วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
ปีที่ 9 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม – ธันวาคม 2559

การศึกษาประสิทธิภาพกังหันเติมอากาศด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

เทพนิกร แก้วสุวรรณ [1*] วีระยุทธ สุดสมบูรณ์ [2] และ อนุรักษ์ ตรีเพ็ชร [3]

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนากังหันเติมอากาศด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ โดยกังหันเติมอากาศด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ที่สร้างขึ้นมีขีดความสามารถในการใช้งานกับบ่อบำบัดน้ำเสียขนาดความจุไม่เกิน 300 ลูกบาศก์เมตร โดยภาพรวมประสิทธิภาพกังหันเติมอากาศด้วยพลังงานแสงอาทิตย์วัดจากกำลังงานที่จ่ายให้กับมอเตอร์ไฟฟ้ามีค่าสูงสุด ในช่วงเวลา 12.00 น. ความเข้มของแสงอาทิตย์สูงสุดเฉลี่ยมีค่า 950 วัตต์/ตารางเมตร แรงดันไฟฟ้าประจุสูงสุด โดยเฉลี่ยมีค่า 17.34 โวลท์ กระแสไฟฟ้าสูงสุดโดยเฉลี่ยมีค่า 12.40 แอมป์ และกำลังไฟฟ้าสูงสุดที่จ่ายให้กับมอเตอร์ไฟฟ้า โดยเฉลี่ยมีค่า 220 วัตต์ กำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ โดยเฉลี่ย มีค่า 230 วัตต์ และกำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ได้หลังจากแปลงกระแสไฟฟ้าตรงเป็นกระแสสลับจากชุดอินเวอร์เตอร์ โดยเฉลี่ยมีค่า 210 วัตต์ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำด้วยกังหันเติมอากาศด้วยพลังงานแสงอาทิตย์มีค่าสูงสุด โดยเฉลี่ย มีค่า 10.88 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งมีค่าสูงกว่าก่อนบำบัดโดยใช้กังหันเติมอากาศด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ โดยเฉลี่ยมีค่า 4.0 มิลลิกรัม/ลิตร และเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำตามค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำของกรมควบคุมมลพิษที่กำหนดไว้มีค่า 6.0 มิลลิกรัม/ลิตร แสดงว่ากังหันเติมอากาศด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่ามาตรฐาน คิดเป็นร้อยละ 55.15

คำสำคัญ กังหันเติมอากาศ / ความเข้มของแสงอาทิตย์ / พลังงานแสงอาทิตย์

[1] ครูชำนาญการ กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี โรงเรียนเบญจมราชูทิศ
[2] อาจารย์ หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
[3] อาจารย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องกล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
[*] ติดต่อผู้นิพนธ์ โทร.093-754-1482 อีเมล์ ole14092512@gmail.com

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
ปีที่ 9 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม – ธันวาคม 2559

Designing and Developing of a Turbine Aeration through the Solar Energy Applications

Thepnikorn Kaewsuwan [1*] Weerayute Sudsomboon [2] and Anurak Tripetch [3]

Abstract

The objectives of this research were to design and develop a turbine aeration through the solar energy applications. The waste reservoir was lower than 300 m^3 area. As whole as, the efficiency of turbine aeration through the solar energy applications was measured by maximum electric motor supplied had the maximum value at 12.00 pm., the maximum solar energy intensive had the maximum value 950 Watt/square meter, the maximum voltage was 17.34 Volt, the maximum current was 12.40 Ampere, and the maximum electric power supplied from hybrid inverter had the maximum value 210 Watt. The dissolved oxygen of turbine aeration through the solar energy applications had the maximum value at 10.88 mg/liter which were higher than before treat at 4.0 mg/liter. Moreover, the results of dissolved oxygen of turbine aeration through the solar energy applications were higher than the water treatment of Pollution Control Department at 6.0 mg/liter. The results showed that a turbine aeration through the solar energy applications had the yield value higher than standards scores 55.15%.

Keywords: Turbine Aeration Through / Solar Radiation / Solar Energy

[1] Professional Level Teachers, Career and Technology, Benjamarachutit School Nakhon Si Thammarat
[2] Lecturer, Graduate Program in Industrial Technology, Faculty of Industrial Technology, Nakhon Si Thammarat Rajabhat University
[3] Lecturer, Mechanical Technology Program, Faculty of Industrial Technology, Nakhon Si Thammarat Rajabhat University
[*] Corresponding Author: Tel. 093-754-1482; Email: ole14092512@gmail.com

1. บทนำ

การเกิดปัญหาจากการใช้เครื่องตีน้ำเติมอากาศแบบ 2 ใบพัด ที่ทำการทดลองใช้น้ำในสระท่านเจ้าคุณของโรงเรียนเบญจมราชูทิศที่มีลักษณะเป็นน้ำเสียโดยมีการส่งวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ที่อุณหภูมิ 25 C pH = 9.2 ออกซิเจนละลายน้ำ (DO) 6.8 mg/1 บีโอดี BOD 6.0 มิลลิกรัมต่อลิตร (mg/l) ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด(TSS 48.2 mg/l) ซีโอดี (COD 32 mg/l) ไนโตรเจนในรูปทีเคเอ็น (TKN 2.26 mg/l) น้ำมันและไขมัน(FOG น้อยกว่า 0.8 mg/l) [1]

การออกแบบกังหันเติมอากาศด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ โดยพัฒนาจากเครื่องเติมอากาศแบบเดิมที่เป็นกังหันตีน้ำเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียโดยการเพิ่มออกซิเจนในน้ำเป็นแบบประหยัดพลังงานโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งกังหันเติมอากาศด้วยพลังงานแสงอาทิตย์จะช่วยในการเพิ่มออกซิเจนละลายและกระจายออกเสมอทั่วทั้งบริเวณที่ใช้ในการทดสอบ การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้แนวคิดของ Budynas-Nisbett [2] ในการออกแบบกังหันเติมอากาศด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. การเขียนแบบการกังหันเติมอากาศด้วยพลังงานแสงอาทิตย์
2. ออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกลกังหันเติมอากาศ
3. การสังเคราะห์เทคโนโลยีการออกแบบและพัฒนากังหันเติมอากาศ
4. ออกแบบระบบควบคุมการจ่ายกระแสไฟฟ้า โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์เป็นขบวนการใช้ออกแบบและเขียนแบบ

ทฤษฎีที่ใช้ในการออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล ได้แก่ การวิเคราะห์โหลดและความเค้น (Load And Stress Analysis) การออกแบบเพลา (Shaft Design) และการออกแบบกังหัน (Turbine Aeration Design) ในการหาค่าแรงบิดที่กระทำบนเพลา จะส่งผลทำให้เกิดประโยชน์อย่างเต็มที่ของกังหันเติมอากาศด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ และส่งผลต่อการประหยัดพลังงานตลอดจนเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมอีกด้วย

จากปัญหาดังกล่าวทำให้การพัฒนาศักยภาพด้านพลังงานทดแทนในสระน้ำโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จังหวัดนครศรีธรรมราช ซึ่งจะเป็นการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า และเป็นการออกแบบและพัฒนากังหันเติมอากาศด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อนำไปผลิตเป็นสิ่งประดิษฐ์ให้กับชุมชน

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อออกแบบและพัฒนากังหันเติมอากาศด้วยพลังงานแสงอาทิตย์
2. เพื่อหาประสิทธิภาพกังหันเติมอากาศด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

3. การทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 สภาพและปัญหาน้ำเสียของโรงเรียนเบญจมราชูทิศ และชุมชนใกล้เคียงในจังหวัดนครศรีธรรมราช

สระน้ำในโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จังหวัดนครศรีธรรมราช เดิมการระบายน้ำสระข้างโรงอาหารเปรียบเป็นแหล่งรับน้ำที่ดีมาก เพราะเป็นบึงขนาดกลางรองมาจากสระชาเขียว มีการระบายไปยังสวนเกษตรที่เป็นยกร่อง เพื่อใช้ในการปลูกต้นกระท้อน จำนวน 10 ร่อง การบำบัดน้ำเสียตามธรรมชาติและไหลไปยังสวนร้อยปี เก็บน้ำในสระสุดท้าย ไหลออกสู่ภายนอกโรงเรียน ซึ่งมีผลทำให้น้ำมีการระบายและหมุนเวียนเกิดการเพิ่มอากาศเป็นไปตามธรรมชาติ ส่งผลทำให้น้ำไม่เน่าเสีย เพราะเป็นไป โดยธรรมชาติบำบัด สระชาเขียวมีปลาเพิ่มเป็นจำนวนมาก การหมุนเวียนของปลาที่ออกไปกับน้ำเมื่อน้ำมีจำนวนมาก สภาวะที่จำนวนปลามากจนเกินไปอากาศไม่เพียงพอ ส่งผลทำให้น้ำเสีย มีการถมดินบริเวณบ่อน้ำบำบัดแบบธรรมชาติเพื่อสร้างอาคารเรียนและหอประชุม น้ำในสระที่ทำการทดลองเลยเน่าเสีย การระบายน้ำไปสู่ชุมชนใกล้เคียงไม่สามารถระบายได้เพราะพื้นที่ใกล้เคียงเป็นของเอกชน น้ำเสียที่เกิดขึ้นจากการไหลของน้ำบริเวณภายนอกโรงเรียน ลงสู่สระที่ทำการทดลอง ปริมาณน้ำเสียที่

ปล่อยทิ้ง จะมีค่าประมาณร้อยละ 80 ของปริมาณได้จากจำนวนประชากรหรือพื้นที่อาคาร

3.2 แนวคิดในการพัฒนากังหันเติมอากาศด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับใช้ในระบบบำบัดน้ำเสีย

จากการทบทวนเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับเรื่องการเติมอากาศด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ มีการศึกษาเครื่องกังหันน้ำเติมอากาศด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ โดยใช้การตรวจวัดคุณภาพน้ำควบคุมกังหันน้ำ ซึ่งนำค่าปริมาณออกซิเจนที่ได้มาควบคุมกังหันน้ำ และนำเซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้ามาใช้ร่วมกับระบบเติมอากาศในน้ำหรือกังหันน้ำชัยพัฒนารุ่น RX-2 เพื่อเป็นการประหยัดพลังงานไฟฟ้า สร้างและทดลองในสระน้ำของมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐมเพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องกลเติมอากาศ และเพื่อนำไปเป็นชุดต้นแบบสำหรับเครื่องกลเติมอากาศแบบประหยัดพลังงานที่ใช้กันอยู่ทั่วประเทศ [3] การพัฒนากังหันเติมอากาศโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ โดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาดกำลังต่ำกว่า 2 แรงม้าขับเคลื่อนกังหันให้ทำงานได้ไม่ต่ำกว่า 6 ชั่วโมงต่อวัน และสามารถเพิ่มออกซิเจนในน้ำได้ไม่ต่ำกว่า 1.2 กิโลกรัมของออกซิเจน/แรงม้า-ชั่วโมง หรือไม่ต่ำกว่า 4.00 mg/l พบว่า กังหันเติมอากาศสามารถทำงานได้ด้วยมอเตอร์กำลัง 1 แรงม้า โดยใช้พลังงานจากระบบโซลาเซลล์แบบโพลีคริสทัลไลน์ขนาด 280 วัตต์ จำนวน 3 แผง ใช้ร่วมกับเครื่องชาร์จแบตเตอรี่ขนาด 800 วัตต์ แบตเตอรี่ที่ใช้มีขนาด 125 แอมแปร์/ชั่วโมง (Ah) จำนวน 2 ลูก และอินเวอร์เตอร์ขนาด 2,000 วัตต์ ซึ่งกังหันหมุนด้วยความเร็วรอบ 2.5 รอบต่อนาที โดยกังหันเติมอากาศโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์สามารถทำงานได้ 8 ชั่วโมง และสามารถเพิ่มออกซิเจนเฉลี่ยที่ระดับความลึกของผิวน้ำที่ 0.50 เมตร ได้ปริมาณออกซิเจนเฉลี่ย 6.21 mg/l และในระดับความลึกจากผิวน้ำที่ 1.00 เมตร ได้ปริมาณออกซิเจนเฉลี่ย 3.07 mg/l [4] ในประเทศอินโดนีเซียมีการนำระบบเติมออกซิเจนในน้ำเพื่อใช้กับการเลี้ยงปลาสำหรับพื้นที่ที่อยู่ห่างไกล ระบบการเติมอากาศบ่อ วิธีการที่ใช้มีวิธีการที่ง่ายสำหรับการปรับขนาดของระบบไฟฟ้าโดยใช้ซอฟแวร์ HOMER เพื่อตอบสนองความต้องการของ 450 Wh/day โหลดหลักที่มี 1.692 Wh/day โหลดสูงสุด ผลที่ได้แสดงให้เห็นถึงการปรับขนาดที่เหมาะสมของเซลล์แสงอาทิตย์ 1 กิโลวัตต์ 8 แบตเตอรี่ 200 Ah และอินเวอร์เตอร์ 0.2 กิโลวัตต์ นี้เป็นค่าใช้จ่ายไปได้ทางเศรษฐกิจมากที่สุดและน้อยที่สุดของพลังงาน (COE) ประมาณ 0.0769 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง (kW/h) [5] จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเครื่องกลเติมอากาศด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ โดยส่วนใหญ่สามารถนำพลังงานทดแทนจากเซลล์แสงอาทิตย์มาใช้ทดแทนพลังงานไฟฟ้า ซึ่งเซลล์แสงอาทิตย์เป็นพลังงานทางเลือกที่เป็นพลังงานสะอาดและไม่มีวันหมด

4. ระเบียบวิธีวิจัย

ในการดำเนินงานวิจัยการศึกษาเรื่องการออกแบบและพัฒนากังหันเติมอากาศด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ การเลือกวัสดุและอุปกรณ์ เพื่อสร้างกังหันเติมอากาศ ขั้นตอนการสร้างกังหันเติมอากาศด้วยพลังงานแสงอาทิตย์มีขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย ดังนี้

4.1 ลักษณะโครงสร้างและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองประกอบด้วยกังหันเติมอากาศด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ แสดงดังรูปที่ 1 ประกอบด้วย ทุ่นลอย สร้างใบกังหันเติมอากาศ แผงพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Cell) 295 W ควบคุมแผงโซล่าเซลล์โดยโซล่าชาร์จคอนโทรลเลอ (Solar Charger Controller) ทำหน้าที่

ควบคุมการชาร์จโซล่าเซลล์ ป้องกันและรักษาการทำงานของแบตเตอรี่ (Battery Charger) และเป็นการแปลงพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้ากระแสตรง บรรจุลงในแบตเตอรี่ให้มีกระแสเพียงพอกับการขับมอเตอร์ AC 300 W อัตราการไหล 2500 ลิตรต่อชั่วโมง

4.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินงานวิจัย ประกอบด้วย

1) เครื่องวัดออกซิเจนในน้ำแบบปากกา Dissolved Oxygen Meter รุ่น PDO-520 ยี่ห้อ LUTRON

2) LM05-เครื่องวัดแสง 200,000 ลักซ์

3) เครื่องมือวัดรังสีอาทิตย์ (Pyranometer)

3) เครื่องมือวัดกระแสไฟฟ้า (แอมป์มิเตอร์)

4) เครื่องมือวัดแรงเคลื่อนไฟฟ้า (โวลต์มิเตอร์)

รูปที่ 1 กังหันเติมอากาศด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

4.4 วิธีการทดลอง

ในการวิจัยมีรายละเอียดการทดลองในแต่ละขั้นตอนดังต่อไปนี้

4.4.1 ขั้นตอนเตรียมความพร้อมของเครื่องก่อนการทดลองของแต่ละวัน

1) ทำความสะอาดผิวรับแสงของแผงพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Cell)

2) ตรวจสอบจุดหมุนตามจุดต่าง ๆของกังหันเติมอากาศด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

3) ตรวจสอบระบบไฟฟ้าและการทำงานของมอเตอร์

4) ประกอบเครื่องวัดกระแสไฟฟ้า (แอมป์มิเตอร์)

5) ประกอบเครื่องมือวัดแรงเคลื่อนไฟฟ้า (โวลต์มิเตอร์)

4.4.2 ขั้นตอนการทดลองกังหันเติมอากาศด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แต่ละวัน

1) เริ่มทำการทดลองระบบที่เวลา 8:00-17:00 น. วางเครื่องกลั่นไปตามแนวทิศเหนือ-ใต้จดบันทึกค่าออกซิเจนในน้ำขณะเริ่มต้น

2) เมื่อครบทุก ๆ 1 ชั่วโมง ทำการวัดปริมาณออกซิเจนในน้ำ

3) เมื่อครบที่เวลา 17:00 น. เก็บอุปกรณ์เครื่องมือวัดและทำความสะอาดพื้นที่

4) นำข้อมูลต่าง ๆที่ได้ มาวิเคราะห์ผล

4.5 การวิเคราะห์ผลการทดลอง

1) หาค่าความต้านแรงของเพลา โดยมีรายละเอียดของการออกแบบ ดังนี้

1.1 เพลาหมุนยึดด้วยตลับลูกปืนหัวและท้าย และได้รับโหลด F = 5.4 kN

1.2 เพลาที่ใช้ในการอออกแบบเป็นเหล็กเหนียว AISI 1035 มีค่าแรงต้านดึงสูงสุดเฉลี่ยเท่ากับ 710 MPa

1.3 ระยะห่างของเพลาจากจุดที่รับแรงส่งกำลังจากมอเตอร์ ที่มีความยาวเท่ากับ 250 mm และระยะห่างของเพลาไปยังชุดกังหันมีความยาว 225 mm

1.5 เพลามีเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 mm กำหนดค่าความเชื่อถือ (Reliability) ร้อยละ 99

2) คำนวณหาค่า Maximum Normal Stress

$$\sigma_o = \frac{Mc}{I} = \frac{32M}{\pi d^3}$$

$$M_B = 250\frac{225F}{550}$$

$$= 250\frac{250\times 5.4}{550} = 613.63N-m$$

$$\sigma_o = \frac{32\times 613.63(10)^3}{\pi(32)^3} = 190.84MPa$$

3) คำนวณหาค่าแรงต้านสูงสุด (Stiffness) บนเพลา เพื่อหาค่าอัตราคูณความปลอดภัยทางทฤษฎี

$$S'_{ut,av} = 710MPa$$
$$S'_e = 0.5S'_{ut} = 355MPa$$
$$S_e = K_1fK_2fK_3fK_4fK_5fK_6fS'_e$$
$$K_1f = 0.93$$
$$K_2f = 0.73$$
$$K_3f = 1.0$$
$$K_4f = 1.0$$
$$K_5f = \frac{1}{1 + q_f(K_t - 1)} = 0.649$$
$$K_6f = 1.0$$
$$S_e = 0.73 \times 0.85 \times 0.649 \times 355 = 143MPa$$
$$f_s = \frac{355}{143} = 2.48$$

4) หาอัตราคูณเพื่อความปลอดภัยจริง

$$f_{sa} = \frac{S'_e}{\sigma_o} = \frac{355}{190.84} = 1.84$$

ค่าอัตราคูณความปลอดภัยที่ได้ของเพลาสามารถนำมาใช้งานได้แสดงดังรูปที่ 8 และ 9 ในภาคผนวก

5. ผลการวิจัย

เครื่องกังหันเติมอากาศด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ มีกระบวนการเติมอากาศโดยการตีน้ำ เพื่อเพิ่มออกซิเจนที่ผิวน้ำก่อให้เกิดอากาศขนาดเล็กละลายในน้ำ ทำการทดลองในสระของโรงเรียนเบญจมราชูทิศ เครื่องเติมอากาศด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์กระแสตรงรับพลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ที่มีการชาร์จไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ การทำงานของเครื่องเติมอากาศด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ มีการใช้มอเตอร์กระแสตรง เพื่อขับเกียร์ทดไปสู่เพลา ทำการทดลองในช่วง 30 วัน สำหรับงานวิจัยนี้ได้ทำการทดลองตั้งแต่เวลา 8.00 – 17.00 น.และเมื่อนำผลที่ได้จากการทดลองมาเปรียบเทียบหาความสัมพันธ์ต่างๆ ดังรูปที่ 10 ในภาคผนวก โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

จากผลการทดสอบการทดลองในวันที่ 10 เป็นวันที่ท้องฟ้าแจ่มใสที่สุดโดยมีค่ารังสีอาทิตย์รวมเท่ากับ 20.88 MJ/m^2.day ให้อัตราปริมาณออกซิเจนในน้ำสูงสุดเท่ากับ 10.88 mg/l มีปริมาณออกซิเจนเพิ่มขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 1

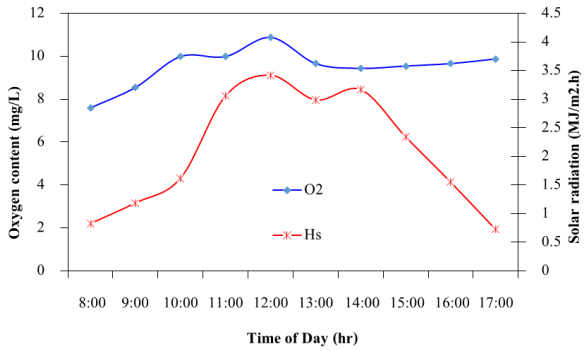
ตารางที่ 1 เปรียบเทียบปริมาณออกซิเจนในวันที่ 10

เวลา	ค่าพลังงานแสงแดด		แรงดันไฟฟ้า (V)	กระแสไฟฟ้า (A)	ปริมาณออกซิเจนในน้ำ (mg/L)
	(W/m^2)	(MJ/m^2• h)			
8.00	230	0.82	9.87	7.86	7.60
9.00	330	1.18	11.65	8.24	8.55
10.00	450	1.62	12.36	9.32	9.99
11.00	850	3.06	16.48	11.22	9.99
12.00	950	3.42	17.34	12.40	10.88
13.00	830	2.98	15.55	10.68	9.66
14.00	880	3.16	17.12	12.24	9.44
15.00	650	2.34	14.72	10.34	9.55

ตารางที่ 1 (ต่อ)

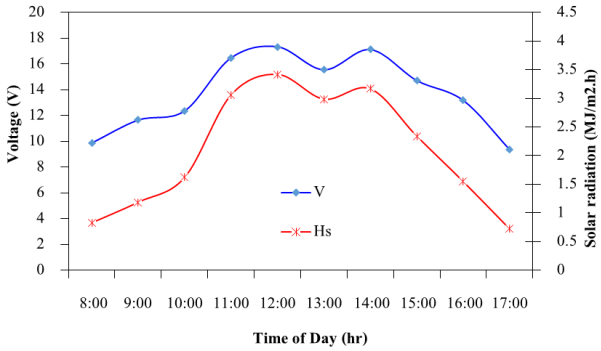
เวลา	ค่าพลังงานแสงแดด		แรงดันไฟฟ้า (V)	กระแสไฟฟ้า (A)	ปริมาณออกซิเจนในน้ำ (mg/L)
	(W/m^2)	($MJ/m^2 \cdot h$)			
16.00	430	1.54	13.18	9.80	9.66
17.00	200	0.72	9.36	7.12	9.88

5.1 ความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ที่มีผลต่ออัตราการเติมอากาศในน้ำ



รูปที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานแสงอาทิตย์กับปริมาณออกซิเจนในน้ำ (ข้อมูลการทดลองวันที่ 10)

รูปที่ 2 เป็นการเปรียบเทียบค่ารังสีอาทิตย์รายชั่วโมง (H_s) กับปริมาณออกซิเจนในน้ำรายชั่วโมง (O_2) ซึ่งจะเห็นได้ว่าในตอนช่วงเช้า (8.00 – 10.00 น.) ปริมาณออกซิเจนในน้ำที่น้อยกว่าช่วงบ่าย (11.00 - 17.00 น.) เป็นผลเนื่องมาจากในตอนช่วงเช้าเครื่องกังหันเติมอากาศด้วยพลังงานแสงอาทิตย์พอเริ่มต้นทำงาน ทำให้ปริมาณออกซิเจนในน้ำมีน้อยเป็นผลมาจากในช่วงกลางคืนเครื่องหยุดทำงาน ตอนเริ่มต้นทำการทดลองที่เวลา 8.00 น. ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์เท่ากับ 0.82 MJ/m^2 มีปริมาณออกซิเจนในน้ำรายชั่วโมง (O_2) เท่ากับ 7.60 mg/L และเมื่อทำการทดลองต่อไปค่าของปริมาณออกซิเจนในน้ำเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงเวลา 12.00 น. เป็นช่วงที่ค่ารังสีอาทิตย์สูงสุดเท่ากับ 3.42 MJ/m^2 มีปริมาณออกซิเจนในน้ำเท่ากับ 10.88 mg/L หลังจากเวลา 14.00 น. จนถึงเวลา 17.00 น. ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ค่อย ๆ ลดลง แต่ปริมาณออกซิเจนในน้ำยังคงที่ เป็นผลเนื่องจากมอเตอร์ใช้พลังงานที่สะสมไว้ในแบตเตอรี่

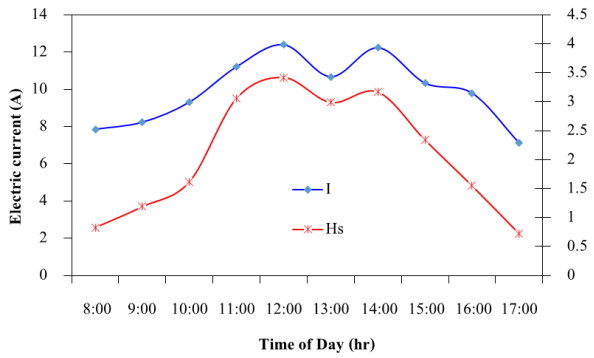


รูปที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานแสงอาทิตย์กับแรงดันไฟฟ้าที่เครื่องผลิตได้(ข้อมูลการทดลองวันที่ 10)

รูปที่ 3 เป็นการเปรียบเทียบค่ารังสีอาทิตย์รายชั่วโมง (H_s) กับแรงดันไฟฟ้าที่เครื่องผลิตได้รายชั่วโมง ซึ่งจะเห็นได้ว่าในตอนช่วงเช้า (8.00 – 12.00 น.) แรงดันไฟฟ้าที่เครื่องผลิตได้ค่อย ๆ เพิ่มขึ้นตามปริมาณความเข้มของรังสีอาทิตย์ ขณะเริ่มต้นทำการทดลองที่เวลา 8.00 น. ค่าแรงดันไฟฟ้าที่เครื่องผลิตได้มีค่าเท่ากับ 9.87 V ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์เท่ากับ 0.82 MJ/m^2 และมีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 17.34 V ค่ารังสีอาทิตย์รายชั่วโมงเท่ากับ 3.42 MJ/m^2 ในช่วงเวลา 13.00 น. มีเมฆบดบังดวงอาทิตย์ทำให้ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ลดต่ำลง โดยมีค่าเท่ากับ 2.98 MJ/m^2 แรงดันไฟฟ้าที่เครื่องผลิตได้มีค่าเท่ากับ 15.55 V และเมื่อเวลา 14.00 น. สภาพท้องฟ้าปลอดโปร่ง มีความเข้มรังสีอาทิตย์เท่ากับ 3.16 MJ/m^2 แรงดันไฟฟ้าที่เครื่องผลิตได้มีค่าเท่ากับ 17.12 V หลังเวลา 14.00 น.

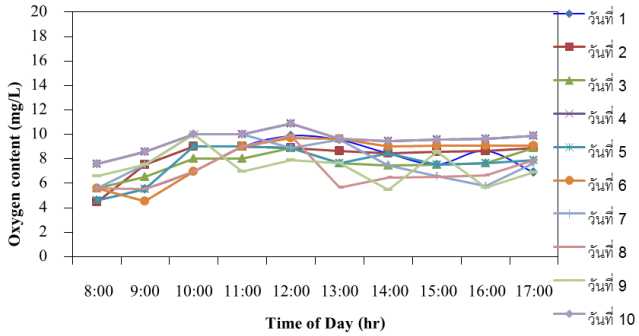
เป็นต้นไปความเข้มรังสีอาทิตย์ค่อยๆลดลง จากกราฟเห็นได้ชัดว่า ปริมาณแรงดันไฟฟ้าที่เครื่องผลิตได้นั้นมีความสัมพันธ์กับค่าความเข้มรังสีอาทิตย์

รูปที่ 4 เป็นการเปรียบเทียบค่ารังสีอาทิตย์รายชั่วโมง (H_s) กับกระแสไฟฟ้าที่เครื่องผลิตได้รายชั่วโมง ซึ่งจะเห็นได้ว่าในตอนช่วงเช้า (8.00 – 12.00 น.) กระแสไฟฟ้าที่เครื่องผลิตได้ค่อย ๆ เพิ่มขึ้นตามปริมาณความเข้มของรังสีอาทิตย์ ขณะเริ่มต้นทำการทดลองที่เวลา 8.00 น. ค่ากระแสไฟฟ้าที่เครื่องผลิตได้มีค่าเท่ากับ 7.86 A ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์เท่ากับ 0.82 MJ/m^2 และมีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 12.40 A ค่ารังสีอาทิตย์รายชั่วโมงเท่ากับ 3.42 MJ/m^2 ในช่วงเวลา 13.00 น. มีเมฆบดบังดวงอาทิตย์ทำให้ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ลดต่ำลง โดยมีค่าเท่ากับ 2.98 MJ/m^2 กระแสไฟฟ้าที่เครื่องผลิตได้มีค่าเท่ากับ 10.68 A และเมื่อเวลา 14.00 น. สภาพท้องฟ้าปลอดโปร่งมีความเข้มรังสีอาทิตย์เท่ากับ 3.16 MJ/m^2 กระแสไฟฟ้าที่เครื่องผลิตได้มีค่าเท่ากับ 12.24 A หลังเวลา 14.00 น. เป็นต้นไป ความเข้มรังสีอาทิตย์ค่อย ๆ ลดลง จากกราฟเห็นได้ชัดว่าปริมาณกระแสไฟฟ้าที่เครื่องผลิตได้นั้นมีความสัมพันธ์กับค่าความเข้มรังสีอาทิตย์

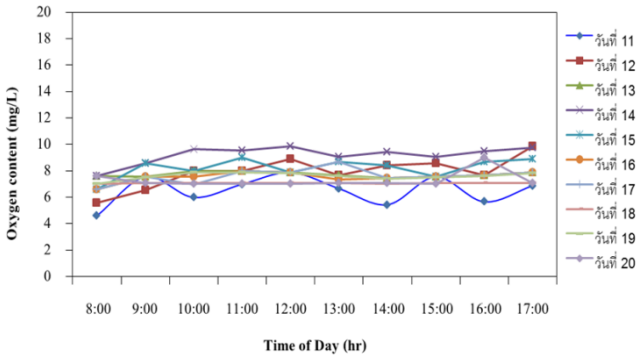


รูปที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานแสงอาทิตย์กับกระแสไฟฟ้าที่เครื่องผลิตได้ (ข้อมูลการทดลองวันที่ 10)

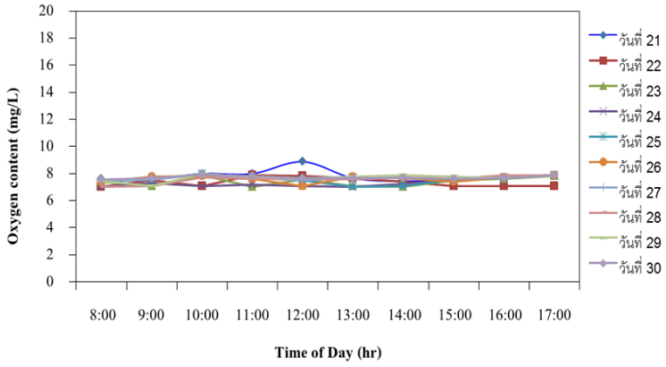
5.2 ผลการเปรียบเทียบปริมาณออกซิเจนรายชั่วโมงของการทดลอง



รูปที่ 5 ปริมาณออกซิเจนรายชั่วโมงของการทดลองวันที่ 1-10



รูปที่ 6 ปริมาณออกซิเจนรายชั่วโมงของการทดลองวันที่ 11-20



รูปที่ 7 ปริมาณออกซิเจนรายชั่วโมงของการทดลองวันที่ 21-30

รูปที่ 5 – 7 ปริมาณออกซิเจนในน้ำของการทดลองระหว่างวันที่ 1-30 ซึ่งปริมาณออกซิเจนในน้ำมีปริมาณคงที่ เฉลี่ยทั้งเดือนเท่ากับ 7.77 mg/l โดยค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำที่มีปริมาณสูงสุดของการทดลองคือวันที่ 4 และวันที่ 10 มีค่าเท่ากับ 9.52 mg/l และมีค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำที่มีปริมาณน้อยสุดของการทดลองคือวันที่ 11 มีค่าเท่ากับ 6.52 mg/l ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำที่เครื่องกังหันเติมอากาศด้วยพลังงานแสงอาทิตย์สามารถทำได้สูงกว่าค่ามาตรฐาน โดยค่ามาตรฐานที่เหมาะสมต่อสัตว์น้ำในประเทศไทย ระดับเหมาะสมต่อการเลี้ยงปลาควรมีค่ามากกว่า 5 mg/l

6. สรุปและอภิปรายผล

จากการทดสอบเครื่องกังหันเติมอากาศด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ สามารถสามารถสรุปได้ดังนี้

6.1 กังหันเติมอากาศด้วยพลังงานแสงอาทิตย์นี้มีราคาในการสร้างประมาณ 25,000 บาท โดยสร้างกังหันเป็นเหล็ก และยังนำวัสดุเหลือใช้มาผลิตกังหันเติมอากาศด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งทำให้การสร้างกังหันน้ำเติมอากาศมีราคาถูก จากการทดลองค่าออกซิเจนเพิ่มขึ้นตั้งแต่ 7.6-10.88 ppm ใกล้เคียงกัน ซึ่งปริมาณออกซิเจนในน้ำมีปริมาณคงที่ เฉลี่ยทั้งเดือนเท่ากับ 7.77 mg/l โดยค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำที่มีปริมาณสูงสุดของการทดลองคือวันที่ 4 และวันที่ 10 มีค่าเท่ากับ 9.52 mg/l และมีค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำที่มีปริมาณน้อยสุดของการทดลองคือวันที่ 11 มีค่าเท่ากับ 6.52 mg/l ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำที่เครื่องกังหันเติมอากาศด้วยพลังงานแสงอาทิตย์สามารถทำได้สูงกว่าค่ามาตรฐาน โดยค่ามาตรฐานที่เหมาะสมต่อสัตว์น้ำในประเทศไทย ระดับเหมาะสมต่อการเลี้ยงปลาควรมีค่ามากกว่า 5 mg/l ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของนรภัทร น้อยหลุบเลา และชวิศร ปูคะภาค (2558) [4] ซึ่งได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่องการพัฒนากังหันเติมอากาศโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ ผลการวิจัยพบว่ากังหันเติมอากาศโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์สามารถทำงานได้ 8 ชั่วโมง และสามารถเพิ่มออกซิเจนเฉลี่ยที่ระดับความลึกของผิวน้ำที่ 0.50 เมตร ได้ปริมาณออกซิเจนเฉลี่ย 6.21 mg/l และในระดับความลึกจากผิวน้ำที่ 1.00 เมตร ได้ปริมาณออกซิเจนเฉลี่ย 3.07 mg/l

6.2 แรงดันไฟฟ้าที่เครื่องผลิตได้รายชั่วโมง ซึ่งจะเห็นได้ว่าในตอนช่วงเช้า (8.00–12.00 น.) แรงดันไฟฟ้าที่เครื่องผลิตได้ค่อย ๆ เพิ่มขึ้นตามปริมาณความเข้มของรังสี จากผลการทดลองในวันที่ 10 มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 17.34 V ค่ารังสีอาทิตย์รายชั่วโมงเท่ากับ 3.42 MJ/m^2 และมีค่ารังสีอาทิตย์รวมตลอดทั้งวันเท่ากับ 20.88 MJ/m^2 และแรงเคลื่อนเฉลี่ยตลอดทั้งวันเท่ากับ 13.763 V ซึ่งเป็นอัตราการชาร์จเข้าแบตเตอรี่ที่มีความเพียงพอในการใช้งานตลอดทั้งวัน ซึ่งสอดคลองกับงานวิจัยของธวัชชัย ทองเหลี่ยม (2553)[3] ได้ศึกษาเครื่องกังหันน้ำเติมอากาศด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ โดยใช้การตรวจวัดคุณภาพน้ำควบคุมกังหันน้ำ ผลการวิจัยบว่าค่าปริมาณออกซิเจนที่ได้มาควบคุมกังหันน้ำ และนำเซลล์แสงอาทิตย์ หรือโฟโตโวลตาอิค ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้ามาใช้ร่วมใช้กับระบบเติมอากาศในน้ำหรือกังหันน้ำชัยพัฒนา เพื่อเป็นการประหยัดพลังงานไฟฟ้า

6.3 กระแสไฟฟ้าที่เครื่องผลิตได้รายชั่วโมง ซึ่งจะเห็นได้ว่าในตอนช่วงเช้า (8.00–12.00 น.) กระแสไฟฟ้าที่เครื่องผลิตได้ค่อยๆเพิ่มขึ้นตามปริมาณความเข้มของรังสี จากผลการทดลองในวันที่ 10 มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 12.40 A ค่ารังสีอาทิตย์รายชั่วโมงเท่ากับ 3.42 MJ/m^2 และมีค่ารังสีอาทิตย์รวมตลอดทั้งวันเท่ากับ 20.88 MJ/m^2 และกระแสไฟฟ้าเฉลี่ยตลอดทั้งวันเท่ากับ 9.922 A ซึ่งเป็นอัตรากระแสไฟฟ้าที่มีความเพียงพอในการใช้งานตลอดทั้งวันในการขับเคลื่อนมอเตอร์ขนาด 10 A ซึ่งสอดคลองกับงานวิจัยของ Igib Prasetyaningsari, Agus Setiawan และAhmad Agus Setiawan (2013)[5] ได้ทำการศึกษาเรื่องการเลี้ยงปลาสามารถในการรักษาคุณภาพน้ำเป็นกุญแจสำคัญของการปรับปรุงกำลังการผลิตด้านประมง ผลการการวิจัยพบว่าสิ่งที่จำเป็น คือ การใช้ศักยภาพในท้องถิ่นของพลังงานทดแทน ได้แก่ พลังงานแสงอาทิตย์ โดยพลังงาน

แสงอาทิตย์เฉลี่ยทั้งปีในประเทศอินโดนีเซียเท่ากับ 4.5 kWh/m^2/วัน กับ 9%

7. ข้อเสนอแนะ

7.1 ควรมีการปรับปรุงระบบอินเวอร์เตอร์ให้มีพลังงานเพิ่มสูงขึ้น

7.2 สามารถผลิตกังหันเติมอากาศโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์แบบยกน้ำ 2 ใบตักนี้ให้กับชุมชนได้

7.3 ปรับปรุงทุ่นลอยโดยใช้ถังหรือแกลลอน ซึ่งทำให้ลดต้นทุนในการสร้าง และชุมชนสามารถผลิตใช้เองได้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนการดำเนินการวิจัยและเก็บข้อมูลจาก โรงเรียนเบญจมราชูทิศ จังหวัดนครศรีธรรมราช

เอกสารอ้างอิง

[1] กองจัดการคุณภาพน้ำ, ***"น้ำเสียชุมชนและระบบบำบัดน้ำเสีย",*** กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, มปท.

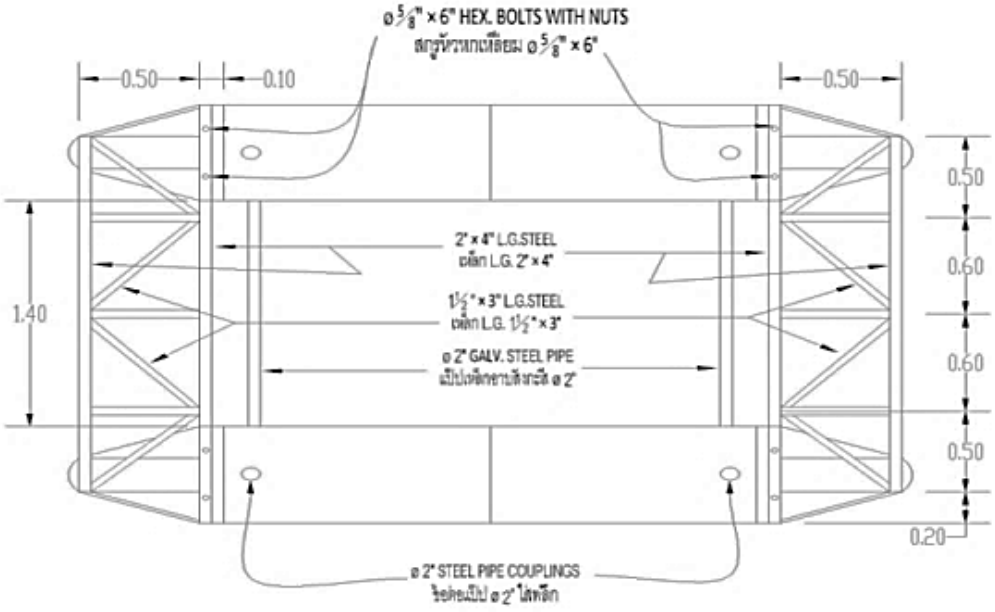
[2] R. G. Budynas, and J. K. Nisbett, "***Shigley's mechanical engineering design*".** New York : McGraw Hill, 2008.

[3] ธวัชชัย ทองเหลี่ยม, ***"เครื่องกังหันน้ำเติมอากาศด้วยเซลล์แสงอาทิตย์โดยใช้การตรวจวัดคุณภาพน้ำควบคุมกังหันน้ำ",*** รายงานการวิจัยได้ทุนอุดหนุนการวิจัย ประเภททุนวิจัยนวมินทร์ด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (ดิน น้ำ ป่าไม้) ประจำปี 2553, สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2554.

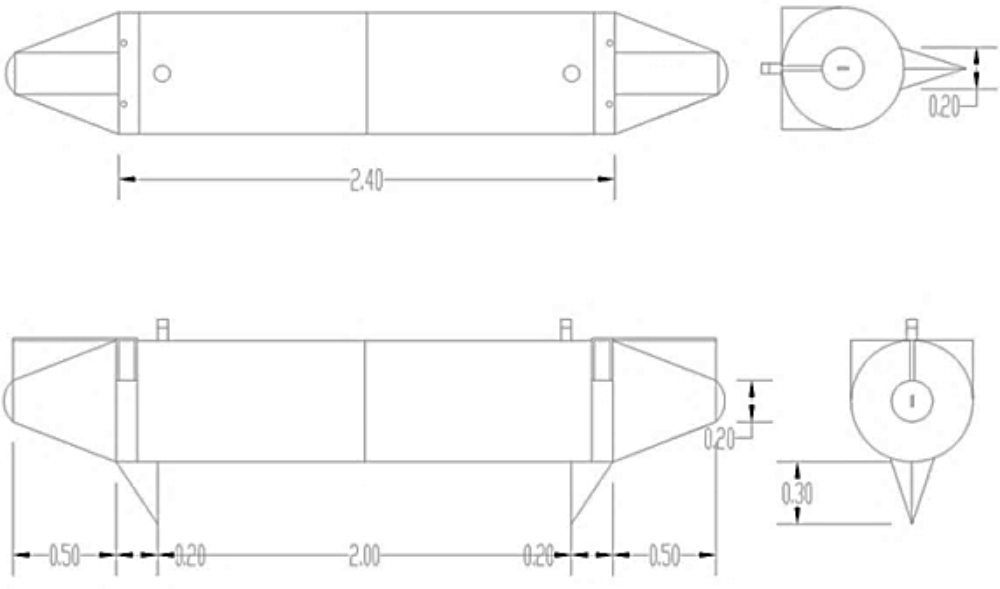
[4] นรภัทร น้อยหลุบเลา และชวิศร ปูคะภาค, การพัฒนากังหันเติมอากาศโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์, ***วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (มหาวิทยาลัยมหาสารคาม)*** ปีที่ 35, ฉบับที่ 2 (มี.ค.-เม.ย. 2559) หน้า 141-149.

[5] I. Prasetyaningsari, A. Setiawan and A. A. Setiawan, **Design optimization of solar powered aeration system for fishpond in Sleman Regency, Yogyakarta by HOMER software**. Energy Procedia [Online], 32 (2013) 90 – 98. Retrieved from 2014, December 19, www.sciencedirect.com.

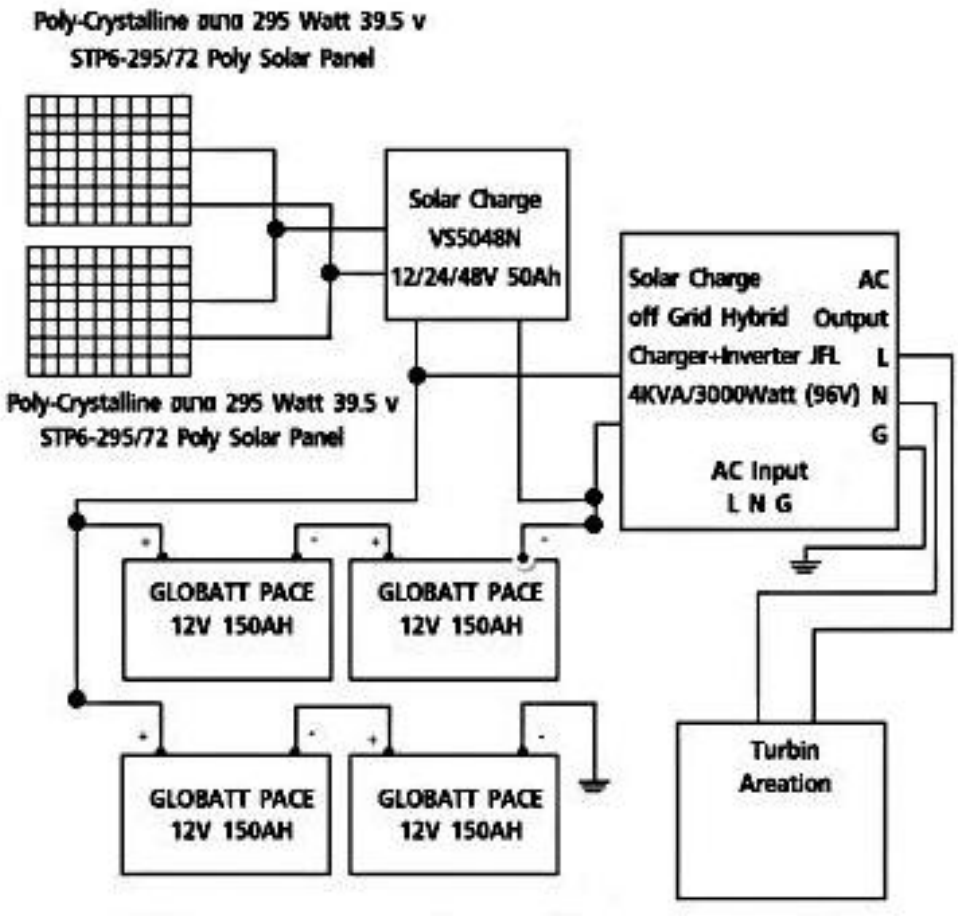
ภาคผนวก



รูปที่ 8 ภาพฉายด้านบนกังหันเติมอากาศด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ (หน่วยเป็นเมตร)



รูปที่ 9 ภาพฉายทุ่นลอยกังหันเติมอากาศด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ (หน่วยเป็นเมตร)



รูปที่ 10 ผังวงจรแผงโซล่าเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ที่ใช้ในการวิจัย [4]