บทที่ 3วิธีดำเนินงานวิจัย

ในการวิจัยการศึกษาสมรรถนะปล่องกังหันลมสำหรับผลิตกระแสไฟฟ้ามีขั้นตอนในการดำเนินงานดังต่อไปนี้

3.1 ขั้นตอนการวางแผนงานการดำเนินงาน

3.2 การออกแบบและดำเนินการสร้าง

3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

3.4 วิธีเก็บรวบรวมข้อมูลการทดลอง

3.1 ขั้นตอนการวางแผนการดำเนินงาน

การศึกษาสมรรถนะปล่องกังหันลมสำหรับผลิตกระแสไฟฟ้า มีวิธีการดำเนินการวิจัยดังนี้

1. กำหนดวัตถุประสงค์ ขอบเขตการวิจัย และระยะเวลาในการดำเนินงาน เพื่อเป็นแนวทางในการปฏิบัติงานเรื่องการศึกษาสมรรถนะปล่องกังหันลมสำหรับผลิตกระแสไฟฟ้า

2. ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปล่องกังหันลมจากสื่อต่าง ๆ เช่น ตำรา อินเตอร์เน็ต และผลงานวิจัยในอดีตที่ผ่านมา

3. สำรวจความเร็วลมในแต่ละสถานที่ เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานที่จะใช้ในการออกแบบการศึกษาสมรรถนะปล่องกังหันลมสำหรับผลิตกระแสไฟฟ้า

4. ออกแบบปล่องกังหันลมและใบพัดกังหันลม ตามรูปแบบที่ได้ทำการค้นคว้า และดำเนินการสร้างปล่องรูปทรงกระบอกและปล่องรูปทรงกรวย

5. ออกแบบและสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับตามทฤษฎีของไมเคิลฟาราเดย์และนำเครื่องกำเนิดไฟฟ้าไปทดสอบเพื่อให้ทราบถึงประสิทธิภาพในการผลิตกระแสไฟฟ้า

6. ติดตั้งชิ้นส่วนและอุปกรณ์ต่าง ๆ อันประกอบด้วย ปล่องกังหันลม ใบพัดกังหันลม เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ชุดหางเสือควบคุมทิศทาง และนำไปติดตั้งในสถานที่ที่ได้กำหนดไว้

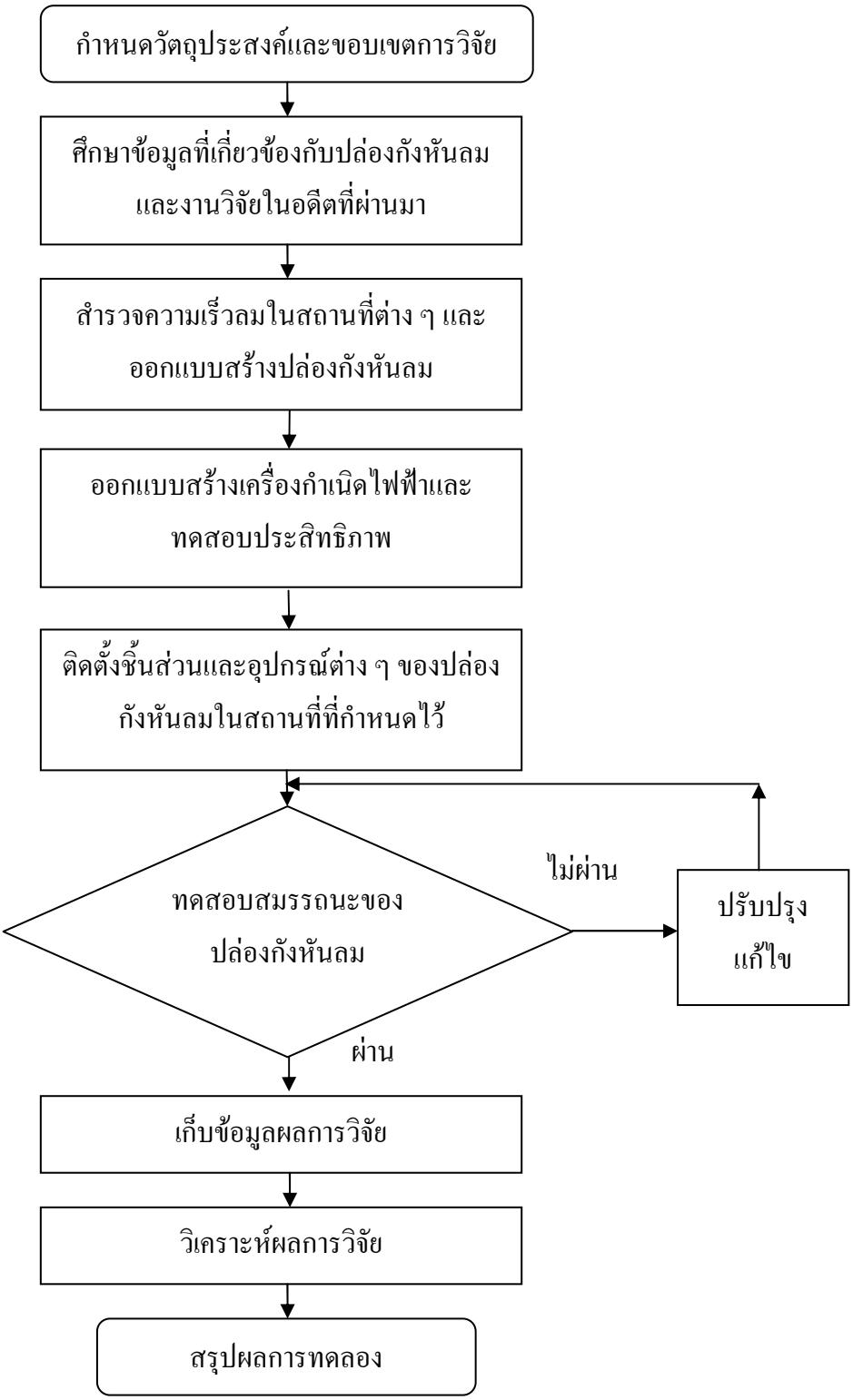
7. ทดสอบสมรรถนะปล่องกังหันลมระหว่างปล่องกังหันลมทรงกระบอกและปล่องกังหันลมทรงกรวย โดยศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างระดับความสูงของช่องรับลมเข้าที่มีผลต่ออัตราการเพิ่มความเร็วลมภายในปล่องและการผลิตกระแสไฟฟ้าในแต่ละวัน

8. เก็บข้อมูลผลการวิจัย

9. วิเคราะห์ผลการวิจัย

10. จัดทำบทสรุปผลการทดลอง

ขั้นตอนการวางแผนการดำเนินงาน



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการวางแผนการดำเนินงาน

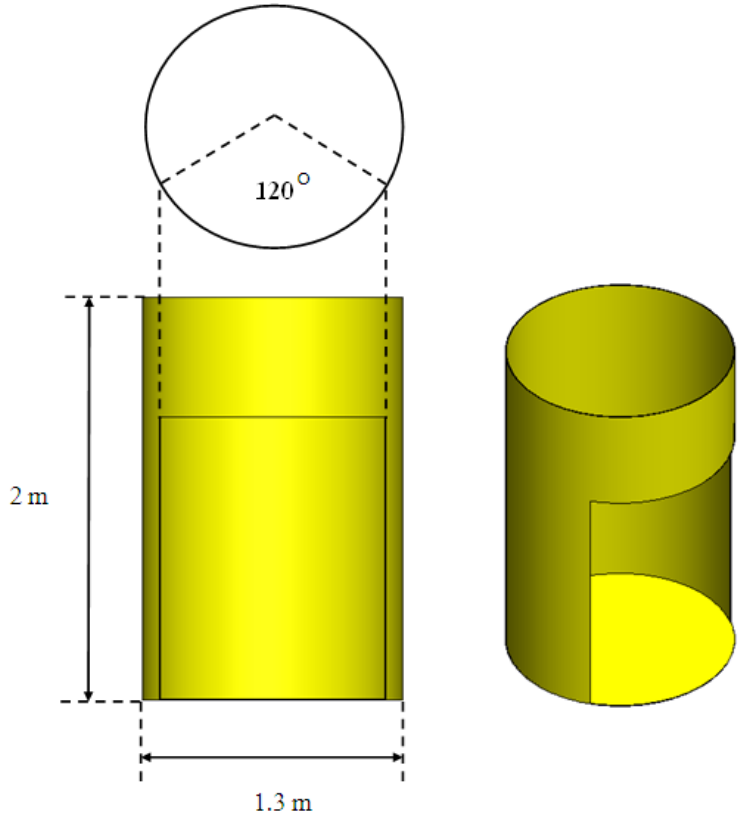
3.2 การออกแบบและดำเนินการสร้าง

3.2.1 ออกแบบและดำเนินการสร้างปล่องกังหันลม 2 รูปทรง

ในการศึกษาสมรรถนะปล่องกังหันลมจะต้องทำการเปรียบเทียบปล่องในแต่ละรูปทรงภายใต้เงื่อนไขเดียวกัน ดังนั้นจึงได้ทำการออกแบบปล่องด้วยกัน 2 รูปทรง คือปล่องรูปทรงกระบอกและปล่องรูปทรงกรวย ซึ่งปล่องทั้งสองรูปทรงจะมีช่องทางออกของลมอยู่ด้านบนเหมือนกัน และมีปริมาตรที่เท่ากัน

3.2.1.1 ออกแบบปล่องทรงกระบอก

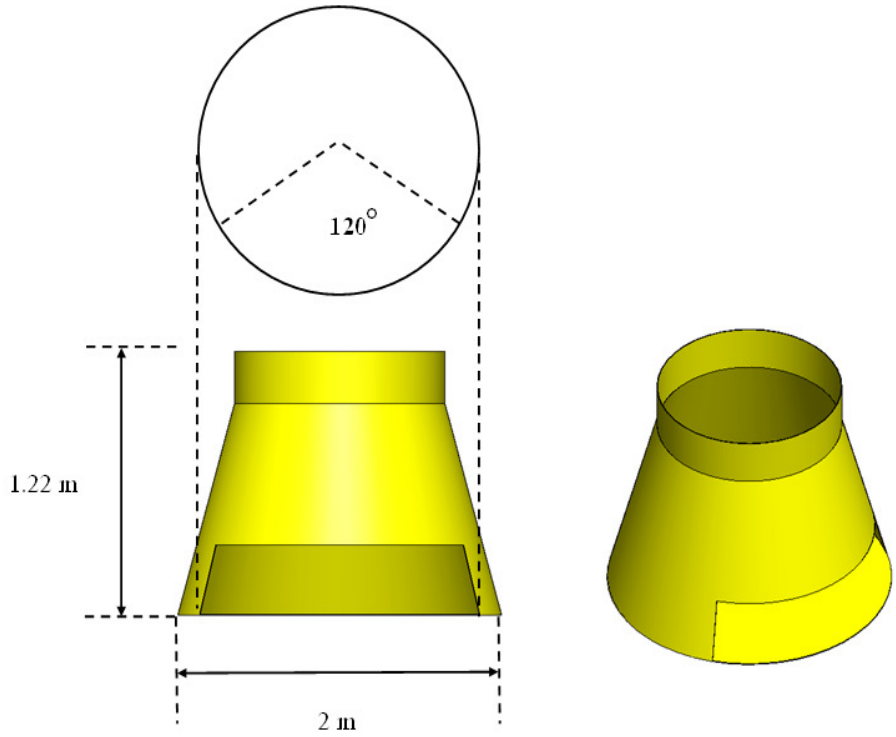
ปล่องทรงกระบอกที่ใช้ในการทดลอง กำหนดให้ปล่องมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.30 m. มีความสูง 2 m. และด้านข้างของปล่องเปิดช่องรับลมเข้าทำมุม120°



รูปที่ 3.2 ปล่องรูปทรงกระบอก

3.2.1.2 ออกแบบปล่องทรงกรวย

ปล่องทรงกรวยที่ใช้ในการทดลองกำหนดให้ปล่องมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางด้านบน1.30 m.เส้นผ่านศูนย์กลางด้านล่าง 2 m. มีความสูง 1.22 m. และด้านข้างของปล่องเปิดช่องรับลมเข้าทำมุม120°

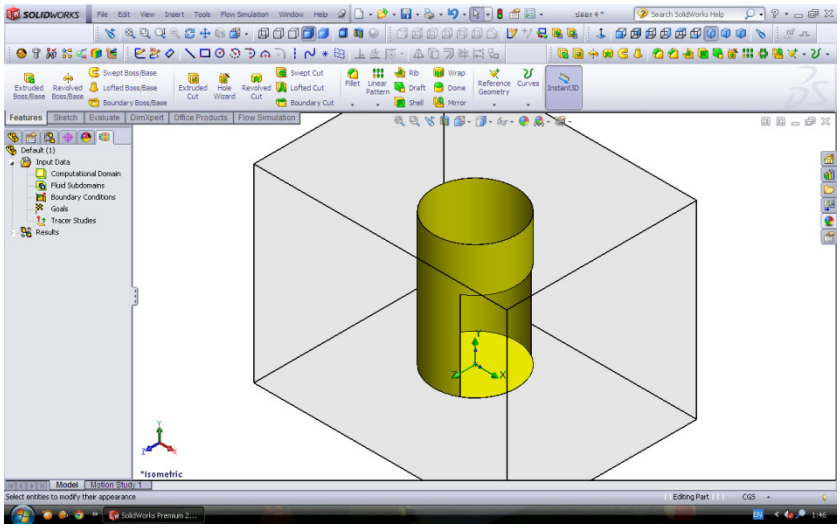


รูปที่ 3.3 ปล่องรูปทรงกรวย

3.2.2 การจำลองปล่องด้วยโปรแกรมทางคณิตศาสตร์ Solidworks Flow Simulation

3.2.2.1 การจำลองปล่องทรงกระบอก

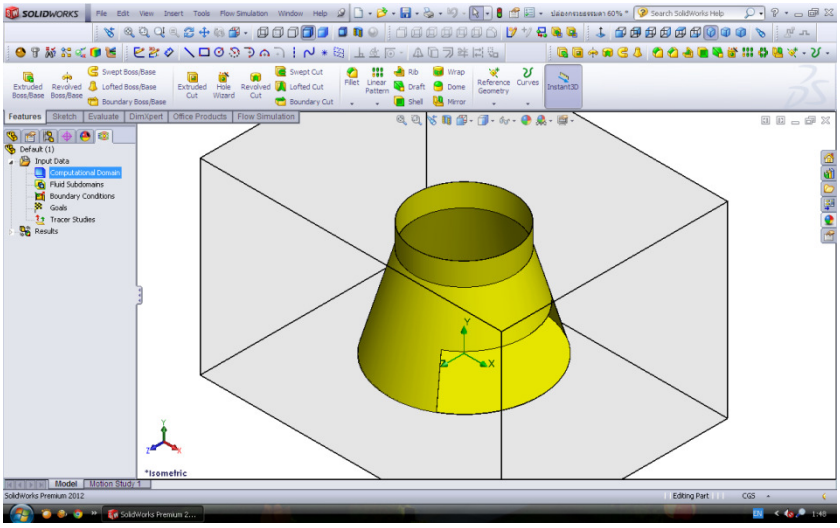
เพื่อทำการหาขนาดช่องเปิดรับลมเข้าที่มีความเหมาะสมและส่งผลทำให้ความเร็วลมที่ออกจากปล่องมีความเร็วลมเพิ่มขึ้น ทำการจำลองทิศทางการเคลื่อนที่ความเร็วลมตามแนวแกน X ด้วยระดับความเร็วลม 2, 3, 4, 5, 6, 7 และ 8m/s ตามลำดับ จำลองที่ระดับความสูงช่องรับลมเข้า 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90และ 100 เปอร์เซ็นต์ของความสูงปล่อง ตามลำดับ



รูปที่ 3.4 การจำลองปล่องทรงกระบอกด้วยโปรแกรม Solidworks Flow Simulation

3.2.2.2 การจำลองปล่องทรงกรวย

เพื่อทำการหาขนาดช่องเปิดรับลมเข้าที่มีความเหมาะสมและส่งผลทำให้ความเร็วลมที่ออกจากปล่องมีความเร็วลมเพิ่มขึ้น ทำการจำลองทิศทางการเคลื่อนที่ความเร็วลมตามแนวแกน Xด้วยระดับความเร็วลม 2, 3, 4, 5, 6, 7 และ 8 m/s ตามลำดับ จำลองที่ระดับความสูงช่องรับลมเข้า10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 และ 100 เปอร์เซ็นต์ของความสูงปล่อง ตามลำดับ



รูปที่3.5 การจำลองปล่องทรงกรวยด้วยโปรแกรม Solidworks Flow Simulation

3.2.3 ออกแบบสร้างใบพัดกังหันด้วยทฤษฎีสามเหลี่ยมความเร็ว

การออกแบบสร้างใบกังหันจะต้องออกแบบ 2 ส่วนด้วยกัน คือใบพัดปรับทิศทางลม(Fixed Blades) และใบพัดที่เคลื่อนที่(Moving Blades) วัสดุที่นำมาใช้จะเป็นแผ่นอลูมิเนียม มีน้ำหนักเบา และมีความแข็งแรง มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

3.2.3.1 ใบพัดปรับทิศทางลมพับทำมุมทางเข้า $\phi = 20^{o}$

รูปที่ 3.6 ใบพัดปรับทิศทางลมทำมุม 20°

รูปที่ 3.7 ใบพัดปรับทิศทางลมจำนวน 24 ใบ

3.2.3.2 ใบพัดที่เคลื่อนที่พับมุมทางออก $\gamma = 20^{o}$

รูปที่ 3.8 ใบพัดที่เคลื่อนที่ทำมุม20°

รูปที่ 3.9 ใบพัดที่เคลื่อนที่จำนวน 12 ใบ

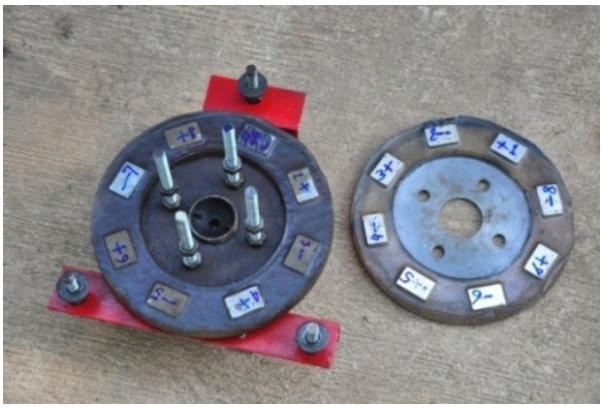
3.2.4 ออกแบบสร้างเครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้า

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนแปลงพลังงานกลมาเป็นพลังงานไฟฟ้าโดยอาศัยการเหนี่ยวนำของแม่เหล็กตามหลักการของ ไมเคิลฟาราเดย์ คือการเคลื่อนที่ของขดลวดตัวนำผ่านสนามแม่เหล็กหรือการเคลื่อนที่แม่เหล็กผ่านขดลวดตัวนำจะทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นในขดลวดตัวนำนั้นโดยทั่วไปแล้วเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนคือส่วนที่เรียกว่าโรเตอร์(Rotor) และสเตเตอร์(Stator) การควบคุมแรงดันไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสามารถกระทำได้โดยการปรับความเข้มของสนามแม่เหล็กที่โรเตอร์สร้างขึ้นด้วยการปรับกระแสไฟฟ้าตรงที่ป้อนให้กับโรเตอร์ส่วนความถี่ของไฟฟ้าที่ผลิตขึ้นอยู่กับปัจจัย 2 อย่าง คือความเร็วรอบที่โรเตอร์หมุน และจำนวนขั้วแม่เหล็กไฟฟ้าที่สร้างขึ้นบนโรเตอร์ ซึ่งในการออกแบบสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะต้องกำหนดตัวแปรที่สำคัญดังนี้

1. เป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เพส
2. กำลังไฟฟ้า 200W
3. ความเร็วรอบที่ทำงาน250 rpm
4. แรงดันไฟฟ้าสูงกว่า 12 V
5. จำนวนขั้วแม่เหล็ก 16 ขั้ว
6. จำนวนขดลวด 6 ขด

3.2.4.1 ออกแบบชุดโรเตอร์

การออกแบบชุดโรเตอร์สำหรับการสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในงานวิจัยนี้ ได้กำหนดให้ชุดแท่งแม่เหล็ก เป็นชุดโรเตอร์หมุนไปพร้อมกับแกนเพลาและใบพัด ซึ่งใช้แม่เหล็กถาวรนีโอไดเมี่ยม NdFeB (Neodymium) ขนาด 40 mm × 25mm × 10mm มีความเข้มของสนามแม่เหล็ก 0.4 wb/m^2 จำนวนขั้วแม่เหล็ก 8 คู่ วางในแนวเส้นรอบวงกลม 30 cmและแม่เหล็กแต่ละแท่งทำมุมกัน 45°



รูปที่ 3.10 ชุดโรเตอร์

3.2.4.2 ออกแบบชุดสเตเตอร์

ชุดสเตเตอร์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในงานวิจัยครั้งนี้ ชุดสเตเตอร์เป็นชุดที่ยึดติดกับตัวโครงสร้างของตัวกังหันลมไม่ได้หมุนตามชุดใบพัด และชุดสเตเตอร์เป็นชุดที่ติดตั้งของชุดขดลวดทองแดงซึ่งมีการต่อขดลวดแบบ 3 เฟส รวมขดลวดทั้งหมด 6 ขด แต่ละขดวางทำมุม60° ในแนวเส้นรอบวงกลมที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 cm โดยอาศัยความสัมพันธ์ในสมการที่ 2.26 , 2.27 , 2.29และข้อกำหนดในกรออกแบบข้างต้นในการใช้งาน เพื่อที่ต้องการจะประจุไฟฟ้าให้กับแบตเตอรี่ขนาด 12V ดังนั้นในการออกแบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะต้องมีแรงเคลื่อนที่สูงกว่า 12 V

จากสมการที่ 2.29 $E_{peak} = 1.56E_{ave}$

แทนค่า $E_{peak} = 1.56(12)$

$E_{peak} = 18.7$

ดังนั้นในการคำนวณหาค่าต่าง ๆ ต้องหาแรงเคลื่อนที่ประมาณ 18 V เนื่องจาก พิกัดกำลังไฟฟ้า 200Wดังนั้นต้องเลือกขนาดลวดทองแดง เบอร์ 16 ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.40×10^{-3}m และสามารถทนกระแสได้ 6 A

จากสมการที่ 2.27 $V_i = \frac{2\pi R_i S}{60}$

แทนค่า $V_i = \frac{2\times 3.14\times\left(\frac{1.40\times10^{3}}{2}\right)}{60}\times 250$

$V_i = 0.036\text{m/s}$

จากสมการที่ 2.26 $E_{av} = B_i l V_i$

$l = \frac{E}{B_i V_i}$

แทนค่า $l = \frac{18}{(0.4\times2\times8)\times0.036}$

$l = 78.125$ m

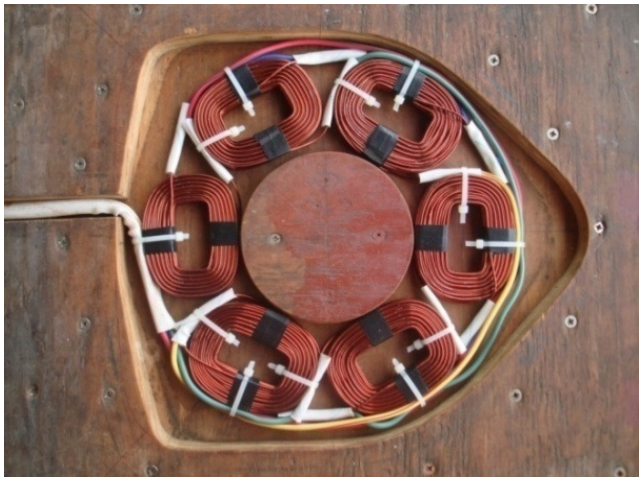
แต่เนื่องจากขดลวดมีทั้งหมด 6 ขด ดังนั้นความยาวของขดลวดในแต่ละขดเท่ากับ 13.021m. ดังนั้นถ้ากำหนดให้ในการพันขดลวดรัศมีของขดลวดเท่ากับ 0.0254 m. จะได้ว่า

ความยาวเส้นรอบวง 1 รอบ $= 2\pi r$

แทนค่า $= \frac{13.021}{2 \times \pi \times 0.0254}$

ความยาวเส้นรอบวง = 81.58 รอบ

ดังนั้นจำนวนรอบของขดลวดในการพันแต่ละขด จะเท่ากับ 82 รอบ



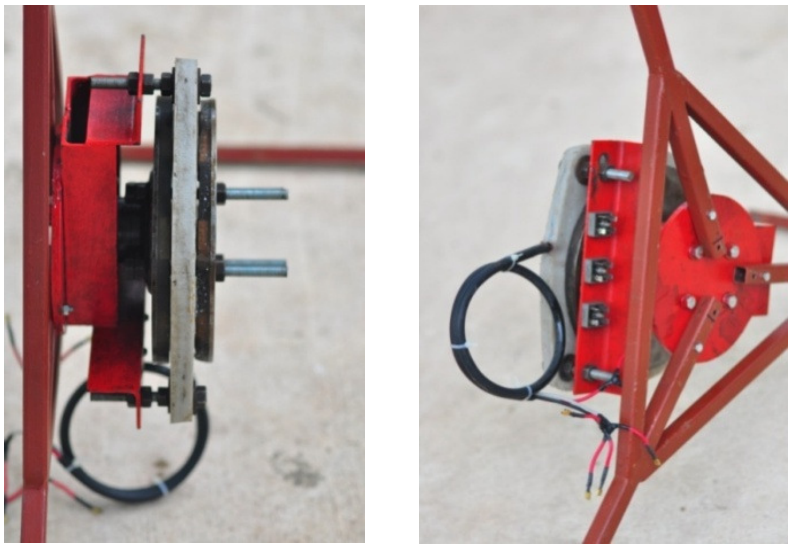
รูปที่ 3.11 การต่อวงจรชุดขดลวดชุดสเตเตอร์

รูปที่ 3.12 หล่อเรซิ่นขดลวดชุดสเตเตอร์

3.2.4.3 ประกอบชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

เครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีส่วนประกอบที่สำคัญด้วยกัน 2 ส่วน คือ ชุดโรเตอร์ (Rotor) กับ ชุดสเตเตอร์ (Stator) ในการที่จะประกอบทั้งสองส่วนเข้าด้วยกันนั้น มีความจำเป็นที่จะต้องสร้างโครงสร้างขึ้นมาอีกหนึ่งชิ้น เพื่อที่จะจับยึดระหว่างชุดโรเตอร์กับชุดสเตเตอร์เข้าด้วยกัน โดยที่ชุดโรเตอร์จะสามารถหมุนไปพร้อมกับแกนเพลาและชุดสเตเตอร์ยังคงอยู่กับที่ ส่วนแกนเพลาที่นำมาใช้นั้นเป็นแกนเพลา

ล้อหน้าของรถยนต์ ซึ่งชิ้นส่วนทั้งหมดจะประกอบเข้าด้วยกันโดยใช้สตัดที่มีความยาวพอสมควรจับยึดระหว่างชุดโรเตอร์ตัวหน้าชุดโรเตอร์ตัวหลังและใบพัด จากนั้นทำการปรับตั้งระยะห่างระหว่างชุดโรเตอร์กับสเตเตอร์ให้มีความเหมาะสมและสามารถหมุนได้คล่องไม่ติดขัด



รูปที่ 3.13 โครงสร้างที่ใช้ยึดชุดโรเตอร์กับชุดสเตเตอร์เข้าด้วยกัน

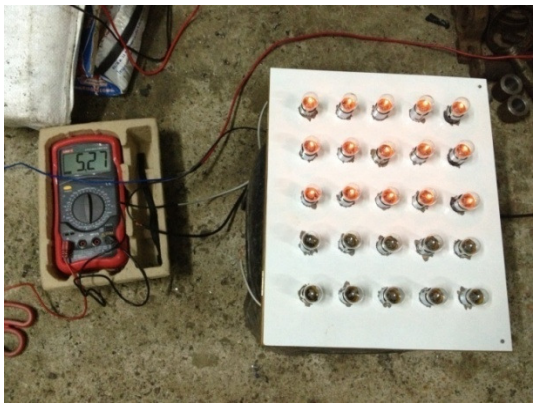
3.2.4.4 ทดสอบการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าโดยไม่ต่อโหลด

วิธีการทดสอบการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จะทำการทดสอบกับเครื่องกลึงที่สามารถปรับความเร็วรอบได้ และทำการบันทึกผลค่าต่าง ๆ เช่น ค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้า ค่ากระแสไฟฟ้า ค่ากำลังไฟฟ้า และค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าของแบตเตอรี่ โดยไม่มีการต่อโหลดหรืออุปกรณ์ใด ๆ ทั้งสิ้น ดังนั้นในการทดสอบที่ความเร็วรอบต่าง ๆ จำนวนความเร็วรอบที่ต้องทำวัดคือ 70, 100, 150, 200, 250, 300 และ 350 rpm ตามลำดับ

รูปที่ 3.14 การทดสอบการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าโดยไม่ต่อโหลด

3.2.4.5 การทดสอบการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าโดยต่อโหลด

วิธีการทดสอบการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จะทำการทดสอบบนเครื่องกลึงที่สามารถปรับความเร็วรอบได้ และทำการบันทึกผลค่าต่าง ๆ เช่น ค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้า ค่ากระแสไฟฟ้า ค่ากำลังไฟฟ้า และค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าของแบตเตอรี่ในขณะที่มีการต่อโหลด คือการต่อโหลดด้วยหลอดไฟฟ้าขนาด 50, 100, 150, 200 W ดังนั้นในการทดสอบที่ความเร็วรอบต่าง ๆ จำนวนความเร็วรอบที่ต้องทำวัดคือ 70, 100, 150, 200, 250, 300 และ 350 rpm ตามลำดับ

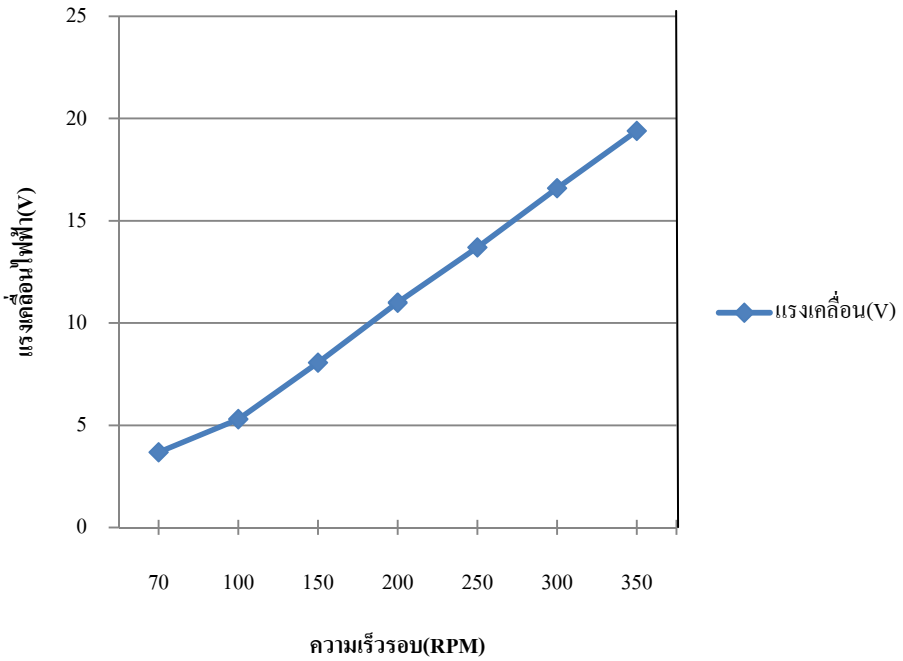


รูปที่ 3.15 การทดสอบการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าโดยต่อโหลด

3.2.5 ผลการทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

การทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เนื่องจากชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะผลิตแรงเคลื่อนไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้า โดยค่าต่าง ๆ นี้จะแปลผันไปตามความเร็วลม ทำให้ข้อมูลที่ต้องการจะทำการวัดมีค่าที่ไม่คงที่และไม่แน่นอน ดังนั้นการที่ศึกษาถึงสมรรถนะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จะต้องมีการทดสอบที่ความเร็วคงที่ จึงได้ทำการติดตั้งชุดเครื่องกำเนิดฟ้าเข้ากับชุดเครื่องกลึงโลหะซึ่งสามารถปรับความเร็วรอบได้ ซึ่งจากการทดลองจะปรับความเร็วรอบของเครื่องกลึงที่ความเร็วรอบคือ 70, 100, 150, 200, 250, 300, และ 350 rpm ตามลำดับ หลังจากนั้นจะทำการวัดแรงเคลื่อนไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้า ซึ่งผลที่ได้มีดังนี้

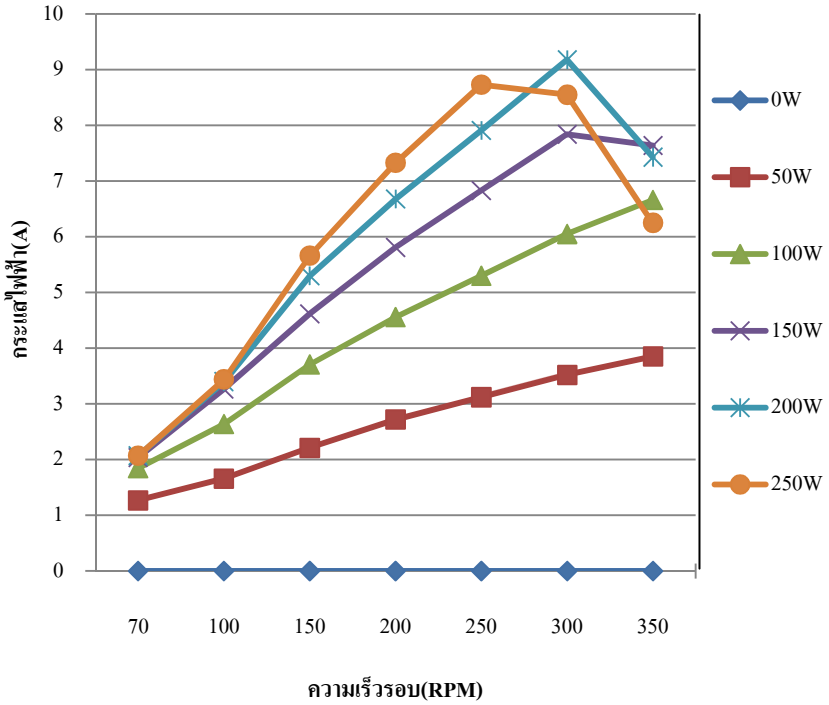
3.2.5.1 การทดสอบแรงเคลื่อนไฟฟ้า



รูปที่ 3.16 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบกับการเปลี่ยนแปลงแรงเคลื่อนไฟฟ้า

จากรูปที่ 3.16 แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบกับการเปลี่ยนแปลงแรงเคลื่อนไฟฟ้าของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า การทดลองที่ความเร็วรอบ 70, 100, 150, 200, 250, 300, และ 350 rpm สามารถทำการวัดค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าได้ 3.68, 5.30, 8.06, 11.0, 13.7, 16.6 และ 19.4 V ตามลำดับ จากการทดลองจะเห็นว่าเมื่อความเร็วรอบสูงขึ้นจะทำให้แรงเคลื่อนไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้นไปด้วย การที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะสามารถประจุไฟฟ้าเข้าแบตเตอรี่ได้นั้นจะต้องมีความเร็วรอบที่ประมาณ 250 rpm

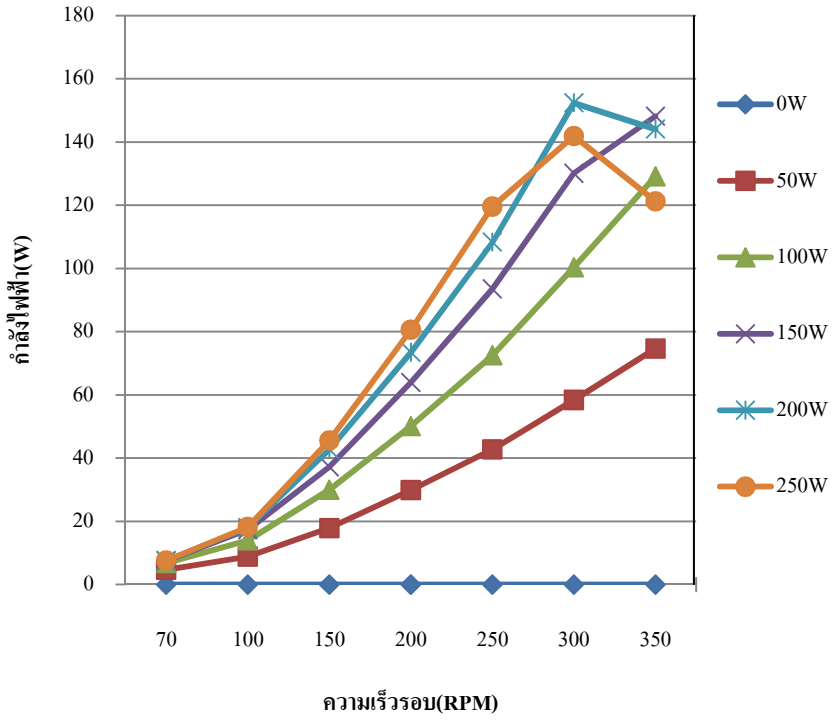
3.2.5.2 การทดสอบกระแสไฟฟ้า



รูปที่ 3.17 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบกับการเปลี่ยนแปลงกระแสไฟฟ้า

จากรูปที่ 3.17 แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบกับการเปลี่ยนแปลงกระแสไฟฟ้าของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ทดลองที่ความเร็วรอบ 70, 100, 150, 200, 250, 300, และ 350 rpm พบว่าในขณะที่ไม่มีโหลดและที่ทุกความเร็วรอบ ค่ากระแสไฟฟ้ามีค่าเท่ากับศูนย์ และจากการทดลองใส่โหลดที่ 50, 100, 150,200 และ 250 W พิจารณาจากการทดลองใส่โหลด 100 W จะได้ค่ากระแสไฟฟ้าที่ 1.85, 2.64, 3.71, 4.56, 5.30, 6.05 และ 6.66A ตามลำดับความเร็วรอบ จากการทดลองจะเห็นว่าเมื่อทำการต่อโหลดเข้ากับวงจรและความเร็วรอบจะทำให้กระแสไฟฟ้าสูงขึ้นไปด้วย

3.2.5.3 การทดสอบกำลังไฟฟ้า



รูปที่ 3.18 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบกับการเปลี่ยนแปลงกำลังไฟฟ้า

จากรูปที่ 3.18 แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบกับการเปลี่ยนแปลงกำลังไฟฟ้าของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ทดลองที่ความเร็วรอบ 70, 100, 150, 200, 250, 300, และ 350 rpm พบว่าในขณะที่ไม่มีโหลดและที่ทุกความเร็วรอบ ค่ากำลังไฟฟ้ามีค่าเท่ากับศูนย์ และจากการทดลองใส่โหลดที่ 50 , 100 , 150 ,200 และ 250W จากการทดลองใส่โหลด 50W จะได้ค่ากำลังไฟฟ้าที่ 4.67, 8.80, 17.80, 29.92, 42.75, 58.43 และ 74.70Wตามลำดับความเร็วรอบ จากการทดลองจะเห็นว่าเมื่อทำการต่อโหลดเข้ากับวงจรและความเร็วรอบจะทำให้กำลังไฟฟ้าสูงขึ้นไปด้วย กล่าวคือ ทดลองใส่โหลด 200W จะได้ค่ากำลังไฟฟ้าที่ 7.62, 18.02, 42.72, 73.48, 108.36, 152.40 และ 144.14W

3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาสมรรถนะปล่องกังหันลมสำหรับผลิตกระแสไฟฟ้า มีดังนี้

3.3.1 เครื่องวัดอุณหภูมิและความเร็วลม

รูปที่ 3.19 เครื่องวัดอุณหภูมิและความเร็วลม

3.3.2 เครื่องวัดความเร็วลม Anemometer

รูปที่ 3.20 เครื่องวัดความเร็วลม Anemometer

3.3.3 เครื่องมัลติมิเตอร์

รูปที่ 3.21 เครื่องมัลติมิเตอร์

3.3.4 เครื่องวัดความเร็วรอบ

รูปที่ 3.22 เครื่องวัดความเร็วรอบ

3.4 วิธีเก็บรวบรวมข้อมูลการทดลอง

วิธีเก็บรวบรวมข้อมูลการศึกษาสมรรถนะปล่องกังหันลมสำหรับผลิตกระแสไฟฟ้า จะทำการวิเคราะห์ผลการจำลองด้วยโปรแกรมการจำลองทางคณิตศาสตร์เปรียบเทียบกับผลการทดลองติดตั้งปล่องกังหันลมในสถานที่จริง เพื่อเป็นการศึกษาถึงประสิทธิภาพของโปรแกรมการจำลองทางคณิตศาสตร์และจะนำมาใช้ในการออกแบบครั้งต่อไป เมื่อได้รูปแบบปล่องที่มีความเหมาะสม จะทำการติดตั้งอุปกรณ์ทั้งหมด อันประกอบไปด้วย ใบพัดกังหันลม เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ชุดหางเสือควบคุมทิศทาง และดำเนินการเก็บผลการผลิตกระแสไฟฟ้าของปล่องกังหันลมสำหรับผลิตกระแสไฟฟ้า ขั้นตอนในการเก็บรวมรวมข้อมูลทั้งหมดจะมีดังนี้

1. ติดตั้งเครื่องวัดความเร็วลม เครื่องวัดอุณหภูมิอากาศ เครื่องวัดความชื้นในอากาศ เพื่อทำการวิเคราะห์ผลในแต่ละวัน

2. ติดตั้งเทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิภายในปล่อง

3. วัดความเร็วลมภายในปล่องด้วยเครื่องวัดความเร็วลมแบบ Hotwire

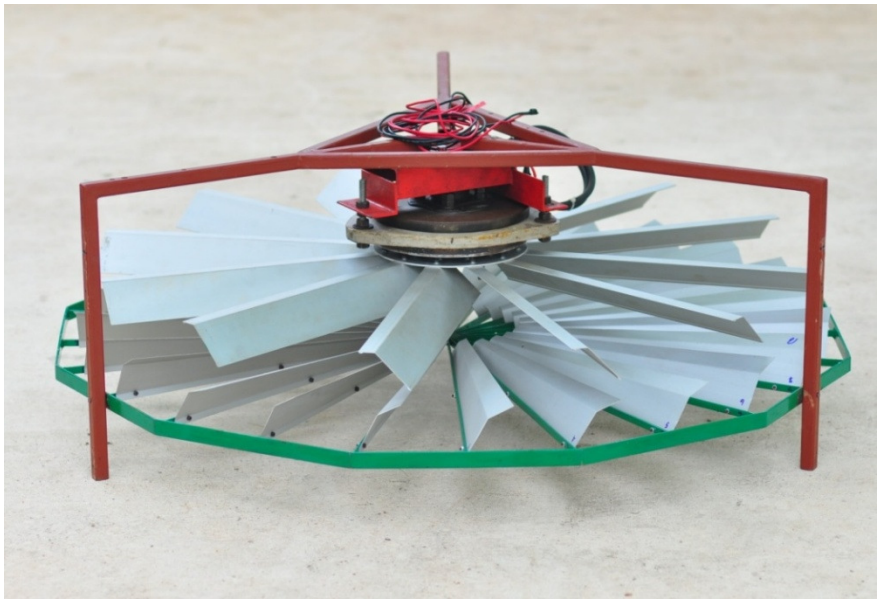
4. ติดตั้งเครื่องวัดค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้า

5. ในการทดลองหาขนาดช่องเปิดรับลมที่เหมาะสม จะเริ่มดำเนินการโดยในช่วงระยะเดือนมีนาคมถึงเมษายน ซึ่งเป็นช่วงที่ประเทศไทยมีกำลังลมแรง จะทำการบันทึกผลทุก ๆ 3 วัน คาดว่าจะใช้เวลาในการทดลอง 2เดือน

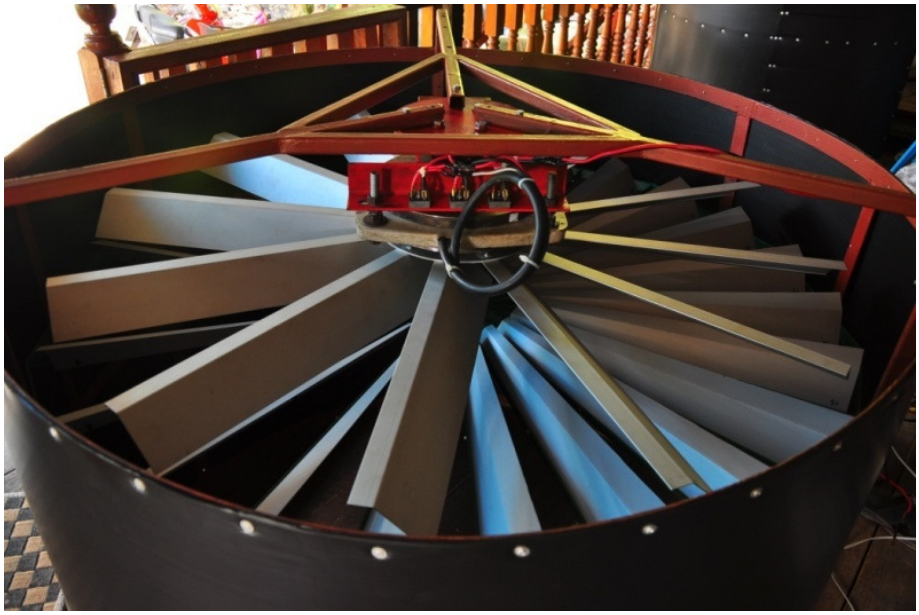
6. บันทึกค่า ค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้า ค่ากระแสไฟฟ้า ค่ากำลังไฟฟ้าที่ได้จากการทดลองในแต่ละวันมาทำการคำนวณเปรียบเทียบหาความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของช่องรับลมเข้าและอัตราการเพิ่มความเร็วลมของปล่องกังหันลม

รูปที่ 3.23 ปล่องทรงกระบอก

รูปที่ 3.24 ปล่องทรงกรวย



รูปที่ 3.25 ทำการประกอบชุดใบพัดเข้ากับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า



รูปที่ 3.26 ทำการประกอบชุดใบพัดเข้ากับปล่อง

รูปที่ 3.27 บริเวณภายในปล่องกังหันลม

รูปที่ 3.28 วิธีการเก็บผลการทดลอง

รูปที่ 3.29 การศึกษาสมรรถนะปล่องกังหันลมสำหรับผลิตกระแสไฟฟ้า