

## ภาคผนวก C

# การทดลองที่ 3 การติดตั้งระบบปฏิบัติการ Raspberry Pi OS

การทดลองนี้เสริมสร้างประสบการณ์ให้ผู้อ่านได้มีโอกาสติดตั้งระบบปฏิบัติการ Raspberry Pi OS และโปรแกรมเสริมอื่น ๆ โดยอาศัยเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ทำงานระบบปฏิบัติการ เช่น ลินุกซ์ Ubuntu, ไมโครซอฟต์วินโดวส์ และ Mac OS ติดตั้งลงบนการ์ดหน่วยความจำไมโคร SD เป็นอุปกรณ์สำรองข้อมูล การทดลองจะช่วยเสริมสร้างความเข้าใจเนื้อหาของบทที่ 3 ในส่วนของซอฟต์แวร์ โดยมีวัตถุประสงค์ ดังต่อไปนี้

- เพื่อให้เข้าใจกลไกการติดตั้งระบบปฏิบัติการ Raspberry Pi OS ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
- เพื่อประกอบการใช้งานและพัฒนาโปรแกรมบนระบบปฏิบัติการ Raspberry Pi OS ซึ่งเป็นลินุกซ์ เวอร์ชันสำหรับบอร์ดตระกูล Raspberry Pi

ก่อนผู้อ่านจะติดตั้งระบบปฏิบัติการ Raspberry Pi OS บนบอร์ด Pi ผู้อ่านจะต้องเตรียมการหน่วยความจำไมโคร SD ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 16 กิกะไบต์ ให้เรียบร้อย แล้วจึงติดตั้งโปรแกรมตามขั้นตอนต่อไปนี้

### C.1 การเตรียมการหน่วยความจำไมโคร SD

1. ทำการดาวน์โหลดไฟล์โปรแกรม Raspberry Pi Imager สำหรับติดตั้งระบบปฏิบัติการ Raspberry Pi OS ในการ์ดหน่วยความจำไมโคร SD ตามลิงก์ต่อไปนี้

<https://www.raspberrypi.org/software/>

2. เลือกดาวน์โหลดตามระบบปฏิบัติการที่ผู้อ่านใช้งานอยู่ เช่น วินโดวส์ MacOS หรือ ลินุกซ์ Ubuntu

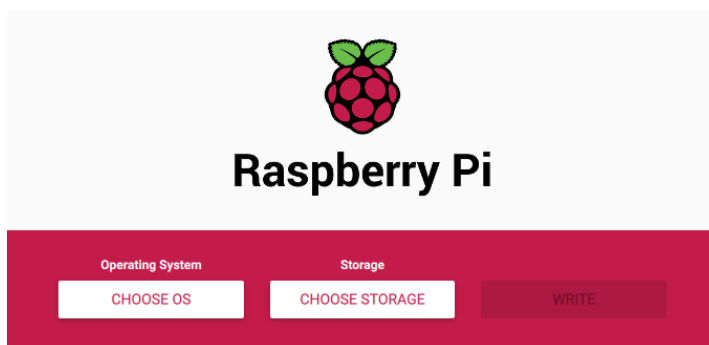


รูปที่ C.1: หน้าต่างดาวน์โหลดไฟล์โปรแกรม Raspberry Pi Imager สำหรับติดตั้งระบบปฏิบัติการ Raspberry Pi OS ในการ์ดหน่วยความจำไมโคร SD

3. ทำการติดตั้งโดยทำตาม installShield Wizard จนแล้วเสร็จ






## C.2 การติดตั้ง Raspberry Pi OS บนการ์ดหน่วยความจำไมโคร SD

1. รันโปรแกรม RaspberryPi Imager ซึ่งมีหน้าต่างหลักในรูปที่ C.2



รูปที่ C.2: หน้าต่างของโปรแกรม Raspberry Pi Imager

2. กดปุ่ม CHOOSE OS เพื่อเลือกระบบปฏิบัติการ ในรูปที่ C.3




Operating System		X
	<b>Raspberry Pi OS (32-bit)</b> A port of Debian with the Raspberry Pi Desktop (Recommended) Released: 2021-05-07 Online - 1.2 GB download	
	<b>Raspberry Pi OS (other)</b> Other Raspberry Pi OS based images	>
	<b>Other general purpose OS</b> Other general purpose Operating Systems	>
	<b>Media player - Kodi OS</b> Kodi based Media player operating systems	>
	<b>Emulation and game OS</b>	>

รูปที่ C.3: เมนูตัวเลือกได้เมนู CHOOSE OS

3. กดเลือก **Raspberry Pi OS (32-bit)** ลำดับบนสุด ซึ่งเป็นตัวเลือกที่เว็บไซต์แนะนำ (Recommended)

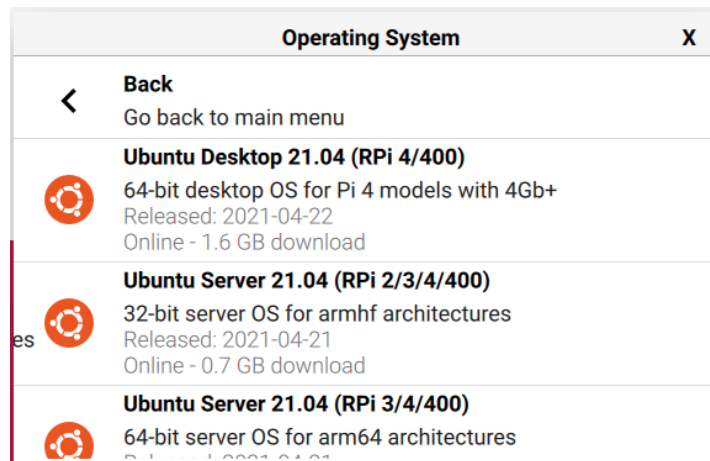
4. ผู้อ่านขั้นสูงสามารถเลือก Raspberry Pi OS อื่น ๆ ได้ ดังนี้

- กด Raspberry Pi OS (other) เพื่อเลือกระบบปฏิบัติการอื่น ๆ ที่ตรงตามความต้องการในรูปแบบที่ C.4

Operating System		X
	<b>Back</b> Go back to main menu	
	<b>Raspberry Pi OS Lite (32-bit)</b> A port of Debian with no desktop environment Released: 2021-05-07 Online - 0.4 GB download	
	<b>Raspberry Pi OS Full (32-bit)</b> A port of Debian with desktop and recommended applications Released: 2021-05-07 Online - 2.8 GB download	

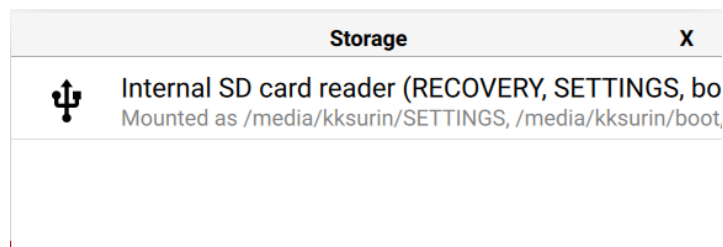
รูปที่ C.4: เมนูตัวเลือกอื่น ๆ ได้เมนู Raspberry Pi OS (other)

- กดเลือก Other general purpose OS เพื่อเลือกระบบปฏิบัติการอื่น ๆ ที่ไม่ใช่ Raspberry Pi OS ในรูปที่ C.5



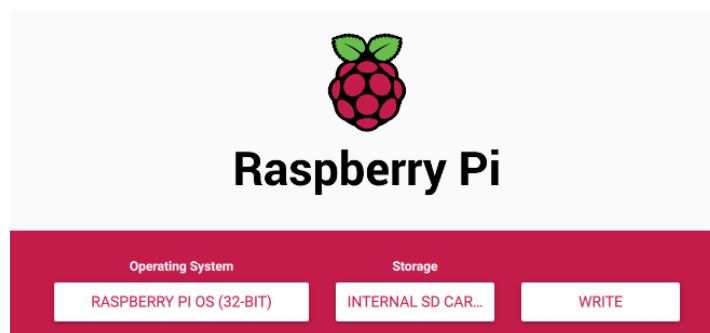
รูปที่ C.5: เมนูตัวเลือกอื่น ๆ ได้แก่เมนู Other general purpose OS

5. กดปุ่ม CHOOSE STORAGE เพื่อเลือกการ์ดหน่วยความจำ SD ที่ต้องการ กรณีที่เสียอยู่หลายการ์ด ในรูปที่ C.6



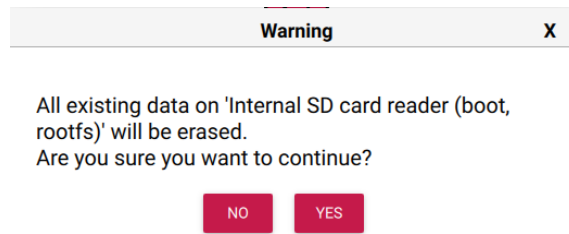
รูปที่ C.6: หน้าต่าง Imager

6. เมื่อตั้งค่าตัวเลือกภายใต้ปุ่ม CHOOSE OS และ CHOOSE STORAGE แล้ว ผู้ใช้จึงสามารถกดปุ่ม WRITE เพื่อเริ่มต้นการดาวน์โหลดและเขียนได้ ในรูปที่ C.7



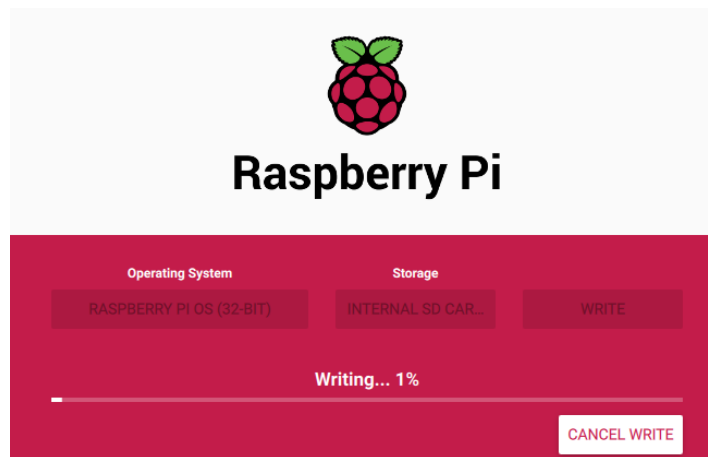
รูปที่ C.7: ปุ่ม WRITE ในหน้าต่าง Raspberry Pi Imager

7. หากการ์ดหน่วยความจำมีข้อมูลเดิม หน้าต่างเตือนจะปรากฏขึ้นตามรูปที่ C.8 หากต้องการเขียนทับให้กดปุ่ม Yes และหากไม่แน่ใจให้กดปุ่ม No



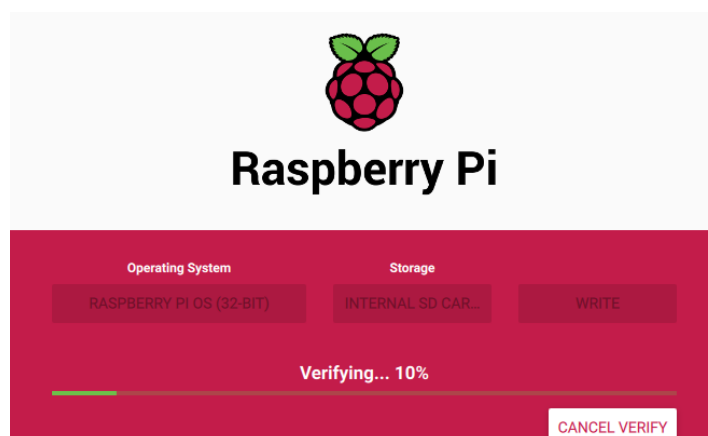
รูปที่ C.8: หน้าต่างเตือนผู้ใช้ที่ต้องการเขียนทับการ์ดหน่วยความจำ SD

8. ระหว่างที่ดำเนินการดาวน์โหลดและเขียนการ์ดไปพร้อม ๆ กัน ผู้อ่านต้องดูแลการเชื่อมต่อไม่ให้ติดขัด ในรูปที่ C.9



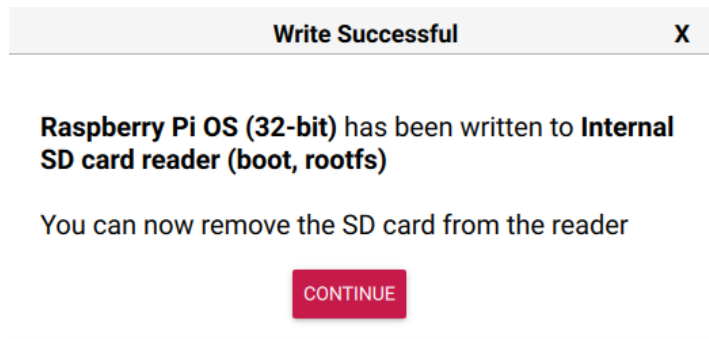
รูปที่ C.9: หน้าต่าง Raspberry Pi Imager ทอยเขียนข้อมูลภายในการ์ด

9. เมื่อโปรแกรมเขียนการ์ดจนครบ 100% แล้วจึงเริ่มทวนสอบ (Verify) ข้อมูลภายในการ์ด ในรูปที่ C.10



รูปที่ C.10: หน้าต่าง Raspberry Pi Imager ทวนสอบ (Verify) ข้อมูลภายในการ์ด

10. เมื่อเขียนหรือติดตั้งลงในการ์ดหน่วยความจำสำเร็จ (Successful) การ์ดจะมีพาร์ทิชัน ชื่อ boot และ rootfs ในรูปที่ C.11

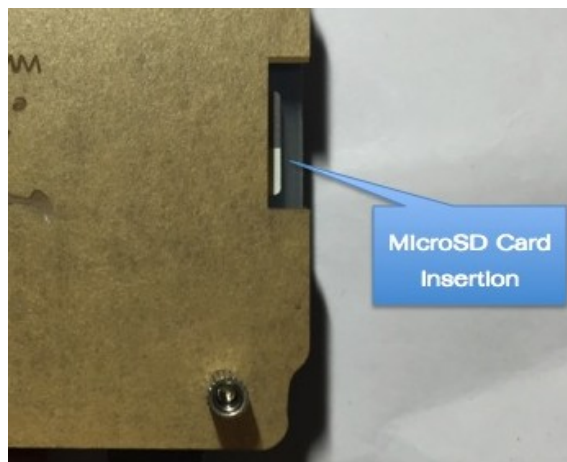


รูปที่ C.11: ปุ่ม CONTINUE ในหน้าต่าง Raspberry Pi Imager เมื่อติดตั้งสำเร็จ

11. กดปุ่ม CONTINUE แล้วปิดโปรแกรม และสั่งให้ระบบปฏิบัติการหลักปลดการ์ดหน่วยความจำไมโคร SD ออกจากเครื่อง

### C.3 การบูตระบบปฏิบัติการ RaspberryPi OS

1. หายบอร์ด Pi แล้วจึงสอดการ์ดหน่วยความจำไมโคร SD ที่ได้ เข้าไปในสล็อตบนบอร์ด Pi โปรดสังเกตว่าการ์ดคว่ำหน้าลงดังรูป เพื่อให้หน้าสัมผัสตรงกับบอร์ด



รูปที่ C.12: สอดการ์ดเข้าไปในสล็อตบนบอร์ด Pi โดยหายบอร์ดขึ้นมา โปรดสังเกตการ์ดหน่วยความจำจะต้องมีลักษณะดังรูป

2. ตรวจสอบว่าการ์ดหน่วยความจำไมโคร SD เสียบถูกต้องแล้ว จึงเสียบอะแดปเตอร์ไฟเลี้ยงให้กับบอร์ด
3. ตรวจสอบว่าบอร์ดทำงานเมื่อจ่ายไฟให้ตามรูปที่ C.13 บอร์ดจะเริ่มต้นทำงาน



รูปที่ C.13: หน้าต่าง Welcome ของระบบปฏิบัติการ Raspberry Pi OS

## C.4 การตั้งค่าบอร์ด Pi เพื่อใช้งาน

### C.4.1 การตั้งค่าต่างๆ

เมื่อบอร์ดสามารถบูตระบบปฏิบัติการได้สำเร็จตามรายละเอียดในหัวข้อที่ 3.3.1 ผู้ใช้จะต้องตั้งค่าต่างๆ (Configure) บอร์ดให้พร้อมสำหรับใช้งานต่อไป ดังนี้

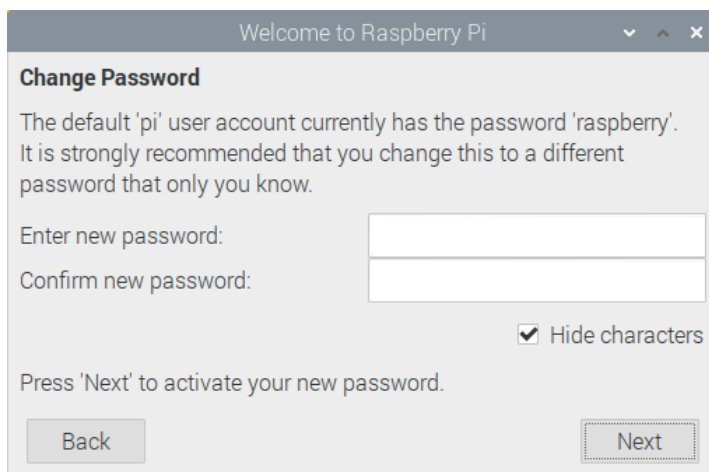
1. ตั้งค่าประเทศ โซนเวลา และภาษาในการใช้งานเมนูเป็นภาษาอังกฤษ ตามรูปที่ C.14 เพื่อใช้เมนูเป็นภาษาอังกฤษซึ่งจะช่วยให้เรียนรู้คอมพิวเตอร์ดีกว่า



รูปที่ C.14: หน้าต่างตั้งค่าประเทศ โซนเวลา และภาษาในการใช้งานเมนูเป็นภาษาอังกฤษ

2. สำหรับผู้อ่านขั้นเริ่มต้น ผู้อ่านไม่ควรปรับแก้ไขใด ๆ ระบบจะตั้งชื่อ username อัตโนมัติคือ **pi** โดยรหัสผ่าน (Password) คือ **raspberrypi**

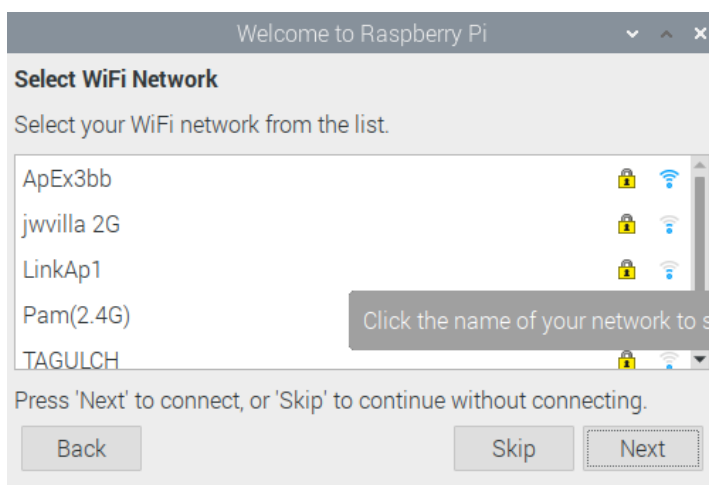
3. สำหรับผู้อ่านขั้นสูงทำการตั้งชื่อผู้ใช้ และ พาสเวิร์ด ซึ่งผู้อ่านควรใช้ชื่อ pi และ พาสเวิร์ดใหม่ที่ปลอดภัยในรูปที่ C.15 เพื่อความปลอดภัยในอนาคต



รูปที่ C.15: หน้าต่างสำหรับการเปลี่ยนรหัสผ่านใหม่ของ username ชื่อ pi โดยจะต้องกรอกรหัสผ่านใหม่ซ้ำจำนวน 2 ครั้ง

## C.4.2 การตั้งค่า WiFi เพื่อเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ต

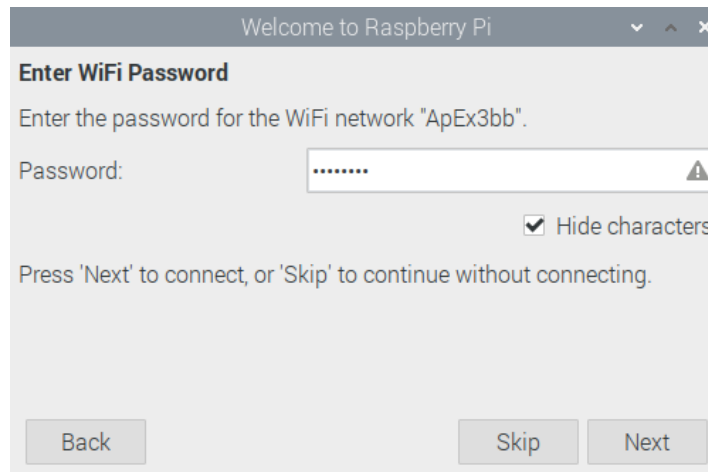
1. ระบบมองเห็นสัญลักษณ์ WiFi และ แสดง ราย ชื่อ ของ สัญญาณ WiFi (SSID) ที่อยู่รอบ ๆ บริเวณบอร์ด ตามตัวอย่างในรูปที่ C.16 สัญลักษณ์แม่กุญแจ หมายถึง การเข้ารหัสป้องกันซึ่งผู้ใช้ต้องกรอกพาสเวิร์ดก่อนเชื่อมต่อ



รูปที่ C.16: ตัวอย่างรายชื่อสัญญาณ WiFi รอบ ๆ ที่บอร์ด Pi มองเห็น ซึ่งจะแตกต่างกับของผู้อ่าน

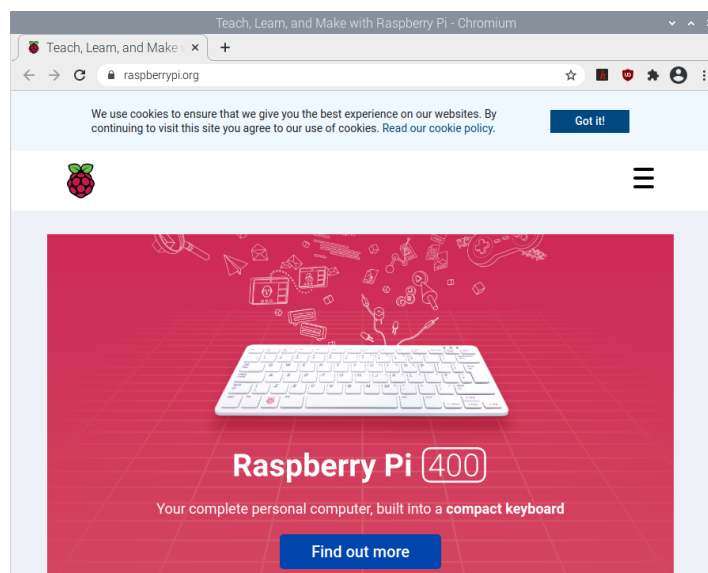
2. คลิกเลือกรายชื่อสัญญาณที่ต้องการ ตามตัวอย่างในรูปที่ C.17





รูปที่ C.17: หน้าต่างสำหรับกรอกพาสเวิร์ดของสัญญาณ WiFi ที่ต้องการเชื่อมต่อ

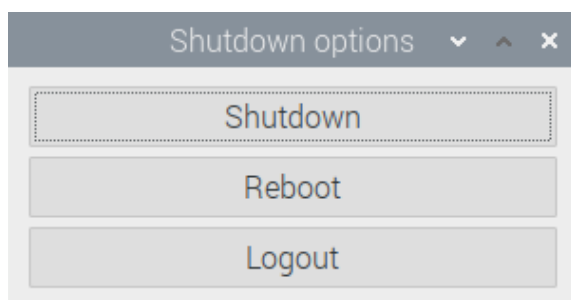
- เมื่อเชื่อมต่อสัญญาณ WiFi ถูกต้องแล้ว เปิดโปรแกรมเบราว์เซอร์ชื่อ Chrome เพื่อทดสอบการเชื่อมต่อเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สาย



รูปที่ C.18: หน้าเพจเริ่มต้นของเว็บไซต์ [www.raspberrypi.org](http://www.raspberrypi.org)

### C.4.3 การรีสตาร์ทและชัตดาวน์

- เมื่อติดตั้งค่าระบบแล้วเสร็จ ผู้อ่านควรทำการรีบูต หรือ รีสตาร์ทเครื่อง เลื่อนเมาส์ไปคลิกปุ่มสัญลักษณ์รูปผล Raspberry ซึ่งทำหน้าที่เป็นปุ่มเมนูหลัก เลือกเมนูย่อย Logout ณ ตำแหน่งล่างสุด เมนูนี้มักใช้เรียกเมื่อผู้ใช้ต้องการ หลังการอัปเดตซอฟต์แวร์ต่าง ๆ ที่จำเป็น หรือ ผู้ใช้ต้องการปรับแก้อาการต่าง ๆ ตามรูป



รูปที่ C.19: หน้าต่างสำหรับเมนู Shutdown เพื่อให้ผู้ใช้ ชัตดาวน์ รีบูต (Reboot) หรือล็อกเอาท์ (Logout)

- กดปุ่ม Shutdown ในรูปที่ C.19 เพื่อปิดเครื่องตามที่อธิบายในหัวข้อที่ 3.3.7 โปรดสังเกตหลอดไฟ LED สีเขียวที่ติดกับหลอดไฟ LED สีแดง ไฟ LED สีเขียวจะกระพริบจนดับจึงค่อยถอดแอดปเตอ์ออกจากเต้าเสียบไฟ 220 โวลต์

## C.5 กิจกรรมท้ายการทดลอง

1. การติดตั้งระบบจากไฟล์ config.txt เพื่อแจ้งให้ ARM Loader ทำการบูตระบบตามรายละเอียดในไฟล์นั้น ผู้อ่านสามารถอ่านค่าโดยใช้คำสั่ง

```
$ cat /boot/config.txt
```

ขอให้ ผู้อ่าน สังเกต และ บันทึก ประโยค ที่ ไม่ ขึ้น ต้น ด้วย สัญลักษณ์ # เพื่อ ค้นหา เพิ่ม เติม ใน google.com

2. คำสั่ง sudo ย่อมาจากคำว่าอะไร และทำไมต้องใช้คำสั่งนี้ นำหน้าคำสั่งอื่น ๆ ในโปรแกรม Terminal
3. ค้นหาเพิ่มเติมว่าไฟ LED สีเขียวบ่งบอกสัญญาณอะไร เหตุใดจึงต้องรอให้ดับก่อนถอดแอดปเตอ์ออก
4. สำรวจส่วนต่าง ๆ ของหน้าเดสก์ท็อป (Desktop) และวาดตามคร่าว ๆ พร้อมรายละเอียดสำคัญ
5. สำรวจเมนูหลัก และเมนูรองว่ามีรายละเอียดอะไรบ้าง แล้ววาดเป็นแผนภูมิต้นไม้
6. ค้นหาวิธีการเพิ่มคีย์บอร์ดภาษาไทยเพื่อใช้งานบนระบบปฏิบัติการ Raspberry Pi OS

## ภาคผนวก D

# การทดลองที่ 4 การใช้งานระบบปฏิบัติการยูนิกซ์เบื้องต้น

ยูนิกซ์ (Unix) เป็นระบบปฏิบัติการลำดับแรก ๆ ของโลกที่เป็นต้นแบบการสร้างระบบปฏิบัติการต่าง ๆ รวมทั้งระบบปฏิบัติการลินุกซ์ และ Raspberry Pi OS ผู้อ่านสามารถเรียนรู้การใช้งานคำสั่งพื้นฐานด้วยการพิมพ์คำสั่งทางคีย์บอร์ด และกราฟิกไปพร้อมกัน โดยมีวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้

- เพื่อเปรียบเทียบการทำงานแบบกราฟิกส์และแบบคำสั่งทางคีย์บอร์ด
- เพื่อให้ผู้อ่านใช้คำสั่งเพื่อบริหารจัดการไฟล์ในไดเรกทอรีหรือโฟลเดอร์เบื้องต้น
- เพื่อวางพื้นฐานการใช้งานระบบปฏิบัติการยูนิกซ์เบื้องต้นสำหรับพัฒนาโปรแกรมภาษาต่าง ๆ
- เพื่อค้นคว้าข้อมูลขั้นสูงของบอร์ด Pi

ผู้อ่านที่คุ้นเคยกับระบบปฏิบัติการวินโดวส์ และการพิมพ์คำสั่งทางคีย์บอร์ด (Command Line) ของระบบปฏิบัติการดอส (DOS: Disk Operating System) ในอดีต จะค้นพบว่า คำสั่งเหล่านี้มีความใกล้เคียงกัน แต่ยูนิกซ์จะเข้มงวดกว่า วินโดวส์ และ DOS ขอให้ผู้อ่านปฏิบัติตามคำสั่งอย่างระมัดระวัง และสังเกตตัวพิมพ์อย่างละเอียดว่าเป็นตัวพิมพ์ใหญ่หรือเล็ก เพื่อสร้างความคุ้นเคยกับการพัฒนาโปรแกรมด้วยภาษาอื่น ๆ ต่อไป

## D.1 การใช้งานระบบผ่านทาง GUI

### D.1.1 หน้าจอเดสก์ท็อป (Desktop)

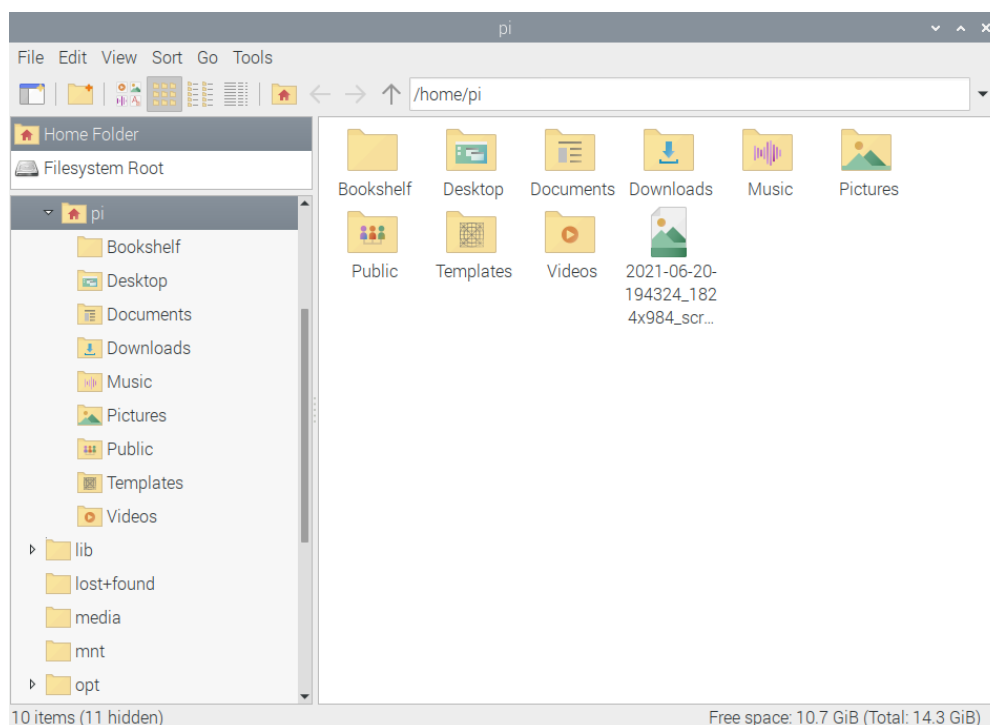
หน้าจอหลักของระบบในรูปแบบที่ [D.3](#) มีลักษณะคล้ายกับหน้าจอหลักของระบบปฏิบัติการอื่น ๆ เช่น ปุ่มเมนูหลัก แถบแสดงรายชื่อโปรแกรมที่กำลังทำงานอยู่ ปุ่มไอคอนของโปรแกรมที่นิยมใช้บ่อย (Favorites) ไอคอนแสดงการเชื่อมต่อสัญญาณ WiFi คล็อก เป็นต้น สิ่งที่แตกต่าง คือ ตำแหน่งที่จัดวางของปุ่มหรือไอคอนเหล่านี้ อาจแตกต่างกันได้ตามการปรับแต่งโดยผู้ใช้งาน ตารางต่อไปนี้เป็นเปรียบเทียบระหว่าง

ไอคอนและปุ่มต่าง ๆ ของ Raspberry Pi OS และ Windows ซึ่งผู้อ่านจะต้องวาดเติมลงไปด้วยตนเองตามรายชื่อปุ่มด้านล่าง

ปุ่ม	Raspberry Pi OS	Windows
เมนูหลัก(Main Menu)		
ปิด (Close)		
ย่อ (Minimize)		
ขยาย (Maximize)		

## D.1.2 ไฟล์เมเนเจอร์ (File Manager)

ไฟล์เมเนเจอร์ คือ โปรแกรมสำหรับเบร่าส์ (Browse) โครงสร้าง รายชื่อไดเรกทอรี รายชื่อไฟล์ต่าง ๆ ภายในอุปกรณ์เก็บรักษาข้อมูล เช่น การ์ดหน่วยความจำไมโคร SD เป็นต้น รูปที่ D.1 แสดงหน้าต่างของไฟล์เมเนเจอร์ (File Manager) ขณะที่เปิดไดเรกทอรีชื่อ /home/pi ทางด้านขวา และโครงสร้างของอุปกรณ์เก็บรักษาข้อมูลทางด้านซ้าย โปรดสังเกตพื้นที่ว่าง (Free space) ของการ์ดหน่วยความจำ SD ที่ใช้งานบริเวณมุมขวาล่างของหน้าต่าง



รูปที่ D.1: หน้าต่างของไฟล์เมเนเจอร์ (File Manager) ขณะที่เปิดไดเรกทอรีชื่อ /home/pi

## D.2 การใช้งานระบบผ่านทางโปรแกรม Terminal



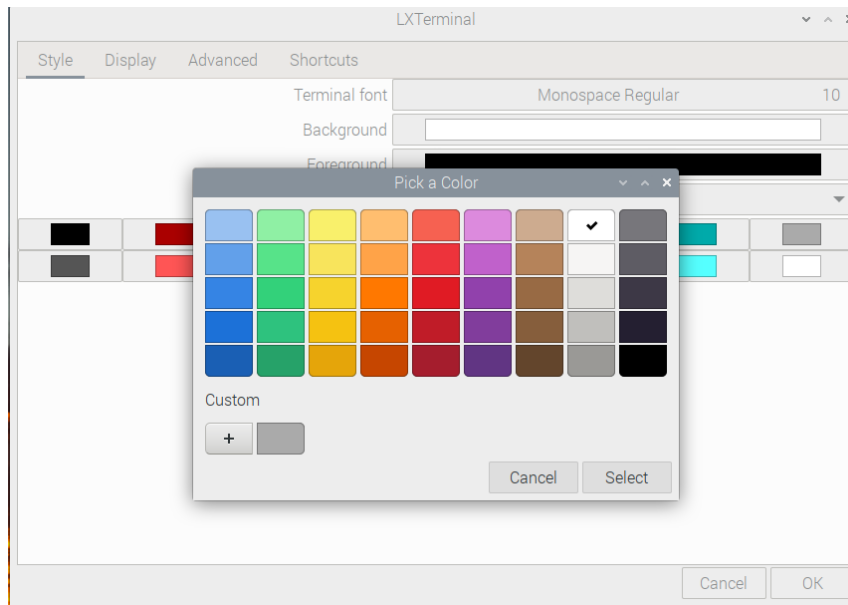
รูปที่ D.2: รูปไอคอนของโปรแกรม Terminal

ในอดีตผู้ใช้งานระบบยูนิกซ์จะต้องคีย์คำสั่งต่าง ๆ ผ่านทางโปรแกรม Terminal เท่านั้น เรียกว่า การใช้แบบ **คอมมานด์ไลน์** (Command Line) ซึ่งผู้ใช้จะต้องฝึกฝนและจดจำคำสั่งต่าง ๆ ทำให้การใช้งานแบบคอมมานด์ไลน์ยุ่งยากและไม่น่าสนใจเหมือนการใช้งานแบบ GUI เหมือนในปัจจุบัน แต่ผู้ใช้งานที่เชี่ยวชาญสามารถเข้าใจการทำงานได้ลึกซึ้งกว่า คำสั่งพื้นฐานและคำสั่งชั้ตดาวนในการทดลองนี้จะช่วยเสริมความเข้าใจของผู้อ่านได้เป็นอย่างดี โดยผู้ใช้สามารถเปิดโปรแกรม Terminal ด้วยการคลิกบนปุ่มที่มีรูปเหมือนไอคอนในรูปที่ D.2 บนแถบแสดงรายชื่อโปรแกรม (Taskbar) รูปที่ D.3 แสดงหน้าต่างของโปรแกรม Terminal ซึ่งผู้เขียนได้ปรับแต่งสีพื้นและสีของตัวอักษรให้เหมาะสม



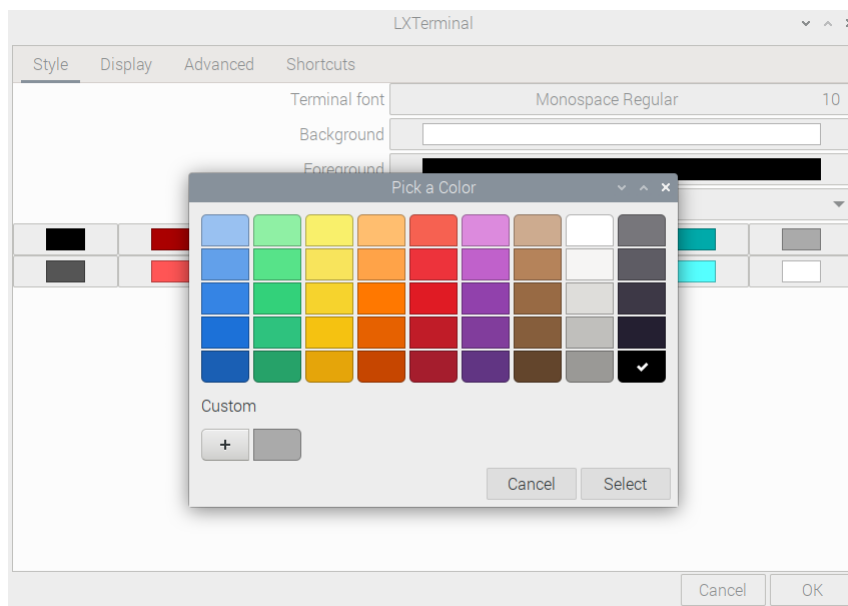
รูปที่ D.3: หน้าต่างของโปรแกรม Terminal ซึ่งสามารถปรับแต่งสีพื้นและสีของตัวอักษรได้

1. เปิดโปรแกรม Terminal บนเมนูหลัก
2. คลิกเมนู Edit -> Preferences
3. คลิกที่แถบสีของ Background จากให้เลือกสีขาว ดังรูป คลิกปุ่ม Select



รูปที่ D.4: หน้าต่างปรับแต่งสีพื้น (Background)

4. คลิกที่แถบสีของ Foreground จากให้เลือกสีดำ ดังรูป คลิกปุ่ม Select แล้วจึงคลิกปุ่ม OK ดังรูป



รูปที่ D.5: หน้าต่างปรับแต่งสีตัวอักษร (Foreground)

5. ทดสอบด้วยการปิดโปรแกรมแล้วเปิดอีกรอบว่าสีที่เลือกยังคงอยู่

### D.2.1 คำสั่งพื้นฐานของระบบยูนิกซ์

ผู้อ่านสามารถฝึกใช้คำสั่งเหล่านี้บนโปรแกรมเทอร์มินัล (Terminal) ตามตารางต่อไปนี้ โปรดสังเกตสัญลักษณ์ \$ หมายถึง ตำแหน่งเริ่มต้นคำสั่งคอมมานด์ไลน์ในโปรแกรม Terminal

ลำดับที่	รายละเอียด	คำสั่ง
1	แสดงรายชื่อไฟล์และไดเรกทอรี	<b>ls &lt;parameter&gt;</b> Ex.: \$ ls แสดงรายชื่อไฟล์และไดเรกทอรีในไดเรกทอรีปัจจุบัน Ex.: \$ ls -l แสดงรายละเอียดต่าง ๆ ของไฟล์และไดเรกทอรีในไดเรกทอรีปัจจุบัน Ex.: \$ ls -la แสดงรายละเอียดต่าง ๆ ของไฟล์และไดเรกทอรีทั้งหมดในไดเรกทอรีปัจจุบัน โปรดสังเกตสัญลักษณ์ต่อไปนี้บริเวณสองแถวบนสุดของผลลัพธ์ "." หมายถึง ไดเรกทอรีปัจจุบัน (current directory) ".." หมายถึง ไดเรกทอรีที่อยู่เหนือขึ้นไป (parent directory)
2	สร้างไฟล์เปล่า	<b>touch &lt;file_name&gt;</b> Ex.: \$ touch test.txt สร้างไฟล์เปล่าชื่อ "test.txt"
3	ทำไฟล์สำเนา	<b>cp &lt;source_file_name&gt; &lt;destination_file_name&gt;</b> Ex.: \$ cp test.txt test2.txt
4	เปลี่ยนชื่อไฟล์	<b>mv &lt;source_file_name&gt; &lt;destination_file_name&gt;</b> Ex.: \$ mv test.txt test3.txt
5	แสดงชื่อไดเรกทอรีปัจจุบัน	<b>pwd</b> Ex.: \$ pwd
6	สร้างไดเรกทอรีใหม่	<b>mkdir &lt;directory_name&gt;</b> Ex.: \$ mkdir /home/pi/asm สร้างไดเรกทอรีใหม่ ชื่อ "asm" ภายใต้อไดเรกทอรี "/home/pi/" เพื่อใช้จัดเก็บไฟล์สำหรับการทดลองต่อไป
7	Change directory	<b>cd &lt;destination&gt;</b> Ex.: \$ cd /home/pi/asm โปรดสังเกตสัญลักษณ์ต่อไปนี้ในประโยค /home/pi/asm "/" ตำแหน่งซ้ายสุด หมายถึง ไดเรกทอรีรูท (root directory) "/" ตำแหน่งถัดมา หมายถึง สัญลักษณ์คั่นระหว่างชื่อไดเรกทอรี

### D.2.2 การ Shutdown (Shutdown)

การรีบูต หรือ รีสตาร์ทเครื่อง มักใช้เรียกเมื่อระบบต้องการหลังการอัปเดตซอฟต์แวร์ต่าง ๆ ที่จำเป็น หรือ ผู้ใช้ต้องการแก้อาการต่าง ๆ โดย

- พิมพ์คำสั่ง **sudo reboot** ในหน้าต่าง Terminal เพื่อรีบูตบอร์ด Pi และระบบปฏิบัติการในกรณีที่ผู้ใช้ต้องการเริ่มต้นระบบใหม่

```
$ sudo reboot
```

ผู้อ่านสามารถรีบูตหรือรีสตาร์ทบอร์ดใหม่ด้วยคำสั่ง

```
$ shutdown -r now
```

โดย -r หมายถึง restart และ now หมายถึง ณ บัดนี้

- พิมพ์คำสั่ง **sudo shutdown -h now** ในหน้าต่าง Terminal เพื่อเตรียมพร้อมก่อนปิดเครื่อง ตามที่กล่าวในหัวข้อที่ 3.3.7

```
$ shutdown -h now
```

โดย -h หมายถึง halt แปลว่า **หยุด** ซึ่งนักคอมพิวเตอร์ส่วนใหญ่นิยมใช้ศัพท์คำนี้ในการสั่งให้ระบบปฏิบัติการหรือโปรแกรมใด ๆ หยุดการทำงาน

โปรดรอไฟ LED สีเขียวที่ติดกับไฟ LED สีแดง กระพริบจนดับเสียก่อนจึงค่อยถอดอแดปเตอร์ออกจากเต้าเสียบไฟ 220 โวลต์

## D.3 ข้อมูลพื้นฐานของบอร์ด Pi

การใช้งานทางคอมพิวเตอร์มีประโยชน์หลายด้าน เนื่องจากผู้ใช้สามารถเรียกใช้คำสั่งเกือบทั้งหมดในระบบ รวมถึงการเขียนโปรแกรมเชลล์สคริปต์ (Shell Script) เพื่อสั่งงานคอมพิวเตอร์ได้อัตโนมัติ ผู้อ่านควรจะฝึกใช้ให้คล่องเพื่อเตรียมความพร้อมไปเป็นนักพัฒนาโปรแกรม และพัฒนาระบบต่อไป โดยการทดลองนี้จะใช้คำสั่งพิเศษอ่านค่าข้อมูลของซีพียูและข้อมูลขั้นสูงอื่น ๆ

### D.3.1 ข้อมูลพื้นฐานของซีพียู

ผู้อ่านสามารถศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับซีพียูที่ใช้งานอยู่บนบอร์ด โดยใช้คำสั่ง

```
$ cat /proc/cpuinfo
```

จดผลลัพธ์ที่ได้จากบอร์ด Pi ลงในช่องที่กำหนดให้ ซึ่งอาจแตกต่างกันสำหรับผู้ใช้ Raspberr Pi OS เวอร์ชัน 32 และ 64 บิต

- processor : \_ - \_
- model name : ARMv \_\_\_\_ rev \_\_\_\_ (\_\_\_\_)



- BogoMIPS : \_\_\_\_.
- Features : \_\_\_\_\_
- CPU implementer : \_\_\_\_
- CPU architecture : \_\_\_\_
- CPU variant : 0x\_\_\_\_
- CPU part : 0x\_\_\_\_
- CPU revision : \_\_\_\_
- Hardware : BCM\_\_\_\_\_
- Revision : \_\_\_\_\_
- Serial : \_\_\_\_\_
- Model : \_\_\_\_\_

### D.3.2 ข้อมูลขั้นสูงของซีพียูและบอร์ด

นอกเหนือจากข้อมูลพื้นฐานของซีพียูแล้ว ผู้อ่านสามารถสอบถามข้อมูลด้านฮาร์ดแวร์ขั้นสูงจากคำสั่งต่อไปนี้

ลำดับที่	คำสั่ง	รายละเอียด
1	\$ cat /proc/cpuinfo	รายละเอียดของซีพียูในการทดลองก่อนหน้า
2	\$ cat /proc/meminfo	รายละเอียดของหน่วยความจำกายภาพ
3	\$ cat /proc/partitions	รายละเอียดของการจัดหน่วยความจำไมโคร SD
4	\$ cat /proc/version	รายละเอียดของระบบปฏิบัติการ
5	\$ vcgencmd measure_temp	อ่านค่าอุณหภูมิ ณ จุดต่าง ๆ
6	\$ vcgencmd measure_volts core	อ่านค่าโวลเตจของแกนประมวลผล
7	\$ vcgencmd measure_volts sdram_c	อ่านค่าโวลเตจของ SD-RAM
8	\$ vcgencmd measure_volts sdram_i	อ่านค่าโวลเตจของ SD-RAM I/O

ยกตัวอย่างเช่น ข้อมูลด้านหน่วยความจำกายภาพ ที่เราเรียกว่า RAM หรือ SDRAM จะถูกบันทึกในไฟล์ /proc/meminfo ผู้อ่านสามารถแสดงข้อมูลในไฟล์โดย

```
$ cat /proc/meminfo
```

จดผลลัพธ์ที่สำคัญของบอร์ด Pi ที่ใช้

```
MemTotal:  _ _ _ _ _ kB (KiB)
MemFree:   _ _ _ _ _ kB (KiB)
MemAvail:  _ _ _ _ _ kB (KiB)
Buffers:   _ _ _ _ _ kB (KiB)
Cached:    _ _ _ _ _ kB (KiB)
SwapCached:_ _ _ _ _ kB (KiB)
SwapTotal: _ _ _ _ _ kB (KiB)
SwapFree:  _ _ _ _ _ kB (KiB)
PageTables:_ _ _ _ _ kB (KiB)
```

## D.4 กิจกรรมท้ายการทดลอง

1. จงบอกความแตกต่างระหว่างคำสั่ง cat และคำสั่ง ls
2. จงบอกความแตกต่างระหว่างคำสั่ง cp และคำสั่ง mv
3. คำสั่ง vcgencmd ย่อมาจากคำว่าอะไร
4. ชิพ BCM2\_\_\_ บนบอร์ดมีจำนวนซีพียูกี่แกนประมวลผล
5. ชิพ BCM2835 เกี่ยวข้องกับ ชิพ BCM2\_\_\_ ในข้อก่อนหน้าอย่างไร
6. จงบอกหมายเลขรุ่น (CPU Revision) ของซีพียู ARM Cortex A\_\_\_ ที่ได้จากคำสั่ง cpufreq
7. ในหัวข้อที่ [D.3.2](#) จงบอกขนาดของหน่วยความจำ MemAvail, Buffers, Cached เพื่อเปรียบเทียบกับ MemTotal ว่าแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร
8. ผู้อ่านสามารถตรวจสอบขนาดของ SDRAM ที่มีบนบอร์ดกับข้อมูลที่ได้จาก meminfo ในหัวข้อใด และแปลงหน่วยคิบิไบต์ (KiB) เป็นกิบิไบต์ (GiB) ได้อย่างไร (โปรดศึกษาบทอภิธานศัพท์ [M.5](#))
9. จงบอกเวอร์ชัน (Version) และรายละเอียดอื่น ๆ ของระบบปฏิบัติการ Raspberry Pi OS ที่ติดตั้ง
10. จงบอกความต่างศักย์ของแกนประมวลผล หน่วยความจำกายภาพ และอินพุต/เอาต์พุตและเปรียบเทียบกันว่าแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร
11. จงบอกอุณหภูมิของซีพียูและตำแหน่งอื่น ๆ บนบอร์ดว่าทำงานที่ก้องศาเซลเซียส และเปรียบเทียบกันว่าแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร