

ระบบเลี้ยงปลาน้ำจืดและคำนวณต้นทุนอาหารด้วยโมบายแอปพลิเคชัน

นายทองชัย แก้วสีหะวงศ์

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต

สาขาวิชาการสื่อสารข้อมูลและเครือข่าย ภาควิชาการสื่อสารข้อมูลและเครือข่าย  
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ปีการศึกษา 2560

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

Freshwater fish farming system and calculation food cost  
with mobile application.

MR.TANONGCHAI KEAWSEEHAWONG

MASSTER PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS  
FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENE  
DEPARTMENT OF DATA COMMUNICATION AND NETWORKING  
GRADUATE COLLEGE  
KING MONGKUT'S UNIVERSITY OF TECHNOLOGY NORTH BANGKOK  
ACADEMIC YEAR 2016  
COPYRIGHT OF KING MONGKUT'S UNIVERSITY OF TECHNOLOGY NORTH BANGKOK

ผู้เสนอ : นายทงชัย แก้วสีหะวงศ์  
ภาษาไทย : ระบบเลี้ยงปลาน้ำจืดและคำนวณต้นทุนอาหารด้วยโมบายแอปพลิเคชัน  
สาขาวิชา : การสื่อสารข้อมูลและเครือข่าย  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ  
อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์หลัก : ผศ.ดร.นพพร วิสิฐพงศ์พันธ์  
ปีการศึกษา : 2560

### บทคัดย่อ

รัฐบาลไทยพยายามผลักดันให้ประเทศไทยเข้าสู่ประเทศไทย 4.0 ซึ่งทุกคนต้องร่วมกันขับเคลื่อนนวัตกรรม เพื่อสนับสนุนการพัฒนาเศรษฐกิจที่ขับเคลื่อนด้วยเทคโนโลยี ผู้วิจัยจึงได้รับแรงบันดาลใจในการพัฒนาออกแบบโปรแกรมแอปพลิเคชันบนมือถือเพื่อเชื่อมต่อผ่านอินเทอร์เน็ตให้ทำงานร่วมกับอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ มาปรับใช้สร้างผลงานด้าน Internet Of Thing เพื่อเลี้ยงปลาน้ำจืด โดยมีวัตถุประสงค์ในการลดต้นทุนด้านแรงงาน ประหยัดระยะเวลา โดยใช้ NodeMCU ESP8266 ทำงานร่วมกับ pH Sensor เพื่อปรับสภาพความเป็นกรด-ด่างของน้ำ ซึ่งเป็นปัจจัยในการเจริญเติบโตของปลาทุกชนิด นอกจากนี้โปรแกรมยังสามารถคำนวณต้นทุนค่าอาหารในการเลี้ยงปลาของเกษตรกร โดยวัดจากปริมาณการให้อาหารที่ควบคุมโดยการปิดเปิดช่องให้อาหารที่เชื่อมต่อกับ Servo Motor โปรแกรมจะสรุปรวมค่าอาหารทั้งหมดเพื่อช่วยในการตัดสินใจจำหน่ายปลาตามราคาท้องตลาดในช่วงเวลานั้นๆ

ผลการพัฒนาและทดลองปรากฏว่าระบบที่พัฒนาสามารถรับรู้ค่าความเป็นกรด-ด่าง และปรับสภาพน้ำได้ นอกจากนี้ระบบยังสามารถให้อาหารตามการเจริญเติบโตของปลาพร้อมคำนวณค่าอาหารได้เป็นอย่างดีและแม่นยำ สามารถทำงานแบบอัตโนมัติ หรือสามารถทำงานตามการควบคุมของเกษตรกรได้ทุกที่และทุกเวลา

(สารนิพนธ์มีจำนวนทั้งสิ้น 61 หน้า)

คำสำคัญ : โหนดเอ็มซียู, พีเอช เซ็นเซอร์, เซอร์โว มอเตอร์, เลี้ยงปลา, เกษตรกร

---

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์หลัก

Name : Mr.Tanongchai Keawseehawong  
Master Project Title : Freshwater fish farming system and calculation food cost  
with mobile application.  
Major Field : Data Communication and Networking  
King Mongkut's University of Technology North Bangkok  
Master Project Advisor : Assistant Professor Dr.Nawaporn Wisitpongphan  
Academic Year : 2017

### **Abstract**

The Thai government is trying to push Thailand toward becoming Thailand 4.0 to support and promote domestic economy using technology. This has become the main inspiration for developing a mobile application program for freshwater fish farming using Internet of Thing. The purpose of this project is to reduce labor wages and time for adjusting the pH value in the water by using NodeMCU ESP8266 and pH Sensor for obtaining pH. This is one of the most important factor in growing all types of fish. Moreover, all types of your fish can be fed automatically by using Servo Motor and the program can also calculate the cost of fish feed for farmers and summarize all food costs to help deciding the market price of fish at that time.

The system prototype implemented can adjust pH value of the water quite well. The fish can be fed according to the fish type and size, hence, suitable quantity of food can automatically be released from the system. The proposed system can help farmers in raising fish and also facilitate them anywhere and anytime.

(Total 61 pages)

Keywords : NodeMCU, pH Sensor, Servo Motor, Fish farming, Farmer.

---

Advisor

## กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์หัวข้อระบบเลี้ยงปลาน้ำจืดและคำนวณต้นทุนอาหารด้วยโมบายแอปพลิเคชันฉบับนี้ ได้บรรลุวัตถุประสงค์ตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ ซึ่งได้รับความช่วยเหลือให้คำปรึกษาจาก ผศ.ดร.นพพร วิสิฐพงศ์พันธ์ อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ ที่ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ ของการวิจัยมาโดยตลอด ทำให้การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่คอยให้กำลังใจและทุนสนับสนุนในการศึกษาครั้งนี้ และขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่าน ของคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ และเพื่อน ๆ ในภาควิชาการสื่อสารข้อมูลและเครือข่ายทุกท่าน ที่ได้ให้ข้อเสนอแนะและข้อคิดเห็น

สุดท้ายนี้ คุณประโยชน์ที่เกิดจากการทำสารนิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบให้แด่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าสารนิพนธ์ฉบับนี้จะก่อให้เกิดคุณประโยชน์แก่ผู้ที่สนใจต่อไป

ทนายชัย แก้วสีหะวงศ์

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ซ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 เทคโนโลยี Internet of Things	4
2.2 NodeMCU Development Kit V3	6
2.3 pH Sensor	7
2.4 Servo Motor	8
2.5 Ultrasonic Sensor	9
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	11
บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย	12
3.1 ศึกษาความต้องการของระบบ	12
3.2 วิเคราะห์ระบบ	16
3.3 การออกแบบระบบ	19
3.4 ทดสอบความถูกต้องในการใช้งานของระบบ	22
3.5 การประเมินความพึงพอใจการใช้งานของระบบ	24
3.6 สถิติที่ใช้ในงานวิจัย	25
บทที่ 4 ผลการดำเนินงานวิจัย	27
4.1 ผลของการพัฒนาระบบ	27
4.2 ผลของการทดสอบระบบ	34
4.3 ผลของการประเมินระบบ	39

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปปัญหาและข้อเสนอแนะ	42
5.1 สรุปผล	42
5.2 ข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนาเพิ่มเติม	42
เอกสารอ้างอิง	43
ภาคผนวก ก	45
แบบประเมินความพึงพอใจต่อระบบของเกษตรกร	45
ภาคผนวก ข	49
ผลการทดสอบระบบ	49
ประวัติผู้จัดทำวิจัย	61

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3-1 แสดงระดับค่าของ pH ที่มีผลต่อการดำรงชีพของสัตว์น้ำจืด	13
3-2 การให้อาหารปลานิลและปลานิลแดงระยะปลารุ่น – ปลาเนื้อ	13
3-3 การให้อาหารปลาหมอ	14
3-4 การให้อาหารดุก	15
3-5 เก็บข้อมูลการทดสอบความถูกต้องของแอปพลิเคชัน	23
3-6 ตารางส่วนการทำงานแบบอัตโนมัติ	23
3-7 ตารางส่วนการทำงานโดยการสั่งงานจากผู้ใช้งาน	24
3-8 ส่วนการทำงานแบบอัตโนมัติพร้อมการทำงานโดยการสั่งงานจากผู้ใช้งาน	24
3-9 เกณฑ์การให้คะแนนของแบบประเมินความพึงพอใจ (Rating Scale)	25
3-10 เกณฑ์การแปลความหมายข้อมูลและพิจารณาจากค่าเฉลี่ย (Mean)	25
4-1 บันทึกผลการทดสอบความถูกต้องของระบบ	35
4-2 ผลการทดสอบส่วนการทำงานแบบอัตโนมัติ	37
4-3 ตารางทดสอบส่วนการทำงานโดยการสั่งงานจากผู้ใช้งาน	38
4-4 ตารางทดสอบส่วนการทำงานแบบอัตโนมัติพร้อมการทำงานโดยการสั่งงานจากผู้ใช้งาน	39
4-5 ผลการประเมินความพึงพอใจของเกษตรกรผู้ใช้งาน จำนวน 10 ท่าน	40



## สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2-1 การทำงาน Publish/Subscribe	5
2-2 Board NodeMCU Development Kit V3	6
2-3 Pinout NodeMCU Development Kit V3	6
2-4 หลักการทำงานในการวัดค่า pH	7
2-5 เซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor)	8
2-6 ส่วนประกอบของ Servo motor	8
2-7 การทำงานของ Ultrasonic	10
2-8 Ultrasonic Sencor	10
3-1 ภาพรวมการทำงานของระบบ	16
3-2 การทำงานของระบบแบบอัตโนมัติ	17
3-3 การทำงานของระบบด้วยการสั่งงานผ่านโมบายแอปพลิเคชัน	18
3-4 อุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการพัฒนาระบบเลี้ยงปลา	19
3-5 ออกแบบหน้าจอในส่วนของการยืนยันตัวตนก่อนเข้าใช้งาน	20
3-6 หน้าจอตั้งค่าระบบเลี้ยงปลา	20
3-7 หน้าจอเพื่อแสดงสถานะและการสั่งงานต่างๆ	21
4-1 หน้าจอเพื่อใช้ Login	28
4-2 หน้าจอการตั้งค่าเพื่อการเลี้ยงปลา	28
4-3 หน้าจอการแสดงสถานะต่างๆ พร้อมการสั่งงานระบบ	30
4-4 แจ้งเตือนต่างๆ	31
4-5 ตารางจัดเก็บฐานข้อมูลทั้งหมดที่ใช้ในงานวิจัย	32
ข-1 (ก) ใส่ชื่อผู้ใช้งานและรหัสผ่านไม่ถูกต้อง (ข) ระบบแจ้งเตือนไม่พบผู้ใช้งานในระบบ	50
ข-2 ใส่ข้อมูลถูกต้อง (ก) เข้าสู่การตั้งค่าระบบ (ข) กดบันทึกเพื่อเข้าสู่หน้าการควบคุมการเลี้ยงปลา	51
ข-3 หน้าการตรวจสอบสถานะต่างๆ และการควบคุมระบบ	51
ข-4 อุปกรณ์ควบคุมต่างๆ ที่ติดตั้งลงกล่องกันฝนกันแดด	52
ข-5 อุปกรณ์ที่ติดตั้งในบ่อปลา	53
ข-6 แสดงสถานะต่างๆ	54
ข-7 การทำงานกรณีที่ระดับน้ำน้อยกว่ากำหนด	56

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
ข-8 การทำงานกรณีที่ระดับน้ำน้อยกว่ากำหนด	56
ข-9 การทำงาน กรณีที่ระดับค่า pH ไม่ตรงตามที่กำหนด	57
ข-10 การสั่งงานการให้อาหาร	58
ข-11 การสั่งงานเติมน้ำ	59
ข-12 การสั่งงานปรับค่า pH	60

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในประเทศไทยปัจจุบันมีจำนวนเกษตรกรที่เลี้ยงปลาน้ำจืดเป็นจำนวนมาก [1] จากข้อมูลของกรมประมงมีผู้ประกอบการอาชีพการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่ขึ้นทะเบียนไว้จำนวน 560,000 ราย และในปี 2556 พบว่าผลผลิตการเลี้ยงสัตว์น้ำจืดมีมากถึง 435,765 ตัน ตามประเภทการเลี้ยงแบบต่างๆ [2] สถิติการประมงแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2556

แต่ยังมีปัญหาอุปสรรคที่พบทั่วไปในการประกอบอาชีพเกษตรส่วนใหญ่ คือ เกษตรกรบางรายประสบปัญหาต้นทุนการเลี้ยงสัตว์น้ำสูง การเสื่อมโทรมของสภาพแวดล้อมและการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ [3] ทำให้ผู้เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำส่วนใหญ่ยังเป็นผู้ที่มีรายได้ต่ำกว่า 180,000 บาท/ครัวเรือน/ปี

โดยปัจจุบันมีระบบต่างๆ ในการตรวจเช็คสภาพน้ำการให้อาหารปลา เช่น ระบบตู้ปลาอัจฉริยะ [4] ของมหาวิทยาลัยกรุงเทพ โดยอาศัยการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมส่วนต่างๆ ภายในตู้ปลา เช่น ระบบการเปลี่ยนน้ำโดยอาศัยเครื่องมือวัดค่า pH ที่สามารถตรวจสอบความเป็นกรด เป็นเบสของน้ำ ระบบให้อาหารที่ทำหน้าที่ควบคุมการดูแลให้อาหารปลาอย่างสม่ำเสมอ อย่างไรก็ตามผู้วิจัยเล็งเห็นว่าระบบตู้ปลาอัจฉริยะ ยังมีข้อจำกัดเพราะผู้วิจัยคิดเห็นว่าควรจะมีการควบคุมได้แบบอิสระโดยใช้เทคโนโลยีการสื่อสารเข้ามาช่วยอำนวยความสะดวก

ผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะนำเอาระบบอินเทอร์เน็ต เข้ามาประยุกต์ใช้ในการควบคุมระบบการเลี้ยงปลาน้ำจืด โดยผ่านแอปพลิเคชันในระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เพื่อบริหารจัดการคุณภาพน้ำและให้อาหารปลา เช่น ความเป็นกรด เป็นเบสของน้ำ การให้อาหารให้สัมพันธ์กับการเจริญเติบโตของปลา [5] เพื่อป้องกันและตรวจสอบสภาพน้ำให้เหมาะสมกับการเลี้ยงปลาน้ำจืด และให้อาหารให้ตรงกับการเจริญเติบโตของปลาน้ำจืด โดยการใช้ pH Sensor ในการตรวจสอบสภาพน้ำ นำ Servo Motor มาดัดแปลงในการให้อาหารปลาและใช้ Ultrasonic Sensor เพื่อวัดระดับน้ำ โดยทั้งสามอุปกรณ์จะเชื่อมต่อกับ NodeMCU ที่สามารถทำงานได้เหมือนเครื่องคอมพิวเตอร์ มีราคาถูก และพัฒนาแอปพลิเคชันในระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์บน Smart Phone เพื่อใช้ในการจัดการและควบคุมคุณภาพน้ำและการให้อาหารปลา เช่น ระบบจะทำการแจ้งเตือนหากค่าความเป็นกรดเป็นเบส เกินกว่าที่ปลาจะอาศัยอยู่ได้ เพื่อให้เกษตรกรสั่งงานผ่าน Smart Phone Application เพื่อถ่ายเทน้ำให้

ค่า pH เหมาะสมกับการดำรงชีวิตของปลา พร้อมทั้งเพิ่ม ลด ระดับน้ำให้เหมาะสม และให้อาหารที่เหมาะสมและคำนวณต้นทุนในการให้อาหาร ซึ่งจะอำนวยความสะดวกได้ทุกที่ทุกเวลา เพื่อให้เกษตรกร สามารถบริหารจัดการการเลี้ยงปลาได้ง่ายขึ้นโดยการทำงานทุกอย่างผ่าน Smart Phone Application

## 1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

- 1.2.1 เพื่อพัฒนาระบบแจ้งเตือนสภาพน้ำที่เหมาะสมแก่การเลี้ยงปลาผ่านระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ด้วย NodeMCU
- 1.2.2 เพื่อช่วยเตือนเกษตรกรให้ปรับสภาพน้ำให้เหมาะสมกับการเลี้ยงปลา
- 1.2.3 เพื่อช่วยอำนวยความสะดวกในการให้อาหารปลาและคำนวณต้นทุนของอาหาร
- 1.2.4 เพื่อให้เกษตรกรตรวจสอบสภาพน้ำเพื่อถ่ายเทน้ำได้ทันทีแบบอัตโนมัติผ่าน Smart Phone Application

## 1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1.3.1 ขอบเขตของแอปพลิเคชันที่พัฒนาจะเป็นแอปพลิเคชันในระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ที่จะช่วยเตือนเกษตรกร ในการบริหารจัดการเรื่องน้ำสำหรับเลี้ยงปลาน้ำจืด หากค่าน้ำผิดปกติหรือระดับน้ำไม่เหมาะสมในการดำรงชีวิตของปลาน้ำจืด และอำนวยความสะดวกในการให้อาหารตามการเจริญเติบโตของปลา รวมทั้งคำนวณต้นทุนของอาหาร โดยมีขอบเขตต่างๆ ดังนี้

### 1.3.2 ผู้ดูแลระบบ

- 1.3.2.1 กำหนดชนิดของปลาน้ำจืดที่ต้องการเลี้ยง

### 1.3.3 ขอบเขตด้านฮาร์ดแวร์

- 1.3.3.1 NodeMCU
- 1.3.3.2 pH Sensor
- 1.3.3.3 Servo Motor
- 1.3.3.4 Mini Pump Motor 5V
- 1.3.3.5 Ultrasonic Sensor
- 1.3.3.6 สมาร์ทโฟนที่ใช้ระบบปฏิบัติการ Android

### 1.3.4 ขอบเขตด้านซอฟต์แวร์

- 1.3.4.1 Google Firebase
- 1.3.4.2 Arduino Software
- 1.3.4.3 Android Studio 3.0.1 for windows

### 1.3.5 ภาษาที่ใช้พัฒนา

#### 1.3.5.1 ภาษา C++

#### 1.3.5.2 ภาษา JAVA

### 1.3.6 ระบบปฏิบัติการ

#### 1.3.6.1 Android เวอร์ชัน 5.1

## 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1.4.1 การเพาะเลี้ยงปลาน้ำจืดทำได้ง่ายขึ้นเนื่องจากไม่จำเป็นต้องปรับคุณภาพน้ำและให้อาหารด้วยตัวเอง

#### 1.4.2 ลดระยะเวลาในการเลี้ยงปลาน้ำจืด

## บทที่ 2

### ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎีที่สำคัญและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างๆ และได้นำทฤษฎีที่สำคัญและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมาใช้ในการสนับสนุนการพัฒนาระบบเลี้ยงปลาน้ำจืดและคำนวณต้นทุนอาหารด้วยโมบายแอปพลิเคชัน สามารถแบ่งเป็นหัวข้อต่างๆ ได้ดังต่อไปนี้

- 2.1 เทคโนโลยี Internet of Things
- 2.2 NodeMCU Development Kit V3
- 2.3 pH Sensor
- 2.4 Servo Motor
- 2.5 Ultrasonic Sensor
- 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 เทคโนโลยี Internet of Things

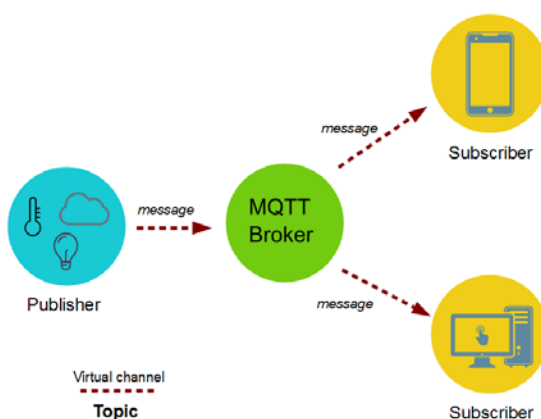
The Internet of Things[6] หรือที่นิยมเรียกกันว่า IoT คือ การนำเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตมาช่วยในการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ ให้สามารถติดต่อสื่อสารกันได้ ผู้คนทั่วไปจะเริ่มรู้จักเทคโนโลยีนี้จากการใช้โทรศัพท์มือถือควบคุมการเปิดปิดไฟฟ้าภายในบ้าน เปิดปิดเครื่องปรับอากาศ เป็นต้น

บางแห่งเรียกเทคโนโลยีนี้ว่า M2M ซึ่งย่อมาจาก Machine to Machine คือการนำเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อเชื่อมต่ออุปกรณ์กับเครื่องมือต่างๆ เข้าไว้ด้วยกันโดยการเชื่อมโยงการสื่อสารผ่านระบบอินเทอร์เน็ตและโดยที่มนุษย์ไม่ต้องคอยตัดสินใจและคอยควบคุมอุปกรณ์นั้น หรือคือการทำให้อุปกรณ์นั้นๆ ฉลาดขึ้น จากการคาดการณ์ ในปี ค.ศ. 2020 อุปกรณ์ต่าง กว่าแสนล้านชิ้นจะสามารถเชื่อมต่อกันด้วยระบบ IoT ซึ่งจะส่งผลให้คนทั่วไปสามารถควบคุมสิ่งของต่างๆ ได้ไม่ว่าจะอยู่ที่ไหนหากมีสัญญาณอินเทอร์เน็ตในยุคปัจจุบันคำว่า IoT[7]ได้เป็นที่ยอมรับกันเป็นอย่างมาก จึงมีการพัฒนาอุปกรณ์ ให้สามารถทำงานบนแนวความคิดของ Internet of Things กันอย่างแพร่หลาย มีการนำอุปกรณ์มาประยุกต์ใช้งานในด้านต่างๆ มากมาย เช่น การประยุกต์ใช้งานใน Smart City คือการทำให้ชุมชนในเมืองมีอุปกรณ์ทุกอย่างสามารถควบคุมการทำงานผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต การประยุกต์ใช้งานในงานอุตสาหกรรม และการเกษตรกรรม ที่ใช้อินเทอร์เน็ตในควบคุมการทำงาน

ในการพัฒนาการติดต่อสื่อสารของอุปกรณ์นั้น จำเป็นจะต้องใช้โปรโตคอลในการสื่อสาร โดยเฉพาะในการพัฒนา IoT ในปัจจุบันมีโปรโตคอลที่ได้รับความนิยม คือ MQTT Protocol(Message Queuing Telemetry Transport Protocol) [8] คิดค้นโดย Andy Stanford Clark จากบริษัท IBM และ Arlen Nipper จากบริษัท Eurotech ในปี คศ.1999 เป็นการคิดค้นในการแก้ปัญหาการสื่อสารข้อมูลของท่อส่งน้ำมัน เช่น อุณหภูมิ ความดัน และสัญญาณควบคุมวาล์วท่อน้ำมัน การสื่อสารข้อมูลนั้นเป็นข้อมูลตลอดแนวท่อน้ำมัน ยาว 17 กิโลเมตร ซึ่งข้อมูลทั้งหมดต้องส่งผ่านดาวเทียม ซึ่งมีการคิดค่าใช้จ่ายที่สูง

การทำงานของโปรโตคอล MQTT นี้จะประกอบไปด้วยตัวกลางที่เรียกว่า Broker อธิบายขั้นตอนการทำงาน ดังนี้

1. เมื่อ Sensor หรือเครื่องรับรู้ทำการอ่านค่าที่วัดได้ จะทำการ Publish ข้อมูลดังกล่าวไปยัง Topic ที่กำหนด บน MQTT Broker
2. MQTT Broker จะทำการ Push ข้อมูลที่ได้ ไปยัง Client หรือ อุปกรณ์ใดๆ ที่ทำการ Subscribe Topic นั้นๆ แสดงดังภาพที่ 2-1



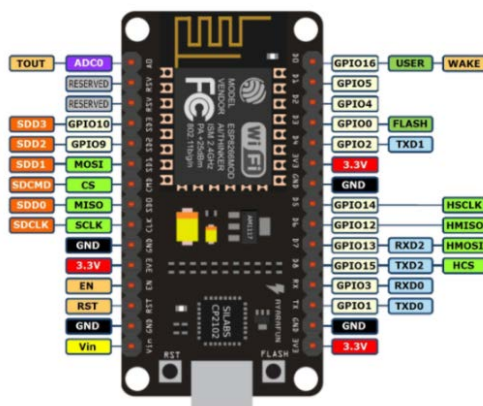
ภาพที่ 2-1 การทำงาน Publish/Subscribe

## 2.2 NodeMCU Development Kit V3



ภาพที่ 2-2 Board NodeMCU Development Kit V3

Board NodeMCU Development Kit V3 [9] เป็นรุ่นถัดจาก NodeMCU v2 ซึ่งใช้ภาษา Lua ในการเขียนโปรแกรมควบคุมโมดูล ESP8266 NodeMCU เป็นบอร์ดที่ใช้ ESP8266 เป็น CPU สำหรับประมวลผลโปรแกรมต่างๆ มีข้อดีกว่า Arduino คือ มีขนาดเล็กกว่า มีพื้นที่เก็บข้อมูลมากกว่า และสามารถเชื่อมต่อ Wi-Fi ได้ บนบอร์ดนี้มีหน่วยความจำสำรองสูงถึง 4 MB จึงมีความเหมาะสมสำหรับเขียนโปรแกรมใหญ่ๆ ได้ อีกทั้งภายในยังเป็น ARM ขนาดย่อย ใช้ความถี่สูงถึง 40MHz ทำให้สามารถประมวลผลได้อย่างรวดเร็ว เหมาะสำหรับงานด้าน Internet of Things (IoT) NodeMCU v3 มีเสาอากาศแบบ PCB Antenna สำหรับขาสัญญาณต่างๆ ได้แก่ GPIO,PWM,I2C, 1-wire,ADC และมี SPI มากกว่าเวอร์ชันเดิม มีส่วน USB-to-TTL และ micro USB เพื่อเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ในการพัฒนาโปรแกรม และมี GPIO ถึง 10 Port



ภาพที่ 2-3 Pinout NodeMCU Development Kit V3



**2.3 pH Sensor [10]** การวัด pH คือ การวัดสภาพความเป็นกรด เป็นด่างของสารละลาย ที่มีน้ำเป็นตัวทำละลาย (Aqueous Solution) วัดความต่างศักย์ที่เกิดขึ้น (Potential) ระหว่างอิเล็กโทรดอ้างอิง (Reference Electrode) กับอิเล็กโทรดตรวจวัด (Sensing Electrode) ความต่างศักย์ที่ได้เกิดจากจำนวนของไฮโดรเจนไอออน ( $H^+$ ) ความต่างศักย์ที่เกิดจากไอออน (Ionic Potential) จะถูกเปลี่ยนให้เป็นความต่างศักย์ทางไฟฟ้า (Electronic Potential) แล้วขยายให้มีความต่างศักย์สูงขึ้นด้วยเครื่อง pH Meter (Potentiometer) โดยใช้หลักการ Electrochemistry

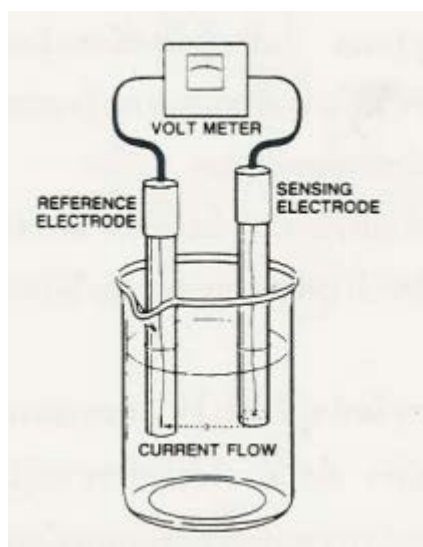
pH Meter คือ เครื่องมือที่ใช้วัด pH ของสารละลาย ใช้หลักการวัดความต่างศักย์ (Potentiometer) ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน ที่ทำให้อุปกรณ์วัดค่า pH สามารถทำงานได้ครบวงจร มีส่วนประกอบ ทั้ง 2 ส่วน คือ อิเล็กโทรด และ pH Meter

1. อิเล็กโทรด ทำหน้าที่เป็นภาคตรวจรับ ความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนในสารละลายที่ pH 7 (Standard pH Buffer) ความต่างศักย์ระหว่างอิเล็กโทรดทั้ง 2 คือ อิเล็กโทรดอ้างอิงกับอิเล็กโทรดตรวจวัด จะมีค่าความต่างศักย์เท่ากับศูนย์มิลลิโวลต์ (0 MV) ถ้าความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนเพิ่มขึ้นหรือลดลง ความต่างศักย์ก็จะเพิ่มขึ้นหรือลดลงตามความเข้มข้นของ ไฮโดรเจนไอออนในสารละลายนั้น โดยมีอิเล็กโทรดเป็นตัวทำหน้าที่รับสัญญาณ

2. ตัว pH Meter ก็คือ Potentiometer หรือ Volt Meter ทำหน้าที่สำคัญ 2 ประการ คือ

2.1 ปรับความต่างศักย์ให้กับอิเล็กโทรดอ้างอิง ให้มีค่าความต่างศักย์เป็นศูนย์และคงที่

2.2 แปลงสัญญาณจากความต่างศักย์ของไอออนในอิเล็กโทรดให้เป็นความต่างศักย์ทางไฟฟ้า จะแสดงเป็นวัดบนเครื่องวัดค่า pH



ภาพที่ 2-4 หลักการทำงานในการวัดค่า pH

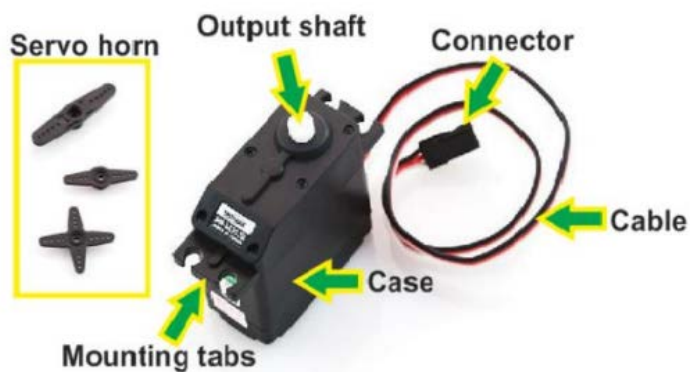
**2.4 Servo Motor** [11] คือ Motor ที่สามารถสั่งงานให้ Motor หมุนไปยังตำแหน่งองศาที่เราต้องการได้เองอย่างถูกต้อง โดยใช้การควบคุมแบบป้อนกลับ (Feedback Control) ในที่นี้จะกล่าวถึง RC Servo Motor ซึ่งนิยมนำมาใช้ในเครื่องเล่น ที่บังคับด้วยคลื่นวิทยุ (RC = Radio -Controlled) เช่น เรือบังคับวิทยุ รถบังคับวิทยุ เฮลิคอปเตอร์บังคับวิทยุ เป็นต้น



ภาพที่ 2-5 เซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor)

Feedback Control คือระบบควบคุมที่มีการนำค่าเอาต์พุตของระบบนำมาเปรียบเทียบกับค่าอินพุต เพื่อควบคุมและปรับแต่งให้ค่าเอาต์พุตของระบบให้มีค่าเท่ากับหรือใกล้เคียงกับค่าอินพุต

ส่วนประกอบภายนอก RC Servo Motor



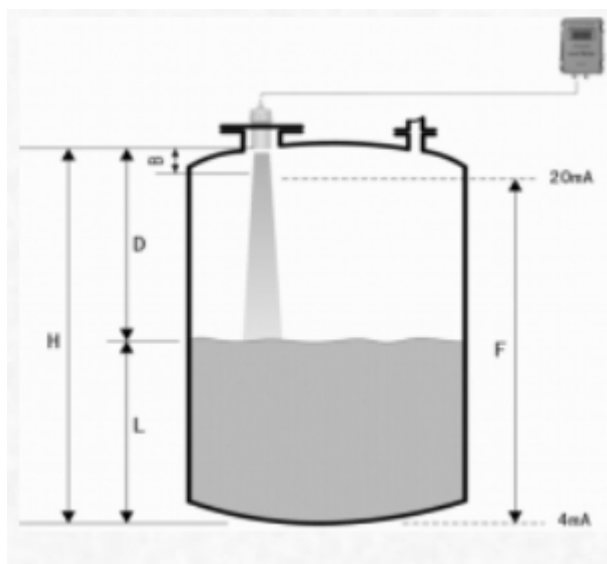
ภาพที่ 2-6 ส่วนประกอบของ Servo motor

- Case กรอบของตัว Servo Motor
- Mounting Tab ส่วนจับยึดตัว Servo กับชิ้นงาน
- Output Shaft เพลาส่งกำลัง
- Servo Horns ขาเชื่อมต่อในการสร้างกลไก

- Cable สายเชื่อมต่อจ่ายไฟฟ้าและควบคุม Servo Motor

**2.6 Ultrasonic Sensor [12]** อัลตราโซนิกเซนเซอร์คือเซนเซอร์ที่ใช้คลื่นเสียงในการตรวจจับระยะทางของวัตถุ โดยส่วนประกอบส่วนประกอบ ดังนี้

1. ตัวส่งคลื่นอัลตราโซนิกและตัวรับคลื่นอัลตราโซนิก (อัลตราโซนิกทรานสดิวเซอร์)
2. ตัวควบคุมการทำงาน
3. ตัวส่งสัญญาณนาฬิกา
4. ตัวประมวลผล



ภาพที่ 2-7 การทำงานของ Ultrasonic

ตัวเซนเซอร์ทำงานโดย ตัวส่งสัญญาณจะส่งสัญญาณนาฬิกาไปที่ตัวคอนโทรลเลอร์ เพื่อควบคุมการแปลงสัญญาณ แล้วส่งไปที่ตัวอัลตราโซนิกทรานสดิวเซอร์ซึ่งแบ่งเป็นสองส่วนคือ ตัวส่งและตัวรับ ตัวส่งจะสร้างคลื่นเสียงอัลตราโซนิก จากสัญญาณไฟฟ้าแล้วส่งคลื่นเสียงความถี่สูงหรือ อัลตราโซนิกออกไปเป็นแนวตรง และเมื่อคลื่นเสียงอัลตราโซนิกไปกระทบกับวัตถุ คลื่นเสียงจะถูกสะท้อนกลับมาที่ตัวรับคลื่นเสียงอัลตราโซนิก เมื่อตัวรับได้รับคลื่นเสียงที่ถูกสะท้อนกลับมาแล้ว ตัวรับจะแปลงคลื่นเสียงอัลตราโซนิกนั้นเป็นสัญญาณไฟฟ้าแล้วส่งต่อ ให้ตัวประมวลผล ตัวประมวลผลจะทำการคำนวณค่าระยะห่างจากระยะทางที่คลื่นเสียงเดินทางไปและเดินทางกลับอย่างแม่นยำ และส่งค่าที่คำนวณได้ไปให้ตัวส่งสัญญาณเอาต์พุต เพื่อส่งสัญญาณเอาต์พุตไปให้อุปกรณ์อื่นต่อไป

หลักการคำนวณ จะเป็นไปตามสูตรการเคลื่อนที่ในแนวราบ  $S = VT$  โดย  $S$  = ระยะทาง,  $V$  = ความเร็วของคลื่นเสียง,  $T$  = ระยะเวลาที่คลื่นเสียงเดินทางทั้งหมด ดังตัวอย่างต่อไปนี้

Ex. เซนเซอร์ส่งคลื่นเสียงออกไปในอากาศที่ความเร็ว 343 M/S และได้รับคลื่นเสียงที่ถูกสะท้อนกลับมาในระยะเวลา 4 วินาทีจะได้ว่า

จากสูตรการเคลื่อนที่ในแนวตรง  $S = VT$

$S = V(T/2)$  ;  $(T/2)$  เนื่องจาก เวลาที่นับเป็นเวลาที่เสียงเดินทางทั้งขาไป

$S = 343(4/2)$  และขากลับ เราต้องการแค่ระยะห่าง จึงต้องนำไปหาร 2

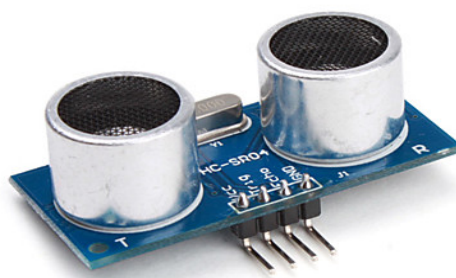
$S = 686 \text{ M.}$

จะได้ว่าระยะห่างของเซนเซอร์กับตัววัตถุมีระยะห่างกันเท่ากับ 686 เมตร

หลักการวัดระยะห่างของเซนเซอร์ชนิดอัลตราโซนิก มีประโยชน์เป็นอย่างมาก เนื่องจากสามารถนำไปตรวจจับวัตถุได้เกือบทุกประเภท เหมาะสำหรับการวัดระยะสิ่งของที่อยู่ระยะไกลมากๆ ในสภาวะอากาศที่เลวร้าย มีความสกปรกมากหรือมีฝุ่นมาก และยังสามารถใช้กับวัตถุที่เป็นของเหลว วัตถุที่มีพื้นผิววัตถุเป็นแบบมันวาว โปร่งแสงหรือโปร่งใส ซึ่งเซนเซอร์ชนิดอื่นจะทำได้ไม่ดีเทียบเท่ากับอัลตราโซนิกเซนเซอร์ เนื่องจากการใช้คลื่นเสียงในการทำงาน ทำให้ไม่ถูกรบกวนด้วยสิ่งต่างๆ ที่กล่าวมาข้างต้น แต่ก็มีวัตถุบางประเภทที่ไม่เหมาะสมจะนำอัลตราโซนิกเซนเซอร์ไปใช้จับระยะทาง เช่น

1. วัตถุที่สามารถดูดซับเสียงได้เช่น ผ้า หรือโฟมต่างๆ ที่มีคุณสมบัติสามารถดูดซับเสียงได้เป็นอย่างดี
2. ไม่เหมาะกับการนำไปใช้กับวัตถุขนาดเล็กมากจนเกินไปเนื่องจากหน้าสัมผัสของวัตถุที่มันน้อย จึงสะท้อนคลื่นเสียงกลับมาได้น้อย ทำให้การคำนวณระยะทางหรือตำแหน่งอาจจะไม่แม่นยำเท่าที่ควร

ซึ่งวัตถุที่มีขนาดเล็กนั้นแนะนำให้ใช้ โฟโตอิเล็กทริกเซนเซอร์ (Photoelectric Sensors)



ภาพที่ 2-8 Ultrasonic Sencor

## 2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

John R. Dela Cruz, และคณะ [13] ใช้ทรัพยากรน้ำที่มีอย่างจำกัดในการทำฟาร์มปศุสัตว์ซึ่งถือเป็นเรื่องที่ผู้คนส่วนใหญ่ให้ความสนใจและทำการวิจัยกันมากเรื่องหนึ่ง โดยที่ผู้วิจัยได้นำเรื่องของระบบเครือข่ายมาประยุกต์ใช้ในการบริหารจัดการการใช้น้ำในการเกษตรที่สามารถเชื่อมโยงกับระบบชลประทานอย่างอัตโนมัติ (SFAIS) โดยใช้ระบบอัจฉริยะ

Oran Chieochan, และคณะ [14] สร้างต้นแบบของฟาร์มเห็ดหลินจือโดยใช้ระบบ IOT ใช้เซ็นเซอร์เพื่อวัดและตรวจสอบความชื้นในฟาร์มเห็ดหลินจือ ข้อมูลและตัวเลขความชื้นที่ได้ทำการประมวลผลผ่าน NETPIE ข้อมูลที่ได้จากการตรวจจับความชื้นถูกเก็บไว้ใน NET FEED (บริการเสริมจาก NETPIE) และแสดงผลบนโทรศัพท์มือถือและคอมพิวเตอร์ผ่าน NET FREEBOARD (บริการย่อยอื่นของ NETPIE) และการควบคุมระบบฉีดน้ำและเครื่องพ่นหมอกโดยระบบอัตโนมัติที่สามารถสั่งการผ่าน LINE API ใน แอปพลิเคชัน LINE ผลการวิจัยพบว่าการใช้ IOT กับเซ็นเซอร์สามารถเพิ่มผลผลิตของการทำฟาร์มเห็ดได้

Liwu Pan, และคณะ [15] นำเทคโนโลยี Internet of Things (IoT) มาใช้งานด้านเกษตรกรรมรวมถึงการทำฟาร์มในปัจจุบัน การวิจัยนี้มุ่งเน้นและศึกษาถึงปัญหาที่ระบบ IoT ในปัจจุบันสำหรับการทำฟาร์มที่ยังพบปัญหาอยู่ เช่น อุปสรรคในการเชื่อมต่อ อุปสรรคในการขยายระบบเครือข่ายที่ไม่มีประสิทธิภาพ งานวิจัยชิ้นนี้ได้นำเสนอขอบเขตการดำเนินงานอย่างรวบรัดของระบบ IoT ที่ใช้ในการเลี้ยงปศุสัตว์ โดยใช้วิธีการส่งผ่านข้อมูลแบบ RESTful (REST: Representational State Transfer) ผลการทดลองการจำลองระบบต้นแบบ โดยการใช้เทคโนโลยี Restful พบว่าการออกแบบการสื่อสารแบบ Restful เหมาะสมต่อการใช้ทำฟาร์มอัจฉริยะด้วยระบบ IoT

## บทที่ 3

### ระเบียบวิธีวิจัย

จากการศึกษาทฤษฎีที่สำคัญและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างๆ ทำให้ผู้วิจัยสามารถนำองค์ความรู้ต่างๆ มาใช้ในการพัฒนาระบบเลี้ยงปลาน้ำจืดและคำนวณต้นทุนอาหารด้วยโมบายแอปพลิเคชัน โดยกำหนดเป็นขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

- 3.1 ศึกษาความต้องการของระบบ
- 3.2 วิเคราะห์ระบบ
- 3.3 การออกแบบระบบ
- 3.4 ทดสอบความถูกต้องในการใช้งานของระบบ
- 3.5 ประเมินความพึงพอใจการใช้งานของระบบ
- 3.6 สถิติที่ใช้ในงานวิจัย

#### 3.1 ศึกษาความต้องการของระบบ

##### 3.1.1 การศึกษาและวิเคราะห์ปัญหา

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษา เกี่ยวกับการเลี้ยงปลาน้ำจืด พบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่ยังไม่มีระบบช่วยเหลือในการเลี้ยงปลาน้ำจืด การเลี้ยงปลาในปัจจุบันยังคงเลี้ยงโดยใช้กำลังคน ซึ่งทำให้มีต้นทุนด้านแรงงาน ทำให้เมื่อจำหน่ายผลผลิตแล้วยังคงมีผลกำไรไม่มากเท่าที่ควร เนื่องจากมีต้นทุนด้านแรงงาน หรือเกษตรกรบางรายยังไม่มีความรู้ด้านการเลี้ยงปลา จึงทำให้ไม่ประสบผลสำเร็จในการเลี้ยงปลา เช่น เลี้ยงแล้วปลาตาย ปลาไม่เจริญเติบโตตามเป้าหมาย เป็นเหตุเนื่องจากสภาพน้ำที่มีความเป็นกรด เป็นด่าง และการให้อาหารไม่เหมาะสมตามช่วงระยะเวลาของการเจริญเติบโต

##### 3.1.2 การศึกษาคุณภาพน้ำ ปริมาณน้ำ ที่เหมาะสม และปริมาณการให้อาหารปลา

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาคุณภาพน้ำสำหรับเลี้ยงปลาน้ำจืด จากการศึกษพบว่าความเป็นกรดเป็นด่างที่เหมาะสมกับการเลี้ยงปลาพบว่าค่า pH ในน้ำต้องอยู่ระหว่าง 6.5-9.0 ตามตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 แสดงระดับค่าของ pH ที่มีผลต่อการดำรงชีพของสัตว์น้ำจืด

ระดับค่าของ pH	ผลต่อการดำรงชีพของสัตว์น้ำ
4.0 หรือต่ำกว่า	เป็นอันตรายมักทำให้ปลาตาย
4.1 - 6.0	ปลาบางชนิดตาย ปลาที่ไม่ตาย จะมีการเจริญเติบโตช้า ผลผลิตต่ำระบบสืบพันธุ์ไม่เจริญ
6.5 - 9.0	เหมาะสมต่อการดำรงชีพของสัตว์น้ำ
9.1 - 11.0	การเจริญเติบโตช้า ผลผลิตต่ำ
11.1 ขึ้นไป	เป็นอันตรายต่อปลา

ที่มา : <https://home.kku.ac.th/pracha/Water.htm>

นอกจากนี้ยังได้ศึกษาปริมาณการให้อาหารปลา 3 ชนิด ที่เกษตรกรนิยมเลี้ยง ดังนี้

1. ปลานิลและปลานิลแดง ตามตารางที่ 3-2
2. ปลาหมอ ตามตารางที่ 3-3
3. ปลาดุก ตามตารางที่ 3-4

ตารางที่ 3-2 การให้อาหารปลานิลและปลานิลแดงระยะปลารุ่น - ปลาเนื้อ

ตารางการให้อาหารปลานิลและปลานิลแดงระยะปลารุ่น - ปลาเนื้อ				
อายุ (วัน)	น้ำหนักตัว (กรัม)	อัตราการรอด (%)	ปริมาณอาหาร (%/ น้ำหนักตัว/ วัน)	ความถี่ (ครั้ง/วัน)
1	25	100	4.00%	3
15	50	95	4.00%	3
27	75	93	3.50%	3
37	100	92	3.50%	3
51	150	90	3.50%	2
63	200	90	3.50%	2
72	250	90	3.50%	2
79	300	90	3.00%	2
93	400	90	3.00%	2
105	500	90	2.50%	2
116	600	90	2.00%	2
127	700	90	2.00%	2
137	800	90	1.80%	2
146	900	88	1.50%	2

ที่มา : คู่มือการเลี้ยงปลานิลและปลานิลแดง บริษัท เบทาโกร จำกัด (มหาชน)

ตารางที่ 3-3 การให้อาหารปลาหมอ

อายุปลา (วัน)	ชนิดอาหาร	น้ำหนักปลา (กรัม)	ขนาดปลา (ตัว/กก.)	มื้ออาหาร (มื้อ/วัน)
1 – 7	ไทยลิกซ์ 1002	0.50 – 8.50	2,000 – 114	3 – 4
8 – 14	ไทยลิกซ์ 002+8959 หรือ 8909	8.50 – 18.50	114 – 54	3 – 4
15 – 20	ไทยลิกซ์ 8959 หรือ 8909	18.50 – 26.50	54 – 37	3 – 4
20 – 25	ไทยลิกซ์ 8959+8960 หรือ 8909+8940	26.50 – 35.00	37 – 29	3 – 4
26 – 32	ไทยลิกซ์ 8960 หรือ 8940	35.00 – 43.00	29 – 23	3 – 4
33 – 37	ไทยลิกซ์ 8960+8961 หรือ 8940+8941	43.00 – 50.00	23 – 20	3 – 4
38 – 60	ไทยลิกซ์ 8961 หรือ 8941	50.00 – 81.50	20 – 12	2 – 3
61 – 67	ไทยลิกซ์ 8961+8962 หรือ 8941+8942	81.50 – 91.50	12 – 11	2 – 3
68 – 120	ไทยลิกซ์ 8962 หรือ 8942	91.50 – 164.50	11 – 6	2 – 3

ที่มา : ปลาหมอไทย : ชีววิทยาและเทคโนโลยีการเลี้ยงเชิงพาณิชย์



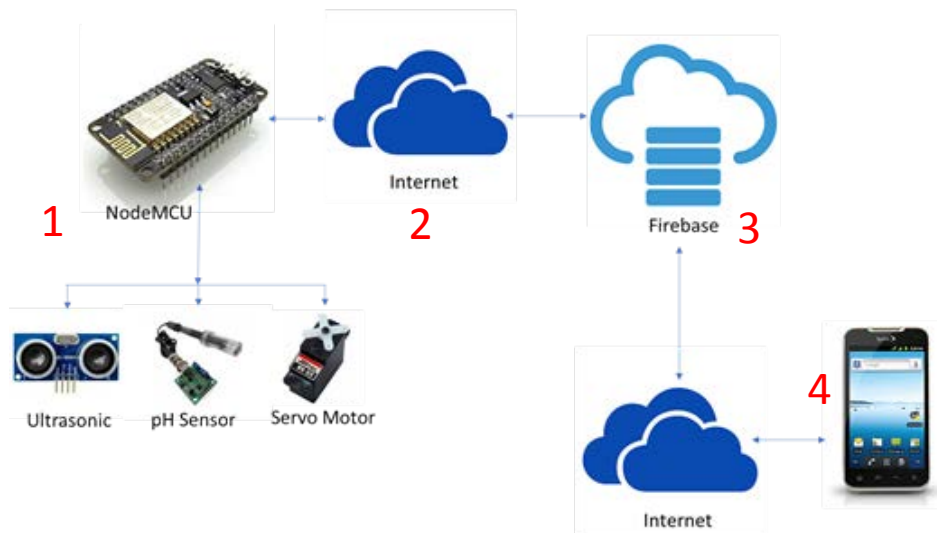
ตารางที่ 3-4 การให้อาหารปลาดุก

ตารางการให้อาหารปลาดุก			
น้ำหนักตัว (กรัม)	ปริมาณอาหาร (%/ น้ำหนักตัว/ วัน)	น้ำหนักตัว (กรัม)	ปริมาณอาหาร (%/ น้ำหนักตัว/ วัน)
0.03-6	10-9	113-137	3.1
7-10	8.7-8.0	138-158	3.0
11-14	7.8-7.0	159-175	2.9
15-18	6.8-6.0	176-191	2.8
19-22	5.8-5.0	192-208	2.7
23-24	4.8-4.5	209-225	2.6
25-27	4.3	226-241	2.5
28-31	4.2	242-292	2.4
32-35	4.1	293-306	2.3
36-39	4.0	307-319	2.2
40-43	3.9	320-333	2.1
44-47	3.8	334-352	2.0
48-54	3.7	353-369	1.9
55-62	3.6	370-374	1.9
63-70	3.5	375-396	1.8
71-81	3.4	397-419	1.7
82-93	3.3	420-441	1.6
94-112	3.2	442-454	1.5

ที่มา : คู่มือการเลี้ยงปลาดุก บริษัท เบทาโกร จำกัด (มหาชน)

## 3.2 วิเคราะห์ระบบ

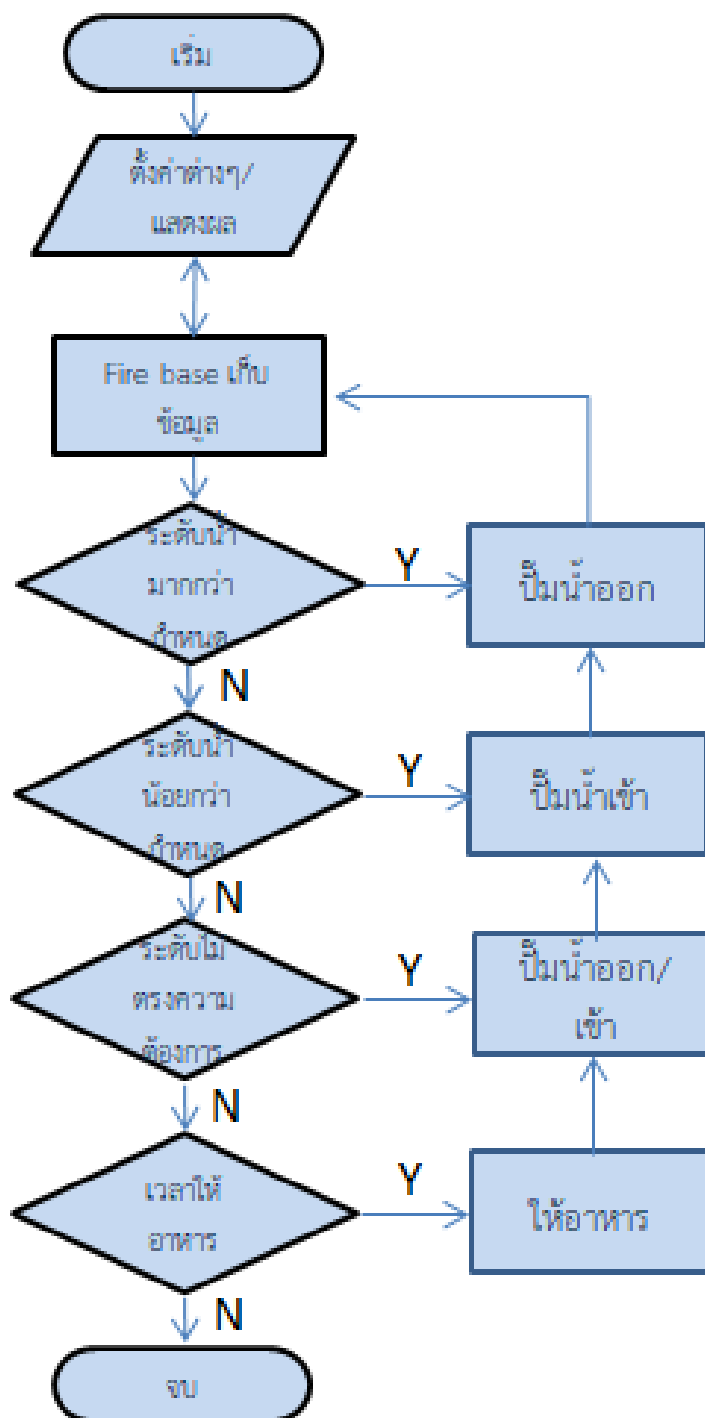
### 3.2.1 การออกแบบระบบ



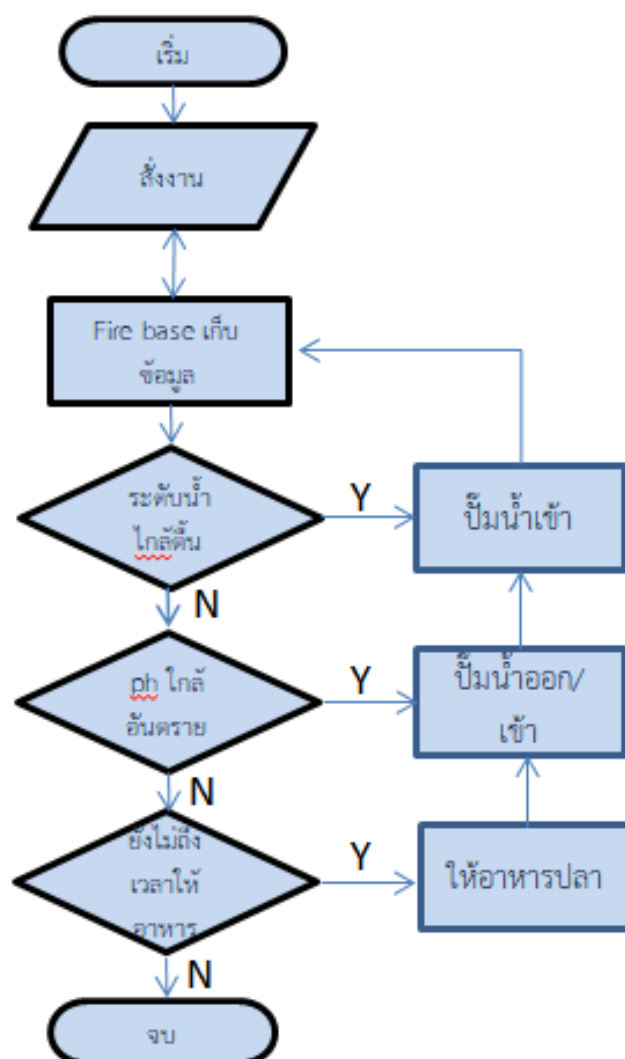
ภาพที่ 3-1 ภาพรวมการทำงานของระบบ

- ส่วนที่ 1 เป็นส่วนที่ใช้ Ultrasonic Sensor, pH Sensor, Servo motor ที่เชื่อมต่อกับ NodeMCU เพื่อรับค่าระดับน้ำ ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง และให้อาหารปลา
- ส่วนที่ 2 NodeMCU ส่งค่าที่ได้รับไปบนเครือข่าย Internet ไปยัง Firebase
- ส่วนที่ 3 Firebase ประมวลผลบันทึกค่าต่าง ส่งค่าที่ประมวลผลแล้วไปยังบนเครือข่าย Internet ไปยังเครื่อง Smart Phone โดยการทำงานแบ่งเป็น
  - เมื่อระดับมีการเปลี่ยนแปลงน้ำน้อยหรือมากเกินไปกว่าที่กำหนดจะแจ้งไปยัง Smart Phone
  - เมื่อค่าความเป็นกรดเป็นด่างเปลี่ยนแปลงจะรายงานไปยัง Smart Phone เพื่อให้เกษตรกรทราบและสั่งให้อุปกรณ์ทำงานตามที่กำหนด
  - เมื่อมีการให้อาหารระบบจะคำนวณต้นทุนอาหารจะรายงานไปยัง Smart Phone
- ส่วนที่ 4 การทำงานของ Smart Phone เมื่อได้รับข้อมูลจาก Firebase แบ่งการทำงาน ดังนี้
  - เมื่อระดับน้ำเปลี่ยนแปลงเกินค่ากำหนดสามารถให้ Smart Phone สั่งให้อุปกรณ์เพิ่มหรือลดปริมาณน้ำให้เหมาะสม
  - ค่าความเป็นกรดเป็นด่างเปลี่ยนแปลงเกินค่าที่กำหนดสามารถให้ Smart Phone สั่งให้อุปกรณ์ปรับค่า pH ถ่ายเทน้ำจนค่า pH เป็นปกติ
  - เมื่อมีการให้อาหาร Smart Phone จะคำนวณปริมาณอาหารที่เหมาะสมและคิดต้นทุนในแต่ละครั้งที่ให้อาหาร

## 3.2.2 แผนผังการทำงาน



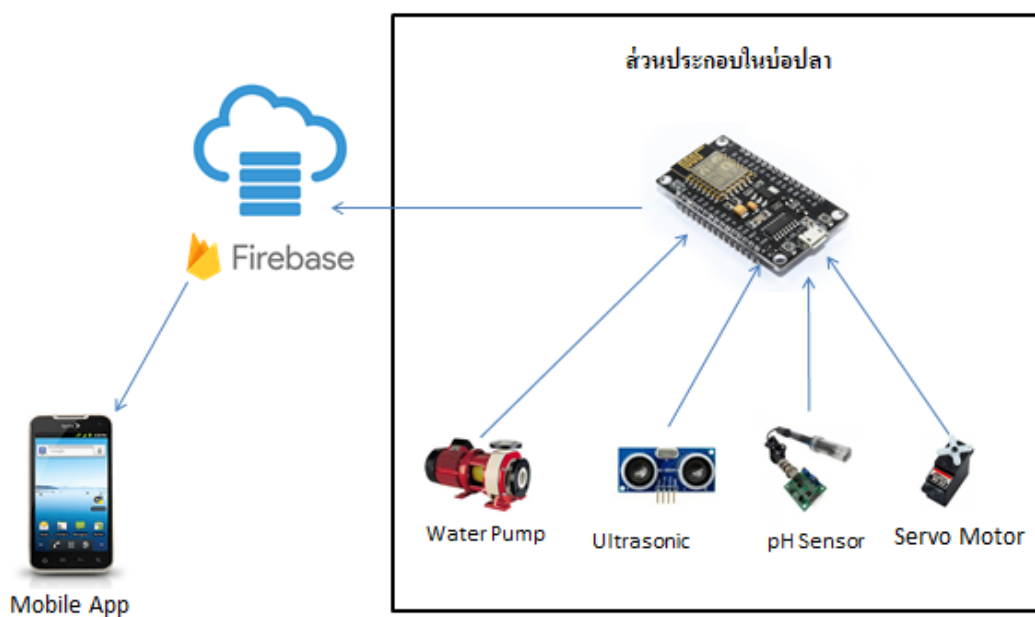
ภาพที่ 3-2 การทำงานของระบบแบบอัตโนมัติ



ภาพที่ 3-3 การทำงานของระบบด้วยการสั่งงานผ่านโมบายแอปพลิเคชัน

### 3.3 การออกแบบระบบ

#### 3.3.1 ออกแบบโครงสร้างระบบ

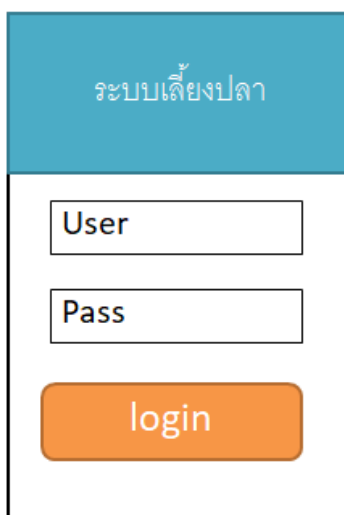


ภาพที่ 3-4 อุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการพัฒนาระบบเลี้ยงปลา

#### 3.3.2 การออกแบบหน้าจอ

ในเป็นการออกแบบส่วนหน้าจอแสดงผล ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบฟังก์ชันการใช้งานเป็นโครงร่างก่อน แล้วถึงจะทำการออกแบบกราฟิกภายหลัง เพื่อให้ผู้ใช้สามารถใช้งานได้ง่ายและเรียนรู้การใช้งานได้ด้วยตัวเองได้ ดังนี้

### 3.3.2.1 การออกแบบหน้าจอเพื่อยืนยันตัวตนเพื่อเข้าใช้งาน



ระบบเลี้ยงปลา

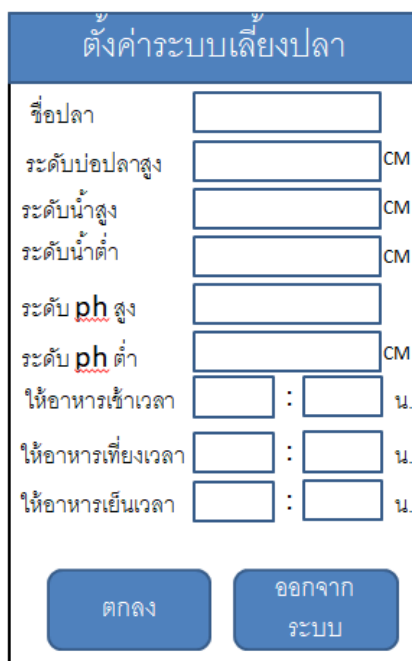
User

Pass

login

ภาพที่ 3-5 หน้าจอในส่วนของการยืนยันตัวตนก่อนเข้าใช้งาน

### 3.3.2.2 การออกแบบหน้าจอการตั้งค่าระบบเลี้ยงปลา



ตั้งค่าระบบเลี้ยงปลา

ชื่อปลา

ระดับบ่อปลาสูง

ระดับน้ำสูง

ระดับน้ำต่ำ

ระดับ ph สูง

ระดับ ph ต่ำ

ให้อาหารเช้าเวลา

ให้อาหารเที่ยงเวลา

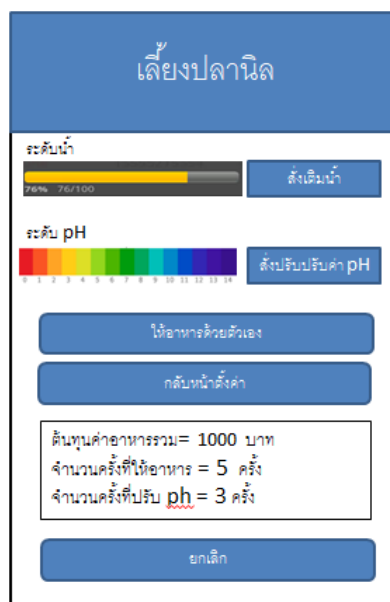
ให้อาหารเย็นเวลา

ตกลง

ออกจาก  
ระบบ

ภาพที่ 3-6 หน้าจอตั้งค่าระบบเลี้ยงปลา

### 3.3.2.3 การออกแบบหน้าจอแสดงสถานะต่างๆ และการใช้งาน



ภาพที่ 3-7 หน้าจอเพื่อแสดงสถานะและการใช้งานต่างๆ

### 3.3.3 การออกแบบฐานข้อมูลบน Firebase

การออกแบบฐานข้อมูลจะใช้โครงสร้างแบบ NoSQL ที่เราสามารถจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบ Document ที่จะผูก Fields กับ Values เข้าด้วยกัน ซึ่ง Document ก็จะถูกจัดเก็บใน Collections อีกทีหนึ่ง ซึ่งจะง่ายต่อการเก็บข้อมูลในแบบ Real Time ฐานข้อมูลที่ออกแบบไว้จะมี 19 ไฟล์เอกสาร โดยแบ่งไว้ดังนี้

- 3.3.3.1 ไฟล์เอกสารเก็บค่าระดับความสูงของบ่อปลา (Deep\_water)
- 3.3.3.2 ไฟล์เอกสารเก็บค่าต้นทุนการให้อาหารปลา (Total food)
- 3.3.3.3 ไฟล์เอกสารเก็บค่าระยะทาง (distance)
- 3.3.3.4 ไฟล์เอกสารเก็บค่าเวลาชั่วโมงที่ให้อาหารช่วงเย็น (fooddiner\_h)
- 3.3.3.5 ไฟล์เอกสารเก็บค่าเวลานานาที่ให้อาหารช่วงเย็น (fooddiner\_min)
- 3.3.3.6 ไฟล์เอกสารเก็บค่าเวลาชั่วโมงที่ให้อาหารช่วงเช้า (foodmoning\_h)
- 3.3.3.7 ไฟล์เอกสารเก็บค่าเวลานานาที่ให้อาหารช่วงเช้า (foodmoning\_min)
- 3.3.3.8 ไฟล์เอกสารเก็บค่าเวลาชั่วโมงที่ให้อาหารช่วงเที่ยง (foodnoon\_h)
- 3.3.3.9 ไฟล์เอกสารเก็บค่าเวลานานาที่ให้อาหารปลาช่วงเที่ยง (foodnoon\_min)
- 3.3.3.10 ไฟล์เอกสารเก็บค่าการสั่งงานเพื่อให้อาหารปลา (foods)
- 3.3.3.11 ไฟล์เอกสารเก็บค่าเก็บค่าจำนวนครั้งที่ให้อาหารปลา (number\_food)
- 3.3.3.12 ไฟล์เอกสารเก็บค่าจำนวนครั้งที่มีการปรับค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (number\_ph)

- 3.3.3.13 ไฟล์เอกสารเก็บค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ (ph)
- 3.3.3.14 ไฟล์เอกสารเก็บค่าความต่างของน้ำ (ph\_high)
- 3.3.3.15 ไฟล์เอกสารเก็บค่าความกรดของน้ำ (ph\_low)
- 3.3.3.16 ไฟล์เอกสารการสั่งงานเพื่อปรับค่าสภาพความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ (set\_ph)
- 3.3.3.17 ไฟล์เอกสารการสั่งงานในการเติมน้ำตามระยะที่ต้องการ (water)
- 3.3.3.18 ไฟล์เอกสารเก็บค่าความสูงของน้ำในบ่อปลา (water\_high)
- 3.3.3.19 ไฟล์เอกสารเก็บค่าความต่ำของน้ำในบ่อปลา (water\_low)

### 3.4 ทดสอบความถูกต้องในการใช้งานของระบบ

เมื่อผู้วิจัยทำการออกแบบระบบเลี้ยงปลาน้ำจืดและคำนวณต้นทุนอาหารด้วยโมบายแอปพลิเคชัน เรียบร้อยแล้ว เพื่อให้การทำงานมีประสิทธิภาพถูกต้อง ในการใช้งานระบบและตรงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ผู้วิจัยจึงทำการทดสอบดังนี้

3.4.1 การทดสอบทางเทคนิคด้วยตัวของผู้วิจัย โดยการทดสอบการทำงานของระบบทั้งหมดที่นำมาใช้ในงานวิจัยนี้ เพื่อหาข้อผิดพลาดในการใช้งานเพื่อนำมาพัฒนาปรับปรุงให้ดีขึ้นต่อไป โดยแบ่งเป็น

#### 3.4.1.1 การทดสอบระบบแอปพลิเคชัน

การทดสอบความถูกต้องของระบบจะทำการทดสอบความถูกต้องของระบบเลี้ยงปลาน้ำจืดและคำนวณต้นทุนอาหารด้วยโมบายแอปพลิเคชันได้แบ่งหัวข้อในการทดสอบความถูกต้องของระบบแอปพลิเคชันไว้ ดังนี้

- 1) เมนูการยืนยันตัวตนเข้าใช้งานระบบ (Login)
- 2) เมื่อผู้ใช้งานระบบเข้ามาที่เมนูการตั้งค่าเลี้ยงปลา
- 3) เมื่อผู้ใช้งานเข้าสู่เมนูแสดงสถานะต่างๆ และการสั่งงานผู้ใช้งาน

จะสามารถดูสถานะต่างๆ และปุ่มสั่งงาน โดยผู้วิจัยจะทำการทดสอบทั้งหมด 10 ครั้ง



ตารางที่ 3-5 เก็บข้อมูลการทดสอบความถูกต้องของแอปพลิเคชัน

ครั้งที่	Login	การตั้งค่า ต่างๆ ของระบบ	แสดงสถานะและการสั่งงาน							
			แสดงสถานะ					การสั่งงาน		
			ระดับน้ำ	ระดับ pH	ค่าอาหาร	ให้อาหาร	จำนวนครั้งที่ ปรับ pH	จำนวนครั้งที่ เติมน้ำ	ปรับค่า pH	ให้อาหาร
1.										
2.										
3.										

#### 3.4.1.2 การทดสอบการทำงานของตัวอุปกรณ์

การทดสอบความถูกต้องการทำงานของตัวอุปกรณ์ ในกรณีการใช้งานจริงอุปกรณ์ต้องสามารถทำงานได้พร้อมกันในช่วงเวลาเดียวกัน ซึ่งตัวอุปกรณ์นี้ จะต้องทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ ซึ่งแบ่งหัวข้อในการทดสอบความถูกต้องการทำงานของตัวอุปกรณ์ ไว้ 3 ส่วนดังนี้

- 1) ส่วนการทำงานแบบอัตโนมัติ
- 2) ส่วนการทำงานโดยการสั่งงานจากผู้ใช้งาน
- 3) ส่วนการทำงานแบบอัตโนมัติและการทำงานโดยการสั่งงานจากผู้ใช้งาน

โดยผู้วิจัยจะทำการทดสอบทั้งหมด 10 ครั้ง

ตารางที่ 3-6 ตารางส่วนการทำงานแบบอัตโนมัติ

ครั้งที่	การทำงานอัตโนมัติ			
	เติมน้ำหากระดับน้ำ น้อยกว่ากำหนด	ลดระดับน้ำหาก ระดับน้ำเกินกว่า กำหนด	ให้อาหารหาก ถึงเวลาที่ตั้งไว้	ปรับค่า pH หากค่า pH มากกว่าหรือน้อย กว่ากำหนด
1				
2				
3				

ตารางที่ 3-7 ตารางส่วนการทำงานโดยการส่งงานจากผู้ใช้งาน

ครั้งที่	การทำงานโดยการส่งงานจากผู้ใช้งาน		
	ส่งเติมน้ำหากระดับน้ำ ยังไม่ถึงระดับที่ระบบ จะทำงานอัตโนมัติ	ให้อาหารหากยังไม่ ถึงเวลาให้อาหาร	ปรับค่า pH หากค่า pH ยังไม่ถึง ระดับ ที่ระบบจะทำงานอัตโนมัติ
1.			
2.			
3.			
4.			

ตารางที่ 3-8 ส่วนการทำงานแบบอัตโนมัติพร้อมการทำงานโดยการส่งงานจากผู้ใช้งาน

ครั้งที่	การทำงานอัตโนมัติ		การส่งงานจาก ผู้ใช้งาน		ทำงานแบบอัตโนมัติและ การส่งงานจากผู้ใช้งาน			
	เติมน้ำหรือระดับน้ำ พร้อมกับให้อาหารปลา	ปรับค่า pH พร้อม ให้อาหารปลา	เติมน้ำพร้อม ให้อาหารปลา	ปรับค่า pH พร้อม ให้อาหารปลา	ส่งให้อาหารปลา	เติมน้ำอัตโนมัติพร้อม กับให้อาหารปลา	ปรับค่า pH อัตโนมัติ พร้อมกับให้อาหารปลา	ปรับค่า pH พร้อม กับให้อาหารปลา
1.								
2.								
3.								
4.								

### 3.5 การประเมินความพึงพอใจการใช้งานของระบบ

ผู้วิจัยได้ทำแบบสอบถามเพื่อประเมินความพึงพอใจ จากกลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงปลาที่ทดลองใช้ระบบจำนวน 20 คน เพื่อนำมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติ ในการวัดค่ากลาง โดยใช้ค่าเฉลี่ย (Arithmetic Mean) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation : SD) แล้วนำค่าเฉลี่ยที่ได้ไปเปรียบเทียบตามเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

3.5.1 เกณฑ์การให้คะแนนในแบบประเมินความพึงพอใจกลุ่มตัวอย่างต่อระบบ ประกอบด้วย มาตรฐานระดับเชิงคุณภาพ (Rating Scale) 5 ระดับ ดังตารางที่ 3-7

ตารางที่ 3-9 เกณฑ์การให้คะแนนของแบบประเมินความพึงพอใจ (Rating Scale)

ระดับเกณฑ์	ความหมาย
5	ความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างต่อระบบอยู่ในระดับดีมาก
4	ความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างต่อระบบอยู่ในระดับดี
3	ความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างต่อระบบอยู่ในระดับปานกลาง
2	ความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างต่อระบบอยู่ในระดับน้อย
1	ความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างต่อระบบอยู่ในระดับน้อยมาก

3.5.2 เกณฑ์การแปลความหมายข้อมูลและพิจารณาจากค่าเฉลี่ย (Mean) มาตรฐานระดับเชิงปริมาณ 5 ระดับดังตารางที่ 3-10

ตารางที่ 3-10 เกณฑ์การแปลความหมายข้อมูลและพิจารณาจากค่าเฉลี่ย (Mean)

ช่วงคะแนน	ความหมาย
4.51 - 5.00	ผู้ตอบแบบประเมินมีความพึงพอใจในระดับดีมาก
3.51 - 4.50	ผู้ตอบแบบประเมินมีความพึงพอใจในระดับดี
2.51 - 3.50	ผู้ตอบแบบประเมินมีความพึงพอใจในระดับปานกลาง
1.51 - 2.50	ผู้ตอบแบบประเมินมีความพึงพอใจในระดับน้อย
1.00 - 1.50	ผู้ตอบแบบประเมินมีความพึงพอใจในระดับน้อยมาก

### 3.6 สถิติที่ใช้ในงานวิจัย

ผู้วิจัยได้นำสถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลในครั้งนี้ คือสถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) เพื่อวัดค่ากลางโดยใช้ค่าเฉลี่ย (Arithmetic Mean) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation : SD) โดยมีสูตรการคำนวณดังนี้

3.6.1 ค่าเฉลี่ยจากข้อมูลดิบที่ไม่อยู่ในรูปของตารางแจกแจงความถี่ สามารถแสดงได้ดังสมการที่ 3-1

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^N \frac{x_i}{N} \quad (3-1)$$

กำหนดให้

$\bar{x}$  คือ ค่าเฉลี่ยรวมของหัวข้อที่ประเมิน

$\sum_{i=1}^N \frac{x_i}{N}$  คือ ผลรวมของคะแนนที่ได้จากการประเมิน

$n$  คือ จำนวนผู้ประเมินทั้งหมดที่ประเมินงานวิจัย

3.6.2 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) คือ เป็นค่าที่วัดการกระจายของกลุ่มข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมแบบประเมินของระบบ สามารถแสดงได้ดังสมการที่ 3-2

$$S. D. = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (3-2)$$

กำหนดให้

S.D. คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากคะแนนของผู้ประเมิน

$\bar{x}$  คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง

$x_i$  คือ ค่าที่ได้จากการประเมิน

$n$  คือ จำนวนผู้ทำการประเมิน

## บทที่ 4

### ผลการดำเนินงานวิจัย

ผลของการวิจัยและดำเนินการพัฒนาระบบเลี้ยงปลาน้ำจืดและคำนวณต้นทุนอาหารด้วยโมบายแอปพลิเคชัน ปรากฏว่าระบบสามารถอำนวยความสะดวกให้กับเกษตรกรผู้เลี้ยงปลาได้เป็นอย่างดี โดยระบบจะมีการตรวจสอบสิทธิการเข้าใช้งานก่อน ถึงจะสามารถเลือกเลี้ยงปลาได้ และยังสามารถตั้งค่าการเลี้ยงปลาได้ซึ่งทำให้เลี้ยงปลาได้โดยไม่จำกัดประเภทของปลา นอกจากนี้ระบบยังสามารถดูสถานะต่างๆ ของของน้ำได้อย่างทันที จากเซนเซอร์ที่นำมาทำการวิจัย อีกทั้งยังสามารถควบคุมการทำงานของระบบด้วยตัวเกษตรกรเองได้อีกด้วย โดยผลของการดำเนินงานมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- 4.1 ผลของการพัฒนาระบบ
- 4.2 ผลของการทดสอบระบบ
- 4.3 ผลของการประเมินระบบ

#### 4.1 ผลของการพัฒนาระบบ

ผลการพัฒนาระบบเลี้ยงปลาน้ำจืดและคำนวณต้นทุนอาหารด้วยโมบายแอปพลิเคชันแบ่งได้ 2 ส่วนดังนี้

##### 4.1.1 ผลการของออกแบบหน้าจอการใช้งานโมบายแอปพลิเคชัน

หน้าจอการใช้งานระบบเลี้ยงปลาน้ำจืดและคำนวณต้นทุนอาหารด้วยโมบายแอปพลิเคชัน ได้ถูกออกแบบเป็นขั้นตอน เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งานโดยที่เกษตรกรสามารถใช้งานได้ โดยไม่ต้องศึกษาใช้งานระบบ เนื่องจากการออกแบบได้นำขั้นตอนในการเลี้ยงปลาทั่วไปมาเพื่อพัฒนาให้เป็น Internet Of Things โดยการดูสถานะและการส่งงานต่างๆ ผ่านโมบายแอปพลิเคชัน ดังแสดงในภาพที่ 4-1 ถึง 4-4

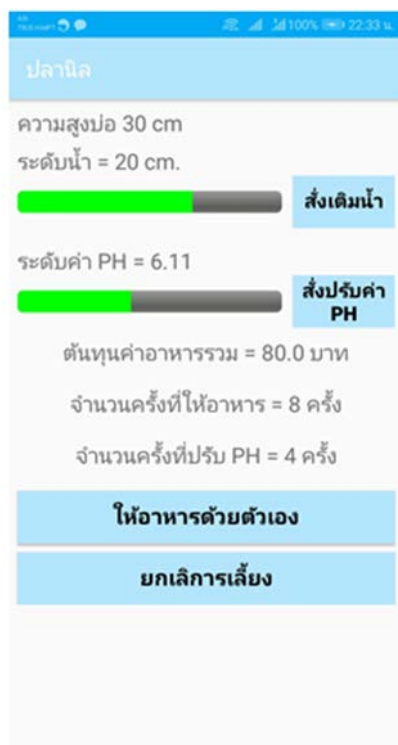
ภาพที่ 4-1 หน้าจอเพื่อใช้ Login

ภาพที่ 4-1 คือหน้าจอที่ใช้ Login เพื่อยืนยันตัวตนในการเข้าใช้งานโดยการกรอกข้อมูลชื่อผู้ใช้และใส่รหัสผ่าน จากนั้นกดปุ่มเข้าสู่ระบบ แล้วจะเข้าไปยังหน้าต่อไป

ภาพที่ 4-2 หน้าจอการตั้งค่าเพื่อการเลี้ยงปลา

ภาพที่ 4-2 คือหน้าจอเพื่อใช้ในการตั้งค่าต่างๆ โดยเรียงลำดับ ดังนี้

- 1) ชื่อปลาที่ต้องการเลี้ยงเพื่อที่จะแสดงในหน้าสถานะการเลี้ยงปลา
- 2) ระดับความลึกของบ่อปลา คือ การตั้งค่าว่าบ่อปลาที่จะเลี้ยงมีความลึกเท่าไร
- 3) ระดับความลึกของน้ำที่ต้องการ คือ ระดับความลึกที่เกษตรกรตั้งให้เหมาะสมกับประเภทปลานั้นๆ
- 4) ระดับความดันของน้ำที่ต้องการ คือ ระดับความดันที่เกษตรกรตั้งค่าให้เหมาะสมกับประเภทปลานั้นๆ
- 5) ระดับความเป็นด่างของน้ำที่ต้องการ คือ เกษตรกรตั้งค่าให้เหมาะสมกับการเลี้ยงปลาประเภทนั้น
- 6) ระดับความเป็นกรดของน้ำที่ต้องการ คือ เกษตรกรตั้งค่าให้เหมาะสมกับการเลี้ยงปลาประเภทนั้น
- 7) ค่าอาหาร คือ เกษตรกรใส่ราคาอาหารแต่ละครั้งเพื่อคำนวณว่าการเลี้ยงจนถึงเก็บผลผลิตมีค่าอาหารจำนวนรวมทั้งหมดเท่าไร
- 8) ช่วงเวลาที่ต้องการให้อาหาร คือ เกษตรกรต้องตั้งค่าการให้อาหารปลาที่เหมาะสมกับปลาที่ต้องการเลี้ยง
- 9) ปุ่มตกลง เมื่อกดตกลงจะไปยังหน้าแสดงสถานะการเลี้ยงปลา
- 10) ปุ่มออกจากระบบ หมายถึงไม่ต้องการเลี้ยงปลาในขณะนี้ เมื่อกดจะเข้าไปยังหน้ายืนยันตัวตน



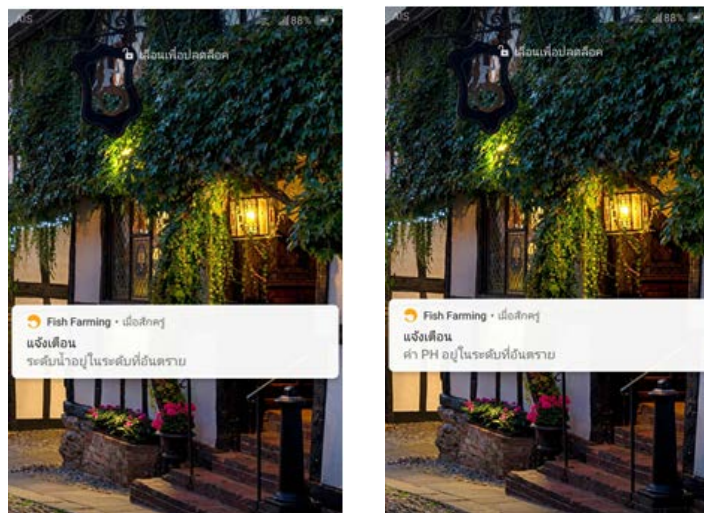
ภาพที่ 4-3 หน้าจอการแสดงผลสถานะต่างๆ พร้อมการสั่งงานระบบ

จากภาพที่ 4-3 คือหน้าจอการแสดงผลสถานะต่างๆ และการสั่งงานดังนี้

1. สถานะของระดับน้ำ
2. ปุ่มสั่งเติมน้ำหากระดับน้ำยังไม่ถึงระดับที่ระบบจะงานอัตโนมัติ แต่เกษตรกรต้องการเติมน้ำเพื่อให้ถึงระดับที่เหมาะสมกับการดำรงชีพของปลา
3. สถานะของความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ
4. ปุ่มสั่งในการปรับค่าความเป็นกรดเป็นด่าง หากระดับความเป็นกรดเป็นด่างยังไม่ถึงระดับที่ระบบจะทำงานอัตโนมัติ แต่ว่าเกษตรกรมีความต้องการให้ปรับค่าความเป็นกรดเป็นด่างในระดับที่เหมาะสมกับการดำรงชีพของปลา
5. ปุ่มสั่งงานให้อาหารด้วยตัวเอง คือหากเกษตรกรต้องการให้อาหารเพิ่มเติมจากระบบตั้งค่าไว้แบบเกษตรกร สามารถสั่งให้ระบบให้อาหารได้ทันทีตามความต้องการ
6. ปุ่มกลับไปยังหน้าตั้งค่าหากเกษตรกรคิดว่าการตั้งค่ายังไม่เหมาะสมกับการเลี้ยงปลา
7. ส่วนแสดงต้นทุนโดยจะสะสมจนถึงระยะเวลาที่สามารถจับปลาเพื่อจำหน่ายได้
8. ส่วนแสดงจำนวนครั้งที่มีการให้อาหารปลาว่าอาหารชนิดที่ให้ปลามีผลกับการทำให้มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างหรือไม่
9. ส่วนแสดงจำนวนครั้งของการปรับค่าความเป็นกรดเป็นด่าง



10. ปุ่มยกเลิกเลี้ยง จะใช้หลังจากที่เกษตรกรเก็บผลผลิตเรียบร้อยแล้วเพื่อที่จะเลี้ยงปลาชนิดใหม่หรือเลี้ยงปลาชนิดเดิมต่อไป



(ก)

(ข)

ภาพที่ 4-4 แฉ่งเตือนต่างๆ

ภาพที่ 4-4 คือการการแจ้งเตือนต่างๆ ดังนี้

(ก) การแจ้งเตือนหากระดับน้ำใกล้จะเต็มบ่อหรือระดับน้ำใกล้แห้งจนไม่เหมาะแก่ดำรงชีวิตของปลา

(ข) การแจ้งเตือนค่า pH ใกล้อันตรายไม่เหมาะกับการดำรงชีวิตของปลา

#### 4.1.2 ผลการออกแบบฐานข้อมูล Firebase

fisher-man-a0c02

```

..... Deep_water: 35
..... Total food: 0
..... distance: 26
..... fooddiner_h: 17
..... fooddiner_min: 0
..... foodmoning_h: 8
..... foodmoning_min: 30
..... foodnoon_h: 12
..... foodnoon_min: 0
..... foods: 1
..... number_food: 5
..... number_ph: 4
..... ph: 7
..... ph_high: 9
..... ph_low: 6
..... price_food: 0
..... set_ph: 1
..... water: 1
..... water_high: 28
..... water_low: 10
  
```

ภาพที่ 4-5 ตารางจัดเก็บฐานข้อมูลทั้งหมดที่ใช้ในงานวิจัย

ภาพที่ 4-5 คือตารางจัดเก็บข้อมูลต่างๆ ดังนี้

1. Deep\_water คือ ไฟล์เอกสารเก็บค่าความลึกของบ่อปลาที่ต้องการเลี้ยงโดยจะรับค่าจากโมบายแอปพลิเคชันและเกษตรกรต้องรู้ก่อนว่าบ่อนั้นมีความลึกเท่าไรเพื่อตั้งให้ Ultrasonic ทำงานได้ถูกต้อง
2. Total food คือไฟล์เอกสารค่าต้นทุนการให้อาหารปลาเก็บค่าตัวเลขรวมในการให้อาหาร

แต่ละครั้ง โดยจะเก็บค่าการให้อาหารปลาในการให้อาหารแบบอัตโนมัติและการสั่งงานด้วยตัวเกษตรกรเองผ่านโมบายแอปพลิเคชัน จะสะสมเรื่อยๆ จนกว่าจะถึงระยะเวลาที่ต้องเก็บผลผลิตหรือเกษตรกรเก็บผลผลิต

3. distance คือไฟล์เอกสารการแสดงผลปริมาณน้ำเก็บค่าตัวเลขระยะทางเพื่อนำมาแสดงผลปริมาณน้ำในบ่อปลา โดยการรับค่าจาก Ultrasonicde

4. fooddiner\_h, foodmoning\_h, foodnoon\_h, fooddiner\_min, foodmoning\_min, foodnoon\_min คือ ไฟล์เอกสารเวลาที่กำหนดให้ระบบให้อาหารปลาอัตโนมัติโดยสามารถกำหนดได้ด้วยตัวเกษตรกรเอง

5. foods คือไฟล์เอกสารรับค่าจากโมบายแอปพลิเคชันเพื่อสั่งงานระบบเพื่อให้อาหารปลา เก็บค่าตัวเลขในการสั่งงานเพื่อให้อาหารปลา คือ เมื่อได้รับค่า 1 จะสั่งให้ Servo Motor ทำการให้อาหารปลา

6. number\_food ไฟล์เอกสารเก็บค่าจำนวนครั้งที่ให้อาหารปลาเพื่อส่งค่าไปแสดงยังโมบายแอปพลิเคชันเพื่อรายงานให้เกษตรกรทราบ

7. number\_ph ไฟล์เอกสารเก็บค่าจำนวนครั้งที่มีการรับค่าความเป็นกรดเป็นด่างเพื่อส่งค่าไปยังโมบายแอปพลิเคชัน

8. ph คือไฟล์เอกสารแสดงสถานะความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำเก็บค่าตัวเลขสถานะความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ โดยการรับค่าจาก pH Sencor

9. ph\_high, ph\_low ไฟล์เอกสารเก็บค่าที่จากโมบายแอปพลิเคชัน เพื่อให้ระบบทำงานเมื่อถึงค่าที่กำหนดเพื่อปรับค่าความเป็นด่างเป็นด่างของน้ำที่เลี้ยงปลา

10. price\_food คือไฟล์เอกสารเก็บค่าของค่าอาหารแต่ละครั้งที่มีการให้อาหารปลา เพื่อคำนวณเป็นค่าอาหารปลารวมในการเลี้ยงแต่ละครั้ง

11. set\_ph คือไฟล์เอกสารการสั่งงานเพื่อปรับค่าสภาพความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ เก็บค่าตัวเลขเพื่อสั่งให้ระบบปรับสถานะความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ คือ เมื่อได้รับค่า 1 ระบบจะทำการลดระดับน้ำลงเพื่อเติมน้ำที่มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างที่เป็นกลางเข้าไปเพื่อปรับให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างเหมาะสมกับการดำรงชีวิตของปลา

12. water คือไฟล์เอกสารการสั่งงานในการเติมน้ำตามระยะที่ต้องการเก็บค่าตัวเลขเพื่อสั่งให้ระบบปรับระดับน้ำหากน้ำในบ่อปลาใกล้น้อยกว่าถึงระดับที่ปลาดำรงชีวิตได้ คือ เมื่อได้รับค่า 1 จะทำการเพิ่มระดับน้ำจนถึงระยะที่เหมาะสมในการดำรงชีวิตของปลา

13. water\_high คือไฟล์เอกสารรับค่าจากโมบายแอปพลิเคชัน เพื่อตั้งค่าความลึกของระดับน้ำหากระดับน้ำเกินกว่าที่ตั้งไว้ระบบจะดูดน้ำออกจากบ่อจนถึงระดับที่ตั้งไว้

14. water\_low คือไฟล์เอกสารรับค่าจากโมบายแอปพลิเคชัน เพื่อตั้งค่าความตื้นของระดับน้ำหากระดับน้ำน้อยกว่าที่ตั้งไว้ระบบจะดูดน้ำเข้าบ่อจนถึงกว่าระดับความลึกที่ตั้งไว้

## 4.2 ผลของการทดสอบระบบ

ผู้วิจัยใช้วิธีการทดสอบทางเทคนิคด้วยการทดสอบการทำงานของระบบทั้งหมดที่นำมาใช้ในงานวิจัย โดยการทดสอบการเลี้ยงปลานิลจำนวน 9 ตัว เนื้อที่ในการเลี้ยงขนาดบ่อ 3x3 เมตร (9 ตารางเมตร) [16] ผลการทดสอบและประมวผลที่ได้ตามตารางการทดสอบดังนี้

### 4.2.1 ผลทดสอบระบบแอปพลิเคชัน

การทดสอบความถูกต้องของระบบโดยการทดสอบความถูกต้องของระบบเลี้ยงปลาน้ำจืดและคำนวณต้นทุนอาหารด้วยโมบายแอปพลิเคชัน ผู้วิจัยมีหน้าที่ในการสั่งงานให้ระบบทำงานพร้อมรายงานสถานะต่างๆ มายังโมบายแอปพลิเคชัน ซึ่งโมบายแอปพลิเคชัน จะต้องทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ ซึ่งแบ่งหัวข้อในการทดสอบความถูกต้องระบบแอปพลิเคชันไว้ ดังนี้

1) เมนูการยืนยันตัวตนเข้าใช้งานระบบ (Login) เป็นการตรวจสอบสิทธิการเข้าถึงระบบ โดยผู้ใช้งานต้องใส่ข้อมูล Username และ Password ที่ถูกต้องในการเข้าใช้งานระบบโดยการตรวจสอบจากฐานข้อมูล หากข้อมูล Username และ Password ไม่ในมีฐานข้อมูลระบบจะแจ้งว่าท่านไม่มีสิทธิเข้าใช้งานระบบ หากยืนยันตัวตนเข้าใช้งานได้ระบบจะไปเมนูตั้งค่าเลี้ยงปลา

2) เมื่อผู้ใช้งานระบบเข้ามาที่เมนูการตั้งค่าเลี้ยงปลา จำเป็นต้องใส่รายละเอียดการตั้งค่า ดังนี้

- 2.1) ชื่อปลาที่ต้องการเลี้ยง
- 2.2) ระดับความลึกของบ่อปลา
- 2.3) ระดับความลึกของน้ำที่ต้องการ
- 2.4) ระดับความตื้นของน้ำที่ต้องการ
- 2.5) ระดับความเป็นด่างของน้ำที่ต้องการ
- 2.6) ระดับความเป็นกรดของน้ำที่ต้องการ
- 2.7) ช่วงเวลาที่ต้องการให้อาหาร

หากตั้งค่าเรียบร้อยแล้วกดตกลงจะไปยังหน้าสถานะการเลี้ยงปลา หรือกดออกจากระบบจะเข้าไปยังหน้ายืนยันตัวตน

3) เมื่อผู้ใช้งานเข้าสู่เมนูแสดงสถานะต่างๆ และการสั่งงานผู้ใช้งานจะสามารถดูสถานะต่างๆ และปุ่มสั่งงาน ดังนี้

- 3.1) สถานะปริมาณน้ำในบ่อเลี้ยงปลา
- 3.2) ปุ่มสั่งให้เติมน้ำตามที่ระบบกำหนด
- 3.3) สถานะค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ
- 3.4) ปุ่มสั่งให้ระบบปรับค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ
- 3.5) ปุ่มสั่งให้อาหารปลาด้วยตัวผู้ใช้งาน

- 3.6) ปุ่มสั่งกลับไปยังหน้าตั้งค่าระบบ
- 3.7) สถานะภาพรวมค่าอาหารปลา
- 3.8) สถานะจำนวนครั้งที่ให้อาหารปลา
- 3.9) สถานะจำนวนครั้งที่ปรับค่าความเป็นกรดเป็นด่าง
- 3.10) ปุ่มสั่งให้ระบบปรับค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ

ตารางที่ 4-1 บันทึกผลการทดสอบความถูกต้องของระบบ

ครั้งที่	Login	การตั้งค่า ต่างๆ ของ ระบบ	แสดงสถานะและการสั่งงาน							
			แสดงสถานะ					การสั่งงาน		
			ระดับน้ำ	ระดับ pH	ค่าอาหาร	จำนวนครั้งที่ให้อาหาร	จำนวนครั้งที่ปรับ pH	เติมน้ำ	ปรับค่า Ph	ให้อาหาร
1.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
5.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
6.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
7.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
8.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
9.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
10.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

จากผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าระบบโมบายแอปพลิเคชันสามารถรับรู้การสั่งงานจากเกษตรกรและการรับค่าจากอุปกรณ์ NodeMCU ได้เป็นอย่างดี

#### 4.2.2 ผลการทดสอบการทำงานของตัวอุปกรณ์

การทดสอบความถูกต้องการทำงานของตัวอุปกรณ์ในกรณีการใช้งานจริงอุปกรณ์ต้องสามารถทำงานได้พร้อมกันในช่วงเวลาเดียวกัน เช่น ระหว่างที่มีการปรับค่าความเป็นกรดเป็นด่างหากถึงเวลาให้อาหารระบบต้องสามารถให้อาหารปลาได้ ผู้วิจัยจะทำการทดสอบความถูกต้องของตัวอุปกรณ์ที่นำมาพัฒนาระบบเลี้ยงปลาน้ำจืดและคำนวณต้นทุนอาหารด้วยโมบายแอปพลิเคชัน โดยที่อุปกรณ์มี

หน้าที่มีในการรับคำสั่งและส่งค่าต่างๆ มายังโมบายแอปพลิเคชัน ซึ่งตัวอุปกรณ์นี้ จะต้องทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ ซึ่งแบ่งหัวข้อในการทดสอบความถูกต้องการทำงานพร้อมของตัวอุปกรณ์ ไว้ 3 ส่วนดังนี้

1) ส่วนการทำงานแบบอัตโนมัติ

1.1) ขณะที่ระบบทำการเติมน้ำหรือลดระดับอัตโนมัติ เมื่อถึงเวลาให้อาหารปลาจะต้องสามารถให้อาหารปลาแบบอัตโนมัติได้

1.2) ขณะที่ระบบทำการปรับค่าความเป็นกรดเป็นด่างอัตโนมัติเมื่อถึงเวลาให้อาหารปลาจะต้องสามารถให้อาหารปลาแบบอัตโนมัติได้

2) ส่วนการทำงานโดยการสั่งงานจากผู้ใช้งาน

2.2) เมื่อผู้ใช้งานสั่งให้ระบบเติมน้ำเข้าบ่อ ผู้ใช้งานต้องสามารถสั่งให้ระบบอาหารปลาได้

2.3) เมื่อผู้ใช้งานสั่งให้ระบบทำการปรับค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ผู้ใช้งานต้องสามารถสั่งให้ระบบอาหารปลาได้

3) ส่วนการทำงานแบบอัตโนมัติพร้อมการทำงานโดยการสั่งงานจากผู้ใช้งาน

3.1) ขณะที่ระบบทำการเติมน้ำอัตโนมัติ ผู้ใช้งานต้องสามารถสั่งให้ระบบอาหารปลาได้

3.2) ขณะที่ระบบทำการปรับค่าความเป็นกรดเป็นด่างอัตโนมัติ ผู้ใช้งานต้องสามารถสั่งให้ระบบอาหารปลาได้

3.3) เมื่อผู้ใช้งานสั่งให้ระบบเติมน้ำเข้าบ่อ เมื่อถึงเวลาให้อาหารปลาจะต้องสามารถให้อาหารปลาแบบอัตโนมัติได้

3.4) เมื่อผู้ใช้งานสั่งให้ระบบทำการปรับค่าความเป็นกรดเป็นด่าง เมื่อถึงเวลาให้อาหารปลาจะต้องสามารถให้อาหารปลาแบบอัตโนมัติได้

ตารางที่ 4-2 ผลการทดสอบส่วนการทำงานแบบอัตโนมัติ

ครั้งที่	การทำงานอัตโนมัติ			
	เติมน้ำหากระดับน้ำ น้อยกว่ากำหนด	ลดระดับน้ำหาก ระดับน้ำเกินกว่า กำหนด	ให้อาหารหาก ถึงเวลาที่ตั้งไว้	ปรับค่า pH หากค่า pH มากกว่าหรือน้อย กว่ากำหนด
1.	✓	✓	✓	✓
2.	✓	✓	✓	✓
3.	✓	✓	✓	✓
4.	✓	✓	✓	✓
5.	✓	✓	✓	✓
6.	✓	✓	✓	✓
7.	✓	✓	✓	✓
8.	✓	✓	✓	✓
9.	✓	✓	✓	✓
10.	✓	✓	✓	✓

จากผลการทดสอบในส่วนการทำงานอัตโนมัติจะแสดงให้เห็นว่าตัวอุปกรณ์สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและสามารถทำงานได้เป็นอย่างดี

ตารางที่ 4-3 ตารางทดสอบส่วนการทำงานโดยการสั่งงานจากผู้ใช้งาน

ครั้งที่	การทำงานโดยการสั่งงานจากผู้ใช้งาน		
	สั่งเติมน้ำหากระดับน้ำ ยังไม่ถึงระดับที่ระบบ จะทำงานอัตโนมัติ	ให้อาหารหากยังไม่ ถึงเวลาให้อาหาร	ปรับค่า pH หากค่า pH ยังไม่ถึง ระดับ ที่ระบบจะทำงานอัตโนมัติ
1.	✓	✓	✓
2.	✓	✓	✓
3.	✓	✓	✓
4.	✓	✓	✓
5.	✓	✓	✓
6.	✓	✓	✓
7.	✓	✓	✓
8.	✓	✓	✓
9.	✓	✓	✓
10.	✓	✓	✓

จากผลการทดสอบในส่วนการทำงานโดยการสั่งงานจากผู้ใช้งานจะแสดงให้เห็นว่าตัวอุปกรณ์สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและสามารถทำงานได้ตามที่สั่งงานได้เป็นอย่างดี



**ตารางที่ 4-4** ตารางทดสอบส่วนการทำงานแบบอัตโนมัติพร้อมการทำงานโดยการสั่งงานจาก  
ผู้ใช้งาน

ครั้งที่	การทำงานอัตโนมัติ		การสั่งงานจาก ผู้ใช้งาน		ทำงานแบบอัตโนมัติและ การสั่งงานจากผู้ใช้งาน			
	เติมน้ำให้เครื่อง พร้อมกับการเปิด อาหารปลา	ปรับค่า pH พร้อม ให้อาหารปลา	เติมน้ำพร้อม ให้อาหารปลา	ปรับค่า pH พร้อม ให้อาหารปลา	เติมน้ำอัตโนมัติ พร้อมกับการเปิด อาหารปลา	ปรับค่า pH อัตโนมัติ พร้อมกับการเปิด อาหารปลา	เติมน้ำอัตโนมัติ พร้อมกับการเปิด อาหารปลา	ปรับค่า pH อัตโนมัติ พร้อมกับการเปิด อาหารปลา
1.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
5.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
6.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
7.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
8.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
9.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
10.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

จากผลการทดสอบส่วนการทำงานแบบอัตโนมัติพร้อมการทำงานโดยการสั่งงานจากผู้ใช้งานจะ  
แสดงให้เห็นว่าตัวอุปกรณ์สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพทั้งในทางการทำงานแบบอัตโนมัติ  
และการสั่งงานด้วยตัวผู้ทำการทดสอบอีกทั้งอุปกรณ์ยังสามารถทำงานร่วมกันได้เป็นอย่างดี

#### 4.3 ผลของการประเมินระบบ

ผลการประเมินระบบพัฒนาระบบเลี้ยงปลาน้ำจืดและคำนวณต้นทุนอาหารด้วยโมบาย  
แอปพลิเคชัน ผู้วิจัยมีการได้ทำการประเมินด้วยการสัมภาษณ์กับผู้ใช้งาน ได้แบ่งเกณฑ์  
การประเมินผลออกเป็น 5 ระดับ คือ (5) ดีมาก (4) ดี (3) ปานกลาง (2) น้อย และ (1) น้อยมาก  
เกณฑ์การแปลความหมายข้อมูลพิจารณาจากค่าเฉลี่ย (อ้างอิงตารางที่ 3-2)

ตารางที่ 4-5 ผลการประเมินความพึงพอใจของเกษตรกรผู้ใช้งาน จำนวน 10 ท่าน

หัวข้อที่ประเมิน	ความพึงพอใจ		
	$\bar{x}$	S.D	ความหมาย
<b>1.การประเมินด้านความสามารถของโมบายแอปพลิเคชัน</b>			
1.1 ระบบสามารถกำหนดการตั้งค่าสำหรับเลี้ยงปลาถูกต้อง	4.8	0.42	ดีมาก
1.2 ระบบแสดงค่าสถานะต่างๆ ของระบบได้ถูกต้อง	4.1	0.99	ดี
1.3 ระบบสามารถทำงานตามความต้องการได้อย่างถูกต้อง	4	0.94	ดี
1.4 ระบบมีการแจ้งเตือนหากค่าต่างๆ ไม่เป็นไปตามที่กำหนด	4.2	0.92	ดี
<b>2. การประเมินความพึงพอใจของการออกแบบระบบงาน โมบายแอปพลิเคชัน</b>			
2.1 เมนูการใช้งานจัดเรียงได้เหมาะสม	4.7	0.67	ดีมาก
2.2 ความถูกต้องในการแสดงผล	4.2	1.03	ดี
2.3 ความชัดเจนในการแสดงผล	4.0	1.25	ดี
2.4 ความเหมาะสมในการใช้สีในการแสดงผล	3.8	1.32	ดี
<b>3. ประเมินความพึงพอใจของประสิทธิภาพของอุปกรณ์</b>			
3.1 ความแม่นยำในการวัดค่า	4.3	0.82	ดี
3.2 ความเร็วในการวัดค่า	3.9	0.74	ดี
3.3 ความเร็วในการรับค่าการเมื่อได้รับคำสั่ง	3.4	0.52	ปานกลาง
3.4 ความแม่นยำในการทำงานเมื่อได้รับคำสั่ง	4.0	0.82	ดี
<b>รวม</b>	4.12	0.87	

จากตารางที่ 4-5 การประเมินความพึงพอใจของเกษตรกรผู้ใช้งานระบบและการสัมภาษณ์พบว่าโมบายแอปพลิเคชันมีความสามารถอยู่ในระดับที่ดีมีความถูกต้องในการแสดงผลข้อมูลและการสั่งงานตัวอุปกรณ์ มีการแจ้งเตือนเมื่อระดับน้ำและระดับค่าความเป็นกรดเป็นด่างไม่ตรงตามที่ตั้งค่าไว้ ด้านประสิทธิภาพของตัวอุปกรณ์ก็อยู่ในระดับที่ดีเช่นกัน แต่ความเร็วในการรับคำสั่งเมื่อได้รับคำสั่งยังอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง ความคิดเห็นของเกษตรกรยังสามารถนำมาพัฒนาต่อยอดระบบได้ในอนาคต

## บทที่ 5

### สรุปปัญหาและข้อเสนอแนะ

ปัญหาและข้อเสนอแนะของการพัฒนาระบบเลี้ยงปลาน้ำจืดและคำนวณต้นทุนอาหารด้วยโมบายแอปพลิเคชัน เพื่อสร้างความเชื่อมั่นให้เกษตรกรและเพื่อการพัฒนาต่อยอดระบบให้ตรงตามหลักการเลี้ยงปลาที่แท้จริงด้วยการนำเทคโนโลยี Internet Of Things มาช่วยในการลดต้นทุนในการผลิตเพื่อให้เกษตรกรมีผลกำไรเพิ่มขึ้นจากการใช้เทคโนโลยีดังกล่าว สามารถสรุปได้ดังนี้

#### 5.1 สรุปผล

จากผลการประเมินความพึงพอใจจากกลุ่มเกษตรกรและการทดลองใช้งาน พบว่าระบบที่พัฒนาอยู่ในระดับที่ดี ระบบสามารถทำงานได้จริง และช่วยลดต้นทุนด้านแรงงาน ได้มาก ทำให้เกษตรกรเพียงคนเดียวก็สามารถดูแลการเลี้ยงปลาได้อย่างง่ายดาย ด้วยการดูสถานะต่างๆ และการสั่งงานผ่านโมบายแอปพลิเคชัน

ผลการทดสอบทางเทคนิคจากผู้วิจัยและพัฒนา พบว่า การใช้อุปกรณ์เซนเซอร์หลายๆ ตัว มาเชื่อมต่อการใช้งาน เข้ากับ NodeMCU ยังมีข้อจำกัดเรื่องการหน่วงเวลาอ่านค่าของเซนเซอร์ ทำให้การสั่งงานระบบมีความล่าช้าประมาณ 2-4 วินาที

การวัดค่าความเป็นกรดเป็นด่างยังมีข้อจำกัดของ pH Meter เมื่อระบบเริ่มทำงานการอ่านค่าจะมีการอ่านค่าอย่างช้าๆ จนถึงค่าความเป็นกรดเป็นด่างที่แท้จริงถึงจะมีความน่าเชื่อถือ ส่วนการวัดระดับน้ำด้วย Ultrasonic ยังมีข้อจำกัดเรื่องการวัดระยะทางเนื่องจากบางครั้งน้ำจะกระเพื่อมจึงเกิดความคลาดเคลื่อนเล็กน้อย

#### 5.2 ข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนาเพิ่มเติม

เพื่อเป็นแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพและพัฒนาต่อยอดของงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

5.2.1 ผู้วิจัยเสนอให้ใช้อุปกรณ์วัดค่าความเป็นกรดเป็นด่างที่สามารถอ่านค่าได้อย่างรวดเร็ว เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของระบบเลี้ยงปลาน้ำจืดและคำนวณต้นทุนอาหารด้วยโมบายแอปพลิเคชัน และการวัดค่าระดับน้ำควรเปลี่ยนจาก Ultrasonic เป็นเครื่องมือวัดระดับน้ำที่จุ่มน้ำโดยตรงถึงจะเกิดความคลาดเคลื่อนน้อยกว่าและควรใช้เครื่องมือวัดระดับแบบ Hydrostatic (Hydrostatic Level Sensor) ซึ่งจะมีความแม่นยำกว่า Ultrasonic

5.2.2 เกษตรกรได้มีข้อเสนอแนะว่าระบบควรสามารถเลือกประเภทปลาและให้ระบบกำหนดค่าแบบอัตโนมัติเพื่อความสะดวกในการเลี้ยงเนื่องจากเกษตรกรบางรายไม่มีความรู้ด้านการเลี้ยงปลาจึงต้องการพึ่งระบบเลี้ยงปลาน้ำจืดและคำนวณต้นทุนอาหารด้วยโมบายแอปพลิเคชัน ให้ทำงานให้แบบเบ็ดเสร็จ

## เอกสารอ้างอิง

1. กรมประมง,กรมประมงเดินหน้านำป็น Smart Farmer หวังชูเกษตรกรไทยให้ภูมิใจในอาชีพประมง.  
(ออนไลน์) 2560. (สืบค้นวันที่ 5 เมษายน 2561). จาก [http://www4.fisheries.go.th/index.php/dof/activity\\_item/886/all\\_activity2/1](http://www4.fisheries.go.th/index.php/dof/activity_item/886/all_activity2/1)
2. กรมประมง,สถิติการประมงแห่งประเทศไทย พ.ศ.2556.ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร.  
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (ออนไลน์) 2556. (สืบค้นวันที่ 9 เมษายน 2561)  
จาก <http://www.fisheries.go.th/strategy-stat/themeWeb/books/2556/1/yearbook2556>
3. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, การปฏิบัติทางการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่ดีสำหรับการผลิตสัตว์น้ำ  
(จี.เอ.พี). (ออนไลน์) 2554. (สืบค้นวันที่ 9 เมษายน 2561)  
จาก <http://www.fisheries.go.th/freshwater/web3>
4. ศิริชัย เต็มโชคเกษม และสุรเชษฐ์ โทวราราก. Intelligent Multi Function Aquarium,  
ECTI-CARD. 2010, May 10, Thailand. ISBN: 978-974-8242-54-5.
5. บริษัท เบทาโกร จำกัด (มหาชน), ฝ่ายบริการวิชาการอาหารสัตว์. คู่มือการเลี้ยงปลานิลและปลานิลแดง. (ออนไลน์) 2557. (สืบค้นวันที่ 10 เมษายน 2561). จาก <http://betagrofeed.com/community>
6. John R. Dela Cruz, Renann G. Baldovino, Argel A. Bandala, Elmer P. Dadios, Water  
Usage, Optimization of Smart Farm Automated Irrigation System Using Artificial  
Neural Network, in Proceedings of 2017 Fifth International Conference on  
Information and Communication Technology (IColCT).
7. Oran Chieochan, Ph.D., Anukit Saokaew , Ekkarat Boonchieng, Ph.D., IOT for Smart  
Farm: A case study of the Lingzhi Mushroom Farm at Maejo University, in  
Proceedings of 2017 14th International Joint Conference on Computer Science  
and Software Engineering (JCSSE).
8. Liwu Pan, Mingzhe Xu, Lei Xi, Yudong Hao., Research of Livestock Farming IoT  
System Based on RESTful Web Services, in Proceedings of the 2016 5th  
International Conference on Computer Science and Network Technology (ICCSNT).
9. The Internet of Things. [ออนไลน์]. [สืบค้นวันที่ 15 เมษายน 2561]. จาก[http://its.sut.ac.th/index.php?option=com\\_content&view=article&id=72&Itemid=468](http://its.sut.ac.th/index.php?option=com_content&view=article&id=72&Itemid=468)
10. S. Poomrittigul and P. Tuwanut ,Pathumwan Academic Journal, Vol. 6, Internet of  
Thing เพื่อการเฝ้าระวังและเตือนภัยต่อสุขภาพของมนุษย์และการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้โดยใช้  
โปรแกรม Hadoop No. 15, January - April 2016: 61 – 72.

11. Dave Locke. “MQ telemetry transport (mqtt) v3.1 protocol specification,” IBM developerWorks Technical Library, available at <http://www.ibm.com/developerworks/library/ws-mqtt/>, Accessed Feb 20, 2016.
12. NodeMCU V.2 Lua [ออนไลน์]. [สืบค้นวันที่ 17 เม.ย. 61]. จาก <https://i-esan.com/shop/nodemcu/nodemcu-v3-lua-esp8266-ch340g>
13. pH Meter [ออนไลน์]. [สืบค้นวันที่ 18 เมษายน 2561]. จาก <http://www.sa.sciencetech.co.th/pdf/Micro.pdf>
14. เอกสารประกอบการสอนวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น [ออนไลน์]. [สืบค้นวันที่ 18 เมษายน 2561]. จาก [http://www.sbt.ac.th/new/sites/default/files/TNP\\_Unit\\_9.pdf](http://www.sbt.ac.th/new/sites/default/files/TNP_Unit_9.pdf)
15. หลักการทำงานของเซนเซอร์ระดับเสียงแบบอัลตราโซนิก [ออนไลน์]. [สืบค้นวันที่ 19 เมษายน 2561]. จาก <http://th.silverinstruments.com/blog/the-working-principle-of-ultrasonic-level-sensor.html>
16. การเลี้ยงปลานิล [ออนไลน์]. [สืบค้นวันที่ 19 เมษายน 2561] จาก [https://www.fisheries.go.th/if-yasothon/web2/index.php?option=com\\_content&view=article&id=14:2009-07-21-20-35-19&catid=2:2009-07-21-20-27-52&Itemid=10](https://www.fisheries.go.th/if-yasothon/web2/index.php?option=com_content&view=article&id=14:2009-07-21-20-35-19&catid=2:2009-07-21-20-27-52&Itemid=10)

ภาคผนวก ก

แบบประเมินความพึงพอใจต่อระบบของเกษตรกร



**แบบประเมินความพึงพอใจ**  
**ระบบเลี้ยงปลาน้ำจืดและคำนวณต้นทุนอาหารด้วยโมบายแอปพลิเคชัน**  
 โดย

นาย ทนงชัย แก้วสีหะวงศ์

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

**คำชี้แจง**

1. แบบประเมินหาความพึงพอใจมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อการระบบเลี้ยงปลาน้ำจืดและคำนวณต้นทุนอาหารด้วยโมบายแอปพลิเคชัน
2. แบบประเมินหาความพึงพอใจแบ่งเป็น 2 ตอน คือ  
 ตอนที่ 1 แบบประเมินหาความพึงพอใจที่มีต่อระบบ  
 ตอนที่ 2 ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่น ๆ ที่มีต่อระบบ
3. การประเมินหาความพึงพอใจประกอบด้วยส่วนของคำถามและส่วนของระดับคุณภาพ  
 ทำเครื่องหมายถูก (✓) ลงในส่วนระดับคุณภาพกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

- 5 หมายถึงระบบมีคุณภาพในระดับดีมาก
- 4 หมายถึงระบบมีคุณภาพในระดับดี
- 3 หมายถึงระบบมีคุณภาพในระดับปานกลาง
- 2 หมายถึงระบบมีคุณภาพในระดับน้อย
- 1 หมายถึงระบบมีคุณภาพในระดับ



**ตอนที่ 1** การประเมินหาความพึงพอใจโดยแบ่งเป็น 3 ด้าน

หัวข้อที่ประเมิน	ระดับคุณภาพ				
	ดีมาก (5)	ดี (5)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยมาก (1)
1.การประเมินด้านความสามารถของโมบายแอปพลิเคชัน					
1.1 ระบบสามารถกำหนดการตั้งค่าสำหรับเลี้ยงปลาถูกต้อง					
1.2 ระบบแสดงค่าสถานะต่างๆ ของระบบได้ถูกต้อง					
1.3 ระบบสามารถทำงานตามความต้องการได้อย่างถูกต้อง					
1.4 ระบบมีการแจ้งเตือนหากค่าต่างๆ ไม่เป็นไปตามที่กำหนด					
2. การประเมินความพึงพอใจของการออกแบบระบบงานโมบายแอปพลิเคชัน					
2.1 เมนูการใช้งานจัดเรียงได้เหมาะสม					
2.2 ความถูกต้องในการแสดงผล					
2.3 ความชัดเจนในการแสดงผล					
2.4 ความเหมาะสมในการใช้สีในการแสดงผล					
3. ประเมินความพึงพอใจของประสิทธิภาพของอุปกรณ์					
3.1 ความแม่นยำในการวัดค่า					
3.2 ความเร็วในการวัดค่า					
3.3 ความเร็วในการรับค่าการเมื่อได้รับคำสั่ง					
3.4 ความแม่นยำในการทำงานเมื่อได้รับคำสั่ง					

## ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในการปรับปรุง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขอขอบคุณทุกท่านที่สละเวลาการตอบแบบประเมินความพึงพอใจ ข้อมูลของท่านจะเป็นประโยชน์ในการนำไปปรับปรุงและพัฒนาต่อไป

นายทรงชัย แก้วสีหะวงศ์

ผู้วิจัย

ภาคผนวก ข

ผลการทดสอบระบบ

### ผลการทดสอบระบบ

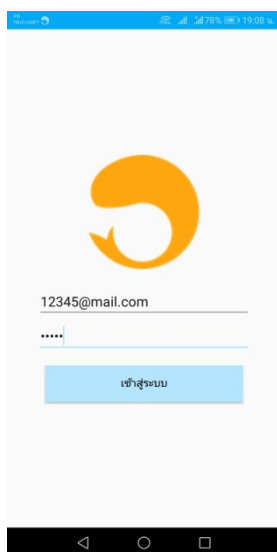
ระบบระบบเลี้ยงปลาอัจฉริยะและคำนวณต้นทุนอาหารด้วยโมบายแอปพลิเคชัน จำเป็นต้องมีการตรวจสอบสิทธิการใช้งานสำหรับเกษตรกรเพื่อตรวจสอบสิทธิการใช้งานระบบรวมถึงการตั้งค่าระบบและการควบคุมต่างๆ อีกทั้งต้องติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ในบ่อเลี้ยงปลา เพื่อให้แน่ใจว่าระบบสามารถทำงานได้เป็นอย่างดีตรงตามจุดประสงค์ที่ผู้วิจัยต้องการนำเสนอ ดังนั้นจึงแบ่งการทดสอบการใช้งานแอปพลิเคชันเพื่อการควบคุมอุปกรณ์ในบ่อเลี้ยงปลา โดยการทดลองจะตั้งค่าต่างๆดังนี้

1. ความสูงของระดับน้ำอยู่ที่ 20 เซนติเมตร
2. ระดับน้ำต่ำสุดอยู่ที่ 15 เซนติเมตร
3. ระดับค่า pH อยู่ระหว่าง 6 ถึง 9
4. ช่วงเวลาให้อาหารคือ 9 โมงเช้า เที่ยงตรง และ บ่าย 4 โมงเย็น

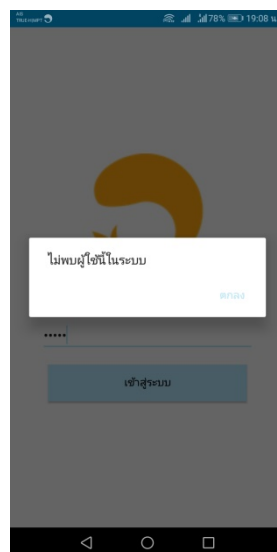
โดยแบ่งผลการทดสอบและติดตั้งอุปกรณ์เป็น 3 ส่วน ดังนี้

#### 1. ทดสอบการใช้งานแอปพลิเคชัน

##### 1.1 เริ่มต้นใช้งานกรณีใส่ข้อมูลผู้ใช้งานและรหัสผ่านไม่ถูกต้อง



(ก)



(ข)

ภาพที่ ข-1 (ก) ใส่ชื่อผู้ใช้งานและรหัสผ่านไม่ถูกต้อง (ข) ระบบแจ้งเตือนไม่พบผู้ใช้งานในระบบ

## 1.2 กรณีใส่ข้อมูลผู้ใช้งานและรหัสผ่านถูกต้อง



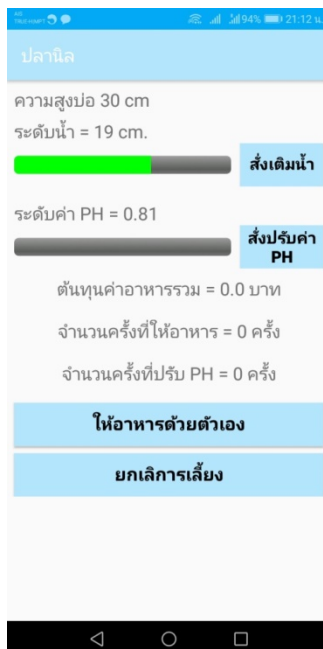
(ก)



(ข)

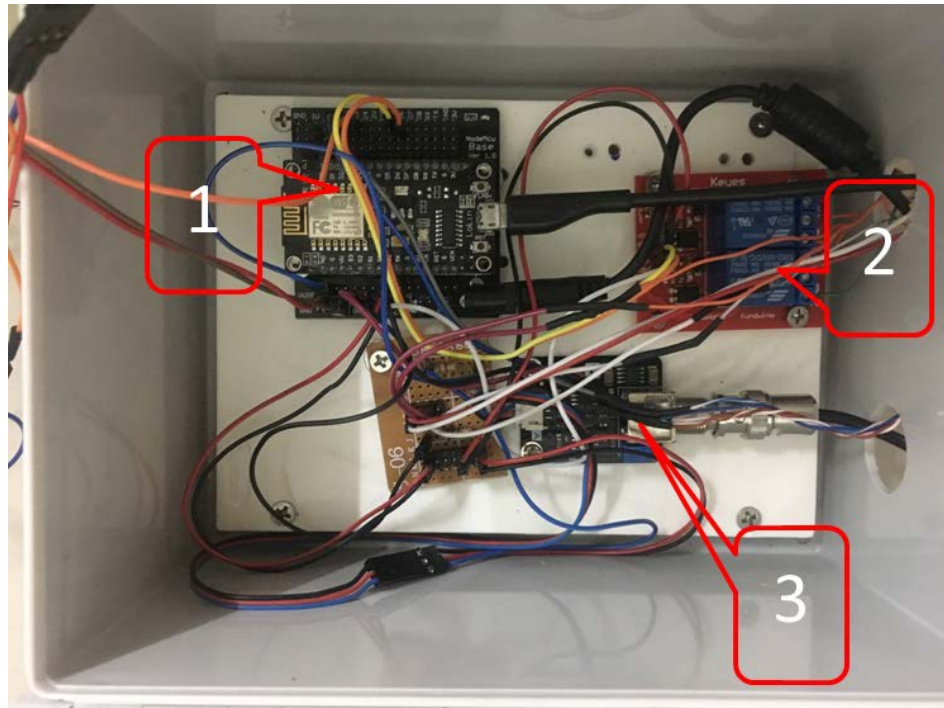
ภาพที่ ข-2 ใส่ข้อมูลถูกต้อง (ก) เข้าสู่การตั้งค่าระบบ (ข) กดบันทึกเพื่อเข้าสู่หน้าการควบคุมการเลี้ยงปลา

## 1.3 การควบคุมการเลี้ยงปลา



ภาพที่ ข-3 หน้าการตรวจสอบสถานะต่างๆ และการควบคุมระบบ

2. การติดตั้งติดตั้งอุปกรณ์ในบ่อเลี้ยงปลา ดังนี้
  - 2.1 การติดตั้งกล่องควบคุมระบบเลี้ยงปลา

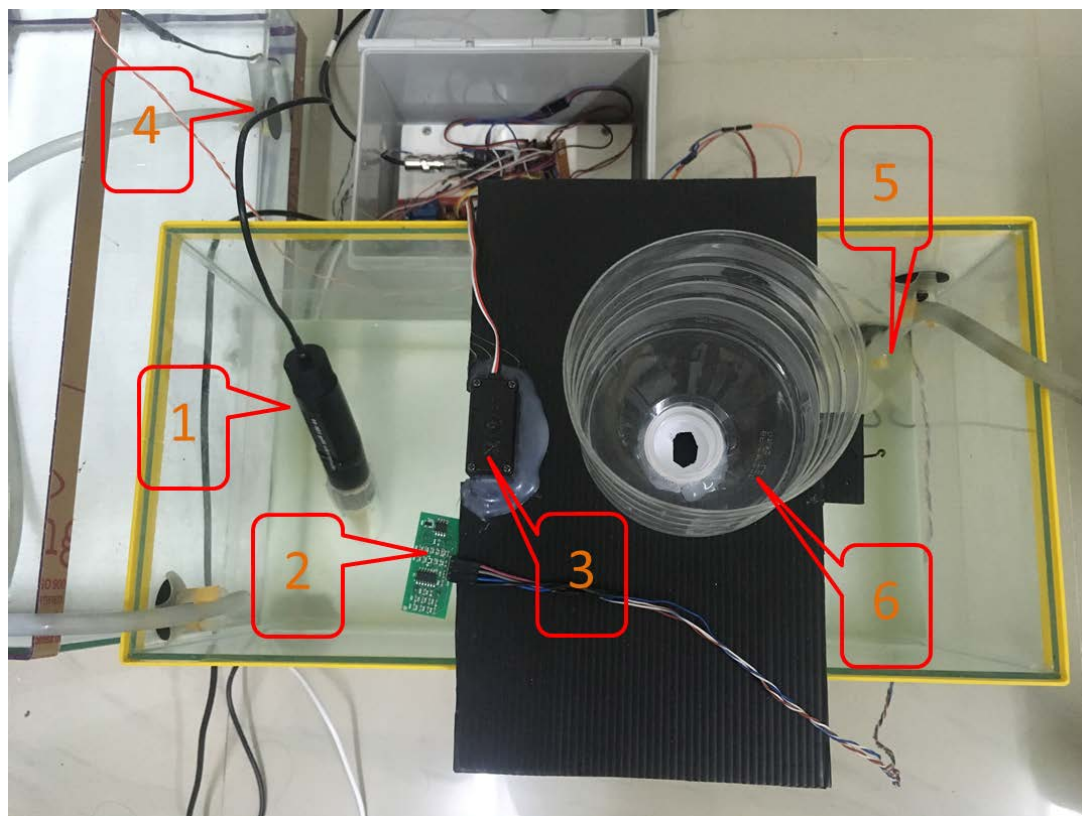


ภาพที่ ข-4 อุปกรณ์ควบคุมต่างๆ ที่ติดตั้งลงกล่องกันฝนกันแดด

จากภาพที่ ข-4 อธิบายได้ดังนี้

- หมายเลข 1 คือ NodeMcu เป็นอุปกรณ์ประมวลผลในการรับค่าการสั่งงานจากโมบายแอปพลิเคชันและส่งค่าต่างๆไปยังโมบายแอปพลิเคชัน โดยเชื่อมต่อกับ อุปกรณ์หมายเลข 2 และ 3
- หมายเลข 2 คือ Relay Switch ใช้ในการเปิดปิดปั้มน้ำเพื่อการถ่ายเทน้ำในบ่อปลา
- หมายเลข 3 คือ pH Sencor ใช้การวัดค่าความเป็นกรดเป็นด่างในน้ำ

## 2.2 การติดตั้งอุปกรณ์ในบ่อเลี้ยงปลา



ภาพที่ ข-5 อุปกรณ์ที่ติดตั้งในบ่อปลา

จากภาพที่ ข-5 อธิบายได้ดังนี้

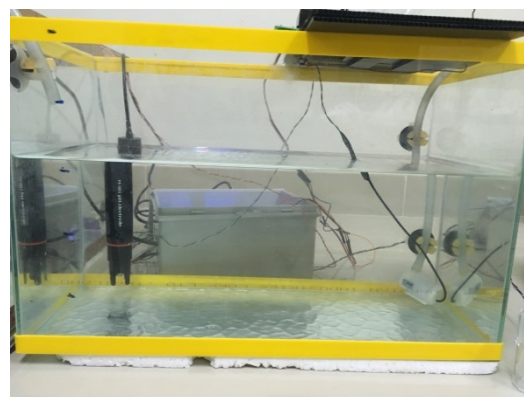
- หมายเลข 1 คือ Probe pH meter ใช้วัดค่าความเป็นกรดเป็นด่าง
- หมายเลข 2 คือ Ultrasonic ใช้ในการวัดระดับน้ำ
- หมายเลข 3 คือ Servo Motor ใช้การเปิด-ปิด ถังให้อาหารปลา
- หมายเลข 4 คือ Water Pump ใช้การเติมน้ำเข้าบ่อปลา
- หมายเลข 5 คือ Water Pump ใช้การดูดน้ำออกจากบ่อปลา
- หมายเลข 6 คือ ถังให้อาหารปลา

### 3. การใช้งานแอปพลิเคชันรับค่าเพื่อแสดงสถานะและควบคุมระบบ

#### 3.1 การแสดงสถานะ



(ก)



(ข)

ภาพที่ ข-6 แสดงสถานะต่างๆ

จากภาพที่ ข-6 อธิบายได้ดังนี้

(ก) การแสดงสถานะต่าง ดังนี้

หมายเลข 1 คือ แสดงระดับน้ำ ณ ขณะที่กำลังทำการทดสอบระบบ

หมายเลข 2 คือ แสดงระดับค่า pH ณ ขณะที่กำลังทำการทดสอบระบบ

หมายเลข 3 คือ ปุ่มกดสั่งเติมน้ำกรณีที่ระดับน้ำน้อยแต่ไม่ถึงค่าที่ระบบจะเติมให้อัตโนมัติ

หมายเลข 4 คือ ปุ่มกดสั่งปรับค่า pH กรณีที่ค่า pH ไม่ถึงค่าที่ระบบจะปรับค่า pH อัตโนมัติ

หมายเลข 5 คือ แสดงค่าอาหารที่ให้

หมายเลข 6 คือ แสดงค่าจำนวนครั้งที่ให้อาหาร

หมายเลข 7 คือ แสดงค่าจำนวนครั้งที่ปรับค่า pH

หมายเลข 8 คือ ปุ่มสั่งให้อาหาร

หมายเลข 9 คือ ปุ่มยกเลิกการเลี้ยงปลา

และ (ข) สถานะของน้ำขณะที่ทำการทดลอง

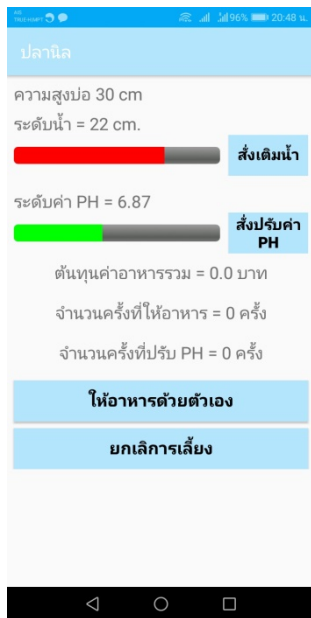


### 3.2 การทำงานอัตโนมัติ

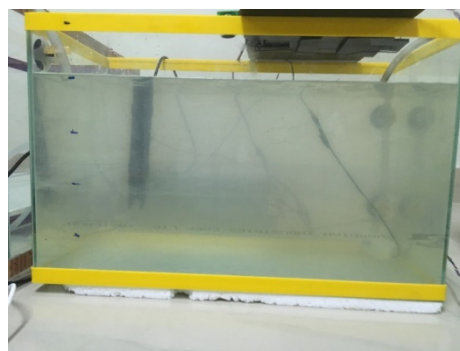
#### 3.2.1 ระดับน้ำสูงกว่าที่กำหนดระบบจะทำการดูดน้ำให้ถึงระดับที่กำหนดไว้



(ก)



(ข)



(ค)

ภาพที่ ข-7 การทำงาน กรณีที่ระดับน้ำสูงกว่ากำหนด

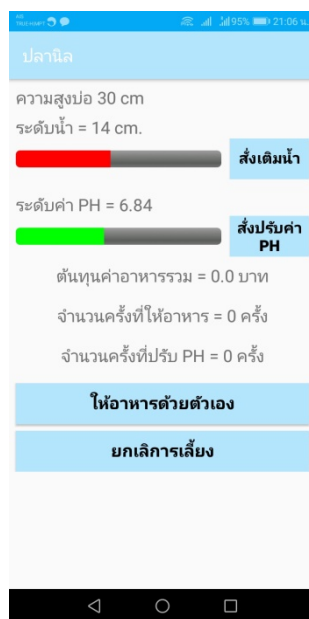
จากภาพที่ ข-7 อธิบายได้ ดังนี้

- (ก) คือ หากระดับน้ำสูงกว่าที่กำหนดระบบทำการจะทำการเตือน
- (ข) คือ หน้าสถานะระดับน้ำจะเปลี่ยนเป็นสีแดง
- (ค) คือ ระดับน้ำขณะที่ทำการทดลอง

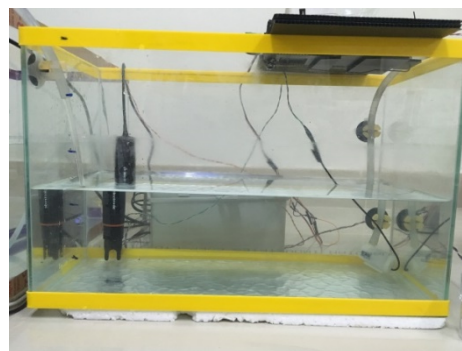
### 3.2.2 ระดับน้ำน้อยกว่าที่กำหนดระบบจะทำการเติมน้ำให้ถึงระดับที่กำหนดไว้



(ก)



(ข)



(ค)

ภาพที่ ข-8 การทำงานกรณีที่ระดับน้ำน้อยกว่ากำหนด

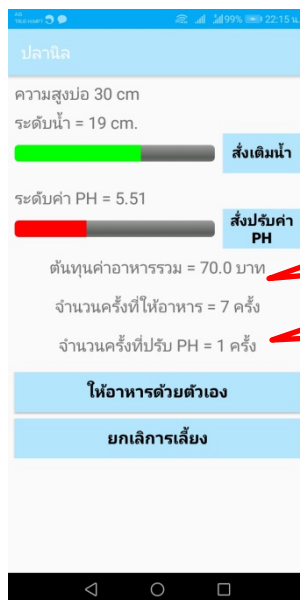
จากภาพที่ ข-8 อธิบายได้ ดังนี้

- (ก) คือ หากระดับน้ำน้อยกว่าที่กำหนดระบบทำการจะทำการเตือน
- (ข) คือ หน้าสถานะระดับน้ำจะเปลี่ยนเป็นสีแดง
- (ค) คือ ระดับน้ำขณะที่ทำการทดลอง

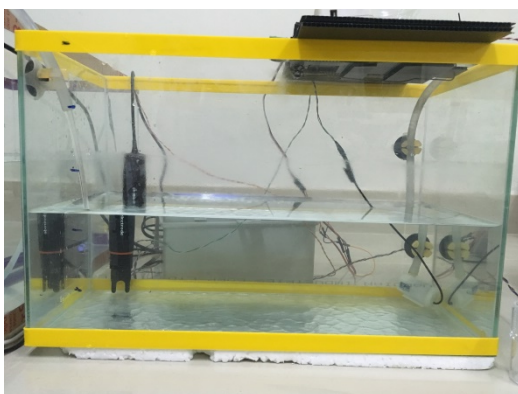
3.2.3 ระดับค่า pH ไม่ตรงตามที่กำหนดระบบจะปรับค่า pH โดยการดูดน้ำออก 30 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำในบ่อและจะเติมน้ำเข้าจนถึงระดับที่กำหนดไว้



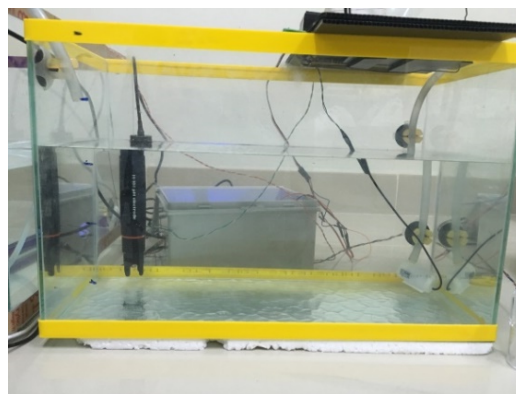
(ก)



(ข)



(ค)



(ง)

ภาพที่ ข-9 การทำงาน กรณีที่ระดับค่า pH ไม่ตรงตามที่กำหนด

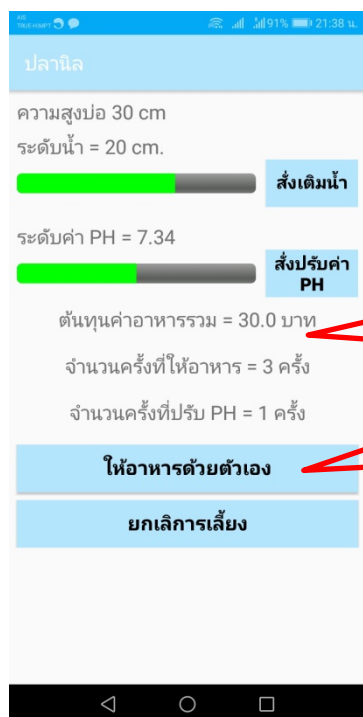
จากภาพที่ ข-9 อธิบายได้ ดังนี้

- (ก) คือ หากระดับค่า pH ไม่ตรงตามที่กำหนดระบบทำการจะทำการเตือน
- (ข) คือ หน้าสถานะระดับค่า pH จะเปลี่ยนเป็นสีแดง
- (ค) คือ ระบบจะลดระดับน้ำลง 30 %
- (ง) คือ หลังจากระบบลดระดับน้ำลง 30 % จะเติมน้ำเข้าจนถึงระดับที่กำหนด

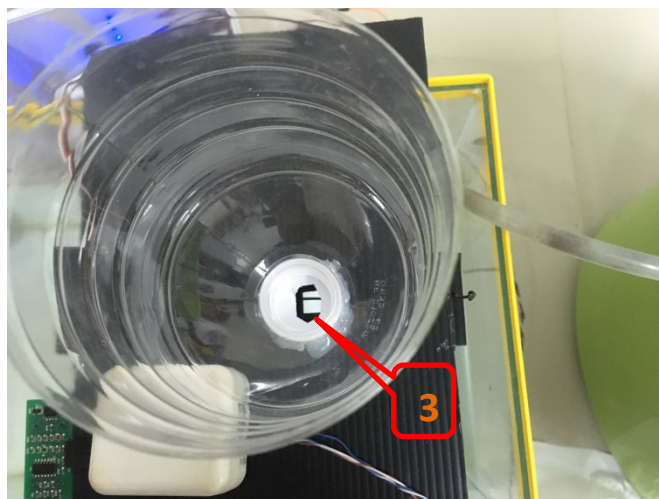
ขณะที่ระบบทำงานปรับค่า pH หากถึงเวลาให้อาหารระบบก็จะให้อาหารปลาอัตโนมัติ ดังหมายเลข 1 และเมื่อจบกระบวนการระบบปรับค่า pH จะแสดงจำนวนครั้งที่มีการปรับค่า pH ดังหมายเลข 2

### 3.3 การสั่งงานจากผู้ใช้งาน

#### 3.3.1 การให้อาหาร



(ก)



(ข)

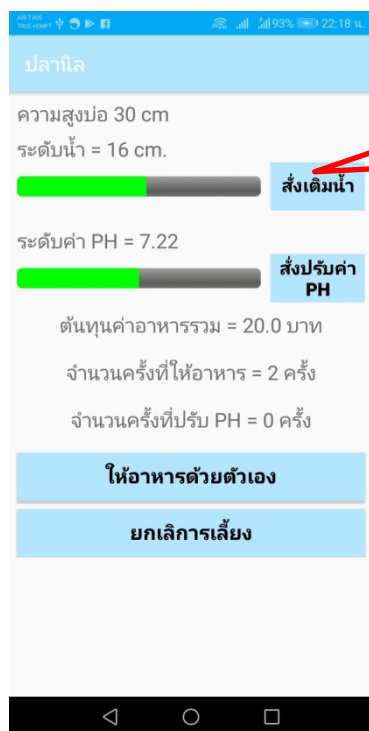
ภาพที่ ข-10 การสั่งงานการให้อาหาร

จากภาพที่ ข-10 อธิบายได้ ดังนี้

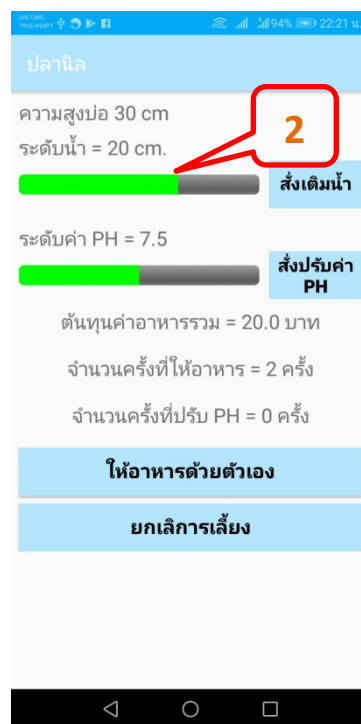
(ก) คือ กดปุ่มให้อาหารด้วยตัวเอง ดังหมายเลข 1 จะแสดงจำนวนครั้งการให้อาหารและจำนวนค่าอาหารรวม ดังหมายเลข 2

(ข) คือ เมื่อกดปุ่มให้อาหารด้วยตัวเอง ระบบจะทำการเปิดช่องให้อาหารปลา ดังหมายเลข 3

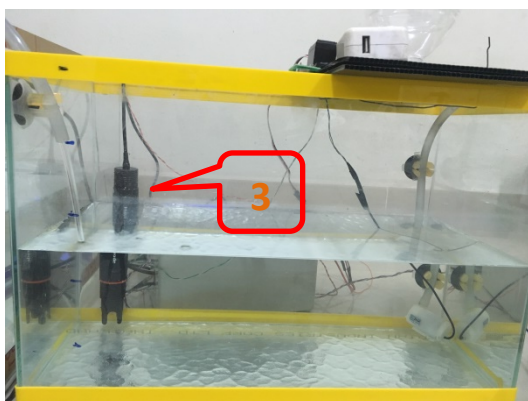
### 3.3.2 การเติมน้ำ



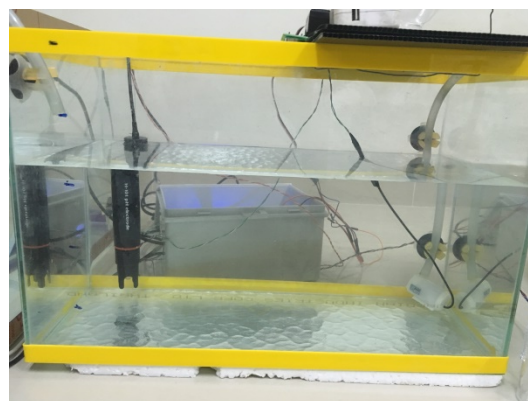
(ก)



(ข)



(ค)



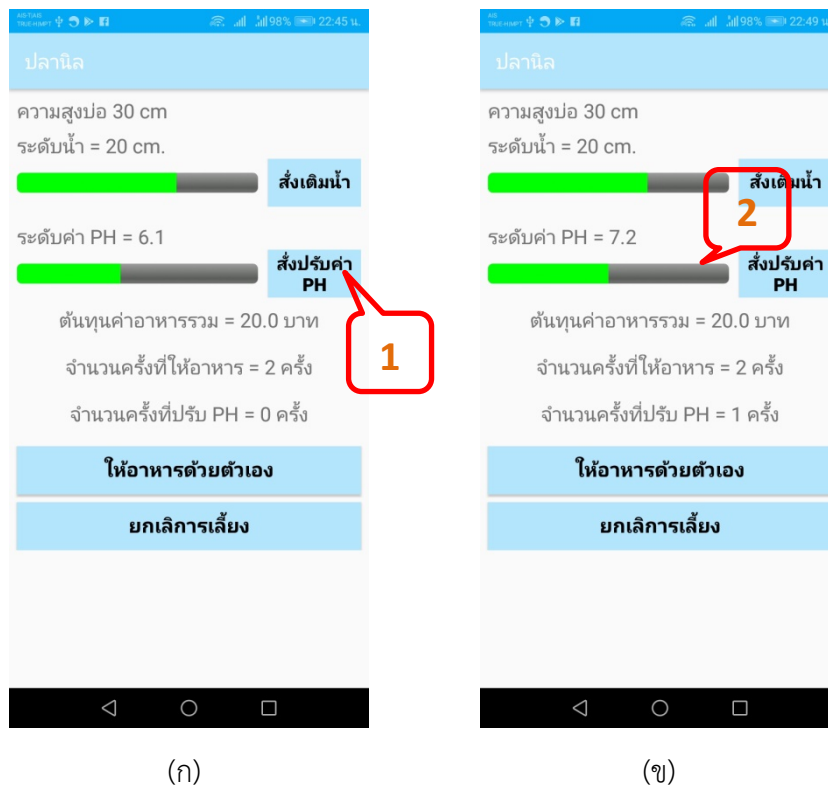
(ง)

ภาพที่ ข-11 การสั่งงานเติมน้ำ

จากภาพที่ ข-11 อธิบายได้ ดังนี้

- (ก) คือ หากระดับน้ำยังไม่ถึงค่าที่กำหนดให้ระบบทำงานสามารถกดปุ่มเติมน้ำ ดังหมายเลข 1
- (ข) คือ เมื่อกดปุ่มเติมน้ำ ระบบจะทำเติมน้ำจนถึงระดับที่กำหนด ดังหมายเลข 2
- (ค) คือ ระบบกำลังทำการเติมน้ำ ดังหมายเลข 3
- (ง) คือ ระบบหยุดการเติมน้ำเมื่อถึงระดับที่กำหนด

### 3.3.3 การเติมปรับค่า pH



ภาพที่ ข-12 การสั่งงานปรับค่า pH

จากภาพที่ ข-12 อธิบายได้ ดังนี้

- (ก) คือ หากระดับค่า pH ยังไม่ถึงที่กำหนดสามารถสั่งปรับค่า pH เพื่อให้ค่า pH เหมาะสมในการเลี้ยงปลากว่าเดิม ดังหมายเลข 1
  - (ข) คือ เมื่อกดปุ่มสั่งปรับค่า pH ระบบทำการปรับค่า pH ดังหมายเลข 2
- ตัวอย่างการทำงานตาม ข้อ 3.2.3 (ข) และ (ค)

### ประวัติผู้จัดทำสารนิพนธ์

ชื่อ : นายทงชัย แก้วสีหะวงศ์

ชื่อสารนิพนธ์ : ระบบเลี้ยงปลาน้ำจืดและคำนวณต้นทุนอาหารด้วยโมบายแอปพลิเคชัน

สาขาวิชา : การสื่อสารข้อมูลและเครือข่ายคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

### ประวัติ

ประวัติส่วนตัว เกิดเมื่อวันที่ 9 ธันวาคม 2526 ภูมิลำเนา จังหวัดนครราชสีมา ที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่เลขที่ 74 หมู่ที่ 2 ตำบลดอนชมพู อำเภอโนนสูง จังหวัดนครราชสีมา 30160 E-mail : tanongchaik@ditp.go.th

ประวัติการศึกษา สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีบริหารธุรกิจบัณฑิต สาขาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา ปีการศึกษา 2550

### ประวัติการทำงาน

2550-2557 สำนักงานจัดหางานจังหวัดนครราชสีมา กรมการจัดหางาน กระทรวงแรงงาน ตำแหน่งนักวิชาการแรงงาน

2557-ปัจจุบัน สำนักสารสนเทศและการบริการการค้าระหว่างประเทศ กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์ ตำแหน่งนักวิชาการคอมพิวเตอร์ปฏิบัติการ