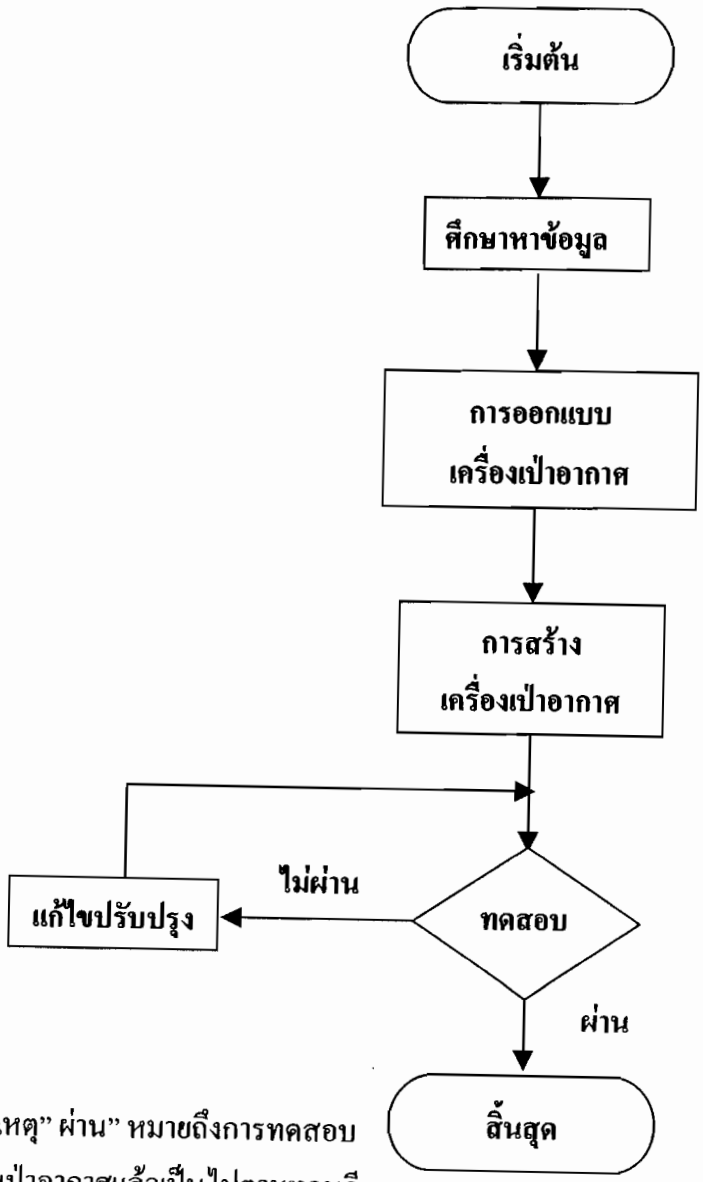
บทที่ 3

การออกแบบและวิธีการดำเนินงาน

เครื่องเป่าอากาศมีการออกแบบและวิธีการดำเนินงานดังนี้ เพื่อให้การดำเนินการเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพสามารถเรียงลำดับการออกแบบและวิธีการดำเนินงานดังรูปที่ 3.1 ต่อไปนี้



หมายเหตุ" ผ่าน" หมายถึงการทดสอบเครื่องเป่าอากาศแล้วเป็นไปตามทฤษฎี

รูปที่ 3.1 วิธีการดำเนินงาน

3.1 การศึกษาหาข้อมูล

การศึกษาทฤษฎีและข้อมูลขั้นต้นที่เกี่ยวกับการทำโครงงาน เป็นข้อมูลเกี่ยวกับการทำงานของเครื่องเป่าอากาศ โดยเป็นเครื่องที่ทำงานด้วยการบังคับให้อากาศหมุนเข้าไปในตัวเรือนพัดลมในลักษณะดูดเข้าไปตามแนวแกน จากนั้นเหวี่ยงออกตามแนวใบของพัดลม เป็นผลทำให้เกิดเป็นมวลอากาศหมุนที่ก่อให้เกิดความดันในการเคลื่อนกระแสอากาศ พัดลมชนิดนี้จะบังคับกระแสอากาศไม่ให้กระจายและไปในทิศทางที่ต้องการ ตัวเรือนของพัดลมแบบนี้ จึงมีความสำคัญในการออกแบบ

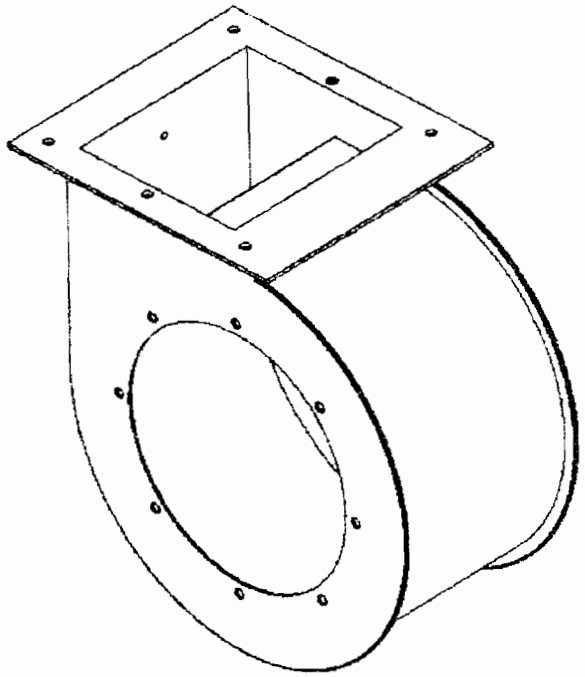
โดยทั่วไป คุณลักษณะในการผลิตกระแสอากาศของพัดลมแบบแรงเหวี่ยงขึ้นอยู่กับวงใบพัด โดยขนาดเส้นผ่าศูนย์เล็กแต่กว้าง ให้ปริมาตรของก๊าซมากที่ความดันสถิตย์ต่ำ (ความเร็วจำเพาะสูง) ขณะที่ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโต แต่แคบ ให้ปริมาตรก๊าซน้อยที่ความดันสถิตย์ค่อนข้างสูง (ความเร็วจำเพาะต่ำ) สำหรับรูปแบบใบพัดที่ง่ายที่สุด คือ ใบพัดตรงตามแนวรัศมี แต่เพื่อจะเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน และความเหมาะสมในการประยุกต์ใช้ในหลาย ๆ กรณี ได้มีการออกแบบรูปแบบใบพัดเป็นหลากหลายลักษณะ คือ ชนิดใบเว้าตามแนวรัศมี, ใบตรงเอียงไปด้านหลัง, ใบโค้งหลัง, ใบแอร์ฟอยส์โค้งหลัง, ใบปลายโค้งและใบโค้งหน้า

3.2 การเลือกเครื่องเป่าอากาศ

การเลือกใช้เครื่องเป่าอากาศที่นำมาสร้างเป็นชุดทดลองได้มีการพัฒนามาจากเครื่องเป่าอากาศขนาดใหญ่ ในโรงงานอุตสาหกรรม

เพราะว่าพัดลมส่วนใหญ่มีการออกแบบที่ดงที่และใช้งานอย่างมีประสิทธิผลมากที่สุดที่ความเร็วออกแบบค่าเดียว โดยมีมอเตอร์แบบเหนี่ยวนำชนิดกรงกระรอก ความเร็วเดียว (Single-speed Squirrel-cage Induction Motor) เป็นตัวขับหลักดั้งเดิมที่ยอมรับกันโดยทั่วไป เนื่องจากมอเตอร์ชนิดกรงกระรอก มีราคาไม่แพง มีความน่าเชื่อถือมาก ต้องการบำรุงรักษาต่ำและโดยมากสามารถต่อเข้ากับเพลาล้อของพัดลมได้โดยตรง เป็นผลให้กลไกการขับพัดลมมีความง่ายอย่างมาก จากเหตุผลเหล่านี้ มอเตอร์แบบเหนี่ยวนำชนิดกรงกระรอกจึงยังคงเป็นตัวขับพัดลมที่ใช้เป็นหลักในทุกวันนี้

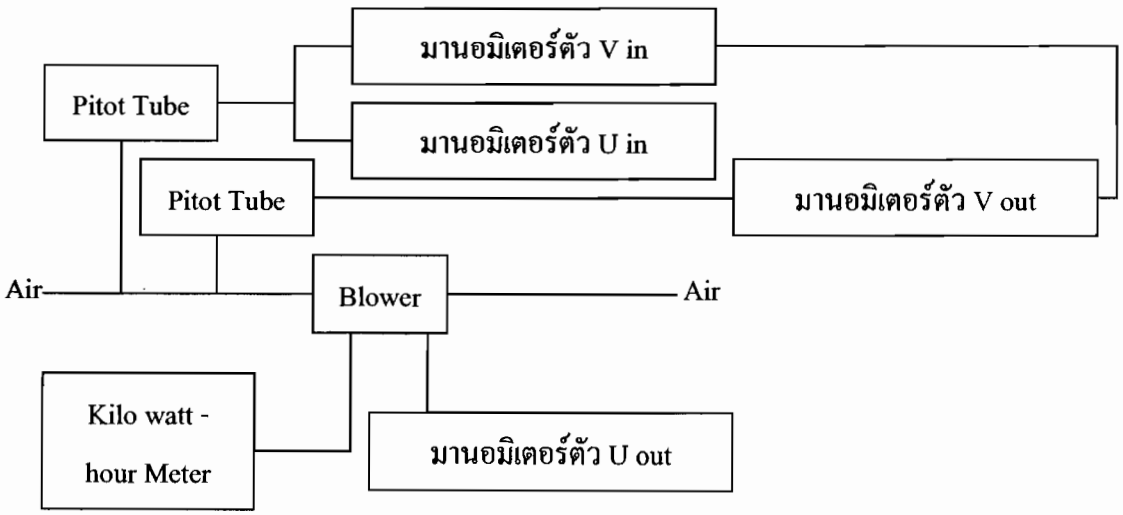
ซึ่งในปัจจุบันได้มีการพัฒนาและออกแบบให้เหมาะสมกับการใช้งานในปัจจุบัน ดังนั้นจึงได้มีการสร้างชุดทดลองขึ้นมา โดยเลือกใช้พัดลมแบบแรงเหวี่ยง ชนิดใบพัดโค้งหน้า



รูปที่ 3.2 ตัวเรือนพัดลม

3.3 โครงสร้างทำงานของชุดทดลอง

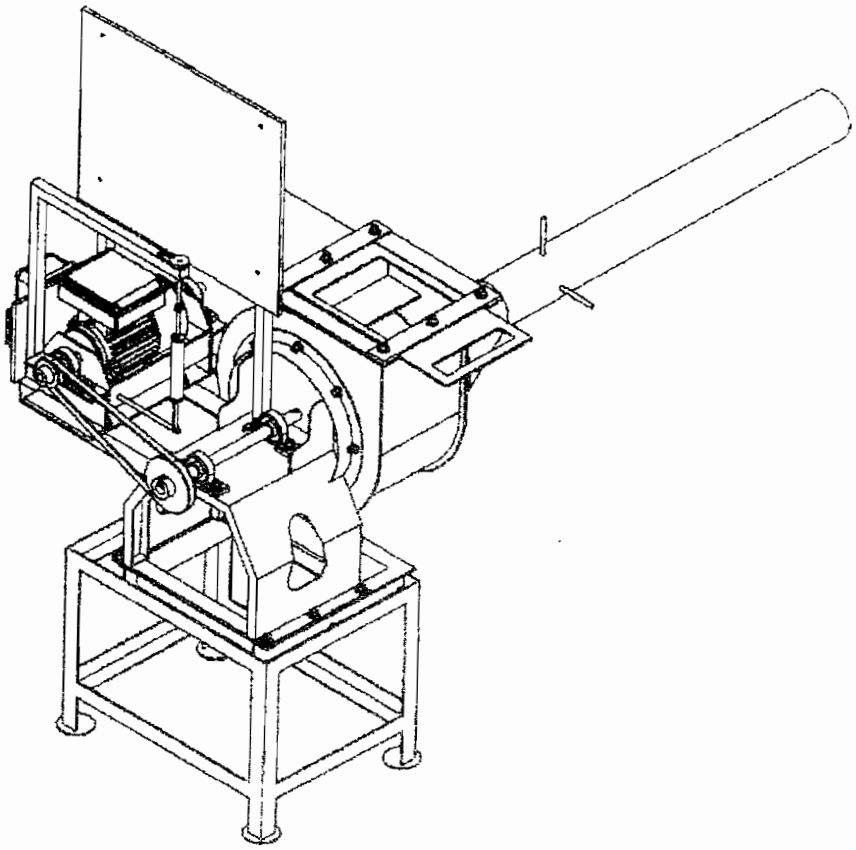
โครงสร้างการทำงานของชุดทดลองเครื่องเป่าอากาศ มีทั้งแบบใช้มอเตอร์ขับตรง (direct drive) หรืออาจใช้สายพานขับบนมูเล่ อีกทีหนึ่ง (belt drive) ถ้าเป็นชุดทดลองขนาดใหญ่จะขับโดยกังหันไอน้ำหรือกังหันก๊าซ เป็นต้น



รูปที่ 3.3 แสดงอุปกรณ์การทำงานของชุดทดลองเครื่องเป่าอากาศ

3.4 การออกแบบชุดทดลอง

ในการที่จะนำมาใช้เพื่อให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสมนั้นจะต้องได้รับการออกแบบอย่างรอบคอบ โดยต้องพิจารณาถึงปัจจัยพื้นฐานในการออกแบบชุดทดลองเครื่องเป่าอากาศนั้น เพื่อที่จะนำชุดทดลองเครื่องเป่าอากาศมาใช้ในด้านการศึกษาหาประสิทธิภาพของเครื่องเป่าอากาศ และทำให้สามารถเลือกไปใช้งานได้ตรงตามความต้องการและมีประสิทธิภาพ และสำหรับแบบโครงสร้างเครื่องเป่าอากาศจะอยู่ในภาคผนวก ก



รูปที่ 3.4 โครงสร้างชุดทดลองเครื่องเป่าอากาศ

3.4.1 การหาขนาดของมอเตอร์ไฟฟ้า

ในการหาขนาดแรงของมอเตอร์ที่มาขับเครื่องเป่าอากาศซึ่งมีการคำนวณค่าดังนี้ การคำนวณเกี่ยวกับอัตราส่วนความเร็ว

เพลาขับหมุนล้อขับด้วยความเร็วรอบ 1,400 (rpm) ซึ่งล้อขับมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 นิ้ว (50.8 มม.) และล้อตามมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 8 นิ้ว (203.2 มม.) ซึ่งมีขนาดเป็น 4 เท่า ของล้อขับ ถ้าความเร็วรอบของล้อขับเท่ากับ 1,400 (rpm)

$$\frac{\text{ความเร็วรอบของล้อขับ}}{\text{ความเร็วรอบของล้อตาม}} = \frac{\text{เส้นผ่าศูนย์กลางของล้อตาม}}{\text{เส้นผ่าศูนย์กลางของล้อขับ}}$$

ดังนั้น $\frac{1{,}400\ (\text{rpm})}{X\ (\text{rpm})} = \frac{8\ \text{in}}{2\ \text{in}}$

$X = 350\ (\text{rpm}($

อัตราส่วนความเร็ว $= \frac{\text{ความเร็วรอบของล้อขับ}}{\text{ความเร็วรอบของล้อตาม}}$

$= \frac{1{,}400\ (\text{rpm})}{350\ (\text{rpm})}$

$= 4 : 1$

จากสูตร $P = \frac{2\pi nm}{60}$

P = กำลังของมอเตอร์ (Watt)

τ = โมเมนต์บิด (N.m)

n = ความเร็วรอบที่ใช้ (rpm)

กำหนดให้ รัศมีของมือหมุน $r = 0.1016$ (m)

แรงที่ใช้ขับสายพาน $F = 7.848$ (N)

ดังนั้น $P = \frac{2\pi\,(0.1016 \times 7.848)\,350}{60}$

$= 29.225$ (Watt)

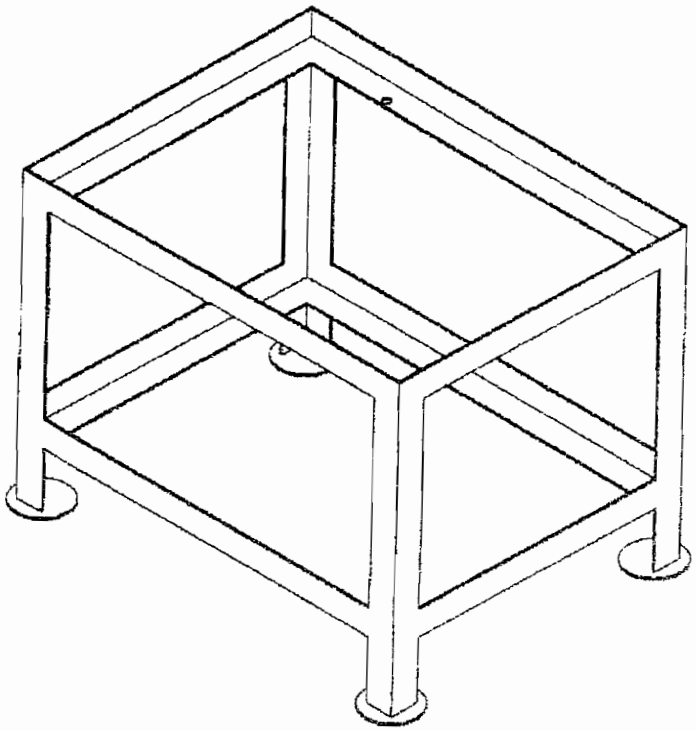
$= 29.225 / 745.7$

$= 0.601$ แรงม้า

แต่ในเชิงพาณิชย์ มอเตอร์ไม่มีขนาด 0.6 แรงม้า จึงเลือกใช้มอเตอร์ขนาด 1 แรงม้าแทน

3.4.2 การออกแบบโครงสร้างของชุดทดลองเครื่องเป่าอากาศ

เมื่อประกอบชุดทดลองได้เสร็จสมบูรณ์แล้ว ดังนั้นออกแบบโครงสร้างของเครื่องควรเลือกขนาดของเหล็กที่จะมาเป็นฐานหรือโครงที่จะนำเอาชุดทดลองไปยึดติด ชนิดและขนาดของเหล็กที่เลือกมาทำเป็นฐาน เป็นเหล็กฉากที่มีขนาด 1½ นิ้ว จำนวน 1 เส้น แล้วทำการวัดขนาดและตัดเหล็กฉากตามแบบที่ได้ออกแบบไว้ เมื่อตัดเหล็กเสร็จแล้วนำเหล็กที่ตัดมาขึ้นรูปตามแบบที่ต้องการ แล้วพ่นสีเพื่อความสวยงาม ดังรูปที่ 3.5 (ให้ดูรายละเอียดในภาคผนวก ก)



รูปที่ 3.5 การออกแบบโครงสร้างฐานของชุดทดลองเครื่องเป่าอากาศ

3.4.3 การประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ เข้าด้วยกัน

1. ทำการประกอบล้อเข้ากับฐานรองตัวเครื่อง
2. ติดตั้งตัวเรือนพัดลมเข้ากับฐาน
3. ทำการติดตั้งเพลาเข้าที่ตัวเรือนพัดลม
4. ติดตั้งใบพัดเข้ากับเพลา
5. นำท่อส่งลมมาประกอบเข้ากับตัวเรือนพัดลมทางด้านลมเข้า
6. ทำการเจาะรูแผ่นเหล็กตามแบบแล้วนำมาปิดช่องลมออก
7. ทำการติดตั้งมอเตอร์
8. ทำการติดตั้งล้อสายพาน
9. นำสายพานมาประกอบให้เข้าที่
10. ติดตั้งตาชั่งสปริง
11. ติดตั้งมานอมิเตอร์เข้ากับแผ่นป้าย
12. นำสายยางต่อที่ตัวเรือนพัดลมและพิทอตทิวย์เข้ากับมานอมิเตอร์

3.5 วิธีการทดลอง

1. เลื่อนแผ่นปิดลมที่ทางออกของช่องลมจนสุด
2. วัดความเร็วของลม โดยการจับเวลาและเช็คปริมาตรน้ำมัน หาความเร็วลมที่หน้าตัดทางออกโดยมานอมิเตอร์ตัว U โดยคำนวณเป็นความเร็วลม (V)
3. วัดแรงบิดที่อ่านค่าได้จากตาชั่งสปริง (N)
4. วัดความดันแตกต่างที่อ่านที่ได้จากมานอมิเตอร์ตัว V
5. เลื่อนแผ่นปิดลมที่ทางออกของลมที่ช่องลม เพื่อวัดอัตราการไหลที่เปลี่ยนแปลงไป (ความดันลมทางออกจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ) เลื่อนทีละช่องจนครบสิบช่อง (แต่ละช่องจะต้องจดผลการทดลอง)
6. คำนวณหาประสิทธิภาพของเครื่องเป่าอากาศ และสร้างกราฟ
7. สรุปผลการทดลอง

3.6 การคำนวณ ความเร็วของลม อัตราการไหล กำลังงาน และประสิทธิภาพของพัดลม

1. คำนวณความเร็วลมที่หน้าตัดทางออก (V)
2. คำนวณอัตราการไหลของลม (Q)
3. คำนวณความดันแตกต่างของมานอมิเตอร์ (ΔP)

4. คำนวณกำลังงานที่พัดลมให้แก่อากาศ หรือความดันของลม (W_o)

5. คำนวณกำลังมอเตอร์ที่ให้แก่พัดลม (W_i)

6. คำนวณประสิทธิภาพของพัดลม (η)

1.1 ความเร็วลมที่หน้าตัดทางออก (V) หาได้จากความหนาแน่นของเหลวในหลอดตัว U และความหนาแน่นของอากาศ

$$V^2 = \frac{(2 \times \rho_l \times g \times H)}{(\rho_a \times 1000)} \qquad \text{.....(1)}$$

อ่านค่า H หน่วย (cm)

ให้ ρ_l = ความหนาแน่นของของเหลวในหลอดตัว U หน่วย kg/m^3 (ในการใช้น้ำมันดีเซลมีค่าประมาณ 780 kg/m^3)

ρ_a = ความหนาแน่นของอากาศ หน่วย kg/m^3 (มีค่าประมาณ 12 kg/m^3)

g = ค่าความโน้มถ่วงจำเพาะมีค่าเท่ากับ 9.81 หน่วย (N)

V = ความเร็วของอากาศที่ทำการวัด หน่วย (m/s)

1.2 หาอัตราการไหลของลม (Q) หาได้จากพื้นที่หน้าตัดของปากทางออกและความเร็วของลม

$$Q = A \times V \qquad \text{.....(2)}$$

ให้ A = พื้นที่หน้าตัด หน่วย (m^2)

V = ความเร็วของลม หน่วย (m/s)

1.3 ความดันแตกต่าง (ΔP) หาได้จากระดับน้ำ และมุมเอียงของหลอดระดับน้ำ

$$\Delta P = H_i \times \sin\theta \times \gamma_{oil} \qquad \text{.....(3)}$$

ให้ H_i = ระดับน้ำที่วิ่งขึ้น เมื่อต่อท่อ Pitot หน่วย (cm)

$\sin\theta$ = มุมเอียงของระดับน้ำ 45°

γ_{oil} = 0.78 หน่วย (N/m^3)

แปลงหน่วยความดัน (ΔP) จาก (m H_2O) ให้เป็น (Pa)

1.4 กำลังงานที่พัดลมให้แก่อากาศ หรือความดันของลม (W_o) หาได้จากอัตราการไหลของลมและความดันของลม

$$W_o = Q \times \Delta P \qquad \text{.....(4)}$$

ให้ Q = อัตราการไหลของลม หน่วย (m^3/s)

W_o = กำลังพัดลมให้แก่อากาศ หน่วย (N.m/sec)

1.5 กำลังมอเตอร์ที่ให้แก่พัดลม (W_i) หาได้จากแรงบิดของมอเตอร์และความเร็วรอบของมอเตอร์

$$W_i = \frac{Fr \times 2\pi n}{60} \qquad \text{.....(5)}$$

ให้ n = ความเร็วรอบต่อนาที (โดยใช้เครื่องมือวัดความเร็วรอบ) หน่วย (rpm)

F = แรงบิดวัดที่ปลายแขนของมอเตอร์ไดนาโมมิเตอร์ หน่วย (N)

r = ความยาวของแขนหมุนของไดนาโมมิเตอร์ หน่วย (m)

W_i = กำลังงานที่มอเตอร์ให้แก่พัดลม หน่วย(N.m/sec)

1.6 ประสิทธิภาพของพัดลม η

$$\text{ประสิทธิภาพของพัดลม} = \frac{\text{กำลังงานที่พัดลมให้แก่อากาศ}}{\text{กำลังงานที่มอเตอร์ให้แก่พัดลม}}$$

$$= \frac{W_o}{W_i}$$