

## ระบบตรวจวัดค่าฝุ่นละอองในอากาศบนอุปกรณ์สมาร์ทโฟน Measuring Dust System in the Air on Smartphone Devices

อรวรรณ พลฤทธิ์, ณัฐกิตติ์ อานันท์สันติ, ณัฐวัตร เหล่าตระกูลงาม และนวลรัตน์ วัฒนา\*

*Orawan Phonrit, Natthakit Arnansanti, Nattawat Laotrakulngam, Nuanrath Wattana\**

คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยสวนดุสิต ศูนย์การศึกษานอกที่ตั้ง ตรัง

*Faculty of Management Science, Suandusit University, Trang Center*

Received: October 24, 2019; Revised: January 20, 2020; Accepted: February 28, 2020; Published: June 23, 2020

**ABSTRACT** – The objective of this research was develop dust in the air measuring system on smartphone devices. Because of ours concern about the problem of air pollution from smoke was coming from Indonesia that affect people health in Trang province in March, 2019. As a consequence, ours need to develop this system, by using concept of system development life cycle approach , database design and microcontroller device for system development. For research tool in this research was dust sensor device that setup system at SuanDusit University, Trang center and present dust value on Dust@SDU mobile application on smartphone device. The result found that the PM<sub>2.5</sub> value from measuring dust system in 24 hours had close value with Pollution control department, since 20-22 in September, 2019 at Bankuan sub-district, Trang district in Trang province that the value from measuring dust system had higher value.

**KEYWORDS:** Measuring dust in the air system, Smartphone device

**บทคัดย่อ** – การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาระบบสำหรับตรวจวัดค่าฝุ่นละอองในอากาศบนอุปกรณ์สมาร์ทโฟน ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เนื่องจากคณะผู้วิจัยเล็งเห็นปัญหาของคุณภาพอากาศที่สามารถส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนในพื้นที่จังหวัดตรังจากภาวะควันไฟป่าจากประเทศอินโดนีเซียในปี พ.ศ.2562 จึงเป็นที่มาของเหตุผลในการพัฒนาระบบดังกล่าว โดยอาศัยแนวคิดการพัฒนาระบบ การออกแบบฐานข้อมูล และการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ สำหรับเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ อุปกรณ์สำหรับตรวจวัดค่าฝุ่น (dust sensor) ซึ่งทำการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดค่าฝุ่นละออง ณ มหาวิทยาลัยสวนดุสิต ศูนย์การศึกษานอกที่ตั้ง ตรัง และนำเสนอค่าปริมาณฝุ่นผ่านแอปพลิเคชัน Dust@SDU จากการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM<sub>2.5</sub> จากอุปกรณ์ Dust Sensor โดยทำการเก็บตัวอย่างฝุ่นละออง PM<sub>2.5</sub> ในอากาศต่อเนื่อง 24 ชั่วโมง ระหว่างวันที่ 20-22 กันยายน 2562 โดยในช่วงเวลาดังกล่าวเป็นช่วงที่จังหวัดตรังได้เผชิญกับปัญหาหมอกควันไฟป่าจากประเทศอินโดนีเซีย พบว่า ข้อมูลมีแนวโน้มใกล้เคียงกับข้อมูลจากกรมควบคุมคุณภาพสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ตำบลบ้านควน อำเภอเมืองตรัง จังหวัดตรัง โดยค่าที่วัดจากอุปกรณ์ Dust sensor มีค่าสูงกว่าเล็กน้อย

**คำสำคัญ:** ระบบตรวจวัดค่าฝุ่นละอองในอากาศ, อุปกรณ์สมาร์ทโฟน

\*Corresponding Author: [Nuanrath\\_wat@dusit.ac.th](mailto:Nuanrath_wat@dusit.ac.th)

## 1. บทนำ

ปัญหามลพิษทางอากาศเป็นปัญหาหนึ่งที่สำคัญและทวีความรุนแรงมากขึ้น สาเหตุมาจากการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรซึ่งส่งผลต่อการใช้พลังงานที่มากขึ้นตาม ปริมาณอากาศเสียที่มาจากการผลิตของภาคอุตสาหกรรม ภาคการเกษตร และการคมนาคม เป็นต้น รวมถึงอาจเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ได้แก่ ฝุ่นละอองจากลมพายุ ภูเขาไฟระเบิด แผ่นดินไหว ไฟไหม้ป่า โดยปริมาณอากาศเสียจากสาเหตุดังกล่าวนั้นถูกปล่อยออกมาในรูปของฝุ่นละอองซึ่งสามารถส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของประชาชนทั้งทางตรงและทางอ้อม [1] โดยเฉพาะฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ( $PM_{2.5}$ ) หากมีค่าเกินมาตรฐานคุณภาพอากาศจะส่งผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจของผู้คน[2]

ทุก ๆ ปี ภาครัฐของประเทศไทยจะได้รับผลกระทบจากหมอกควันไฟป่าจากประเทศอินโดนีเซีย โดยเมื่อวันที่ 13 กันยายน 2562 กรมควบคุมมลพิษรายงานสถานการณ์ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ( $PM_{2.5}$ ) ในพื้นที่ของจังหวัดภาคใต้ โดยบริเวณ ตำบลหาดใหญ่ อ.หาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ได้รับผลกระทบจากปริมาณฝุ่น  $PM_{2.5}$  ระดับ 54 มก./ลบ.ม.อยู่ในเกณฑ์เริ่มมีผลกระทบต่อสุขภาพ รองลงมา คือ พื้นที่บริเวณ ตำบลบ้านควน อำเภอเมือง จังหวัดตรัง และพื้นที่ตำบลพิมาน อำเภอเมือง จังหวัดสตูล ในระดับ 43 มก./ลบ.ม. และ 42 มก./ลบ.ม. ตามลำดับ โดยอยู่ในเกณฑ์ระดับคุณภาพอากาศปานกลาง จากปัญหาสถานการณ์ฝุ่นละออง  $PM_{2.5}$  ที่เกิดขึ้นในพื้นที่ภาคใต้ โดยในจังหวัดตรัง ปัญหาดังกล่าวได้ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนในพื้นที่เป็นจำนวนมาก จากประเด็นปัญหาด้านคุณภาพอากาศจากฝุ่นละออง  $PM_{2.5}$  ที่เกิดขึ้นทำให้คณะผู้วิจัยตระหนักถึงปัญหาและเห็นความสำคัญต่อสุขภาพของทุกคนในพื้นที่จังหวัดตรัง โดยการพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับตรวจวัดค่าฝุ่นละออง  $PM_{2.5}$  บนอุปกรณ์สมาร์ตโฟน ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เพื่อสนับสนุนการจัดการการเฝ้าระวังปัญหาคุณภาพอากาศที่สามารถส่งผลกระทบต่อสุขภาพ โดยทดลองใช้ในพื้นที่มหาวิทยาลัยสวนดุสิต ศูนย์การศึกษานอกที่ตั้ง ตรัง

## 2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 ความหมายและลักษณะทั่วไปของฝุ่นละออง

[3] ได้สรุปความหมายของฝุ่นละอองว่าเป็นการรวมกันของอนุภาคของแข็งและหยดละอองของเหลวที่แขวนลอยในอากาศ บางชนิดมีขนาดเล็กมาจื้อมองด้วยตาเปล่าไม่เห็น และเป็นสารที่มีความหลากหลายทางด้านกายภาพ และองค์ประกอบทางเคมี

ฝุ่นละอองที่มีอยู่ในบรรยากาศรอบ ๆ ตัวเรา มีขนาดตั้งแต่ 0.002 ไมครอน ไปจนถึงฝุ่นที่มีขนาดใหญ่กว่า 500 ไมครอน โดยฝุ่นละอองที่แขวนลอยอยู่ในอากาศได้นานจะเป็นฝุ่นละอองขนาดเล็กที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางต่ำกว่า 10 ไมครอน สำหรับฝุ่นละอองที่มีขนาดใหญ่ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่กว่า 10 ไมครอน อาจแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศได้เพียง 2-3 นาที แต่ฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็ก โดยเฉพาะขนาดเล็กกว่า 0.5 ไมครอนอาจแขวนลอยในอากาศได้นานเป็นปี และสามารถส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของคน สัตว์ พืช และเป็นอุปสรรคในการคมนาคมขนส่ง เป็นต้น

### 2.2 ประเภทของฝุ่นละออง

ฝุ่นละอองสามารถจำแนกตามขนาดได้แก่ ฝุ่นรวม (Total Suspended Particulate) มีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 100 ไมครอน ฝุ่นขนาดเล็ก ( $PM_{10}$ ) คือ ฝุ่นที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 10 ไมครอนลงมา และฝุ่นที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 2.5 ไมครอน ( $PM_{2.5}$ ) ซึ่งอนุภาคของฝุ่น  $PM_{2.5}$  สามารถเข้าสู่ร่างกายไปฝังตัวในเนื้อเยื่อปอด และส่งผลกระทบต่อระบบการแลกเปลี่ยนก๊าซของร่างกาย นอกจากนี้สามารถทำให้เกิดร่องรอยแผลในเส้นเลือดและทำให้เกิดสมรรถภาพในการยืดหยุ่นของเส้นเลือดแดงลดลง ทำให้เกิดโรคหัวใจ และโรคที่เกี่ยวข้องกับระบบการไหลเวียนโลหิต อีกทั้งอนุภาคฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 100 นาโนเมตร สามารถเคลื่อนที่เข้าสู่ร่างกายได้ในระดับเยื่อหุ้มเซลล์เข้าสู่สมอง และทำให้เกิดความเสียหายได้ [3]

### 2.3 แนวคิดการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle: SDLC)

วงจรการพัฒนาระบบ ประกอบด้วยขั้นตอนการดำเนินงาน 7 ขั้นตอน ดังนี้ [4]

- 1) ขั้นตอนการระบุปัญหา และจุดมุ่งหมายของการพัฒนาระบบงานเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญมากเพราะใช้ในการกำหนดทิศทางในการพัฒนาระบบงานให้ชัดเจน สามารถแบ่งออกเป็น 2 กิจกรรมย่อย ได้แก่ การศึกษาเบื้องต้น (Initial Investigation) และ การศึกษาความเหมาะสม (Feasibility Study)
- 2) ขั้นตอนการวิเคราะห์ระบบ เป็นการนำสิ่งที่รวบรวมข้อมูลจากขั้นตอนที่ 1 มาทบทวนอีกครั้ง และนำมาสร้างเป็นแบบจำลองเชิงตรรกะ (Logical Model) โดยนักวิเคราะห์ระบบจะออกแบบไปตามความต้องการของผู้ใช้ว่าควรมีลักษณะการทำงานของระบบมีรูปแบบที่แสดงผลออกมาอย่างไร มีการจัดเก็บข้อมูลอะไรบ้าง วิเคราะห์ออกมาในรูปแบบของแผนภาพกระแสข้อมูล (Data Flow Diagram) และพจนานุกรมข้อมูล (Data Dictionary) โดยแบ่งออกเป็น 4 กิจกรรมย่อย ได้แก่ 1) ทบทวนระบบปัจจุบัน 2) กำหนดความต้องการระบบใหม่ 3) ออกแบบระบบใหม่ และ 4) วางแผนนำระบบไปใช้และติดตั้งระบบ
- 3) ขั้นตอนการออกแบบระบบงาน มีจุดมุ่งหมายเกี่ยวกับการแก้ไขปัญหานั้นว่าจะต้องทำอะไร ซึ่งในขั้นตอนนี้แบบจำลองเชิงตรรกะ (Logical Model) จะถูกสร้างให้เป็นแบบจำลองทางกายภาพ (Physical Model) คือ การออกแบบให้ระบบนั้นสามารถปฏิบัติงานได้จริง โดยแบ่งออกเป็น 2 กิจกรรมย่อย คือ ออกแบบด้านเทคนิค และทดสอบข้อกำหนดและวางแผน
- 4) ขั้นตอนการพัฒนา เป็นการทำงานร่วมกันระหว่างโปรแกรมเมอร์และนักวิเคราะห์ระบบเพื่อพัฒนาระบบงาน โดยในขั้นตอนนี้จะต้องมีการจัดทำเอกสารและฝึกอบรมผู้ใช้งานควบคู่ไปด้วย
- 5) ขั้นตอนการทดสอบระบบ เป็นขั้นตอนเพื่อให้แน่ใจว่าระบบที่พัฒนาขึ้นมาสามารถใช้ได้จริงและถูกต้องตามความต้องการของผู้ใช้ โดยไม่มีข้อผิดพลาดใด ๆ ซึ่งในการทดสอบควรใช้ข้อมูลที่ปฏิบัติงานจริงมาทดสอบ
- 6) ขั้นตอนการนำไปใช้ เป็นขั้นตอนที่มีการนำระบบงานเข้าไปใช้งานจริง หลังจากทดสอบระบบเรียบร้อยแล้วจะต้องดำเนินการติดตั้งระบบ เพื่อให้ผู้ใช้ได้ใช้งานจริง
- 7) ขั้นตอนการบำรุงรักษาระบบ เพื่อให้ระบบสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องในระดับที่ยอมรับได้ซึ่งมีความสำคัญอย่างมาก เพราะอาจมีข้อผิดพลาดที่ไม่รู้มาก่อนขณะทำการทดสอบ หรือ

ผู้มีความต้องการที่เปลี่ยนแปลงไป เทคโนโลยีต่าง ๆ เปลี่ยนแปลงไป ธุรกิจมีการขยายตัว หรือมีการปรับรูปแบบการบริหารงาน เป็นต้น

## 2.4 โปรแกรมในการพัฒนาระบบ

### 2.4.1 Ionic framework

Ionic framework เป็นเครื่องมือใช้ในการสร้าง HTML, CSS และ JavaScript สำหรับพัฒนาโมบายแอปพลิเคชัน ปัจจุบัน Ionic Framework มีทั้งหมด 3 เวอร์ชัน โดยมีการใช้ Command-line interface (CLI) เข้ามาช่วยสำหรับสร้างหน้าจอกการทำงาน และช่วยให้การติดตั้งสำหรับนำไปใช้งานง่ายขึ้น นอกจากนี้สามารถรองรับการใช้งานในระบบปฏิบัติการต่าง ๆ โดยใช้งานร่วมกับ Framework อื่น ๆ ด้วย เช่น Angular และ Apache Cordova เพื่อให้แอปพลิเคชันที่พัฒนาสามารถใช้ได้กับทุกระบบปฏิบัติการ [5]

### 2.4.2 โปรแกรม Arduino Software (IDE)

Arduino Software เป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนางานสำหรับบอร์ด Arduino หรือเรียกว่า Arduino IDE โดยอาศัยโปรแกรมภาษา C สำหรับเขียนโปรแกรมและคอมไพล์ (compile) ลงบนบอร์ด IDE (Integrated Development Environment) และมีหน้าจอ Serial Monitor ใช้สำหรับแสดงผลการทำงานของโปรแกรมแทนการใช้อุปกรณ์แสดงผลอื่น ๆ ซึ่งทำให้นักพัฒนาแอปพลิเคชันเกิดความสะดวกและง่ายต่อการพัฒนาแอปพลิเคชันต่าง ๆ ได้เร็วมากขึ้น

## 2.5 อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ที่เกี่ยวข้อง

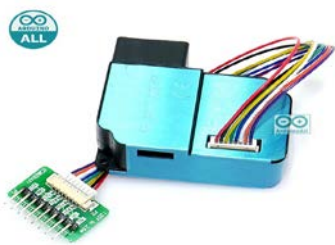
### 2.5.1 Laser Dust Sensor

เซนเซอร์สำหรับตรวจจับฝุ่น pm 2.5 แบบเลเซอร์ PMS3003 ผลิตโดยบริษัท Plantower ประกอบด้วยโมเดล PMSA003, PMS1003, PMS3003, PMS5003, PMS6003 และ PMS7003 ซึ่งเป็นกลุ่มของเซนเซอร์ที่อาศัยหลักการทางแสงและมีความละเอียดสูง สามารถตรวจวัดฝุ่นที่มีขนาด 0.3 ถึง 10  $\mu\text{m}$  ให้การตอบสนองเร็วประมาณ 1 วินาที โดยในตัวเซนเซอร์มีอุปกรณ์คอนโทรลเลอร์ในตัวซึ่งให้สัญญาณเอาต์พุตแบบพอร์ตอนุกรม (Rx/Tx) และพัดลมดูดฝุ่นในอากาศที่ต้องการวัดเข้ามาในตัวเซนเซอร์ให้ตัดผ่านแหล่งกำเนิดแสงอินฟราเรดและโฟโตทรานซิสเตอร์ เมื่อใช้งานกับไมโครคอนโทรลเลอร์ควร

ใช้ความเร็ว Baud rate ที่ระดับ 9600 bps ลักษณะการทำงานของเซนเซอร์ตรวจจับฝุ่น pm2.5 รุ่น PMS3003 ใช้พัดลมทำหน้าที่ดูดอากาศเข้าไปในตัวเซนเซอร์ แล้วตรวจจับฝุ่นด้วยแสงเลเซอร์ ค่าที่ได้ออกมาเป็นแอนะล็อก 1-1023 ลักษณะการทำงาน คือ เซนเซอร์จะส่งแสงเลเซอร์ไปกระทบกับตัวรับ และให้อากาศผ่านในช่อง หากมีการรับแสงได้น้อย แสดงว่า ฝุ่นละอองเยอะ หากมีการรับแสงได้มากแสดงว่าฝุ่นละอองน้อย นอกจากนี้ สามารถนำไปวัดควันรูป แป้ง และเหมาะสมกับการนำไปประยุกต์ใช้กับ Air Purifier Air Conditioner และ Air monitor เป็นต้น [6]

### 2.5.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ESP8266 (NodeMCU)

โหนด เอ็มซียู (NodeMCU) คือ แพลตฟอร์มหนึ่งสำหรับพัฒนาโปรเจกต์ที่เกี่ยวข้องกับอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things :IoT) ประกอบด้วย Development Kit (ตัวบอร์ด) และ Firmware (ซอฟต์แวร์บนบอร์ด) ซึ่งเป็นโอเพ่นซอร์สที่ถูกพัฒนาด้วยภาษาตัว (Lau Programming Language) สำหรับโมดูล WiFi (ESP8266) ในโหนดเอ็มซียู มีความสำคัญในการใช้เชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ต ลักษณะของโหนดเอ็มซียู จะมีความคล้ายกับบอร์ด Arduino เนื่องจากมีพอร์ต Input/Output ติดมาด้วย (built in) ทำให้สามารถเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมอุปกรณ์ I/O ได้โดยไม่ต้องผ่านอุปกรณ์เชื่อมต่ออื่น ๆ อีก นอกจากนี้ Arduino IDE สามารถทำงานร่วมกับโหนดเอ็มซียู จึงทำให้นักพัฒนาสามารถใช้ภาษา C/C++ เขียนโปรแกรมได้ และใช้งานได้หลากหลายมากยิ่งขึ้น [7],[8]



รูปที่ 1. แสดงภาพเซนเซอร์สำหรับตรวจจับฝุ่น pm2.5 รุ่น

PMS3003

(ที่มา : <https://www.arduinoall.com/product/2010/laser-dust-sensor-pm2-5-pms3003>)

### 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

[9] ศึกษาเกี่ยวกับการวิเคราะห์ปริมาณฝุ่นละอองเชิงมวล PM<sub>2.5</sub> และ PM<sub>10</sub> ในบรรยากาศด้วยเครื่องตรวจวัดฝุ่นละอองไร้สายใน

พื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย จำนวน 4 สถานี ได้แก่ 1) สถานี โรงเรียนยุพราช 2) สถานีอำเภอค้อยสะเก็ด 3) สถานี ตำบลแม่เหิยะ อำเภอเมือง มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และ 4) สถานี อำเภอนาน้อย จังหวัดน่าน โดยเก็บรวบรวมค่าฝุ่นละอองขนาดเล็กเฉลี่ยรายวันที่วัดได้จากเครื่องวัด DustDETECH มาทำการเปรียบเทียบกับข้อมูลจากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศกรมควบคุมมลพิษ (สถานี โรงเรียนยุพราช) ระหว่างวันที่ 17 มีนาคม -10 เมษายน 2560 พบว่า ข้อมูลมีแนวโน้มที่ใกล้เคียงกัน และเมื่อนำข้อมูลมาเปรียบเทียบกับข้อมูลจากกรมควบคุมมลพิษในช่วงเดือนมีนาคม-เมษายน 2560 พบว่า มีแนวโน้มเป็นไปในทิศทางเดียวกัน โดยข้อมูลที่ได้จากการวัดด้วยเครื่องวัดฝุ่นละอองขนาดเล็ก DustDETECH จะถูกรวบรวมจัดเก็บในระบบฐานข้อมูล โดยบันทึกผลแบบออนไลน์อัตโนมัติ และแสดงผลผ่านเว็บไซต์ ([www.cmuccdc.org](http://www.cmuccdc.org))

[10] ศึกษา งาน วิจัย Usability Metric Framework for Mobile Phone Application โดยศึกษาทฤษฎีเรื่อง Quality in Use Integrated Measurement (QUIM) ซึ่งเป็น โมเดลของการรวบรวมการวัดการใช้งาน และดำเนินการพัฒนาตัวชี้วัดการใช้งานแอปพลิเคชัน โดยใช้ Goal Question Metric (GQM) ผลการศึกษาพบว่า มีแนวทางทั้งหมด 6 ด้าน ที่จะช่วยให้บรรลุเป้าหมายในการสร้างเฟรมเวิร์ค คือ 1) ความง่ายในการใช้งาน 2) ความถูกต้อง 3) ระยะเวลาในการเข้าถึงข้อมูล 4) ฟังก์ชันการใช้งาน 5) ความปลอดภัย และ 6) ความสวยงามและน่าใช้งาน

### 3. วิธีการดำเนินงานวิจัย

#### 3.1 พื้นที่ศึกษาวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ต้องการศึกษาถึงปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM<sub>2.5</sub> ที่เกิดขึ้นในบริเวณมหาวิทยาลัยสวนดุสิต ศูนย์การศึกษานอกที่ตั้ง ตรัง

#### 3.2 การติดตั้งเครื่องวัดฝุ่นละอองขนาดเล็ก (Dust Sensor) มีขั้นตอนดังนี้

1) ติดตั้งเครื่องวัดฝุ่นละอองขนาดเล็ก (Dust Sensor) ให้สามารถวัดฝุ่นละออง PM<sub>2.5</sub> และชุดอินเทอร์เฟซเพื่อควบคุมและส่งผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตแบบไร้สาย โดยมีการบันทึกฐานข้อมูลสำหรับระบบตรวจวัดค่าฝุ่นละอองในอากาศ และสร้างแอปพลิเคชันเพื่อตรวจสอบค่าฝุ่นละอองในอากาศ PM<sub>2.5</sub>

2) ทดสอบการวัดค่าปริมาณฝุ่น  $PM_{2.5}$  โดยทำการเก็บตัวอย่างฝุ่นละออง  $PM_{2.5}$  ในอากาศอย่างต่อเนื่อง 24 ชั่วโมง เป็นเวลา 3 วัน

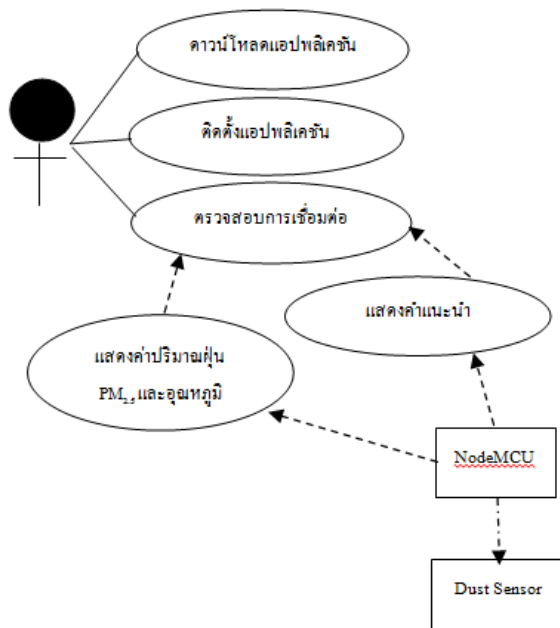
3) เปรียบเทียบค่าปริมาณฝุ่นละอองที่วัดได้จากเครื่องวัดฝุ่นละออง (Dust Sensor) กับข้อมูลจากกรมควบคุมมลพิษ (เว็บไซต์ [air4thai.pcd.go.th](http://air4thai.pcd.go.th)) ระหว่างวันที่ 20 -22 กันยายน 2562 ซึ่งเปรียบเทียบกับพื้นที่การวัดบริเวณตำบลบ้านควนอำเภอเมือง จังหวัดตรัง

### 3.2 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์และออกแบบระบบสำหรับตรวจวัดค่าฝุ่นละอองในอากาศด้วยแผนภาพการทำงานของผู้ใช้ระบบ (Use Case Diagram) แผนภาพขั้นตอนการทำงานของระบบ (Flow Chart) และการออกแบบฐานข้อมูลด้วย E-R ไดอะแกรม เพื่อเป็นแนวทางการพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับแสดงผลค่าปริมาณฝุ่นละอองในอากาศ  $PM_{2.5}$  ดังนี้

#### 3.2.1 แผนภาพแสดงการทำงานของผู้ใช้ระบบ (Use Case Diagram)

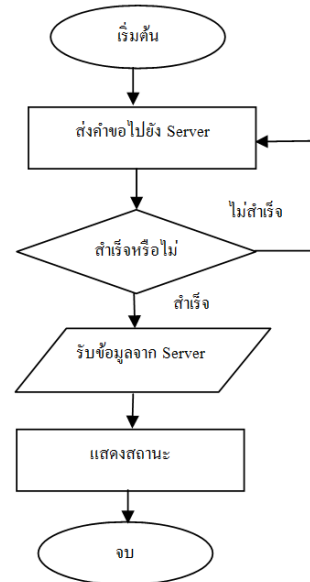
เป็นการอธิบายให้เห็นถึงการตอบสนองของระบบต่อผู้ใช้งาน โดยสามารถอธิบายการทำงานของระบบเมื่อผู้ใช้ต้องการดูสถานะของฝุ่นและอุณหภูมิ และดูคำแนะนำจากระบบ ดังรูปที่ 2



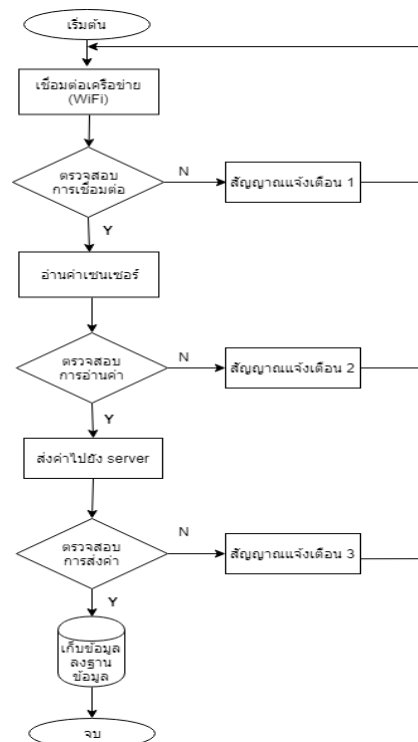
รูปที่ 2. แสดงแผนภาพการทำงานของผู้ใช้ระบบตรวจวัดค่าฝุ่นละออง  $PM_{2.5}$  (Use Case Diagram)

#### 3.2.2 แผนภาพแสดงขั้นตอนการทำงานของระบบตรวจวัดค่าฝุ่นละออง (Flowchart)

เป็นการอธิบายขั้นตอนการทำงานของระบบ และการทำงานของโนดเอ็มซียู (NodeMCU) และดังรูปที่ 3 และ 4



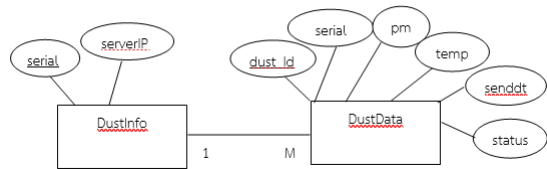
รูปที่ 3. แสดงขั้นตอนการทำงานของระบบตรวจวัดค่าฝุ่นละออง  $PM_{2.5}$  (Flowchart)



รูปที่ 4. แสดงขั้นตอนการทำงานของโนดเอ็มซียู (NodeMCU) (Flowchart)

### 3.2.3 การออกแบบฐานข้อมูลด้วยอี-อาร์ไดอะแกรม

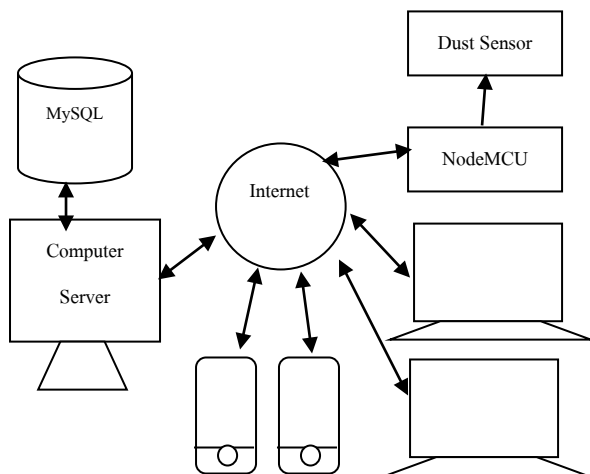
เป็นการจำลองโครงสร้างของฐานข้อมูลและความสัมพันธ์ของข้อมูล ประกอบด้วย เอนทิตี (Entity) และแอตทริบิว (Attribute)



รูปที่ 5. แสดง E-R ไดอะแกรมของระบบตรวจวัดค่าฝุ่นละออง

### 3.3 องค์ประกอบการพัฒนาการระบบตรวจวัดค่าฝุ่นละออง

การทำงานของระบบสำหรับตรวจวัดค่าฝุ่นละอองมีองค์ประกอบดังรูปที่ 6



รูปที่ 6. แสดงภาพจำลององค์ประกอบของการพัฒนาระบบตรวจวัดค่าฝุ่นละอองในอากาศ

จากรูปที่ 6 องค์ประกอบของการพัฒนาระบบตรวจวัดค่าฝุ่นละอองในอากาศ ประกอบด้วยภาคการทำงานที่สำคัญ ดังนี้

- 1) คอมพิวเตอร์ (Computer) เป็นอุปกรณ์ที่เป็นตัวสำคัญในการใช้งาน ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานทั้งหมดและจัดเก็บข้อมูลตรวจวัดค่าฝุ่นละอองในอากาศลงฐานข้อมูล (Database) ของแอปพลิเคชันสำหรับตรวจวัดค่าฝุ่นละอองในอากาศ
- 2) โหนดเอ็มซียู (NodeMCU) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็นตัวกลางหลักในการรับคำสั่งจากโปรแกรมสั่งงานในคอมพิวเตอร์ โดยการสั่งงานของคำสั่งนั้นจะสั่งงานโดยคอมพิวเตอร์ผ่านทางระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มายัง

โหนดเอ็มซียู (NodeMCU) เพื่อควบคุมการทำงานของแอปพลิเคชันสำหรับตรวจวัดค่าฝุ่นละอองในอากาศ

3) เซนเซอร์ฝุ่นละออง (Dust sensor) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่วัดค่าฝุ่นละอองในอากาศ โดยรับคำสั่งมาจากโหนดเอ็มซียูให้วัดค่าฝุ่นละอองในอากาศ เมื่อได้ค่าฝุ่นละอองเซนเซอร์จะส่งข้อมูลไปยังโหนดเอ็มซียู

4) MySQL เป็นฐานข้อมูลสำหรับจัดเก็บค่าฝุ่นละอองในอากาศและค่าอุณหภูมิที่ถูกส่งมาจากเซนเซอร์ฝุ่นละอองเพื่อจัดเก็บลงในฐานข้อมูล MySQL ที่ถูกเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ โดยจัดเก็บค่าฝุ่นละออง และอุณหภูมิ ตามวันที่ เวลา และคำแนะนำเบื้องต้นลงในโครงสร้างตาราง (Table Schema)

5) อุปกรณ์สมาร์ทโฟน (Smartphone) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับติดตั้งระบบสำหรับตรวจวัดค่าฝุ่นละอองในอากาศซึ่งรองรับระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์โดยสามารถเชื่อมต่อกับระบบอินเทอร์เน็ตเพื่ออ่านค่าฝุ่นละอองในอากาศและคำแนะนำเบื้องต้นสำหรับคุณภาพอากาศนั้น ๆ



รูปที่ 7. ภาพรวมควบคุมระบบการทำงานตรวจวัดค่าฝุ่นละอองในอากาศ

## 4. ผลการดำเนินงานวิจัย

### 4.1 การตรวจวัดปริมาณฝุ่นละออง PM<sub>2.5</sub> ด้วยอุปกรณ์ Dust Sensor

จากการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM<sub>2.5</sub> จากอุปกรณ์ Dust Sensor โดยทำการเก็บตัวอย่างฝุ่นละออง PM<sub>2.5</sub> ในอากาศต่อเนื่อง 24 ชั่วโมง ระหว่างวันที่ 20-22 กันยายน 2562 โดยในช่วงเวลาดังกล่าวเป็นช่วงที่จังหวัดตรังได้เผชิญกับปัญหาหมอกควันไฟป่าจากประเทศอินโดนีเซีย พบว่า ข้อมูลมีแนวโน้มใกล้เคียงกับข้อมูลคุณภาพอากาศจากกรมควบคุมคุณภาพ บริเวณพื้นที่ ตำบลบ้านควน อำเภอเมืองตรัง จังหวัด

ตรง โดยค่าที่วัดจากอุปกรณ์ Dust sensor มีค่าสูงกว่าเล็กน้อย  
ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยฝุ่นละออง PM<sub>2.5</sub> 24 ชั่วโมง ระหว่าง  
วันที่ 20-22 กันยายน 2562

| แหล่งข้อมูล                                                                                    | 20 ก.ย. | 21 ก.ย. | 22 ก.ย. |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------|---------|
| กรมควบคุมมลพิษทาง<br>อากาศ วัดบริเวณ<br>พื้นที่ ต.บ้านควน อ.เมือง จ.<br>ตรัง [11]              | 33      | 30      | 64      |
| Dust Sensor<br>พื้นที่ มหาวิทยาลัยสวน<br>ดุสิต ศูนย์การศึกษานอก<br>ที่ตั้ง ตรัง อ.เมือง จ.ตรัง | 34      | 35      | 68      |

หมายเหตุ : หน่วยวัด PM<sub>2.5</sub> ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร  
(มกก.ต่อลบ.ม.)

เกณฑ์ดัชนีคุณภาพอากาศสำหรับประเทศไทย

0-50 : คุณภาพดี ไม่มีผลกระทบต่อสุขภาพ

51-100 : คุณภาพปานกลาง ไม่มีผลกระทบต่อสุขภาพ

101-200 : มีผลกระทบต่อสุขภาพ

201-300 : มีผลกระทบต่อสุขภาพมาก

มากกว่า 300 : อันตราย

เกณฑ์ดัชนีฝุ่น PM<sub>2.5</sub>

0-25 : คุณภาพอากาศดีมาก

26-37 : คุณภาพอากาศดี

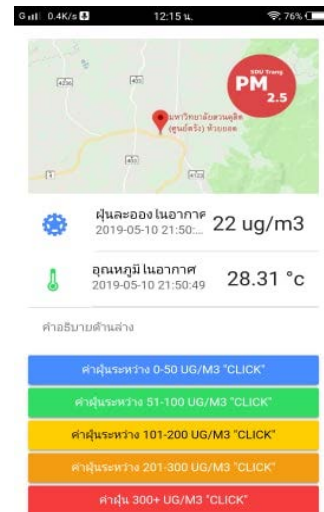
38-50 : คุณภาพอากาศปานกลาง

51-80 : เริ่มมีผลกระทบต่อสุขภาพ

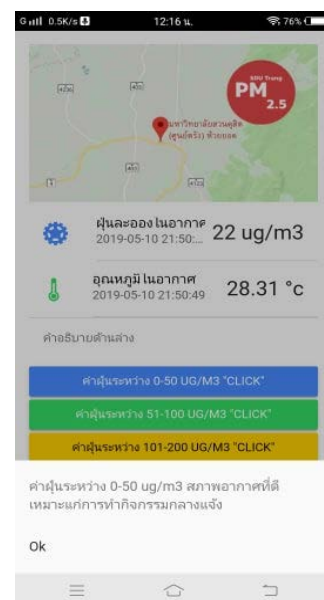
มากกว่า 80 : มีผลกระทบต่อสุขภาพ

## 4.2 ผลการพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับแสดงผลค่าปริมาณฝุ่น ละอองในอากาศ

การพัฒนาแอปพลิเคชัน Dust@SDU สำหรับแสดงผลค่า  
ปริมาณฝุ่นละอองในอากาศได้ดำเนินการออกแบบและพัฒนา  
ตามแนวคิดการพัฒนาระบบ (SDLC) ผลการพัฒนาแอป  
พลิเคชันบนอุปกรณ์สมาร์ตโฟนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์  
แสดงดังรูปที่ 8-9



รูปที่ 8. แสดงหน้าจอหลักของแอปพลิเคชันตรวจวัดค่าฝุ่น  
ละอองในอากาศ Dust@SDU



รูปที่ 9. แสดงหน้าจอเกมระดับค่าฝุ่นละอองในอากาศและ  
คำอธิบาย

## 5. บทสรุปและการอภิปราย

### 5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาวิจัย พบว่า งานวิจัยนี้สามารถศึกษาปริมาณของ  
ฝุ่นละอองในอากาศบริเวณมหาวิทยาลัยสวนดุสิต ศูนย์  
การศึกษานอกที่ตั้ง ตรัง โดยอาศัยระบบตรวจวัดค่าฝุ่นละออง  
ที่พัฒนาขึ้น และทำการตรวจสอบข้อมูลที่ได้เปรียบเทียบกับ  
ข้อมูลจากกรมควบคุมมลพิษ พบว่า ข้อมูลที่ได้มีแนวโน้ม  
ใกล้เคียงกัน และทำการพัฒนาระบบฐานข้อมูลสำหรับจัดเก็บ



ข้อมูลของฝุ่นละอองในอากาศ รวมไปถึงการนำเสนอข้อมูลผ่านแอปพลิเคชันตรวจวัดค่าฝุ่นละอองในอากาศ Dust@SDU เพื่อใช้สำหรับตรวจสอบคุณภาพอากาศ นอกจากนี้ งานวิจัยมีความมุ่งหวังอยากให้เกิดขึ้นความรู้ที่สามารถนำไปต่อยอดการขยายพื้นที่ติดตั้งระบบตรวจวัดค่าฝุ่นละอองในอากาศเพื่อเตือนภัยวิกฤตฝุ่นควันที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนในพื้นที่จังหวัดตรัง

## 5.2 ข้อจำกัดการวิจัย

- 1) อุปกรณ์เซนเซอร์จำเป็นต้องเชื่อมต่อกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (Wi-Fi) และควรมีระดับสัญญาณที่เป็นไปตามคุณสมบัติ (2.4 G) ของอุปกรณ์โน้ตบุ๊กเพื่อให้อุปกรณ์ทำงานได้โดยตรง
- 2) ในกรณีที่กระแสไฟฟ้าไปเลี้ยงอุปกรณ์ควบคุมและอุปกรณ์เซนเซอร์ไม่มีความเสถียรจะสามารถส่งผลกระทบต่อการทำงานของระบบ ซึ่งจะทำการแสดงค่าของฝุ่นคลาดเคลื่อนได้

## 5.3 ข้อเสนอแนะและการอภิปราย

- 1) ควรพัฒนาระบบให้สามารถแสดงค่าของพารามิเตอร์อื่น ๆ ในอุปกรณ์เซนเซอร์ เช่น ค่า  $PM_1$  และ  $PM_{10}$  เป็นต้น
- 2.) ควรพัฒนาระบบตรวจวัดค่าฝุ่นละอองในอากาศให้สามารถดูข้อมูลย้อนหลัง หรือมีกราฟแสดงค่าฝุ่นละอองเพื่อให้ผู้ใช้สามารถดูรายละเอียดมากขึ้น พร้อมแสดงค่าเฉลี่ยของค่าฝุ่นละอองในอากาศในแต่ละช่วงเวลา
- 3) ควรพัฒนาระบบตรวจวัดค่าฝุ่นละอองในอากาศให้สามารถแจ้งเตือนค่าฝุ่นละอองอัตโนมัติที่เกินมาตรฐานให้ผู้ใช้งานทราบ

## เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมควบคุมมลพิษ, “มาตรฐานฝุ่นละอองในบรรยากาศโดยทั่วไป,” กรมควบคุมมลพิษ, 2562. [Online] Available: [http://www.pcd.go.th/info\\_serv/reg\\_std\\_airsnd01.html](http://www.pcd.go.th/info_serv/reg_std_airsnd01.html). [Accessed: 5 สิงหาคม 2562].
- [2] กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม, “มลพิษทางอากาศ,” กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2562. [Online] Available: <http://www.deqp.go.th/knowledge>. [Accessed: 5 สิงหาคม 2562].

- [3] คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, “ฝุ่นละอองในบรรยากาศ,” คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, 2562. [Online]. Available: [http://www.en.mahidol.ac.th/elearning/upload/Dust\\_Patcharawadee.pdf](http://www.en.mahidol.ac.th/elearning/upload/Dust_Patcharawadee.pdf). [Accessed: 15 สิงหาคม 2562].
- [4] สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, “วงจรการพัฒนาระบบ,” สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2562. [Online]. Available: <http://www.swpark.or.th/sdlcproject/index.php/14-sample-data-articles/87-2013-08-09-08-39-48>. [Accessed: 5 เมษายน 2562].
- [5] ภาณุพงศ์ สุภะวัชรเดช, “Ionic framework,” มิถุนายน, 2562. [Online]. Available: <https://www.imwritingrich.com/what-is-ionic-framework>. [Accessed: 2 มิถุนายน 2562].
- [6] ArduinoAll, “Laser Dust Sensor pm2.5 PMS300,” 10 กรกฎาคม, 2562. [Online]. Available: <https://www.arduinoall.com/product/2010/laser-dust-sensor-pm2-5-pms3003>. [Accessed: 10 กรกฎาคม 2562].
- [7] Manufacture Overhaul Rapid an Optical Co., Ltd., “ไมโครคอนโทรลเลอร์,” Manufacture Overhaul Rapid an Optical Co., Ltd., 2562. [Online]. Available: <http://www.moro.co.th/ไมโครคอนโทรลเลอร์>. [Accessed: 13 มิถุนายน 2562].
- [8] สติธรรม ตั้งขันธ์ทอง, “Arduino ESP8266 (NodeMCU),” มิถุนายน, 2562. [Online]. Available: <https://medium.com/sathittham>. [Accessed: 24 มิถุนายน 2562].
- [9] ฐิฎาพร สุภายี, พานิชย์ อินตะ, เสริมเกียรติ จอมจันทร์ของ และเศรษฐ์ สัมภิตตะกุล, “การวิเคราะห์ปริมาณฝุ่นละอองเชิงมวล  $PM_{2.5}$  และ  $PM_{10}$  ในบรรยากาศด้วยเครื่องตรวจวัดฝุ่นละอองไร้สายในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย,” วารสารวิจัยเทคโนโลยีนวัตกรรม, ฉบับที่ 1, ปีที่ 2, มกราคม-มิถุนายน, หน้า 69-83, 2561.



- [10] A. Hussain and E. Ferneley, "Usability metric for mobile application: a goal question metric (GQM) approach," In Proc. 10th International Conference on Information Integration and Web-based Applications & Services (iiWAS '08), 2008, pp. 567–570.
- [11] กองควบคุมมลพิษ, "รายงานสถานการณ์และคุณภาพอากาศประเทศไทย," กองควบคุมมลพิษ, 2562. [Online]. Available: [air4thai.pcd.go.th/webV2/station.php?station=m119](http://air4thai.pcd.go.th/webV2/station.php?station=m119). [Accessed: 30 กันยายน 2562].