

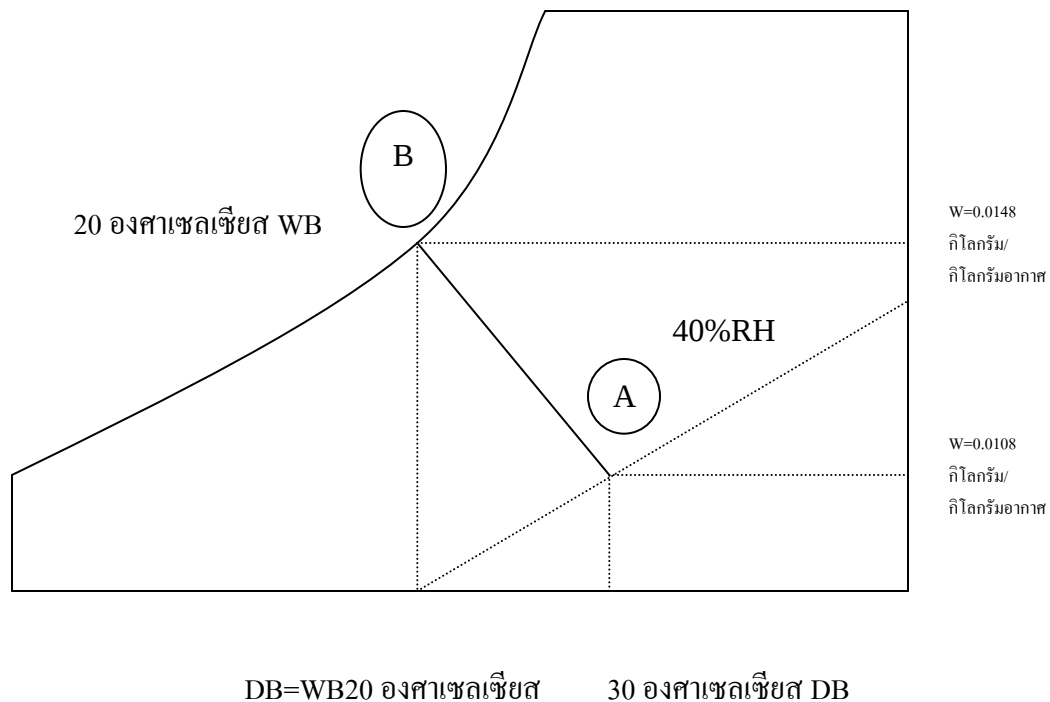
บทที่ 4

ขั้นตอนการดำเนินงาน

4.1 การคำนวณและการออกแบบ

4.1.1 การคำนวณ

4.1.1.1 ปริมาณน้ำที่ทำให้อากาศอิ่มตัว



รูปที่ 4.1 ลักษณะของระบบ Direct Evaporative Cooling บนแผนภูมิPsychrometricจากการออกแบบ

จากแผนภูมิไซโครเมตริก

ที่สภาวะ A อุณหภูมิ DB 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 40 % จะได้

อุณหภูมิ WB=DB = 20 องศาเซลเซียส

อัตราส่วนความชื้น $W_a = 0.0108$ กิโลกรัม/กิโลกรัมอากาศ

ที่สภาวะ B เป็นจุดอิ่มตัวคงที่

อุณหภูมิ DB = 20 องศาเซลเซียส

อัตราส่วนความชื้น $W_b = 0.0148$ กิโลกรัม/กิโลกรัมอากาศ

$$\begin{aligned}
 \text{ปริมาณน้ำที่ทำให้อากาศอิ่มตัว} &= W_b - W_a \\
 &= 0.0148 - 0.0108 \\
 &= 0.0040 \text{ กิโลกรัม/กิโลกรัมอากาศ}
 \end{aligned}$$

4.1.1.2 พื้นที่ แผงรับน้ำ

$$A_{\text{pad}} = \frac{V}{1.27}$$

โดย

$$\begin{aligned}
 V &= \text{ปริมาตรอากาศ, ลูกบาศก์เมตร/วินาที โดยพัดลมดูดอากาศ 0.2499 ลูกบาศก์เมตร/วินาที} \\
 1.27 &= \text{ค่าคงที่ปริมาตรอากาศ, ลูกบาศก์เมตร/ตารางเมตร.วินาที}
 \end{aligned}$$

พื้นที่ แผงรับน้ำ

$$\text{พื้นที่แผงรับน้ำ} = \frac{0.2499}{1.27} = 0.196 \text{ ตารางเมตร}$$

4.1.1.3 ประสิทธิภาพของการทำความเย็นแบบระเหย

$$\varepsilon = \frac{T_{\text{db},1} - T_{\text{db},2}}{T_{\text{db},1} - T_{\text{wb},1}}$$

เมื่อ	ε	= ประสิทธิภาพของการทำความเย็นแบบระเหย
	$T_{\text{db},1}$	= อุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศทางเข้า, องศาเซลเซียส
	$T_{\text{db},2}$	= อุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศทางออก, องศาเซลเซียส
	$T_{\text{wb},1}$	= อุณหภูมิกระเปาะเปียกของอากาศทางเข้า, องศาเซลเซียส
	$T_{\text{wb},2}$	= อุณหภูมิกระเปาะเปียกของอากาศออก, องศาเซลเซียส

ประสิทธิภาพของการทำความเย็นแบบระเหย

$$\varepsilon = \left(\frac{30 - 25.5}{30 - 25} \right) \times 100 = 90\%$$

4.1.2 การออกแบบ

การออกแบบเครื่องทำความเย็นแบบระเหยเพื่อใช้ดักอากาศเก็บรักษาดอกกล้วยไม้ ดังแสดงในรูปที่ 4.2 ซึ่งได้นำหลักการทำความเย็นแบบระเหย มาศึกษา โดยออกแบบให้สะดวก ต่อการเคลื่อนย้ายมีส่วนประกอบต่างๆต่อไปนี้

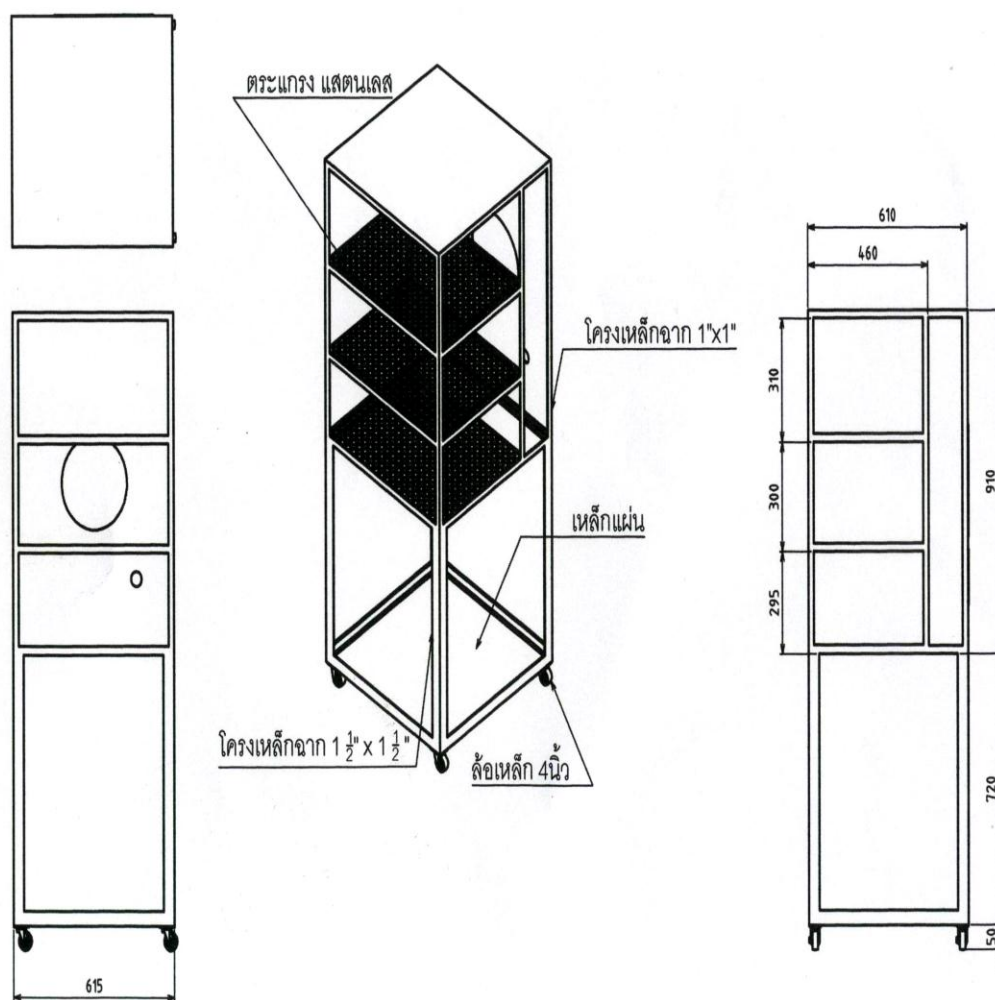
4.1.2.1 แผงซับน้ำ ทำจากเยื่อเซลลูโลส มีขนาด 0.54 ตารางเมตร หนา 15 เซนติเมตร ครอบด้วยกรอบพลาสติก ภายในวางท่อทางด้านบนเจาะรู ห่างกันรูละ 5 เซนติเมตร เพื่อปล่อยน้ำ ยึดแผงซับน้ำ กับโครงเหล็กด้วยซิลิโคนอีกด้านหนึ่งยึดติดตั้งกะสียาว 45 เซนติเมตรเพื่อการถ่ายเทความร้อนทางตรง

4.1.2.2 โครงเหล็ก ทำจากเหล็กฉาก ภายในแบ่งเป็น 3 ชั้น มีขนาด กว้าง 61 เซนติเมตร ยาว 64 เซนติเมตร สูง 168 เซนติเมตร บุปิดด้วยสังกะสียึดพัดลมดูดอากาศและแผง wet pad cooling และมีบานพับประตูเปิด 1 ด้าน และที่ฐานมีล้อเหล็ก

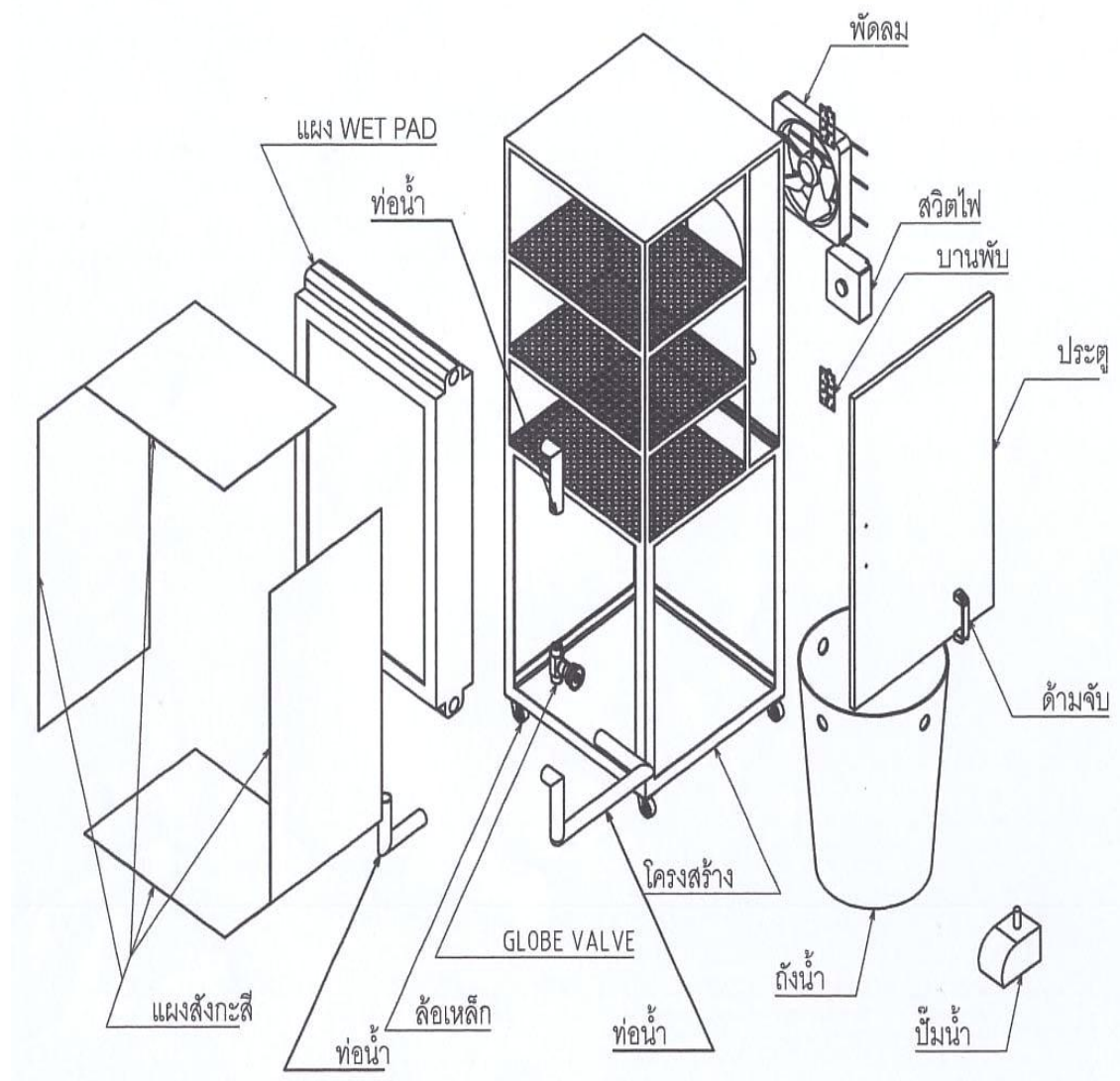
4.1.2.3 พัดลมดูดอากาศยี่ห้อผั่งด้านตรงข้ามแผงซับน้ำ ขนาด 50 เซริตซ์ 32 วัตต์ 1135 รอบต่อนาที ปริมาณการดูดอากาศ 529.5 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที มีขนาดกว้าง 30 เซนติเมตร ยาว 30 เซนติเมตร มีแผงสวิทช์ควบคุมเปิดปิด

4.1.2.4 ถังในการไหลเวียนน้ำทำจากพลาสติกมีความจุ 22 แกลลอน มีความสูง 60 เซนติเมตรทำการเจาะรูน้ำเข้าและและน้ำออกในการไหลเวียนของน้ำ

4.1.2.5 บั้มแบบจุ่มน้ำมีขนาด 80 วัตต์ Head 2.5 เมตร อัตราการไหล 47 ลิตร/นาที ทำการติดตั้งในถังเพื่อใช้ไหลเวียนน้ำและต่อเข้ากับสายยางและ globe valve สามารถปรับอัตราการไหลของน้ำได้



รูปที่ 4.2 รายละเอียดโครงเครื่องทำความเย็นแบบระเหย



รูปที่ 4.3 ภาพ 3 มิติส่วนประกอบของเครื่องทำความเย็นระบบระเหย

4.2 การก่อสร้างเครื่องทำความเย็นแบบระเหยเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาดอกกล้วยไม้

เมื่อออกแบบ เครื่องทำความเย็นแบบระเหยเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาดอกไม้ เรียบร้อยแล้วจึงดำเนินการก่อสร้างซึ่งได้ผลออกมาตามรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.4 แผงจับน้ำ



รูปที่ 4.5 โครงเหล็ก



รูปที่ 4.6 พัดลมดูดอากาศ



รูปที่ 4.7 ถังในการไหลเวียนน้ำ



รูปที่ 4.8 ปั๊มแบบจุ่ม



รูปที่ 4.9 เครื่องทำความเย็นแบบระเหยเมื่อก่อสร้างเสร็จสมบูรณ์

4.3 การจัดเตรียมการทดลอง

4.3.1 อุปกรณ์การทดลอง

- เครื่องบันทึกข้อมูล (Data logger) FLUKE HYDRA, 2620 A INPUT MODULE เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการบันทึกค่าอุณหภูมิที่จุดต่างๆ โดยต้องต่อกับสาย Thermocouple
- สาย Thermocouple Type K เป็นอุปกรณ์ที่ใช้วัดค่าอุณหภูมิโดยต่อเข้ากับเครื่อง บันทึกข้อมูล
- เครื่องวัดความเร็วลม Kanomax Anemometer Model - 6631 เป็นอุปกรณ์วัดความเร็วลมที่พัดลมดูดอากาศในการทดสอบ
- เครื่องวัดความชื้น (Thermo-Hygrometer Electrotronic) DIGICON TH-03 เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดความชื้นภายในเครื่องทำความเย็นระบบระเหย
- เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer) เป็นอุปกรณ์วัดอุณหภูมิ ณ จุดต่างๆที่ทำการทดสอบ
- โกลบวาล์ว (Globe Valve) ใช้ในการวัดอัตราการไหลของน้ำ
- บีกเกอร์ (Beaker) ขนาด 1 ลิตรใช้ในการวัดอัตราการไหลของน้ำ
- นาฬิกาจับเวลา (Watch) ใช้ในการวัดอัตราการไหลของน้ำ
- ตู้เย็น (Refrigerator) ขนาด 200 วัตต์ 220 โวลท์ 50 เฮิร์ตซ์
- กล้อง Sumsung Digimax 201

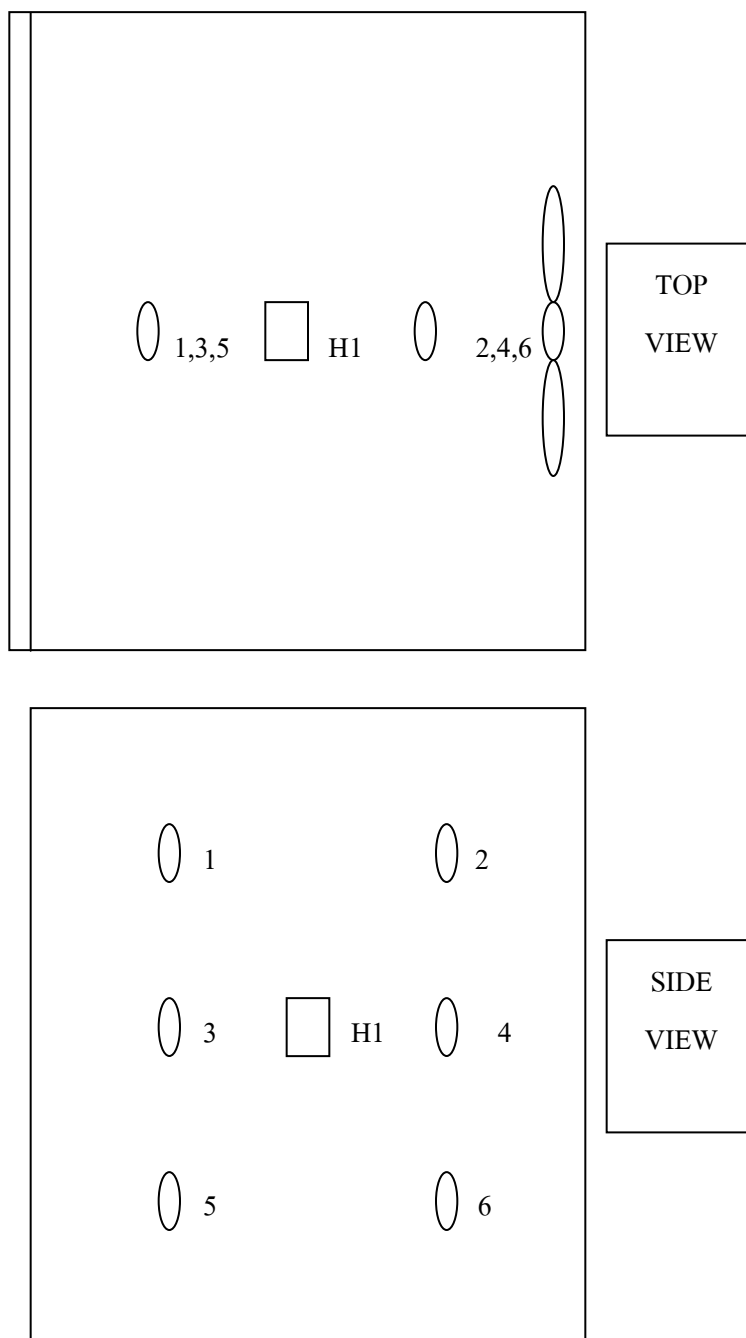
4.3.2 การทดลอง แบ่งออกเป็น 4 ตอน

ตอนที่ 1 เป็นการทดสอบของเครื่องทำความเย็นแบบระเหย โดยการทดสอบการกระจายอุณหภูมิและอุณหภูมิภายในถังหมุนเวียนน้ำที่ใช้ทดสอบรวมถึงความชื้นที่เกิดขึ้น ที่อุณหภูมิ น้ำปกติ โดยทำการทดสอบ ที่สภาพอากาศภายนอกเครื่องทำความเย็นระบบระเหยต่างกัน 4 ครั้ง ดังนี้

1. ทำการวัดอุณหภูมิ ความชื้นของอากาศภายนอกระบบทำความเย็นแบบระเหยก่อนทำการเปิดเครื่อง
2. กำหนดความเร็วลมของพัดลมดูดอากาศ ค่าใดค่าหนึ่ง เพื่อใช้วัดค่าการกระจายอุณหภูมิ
3. วัดอุณหภูมิในเครื่องทำความเย็นแบบระเหยโดยใช้ Thermocouple Type K (T1, T2, T3, T4, T5 และ T6) ต่อเข้ากับ Data logger และใช้ Thermo-Hygrometer Electrotronic (H1) ดังแสดงในรูปที่ 4.11 วัดความชื้นตั้งแต่อัตราการไหลที่ 0 ลิตร/นาที่ เพิ่มครั้งละ 1 ลิตร/นาที่ จนถึง 20 ลิตร/นาที่
4. นำ Thermocouple Type K วัดอุณหภูมิในถังที่มีกรไหลเวียนน้ำ ทำการอ่านค่า ตั้งแต่อัตราการไหลที่ 0 ลิตร/นาที่ เพิ่มครั้งละ 1 ลิตร/นาที่จนถึง 20 ลิตร/นาที่

5. ทำการปรับอัตราการไหลตั้งแต่ 0 ลิตร/นาที่เพิ่มครั้งละ 1 ลิตร/นาที่ จนถึง 20 ลิตร/นาที่ โดยค่อยปรับ Globe Valve ปล่อยน้ำลง Beaker และจับเวลาจนได้อัตราการไหลที่ต้องการ แล้วจึงปล่อยน้ำเข้าระบบทำความเย็นแบบระเหย

6. บันทึกผล



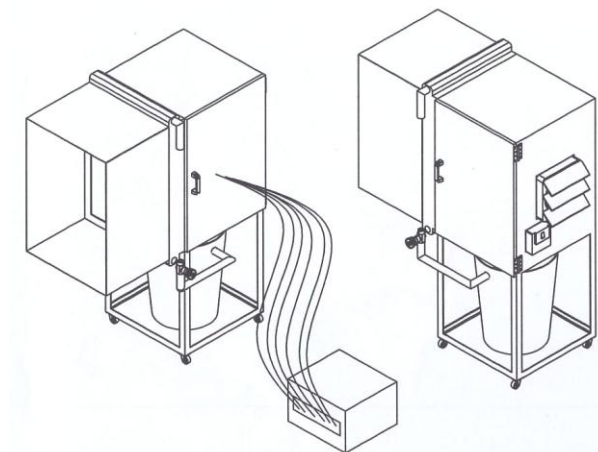
รูปที่ 4.10 ตำแหน่งที่ทำการวัดค่า อุณหภูมิและความชื้น ในเครื่องทำความเย็นระบบระเหย

ตอนที่2 เป็นการทดสอบเครื่องทำความเย็นแบบระเหย โดยการทดสอบการกระจายอุณหภูมิและความชื้น วัดอุณหภูมิในน้ำภายในถังน้ำ ที่เกิดขึ้น โดยบันทึกผลทุกๆ 3 นาที จนถึง 60 นาที ที่สภาพอากาศภายนอกเครื่องทำความเย็นระบบระเหยต่างกัน 4 วันที่มีการเปลี่ยนสภาพอากาศ ดังนี้

1. ทำการวัดอุณหภูมิความชื้นของอากาศภายนอกระบบทำความเย็นแบบระเหยก่อนทำการเปิดเครื่อง
2. กำหนดความเร็วลมของพัดลมดูดอากาศที่ 4.5 m/s เพื่อใช้ในการวัดค่าการกระจายอุณหภูมิ
3. วัดอุณหภูมิในเครื่องทำความเย็นแบบระเหยโดยใช้ Thermocouple Type K (T1, T2, T3, T4, T5 และ T6) ต่อเข้ากับ Data logger และใช้ Thermo-Hygrometer Electrotronic (H1) ทำการวัดความชื้นที่อัตราการไหล 0 ลิตร/นาที่ ดังแสดงในรูปที่ 4.11
4. กำหนดค่าอัตราการไหลของน้ำที่ 13 ลิตร/นาที่ เนื่องจากเป็นสภาวะที่เหมาะสมจากการวัดอุณหภูมิและความชื้นจากการปรับอัตราการไหล ตั้งแต่ 0-20 ลิตร/นาที่ ที่น้ำปกติ
5. ทำการลดอุณหภูมิในถังน้ำโดยใส่น้ำแข็ง 0.3 กิโลกรัมลงในถังเครื่องทำความเย็นแบบระเหย
6. วัดอุณหภูมิในเครื่องทำความเย็นแบบระเหยโดยใช้ Thermocouple Type K ต่อเข้ากับ Data logger และใช้ Thermo-Hygrometer Electrotronic ทำการวัดความชื้น
7. นำ Thermocouple Type K วัดอุณหภูมิในถังที่มีการไหลเวียนน้ำ ทำการอ่านค่า ที่อัตราการไหล 13 ลิตร/นาที่
8. บันทึกผล ทุก 3 นาทีจนถึง 60 นาที

ตอนที่3 หาประสิทธิภาพอะไดบาติกของเครื่องทำความเย็นระบบระเหย

1. ทำการวัดอุณหภูมิความชื้นของอากาศภายนอกระบบทำความเย็นแบบระเหยก่อนทำการเปิดเครื่อง
2. กำหนดความเร็วลมของพัดลมดูดอากาศ ที่ 4.5 m/s ใช้ในการวัดค่าการกระจายอุณหภูมิ
3. ทำการปรับอัตราการไหลของน้ำที่ 13 ลิตร/นาที่ เพื่อให้ น้ำท่วมแผงชบน้ำและลดอุณหภูมิรวดเร็ว
4. เมื่ออุณหภูมิเข้าสู่สภาวะคงที่นำ Thermometer กระเปาะแห้งวัดอุณหภูมิอากาศก่อนเข้าเครื่องทำความเย็นแบบระเหยและวัดอุณหภูมิที่บริเวณหลังพัดลมดูดอากาศทางลมที่ดูดอากาศออกภายนอก หลังจากนั้นนำ Thermometer กระเปาะเปียกวัดอากาศก่อนเข้าเครื่องทำความเย็นแบบระเหย
5. นำข้อมูลที่ได้คำนวณหาประสิทธิภาพในการทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นแบบระเหย



รูปที่ 4.11 การติดตั้งเครื่องมือในการทดลอง

ตอนที่ 4 การทดลองเพื่อตรวจสอบการยืดอายุการเก็บรักษาดอกไม้ โดยเลือกดอกกล้วยไม้เป็นดอกตัวอย่าง ในการทดสอบเก็บรักษา การทดสอบมี 2 ส่วนคือ

ส่วนที่ 1 การตรวจสอบดอกกล้วยไม้ในระบบทำความเย็นแบบระเหย ซึ่งมีวิธีการตรวจสอบดังนี้

- กำหนดความเร็วลมของพัดลมดูดอากาศ ที่ 4.5 m/s เพื่อใช้ในการวัดค่าการกระจายอุณหภูมิ

- ตั้งแต่อัตราการไหลที่ 13 ลิตร/นาที่และใช้ดอกกล้วยไม้ที่หลังการตัดมาทดสอบจำนวน 18 ดอก หลังจากนั้น ทำการแบ่งดอกกล้วยไม้เป็น 2 พวก คือแบบเปียกและแบบแห้ง แบบเปียกคือจะใส่น้ำในถุงพลาสติกแล้วรัดยางไว้ที่โคนช่อจำนวน 9 ช่อ แบบแห้งจะไม่แช่น้ำจำนวน 9 ช่อ และทำเครื่องหมายแต่ละช่อ โดยแต่ละช่อจะทำเครื่องหมายดอกตัวอย่างโดยเลือกดอกกกลางช่อ

- แบ่งช่อดอกกล้วยไม้แบบเปียกในชั้นที่ 1 ถึง 3 ชั้นละ 3 ช่อ แบ่งช่อดอกกล้วยไม้แบบแห้ง ชั้นที่ 1 ถึง 3 ชั้นละ 3 ช่อ

- ทำการบันทึกภาพในแต่ละวันจำนวน 10 วัน

ส่วนที่ 2 การตรวจสอบดอกกล้วยไม้ในระบบทำความเย็นทั่วไป ซึ่งมีวิธีการตรวจสอบดังนี้

- ใช้ดอกกล้วยไม้ที่หลังการตัดมาทดสอบจำนวน 6 ดอก และทำการแบ่งดอกกล้วยไม้เป็น 2 พวก คือแบบเปียกและแบบแห้ง แบบเปียกคือจะใส่น้ำในถุงพลาสติกแล้วรัดยางไว้ที่โคนช่อจำนวน 3 ช่อ แบบแห้งจะไม่แช่น้ำจำนวน 3 ช่อ ทำเครื่องหมายแต่ละช่อโดยแต่ละช่อจะทำเครื่องหมายดอกตัวอย่างโดยเลือกดอกกกลางช่อ แบ่งช่อดอกกล้วยไม้แบบเปียก 3 ช่อ แบ่งช่อดอกกล้วยไม้แบบแห้ง 3 ช่อ ในระบบทำความเย็นทั่วไป และทำการบันทึกภาพในแต่ละวันจำนวน 10 วัน

