http://journal.rmutp.ac.th/

การศึกษาเชิงทดสอบการใช้น้ำสำหรับระบายความร้อนออกจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์

ยุธนา ศรีอุดม* อนุรัตน์ เทวตา สังคม สัพโส และ นิวัตน์ ประทุมไชย

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตาก
41/1 หมู่ 7 ถนนพหลโยธิน ตำบลไม้งาม อำเภอเมือง จังหวัดตาก 63000

รับบทความ 19 มิถุนายน 2563 แก้ไขบทความ 30 พฤศจิกายน 2563 ตอบรับบทความ 17 กุมภาพันธ์ 2564

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเชิงทดสอบประสิทธิภาพแผงเซลล์แสงอาทิตย์โดยการใช้น้ำในการระบายความร้อน โดยแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่นำมาใช้ในการทดสอบเป็นแบบโมโนคริสตัลไลน์ ขนาด 80 วัตต์ ซึ่งจะทำการแบ่งชุดทดสอบออกเป็น 3 แบบ ประกอบไปด้วย แผงที่ 1 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ไม่ได้ระบายความร้อน แผงที่ 2 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ระบายความร้อนด้วยการสเปรย์น้ำ และ แผงที่ 3 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ระบายความร้อนด้วยน้ำหยด โดยแบ่งอัตราการไหลของน้ำเป็น 3 อัตราการไหล ได้แก่ 50, 75 และ 100 ลิตรต่อชั่วโมง ซึ่งผลจากการทดสอบ พบว่าแผงทดสอบทั้ง 3 แบบ มีแนวโน้มด้านอุณหภูมิที่คล้ายคลึงกัน คือ เมื่ออุณหภูมิแผงเซลล์แสงอาทิตย์มีค่าสูงขึ้นจะส่งผลให้ประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ต่ำลงตามไปด้วย และเมื่ออัตราการไหลของน้ำสำหรับการระบายความร้อนทั้งแบบสเปรย์น้ำและแบบน้ำหยดมีค่าสูงขึ้นจะส่งผลให้ประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์มีค่าเพิ่มขึ้นตามไปด้วย โดยการระบายความร้อนด้วยการสเปรย์น้ำ จะมีประสิทธิภาพแผงสูงกว่าการระบายความร้อนด้วยน้ำหยด ในทั้ง 3 อัตราการไหล และการระบายความร้อนด้วยการสเปรย์น้ำ ที่อัตราการไหล 100 ลิตรต่อชั่วโมง จะทำให้แผงเซลล์แสงอาทิตย์มีประสิทธิภาพสูงสุด

คำสำคัญ : การระบายความร้อน; การทดสอบ; แผงเซลล์แสงอาทิตย์; น้ำ

**** ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทร: +669 6976 5424, ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์: yuttana.sriudom@gmail.com***

http://journal.rmutp.ac.th/

An Experimental Study of Solar Panel Efficiency with Water Cooling

Yuttana Sriudom* Anurat Tewata Sangkom Sapso and Niwat Pratumchai

Faculty of Engineering, University Rajamangala University of Technology Lanna Tak
41/1 Moo. 7, Paholayothin Road, Mai Ngam, Muang, Tak, 63000

Received 19 June 2020; Revised 30 November 2020; Accepted 17 February 2021

Abstract

This research aimed to experimentally study of solar panel efficiency with water cooling. Three mono-crystalline solar panels with the capacity of 80 W (for each panel) were used for this test. The first panel was a solar panel without water cooling. The second panel was a panel with water spray cooling. The last panel was a solar panel with water drop cooling. The cooling water flow rate was varied to 50, 75 and 100 LPH. From the test, it was found that the temperatures of all solar panels had the similar trends. The solar panel efficiency decreased when the temperature of solar panel increases. The solar panel efficiency increased when the cooling water flow rate was increased for both of water spray cooling and water drop cooling. For all water cooling flow rates the water spray cooling solar panel performed higher efficiency than water drop cooling solar panel. The highest solar panel efficiency in this test occurred when the water spray cooling flow rate of 100 LPH.

Keywords : Cooling; Experimental; Solar Cell Module; Water

** Corresponding Author. Tel.: +669 6976 5424, E-mail Address: yuttana.sriudom@gmail.com*

1. บทนำ

พลังงานแสงอาทิตย์ จัดเป็นพลังงานทดแทนประเภทหมุนเวียนที่ใช้แล้วไม่หมดไป การใช้พลังงานแสงอาทิตย์มีมาตั้งแต่บรรพบุรุษ โดยการใช้ประโยชน์โดยตรงจากแสงและความร้อนของดวงอาทิตย์ ความร้อนที่ได้จากแสงแดดสามารถทำให้ผ้าแห้ง อาหารแห้ง สร้างความอบอุ่นให้แก่ร่างกาย และเรายังใช้แสงสว่างของดวงอาทิตย์ในการดำรงชีวิตประจำวัน ช่วยในการมองเห็น เป็นตัวบอกเวลาตามธรรมชาติ และนอกจากนี้พลังงานจากแสงอาทิตย์ยังช่วยให้พืชเจริญเติบโตเป็นแหล่งอาหารของมนุษย์และสัตว์ เป็นต้น เมื่อเทคโนโลยีก้าวหน้ามากขึ้น ความต้องการของมนุษย์สูงขึ้นในด้านการใช้พลังงาน จึงได้มีการคิดค้นและพัฒนาพลังงานแสงอาทิตย์ในการผลิตกระแสไฟฟ้า ซึ่งสามารถผลิตไฟฟ้าได้ทุกที่ที่มีแสงอาทิตย์ พลังงานแสงอาทิตย์ถูกพัฒนาให้สร้างเป็นกระแสไฟฟ้าได้ ด้วยอุปกรณ์ที่เรียกว่าเซลล์แสงอาทิตย์ ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตพื้นที่ระหว่างเส้นละติจูดที่ 5-21 องศาเหนือและเส้นลองจิจูดที่ 97-106 องศาตะวันออก ซึ่งอยู่ใกล้แนวเส้นศูนย์สูตร จึงมีศักยภาพในการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้

ประโยชน์ค่อนข้างสูง และปัจจุบันประเทศไทยมีการติดตั้งและลงทุนทางด้านพลังงานเซลล์แสงอาทิตย์เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องประกอบกับราคาของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในปัจจุบันมีราคาลดลงอย่างมาก จึงได้รับความนิยมนำมาใช้งาน แต่ในการใช้งานจริงประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น T.Kiatsiriroat [1] โดยจะลดลงประมาณร้อยละ 0.4 สำหรับทุก 1 องศาเซลเซียสที่สูงขึ้น ดังนั้นที่อุณหภูมิทำงานจริงประมาณ 50–60 องศาเซลเซียส ประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ จะลดลงประมาณร้อยละ 10–15 จากผลที่เกิดขึ้นจึงได้มีนักวิจัยหลายคน ได้ทำการวิจัยและทดสอบหาแนวทางในการลดอุณหภูมิของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ลงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ให้สูงขึ้น อาทิเช่น N. Phuengkum [2] ได้ทำการศึกษาการเพิ่มสมรรถนะของแผงเซลล์แสงอาทิตย์โดยระบบหล่อเย็น พบว่า ที่อุณหภูมิของแผงอ้างอิงใกล้เคียงกันของแต่ละเงื่อนไขระบบหล่อเย็นด้วยน้ำที่อัตราการไหลเชิงปริมาตร $4.24x10^{-6}$ ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ให้ผลดีที่สุด ซึ่งทำให้อุณหภูมิของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ลดลง 21.05 องศาเซลเซียส ประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.51 ให้กำลังไฟฟ้าเพิ่มขึ้นร้อยละ 9.35 ส่วนระบบหล่อเย็นด้วยแผ่นครีบทำให้ลดลง 9.19 องศาเซลเซียส มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.28 ให้กำลังไฟฟ้าเพิ่มขึ้นร้อยละ 5.02 P. Bhulla et. al. [3] ได้ทำการศึกษาปรับปรุงประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ด้วยการใช้น้ำในระบบระบายความร้อนสำหรับการลดอุณหภูมิในการทำงานของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ โดยได้ทำการทดสอบระบบระบายความร้อน 2 แบบ คือ แบบพ่นน้ำบนผิวหน้าแผงเซลล์แสงอาทิตย์และแบบน้ำหยดบนผิวหน้าแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่นำมาใช้ในการทดสอบคือ ชนิดผลึกเดี่ยวซิลิกอน ขนาด 40 วัตต์ จากการทดสอบ พบว่า การทดสอบแบบพ่นน้ำและแบบน้ำหยดบนผิวหน้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์มีความสามารถในการลดอุณหภูมิโดยเฉลี่ยร้อยละ 30.1 และ 39.9 ตามลำดับ และจากการลดอุณหภูมิของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในแต่ละการทดสอบ พบว่า มีผลต่อประสิทธิภาพในการทำงานการทดสอบแบบพ่นน้ำและแบบน้ำหยดบนผิวหน้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะสามารถทำให้ค่าประสิทธิภาพในการทำงานเพิ่มขึ้นได้โดยเฉลี่ยร้อยละ 12.6 และ 8.6 ตามลำดับ ที่ศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของ S. Krauter [4] ได้ทำการวิจัยและทดสอบการลดอุณหภูมิของแผงเซลล์แสงอาทิตย์โดยใช้น้ำเป็นสารระบายความร้อนพบว่าการพ่นน้ำบนผิวหน้าแผงเซลล์แสงอาทิตย์สามารถลดอุณหภูมิได้ถึง 22 องศาเซลเซียส และสามารถเพิ่มกำลังการผลิตทางไฟฟ้าได้ร้อยละ 10.3 สำหรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดซิลิกอนแบบผลึกเดี่ยวและแบบหลายผลึก A. Tewata และ Y. Sriudom [5] ได้ทำการศึกษาการเพิ่มสมรรถนะของแผงเซลล์แสงอาทิตย์โดยการติดตั้งท่อความร้อนสำหรับระบายความร้อนออกจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ โดยแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้สำหรับทดสอบเป็นแบบโมโนคริสตัลไลน์ ขนาด 80 วัตต์ ซึ่งจะทำการทดสอบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 3 แบบ คือ แบบที่ 1 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ที่ไม่ได้ติดตั้งท่อความร้อน แบบที่ 2 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งท่อความร้อนโดยใช้เอทานอลเป็นสารทำงาน และ แบบที่ 3 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งท่อความร้อนโดยใช้สารทำความเย็น R-11 เป็นสารทำงาน ซึ่งการทดสอบ พบว่า ประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ไม่ได้ติดตั้งท่อความร้อน มีค่าเท่ากับร้อยละ 9.3 ส่วนแผงที่ทำการติดตั้งท่อความร้อนโดยใช้เอทานอลเป็นสารทำงาน มีประสิทธิภาพ เท่ากับร้อยละ 10.2 และ แผงที่ทำการติดตั้งท่อความร้อนโดยใช้สารทำความเย็น R-11 เป็นสารทำงาน มีประสิทธิภาพ เท่ากับร้อยละ 11.8 จากการทดสอบพบว่า การติดตั้งท่อความร้อนเพื่อระบายความร้อนทำให้แผงเซลล์แสงอาทิตย์มีประสิทธิภาพที่ดีขึ้น จากปัจจัยที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะระบายความร้อนออกจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ด้วยการใช้น้ำในการระบายความร้อน

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นศึกษาเชิงทดลองการระบายความร้อนออกจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ โดยใช้น้ำเป็นตัวกลางในการระบายความร้อน ซึ่งประกอบไปด้วย การสเปรย์น้ำลงบนผิวหน้าแผง และการใช้น้ำหยดลงบนผิวหน้าแผง และทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ระบายความร้อนด้วยน้ำและแผงที่ไม่ได้ระบายความร้อน

2. ระเบียบวิธีวิจัย

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 คุณลักษณะการถ่ายเทความร้อน

คุณลักษณะการถ่ายเทความร้อน [6] ของน้ำที่ไหลผ่านแผงเซลล์แสงอาทิตย์ คำนวณได้ดังสมการที่ (1)

$$Q = \dot{m} C_p \Delta T \quad (1)$$

โดยที่

Q คือ ค่าความร้อนของน้ำในส่วนควบแน่น (วัตต์)

$\dot{m}$ คือ อัตราการไหลเชิงมวลของน้ำ (กิโลกรัมต่อวินาที)

C_p คือ ค่าความจุความร้อนจำเพาะของน้ำ (กิโลจูลต่อกิโลกรัม-องศาเซลเซียส)

ΔT คือ ผลต่างอุณหภูมิของน้ำขาออกและขาเข้าที่ส่วนควบแน่น (องศาเซลเซียส)

เมื่อ

$$\dot{m} = \rho v A \quad (2)$$

โดยที่

ρ คือ ค่าความหนาแน่นของน้ำ (กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)

v คือ ค่าความเร็วของน้ำ (เมตรต่อวินาที)

A คือ ค่าพื้นที่หน้าตัดที่น้ำไหลผ่าน (ตารางเมตร)

1.1 การคำนวณประสิทธิภาพ (η) ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ แสดงดังสมการที่ (3)

$$\eta = (VI)/(GA) \quad (3)$$

1.2 การคำนวณกำลังไฟฟ้า (P) ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ แสดงดังสมการที่ (4)

$$P = VI \quad (4)$$

โดยที่

P คือ กำลังไฟฟ้า (วัตต์)

I คือ กระแสไฟฟ้า (แอมแปร์)

V คือ แรงดันไฟฟ้า (โวลต์)

G คือ ความเข้มรังสีแสงอาทิตย์ (วัตต์ต่อตารางเมตร)

A คือ พื้นที่รับรังสีแสงอาทิตย์ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (ตารางเมตร)

2.1.2 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ

ผู้วิจัยได้ออกแบบและสร้างชุดทดสอบ 3 แบบ ได้แก่ 1. ชุดทดสอบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ไม่ได้ระบายความร้อน (แผงที่ 1) 2. ชุดทดสอบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ระบายความร้อนด้วยการสเปรย์น้ำ (แผงที่ 2) และ 3 ชุดทดสอบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ระบายความร้อนด้วยน้ำหยด (แผงที่ 3) โดยทดสอบระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2563 ซึ่งอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบประกอบไปด้วย

2.1.2.1 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดโมโนคริสตัลไลน์ (Mono-crystalline) ขนาด 80 วัตต์ แรงดันไฟฟ้าสูงสุด 18.0 โวลต์ กระแสสูงสุด 2.23 แอมแปร์

2.1.2.2 สายเทอร์โมคัปเปิลยี่ห้อ OMEGA ชนิด K แม่นยำ ±1 องศาเซลเซียส

2.1.2.3 เครื่องวัดความเข้มแสง ยี่ห้อ Lutron รุ่น SPM-1116SD ช่วงการวัด 0.0 ถึง 2,000 วัตต์ต่อตารางเมตร ความแม่นยำ ±10 วัตต์ต่อตารางเมตร

2.1.2.4 เครื่องบันทึกข้อมูล ยี่ห้อ Wisco รุ่น DL 2200 ขนาด 8 ช่องสัญญาณ มีช่วงการวัดอุณหภูมิ -250 ถึง 1,300 องศาเซลเซียส มีความแม่นยำ ±0.1 องศาเซลเซียส

2.1.2.5 ตัวขยายสัญญาณ ยี่ห้อ Wisco รุ่น EX24 ขนาด 16 ช่องสัญญาณ มีช่วงการวัดอุณหภูมิ -250 ถึง 1,300 องศาเซลเซียส มีความแม่นยำ ±0.1 องศาเซลเซียส

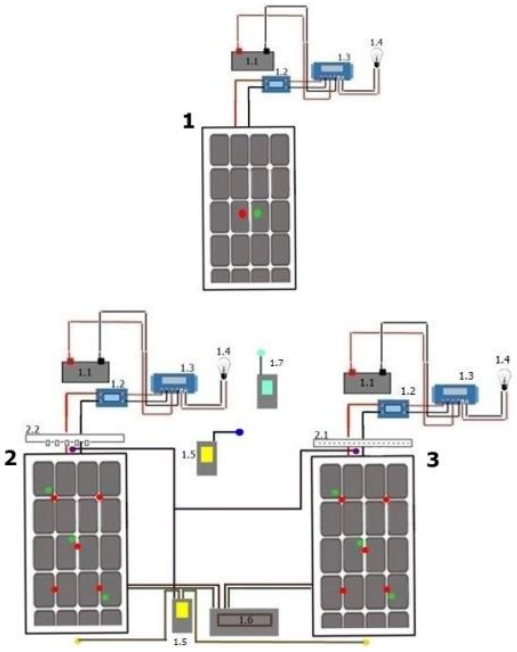
2.1.2.6 มัลติมิเตอร์ ยี่ห้อ GW instek รุ่น GDM-394/396 ใช้สำหรับวัดค่ากระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้า

2.1.2.7 เครื่องควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้า ยี่ห้อ LEONICS รุ่น APOLLO S-120A แรงดันไฟฟ้าขาเข้า 12 VDC แรงดันไฟฟ้าขาออก 220 VAC 1 เฟส ความถี่ไฟฟ้า 50 Hz

2.1.2.8 แบตเตอรี่ (Deep cycle) ยี่ห้อ YUASA ใช้ขนาด 12 โวลต์ 100 แอมแปร์ โดยแบตเตอรี่จะเก็บพลังงานไฟฟ้ากระแสตรงที่ได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์

2.1.2.9 โรตามิเตอร์ ใช้สำหรับวัดอัตราการไหลของน้ำ โดยมีช่วงการวัด ระหว่าง 30-250 ลิตรต่อชั่วโมง

2.1.2.10 ไดอะแกรมการติดตั้งวัสดุอุปกรณ์ในการทดสอบ แสดงดังรูปที่ 1 และ รายการสัญลักษณ์แสดงดังตารางที่ 1–2



รูปที่ 1 ไดอะแกรมการติดตั้งวัสดุอุปกรณ์ในการทดสอบ

ตารางที่ 1 อุปกรณ์ เครื่องมือวัด และตำแหน่งในการติดตั้งเครื่องมือตรวจวัด

หมายเลข	รายการ
1	แผงเซลล์แสงอาทิตย์แผงที่ 1
2	แผงเซลล์แสงอาทิตย์แผงที่ 2
3	แผงเซลล์แสงอาทิตย์แผงที่ 3
1.1	แบตเตอรี่
1.2	วัตต์มิเตอร์
1.3	เครื่องควบคุมประจุกระแสไฟฟ้า

ตารางที่ 1 อุปกรณ์ เครื่องมือวัด และตำแหน่งในการติดตั้งเครื่องมือตรวจวัด (ต่อ)

หมายเลข	รายการ
1.4	หลอดไฟ DC 12 V
1.5	เครื่องวัดและบันทึกอุณหภูมิ
1.6	เครื่องวัดและบันทึกอุณหภูมิ (Data logger)
1.7	เครื่องวัดความเข้มแสง
2.1	ชุดหยดน้ำ
2.2	ชุดสเปรย์น้ำ

ตารางที่ 2 สัญลักษณ์แสดงตำแหน่งตรวจวัดอุณหภูมิและตำแหน่งติดตั้งเครื่องมือ

สี	รายการ
●	ตำแหน่งตรวจวัดอุณหภูมิบนแผง
●	ตำแหน่งตรวจวัดอุณหภูมิน้ำเข้าแผง
●	ตำแหน่งตรวจวัดอุณหภูมิน้ำออกจากแผง
●	ตำแหน่งตรวจวัดอุณหภูมิใต้แผง
●	ตำแหน่งตรวจวัดอุณหภูมิสิ่งแวดล้อม
●	ตำแหน่งติดตั้งเครื่องวัดความเข้มแสง

ตารางที่ 3 รายละเอียดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์

Berkit Manufacturing	
P_{max}	80W
V_{oc}	21.6V
I_{sc}	5.18A
I_{mp}	4.7A
V_{mp}	18V
FF	76.0%
n	18%

3. ขั้นตอนการทดสอบ

3.1 ในการทดสอบจะวางแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทำมุม 17 องศา กับแนวระดับ

3.2 ทำการทดสอบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ก่อนติดชุดสเปรย์น้ำและน้ำหยด เพื่อหาประสิทธิภาพแผงของทั้ง 3 แผง และคำนวณหาประสิทธิภาพแผงทั้ง 3 แผง

3.3 ติดตั้งชุดสเปรย์น้ำ และน้ำหยดเพื่อระบายความร้อนออกจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ โดยกำหนดให้แผงที่ 1 คือ แผงที่ไม่ติดตั้งชุดระบายความร้อน แผงที่ 2 คือ แผงติดตั้งชุดระบายความร้อนด้วยการสเปรย์น้ำ ซึ่งจะทำการติดตั้งหัวสปริงเกอร์แบบพ่นฝอยหรือพ่นละอองไว้ที่ด้านบนของแผง จำนวน 5 หัว และ แผงที่ 3 คือแผงที่ติดตั้งชุดระบายความร้อนด้วยน้ำหยด โดยจะทำการติดตั้งหัวน้ำหยดไว้ที่ด้านบนของแผง จำนวน 7 หัว โดยทั้ง 2 แบบ จะปล่อยให้น้ำไหลจากด้านบนแผงล่งสู้ด้านล่างแผง และจะถูกควบคุมอัตราการไหลให้คงที่ด้วยวาล์วควบคุมอัตราการไหลของน้ำ ดังแสดงในรูปที่ 2 (b)

(a)

(b)

รูปที่ 2 (a)–(b) การติดตั้งอุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับตรวจวัดของแผงทดสอบเซลล์แสงอาทิตย์

3.4 ติดตั้งอุปกรณ์และเครื่องมือวัด ประกอบไปด้วย เครื่องวัดและบันทึกอุณหภูมิ เครื่องวัดกำลังไฟฟ้า เครื่องควบคุมประจุกระแสไฟฟ้า แบตเตอร์รี่ หลอดไฟ เครื่องวัดความเข้มแสง โรตามิเตอร์ และมอเตอร์ แสดงดังรูปที่ 2

3.5 ติดตั้งสายเทอร์โมคัปเปิลในตำแหน่งบนแผง ใต้แผง น้ำเข้าแผง น้ำออกจากแผง บันทึกค่า โดยทำการบันทึกค่ากำลังไฟฟ้า อุณหภูมิ และความเข้มแสง ทุก ๆ 5 วินาที

3.6 การทดสอบจะแบ่งอัตราการไหลของน้ำสำหรับระบายความร้อนออกเป็น 3 อัตราการไหล ได้แก่ 50, 75 และ 100 ลิตรต่อชั่วโมง โดยจะทำการทดสอบและบันทึกข้อมูล อัตราการไหลละ 7 วัน รวมเป็นระยะเวลา 21 วัน ทำการทดสอบและบันทึกค่าระหว่างเวลา 08.30–17.00 น.

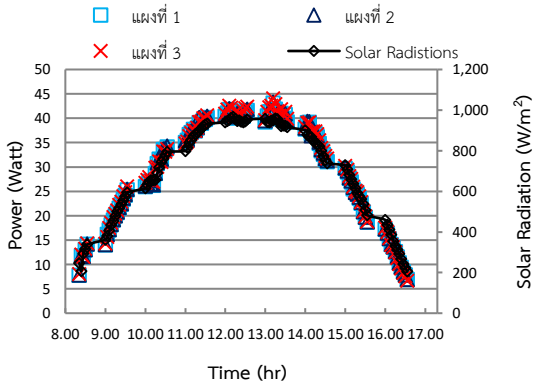
3.7 นำผลที่ได้จากการทดสอบมาหาการถ่ายเทความร้อน กำลังไฟฟ้า และประสิทธิภาพ ดังสมการที่ (1)–(4)

4. ผลและอภิปรายผลการวิจัย

จากการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาดแรงดัน 12 โวลต์ 80 วัตต์ ทั้ง 3 แผง จะแบ่งการทดสอบออกเป็น 2 กรณี ประกอบด้วย กรณีที่ 1 การทดสอบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ยังไม่ได้ติดตั้งชุดระบายความร้อน (แผงที่ 1) เพื่อหาประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทั้ง 3 แผง ก่อนนำไปใช้ทดสอบและติดตั้งชุดระบายความร้อนด้วยน้ำ กรณีที่ 2 การทดสอบประสิทธิภาพแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งชุดระบายความร้อนด้วยน้ำ แบ่งเป็น 1 การระบายความร้อนด้วยการสเปรย์น้ำ (แผงที่ 2) และ 2 การระบายความร้อนด้วยน้ำหยด (แผงที่ 3) และเปรียบเทียบกับแผงที่ไม่ได้ติดตั้งชุดระบายความร้อน (แผงที่ 1) ซึ่งการระบายความร้อนด้วยน้ำจะทำการปรับอัตราการไหลของน้ำ 3 ระดับ ได้แก่ 50, 75 และ 100 ลิตรต่อชั่วโมง โดยจากการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพแผงเซลล์แสงอาทิตย์ของทั้ง 2 กรณี พบว่า

4.1 ผลการทดสอบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ กรณีที่ 1

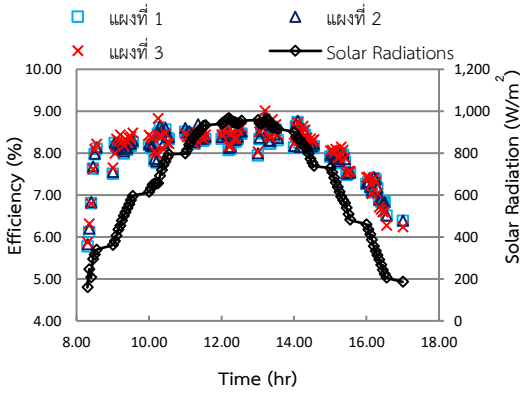
4.1.1 ผลของความเข้มแสงที่มีผลต่อกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทั้ง 3 แผง แสดงดังรูปที่ 3 โดยจะนำข้อมูลวันที่ท้องฟ้าโปร่งใสตลอดทั้งวันมาเป็นตัวอย่างในการนำเสนอ



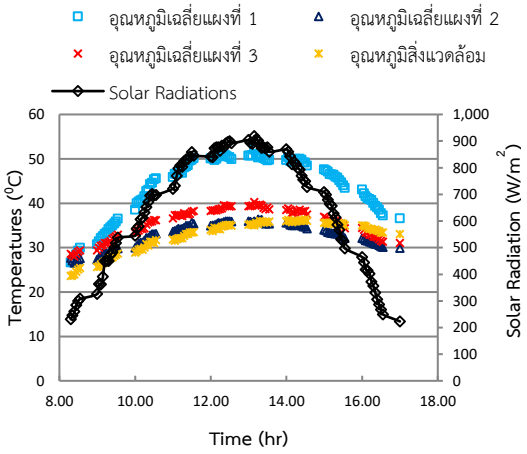
รูปที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังไฟฟ้าและความเข้มแสงที่เปลี่ยนแปลงตามเวลา ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทั้ง 3 แผง ณ วันที่ 10 มกราคม พ.ศ. 2563

จากรูปที่ 3 พบว่า กำลังไฟฟ้าที่ได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทั้ง 3 แผง มีแนวโน้มที่คล้ายคลึงกัน เมื่อความเข้มแสงอาทิตย์มีค่าเพิ่มขึ้นและส่งผลให้กำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์มีค่าเพิ่มขึ้นตามไปด้วย โดยกำลังไฟฟ้าเฉลี่ยที่ได้จากแผงที่ 1 แผงที่ 2 และแผงที่ 3 มีค่า เท่ากับ 28.77, 28.93 และ 29.12 วัตต์ ตามลำดับ และกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้สูงสุดจากแผงที่ 1 แผงที่ 2 และ แผงที่ 3 มีค่าเท่ากับ 43.10, 43.3 และ 44.12 วัตต์ ตามลำดับ จากการทดสอบพบว่า กำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้เฉลี่ยของทั้ง 3 แผง มีค่าใกล้เคียงกัน ส่วนความเข้มแสงเฉลี่ยตลอดวัน มีค่าเท่ากับ 687.1 วัตต์ต่อตารางเมตร และความเข้มแสงสูงสุด มีค่าเท่ากับ 949.7 วัตต์ต่อตารางเมตร ณ. เวลา 12.20 น.

4.1.2 ผลของความเข้มแสงที่มีผลต่อประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทั้ง 3 แผง แสดงดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพและความเข้มแสงที่เปลี่ยนแปลงตามเวลา ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทั้ง 3 แผง ณ วันที่ 10 มกราคม พ.ศ. 2563



รูปที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิเฉลี่ยและความเข้มแสงที่เปลี่ยนแปลงตามเวลา ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทั้ง 3 แผง ณ วันที่ 2 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2563

จากรูปที่ 4 พบว่า ประสิทธิภาพที่ได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทั้ง 3 แผง มีแนวโน้มที่คล้ายคลึงกัน โดยประสิทธิภาพเฉลี่ยที่ได้จากแผงที่ 1 แผงที่ 2 และแผงที่ 3 มีค่า เท่ากับร้อยละ 8.10, 8.08 และ 8.11 ตามลำดับ และประสิทธิภาพที่ได้สูงสุดจากแผงที่ 1 แผงที่ 2 และแผงที่ 3 มีค่าเท่ากับร้อยละ 11.04, 11.09 และ 11.01 ตามลำดับ ซึ่งจากการทดสอบหาประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์โดยเฉลี่ยของทั้ง 3 แผง จะมีประสิทธิภาพที่ใกล้เคียงกัน

4.2 ผลการทดสอบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ กรณีที่ 2

4.2.1 ผลของการใช้น้ำในการระบายความร้อนออกจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่อัตราการไหล ที่อัตราการไหล 50 ลิตรต่อชั่วโมง

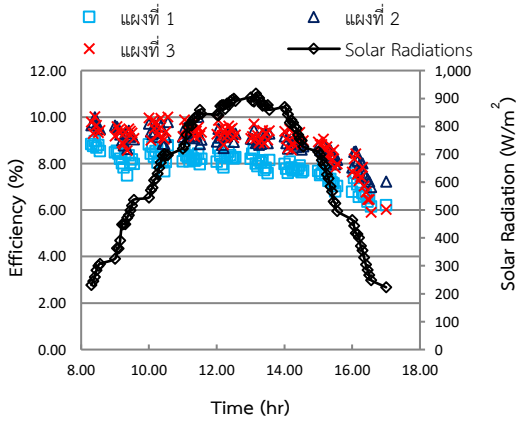
4.2.1.1 ผลของอุณหภูมิเฉลี่ยแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทั้ง 3 แผง แสดงดังรูปที่ 5

จากรูปที่ 5 เมื่อทำการระบายความร้อนออกจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ด้วยวิธีการสเปรย์น้ำ (แผงที่ 2) และ การระบายความร้อนด้วยวิธีการใช้น้ำหยด (แผงที่ 3) พบว่า อุณหภูมิเฉลี่ยของแผงที่ 1 แผงที่ 2 และแผงที่ 3 มีค่าเท่ากับ 43.97, 32.83 และ 35.58 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ซึ่งจากการทดสอบการระบายความร้อนด้วยวิธีการสเปรย์น้ำ และน้ำหยดสามารถลดอุณหภูมิเฉลี่ย

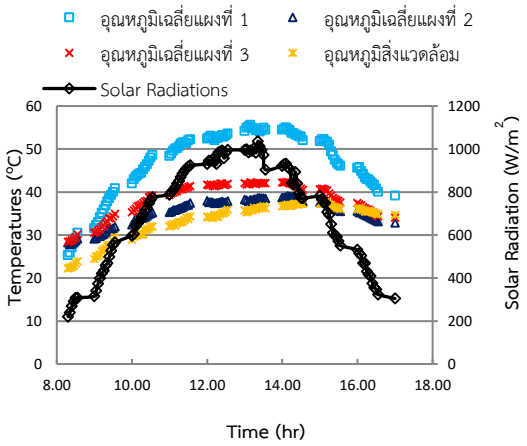
ได้เท่ากับ 11.14 และ 8.39 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ซึ่งการระบายความร้อนด้วยการสเปรย์น้ำสามารถลดอุณหภูมิของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ได้สูงที่สุด โดยอุณหภูมิสูงสุดของแผงที่ 1 แผงที่ 2 และ แผงที่ 3 มีค่าเท่ากับ 52.01, 36.34 และ 40.29 องศาเซลเซียส และความเข้มแสงอาทิตย์สูงสุดมีค่า เท่ากับ 918.07 วัตต์ต่อตารางเมตร ที่เวลา 13.45 น.

4.2.1.2 ผลของประสิทธิภาพเซลล์แสงอาทิตย์ทั้ง 3 แผง แสดงดังรูปที่ 6

จากรูปที่ 6 เมื่อทำการระบายความร้อนออกจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ด้วยวิธีการสเปรย์น้ำ (แผงที่ 2) และ การระบายความร้อนด้วยวิธีการใช้น้ำหยด (แผงที่ 3) พบว่า ประสิทธิภาพเฉลี่ยที่ได้จากการทดสอบของแผงที่ 1 แผงที่ 2 และแผงที่ 3 มีค่าเท่ากับร้อยละ 7.92, 8.99 และ 8.95 ตามลำดับ และประสิทธิภาพที่ได้สูงสุดจากแผงที่ 1 แผงที่ 2 และแผงที่ 3 มีค่าเท่ากับร้อยละ 8.79, 10.11 และ 10.02 ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าเมื่อทำการระบายความร้อนด้วยวิธีสเปรย์น้ำ จะทำให้ประสิทธิภาพแผงเซลล์แสงอาทิตย์มีค่าสูงสุด เนื่องจากการกระจายตัวของน้ำด้วยวิธีการสเปรย์น้ำสามารถกระจายตัวได้ครอบคลุมพื้นที่แผงมากกว่าวิธีการระบายความร้อนด้วยน้ำหยด



รูปที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพและความเข้มแสงที่เปลี่ยนแปลงตามเวลา ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทั้ง 3 แผง ณ วันที่ 2 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2563



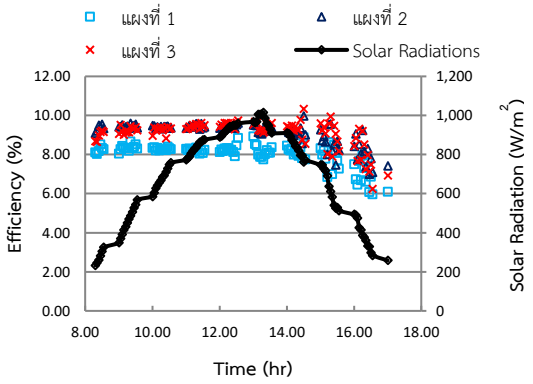
รูปที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ ความเข้มแสงที่เปลี่ยนแปลงตามเวลา ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทั้ง 3 แผง ณ วันที่ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2563

4.2.2 ผลของการใช้น้ำในการระบายความร้อนออกจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่อัตราการไหล ที่อัตราการไหล 75 ลิตรต่อชั่วโมง

4.2.2.1 ผลของอุณหภูมิเฉลี่ยแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทั้ง 3 แผง แสดงดังรูปที่ 7

จากรูปที่ 7 เมื่อทำการระบายความร้อนออกจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ด้วยวิธีการสเปรย์น้ำ (แผงที่ 2) และ การระบายความร้อนด้วยวิธีการใช้น้ำหยด (แผงที่ 3) พบว่า อุณหภูมิเฉลี่ยของแผงที่ 1 แผงที่ 2 และ แผงที่ 3 มีค่า เท่ากับ 46.96, 35.36 และ 38.24 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ซึ่งจากการทดสอบระบายความร้อนด้วยวิธีการสเปรย์น้ำ และน้ำหยด สามารถลดอุณหภูมิโดยเฉลี่ยได้เท่ากับ 11.60 และ 8.72 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ซึ่งการระบายความร้อนด้วยวิธีสเปรย์น้ำสามารถลดอุณหภูมิของแผงได้สูงสุด ส่วนแผงที่ 1 (แผงเปล่า) มีอุณหภูมิแผงโดยเฉลี่ยสูงสุด เนื่องจากไม่ได้ติดตั้งอุปกรณ์ในการระบายความร้อน โดยอุณหภูมิสูงสุดของแผงที่ 1 แผงที่ 2 และ แผงที่ 3 มีค่าเท่ากับ 55.58, 39.05 และ 42.29 องศาเซลเซียส ตามลำดับ และความเข้มแสงอาทิตย์สูงสุดมีค่า เท่ากับ 1,035.81 วัตต์ต่อตารางเมตร ที่เวลา 13.35 น.

4.2.2.2 ผลของประสิทธิภาพเซลล์แสงอาทิตย์ทั้ง 3 แผง แสดงดังรูปที่ 8



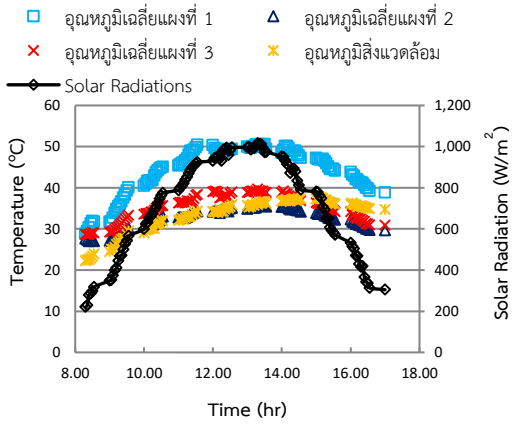
รูปที่ 8 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ ความเข้มแสงที่เปลี่ยนแปลงตามเวลา ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทั้ง 3 แผง ณ วันที่ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2563

จากรูปที่ 8 เมื่อทำการระบายความร้อนออกจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ด้วยวิธีการสเปรย์น้ำ (แผงที่ 2) และ การระบายความร้อนด้วยวิธีการใช้น้ำหยด (แผงที่ 3) พบว่า ประสิทธิภาพเฉลี่ยที่ได้จากการทดสอบของแผงที่ 1 แผงที่ 2 และ แผงที่ 3 มีค่าเท่ากับร้อยละ 8.03, 9.19 และ 9.12 ตามลำดับ และประสิทธิภาพที่ได้สูงสุดจากแผงที่ 1 แผงที่ 2 และแผงที่ 3 มีค่าเท่ากับร้อยละ 8.93, 10.97 และ 10.34 ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่า เมื่อทำการระบายความร้อนด้วยวิธีสเปรย์น้ำจะทำให้ประสิทธิภาพแผงเซลล์แสงอาทิตย์มีค่าสูงสุด เนื่องจากการสเปรย์น้ำสามารถกระจายตัวไปยังแผงเซลล์แสงอาทิตย์ได้ครอบคลุมพื้นที่แผงมากกว่าการระบายความร้อนด้วยวิธีน้ำหยด แต่หากน้ำหยดสามารถกระจายตัวได้ครอบคลุมพื้นที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ได้อย่างทั่วถึงเหมือนกับวิธีสเปรย์น้ำ อาจจะส่งผลให้การระบายความร้อนออกจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทำได้ดียิ่งขึ้น

4.2.3 ผลของการใช้น้ำในการระบายความร้อนออกจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่อัตราการไหล ที่อัตราการไหล 100 ลิตรต่อชั่วโมง

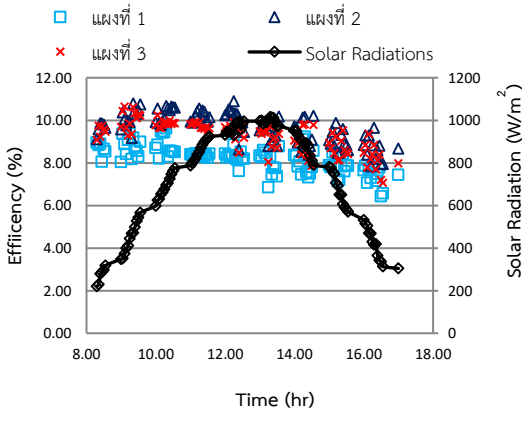
4.2.3.1 ผลของอุณหภูมิเฉลี่ยแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทั้ง 3 แผง แสดงดังรูปที่ 9

จากรูปที่ 9 เมื่อทำการระบายความร้อนออกจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ด้วยวิธีการสเปรย์น้ำ (แผงที่ 2) และ การระบายความร้อนด้วยวิธีการใช้น้ำหยด (แผงที่ 3) พบว่า อุณหภูมิเฉลี่ยของแผงที่ 1 แผงที่ 2 และ แผงที่ 3 มีค่าเท่ากับ 44.27, 32.38 และ 35.25 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ซึ่งจากการทดสอบระบายความร้อนด้วยวิธีการสเปรย์น้ำ และน้ำหยด สามารถลดอุณหภูมิโดยเฉลี่ยได้เท่ากับ 11.89 และ 9.02 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ซึ่งการระบายความร้อนด้วยวิธีสเปรย์น้ำสามารถลดอุณหภูมิของแผงได้สูงสุด ส่วนแผงที่ 1 (แผงเปล่า) มีอุณหภูมิแผงโดยเฉลี่ยสูงสุด เนื่องจากไม่ได้ติดตั้งอุปกรณ์ในการระบายความร้อน โดยอุณหภูมิสูงสุดของแผงที่ 1 แผงที่ 2 และ แผงที่ 3 มีค่าเท่ากับ 50.54, 35.86 และ 39.68 องศาเซลเซียส ตามลำดับ และความเข้มแสงอาทิตย์สูงสุดมีค่า เท่ากับ 1,015.39 วัตต์ต่อตารางเมตร ที่เวลา 13.30 น.



รูปที่ 9 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ ความเข้มแสงที่เปลี่ยนแปลงตามเวลา ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทั้ง 3 แผง ณ วันที่ 10 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2563

4.2.3.2 ผลของประสิทธิภาพเซลล์แสงอาทิตย์ทั้ง 3 แผง แสดงดังรูปที่ 10

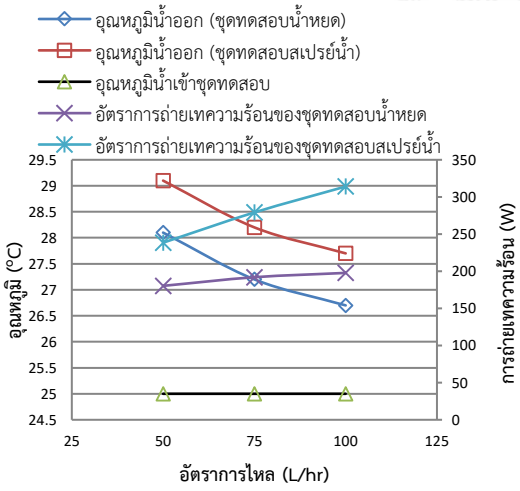


รูปที่ 10 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ ความเข้มแสงที่เปลี่ยนแปลงตามเวลา ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทั้ง 3

แผง ณ วันที่ 10 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2563

จากรูปที่ 10 เมื่อทำการระบายความร้อนออกจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ด้วยวิธีการสเปรย์น้ำ (แผงที่ 2) และ การระบายความร้อนด้วยวิธีการใช้น้ำหยด (แผงที่ 3) พบว่า ประสิทธิภาพเฉลี่ยที่ได้จากการทดสอบของแผงที่ 1 แผงที่ 2 และ แผงที่ 3 มีค่าเท่ากับร้อยละ 7.98, 9.41 และ 9.33 ตามลำดับ และประสิทธิภาพที่ได้สูงสุดจากแผงที่ 1 แผงที่ 2 และแผงที่ 3 มีค่าเท่ากับร้อยละ 9.96, 11.49 และ 11.43 ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่า เมื่อทำการระบายความร้อนด้วยวิธีสเปรย์น้ำจะทำให้ประสิทธิภาพแผงเซลล์แสงอาทิตย์มีค่าสูงสุด เนื่องจากการสเปรย์น้ำสามารถกระจายตัวไปยังแผงเซลล์แสงอาทิตย์ได้ครอบคลุมพื้นที่แผงมากกว่าการระบายความร้อนด้วยวิธีน้ำหยด

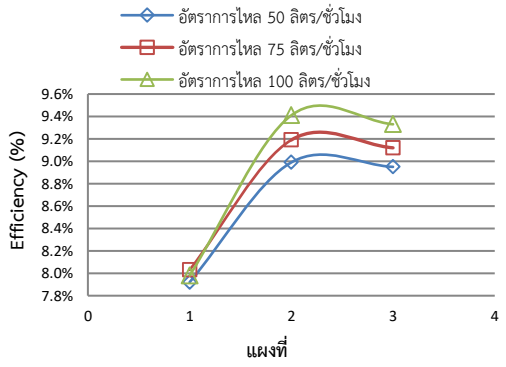
4.2.4 ผลของอัตราการถ่ายเทความร้อนของชุดทดสอบระบายความร้อนแบบน้ำหยด และแบบสเปรย์น้ำ ของทั้ง 3 อัตราการไหล แสดงดังรูปที่ 11



รูปที่ 11 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ อัตราการไหล และการถ่ายเทความร้อนของชุดทดสอบน้ำหยด และสเปรย์น้ำ

จากรูปที่ 11 พบว่า เมื่ออัตราการไหลเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้อุณหภูมิน้ำออกที่ใช้สำหรับระบายความร้อนของทั้ง 2 ชุดทดสอบมีค่าลดลง โดยอุณหภูมิน้ำออกของชุดทดสอบน้ำหยด ที่อัตราการไหล 50, 75 และ 100 ลิตรต่อชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 28.1, 27.2 และ 26.7 องศาเซลเซียส ตามลำดับ และ อุณหภูมิน้ำออกของชุดทดสอบสเปรย์น้ำ ที่อัตราการไหล 50, 75 และ 100 ลิตรต่อชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 29.0, 28.0 และ 27.6 องศาเซลเซียส ตามลำดับ โดยที่อัตราการไหล 50 ลิตรต่อชั่วโมง จะมีค่าอุณหภูมิน้ำออกสูงสุด ส่วนการถ่ายเทความร้อนของทั้ง 2 ชุดทดสอบ จะมีแนวโน้มที่เหมือนกันคือ เมื่ออัตราการไหลมีค่าสูงขึ้นจะส่งผลให้ค่าการถ่ายเทความร้อนมีค่าสูงขึ้นตามไปด้วย โดยค่าการถ่ายเทความร้อนของชุดทดสอบน้ำหยด ที่อัตราการไหล 50, 75 และ 100 ลิตรต่อชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 180.3, 191.9 และ 197.7 วัตต์ ตามลำดับ ส่วนค่าการถ่ายเทความร้อนของชุดทดสอบสเปรย์น้ำ ที่อัตราการไหล 50, 75 และ 100 ลิตรต่อชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 232.6, 261.7 และ 302.4 วัตต์ ตามลำดับ โดยค่าการถ่ายเทความร้อนสูงสุด เกิดขึ้นที่อัตราการไหล 100 ลิตรต่อชั่วโมง ของทั้งกรณี

4.2.5 ผลของประสิทธิภาพแผงเซลล์แสงอาทิตย์ของทั้ง 3 แผง แสดงดังรูปที่ 12



รูปที่ 12 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพกับอัตราการระบายความร้อนด้วยน้ำของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทั้ง 3 แผง

จากรูปที่ 12 พบว่า ประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ระบายความร้อนด้วยวิธีสเปรย์น้ำ และวิธีน้ำหยด จะมีแนวโน้มที่คล้ายคลึงกัน คือ เมื่ออัตราการไหลของน้ำที่ใช้ในการระบายความร้อนมีค่าเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้ประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์มีค่าเพิ่มขึ้นตามไปด้วย โดยประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ของแผงที่ 2 ที่อัตราการไหล 50 ลิตรต่อ

ชั่วโมง 70 ลิตรต่อชั่วโมง และ 100 ลิตรต่อชั่วโมง มีค่าเท่ากับร้อยละ 8.99, 9.19 และ 9.41 ตามลำดับ ส่วนประสิทธิภาพของแผงที่ 3 ที่อัตราการไหล 50 ลิตรต่อชั่วโมง 70 ลิตรต่อชั่วโมง และ 100 ลิตรต่อชั่วโมง มีค่าเท่ากับร้อยละ 8.95, 9.12 และ 9.33 ซึ่งวิธีการระบายความร้อนด้วยการสเปรย์น้ำ (แผงที่ 2) จะส่งผลให้ประสิทธิภาพแผงเซลล์แสงอาทิตย์มีค่าสูงสุด ในทุก ๆ อัตราการไหล ซึ่งอัตราระบายความร้อนของน้ำที่ส่งผลให้ประสิทธิภาพแผงเซลล์แสงอาทิตย์มีค่าสูงสุด คือ อัตราการไหลที่ 100 ลิตรต่อชั่วโมง โดยมีประสิทธิภาพเฉลี่ย เท่ากับร้อยละ 9.41

5. สรุป

จากการออกแบบ และทดสอบการระบายความร้อนออกจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ขนาด 12 โวลต์ 80 วัตต์ ด้วยวิธีการสเปรย์น้ำและน้ำหยดลงบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ของทั้ง 2 กรณี สามารถสรุปผลได้ ดังนี้

5.1 สรุปผลการทดสอบประสิทธิภาพแผงเซลล์แสงอาทิตย์ กรณีที่ 1 พบว่า ประสิทธิภาพแผงเซลล์แสงอาทิตย์โดยเฉลี่ยของแผงที่ 1 แผงที่ 2 และแผงที่ 3 มีค่า เท่ากับร้อยละ 8.10, 8.08 และ 8.11 ตามลำดับ และประสิทธิภาพสูงสุดจากแผงที่ 1 แผงที่ 2 และแผงที่ 3 มีค่าเท่ากับร้อยละ 11.4, 11.09 และ 11.01 ตามลำดับ โดยผลการทดสอบทั้ง 3 แผง มีประสิทธิภาพเฉลี่ยที่ใกล้เคียงกัน สามารถนำแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทั้ง 3 แผงมาใช้ทดสอบและเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างแผงได้

5.2 สรุปผลการทดสอบประสิทธิภาพแผงเซลล์แสงอาทิตย์ กรณีที่ 2 พบว่า ประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ระบายความร้อนด้วยวิธีสเปรย์น้ำ และวิธีน้ำหยด จะมีแนวโน้มที่คล้ายคลึงกัน คือ เมื่ออัตราการไหลของน้ำที่ใช้ในการระบายความร้อนมีค่าเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้ประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์มีค่าเพิ่มขึ้นตามไปด้วยในทั้ง 2 วิธี ซึ่งวิธีการระบายความร้อนด้วยการสเปรย์น้ำจะสามารถระบายความร้อนได้ดีกว่าการระบายความร้อนด้วยน้ำหยด ในทุก ๆ อัตราการไหล เนื่องจากการระบายความร้อนด้วยวิธีการสเปรย์น้ำนั้นการกระจายตัวของน้ำไปยังหน้าแผงเซลล์แสงอาทิตย์ได้ดีกว่าการระบายความร้อนด้วยน้ำหยด จึงทำให้น้ำที่กระจายตัวอยู่บนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ดูดซับความร้อนและระบายความร้อนออกจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ได้ดีกว่านั้นเอง ซึ่งอัตราระบายความร้อนของน้ำที่ส่งผลให้ประสิทธิภาพแผงเซลล์แสงอาทิตย์มีค่าสูงสุด คือ อัตราการไหลที่ 100 ลิตรต่อชั่วโมง โดยมีประสิทธิภาพเฉลี่ย เท่ากับร้อยละ 9.41

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตาก ที่เอื้อเฟื้ออุปกรณ์ และสถานที่ในการทำวิจัยในครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

7. เอกสารอ้างอิง

[1] T. Kiatsiriroat. (2016, April 14). National Science and Technology Development Agency (NSTDA). [Online]. Available: http://www.clinictech.most.go.th/online/techlist/attachFile/20172251157371.pdf

[2] N. Phuengkum, “Increasing Performance of Solar Cell Panels by Cooling System,” M.S. thesis, Dept. Science in Physics, Prince of Songkla Univ., Songkla, 2008.

[3] P. Bhulla, C. Lertsatittanakorn and N. Suwaphat, “The Improvement of Photovoltaic Module Efficiency using Temperature Reduction Techniques,” *SWU Engineering Journal*, vol. 8, pp. 1–10, 2013.

[4] S. Krauter, “Increased electrical yield via water flow over the front of photovoltaic panels,” *Solar Energy Materials & Solar Cells.*, vol. 82, pp. 131–137, 2004.

[5] A. Tewata, and Y. Sriudom, “An Experimental Study on Increasing Efficiency of Solar Cell Modules by Flat Heat Pipe Cooling,” *RMUTP Research Journal*, vol. 12, pp. 83–94, 2018.

[6] Y. Sriudom, S. Rittidech and T. Chompookham, “The Helical Oscillating Heat Pipe: Flow Pattern Behaviour Study,”

Advances in Mechanical Engineering, vol. 7, pp. 1–11, Jan. 2015.