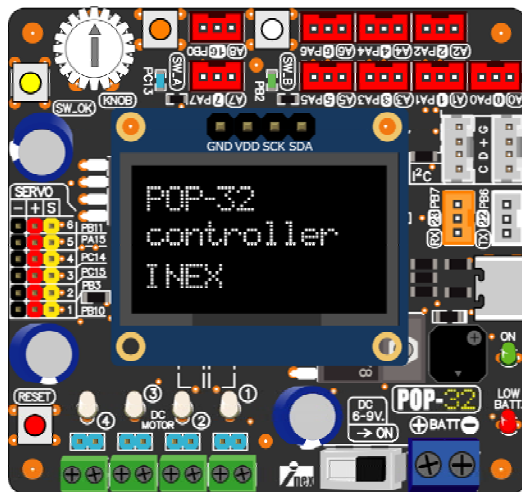


# POP-32

## บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อการเรียนรู้และพัฒนาโครงการ ระบบสมองกลฝังตัวและหุ่นยนต์



Innovative Experiment Co.,Ltd



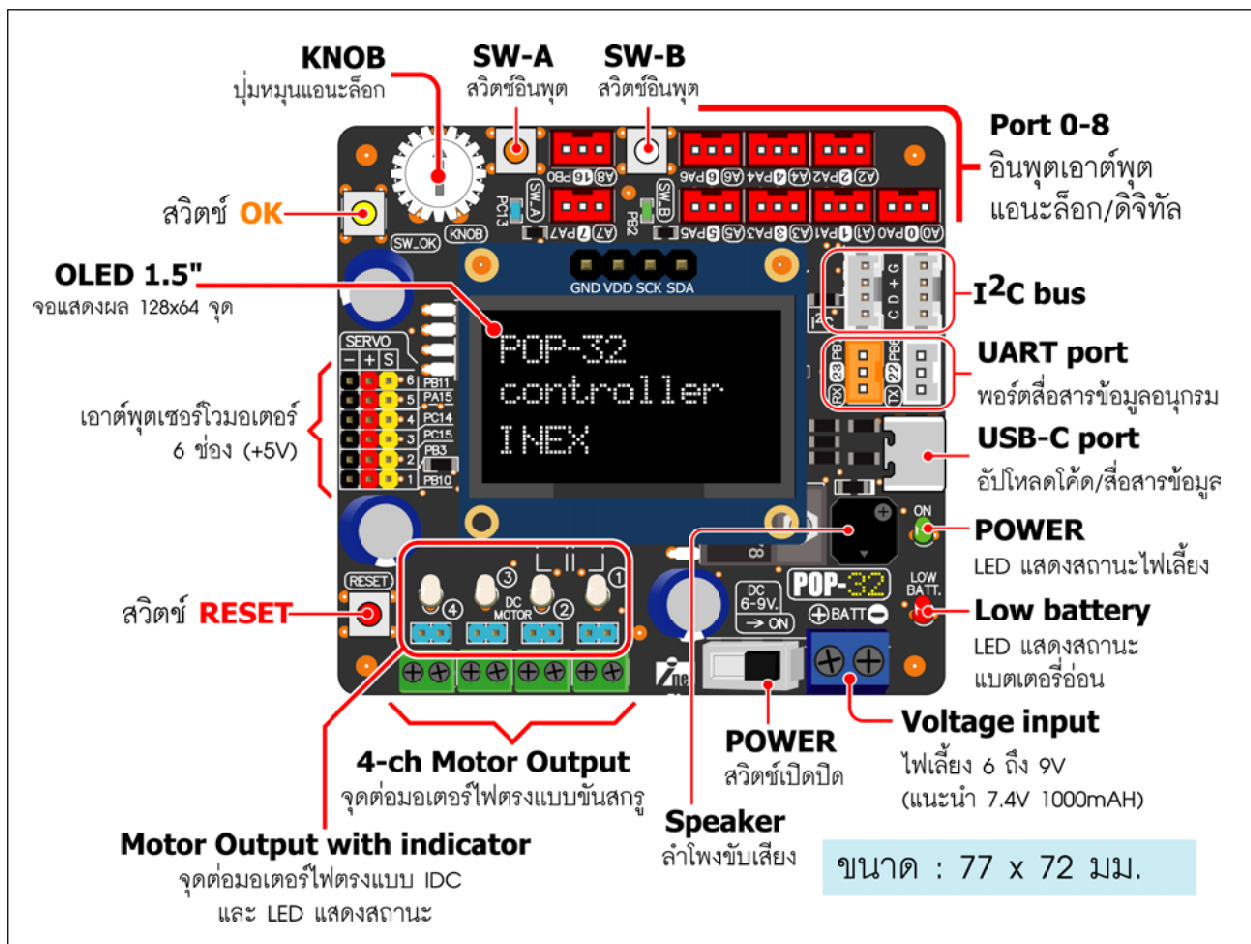
# บทที่ 1

## คุณสมบัติของบอร์ด POP-32

**POP-32** เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ 32 บิตที่มีวงจรเชื่อมต่อพอร์ต USB เพื่อสื่อสารข้อมูล และอัปโหลดโปรแกรม **POP-32** เลือกใช้ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์จากโครงการไมโครคอนโทรลเลอร์ระบบเปิด (โอเพ่นซอร์ส : open source) ที่ชื่อ **Arduino (www.arduino.cc)** มาปรับปรุงต่อ มีไลบรารีฟังก์ชันภาษาซีสำหรับติดต่อกับฮาร์ดแวร์จำนวนมากไว้ให้ ทำให้เขียนโปรแกรมสั่งงานอุปกรณ์ต่างๆ ได้ง่าย โดยไม่ต้องศึกษาลงไปในรายละเอียดของไมโครคอนโทรลเลอร์มากนัก

ส่วนประกอบทั้งหมดของบอร์ด **POP-32** แสดงในรูปที่ 1-1 มีคุณสมบัติโดยสรุปดังนี้

- ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาด 32 บิตเบอร์ STM32F103CBT6 มีหน่วยความจำแฟลช 128KB โปรแกรมใหม่ได้ 10,000 ครั้ง มีหน่วยความจำข้อมูลแรม 20KB สัญญาณนาฬิกา 20MHz



รูปที่ 1-1 ส่วนประกอบของบอร์ด POP-32

- จุดต่อพอร์ตแบบ JST 3 ขา 11 จุดสำหรับต่ออุปกรณ์ตรวจจับและอุปกรณ์ต่อพ่วง
  - มี LED แสดงสถานะไฟเลี้ยง, แจ้งเตือนแบตเตอรี่อ่อน และสถานะการเชื่อมต่อพอร์ต USB
  - มีสวิตช์ RESET
  - มีจุดต่อพอร์ต USB สำหรับดาวน์โหลดโปรแกรมและสื่อสารข้อมูลกับคอมพิวเตอร์
  - มีจุดต่อไฟเลี้ยงผ่านทางจุดต่อสายแบบขันสกรู รับไฟเลี้ยง 6 ถึง 9V มีสวิตช์เปิด-ปิด
  - ใช้กับแบตเตอรี่ลิเทียมโพลีเมอร์ได้สูงสุด 2 เซล (7.4V สูงสุดไม่เกิน 8.4V)
  - มีวงจรควบคุมไฟเลี้ยง 3.3V เพื่อจ่ายให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์, จอแสดงผล OLED และจุดต่อพอร์ตอินพุตเอาต์พุตหลัก
- จุดต่อพอร์ตอินพุตเอาต์พุตดิจิทัลหรืออะนาล็อก 9 ช่อง คือ A0 ถึง A8 (ตรงกับขา PA0 ถึง PA7 และ PB0) รองรับการทำงานเป็นขาอินพุตรับสัญญาณอินเทอร์รัปต์จากภายนอก
  - จุดต่อพอร์ตดิจิทัลรองรับระบบบัส I<sup>2</sup>C 2 ชุดคือ จุดต่อ SDA และ SCL ต่อพ่วงกัน โดยใช้คอนเน็กเตอร์แบบ PH4 จัดขาแบบ GROVE
  - มีจุดต่อพอร์ตสื่อสารข้อมูลอนุกรม UART คือ จุดต่อพอร์ต PB7 (RxD) และ PB6 (TxD)
  - มีวงจรขั้วมอเตอร์ไฟตรง 4 ช่อง พร้อม LED แสดงสถานะการทำงาน ใช้จุดต่อแบบคอนเน็กเตอร์ IDC 2 ขาและแบบเทอร์มินอลบล็อก 2 ขาต่อช่อง รองรับมอเตอร์ไฟตรง 3 ถึง 9V มีความสามารถขับกระแสไฟฟ้าได้ต่อเนื่อง 1.5A ต่อช่อง สูงสุดไม่เกิน 2A มีวงจรจำกัดกระแสไฟฟ้าเกินเพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับตัวบอร์ด
  - มีจุดต่อขาพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์สำหรับขับเซอร์โวมอเตอร์ 6 ช่องคือ จุดต่อ SERVO1 (PB10), SERVO2 (PB3), SERVO3 (PC15), SERVO4 (PC14), SERVO5 (PA15) และ SERVO6 (PB11)
  - มีลำโพง piezo สำหรับขับเสียง โดยต่อกับขาพอร์ต PB5
  - มีจอแสดงผล OLED 1.5 นิ้ว ความละเอียด 128 x 64 จุด แสดงภาพกราฟิกลายเส้นและพื้นสี แสดงผลเป็นตัวอักษรขนาดปกติ (5 x 7 จุด) ได้ 21 ตัวอักษร 8 บรรทัด ติดต่อผ่านบัส I<sup>2</sup>C
  - มีสวิตช์กดติดปล่อยดับพร้อมใช้งาน 3 จุด
    1. สวิตช์ OK (ปุ่มสี่เหลี่ยม) ต่อร่วมกับตัวต้านทานปรับค่าได้ (KNOB) ซึ่งเชื่อมต่อไปยังขาพอร์ต PB1 ทำให้อ่านค่าสัญญาณดิจิทัลและอะนาล็อกได้ในขาพอร์ตเดียวกัน
    2. สวิตช์ A (ปุ่มสี่เหลี่ยม) ต่อกับขาพอร์ต PC13 และ LED สีฟ้าเพื่อแสดงสถานะลอจิก
    3. สวิตช์ B (ปุ่มสี่เหลี่ยม) ต่อกับขาพอร์ต PB2 และ LED สีเขียวเพื่อแสดงสถานะลอจิก
  - มีวงจรตัวต้านทานปรับค่าได้ KNOB พร้อมปุ่มปรับเพื่อใช้ในการทดสอบวงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัลบนบอร์ด ต่อกับขาพอร์ต PB1 โดยต่อร่วมใช้งานกับสวิตช์กด OK

## บทที่ 2

# การติดตั้งซอฟต์แวร์ Arduino IDE

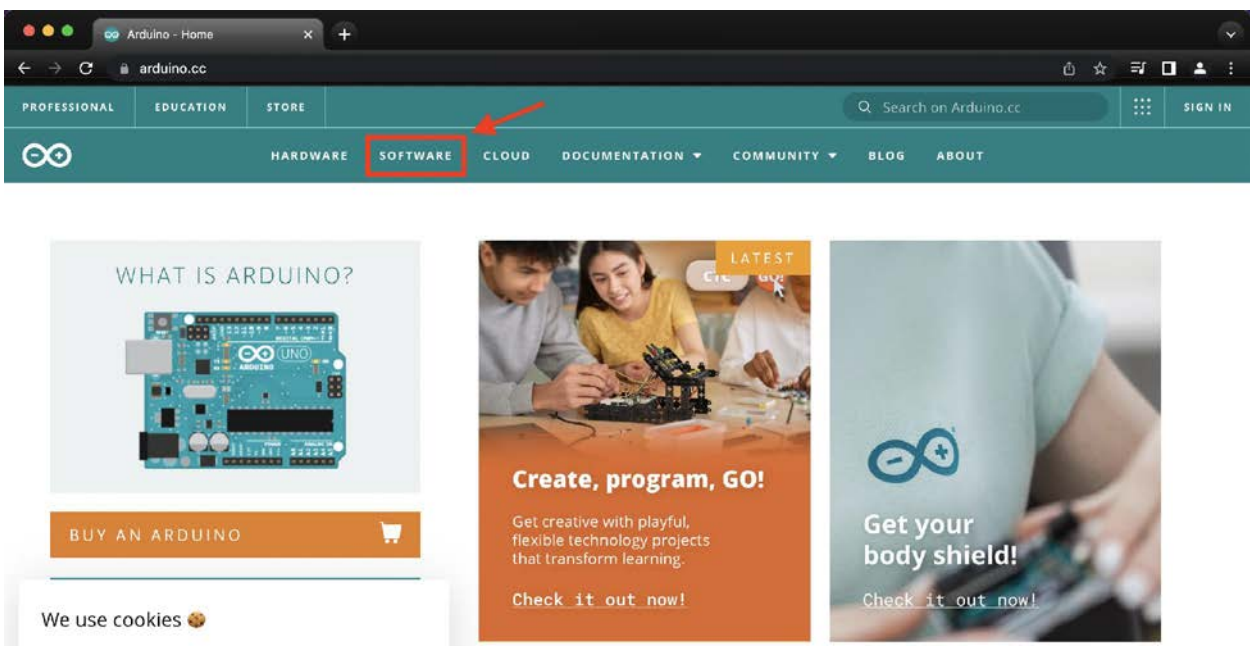
การพัฒนาโปรแกรมให้กับบอร์ด **POP-32** ในที่นี้เลือกใช้โปรแกรมภาษา C/C++ โดยใช้แพลตฟอร์มระบบเปิดที่ชื่อ Arduino ซอฟต์แวร์หลักคือ Arduino IDE ที่จัดการทั้งกระบวนการจบด้วยโปรแกรมเพียงตัวเดียว ตั้งแต่มีส่วนของการสร้างโค้ดภาษา C/C++ มีไลบรารีมาตรฐาน ตัวแปลภาษา C/C++ หรือคอมไพเลอร์ ลิงเกอร์ และส่วนของการอัปโหลดโค้ดไปเขียนลงในหน่วยความจำโปรแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ ในบทนี้นำเสนอขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรม Arduino ไปจนถึงการทดสอบใช้งานเบื้องต้น

## 2.1 การติดตั้งซอฟต์แวร์ Arduino IDE บนระบบปฏิบัติการ Windows

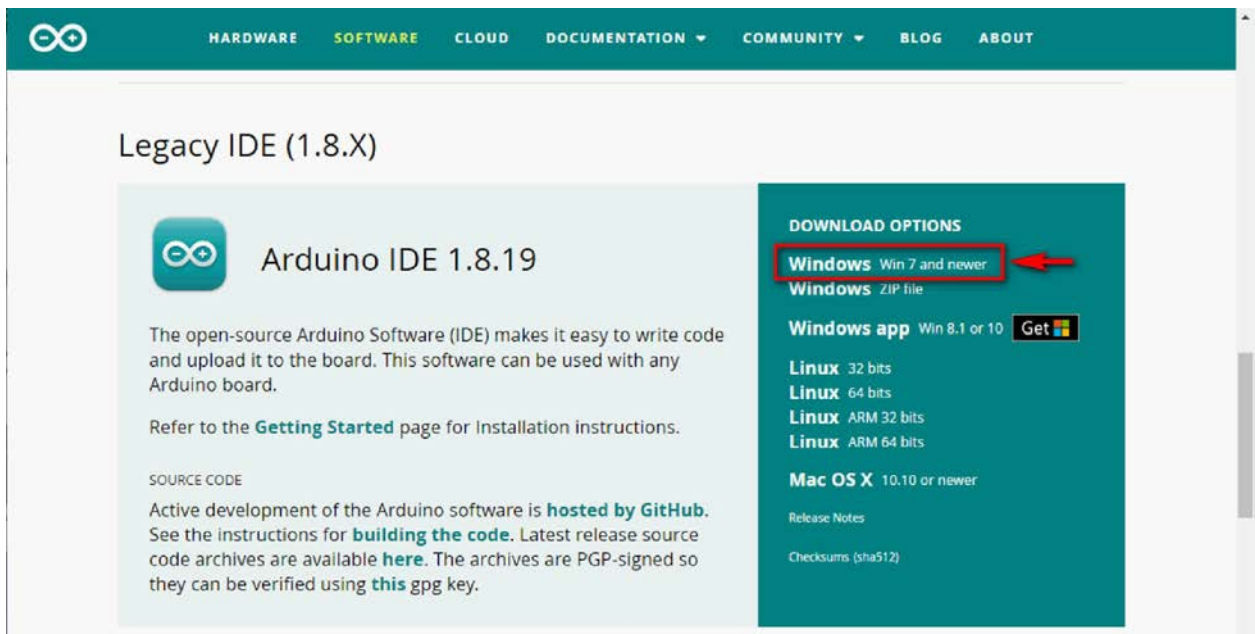
### 2.1.1 การติดตั้ง Arduino IDE และไดรเวอร์ USB

มีขั้นตอนดังนี้

(1) เชื่อมต่อคอมพิวเตอร์เข้ากับเครือข่ายอินเทอร์เน็ต จากนั้นเปิดเว็บเบราว์เซอร์ไปยังเว็บไซต์ **Arduino** ที่ <https://www.arduino.cc> จากนั้นคลิกที่หัวข้อ **SOFTWARE** ตามรูปที่ 2-1



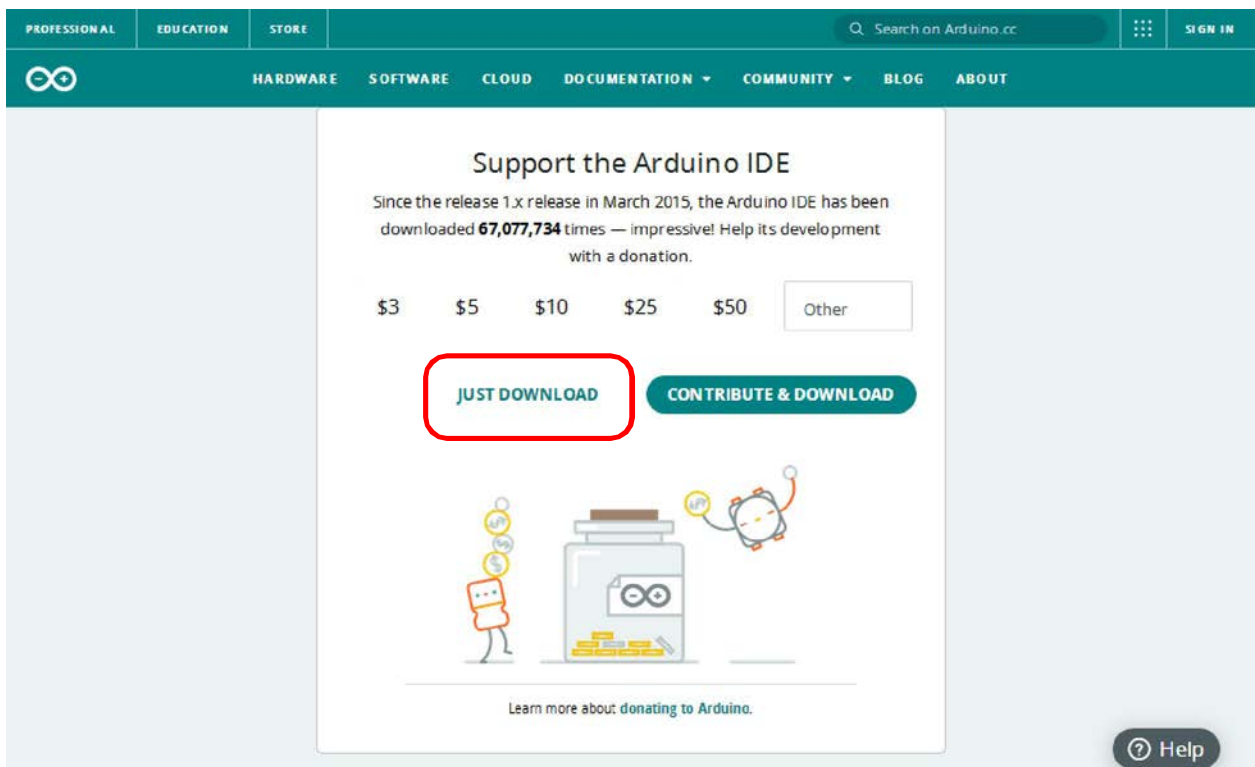
รูปที่ 2-1 หน้าเว็บของ Arduino



รูปที่ 2-2 แสดงการเลือกดาวน์โหลดไฟล์ติดตั้งซอฟต์แวร์ Arduino IDE เวอร์ชัน 1.8.X

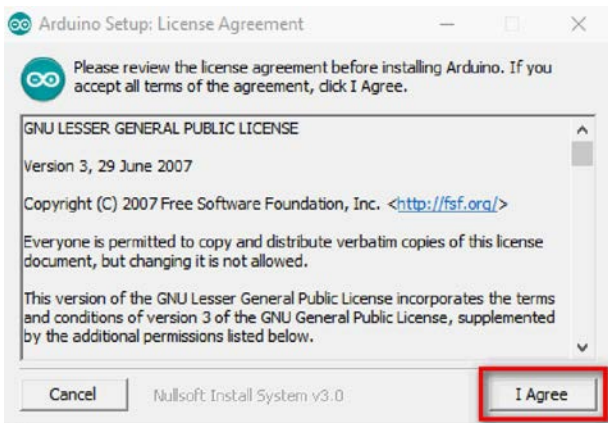
(2) เลื่อนแถบลงมาด้านล่าง ค้นหาหัวข้อ Legacy IDE เลือกรายการ Windows Win 7 and Newer เพื่อดาวน์โหลดไฟล์ติดตั้งซอฟต์แวร์ Arduino IDE เวอร์ชัน 1.8.X ตามรูปที่ 2-2

(3) จากนั้นจะปรากฏหน้าต่างตามรูปที่ 2-3 คลิกที่ปุ่ม JUST DOWNLOAD เพื่อดาวน์โหลดไฟล์ติดตั้ง

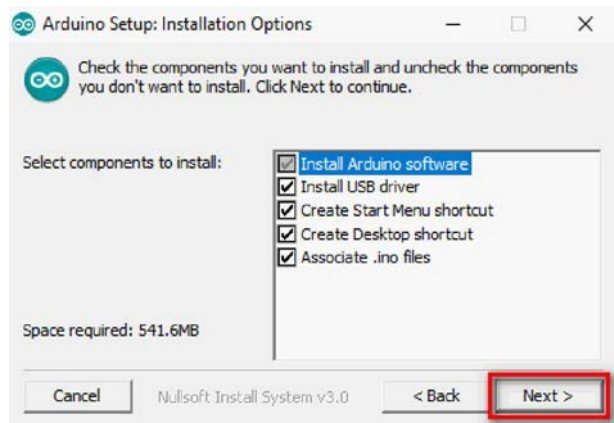


รูปที่ 2-3 แสดงปุ่ม JUST DOWNLOAD สำหรับดาวน์โหลดซอฟต์แวร์ Arduino IDE

6 ● POP-32 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อการเรียนรู้และพัฒนาโครงงานระบบสมองกลฝังตัว



รูปที่ 2-4 แสดงหน้าต่างแจ้งยอมรับลิขสิทธิ์ก่อนเริ่มต้นการติดตั้งโปรแกรม Arduino IDE



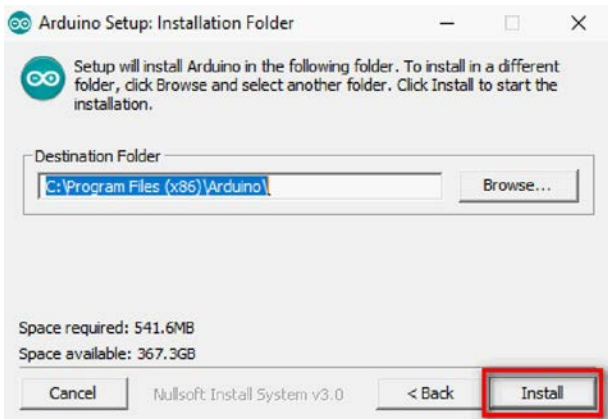
รูปที่ 2-5 หน้าต่างเลือกส่วนประกอบของโปรแกรม Arduino IDE ที่ต้องการติดตั้ง

(4) ทำการดับเบิลคลิกที่ไฟล์ติดตั้งซอฟต์แวร์ Arduino IDE จะปรากฏหน้าต่างสำหรับเริ่มต้นการติดตั้งโปรแกรม Arduino IDE ตามรูปที่ 2-4

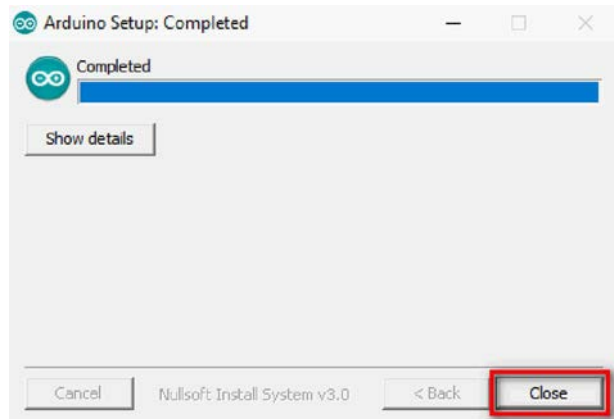
(5) จากนั้นจะปรากฏหน้าต่างเลือกส่วนประกอบของโปรแกรมที่ต้องการติดตั้งแสดงขึ้นมาตามรูปที่ 2-5 คลิกปุ่ม Next

(6) หน้าต่างเลือกโฟลเดอร์สำหรับติดตั้งโปรแกรมดังรูปที่ 2-6 ปรากฏขึ้นมา คลิกปุ่ม Install เพื่อเริ่มต้นการติดตั้งโปรแกรม Arduino

(7) จากนั้นรออนการติดตั้งโปรแกรมเสร็จสมบูรณ์ ตามรูปที่ 2-7 คลิกปุ่ม Close เพื่อปิดหน้าต่างนี้



รูปที่ 2-6 หน้าต่างสำหรับเลือกโฟลเดอร์ติดตั้งโปรแกรม



รูปที่ 2-7 แสดงการติดตั้งโปรแกรม Arduino IDE เสร็จสมบูรณ์

## 2.1.2 การติดตั้งฮาร์ดแวร์และไลบรารีสำหรับใช้งานบอร์ด POP-32

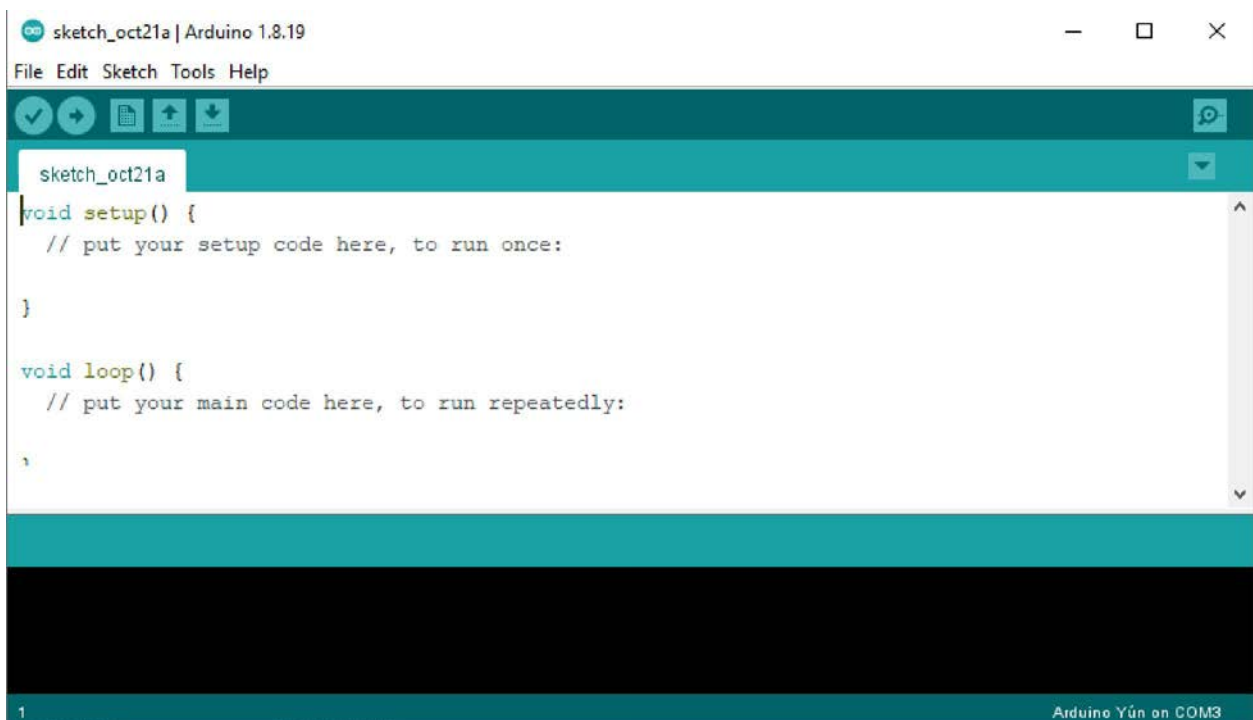
เมื่อติดตั้งโปรแกรม Arduino IDE เรียบร้อยแล้ว ลำดับถัดไปคือ การทำให้โปรแกรม Arduino IDE ทำงานกับบอร์ด POP-32 ได้ด้วยการเพิ่มข้อมูลทางฮาร์ดแวร์และติดตั้งไลบรารีสำหรับการพัฒนาโปรแกรมด้วยภาษา C/C++ ให้กับ Arduino IDE รวมถึงทำให้เครื่องมือในการอัปโหลดโปรแกรมของ Arduino IDE สามารถทำการอัปโหลดโค้ดมายังบอร์ด POP-32 ได้

มีขั้นตอนดังนี้

- (1) เปิดโปรแกรม Arduino IDE ปรากฏหน้าต่างหลักของโปรแกรม **Arduino IDE** ดังรูปที่ 2-8
- (2) เลือกเมนู **File > Preferences...** ตามรูปที่ 2-9
- (3) หน้าต่าง **Preferences** ปรากฏขึ้นมาตามรูปที่ 2-10 ทำการตั้งค่าดังนี้
  - คลิกที่รายการ **Verify code after upload** เพื่อนำเครื่องหมายถูกออก
  - คลิกที่รายการ **Check for updates on startup** เพื่อนำเครื่องหมายถูกออก
  - ที่รายการ **Additional Boards Manager URLs:** กำหนดค่าเป็น

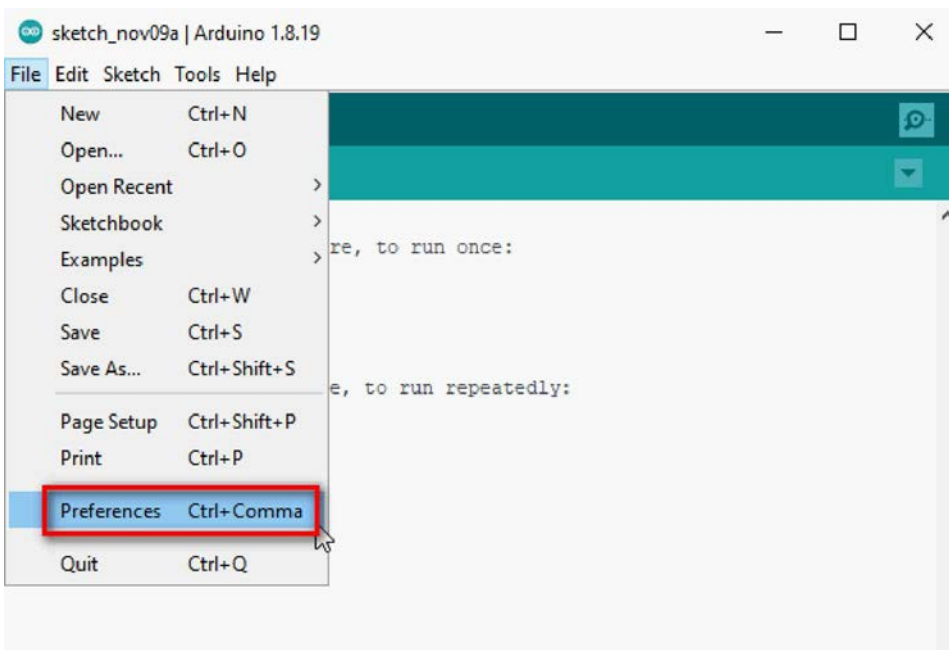
[https://github.com/INEXdev/ArduinoSTM32/raw/main/package\\_inex\\_stm32\\_index.json](https://github.com/INEXdev/ArduinoSTM32/raw/main/package_inex_stm32_index.json)

จากนั้นคลิกปุ่ม **OK** เพื่อยืนยันการตั้งค่า

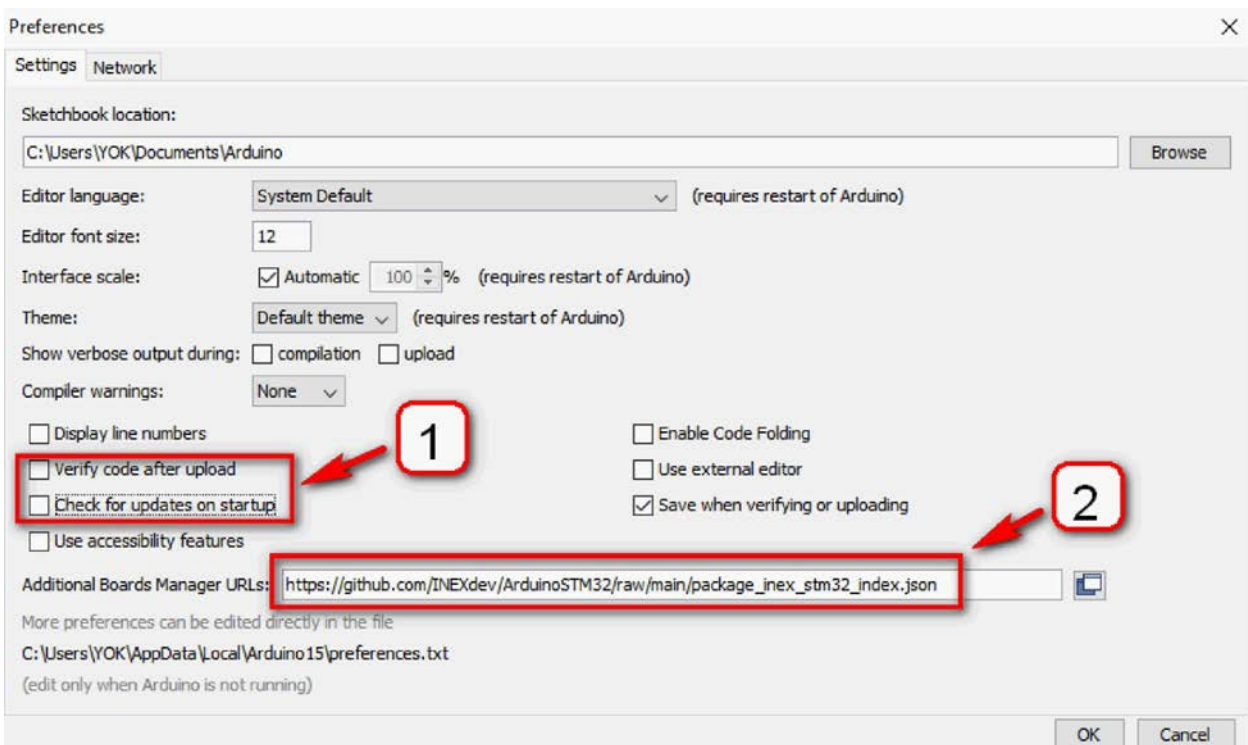


รูปที่ 2-8 หน้าต่างหลักของโปรแกรม Arduino IDE

## 8 ● POP-32 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อการเรียนรู้และพัฒนาโครงงานระบบสมองกลฝังตัว



รูปที่ 2-9 การเลือกเปิดหน้าต่าง Preferences ของโปรแกรม Arduino IDE

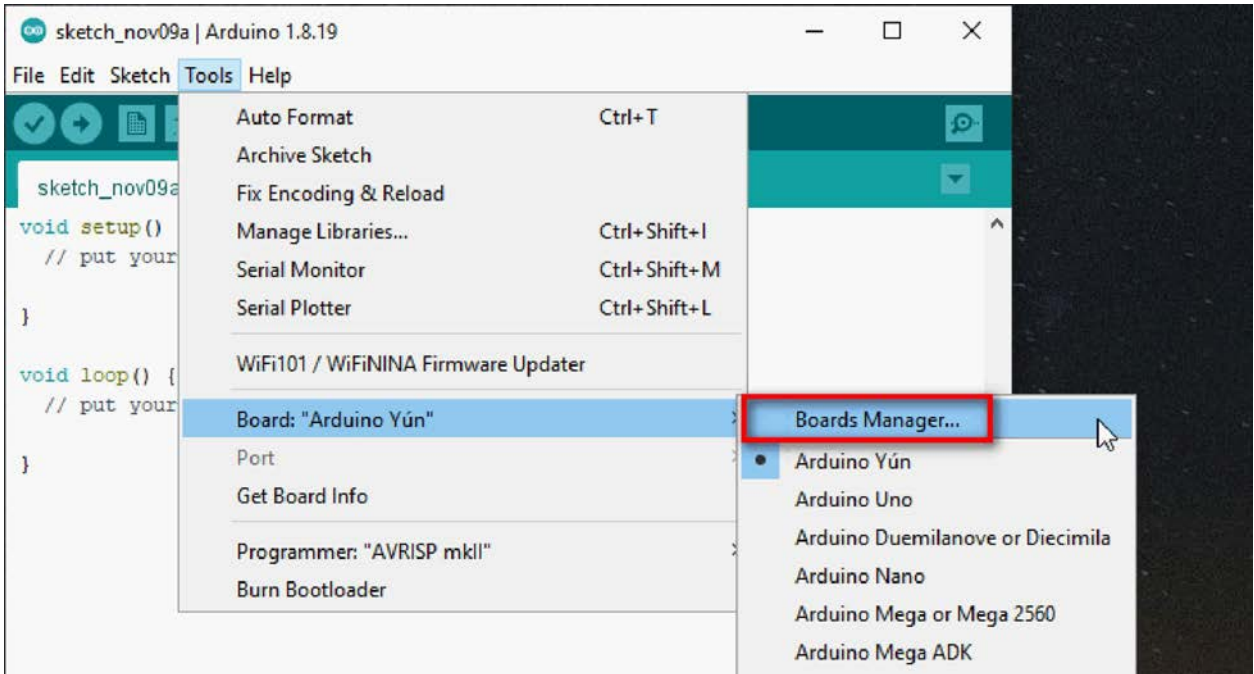


รูปที่ 2-10 แสดงการตั้งค่าหน้าต่าง Preferences เพื่อเตรียมการติดตั้งข้อมูลของบอร์ด POP-32



(4) เลือกเมนู **Tools > Board:xxx > Boards Manager...** ตามรูปที่ 2-11

(5) หน้าต่าง **Boards Manager** ปรากฏขึ้นมาตามรูปที่ 2-12 ให้พิมพ์ค้นหาด้วยคำว่า **INEX** จะพบรายการตัวติดตั้งข้อมูลทางฮาร์ดแวร์ชื่อ **INEX\_STM32** ซึ่งมีข้อมูลของบอร์ด **POP-32** รวมอยู่ด้วย จากนั้นคลิกปุ่ม **Install** เพื่อทำการติดตั้ง

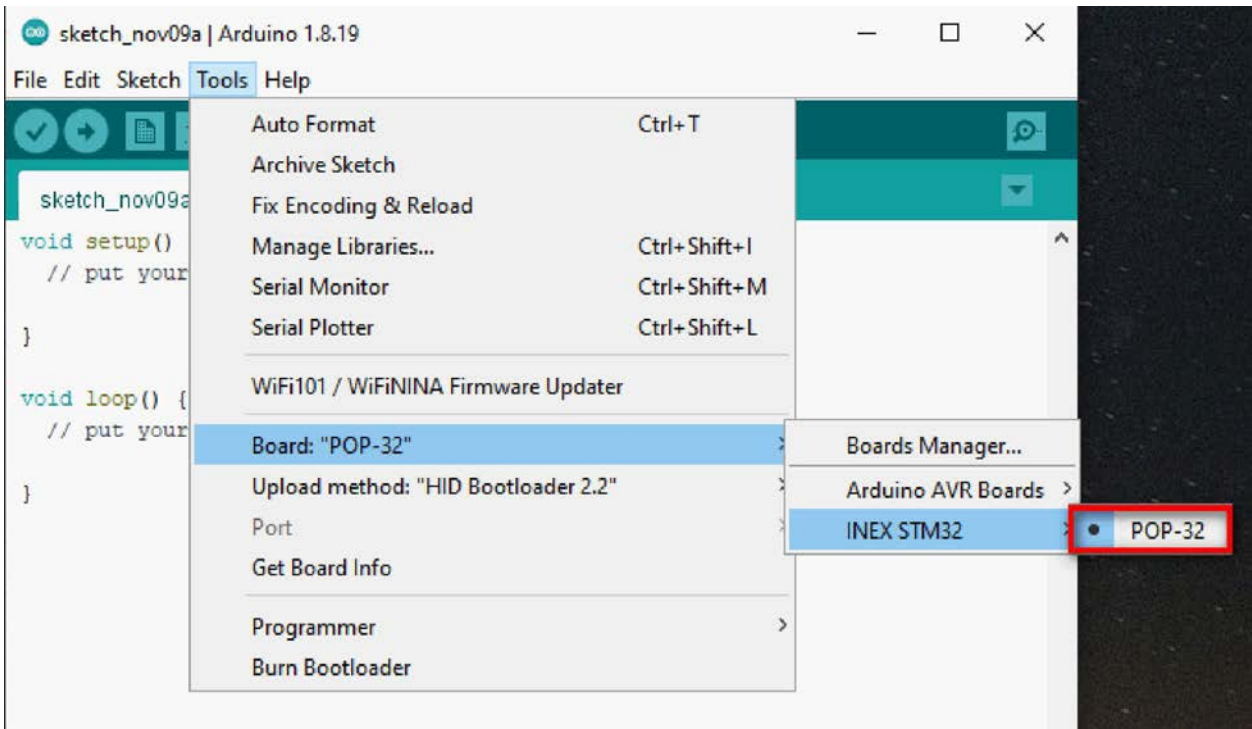


รูปที่ 2-11 แสดงการเลือกเมนู **Tools>Board:xxx>Boards Manager...**

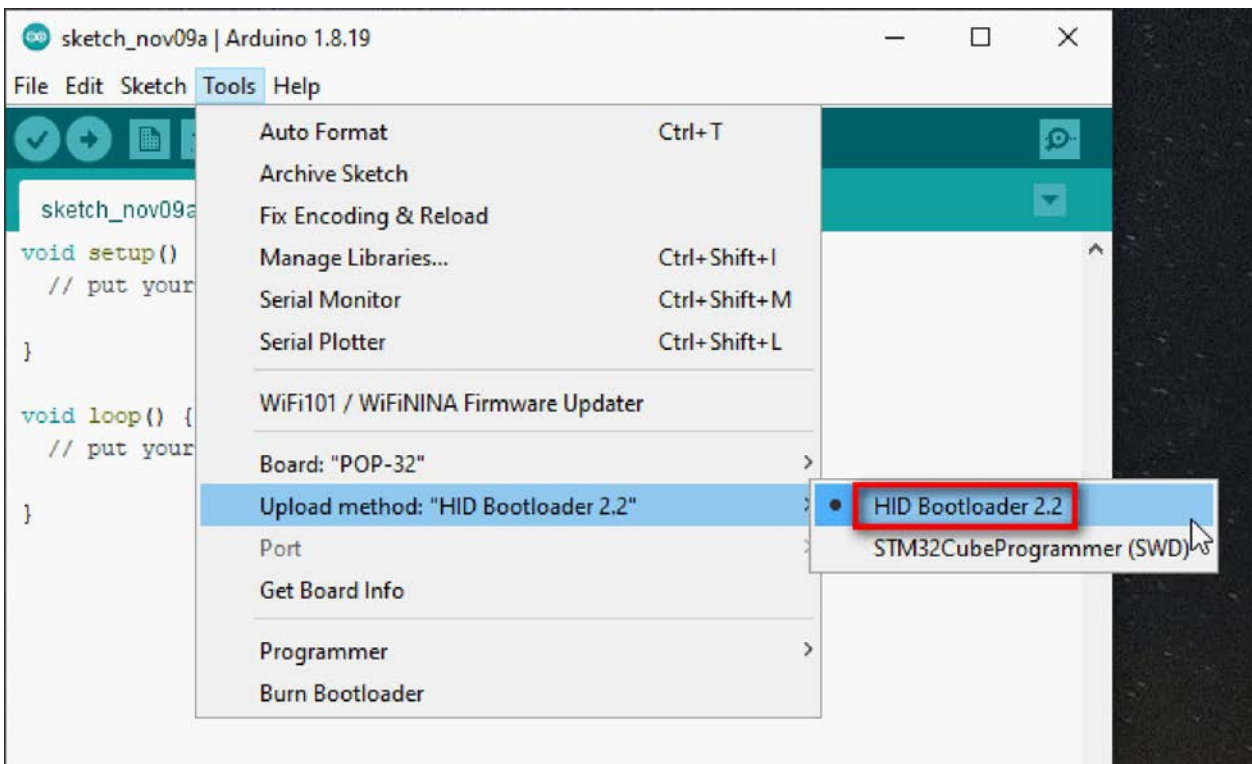


รูปที่ 2-12 แสดงหน้าต่าง **Boards Manager** สำหรับติดตั้งไลบรารีและข้อมูลทางฮาร์ดแวร์ของ **INEX\_STM32**

10 ● POP-32 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อการเรียนรู้และพัฒนาโครงการระบบสมองกลฝังตัว



รูปที่ 2-13 แสดงการเลือกบอร์ด POP-32



รูปที่ 2-14 แสดงการเลือกวิธีการอัปโหลดโค้ดเป็น HID Bootloader 2.2

(6) จากนั้นเข้าสู่กระบวนการติดตั้งไลบรารี รอนจนกระทั่งการติดตั้งเสร็จสมบูรณ์

ขั้นตอนถัดไปเป็นทดสอบอัปโหลดโปรแกรมไปยังบอร์ด **POP-32** เพื่อยืนยันว่าการติดตั้งข้อมูลฮาร์ดแวร์และไลบรารีของบอร์ด **POP-32** ให้กับโปรแกรม Arduino IDE ถูกต้องและพร้อมใช้งาน

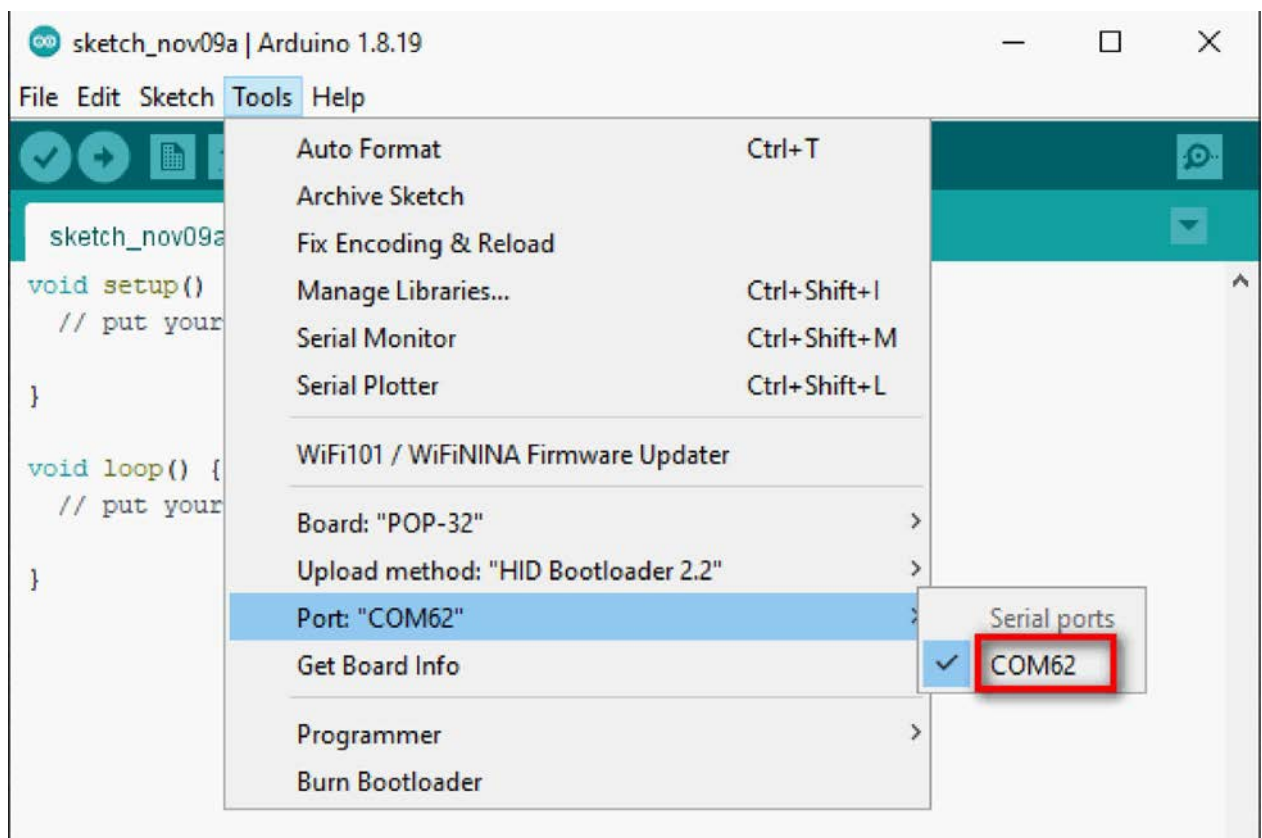
(7) ต่อสาย USB เพื่อเชื่อมต่อบอร์ด **POP-32** กับคอมพิวเตอร์

(8) จ่ายไฟเลี้ยงให้บอร์ด **POP-32** และเปิดสวิตช์ **POWER**

(9) ที่หน้าต่างหลักของโปรแกรม Arduino IDE เลือกเมนู **Tools > Board:xxx > INEX STM32 > POP-32** ตามรูปที่ 2-13

(10) เลือกวิธีการอัปโหลดโค้ด โดยเลือกเมนู **Tools > Upload method: “HID Bootloader 2.2” > HID Bootloader 2.2** ตามรูปที่ 2-14

(11) เลือกพอร์ตอนุกรมสำหรับการสื่อสารข้อมูลกับโปรแกรม Arduino IDE โดยเลือกเมนู **Tools > Port: “xxx” > XXXXX** ตามรูปที่ 2-15 โดยในส่วนนี้หมายเลขพอร์ตเชื่อมต่อพอร์ต USB ระบบปฏิบัติการจะเป็นตัวกำหนดให้ ในที่นี้คือ **COM62**



รูปที่ 2-15 แสดงการเลือกพอร์ตอนุกรมที่เชื่อมต่อผ่านพอร์ต USB ของบอร์ด **POP-32**

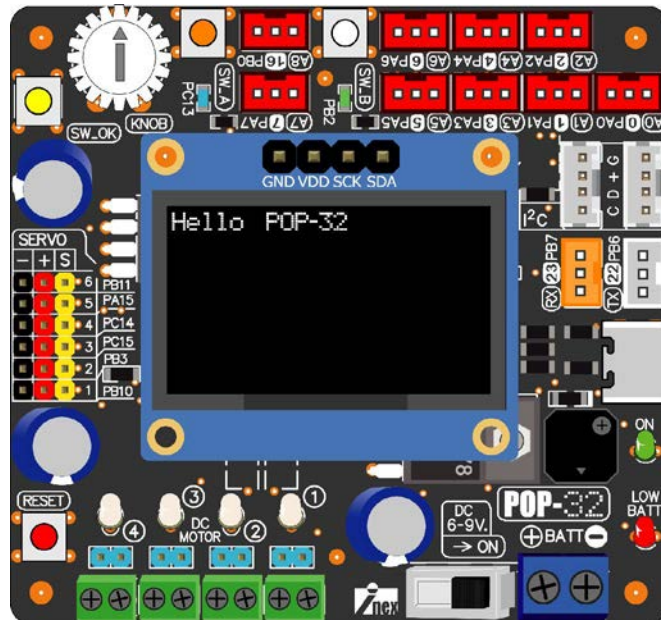
```
#include <POP32.h>
void setup()
{
  oled.text(0,0,"Hello POP-32");
  oled.show();
}
void loop()
{}
```

### โปรแกรมที่ 2-1 โค้ดภาษา C/C++ สำหรับทดสอบการแสดงผลข้อความที่จอแสดงผลของบอร์ด POP-32

(12) กลับมายังหน้าต่างหลักของโปรแกรม Arduino IDE พิมพ์โค้ดตามโปรแกรมที่ 2-1 สำหรับทดสอบการทำงาน จากนั้นคลิกปุ่ม Upload

(13) เมื่อการอัปโหลดโปรแกรมสิ้นสุดลง บอร์ด POP-32 จะทำงานทันที

*บอร์ด POP-32 แสดงข้อความ Hello POP-32 ที่จอแสดงผล OLED*

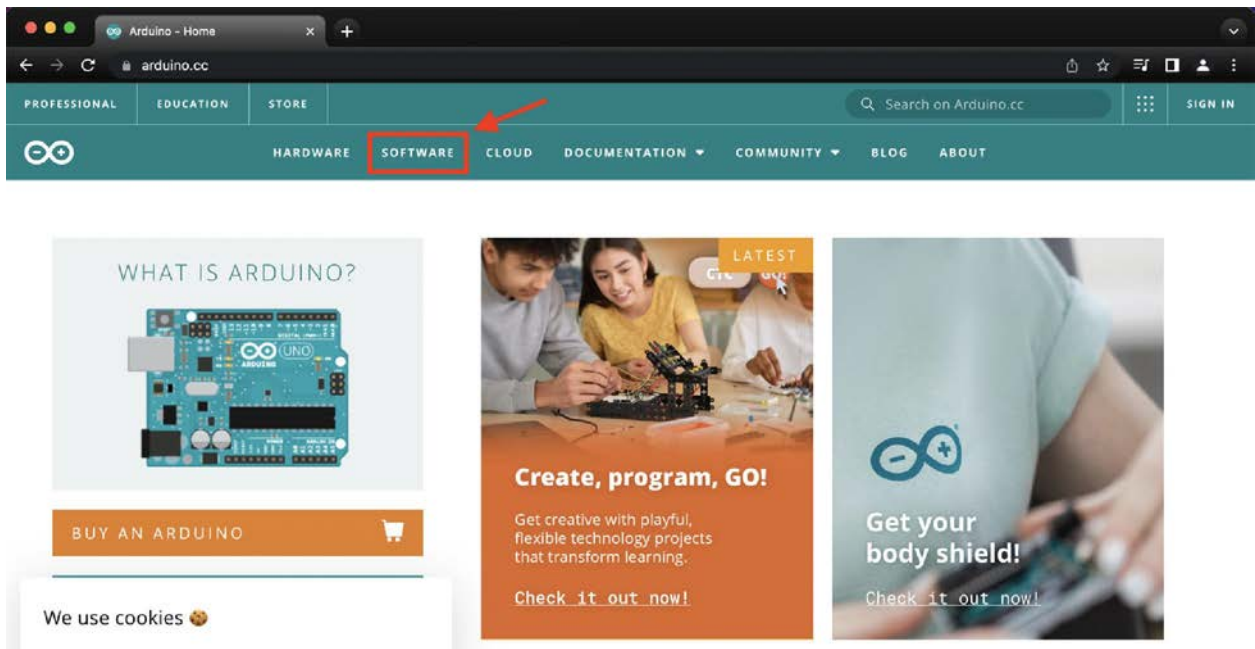


## 2.2 การติดตั้งซอฟต์แวร์ Arduino IDE บนระบบปฏิบัติการ MAC OS X

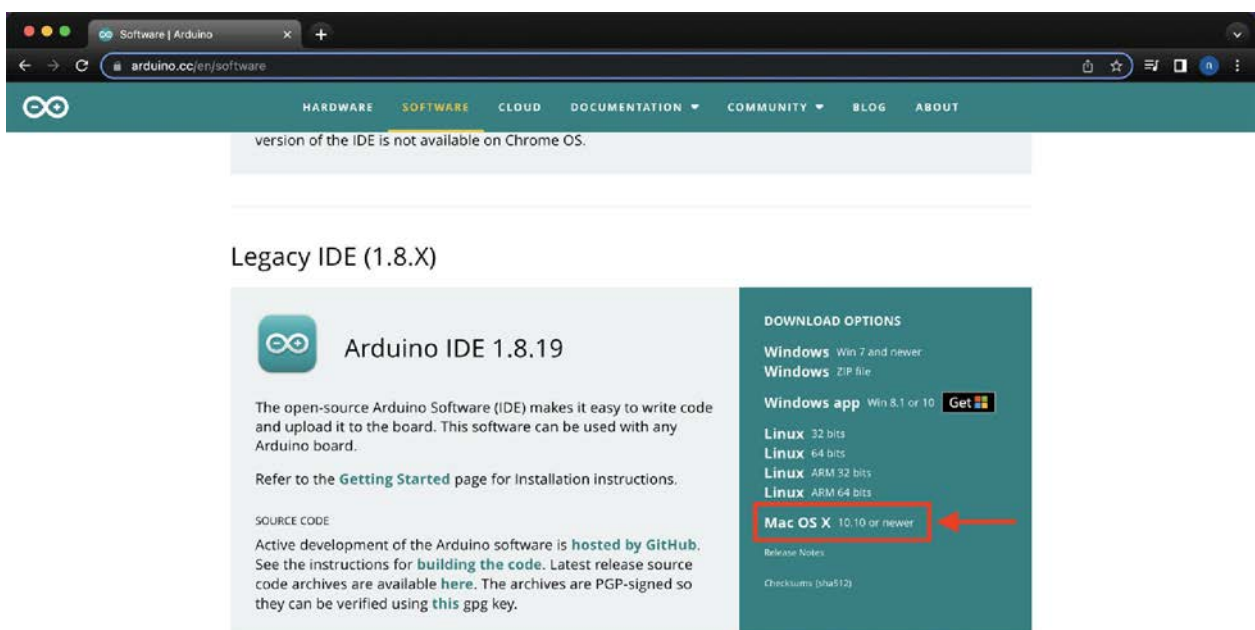
### 2.2.1 การติดตั้ง Arduino IDE

มีขั้นตอนดังนี้

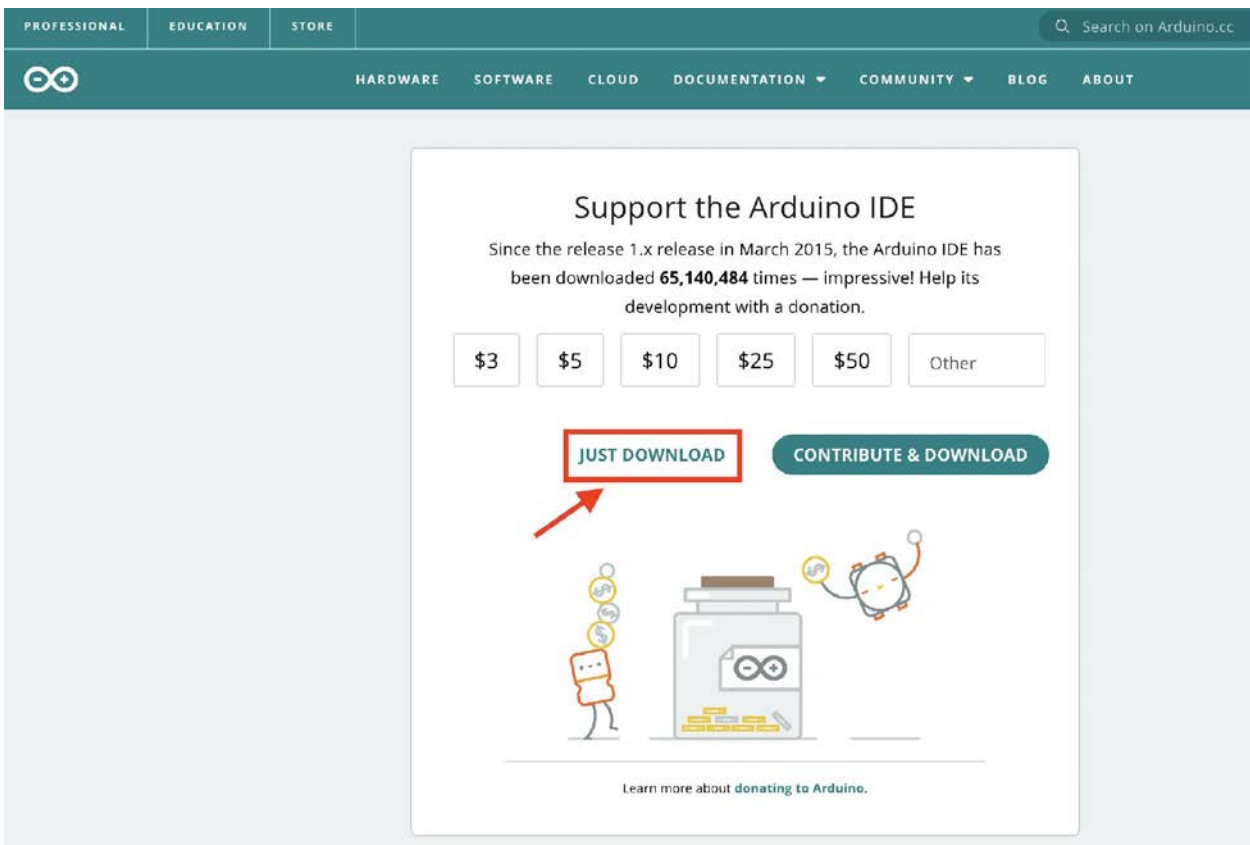
(1) เชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ MAC เข้ากับเครือข่ายอินเทอร์เน็ต จากนั้นเปิดเว็บเบราว์เซอร์ไปยังเว็บไซต์ Arduino ที่ <https://www.arduino.cc> จากนั้นคลิกที่หัวข้อ SOFTWARE ตามรูปที่ 2-16



รูปที่ 2-16 หน้าเว็บของ Arduino ผ่านเว็บเบราว์เซอร์บนคอมพิวเตอร์ MAC



รูปที่ 2-17 แสดงลิงก์ดาวน์โหลดไฟล์ติดตั้งซอฟต์แวร์ Arduino IDE สำหรับระบบปฏิบัติการ MAC OS X

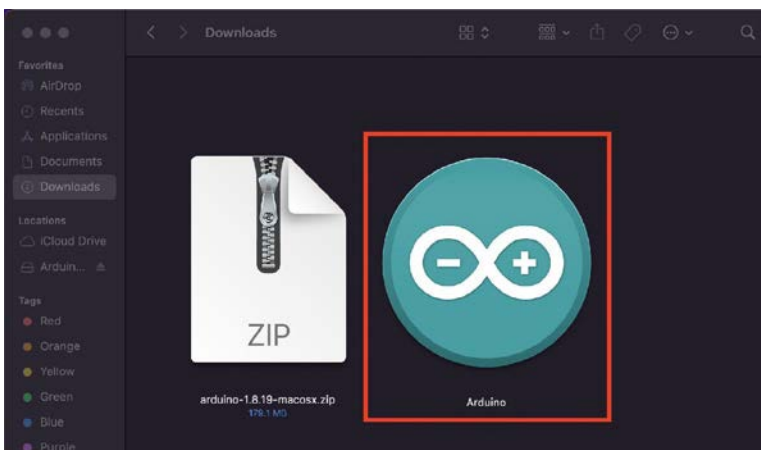


รูปที่ 2-18 แสดงปุ่ม **JUST DOWNLOAD** สำหรับดาวน์โหลดซอฟต์แวร์ **Arduino IDE**

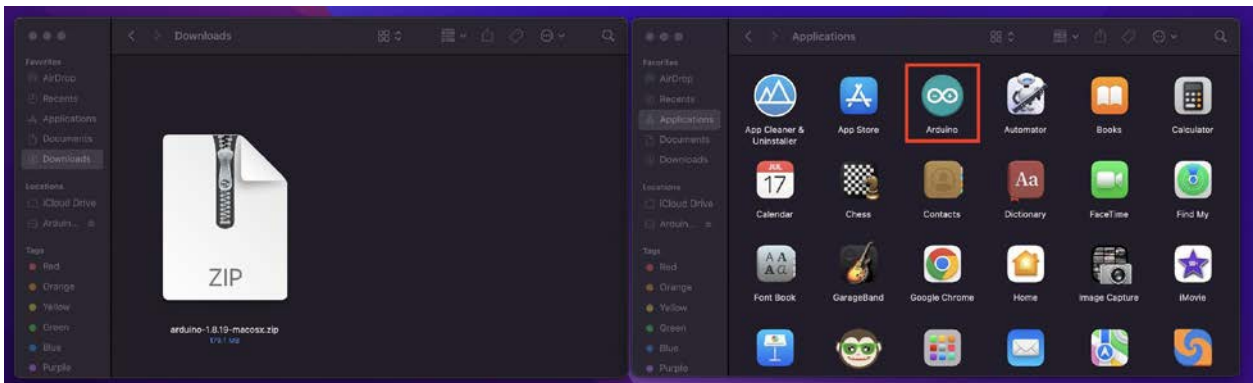
(2) เลื่อนแถบลงมาด้านล่าง ค้นหาหัวข้อ **Legacy IDE** จะพบลิงก์สำหรับดาวน์โหลดไฟล์ติดตั้งซอฟต์แวร์ **Arduino IDE** เวอร์ชัน 1.8.X สำหรับ **MAC OS X 10.10** ตามรูปที่ 2-17

(3) จากนั้นจะปรากฏหน้าต่างตามรูปที่ 2-18 คลิกที่ปุ่ม **JUST DOWNLOAD** เพื่อดาวน์โหลดไฟล์ติดตั้ง จะได้ไฟล์ **arduino-1.8.19-macosx.zip**

(4) ดับเบิลคลิกที่ไฟล์ **.zip** เพื่อแตกไฟล์ จากนั้นแอปพลิเคชัน **Arduino** จะถูกสร้างขึ้นตามรูปที่ 2-19



รูปที่ 2-19 แสดงแอปพลิเคชัน **Arduino** สำหรับใช้งาน



รูปที่ 2-20 แสดงแอปพลิเคชัน Arduino ที่ถูกย้ายไปจัดเก็บในส่วนของ Applications

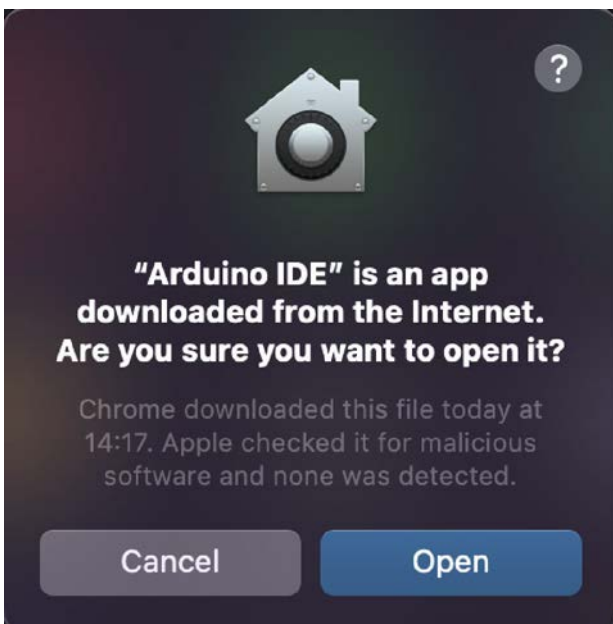
(5) เพื่อความเป็นระเบียบหมวดหมู่ของแอปพลิเคชัน แนะนำให้ย้ายแอปพลิเคชัน **Arduino** ไปไว้ในส่วนของ **Applications** ของคอมพิวเตอร์ MAC ตามรูปที่ 2-20 จากนั้นเรียกใช้งาน Arduino IDE

### 2.2.2 การติดตั้งฮาร์ดแวร์และไลบรารีสำหรับใช้งานบอร์ด POP-32

เมื่อติดตั้งโปรแกรม Arduino IDE เรียบร้อยแล้ว ลำดับถัดไปคือ การทำให้โปรแกรม Arduino IDE ทำงานกับบอร์ด POP-32 ได้ด้วยการเพิ่มข้อมูลทางฮาร์ดแวร์และติดตั้งไลบรารีสำหรับการพัฒนาโปรแกรมด้วยภาษา C/C++ ให้กับ Arduino IDE รวมถึงทำให้เครื่องมือในการอัปโหลดโปรแกรมของ Arduino IDE สามารถทำการอัปโหลดโค้ดมายังบอร์ด **POP-32** ได้

มีขั้นตอนดังนี้

(1) เปิดโปรแกรม Arduino IDE ขึ้นมา โดยในครั้งแรกสุดหลังจากการติดตั้งโปรแกรม ในกรณีที่ปรากฏหน้าต่างยืนยันการเปิดใช้งานตามรูปที่ 2-21 ให้คลิกปุ่ม **Open**



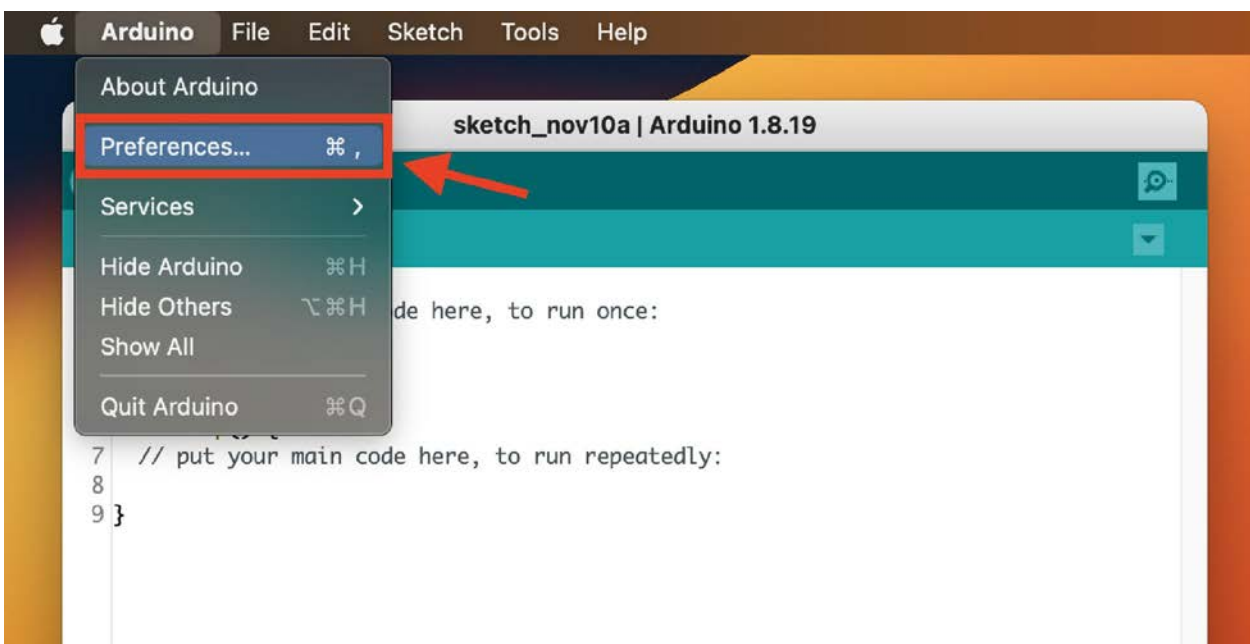
รูปที่ 2-21 แสดงหน้าต่างยืนยันการเปิดใช้งานโปรแกรม Arduino ในครั้งแรกหลังการติดตั้งใช้งาน



รูปที่ 2-22 แสดงหน้าต่างหลักของโปรแกรม Arduino IDE

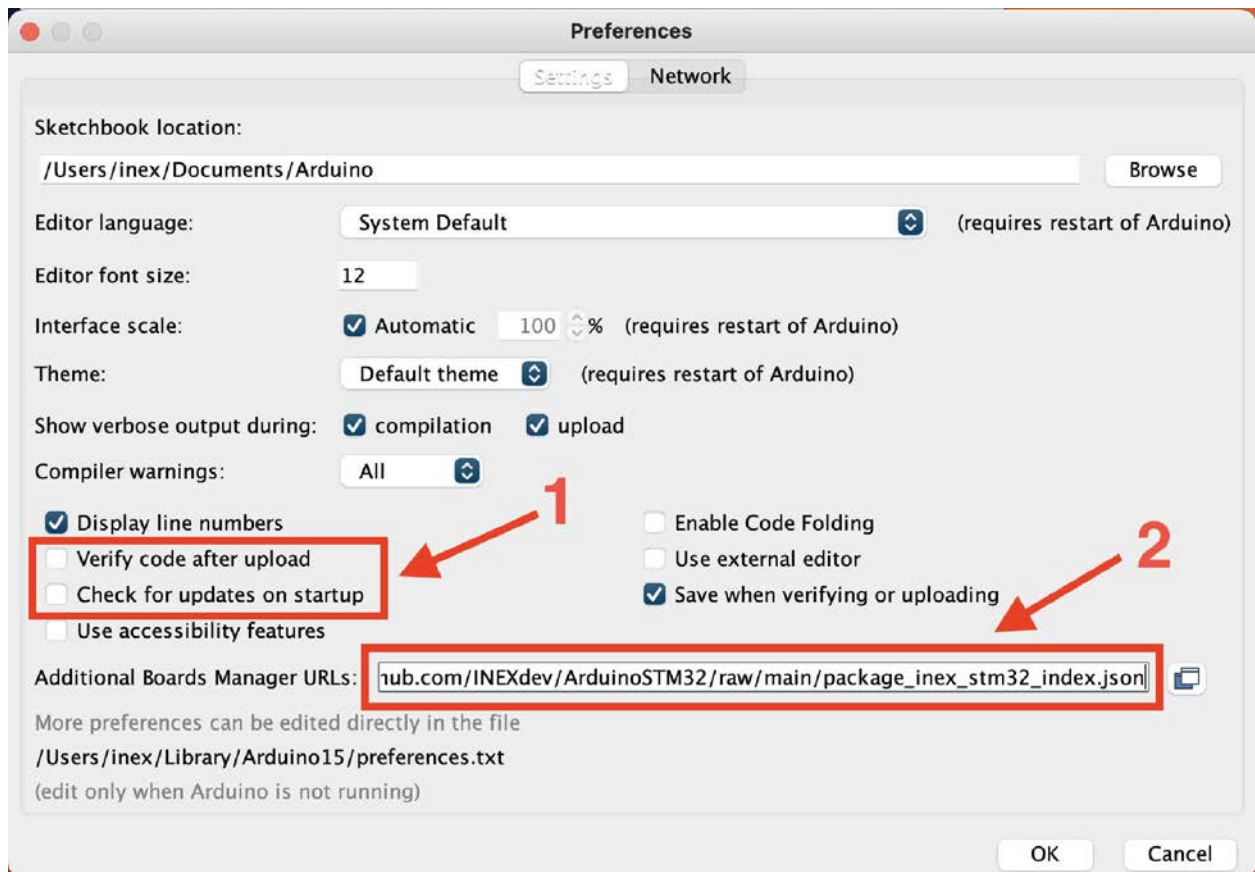
(2) หน้าต่างหลักของโปรแกรม Arduino IDE จะปรากฏขึ้นมาพร้อมใช้งานตามรูปที่ 2-22

(3) ในขณะที่โปรแกรม Arduino IDE แอคทีฟที่แถบเมนูด้านบนให้คลิกเลือกเมนู **Arduino > Preferences...**ตามรูปที่ 2-23



รูปที่ 2-23 แสดงการเลือกเมนู Preferences ของโปรแกรม ARduino IDE บนระบบปฏิบัติการ MAC OS X





รูปที่ 2-24 แสดงการตั้งค่าหน้าต่าง Preferences เพื่อเตรียมการติดตั้งข้อมูลของบอร์ด POP-32

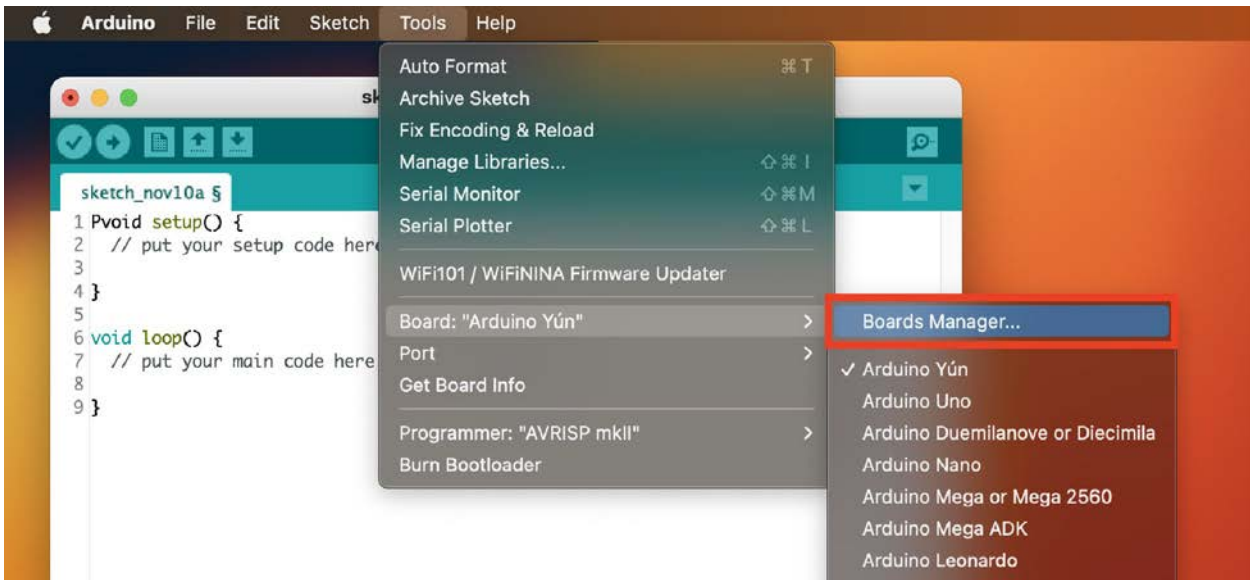
- (4) หน้าต่าง Preferences จะปรากฏขึ้นมาตามรูปที่ 2-24 ให้ทำการตั้งค่าดังนี้
- คลิกที่รายการ **Verify code after upload** เพื่อนำเครื่องหมายถูกออก
  - คลิกที่รายการ **Check for updates on startup** เพื่อนำเครื่องหมายถูกออก
  - ที่รายการ **Additional Boards Manager URLs:** กำหนดค่าเป็น

`https://github.com/INEXdev/ArduinoSTM32/raw/main/package_inex_stm32_index.json`

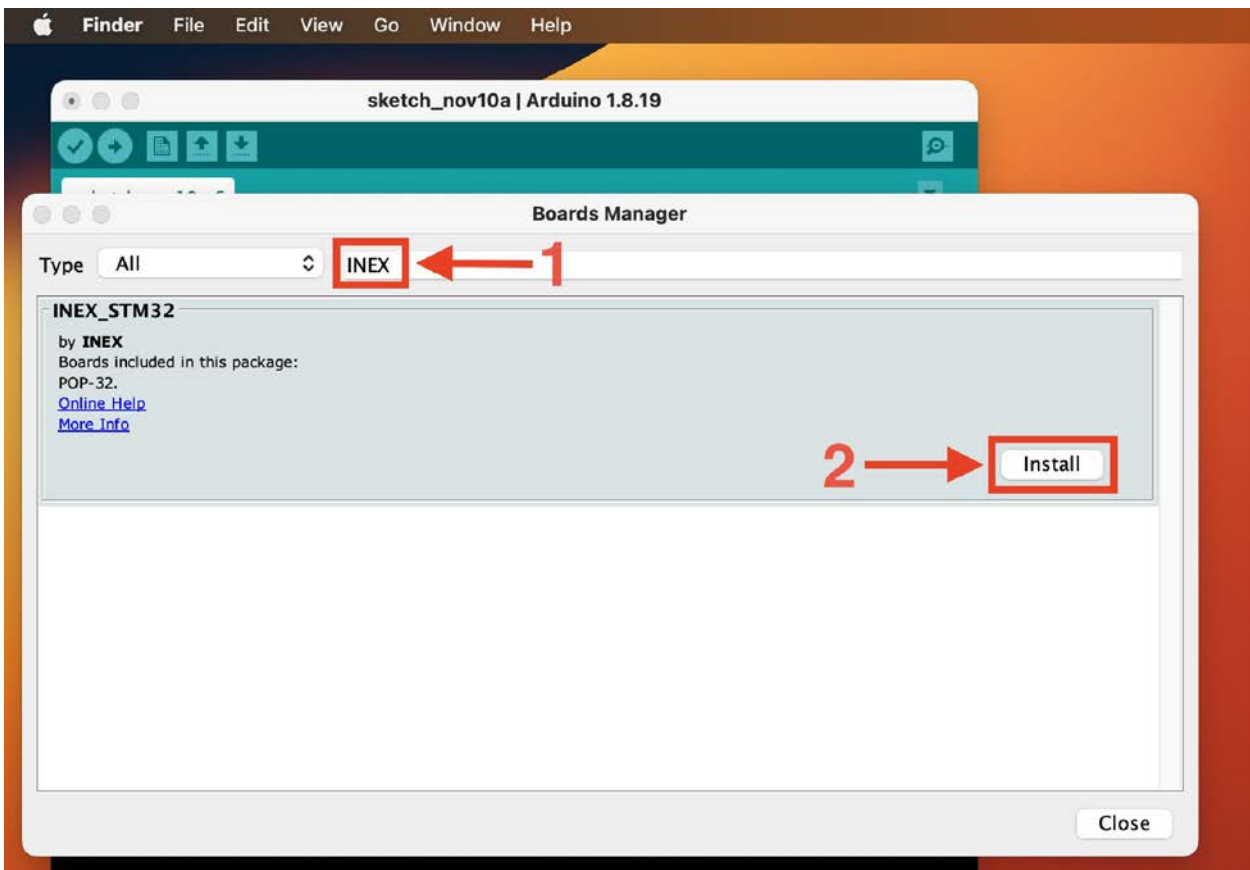
จากนั้นคลิกปุ่ม **OK** เพื่อยืนยันการตั้งค่า

- (5) เลือกเมนู **Tools > Board:xxx > Boards Manager...** ตามรูปที่ 2-25

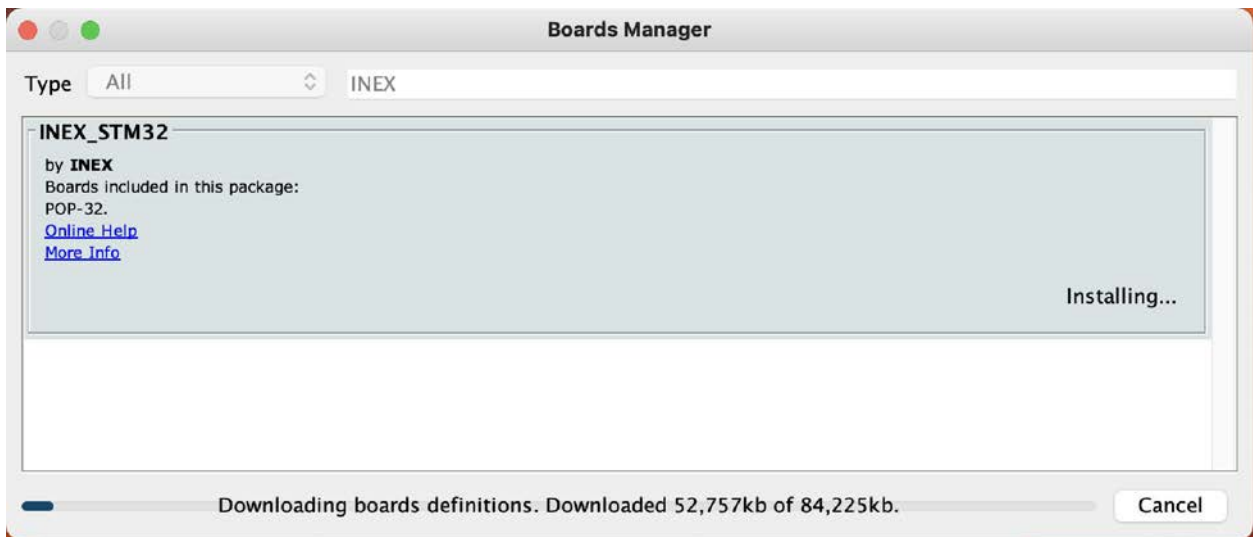
(6) หน้าต่าง **Boards Manager** ปรากฏขึ้นตามรูปที่ 2-26 ให้พิมพ์ค้นหาด้วยคำว่า **INEX** จะพบรายการตัวติดตั้งข้อมูลทางฮาร์ดแวร์ชื่อ **INEX\_STM32** ซึ่งมีข้อมูลของบอร์ด **POP-32** รวมอยู่ด้วย จากนั้นคลิกปุ่ม **Install** เพื่อทำการติดตั้ง



รูปที่ 2-25 แสดงการเลือกเปิด Boards Manager...



รูปที่ 2-26 แสดงหน้าต่าง Boards Manager สำหรับติดตั้งไลบรารีและข้อมูลทางฮาร์ดแวร์ของ INEX\_STM32



รูปที่ 2-27 แสดงกระบวนการติดตั้งไลบรารีในกลุ่ม INEX\_STM32

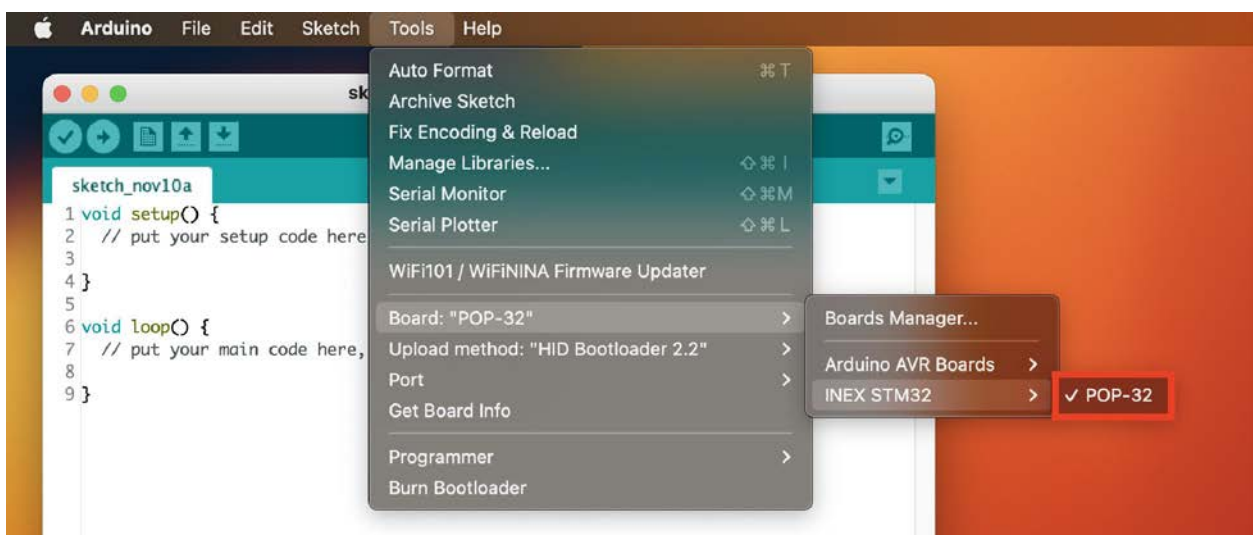
(7) จากนั้นเข้าสู่กระบวนการติดตั้งไลบรารีตามรูปที่ 2-27 รอจนกระทั่งการติดตั้งเสร็จสมบูรณ์ ขั้นตอนถัดไปเป็นทดสอบอัปโหลดโปรแกรมไปยังบอร์ด **POP-32** เพื่อยืนยันว่าการติดตั้งข้อมูลฮาร์ดแวร์และไลบรารีของบอร์ด **POP-32** ให้กับโปรแกรม Arduino IDE ถูกต้องและพร้อมใช้งาน

(8) ต่อสาย USB เพื่อเชื่อมต่อบอร์ด **POP-32** กับคอมพิวเตอร์

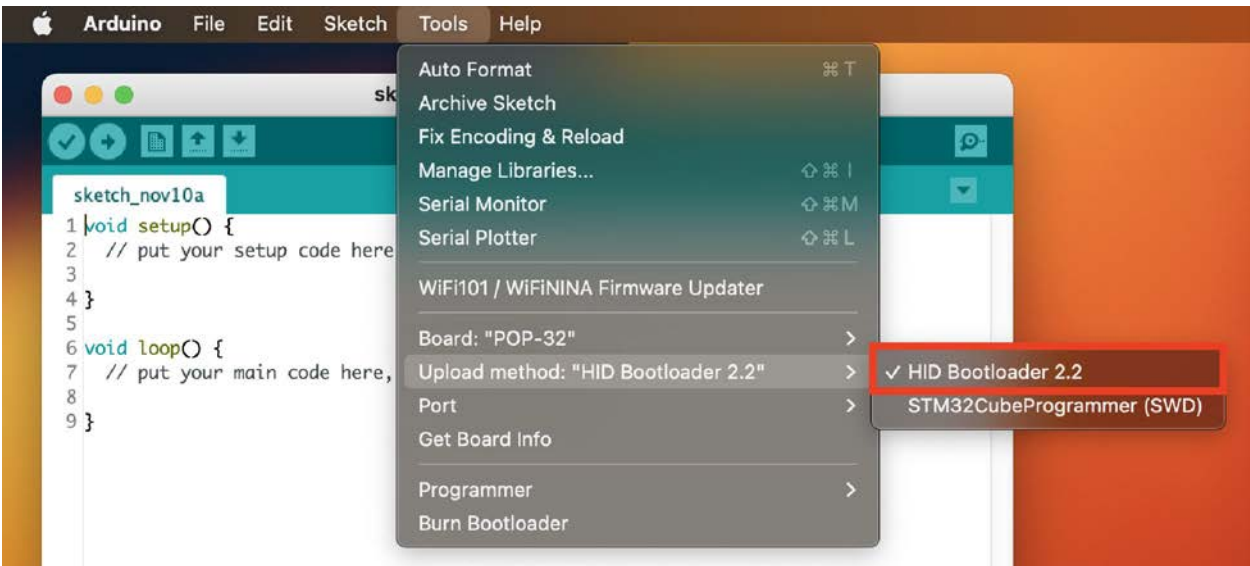
(9) จ่ายไฟเลี้ยงให้บอร์ด **POP-32** เปิดสวิตช์ POWER

(10) ในขณะที่โปรแกรม Arduino IDE แอกทีฟ ที่แถบเมนูด้านบนให้คลิกเลือกเมนู **Tools > Board:xxx > INEX STEM32 > POP-32** ตามรูปที่ 2-28

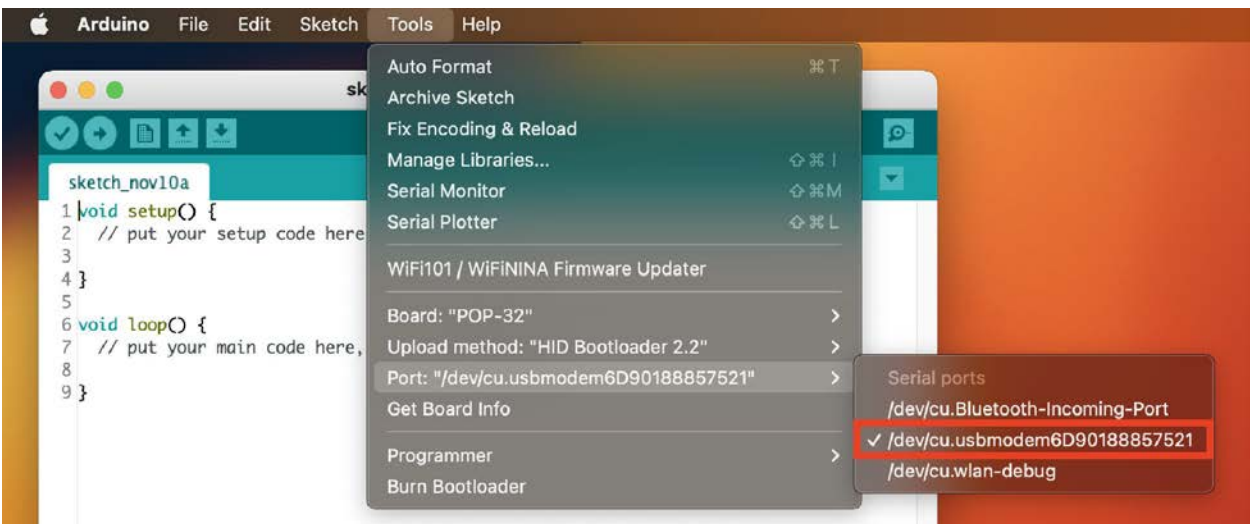
(11) เลือกวิธีการอัปโหลดโค้ด โดยเลือกเมนู **Tools > Upload method: "HID Bootloader 2.2">HID Bootloader 2.2** ตามรูปที่ 2-29



รูปที่ 2-28 แสดงการเลือกบอร์ด POP-32



รูปที่ 2-29 แสดงการเลือกวิธีการอัปโหลดสำหรับบอร์ด POP-32 ของ Arduino IDE



รูปที่ 2-30 การเลือกหมายเลขพอร์ตสำหรับการสื่อสารข้อมูลอนุกรมกับบอร์ด POP-32

(12) เลือกพอร์ตอนุกรมสำหรับติดต่อกับโปรแกรม Arduino IDE โดยเลือกเมนู **Tools > Port:xxx > /dev/cu.usbmodemXXXXXX** ตามรูปที่ 2-30 โดยในส่วนนี้หมายเลขพอร์ตเชื่อมต่อ USB ระบบปฏิบัติการจะเป็นตัวกำหนดขึ้นมาอีกทอดหนึ่ง

(13) ที่หน้าต่างหลักของโปรแกรม Arduino IDE พิมพ์โค้ดตามโปรแกรมที่ 2-1 สำหรับทดสอบการแสดงผลข้อความที่หน้าจอแสดงผล OLED จากนั้นคลิกปุ่ม **Upload**

(14) เมื่อการอัปโหลดโปรแกรมสิ้นสุดลง บอร์ด **POP-32** จะทำงานทันที

ที่จอแสดงผล *OLED* ของบอร์ด **POP-32** แสดงข้อความ **Hello POP-32**

