ระบบวิเคราะห์และควบคุมปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำสำหรับการเลี้ยงปลานิล

ANALYSIS AND DISSOLVED OXYGEN CONTROL SYSTEM FOR TILAPLA

ภานุพันธนก ศรีผ่องใส

วสันต์ รุ่งเรืองวัฒน์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบวิเคราะห์และควบคุมปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำสำหรับการเลี้ยงปลานิล

ANALYSIS AND DISSOLVED OXYGEN CONTROL SYSTEM FOR TILAPIA

T146201

โดย

กานต์ชนก สุริย์ฉาย

KANCHANOK SURICHAI

วศินนท์ รุ่งเวชวัฒน

WASINON RUNGWECHWAT

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปานวิทย์ ธุวะนุติ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

หมวดหมู่ 146201
เลขทะเบียน
วัน เดือน ปี 25 เม.ย. 2560

.b 10826 0543
.i

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANALYSIS AND DISSOLVED OXYGEN CONTROL SYSTEM FOR TILAPIA

KANCHANOK SURICHAI

WASINON RUNGWECHWAT

A PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF SCIENCE PROGRAM IN INFORMATION TECHNOLOGY

FACULTY OF INFORMATION TECNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2/2015

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2016

FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปริญญานิพนธ์ ประจำปีการศึกษา 2558

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบวิเคราะห์และควบคุมปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ
สำหรับการเลี้ยงปลานิล

ANALYSIS AND DISSOLVED OXYGEN CONTROL SYSTEM FOR TILAPIA

ผู้จัดทำ

1. นางสาวกานต์ชนก สุริย์ฉาย รหัสนักศึกษา 55070007
2. นายวศินนท์ รุ่งเวชวัฒน รหัสนักศึกษา 55070104

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปานวิทย์ ธุวะนุติ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงาน	ระบบวิเคราะห์และควบคุมปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ สำหรับการเลี้ยงปลานิล
นักศึกษา	นางสาวกานต์ชนก สุริย์ฉาย รหัสนักศึกษา 55070007 นายวศินนท์ รุ่งเวชวัฒน รหัสนักศึกษา 55070104
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีสารสนเทศ
ปีการศึกษา	2558
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปานวิทย์ ธุวะนุติ

บทคัดย่อ

ระบบวิเคราะห์และควบคุมปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำสำหรับการเลี้ยงปลานิล เป็นการช่วยอำนวยความสะดวกให้กับเกษตรกรทำฟาร์มเลี้ยงปลานิลสำหรับการเลี้ยงในบ่อดิน ซึ่งปัจจัยออกซิเจนในน้ำมีความสำคัญต่ออัตราการรอดชีวิตและอัตราการเจริญเติบโตของปลา โดยใช้อุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการทำงานของเซ็นเซอร์ตรวจวัดน้ำผ่านทางระบบเครือข่าย และมีการจัดเก็บข้อมูล สามารถนำข้อมูลมาวิเคราะห์แนวโน้มคุณภาพน้ำในระยะยาว และสั่งการแก้ไขปัญหาเพื่อเพิ่มออกซิเจนในน้ำแบบอัตโนมัติ หรือสั่งการผ่านหน้าเว็บแอพพลิเคชั่น เพื่อควบคุมระดับปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงปลานิล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Project Title	Analysis and dissolved oxygen control system for Tilapia
Student	Ms. Kanchanok Surichai Student ID. 55070007
	Mr. Wasinon Rungwechwat Student ID. 55070104
Degree	Bachelor of Science
Program	Information Technology
Academic Year	2015
Advisor	Asst.Prof.Dr. Panwit Tuwanut

ABSTRACT

Analysis and dissolved oxygen control system for Tilapia that availables to farm Tilapia for pond culture. Water quality is vital to survival and growth rate of the fish. We develop and produce a tool using the microcontroller to control dissolved oxygen sensors through network system. So, we storage data to analyze the long-term trends in water quality. Users can choose the way that system work automatically or through the command on web application to control the dissolved oxygen to level suitable for fish.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ด้วยความช่วยเหลือและการสนับสนุนของอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปานวิทย์ ธุวะนุติ ซึ่งได้ให้แนวทางทั้งเรื่องโครงงาน และให้คำปรึกษาในการแก้ไขปัญหาต่างๆในโครงงาน

ขอขอบคุณอาจารย์ประจำคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกท่าน ซึ่งเป็นผู้ให้ความรู้ทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศทั้งความรู้พื้นฐานและทฤษฎีเชิงลึกต่างๆ อันเป็นผลให้การดำเนินงานของโครงงานครั้งนี้ผ่านไปได้ด้วยดี และขอขอบคุณคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการทำโครงงาน

นอกจากนี้ทางคณะผู้จัดทำขอขอบคุณนายศรัณยู ลักขณาพันธ์ นักศึกษาจากคณะประมงมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สำหรับการติดต่อเรื่องการขอใช้ห้องทดลองน้ำ เป็นผู้ให้คำปรึกษาเกี่ยวกับหลักการของคุณภาพน้ำและวิธีการแก้ปัญหา นายพจน์พิชาญ พวงมาลี นักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่ให้คำปรึกษาเรื่องการออกแบบวงจร PCB และคำปรึกษาเรื่องอิเล็กทรอนิคส์ นายณัฐวุฒิ มาลี นักศึกษาคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่ให้ปรึกษาเรื่องการเขียนโปรแกรมและช่วยแก้ไขเมื่อเกิดปัญหา

กานต์ชนก สุริย์ฉาย

วศินนท์ รุ่งเวชวัฒน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ I

ABSTRACT II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญรูป VI

สารบัญตาราง VIII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา 2

1.3 สมมติฐานของการศึกษา 2

1.4 ทฤษฎีหรือแนวคิดที่ใช้ในโครงงาน 2

1.5 การเปรียบเทียบระหว่างวิธีการที่นำเสนอกับวิธีการแบบพื้นฐาน 3

1.6 ขอบเขตโครงงาน 3

1.7 ขั้นตอนของการศึกษา 4

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ 5

2.1 แนวคิด Internet of Things 5

2.2 โปรโตคอล MQTT 6

2.3 องค์ประกอบด้านฮาร์ดแวร์ 7

2.4 องค์ประกอบด้านซอฟต์แวร์ 13

2.5 หลักการเกี่ยวกับคุณภาพน้ำ 16

บทที่ 3 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ 20

3.1 ศึกษาระบบงานเดิม 20

3.2 ปัญหาที่พบในระบบปัจจุบัน 22

3.3 การวิเคราะห์ความต้องการระบบ 22

3.4 การวิเคราะห์และวิจารณ์ระบบที่ต้องการออกแบบ 23

3.5 บล็อกไดอะแกรม 24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.6 การออกแบบระบบใหม่ 25
3.7 การออกแบบระบบฐานข้อมูล 29
3.8 วงจรและรายละเอียดการทำงานของแต่ละวงจร 32

บทที่ 4 ผลการทดลอง 37
4.1 ส่วนของฮาร์ดแวร์ 37
4.2 ส่วนของซอฟต์แวร์ 44

บทที่ 5 สรุปผล 48
5.1 สรุปผลการทดลอง 48
5.2 ปัญหาและอุปสรรค 49
5.3 แนวทางการพัฒนาระบบในอนาคต 49

บรรณานุกรม 50

ประวัติผู้เขียน 51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	แนวคิด Internet of Things	5
2.2	หลักการทำงานของ โปรโตคอล MQTT	6
2.3	วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Mega 2560	7
2.4	วงจร Ethernet Shield รุ่น W5100	8
2.5	เซ็นเซอร์วัดค่าออกซิเจนละลายในน้ำ	9
2.6	เซ็นเซอร์วัดค่ากรด-ด่างแบบอนาล็อก	10
2.7	เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิแบบกันน้ำ	11
2.8	ภาพตารางแสดงค่าที่วัดได้จากเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิแบบกันน้ำ	11
2.9	เซ็นเซอร์วัดน้ำฝน	12
3.1	ตำแหน่งการจัดวางและทิศทางการถ่ายเทน้ำสำหรับบ่อเลี้ยงปลานิล	21
3.2	วิธีการตรวจวัด	21
3.3	อัตราการเจริญเติบโตของปลา	22
3.4	แสดง Block Diagram ของระบบ	24
3.5	แสดง Use Case Diagram ของระบบ	25
3.6	แสดง Database Design ของระบบ	29
3.7	วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Mega 2560	32
3.8	วงจร Ethernet Shield	32
3.9	การเชื่อมต่ออุปกรณ์ตรวจวัดออกซิเจนละลายในน้ำ	33
3.10	การเชื่อมต่ออุปกรณ์ตรวจวัดความเป็นกรด-ด่าง	33
3.11	การเชื่อมต่ออุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิ	34
3.12	การเชื่อมต่ออุปกรณ์ตรวจจับน้ำฝน	34
3.13	การเชื่อมต่ออุปกรณ์ควบคุมปัจจัยเกี่ยวกับออกซิเจนละลายในน้ำ	35
3.14	แสดงการออกแบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์ทั้งหมด	36
3.15	แสดงการออกแบบวงจรแผ่น PCB	36
4.1	แสดงการต่อระบบระหว่างเซ็นเซอร์กับวงจรควบคุม	37
4.2	แสดงหน้า Serial Monitor ในการเชื่อมต่อ Arduino กับ MQTT Broker	38
4.3	การทดสอบส่งข้อมูลจาก Arduino	38
4.4	ค่าออกซิเจนละลายในน้ำที่ได้จาก Serial Monitor	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.5	ค่าความเป็นกรด-ด่างที่ได้จาก Serial Monitor	39
4.6	ค่าอุณหภูมิที่ได้จาก Serial Monitor	40
4.7	ค่าตรวจจับน้ำฝนที่ได้จาก Serial Monitor	40
4.8	การอ่านค่าจากอุปกรณ์ตรวจสภาพแวดล้อม	41
4.9	การทดสอบอุปกรณ์ตรวจวัดค่าออกซิเจนละลายในน้ำ	42
4.10	การทดสอบอุปกรณ์ตรวจวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง	42
4.11	การทดสอบอุปกรณ์ตรวจวัดค่าอุณหภูมิ	43
4.12	การทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับน้ำฝน	43
4.13	การทดสอบส่งค่าเปิด-ปิด Relay	44
4.14	การวิเคราะห์และตัดสินใจเปิด-ปิด Relay	44
4.15	แสดงหน้าจอหลักของการเริ่มต้นการใช้งาน	45
4.16	แสดงหน้าจอหลักของระบบ	45
4.17	แสดงหน้าจอรายละเอียดเพิ่มเติมของอุปกรณ์	46
4.18	แสดงหน้าจอการเรียกดูบันทึกข้อมูลย้อนหลัง	46
4.19	แสดงหน้าจอการเรียกดูกราฟบันทึกข้อมูลย้อนหลัง	47
4.20	แสดงหน้าจอการเรียกดูตารางบันทึกข้อมูลย้อนหลัง	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 แสดงปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำที่มีผลกระทบต่อปลา 16
2.2 แสดงช่วงของความเป็นกรด-ด่างมีผลต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ 17
2.3 แสดงช่วงความกระด้างของน้ำ 18
2.4 แสดงเกณฑ์คุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงสัตว์น้ำ 19
3.1 แสดงคำอธิบายยูสเคสเรียกดูค่ากราฟ real-time 26
3.2 แสดงคำอธิบายยูสเคสเรียกดูค่ากราฟและตารางบันทึกข้อมูลย้อนหลัง 27
3.3 แสดงคำอธิบายยูสเคสสั่งการเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 28
3.4 แสดง Collection จัดเก็บข้อมูลของผู้ใช้งาน 30
3.5 แสดง Collection จัดเก็บข้อมูลของชุดอุปกรณ์ 30
3.6 แสดง Collection จัดเก็บข้อมูลของค่าตรวจวัดที่รับมาจากอุปกรณ์ 31
3.7 แสดง Collection จัดเก็บข้อมูลของสถานะเครื่องตีน้ำ 31
3.8 แสดง Collection จัดเก็บข้อมูลของความถี่การเรียกข้อมูล 31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบัน เกษตรกรทำฟาร์มเลี้ยงสัตว์น้ำต้องศึกษาวิธีการควบคุมคุณภาพน้ำกันอย่างจริงจัง จากคำกล่าวที่ว่า "ถ้าเลี้ยงปลาก็ต้องเลี้ยงน้ำด้วย" เปรียบเหมือนกับมนุษย์จะมีชีวิตอยู่ได้ต้องหายใจแลกเปลี่ยนออกซิเจนที่ปอด ปลาเองก็ต้องใช้ออกซิเจนเหมือนคน ต้องการออกซิเจนในน้ำผ่านเหงือก ถ้าออกซิเจนในน้ำน้อยลง คุณภาพน้ำลดลง ปลาก็ไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ ส่งผลต่ออัตราการรอดชีวิตและอัตราการเจริญเติบโต เกษตรกรต้องแบกรับค่าอาหารเท่าเดิมแต่ปลาเจริญเติบโตช้าลง ไม่ได้ขนาดพอที่จะนำออกขายก็จะกลายเป็นภาระของเกษตรกร

การเรียนรู้จากประสบการณ์ของเกษตรกรด้วยวิธีการต่างๆ ซึ่งกว่าจะเจอวิธีการที่ถูกต้องก็สร้างความเสียหายมาแล้วไม่น้อย ตั้งแต่ขั้นตอนการสูบน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติมาใช้ซึ่งต้องมาพักเพื่อปรับสภาพน้ำ ขั้นตอนการเตรียมบ่อเลี้ยง ต้องใช้เครื่องเติมอากาศตีน้ำเพื่อเพิ่มออกซิเจนจนกระทั่งขั้นตอนนำปลามาปล่อยลงบ่อ ซึ่งต้องตรวจวัดคุณภาพน้ำอยู่เสมอเพื่อรักษาระดับออกซิเจนในบ่อน้ำให้มีคุณภาพเหมาะสมสำหรับการเลี้ยงปลา โดยแต่ละฟาร์มนำเครื่องตรวจวัดคุณภาพน้ำที่แม่นยำมาใช้ ซึ่งอาจจะเกิดความผิดพลาดได้จากตัวผู้ใช้งานเอง เพราะต้องตรวจวัดและจดบันทึกค่าตามเวลาที่ฟาร์มกำหนดทุกๆกี่ชั่วโมง ทั้งเวลากลางวันและกลางคืน ยิ่งใช้คนจำนวนมากก็ยิ่งเกิดข้อผิดพลาดได้ง่าย ดังนั้น เพื่อให้การเลี้ยงปลาเป็นไปอย่างราบรื่น ไม่เกิดความเสียหาย ไม่ล้มเหลวและได้ผลผลิตที่มีคุณภาพ จะต้องตรวจวัดคุณภาพน้ำอยู่ตลอดเวลา จดบันทึกค่าแล้วนำไปทำเป็นกราฟสถิติเพื่อวิเคราะห์คุณภาพน้ำตลอดระยะการเลี้ยงจนกว่าปลาจะได้ขนาดที่ต้องการจำหน่าย จากการศึกษาและบทบาทสำคัญของเทคโนโลยีที่เพิ่มมากขึ้นในปัจจุบัน จึงนำแนวคิดเรื่อง Internet of Things มาช่วยในการตรวจวัดปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำสำหรับการทำฟาร์มเลี้ยงปลานิลในบ่อดินเพื่อใช้แก้ปัญหาที่มีอยู่เดิมและเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการให้มากขึ้น ทำให้เกิดแนวคิดการพัฒนาระบบที่จะช่วยตรวจวัดปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำแล้วนำข้อมูลที่ได้มาจัดเก็บเป็นค่าสถิติแสดงผลเป็นกราฟเพื่อใช้วิเคราะห์เปรียบเทียบ หากพบข้อมูลที่แสดงให้เห็นถึงปัญหาที่เกิดขึ้น ก็สามารถสั่งการแก้ไขปัญหาปรับสภาพแวดล้อมนั้นได้ทันที เพื่อให้การทำฟาร์มเลี้ยงปลานิลง่ายและมีประสิทธิภาพมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

วัตถุประสงค์เพื่อทำให้เกษตรกรทำฟาร์มเลี้ยงปลานิลสามารถจัดการควบคุมคุณภาพน้ำที่ง่ายขึ้น โดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีและอุปกรณ์ต่างๆ ซึ่งใช้หลักการจากแนวคิด Internet of Things กับ เครื่องมือตรวจวัดค่าต่างๆที่ใช้ควบคุมคุณภาพน้ำ มีระบบการตรวจวัดและเก็บค่าสถิติมาแสดงผลเป็นกราฟเพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญวิเคราะห์แนวโน้มคุณภาพน้ำตลอดระยะเวลาตั้งแต่การเตรียมบ่อเลี้ยง นำปลาลงบ่อ จนกระทั่งปลามีขนาดเหมาะสมที่จะจำหน่ายได้ และระบบสามารถแก้ไขปัญหาปรับปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำให้ดีขึ้นได้ทันเวลา เพื่อเพิ่มอัตราการรอดชีวิตและอัตราการเจริญเติบโต การใช้เทคโนโลยีอุปกรณ์ทำหน้าที่แทนคน ส่งผลให้สามารถลดจำนวนการใช้คนควบคุม ลดความเสี่ยงในการเกิดความผิดพลาดของข้อมูล และยังสามารถตรวจสอบได้ตลอดเวลา เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการดูแลจัดการ

1.3 สมมติฐานของการศึกษา

1) ใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Mega เป็นตัวกลางจะส่งค่าที่ได้จากเซ็นเซอร์ไปยัง Broker
2) เซ็นเซอร์วัดออกซิเจนละลายในน้ำ ความเป็นกรด-ด่าง และอุณหภูมิเป็นตัววัดคุณภาพน้ำเพราะมีความสัมพันธ์กัน ซึ่งส่งผลต่อการเจริญเติบโตมากที่สุด และมีมอเตอร์สั่งการเปิดเครื่องเติมอากาศแบบกังหันตีน้ำเมื่อค่าวัดออกซิเจนละลายในน้ำมีปริมาณน้อยลง
3) หน้าเว็บแอพพลิเคชั่นจะแสดงผลเป็นกราฟสถิติปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ ความเป็นกรด-ด่าง อุณหภูมิในน้ำตามเวลาเพื่อใช้วิเคราะห์คุณภาพน้ำระยะยาว
4) เครื่องควบคุมสามารถควบคุมเครื่องเติมอากาศแบบกังหันตีน้ำผ่านหน้าเว็บได้ และกำหนดให้อุปกรณ์นั้นทำงานแบบอัตโนมัติ หรือทำงานผ่านคำสั่งของผู้ใช้

1.4 ทฤษฎีหรือแนวคิดที่ใช้ในโครงงาน

โครงงานนี้ใช้แนวคิด Internet of Things ที่จะทำให้อุปกรณ์ต่างๆสามารถเชื่อมต่อกับระบบเครือข่าย และส่งข้อมูลต่างๆหากันได้ โดยนำ Internet of Things มาประยุกต์ใช้กับการตรวจสอบสภาพแวดล้อมในน้ำ โดยสั่งงานผ่านบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ที่เรียกว่า Arduino Mega ซึ่งจะมีเซ็นเซอร์วัดค่าสภาพน้ำ 3 ตัวหลักว่ามีค่าเท่าใด คือปริมาณออกซิเจนในน้ำ ความเป็นกรด-ด่าง และอุณหภูมิ เพื่อเก็บสถิติเป็นกราฟและดูข้อมูลย้อนหลังได้ รวมทั้งเซ็นเซอร์ตรวจจับน้ำฝนเพราะน้ำฝนทำให้สภาพน้ำผิดเพี้ยนไปจากความเป็นจริงก็จะต้องแจ้งให้ผู้ใช้ทราบ หากค่าออกซิเจนละลายในน้ำมีค่าต่ำกว่ามาตรฐาน บอร์ดคอนโทรลเลอร์จะสั่งการให้มอเตอร์ทำงานหมุนเครื่องเติมอากาศแบบกังหันตีน้ำเพื่อเพิ่มออกซิเจนในน้ำให้ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำกลับมาปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้ผู้ใช้ยังสามารถสั่งเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศแบบกังหันตีน้ำผ่านหน้าเว็บแอพพลิเคชั่นได้อีกด้วย

1.5 การเปรียบเทียบระหว่างวิธีการที่นำเสนอกับวิธีการแบบพื้นฐาน

จากการศึกษาการทำฟาร์มเลี้ยงปลานิลในปัจจุบัน นิยมใช้วิธีการเลี้ยงปลานิลในบ่อดิน โดยเกษตรกรจะใช้เครื่องมือการตรวจวัดค่าต่างๆเพื่อวิเคราะห์คุณภาพน้ำ เพื่อให้การเลี้ยงปลานิลเป็นไปอย่างราบรื่น ลูกปลามีอัตราการเจริญเติบโตตามระยะเวลาที่เหมาะสม มีอัตราการรอดสูง เกิดความเสียหายน้อยที่สุด เน้นอาศัยข้อมูลจากประสบการณ์ ความใส่ใจ และข้อมูลจากเครื่องตรวจวัด โดยการใช้คนจำนวนมากเพื่อให้สามารถดูแลอย่างทั่วถึงทุกบ่อ ตามช่วงเวลาที่แต่ละฟาร์มกำหนดความถี่สำหรับการตรวจวัดเช่น ทุกๆ 3 ชม. หรือ 6 ชม. แล้วนำข้อมูลที่ได้มาทำกราฟสถิติเพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการประมงวิเคราะห์แนวโน้มคุณภาพน้ำในระยะยาวจนกว่าจะได้ผลผลิตตามที่ต้องการ

วิธีการที่นำเสนอจะอาศัยข้อมูลจากอุปกรณ์เซ็นเซอร์ที่เป็นเครื่องมือตรวจวัดคุณภาพน้ำ แต่เปลี่ยนจากการตรวจวัดและจดบันทึกค่าโดยคนเป็นการใช้ระบบตรวจวัด เพื่อลดความผิดพลาดในการทำงาน และทำให้ค่าที่ได้เป็นมาตรฐานจากน้ำระดับเดียวกัน หากระบบพบความผิดปกติของข้อมูลหรือปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำต่ำกว่าที่กำหนดไว้ก็สามารถแก้ปัญหาได้รวดเร็วด้วยการเปิดเครื่องเติมอากาศได้อัตโนมัติ และยังทำให้การจัดการควบคุมปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำเป็นเรื่องง่ายจากทุกที่ทุกเวลา เพียงมีอุปกรณ์ที่รองรับการใช้งานเว็บบราวเซอร์และอยู่ในพื้นที่ที่มีอินเตอร์เน็ต

1.6 ขอบเขตโครงงาน

การออกแบบและพัฒนาระบบควบคุมปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำสำหรับเกษตรกรฟาร์มเลี้ยงปลานิล มีชุดอุปกรณ์ที่เป็นวงจรหลักใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Mega สำหรับควบคุมอุปกรณ์เซ็นเซอร์วัดค่าออกซิเจนละลายในน้ำ ความเป็นกรด-ด่าง และอุณหภูมิเพื่อตรวจวัดคุณภาพน้ำ แล้วจึงทำการเก็บข้อมูลเข้าระบบจัดการฐานข้อมูลแบบ NoSQL โดยจะนำค่าที่วัดได้มาวิเคราะห์และประมวลข้อมูลระดับคุณภาพน้ำ แสดงผลผ่านทางเว็บแอพพลิเคชั่นเพื่อให้ผู้ใช้สามารถเรียกดูกราฟค่าสถิติการตรวจวัดในแต่ละช่วงเวลา และข้อมูลสถานะของการแก้ไขปรับสภาพน้ำด้วยเครื่องเติมอากาศเพื่อนำมาวิเคราะห์คุณภาพน้ำในระยะยาว ถ้าหากค่าออกซิเจนละลายในน้ำต่ำกว่ามาตรฐานจะสามารถเปิดเครื่องเติมอากาศแบบอัตโนมัติ หรือผู้ใช้จะสั่งการควบคุมด้วยตัวเองก็ได้ ซึ่งระบบเว็บแอพพลิเคชั่นพัฒนาด้วยภาษา HTML5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.7 ขั้นตอนของการศึกษา

1) ศึกษาและวิเคราะห์วิธีการทำฟาร์มเลี้ยงปลานิล การเตรียมบ่อเลี้ยง และคุณภาพของน้ำที่ใช้สำหรับเลี้ยงปลานิล
2) ศึกษาและรวบรวมข้อมูลความสามารถด้านฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์
3) ออกแบบระบบโดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาและวิเคราะห์ โดยแยกการทำงานเป็นส่วนต่างๆ
4) พัฒนาโครงงาน
5) ทดสอบการทำงานของระบบทั้งด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์
6) บันทึกผลและตรวจสอบส่วนที่เกิดปัญหา
7) วิเคราะห์และสรุปผลการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 แนวคิด Internet of Things

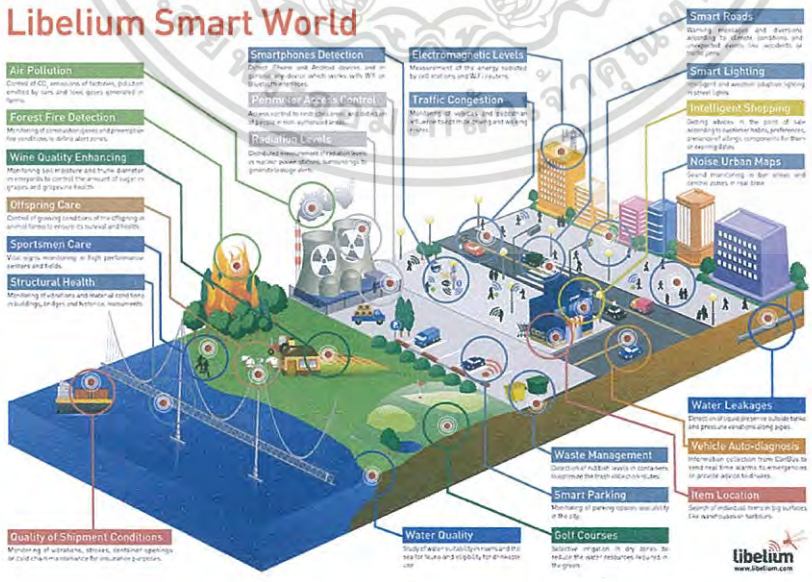
เป็นแนวคิดที่ทำให้อุปกรณ์ต่างๆ เช่น โทรศัพท์ ตู้เย็น โทรทัศน์ หลอดไฟ เชื่อมต่อกับระบบเครือข่ายเข้าไว้ด้วยกัน สามารถควบคุมและจัดเก็บสถานะ โดยทุกอุปกรณ์สามารถติดต่อสื่อสารกันได้

นิยามของ Internet of Things ที่เผยแพร่ในเอกสาร IEEE เมื่อ 27 May 2015

" An IoT is a network that connects uniquely identifiable " Things " to the Internet. The " Things " have sensing/actuation and potential programmability capabilities. Through the exploitation of unique identification and sensing, information about the " Thing " can be collected and the state of the " Thing " can be changed from anywhere, anytime, by anything. "

" เป็นเครือข่ายที่เชื่อมโยงอุปกรณ์ต่างๆ ที่สามารถระบุตัวได้อย่างแน่ชัดเข้ากับอินเตอร์เน็ต โดยอุปกรณ์ต่างๆนั้นสามารถตรวจจับ/ดำเนินการและมีความสามารถในการเขียนโปรแกรมได้อย่างมี ประสิทธิภาพ ข้อมูลและสถานะต่างๆของอุปกรณ์นั้น จะถูกเก็บรวมรวมและเปลี่ยนแปลงได้จากสิ่งไหนก็ในทุกที่ทุกเวลา "

(ที่มา http://iot.ieee.org/images/files/pdf/IEEE_IoT_Towards_Definition_Internet_of_Things_Revision1_27MAY15.pdf)



รูปที่ 2.1 แนวคิด Internet of Things

(ที่มา http://www.libelium.com/top_50_iot_sensor_applications_ranking)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 โปรโตคอล MQTT (Message Queue Telemetry Transport)

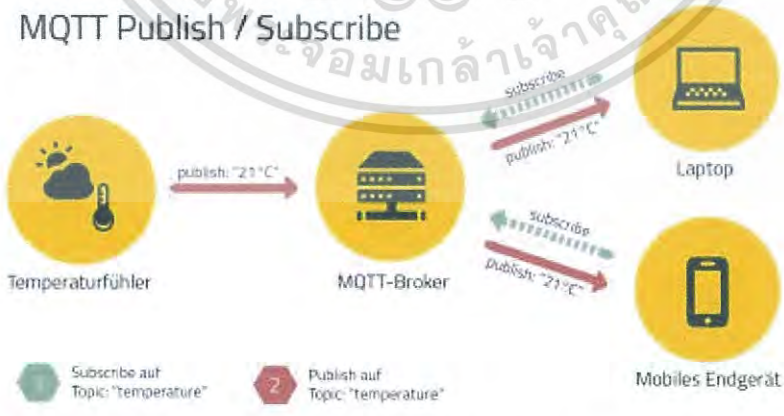
MQTT (Message Queue Telemetry Transport) เป็นโปรโตคอลทำให้อุปกรณ์กับอุปกรณ์สามารถติดต่อสื่อสารกันได้ ถูกออกแบบให้ทำงานบน TCP/IP Protocol port 1883 มีการใช้แบนด์วิดท์ต่ำเพราะมีขนาดข้อความที่ใช้ติดต่อสื่อสารมีขนาดเล็ก หลักการทำงานคล้าย WebSocket คือ ผู้ใช้สามารถรับข้อมูลมาประมวลผลได้โดยไม่จำเป็นต้องส่งคำร้องขอ (Request) ไปยังเซิร์ฟเวอร์ (Server) และเซิร์ฟเวอร์จะไม่มีการตอบกลับมา (Response) ทำให้ลดภาระการทำงานและยังลด Traffic ในเครือข่ายอีกด้วย

MQTT จะประกอบไปด้วย

- Broker ทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการรับ-ส่งข้อมูลต่างๆ
- Publisher ทำหน้าที่ส่งค่าต่างๆ ไปยัง Broker
- Subscriber ทำหน้าที่เป็นตัวที่คอยข้อมูลจาก Broker โดยจะรับข้อมูลตามหัวข้อที่เรากำหนดไว้

ข้อดีของ MQTT Protocol

- มีขนาดเล็กคือ ขนาดข้อความที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารมีขนาดเล็ก ทำให้ใช้เวลาเชื่อมต่อและส่งข้อมูลทำได้อย่างรวดเร็ว
- น่าเชื่อถือเพราะมีการทำ QoS (Quality of Service) การประกันคุณภาพในการรับส่งข้อมูล
- เรียบง่ายเพราะมีหลักการทำงานที่ง่ายคือ Connect -> Publish -> Subscribe



รูปที่ 2.2 หลักการทำงานของ โปรโตคอล MQTT (Message Queue Telemetry Transport)
(ที่มา http://www.visualnet.inf.br/imagens/b4a/MqttScheme1.jpg)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 องค์ประกอบด้านฮาร์ดแวร์

2.3.1 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino รุ่น Mega 2560 R3

รูปที่ 2.3 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Mega 2560
(ที่มา http://o.lnwfile.com/_/o/_raw/zj/tu/rj.jpg)

เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ทำงานบนพื้นฐาน ATmega2560 และชิป CH340 โดยใช้ภาษา C ในการเขียนโปรแกรม ออกแบบให้ใช้งานง่าย ทั้งสามารถรับค่าได้ทั้ง Analog และ Digital และยังสามารถเชื่อต่อกับคอมพิวเตอร์แบบ USB เปลี่ยนให้สะดวกแก่การเขียนโปรแกรม สามารถใช้งานได้บน Windows, Mac OSX และ Linux เป็น Open Source ทำให้สามารถนำไปในพัฒนาต่อได้สะดวกมากขึ้น

รายละเอียดและองค์ประกอบของไมโครคอนโทรลเลอร์

- Microcontroller ATmega2560
- Operating Voltage 5V
- Digital I/O Pins 54 (14 provide PWM output , 4 UART TTL)
- Analog Input Pins 16
- Flash Memory 256 KB of which 8 KB used by bootloader
- SRAM 8 KB
- EEPROM 4 KB
- Clock Speed 16 MHz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 วงจร Ethernet Shield รุ่น W5100

รูปที่ 2.4 วงจร Ethernet Shield รุ่น W5100
(ที่มา http://o.lnwfile.com/_/o/_raw/h3/4g/in.jpg)

Shield ตัวนี้เสียบกับบอร์ด Arduino จะทำให้สามารถเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตจากภายนอกได้ผ่านทางช่องสายแลน และยังมีช่องใส่ SD Card เพื่อเก็บข้อมูลได้ สามารถใช้งานได้กับ Arduino รุ่น UNO และ MEGA

รายละเอียดเบื้องต้นของวงจร

- Requires and Arduino board (not included)
- Operating voltage 5V (supplied from the Arduino Board)
- Ethernet Controller: W5100 with internal 16K buffer
- Connection speed: 10/100Mb
- Connection with Arduino on SPI port

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 เซ็นเซอร์วัดค่าออกซิเจนละลายในน้ำ (Dissolved Oxygen Sensor)

รูปที่ 2.5 เซ็นเซอร์วัดค่าออกซิเจนละลายในน้ำ (Dissolved Oxygen Sensor)
(ที่มา https://cdn.sparkfun.com//assets/parts/6/7/5/3/11194-05a.jpg)

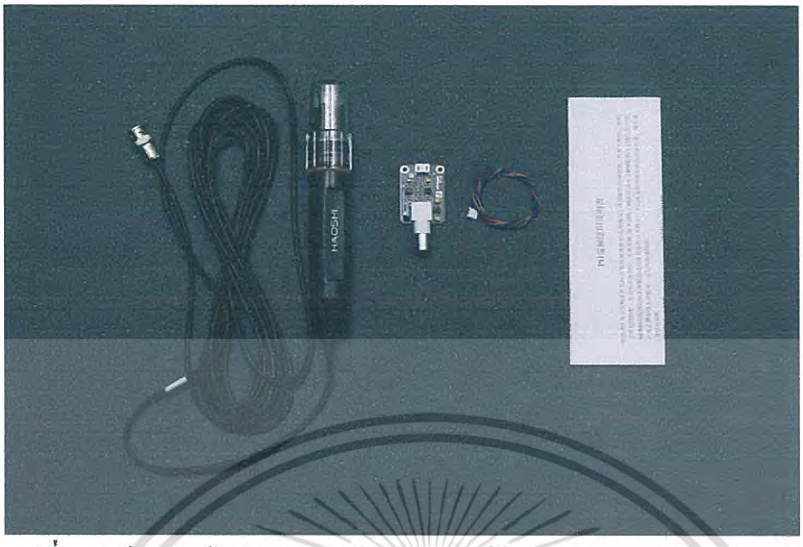
เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับวัดค่าออกซิเจนละลายในน้ำ โดยค่านั้นจะสามารถบ่งบอกได้ว่าปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ ณ ตอนนั้นเป็นอย่างไร ถ้าได้ค่าน้อยกว่ามาตรฐานแสดงว่าน้ำมีคุณภาพต่ำ โดย Probe จะมีเมมเบรนเป็นเยื่อที่ให้ผ่านได้เฉพาะออกซิเจน ออกซิเจนที่ผ่านไปนั้นจะถูกใช้ที่แคโธด ก่อให้เกิดกระแสไฟฟ้าในโพรบ แล้ววงจรจะทำการคำนวณค่าจะส่งไปยังวงจรควบคุม ค่าที่วัดได้จะแสดงออกมาในรูปของตัวเลขฐานสิบ

คุณสมบัติของเซ็นเซอร์วัดค่าออกซิเจนละลายในน้ำ

- ค่าที่ได้เป็นหน่วย mg/L
- ค่าที่ได้เป็นทศนิยม 2 ตำแหน่ง
- สามารถวัดได้ตั้งแต่ 0-20mg/L
- ใช้ได้ในอุณหภูมิสูงสุด 50 องศาเซลเซียส
- สามารถใช้ได้ในทั้งน้ำจืด น้ำเค็มและน้ำกร่อย
- ค่าความคาดเคลื่อนอยู่ที่ +/- 0.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4 เซ็นเซอร์วัดค่ากรด-ด่างแบบอนาล็อก (Analog pH Meter Pro)



รูปที่ 2.6 เซ็นเซอร์วัดค่ากรด-ด่างแบบอนาล็อก (Analog pH Meter Pro)
(ที่มา http://image.dfrobot.com/image/cache/data/SEN0169/53AU3732-900x600.jpg)

เป็นอุปกรณ์วัดค่ากรด-ด่างแบบ Analog ออกแบบมาเพื่อใช้กับ Arduino Controller โดยสามารถวัดค่าได้ในช่วง 0 – 14 หลักการทำงานคือ วัดค่าความต่างศักย์ของไอออนในสารละลายระหว่าง Glass Electrode เทียบกับค่าอ้างอิงของอิเล็กโทรด โดย Output ที่ได้จาก Probe จะเป็น Millivolts แล้วจะส่งค่าผ่านวงจรเพื่อแปลงเป็นค่าความเป็นกรด-ด่าง

คุณสมบัติของเซ็นเซอร์วัดค่ากรด-ด่างแบบอนาล็อก

- สามารถวัดค่าได้ตั้งแต่ pH 0 - 14
- สามารถวัดได้ในอุณหภูมิตั้งแต่ช่วง 0 - 60 องศาเซลเซียส
- Probe จะรับค่าเป็น Millivolts แล้ววงจรจะหาความสัมพันธ์กับค่า pH
- ค่าความคาดเคลื่อนอยู่ที่ +/- 0.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.5 เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิแบบกันน้ำ รหัส DS18b20 (Water Temperature Sensor DS18B20)

รูปที่ 2.7 เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิแบบกันน้ำ รหัส DS18b20(Water Temperature Sensor DS18B20)
(ที่มา https://www.intellihome.be/media/catalog/product/cache/4/image/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/d/s/ds18b20waterproof.jpg)

เป็นอุปกรณ์วัดค่าอุณหภูมิโดยส่งค่าเป็น Digital ส่งค่าได้ตั้งแต่ 9 ถึง 12 บิต แล้วแปลงเป็นค่าอุณหภูมิ โดยสามารถรับค่าได้ตั้งแต่ -55 ถึง 125 องศาเซลเซียส

TEMPERATURE	DIGITAL OUTPUT (Binary)	DIGITAL OUTPUT (Hex)
+125°C	0000 0111 1101 0000	07D0h
+85°C	0000 0101 0101 0000	0550h*
+25.0625°C	0000 0001 1001 0001	0191h
+10.125°C	0000 0000 1010 0010	00A2h
+0.5°C	0000 0000 0000 1000	0008h
0°C	0000 0000 0000 0000	0000h
-0.5°C	1111 1111 1111 1000	FFF8h
-10.125°C	1111 1111 0101 1110	FF5Eh
-25.0625°C	1111 1110 0110 1111	FF6Fh
-55°C	1111 1100 1001 0000	FC90h

*The power on reset register value is +85°C.

รูปที่ 2.8 ภาพตารางแสดงค่าที่วัดได้จาก เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิแบบกันน้ำ รหัส DS18b20
(ที่มา https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS18B20.pdf)

คุณสมบัติของเซนเซอร์วัดอุณหภูมิแบบกันน้ำ รหัส DS18B20

- สามารถใช้ในอุณหภูมิตั้งแต่ช่วง -55 ถึง 125 องศาเซลเซียส
- สายยาว 100 เซนติเมตร
- ค่าความคาดเคลื่อนอยู่ที่ +/- 0.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.6 เซ็นเซอร์วัดน้ำฝน (Rain / Water Detection Sensor)

รูปที่ 2.9 เซ็นเซอร์วัดน้ำฝน (Rain / Water Detection Sensor)
(ที่มา http://www.campuscomponent.in/sensor.html)

อุปกรณ์ตรวจจับน้ำฝน ให้ค่าออกมาเป็นแบบดิจิตอล หรือให้ค่ามาเป็นอนาล็อกได้ตามต้องการ และสามารถปรับค่าความต้านทานได้

คุณสมบัติของเซนเซอร์วัดน้ำฝน

- สามารถปรับค่าความไวในการตรวจจับได้
- ใช้ไฟ 5V
- สามารถให้ค่าได้ทั้ง Analog และ Digital
- Analog รับค่าได้ตั้งแต่ 0-1024
- Digital รับค่าเป็น 0 และ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 องค์ประกอบด้านซอฟท์แวร์

2.4.1 Arduino Programming

การเขียนโปรแกรมลงบน Arduino นั้น สามารถเขียนด้วยโปรแกรมที่ชื่อว่า Arduino IDE (IDE ย่อมาจาก Integrated Development Environment) โดยใช้งานได้ทั้ง Windows ,Linux ,Mac OS X ภาษาของ Arduino จะอ้างอิงตามภาษา C/C++ โครงสร้างของโปรแกรม Arduino แบ่งเป็นสองส่วนคือ void setup() และ void loop()

2.4.1.1) ส่วนของฟังก์ชั่น setup()

ฟังก์ชั่นนี้จะเป็นส่วนเริ่มต้นของโปรแกรม ทำงานเมื่อเปิดโปรแกรมเริ่มต้นเพียงครั้งเดียว ใช้เพื่อกำหนดตัวแปร โหมดการทำงานของอินพุทและเอ้าท์พุทต่างๆ ฯลฯ

2.4.1.2) ส่วนของฟังก์ชั่น loop()

ฟังก์ชั่นส่วนนี้จะทำงานตามฟังก์ชั่นวนต่อเนื่องตลอดเวลา ภายในฟังก์ชั่นจะมีโปรแกรมที่ผู้ใช้กำหนดขึ้นมา เพื่อรับค่าจากพอร์ต ทำการประมวลผล แล้วสั่งงานขาเอ้าท์พุทนั้นๆ เพื่อควบคุมการทำงาน

2.4.2 ภาษา HTML5

HTML5 เป็นภาษาที่ถูกพัฒนาต่อมาจากภาษา HTML โดยได้มีการปรับเพิ่ม Feature ใหม่อย่าง การรองรับไฟล์เสียงและวิดีโอ การเพิ่มความสามารถของ Form ต่างๆ เช่น Input Type, Attribute, Element ซึ่ง HTML5 จะมี Script ใหม่มาแทน Script เดิม ทำให้เขียนโค้ดได้สั้นลงเพื่อให้ผู้พัฒนาสามารถใช้งานได้ง่ายขึ้น และสามารถแก้ไข Content ผ่านทางหน้าเว็บได้

ข้อดีของ HTML5

- สามารถรองรับอุปกรณ์ได้หลากหลาย เพราะสามารถแสดงผลได้กับทุก Web Browser
- สามารถแสดงผลข้อมูลประเภทมัลติมีเดีย โดยไม่ต้องใช้ปลั๊กอินพิเศษ
- ทำงานควบคู่กับ CSS3 ได้ดี ช่วยให้การออกแบบเว็บไซต์ต่างๆสวยงามมากขึ้น

ข้อแตกต่างจาก HTML

- Doctype ไม่ต้องกำหนดเวอร์ชั่น เพื่อให้นำไปใช้กับเวอร์ชั้นอื่นๆได้
- การกำหนดภาษาของหน้าเว็บไซด์ง่ายขึ้น
- รองรับไฟล์เสียงและวิดีโอ โดยไม่ต้องใช้ Embed Code
- มีการเก็บข้อมูลไว้ที่เครื่องของผู้ใช้ เพื่อการจัดการที่ดีขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 ภาษา CSS3

CSS ย่อมาจาก Cascading Style Sheet คือภาษาที่ใช้เป็นส่วนของการจัดรูป หน้าตาการแสดงผล HTML เช่น ขนาดอักษร สีอักษร พื้นหลัง จัดการเลย์เอ้าท์ให้สวยงาม เป็นต้น ปัจจุบันพัฒนาถึงเวอร์ชั่นที่ 3

ข้อดีของ CSS

- มีความยืดหยุ่นสูง เพื่อง่ายต่อการทำในอนาคต
- สามารถจัดตำแหน่งของเลย์เอ้าท์ได้อย่างละเอียด แม่นยำ
- สามารถกำหนดแยกไว้จากไฟล์เอกสาร HTML และสามารถนำมาใช้ร่วมกับเอกสารหลายไฟล์ได้ ทำให้เวลาแก้ไขเพียงจุดเดียวก็มีผลลัพธ์ทั้งหมดได้

2.4.4 ภาษา JavaScript

เป็นภาษาที่เป็น Script ที่อยู่ในเว็บไซต์ (ใช้ร่วมกับ HTML) เพื่อให้เว็บไซต์ดูมีการเคลื่อนไหว ตอบสนองผู้ใช้งานได้มากขึ้น น่าสนใจมากขึ้น และยังสามารถสร้างเว็บไซต์ได้ตรงตามต้องการ ซึ่งทำงานในลักษณะ Interpret นั้นคือการทำทีละบรรทัด

ข้อดีของ JavaScript

- เป็นภาษาที่ใช้ทรัพยากรเครื่องน้อยมาก เพราะ JavaScript จะประมวลผลที่ฝั่งของผู้ใช้ ลดการทำงานของเซิร์ฟเวอร์ได้
- JavaScript เป็น Script Language ใช้งานได้ง่าย ผู้ใช้ไม่ต้องมีพื้นฐานด้านโปรแกรมมากนัก
- ทำให้เว็บไซต์ดูมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้มากขึ้น ส่งผลต่อความน่าสนใจของเว็บไซต์
- ถูกออกแบบมาให้ทำงานร่วมกับ HTML ทำให้สะดวกต่อการใช้งาน

2.4.5 ฐานข้อมูล NoSQL

NoSQL ย่อมาจาก Not Only SQL เป็นแนวทางสำหรับการจัดการฐานข้อมูลและการออกแบบฐานข้อมูลโดยไม่ใช่ภาษา SQL ไม่มีโครงสร้างตายตัว ไม่มีความสัมพันธ์

ข้อดี

- เหมาะสำหรับระบบที่ทำงานแบบ Real Time
- สามารถขยายระบบได้ง่าย
- รองรับข้อมูลขนาดใหญ่
- มีความยืดหยุ่นสูง
- เป็น Open Source สามารถนำมาใช้ได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย

ข้อเสีย

- ยังเป็นเทคโนโลยีใหม่ซึ่งยังมีผู้ใช้น้อย ส่งผลให้การแบ่งปันวิธีการแก้ปัญหาหรือข้อมูลต่างๆยังน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.6 Node.js

คือ Framework ใช้ภาษา JavaScript ที่ทำงานอยู่ในส่วนของเบื้องหลัง (ก็คืองานที่ประมวลผลอยู่ในฝั่งของ Server) ใช้ Compiler ที่ชื่อว่า JavaScript engine V8 ซึ่ง Google เป็นผู้พัฒนาขึ้นมาเอง นอกจากนี้ยังมีส่วนเสริมที่ชื่อว่า Node Package Management ทำให้สามารถดาวน์โหลด Package ต่างๆมาต่อยอดทำให้ทำงานสะดวกขึ้น และยังมีการทำงานแบบ Non-Blocking I/O หรือ Asynchronous คือภาษาที่คำสั่งจะทำงานโดยที่ไม่มีการรอผลลัพธ์ แต่จะทำงานต่อไปทันที

ข้อดี

- ทำงานได้เร็วกว่า PHP เหมาะสำหรับการรับข้อมูลแบบ Real Time
- มี Node Package Management ทำให้มี Tools ต่างๆ ให้ใช้งาน สะดวกต่อการพัฒนาโปรแกรม
- เรียนรู้ง่ายเพราะใช้ Syntax เหมือน JavaScript

ข้อเสีย

- ยังเป็นสิ่งใหม่ ทำให้ยังมี Tutorial ไม่มาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 หลักการเกี่ยวกับคุณภาพน้ำ

2.5.1 ออกซิเจนละลายในน้ำ (Dissolved Oxygen)

ค่าออกซิเจนละลายในน้ำมีความสำคัญต่ออัตราการรอดชีวิตของสัตว์น้ำมากที่สุด การขาดแคลนออกซิเจนในน้ำหรือมีปริมาณออกซิเจนไม่เพียงพอ ถึงแม้ว่าจะไม่ต่ำถึงขั้นทำให้สัตว์น้ำตาย แต่มีผลต่อการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ โดยเฉลี่ยปริมาณออกซิเจนในรอบวันไม่ควรต่ำกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตร ถ้าต่ำกว่านี้จะทำให้สัตว์น้ำมีอัตราการเจริญเติบโตที่ช้าลง เริ่มส่งผลต่อพฤติกรรมของสัตว์น้ำ เช่น การสืบพันธุ์

ปริมาณออกซิเจนที่มีผลกระทบต่อปลามีดังนี้

ตารางที่ 2.1 แสดงปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำที่มีผลกระทบต่อปลา

0 - 0.30 มิลลิกรัมต่อลิตร	ปลาขนาดเล็กมีชีวิตรอดในระยะเวลาสั้นๆ
0.31 - 2.00 มิลลิกรัมต่อลิตร	เป็นอันตรายต่อปลา หากอยู่ในสภาวะนี้นานๆ
2.10 - 4.00 มิลลิกรัมต่อลิตร	เจริญเติบโตช้าและติดเชื้อโรคได้ง่าย
5.00 มิลลิกรัมต่อลิตรขึ้นไป	เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปลา

ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำที่เหมาสมต่อการเลี้ยงปลานิล ไม่ควรต่ำกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งควรระมัดระวังมากในช่วงเวลาที่ไม่แสงแดด ซึ่งออกซิเจนจะถูกใช้อย่างต่อเนื่องและไม่มีการผลิตเพิ่ม ซึ่งในช่วงเช้าก่อนพระอาทิตย์ขึ้นค่าออกซิเจนละลายในน้ำจะมีค่าต่ำที่สุด อาจทำให้ปลามีอาการลอยหัวได้ จึงต้องมีการเติมอากาศโดยการเปิดเครื่องตีน้ำเพื่อเพิ่มออกซิเจน

2.5.2 ความเป็นกรด-ด่าง (pH)

หมายถึงปริมาณความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนที่มีอยู่ในน้ำในบ่อเลี้ยงปลา จะมีค่าเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ทั้งในเวลากลางวันและกลางคืน และมีค่าแปรผันตามปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ เนื่องจากแพลงก์ตอนพืชในน้ำเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมี ในช่วงที่ค่าออกซิเจนละลายในน้ำต่ำ เป็นช่วงเวลากลางคืนที่แพลงก์ตอนต้องใช้ออกซิเจนแล้วคายคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา จากนั้นคาร์บอนไดออกไซด์จะทำปฏิกิริยาทางเคมีกับน้ำได้ผลผลิตเป็นกรดคาร์บอนิก ทำให้น้ำเป็นกรด pH จึงต่ำ ในขณะเดียวกัน ในช่วงที่ค่าออกซิเจนละลายในน้ำสูง ปฏิกิริยาทางเคมีที่เกิดขึ้นจะส่งผลให้ pH สูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ช่วงของความเป็นกรด-ด่างมีผลต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ดังนี้

ตารางที่ 2.2 แสดงช่วงของความเป็นกรด-ด่างมีผลต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

ค่าเท่ากับหรือน้อยกว่า 4.0	จุดอันตรายที่ทำให้สัตว์น้ำตายได้
ค่าระหว่าง 4.0-6.0	สัตว์น้ำบางชนิดอาจไม่ตายแต่มักจะทำให้ได้รับผลผลิตต่ำ เนื่องจากมีการเจริญเติบโตช้า และทำให้การสืบพันธุ์หยุดชะงัก
ค่าระหว่าง 6.5-9.0	เป็นระดับที่เหมาะสมแก่การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ
ค่าระหว่าง 9.0-11.0	ไม่เหมาะแก่การดำรงชีวิตหากสัตว์น้ำต้องอาศัยอยู่เป็นเวลานานจะทำให้ผลผลิตต่ำ
ค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 11.0	เป็นพิษต่อสัตว์น้ำ

ช่วงความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงปลานิล คือช่วง 6.5-8.3 โดยมากจะพบปัญหาน้ำที่เป็นกรด ซึ่งสามารถแก้ได้โดยการเติมปูนขาว

2.5.3 อุณหภูมิ (Temperature)

อุณหภูมิของน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติอยู่ในช่วงระหว่าง 23-32 องศาเซลเซียส ซึ่งปลานิลเป็นสัตว์เลือดเย็นไม่สามารถปรับควบคุมอุณหภูมิของร่างกายให้คงที่เหมือนสัตว์เลือดอุ่นได้ ซึ่งอุณหภูมิจะเป็นตัวกำหนดกระบวนการทางชีวเคมีของปลานิล เพราะจะส่งผลต่ออัตราการกิน อัตราการใช้ออกซิเจน และอัตราการขับแอมโมเนียออกจากตัว เมื่ออยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูงกระบวนการต่างๆของปลาจะสูงขึ้น และเมื่ออยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิต่ำกระบวนการต่างๆนั้นก็จะต่ำลง ทำให้ปลาเกิดความเครียดหรืออาจจะทำให้ปลาตายได้

ระดับอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับบ่อเลี้ยงปลานิล คือ 25-32 องศาเซลเซียส

2.5.4 ความขุ่น (Turbidity)

ความขุ่นของน้ำมาจากตะกอนดินที่เป็นสารแขวนลอยอยู่ในน้ำ ทำให้แสงส่องผ่านได้เพียงแค่ผิวน้ำ ไม่สามารถส่องลงไปได้ลึก จึงทำให้แพลงก์ตอนพืชที่อยู่บริเวณใต้ผิวน้ำไม่สามารถสังเคราะห์แสงได้และส่งผลต่อปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ แหล่งน้ำใดมีค่าความโปร่งใสอยู่ระหว่าง 30-60 เซนติเมตร ถือว่ามีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ ถ้าความโปร่งแสงของน้ำเพิ่มขึ้น แสดงว่าขาดปุ๋ยที่เป็นอาหารของแพลงก์ตอนพืช หรือมีแพลงก์ตอนสัตว์หรือสิ่งมีชีวิตที่กินแพลงก์ตอนพืชมากเกินไป ถ้าความโปร่งแสงของน้ำลดลง แสดงว่าใช้สารอินทรีย์ในปริมาณมาก ซึ่งอาจทำให้เกิดการขาดออกซิเจนได้

ความขุ่นที่เหมาะสมสำหรับบ่อเลี้ยงปลานิลอยู่ระหว่าง 30-60 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

146201

2.5.5 ความกระด้างของน้ำ (Hardness)

ความกระด้างของน้ำเกิดจากปริมาณของเกลือแคลเซียมและแมกนีเซียมที่ละลายอยู่ในน้ำ ซึ่งมีผลต่ออัตราการเจริญเติบโต ดังนั้น น้ำกระด้างปานกลางหรือน้ำกระด้างมากจะเหมาะสมกับการเลี้ยงสัตว์น้ำมากกว่าน้ำอ่อน โดยเฉพาะน้ำฝน

ตารางที่ 2.3 แสดงช่วงความกระด้างของน้ำ

ความกระด้าง 1 - 20 มิลลิกรัมต่อลิตร	น้ำอ่อน
ความกระด้าง 21 - 60 มิลลิกรัมต่อลิตร	น้ำอ่อนปานกลาง
ความกระด้าง 61 - 120 มิลลิกรัมต่อลิตร	น้ำกระด้างปานกลาง
ความกระด้าง 181 มิลลิกรัมต่อลิตร	น้ำกระด้างมาก

ค่าความกระด้างของน้ำในบ่อปลานิลควรอยู่ระหว่าง 15-300 มิลลิกรัมต่อลิตร ถ้าความกระด้างของน้ำมีค่าต่ำกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร จะส่งผลให้ปลามีการเจริญเติบโตช้า และอาจตายได้

2.5.6 ความโปร่งใส (Transparency)

ความโปร่งใสของบ่อปลานิล ควรอยู่ในช่วงระหว่าง 30-60 เซนติเมตร หากสังเกตได้ว่าน้ำในบ่อมีสีเข้มจัด ควรเปลี่ยนถ่ายน้ำออกแล้วจึงเติมน้ำใหม่เข้ามาเพื่อลดความเข้มของน้ำลง

2.5.7 ความเป็นด่าง (Alkalinity)

ความเป็นด่างหมายถึงคุณภาพน้ำที่เป็นกลาง เนื่องจากมีสารประกอบต่างๆที่มีความเป็นด่างละลายอยู่ในน้ำเป็นส่วนมาก และเป็นตัวช่วยควบคุมไม่ให้ความเป็นกรด-ด่างเปลี่ยนแปลงมากเกินไป

ความเป็นด่างที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงปลานิลอยู่ระหว่าง 100-200 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.5.8 แอมโมเนีย

สารประกอบไนโตรเจนเกิดจากกระบวนการย่อยสลายของเสียจากเศษอาหารหรือมูลต่างๆ ซึ่งเป็นอันตรายต่อปลามาก โดยพิษของแอมโมเนียจะส่งผลกระทบต่อกระบวนการหายใจและกระบวนการขับของเสีย ทำให้ปลาไม่มีภูมิต้านทานโรค และเป็นสาเหตุให้ติดเชื้อได้ง่าย

ปริมาณแอมโมเนียสำหรับบ่อเลี้ยงปลานิลไม่ควรเกิน 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางเกณฑ์คุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงสัตว์น้ำ

ตารางที่ 2.4 แสดงเกณฑ์คุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงสัตว์น้ำ

ดัชนี	ค่ามาตรฐาน	ลักษณะ /อาการผิดปกติที่สังเกตได้	การแก้ไขเมื่อค่าต่ำกว่ามาตรฐาน	การแก้ไขเมื่อค่าสูงกว่ามาตรฐาน
ออกซิเจนละลายในน้ำ (DO)	ไม่น้อยกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตร	- ปลาลอยขึ้นมาฮุบอากาศ - ปลากินอาหารน้อยลง	พ่นน้ำไปในอากาศ	-
ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	6.5-9	ถ้า pH ต่ำมากน้ำจะใส	เติมปูนขาว	เพิ่มระดับน้ำ, เปลี่ยนถ่ายน้ำ
อุณหภูมิ	23-32 °C	- มือจุ่มน้ำสัมผัสร้อนหรือเย็นจนเกินไป - ปลากินอาหารน้อยลง	ลดระดับน้ำ	ทำร่มเงาให้บ่อ
ความโปร่งใส	30-60 ซม.	น้ำสีเข้มจัด	เปลี่ยนถ่ายน้ำ	เติมปุ๋ย, ปูนขาว
ของแข็งตกตะกอน	ไม่มากกว่า 25 มิลลิกรัมต่อลิตร	น้ำขุ่นมาก	-	ตักออกหรือกรอง
ความเป็นด่าง	100-200 มิลลิกรัมต่อลิตร	-	เติมปูนขาว	พักน้ำและติดตั้งเครื่อง/บ่อกรอง
ความกระด้าง	75-300 มิลลิกรัมต่อลิตร	-	เติมปูนขาว	พักน้ำและติดตั้งบ่อกรอง
แอมโมเนียรวม	ไม่มากกว่า 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร	ปลาจะกินอาหารน้อยลง และเคลื่อนไหวช้าลง	-	เปลี่ยนถ่ายเทน้ำ, ทำความสะอาดก้นบ่อ, พ่นน้ำไปในอากาศ

จากตาราง จะใช้ค่าออกซิเจนละลายในน้ำ (DO), ความเป็นกรด-ด่าง (pH) และอุณหภูมิในการควบคุมคุณภาพน้ำสำหรับทำฟาร์มเลี้ยงปลานิล ส่วนค่าอื่นเป็นค่าที่เปลี่ยนแปลงน้อยในช่วงของการเลี้ยง เพราะช่วงระหว่างการเลี้ยงต้องเติมอากาศด้วยกังหันตีน้ำอย่างสม่ำเสมอ ถ้าตรวจสอบค่าหลัก 3 ค่า คือค่าออกซิเจนละลายในน้ำ, ความเป็นกรด-ด่าง และอุณหภูมิอยู่ตลอดเวลาก็จะสามารถประเมินความเสี่ยงของค่าอื่นๆได้ด้วย เช่น ค่าแอมโมเนียจะเริ่มสูงขึ้นในสภาพที่ค่าออกซิเจนละลายในน้ำต่ำและระดับความเป็นกรด-ด่างสูง ดังนั้นค่าอื่นๆจึงถือว่าไม่ส่งผลต่ออัตราการเจริญเติบโตและการอยู่รอดของปลานิลโดยตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

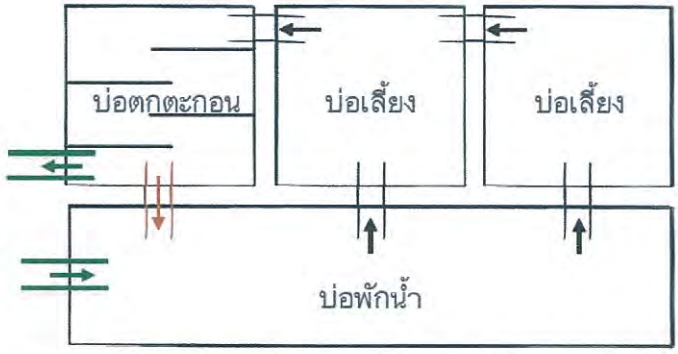
3.1 ศึกษาระบบงานเดิม

การทำฟาร์มเลี้ยงปลานิลในบ่อดิน ต้องทำความเข้าใจก่อนว่าคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงมีความสำคัญที่สุดเพราะจะส่งผลกระทบต่ออัตราการรอดชีวิตและอัตราการเจริญเติบโตของปลานิล ซึ่งค่าที่ใช้ตรวจวัดและส่งผลกระทบเร็วที่สุดมี 3 ค่าหลัก คือ ค่าออกซิเจนละลายในน้ำ (DO), ความเป็นกรด-ด่าง (pH) และอุณหภูมิ หลังจากเตรียมบ่อเลี้ยงและปล่อยน้ำเข้าเพื่อรอลงลูกปลาแล้ว จะต้องตรวจวัดค่าและเพิ่มออกซิเจนจนกว่าปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำจะเหมาะสมสำหรับการเลี้ยงปลาจึงจะนำลูกปลามาปล่อยลงบ่อ ซึ่งค่าออกซิเจนละลายในน้ำ (DO) ที่เหมาะสมสำหรับสัตว์น้ำจะต้องไม่ต่ำกว่า 4 mg/L แต่ค่าออกซิเจนละลายในน้ำในหนึ่งวันจะมีช่วงเวลาที่สูงสุดและต่ำสุด สาเหตุมาจากแพลงก์ตอนพืชในน้ำถือเป็นอีกปัจจัยที่สำคัญ เพราะในเวลากลางวันแพลงก์ตอนได้รับแสงแดดจะสังเคราะห์แสงและคายออกซิเจน ทำให้ค่าออกซิเจนละลายในน้ำเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะในช่วงบ่ายแสงแดดมีปริมาณมากกว่าปกติ ค่าออกซิเจนละลายในน้ำอาจสูงถึง 10-12 mg/L ซึ่งไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องเติมอากาศ แต่ในทางกลับกัน ในเวลากลางคืนเป็นช่วงเวลาที่ไม่มีแสงแดดแพลงก์ตอนในน้ำจะใช้ออกซิเจนและปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา ออกซิเจนก็จะถูกใช้ไป รวมถึงในน้ำจะมีปฏิกิริยาย่อยสลายของเสียตลอดเวลาซึ่งให้ผลผลิตเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา ทำให้ค่าออกซิเจนละลายในน้ำยิ่งต่ำลง หากค่าออกซิเจนละลายในน้ำต่ำกว่า 3 mg/L และมีแนวโน้มจะต่ำลงเรื่อยๆ จากการใช้ออกซิเจนอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานาน และจะต่ำที่สุดช่วง 6 โมงเช้า(ก่อนพระอาทิตย์ขึ้น) เพราะออกซิเจนถูกใช้มาตลอดทั้งคืนและยังไม่ได้รับแสงแดด ถ้าไม่แก้ไขด้วยการเพิ่มออกซิเจนในน้ำก็จะเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ อาจเกิดความเสียหายทั้งบ่อ การให้อาหารก็มีผลต่อคุณภาพน้ำ หากให้อาหารในปริมาณที่มากเกินไป ปลาจะกินอาหารเหล่านั้นไม่หมด ซึ่งจะละลายและจมลงไปสะสมเป็นตะกอนของเสียอยู่ใต้พื้นบ่อ ดังนั้นแต่ละฟาร์มจึงต้องกำหนดเวลาการตรวจวัด 3 ค่าหลัก เช่น ทุกๆ 6 ชม. คือรอบที่ 1 เวลา 6 โมงเช้า (ก่อนพระอาทิตย์ขึ้น) รอบที่ 2 เวลาเที่ยง รอบที่ 3 เวลา 6 โมงเย็น และรอบที่ 4 เวลาเที่ยงคืน และเปิดเครื่องเติมอากาศแบบกังหันตีน้ำตั้งแต่เวลา 6 โมงเย็น เนื่องจากปริมาณแสงแดดเริ่มน้อย

การควบคุมคุณภาพน้ำสำหรับเลี้ยงปลาถือเป็นเรื่องยากหากขาดความรู้ความเข้าใจ ดังนั้นเกษตรกรควรจะศึกษาและทำความเข้าใจก่อนว่าควรจะกำหนดการตรวจวัดคุณภาพน้ำทุกกี่ชั่วโมง ควรมีอัตราการปล่อยปลาลงในบ่อเลี้ยงหรือต้องให้อาหารในปริมาณเท่าไรจึงจะเหมาะสม ควรวิเคราะห์แนวโน้มคุณภาพน้ำให้มีกำหนดการเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ เปลี่ยนถ่ายน้ำเมื่อไร เพื่อทำให้น้ำมีคุณภาพและสภาพแวดล้อมที่ดีสำหรับการเลี้ยงปลานิลและช่วยให้ปลาเจริญเติบโตอย่างสมบูรณ์ ได้มาตรฐานตามน้ำหนักและขนาดตัวที่ต้องการจะจำหน่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

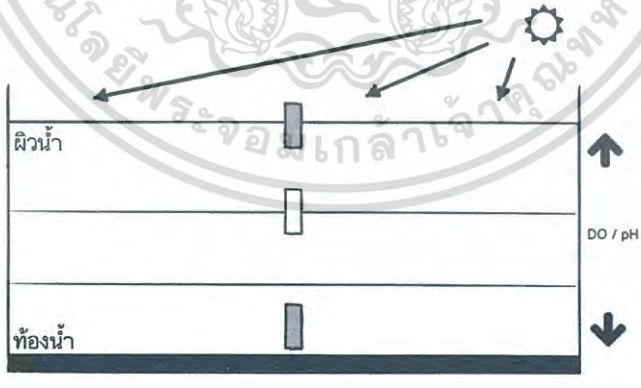
แผนผังการจัดวางบ่อเลี้ยงปลานิล



รูปที่ 3.1 ตำแหน่งการจัดวางและทิศทางการถ่ายเทน้ำสำหรับบ่อเลี้ยงปลานิล

ระบบงานเดิมมีการจัดวางบ่อเลี้ยงปลาเพื่อเปลี่ยนถ่ายน้ำได้สะดวก มีบ่อพักน้ำขนาดใหญ่สำหรับปรับสภาพน้ำให้เหมาะสำหรับการเลี้ยงปลา จากนั้นเมื่อเตรียมบ่อเลี้ยงพร้อมแล้วจึงถ่ายน้ำไปยังบ่อเลี้ยงซึ่งขึ้นอยู่กับแต่ละฟาร์มจะกำหนดให้มีบ่อเลี้ยงจำนวนเท่าไร เมื่อคุณภาพน้ำมีปัญหามากไม่เหมาะสมสำหรับอัตราการเจริญเติบโตของปลาหรือปลาได้ขนาดพอจะจับขึ้นแล้วต้องการพักบ่อเลี้ยงก็จะถ่ายน้ำไปยังบ่อตกตะกอน บ่อตกตะกอนมีลักษณะเป็นขั้นบันไดเพื่อให้น้ำไหลช้าทิ้งตะกอนลงพื้นบ่อ ในกรณีลูกศรสีแดงคือระบบปิด น้ำที่ผ่านบ่อตกตะกอนแล้วจะกลับมาสู่บ่อพักเพื่อทำการปรับสภาพใหม่ ในกรณีลูกศรสีเขียวคือระบบเปิดน้ำที่ผ่านบ่อตกตะกอนแล้วจะถูกถ่ายคืนสู่แหล่งน้ำธรรมชาติและรับน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติเข้ามายังบ่อพักเพื่อใช้ต่อไป

วิธีการตรวจวัด

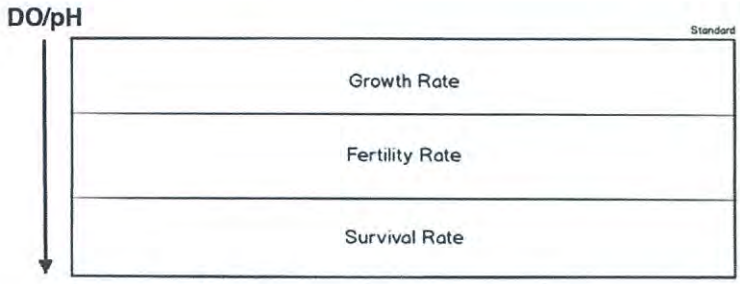


รูปที่ 3.2 วิธีการตรวจวัด

ระบบงานเดิมต้องตรวจวัด 2 จุดสำหรับการตรวจวัด 1 ครั้ง คือตรงกลางบ่อที่ผิวน้ำและท้องน้ำ เพราะผิวน้ำมีปริมาณแสงแดดมาก ในเวลากลางวันแพลงก์ตอนจะคายออกซิเจนออกมามาก ทำให้ค่าต่างๆสูง และท้องน้ำแสงแดดอาจจะส่องไม่ถึงรวมทั้งมีปฏิกิริยาย่อยของเสียเกิดขึ้นค่าที่ได้จะต่ำกว่าที่ผิวน้ำ นำค่าที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำมีผลต่อการเลี้ยงปลานิล



รูปที่ 3.3 อัตราการเจริญเติบโตของปลา

เมื่อปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำและความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่าค่ามาตรฐานจะส่งผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของปลานิลเป็นอันดับแรก หากต่ำกว่านั้นจะเริ่มส่งผลต่อการสืบพันธุ์ และหากต่ำมาก ท้ายที่สุดจะส่งผลต่ออัตราการรอดชีวิต

3.2 ปัญหาที่พบในระบบปัจจุบัน

การทำฟาร์มเลี้ยงปลานิลในปัจจุบัน จากการศึกษาการทำงานโดยอาศัยประสบการณ์ ความเอาใจใส่ และความรู้ความชำนาญของผู้ดูแล จะเห็นว่าต้องตรวจวัดระดับปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำเป็นระยะ โดยใช้เครื่องมือตรวจวัดค่าคุณภาพน้ำซึ่งมีราคาสูง เพื่อให้ได้ค่าที่ถูกต้องครบถ้วน ป้องกันความเสียหาย การกำหนดความถี่การตรวจวัดของแต่ละฟาร์มจะแตกต่างกัน เช่น ทุกๆ 6 ชม. หรือในเวลากลางคืนจะเน้นให้ถี่ขึ้นเป็นทุกๆ 3 ชม. ดังนั้นจึงต้องใช้คนจำนวนมากสำหรับการสับเปลี่ยนกันจดบันทึกค่าที่ได้ แล้วจึงนำมาทำกราฟให้ผู้เชี่ยวชาญวิเคราะห์ต่อไป ถึงแม้จะมีเครื่องมือการตรวจวัดที่แม่นยำเข้ามาช่วย แต่การใช้คนจำนวนมากเพื่อจดบันทึกค่าซ้ำๆทั้งในเวลากลางวันและกลางคืน น้ำหนักมือหรือระดับน้ำที่ตรวจวัดอาจคลาดเคลื่อนไป ไม่ได้มาตรฐานทำให้เกิดข้อผิดพลาดได้ง่าย

3.3 การวิเคราะห์ความต้องการระบบ (System requirement analysis)

3.3.1 ความต้องการที่เป็นหน้าที่หลักของระบบ (Functional Requirement)

- ระบบสามารถสั่งการชุดอุปกรณ์ควบคุมให้ทำการตรวจวัดได้
- ระบบสามารถรายงานข้อมูลการตรวจวัดของชุดอุปกรณ์ในรูปแบบของกราฟแก่ผู้ใช้ได้
- ระบบสามารถวิเคราะห์และแสดงข้อมูลทางสถิติปริมาณออกซิเจนและความเป็นกรด-ด่างได้
- ระบบสามารถรายงานบันทึกหลังจากแก้ปัญหาปรับสภาพน้ำแก่ผู้ใช้ได้
- ระบบสามารถจัดการปัญหาเมื่อพบข้อมูลที่มีค่าต่ำกว่าที่กำหนดไว้ได้

3.3.2 ความต้องการของระบบที่ไม่ใช่หน้าที่หลักของระบบ (Non-Functional Requirement)

- ระบบสามารถแจ้งเตือนผู้ใช้ได้ หากพบว่ามีฝนตก
- ระบบสามารถใช้งานได้ง่าย ไม่ซับซ้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การวิเคราะห์และวิจารณ์ระบบที่ต้องการออกแบบ

3.4.1 จุดประสงค์ของโครงงานนี้

เพื่อพัฒนาการทำฟาร์มเลี้ยงปลานิลให้สามารถจัดการควบคุมปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำสำหรับการเลี้ยงอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด จากแนวคิด Internet of Things โดยจัดการและควบคุมให้สามารถดูแลตรวจวัดคุณภาพน้ำอย่างใกล้ชิดตลอดเวลา เพื่อปรับสภาพแวดล้อมในน้ำให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมที่สุด มีระบบการตรวจวัดและเก็บค่าสถิติมาแสดงผลเป็นกราฟเพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญวิเคราะห์แนวโน้มคุณภาพน้ำในระยะยาวตลอดระยะการเลี้ยง เพื่อเพิ่มอัตราการรอดชีวิตและคุณภาพในการเจริญเติบโต โดยลดการใช้ทรัพยากรคน ซึ่งทำให้เกิดมาตรฐานและความแม่นยำของข้อมูล ได้ผลผลิตตามที่ต้องการจากการดูแลบ่อเลี้ยงปลานิลอย่างมีประสิทธิภาพ

3.4.2 ทำไมต้องออกแบบระบบเช่นนี้

เพื่อให้การเลี้ยงปลานิลเกิดประสิทธิภาพและได้ผลผลิตสูงสุด จึงต้องมีการควบคุมและจัดการปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิตให้อยู่ในมาตรฐาน จึงเป็นที่มาของระบบวิเคราะห์และควบคุมปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำสำหรับการเลี้ยงปลานิล

การจัดการและควบคุมปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำจะใช้ข้อมูลจากตัวรับค่าที่อยู่ในพื้นที่เลี้ยงปลา เราจะสามารถวิเคราะห์ค่าต่างๆเพื่อการแก้ไขปัญหาและจัดการโดยเลือกใช้โปรโตคอล MQTT ทำให้อุปกรณ์ต่างๆสามารถติดต่อสื่อสารกันได้ และในส่วนของอุปกรณ์จะทำงานโดยใช้ Arduino Mega เป็นวงจรรับค่าและควบคุม เพราะชิปประมวลผลเร็ว มีพื้นที่ในการเขียนโปรแกรมมาก ใช้พลังงานต่ำ สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ได้ทั้ง Analog หรือ Digital รวมถึงสามารถติดต่อสื่อสารผ่านระบบเครือข่าย

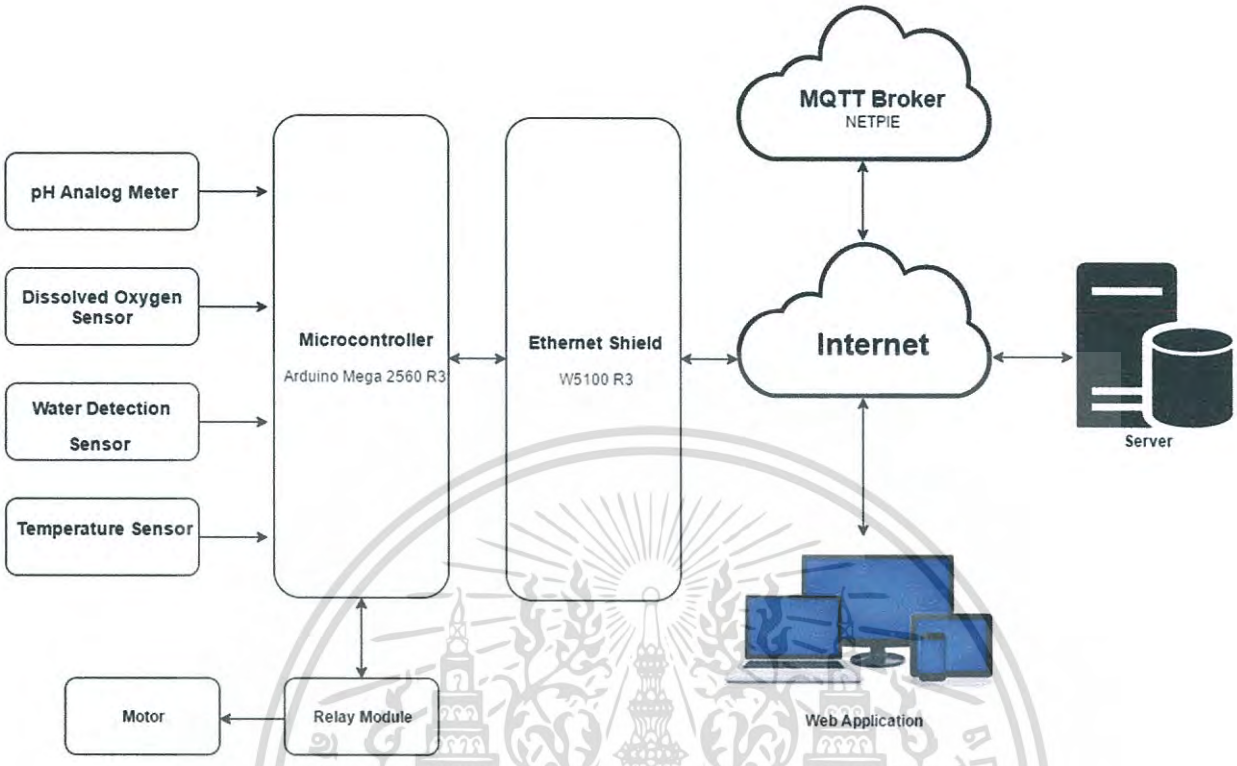
ได้เพื่อให้สะดวกต่อการติดตั้งและใช้งาน ภาษาที่ใช้พัฒนาอุปกรณ์จะใช้ภาษา C เพราะง่ายต่อการใช้งาน มีไลบรารี่ต่างๆให้ใช้มากมาย

ส่วนของตัววัดค่าจะใช้ทั้งหมด 4 ชนิด

- ตัววัดค่าออกซิเจนละลายในน้ำ เพราะออกซิเจนเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุดของสิ่งมีชีวิต
- ตัววัดค่าความเป็นกรด-ด่าง เพราะการเปลี่ยนแปลงของค่ากรดด่างจะทำให้คุณสมบัติของน้ำเปลี่ยนไป มีผลต่อคุณภาพน้ำ
- ตัดวัดค่าอุณหภูมิในน้ำเพราะสิ่งมีชีวิตควรอยู่ในอุณหภูมิที่เหมาะสม และอุณหภูมิยังส่งผลต่อการกินอาหารของปลาอีกด้วย
- ตัววัดค่าน้ำฝนเพราะในบางช่วงถ้ามีการฝนตกจะทำให้ค่าต่างๆแปรปรวน ผู้ใช้ต้องรู้ว่าค่าที่เปลี่ยนแปลงในช่วงนั้นเกิดจากอะไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 บล็อกไดอะแกรม (Block Diagram) แสดงภาพรวมของระบบ



รูปที่ 3.4 แสดง Block Diagram ของระบบควบคุมปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำสำหรับฟาร์มเลี้ยงปลานิล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 การออกแบบระบบใหม่

3.6.1 แผนภาพยูสเคส (Use Case Diagram)

เป็นแผนภาพที่แสดง ความสัมพันธ์ ระหว่าง Use case และ Actors ว่า ระบบงานใหม่ มีกิจกรรมอะไรบ้าง และมีใครบ้าง ที่เกี่ยวข้องและเข้ามาใช้งานในระบบ โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.6.1.1) ผู้เกี่ยวข้องในระบบ (Actor) ประกอบด้วย

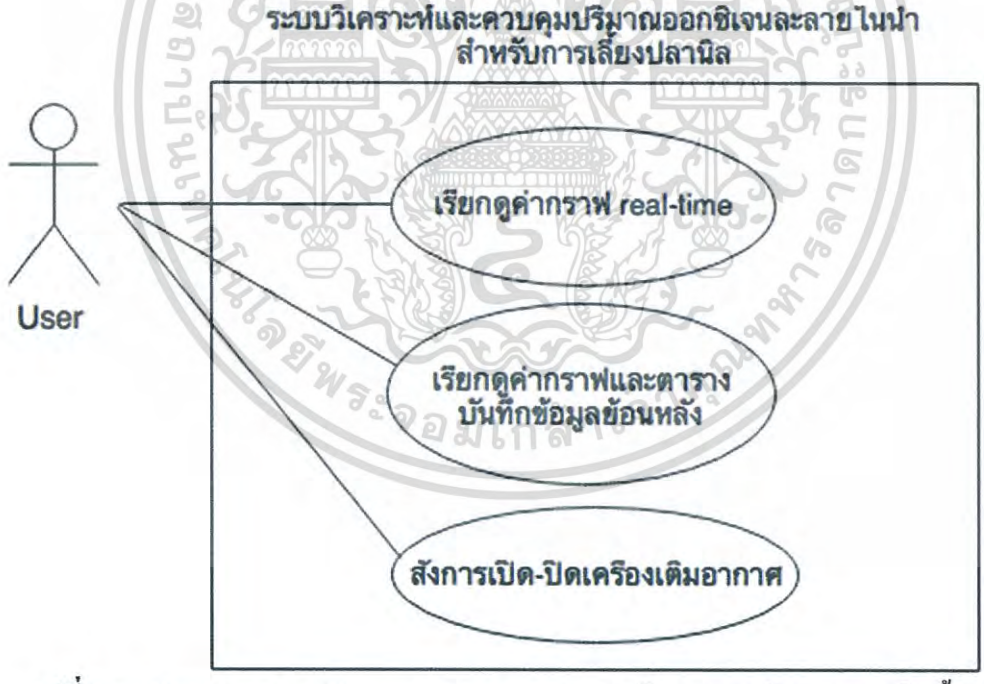
- User

3.6.1.2) องค์ประกอบของ Use Case

- เรียกดูค่ากราฟ real-time
- เรียกดูค่ากราฟและตารางบันทึกข้อมูลย้อนหลัง
- สั่งการเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ

3.6.1.3) แผนภาพยูสเคส (Use Case Diagram)

จากข้อมูลในข้อ 3.6.1 และ 3.6.2 สามารถแสดง Use case diagram ของ ภาพรวมของระบบ ได้ดังรูป



รูปที่ 3.5 แสดง Use Case Diagram ของระบบควบคุมปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำสำหรับการเลี้ยงปลานิล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.1.4) รายละเอียดการทำงานของแต่ละ Use Case (Use Case description)

ตารางที่ 3.1 แสดงคำอธิบายยูสเคสเรียกดูค่ากราฟ real-time

Use Case Name:	เรียกดูค่ากราฟ real-time	**ID:** 1
Triggering Event:	1. ผู้ใช้กดเข้ามาหน้าแรก 2. ผู้ใช้กดเข้าสู่หน้า Device	
Brief Description:	ผู้ใช้ต้องการดูค่าจากชุดอุปกรณ์การตรวจวัดสภาพน้ำ ณ ขณะนั้น	
Actor:	User	
Related Use Cases:	**Association:** - **Include:** - **Extend:** - **Generalization:** -	
Stakeholders:	User	
Pre-conditions:	-	
Post-conditions:	-	
Flow of Events:	1. ผู้ใช้เลือกเมนูรายงานค่าจากชุดอุปกรณ์การตรวจวัดสภาพน้ำ 2. ระบบแสดงค่าสภาพน้ำที่ได้รับจากชุดอุปกรณ์การตรวจวัดสภาพน้ำในรูปแบบของกราฟเส้น	
Exception Conditions:	-	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 แสดงคำอธิบายยูสเคสเรียกดูค่ากราฟและตารางบันทึกข้อมูลย้อนหลัง

Use Case Name:	เรียกดูค่ากราฟและตารางบันทึกข้อมูลย้อนหลัง	**ID:** 2
Triggering Event:	ผู้ใช้กดเข้าสู่หน้า Device	
Brief Description:	ผู้ใช้ต้องการดูกราฟในช่วงที่ผ่านมาและตารางบันทึกข้อมูลย้อนหลังในช่วงเวลาที่มีฝนตกหรือระบบเปิดเครื่องตีน้ำเติมอากาศโดยอัตโนมัติ	
Actor:	User	
Related Use Cases:	**Association:** - **Include:** - **Extend:** - **Generalization:** -	
Stakeholders:	User	
Pre-conditions:	-	
Post-conditions:	-	
Flow of Events:	1. ผู้ใช้ค้นหาข้อมูลย้อนหลังรายสัปดาห์ที่ต้องการดูค่าจากชุดอุปกรณ์การตรวจวัดสภาพน้ำ 2. ระบบแสดงค่ากราฟตั้งแต่แรกจนถึงต้นชั่วโมงที่ผู้ใช้เข้ามา 3. ระบบแสดงตารางบันทึกข้อมูลหากมีฝนตกหรือมีการเปิดเครื่องตีน้ำเติมอากาศโดยอัตโนมัติในช่วงเวลาที่ผู้ใช้เรียกดู	
Exception Conditions:	-	

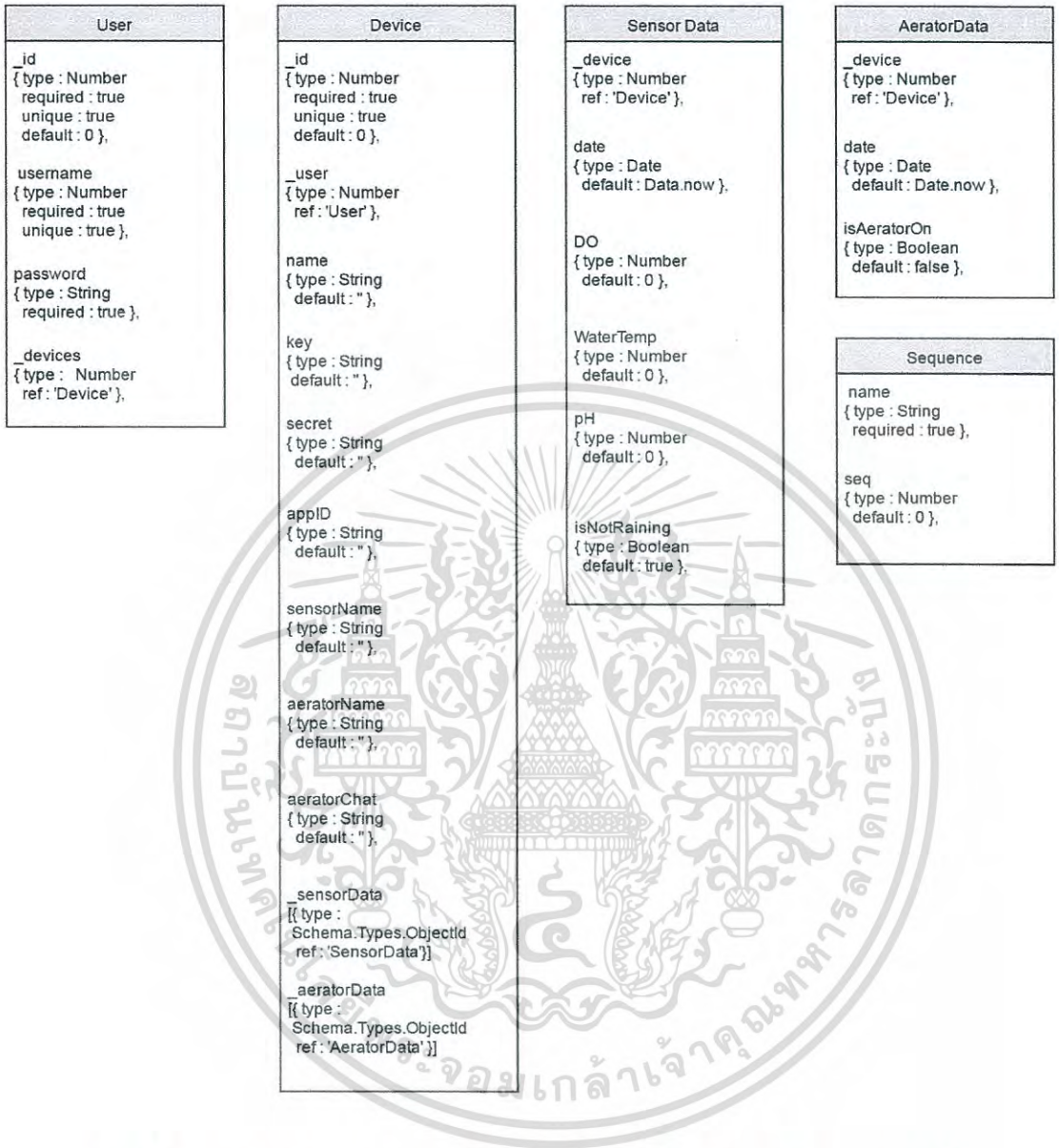
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 แสดงคำอธิบายยูสเคสสั่งการเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ

Use Case Name:	สั่งการเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ	**ID:** 3
Triggering Event:	ผู้ใช้ต้องการเปิดเครื่องเติมอากาศ	
Brief Description:	ผู้ใช้ต้องการเปิดเครื่องตีน้ำเติมอากาศจะเพิ่มออกซิเจนละลายในน้ำได้ทันที	
Actor:	User	
Related Use Cases:	**Association:** - **Include:** - **Extend:** - **Generalization:** -	
Stakeholders:	User	
Pre-conditions:	-	
Post-conditions:	-	
Flow of Events:	1. ผู้ใช้เลือกเมนูรายงานค่าจากชุดอุปกรณ์การตรวจวัดสภาพน้ำ 2. ระบบแสดงปุ่มให้ผู้ใช้เลือกระหว่าง ON กับ OFF 3. ผู้ใช้เลือกปุ่ม OFF เมื่อต้องการปิดการทำงานเครื่องเติมอากาศ	
Exception Conditions:	-	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 การออกแบบระบบฐานข้อมูล (Database design)



รูปที่ 3.6 แสดง Database Design ของระบบควบคุมปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำสำหรับการเลี้ยงปลานิล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7.1 รายละเอียดของ Collection ใน Database

รายละเอียดของ Collection ที่มีการจัดเก็บในฐานข้อมูลของระบบ มีดังนี้

ตารางที่ 3.4 แสดง Collection จัดเก็บข้อมูลของผู้ใช้งาน (User)

Field	Data Type	Description
_id	Number	หมายเลยรหัส ID ของผู้ใช้งาน
username	Number	ชื่อผู้ใช้งาน
password	String	รหัสผ่านของผู้ใช้งาน
_devices	Number	Array ที่เก็บข้อมูลอ้างอิงของตาราง Device

ตารางที่ 3.5 แสดง Collection จัดเก็บข้อมูลของชุดอุปกรณ์ (Device)

Field	Data Type	Description
_id	Number	หมายเลขรหัส ID ของอุปกรณ์
_user	Number	หมายเลขรหัส ID ของผู้ใช้งาน
name	String	ชื่ออุปกรณ์ที่ผู้ใช้งานเป็นผู้ตั้ง
key	String	Username ใน Project ที่สร้างขึ้นใน NETPIE
secret	String	Password ใน Project ที่สร้างขึ้นใน NETPIE
appID	String	ชื่อ Project ที่สร้างขึ้นใน NETPIE เพื่อเป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อ
sensorName	String	ชื่ออุปกรณ์ตรวจวัดที่จะต่อ (sensor)
aeratorName	String	ชื่อตัว Relay เครื่องตีน้ำที่จะต่อ (controllerplug)
aeratorChat	String	ชื่อช่อง Chat ไว้สำหรับสั่งเปิด-ปิดเครื่องตีน้ำ (pieplug)
_sensorData	Schema.Types.ObjectId	Array ที่เก็บข้อมูลอ้างอิงของตาราง SensorData ของอุปกรณ์นี้
_aeratorData	Schema.Types.ObjectId	Array ที่เก็บข้อมูลอ้างอิงของตาราง AeratorData ของอุปกรณ์นี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.6 แสดง Collection จัดเก็บข้อมูลของค่าตรวจวัดที่รับมาจากอุปกรณ์ (SensorData)

Field	Data Type	Description
_device	Number	หมายเลขรหัส ID ของตาราง Device
date	Date	วัน/เดือน/ปีและเวลาที่รับค่าการตรวจวัดมาจากชุดอุปกรณ์
DO	Number	ค่าปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำที่รับมาจากอุปกรณ์
WaterTemp	Number	ค่าอุณหภูมิในน้ำที่รับมาจากอุปกรณ์
pH	Number	ค่าความเป็นกรด-ด่างที่รับมาจากอุปกรณ์
isNotRaining	Boolean	ค่าตรวจจับน้ำฝนที่รับมาจากอุปกรณ์

ตารางที่ 3.7 แสดง Collection จัดเก็บข้อมูลของสถานะเครื่องตีน้ำ (AeratorData)

Field	Data Type	Description
_device	Number	หมายเลขรหัส ID ของตาราง Device
date	Date	วัน/เดือน/ปีและเวลาที่รับสถานะมาจากชุดอุปกรณ์
isAeratorON	Boolean	สถานะที่รับมาจากเครื่องตีน้ำ

ตารางที่ 3.8 แสดง Collection จัดเก็บข้อมูลของความถี่การเรียกข้อมูล (Sequence)

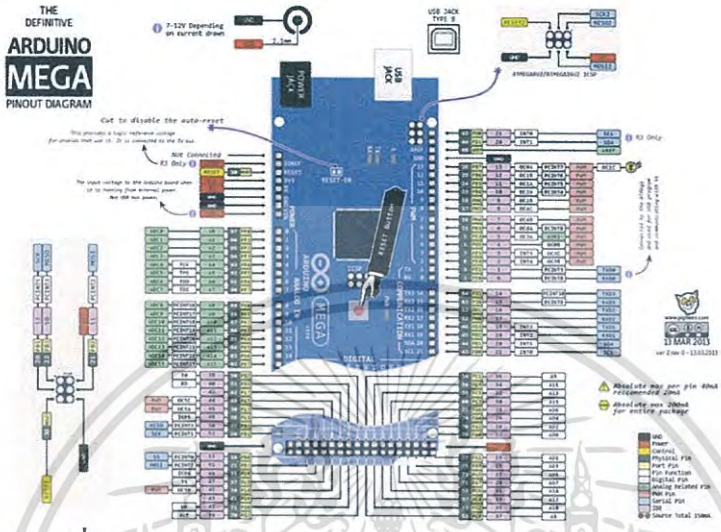
Field	Data Type	Description
name	String	ชื่อของตารางที่จะเรียกใช้
seq	Number	ตัวนับของหมายเลยรหัส ID

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8 วงจรและรายละเอียดการทำงานของแต่ละวงจร

3.8.1 วงจรและรายละเอียดการทำงานของแต่ละวงจร

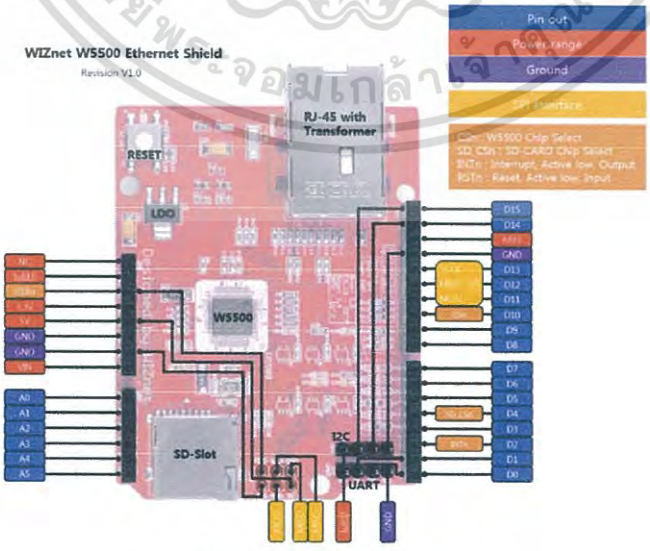
วงจรควบคุมจะใช้ Arduino Mega 2560 มีผังวงจรดังในรูป



รูปที่ 3.7 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Mega 2560

(ที่มา https://arduino-info.wikispaces.com/file/view/Mega2-900.jpg/421499040/Mega2-900.jpg)

ในส่วนนี้จะทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางในการควบคุม รับและส่งข้อมูล ระหว่างอุปกรณ์ที่ใช้ตรวจจับสภาพแวดล้อมกับเซิร์ฟเวอร์ส่วนกลางที่ใช้เก็บข้อมูลและแสดงผลข้อมูล โดยมีการเชื่อมต่อผ่านสาย RJ-45 บน Ethernet Shield



รูปที่ 3.8 วงจร Ethernet Shield

(ที่มา http://wizwiki.net/wiki/lib/exe/fetch.php?media=osh:w5500_ethernet_shield:w5500.png)

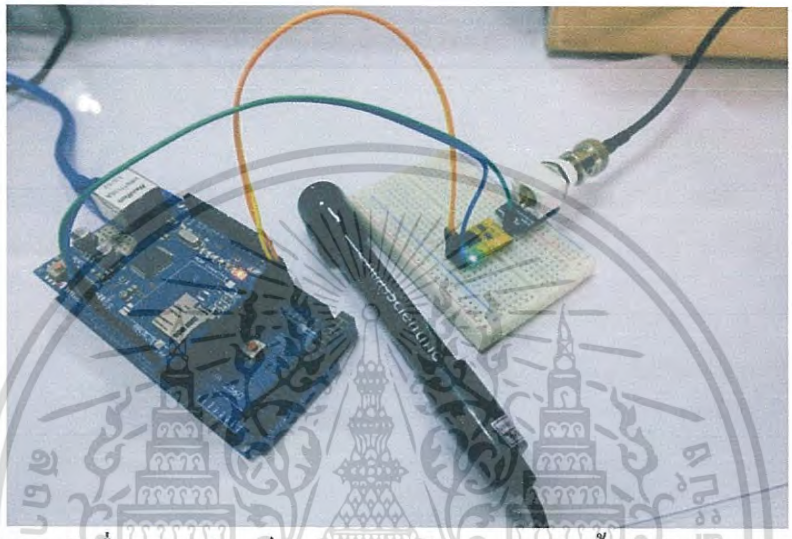
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8.2 อุปกรณ์ที่ใช้ตรวจจับสภาพแวดล้อม

เมื่อเชื่อมต่อกับวงจรควบคุม วงจรจะสั่งให้อุปกรณ์ตรวจจับรับค่าแล้วส่งมายังวงจรควบคุม โดยมีปัจจัยต่างๆดังนี้

3.8.2.1) ปัจจัยเกี่ยวกับออกซิเจนละลายในน้ำ (Dissolved Oxygen)

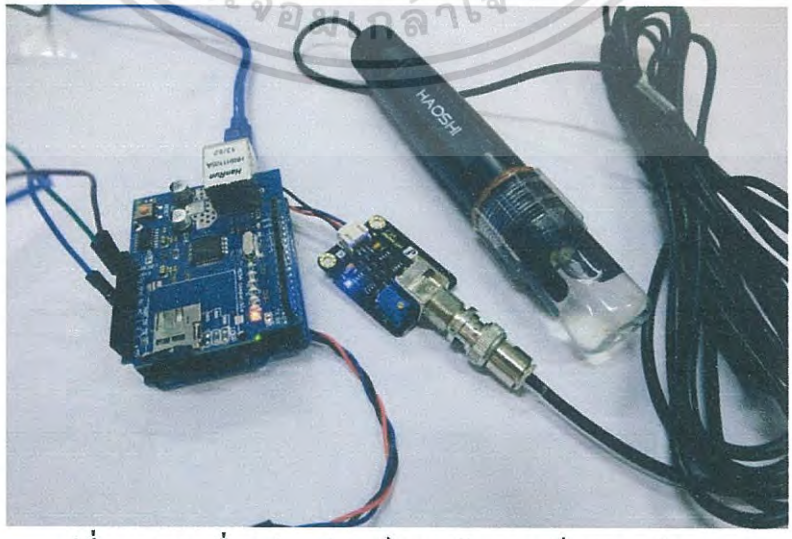
จะมีการรับค่าจากการหย่อนอุปกรณ์ตรวจวัดลงไปในน้ำและส่งค่าไปยังวงจรควบคุมผ่านสาย Tx,Rx แล้วนำมาวิเคราะห์ค่าที่ได้เป็นหน่วยมิลลิกรัมต่อลิตร



รูปที่ 3.9 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ตรวจวัดออกซิเจนละลายในน้ำ (Dissolved Oxygen)

3.8.2.2) ปัจจัยเกี่ยวกับค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

จะใช้การหย่อนอุปกรณ์ตรวจวัดลงไปในน้ำและส่งค่าไปยังวงจรควบคุมผ่านขา Analog เพื่อนำมาวิเคราะห์ค่าที่ได้จะออกมาเป็น pH ช่วง 0 - 14

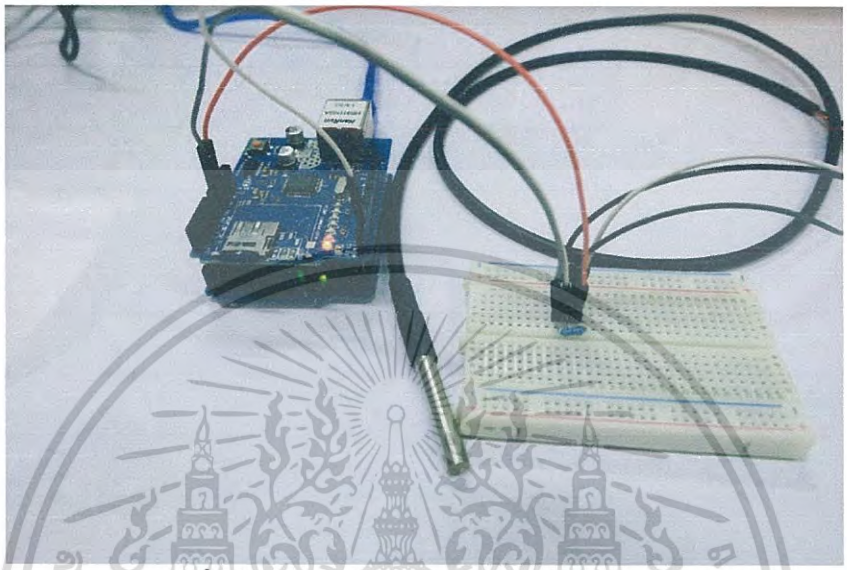


รูปที่ 3.10 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ตรวจวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8.2.3) ปัจจัยที่เกี่ยวกับอุณหภูมิ (Water Temperature)

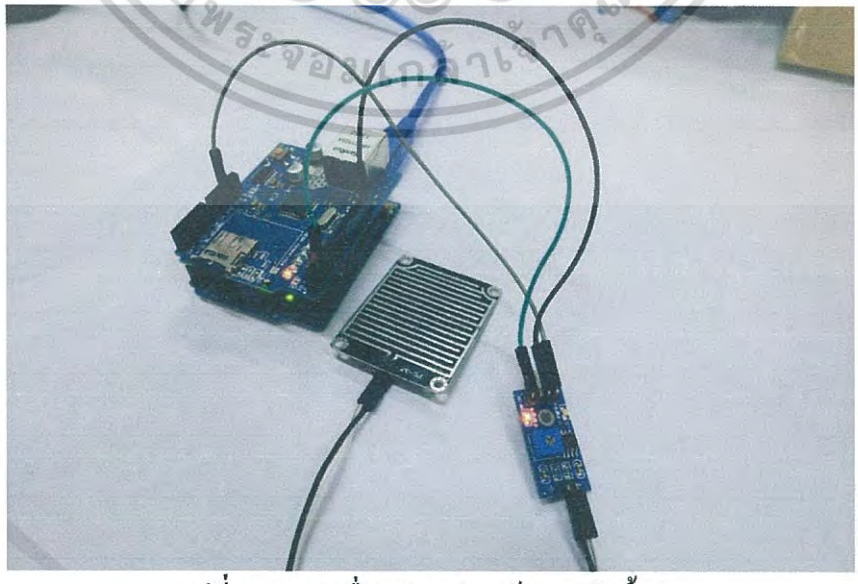
จะใช้อุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิหย่อนลงไปในน้ำและส่งค่าที่ได้ผ่านขา Digital ไปยังวงจรควบคุมเพื่อวิเคราะห์ผ่านขา Digital ค่าที่ได้จะเป็นหน่วยองศาเซลเซียส (°C)



รูปที่ 3.11 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิ

3.8.2.4) ปัจจัยที่เกี่ยวกับการตรวจจับน้ำฝน (Water Detection)

เป็นการตรวจจับปัจจัยภายนอก เพราะเมื่อฝนตกจะทำให้ปัจจัยอื่นๆ เปลี่ยนแปลงไป โดยค่าที่ได้เป็น Analog และส่งไปวิเคราะห์ผ่านวงจรควบคุม

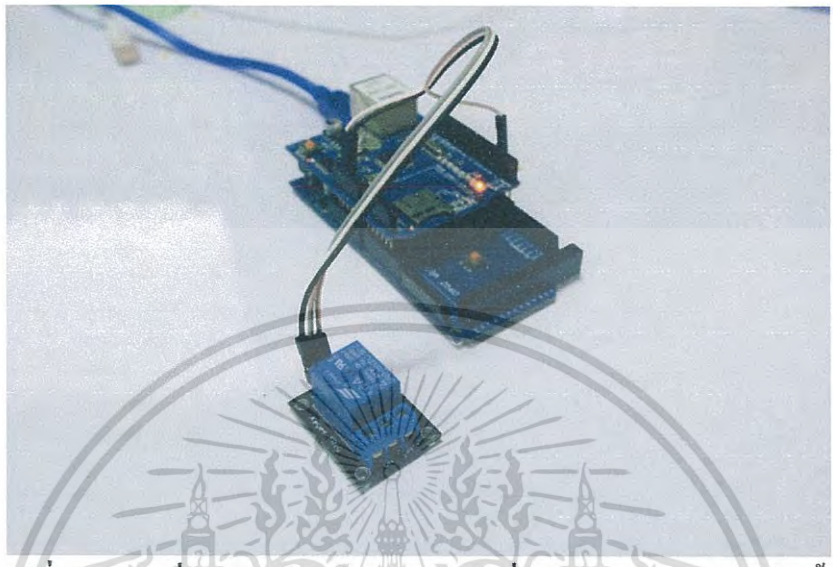


รูปที่ 3.12 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ตรวจจับน้ำฝน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8.2.5) อุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมปัจจัยเกี่ยวกับออกซิเจนละลายในน้ำ

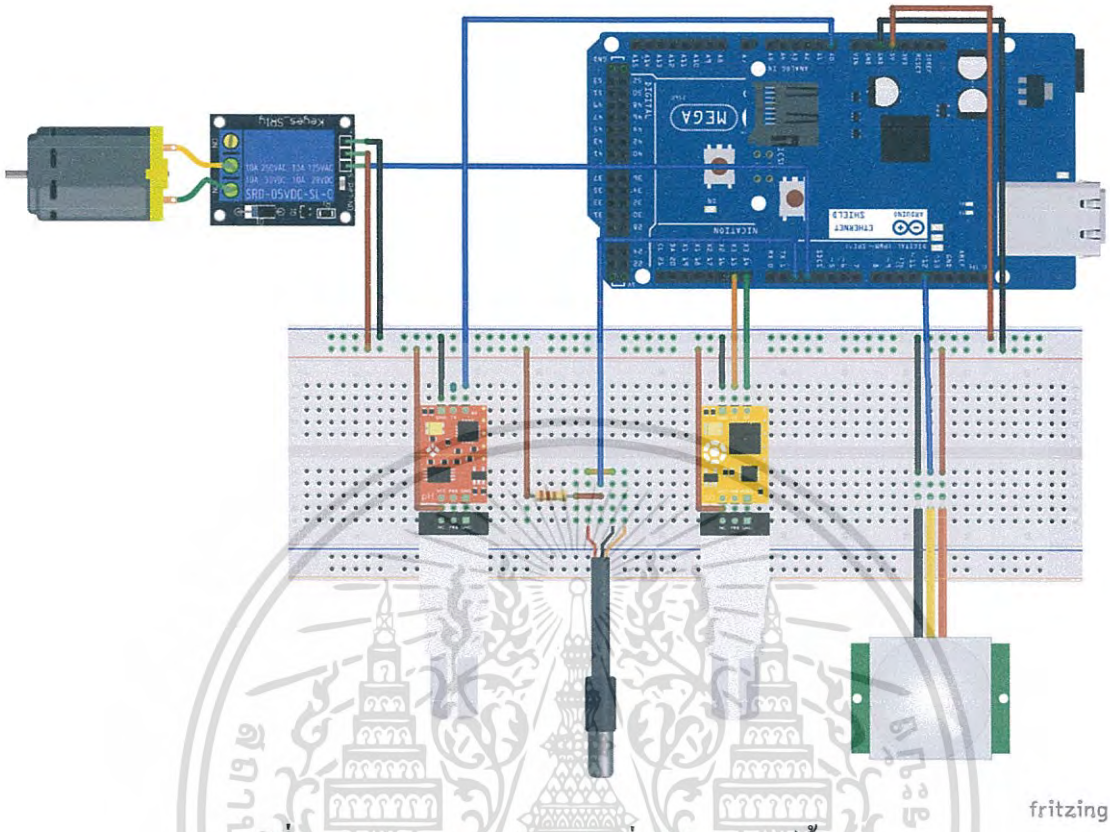
จะใช้การเชื่อมต่อ Relay Module กับมอเตอร์และใช้วงจรควบคุมในการสั่งงาน เมื่อมอเตอร์ทำงานจะเป็นการตีน้ำเพื่อเพิ่มระดับออกซิเจนละลายในน้ำ



รูปที่ 3.13 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ควบคุมปัจจัยเกี่ยวกับออกซิเจนละลายในน้ำ

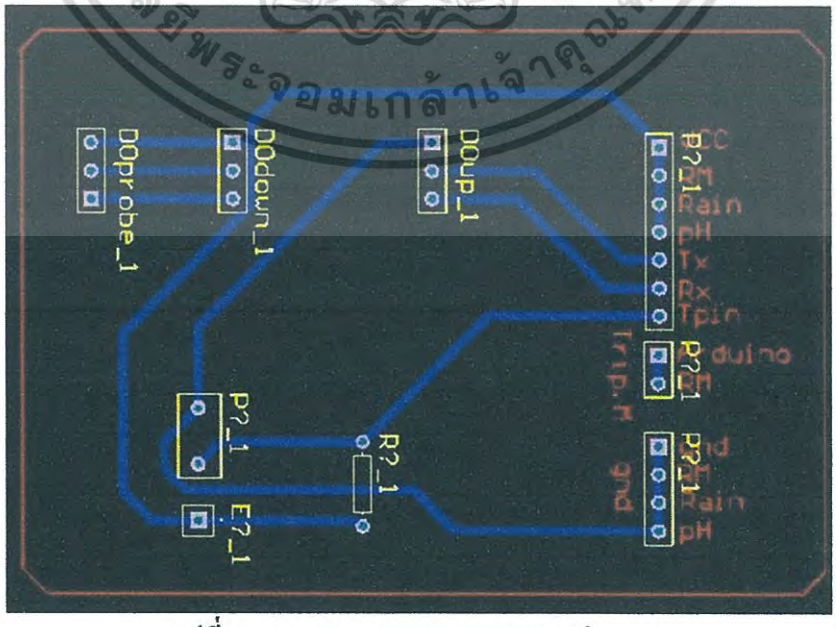
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8.3 การออกแบบการเชื่อมต่อวงจรทั้งหมด



รูปที่ 3.14 แสดงการออกแบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์ทั้งหมด

3.8.3.1) การออกแบบ PCB (Print Circuit Board)



รูปที่ 3.15 แสดงการออกแบบวงจรแผ่น PCB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

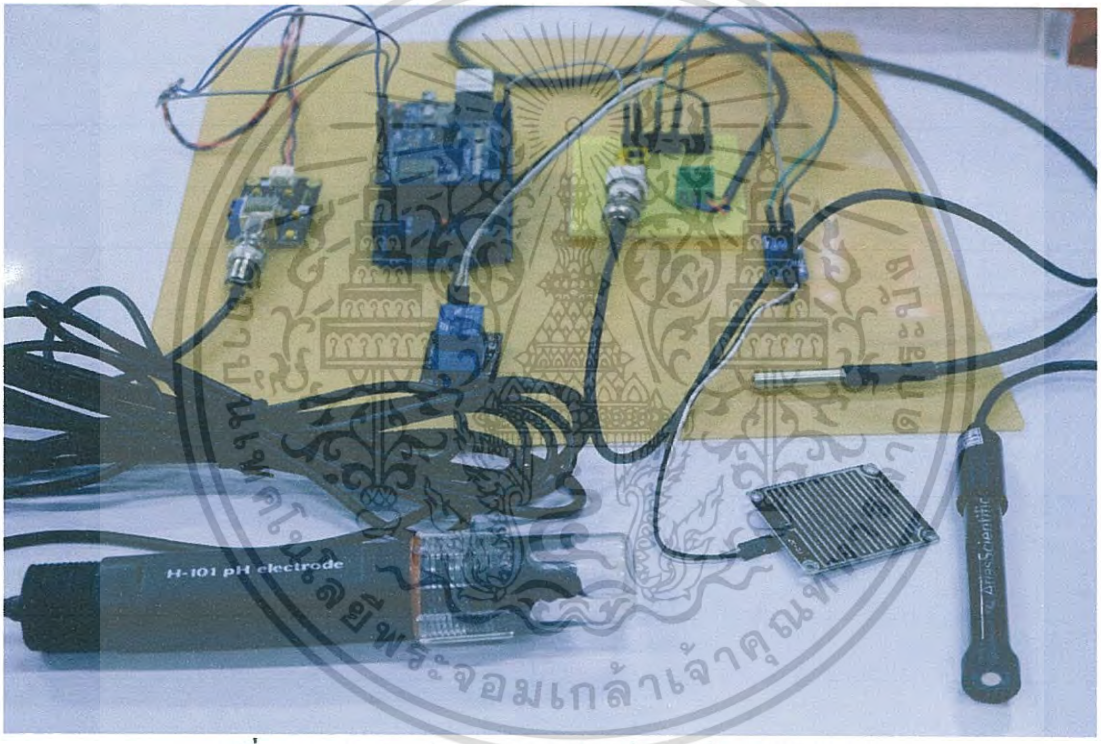
บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ส่วนของฮาร์ดแวร์

4.1.1 การออกแบบส่วนฮาร์ดแวร์

การทำงานในส่วนของฮาร์ดแวร์ จะใช้วงจรความคุมหลักคือ Arduino Mega สามารถรอรับคำสั่งจากเซิฟเวอร์และยังส่งค่าไปยังเซิฟเวอร์ได้ผ่าน Ethernet Shield อีกทั้ง Arduino Mega ยังมีหน้าที่ในการสั่งอุปกรณ์ตรวจสภาพแวดล้อมและรับค่าที่ได้มาประมวลผล โดยมีลักษณะของการเชื่อมต่อดังนี้

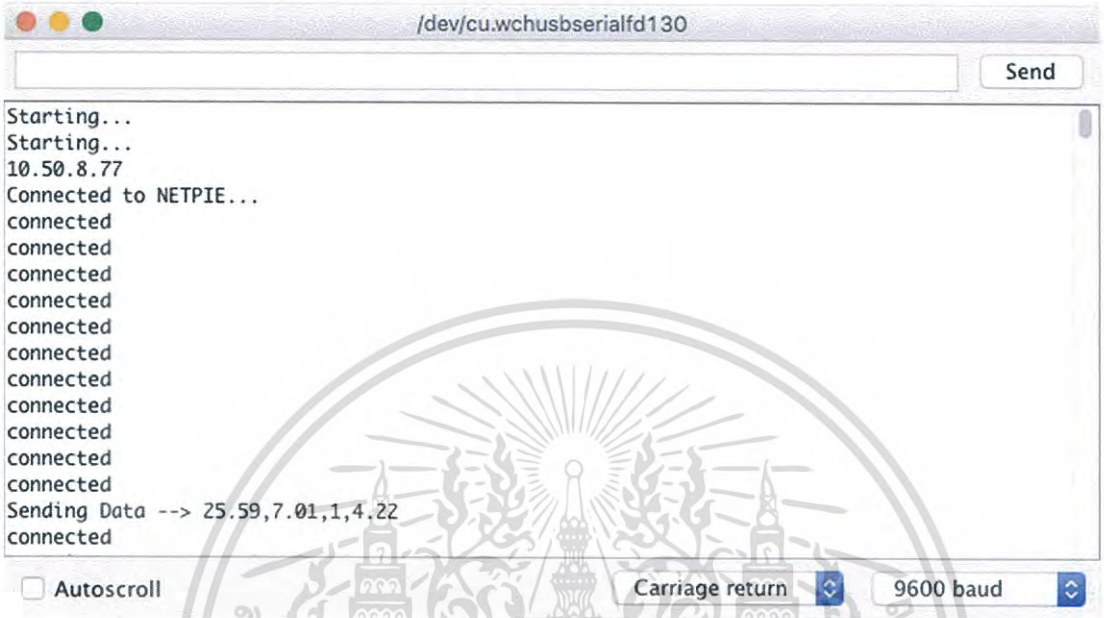


รูปที่ 4.1 แสดงการต่อระบบระหว่างเซ็นเซอร์กับวงจรควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

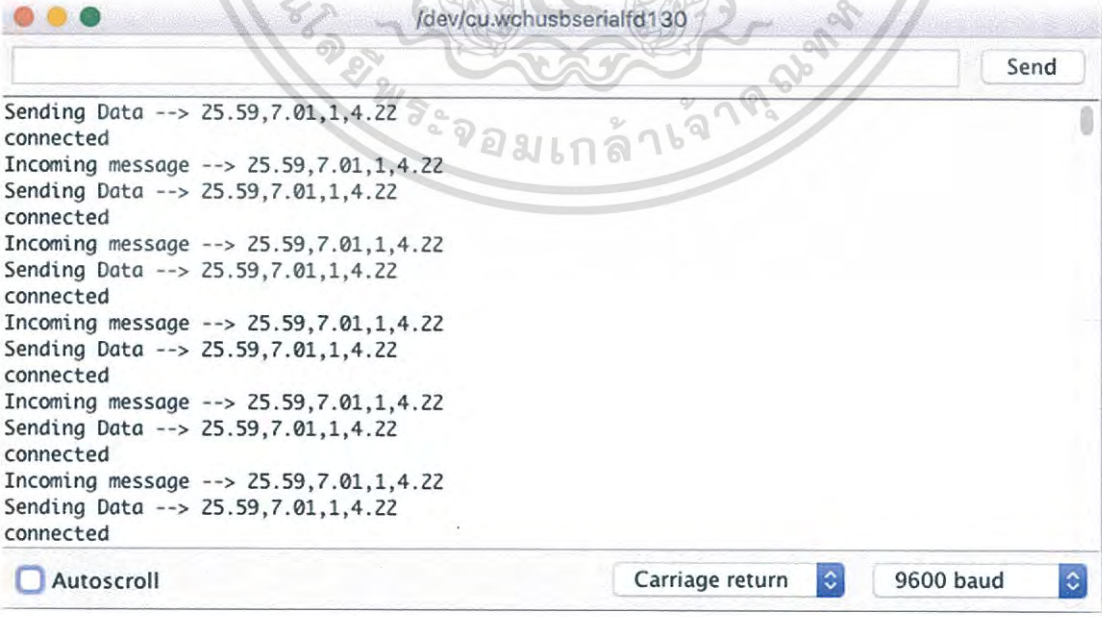
4.1.2 การสื่อสารระหว่าง Arduino Mega กับ MQTT Broker ผ่าน Ethernet Shield

การทำงานในส่วนซอร์ฟแวร์ จะเริ่มจากการที่ Arduino ร้องขอการเชื่อมต่อ เมื่อได้ IP มาแล้วจะทำเชื่อมต่อไปยัง MQTT Broker และสามารถรับและส่งข้อมูลได้



รูปที่ 4.2 แสดงหน้า Serial Monitor ในการเชื่อมต่อ Arduino กับ MQTT Broker

การทดสอบส่งข้อมูลจาก Arduino โดยใช้ MQTT Broker เป็นตัวกลาง



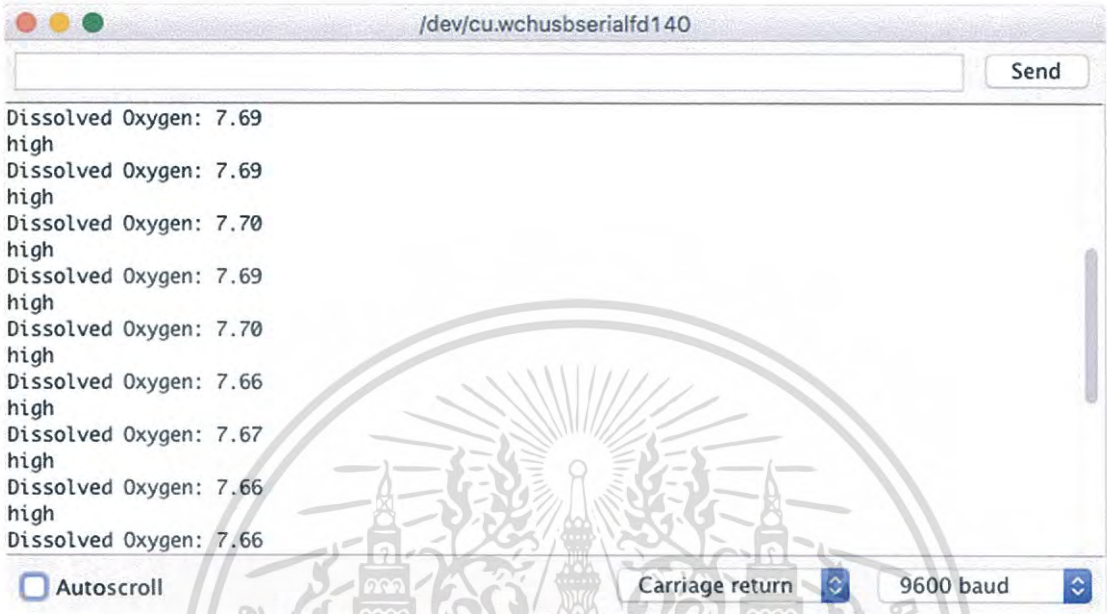
รูปที่ 4.3 การทดสอบส่งข้อมูลจาก Arduino

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 ผลการทดลองการอ่านและวิเคราะห์ค่าจากอุปกรณ์ตรวจสภาพแวดล้อม

4.1.3.1) ออกซิเจนละลายในน้ำ (Dissolved Oxygen)

ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ค่าที่ได้จะอยู่ในช่วง 0 - 20 หน่วยเป็น mg/L



รูปที่ 4.4 ค่าออกซิเจนละลายในน้ำที่ได้จาก Serial Monitor

4.1.3.2) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

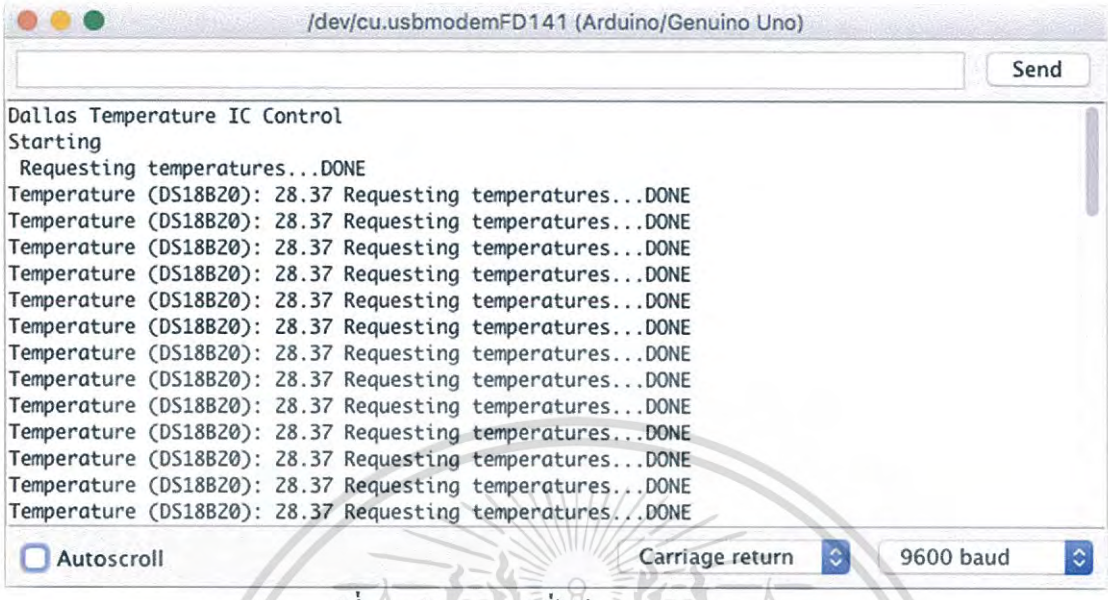
ค่าความเป็นกรด-ด่างในน้ำ ค่าที่ได้จะอยู่ในช่วง 0 – 14

รูปที่ 4.5 ค่าความเป็นกรด-ด่างที่ได้จาก Serial Monitor

4.1.3.3) ค่าอุณหภูมิ (Temperature)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมิในน้ำ ค่าที่ได้จะอยู่ในหน่วยองศาเซลเซียส (°C)



รูปที่ 4.6 ค่าอุณหภูมิที่ได้จาก Serial Monitor

4.1.3.4) อุปกรณ์ตรวจจับน้ำฝน (Water Detection)

ตรวจจับน้ำฝน แสดงค่าเป็นฝนตก (Flood) และไม่ตก (Not Raining)

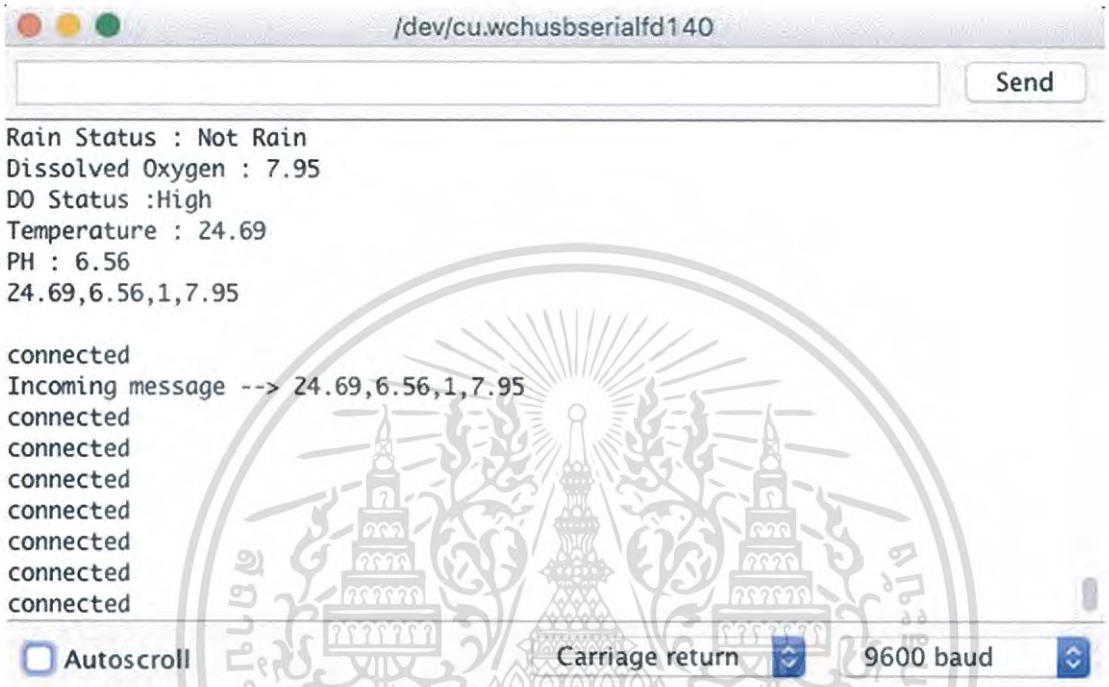
รูปที่ 4.7 ค่าตรวจจับน้ำฝนที่ได้จาก Serial Monitor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองการอ่านค่าจากอุปกรณ์ตรวจสภาพแวดล้อมรวม 4 ตัวและส่งข้อมูลไปยัง MQTT Broker

โดยค่าที่ส่งจะเป็น String จัดรูปแบบเป็น

อุณหภูมิ,ค่าความเป็นกรด-ด่าง,การตรวจจับน้ำฝน,ออกซิเจนในน้ำ



รูปที่ 4.8 การอ่านค่าจากอุปกรณ์ตรวจสภาพแวดล้อม

4.1.4 การทดสอบอุปกรณ์และการเปรียบเทียบกับอุปกรณ์ที่เชื่อถือได้

การทดสอบครั้งนี้จัดทำที่ห้องทดลองน้ำ ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อุปกรณ์ที่ใช้ทดสอบเป็นอุปกรณ์ที่ใช้จริงในภาคการเกษตร

การทดสอบทั้งหมด 3 ประเภทคือ ออกซิเจนละลายในน้ำ ค่าความเป็นกรด-ด่าง และอุณหภูมิ

ขั้นตอนการทดสอบ
1. ล้างอุปกรณ์ด้วยน้ำกลั่น
2. นำอุปกรณ์ทั้ง 2 อัน จุ่มลงในน้ำแล้วรอให้ค่าคงที่ สังเกตค่าที่ได้
3. บันทึกผลและเปรียบเทียบค่าที่ได้

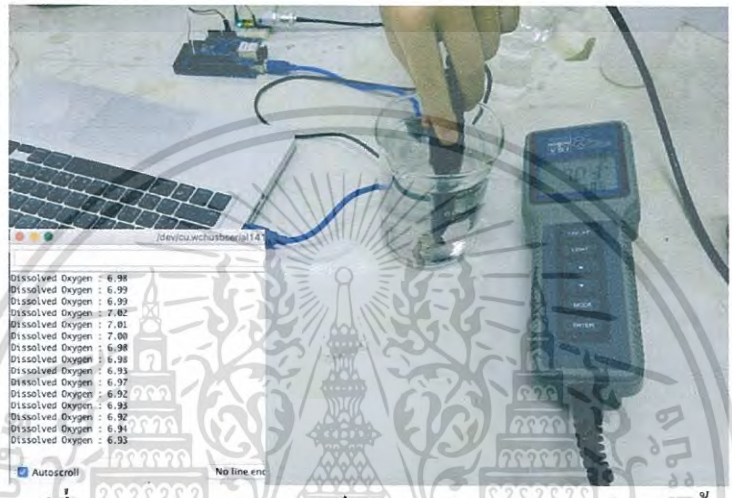
โดยทำการทดสอบทั้งหมด 3 ครั้ง

ปัจจัยควบคุม
1. น้ำประปา
2. น้ำกลั่น
3. ปริมาณน้ำและภาชนะที่ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.4.1) ผลการทดสอบจากอุปกรณ์ตรวจวัดค่าออกซิเจนละลายในน้ำ (Dissolved Oxygen Sensor)

อุปกรณ์ของระบบวัดได้ค่าออกซิเจนละลายในน้ำ 6.94 mg/L และอุปกรณ์จากห้องทดลองน้ำวัดได้ค่าออกซิเจนละลายในน้ำ 7.04 mg/L พบว่ามีค่าคลาดเคลื่อนต่างกันประมาณ 0.1 - 0.2 เมื่อสอบถามจากนักวิชาการประมงแล้ว ค่าที่คลาดเคลื่อนถือว่าอยู่ในช่วงยอมรับได้ เนื่องจากอุปกรณ์ต่างยี่ห้อกันและอุปกรณ์จากห้องทดลองน้ำเก่าแล้วอาจจะให้ค่าที่คลาดเคลื่อนไปบ้าง ซึ่งไม่ส่งผลต่อการวิเคราะห์และดูแลคุณภาพน้ำ



รูปที่ 4.9 การทดสอบอุปกรณ์ตรวจวัดค่าออกซิเจนละลายในน้ำ

4.1.4.2) ผลการทดสอบจากอุปกรณ์ตรวจวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH Analog Sensor)

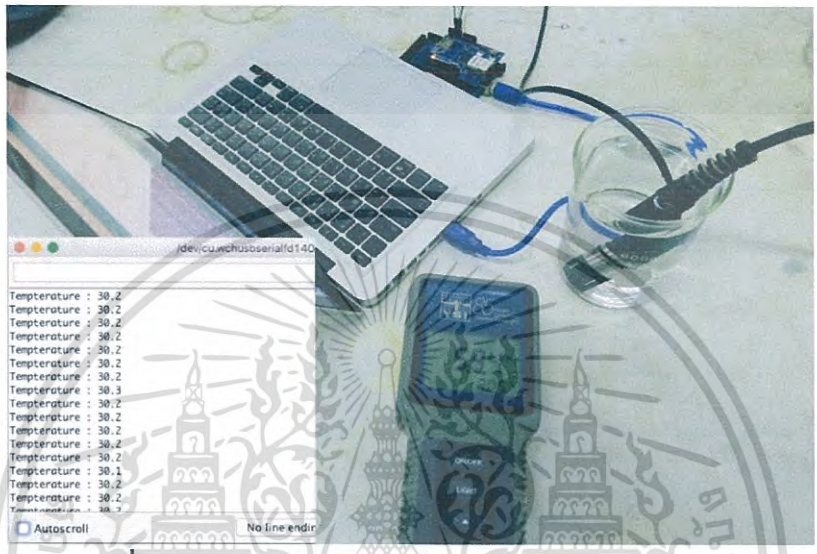
อุปกรณ์ของระบบวัดได้ค่าความเป็นกรด-ด่าง 7.06 และอุปกรณ์จากห้องทดลองน้ำวัดได้ค่าความเป็นกรด-ด่าง 6.93 พบว่ามีค่าคลาดเคลื่อนต่างกันประมาณ 0.1 - 0.15 เมื่อสอบถามจากนักวิชาการประมงแล้ว ค่าที่คลาดเคลื่อนถือว่าไม่ต่างจากอุปกรณ์ที่ใช้งานจริง สามารถยอมรับได้

รูปที่ 4.10 การทดสอบอุปกรณ์ตรวจวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.4.3) ผลการทดสอบจากอุปกรณ์ตรวจวัดค่าอุณหภูมิ (Water Temperature Sensor)

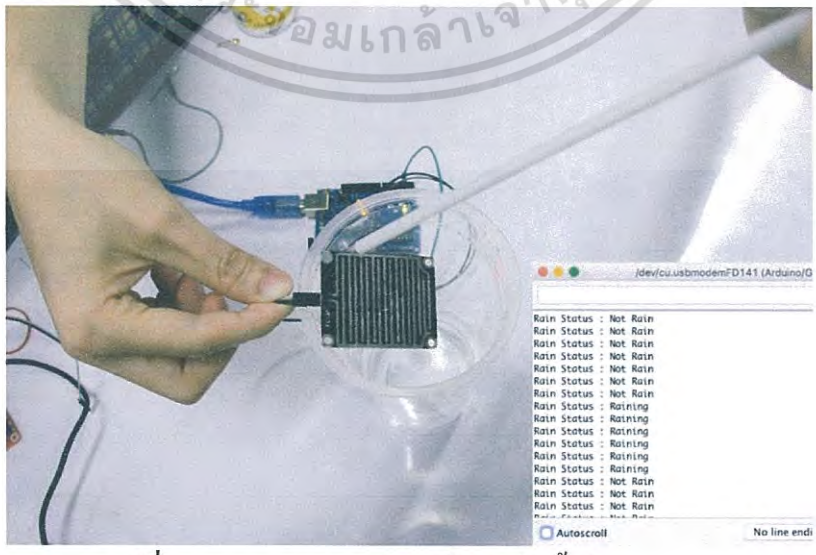
อุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิจากห้องทดลองน้ำจะอยู่ในตัวเดียวกับที่ตรวจวัดปริมาณออกซิเจนในน้ำ ค่าที่ได้คือ 30.5 องศาเซลเซียส ซึ่งค่าจากอุปกรณ์ที่เลือกใช้ในระบบวัดได้ 30.2 องศาเซลเซียส แตกต่างกัน 0.3 องศาเซลเซียส ซึ่งความคลาดเคลื่อนของอุณหภูมิเพียงจุดทศนิยมถือว่าน้อยมาก ยังสามารถนำค่าไปใช้วิเคราะห์ผลระยะยาวได้



รูปที่ 4.11 การทดสอบอุปกรณ์ตรวจวัดค่าอุณหภูมิ

4.1.4.4) ผลการทดสอบจากอุปกรณ์ตรวจจับน้ำฝน (Water Detection Sensor)

จากการทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับน้ำฝน เมื่อมีน้ำหยดลงบนแผ่นเซ็นเซอร์ Rain Status จะเปลี่ยนสถานะเป็น Raining และในเวลาปกติที่ไม่มีน้ำหยดจะมีสถานะ No Rain



รูปที่ 4.12 การทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับน้ำฝน

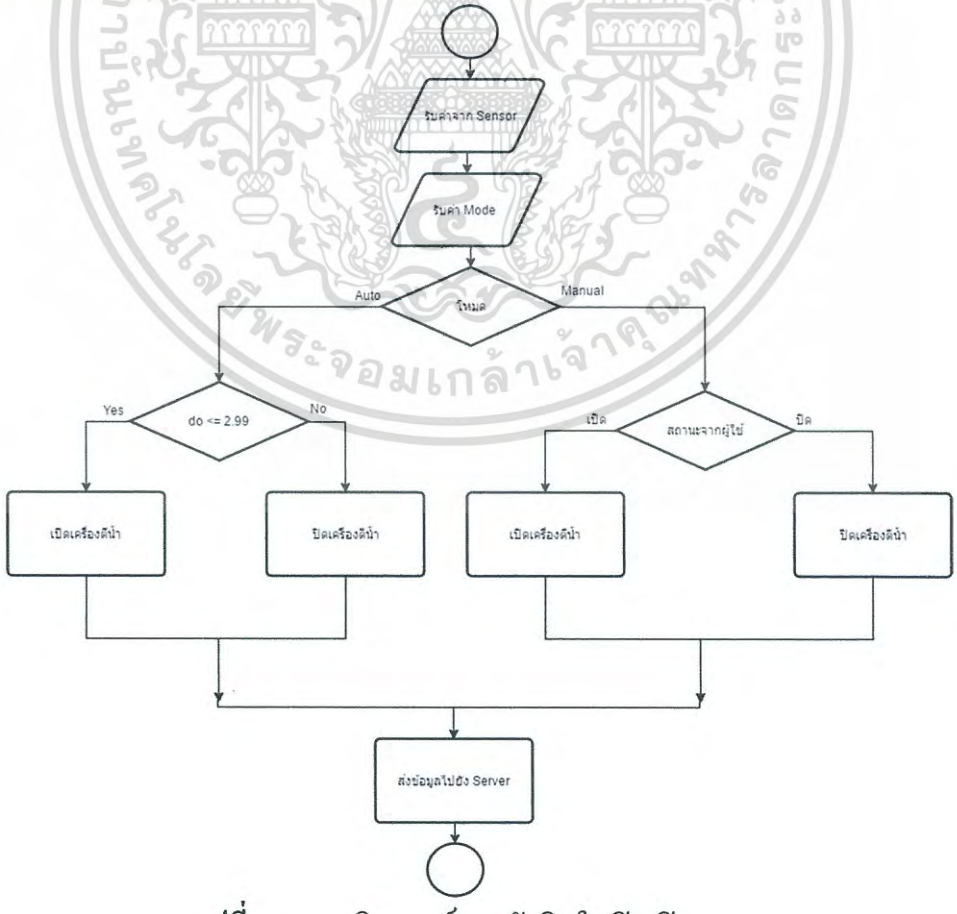
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.4.5) ผลการทดสอบส่งค่าเปิด-ปิด Relay ผ่านหน้าเว็บ HTML

จากการทดสอบอุปกรณ์โดยการส่งค่าจากหน้าเว็บ HTML เมื่อส่งคำว่า ON จะทำให้ Relay อยู่ในสถานะเปิดและเมื่อส่งคำว่า OFF มาจะทำให้ Relay อยู่ในสถานะปิด

รูปที่ 4.13 การทดสอบส่งค่าเปิด-ปิด Relay

หลักการควบคุมการทำงานของ Relay เพื่อปรับสภาพออกซิเจนในน้ำ



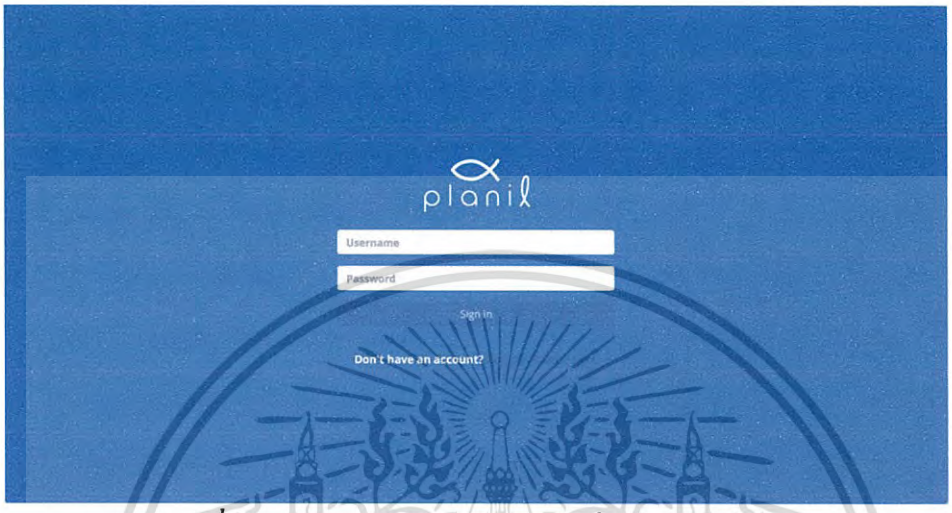
รูปที่ 4.14 การวิเคราะห์และตัดสินใจเปิด-ปิด Relay

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ส่วนของซอฟต์แวร์

4.2.1 การเข้าสู่การใช้งานระบบ

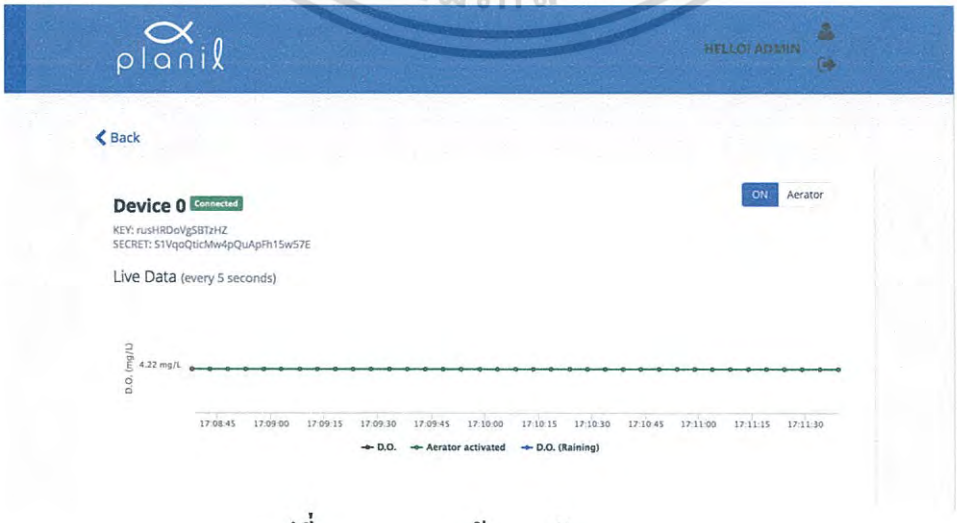
เมื่อผู้ใช้เรียกใช้งานระบบ ระบบจะให้ผู้ใช้กรอก Username และ Password เพื่อยืนยันตัวตนเข้าสู่การใช้งานระบบ



รูปที่ 4.15 แสดงหน้าจอหลักของการเริ่มต้นการใช้งาน

4.2.2 หน้าหลักของระบบ

หลังจากที่ผู้ใช้เข้าสู่ระบบแล้ว ระบบจะแสดงหน้าหลักการใช้งานเป็นกราฟแบบ real-time ของอุปกรณ์นั้น ซึ่งมีทั้งหมด 3 กราฟคือ ค่าปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ (D.O.), ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และค่าอุณหภูมิ (Water Temperature) โดยมีการอธิบายด้านล่าง สีดำ-ค่าปกติ สีน้ำเงิน-ขณะนั้นฝนตก และสีเขียว-ขณะนั้นมีการเปิดเครื่องตีน้ำเติมอากาศ(แสดงเฉพาะกราฟปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ) และมีปุ่มสำหรับเปิด-ปิดเครื่องตีน้ำให้ผู้ใช้สามารถเลือกเปิด-ปิดเองได้

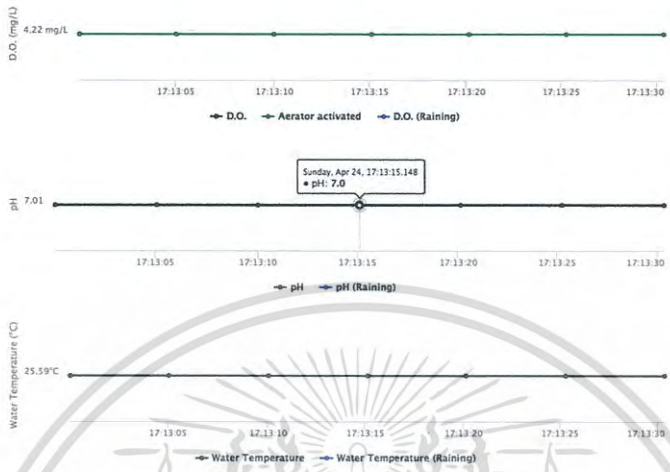


รูปที่ 4.16 แสดงหน้าจอหลักของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

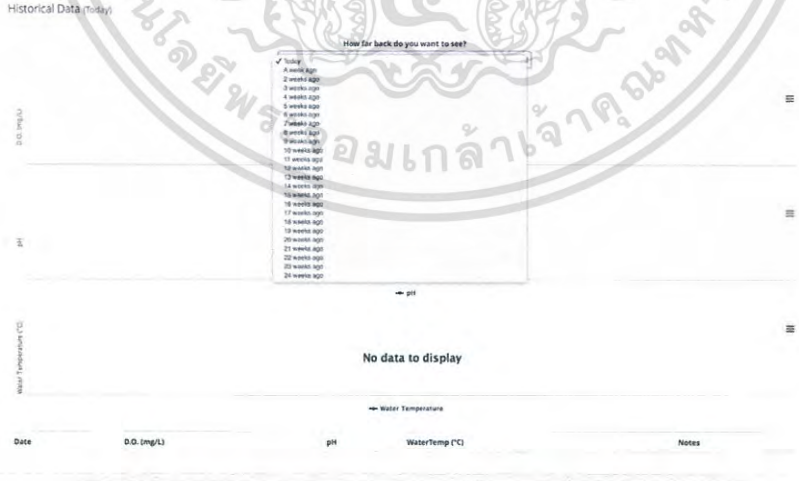
4.2.3 หน้ารายละเอียดเพิ่มเติมของอุปกรณ์

ผู้ใช้สามารถเลือกกด See more info ของอุปกรณ์นั้นได้ ระบบจะแสดงกราฟ real-time และกราฟบันทึกข้อมูลย้อนหลัง รวมทั้งตารางบันทึกข้อมูลย้อนหลังของอุปกรณ์นั้น



รูปที่ 4.17 แสดงหน้าจอรายละเอียดเพิ่มเติมของอุปกรณ์

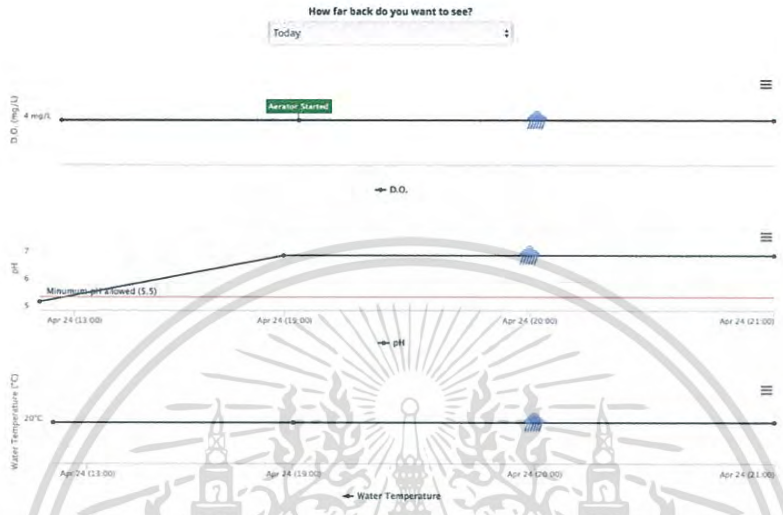
ผู้ใช้สามารถเลือกระยะเวลาที่ต้องการดูบันทึกข้อมูลย้อนหลังได้ กราฟจะแสดงค่าทุกต้นชั่วโมงจนถึงต้นชั่วโมงปัจจุบันที่ผู้ใช้เรียกดู ระบบมีให้ผู้ใช้เลือกดูย้อนหลังของวันนี้ (Today) และทุก 1 สัปดาห์สูงสุด 6 เดือน (1-24 weeks ago)



รูปที่ 4.18 แสดงหน้าจอการเรียกดูบันทึกข้อมูลย้อนหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟและตารางบันทึกข้อมูลย้อนหลังจะแสดงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นใน 3 กรณีเป็นการวิเคราะห์เบื้องต้นให้แก่ผู้ใช้ คือ 1.มีฝนตกในช่วงวันเวลาใด 2.มีการแก้ไขระดับปริมาณออกซิเจนด้วยการเปิดเครื่องตีน้ำวันเวลาใด และ 3.เวลาเที่ยงตรงของวันใดมีค่า pH ต่ำกว่ามาตรฐาน เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการวิเคราะห์และตัดสินใจแก้ปัญหาในระดับต่อไป



รูปที่ 4.19 แสดงหน้าจอการเรียกดูกราฟบันทึกข้อมูลย้อนหลัง

ตารางบันทึกข้อมูลย้อนหลังจะแสดงวัน/เดือน/ปี, เวลา, ค่าปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ (D.O.), ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และค่าอุณหภูมิ (Water Temperature) ณ เวลานั้น และหมายเหตุของเหตุการณ์ที่ระบบทำการวิเคราะห์ใน 3 กรณีดังที่กล่าวมาข้างต้น

Date	D.O. (mg/L)	pH	WaterTemp (°C)	Notes
Apr 24, 2016 (12:00:02)	4	5.3	20	- pH was too low. (suggestion: add lime (calcium carbonate))
Apr 24, 2016 (18:30:03)	4	7	20	- Aerator started.
Apr 24, 2016 (19:30:58)	4	7	20	- It was started to rain.

รูปที่ 4.20 แสดงหน้าจอการเรียกดูตารางบันทึกข้อมูลย้อนหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผล

5.1 สรุปโครงงาน

จากการศึกษาและพัฒนาระบบวิเคราะห์และควบคุมปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำสำหรับการเลี้ยงปลานิลโดยนำแนวคิด Internet of Things มาใช้เพื่อช่วยให้การทำฟาร์มเลี้ยงปลานิลมีความสะดวกเมื่อต้องดูแลบ่อเลี้ยงปลานิล สามารถจัดการปัญหาลดปริมาณการใช้แรงงานคนและเพิ่มประสิทธิภาพความถูกต้องของข้อมูลที่จะต้องนำมาวิเคราะห์ ระบบนี้ประกอบด้วย บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Mega, เซ็นเซอร์วัดค่าออกซิเจนละลายในน้ำ, เซ็นเซอร์วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง, เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิแบบกันน้ำ, เซ็นเซอร์วัดน้ำฝน ซึ่งเป็นปัจจัยหลักเพื่อดูและสภาพแวดล้อมในน้ำ และระบบจะส่งค่าที่ได้มาแสดงผลบนเว็บแอพพลิเคชั่นเพื่อให้ผู้ใช้สามารถเรียกดูค่าในรูปแบบกราฟ real-time กราฟย้อนหลังเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ผลระยะยาว ตารางบันทึกข้อมูลย้อนหลังเพื่อแจ้งให้ผู้ใช้ทราบถึงการวิเคราะห์ของระบบในกรณีที่มีฝนตกซึ่งจะทำให้ค่าที่เก็บได้คลาดเคลื่อนไปจากความจริง หรือกรณีที่ค่าออกซิเจนละลายในน้ำ อยู่ในช่วงที่เป็นอันตรายต่อปลานิลซึ่งระบบได้แก้ปัญหาในเบื้องต้นโดยสั่งการเปิดเครื่องตีน้ำเพิ่มออกซิเจนให้แล้ว และกรณีค่าความเป็นกรด-ด่างในช่วงเวลาเที่ยงตรงซึ่งควรจะมีค่าสูงที่สุดในรอบวันต่ำกว่าค่ามาตรฐานระบบก็จะแจ้งเพื่อเตือนให้ผู้ใช้ทราบและนำไปวิเคราะห์ต่อไป รวมทั้งผู้ใช้สามารถสั่งการเปิด-ปิดเครื่องตีน้ำด้วยตัวเองได้ เป็นการเพิ่มความสะดวกในการแก้ปัญหาอื่นที่ผู้ใช้เห็นว่าสามารถแก้ไขได้ด้วยการเพิ่มออกซิเจน และได้ทดสอบการทำงานของอุปกรณ์เปรียบเทียบกับอุปกรณ์ที่ใช้จริงในห้องทดลอง พบว่าชุดอุปกรณ์มีค่าใกล้เคียง ถึงแม้ว่ามีความคลาดเคลื่อนแต่ไม่ส่งผลต่อการวิเคราะห์สภาพน้ำ สามารถนำมาใช้แทนอุปกรณ์การตรวจวัดของระบบงานเดิมได้

โดยสามารถสรุปการทำงานของระบบได้ ดังนี้

1. ส่วนการทำงานของระบบ
   - ระบบใช้ Arduino Mega เป็นตัวกลางในการรับส่งข้อมูล
   - ระบบสามารถวัดปริมาณออกซิเจนในน้ำ ค่าความเป็นกรด-ด่าง อุณหภูมิในน้ำและตรวจจับน้ำฝน
   - ระบบสามารถสั่งเปิด-ปิดเครื่องตีน้ำ
2. ส่วนการทำงานของผู้ใช้
   - ระบบสามารถเรียกดูกราฟแบบ real-time ของสภาพน้ำในขณะนั้นได้
   - ระบบสามารถวิเคราะห์ค่าและแสดงผลย้อนหลังในรูปแบบของกราฟและตารางบันทึกข้อมูลเพื่อให้ผู้ใช้ทราบถึงสถานการณ์หรือการแก้ปัญหาในเบื้องต้นได้
   - ระบบสามารถให้ผู้ใช้ควบคุมการเติมออกซิเจนในน้ำได้ผ่านหน้าเว็บแอพพลิเคชั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

- NETPIE ยังเป็น MQTT Broker ที่ใหม่ ฟังก์ชั่นค่อนข้างใช้ยาก และยังมีผู้ใช้ไม่มาก ทำให้ยังมีบทความหรือข้อมูลไม่แพร่หลาย
- ในการวัดคุณภาพน้ำจำเป็นต้องใช้หลายปัจจัยควบคุม และยังไม่เป็นที่แพร่หลายทำให้อุปกรณ์ที่ใช้มีราคาสูง งบประมาณที่คณะจัดให้จึงไม่เพียงพอ
- Arduino IDE ยังมีความบกพร่องเรื่องไลบรารี่และการค้นหาบอร์ดบน OS X ทำให้การเขียนโปรแกรมลงบอร์ดควบคุมมีปัญหาและล่าช้า
- ผู้จัดทำยังไม่มีประสบการณ์การทำ Node.js มาก่อน เมื่อพบปัญหาจึงต้องใช้เวลาเพื่อแก้ไข
- ปัญหาเกี่ยวกับ Mongoose (MongoDB) เนื่องจากยังเป็นสิ่งที่ใหม่ ทำให้ใช้เวลานานในการศึกษา
- การเชื่อมต่อ Web Application กับ MQTT Broker (NETPIE) เนื่องจากผู้จัดทำแบ่งงานกันระหว่างฝั่ง Web Application และ Hardware ทำให้บางเวลาเกิดปัญหาเรื่องการติดต่อสื่อสารและการส่งข้อมูล

5.3 แนวทางการพัฒนาระบบในอนาคต

- ผู้จัดทำมีแนวคิดว่า ในอนาคตอาจทำให้วงจรควบคุมสามารถแก้ปัญหาของปัจจัยอื่นๆได้ เช่น เติมปูนขาวเมื่อน้ำมีค่าเป็นกรดสูงหรือการเปลี่ยนถ่ายน้ำเพื่อแก้ปัญหาเรื่องอุณหภูมิให้บ่อปลา
- ระบบสามารถเพิ่มการตรวจจับค่า ORP เพื่อใช้ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเค็ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] Arduino. **"Arduino MEGA 2560."** [Online].

Available: https://www.arduino.cc/en/Main/arduinoBoardMega2560. 2559.

[2] สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.). **"NETPIE."** [Online].

Available: https://netpie.io/tutorials. 2558.

[3] Atlas Scientific LLC. **"Dissolved Oxygen."** [Online].

Available: http://www.atlas-scientific.com/dissolved-oxygen.html. 2559

[4] DFROBOT. **"PH meter."** [Online].

Available: http://dfrobot.com/wiki/index.php/PH_meter(SKU:_SEN0161). 2559.

[5] HobbyTronics Ltd. **"One Wire Digital Temperature DS18B20."** [Online].

Available: http://www.hobbytronics.co.uk/ds18b20-arduino. 2559.

[6] ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดพะเยา. **"การตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำ."** [Online].

Available: http://www.fisheries.go.th/if-phayao/web2/. 2553.

[7] Suranart Niamcome. **"Node.js คืออะไร ?."** [Online].

Available: http://www.siamhtml.com/introduction-to-node-js/. 2557.

[8] MongoDB, Inc. **"MongoDB."** [Online].

Available: https://www.mongodb.org/. 2559.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวกานต์ชนก สุริย์ฉาย
วัน เดือน ปี เกิด	24 มิถุนายน 2537
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
ที่อยู่	6 หมู่บ้านประเวศวิลล่า ซอยอ่อนนุช88/4 ถนนอ่อนนุช-ลาดกระบัง แขวงประเวศ เขตประเวศ กรุงเทพมหานคร 10250
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2558 วิทยาศาตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระเจ้าเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชื่อ-นามสกุล	นายวศินนท์ รุ่งเวชวัฒน
วัน เดือน ปี เกิด	6 พฤศจิกายน 2536
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
ที่อยู่	105/198 ซอยนวมินทร์57 แขวงนวมินทร์ เขตบึงกุ่ม กรุงเทพมหานคร 10240
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2558 วิทยาศาตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระเจ้าเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบวิเคราะห์และควบคุมปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ สำหรับการเลี้ยงปลานิล

กานต์ชนก สุริย์ฉาย และ วศินนท์ รุ่งเวชวัฒน

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

Emails: kanchanok.su@gmail.com, wasinon@gmail.com

บทคัดย่อ

ระบบวิเคราะห์และควบคุมปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำสำหรับการเลี้ยงปลานิล เป็นการช่วยอำนวยความสะดวกให้กับเกษตรกรทำฟาร์มเลี้ยงปลานิลสำหรับการเลี้ยงในบ่อดิน ซึ่งปัจจัยออกซิเจนในน้ำมีความสำคัญต่ออัตราการรอดชีวิตและอัตราการเจริญเติบโตของปลา โดยใช้อุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการทำงานของเซ็นเซอร์ตรวจวัดน้ำผ่านทางระบบเครือข่าย และมีการจัดเก็บข้อมูล สามารถนำข้อมูลมาวิเคราะห์แนวโน้มคุณภาพน้ำในระยะยาว และสั่งการแก้ไขปัญหาเพื่อเพิ่มออกซิเจนในน้ำแบบอัตโนมัติ หรือสั่งการผ่านหน้าเว็บแอพพลิเคชั่น เพื่อควบคุมระดับปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงปลานิล

คำสำคัญ – ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ; ปลานิล; Internet of Things; Arduino Mega

1. บทนำ

เกษตรกรทำฟาร์มเลี้ยงสัตว์น้ำต้องศึกษาวิธีการควบคุมคุณภาพน้ำกันอย่างจริงจัง ถ้าออกซิเจนในน้ำน้อยลง คุณภาพน้ำลดลง ปลาก็ไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ ส่งผลต่ออัตราการรอดชีวิตและอัตราการเจริญเติบโต การเรียนรู้จากประสบการณ์ของเกษตรกรด้วยวิธีการต่างๆ ซึ่งกว่าจะเจอวิธีการที่ถูกต้องก็สร้างความเสียหายมาแล้วไม่น้อย จึงนำแนวคิดเรื่อง Internet of Things มาช่วยในการตรวจวัดปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำสำหรับการทำฟาร์มเลี้ยงปลานิลในบ่อดินเพื่อใช้แก้ปัญหาที่มีอยู่เดิมและเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการให้มากขึ้น

ทำให้เกิดแนวคิดการพัฒนาระบบที่จะช่วยตรวจวัดปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำแล้วนำข้อมูลที่ได้มาจัดเก็บเป็นค่าสถิติแสดงผลเป็นกราฟเพื่อใช้วิเคราะห์เปรียบเทียบ หากพบข้อมูลที่แสดงให้เห็นถึงปัญหาที่เกิดขึ้น ก็สามารถสั่งการแก้ไขปัญหาปรับสภาพแวดล้อมนั้นได้ทันที เพื่อให้การทำฟาร์มเลี้ยงปลานิลง่ายและมีประสิทธิภาพมากขึ้น

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิด Internet of Things

เป็นแนวคิดที่ทำให้อุปกรณ์ต่างๆ เช่น โทรศัพท์ ตู้เย็น โทรทัศน์ หลอดไฟ เชื่อมต่อกับระบบเครือข่ายเข้าไว้ด้วยกัน สามารถควบคุมและจัดเก็บสถานะ โดยทุกอุปกรณ์สามารถติดต่อสื่อสารกันได้

"เป็นเครือข่ายที่เชื่อมโยงอุปกรณ์ต่างๆ ที่สามารถระบุตัวได้อย่างแน่ชัดเข้ากับอินเตอร์เน็ต โดยอุปกรณ์ต่างๆ นั้นสามารถตรวจจับ/ดำเนินการและมีความสามารถในการเขียนโปรแกรมได้อย่างมี ประสิทธิภาพ ข้อมูลและสถานะต่างๆของอุปกรณ์นั้น จะถูกเก็บรวมรวมและเปลี่ยนแปลงได้จากสิ่งไหนก็ในทุกที่ทุกเวลา"

2.2 โปรโตคอล MQTT

MQTT (Message Queue Telemetry Transport) เป็นโปรโตคอลทำให้อุปกรณ์กับอุปกรณ์สามารถติดต่อสื่อสารกันได้ ถูกออกแบบให้ทำงานบน TCP/IP Protocol หลักการทำงานคล้าย WebSocket คือ ผู้ใช้สามารถรับข้อมูลมาประมวลผลได้โดยไม่จำเป็นต้องส่งคำร้องขอ (Request) ไปยังเซิร์ฟเวอร์ (Server) และเซิร์ฟเวอร์จะไม่มีการตอบกลับมา (Response) ทำให้ลดภาระการทำงานและยังลด Traffic ในเครือข่ายอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MQTT จะประกอบไปด้วย

- Broker ทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการรับ-ส่งข้อมูลต่างๆ
- Publisher ทำหน้าที่ส่งค่าต่างๆไปยัง Broker
- Subscriber ทำหน้าที่เป็นตัวที่คอยข้อมูลจาก Broker โดยจะรับ ข้อมูลตามหัวข้อที่เรากำหนดไว้

รูปที่ 1. หลักการทำงานของ โปรโตคอล MQTT

2.3 องค์ประกอบด้านฮาร์ดแวร์

2.3.1 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino รุ่น Mega 2560

เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ทำงานบนพื้นฐาน ATmega2560 และชิป CH340 โดยใช้ภาษา C ในการเขียนโปรแกรม ออกแบบให้ใช้งานง่าย ทั้งสามารถรับค่าได้ทั้ง Analog และ Digital และยังสามารถชื่อต่อกับคอมพิวเตอร์แบบ USB เปลี่ยนให้สะดวกแก่การเขียนโปรแกรม สามารถใช้งานได้บน Windows, Mac OSX และ Linux เป็น Open Source ทำให้สามารถนำไปในพัฒนาต่อได้สะดวกมากขึ้น

รูปที่ 2. Arduino Mega 2560

2.3.2 วงจร Ethernet Shield รุ่น W5100

Shield ตัวนี้เสียบกับบอร์ด Arduino จะทำให้สามารถเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตจากภายนอกได้ ผ่านทางช่องสายแลน และยังมีช่องใส่ SD Card เพื่อเก็บข้อมูลได้ สามารถใช้งานได้กับ Arduino รุ่น UNO และ MEGA

รูปที่ 3. วงจร Ethernet Shield รุ่น W5100

2.3.3 เซ็นเซอร์วัดค่าออกซิเจนละลายในน้ำ

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับวัดค่าออกซิเจนละลายในน้ำ โดยค่านั้นจะสามารถบ่งบอกได้ว่าปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ ณ ตอนนั้นเป็นอย่างไร ถ้าได้ค่าน้อยกว่ามาตรฐานแสดงว่าน้ำมีคุณภาพต่ำ โดยค่าที่วัดได้จะแสดงออกมาในรูปของตัวเลขฐานสิบ

รูปที่ 4. เซ็นเซอร์วัดค่าออกซิเจนละลายในน้ำ

2.3.4 เซ็นเซอร์วัดค่ากรด-ด่างแบบอนาล็อก

เป็นอุปกรณ์วัดค่ากรด-ด่างแบบ Analog ออกแบบมาเพื่อใช้กับ Arduino Controller โดยสามารถวัดค่าได้ในช่วง 0 – 14 โดย Output ที่ได้จาก Probe จะเป็น Millivolts แล้วจะส่งค่าผ่านวงจรเพื่อแปลงเป็นค่าความเป็นกรด-ด่าง

รูปที่ 5. เซ็นเซอร์วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง

2.3.5 เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิแบบกันน้ำ

เป็นอุปกรณ์วัดค่าอุณหภูมิโดยส่งค่าเป็น Digital ส่งค่าได้ตั้งแต่ 9 ถึง 12 บิต แล้วแปลงเป็นค่าอุณหภูมิ โดยสามารถรับค่าได้ตั้งแต่ -55 ถึง 125 องศาเซลเซียส

รูปที่ 6. เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิแบบกันน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.5 เซ็นเซอร์วัดน้ำฝน

อุปกรณ์ตรวจจับน้ำฝน ให้ค่าออกมาเป็นแบบดิจิตอล หรือให้ค่ามาเป็นอนาล็อกได้ตามต้องการ และสามารถปรับค่าความต้านทานได้

รูปที่ 7. เซ็นเซอร์วัดน้ำฝน

2.4 องค์ประกอบด้านซอฟท์แวร์

2.4.1 Arduino Programming

การเขียนโปรแกรมลงบน Arduino นั้น สามารถเขียนด้วยโปรแกรมที่ชื่อว่า Arduino IDE (IDE ย่อมาจาก Integrated Development Environment) โดยใช้งานได้ทั้ง Windows ,Linux ,Mac OS X

ภาษาของ Arduino จะอ้างอิงตามภาษา C/C++ โครงสร้างของโปรแกรม Arduino แบ่งเป็นสองส่วนคือ void setup() และ void loop()

2.4.2 ภาษา HTML5

HTML5 เป็นภาษาที่ถูกพัฒนาต่อมาจากภาษา HTML โดยได้มีการปรับเพิ่ม Feature ใหม่อย่าง การรองรับไฟล์เสียงและวิดีโอ การเพิ่มความสามารถของ Form ต่างๆ เช่น Input Type, Attribute, Element ซึ่ง HTML5 จะมี Script ใหม่มาแทน Script เดิม ทำให้เขียนโค้ดได้สั้นลงเพื่อให้ผู้พัฒนาสามารถใช้งานได้ง่ายขึ้น และสามารถแก้ไข Content ผ่านทางหน้าเว็บได้

2.4.3 Node.js

คือ Framework ใช้ภาษา JavaScript ที่ทำงานอยู่ในส่วนของเบื้องหลัง ใช้ Compiler ที่ชื่อว่า JavaScript engine V8 ซึ่ง Google เป็นผู้พัฒนาขึ้นมาเอง นอกจากนี้ยังมีส่วนเสริมที่ชื่อว่า Node Package Management ทำให้สามารถดาวน์โหลด Package ต่างๆมาต่อยอดทำให้ทำงานสะดวกขึ้น และยังมีการทำงานแบบ Non-Blocking I/O หรือ Asynchronous คือภาษาที่คำสั่งจะทำงานโดยที่ไม่มีการรอผลลัพธ์ แต่จะทำงานต่อไปทันที

3. การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

3.1 การวิเคราะห์ความต้องการระบบ

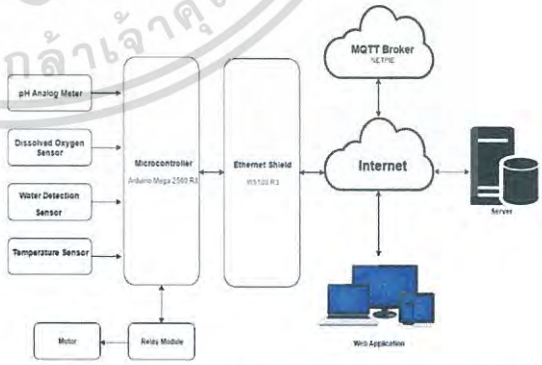
3.1.1 ความต้องการที่เป็นหน้าที่หลักของระบบ (Functional Requirement)

1. ระบบสามารถสั่งการชุดอุปกรณ์ควบคุมให้ทำการตรวจวัดได้
2. ระบบสามารถรายงานข้อมูลการตรวจวัดของชุดอุปกรณ์ในรูปแบบของกราฟแก่ผู้ใช้ได้
3. ระบบสามารถวิเคราะห์และแสดงข้อมูลทางสถิติปริมาณออกซิเจนและความเป็นกรด-ด่างได้
4. ระบบสามารถรายงานบันทึกหลังจากแก้ปัญหาปรับสภาพน้ำแก่ผู้ใช้ได้
5. ระบบสามารถจัดการปัญหาเมื่อพบข้อมูลที่มีค่าต่ำกว่าที่กำหนดไว้ได้

3.1.2 ความต้องการของระบบที่ไม่ใช่หน้าที่หลักของระบบ (Non-Functional Requirement)

1. ระบบสามารถแจ้งเตือนผู้ใช้ได้ หากพบว่ามีฝนตก
2. ระบบสามารถใช้งานได้ง่าย ไม่ซับซ้อน

3.2 บล็อกไดอะแกรม (Block Diagram)



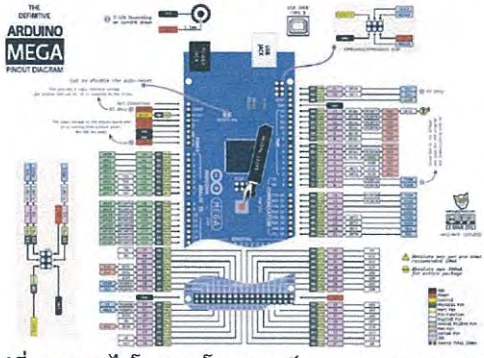
รูปที่ 8. แสดง Block Diagram ของระบบควบคุมปริมาออกซิเจนละลายในน้ำสำหรับฟาร์มเลี้ยงปลานิล

3.3 วงจรและรายละเอียดการทำงานของแต่ละวงจร

3.3.1 วงจรและรายละเอียดการทำงานของแต่ละวงจร

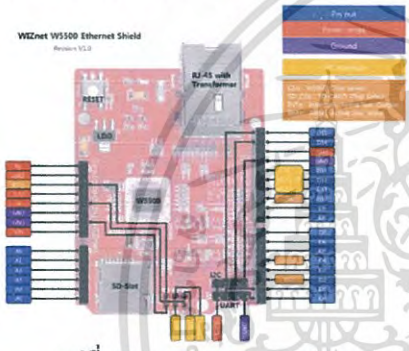
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรควบคุมจะใช้ Arduino Mega 2560 มีผังวงจรดังในรูป



รูปที่ 9. วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Mega 2560

ในส่วนนี้จะทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางในการควบคุม รับและส่งข้อมูล ระหว่างอุปกรณ์ที่ใช้ตรวจจับสภาพแวดล้อมกับเซิร์ฟเวอร์ส่วนกลางที่ใช้เก็บข้อมูลและแสดงผลข้อมูล โดยมีการเชื่อมต่อผ่านสาย RJ-45 บน Ethernet Shield



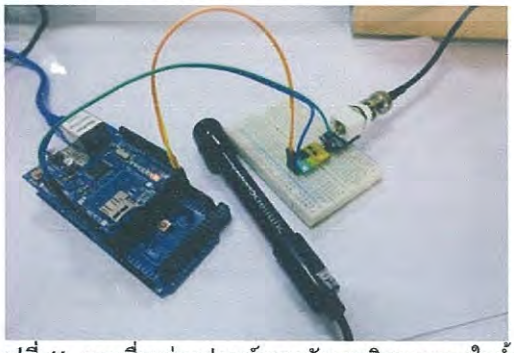
รูปที่ 10. วงจร Ethernet Shield

3.3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ตรวจจับสภาพแวดล้อม

เมื่อเชื่อมต่อกับวงจรควบคุม วงจรจะสั่งให้อุปกรณ์ตรวจจับรับค่าแล้วส่งมายังวงจรควบคุม โดยมีปัจจัยต่างๆดังนี้

1) ปัจจัยเกี่ยวกับออกซิเจนละลายในน้ำ (Dissolved Oxygen)

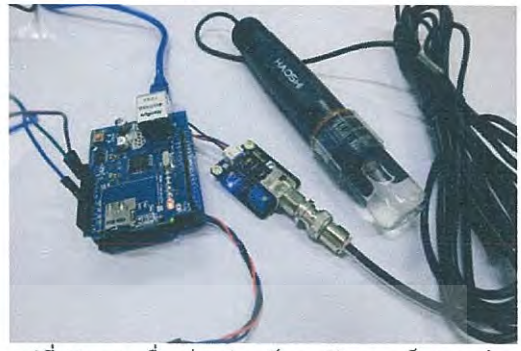
จะมีการรับค่าจากการหย่อนอุปกรณ์ตรวจวัดลงไปในน้ำและส่งค่าไปยังวงจรควบคุมผ่านสาย Tx,Rx แล้วนำมาวิเคราะห์ค่าที่ได้จะเป็นหน่วยมิลลิกรัมต่อลิตร



รูปที่ 11. การเชื่อมต่ออุปกรณ์ตรวจวัดออกซิเจนละลายในน้ำ (Dissolved Oxygen)

2) ปัจจัยเกี่ยวกับค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

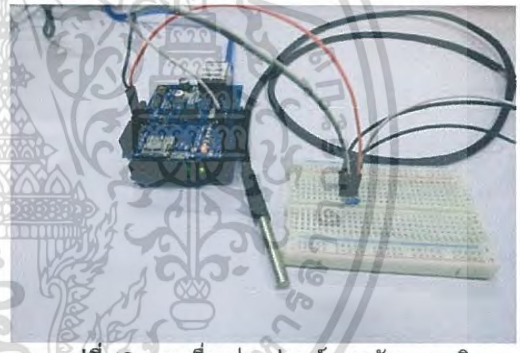
จะใช้การหย่อนอุปกรณ์ตรวจวัดลงไปในน้ำและส่งค่าไปยังวงจรควบคุมผ่านขา Analog เพื่อนำมาวิเคราะห์ค่าที่ได้จะออกมาเป็น pH ช่วง 0 - 14



รูปที่ 12. การเชื่อมต่ออุปกรณ์ตรวจวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH)

3) ปัจจัยที่เกี่ยวกับอุณหภูมิ

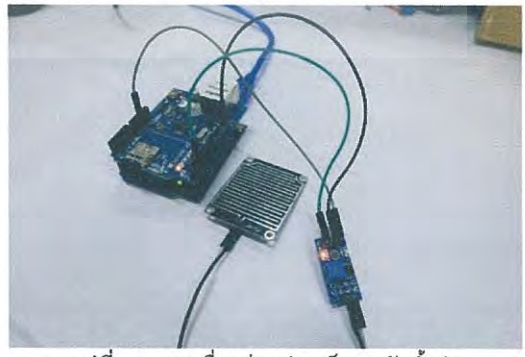
จะใช้อุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิหย่อนลงไปในน้ำและส่งค่าที่ได้ผ่านขา Digital ไปยังวงจรควบคุมเพื่อวิเคราะห์ผ่านขา Digital ค่าที่ได้จะเป็นหน่วยองศาเซลเซียส (°C)



รูปที่ 13. การเชื่อมต่ออุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิ

4) ปัจจัยที่เกี่ยวกับการตรวจจับน้ำฝน

เป็นการตรวจจับปัจจัยภายนอก เพราะเมื่อฝนตกจะทำให้ปัจจัยอื่นๆ เปลี่ยนแปลงไป โดยค่าที่ได้เป็น Analog และส่งไปวิเคราะห์ผ่านวงจรควบคุม

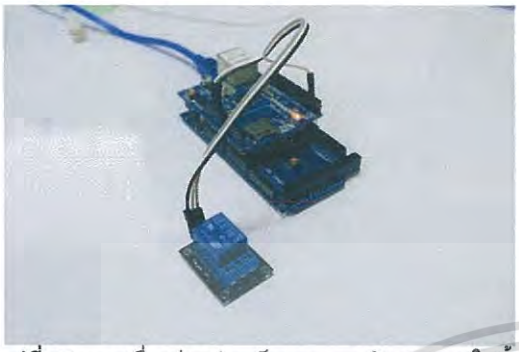


รูปที่ 14. การเชื่อมต่ออุปกรณ์ตรวจจับน้ำฝน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

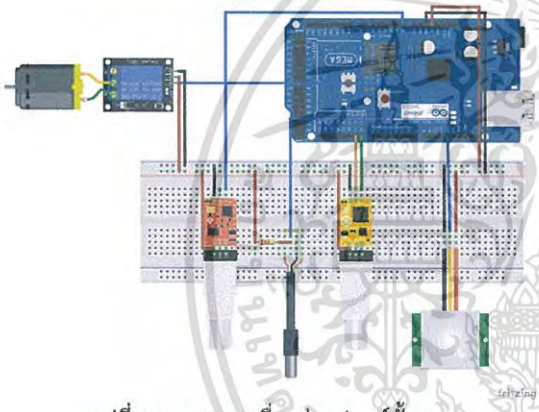
5) อุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมปัจจัยเกี่ยวกับออกซิเจนละลายในน้ำ

จะใช้การเชื่อมต่อ Relay Module กับมอเตอร์และใช้วงจรควบคุมในการสั่งงาน เมื่อมอเตอร์ทำงานจะเป็นการตีน้ำเพื่อเพิ่มระดับออกซิเจนละลายในน้ำ



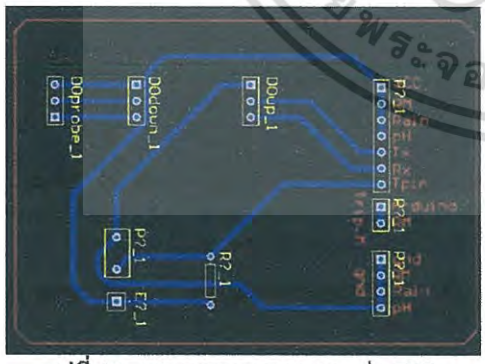
รูปที่ 15. การเชื่อมต่ออุปกรณ์ควบคุมออกซิเจนละลายในน้ำ

3.3.3 การออกแบบการเชื่อมต่อวงจรทั้งหมด



รูปที่ 16. แสดงการเชื่อมต่ออุปกรณ์ทั้งหมด

3.3.3.1 การออกแบบ PCB (Print Circuit Board)

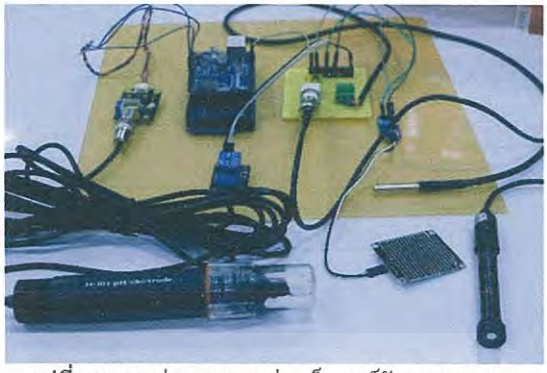


รูปที่ 17. แสดงการออกแบบวงจรแผ่น PCB

4. ผลการทดลอง

4.1 การออกแบบส่วนฮาร์ดแวร์

การทำงานในส่วนของฮาร์ดแวร์ จะใช้วงจรควบคุมหลักคือ Arduino Mega สามารถรอรับคำสั่งจากเซิฟเวอร์และยังส่งค่าไปยังเซิฟเวอร์ได้ผ่าน Ethernet Shield อีกทั้ง Arduino Mega ยังมีหน้าที่ในการสั่งอุปกรณ์ตรวจสภาพแวดล้อมและรับค่าที่ได้มาประมวลผล โดยมีลักษณะของการเชื่อมต่อดังนี้



รูปที่ 17. การต่อระบบระหว่างเซ็นเซอร์กับวงจรควบคุม

4.2 การทดสอบอุปกรณ์และการเปรียบเทียบกับอุปกรณ์ที่เชื่อถือได้

การทดสอบครั้งนี้จัดทำที่ห้องทดลองน้ำ ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อุปกรณ์ที่ใช้ทดสอบเป็นอุปกรณ์ที่ใช้จริงในภาคการเกษตร

การทดสอบทั้งหมด 3 ประเภทคือ ออกซิเจนในน้ำ ค่าความเป็นกรด-ด่าง และอุณหภูมิ

ขั้นตอนการทดสอบ 1. ล้างอุปกรณ์ด้วยน้ำกลั่น

2. นำอุปกรณ์ทั้ง 2 อัน จุ่มลงในน้ำแล้วรอให้ค่าคงที่ สังเกตค่าที่ได้

3. บันทึกผลและเปรียบเทียบค่าที่ได้

โดยทำการทดสอบทั้งหมด 3 ครั้ง

ปัจจัยควบคุม 1. น้ำประปา

2. น้ำกลั่น

3. ปริมาณน้ำและภาชนะที่ใช้

4.2.1 ผลการทดสอบจากอุปกรณ์ตรวจวัดค่าออกซิเจนละลายในน้ำ (Dissolved Oxygen Sensor)

อุปกรณ์ของระบบวัดได้ค่าออกซิเจนละลายในน้ำ 6.94 mg/L และอุปกรณ์จากห้องทดลองน้ำวัดได้ค่าออกซิเจนละลายในน้ำ 7.04 mg/L พบว่ามีค่าคลาดเคลื่อนต่างกันประมาณ 0.1 - 0.2 เมื่อสอบถามจากนักวิชาการประมงแล้วค่าที่คลาดเคลื่อนถือว่าอยู่ในช่วงยอมรับได้ เนื่องจากอุปกรณ์ต่างยี่ห้อกันและอุปกรณ์จากห้องทดลองน้ำเก่าแล้วอาจจะให้ค่าที่คลาดเคลื่อนไปบ้าง ซึ่งไม่ส่งผลต่อการวิเคราะห์และดูแลคุณภาพน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 18. การทดสอบอุปกรณ์ตรวจวัดค่าออกซิเจนละลายในน้ำ

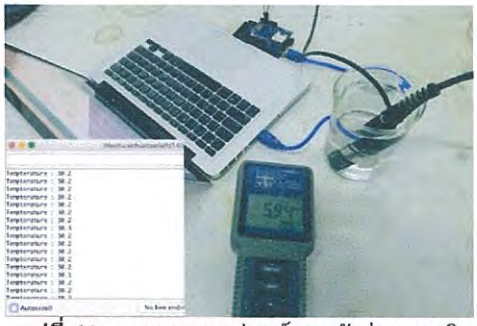
4.2.2 ผลการทดสอบจากอุปกรณ์ตรวจวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH Analog Sensor)

อุปกรณ์ของระบบวัดได้ค่าความเป็นกรด-ด่าง 7.06 และอุปกรณ์จากห้องทดลองน้ำวัดได้ค่าความเป็นกรด-ด่าง 6.93 พบว่ามีค่าคลาดเคลื่อนต่างกันประมาณ 0.1 - 0.15 เมื่อสอบถามจากนักวิชาการประมงแล้ว ค่าที่คลาดเคลื่อนถือว่าไม่ต่างจากอุปกรณ์ที่ใช้งานจริง สามารถยอมรับได้

รูปที่ 19. การทดสอบอุปกรณ์ตรวจวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง

4.2.3 ผลการทดสอบจากอุปกรณ์ตรวจวัดค่าอุณหภูมิ (Water Temperature Sensor)

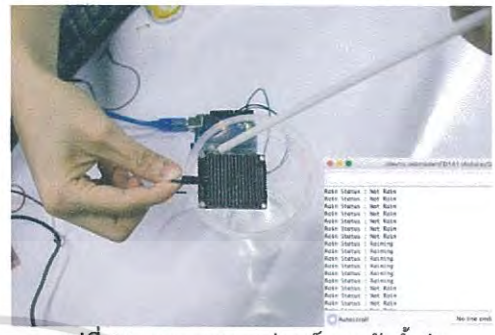
อุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิจากห้องทดลองน้ำจะอยู่ในตัวเดียวกับที่ตรวจวัดปริมาณออกซิเจนในน้ำ ค่าที่ได้คือ 30.5 องศาเซลเซียส ซึ่งค่าจากอุปกรณ์ที่เลือกใช้ในระบบวัดได้ 30.2 องศาเซลเซียส แตกต่างกัน 0.3 องศาเซลเซียส ซึ่งความคลาดเคลื่อนของอุณหภูมิเพียงจุดทศนิยมถือว่าน้อยมาก ยังสามารถนำค่าไปใช้วิเคราะห์ผลระยะยาวได้



รูปที่ 20. การทดสอบอุปกรณ์ตรวจวัดค่าอุณหภูมิ

4.2.4 ผลการทดสอบจากอุปกรณ์ตรวจจับน้ำฝน (Rain Detection Sensor)

จากการทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับน้ำฝน เมื่อมีน้ำหยดลงบนแผ่นเซ็นเซอร์ Rain Status จะเปลี่ยนสถานะเป็น Raining และในเวลาปกติที่ไม่มีน้ำหยดจะมีสถานะ No Rain



รูปที่ 21. การทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับน้ำฝน

4.2.5 ผลการทดสอบส่งค่าเปิด-ปิด Relay ผ่านหน้าเว็บ HTML

จากการทดสอบอุปกรณ์โดยการส่งค่าจากหน้าเว็บ HTML เมื่อส่งคำว่า ON จะทำให้ Relay อยู่ในสถานะเปิดและเมื่อส่งคำว่า OFF มาจะทำให้ Relay อยู่ในสถานะปิด

รูปที่ 22. การทดสอบส่งค่าเปิด-ปิด Relay

4.2 การออกแบบส่วนซอฟต์แวร์

4.2.1 การเข้าสู่การใช้งานระบบ

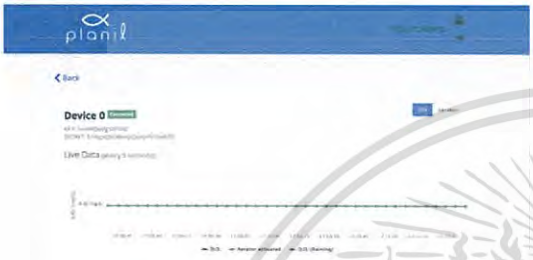
เมื่อผู้ใช้เรียกใช้งานระบบ ระบบจะให้ผู้ใช้กรอก Username และ Password เพื่อยืนยันตัวตนเข้าสู่การใช้งานระบบ

รูปที่ 23. แสดงหน้าจอหลักของการเริ่มต้นการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 หน้าหลักของระบบ

หลังจากที่ผู้ใช้เข้าสู่ระบบแล้ว ระบบจะแสดงหน้าหลักการใช้งานเป็นกราฟแบบ real-time ของอุปกรณ์นั้น ซึ่งมีทั้งหมด 3 กราฟคือ ค่าปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ (D.O.), ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และค่าอุณหภูมิ (Water Temperature) โดยมีการอธิบายด้านล่าง สีดำ-ค่าปกติ สีน้ำเงิน-ขณะนั้นฝนตก และสีเขียว-ขณะนั้นมีการเปิดเครื่องตีน้ำเติมอากาศ(แสดงเฉพาะกราฟปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ) และมีปุ่มสำหรับเปิด-ปิดเครื่องตีน้ำให้ผู้ใช้สามารถเลือกเปิด-ปิดเองได้



รูปที่ 24. แสดงหน้าจอหลักของระบบ

4.2.3 หน้ารายละเอียดเพิ่มเติมของอุปกรณ์

ผู้ใช้สามารถเลือกกด See more info ของอุปกรณ์นั้นได้ ระบบจะแสดงกราฟ real-time และกราฟบันทึกข้อมูลย้อนหลัง รวมทั้งตารางบันทึกข้อมูลย้อนหลังของอุปกรณ์นั้น

รูปที่ 25. แสดงหน้าจอรายละเอียดเพิ่มเติมของอุปกรณ์

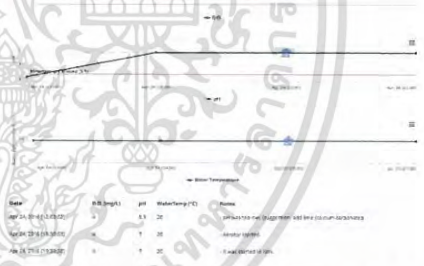
ผู้ใช้สามารถเลือกระยะเวลาที่ต้องการดูบันทึกข้อมูลย้อนหลังได้ กราฟจะแสดงค่าทุกต้นชั่วโมงจนถึงต้นชั่วโมงปัจจุบันที่ผู้ใช้เรียกดู ระบบมีให้ผู้ใช้เลือกดูย้อนหลังของวันนี้ (Today) และทุก 1 สัปดาห์สูงสุด 6 เดือน (1-24 weeks ago)

รูปที่ 26. แสดงหน้าจอการเรียกดูบันทึกข้อมูลย้อนหลัง

กราฟและตารางบันทึกข้อมูลย้อนหลังจะแสดงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นใน 3 กรณีเป็นการวิเคราะห์เบื้องต้นให้แก่ผู้ใช้ คือ 1.มีฝนตกในช่วงวันเวลาใด 2.มีการแก้ไขระดับปริมาณออกซิเจนด้วยการเปิดเครื่องตีน้ำวันเวลาใด และ 3.เวลาเที่ยงตรงของวันใดมีค่า pH ต่ำกว่ามาตรฐาน เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการวิเคราะห์และตัดสินใจแก้ปัญหาในระดับต่อไป

รูปที่ 27. แสดงหน้าจอการเรียกดูกราฟบันทึกข้อมูลย้อนหลัง

ตารางบันทึกข้อมูลย้อนหลังจะแสดงวัน/เดือน/ปี, เวลา, ค่าปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ (D.O.), ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และค่าอุณหภูมิ (Water Temperature) ณ เวลานั้น และหมายเหตุของเหตุการณ์ที่ระบบทำการวิเคราะห์ใน 3 กรณีดังที่กล่าวมาข้างต้น



รูปที่ 28. แสดงหน้าจอการเรียกดูตารางบันทึกข้อมูลย้อนหลัง

5. สรุปผล

จากการศึกษาและพัฒนาระบบวิเคราะห์และควบคุมปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำสำหรับการเลี้ยงปลานิลโดยนำแนวคิด Internet of Things มาใช้เพื่อช่วยให้เกษตรกรทำฟาร์มเลี้ยงปลานิลหรือนักวิชาการประมงมีความสะดวกเมื่อต้องดูแลบ่อเลี้ยงปลานิล สามารถจัดการปัญหาลดปริมาณการใช้แรงงานคนและเพิ่มประสิทธิภาพความถูกต้องของข้อมูลที่จะต้องนำมาวิเคราะห์ ระบบนี้ประกอบด้วย บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Mega, เซ็นเซอร์วัดค่าออกซิเจนละลายในน้ำ, เซ็นเซอร์วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง, เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิแบบกันน้ำ, เซ็นเซอร์วัดน้ำฝน ซึ่งเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจัยหลักเพื่อดูและสภาพแวดล้อมในน้ำ และระบบจะส่งค่าที่ได้มาแสดงผลบนเว็บแอพพลิเคชั่นเพื่อให้ผู้ใช้สามารถเรียกดูค่าในรูปแบบกราฟ real-time กราฟย้อนหลังเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ผลระยะยาว ตารางบันทึกข้อมูลย้อนหลังเพื่อแจ้งให้ผู้ใช้ทราบถึงการวิเคราะห์ของระบบในกรณีที่มีฝนตกซึ่งจะทำให้ค่าที่เก็บได้คลาดเคลื่อนไปจากความจริง หรือกรณีที่ค่าออกซิเจนละลายในน้ำต่ำเกิน อยู่ในช่วงที่เป็นอันตรายต่อปลานิลซึ่งระบบได้แก้ปัญหาในเบื้องต้นโดยสั่งการเปิดเครื่องตีน้ำเพิ่มออกซิเจนให้แล้ว และกรณีค่าความเป็นกรด-ด่างในช่วงเวลาเที่ยงตรงซึ่งควรจะมีค่าสูงที่สุดในรอบวันต่ำกว่าค่ามาตรฐาน ระบบก็จะแจ้งเพื่อเตือนให้ผู้ใช้ทราบและนำไปวิเคราะห์ต่อไป รวมทั้งผู้ใช้สามารถสั่งการเปิด-ปิดเครื่องตีน้ำด้วยตัวเองได้ เป็นการเพิ่มความสะดวกในการปรับสภาพน้ำสำหรับเตรียมบ่อเลี้ยงหรือแก้ปัญหาอื่นที่ผู้ใช้เห็นว่าสามารถแก้ไขได้ด้วยการเพิ่มออกซิเจน และได้ทดสอบการทำงานของอุปกรณ์เปรียบเทียบกับอุปกรณ์ที่ใช้จริงในห้องทดลอง พบว่าชุดอุปกรณ์มีค่าใกล้เคียง ถึงแม้ว่ามีความคลาดเคลื่อนแต่ไม่ส่งผลต่อการวิเคราะห์สภาพน้ำ สามารถนำมาใช้แทนอุปกรณ์การตรวจวัดของระบบงานเดิมได้

โดยสามารถสรุปการทำงานของระบบได้ ดังนี้

1. ส่วนการทำงานของระบบ
   - ระบบใช้ Arduino Mega เป็นตัวกลางในการรับส่งข้อมูล
   - ระบบสามารถวัดปริมาณออกซิเจนในน้ำ ค่าความเป็นกรด-ด่าง อุณหภูมิในน้ำและตรวจจับน้ำฝน
   - ระบบสามารถสั่งเปิด-ปิดเครื่องตีน้ำ
2. ส่วนการทำงานของผู้ใช้
   - ระบบสามารถเรียกดูกราฟแบบ real-time ของสภาพน้ำในขณะนั้นได้
   - ระบบสามารถวิเคราะห์ค่าและแสดงผลย้อนหลังในรูปแบบของกราฟและตารางบันทึกข้อมูลเพื่อให้ผู้ใช้ทราบถึงสถานการณ์หรือการแก้ปัญหาในเบื้องต้นได้
   - ระบบสามารถให้ผู้ใช้ควบคุมการเติมออกซิเจนในน้ำได้ผ่านหน้าเว็บแอพพลิเคชั่น

เอกสารอ้างอิง

[1] Arduino. “Arduino MEGA 2560.” [Online]. Available:https://www.arduino.cc/en/Main/arduinoBoardMega2560. 2016.

[2] สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.). “NETPIE.” [Online]. Available: https://netpie.io/tutorials. 2015.

[3] Atlas Scientific LLC. “Dissolved Oxygen.” [Online]. Available: http://www.atlasscientific.com/dissolved-oxygen.html. 2016

[4] DFROBOT. “PH meter.” [Online]. Available:http://dfrobot.com/wiki/index.php/PH_meter (SKU:_SEN0161). 2016.

[5] HobbyTronics Ltd. “One Wire Digital Temperature DS18B20.” [Online]. Available: http://www.hobbytronics.co.uk/ds18b20-arduino. 2016.

[6] ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดพะเยา. “การตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำ.” [Online]. Available: http://www.fisheries.go.th/if-phayao/web2/. 2010.

[7] Suranart Niamcome. “Node.js คืออะไร ?.” [Online]. Available: http://www.siamhtml.com/introduction-to-node-js/. 2014.

[8] MongoDB, Inc. “MongoDB.” [Online]. Available: https://www.mongodb.org/. 2016.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้