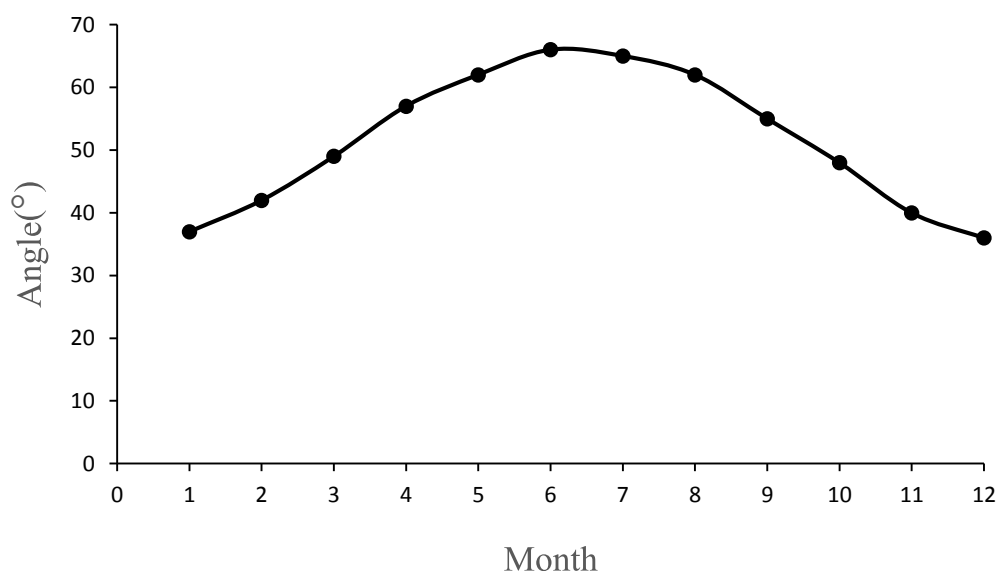


บทที่ 4 ผลการทดลอง

ในบทนี้จะเป็นผลการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง โดยจะประกอบด้วยมุมที่เหมาะสมของแผ่นสะท้อนรังสีอาทิตย์ที่ได้จากการคำนวณตลอดปี อุณหภูมิของแผงโฟโตโวลตาอิกควบคุมและแผงทดสอบ ค่ากระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้า กำลังไฟฟ้าและค่าประสิทธิภาพที่รับจากแผงควบคุมและแผงทดสอบ

4.1 มุมที่เหมาะสมของแผ่นสะท้อนรังสีอาทิตย์

การคำนวณหามุมที่เหมาะสมของแผ่นสะท้อนรังสีอาทิตย์สามารถคำนวณได้จากสมการทางคณิตศาสตร์ดังที่กล่าวไว้ในบทที่ 2 ในหัวข้อ สมการที่ใช้ในการคำนวณหามุมที่เหมาะสมของแผ่นสะท้อนรังสีอาทิตย์ ซึ่งในระยะเวลาตลอด 1 ปี พบว่าตำแหน่งของดวงอาทิตย์มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ดังนั้นมุมที่เหมาะสมของแผ่นสะท้อนรังสีอาทิตย์สมควรที่จะเปลี่ยนแปลงด้วยเช่นกัน โดยในการศึกษารุ่นนี้จะทำการเปลี่ยนแปลงมุมของแผ่นสะท้อนรังสีอาทิตย์ทุกๆสัปดาห์ โดยที่มุมที่เหมาะสมของแผ่นสะท้อนรังสีอาทิตย์สามารถแสดงได้ในรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 มุมที่เหมาะสม (°) ของแผ่นสะท้อนรังสีอาทิตย์ตลอด 1

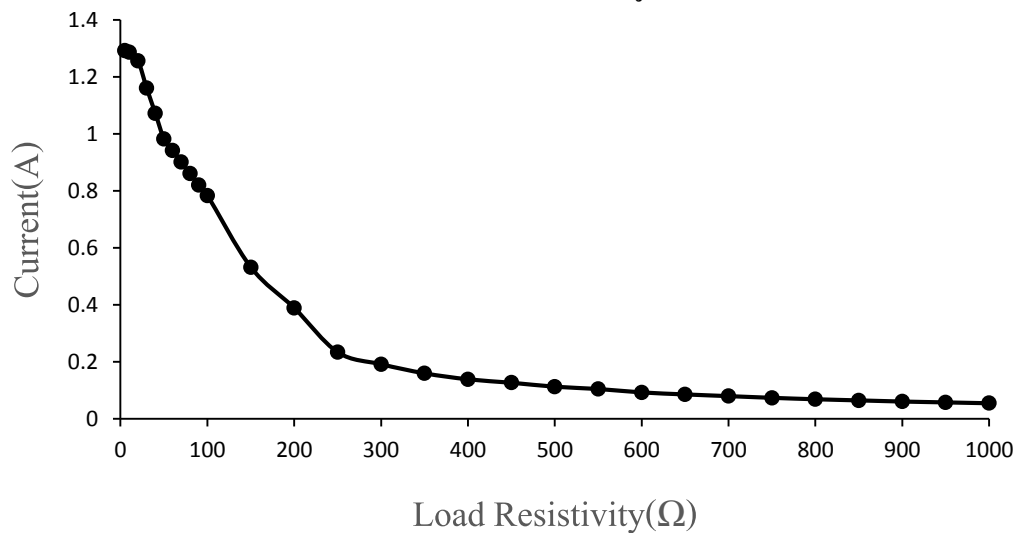
จากรูปที่ 4.1 พบว่ามุมของแผ่นสะท้อนรังสีอาทิตย์จะเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาโดยขึ้นกับมุมเดคลิเนชันของดวงอาทิตย์ โดยพบว่าเมื่อมุมเดคลิเนชันมีค่าสูงสุดเท่ากับ 23.45 องศา จะทำให้มุมที่เหมาะสมของ

แผ่นสะท้อนรังสีอาทิตย์มีค่ามากที่สุดซึ่งมีค่าเท่ากับ 66 องศาและตรงกับวันที่ 21 มิถุนายน และเมื่อมุมตกเฉียงขึ้น

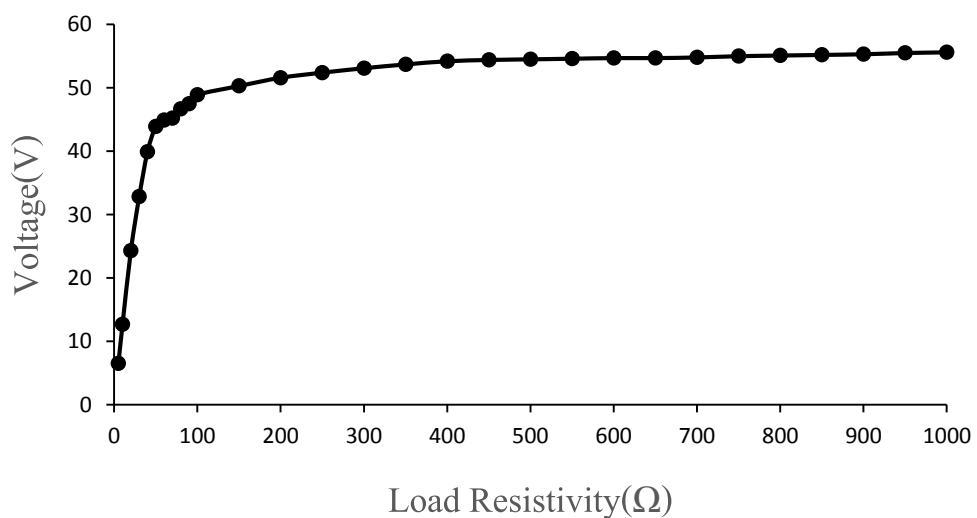
ของดวงอาทิตย์มีค่าต่ำสุดเท่ากับ -23.45 องศา จะทำให้มุมที่เหมาะสมของแผ่นสะท้อนรังสีอาทิตย์มีค่าน้อยที่สุดซึ่งมีค่าเท่ากับ 36 องศาและตรงกับวันที่ 22 ธันวาคม

4.2 การทดสอบระบบผลิตไฟฟ้าจากแผงโฟโตโวลตาอิก ร่วมกับโหลดทางไฟฟ้า

ในการทดลองนี้เป็นการทดลองระบบผลิตไฟฟ้าจากแผงโฟโตโวลตาอิก ร่วมกับโหลดทางไฟฟ้าชนิดตัวต้านทานค่าต่างๆ โดยทำการต่อตัวต้านทานเข้ากับแผงโฟโตโวลตาอิก แล้วทำการเพิ่มค่าความต้านขึ้นตั้งแต่ 5 โอห์มถึง 1 กิโลโอห์ม ซึ่งผลการทดลองที่ได้เป็นดังรูปที่ 4.2

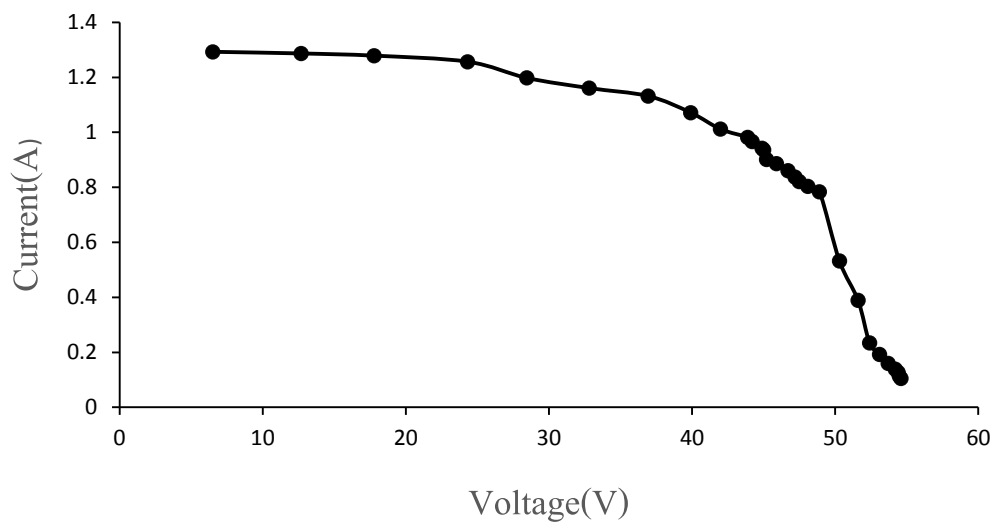


รูปที่ 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานและค่ากระแสไฟฟ้า

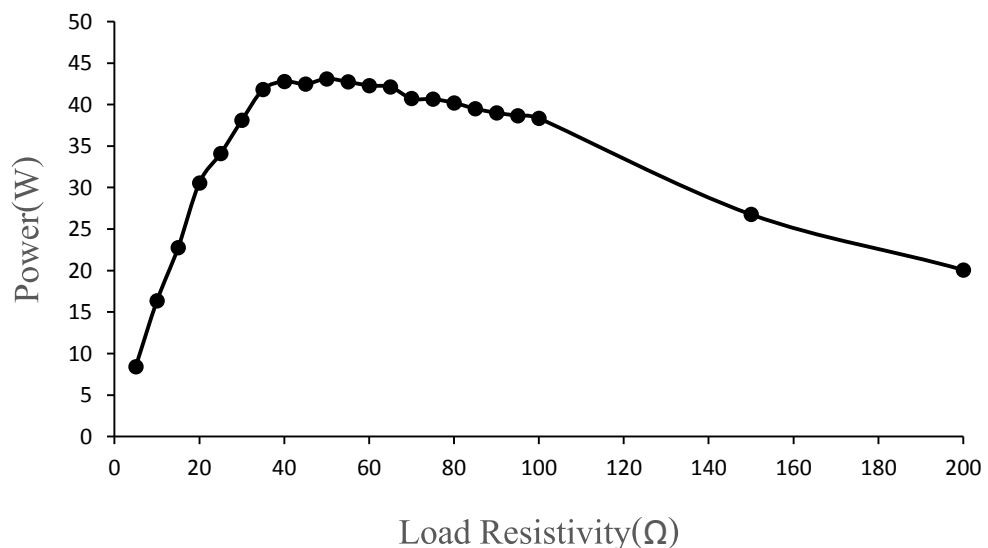


รูปที่ 4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานและค่าแรงดันไฟฟ้า

จากรูปที่ 4.2 และ 4.3 แสดงให้เห็นว่าค่ากระแสไฟฟ้าจะมีค่าลดลง ส่วนค่าแรงดันไฟฟ้าจะมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อทำการเพิ่มค่าความต้านทานขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งเป็นไปตามกฎของโอห์มที่ค่ากระแสไฟฟ้าจะแปรผกผันกับค่าความต้านทาน ส่วนค่าแรงดันไฟฟ้าจะแปรผันโดยตรงกับค่าความต้านทาน เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างค่าแรงดันไฟฟ้าและค่ากระแสไฟฟ้าในรูปที่ 4.4 พบว่า เมื่อค่าแรงดันไฟฟ้ามีค่าเพิ่มขึ้นจะทำให้ค่ากระแสไฟฟ้ามีค่าลดลง และพิจารณาหาค่ากำลังไฟฟ้า พบว่า การเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจะส่งผลต่อค่ากำลังไฟฟ้าที่ได้รับเช่นกันดังรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าแรงดันไฟฟ้าและค่ากระแสไฟฟ้าของแผงโฟโตโวลตาอิก

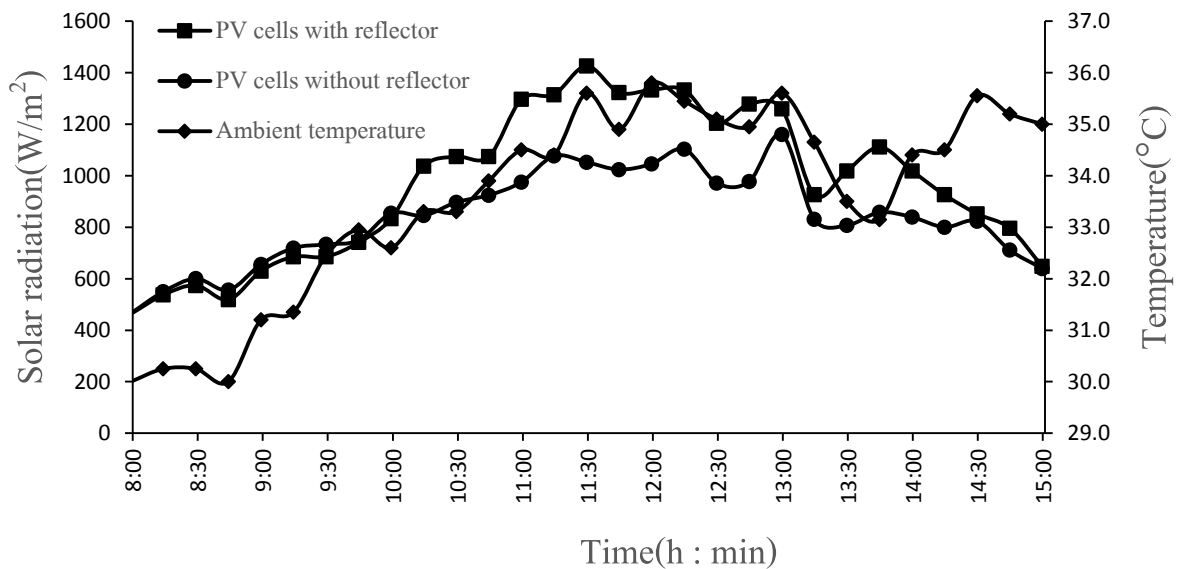


รูปที่ 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างการปรับเปลี่ยนค่าความต้านทานและค่ากำลังไฟฟ้าของแผงโฟโตโวลตาอิก

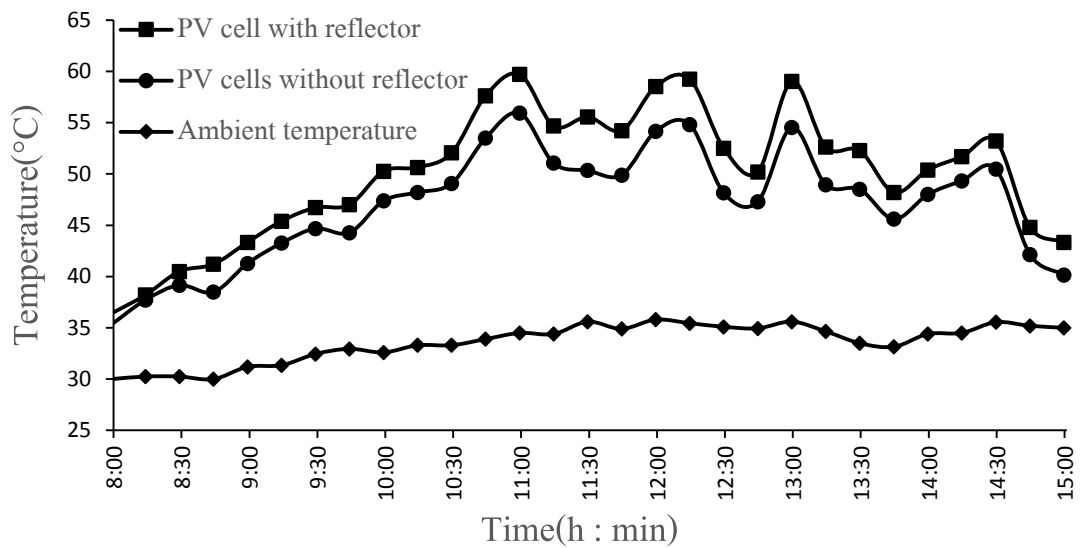
จากรูปที่ 4.5 แสดงให้เห็นว่ากำลังไฟฟ้าจะขึ้นกับค่าความต้านทาน โดยพบว่าค่ากำลังไฟฟ้าจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อค่าความต้านทานมีค่าสูงขึ้นจนถึงค่าความต้านทาน 50 โอห์ม จากนั้นเมื่อเพิ่มค่าความต้านทานขึ้นจะทำให้ค่ากำลังไฟฟ้าที่ได้รับมีค่าลดลง อีกทั้งค่ากำลังไฟฟ้าที่ได้รับเกิดจากผลคูณของค่ากระแสไฟฟ้าและค่าแรงดันไฟฟ้า ซึ่งจากรูปที่ 4.5 พบว่า ค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ได้มีค่าเท่ากับ 43.11 วัตต์ อีกทั้งเมื่อพิจารณาค่าแรงดันไฟฟ้าสูงสุดที่ทำให้ได้ค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดพบว่ามีความเท่ากับ 43.9 โวลต์ และค่ากระแสไฟฟ้าที่ทำให้ได้ค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดมีความเท่ากับ 0.98 แอมแปร์

4.3 เปรียบเทียบค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ อุณหภูมิ กระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้า กำลังไฟฟ้าและประสิทธิภาพของแผงโฟโตโวลตาอิกที่มีแผ่นสะท้อนรังสี อาทิตย์และไม่มีแผ่นสะท้อนรังสีอาทิตย์

ในการทดลองนี้จะเป็นการเปรียบเทียบผลการทดลองของแผงโฟโตโวลตาอิกที่มีแผ่นสะท้อนรังสีอาทิตย์และไม่มีแผ่นสะท้อนรังสีอาทิตย์ โดยเป็นผลการทดลองในวันที่ 9 กันยายน 2557 ที่มีมุมที่เหมาะสมของแผ่นสะท้อนรังสีอาทิตย์เท่ากับ 57 องศา



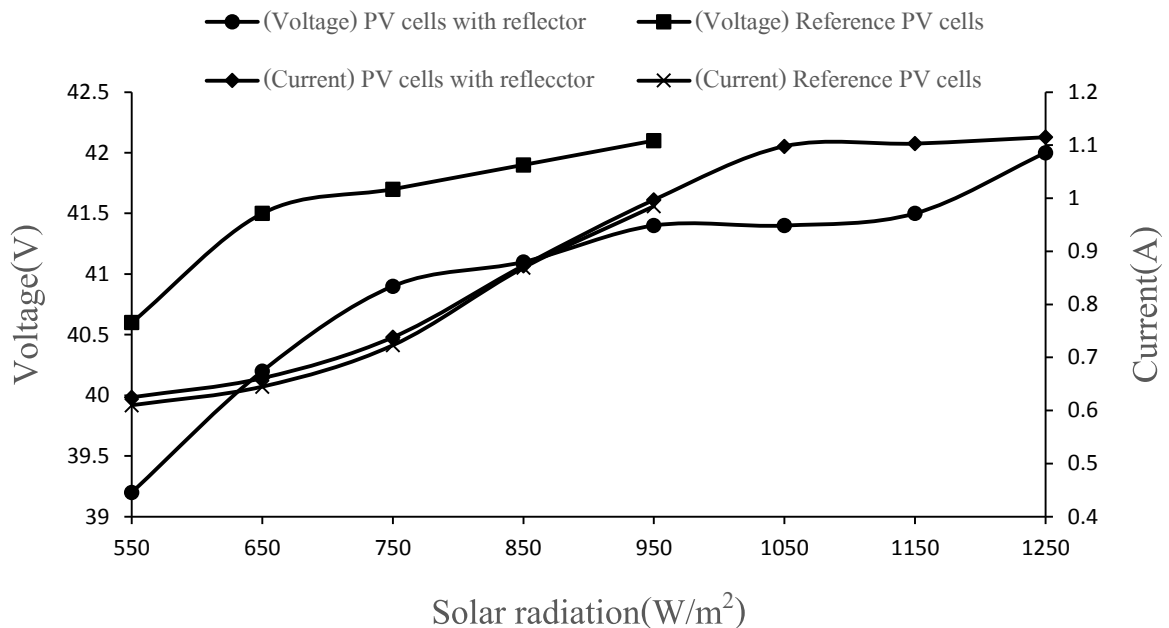
รูปที่ 4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ของแผงทดสอบที่มีเฉพาะตัวสะท้อนรังสีอาทิตย์และแผงควบคุม อุณหภูมิสิ่งแวดล้อมและเวลา (ผลการทดลองวันที่ 9 กันยายน 2557)



รูปที่ 4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิของแผงทดสอบที่มีแผ่นสะท้อนรังสีอาทิตย์และแผงควบคุม อุณหภูมิสิ่งแวดล้อมและเวลา (ผลการทดลองวันที่ 9 กันยายน 2557)

จากรูปที่ 4.6 และ รูปที่ 4.7 พบว่าแผงโฟโตโวลตาอิกทดสอบ (มีแผ่นสะท้อนรังสีอาทิตย์) มีค่าความเข้มรังสีอาทิตย์และอุณหภูมิสูงกว่าแผงควบคุม(ไม่มีแผ่นสะท้อนรังสีอาทิตย์) ตลอดการทดลอง เนื่องจากแผ่นสะท้อนรังสีอาทิตย์สามารถสะท้อนรังสีอาทิตย์ให้มาตกบนผิวหน้าของแผงโฟโตโวลตาอิกทดสอบได้มากกว่าแผงโฟโตโวลตาอิกควบคุม จึงส่งผลให้แผงโฟโตโวลตาอิกทดสอบมีค่าความเข้มรังสีอาทิตย์และอุณหภูมิที่สูงกว่าแผงโฟโตโวลตาอิกควบคุม โดยพบว่าแผ่นสะท้อนรังสีอาทิตย์สามารถเพิ่มค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ได้ 15.08% และพบว่าความเข้มรังสีอาทิตย์เฉลี่ยตลอดการทดลองของแผงทดสอบมีค่า 962.61 วัตต์ต่อตารางเมตร มีค่าสูงสุดเท่ากับ 1425.93 วัตต์ต่อตารางเมตร ที่เวลา 11.30 น. มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 462.96 วัตต์ต่อตารางเมตร ที่เวลา 8.00 น. และค่าความเข้มรังสีอาทิตย์เฉลี่ยตลอดการทดลองของแผงควบคุมเท่ากับ 836.01 วัตต์ต่อตารางเมตร มีค่าสูงสุดเท่ากับ 1160.36 วัตต์ต่อตารางเมตร ที่เวลา 13.00 น. มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 465.15 วัตต์ต่อตารางเมตร ที่เวลา 8.00 น. ซึ่งพบว่าอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมเฉลี่ยตลอดการทดลองเท่ากับ 33.6 องศาเซลเซียส โดยมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 35.8 องศาเซลเซียส ที่เวลา 12.00 น.และมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 30.0 องศาเซลเซียส ที่เวลา 8.00 น. นอกจากนี้เมื่อพิจารณาอุณหภูมิของแผงโฟโตโวลตาอิกควบคุมและแผงโฟโตโวลตาอิกทดสอบพบว่าแผ่นสะท้อนรังสีอาทิตย์สามารถทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยของแผงโฟโตโวลตาอิกทดสอบเพิ่มขึ้น 6.38% และพบว่าอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดการทดลองของแผงควบคุมเท่ากับ 47.0 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงที่สุดเท่ากับ 55.9 องศาเซลเซียส ที่เวลา 11.00 น. อุณหภูมิต่ำที่สุดเท่ากับ 35.3 องศาเซลเซียส ที่เวลา 8.00 น.

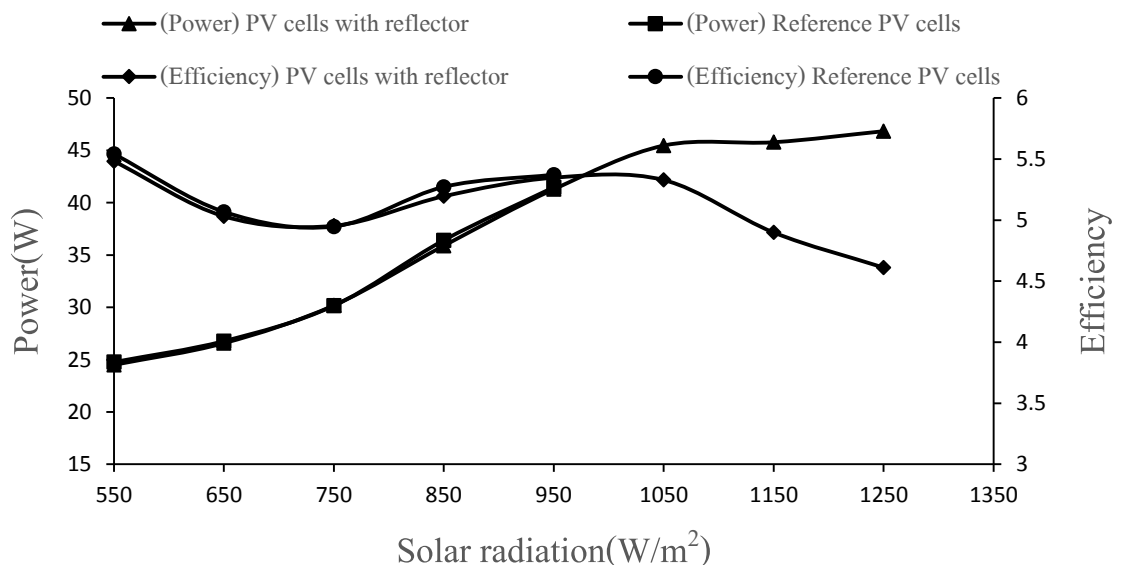
และอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดการทดลองของแผงทดสอบเท่ากับ 50.0 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงที่สุดเท่ากับ 59.7 องศาเซลเซียส ที่เวลา 11.00 น. อุณหภูมิต่ำที่สุดเท่ากับ 36.4 องศาเซลเซียส ที่เวลา 8.00 น.



รูปที่ 4.8 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า ของแผงทดสอบที่มีเฉพาะตัวสะท้อนรังสีอาทิตย์และแผงควบคุม (ผลการทดลองวันที่ 9 กันยายน 2557)

จากรูปที่ 4.8 พบว่าค่าแรงดันไฟฟ้าของแผงโฟโตโวลตาอิกทดสอบที่มีเฉพาะแผ่นสะท้อนรังสีอาทิตย์มีค่าต่ำกว่าแผงโฟโตโวลตาอิกควบคุมตลอดการทดลอง เนื่องจากแผงโฟโตโวลตาอิกทดสอบมีแผ่นสะท้อนรังสีอาทิตย์ที่สามารถสะท้อนรังสีอาทิตย์ให้ตกลงบนแผงทดสอบได้มากกว่าโดยจะสังเกตได้ว่าแผงทดสอบมีค่าความเข้มรังสีอาทิตย์สูงสุดเท่ากับ 1250 วัตต์/ตารางเมตร ในขณะที่แผงควบคุมที่ไม่มีแผ่นสะท้อนรังสีอาทิตย์จะมีค่าความเข้มรังสีอาทิตย์สูงสุดเท่ากับ 950 วัตต์/ตารางเมตร จึงส่งผลให้แผงทดสอบมีอุณหภูมิสูงกว่าแผงควบคุม ดังนั้นเมื่อแผงทดสอบมีอุณหภูมิสูงกว่าแผงควบคุม จึงทำให้แผงทดสอบมีค่าแรงดันไฟฟ้าต่ำกว่าแผงควบคุม แต่เมื่อพิจารณาค่ากระแสไฟฟ้าพบว่าแผงทดสอบมีค่ากระแสไฟฟ้าสูงกว่าแผงควบคุม เนื่องจากเหตุผลดังที่กล่าวมาแล้วว่า แผงทดสอบที่มีแผ่นสะท้อนรังสีอาทิตย์จะมีอุณหภูมิสูงกว่าควบคุมจึงทำให้มีค่ากระแสไฟฟ้าที่สูงกว่า โดยพบว่าแผงทดสอบมีค่าแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ยตลอดการทดลองเท่ากับ 40.96 โวลต์ ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 550 วัตต์/ตารางเมตรมีค่าแรงดันไฟฟ้าเท่ากับ 39.2 โวลต์ ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 950 วัตต์/ตารางเมตรมีค่าแรงดันไฟฟ้า 41.4 โวลต์ ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 1250 วัตต์/ตารางเมตร มีค่าแรงดันไฟฟ้า 42 โวลต์ ในขณะที่แผงควบคุมมีค่าแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ยตลอดการทดลองเท่ากับ 41.56 โวลต์ ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 550 วัตต์/ตารางเมตรมีค่าแรงดันไฟฟ้าเท่ากับ 40.6 โวลต์ ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 950 วัตต์/ตารางเมตรมีค่าแรงดันไฟฟ้า 42.1 โวลต์อีกทั้งเมื่อพิจารณาค่ากระแสไฟฟ้า

พบว่าแผงทดสอบมีค่ากระแสไฟฟ้าเฉลี่ยตลอดการทดลองเท่ากับ 0.90 แอมแปร์ ที่ความเข้มรังสีอาทิตย์ 550 วัตต์/ตารางเมตร มีค่ากระแสไฟฟ้า 0.63 แอมแปร์ ที่ความเข้มรังสีอาทิตย์ 950 วัตต์/ตารางเมตร มีค่ากระแสไฟฟ้า 0.99 แอมแปร์ ความเข้มรังสีอาทิตย์ 1250 วัตต์/ตารางเมตร มีค่ากระแสไฟฟ้า 1.12 แอมแปร์ และค่ากระแสไฟฟ้าพบว่าแผงควบคุมมีค่ากระแสไฟฟ้าเฉลี่ยตลอดการทดลองเท่ากับ 0.77 แอมแปร์ ที่ความเข้มรังสีอาทิตย์ 550 วัตต์/ตารางเมตร มีค่ากระแสไฟฟ้า 0.61 แอมแปร์ ที่ความเข้มรังสีอาทิตย์ 950 วัตต์/ตารางเมตร มีค่ากระแสไฟฟ้า 0.99 แอมแปร์



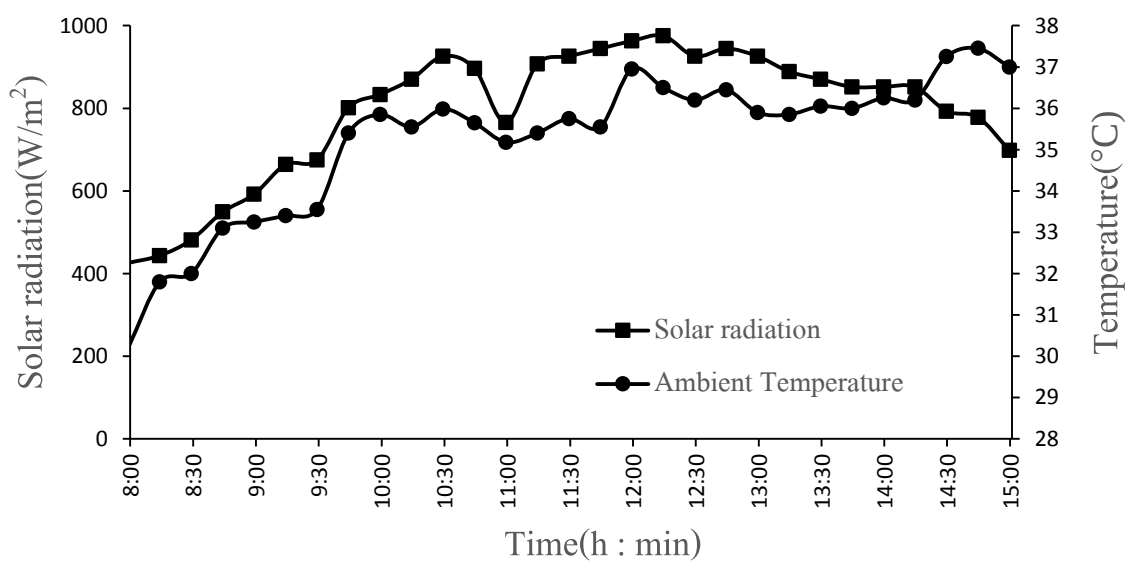
รูปที่ 4.9 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังไฟฟ้า และประสิทธิภาพของแผงทดสอบที่มีเฉพาะตัวสะท้อนรังสีอาทิตย์และแผงควบคุม (ผลการทดลองวันที่ 9 กันยายน 2557)

รูปที่ 4.9 แสดงกำลังไฟฟ้าและประสิทธิภาพของแผงโฟโตโวลตาอิกควบคุมและแผงโฟโตโวลตาอิกทดสอบ โดยพบว่าที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 550 วัตต์/ตารางเมตรถึง 950 วัตต์/ตารางเมตร แผงโฟโตโวลตาอิกทดสอบมีค่ากำลังไฟฟ้าแตกต่างจากแผงโฟโตโวลตาอิกควบคุมไม่มาก เนื่องจากอุณหภูมิของแผงทดสอบมีค่าสูงกว่าแผงควบคุมจึงทำให้มีค่าแรงดันไฟฟ้าของแผงทดสอบลดลง ในขณะที่การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิของแผงทดสอบก็ส่งผลให้ค่ากระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้นด้วย แต่การเพิ่มขึ้นของค่าการแสไฟฟ้าก็ไม่สามารถทำให้ค่ากำลังไฟฟ้าของแผงทดสอบเพิ่มขึ้นได้ จึงทำให้ในช่วงของค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 550 วัตต์/ตารางเมตรถึง 950 วัตต์/ตารางเมตร แผงทั้งสองมีค่ากำลังไฟฟ้าไม่แตกต่างกันนัก แต่หากพิจารณากำลังไฟฟ้าเฉลี่ยตลอดการทดลองพบว่า แผงโฟโตโวลตาอิกทดสอบสามารถเพิ่มกำลังไฟฟ้าเฉลี่ยได้ 16.14% โดยพบว่าค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของแผงทดสอบเท่ากับ 37.06 วัตต์ ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 550 วัตต์/ตารางเมตรมีค่ากำลังไฟฟ้า 24.5 วัตต์ ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 950

วัตต์/ตารางเมตร มีค่ากำลังไฟฟ้า 41.28 วัตต์ ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 1250 วัตต์/ตารางเมตรมีค่ากำลังไฟฟ้า 46.83 วัตต์ ส่วนค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของแผงควบคุมเท่ากับ 31.91 วัตต์ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 550 วัตต์/ตารางเมตร มีค่ากำลังไฟฟ้า 24.77 วัตต์ ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 950 วัตต์/ตารางเมตร มีค่ากำลังไฟฟ้า 41.47 วัตต์ อีกทั้งเมื่อพิจารณาค่าประสิทธิภาพของแผงโฟโตโวลตาอิกพบว่า มีแนวโน้มลดลงเมื่อค่าความเข้มรังสีอาทิตย์เพิ่มขึ้น เนื่องจากเมื่อรังสีอาทิตย์ตกกระทบแผงโฟโตโวลตาอิกมีค่าเพิ่มขึ้น ค่ากำลังไฟฟ้าที่แผงโฟโตโวลตาอิกผลิตได้เพิ่มขึ้นอย่างไม่เป็นเชิงเส้น จึงส่งผลให้ค่าประสิทธิภาพมีค่าลดลงเมื่อค่าความเข้มรังสีอาทิตย์เพิ่มขึ้น โดยพบว่าแผงโฟโตโวลตาอิกทดสอบที่มีแผ่นสะท้อนรังสีอาทิตย์ มีค่าประสิทธิภาพเฉลี่ยลดลง 2.57% ค่าประสิทธิภาพเฉลี่ยของแผงทดสอบเท่ากับ 5.11% ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 550 วัตต์/ตารางเมตร มีประสิทธิภาพ 5.48% ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 950 วัตต์/ตารางเมตร มีค่าประสิทธิภาพ 5.35% ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 1250 วัตต์/ตารางเมตรมีค่าประสิทธิภาพ 4.61% ในขณะที่แผงโฟโตโวลตาอิกควบคุม มีค่าประสิทธิภาพเฉลี่ยเท่ากับ 5.24% ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 550 วัตต์/ตารางเมตร มีประสิทธิภาพ 5.54% ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 950 วัตต์/ตารางเมตร มีค่าประสิทธิภาพ 5.37%

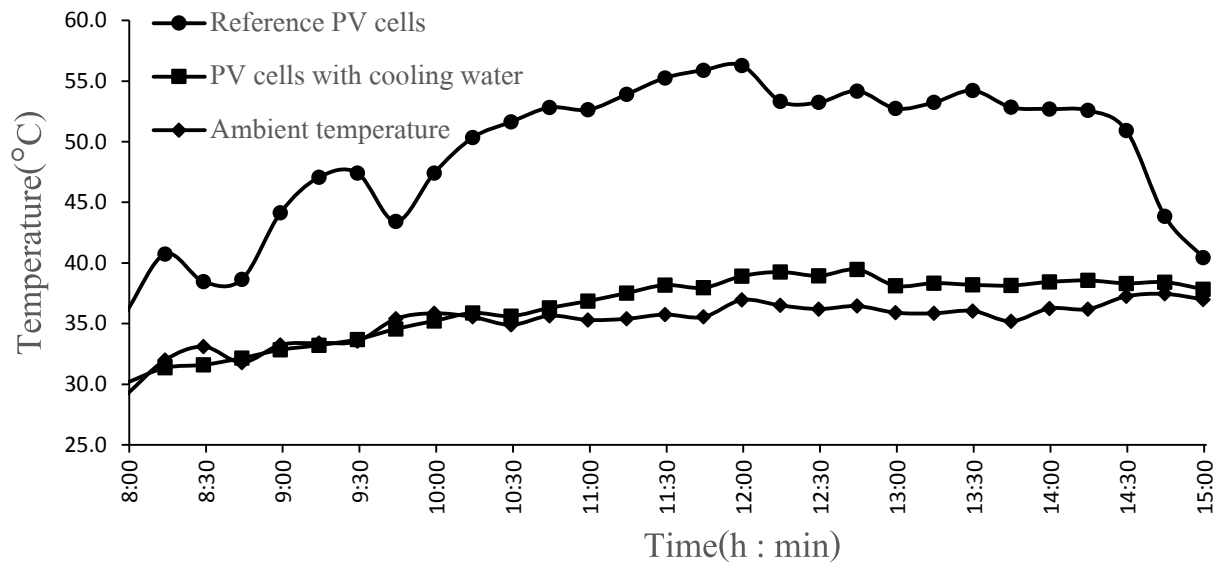
4.4 เปรียบเทียบค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ อุณหภูมิของแผงโฟโตโวลตาอิก และ อุณหภูมิน้ำเข้าและออกของแผงโฟโตโวลตาอิกที่มีเฉพาะระบบระบายความร้อนด้วยน้ำที่อัตราการไหล 3 ลิตร/นาที่

ในการทดลองนี้เป็นการเปรียบเทียบผลการทดลองของแผงโฟโตโวลตาอิกที่มีระบบระบายความร้อนด้วยน้ำที่อัตราการไหล 3 ลิตร/นาที่ กับแผงโฟโตโวลตาอิกควบคุมที่ไม่มีระบบระบายความร้อน ซึ่งเป็นผลการทดลองในวันที่ 10 กันยายน 2557

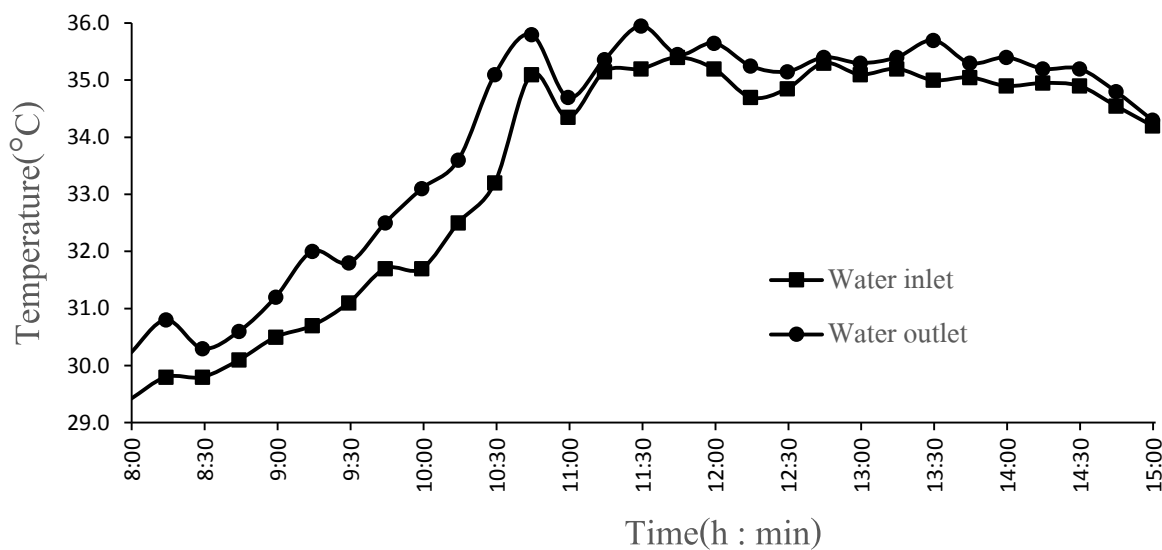


รูปที่ 4.10 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ของแผงทดสอบที่มีเฉพาะระบบระบายความร้อนด้วยน้ำที่อัตราการไหล 3 ลิตร/นาที่และแผงควบคุม อุณหภูมิสิ่งแวดล้อมและเวลา (ผลการทดลองวันที่ 10 กันยายน 2557)

จากรูปที่ 4.10 พบว่าค่าความเข้มรังสีอาทิตย์จะมีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนมีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 975.65 วัตต์ต่อตารางเมตร ที่เวลา 12.15 น. หลังจากนั้นค่าความเข้มรังสีอาทิตย์จะมีค่าค่อยๆ ลดลงเรื่อยๆ โดยพบว่า ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ต่ำสุดเท่ากับ 425.93 วัตต์ต่อตารางเมตร ที่เวลา 8.00 น. และค่าความเข้มรังสีอาทิตย์เฉลี่ยตลอดการทดลอง มีค่าเท่ากับ 793.85 วัตต์ต่อตารางเมตร ในขณะที่อุณหภูมิสิ่งแวดล้อมเฉลี่ยตลอดการทดลองเท่ากับ 35.13 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 37.45 องศาเซลเซียส ที่เวลา 14.45 น. อุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 29.15 องศาเซลเซียส ที่เวลา 8.00 น.



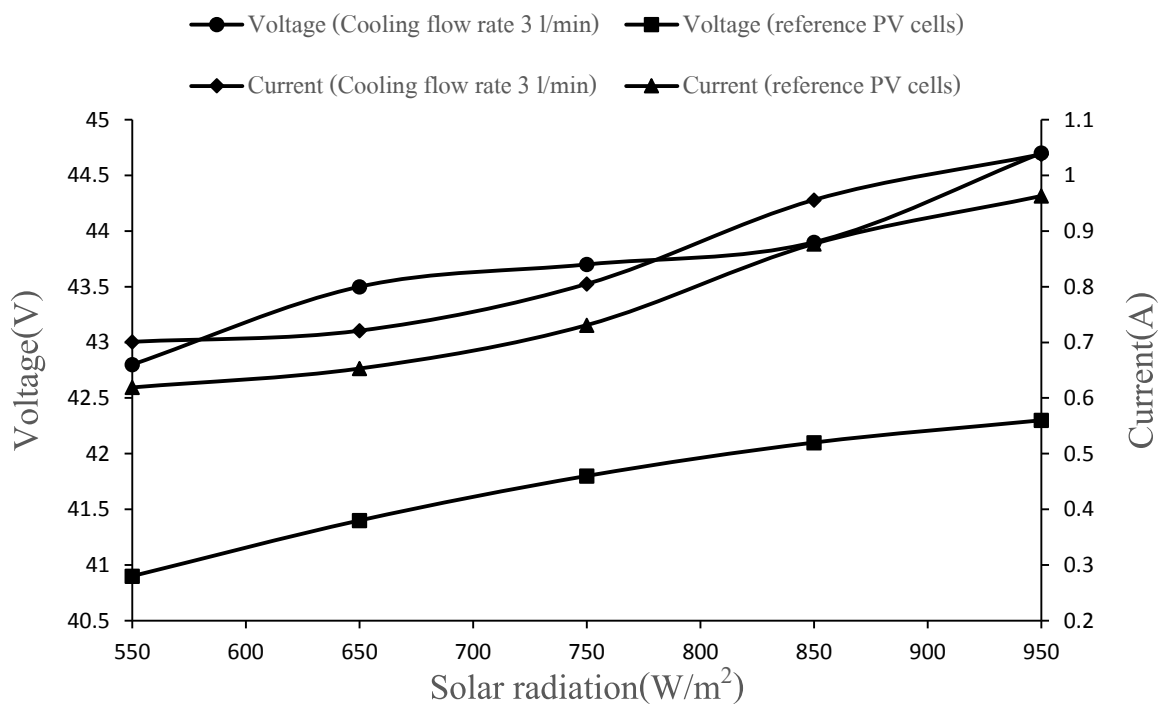
รูปที่ 4.11 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิของแผงทดสอบที่มีเฉพาะระบบระบายความร้อนด้วยน้ำที่อัตราการไหล 3 ลิตร/นาที่และแผงควบคุม อุณหภูมิสิ่งแวดล้อมและเวลา (ผลการทดลองวันที่ 10 กันยายน 2557)



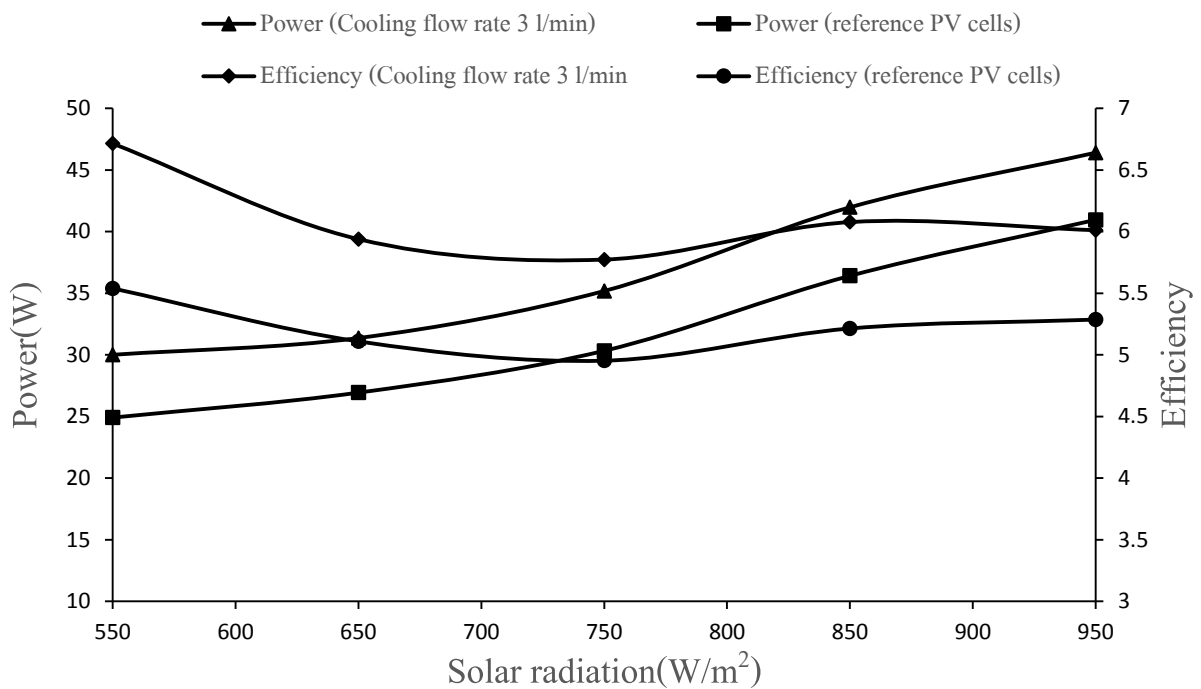
รูปที่ 4.12 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิน้ำเข้าและอุณหภูมิน้ำออกกับเวลาที่ทำกรทดลอง (ผลการทดลองวันที่ 10 กันยายน 2557)

จากรูปที่ 4.11 พบว่าแผงทดสอบที่มีระบบระบายความร้อนด้วยน้ำที่อัตราการไหล 3 ลิตร/นาที่ มีอุณหภูมิต่ำกว่าแผงควบคุม เนื่องจากการระบายความร้อนด้วยน้ำสามารถลดความร้อนที่ผิวหน้าของแผงโฟโตโวลตาอิกได้ โดยพบว่าการระบายความร้อนด้วยน้ำสามารถลดอุณหภูมิเฉลี่ยของแผงทดสอบได้ 26.22% อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดการทดลองของแผงควบคุมเท่ากับ 49.2 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 56.3 องศาเซลเซียส ที่เวลา 12.00 น. อุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 36.0 องศา

เซลล์เชิยส ที่เวลา 8.00 น. และอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดการทดลองของแผงทดสอบเท่ากับ 36.3 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 39.5 องศาเซลเซียส ที่เวลา 12.45 น. อุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 30.1 องศาเซลเซียส ที่เวลา 8.00 น. อีกทั้งเมื่อพิจารณาความแตกต่างของอุณหภูมิน้ำขาเข้าและอุณหภูมิน้ำขาออกในรูปที่ 4.12 พบว่า จะพบว่ามีค่ามากในเวลาเช้าและความแตกต่างของอุณหภูมิจะมีค่าลดลงเมื่อถึงช่วงบ่ายของวัน เนื่องจากการทดลองเป็นระบบปิด ดังนั้นน้ำที่ใช้ในการทดลองจึงเป็นน้ำที่หมุนเวียนภายในระบบอยู่ตลอดเวลาส่งผลให้น้ำมีการสะสมความร้อนประกอบกับในช่วงบ่ายของวัน อุณหภูมิมีค่าสูงขึ้นจึงทำให้อุณหภูมิน้ำขาเข้าและน้ำขาออกมีค่าใกล้เคียงกันมาก โดยพบว่าอุณหภูมิน้ำขาเข้าเฉลี่ยตลอดการทดลองเท่ากับ 33.4 องศาเซลเซียส และมีอุณหภูมิสูงที่สุดเท่ากับ 35.4 องศาเซลเซียส ที่เวลา 11.45 น. อุณหภูมิต่ำที่สุดเท่ากับ 29.4 องศาเซลเซียส ที่เวลา 8.00 น. ส่วนอุณหภูมิน้ำขาออกเฉลี่ยตลอดการทดลองเท่ากับ 34.0 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิสูงที่สุดเท่ากับ 36.0 องศาเซลเซียส ที่เวลา 11.30 น. อุณหภูมิต่ำที่สุดเท่ากับ 30.2 องศาเซลเซียส ที่เวลา 8.00 น.



รูปที่ 4.13 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า ของแผงทดสอบที่มีเฉพาะระบบระบายความร้อนด้วยน้ำที่อัตราการไหล 3 ลิตร/นาที่และแผงควบคุม (ผลการทดลองวันที่ 10 กันยายน 2557)



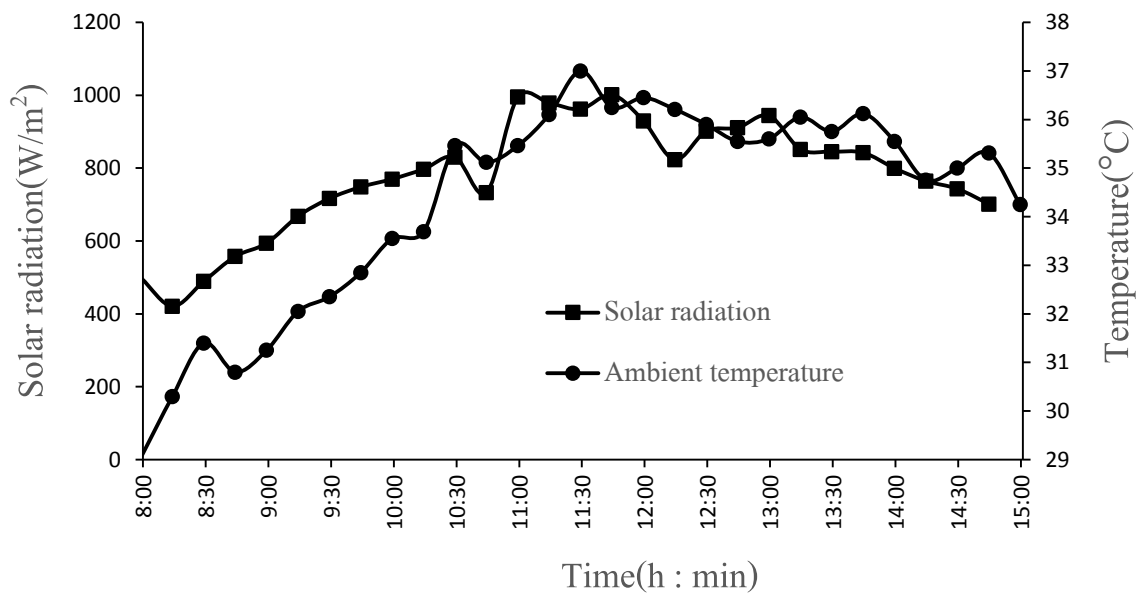
รูปที่ 4.14 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังไฟฟ้า และประสิทธิภาพของแผงทดสอบที่มีเฉพาะระบบระบายความร้อนด้วยน้ำที่อัตราการไหล 3 ลิตร/นาทิจและแผงควบคุม (ผลการทดลองวันที่ 10 กันยายน 2557)

จากรูปที่ 4.13 แสดงให้เห็นว่าการระบายความร้อนด้วยการพ่นน้ำด้วยอัตราการไหล 3 ลิตร/นาทิจสามารถเพิ่มกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าได้ โดยพบว่า การระบายความร้อนด้วยการพ่นน้ำสามารถเพิ่มค่ากระแสไฟฟ้า 9.09% และสามารถเพิ่มค่าแรงดันไฟฟ้าได้ 4.84% ซึ่งพบว่าแผงทดสอบมีค่าแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ยตลอดการทดลองเท่ากับ 43.72 โวลต์ ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 550 วัตต์/ตารางเมตรมีค่าแรงดันไฟฟ้าเท่ากับ 42.8 โวลต์ ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 950 วัตต์/ตารางเมตรมีค่าแรงดันไฟฟ้า 44.7 โวลต์ ในขณะที่แผงควบคุมมีค่าแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ยตลอดการทดลองเท่ากับ 41.7 โวลต์ ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 550 วัตต์/ตารางเมตรมีค่าแรงดันไฟฟ้าเท่ากับ 40.9 โวลต์ ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 950 วัตต์/ตารางเมตรมีค่าแรงดันไฟฟ้า 42.3 โวลต์ เมื่อพิจารณาค่ากระแสไฟฟ้าพบว่าแผงทดสอบมีค่ากระแสไฟฟ้าเฉลี่ยตลอดการทดลองเท่ากับ 0.84 แอมแปร์ ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 550 วัตต์/ตารางเมตร มีค่ากระแสไฟฟ้า 0.70 แอมแปร์ ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 950 วัตต์/ตารางเมตร มีค่ากระแสไฟฟ้า 1.04 แอมแปร์ แผงควบคุมมีค่ากระแสไฟฟ้าเฉลี่ยตลอดการทดลองเท่ากับ 0.77 แอมแปร์ ความเข้มรังสีอาทิตย์ 550 วัตต์/ตารางเมตร มีค่ากระแสไฟฟ้า 0.62 แอมแปร์ ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 950 วัตต์/ตารางเมตร มีค่ากระแสไฟฟ้า 0.96 แอมแปร์ อีกทั้งเมื่อพิจารณาค่ากำลังไฟฟ้าและค่าประสิทธิภาพของแผงโฟโตโวลตาอิกในรูปที่ 4.14 พบว่า แผงทดสอบที่มีระบบระบายความร้อนด้วย

น้ำที่อัตราการไหล 3 ลิตร/นาทึ สามารถเพิ่มกำลังไฟฟ้าได้ดีกว่าแผงทดสอบที่มีเฉพาะแผ่นสะท้อนรังสีอาทิตย์เนื่องจากแผงที่มีระบบระบายความร้อนมีอุณหภูมิต่ำกว่า โดยพบว่าการระบายความร้อนด้วยน้ำที่อัตราการไหล 3 ลิตร/นาทึ สามารถเพิ่มกำลังไฟฟ้าได้ 15.17% และสามารถเพิ่มค่าประสิทธิภาพได้ 15.53% โดยพบว่าค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของแผงทดสอบเท่ากับ 36.98 วัตต์ ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 550 วัตต์/ตารางเมตร มีค่ากำลังไฟฟ้า 30.00 วัตต์ ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 950 วัตต์/ตารางเมตร มีค่ากำลังไฟฟ้า 46.39 วัตต์ ส่วนค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของแผงควบคุมเท่ากับ 32.11 วัตต์ ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 550 วัตต์/ตารางเมตร มีค่ากำลังไฟฟ้า 25.32 วัตต์ ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 950 วัตต์/ตารางเมตร มีค่ากำลังไฟฟ้า 40.73 วัตต์ และพบว่าค่าประสิทธิภาพเฉลี่ยของแผงทดสอบเท่ากับ 6.1% ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 550 วัตต์/ตารางเมตร มีประสิทธิภาพ 6.71% ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 950 วัตต์/ตารางเมตร มีค่าประสิทธิภาพ 6.01% ที่ ในขณะที่แผงโฟโตโวลตาอิกควบคุมมีค่าประสิทธิภาพเฉลี่ยเท่ากับ 5.28% ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 550 วัตต์/ตารางเมตร มีประสิทธิภาพ 5.67% ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 950 วัตต์/ตารางเมตร มีค่าประสิทธิภาพ 5.28%

4.5 เปรียบเทียบค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ อุณหภูมิของแผงโฟโตโวลตาอิก และ อุณหภูมิน้ำเข้าและออกของแผงโฟโตโวลตาอิกที่มีเฉพาะระบบระบายความร้อนด้วยน้ำที่อัตราการไหล 4 ลิตร/นาทีก

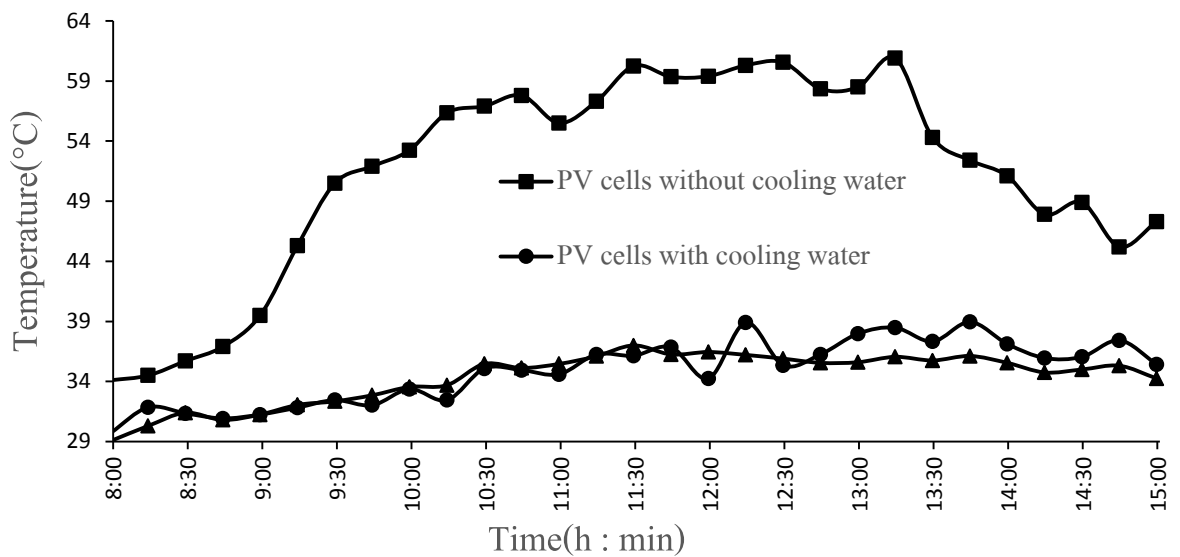
ในการทดลองนี้เป็นการศึกษาเปรียบเทียบผลการทดลองระหว่างแผงโฟโตโวลตาอิกที่มีระบบระบายความร้อนด้วยน้ำที่อัตราการไหล 4 ลิตร/นาทีก กับแผงโฟโตโวลตาอิกที่ไม่มีระบบระบายความร้อน โดยเป็นผลการทดลองในวันที่ 18 ตุลาคม 2557



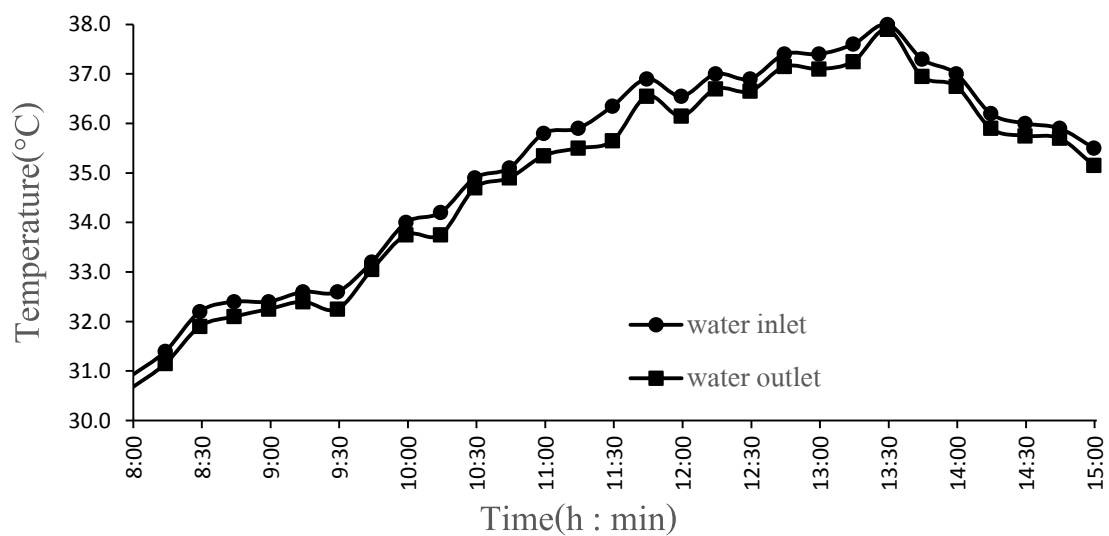
รูปที่ 4.15 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ของแผงทดสอบที่มีเฉพาะระบบระบายความร้อนด้วยน้ำที่อัตราการไหล 4 ลิตร/นาทีก และแผงควบคุม อุณหภูมิสิ่งแวดล้อมและเวลา (ผลการทดลองวันที่ 18 ตุลาคม 2557)

จากรูปที่ 4.15 แสดงค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ของแผงโฟโตโวลตาอิกที่ไม่มีแผ่นสะท้อนรังสีอาทิตย์ โดยพบว่าค่าความเข้มรังสีอาทิตย์จะมีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ แต่จะมีในช่วงของการทดลองที่มีค่าลดลง เนื่องจากมีเมฆมาบังแผงโฟโตโวลตาอิก โดยพบว่าค่าความเข้มรังสีอาทิตย์เฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 779.09 วัตต์/ตารางเมตร ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์สูงสุดเท่ากับ 1001.15 วัตต์/ตารางเมตร ที่เวลา 12.00 น. และมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 420.87 วัตต์/ตารางเมตร ที่เวลา 8.30 น. และอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมเฉลี่ยตลอดการทดลองเท่ากับ 34.32 องศาเซลเซียส โดยมีค่าสูงสุดเท่ากับ 37 องศาเซลเซียส ที่เวลา 11.30 น. และมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 29.05 องศาเซลเซียส ที่เวลา 8.00 น. อีกทั้งเมื่อพิจารณาอุณหภูมิของแผงโฟโตโวลตาอิกในรูปที่ 4.16 พบว่า ระบบระบายความร้อนด้วยการพ่นน้ำที่อัตราการไหลของน้ำ 4 ลิตร/นาทีก สามารถลดอุณหภูมิของแผงโฟโตโวลตาอิกลงได้ 32.3% จะสังเกตได้ว่าการลดอุณหภูมิด้วยการพ่นน้ำ

สามารถลดอุณหภูมิของแผงโฟโตโวลตาอิกให้มีค่าใกล้เคียงกับอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมได้ ในขณะที่อุณหภูมิของแผงโฟโตโวลตาอิกที่ไม่มีระบบระบายความร้อนจะมีอุณหภูมิที่สูงกว่ามาก โดยแผงควบคุมมีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดการทดลองเท่ากับ 51.4 องศาเซลเซียส มีค่าอุณหภูมิสูงสุดเท่ากับ 60.9 องศาเซลเซียส ที่เวลา 13.15 น. และต่ำสุดเท่ากับ 34.1 องศาเซลเซียส ที่เวลา 8.00 น. ในขณะที่แผงโฟโตโวลตาอิกทดสอบจะมีอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดการทดลองเท่ากับ 34.85 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงที่สุดเท่ากับ 38.95 องศาเซลเซียส ที่เวลา 12.15 น. อุณหภูมิต่ำที่สุดเท่ากับ 29.73 องศาเซลเซียส ที่เวลา 8.00 น.

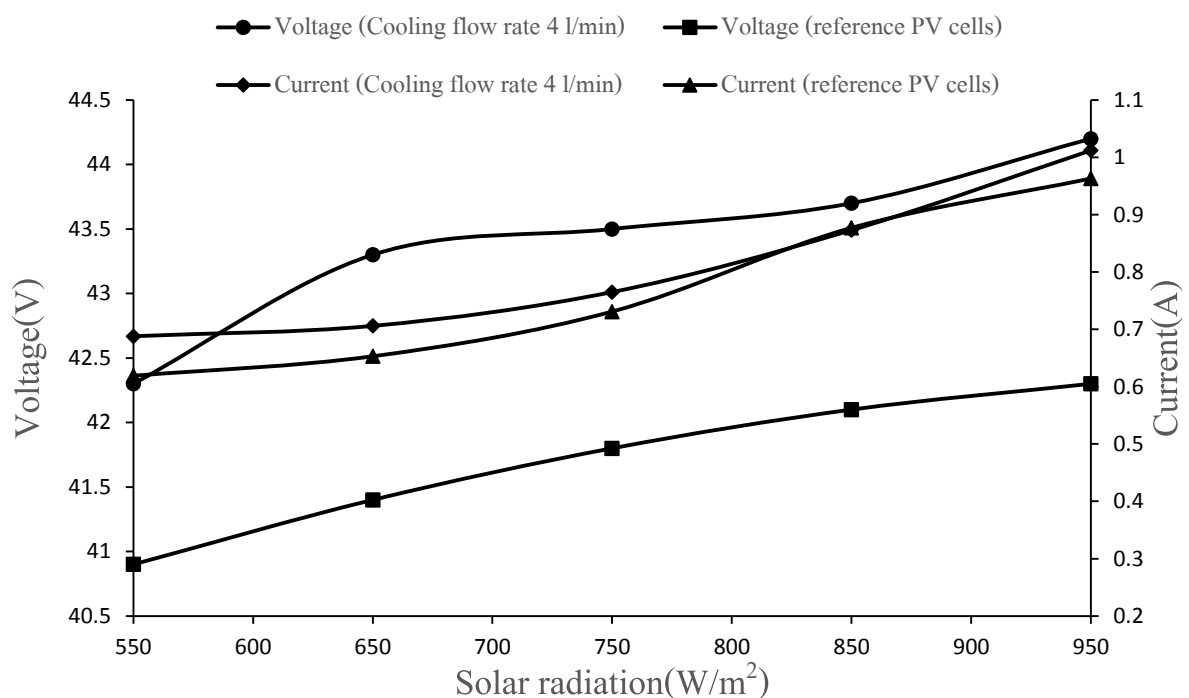


รูปที่ 4.16 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิของแผงทดสอบที่มีเฉพาะระบบระบายความร้อนด้วยน้ำที่อัตราการไหล 4 ลิตร/นาที่ และแผงควบคุม อุณหภูมิสิ่งแวดล้อมและเวลา (ผลการทดลองวันที่ 18 ตุลาคม 2557)

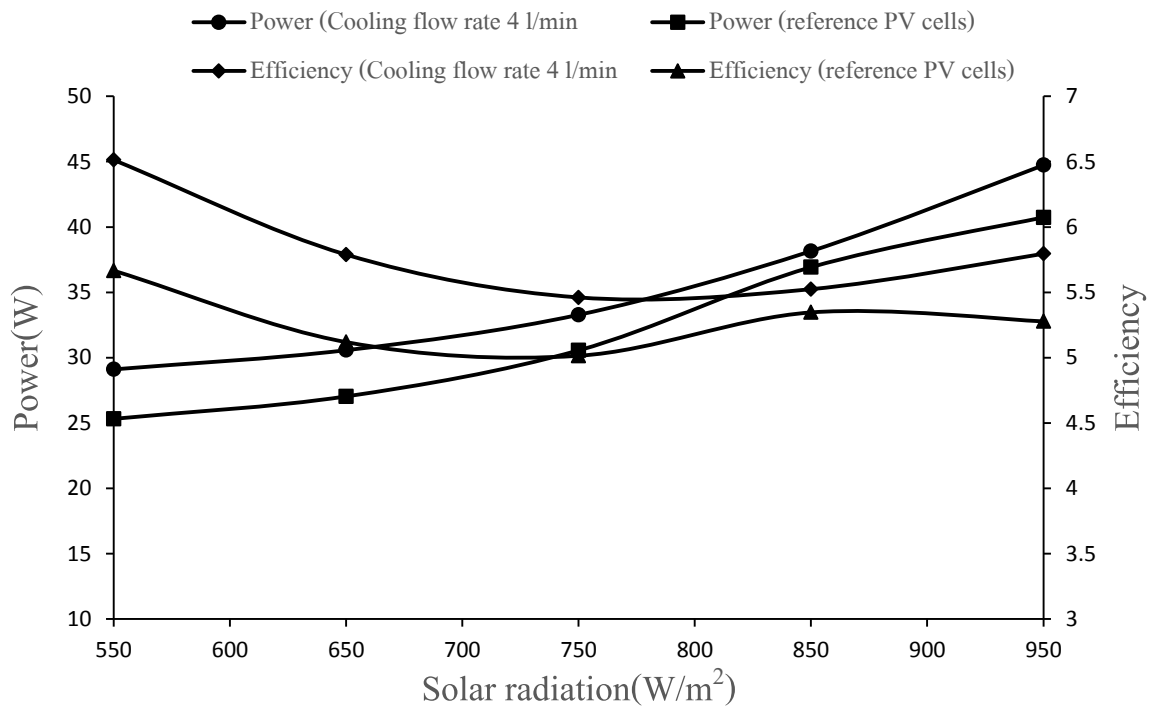


รูปที่ 4.17 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิน้ำเข้าและอุณหภูมิน้ำออกกับเวลาที่ทำการทดลอง (ผลการทดลองวันที่ 18 ตุลาคม 2557)

และเมื่อพิจารณาอุณหภูมิน้ำเข้าและออกในรูปที่ 4.17 พบว่าค่าความแตกต่างของอุณหภูมิน้ำขาเข้าและน้ำขาออกของแผงโฟโตโวลตาอิกมีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก เนื่องจากน้ำที่ใช้ในการทดลองเป็นน้ำในระบบปิดไม่มีการใช้น้ำใหม่แต่ โดยที่อุณหภูมิน้ำขาเข้าเฉลี่ยตลอดการทดลองเท่ากับ 34.9 องศาเซลเซียส และมีอุณหภูมิสูงที่สุดเท่ากับ 37.9 องศาเซลเซียส ที่เวลา 13.30 น. อุณหภูมิต่ำที่สุดเท่ากับ 30.7 องศาเซลเซียส ที่เวลา 8.00 น. ส่วนอุณหภูมิน้ำขาออกเฉลี่ยตลอดการทดลองเท่ากับ 35.2 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิสูงที่สุดเท่ากับ 38.0 องศาเซลเซียส ที่เวลา 13.30 น. อุณหภูมิต่ำที่สุดเท่ากับ 30.9 องศาเซลเซียส ที่เวลา 8.00 น.



รูปที่ 4.18 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า ของแผงทดสอบที่มีเฉพาะระบบระบายความร้อนด้วยน้ำที่อัตราการไหล 4 ลิตร/นาที่และแผงควบคุม (ผลการทดลองวันที่ 18 ตุลาคม 2557)



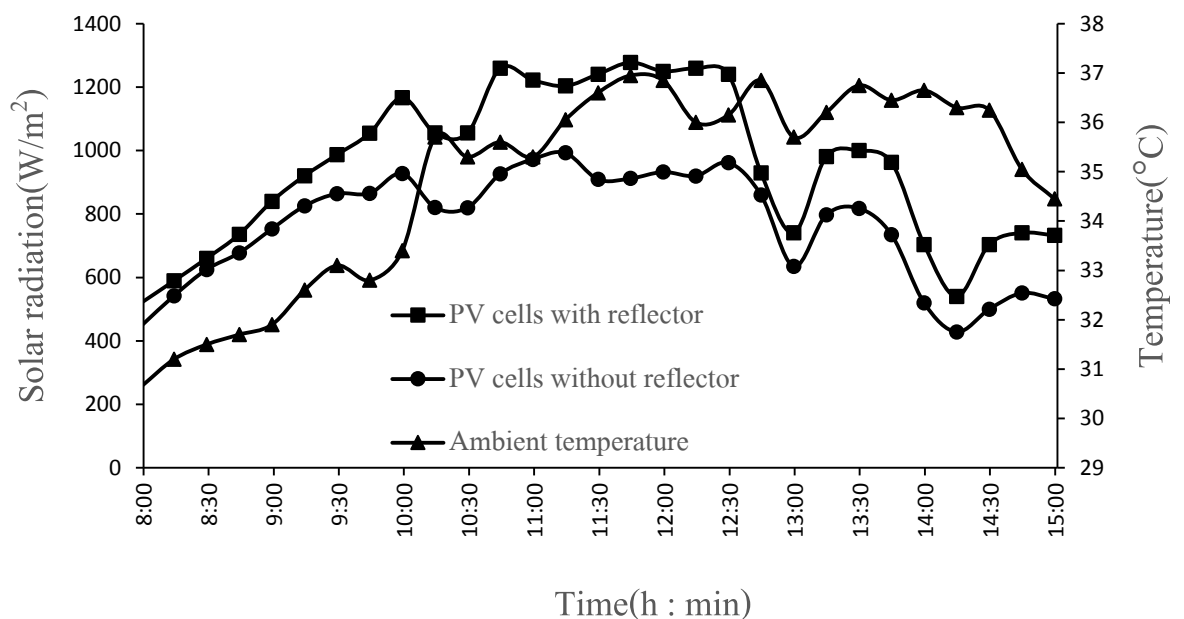
รูปที่ 4.19 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังไฟฟ้า และประสิทธิภาพของแผงทดสอบที่มีเฉพาะระบบระบายความร้อนด้วยน้ำที่อัตราการไหล 4 ลิตร/นาที่และแผงควบคุม (ผลการทดลองวันที่ 18 ตุลาคม 2557)

จากรูปที่ 4.18 พบว่าการระบายความร้อนด้วยการพ่นน้ำที่อัตราการไหล 4 ลิตร/นาที่ สามารถเพิ่มค่ากระแสไฟฟ้า 5.19 % และสามารถเพิ่มค่าแรงดันไฟฟ้าได้ 4.54% โดยเมื่อทำการเปรียบเทียบกับผลการทดลองของแผงโฟโตโวลตาอิกที่ระบายความร้อนด้วยการพ่นน้ำที่อัตราการไหล 3 ลิตร/นาที่ พบว่าการระบายความร้อนด้วยน้ำที่อัตราการไหล 4 ลิตร/นาที่ สามารถเพิ่มค่ากระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าได้น้อยกว่าการระบายความร้อนด้วยน้ำที่อัตราการไหล 3 ลิตร/นาที่ เนื่องจากการระบายความร้อนด้วยน้ำที่อัตราการไหล 4 ลิตร/นาที่ จะทำให้เกิดฟิล์มน้ำปกคลุมบริเวณผิวหน้าของแผงโฟโตโวลตาอิกซึ่งมีความหนาประมาณ 2 มิลลิเมตรส่วนการระบายความร้อนด้วยน้ำที่อัตราการไหล 3 ลิตร/นาที่ จะทำให้เกิดฟิล์มน้ำที่มีความหนา 1.5 มิลลิเมตร ด้วยเหตุนี้จึงทำให้รังสีอาทิตย์ที่ส่องมาที่แผงโฟโตโวลตาอิกเกิดการหักเหจนแผงโฟโตโวลตาอิกได้รับปริมาณรังสีอาทิตย์ไม่เต็มที่ ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ ประภาทิพย์ บุญหล้า [18] ที่พบว่าแผงโฟโตโวลตาอิกที่ปรับปรุงประสิทธิภาพโดยการลดอุณหภูมิด้วยการนำไปแช่น้ำที่ระดับความสูง 4 เซนติเมตร มีค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าต่ำกว่าแผงโฟโตโวลตาอิกควบคุมที่ไม่ได้มีการลดอุณหภูมิ โดยจากการทดลองผู้วิจัยได้ให้เหตุผลว่า การที่แผงโฟโตโวลตาอิกแช่น้ำที่ระดับความสูง 4 เซนติเมตร จึงทำให้รังสีอาทิตย์ตกลงบนผิวหน้าของแผงไม่เต็มที่ จึงเป็นเหตุให้ค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าของแผงโฟ

โตะโตะโตะอีกที่ทำการลดอุณหภูมิมีค่าต่ำกว่าแผงโตะโตะโตะอีกที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิ โดยพบว่าแผงทดสอบมีค่าแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ยตลอดการทดลองเท่ากับ 43.4 โตะโตะ ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 550 วัตต์/ตารางเมตรมีค่าแรงดันไฟฟ้าเท่ากับ 42.3 โตะโตะ ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 950 วัตต์/ตารางเมตร มีค่าแรงดันไฟฟ้า 44.2 โตะโตะ ที่ค่าความ ในขณะที่แผงควบคุมมีค่าแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ยตลอดการทดลองเท่ากับ 41.52 โตะโตะ ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 550 วัตต์/ตารางเมตร มีค่าแรงดันไฟฟ้าเท่ากับ 40.7 โตะโตะ ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 950 วัตต์/ตารางเมตร มีค่าแรงดันไฟฟ้า 42.0 โตะโตะ อีกทั้งเมื่อพิจารณาค่ากระแสไฟฟ้าพบว่าแผงทดสอบมีค่ากระแสไฟฟ้าเฉลี่ยตลอดการทดลองเท่ากับ 0.81 แอมแปร์ ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 550 วัตต์/ตารางเมตร มีค่ากระแสไฟฟ้า 0.69 แอมแปร์ ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 950 วัตต์/ตารางเมตร มีค่ากระแสไฟฟ้า 1.01 แอมแปร์ แผงควบคุมมีค่ากระแสไฟฟ้าเฉลี่ยตลอดการทดลองเท่ากับ 0.77 แอมแปร์ ความเข้มรังสีอาทิตย์ 550 วัตต์/ตารางเมตร มีค่ากระแสไฟฟ้า 0.61 แอมแปร์ ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 950 วัตต์/ตารางเมตร มีค่ากระแสไฟฟ้า 0.98 แอมแปร์ และเมื่อพิจารณาค่ากำลังไฟฟ้าและประสิทธิภาพในรูปที่ 4.19 พบว่า การระบายความร้อนด้วยน้ำที่อัตราการไหล 4 ลิตร/นาที่ สามารถเพิ่มกำลังไฟฟ้าได้ 10.22% และสามารถเพิ่มค่าประสิทธิภาพได้ 11.42% โดยพบว่าค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของแผงทดสอบเท่ากับ 35.17 วัตต์ ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 550 วัตต์/ตารางเมตร มีค่ากำลังไฟฟ้า 29.1 วัตต์ ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 950 วัตต์/ตารางเมตร มีค่ากำลังไฟฟ้า 44.73 วัตต์ ส่วนค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของแผงควบคุมเท่ากับ 31.91 วัตต์ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 550 วัตต์/ตารางเมตร มีค่ากำลังไฟฟ้า 24.91 วัตต์ ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 950 วัตต์/ตารางเมตร มีค่ากำลังไฟฟ้า 40.95 วัตต์ และพบว่าค่าประสิทธิภาพเฉลี่ยของแผงทดสอบเท่ากับ 5.82% ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 550 วัตต์/ตารางเมตร มีประสิทธิภาพ 6.51% ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 950 วัตต์/ตารางเมตร มีค่าประสิทธิภาพ 5.79% ที่ ในขณะที่แผงโตะโตะโตะอีกควบคุม มีค่าประสิทธิภาพเฉลี่ยเท่ากับ 5.22% ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 550 วัตต์/ตารางเมตร มีประสิทธิภาพ 5.54% ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 950 วัตต์/ตารางเมตร มีค่าประสิทธิภาพ 5.29%

4.6 เปรียบเทียบค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ อุณหภูมิของแผงโฟโตโวลตาอิก และ อุณหภูมิน้ำเข้าและออกของแผงโฟโตโวลตาอิกที่มีแผ่นสะท้อนรังสีอาทิตย์ และมีระบบระบายความร้อนด้วยน้ำที่อัตราการไหล 3 ลิตร/นาทึ

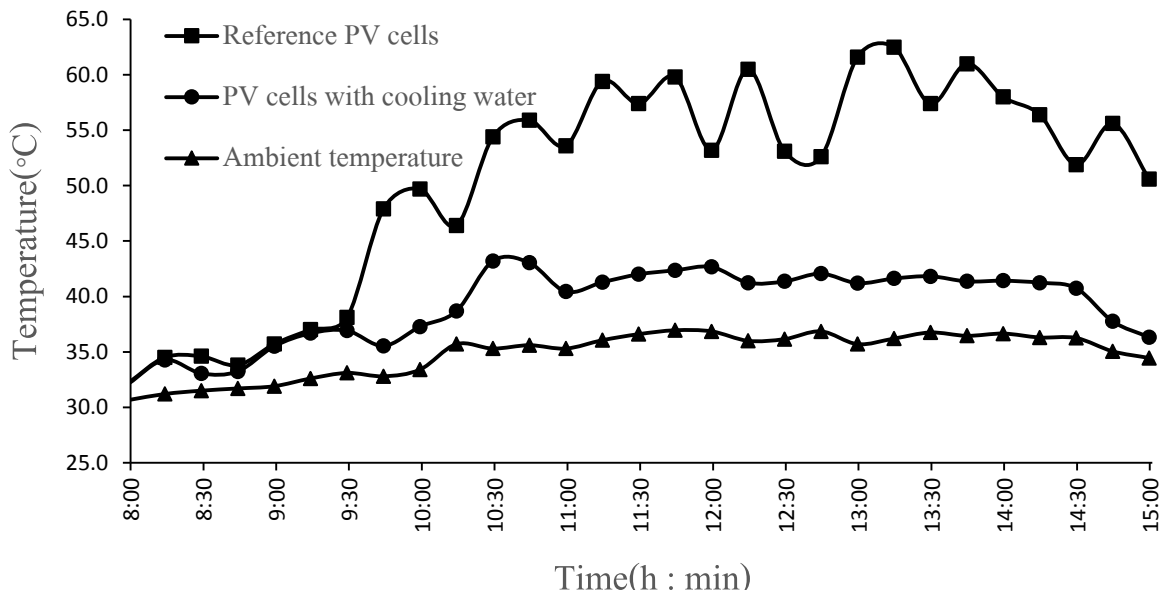
ในการทดลองนี้เป็นการเปรียบเทียบผลการทดลองระหว่างแผงโฟโตโวลตาอิกทดสอบที่มีแผ่นสะท้อนรังสีอาทิตย์และมีระบบระบายความร้อนด้วยน้ำที่อัตราการไหล 3 ลิตร/นาทึ และแผงโฟโตโวลตาอิกควบคุมที่ไม่มีแผ่นสะท้อนรังสีอาทิตย์และไม่มีระบบระบายความร้อน เป็นผลการทดลองในวันที่ 12 สิงหาคม 2557 มุมที่เหมาะสมของแผ่นสะท้อนรังสีอาทิตย์เท่ากับ 61 องศา



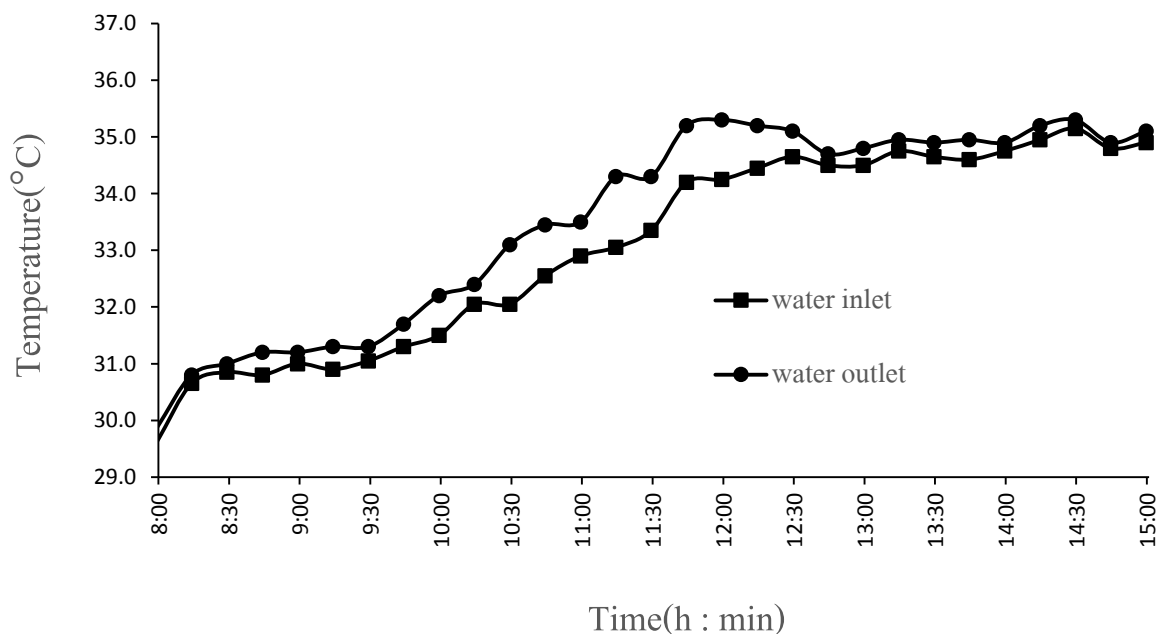
รูปที่ 4.20 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ของแผงทดสอบที่มีทั้งตัวสะท้อนรังสีอาทิตย์และระบบระบายความร้อนด้วยน้ำที่อัตราการไหล 3 ลิตร/นาทึ และแผงควบคุม อุณหภูมิสิ่งแวดล้อมและเวลา (ผลการทดลองวันที่ 12 สิงหาคม 2557)

จากรูปที่ 4.20 พบว่าค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ของแผงโฟโตโวลตาอิกที่มีตัวสะท้อนรังสีอาทิตย์และมีระบบระบายความร้อนมีค่าสูงกว่าของแผงโฟโตโวลตาอิกที่ไม่มีแผ่นสะท้อนรังสีอาทิตย์และไม่มีระบบระบายความร้อนตลอดการทดลองเนื่องจากแผ่นสะท้อนรังสีอาทิตย์สามารถสะท้อนรังสีอาทิตย์ให้ตกลงบนผิวหน้าของแผงโฟโตโวลตาอิกที่มีแผ่นสะท้อนรังสีอาทิตย์ได้ดี โดยจะพบว่าในบางครั้งค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ยังมีค่าลดลง เป็นผลมาจากในขณะทำการทดลองมีเมฆมาบดบังแผงโฟโตโวลตาอิก ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์เฉลี่ยตลอดการทดลองของแผงทดลองมีค่า 950.9 วัตต์ต่อตารางเมตร มีค่าสูงสุดเท่ากับ 1277.8 วัตต์ต่อตารางเมตร ที่เวลา 11.45 น. มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 520.4 วัตต์ต่อตารางเมตร ที่เวลา 8.00 น. และค่าความเข้มรังสีอาทิตย์เฉลี่ยตลอดการทดลองของแผงควบคุมเท่ากับ

761.2 วัตต์ต่อตารางเมตร มีค่าสูงสุดเท่ากับ 992.7 วัตต์ต่อตารางเมตร ที่เวลา 11.15 น. มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 428.3 วัตต์ต่อตารางเมตร ที่เวลา 14.15 น. อีกทั้งพบว่าอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมเฉลี่ยตลอดการทดลองเท่ากับ 34.83 องศาเซลเซียส มีค่าสูงสุดเท่ากับ 36.95 องศาเซลเซียส ที่เวลา 11.45 น. มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 30.65 องศาเซลเซียส ที่เวลา 8.00 น.

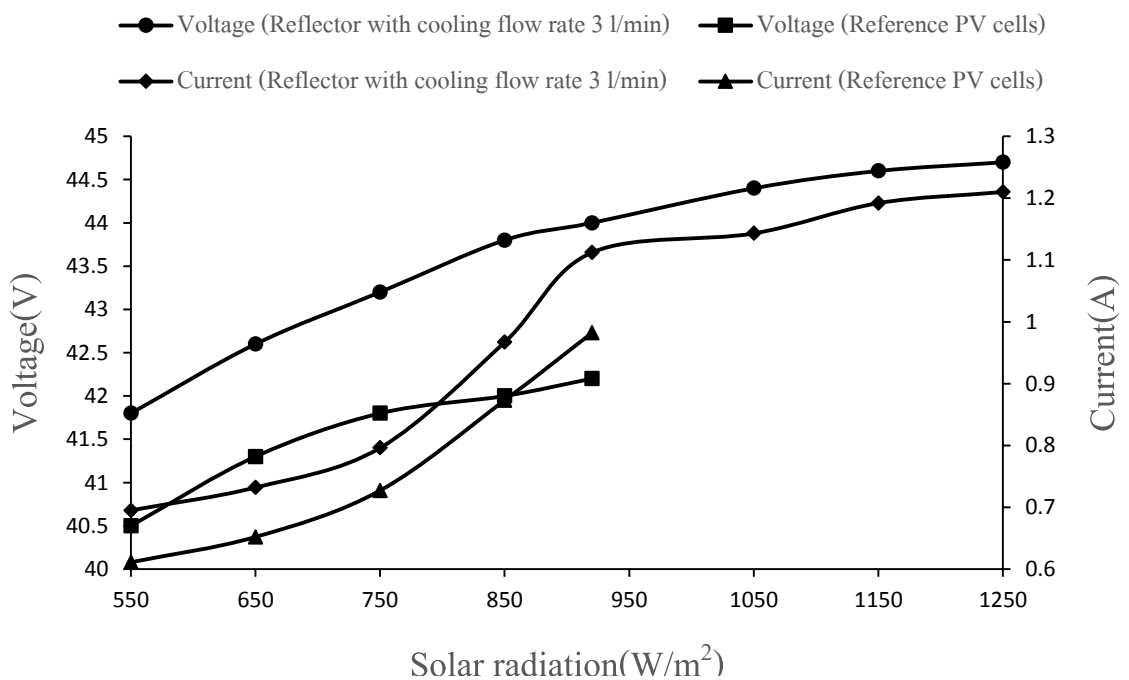


รูปที่ 4.21 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิของแผงทดสอบที่มีทั้งตัวสะท้อนรังสีอาทิตย์และระบบระบายความร้อนด้วยน้ำที่อัตราการไหล 3 ลิตร/นาที่ และแผงควบคุม อุณหภูมิสิ่งแวดล้อมและเวลา (ผลการทดลองวันที่ 12 สิงหาคม 2557)

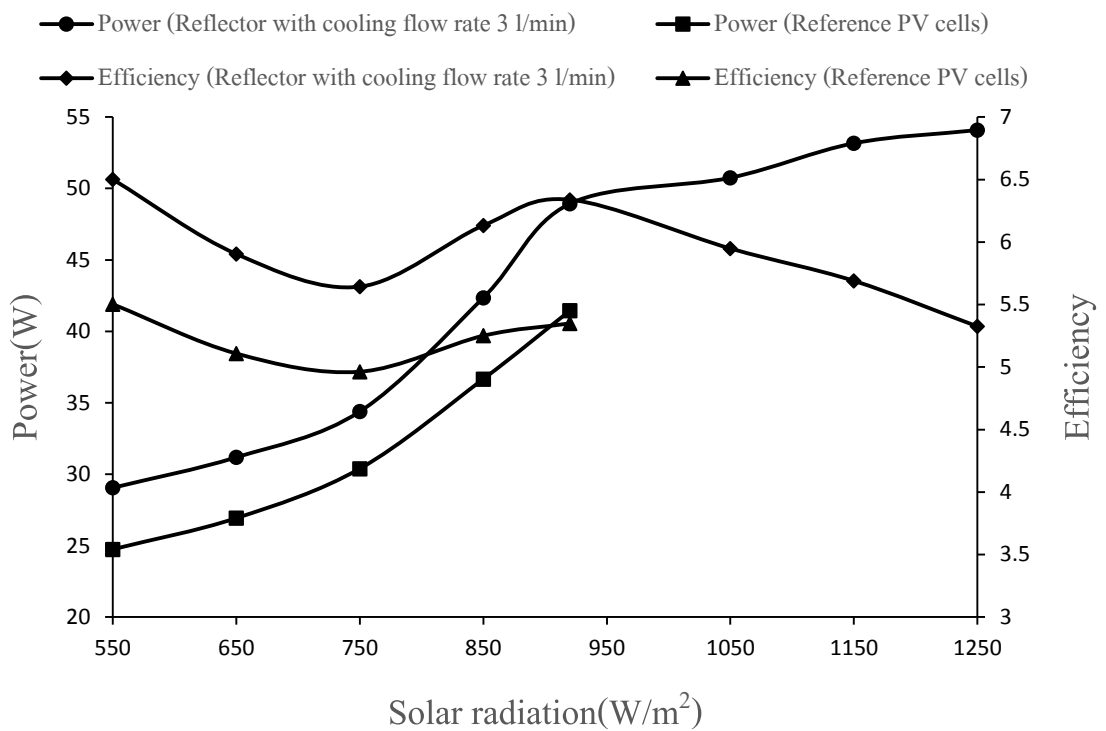


รูปที่ 4.22 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิน้ำเข้าและอุณหภูมิน้ำออกกับเวลาที่ทำการทดลอง (ผลการทดลองวันที่ 12 สิงหาคม 2557)

จากรูปที่ 4.21 พบว่าอุณหภูมิของแผงโฟโตโวลตาอิกที่ไม่มีแผ่นสะท้อนรังสีอาทิตย์และไม่มีระบบระบายความร้อนมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิแผงโฟโตโวลตาอิกที่มีแผ่นสะท้อนรังสีอาทิตย์และมีระบบระบายความร้อน โดยจะสังเกตได้จากผลการทดลองในหัวข้อที่ 3 แผงโฟโตโวลตาอิกที่มีแผ่นสะท้อนรังสีอาทิตย์จะมีอุณหภูมิของแผงที่สูงกว่าแผงที่ไม่มีแผ่นสะท้อนรังสีอาทิตย์ แต่ในการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าระบบระบายความร้อนด้วยน้ำสามารถลดอุณหภูมิแผงที่มีแผ่นสะท้อนรังสีอาทิตย์ได้จนมีอุณหภูมิใกล้เคียงกับอุณหภูมิสิ่งแวดล้อม โดยพบว่าการลดความร้อนด้วยการพ่นน้ำด้วยอัตราการไหล 3 ลิตร/นาที่ สามารถลดอุณหภูมิได้ 22.22% อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดการทดลองของแผงควบคุมเท่ากับ 50.4 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงที่สุดเท่ากับ 62.5 องศาเซลเซียส ที่เวลา 13.15 น. อุณหภูมิต่ำที่สุดเท่ากับ 32.2 องศาเซลเซียส ที่เวลา 8.00 น. และอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดการทดลองของแผงทดสอบเท่ากับ 39.2 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงที่สุดเท่ากับ 43.2 องศาเซลเซียส ที่เวลา 10.30 น. อุณหภูมิต่ำที่สุดเท่ากับ 32.1 องศาเซลเซียส ที่เวลา 8.00 น. อีกทั้งเมื่อพิจารณารูปที่ 4.22 พบว่า อุณหภูมิน้ำขาเข้าและน้ำขาออกมีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก โดยที่อุณหภูมิน้ำขาเข้าเฉลี่ยตลอดการทดลองเท่ากับ 33.1 องศาเซลเซียส และมีอุณหภูมิสูงที่สุดเท่ากับ 35.2 องศาเซลเซียส ที่เวลา 14.30 น. อุณหภูมิต่ำที่สุดเท่ากับ 29.6 องศาเซลเซียส ที่เวลา 8.00 น. ส่วนอุณหภูมิน้ำขาออกเฉลี่ยตลอดการทดลองเท่ากับ 33.5 องศาเซลเซียสและมีอุณหภูมิสูงที่สุดเท่ากับ 35.3 องศาเซลเซียส ที่เวลา 14.30 น. อุณหภูมิต่ำที่สุดเท่ากับ 29.9 องศาเซลเซียส ที่เวลา 8.00 น.



รูปที่ 4.23 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า ของแผงทดสอบที่มีทั้งตัวสะท้อนรังสีอาทิตย์และระบบระบายความร้อนด้วยน้ำที่อัตราการไหล 3 ลิตร/นาที่ และแผงควบคุม (ผลการทดลองวันที่ 12 สิงหาคม 2557)



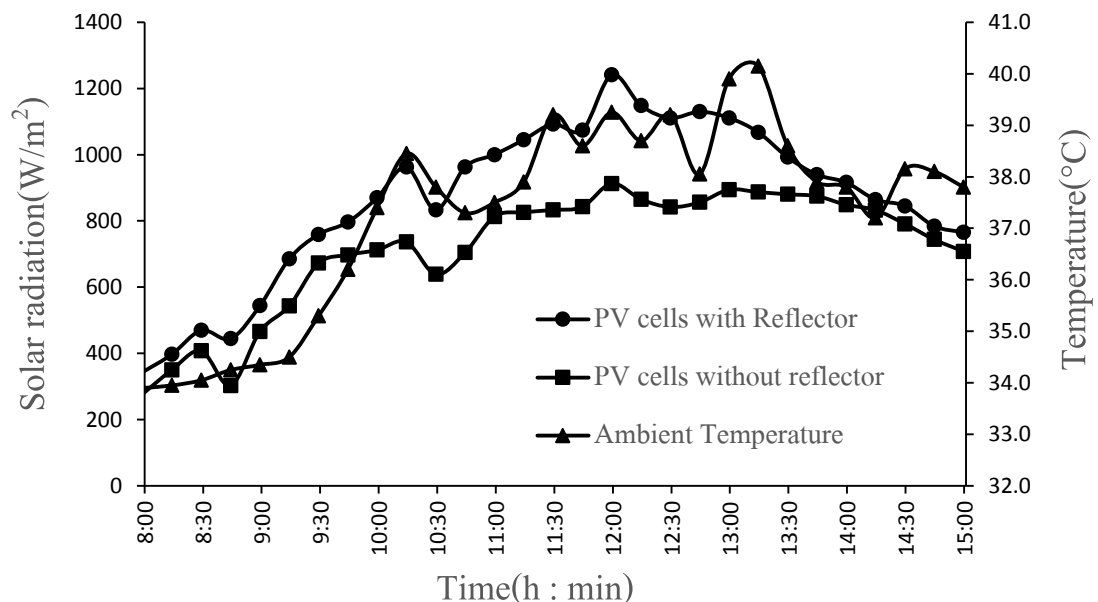
รูปที่ 4.24 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังไฟฟ้า และประสิทธิภาพของแผงทดสอบที่มีทั้งตัวสะท้อนรังสีอาทิตย์และระบบระบายความร้อนด้วยน้ำที่อัตราการไหล 3 ลิตร/นาที และแผงควบคุม (ผลการทดลองวันที่ 12 สิงหาคม 2557)

จากรูปที่ 4.23 แสดงให้เห็นว่าการระบายความร้อนด้วยน้ำสามารถเพิ่มค่าแรงดันไฟฟ้าและค่ากระแสไฟฟ้าได้ เนื่องจากค่าแรงดันไฟฟ้าและค่ากระแสไฟฟ้าของแผงทดสอบที่มีแผ่นสะท้อนรังสีอาทิตย์และระบบระบายความร้อนด้วยน้ำที่อัตราการไหล 3 ลิตร/นาที มีค่าสูงกว่าแผงควบคุมที่ไม่มีแผ่นสะท้อนรังสีอาทิตย์และไม่มีระบบระบายความร้อน อีกทั้งแผ่นสะท้อนรังสีอาทิตย์ยังสามารถสะท้อนให้รังสีอาทิตย์ตกลงบนผิวหน้าของแผงโฟโตโวลตาอิกได้สูงสุด 1250 วัตต์/ตารางเมตร ในขณะที่แผงควบคุมมีค่าความเข้มรังสีอาทิตย์สูงสุดเท่ากับ 950 วัตต์/ตารางเมตร ซึ่งจะส่งผลให้ค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าเฉลี่ยมีค่าเพิ่มขึ้นด้วย โดยจากการทดลองพบว่าแผงทดสอบสามารถเพิ่มค่าแรงดันไฟฟ้าและค่ากระแสไฟฟ้าได้ 4.9% และ 27.27% ตามลำดับ โดยจากการทดลองพบว่าแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ยตลอดการทดลองของแผงทดสอบเท่ากับ 43.64 โวลต์ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 550 วัตต์/ตารางเมตร มีค่าแรงดันไฟฟ้า 41.8 โวลต์ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 950 วัตต์/ตารางเมตร มีค่าแรงดันไฟฟ้า 44.0 โวลต์ ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 1250 วัตต์/ตารางเมตรมีค่าแรงดันไฟฟ้า 44.7 โวลต์ ในขณะที่แผงควบคุมมีค่าแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ยตลอดการทดลองเท่ากับ 41.56 โวลต์ ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 550 วัตต์/ตารางเมตรมีค่าแรงดันไฟฟ้าเท่ากับ 40.5 โวลต์ ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 950 วัตต์/

ตารางเมตรมีค่าแรงดันไฟฟ้า 42.2 โวลต์ และเมื่อพิจารณาค่ากระแสไฟฟ้าพบว่าแผงทดสอบมีค่ากระแสไฟฟ้าเฉลี่ยตลอดการทดลองเท่ากับ 0.98 แอมแปร์ ที่ความเข้มรังสีอาทิตย์ 550 วัตต์/ตารางเมตร มีค่ากระแสไฟฟ้า 0.69 แอมแปร์ ที่ความเข้มรังสีอาทิตย์ 950 วัตต์/ตารางเมตร มีค่ากระแสไฟฟ้า 1.11 แอมแปร์ ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 1250 วัตต์/ตารางเมตร มีค่ากระแสไฟฟ้า 1.21 แอมแปร์ แผงควบคุมมีค่ากระแสไฟฟ้าเฉลี่ยตลอดการทดลองเท่ากับ 0.77 แอมแปร์ ความเข้มรังสีอาทิตย์ 550 วัตต์/ตารางเมตร มีค่ากระแสไฟฟ้า 0.61 แอมแปร์ ที่ความเข้มรังสีอาทิตย์ 950 วัตต์/ตารางเมตร มีค่ากระแสไฟฟ้า 0.98 แอมแปร์ ในขณะที่รูป 4.24 แสดงค่ากำลังไฟฟ้าและค่าประสิทธิภาพของแผงโฟโตโวลตาอิก โดยพบว่าภาระระบายความร้อนด้วยการพ่นน้ำจะทำให้ค่าแรงดันไฟฟ้าและค่ากระแสไฟฟ้ามีค่าเพิ่มขึ้น จึงส่งผลให้ค่ากำลังไฟฟ้ามีค่าเพิ่มขึ้นตามไปด้วยซึ่งพบว่าการระบายความร้อนด้วยการพ่นน้ำสามารถเพิ่มค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของแผงทดสอบได้ 34.2% ค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของแผงทดสอบเท่ากับ 42.99 วัตต์ ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 550 วัตต์/ตารางเมตร มีค่ากำลังไฟฟ้า 29.05 วัตต์ ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 950 วัตต์/ตารางเมตร มีค่ากำลังไฟฟ้า 48.93 วัตต์ ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 1250 วัตต์/ตารางเมตร 54.09 วัตต์ ส่วนค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของแผงควบคุมเท่ากับ 32.03 วัตต์ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 550 วัตต์/ตารางเมตร มีค่ากำลังไฟฟ้า 24.75 วัตต์ ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 950 วัตต์/ตารางเมตร มีค่ากำลังไฟฟ้า 41.44 วัตต์ อีกทั้งยังพบว่าแผงทดสอบที่มีแผ่นสะท้อนรังสีอาทิตย์และระบบระบายความร้อนด้วยน้ำที่อัตราการไหล 3 ลิตร/นาทื สามารถเพิ่มค่าประสิทธิภาพเฉลี่ยได้ 11.81% โดยพบว่าค่าประสิทธิภาพเฉลี่ยของแผงทดสอบเท่ากับ 5.94% ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 550 วัตต์/ตารางเมตรมีประสิทธิภาพ 6.5% ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 950 วัตต์/ตารางเมตรมีค่าประสิทธิภาพ 6.33% ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 1250 วัตต์/ตารางเมตรมีค่าประสิทธิภาพ 5.33% ในขณะที่แผงโฟโตโวลตาอิกควบคุมมีค่าประสิทธิภาพเฉลี่ยเท่ากับ 5.23% ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 550 วัตต์/ตารางเมตรมีประสิทธิภาพ 5.5% ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 950 วัตต์/ตารางเมตรมีค่าประสิทธิภาพ 5.35%

4.7 เปรียบเทียบค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ อุณหภูมิของแผงโฟโตโวลตาอิก และ อุณหภูมิน้ำเข้าและออกของแผงโฟโตโวลตาอิกที่มีแผ่นสะท้อนรังสีอาทิตย์ และมีระบบระบายความร้อนด้วยน้ำที่อัตราการไหล 4 ลิตร/นาทึ

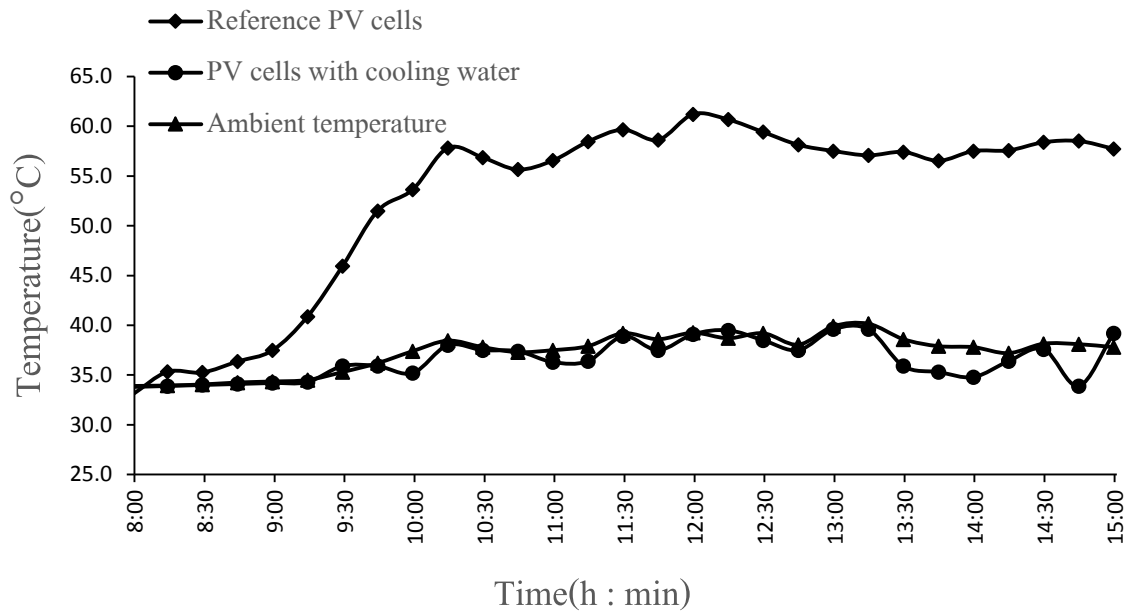
ในการทดลองนี้เป็นการเปรียบเทียบผลการทดลองระหว่างแผงโฟโตโวลตาอิกทดสอบที่มีแผ่นสะท้อนรังสีอาทิตย์และมีระบบระบายความร้อนด้วยน้ำที่อัตราการไหล 4 ลิตร/นาทึ และแผงโฟโตโวลตาอิกควบคุมที่ไม่มีแผ่นสะท้อนรังสีอาทิตย์และไม่มีระบบระบายความร้อน เป็นผลการทดลองในวันที่ 4 กรกฎาคม 2557 มุมที่เหมาะสมของแผ่นสะท้อนรังสีอาทิตย์เท่ากับ 66 องศา



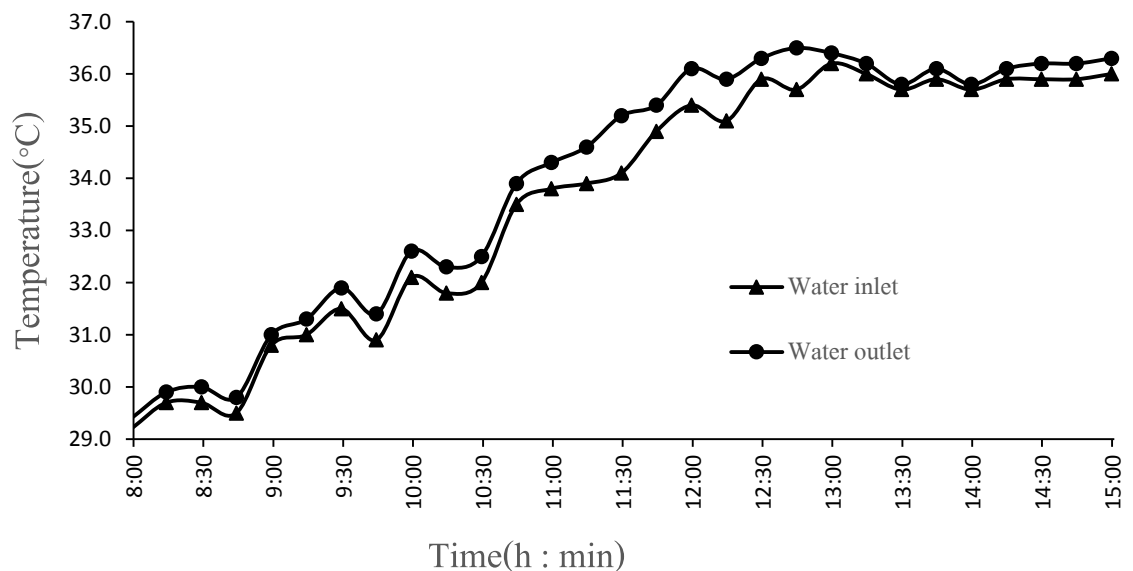
รูปที่ 4.25 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ของแผงทดสอบที่มีทั้งตัวสะท้อนรังสีอาทิตย์และระบบระบายความร้อนด้วยน้ำที่อัตราการไหล 4 ลิตร/นาทึ และแผงควบคุม อุณหภูมิสิ่งแวดล้อมและเวลา (ผลการทดลองวันที่ 4 กรกฎาคม 2557)

จากรูปที่ 4.25 เป็นผลการทดลองในวันที่ 4 กรกฎาคม 2557 มุมที่เหมาะสมของแผ่นสะท้อนรังสีอาทิตย์เท่ากับ 66 องศา โดยพบว่าค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ของแผงทดสอบที่มีแผ่นสะท้อนรังสีอาทิตย์มีค่าสูงกว่าแผงควบคุมตลอดการทดลอง เนื่องจากแผ่นสะท้อนรังสีอาทิตย์สามารถสะท้อนให้รังสีอาทิตย์ตกลงบนแผงโฟโตโวลตาอิกได้ดีขึ้น โดยที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์เฉลี่ยตลอดการทดลองของแผงทดสอบมีค่า 868.8 วัตต์ต่อตารางเมตร มีค่าสูงสุดเท่ากับ 1240.74 วัตต์ต่อตารางเมตร ที่เวลา 12.00 น. มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 343.0 วัตต์ต่อตารางเมตร ที่เวลา 8.00 น. และค่าความเข้มรังสีอาทิตย์เฉลี่ยตลอดการทดลองของแผงควบคุมเท่ากับ 715.9 วัตต์ต่อตารางเมตร มีค่าสูงสุดเท่ากับ 912.96 วัตต์ต่อตาราง

เมตร ที่เวลา 12.00 น. มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 277.0 วัตต์ต่อตารางเมตร ที่เวลา 14.15 น. อีกทั้งพบว่าอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมเฉลี่ยตลอดการทดลองเท่ากับ 37.3 องศาเซลเซียส มีค่าสูงสุดเท่ากับ 40.2 องศาเซลเซียส ที่เวลา 13.15 น. มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 33.9 องศาเซลเซียส ที่เวลา 8.00 น.

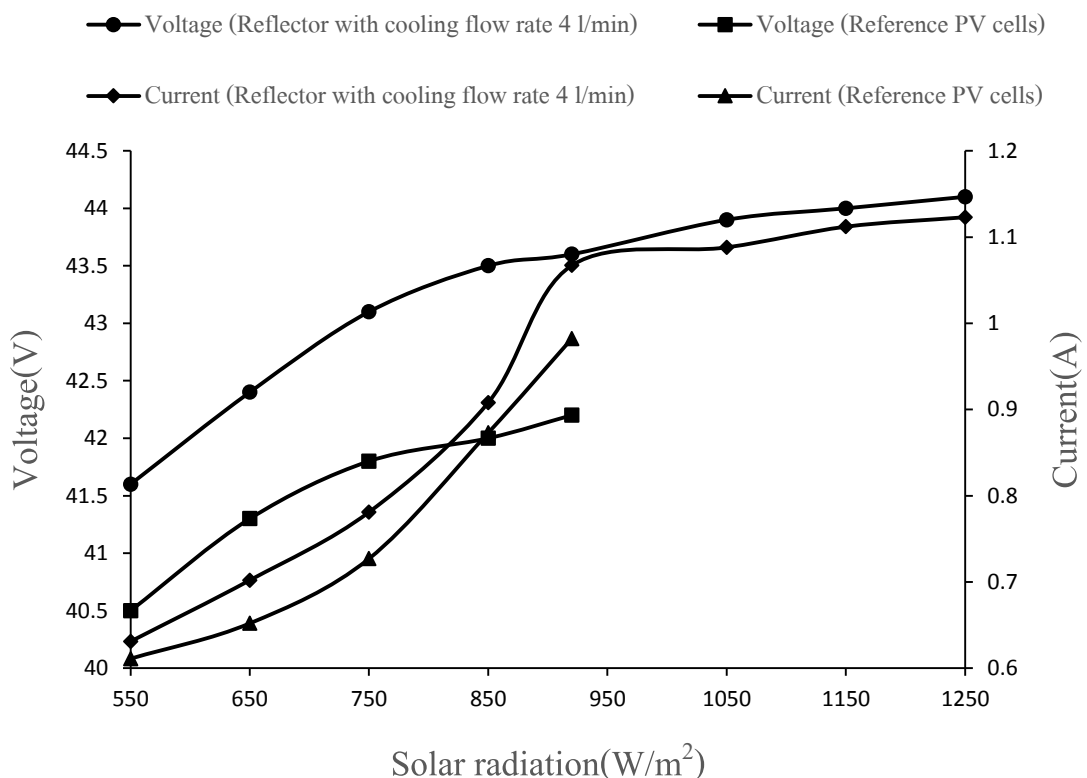


รูปที่ 4.26 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิของแผงทดสอบที่มีทั้งตัวสะท้อนรังสีอาทิตย์และระบบระบายความร้อนด้วยน้ำที่อัตราการไหล 4 ลิตร/นาที่ และแผงควบคุม อุณหภูมิสิ่งแวดล้อมและเวลา (ผลการทดลองวันที่ 4 กรกฎาคม 2557)

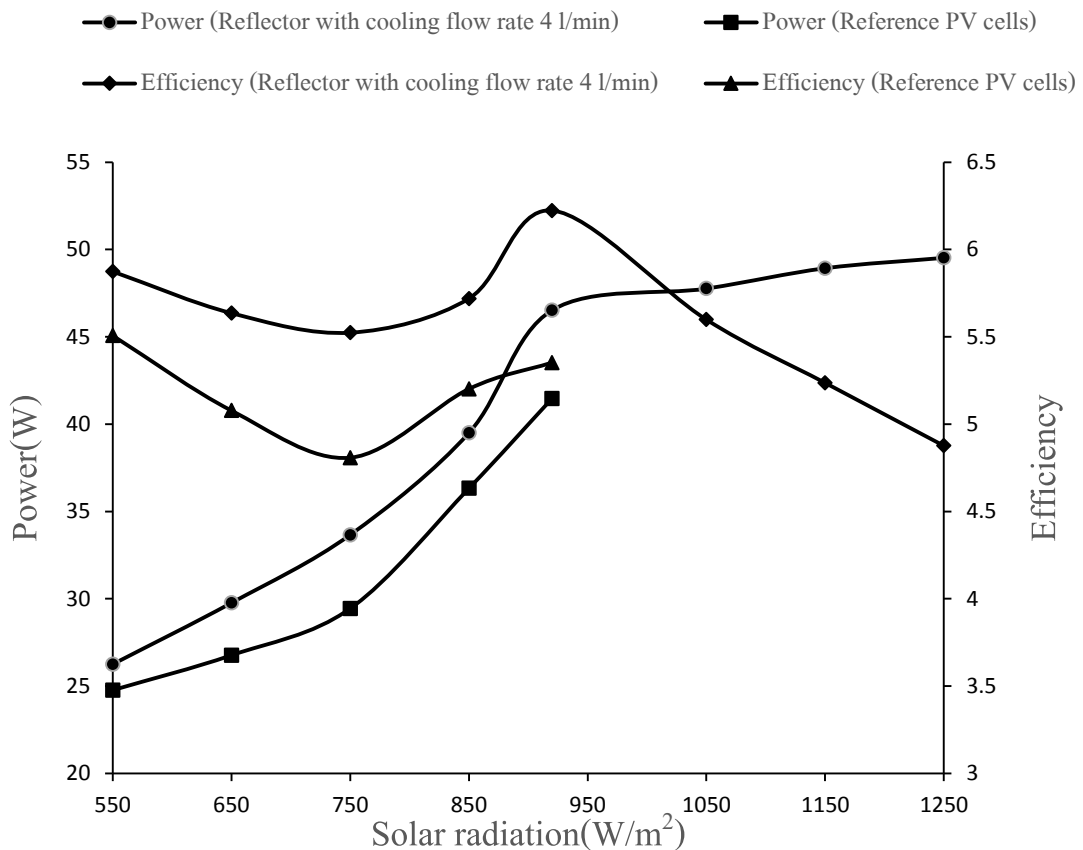


รูปที่ 4.27 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิน้ำเข้าและอุณหภูมิน้ำออกกับเวลาที่ทำการทดลอง (ผลการทดลองวันที่ 4 กรกฎาคม 2557)

จากรูปที่ 4.26 พบว่าอุณหภูมิของแผงควบคุมที่ไม่มีระบบระบายความร้อนจะมีค่าสูงกว่าแผงทดสอบที่ระบบระบายความร้อนตลอดการ โดยอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดการทดลองของแผงควบคุมเท่ากับ 52.8 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงที่สุดเท่ากับ 61.2 องศาเซลเซียส ที่เวลา 12.00 น. อุณหภูมิต่ำที่สุดเท่ากับ 33.0 องศาเซลเซียส ที่เวลา 8.00 น. และอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดการทดลองของแผงทดสอบเท่ากับ 37.2 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงที่สุดเท่ากับ 40.7 องศาเซลเซียส ที่เวลา 12.30 น. อุณหภูมิต่ำที่สุดเท่ากับ 34.0 องศาเซลเซียส ที่เวลา 8.00 น. อีกทั้งเมื่อพิจารณาอุณหภูมิน้ำขาเข้าและน้ำขาออกในรูปที่ 4.27 จะพบว่าอุณหภูมิน้ำเข้าและน้ำออกมีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก เนื่องจากน้ำที่ใช้เป็นระบบปิดไม่มีการใช้น้ำใหม่ในการทดลอง โดยพบว่าอุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำขาออกเฉลี่ยตลอดการทดลองเท่ากับ 34.0 องศาเซลเซียส และมีอุณหภูมิสูงที่สุดเท่ากับ 36.5 องศาเซลเซียส ที่เวลา 12.45 น. อุณหภูมิต่ำที่สุดเท่ากับ 29.4 องศาเซลเซียส ที่เวลา 8.00 น. ส่วนอุณหภูมิน้ำขาเข้าเฉลี่ยตลอดการทดลองเท่ากับ 33.6 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิสูงที่สุดเท่ากับ 36.2 องศาเซลเซียส ที่เวลา 13.00 น. อุณหภูมิต่ำที่สุดเท่ากับ 29.2 องศาเซลเซียส ที่เวลา 8.00 น.



รูปที่ 4.28 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า ของแผงทดสอบที่มีทั้งตัวสะท้อนรังสีอาทิตย์และระบบระบายความร้อนด้วยน้ำที่อัตราการไหล 4 ลิตร/นาที่ และแผงควบคุม (ผลการทดลองวันที่ 4 กรกฎาคม 2557)



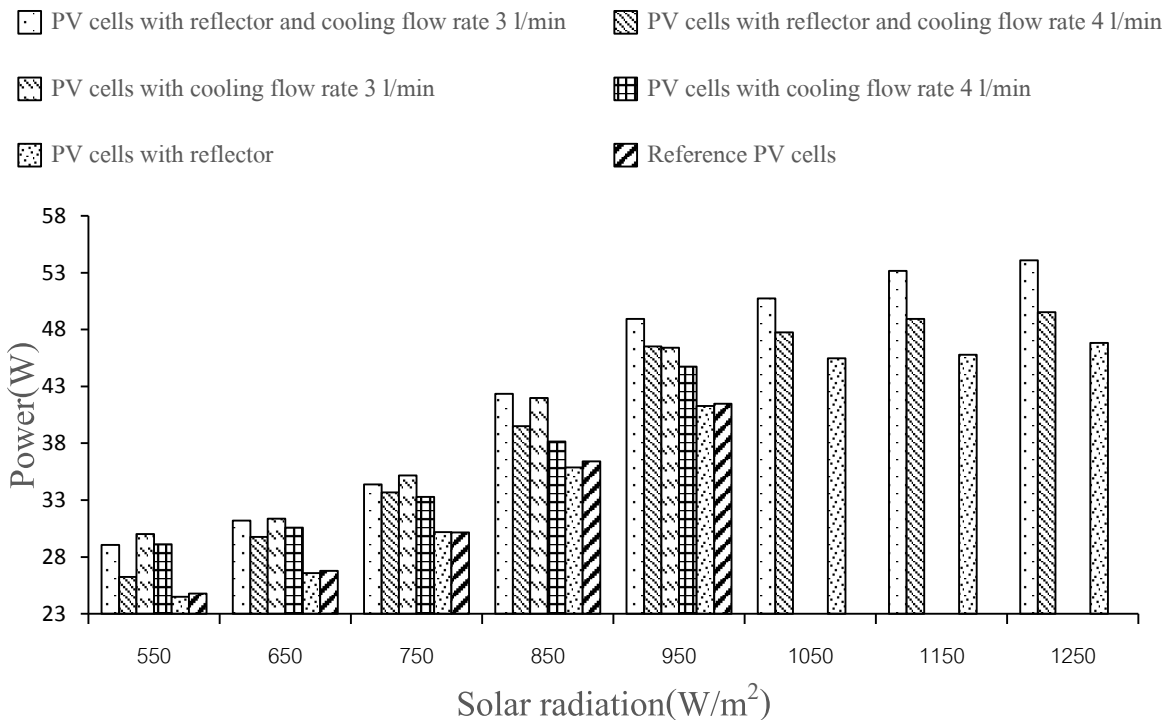
รูปที่ 4.29 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังไฟฟ้า และประสิทธิภาพของแผงทดสอบที่มีทั้งตัวสะท้อนรังสีอาทิตย์และระบบระบายความร้อนด้วยน้ำที่อัตราการไหล 4 ลิตร/นาที่ และแผงควบคุม (ผลการทดลองวันที่ 4 กรกฎาคม 2557)

จากรูปที่ 4.28 และรูปที่ 4.29 แสดงให้เห็นว่าแผงโฟโตโวลตาอิกที่แผ่นสะท้อนรังสีอาทิตย์และมีระบบระบายความร้อนด้วยน้ำที่อัตราการไหล 4 ลิตร/นาที่ สามารถเพิ่มค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า และค่าประสิทธิภาพได้ แต่หากเปรียบเทียบค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า และค่าประสิทธิภาพกับแผงทดสอบที่มีแผ่นสะท้อนรังสีอาทิตย์และมีระบบระบายความร้อนด้วยน้ำที่อัตราการไหล 3 ลิตร/นาที่พบว่าแผงทดสอบที่มีแผ่นสะท้อนรังสีอาทิตย์และมีระบบระบายความร้อนด้วยน้ำที่อัตราการไหล 4 ลิตร/นาที่มีค่าต่ำกว่า เนื่องจากการระบายความร้อนด้วยน้ำที่อัตราการไหล 4 ลิตร/นาที่จะทำให้เกิดฟิล์มของน้ำที่หนากว่า คือหนาประมาณ 2 มิลลิเมตรในขณะที่ระบบระบายความร้อนด้วยน้ำที่อัตราการไหล 3 ลิตร/นาที่มีฟิล์มของน้ำหนาประมาณ 1.5 มิลลิเมตร จึงทำให้ทดสอบที่มีระบบระบายความร้อนด้วยน้ำที่อัตราการไหล 4 ลิตร/นาที่ ได้รับรังสีอาทิตย์ไม่เต็มที่นัก โดยพบว่าแผงทดสอบมีค่าแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 43.28 โวลต์ ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 550 วัตต์/ตารางเมตร มีค่าแรงดันไฟฟ้า 41.6 โวลต์ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 950 วัตต์/ตารางเมตร มีค่า

แรงดันไฟฟ้า 43.6 โวลต์ ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 1250 วัตต์/ตารางเมตร มีค่าแรงดันไฟฟ้า 44.1 โวลต์ ในขณะที่แผงควบคุมมีค่าแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ยตลอดการทดลองเท่ากับ 41.5 โวลต์ ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 550 วัตต์/ตารางเมตร มีค่าแรงดันไฟฟ้าเท่ากับ 40.6 โวลต์ ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 950 วัตต์/ตารางเมตรมีค่าแรงดันไฟฟ้า 42.1 โวลต์อีกทั้งเมื่อพิจารณาค่ากระแสไฟฟ้าพบว่าแผงทดสอบมีค่ากระแสไฟฟ้าเฉลี่ยตลอดการทดลองเท่ากับ 0.93 แอมแปร์ ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 550 วัตต์/ตารางเมตร มีค่ากระแสไฟฟ้า 0.63 แอมแปร์ ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 950 วัตต์/ตารางเมตร มีค่ากระแสไฟฟ้า 1.07 แอมแปร์ ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 1250 วัตต์/ตารางเมตร มีค่ากระแสไฟฟ้า 1.12 แอมแปร์ แผงควบคุมมีค่ากระแสไฟฟ้าเฉลี่ยตลอดการทดลองเท่ากับ 0.78 แอมแปร์ ความเข้มรังสีอาทิตย์ 550 วัตต์/ตารางเมตร มีค่ากระแสไฟฟ้า 0.62 แอมแปร์ ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 950 วัตต์/ตารางเมตร มีค่ากระแสไฟฟ้า 0.99 แอมแปร์ ในขณะที่เมื่อพิจารณาค่ากำลังไฟฟ้าพบว่าแผงทดสอบที่มีแผ่นสะท้อนรังสีอาทิตย์สามารถเพิ่มค่ากำลังไฟฟ้าได้ 24.81% โดยมีค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 40.24 วัตต์ ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 550 วัตต์/ตารางเมตร มีค่ากำลังไฟฟ้า 26.25 วัตต์ ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 950 วัตต์/ตารางเมตร มีค่ากำลังไฟฟ้า 46.52 วัตต์ ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 1250 วัตต์/ตารางเมตร มีค่ากำลังไฟฟ้า 49.52 วัตต์ ส่วนค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของแผงควบคุมเท่ากับ 32.24 วัตต์ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 550 วัตต์/ตารางเมตรมีค่ากำลังไฟฟ้า 25.29 วัตต์ ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 950 วัตต์/ตารางเมตร มีค่ากำลังไฟฟ้า 41.76 วัตต์ และเมื่อพิจารณาค่าประสิทธิภาพพบว่าแผงทดสอบสามารถเพิ่มค่าประสิทธิภาพเฉลี่ยได้ 5.92% โดยพบว่าค่าประสิทธิภาพเฉลี่ยของแผงทดสอบเท่ากับ 5.59% ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 550 วัตต์/ตารางเมตรมีประสิทธิภาพ 5.87% ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 950 วัตต์/ตารางเมตร มีค่าประสิทธิภาพ 6.22% ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 1250 วัตต์/ตารางเมตรมีประสิทธิภาพ 4.88% ในขณะที่แผงโฟโตโวลตาอิกควบคุมมีค่าประสิทธิภาพเฉลี่ยเท่ากับ 5.27% ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 550 วัตต์/ตารางเมตร มีประสิทธิภาพ 5.62% ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 950 วัตต์/ตารางเมตร มีค่าประสิทธิภาพ 5.39%

4.8 เปรียบเทียบค่ากำลังไฟฟ้าของแผงโฟโตโวลตาอิกทดสอบที่มีชุดการทดลอง ทั้ง 5 แบบ และแผงโฟโตโวลตาอิกควบคุม

ในหัวข้อนี้เป็นการเปรียบเทียบค่ากำลังไฟฟ้าของแผงโฟโตโวลตาอิกควบคุมและแผงโฟโตโวลตาอิกทดสอบทั้ง 5 ชุดการทดลองเพื่อแสดงให้เห็นว่าชุดการทดลองไหนที่สามารถเพิ่มค่ากำลังไฟฟ้าของแผงโฟโตโวลตาอิกได้ดีที่สุด



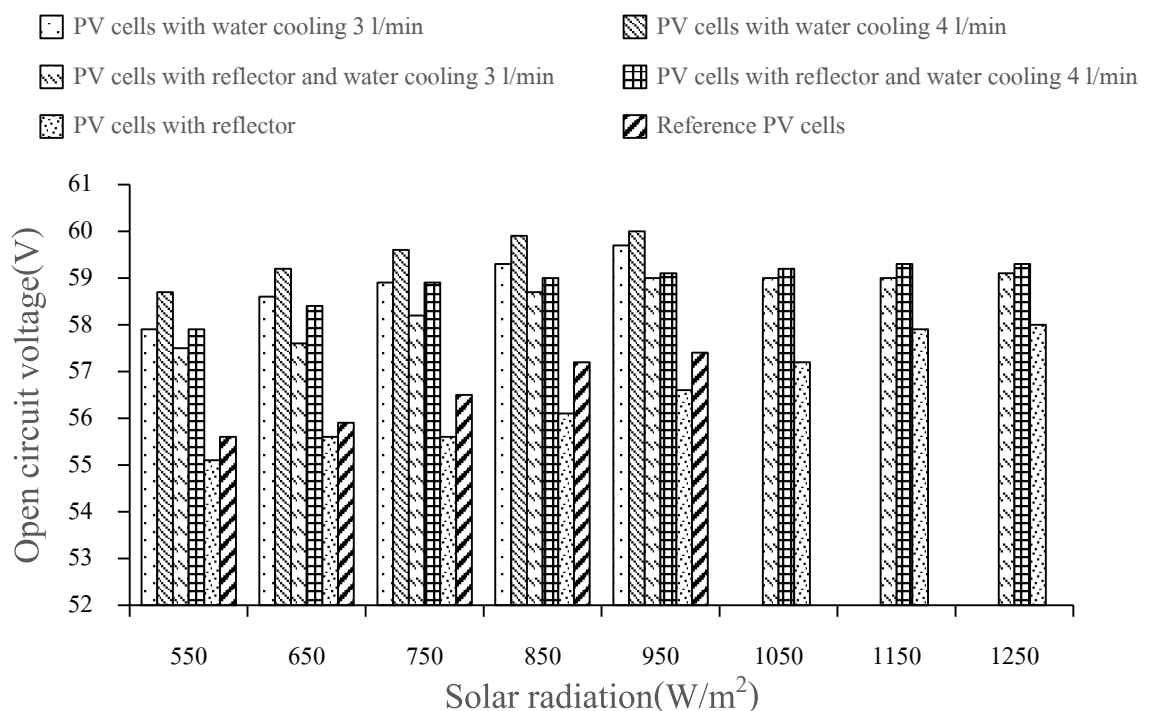
รูปที่ 4.30 เปรียบเทียบค่ากำลังไฟฟ้าที่ได้รับของแผงโฟโตโวลตาอิกที่มีชุดการทดลองทั้ง 5 แบบ และแผงโฟโตโวลตาอิกควบคุม

จากรูปที่ 4.30 แสดงให้เห็นว่าการระบายความร้อนด้วยการพ่นน้ำสามารถเพิ่มกำลังไฟฟ้าให้กับแผงโฟโตโวลตาอิกได้ โดยสังเกตได้ว่าแผงทดสอบที่มีเฉพาะระบบระบายความร้อนด้วยน้ำที่อัตราการไหล 3 ลิตร/นาที่และ 4 ลิตร/นาที่ มีค่ากำลังไฟฟ้าสูงกว่าแผงควบคุมที่ไม่มีระบบระบายความร้อน อีกทั้งการใช้ตัวสะท้อนรังสีอาทิตย์ก็สามารถเพิ่มค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ยได้ โดยพบว่าแผงโฟโตโวลตาอิกทดสอบที่มีตัวสะท้อนรังสีอาทิตย์จะมีค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ตกลงบนแผงได้มากที่สุดถึง 1250 วัตต์/ตารางเมตร ในขณะที่แผงโฟโตโวลตาอิกที่ไม่มีตัวสะท้อนรังสีอาทิตย์ จะมีค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ได้สูงสุดเท่ากับ 950 วัตต์/ตารางเมตร ดังนั้นเมื่อนำกระบวนการทั้ง 2 มาประยุกต์ใช้ในการเพิ่มกำลังไฟฟ้าของแผงโฟโตโวลตาอิก จะพบว่าแผงโฟโตโวลตาอิกจะมีกำลังไฟฟ้าเฉลี่ยมากที่สุด ซึ่งแสดงได้ในรูปที่ 4.30 ที่แผงโฟโตโวลตาอิกที่มีตัวสะท้อนรังสีอาทิตย์และมีระบบระบายความร้อน

ด้วยน้ำที่อัตราการไหล 3 ลิตร/นาทิจ มีค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ยสูงสุด อีกทั้งเมื่อพิจารณาค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของแผงโฟโตโวลตาอิกที่มีตัวสะท้อนรังสีอาทิตย์และมีระบบระบายความร้อนด้วยน้ำที่อัตราการไหล 3 ลิตร/นาทิจ และ 4 ลิตร/นาทิจ พบว่า แผงโฟโตโวลตาอิกที่มีตัวสะท้อนรังสีอาทิตย์และมีระบบระบายความร้อนด้วยน้ำที่อัตราการไหล 3 ลิตร/นาทิจ มีค่าสูงกว่า เนื่องจากการพ่นน้ำที่อัตราการไหล 4 ลิตร/นาทิจ จะทำให้เกิดฟิล์มของน้ำที่มีความหนาประมาณ 2 มิลลิเมตร ส่วนการพ่นน้ำที่มีอัตราการไหล 3 ลิตร/นาทิจ จะมีความหนาของฟิล์มน้ำประมาณ 1.5 มิลลิเมตร ซึ่งความหนาของฟิล์มน้ำ 2 มิลลิเมตร จะทำให้รังสีอาทิตย์ที่ตกลงบนแผงเกิดการหักเหจนแผงโฟโตโวลตาอิกได้รับรังสีอาทิตย์ไม่เต็มที่ อีกทั้งเมื่อพิจารณาแผงโฟโตโวลตาอิกที่มีเฉพาะตัวสะท้อนรังสีอาทิตย์พบว่า ที่ตำแหน่งค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 550 วัตต์/ตารางเมตร ถึง 950 วัตต์/ตารางเมตร มีค่ากำลังไฟฟ้าไม่แตกต่างจากแผงควบคุมมากนัก เนื่องจากชุดทดลองนี้จะมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นจากการที่ตัวสะท้อนรังสีอาทิตย์จะสะท้อนให้รังสีอาทิตย์ตกลงบนแผงมากขึ้น เมื่ออุณหภูมิแผงทดสอบเพิ่มขึ้นจึงทำให้ค่ากำลังไฟฟ้าที่ได้รับมีค่าไม่แตกต่างจากแผงควบคุมมากนัก แต่เมื่อพิจารณาค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ยพบว่าจะมีค่าสูงกว่าแผงควบคุม ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า การเพิ่มกำลังไฟฟ้าของแผงโฟโตโวลตาอิกสามารถทำได้โดยการลดอุณหภูมิของแผงโดยการพ่นน้ำลงบนผิวหน้าของแผงโฟโตโวลตาอิก และใช้ตัวสะท้อนรังสีอาทิตย์เพื่อให้รังสีอาทิตย์ตกลงบนแผงโฟโตโวลตาอิกเพิ่มขึ้น โดยการลดอุณหภูมิของแผงด้วยการพ่นน้ำจะต้องคำนึงถึงความหนาของฟิล์มน้ำที่เกิดขึ้นบริเวณผิวหน้าของแผงด้วย เพราะหากฟิล์มน้ำที่บริเวณผิวหน้าของแผงมีความหนาเกินไปจะส่งผลให้กำลังไฟฟ้าที่ได้มีค่าลดลง โดยพบว่าสามารถเรียงลำดับค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของแผงโฟโตโวลตาอิกทดสอบทั้ง 5 ชุดการทดลองได้ดังนี้ แผงโฟโตโวลตาอิกทดสอบที่มีทั้งตัวสะท้อนรังสีอาทิตย์และมีระบบระบายความร้อนด้วยน้ำที่อัตราการไหล 3 ลิตร/นาทิจ มีค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ย 42.99 วัตต์ แผงโฟโตโวลตาอิกทดสอบที่มีทั้งตัวสะท้อนรังสีอาทิตย์และมีระบบระบายความร้อนด้วยน้ำที่อัตราการไหล 4 ลิตร/นาทิจ มีค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ย 40.24 วัตต์ แผงโฟโตโวลตาอิกที่มีเฉพาะตัวสะท้อนรังสีอาทิตย์ มีค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 37.06 วัตต์ แผงโฟโตโวลตาอิกที่มีระบบระบายความร้อนด้วยน้ำที่อัตราการไหล 3 ลิตร/นาทิจ มีค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 36.98 วัตต์ แผงโฟโตโวลตาอิกที่มีระบบระบายความร้อนด้วยน้ำที่อัตราการไหล 3 ลิตร/นาทิจ มีค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 35.17 วัตต์ และแผงโฟโตโวลตาอิกควบคุมที่ไม่มีตัวสะท้อนรังสีอาทิตย์และไม่มีระบบระบายความร้อน มีค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 31.91 วัตต์

4.9 เปรียบเทียบค่าแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิด กระแสไฟฟ้าลัดวงจร กำลังไฟฟ้าและประสิทธิภาพ ของแผงทดสอบที่มีชุดทดลองทั้ง 5 แบบ และแผงโฟโตโวลตาอิกควบคุม

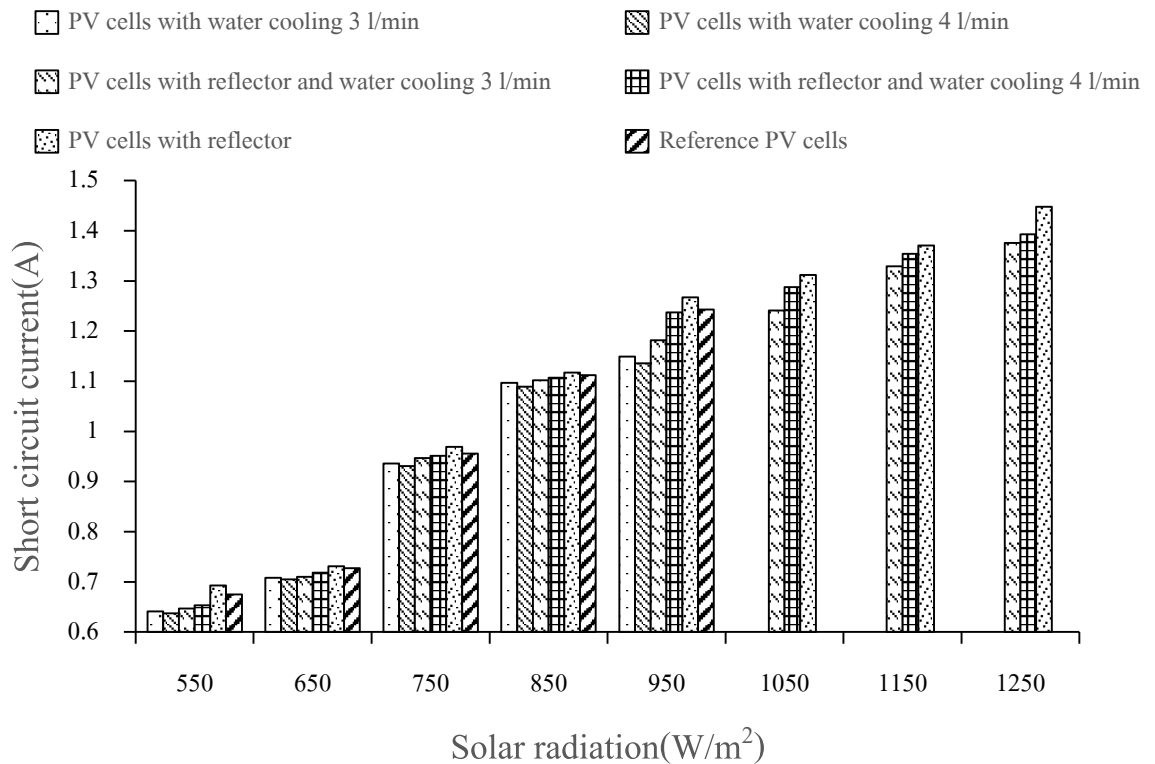
ในหัวข้อนี้จะเป็นการเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิดและกระแสไฟฟ้าลัดวงจรของแผงโฟโตโวลตาอิกทดสอบทั้ง 5 แบบ โดยทำการเปรียบเทียบกับแผงโฟโตโวลตาอิกควบคุมที่ไม่มีแผ่นสะท้อนรังสีอาทิตย์และไม่มีระบบระบายความร้อน ซึ่งผลการทดลองเป็นดังรูปที่ 4.31 และ 4.32



รูปที่ 4.31 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิดของแผงทดสอบทั้ง 5 แบบกับแผงควบคุม

จากรูปที่ 4.31 แสดงให้เห็นว่าแผงทดสอบที่มีเฉพาะระบบระบายความร้อนด้วยการพ่นน้ำที่อัตราการไหล 4 ลิตร/นาทิจมีค่าแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิดสูงที่สุด รองลงมาคือแผงทดสอบที่มีเฉพาะระบบระบายความร้อนด้วยน้ำที่อัตราการไหล 3 ลิตร/นาทิจ แผงทดสอบที่มีแผ่นสะท้อนรังสีอาทิตย์และมีระบบระบายความร้อนด้วยน้ำที่อัตราการไหล 4 ลิตร/นาทิจ แผงทดสอบที่มีแผ่นสะท้อนรังสีอาทิตย์และมีระบบระบายความร้อนด้วยน้ำที่อัตราการไหล 3 ลิตร/นาทิจ แผงโฟโตโวลตาอิกควบคุม และแผงทดสอบที่มีเฉพาะแผ่นสะท้อนรังสีอาทิตย์ตามลำดับ เนื่องจากค่าแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิดจะมีค่าลดลงเมื่ออุณหภูมิของแผงมีค่าสูงขึ้น ดังนั้นแผงโฟโตโวลตาอิกที่มีเฉพาะระบบระบายความร้อนด้วยน้ำที่

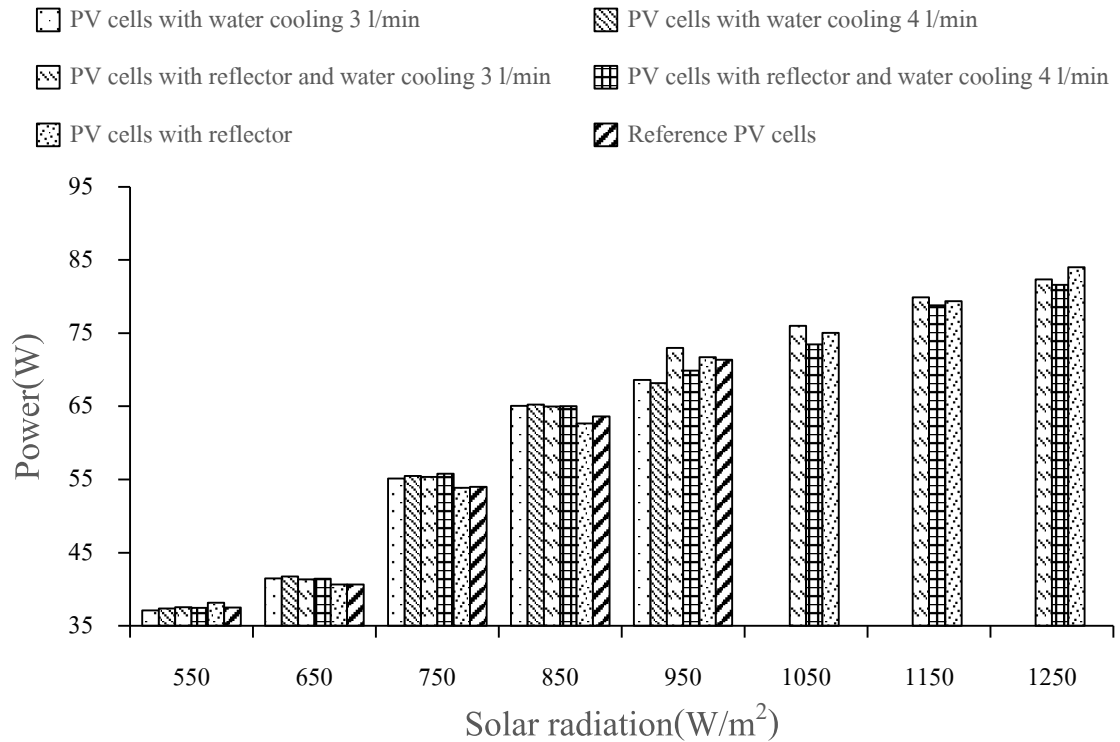
อัตราการไหล 4 ลิตร/นาที่ซึ่งเป็นแบบที่สามารถระบายความร้อนได้ดีที่สุดจึงมีค่าแรงดันไฟฟ้าสูงที่สุด เพราะเมื่อเปรียบเทียบระหว่างแผงที่มีเฉพาะระบบระบายความร้อนด้วยน้ำกับแผงที่มีทั้งแผ่นสะท้อนรังสีอาทิตย์และมีระบบระบายความร้อนด้วยน้ำ พบว่าแผงที่มีแผ่นสะท้อนรังสีอาทิตย์และมีระบบระบายความร้อนจะมีอุณหภูมิสูงกว่า เนื่องจากแผ่นสะท้อนรังสีอาทิตย์สามารถสะท้อนให้รังสีอาทิตย์ตกลงบนแผงได้มากกว่าจึงส่งผลให้มีอุณหภูมิที่สูงกว่าแผงที่มีเฉพาะระบบระบายความร้อน อีกทั้งเมื่อพิจารณาระหว่างแผงที่มีเฉพาะระบบระบายความร้อนด้วยน้ำที่อัตราการไหล 3 ลิตร/นาที่ และ 4 ลิตร/นาที่ พบว่า แผงที่มีอัตราการไหล 4 ลิตร/นาที่จะมีปริมาณของที่ไหลผ่านผิวหน้าของแผงโฟโตโวลตาอิกมากกว่าแผงที่มีอัตราการไหล 3 ลิตร/นาที่ จึงส่งผลให้แผงที่มีอัตราการไหล 3 ลิตร/นาที่มีอุณหภูมิสูงกว่า ส่วนแผงที่มีเฉพาะแผ่นสะท้อนรังสีอาทิตย์พบว่า มีอุณหภูมิสูงที่สุดเนื่องจากแผ่นสะท้อนรังสีอาทิตย์สะท้อนให้รังสีอาทิตย์ตกลงบนแผงได้มากกว่า จึงทำให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า แผงโฟโตโวลตาอิกที่มีเฉพาะระบบระบายความร้อนด้วยน้ำที่อัตราการไหล 4 ลิตร/นาที่ สามารถเพิ่มแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิดของแผงโฟโตโวลตาอิกได้มากที่สุด โดยพบว่า แผงโฟโตโวลตาอิกที่มีเฉพาะระบบระบายความร้อนด้วยน้ำที่อัตราการไหล 4 ลิตร/นาที่ ค่าแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิดเฉลี่ยเท่ากับ 59.48 โวลต์ แผงโฟโตโวลตาอิกที่มีเฉพาะระบบระบายความร้อนด้วยน้ำที่อัตราการไหล 3 ลิตร/นาที่ ค่าแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิดเฉลี่ยเท่ากับ 58.88 โวลต์ แผงโฟโตโวลตาอิกที่มีทั้งตัวสะท้อนรังสีอาทิตย์และมีระบบระบายความร้อนด้วยน้ำที่อัตราการไหล 4 ลิตร/นาที่ ค่าแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิดเฉลี่ยเท่ากับ 58.89 โวลต์ แผงโฟโตโวลตาอิกที่มีทั้งตัวสะท้อนรังสีอาทิตย์และมีระบบระบายความร้อนด้วยน้ำที่อัตราการไหล 3 ลิตร/นาที่ ค่าแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิดเฉลี่ยเท่ากับ 58.88 โวลต์ แผงโฟโตโวลตาอิกที่มีเฉพาะตัวสะท้อนรังสีอาทิตย์ มีค่าแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิดเฉลี่ยเท่ากับ 56.51 โวลต์ และแผงโฟโตโวลตาอิกควบคุม มีค่าแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิดเท่ากับ 56.52 โวลต์



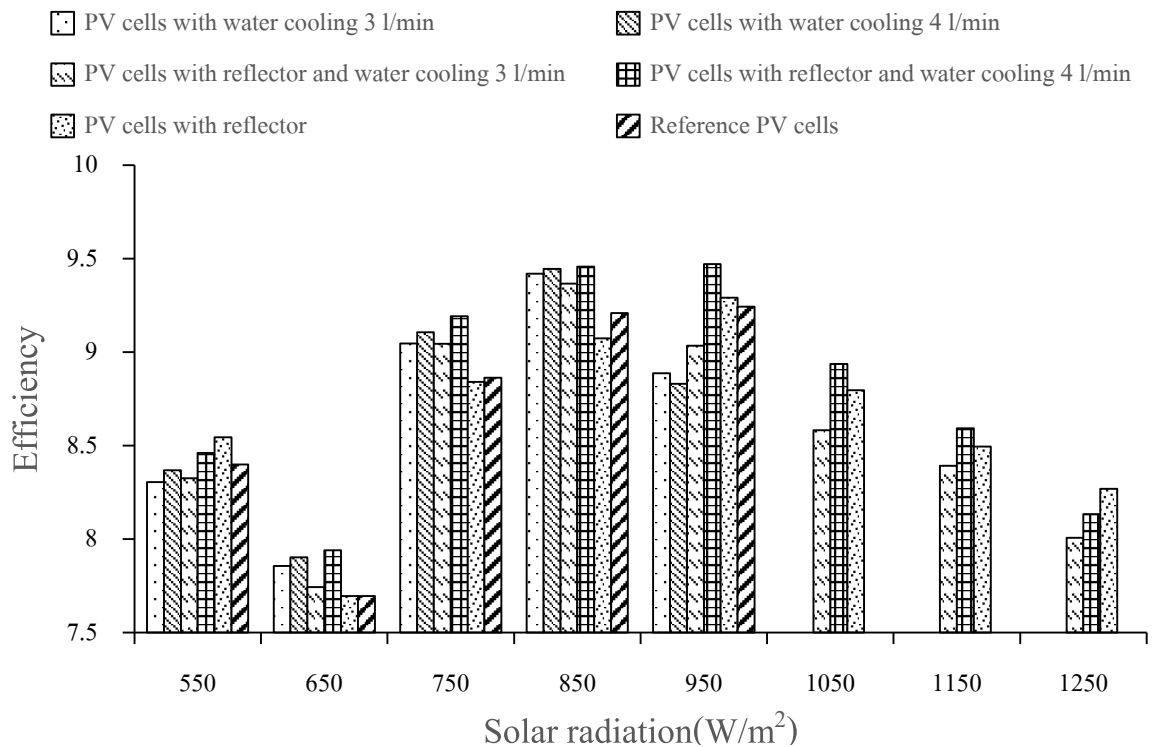
รูปที่ 4.32 ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าลัดวงจรของแผงทดสอบทั้ง 5 แบบกับแสงควบคุม

จากรูปที่ 4.32 แสดงให้เห็นว่า แผงโฟโตโวลตาอิกที่มีเฉพาะตัวสะท้อนรังสีอาทิตย์จะมีค่ากระแสไฟฟ้าลัดวงจรสูงที่สุด เนื่องจากค่ากระแสไฟฟ้าลัดวงจรจะขึ้นกับอุณหภูมิของแผงโฟโตโวลตาอิก โดยที่ค่ากระแสไฟฟ้าลัดวงจรจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิมีค่าสูงขึ้น ดังนั้นแผงโฟโตโวลตาอิกที่มีอุณหภูมิสูงที่สุดก็จะมีค่าแรงดันไฟฟ้าสูงที่สุด จากรูปที่ 4.31 และ 4.32 แสดงให้เห็นว่า เมื่ออุณหภูมิมีค่าเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้ค่าแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิดมีค่าลดลงและค่ากระแสไฟฟ้ามีค่าเพิ่มขึ้น และจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในบทที่ 2 พบว่า เมื่ออุณหภูมิของแผงโฟโตโวลตาอิกมีค่าเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้ค่ากำลังไฟฟ้ามีค่าลดลง ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่า เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นปัจจัยที่ส่งผลให้ค่ากำลังไฟฟ้ามีค่าลดลงคือ ค่าแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิด โดยพบว่าแผงโฟโตโวลตาอิกที่มีเฉพาะระบบระบายความร้อนด้วยน้ำที่อัตราการไหล 4 ลิตร/นาท มีค่ากระแสไฟฟ้าลัดวงจรเฉลี่ยเท่ากับ 0.89 แอมแปร์ แผงโฟโตโวลตาอิกที่มีเฉพาะระบบระบายความร้อนด้วยน้ำที่อัตราการไหล 3 ลิตร/นาท มีค่ากระแสไฟฟ้าลัดวงจรเฉลี่ยเท่ากับ 0.91 แอมแปร์ แผงโฟโตโวลตาอิกที่มีทั้งตัวสะท้อนรังสีอาทิตย์และมีระบบระบายความร้อนด้วยน้ำที่อัตราการไหล 4 ลิตร/นาท มีค่ากระแสไฟฟ้าลัดวงจรเฉลี่ยเท่ากับ 1.07 แอมแปร์ แผงโฟโตโวลตาอิกที่มีทั้งตัวสะท้อนรังสีอาทิตย์และมีระบบระบายความร้อนด้วยน้ำที่อัตราการไหล 3 ลิตร/นาท มีค่ากระแสไฟฟ้าลัดวงจรเฉลี่ยเท่ากับ 1.09 แอมแปร์ แผงโฟโต

โวลตาอิกที่มีเฉพาะตัวสะท้อนรังสีอาทิตย์ มีค่ากระแสไฟฟ้าลัดวงจรเฉลี่ยเท่ากับ 1.11 แอมแปร์ และแผงโฟโตโวลตาอิกควบคุม มีค่ากระแสไฟฟ้าลัดวงจรเฉลี่ยเท่ากับ 0.94 แอมแปร์



รูปที่ 4.33 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังไฟฟ้าของแผงทดสอบทั้ง 5 แบบกับแผงควบคุม



รูปที่ 4.34 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของแผงทดสอบทั้ง 5 แบบกับแผงควบคุม

รูปที่ 4.33 และ 4.34 แสดงค่ากำลังไฟฟ้าและค่าประสิทธิภาพของแผงโฟโตโวลตาอิกในกรณีที่ไม่มีโหลดของแผงทดสอบทั้ง 5 แบบกับแผงควบคุม โดยพบว่าแผ่นสะท้อนรังสีอาทิตย์เป็นปัจจัยหลักที่ทำให้ค่ากำลังไฟฟ้ามีค่าเพิ่มขึ้น เนื่องจากเมื่อพิจารณาความแตกต่างของค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของแผงทดสอบที่มีเฉพาะระบบระบายความร้อนกับแผงควบคุมพบว่า กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของแผงทั้งสองมีค่าใกล้เคียงกัน แต่หากพิจารณาความแตกต่างของกำลังไฟฟ้าที่มีตัวสะท้อนรังสีอาทิตย์กับแผงควบคุมพบว่า แผงที่มีตัวสะท้อนรังสีอาทิตย์จะมีค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ยที่สูงกว่า เพราะว่าตัวสะท้อนรังสีอาทิตย์สามารถสะท้อนให้รังสีอาทิตย์ตกลงบนแผงได้มากกว่าจึงส่งผลให้ค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ยตลอดวันมีค่าเพิ่มขึ้น โดยพบว่าแผงทดสอบที่มีทั้งตัวสะท้อนรังสีอาทิตย์และมีระบบระบายความร้อนด้วยน้ำที่อัตราการไหล 3 ลิตร/นาที่ มีค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ย 63.8 วัตต์ แผงทดสอบที่มีทั้งตัวสะท้อนรังสีอาทิตย์และมีระบบระบายความร้อนด้วยน้ำที่อัตราการไหล 4 ลิตร/นาที่ มีค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ย 62.93 วัตต์ แผงทดสอบที่มีเฉพาะตัวสะท้อนรังสีอาทิตย์เท่านั้น มีค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ย 63.19 วัตต์ แผงทดสอบที่มีเฉพาะระบบระบายความร้อนด้วยน้ำ 4 ลิตร/นาที่ มีค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ย 53.60 วัตต์ แผงทดสอบที่มีเฉพาะระบบระบายความร้อนด้วยน้ำ 3 ลิตร/นาที่ มีค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ย 53.48 วัตต์ และแผงควบคุม มีค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 53.43 วัตต์ อีกทั้งเมื่อพิจารณาค่าประสิทธิภาพของแผงโฟโตโวลตาอิกพบว่าค่าประสิทธิภาพของแผงทดสอบที่มีตัวสะท้อนรังสีอาทิตย์มีแนวโน้มที่จะลดลงเรื่อยๆ เนื่องจากแผ่นสะท้อนรังสีอาทิตย์สามารถสะท้อนให้รังสีอาทิตย์ตกลงบนผิวหน้าของแผงได้มากกว่าแผงที่ไม่มีตัวสะท้อน แต่ค่ากำลังไฟฟ้าของแผงที่มีตัวสะท้อนกลับเพิ่มขึ้นอย่างไม่เป็นเชิงเส้น ดังนั้นจึงส่งผลให้ค่าประสิทธิภาพของแผงโฟโตโวลตาอิกที่ตัวสะท้อนรังสีอาทิตย์มีแนวโน้มที่ลดลงเรื่อยๆ โดยพบว่าแผงทดสอบที่มีทั้งตัวสะท้อนรังสีอาทิตย์และมีระบบระบายความร้อนด้วยน้ำที่อัตราการไหล 3 ลิตร/นาที่ มีประสิทธิภาพเฉลี่ย 8.72% แผงทดสอบที่มีทั้งตัวสะท้อนรังสีอาทิตย์และมีระบบระบายความร้อนด้วยน้ำที่อัตราการไหล 4 ลิตร/นาที่ มีประสิทธิภาพเฉลี่ย 8.62% แผงทดสอบที่มีเฉพาะตัวสะท้อนรังสีอาทิตย์เท่านั้น มีประสิทธิภาพเฉลี่ย 8.63% แผงทดสอบที่มีเฉพาะระบบระบายความร้อนด้วยน้ำ 4 ลิตร/นาที่ มีประสิทธิภาพเฉลี่ย 8.73% แผงทดสอบที่มีเฉพาะระบบระบายความร้อนด้วยน้ำ 3 ลิตร/นาที่ มีประสิทธิภาพเฉลี่ย 8.7% และแผงควบคุม มีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 8.68%

4.10 จำนวนแผงโฟโตโวลตาอิกที่สอดคล้องกับกำลังไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเมื่อปรับเปลี่ยนชนิดของเครื่องปั๊มน้ำ

ในการศึกษาการเพิ่มกำลังไฟฟ้าของแผงโฟโตโวลตาอิกในครั้งนี้เมื่อพิจารณาเงินลงทุนที่ใช้ในการศึกษาพบว่ามีความสูงมากเมื่อเทียบกับกำลังไฟฟ้าที่ได้รับ แต่หากทำการเพิ่มจำนวนของแผงโฟโตโวลตาอิกและทำการเปลี่ยนชนิดของเครื่องปั๊มน้ำจะทำให้กำลังไฟฟ้าที่ได้มีค่าสูงขึ้น ดังนั้นผู้ทำงานวิจัยจึงได้เลือกเครื่องปั๊มน้ำที่มีกำลังสูงขึ้นทั้งหมด 3 รุ่น แล้วทำการคำนวณหากำลังไฟฟ้าที่ได้รับเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มจำนวนแผงโฟโตโวลตาอิก โดยสมบัติของเครื่องปั๊มน้ำที่เลือกมาสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 4.1

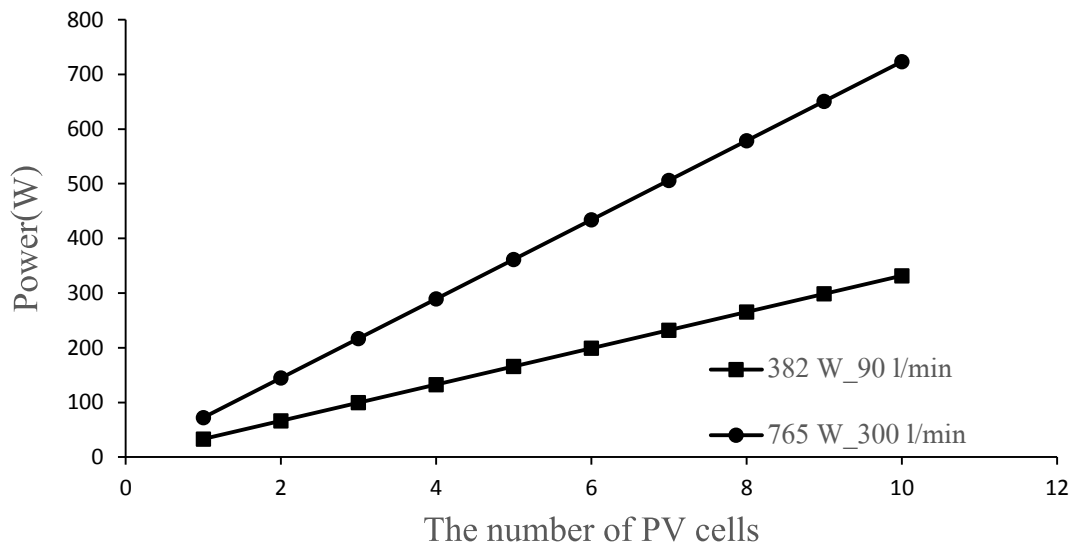
ตารางที่ 4.1 สมบัติของเครื่องปั๊มน้ำรุ่นต่างๆ

กำลังไฟฟ้าของปั๊มน้ำ(วัตต์)	อัตราการไหลของน้ำ (ลิตร/นาท)	เวลาในการทำงานของปั๊ม (นาท/ชั่วโมง)	กำลังไฟฟ้าที่เครื่องปั๊มน้ำใช้ต่อวัน(วัตต์/วัน)	กำลังไฟฟ้าที่ได้รับเพิ่มขึ้นจากแผงโฟโตโวลตาอิกต่อวัน(วัตต์/วัน)	ผลต่างของกำลังไฟฟ้า
150	13	14	270.58	132.11	-138.47
382	90	2.22	98.94	132.11	33.17
765	300	0.67	59.8	132.11	72.31

ตารางที่ 4.2 กำลังไฟฟ้าที่ได้รับเพิ่มขึ้นจากการเลือกใช้เครื่องปั๊มน้ำขนาด 150 วัตต์

จำนวนแผงโฟโตโวลตาอิก	เวลาในการทำงานของปั๊ม (นาท/ชั่วโมง)	กำลังไฟฟ้าที่เครื่องปั๊มน้ำใช้ต่อวัน(วัตต์/วัน)	กำลังไฟฟ้าที่ได้รับเพิ่มขึ้นจากแผงโฟโตโวลตาอิกต่อวัน(วัตต์/วัน)	ผลต่างของกำลังไฟฟ้า
1	14	270.58	132.11	-138.47
2	28	541.16	264.22	-276.94
3	42	811.73	396.33	-415.40
4	56	1082.31	528.44	-553.87
5	70	1352.89	660.55	-692.34

จากตารางที่ 4.2 แสดงให้เห็นว่าเครื่องปั้มน้ำที่มีกำลังไฟฟ้า 150 วัตต์และมีอัตราการไหลของน้ำ 13 ลิตร/นาทิจ ซึ่งเป็นรุ่นที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ไม่มีความคุ้มค่าเนื่องจากกำลังเครื่องปั้มน้ำต้องการใน 1 วันมีค่า 270.58 วัตต์แต่กำลังไฟฟ้าที่ได้รับเพิ่มขึ้นจากแผงโฟโตโวลตาอิกเท่ากับ 132.11 วัตต์ ซึ่งกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงมีค่าน้อยกว่ากำลังไฟฟ้าที่เครื่องปั้มน้ำใช้ 138.47 วัตต์ อีกทั้งเมื่อพิจารณาว่าหากเพิ่มจำนวนของแผงโฟโตโวลตาอิกขึ้น กำลังไฟฟ้าที่ได้รับก็ยังไม่มีความคุ้มค่าขึ้นไปอีก เช่นเมื่อใช้แผงโฟโตโวลตาอิกจำนวน 5 แผงพบว่าเครื่องปั้มน้ำจะใช้กำลังไฟฟ้าสูงกว่าที่แผงโฟโตโวลตาอิกจะผลิตได้ 692.34 วัตต์ ดังนั้นหากต้องการให้เกิดความคุ้มค่าจึงควรเลือกใช้เครื่องปั้มน้ำรุ่นอื่นที่มีกำลังไฟฟ้าสูงขึ้นแต่ก็ให้อัตราการไหลของน้ำที่มากขึ้นตามไปด้วยเช่น เครื่องปั้มน้ำที่มีกำลังไฟฟ้า 382 วัตต์และให้อัตราการไหลของน้ำเป็น 90 ลิตรต่อนาที หรือเครื่องปั้มน้ำที่มีกำลังไฟฟ้า 765 วัตต์และอัตราการไหลของน้ำ 300 ลิตร/นาที



รูปที่ 4.35 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนของแผงโฟโตโวลตาอิกและกำลังไฟฟ้าที่ได้รับเมื่อทำการเปลี่ยนเครื่องปั้มน้ำ

จากรูปที่ 4.33 แสดงให้เห็นว่าเครื่องปั้มน้ำที่มีกำลังไฟฟ้า 382 วัตต์อัตราการไหลของน้ำ 90 ลิตร/นาที และเครื่องปั้มน้ำที่มีกำลังไฟฟ้า 765 วัตต์อัตราการไหลของน้ำ 300 ลิตร/นาทีจะให้ค่าผลต่างของกำลังไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเมื่อจำนวนแผงโฟโตโวลตาอิกเพิ่มขึ้น กล่าวคือหากเลือกใช้เครื่องปั้มน้ำรุ่นที่ 2 หรือรุ่นที่ 3 จะทำให้กำลังไฟฟ้าที่ได้รับเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ โดยเมื่อจำนวนแผงโฟโตโวลตาอิกเพิ่มขึ้น กำลังไฟฟ้าที่ได้รับก็จะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆเช่นกัน แต่ในการทดลองนี้เลือกใช้เครื่องปั้มน้ำที่มีกำลังไฟฟ้า 150 วัตต์ที่ไม่มีความคุ้มค่าเนื่องจากในช่วงต้นของการศึกษานี้ไม่ได้คำนึงถึงความคุ้มค่าในเรื่องกำลังไฟฟ้า จึงเลือกเฉพาะเครื่องปั้มน้ำที่มีกำลังไฟฟ้าต่ำที่สุดที่สามารถสูบน้ำจากถังน้ำ 100 ลิตรที่อยู่ด้านล่างไปยังถังน้ำ 100 ลิตรที่อยู่ด้านบนเท่านั้น