

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 ผู้อ่านจะต้องเตรียมการ์ดหน่วยความจำไมโคร SD ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 16 กิกะไบต์ ให้เรียบร้อย แล้วจึงติดตั้งโปรแกรมตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

C.1 การเตรียมการ์ดหน่วยความจำไมโคร SD

- ทำการดาวน์โหลดไฟล์โปรแกรม Raspberry Pi Imager สำหรับติดตั้งระบบปฏิบัติการ Raspberry Pi OS ในการ์ดหน่วยความจำไมโคร SD ตามลิงก์ต่อไปนี้

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

- เลือกดาวน์โหลดตามระบบปฏิบัติการที่ผู้อ่านใช้งานอยู่ เช่น วินโดวส์ Mac OS หรือ ลินุกซ์ Ubuntu

Install Raspberry Pi OS using Raspberry Pi Imager

Raspberry Pi Imager is the quick and easy way to install Raspberry Pi OS and other operating systems to a microSD card, ready to use with your Raspberry Pi. [Watch our 45-second video](#) to learn how to install an operating system using Raspberry Pi Imager.

Download and install Raspberry Pi Imager to a computer with an SD card reader. Put the SD card you'll use with your Raspberry Pi into the reader and run Raspberry Pi Imager.

[Download for Ubuntu for x86](#)

[Download for Windows](#)

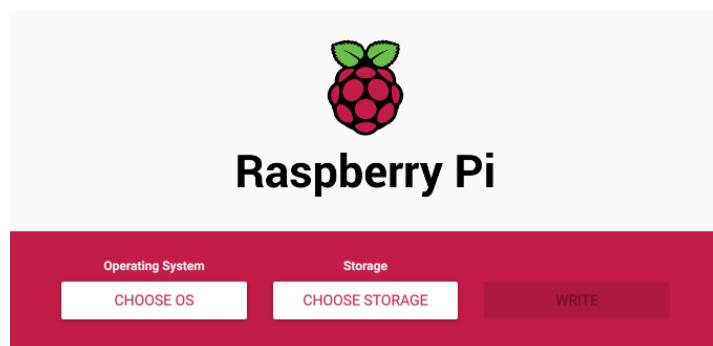
[Download for macOS](#)

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

- ทำการติดตั้งโดยตาม installShield Wizard จนแล้วเสร็จ

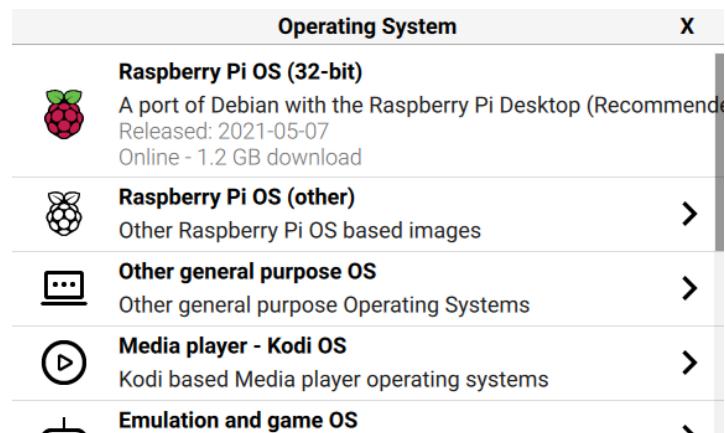
C.2 การติดตั้ง Raspberry Pi OS บนการ์ดหน่วยความจำไมโคร SD

- รันโปรแกรม RaspberryPi Imager ซึ่งมีหน้าต่างหลักในรูปที่ C.2



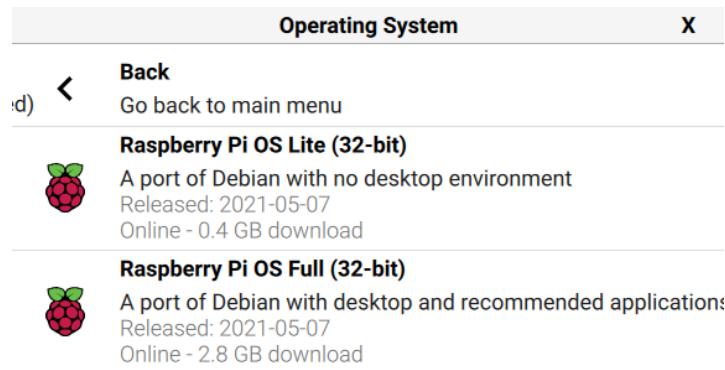
รูปที่ C.2: หน้าต่างของโปรแกรม Raspberry Pi Imager

- กดปุ่ม CHOOSE OS เพื่อเลือกระบบปฏิบัติการ ในรูปที่ C.3



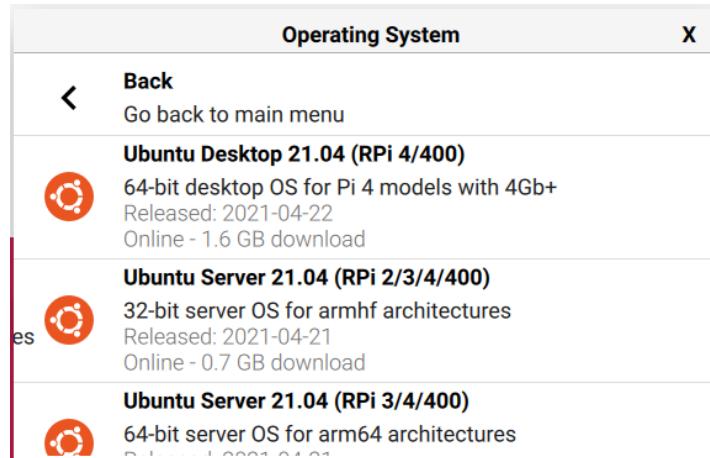
รูปที่ C.3: เมนูตัวเลือกใต้เมนู CHOOSE OS

3. กด เลือก **Raspberry Pi OS (32-bit)** ลำดับบนสุด ซึ่งเป็นตัวเลือกที่เว็บไซต์แนะนำ (Recommended)
4. ผู้อ่านขั้นสูงสามารถเลือก Raspberry Pi OS อื่น ๆ ได้ ดังนี้
 - กด Raspberry Pi OS (other) เพื่อเลือกระบบปฏิบัติการอื่น ๆ ที่ตรงตามความต้องการในรูปที่ C.4



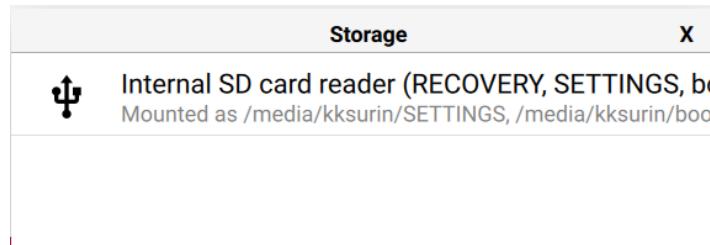
รูปที่ C.4: เมนูตัวเลือกอื่น ๆ ใต้เมนู Raspberry Pi OS (other)

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



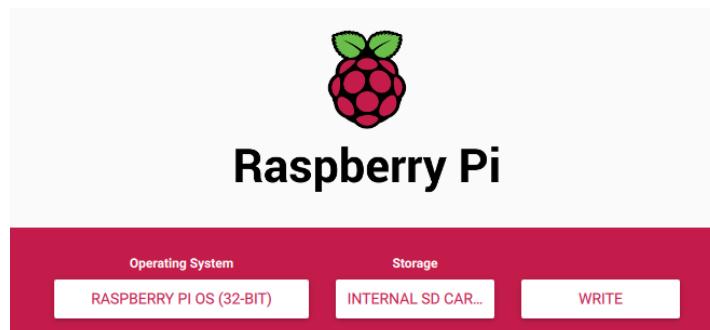
รูปที่ C.5: เมนูตัวเลือกอื่น ๆ ใต้เมนู Other general purpose OS

- กดปุ่ม CHOOSE STORAGE เพื่อเลือกการ์ดหน่วยความจำ SD ที่ต้องการ กรณีที่เสียบอยู่หลายการ์ด ในรูปที่ C.6



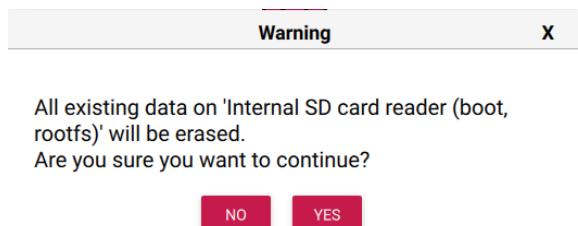
รูปที่ C.6: หน้าต่าง Imager

- เมื่อตั้งค่าตัวเลือกวิธีการติดตั้ง OS และการ์ดหน่วยความจำเรียบร้อยแล้ว ผู้ใช้งานสามารถกดปุ่ม WRITE เพื่อรีบูตการ์ดทันที ให้ได้ในรูปที่ C.7



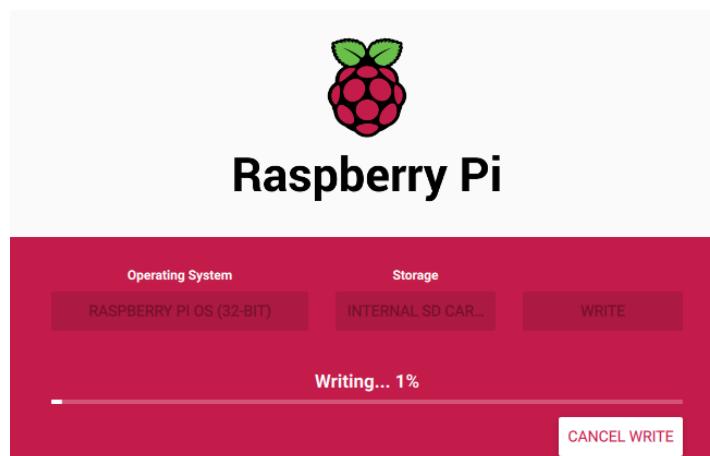
รูปที่ C.7: ปุ่ม WRITE ในหน้าต่าง Raspberry Pi Imager

- หากการ์ดหน่วยความจำมีข้อมูลเดิม หน้าต่างเตือนจะปรากฏขึ้นตามรูปที่ C.8 หากต้องการเขียนทับให้กดปุ่ม Yes และหากไม่มั่นใจให้กดปุ่ม No



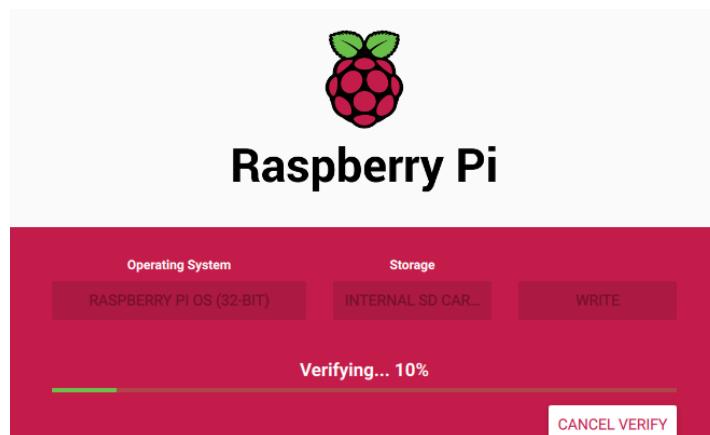
รูปที่ C.8: หน้าต่างเตือนผู้ใช้ที่ต้องการเขียนทับการ์ดหน่วยความจำ SD

- ระหว่างที่ดำเนินการดาวน์โหลด และ เขียนการ์ดไปพร้อม ๆ กัน ผู้อ่านต้องดูแล การเชื่อมต่อไม่ให้ติดขัด ในรูปที่ C.9



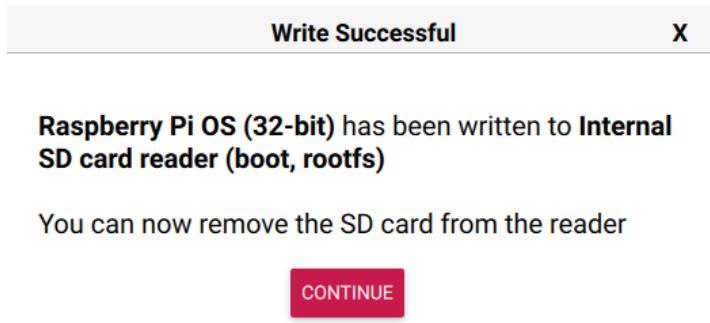
รูปที่ C.9: หน้าต่าง Raspberry Pi Imager ทายอยเขียนข้อมูลภายในการ์ด

- เมื่อโปรแกรมเขียนการ์ดจนครบ 100% แล้ว จึงเริ่มทวนสอบ (Verify) ข้อมูลภายในการ์ด ในรูปที่ C.10



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

10. เมื่อเขียนหรือติดตั้งลงในкар์ดหน่วยความจำสำเร็จ (Successful) การ์ดจะมีพาร์ทิชัน ชื่อ boot และ rootfs ในรูปที่ [C.11](#)

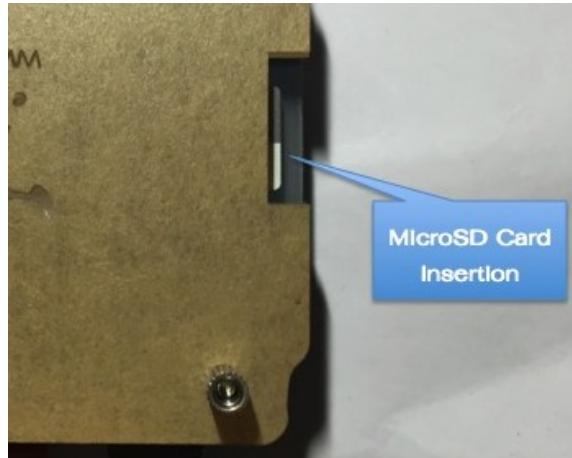


รูปที่ C.11: ปุ่ม CONTINUE ในหน้าต่าง Raspberry Pi Imager เมื่อติดตั้งสำเร็จ

11. กดปุ่ม CONTINUE แล้วปิดโปรแกรม และสั่งให้ระบบปฏิบัติการหลักปลดการ์ดหน่วยความจำไมโคร SD ออกจากเครื่อง

C.3 การบูตระบบปฏิบัติการ RaspberryPi OS

1. หมายบอร์ด Pi แล้วจึงสอดการ์ดหน่วยความจำไมโคร SD ที่ได้ เข้าไปในสล็อตบนบอร์ด Pi โปรดสังเกตว่าการ์ดคว่ำหน้าลงดังรูป เพื่อให้หน้าสัมผัสรองกับบอร์ด



รูปที่ C.12: สอดการ์ดเข้าไปในสล็อตบนบอร์ด Pi โดยหมายบอร์ดขึ้นมา โปรดสังเกตการ์ดหน่วยความจำจะต้องมีลักษณะดังรูป

2. ตรวจสอบว่าการ์ดหน่วยความจำไมโคร SD เสียบถูก ต้อง แล้วจึงเสียบอแดปเตอร์ไฟ เลี้ยงให้กับบอร์ด
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

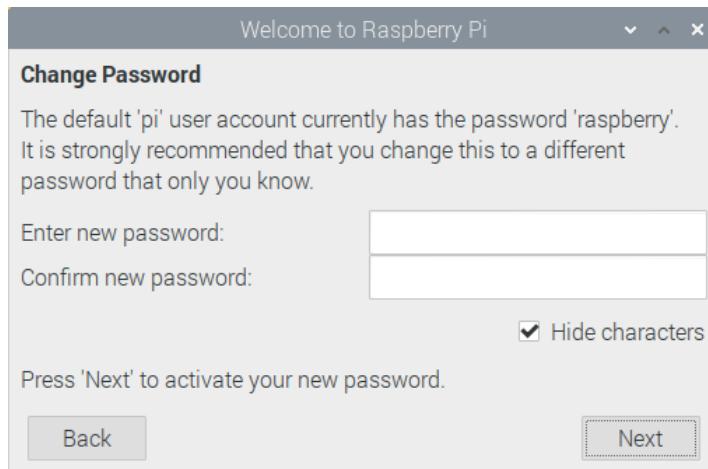
1. ตั้งค่าประเทศ โซนเวลา และภาษาในการใช้งาน เมนูเป็นภาษาอังกฤษ ตามรูปที่ C.14 เพื่อใช้เมนูเป็นภาษาอังกฤษซึ่งจะช่วยให้เรียนรู้คอมพิวเตอร์ดีกว่า



รูปที่ C.14: หน้าต่างตั้งค่าประเทศ โซนเวลา และภาษาในการใช้งาน เมนูเป็นภาษาอังกฤษ

2. สำหรับผู้อ่านขั้นเริ่มต้น ผู้อ่านไม่ควรปรับแก้ใด ๆ ระบบจะตั้งชื่อ username อัตโนมัติคือ pi โดยมีรหัสผ่าน (Password) คือ raspberry

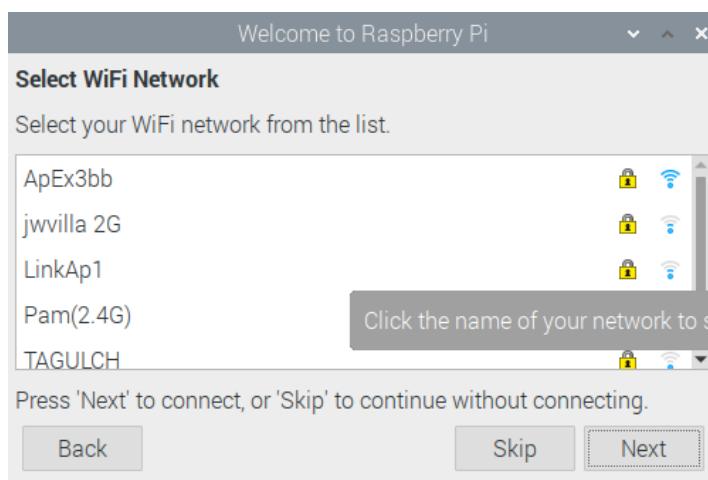
3. สำหรับผู้อ่านขั้นสูงทำการตั้งชื่อผู้ใช้ และพาสวีร์ด ซึ่งผู้อ่านควรใช้ชื่อ pi และพาสวีร์ดใหม่ที่ปลอดภัยในรูปที่ [C.15](#) เพื่อความปลอดภัยในอนาคต



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

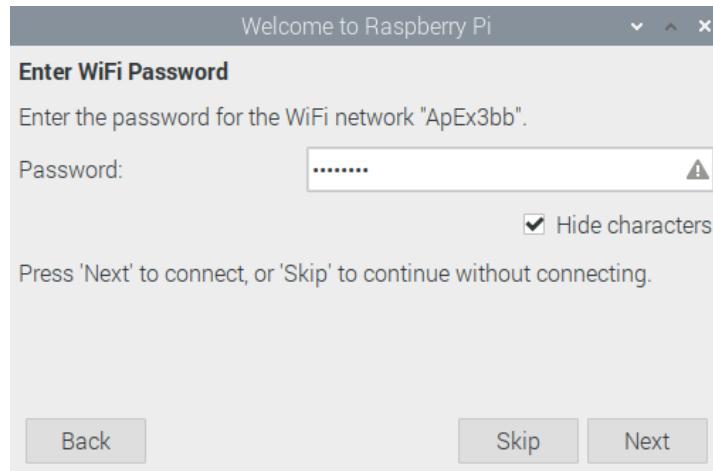
C.4.2 การตั้งค่า WiFi เพื่อเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ต

1. ระบบมองเห็นสัญลักษณ์ WiFi และแสดงรายชื่อของสัญญาณ WiFi (SSID) ที่อยู่รอบ ๆ บริเวณบอร์ด ตามตัวอย่างในรูปที่ [C.16](#) สัญลักษณ์แม่กุญแจ หมายถึง การเข้ารหัสป้องกันซึ่งผู้ใช้ต้องกรอกพาสวีร์ดก่อนเขื่อมต่อ



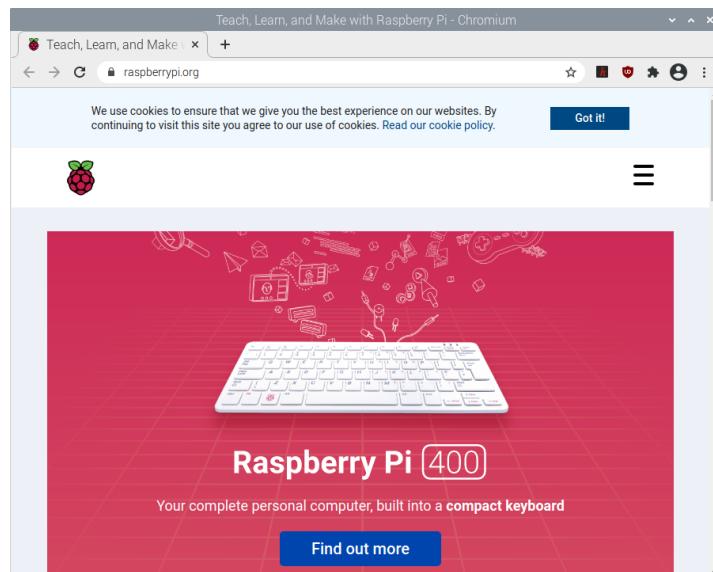
รูปที่ C.16: ตัวอย่างรายชื่อสัญญาณ WiFi รอบ ๆ ที่บอร์ด Pi มองเห็น ซึ่งจะแตกต่างกับของผู้อ่าน

2. คลิกเลือกรายชื่อสัญญาณที่ต้องการ ตามตัวอย่างในรูปที่ [C.17](#)



รูปที่ C.17: หน้าต่างสำหรับกรอกพาสเวิร์ดของสัญญาณ WiFi ที่ต้องการเชื่อมต่อ

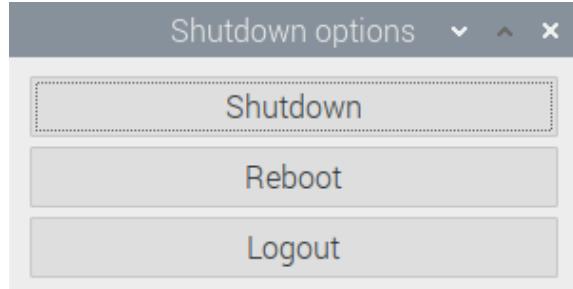
3. เมื่อเชื่อมต่อสัญญาณ WiFi ถูกต้องแล้ว เปิดโปรแกรมเบราว์เซอร์ชื่อ Chrome เพื่อทดสอบ การเชื่อมต่อเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไว้สาย



รูปที่ C.18: หน้าเพจเริ่มต้นของเว็บไซต์ www.raspberrypi.org

C.4.3 การรีสตาร์ตและซัตดาวน์

- เมื่อติดตั้งค่าระบบแล้วเสร็จ ผู้อำนวยการทำการรีบูต หรือ รีสตาร์ตเครื่อง เลื่อนมาส์ไปคลิกปุ่ม สัญลักษณ์รูปผล Raspberry ซึ่งทำหน้าที่เป็นปุ่มเมนูหลัก เลือกเมนูย่อย Logout ณ ตำแหน่งล่าง สุด เมนูนี้มักใช้เรียกเมื่อผู้ใช้ต้องการหลังการอัปเดตซอฟต์แวร์ต่าง ๆ ที่จำเป็น หรือ ผู้ใช้ต้องการปรับแก้อาการต่าง ๆ ตามรูป



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

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

C.5 กิจกรรมท้ายการทดลอง

- การติดตั้งระบบจากไฟล์ config.txt เพื่อแจ้งให้ ARM Loader ทำการบูตระบบตามรายละเอียดในไฟล์นั้น ผู้อ่านสามารถอ่านค่าโดยใช้คำสั่ง

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

ขอ ให้ ผู้ อ่าน สังเกต และ บันทึก โปรเจค ที่ ไม่ ขึ้น ตัน ด้วย สัญลักษณ์ # เพื่อ ค้นคว้า เพิ่ม เติม ใน [google.com](https://www.google.com)

- คำสั่ง sudo ย่อมาจากคำว่าอะไร และทำไมต้องใช้คำสั่งนี้นำหน้าคำสั่งอื่น ๆ ในโปรแกรม Terminal

- ค้นคว้าเพิ่มเติมว่าไฟ LED สีเขียวปิงบองสัญญาณอะไร เหตุใดจึงต้องรอให้ตับก่อนถอดปลั๊กไฟออก

- สำรวจส่วนต่าง ๆ ของหน้าเดสก์ท็อป (Desktop) และวัดตามคร่าว ๆ พร้อมรายละเอียดสำคัญ

- สำรวจเมนูหลัก และเมนูรองว่ามีรายละเอียดอะไรบ้าง และวัดเป็นแผนภูมิต้นไม้

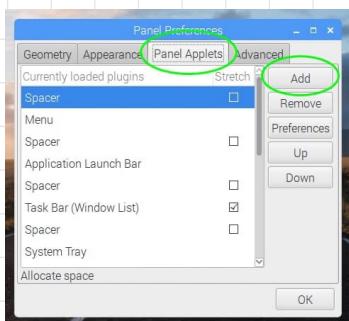
- ค้นหาวิธีการเพิ่มคีย์บอร์ดภาษาไทยเพื่อใช้งานบนระบบปฏิบัติการ Raspberry Pi OS

C.5.3

ໃຫ້ເປົ້າໃຫ້ສະໜອງ ການທຳມານົດວ່າ Raspberry Pi ຕັກພໍໃບແສລງວ່າກໍານົດໄຟ ໂລັກໂລດ ອາຄຸງເຕັມຮູອກນີ້ ຕ້ອງຮອງນີ້ໄຟສັເກີນດີນກົດນີ້ ກົດໂດຍໃນ Raspberry Pi ມູນກໍານົດກົດນີ້ ແລ້ວຄົງຂຶ້ນອອກ

C.5.6

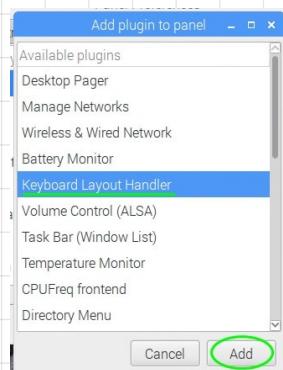
1. ຖັນທີ Panel setting
2. ນັ້ນ ຕ່າງ Panel Preferences ອະນຸມາ



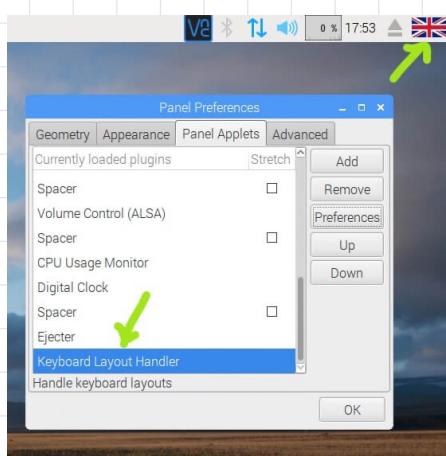
3. ນັ້ນ Panel Applets

4. ນັ້ນ Add

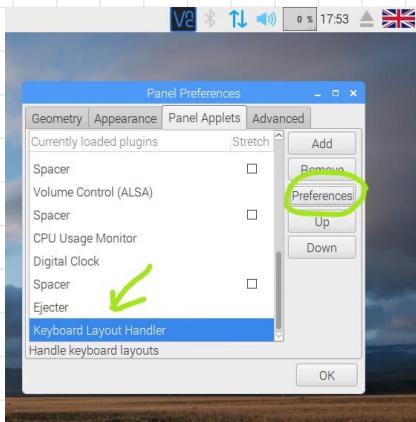
5. ຈະ ມີເນັ້ນຕົ້ນ ຂຶ້ນວ່າຈະ ອື່ອ Keyboard Layout Handler



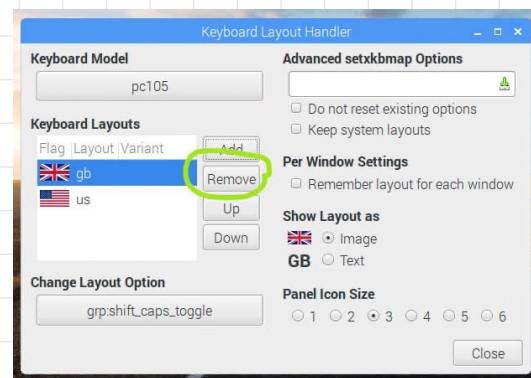
6. Keyboard Layout Handler ຈະ ດູງເປັນມີເນັ້ນຕົ້ນ ໂລັກ ແລ້ວ ຮັບຮູອກທີ່ຈົດກາມທີ່ມີຂາຍເປັນ



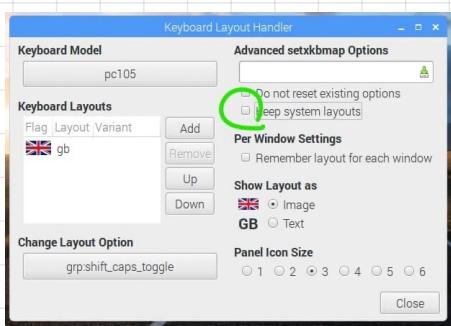
7. ຜົນກີ່ Preferences



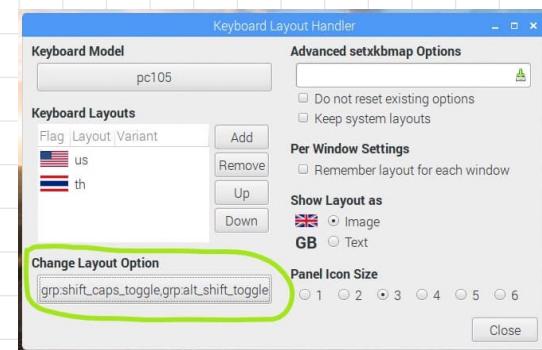
16 ກອທິກຳ ຖະການ
ຈາກນີ້ລວມ Add ສັນຍາໃຫ້ການໃໝ່



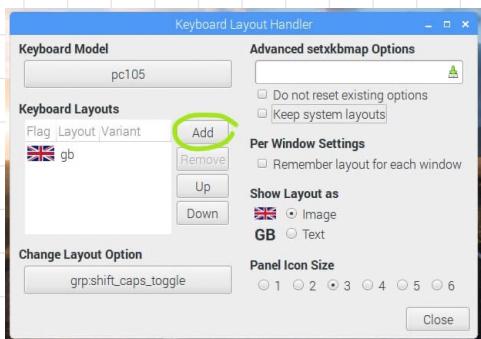
8. ໂອດ ມີ ມີ Keep system layouts ອອນ



12. ເນື້ອເພີ່ມການໃຫ້ ໄວ່ງໃນ set ວຸນ
ໄປຕົ້ນ ການ ລົມຄົດ



9. ໃນ Add ເພີ່ມເກີ່ມ US ໃຫ້ Remove UK ດອນ



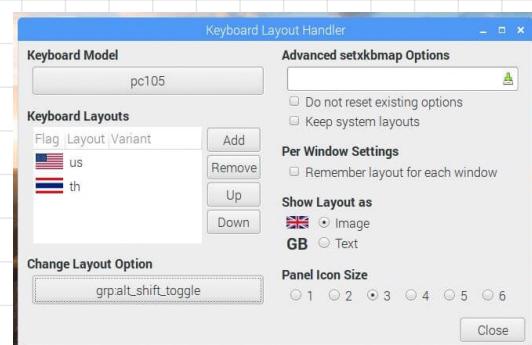
13. ອັບກີ່ທີ່ Alt + shift



10. ເພີ່ມ US ໃຫ້ ລວມ OK



14. ເພີ່ມເກີ່ມ ກົມມຽກໃຫ້ການໃໝ່ໄດ້



ภาคผนวก D

การทดลองที่ 4 การใช้งานระบบปฏิบัติการยูนิกซ์เบื้องต้น

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

- เพื่อเปรียบเทียบการทำงานแบบกราฟิกส์และแบบคำสั่งทางคีย์บอร์ด
- เพื่อให้ผู้อ่านใช้คำสั่งเพื่อบริหารจัดการไฟล์ในไดเรกทอรีหรือโฟลเดอร์เบื้องต้น
- เพื่อวางแผนการใช้งานระบบปฏิบัติการยูนิกซ์เบื้องต้นสำหรับพัฒนาโปรแกรมภาษาต่าง ๆ
- เพื่อค้นคว้าข้อมูลขั้นสูงของบอร์ด Pi

ผู้อ่านที่คุ้นเคยกับระบบปฏิบัติการวินโดว์ส และการพิมพ์คำสั่งทางคีย์บอร์ด (Command Line) ของระบบปฏิบัติการดอส (DOS: Disk Operating System) ในอดีต จะค้นพบว่า คำสั่งเหล่านี้มีความใกล้เคียงกัน แต่ยูนิกซ์จะเข้มงวดกว่า วินโดว์ส และ DOS ขอให้ผู้อ่านปฏิบัติตามคำสั่งอย่างระมัดระวัง และสังเกตตัวพิมพ์อย่างละเอียดว่า เป็นตัวพิมพ์ใหญ่ หรือเล็ก เพื่อสร้างความคุ้นเคยกับการพัฒนาโปรแกรมด้วยภาษาอื่น ๆ ต่อไป

D.1 การใช้งานระบบผ่านทาง GUI

D.1.1 หน้าจอเดสก์ท็อป (Desktop)

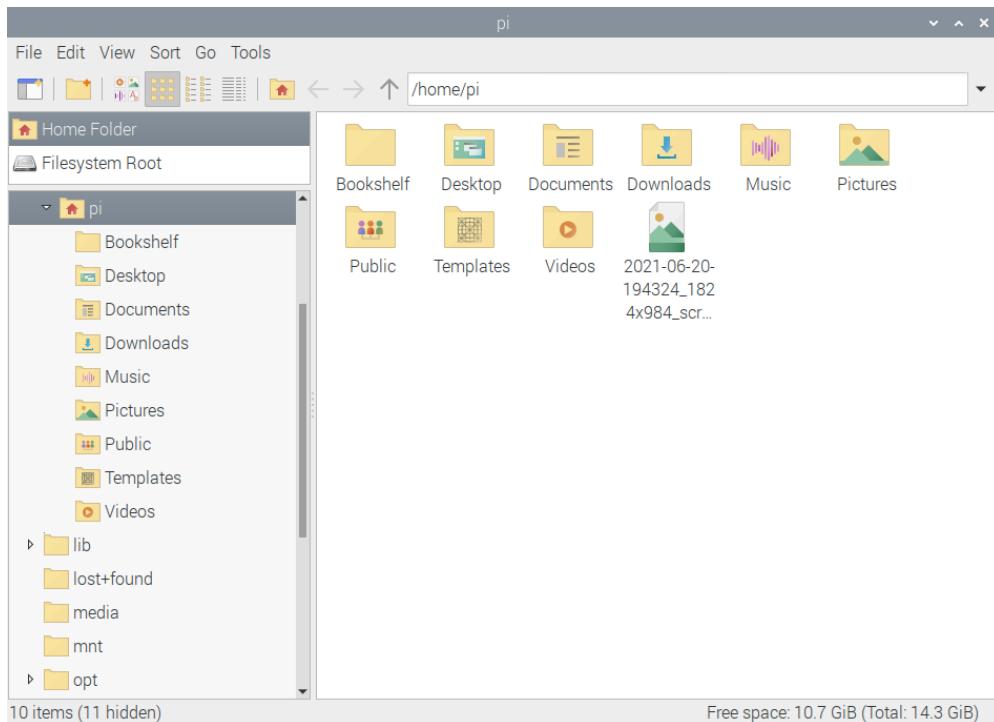
หน้าจอหลักของระบบในรูปที่ [D.3](#) มีลักษณะคล้ายกับหน้าจอหลักของระบบปฏิบัติการอื่น ๆ เช่น ปุ่มเมนูหลัก แถบแสดงรายชื่อโปรแกรมที่กำลังทำงานอยู่ ปุ่มไอคอนของโปรแกรมที่นิยมใช้บ่อย (Favorites) ไอคอนแสดงการเชื่อมต่อสัญญาณ WiFi คลือก เป็นต้น สิ่งที่แตกต่าง คือ ตำแหน่งที่จัดวางของปุ่มหรือไอคอนเหล่านี้อาจแตกต่างกันได้ตามการปรับแต่งโดยผู้ใช้งาน ตารางต่อไปนี้เป็นการเปรียบเทียบระหว่าง

ไอคอนและปุ่มต่าง ๆ ของ Raspberry Pi OS และ Windows ซึ่งผู้อ่านจะต้องวัดเติมลงไปด้วยตนเองตามรายชื่อปุ่มด้านข่าย

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

D.1.2 ไฟล์เมเนจเจอร์ (File Manager)

ไฟล์เมเนจเจอร์ คือ โปรแกรมสำหรับเบราส์ (Browse) โครงสร้าง รายชื่อไดเรกทอรี รายชื่อไฟล์ต่าง ๆ ภายในอุปกรณ์เก็บรักษาข้อมูล เช่น การดูหน่วยความจำไมโคร SD เป็นต้น รูปที่ D.1 แสดงหน้าต่างของไฟล์เมเนจเจอร์ (File Manager) ขณะที่เปิดไดเรกทอรีชื่อ /home/pi ทางด้านขวา และโครงสร้างของอุปกรณ์เก็บรักษาข้อมูลทางด้านซ้าย โปรดสังเกตพื้นที่ว่าง (Free space) ของการดูหน่วยความจำ SD ที่ใช้งานบริเวณมุมขวาล่างของหน้าต่าง



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

D.2 การใช้งานระบบผ่านทางโปรแกรม Terminal



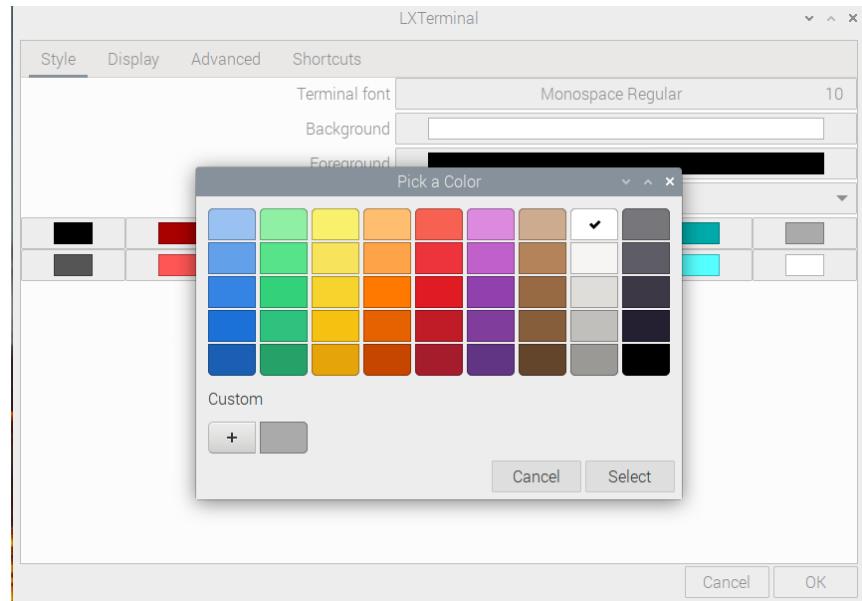
รูปที่ D.2: รูปไอคอนของโปรแกรม Terminal

ในอดีตผู้ใช้งานระบบยุนิกซ์จะต้องคีย์คำสั่งต่าง ๆ ผ่านทางโปรแกรม Terminal เท่านั้น เรียกว่า การใช้แบบคอมมานด์ไลน์ (Command Line) ซึ่งผู้ใช้จะต้องฝึกฝนและจำคำสั่งต่าง ๆ ทำให้การใช้งานแบบคอมมานด์ไลน์ยุ่งยากและไม่น่าสนใจ เมื่อมีการใช้งานแบบ GUI เหมือนในปัจจุบัน แต่ผู้ใช้งานที่เชี่ยวชาญสามารถเข้าใจการทำงานได้ลึกซึ้งกว่า คำสั่งพื้นฐานและคำสั่งชัตดาวน์ในการทดลองนี้จะช่วยเสริมความเข้าใจของผู้อ่านได้เป็นอย่างดี โดยผู้ใช้สามารถเปิดโปรแกรม Terminal ด้วยการคลิกบนปุ่มที่มีรูปเหมือนไอคอนในรูปที่ D.2 บนแถบแสดงรายชื่อโปรแกรม (Taskbar) รูปที่ D.3 แสดงหน้าต่างของโปรแกรม Terminal ซึ่งผู้เขียนได้ปรับแต่งสีพื้นและสีของตัวอักษรให้เหมาะสม



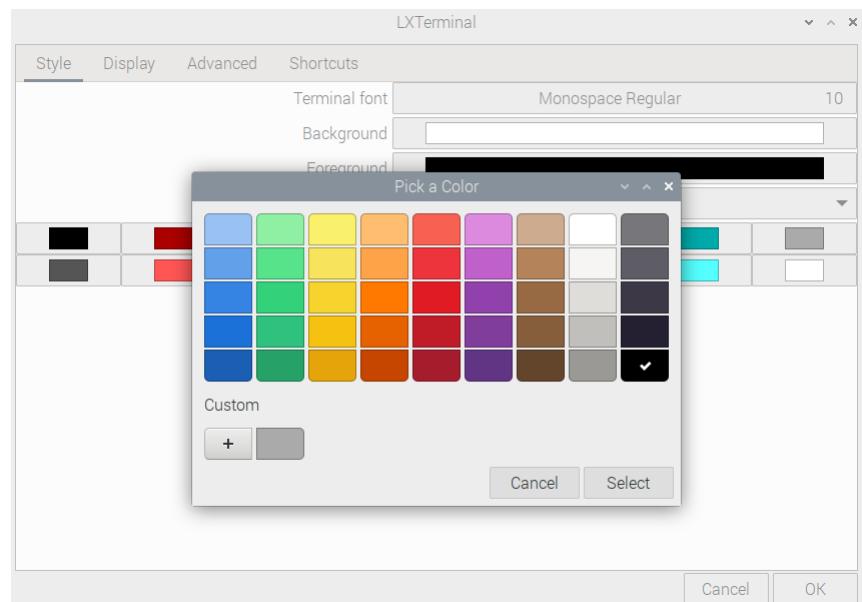
รูปที่ D.3: หน้าต่างของโปรแกรม Terminal ซึ่งสามารถปรับแต่งสีพื้นและสีของตัวอักษรได้

1. เปิดโปรแกรม Terminal บนเมนูหลัก
2. คลิกเมนู Edit -> Preferences
3. คลิกที่แท็บสีของ 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 โปรดสังเกต สัญลักษณ์ \$ หมายถึง ตำแหน่งเริ่มต้นคำสั่งคอมมานด์ไลน์ในโปรแกรม Terminal

ลำดับที่	รายละเอียด	คำสั่ง
1	แสดงรายชื่อไฟล์และไดเรกทอรี	<code>ls <parameter></code>
	Ex.: \$ ls แสดงรายชื่อไฟล์และไดเรกทอรีในไดเรกทอรีปัจจุบัน	
	Ex.: \$ ls -l แสดงรายละเอียดต่าง ๆ ของไฟล์และไดเรกทอรีในไดเรกทอรีปัจจุบัน	
	Ex.: \$ ls -la แสดงรายละเอียดต่าง ๆ ของไฟล์และไดเรกทอรีทั้งหมดในไดเรกทอรีปัจจุบัน	
	โปรดสังเกตสัญลักษณ์ต่อไปนี้บริเวณสองแwarebn สุดของผลลัพธ์	
	”.” หมายถึง ไดเรกทอรีปัจจุบัน (current directory)	
	”..” หมายถึง ไดเรกทอรีที่อยู่เหนือขึ้นไป (parent directory)	
2	สร้างไฟล์เปล่า	<code>touch <file_name></code>
	Ex.: \$ touch test.txt สร้างไฟล์เปล่าชื่อ "text.txt"	
3	ทำไฟล์สำเนา	<code>cp <source_file_name> <destination_file_name></code>
	Ex.: \$ cp test.txt test2.txt	
4	เปลี่ยนชื่อไฟล์	<code>mv <source_file_name> <destination_file_name></code>
	Ex.: \$ mv test.txt test3.txt	
5	แสดงชื่อไดเรกทอรีปัจจุบัน	<code>pwd</code>
	Ex.: \$ pwd	
6	สร้างไดเรกทอรีใหม่	<code>mkdir <directory_name></code>
	Ex.: \$ mkdir /home/pi/asm สร้างไดเรกทอรีใหม่ ชื่อ "asm" ภายใต้ไดเรกทอรี "/home/pi/" เพื่อใช้จัดเก็บไฟล์สำหรับการทดลองต่อไป	
7	Change directory	<code>cd <destination></code>
	Ex.: \$ cd /home/pi/asm โปรดสังเกตสัญลักษณ์ต่อไปนี้ในประโยชน์ /home/pi/asm "/" ตำแหน่งช้ายสุด หมายถึง ไดเรกทอรีราก (root directory) "/" ตำแหน่งถัดมา หมายถึง สัญลักษณ์คั่นระหว่างชื่อไดเรกทอรี	

D.2.2 การชัตดาวน์ (Shutdown)

การรีบูต หรือ รีสตาร์ต เครื่อง มักใช้เรียก เมื่อระบบต้องการหลังการอัปเดตซอฟต์แวร์ต่าง ๆ ที่จำเป็น หรือ ผู้ใช้ต้องการแก้อาการต่าง ๆ โดย

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

```
$ sudo reboot
```

ผู้อ่านสามารถรีบูตหรือรีสตาร์ตบอร์ดใหม่ด้วยคำสั่ง

```
$ 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 กระพริบจนดับเสียก่อนจึงค่อยกดอแดปเตอร์ออกจากเต้าเสียบไฟ 220 โวลต์

D.3 ข้อมูลพื้นฐานของบอร์ด Pi

การใช้งานทางคอมมานด์ไลน์มีประโยชน์หลายด้าน เช่น ผู้ใช้สามารถเรียกใช้คำสั่งเกือบทั้งหมดในระบบ รวมถึงการเขียนโปรแกรมชล์ล์สคริปต์ (Shell Script) เพื่อสั่งงานคอมมานด์ไลน์ได้อัตโนมัติ ผู้อ่านควรจะฝึกใช้ให้คล่อง เพื่อเตรียมความพร้อมไปเป็นนักพัฒนาโปรแกรม และพัฒนาระบบต่อไป โดยการทดลองนี้จะใช้คำสั่งพิเศษอ่านค่าข้อมูลของซีพียูและข้อมูลขั้นสูงอื่น ๆ

D.3.1 ข้อมูลพื้นฐานของซีพียู

ผู้อ่านสามารถศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับซีพียูที่ใช้งานอยู่บนบอร์ด โดยใช้คำสั่ง

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

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

- processor : 0 - 3
- model name : ARMv7 rev 4 (v74)

- BogoMIPS : 38.40
- Features : half thumb fast mult vfp edsp neon vfpv4 idiva idivt vfpd32 lpm evtstrm crc32
- CPU implementer : 0x41
- CPU architecture : 7
- CPU variant : 0x0
- CPU part : 0xd03
- CPU revision : 4
- Hardware : BCM 2835
- Revision : a32082
- Serial : 0000000d0e8189b
- Model : Raspberry Pi 3 Model B Rev 1.2

D.3.2 ข้อมูลขั้นสูงของซีพียูและบอร์ด

นอกจากเนื้อจากข้อมูลพื้นฐานของซีพียูแล้ว ผู้อ่านสามารถสอบถามข้อมูลด้านฮาร์ดแวร์ขั้นสูงจากคำสั่งต่อไปนี้

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

ยกตัวอย่าง เช่น ข้อมูลด้านหน่วยความจำภายในภาพ ที่เรียกว่า RAM หรือ SDRAM จะถูกบันทึกในไฟล์ /proc/meminfo ผู้อ่านสามารถแสดงข้อมูลในไฟล์โดย

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

ผลลัพธ์ที่สำคัญของบอร์ด Pi ที่ใช้

```
MemTotal:  _ 9 4 4 1 6 8 kB (KiB)
MemFree:   _ 5 0 4 9 3 2 kB (KiB)
MemAvail:  _ 7 0 3 2 1 6 kB (KiB)
Buffers:   _ 2 5 8 2 9 kB (KiB)
Cached:    _ 2 1 5 2 3 6 kB (KiB)
SwapCached:_ _ _ _ _ 0 kB (KiB)
SwapTotal: _ 1 0 2 3 9 6 kB (KiB)
SwapFree:  _ 1 0 2 3 9 6 kB (KiB)
PageTables:_ _ _ 4 6 6 0 kB (KiB)
```

D.4 กิจกรรมท้ายการทดลอง

1. จงบอกความแตกต่างระหว่างคำสั่ง cat และคำสั่ง ls
2. จงบอกความแตกต่างระหว่างคำสั่ง cp และคำสั่ง mv
3. คำสั่ง vcgencmd ย่อมาจากคำว่าอะไร
4. ชิป BCM2837 บนบอร์ดมีจำนวนซีพียูกี่แกนประมวลผล
5. ชิป BCM2835 เกี่ยวข้องกับ ชิป BCM2_____ ในข้อก่อนหน้าอย่างไร
6. จงบอกหมายเลขรุ่น (CPU Revision) ของซีพียู ARM Cortex A_____ ที่ได้จากคำสั่ง cpuinfo
7. ในหัวข้อที่ D.3.2 จงบอกขนาดของหน่วยความจำ MemAvail, Buffers, Cached เพื่อเปรียบเทียบกับ MemTotal ว่าแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร
8. ผู้อ่านสามารถตรวจสอบขนาดของ SDRAM ที่มีบนบอร์ดกับข้อมูลที่ได้จาก meminfo ในหัวข้อได้และแปลงหน่วยคิกิบิไบต์ (KiB) เป็นกิกิบิไบต์ (GiB) ได้อย่างไร (โปรดศึกษาบทอภิธานศัพท์ M.5)
9. จงบอกเวอร์ชัน (Version) และรายละเอียดอื่น ๆ ของระบบปฏิการ Raspberry Pi OS ที่ติดตั้ง
10. จงบอกความต่างศักย์ของแกนประมวลผล หน่วยความจำภายใน และอินพุต/เอาต์พุต และเปรียบเทียบกันว่าแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร
11. จงบอกอุณหภูมิของซีพียูและตำแหน่งอื่น ๆ บนบอร์ดว่าทำงานที่กีองศากเซลเซียส และเปรียบเทียบกันว่าแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

4) ชิป BCM2__ บนบอร์ดมีจำนวนซีพียูกี่แกนประมวลผล

ตอบ 4. เทคนิคการวินิจฉัย

7. ในหัวข้อที่ D.3.2 จงบอกขนาดของหน่วยความจำ MemAvail, Buffers, Cached เพื่อเปรียบเทียบ กับ MemTotal ว่าแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

ตอบ MemAvail ขนาด 703216 KB, Buffers ขนาด 25828 KB, Cached ขนาด 215236 KB, MemTotal ขนาด 944268 KB สังเกตว่า ขนาด กอง存ที่หัว 3 อัน มากกว่า 944260 KB ครึ่งหนึ่งของ MemTotal