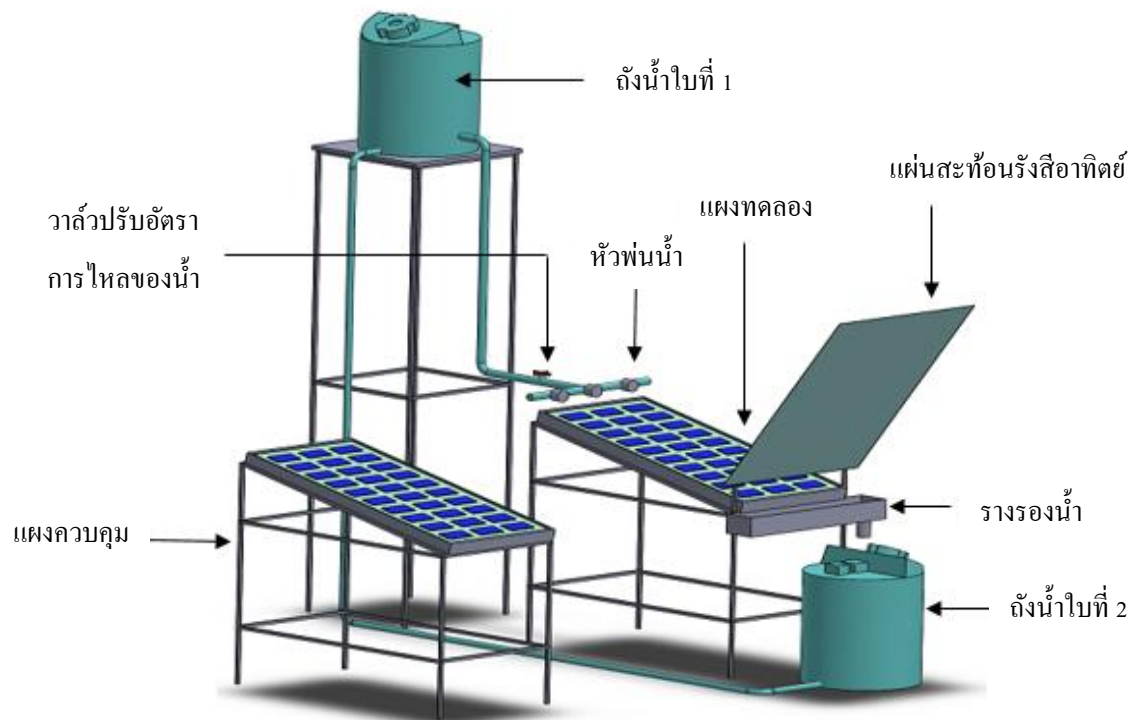


บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย



รูปที่ 3.1 ชุดทดลองการเพิ่มกำลังไฟฟ้าของเซลล์โฟโตโวลตาอิกโดยใช้ตัวสะท้อนรังสีอาทิตย์และใช้เทคนิคการลดอุณหภูมิโดยการพ่นน้ำ

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการออกแบบและสร้างชุดทดลองเพื่อศึกษาการเพิ่มขึ้นของกำลังไฟฟ้าของเซลล์โฟโตโวลตาอิกโดยเลือกใช้เซลล์โฟโตโวลตาอิกชนิดอะมอร์ฟัสที่มีสมบัติตามตารางที่ 3.1 และส่วนประกอบของชุดทดลองดังรูปที่ 3.1 โดยหลักการทำงานของชุดทดลองจะเริ่มต้นเมื่อรังสีอาทิตย์ตกกระทบตัวสะท้อนรังสีอาทิตย์แล้วสะท้อนมายังแผงโฟโตโวลตาอิก รวมทั้งรังสีอาทิตย์ที่ตกกระทบแผงโฟโตโวลตาอิกโดยตรง จะทำแผงโฟโตโวลตาอิกมีอุณหภูมิแผงสูงขึ้น โดยการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิแผงโฟโตโวลตาอิกนี้จะส่งผลให้ค่าแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิดมีค่าลดลง แต่ส่งผลให้ค่ากระแสไฟฟ้าลัดวงจรมีค่าเพิ่มสูงขึ้น โดยที่ M.Davud [23] และคณะได้อธิบายการลดลงของแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิดและการเพิ่มขึ้นของกระแสไฟฟ้าลัดวงจรเมื่ออุณหภูมิมีค่าสูงขึ้นว่า ค่าแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิดจะแปรผกผันกับค่ากระแสไฟฟ้าอิ่มตัวย้อนกลับ (Reverse saturation current) และค่ากระแสอิ่มตัวย้อนกลับจะแปรผันโดยตรงกับค่าความหนาแน่นของพาหะในสารกึ่งตัวนำอินทรี

นสีก (Intrinsic carrier concentration) โดยพบว่าเมื่ออุณหภูมิของแสงโฟโตโวลตาอิกมีค่าเพิ่มขึ้น จะทำให้ความกว้างของระดับพลังงาน (Energy band gap) มีค่าลดลง เมื่อความกว้างของระดับพลังงานมีค่าลดลงจะทำให้อิเล็กตรอนที่อยู่ในแถบวาเลนซ์สามารถกระโดดข้ามช่องว่างพลังงานไปยังแถบการนำได้มากขึ้น เมื่ออิเล็กตรอนในแถบการนำมีค่าเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ค่าความหนาแน่นของพาหะในสารกึ่งตัวนำอินทรีนสิกมีค่าเพิ่มขึ้นตามไปด้วย แล้วส่งผลไปยังค่ากระแสอิ่มตัวย้อนกลับให้เพิ่มขึ้นเช่นกัน ดังนั้นเมื่อค่ากระแสอิ่มตัวย้อนกลับมีค่าเพิ่มขึ้นจึงให้ค่าแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิดมีค่าลดลง โดยที่การลดลงของแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิดและการเพิ่มขึ้นของกระแสไฟฟ้าลัดวงจรนี้โดยรวมแล้วจะทำให้ค่ากำลังไฟฟ้ามีค่าลดลง ดังนั้นในการเพิ่มกำลังไฟฟ้าจึงต้องมีการลดอุณหภูมิของแสงโฟโตโวลตาอิก โดยกระบวนการลดอุณหภูมิของแสงโฟโตโวลตาอิกจะเริ่มตั้งแต่การเติมน้ำ 100 ลิตร ลงในถังน้ำไบที่ 2 ที่อยู่ด้านล่างของแสงโฟโตโวลตาอิกจากนั้นจะใช้เครื่องปั้มน้ำชนิดจุ่มทำการสูบน้ำที่อยู่ในถังไบที่ 2 ไปเก็บไว้ในถังไบที่ 1 ที่อยู่ด้านบนจนครบ 100 ลิตร เมื่อระดับน้ำในถังไบที่ 1 ครบ 100 ลิตร แล้วจึงปิดเครื่องปั้มน้ำแล้วทำการเปิดวาล์วน้ำเพื่อให้ น้ำไหลผ่านหัวพ่นน้ำ น้ำที่ไหลจากหัวพ่นน้ำจะไหลผ่านแสงโฟโตโวลตาอิกแล้วไหลลงมาตามแรงโน้มถ่วงของโลกมายังรางรองน้ำที่อยู่ด้านล่างของแสงโฟโตโวลตาอิก รางรองน้ำจะมีช่องสำหรับระบายน้ำไปยังถังน้ำไบที่ 2 ที่อยู่ด้านล่างของแสงโฟโตโวลตาอิก เมื่อระดับน้ำในถังน้ำไบที่ 1 เริ่มลดลงจนใกล้จะหมดจึงทำการเปิดเครื่องปั้มน้ำให้สูบน้ำจากถังไบที่ 2 ไปยังเก็บยังถังไบที่ 1 ต่อไป

3.1 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

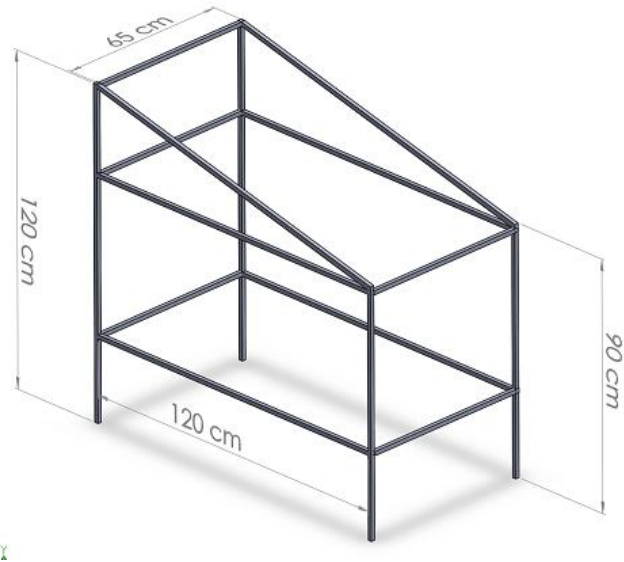
1. เซลล์โฟโตโวลตาอิกชนิดอะมอร์ฟัส ขนาด 40 วัตต์ จำนวน 2 แผง(แผงควบคุม 1 แผง แผงทดสอบ 1 แผง) โดยมีขนาดกว้าง 65 เซนติเมตร และมีความยาว 125 เซนติเมตร โดยมีสมบัติ

ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 สมบัติของเซลล์โฟโตโวลตาอิกชนิดอะมอร์ฟัสที่ใช้ในการทดลอง [24]

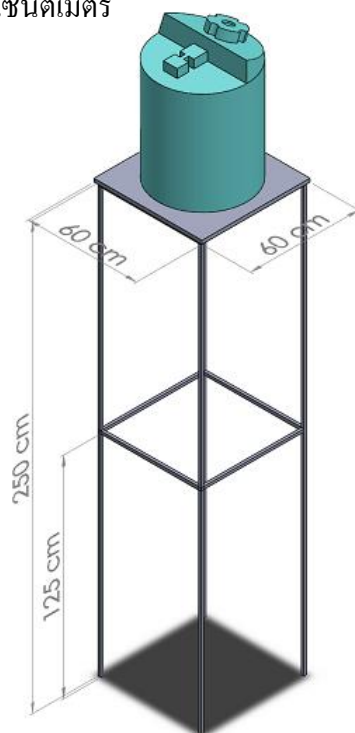
Output power (W)	40
Operating voltage (V)	44.8
Operating current (A)	0.93
Open circuit voltage (V)	62.2
Short circuit current (A)	1.14
Current temperature coefficient	+0.06% / °C
Voltage temperature coefficient	-0.32% / °C
Power temperature coefficient	-0.19% / °C

2. ชั้นวางสำหรับรองรับแผงโฟโตโวลตาอิกที่ทำจากเหล็กซึ่งมีความสูงของด้านหน้า 90 เซนติเมตร ขาด้านหลัง 120 เซนติเมตรและ กว้าง 65 เซนติเมตร



รูปที่ 3.2 ชั้นวางรองรับแผงโฟโตโวลตาอิก

3. ถังน้ำขนาด 100 ลิตร หุ้มด้วยฉนวนกันความร้อนจำนวน 2 ถัง (บรรจุน้ำสำหรับพ่นน้ำลงบนแผงโฟโตโวลตาอิกและบรรจุน้ำที่ไหลมาจากแผงโฟโตโวลตาอิก) ซึ่งวางอยู่บนขาตั้งถังน้ำสูง 250 เซนติเมตร



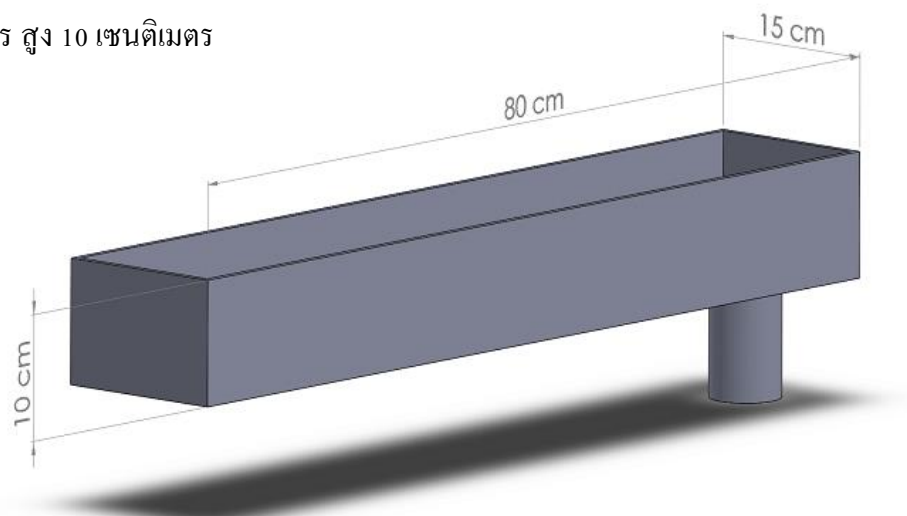
รูปที่ 3.3 ถังน้ำขนาด 100 ลิตรและชั้นวางถังน้ำ

4. หัวพ่นน้ำประเภทหัวพ่น 180 องศา(สามารถสเปรย์น้ำได้กว้าง 180 องศา)[25] สำหรับสวมท่อน้ำจำนวน 3 หัวโดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของหัวพ่นน้ำ $\frac{1}{2}$ นิ้ว ระยะห่างของแต่ละหัว 16 เซนติเมตร ใช้สำหรับฉีดพ่นน้ำให้กระจายทั่วผิวน้ำแผงโฟโตโวลตาอิก เมื่อปล่อยให้น้ำไหลผ่านเต็มที่จะทำให้ได้อัตราการไหล 4 ลิตรต่อนาที



รูปที่ 3.4 หัวพ่นน้ำประเภทหัวพ่น 180 องศา ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง $\frac{1}{2}$ นิ้วจำนวน 3 หัว

5. ภาชนะรองน้ำขนาดสำหรับรองน้ำที่ไหลมาจากแผงโฟโตโวลตาอิกแล้วส่งผ่านน้ำไปยังถังน้ำขนาด 100 ที่อยู่ด้านล่างของแผงโฟโตโวลตาอิก โดยมีขนาดกว้าง 15 เซนติเมตร ยาว 80 เซนติเมตร สูง 10 เซนติเมตร



รูปที่ 3.5 ภาชนะรองน้ำที่รองรับน้ำที่ไหลผ่านแผงโฟโตโวลตาอิกแล้วส่งผ่านไปยังถังน้ำที่อยู่ด้านล่างของแผง

6. เครื่องสูบน้ำยี่ห้อ CEDA รุ่น QDN 1.5-4.5-150 W ขนาด 150 วัตต์ แรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์ อัตราการไหลสูงสุด 70 ลิตรต่อนาที สามารถสูบน้ำได้สูงสุด 5.5 เมตร



รูปที่ 3.6 เครื่องสูบน้ำยี่ห้อ CEDA รุ่น QDN 1.5-4.5-150 W ขนาด 150 วัตต์

7. แผ่นสะท้อนรังสีอาทิตย์ที่ทำหน้าที่สะท้อนให้รังสีอาทิตย์ตกลงบนแผงโฟโตโวลตาอิกเพิ่มขึ้น โดยแผ่นสะท้อนรังสีอาทิตย์ทำมาจากแผ่นอะลูมิเนียม และจะต้องมีขนาดความกว้างและความยาวอย่างน้อยเท่ากับแผงโฟโตโวลตาอิกเพื่อให้รังสีอาทิตย์ตกลงบนผิวหน้าของแผงได้อย่างทั่วถึง ดังนั้นแผ่นสะท้อนรังสีอาทิตย์จึงมีขนาดกว้าง 100 เซนติเมตร ยาว 125 เซนติเมตร



รูปที่ 3.7 แผ่นสะท้อนสำหรับสะท้อนให้รังสีอาทิตย์ตกกระทบลงบนแผงโฟโตโวลตาอิก

3.2 เงื่อนไขในการทดลอง

1. ทำการปรับเปลี่ยนอัตราการไหลของน้ำที่ไหลผ่านด้านหน้าของแผงโฟโตโวลตาอิกโดยการหาอัตราการไหลของน้ำต่ำสุดที่น้ำจะกระจายได้ทั่วแผงซึ่งพบว่าอัตราการไหลของน้ำต่ำสุดที่น้ำจะกระจายทั่วแผงคือ 3 ลิตร/นาที่และอัตราการไหลของน้ำเมื่อเปิดให้น้ำไหลสูงสุดเป็น 4 ลิตร/นาที่ และทำการทดลองเวลา 8.00 น. ถึง 15.00 น. ในวันที่มีแดด
2. ชุดโหลดที่ใช้ในการทดลอง ขนาด 40 วัตต์

3.3 วิธีการทดลอง

ในการทดลองจะแบ่งการทดลองออกเป็น 5 การทดลองเก็บผลการทดลองที่ประกอบด้วย ค่ากระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้า อุณหภูมิของแผงทดสอบและแผงทดลอง อุณหภูมิน้ำเข้าและน้ำออก รวมถึงค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ การทดลองจะทำในวันที่มีแดดตั้งแต่เวลา 8.00 น. - 15.00 น. ซึ่งการทดลองทั้ง 5 การทดลองเป็นดังนี้

1. เปรียบเทียบระหว่างเซลล์โฟโตโวลตาอิกชุดควบคุม กับเซลล์โฟโตโวลตาอิกทดลอง 1 (มีเฉพาะตัวสะท้อนรังสีอาทิตย์)
2. เปรียบเทียบระหว่างเซลล์โฟโตโวลตาอิกชุดควบคุม กับเซลล์โฟโตโวลตาอิกทดลอง 2 (มีระบบระบายความร้อนโดยการพ่นน้ำลงบนแผงด้วยอัตราการไหล 3 ลิตรต่อนาที)
3. เปรียบเทียบระหว่างเซลล์โฟโตโวลตาอิกชุดควบคุม กับเซลล์โฟโตโวลตาอิกทดลอง 3 (มีระบบระบายความร้อนโดยการพ่นน้ำลงบนแผงด้วยอัตราการไหล 4 ลิตรต่อนาที)
4. เปรียบเทียบระหว่างเซลล์โฟโตโวลตาอิกชุดควบคุม กับเซลล์โฟโตโวลตาอิกทดลอง 4 (มีระบบระบายความร้อนโดยการพ่นน้ำลงบนแผงด้วยอัตราการไหล 3 ลิตรต่อนาทีและมีแผ่นสะท้อนรังสีอาทิตย์)
5. เปรียบเทียบระหว่างเซลล์โฟโตโวลตาอิกชุดควบคุม กับเซลล์โฟโตโวลตาอิกทดลอง 5 (มีระบบระบายความร้อนโดยการพ่นน้ำลงบนแผงด้วยอัตราการไหล 4 ลิตรต่อนาทีและมีแผ่นสะท้อนรังสีอาทิตย์)

3.4 เครื่องมือวัดที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

1. มัลติมิเตอร์ (Multimeter)



รูปที่ 3.8 มัลติมิเตอร์ UNI-T UT33A

มัลติมิเตอร์รุ่น UNI-T UT33A สำหรับวัดค่ากระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้า ค่าความคลาดเคลื่อนในการวัดกระแสไฟฟ้า $\pm 1\%$ ค่าความคลาดเคลื่อนในการวัดแรงดันไฟฟ้า $\pm 0.8\%$ [26]

2. เครื่องมือวัดค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ (ไพรานอมิเตอร์)



รูปที่ 3.9 ไพรานอมิเตอร์สำหรับวัดค่าความเข้มรังสีอาทิตย์

ไพรานอมิเตอร์ยี่ห้อ KIPP&ZONEN รุ่น CM-11 สำหรับวัดค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ (วัดต่อตารางเมตร) มีค่าความไว (sensitivity) 5.24×10^{-6} โวลต์/วัตต์เมตร² [27] โดยจะวางในทิศทางเดียวกับแผงโฟโตโวลตาอิกคือทิศใต้และเอียงทำมุมเดียวกับแผงโฟโตโวลตาอิก

3. สายเทอร์โมคัปเปิล



รูปที่ 3.10 สายเทอร์โมคัปเปิล ชนิด K

สายเทอร์โมคัปเปิลใช้สำหรับวัดอุณหภูมิบริเวณผิวหน้าของแผงโฟโตโวลตาอิกและใช้วัดอุณหภูมิน้ำเข้าและน้ำออกรวมถึงใช้วัดอุณหภูมิสิ่งแวดล้อม โดยสายเทอร์โมคัปเปิลมีความคลาดเคลื่อน $\pm 0.05\%$

4. ดาต้าล็อกเกอร์ (Data logger)



รูปที่ 3.11 ดาต้าล็อกเกอร์

สำหรับการบันทึกผลข้อมูลของอุณหภูมิของแผงโฟโตโวลตาอิกและอุณหภูมิน้ำเข้าและอุณหภูมิน้ำออก จะใช้ดาต้าล็อกเกอร์ยี่ห้อ Yokogawa รุ่น DX1000 ซึ่งมีช่องรับสัญญาณทั้งหมด 30 ช่อง

5. แคลมป์มิเตอร์(Digital Clamp Meter)



รูปที่ 3.12 แคลมป์มิเตอร์

แคลมป์มิเตอร์รุ่น UNI-T UT-201 สำหรับวัดค่ากำลังไฟฟ้าของเครื่องสูบน้ำ ค่าความคลาดเคลื่อนในการวัดกระแสไฟฟ้า $\pm 1.5\%$ ค่าความคลาดเคลื่อนในการวัดแรงดันไฟฟ้า $\pm 0.8\%$ [28]

6. อัตราการไหลของน้ำ

ในการวัดอัตราการไหลของน้ำที่ไหลผ่านผิวหน้าของแผงโฟโตโวลตาอิก สามารถวัดได้โดยการวัดปริมาตรของน้ำที่ไหลผ่านผิวหน้าแผงโฟโตโวลตาอิกเนื่องจากแรงโน้มถ่วงในเวลา 1 นาที ซึ่งจะทำให้ทราบว่าหัวพ่นน้ำสามารถพ่นน้ำด้วยอัตราการไหลเท่าไร