หรือ Restore สามารถทำได้ โดยกดปุ่ม Restore และป้อนรายละเอียด VM ใหม่ ที่จะให้ระบบสร้างขึ้นโดยนำเนื้อหาจาก Backup file ดังกล่าวนั้น ดังรูปที่ 13



รูปที่ 13 ตัวอย่างการ Restore VM จาก Backup



3.3 ระดับฐานข้อมูล (PostgreSQL)

ระบบ RAMS มีการสำรองข้อมูลในฐานข้อมูลบนเครื่อง VM ตามกำหนดการดังต่อไปนี้

- จะมีการสำเนาฐานข้อมูลของระบบในส่วนของข้อมูลที่เกิดขึ้นในระบบเองทุกวัน เวลา 23:00 ได้แก่ฐานข้อมูลดังต่อไปนี้
 - doh_asset
 - doh_rmms
 - bitnami_jasperreports

ระบบสำรองข้อมูลทำงานบนเครื่อง VM roadasset-db ที่ path /data/postgresql-backup โดยจะถูกเรียกจาก crontab ของผู้ใช้ postgres ตามภาพเนื้อหา crontab ของผู้ใช้ postgres ดังต่อไปนี้ โดยจะเห็นว่ามีคำสั่งให้ทำการสำรองข้อมูลรายวัน (เวลา 23:00)

```
0 23 * * * /data/postgresql-backup/dobackup.sh > /data/postgresql-backup/lastbackup.log 2>&1 &
```

รูปที่ 14 ตัวอย่างแสดงการตั้งค่า crontab สำหรับสำรองข้อมูล

ผลลัพธ์ไฟล์ที่เกิดจากการสำรองข้อมูลจะเป็นไฟล์ในรูปแบบ PostgreSQL dump files วางไว้ที่ /data/postgresql-backup ตามตัวอย่างดังรูปที่ 15

```
root@roadasset-db:/data/postgresql-backup# ls -alh *.backup
-rw-rw-r-- 1 postgres postgres 8.1M ม.ค. 12 23:00 bitnami_jasperreports-Fri.backup
-rw-rw-r-- 1 postgres postgres 8.2M ม.ค. 15 23:00 bitnami_jasperreports-Mon.backup
-rw-rw-r-- 1 postgres postgres 8.1M ม.ค. 13 23:00 bitnami_jasperreports-Sat.backup
-rw-rw-r-- 1 postgres postgres 8.1M ม.ค. 14 23:00 bitnami_jasperreports-Sun.backup
-rw-rw-r-- 1 postgres postgres 8.1M ม.ค. 11 23:00 bitnami_jasperreports-Thu.backup
-rw-rw-r-- 1 postgres postgres 8.2M ม.ค. 16 23:00 bitnami_jasperreports-Tue.backup
-rw-rw-r-- 1 postgres postgres 8.2M ม.ค. 17 23:00 bitnami_jasperreports-Wed.backup
-rw-rw-r-- 1 postgres postgres 4.8G ม.ค. 12 23:13 doh_asset-Fri.backup
-rw-rw-r-- 1 postgres postgres 4.8G ม.ค. 15 23:13 doh_asset-Mon.backup
-rw-rw-r-- 1 postgres postgres 4.8G ม.ค. 13 23:13 doh_asset-Sat.backup
-rw-rw-r-- 1 postgres postgres 4.8G ม.ค. 14 23:13 doh_asset-Sun.backup
-rw-rw-r-- 1 postgres postgres 4.7G ม.ค. 11 23:13 doh_asset-Thu.backup
-rw-rw-r-- 1 postgres postgres 4.8G ม.ค. 16 23:13 doh_asset-Tue.backup
-rw-rw-r-- 1 postgres postgres 4.8G ม.ค. 17 23:13 doh_asset-Wed.backup
-rw-rw-r-- 1 postgres postgres 71M ม.ค. 12 23:00 doh_rmms-Fri.backup
-rw-rw-r-- 1 postgres postgres 80M ม.ค. 15 23:00 doh_rmms-Mon.backup
-rw-rw-r-- 1 postgres postgres 73M ม.ค. 13 23:00 doh_rmms-Sat.backup
-rw-rw-r-- 1 postgres postgres 73M ม.ค. 14 23:00 doh_rmms-Sun.backup
-rw-rw-r-- 1 postgres postgres 65M ม.ค. 11 23:00 doh_rmms-Thu.backup
-rw-rw-r-- 1 postgres postgres 91M ม.ค. 16 23:00 doh_rmms-Tue.backup
-rw-rw-r-- 1 postgres postgres 99M ม.ค. 17 23:00 doh_rmms-Wed.backup
```

รูปที่ 15 ผลลัพธ์ไฟล์ PostgreSQL dump ที่เกิดจากการสำรองข้อมูล



หากมีความจำเป็นต้องกู้คืนข้อมูลจาก dump file เหล่านี้ สามารถทำได้โดยใช้คำสั่ง restore ตามตัวอย่างดังต่อไปนี้

```
pg_restore -d <ชื่อฐานข้อมูลใหม่> -1 filename.backup
```

```
เช่น pg_restore -d doh_asset_last_wed -1 doh_asset-Wed.backup
```

จะเป็นการสร้างฐานข้อมูลใหม่ชื่อ doh_asset_last_wed ขึ้นมาจาก dump file doh_asset-Wed.backup โดยให้ทำงานเป็น single transaction (option -1) เพื่อให้เห็นข้อผิดพลาดในการกู้ข้อมูล ถ้ามี โดยรายละเอียดเพิ่มเติมสามารถดูได้จาก man page ของคำสั่ง pg_restore โดยโปรแกรม dobackup.sh ที่ใช้ในการ backup เป็นภาษา UNIX shell script มีเนื้อหาดังต่อไปนี้

```
root@roadasset-db:/data/postgresql-backup# cat dobackup.sh
#!/bin/bash

cd /data/postgresql-backup
export DAY=`LC_ALL=C /bin/date +%a`

function d96 {
  /usr/lib/postgresql/9.6/bin/pg_dump -f $1-$DAY.backup -F c -p 5432 $1
}

function d14 {
  /usr/lib/postgresql/14/bin/pg_dump -f $1-$DAY.backup -F c -p 5433 $1
}

d96 doh_rmms
d14 bitnami_jasperreports
d14 doh_asset
```

รูปที่ 16 รายละเอียดเนื้อหาโปรแกรม dobackup.sh



4. การติดตั้งระบบ พร้อมฐานข้อมูล

4.1 การติดตั้งระบบ

ระบบ RAMS ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ หลายส่วนการติดตั้งจำเป็นต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญ ในด้านที่เกี่ยวข้อง โดยทางที่ปรึกษาฯ ได้บันทึกรายละเอียดการติดตั้งและตั้งค่าทั้งหมด ของระบบ RAMS เก็บไว้ใน Git Repository เรียบร้อยแล้ว เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องสามารถ ดูรายละเอียดจากไฟล์ต่าง ๆ ใน Repository ได้ ตามตัวอย่างดังรูปที่ 17

Name	Last commit	Last update
..		
Oinit.sh	Update script	5 months ago
Oservice.yaml	Add service	10 months ago
api.yaml	Update script	5 months ago
cron.yaml	Format	2 months ago
gdaL.yaml	Format	2 months ago
geoserver.yaml	Fix geoserver	1 year ago
jasper.yaml	Fix JAVA_OPTS	4 months ago
nginx.yaml	Update script	5 months ago
pgadmin.yaml	Update script	5 months ago

รูปที่ 17 ภาพตัวอย่าง Git Repository /doh/config/assets

โดยมีรายละเอียดโดยสรุปดังนี้

- การติดตั้งระบบปฏิบัติการ ติดตั้งซอฟต์แวร์ Proxmox โดยวิธีมาตรฐานทั่วไป โดยรายละเอียดเพิ่มเติมสามารถดูได้จาก <https://www.proxmox.com>
- การติดตั้งระบบ Kubernetes ติดตั้งซอฟต์แวร์ Kubernetes โดยในระบบ RAMS เลือกใช้ซอฟต์แวร์ RKE2 และติดตั้งโดยวิธีมาตรฐานทั่วไป โดยรายละเอียดเพิ่มเติมสามารถดูได้จาก <https://docs.rke2.io/>



การติดตั้งระบบฐานข้อมูล โดยมีรายละเอียดโดยสรุปดังนี้

- การติดตั้งระบบฐานข้อมูล ใช้ซอฟต์แวร์ระบบฐานข้อมูล PostgreSQL รุ่น 14.10
- การปรับจูน PostgreSQL สำหรับระบบ RAMS มีการเพิ่มการตั้งค่าเหล่านี้ใน /etc/postgresql/14/main/postgresql.conf เพื่อให้ทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ

```
# DB Version: 14
# OS Type: linux
# DB Type: web
# Total Memory (RAM): 8 GB
# CPUs num: 8
# Connections num: 500
# Data Storage: hdd
max_connections = 500
shared_buffers = 2GB
effective_cache_size = 6GB
maintenance_work_mem = 512MB
checkpoint_completion_target = 0.9
wal_buffers = 16MB
default_statistics_target = 100
random_page_cost = 4
effective_io_concurrency = 2
work_mem = 1MB
min_wal_size = 1GB
max_wal_size = 4GB
max_worker_processes = 8
max_parallel_workers_per_gather = 4
max_parallel_workers = 8
max_parallel_maintenance_workers = 4
idle_session_timeout = 10800000
```





4.2 การติดตั้งระบบปฏิบัติการ

PROXMOX คือ ระบบปฏิบัติการ (OS) สำหรับจัดการ Virtual Machine (VM) ในระดับ Bare Metal คล้าย ๆ กับ Microsoft Hyper-V, VMware Esxi, XCP-NG (Xen Server)

ข้อดี PROXMOX

- ใช้ Debian เป็น OS หลัก ซึ่งเป็น Linux มีความ Stable สูง , รองรับ Driver Hardware ที่หลากหลาย และพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ทำให้ PROXMOX เป็นระบบจัดการ VM ที่มีความ Stable สูง
- ใช้ Kernel-based Virtual Machine (KVM) เป็นระบบ Virtualization ที่ลงลึกระดับ ฮาร์ดแวร์ Bare Metal (ไม่ใช่ Virtualization ที่รันอยู่บน OS อีก Layer ตัวอย่างเช่น VirtualBox) ทำให้ PROXMOX ดึงประสิทธิภาพ Hardware Virtualization ได้มากที่สุด
- รองรับ Virtualization แบบ KVM และแบบ Containers (LXC)
- ระบบจัดการผ่านหน้า Web UI ทำให้ควบคุมได้ง่าย
- กำหนด Users / Permissions ได้หลายระดับ
- มี Firewall ในตัว
- มีระบบ Backup ในตัว
- สามารถทำ Snapshot ได้โดยไม่จำเป็นต้อง Shutdown VM ก่อน Backup
- รองรับ Storage ที่หลากหลาย (รองรับมากที่สุดในกลุ่ม Virtualization ด้วยกัน)
- รองรับ VirtIO
- รองรับ Monitoring
- รองรับ ZFS
- รองรับ Bridge / NAT
- รองรับ Ceph (กรณีทำ Cluster)
- รองรับ Migration (กรณีทำ Cluster)
- รองรับ Replication (กรณีทำ Cluster)
- รองรับ High Availability (กรณีทำ Cluster)
- Feature ที่พัฒนา เปิดให้เราใช้ได้หมด
- เป็น Opensource ใช้ฟรีงาน อัปเดตฟรี ตลอดไป





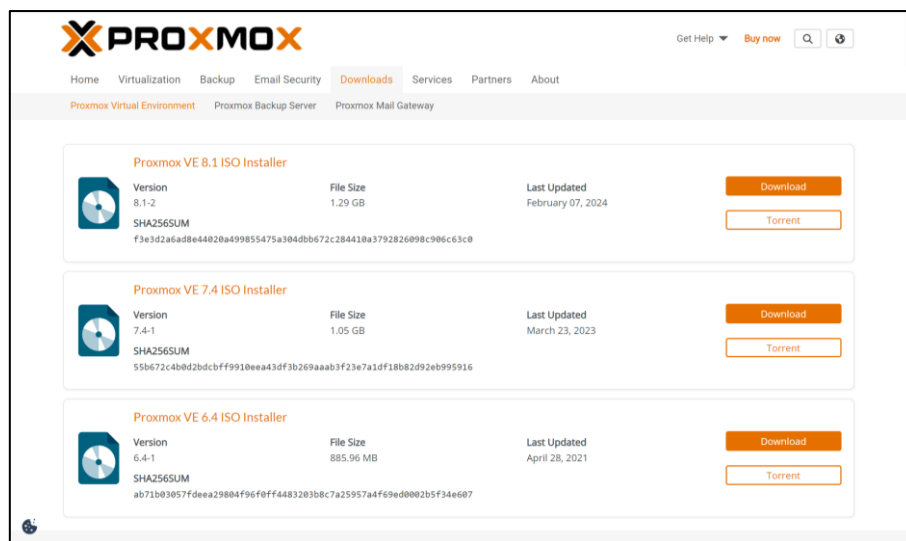
ข้อเสีย PROXMOX

- จะต้องใช้ RAM ไว้ให้ Proxmox อย่างน้อย 4-8GB
- ในบาง error อาจจะต้องใช้ความรู้เบื้องต้น Linux ในการแก้ไขปัญหา
- บาง Feature ไม่สามารถทำผ่านหน้า Web UI ได้โดยตรง ต้องทำผ่าน Client เช่น การ Attach Disk เข้า VM หรือการจัดการ Cluster ระดับสูง

ขั้นตอนการติดตั้ง Proxmox สามารถดำเนินการได้ดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 สร้างสื่อการติดตั้ง Proxmox USB

- 1) ทำการ Download File Proxmox ISO Installer สำหรับติดตั้งผ่าน (<https://www.proxmox.com/en/downloads/proxmox-virtual-environment/iso>) และทำการ Download แนะนำให้อ่านหน้าดาวน์โหลด Proxmox ที่ได้รับอนุญาต และระบุเวอร์ชันที่เหมาะสมของ Proxmox ที่ปรับแต่งสำหรับ Intel NUC หรือคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลมาตรฐาน x86

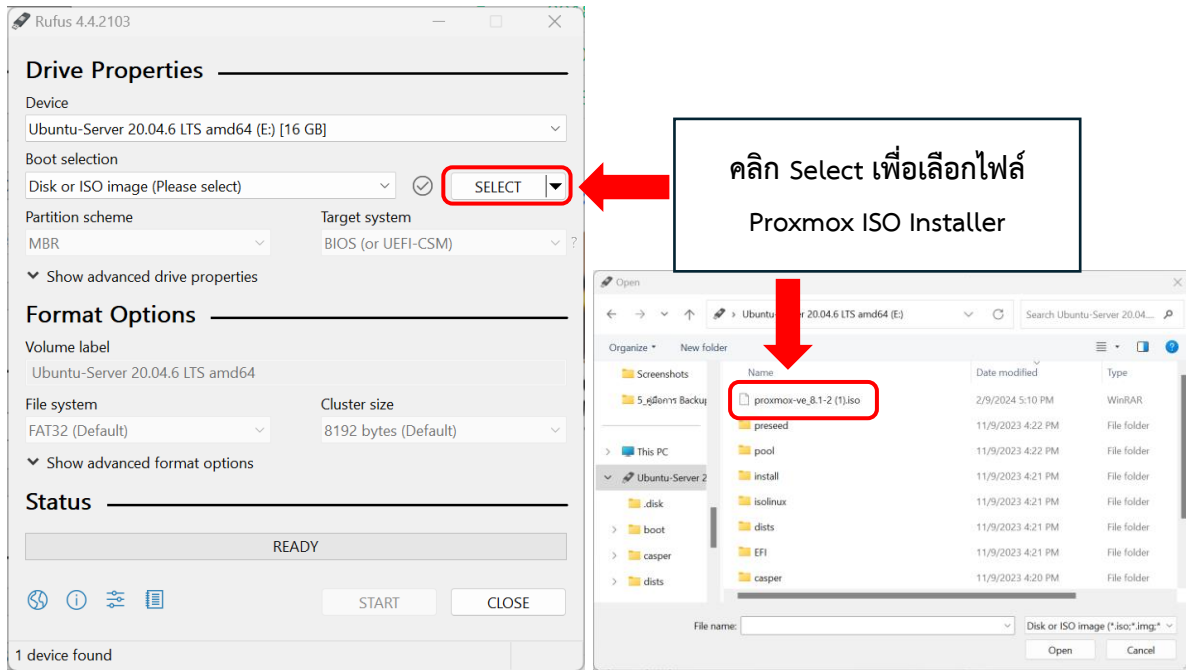


รูปที่ 18 หน้า Download File Proxmox ISO Installer

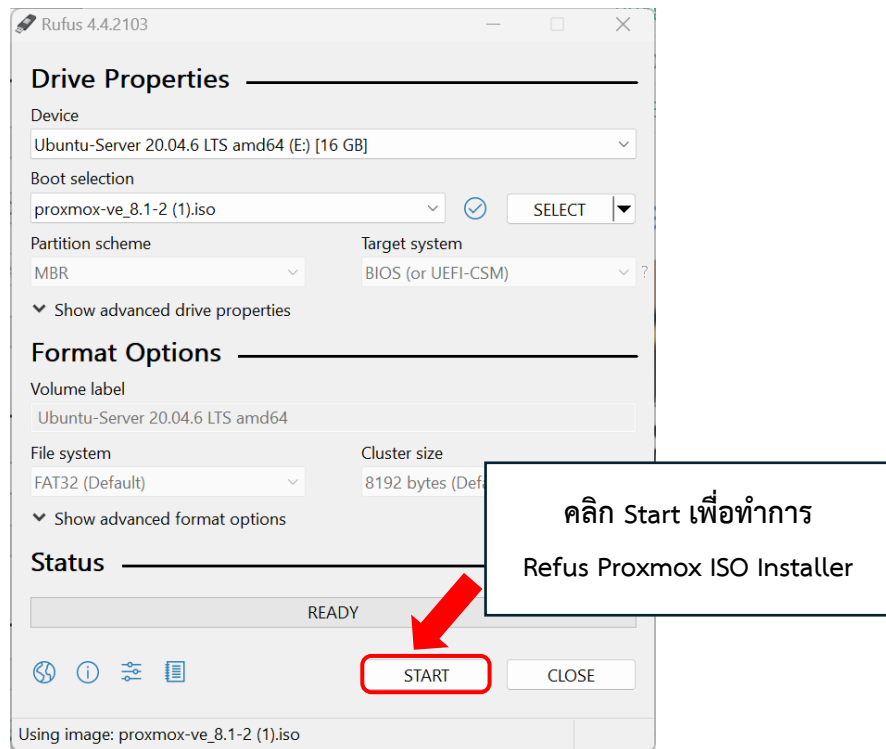
- 2) ทำการ Download โปรแกรม สำหรับสร้างแผ่น Boot จาก USB (<https://rufus.ie>) และทำการติดตั้งบน Computer ของคุณ
- 3) เมื่อ Download แล้วทำการ Rufus ลงบน USB Drive ขนาดไม่ต่ำกว่า 8 GB เลือก file Boot Selection เป็น Proxmox ISO Installer ที่ทำการ Download ในข้อ 1) สำหรับติดตั้งติดตั้งและกดปุ่ม Start



คู่มือการ Backup และ Install ทั้งในส่วนฐานข้อมูลและระบบสารสนเทศ
ระบบบริหารจัดการทรัพย์สินทางหลวง และระบบติดตามการบริหารงานบำรุงปกติ
โครงการสำรวจและจัดทำระบบบริหารจัดการข้อมูลทรัพย์สินทางหลวงอย่างบูรณาการ



รูปที่ 19 เลือก Files Boot Selection เป็น Proxmox ISO Installer



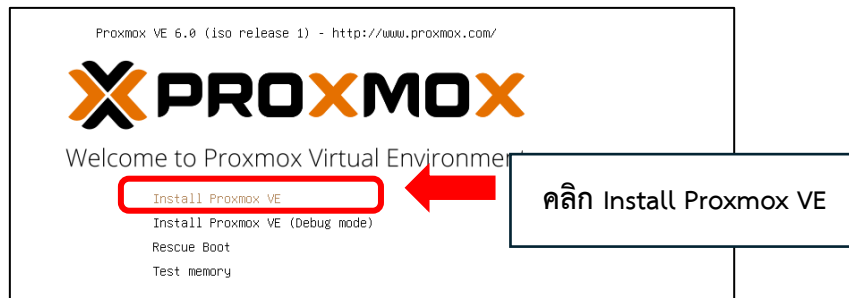
รูปที่ 20 การ Start Refus Proxmox ISO Installer



คู่มือการ Backup และ Install ทั้งในส่วนฐานข้อมูลและระบบสารสนเทศ
ระบบบริหารจัดการทรัพย์สินทางหลวง และระบบติดตามการบริหารงานบำรุงปกติ
โครงการสำรวจและจัดทำระบบบริหารจัดการข้อมูลทรัพย์สินทางหลวงอย่างบูรณาการ

ขั้นตอนที่ 2 ติดตั้ง Proxmox

- 1) เมื่อได้ USB สำหรับติดตั้ง Proxmox แล้วสามารถใช้ USB นี้ในการติดตั้ง Proxmox บน Server โดยระบบจะ Popup หน้าต่าง Install อัตโนมัติ
- 2) เลือก Install Proxmox VE (สำหรับในกรณีไม่มีเม้าส์มีแต่คีย์บอร์ด สามารถกด ALT ตามด้วยตัวอักษรที่ถูกขีดเส้นใต้ในข้อความของปุ่มที่ต้องการกด เช่น ALT+N สำหรับการกด Next หรือสามารถกด CTRL+ Tab สำหรับการกด Tab แบบปกติ



รูปที่ 21 การทำ Rufus ลงบน USB Drive

- 3) จากนั้นก็จะเจอหน้าต่างอ่านข้อตกลงสิทธิการใช้งานของผู้ใช้งาน ซึ่งเราสามารถอ่านก็ได้หรือไม่อ่านก็ได้ ถ้าดูจนพอใจแล้วก็ให้กด I agree เพื่อยอมรับข้อตกลงนี้



รูปที่ 22 ข้อตกลงในการใช้ Proxmox



4) เลือก Hard disk/ USB Drive ที่ต้องการติดตั้ง

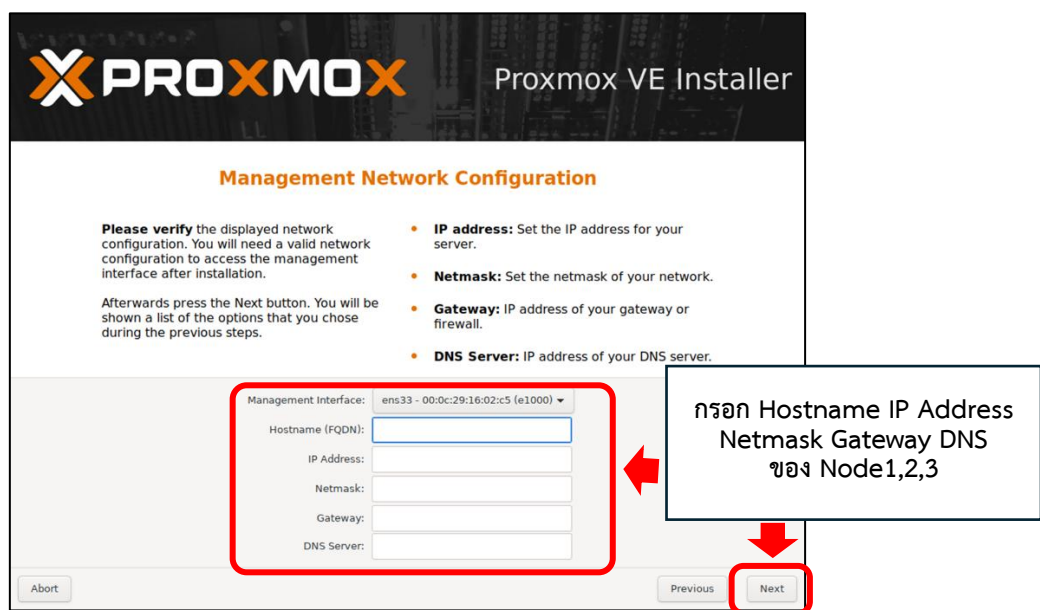


รูปที่ 23 เลือก Hard disk/USB Drive ที่ต้องการติดตั้ง Proxmox

5) เลือก Location ที่ติดตั้ง

6) กรอกรหัสผ่านและ Email

7) เลือก Network Card ที่ต้องการและใส่ Hostname IP Address Netmask Gateway DNS ของ Node 1,2,3

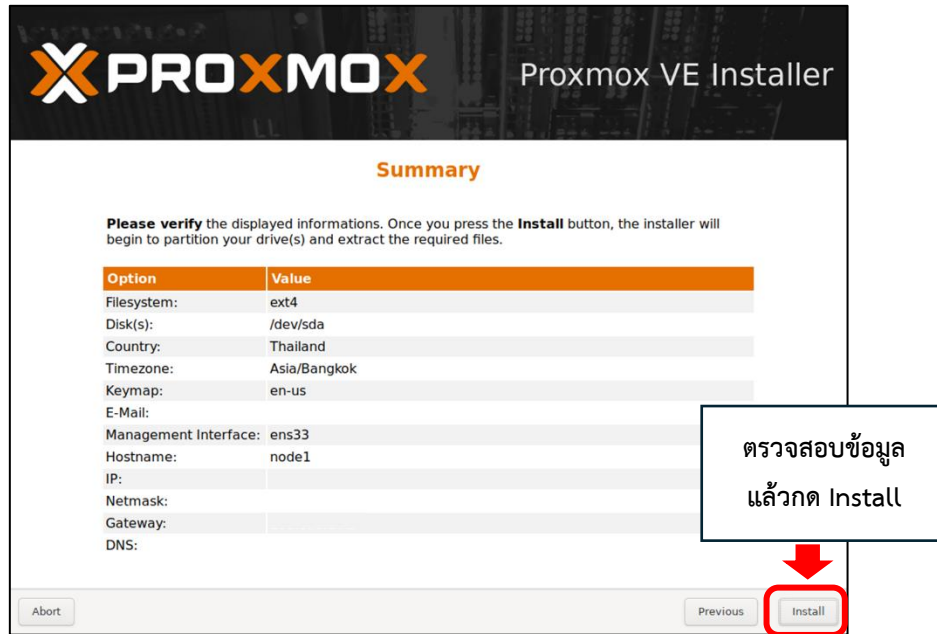


รูปที่ 24 การระบุ Hostname IP Address Netmask Gateway DNS ของ Proxmox



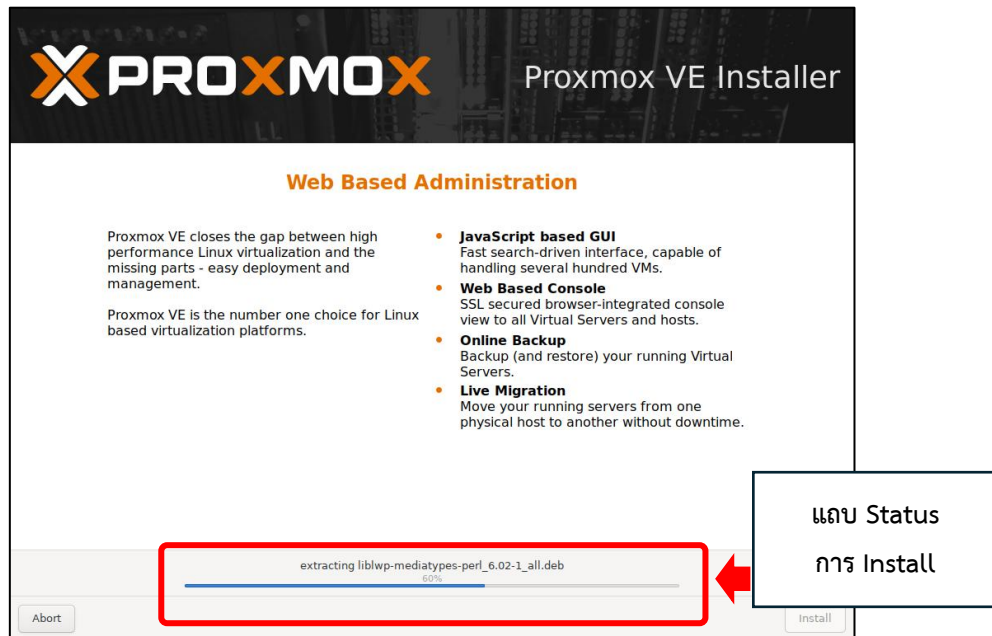
คู่มือการ Backup และ Install ทั้งในส่วนฐานข้อมูลและระบบสารสนเทศ
ระบบบริหารจัดการทรัพย์สินทางหลวง และระบบติดตามการบริหารงานบำรุงปกติ
โครงการสำรวจและจัดทำระบบบริหารจัดการข้อมูลทรัพย์สินทางหลวงอย่างบูรณาการ

8) เมื่อ Setting Hostname IP Address Netmask Gateway DNS ของ Node 1,2,3 ครบทั้ง 3 nodes แล้วทำการกด Install



รูปที่ 25 การระบุ Hostname IP Address Netmask Gateway DNS ของ Proxmox

9) ระบบจะทำการติดตั้ง Proxmox โดยแสดงสถานะที่ติดตั้ง

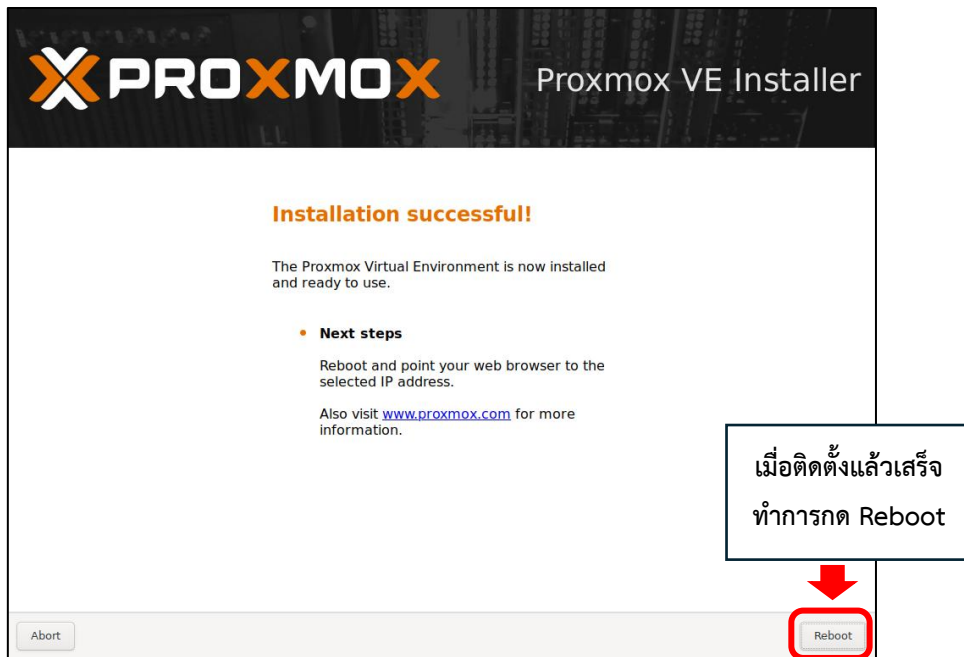


รูปที่ 26 สถานการณ์ติดตั้ง Proxmox



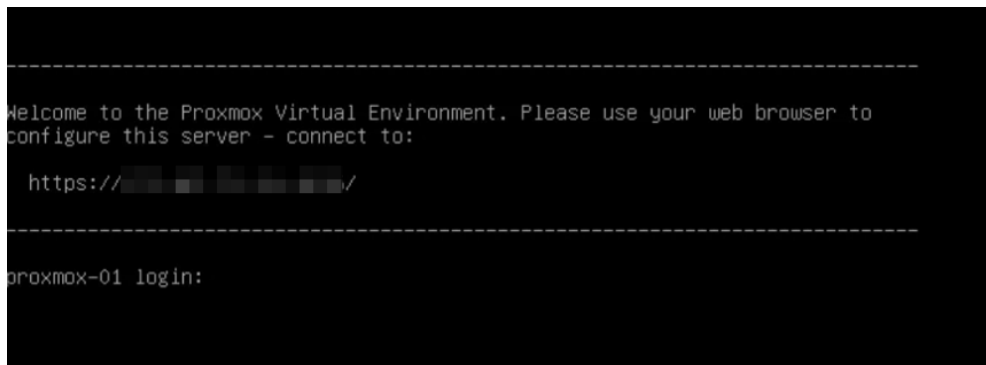


10) เมื่อติดตั้งแล้วเสร็จให้ทำการคลิกที่ Reboot



รูปที่ 27 หน้าต่างแสดงการติดตั้ง Proxmox แล้วเสร็จ

11) เมื่อ Reboot เสร็จจะขึ้นหน้าจอตามด้านล่างนี้ ก็แสดงว่าสามารถเริ่มใช้งาน
ได้โดยวิธีข้างต้นสามารถใช้ได้กับไฟล์ Image ที่ Backup ของ Proxmox



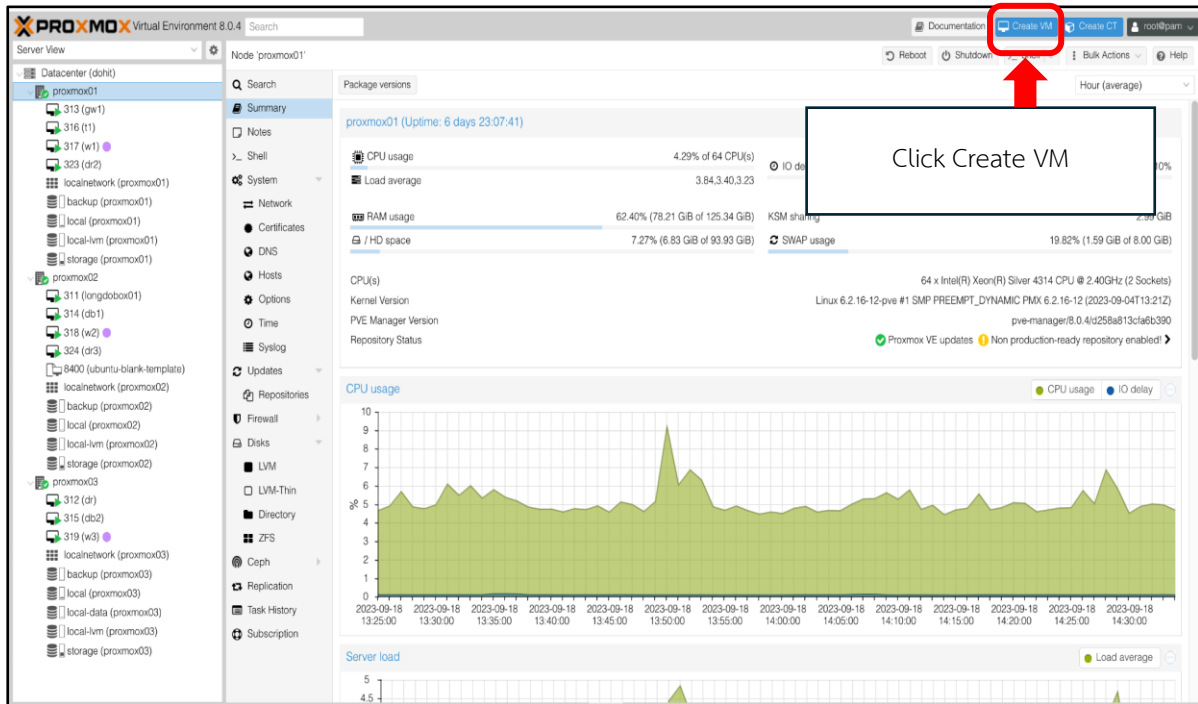
รูปที่ 28 หน้าต่างแสดงเมื่อพร้อมใช้งาน Proxmox

ขั้นตอนที่ 3 การสร้าง VM บน Proxmox

- 1) คุณสามารถดาวน์โหลดและจัดเก็บไฟล์ ISO/IMG ของระบบปฏิบัติการได้ที่ตำแหน่งนี้ สำหรับการตั้งค่าและติดตั้ง VM ใน Proxmox โดยการ Download ไฟล์ iso ของระบบปฏิบัติการ เช่น Ubuntu และจัดเก็บบน USB Drive
- 2) คลิกที่ create VM บริเวณมุมขวาบนของหน้าจอระบบจะแสดงหน้า
การสร้าง VM

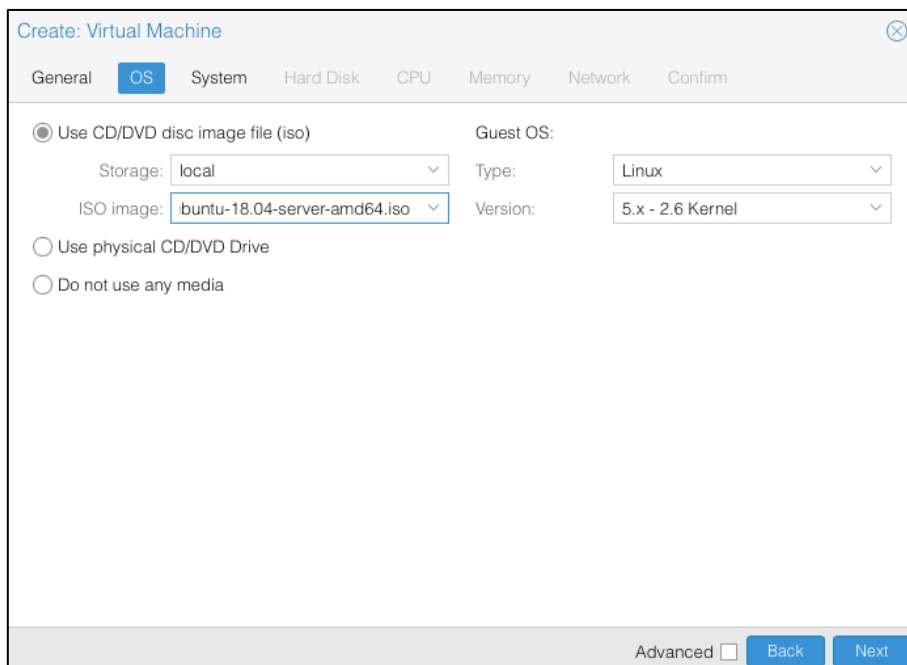


คู่มือการ Backup และ Install ทั้งในส่วนฐานข้อมูลและระบบสารสนเทศ
ระบบบริหารจัดการทรัพย์สินทางหลวง และระบบติดตามการบริหารงานบำรุงปกติ
โครงการสำรวจและจัดทำระบบบริหารจัดการข้อมูลทรัพย์สินทางหลวงอย่างบูรณาการ



รูปที่ 29 create VM บน Proxmox

- 3) เมื่อระบบแสดงหน้าจอ Create Virtual Machine ทำการตั้งชื่อ VM
ในแถบ General

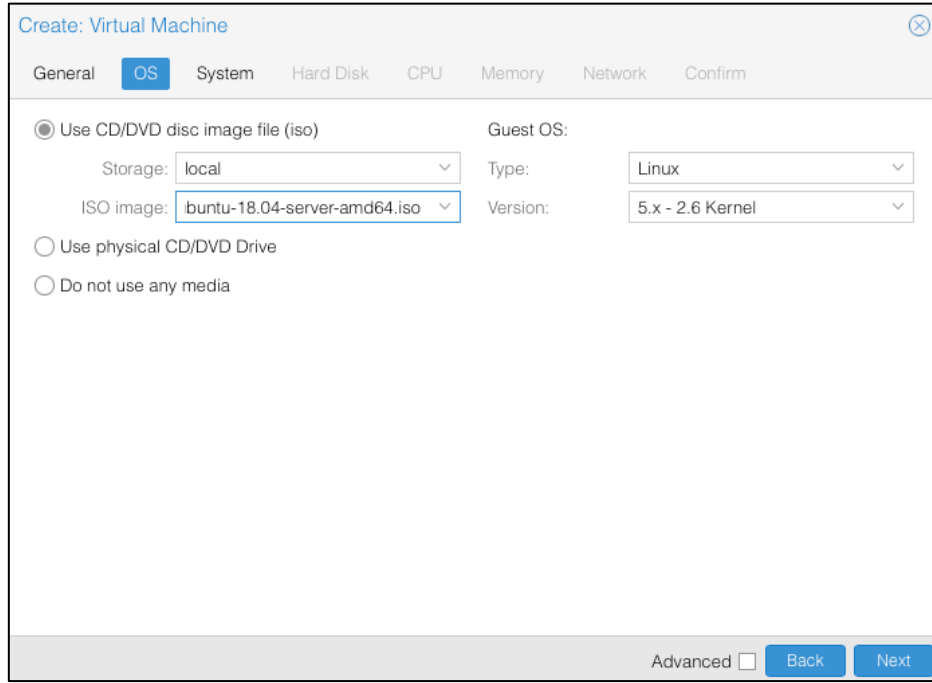


รูปที่ 30 create VM บน Proxmox



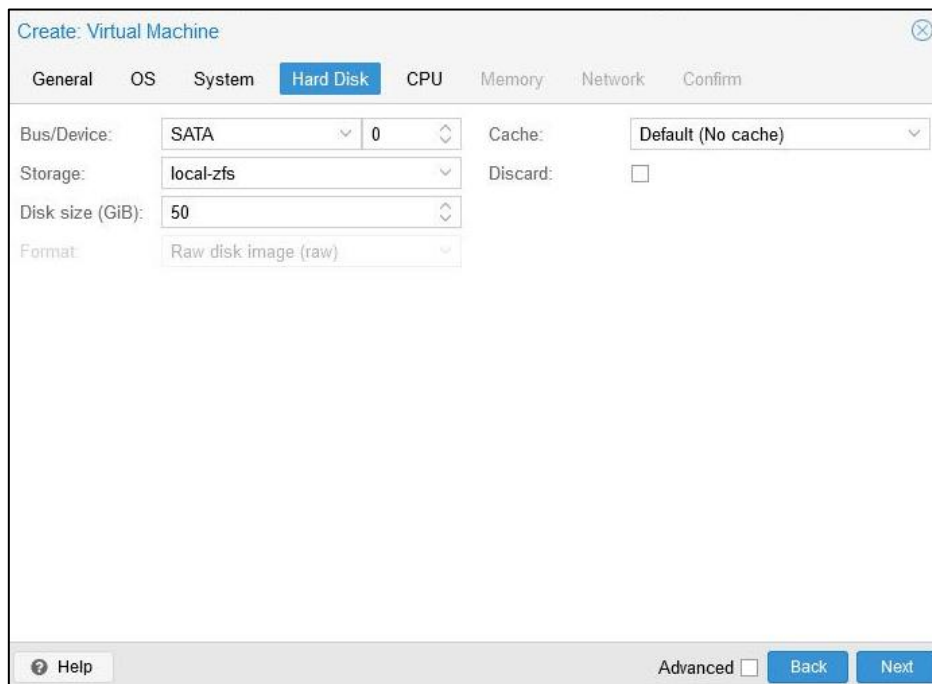
คู่มือการ Backup และ Install ทั้งในส่วนฐานข้อมูลและระบบสารสนเทศ
ระบบบริหารจัดการทรัพย์สินทางหลวง และระบบติดตามการบริหารงานบำรุงปกติ
โครงการสำรวจและจัดทำระบบบริหารจัดการข้อมูลทรัพย์สินทางหลวงอย่างบูรณาการ

- เลือกแถบ OS กำหนดค่าโดยในที่นี้จะทำการติดตั้งระบบปฏิบัติการ Ubuntu
- กำหนดค่า System เป็น Default



รูปที่ 31 กำหนดค่า System

- กำหนดพื้นที่ที่ต้องการในแถบ Hard Disk ที่ต้องการ



รูปที่ 32 กำหนดพื้นที่ที่ต้องการในแถบ Hard Disk





7) กำหนดค่า Memory หรือ RAM ที่ต้องการใช้งาน

The screenshot shows the 'Memory' configuration step in the 'Create: Virtual Machine' wizard. The 'Memory (MiB)' field is set to 8000. The 'Advanced' checkbox is unchecked. The 'Back' and 'Next' buttons are visible at the bottom right.

รูปที่ 33 กำหนดค่า Memory หรือ RAM ที่ต้องการใช้งาน

8) กำหนด Network Card (NIC) ให้ VM

The screenshot shows the 'Network' configuration step in the 'Create: Virtual Machine' wizard. The 'Bridge' is set to vubr0, 'Model' is Intel E1000, 'VLAN Tag' is no VLAN, and 'Firewall' is checked. The 'Advanced' checkbox is unchecked. The 'Back' and 'Next' buttons are visible at the bottom right.

รูปที่ 34 กำหนด Network Card (NIC) ให้ VM



- 9) ตรวจสอบข้อมูล คลิกที่ Check box “Start after create” และกด Finish

Key ↑	Value
cores	4
ide2	local:iso/Win10_2004_EnglishInternational_x64.iso,media=cdrom
memory	8000
name	win10
net0	e1000,bridge=vbr0,firewall=1
nodename	limitrack-server1
numa	0
ostype	win10
sata0	local-zfs:50
scsihw	virtio
sockets	1
vmid	100

Start after created

Advanced Back Finish

รูปที่ 35 หน้าจอคอนเฟิร์มการติดตั้ง VM บน Proxmox

ขั้นตอนที่ 4 การกำหนด Port (Port Forward) บน Proxmox สามารถทำได้โดยการเขียน

Script เพื่อทำการ Port Forward ไปที่ Console และ

```
etuto eno1
```

```
iface eno1 inet dhcp
```

```
auto eno2
```

```
iface eno2 inet manual
```

```
auto vbr0
```

```
iface vbr0 inet static
```

```
address 10.2.1.1/24
```

```
bridge-ports none
```

```
bridge-stp off
```

```
bridge-fd 0
```



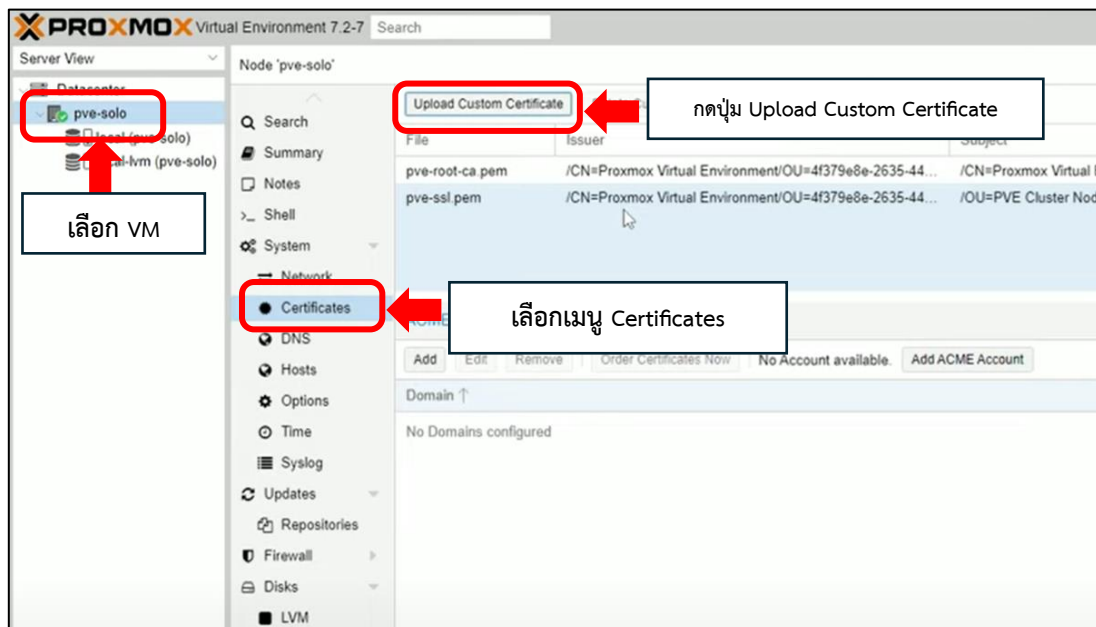


คู่มือการ Backup และ Install ทั้งในส่วนฐานข้อมูลและระบบสารสนเทศ
ระบบบริหารจัดการทรัพยากรพลังงาน และระบบติดตามการบริหารงานบำรุงปกติ
โครงการสำรวจและจัดทำระบบบริหารจัดการข้อมูลทรัพยากรพลังงานอย่างบูรณาการ

```
post-up echo 1 > /proc/sys/net/ipv4/ip_forward
post-up iptables -t nat -A POSTROUTING -s '10.2.1.0/24' -o eno1
-j MASQUERADE
post-down iptables -t nat -D POSTROUTING -s '10.2.1.0/24' -o eno1 -j
MASQUERADE
post-up iptables -t nat -A PREROUTING -i vmbr0 -p tcp --dport 2222 -j
DNAT --to 10.2.1.2:22
post-down iptables -t nat -D PREROUTING -i vmbr0 -p tcp --dport 2222 -j
DNAT --to 10.2.1.2:22
auto vmbr1
iface vmbr1 inet static
address 10.2.2.1/24
```

ขั้นตอนที่ 5 การติดตั้ง SSL/TLS Certificates บน Proxmox

- 1) คลิกที่ VM ที่ต้องการติดตั้ง
- 2) เลือกเมนู Certificates
- 3) กดปุ่ม Upload Custom Certificate



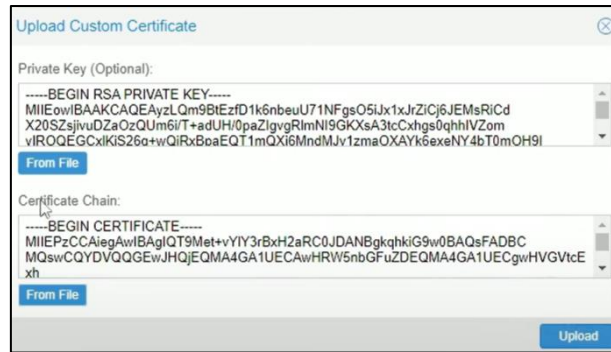
รูปที่ 36 หน้าจอสำหรับติดตั้ง Certificates

- 4) เมื่อแสดงหน้าต่าง Upload Custom Certificate สามารถกรอก Private Key/ Certificate chain หรือทำการ Update จากไฟล์ CA ได้



คู่มือการ Backup และ Install ทั้งในส่วนฐานข้อมูลและระบบสารสนเทศ
ระบบบริหารจัดการทรัพย์สินทางหลวง และระบบติดตามการบริหารงานบำรุงปกติ
โครงการสำรวจและจัดทำระบบบริหารจัดการข้อมูลทรัพย์สินทางหลวงอย่างบูรณาการ

5) เมื่อเรียบร้อยแล้วกดปุ่ม Upload

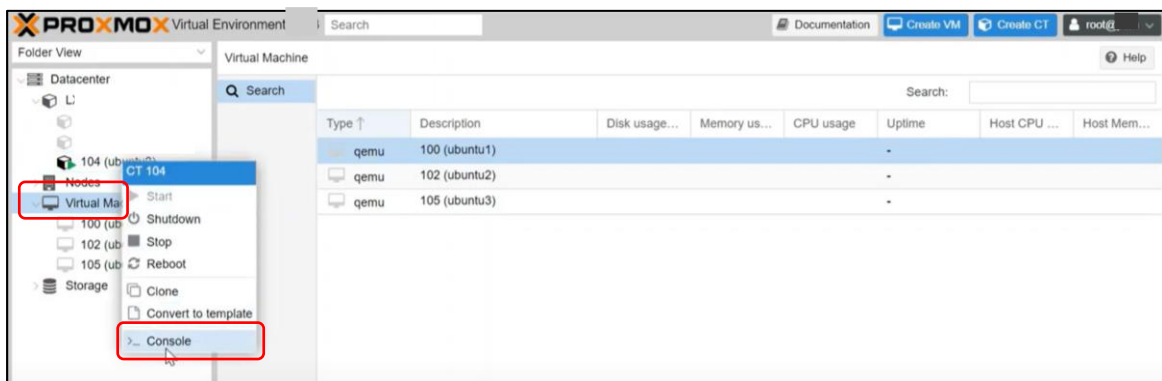


รูปที่ 37 หน้าจอสำหรับเพิ่ม Private Key/ Certificate chain

4.3 การติดตั้งฐานข้อมูล (Database Installation)

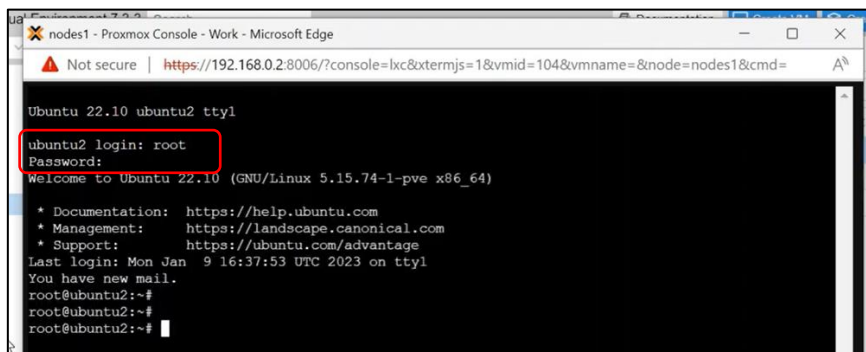
การติดตั้งฐานข้อมูลระบบบริหารจัดการทรัพย์สินทางหลวง (RAMS) และระบบบริหารงานบำรุงปกติ (RMMS) ทั้ง 2 ระบบใช้ฐานข้อมูล PostgreSQL Ver.14 เพื่อเป็นฐานข้อมูลของระบบ และ PostgreSQL Ver.9.6 สำหรับ Replicate ฐานข้อมูลจากระบบอื่นซึ่งอาจเป็น Version ที่เก่ากว่า โดยวิธีการติดตั้งดังต่อไปนี้

1) เลือก node ที่ต้องการสร้าง Database คลิกที่ >_ Console



รูปที่ 38 การเข้าหน้า Console ใน Proxmox

2) ระบบจะแสดงหน้าต่าง Console ทำการกรอก Username/Password ของ Ubuntu



รูปที่ 39 การเข้าหน้า Console ใน Proxmox



คู่มือการ Backup และ Install ทั้งในส่วนฐานข้อมูลและระบบสารสนเทศ
ระบบบริหารจัดการทรัพยากรสิ่งแวดล้อม และระบบติดตามการบริหารงานบำรุงปกติ
โครงการสำรวจและจัดทำระบบบริหารจัดการข้อมูลทรัพยากรสิ่งแวดล้อมอย่างบูรณาการ

- พิมพ์ sudo apt update บน Terminal เพื่อ Update ไลบรารีของระบบ (ขั้นตอนนี้จะทำหรือไม่ก็ได้)
- เมื่อกรอก Username/Password แล้ว พิมพ์ Script เพื่อติดตั้ง PostgreSQL ดังต่อไปนี้
sudo apt install postgresql postgresql-contrib แล้ว enter รอจน Install แล้วเสร็จ

```
nodes1 - Proxmox Console - Work - Microsoft Edge
https://192.168.0.2:8006/?console=lx&xtermjs=1&vmid=104&vmname=&node=nodes1&cmd=
Get:9 http://archive.ubuntu.com/ubuntu kinetic-updates/universe amd64 Packages [87.1 kB]
Get:10 http://archive.ubuntu.com/ubuntu kinetic-updates/universe Translation-en [33.8 kB]
Get:11 http://archive.ubuntu.com/ubuntu kinetic-updates/multiverse amd64 Packages [5632 B]
Get:12 http://archive.ubuntu.com/ubuntu kinetic-updates/multiverse Translation-en [1128 B]
Get:13 http://archive.ubuntu.com/ubuntu kinetic-updates/multiverse amd64 c-n-f Metadata [244 B]
Get:14 http://archive.ubuntu.com/ubuntu kinetic-security/main amd64 Packages [142 kB]
Get:15 http://archive.ubuntu.com/ubuntu kinetic-security/main Translation-en [40.2 kB]
Get:16 http://archive.ubuntu.com/ubuntu kinetic-security/main amd64 c-n-f Metadata [3556 B]
Get:17 http://archive.ubuntu.com/ubuntu kinetic-security/restricted amd64 Packages [151 kB]
Get:18 http://archive.ubuntu.com/ubuntu kinetic-security/restricted Translation-en [23.1 kB]
Get:19 http://archive.ubuntu.com/ubuntu kinetic-security/universe amd64 Packages [57.2 kB]
Get:20 http://archive.ubuntu.com/ubuntu kinetic-security/universe Translation-en [23.2 kB]
Get:21 http://archive.ubuntu.com/ubuntu kinetic-security/universe amd64 c-n-f Metadata [2880 B]
Fetched 1185 kB in 13s (90.8 kB/s)
Reading package lists... Done
Building dependency tree... Done
Reading state information... Done
28 packages can be upgraded. Run 'apt list --upgradable' to see them.
root@ubuntu2:~# sudo apt install postgresql postgresql-contrib
Reading package lists... Done
Building dependency tree... Done
Reading state information... Done
postgresql is already the newest version (14+242ubuntu1).
postgresql-contrib is already the newest version (14+242ubuntu1).
0 upgraded, 0 newly installed, 0 to remove and 28 not upgraded.
root@ubuntu2:~#
```

รูปที่ 40 การเขียน Script เพื่อ Install Postgres

- ทำการ restart postgresql service sudo systemctl start postgresql.service
หลังจากนั้นกด Enter รอจนติดตั้งเรียบร้อย
หมายเหตุ : หาก Error ให้ทำการตรวจสอบสถานะของ service โดยพิมพ์ sudo systemctl status postgresql.service

```
nodes1 - Proxmox Console - Work - Microsoft Edge
https://192.168.0.2:8006/?console=lx&xtermjs=1&vmid=104&vmname=&node=nodes1&cmd=
Get:20 http://archive.ubuntu.com/ubuntu kinetic-security/universe Translation-en [23.2 kB]
Get:21 http://archive.ubuntu.com/ubuntu kinetic-security/universe amd64 c-n-f Metadata [2880 B]
Fetched 1185 kB in 13s (90.8 kB/s)
Reading package lists... Done
Building dependency tree... Done
Reading state information... Done
28 packages can be upgraded. Run 'apt list --upgradable' to see them.
root@ubuntu2:~# sudo apt install postgresql postgresql-contrib
Reading package lists... Done
Building dependency tree... Done
Reading state information... Done
postgresql is already the newest version (14+242ubuntu1).
postgresql-contrib is already the newest version (14+242ubuntu1).
0 upgraded, 0 newly installed, 0 to remove and 28 not upgraded.
root@ubuntu2:~# sudo systemctl start postgresql.service
root@ubuntu2:~# sudo systemctl status postgresql.service
* postgresql.service - PostgreSQL RDBMS
   Loaded: loaded (/lib/systemd/system/postgresql.service; enabled; preset: enabled)
   Active: active (exited) since Mon 2023-01-09 16:52:38 UTC; 2min 41s ago
   Process: 303 ExecStart=/bin/true (code=exited, status=0/SUCCESS)
   Main PID: 303 (code=exited, status=0/SUCCESS)
   CPU: 882us
Jan 09 16:52:38 ubuntu2 systemd[1]: Starting PostgreSQL RDBMS...
Jan 09 16:52:38 ubuntu2 systemd[1]: Finished PostgreSQL RDBMS.
root@ubuntu2:~#
```

รูปที่ 41 การ Restart PostgreSQL Service



6) ทำการตั้งค่าสิทธิการเข้าใช้งาน Database โดยกำหนด User Role โดย Default เป็น postgres

sudo -i -u postgres กด Enter

psql กด Enter

\q กด Enter

exit กด Enter

```
nodes1 - Proxmox Console - Work - Microsoft Edge
Not secure | https://192.168.0.2:8006/?console=lx&xtermjs=1&vmid=104&vmname=&node=nodes1&cmd=
CPU: 882us
Jan 09 16:52:38 ubuntu2 systemd[1]: Starting PostgreSQL RDBMS...
Jan 09 16:52:38 ubuntu2 systemd[1]: Finished PostgreSQL RDBMS.
root@ubuntu2:~# sudo -i -u postgres
postgres@ubuntu2:~$ psql
psql 14.5 (Ubuntu 14.5-1ubuntu1)
Type "help" for help.

postgres=# \l

          List of databases
  Name | Owner | Encoding | Collate | Ctype | Access privileges
-----+-----+-----+-----+-----+-----
 postgres | postgres | SQL_ASCII | C         | C         |
 shop1 | postgres | SQL_ASCII | C         | C         |
 shopname1 | postgres | SQL_ASCII | C         | C         |
 template0 | postgres | SQL_ASCII | C         | C         | =c/postgres +
          |          |          |          |          | postgres=Ctc/postgres
 template1 | postgres | SQL_ASCII | C         | C         | =c/postgres +
          |          |          |          |          | postgres=Ctc/postgres
(5 rows)

postgres=# \q
postgres@ubuntu2:~$
postgres@ubuntu2:~$ exit
```

รูปที่ 42 การตั้งค่าสิทธิการเข้าใช้งาน Database

4.4 การติดตั้งระบบบริหารจัดการทรัพย์สินทางหลวงและระบบติดตามการบริหารงานบำรุงปกติ
การติดตั้งระบบบริหารจัดการทรัพย์สินทางหลวง (RAMS) และระบบติดตามการบริหารงานบำรุงปกติ (RMMS) โดยทั้ง 2 ระบบจะต้องจัดเตรียม Source Code และ มี Docker สำหรับการติดตั้งระบบดังต่อไปนี้

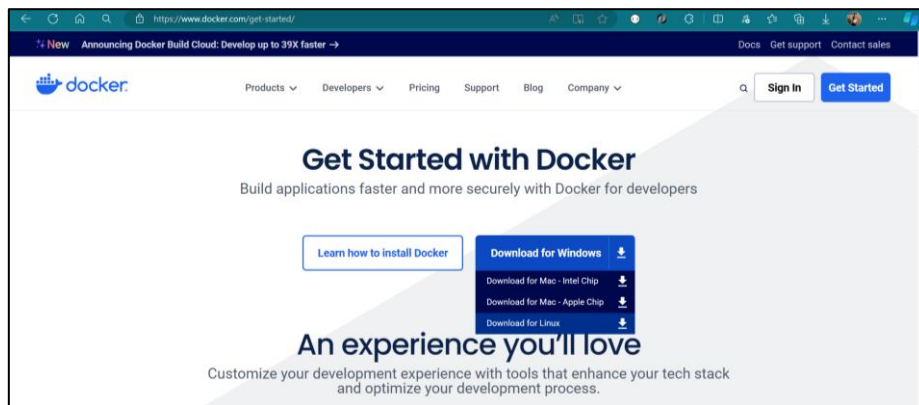
4.4.1 การติดตั้ง Docker

การติดตั้ง Docker หรือแพลตฟอร์มซอฟต์แวร์ที่ช่วยให้ติดตั้งแอปพลิเคชัน โดยจะบรรจุซอฟต์แวร์ลงไปหน่วยที่เป็นมาตรฐานเรียกว่า คอนเทนเนอร์ ซึ่งจะมีทุกสิ่งที่ซอฟต์แวร์ต้องใช้ในการเรียกใช้งาน รวมทั้งไลบรารี เครื่องมือสำหรับระบบ code และ runtime เมื่อใช้ Docker คุณสามารถติดตั้งใช้จริงและปรับขนาดแอปพลิเคชันให้เหมาะกับทุกสภาพแวดล้อม โดยสามารถ Download Docker สำหรับติดตั้งได้ที่ <https://www.docker.com/get-started/>





คู่มือการ Backup และ Install ทั้งในส่วนฐานข้อมูลและระบบสารสนเทศ
ระบบบริหารจัดการทรัพย์สินทางหลวง และระบบติดตามการบริหารงานบำรุงปกติ
โครงการสำรวจและจัดทำระบบบริหารจัดการข้อมูลทรัพย์สินทางหลวงอย่างบูรณาการ



รูปที่ 43 หน้า Download Software Docker

หรือสามารถใช้ script สำหรับติดตั้งผ่าน >_Console บน VM ของ Proxmox ได้
apt-get install apt-transport-https ca-certificates curl gnupg2 software-properties-common

curl -fsSL https://download.docker.com/linux/deb... | apt-key add -
apt-key fingerprint 0EBFCD88

add-apt-repository "deb [arch=amd64]

https://download.docker.com/linux/debian \$(lsb_release -cs) stable"

apt-get update && apt-get install docker-ce -y

```
frank@ub-test:~$ sudo apt-get install ca-certificates curl gnupg
Reading package lists... Done
Building dependency tree... Done
Reading state information... Done
ca-certificates is already the newest version (20211016ubuntu0.22.04.1).
ca-certificates set to manually installed.
curl is already the newest version (7.81.0-1ubuntu1.10).
curl set to manually installed.
gnupg is already the newest version (2.2.27-3ubuntu2.1).
gnupg set to manually installed.
0 upgraded, 0 newly installed, 0 to remove and 3 not upgraded.
frank@ub-test:~$ sudo install -m 0755 -d /etc/apt/keyrings
frank@ub-test:~$ curl -fsSL https://download.docker.com/linux/ubuntu/gpg | sudo gpg --dearmor -o /etc/apt/keyrings/docker.gpg
frank@ub-test:~$ sudo chmod a+r /etc/apt/keyrings/docker.gpg
frank@ub-test:~$ echo "deb [arch=$(dpkg --print-architecture)] signed-by=/etc/apt/keyrings/docker.gpg https://download.docker.com/linux/ubuntu $(. /etc/os-release && echo "$VERSION_CODENAME") stable" | sudo tee /etc/apt/sources.list.d/docker.list > /dev/null
frank@ub-test:~$ sudo apt-get update
Get:1 https://download.docker.com/linux/ubuntu jammy InRelease [48.9 kB]
Get:2 https://download.docker.com/linux/ubuntu jammy/stable amd64 Packages [16.1 kB]
Hit:3 http://us.archive.ubuntu.com/ubuntu jammy InRelease
Get:4 http://us.archive.ubuntu.com/ubuntu jammy-updates InRelease [119 kB]
Get:5 http://us.archive.ubuntu.com/ubuntu jammy-backports InRelease [108 kB]
Get:6 http://us.archive.ubuntu.com/ubuntu jammy-security InRelease [110 kB]
Fetched 402 kB in 1s (504 kB/s)
Reading package lists... Done
frank@ub-test:~$ sudo apt-get install docker-ce docker-ce-cli containerd.io docker-buildx-plugin docker-compose-plugin
```

รูปที่ 44 หน้า >_Console สำหรับติดตั้ง docker บน VM



4.4.2 การติดตั้งระบบบริหารจัดการทรัพย์สินทางหลวง

ระบบบริหารจัดการทรัพย์สินทางหลวง (RAMS) ที่ปรึกษาได้ทำการแบ่งส่วนของระบบออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ Backend และ Frontend เพื่อให้ระบบมีความยืดหยุ่นในการใช้งานมากขึ้น โดยมีวิธีการ ติดตั้งระบบของแต่ละส่วนดังนี้

1) ระบบบริหารจัดการทรัพย์สินทางหลวงส่วน Backend

เริ่มจากไปที่ root directory ของ source code แล้วทำการสร้างไฟล์ .env ขึ้นมา สามารถดูตัวอย่างตัวแปรต่าง ๆ ที่ใช้ได้จากไฟล์ .env.example โดยตัวแปรต่าง ๆ ที่ใช้สำหรับการตั้งค่ามีรายละเอียดดังนี้

- PORT คือ port ของระบบบริหารจัดการทรัพย์สินทางหลวงส่วน Backend
- DB_DRIVER คือ database driver ของฐานข้อมูล
- DB_HOST คือ host ของฐานข้อมูล
- DB_PORT คือ port ของฐานข้อมูล
- DB_USER คือ user สำหรับเข้าใช้ฐานข้อมูล
- DB_PASSWORD คือ password สำหรับเข้าใช้ฐานข้อมูล
- DB_NAME คือชื่อของฐานข้อมูลระบบบริหารจัดการทรัพย์สินทางหลวง
- DB_HOST_ROADNET คือ host ของฐานข้อมูลระบบ Roadnet
- DB_PORT_ROADNET คือ port ของฐานข้อมูลระบบ Roadnet
- DB_USER_ROADNET คือ user สำหรับเข้าใช้ฐานข้อมูล Roadnet
- DB_PASSWORD_ROADNET คือ password สำหรับเข้าใช้ฐานข้อมูล Roadnet
- DB_NAME_ROADNET คือชื่อของฐานข้อมูลระบบ Roadnet
- DB_HOST_HSMS คือ host ของฐานข้อมูลระบบ HSMS
- DB_PORT_HSMS คือ port ของฐานข้อมูลระบบ HSMS
- DB_USER_HSMS คือ user สำหรับเข้าใช้ฐานข้อมูล HSMS
- DB_PASSWORD_HSMS คือ password สำหรับเข้าใช้ฐานข้อมูล HSMS
- DB_NAME_HSMS คือชื่อของฐานข้อมูลระบบ HSMS
- PLANNET_API_BASE_URL คือ Base URL ของ API ระบบ Plannet
- PLANNET_API_TOKEN คือ Token สำหรับการใช้งาน API ของระบบ Plannet



คู่มือการ Backup และ Install ทั้งในส่วนฐานข้อมูลและระบบสารสนเทศ
ระบบบริหารจัดการทรัพย์สินทางหลวง และระบบติดตามการบริหารงานบำรุงปกติ
โครงการสำรวจและจัดทำระบบบริหารจัดการข้อมูลทรัพย์สินทางหลวงอย่างบูรณาการ

- BMMS_API_BASE_URL คือ Base URL ของ API ระบบ BMMS
- BMMS_API_TOKEN คือ Token สำหรับการใช้งาน API ของระบบ BMMS
- REDIS_ADDR คือ Address ที่ใช้ในการเชื่อมต่อ Redis
- REDIS_KEY_PREFIX คือ Prefix ที่ใช้ในการกำหนด Key ของ Redis
- GDAL_ADDR คือ Address ที่ใช้ในการเชื่อมต่อ GDAL

ACCESS_TOKEN_EXPIRE_SEC คือเวลาหมดอายุ (วินาที) ของ Access Token ที่ใช้ในระบบบริหารจัดการทรัพย์สินทางหลวงส่วน Backend





```
ASSET-MANAGEMENT-API
├── cmd
├── configs
├── internal
├── public
├── scripts
├── .env
├── .env.example
├── .gitignore
├── .gitlab-ci.yml
├── docker-compose.yml
├── Dockerfile
├── go.mod
├── go.sum
├── sonar-project.properties
├── 1 # Listening port
├── 2 PORT=
├── 3
├── 4 # Asset
├── 5 DB_DRIVER=
├── 6 DB_HOST=
├── 7 DB_PORT=
├── 8 DB_USER=
├── 9 DB_PASSWORD=
├── 10 DB_NAME=
├── 11
├── 12 # Roadnet
├── 13 DB_HOST_ROADNET=
├── 14 DB_PORT_ROADNET=
├── 15 DB_USER_ROADNET=
├── 16 DB_PASSWORD_ROADNET=
├── 17 DB_NAME_ROADNET=
├── 18
├── 19 # HSHS
├── 20 DB_HOST_HSMS=
├── 21 DB_PORT_HSMS=
├── 22 DB_USER_HSMS=
├── 23 DB_PASSWORD_HSMS=
├── 24 DB_NAME_HSMS=
├── 25
├── 26 # Plannet
├── 27 PLANNET_API_BASE_URL=
├── 28 PLANNET_API_TOKEN=
├── 29
├── 30 # BMMS
├── 31 BMMS_API_BASE_URL=
├── 32 BMMS_API_TOKEN=
├── 33
├── 34 # Redis
├── 35 REDIS_ADDR=
├── 36 REDIS_KEY_PREFIX=
├── 37
├── 38 # GDAL
├── 39 GDAL_ADDR=
├── 40
├── 41 # Authentication
├── 42 ACCESS_TOKEN_EXPIRE_SEC=
├── 43
```

รูปที่ 45 ตัวอย่าง directory ของระบบบริหารจัดการทรัพย์สินทางหลวงส่วน Backend



ขั้นต่อไปที่ปรึกษาได้ทำการเตรียมสภาพแวดล้อมของระบบไว้แล้วโดยใช้เทคโนโลยี Docker ซึ่งได้กำหนดค่าต่าง ๆ ไว้ที่ไฟล์ Dockerfile และ docker-compose.yml ผู้ใช้งานสามารถพิมพ์คำสั่ง docker-compose up -d --build ใน Terminal (ในกรณีผู้ใช้งานใช้ MacOS) เพื่อเริ่มต้นการทำงานของระบบบริหารจัดการทรัพย์สินทางหลวงส่วน Backend ได้เลย เมื่อระบบเริ่มทำงานแล้วผู้ใช้งานจะเห็น ข้อความ log ของระบบ ดังนี้

```
[GIN-debug] Environment variable PORT="8080"
```

```
[GIN-debug] Listening and serving HTTP on :8080
```

ข้อความตัวอย่างเมื่อระบบบริหารจัดการทรัพย์สินทางหลวงส่วน Backend เริ่มทำงานกรณี ตัวอย่างนี้ ได้ตั้งค่าพอร์ตใน .env ไว้เท่ากับ 8080

2) ระบบบริหารจัดการทรัพย์สินทางหลวงส่วน Frontend

เริ่มจากไปที่ root directory ของ source code แล้วสร้างไฟล์ .env โดยให้ทำการกำหนด ค่าให้แก่ตัวแปรดังนี้

```
API_BASE_URL =
```

```
LONGDO_MAP_API_SRC =
```

```
LONGDO_MAP_API_KEY =
```

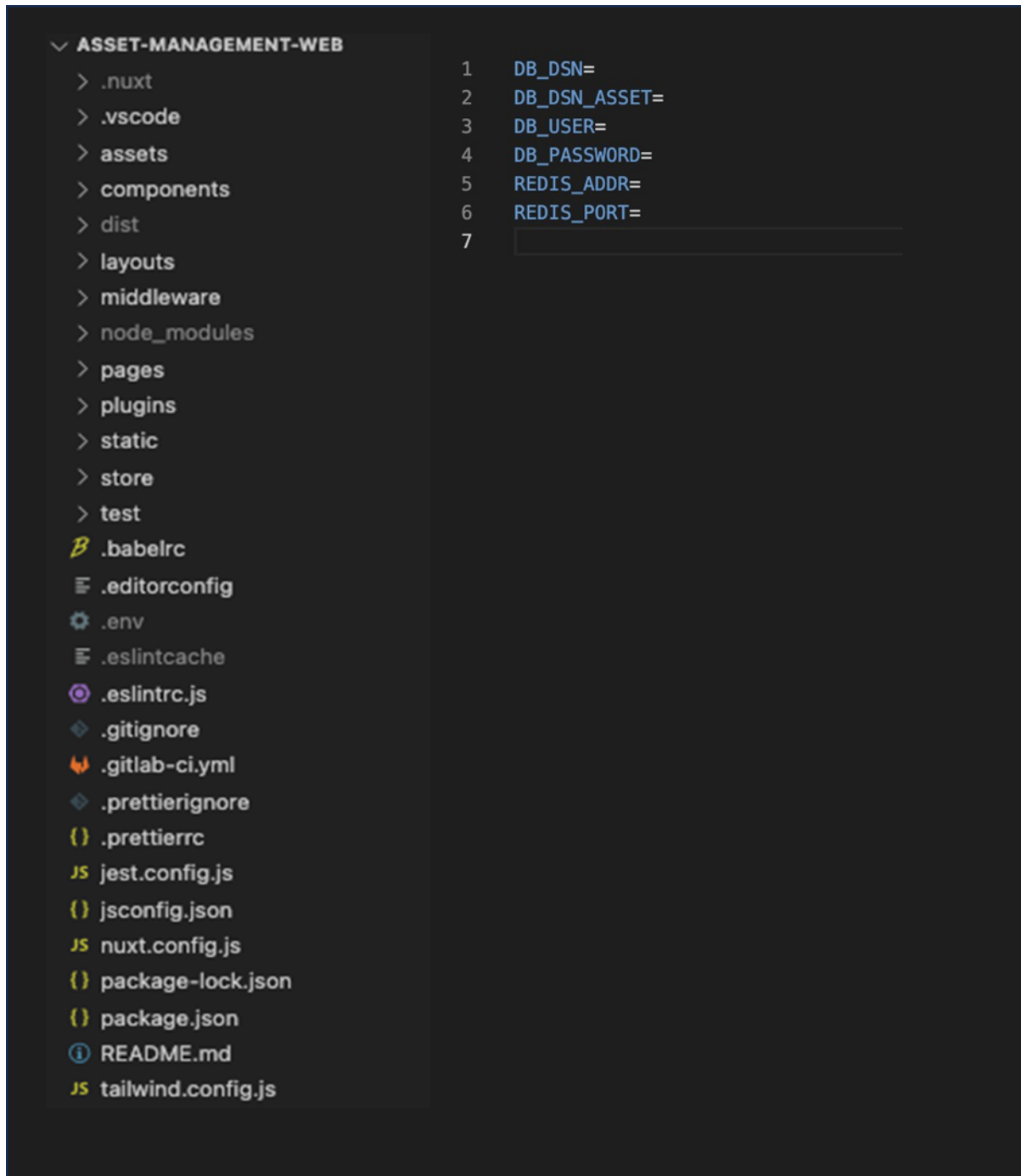
```
RMMS_URL =
```

```
ASSET_GEOSERVER_URL =
```

จากนั้นกำหนดค่าตามต้องการ

- API_BASE_URL คือ url ของระบบบริหารจัดการทรัพย์สินทางหลวงส่วน Backend
- LONGDO_MAP_API_SRC คือ url ของ Longdo Map API
- LONGDO_MAP_API_KEY คือ key ของ Longdo Map API
- RMMS_URL คือ url ของระบบติดตามการบริหารงานบำรุงปกติ
- ASSET_GEOSERVER_URL คือ url ของ Geoserver



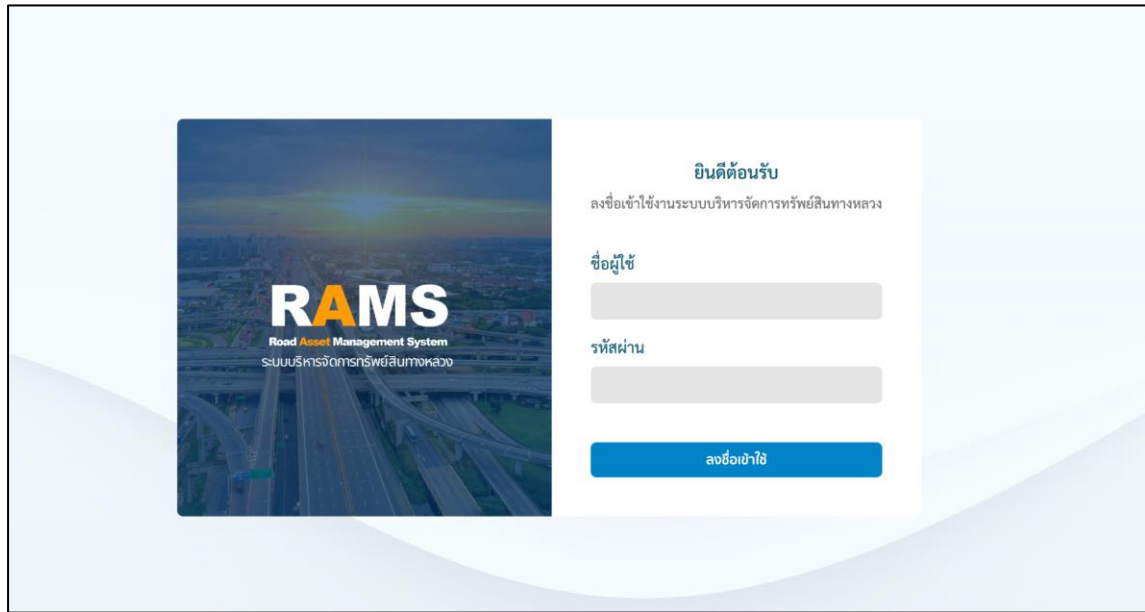


รูปที่ 46 ตัวอย่าง directory ของระบบบริหารจัดการทรัพย์สินทางหลวงส่วน Frontend



คู่มือการ Backup และ Install ทั้งในส่วนฐานข้อมูลและระบบสารสนเทศ
ระบบบริหารจัดการทรัพย์สินทางหลวง และระบบติดตามการบริหารงานบำรุงปกติ
โครงการสำรวจและจัดทำระบบบริหารจัดการข้อมูลทรัพย์สินทางหลวงอย่างบูรณาการ

เมื่อกำหนดค่าใน .env เรียบร้อยแล้วให้ทำการติดตั้ง dependencies ของระบบโดยการพิมพ์คำสั่ง npm install ใน Terminal เมื่อระบบเริ่มทำงานแล้วให้ไปที่ <http://localhost:3000> จะปรากฏหน้าลงชื่อเข้าใช้งานระบบบริหารจัดการทรัพย์สิน แสดงดังรูปที่ 47



รูปที่ 47 หน้าลงชื่อเข้าใช้งานระบบบริหารจัดการทรัพย์สิน

4.4.3 การติดตั้งระบบติดตามการบริหารงานบำรุงปกติ

จากไปที่ root directory ของ source code ถ้ายังไม่มีโปรแกรม Docker ให้ทำการ ติดตั้งก่อนโดยไปที่ <https://www.docker.com/get-started/> เมื่อติดตั้ง Docker แล้วให้สร้าง ไฟล์ .env ขึ้นมาที่ root directory จากนั้นให้ทำการกำหนดค่าให้แก่ตัวแปร ดังนี้

```
DB_DSN=  
DB_DSN_ASSET=  
DB_USER=  
DB_PASSWORD=  
REDIS_ADDR=  
REDIS_PORT=
```





คู่มือการ Backup และ Install ทั้งในส่วนฐานข้อมูลและระบบสารสนเทศ
ระบบบริหารจัดการทรัพย์สินทางหลวง และระบบติดตามการบริหารงานบำรุงปกติ
โครงการสำรวจและจัดทำระบบบริหารจัดการข้อมูลทรัพย์สินทางหลวงอย่างบูรณาการ

จากนั้นกำหนดค่าตามต้องการ

- DB_DSN คือ data source name ของฐานข้อมูล
- DB_DSN_ASSET คือ data source name ของฐานข้อมูลระบบบริหารจัดการทรัพย์สิน
- DB_USER คือ ชื่อผู้ใช้งานข้อมูล
- DB_PASSWORD คือ ชื่อรหัสฐานข้อมูล
- REDIS_ADDR คือ address ของ Redis
- REDIS_PORT คือ พอร์ต ของ Redis

The screenshot displays the 'Routine Maintenance Management System' interface. It includes a sidebar with navigation options like 'หน้าหลัก', 'ข้อมูลปฏิบัติงาน', and 'จัดการข้อมูลระบบ'. The main content area is divided into several sections:

- Form Section:** Contains fields for 'งบประมาณ' (Budget: 2567), 'เดือน' (Month: ต.ค.), 'ปี' (Year: กย.), 'ทางหลวง' (Roadway), 'ถนน' (Road), 'พิกัด' (Coordinates), and various dropdown menus for 'สำนักงานทางหลวงที่ 1 (เชียงใหม่)', 'แขวงทางหลวงทั้งหมด', 'กรมทางหลวงทั้งหมด', 'รหัสงานหลักทั้งหมด', and 'สำนักทั้งหมด'.
- Map Section:** A map showing the location of the asset with a red crosshair and various map controls.
- Summary Section:** Displays financial data for 'แผน-ผลงานบำรุงปกติทั้งหมด' (Total Planned Regular Maintenance Results). It shows a total budget of 6,176,000 Baht (100% complete) and a total of 8,051,600 Baht (130.37% complete).
- Table Section:** A table titled 'งานบำรุงปกติ WSM (Planned)' listing various road projects with columns for 'หน่วยงาน' (Agency), 'รหัสงานย่อย' (Sub-project code), 'ทางหลวง' (Roadway), 'ถนน' (Road), 'กม.เริ่มต้น' (Start km), 'กม.สิ้นสุด' (End km), 'ผล(บาท)' (Result in Baht), and 'ประเภท' (Type).

รูปที่ 48 หน้าลงชื่อเข้าใช้งานระบบบริหารจัดการทรัพย์สิน





Contents

1. การติดตั้งระบบ	1
1.1 เครื่องแม่ข่ายให้บริการมีคุณสมบัติทางเทคนิค ดังนี้	1
1.2 ระบบที่ออกแบบ มีโครงสร้างและรายละเอียดดังต่อไปนี้	2
1.3 เทคโนโลยี และซอฟต์แวร์ที่ใช้ในระบบ	3
1.4 สถาปัตยกรรมระบบ Container	5
2. การบำรุงรักษาและดูแลระบบ	6
2.1 ตรวจสอบสถานะของระบบทั่วไปและปริมาณการใช้งานทรัพยากร	6
2.2 ตรวจสอบภาพรวมการทำงานของระบบฐานข้อมูล	8
2.3 ตรวจสอบสถานะการ Back Up VM โดยสามารถกดดูใน Tab Backup ของแต่ละ VM ซึ่งจะมีการสำรองข้อมูลตามเวลาต่าง ๆ ดังรูปที่ 8	8
2.4 ตรวจสอบสถานะการทำงานของระบบ Kubernetes มีรายละเอียดดังต่อไปนี้.....	9
3. การสำรองและกู้คืนระบบ พร้อมฐานข้อมูล	10
3.1 ระดับเครื่องให้บริการ (Physical Server)	10
3.2 ระดับเครื่องให้บริการเสมือน (Virtual Machine)	10
3.3 ระดับฐานข้อมูล (PostgreSQL)	12
4. การติดตั้งระบบ พร้อมฐานข้อมูล	14
4.1 การติดตั้งระบบ	14
4.2 การติดตั้งระบบปฏิบัติการ	16
4.3 การติดตั้งฐานข้อมูล (Database Installation).....	28
4.4 การติดตั้งระบบบริหารจัดการทรัพยากรพลังงานและระบบติดตามการบริหารงานบำรุงปกติ.....	30
4.4.1 การติดตั้ง Docker	30
4.4.2 การติดตั้งระบบบริหารจัดการทรัพยากรพลังงาน	32
4.4.3 การติดตั้งระบบติดตามการบริหารงานบำรุงปกติ	37





คู่มือการ Backup และ Install ทั้งในส่วนฐานข้อมูลและระบบสารสนเทศ
ระบบบริหารจัดการทรัพยากรพลังงาน และระบบติดตามการบริหารงานบำรุงปกติ
โครงการสำรวจและจัดทำระบบบริหารจัดการข้อมูลทรัพยากรพลังงานอย่างบูรณาการ

ตารางที่ 1 การตั้งค่าทางเครือข่าย	2
ตารางที่ 2 แสดงคุณสมบัติมาตรฐานของระบบ ข้อมูล และเทคโนโลยีต่าง ๆ ที่ใช้ในโครงการฯ	4
รูปที่ 1 แผนภาพสถาปัตยกรรมระบบ RAMS	1
รูปที่ 2 ภาพตำแหน่งการติดตั้งเครื่องแม่ข่ายและการตั้งค่า	3
รูปที่ 3 เทคโนโลยีและซอฟต์แวร์ที่ใช้ในระบบ	4
รูปที่ 4 แผนภาพสถาปัตยกรรมระบบ RAMSเชิงอุปกรณ์	6
รูปที่ 5 ภาพหน้าจอการตรวจสอบสภาพการใช้งานทั่วไปของ Cluster บนระบบ Proxmox	7
รูปที่ 6 ภาพหน้าจอการตรวจสอบการทำงานของแต่ละเครื่อง Server บนระบบ Proxmox	7
รูปที่ 7 ตัวอย่างหน้าจอสถานะการทำงานของระบบฐานข้อมูลที่ปกติ	8
รูปที่ 8 ตัวอย่างการดูการสำรองข้อมูล VM จะพบว่ามีสำรองข้อมูล 5 ชุดย้อนหลัง	8
รูปที่ 9 ตัวอย่างผลลัพธ์การตรวจสอบการทำงานของ Kubernetes ด้วยคำสั่ง kubectl	9
รูปที่ 10 ตัวอย่างการตั้งค่าเครื่องทดแทนเมื่อเครื่องให้บริการ 1 เครื่องเสียหาย	10
รูปที่ 11 แผนภาพสถาปัตยกรรมระบบ RAMS (Production).....	10
รูปที่ 12 ตัวอย่างการตั้งกำหนดเวลาในการสำรองข้อมูลระดับ VM.....	11
รูปที่ 13 ตัวอย่างการ Restore VM จาก Backup.....	11
รูปที่ 14 ตัวอย่างแสดงการตั้งค่า crontab สำหรับสำรองข้อมูล	12
รูปที่ 15 ผลลัพธ์ไฟล์ PostgreSQL dump ที่เกิดจากการสำรองข้อมูล	12
รูปที่ 16 รายละเอียดเนื้อหาโปรแกรม dobackup.sh.....	13
รูปที่ 17 ภาพตัวอย่าง Git Repository /doh/config/assets	14
รูปที่ 18 หน้า Download File Proxmox ISO Installer	17
รูปที่ 19 เลือก Files Boot Selection เป็น Proxmox ISO Installer	18
รูปที่ 20 การ Start Refus Proxmox ISO Installer	18
รูปที่ 21 การทำ Rufus ลงบน USB Drive	19
รูปที่ 22 ข้อตกลงในการใช้ Proxmox	19
รูปที่ 23 เลือก Hard disk/USB Drive ที่ต้องการติดตั้ง Proxmox.....	20
รูปที่ 24 การระบุ Hostname IP Address Netmask Gateway DNS ของ Proxmox	20
รูปที่ 25 การระบุ Hostname IP Address Netmask Gateway DNS ของ Proxmox	21
รูปที่ 26 สถานการณ์ติดตั้ง Proxmox	21
รูปที่ 27 หน้าต่างแสดงการติดตั้ง Proxmox แล้วเสร็จ.....	22
รูปที่ 28 หน้าต่างแสดงเมื่อพร้อมใช้งาน Proxmox	22
รูปที่ 29 create VM บน Proxmox.....	23
รูปที่ 30 create VM บน Proxmox	23





คู่มือการ Backup และ Install ทั้งในส่วนฐานข้อมูลและระบบสารสนเทศ
ระบบบริหารจัดการทรัพย์สินทางหลวง และระบบติดตามการบริหารงานบำรุงปกติ
โครงการสำรวจและจัดทำระบบบริหารจัดการข้อมูลทรัพย์สินทางหลวงอย่างบูรณาการ

รูปที่ 31	กำหนดค่า System.....	24
รูปที่ 32	กำหนดพื้นที่ที่ต้องการในแถบ Hard Disk	24
รูปที่ 33	กำหนดค่า Memory หรือ RAM ที่ต้องการใช้งาน.....	25
รูปที่ 34	กำหนด Network Card (NIC) ให้ VM.....	25
รูปที่ 35	หน้าจอคอนเฟิร์มการติดตั้ง VM บน Proxmox	26
รูปที่ 36	หน้าจอสำหรับติดตั้ง Certificates	27
รูปที่ 37	หน้าจอสำหรับเพิ่ม Private Key/ Certificate chain	28
รูปที่ 38	การเข้าหน้า Console ใน Proxmox.....	28
รูปที่ 39	การเข้าหน้า Console ใน Proxmox.....	28
รูปที่ 40	การเขียน Script เพื่อ Install Postgres	29
รูปที่ 41	การ Restart PostgreSQL Service.....	29
รูปที่ 42	การตั้งค่าสิทธิ์การเข้าใช้งาน Database.....	30
รูปที่ 43	หน้า Download Software Docker.....	31
รูปที่ 44	หน้า >_Console สำหรับติดตั้ง docker บน VM	31
รูปที่ 45	ตัวอย่าง directory ของระบบบริหารจัดการทรัพย์สินทางหลวงส่วน Backend	34
รูปที่ 46	ตัวอย่าง directory ของระบบบริหารจัดการทรัพย์สินทางหลวงส่วน Frontend.....	36
รูปที่ 47	หน้าลงชื่อเข้าใช้งานระบบบริหารจัดการทรัพย์สิน	37
รูปที่ 48	หน้าลงชื่อเข้าใช้งานระบบบริหารจัดการทรัพย์สิน	38

