บทที่ 3
วิธีดำเนินการศึกษา

ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ในหัวข้อ 1.3 จะเสนอวิธีดำเนินการศึกษาสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ เพื่อเก็บข้อมูลนำไปวิเคราะห์ในภายหลัง ซึ่งจะมีรายละเอียดขั้นตอนต่างๆ ดังต่อไปนี้

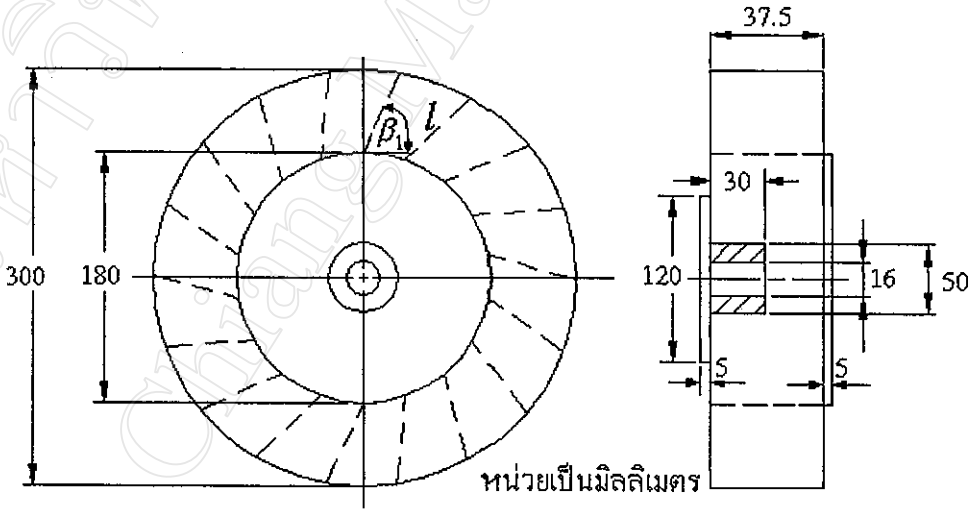
3.1 ขั้นตอนการออกแบบชุดการทดลอง

3.1.1 ชุดจานใบพัดแบบเหวี่ยงใบตรง

หัวข้อนี้จะเป็นการออกแบบจานใบพัดแบบเหวี่ยงใบตรงที่ใช้ในการทดลองซึ่งจากสมการการออกแบบจานใบพัดแบบเหวี่ยงใบตรงเชิงประมาณการในหัวข้อ 2.4 นั้นจะกำหนดให้อัตราส่วนเส้นผ่าศูนย์กลาง (d_1/d_2) ของจานใบพัดแบบเหวี่ยงใบตรงเท่ากับ 0.6 ซึ่งเป็นเพียงปริมาณเชิงประมาณการเท่านั้นและเป็นปริมาณที่เท่ากับของ Bleier (1998) ซึ่งจากนอซเซิลที่ใช้วัดอัตราการไหลของอากาศที่มีอยู่ในห้องปฏิบัติการภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกลที่มีขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ 75 มิลลิเมตรและเพื่อความสะดวกในการปรับแผ่นควบคุมอัตราการไหลที่เป็นตัวควบคุมอัตราการไหลของอากาศที่ไหลเข้าจานใบพัดแบบเหวี่ยงใบตรงจึงกำหนดให้ขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน (d_1) ของจานใบพัดแบบเหวี่ยงใบตรงมีขนาด 180 มิลลิเมตร และจะทำให้ได้เส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก (d_2) ขนาด 300 มิลลิเมตร ซึ่งจากสมการ (2.15) จะทำให้ได้ความกว้างใบพัด (b) ขนาด 37.5 มิลลิเมตรและจากสมการ (2.29) จะได้จำนวนใบพัด (z) เท่ากับ 18 โดยทำการออกแบบจานใบพัดแบบเหวี่ยงใบตรงทั้งหมด 5 ชุด ที่มีมุมใบพัดต่างกันซึ่งมีรายละเอียดดังแสดงในตาราง 3.1 และมีรูปร่างตามแบบแปลนในรูป 3.1 ส่วนชุดจานใบพัดแบบเหวี่ยงใบตรงจำนวน 5 ชุด ที่สร้างขึ้นแล้วเสร็จนั้นแสดงในรูป 3.2

ตาราง 3.1 รายละเอียดชุดจานใบพัดแบบเหวี่ยงใบตรง

ชุด	d_1 (mm)	d_2 (mm)	b (mm)	l (mm)	z	β_1 (degree)
1	180	300	37.5	105	18	10
2	180	300	37.5	92	18	20
3	180	300	37.5	83	18	30
4	180	300	37.5	65	18	60
5	180	300	37.5	60	18	90



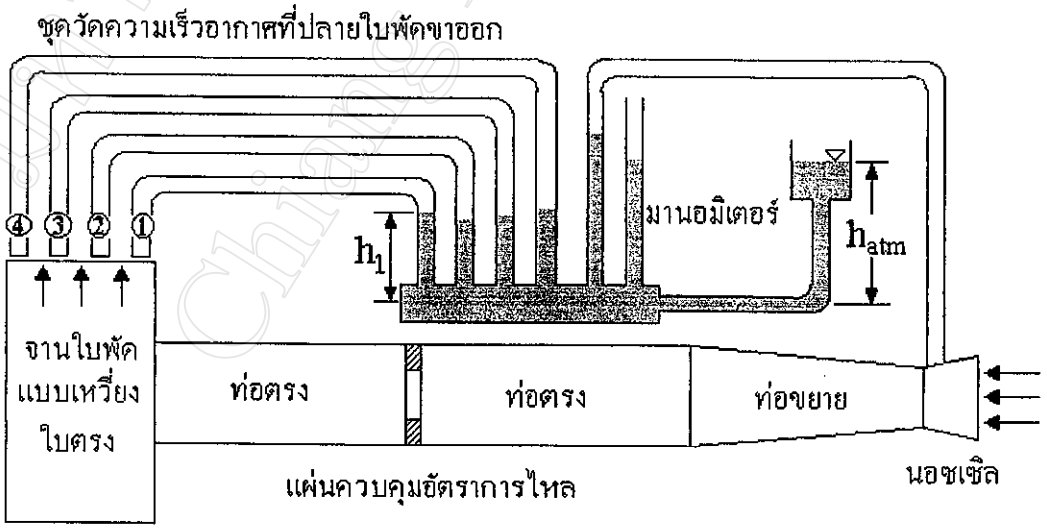
รูป 3.1 ลักษณะจานใบพัดแบบเหวี่ยงใบตรง

รูป 3.2 ชุดจานใบพัดแบบเหวี่ยงใบตรง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

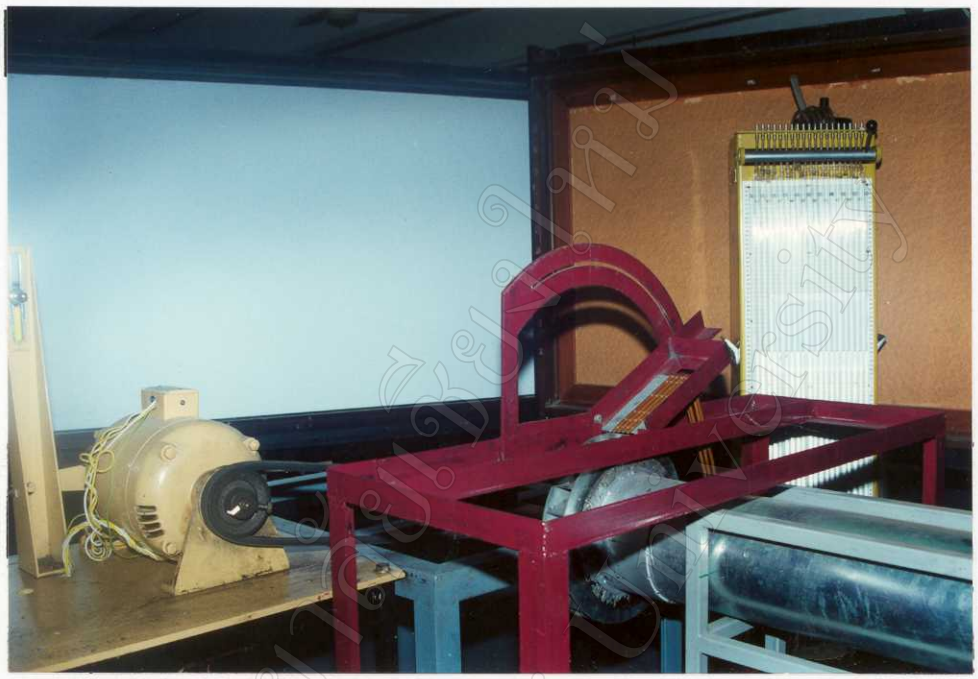
3.1.2 ชุดการทดลอง

ในที่นี้จะเป็นการออกแบบและสร้างชุดการทดลองเพื่อนำไปทดลองหาสมรรถนะของจานใบพัดแบบเหวี่ยงใบตรงที่สร้างขึ้น โดยจะแสดงชุดการทดลองเป็นไดอะแกรมดังรูป 3.3 และเมื่อติดตั้งชุดการทดลองที่สร้างแล้วเสร็จนั้นจะแสดงดังรูป 3.4 ซึ่งชุดการทดลองนี้ประกอบด้วยนอซเซิลที่ใช้วัดอัตราการไหลของอากาศที่ไหลเข้าจานใบพัด ท่อขยายและท่อตรง 2 ท่อที่ติดแผ่นควบคุมอัตราการไหล จานใบพัดแบบเหวี่ยงใบตรง ชุดวัดความเร็วอากาศที่ปลายใบพัดขาออกที่ต่อเข้ากับมานอมิเตอร์เพื่อใช้วัดความเร็วสัมบูรณ์ที่ขาออกในทางปฏิบัติจริง โดยการออกแบบชุดการทดลองนี้จะเป็นการออกแบบท่อขยายและท่อตรง 2 ท่อที่ติดแผ่นควบคุมอัตราการไหล ซึ่งจากASHRAE (1985) ที่กำหนดให้ท่อขยายมีมุมเอียง 3.5 องศาและท่อตรงมีขนาดความยาวอย่างน้อย 5 เท่าของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางท่อซึ่งจากหัวข้อ 3.1.1 ที่ได้ขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางภายในจานใบพัดเท่ากับ 180 มิลลิเมตรซึ่งเท่ากับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางท่อขยายและท่อตรงแล้วจะทำให้ได้ท่อขยายและท่อตรง 2 ท่อมีความยาวท่อละ 1 เมตรและในส่วนของแผ่นควบคุมอัตราการไหลนั้นใช้แผ่นเหล็ก 10 แผ่นโดยออกแบบให้มีขนาดช่องอากาศไหลผ่านตั้งแต่น้อยไปมากซึ่งมีขนาด 60 80 100 110 120 130 140 150 160 และ 180 มิลลิเมตรตามลำดับ ส่วนชุดวัดความเร็วอากาศที่ปลายใบพัดขาออกที่สร้างแล้วเสร็จนั้นแสดงดังรูป 3.5 ซึ่งออกแบบให้มีท่อปิตอตจำนวน 4 ท่อให้อยู่ที่แต่ละจุดบนความกว้างใบพัดดังรูป 3.6 โดยที่ท่อปิตอตนั้นสามารถปรับมุมท่อปิตอตเพื่อให้อยู่ตำแหน่งที่มีความดันอากาศสูงที่สุด ดังรูป 3.7



หมายเหตุ : หมายเลข 1 2 3 และ 4 เป็นตำแหน่งท่อปิตอตที่แต่ละจุดบนความกว้างใบพัด

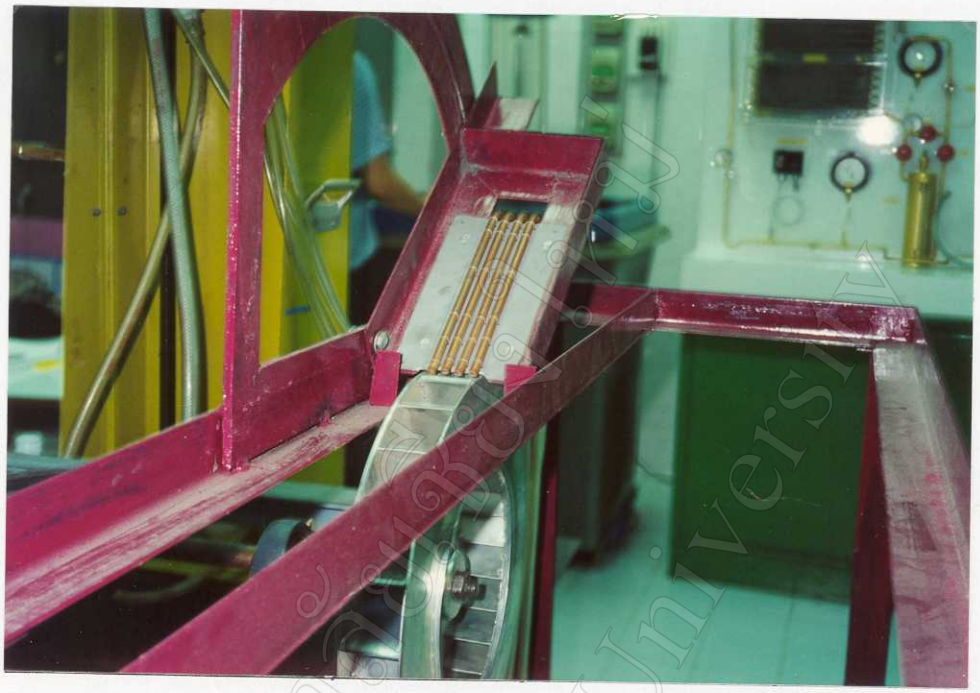
รูป 3.3 ไดอะแกรมชุดการทดลอง



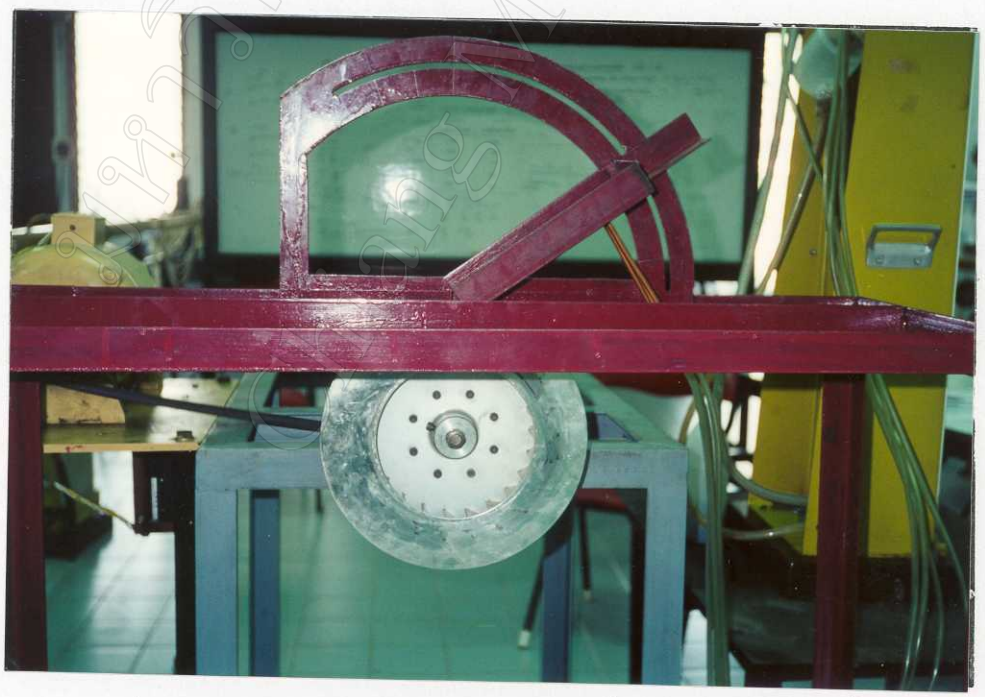
รูป 3.4 ชุดการทดลอง

รูป 3.5 ชุดวัดความเร็วอากาศที่ปลายใบพัดขาออก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University



รูป 3.6 ท่อปิตอตที่แต่ละจุดบนความกว้างใบพัด



รูป 3.7 การปรับมุมท่อปิตอตให้อยู่ตำแหน่งที่มีความดันอากาศสูงที่สุด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University

3.1.3 อุปกรณ์และเครื่องมือวัดที่ใช้ในการทดลอง

อุปกรณ์และเครื่องมือวัดที่ใช้ในการทดลองนี้มีดังต่อไปนี้

3.1.3.1 อุปกรณ์

ก. อุปกรณ์ที่สร้างขึ้น

ก.1 จานใบพัดแบบเหวี่ยงใบตรง

ก.2 ชุดวัดความเร็วอากาศที่ปลายใบพัดขาออก

ก.3 ท่อขยายและท่อตรงที่ติดแผ่นควบคุมอัตราการไหล ดังรูป 3.8

ก.4 แผ่นควบคุมอัตราการไหลของอากาศ ดังรูป 3.9

ข. อุปกรณ์ที่มีในห้องปฏิบัติการภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

ข.1 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 1 hp 220 V 3,000 rpm 5.6 A type-Shunt ยี่ห้อ NECO ผลิตโดย Norman EIectrical Co., Ltd. London & Portsmouth ซึ่งเป็นไดนาโมมิเตอร์ (Dynamometer) ที่เป็นตัวส่งกำลังขับจานใบพัดจึงมีแขนวัดแรงยกและอุปกรณ์วัดรอบไดนาโมมิเตอร์ ดังรูป 3.10

ข.2 อุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบไดนาโมมิเตอร์ ดังรูป 3.11

ข.3 อุปกรณ์วัดรอบไดนาโมมิเตอร์ ดังรูป 3.12

ข.4 นอซเซิล ดังรูป 3.13

3.1.3.2 เครื่องมือวัด

ก. เครื่องมือวัดความดันบรรยากาศ (Barometric pressure) ยี่ห้อ WELCH ผลิตโดย W. M. Welch Scientific Company U.S.A. ช่วงสเกล คือ 61-81.3 cm Hg ซึ่งอยู่ที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ ดังรูป 3.14

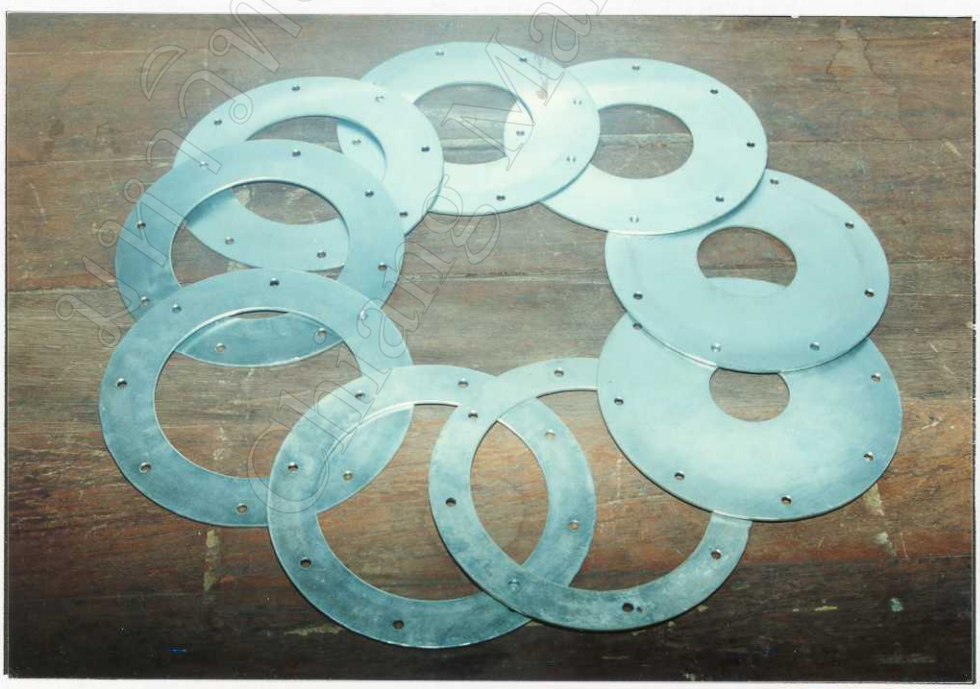
ข. เครื่องมือวัดที่มีในห้องปฏิบัติการภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

ข.1 เครื่องมือวัดความดันอากาศ (Manometer) ที่มีท่อจำนวน 20 ท่อ แต่ละท่อสูง 76 cm ผลิตโดย Plint & Partners Ltd. England ดังรูป 3.15

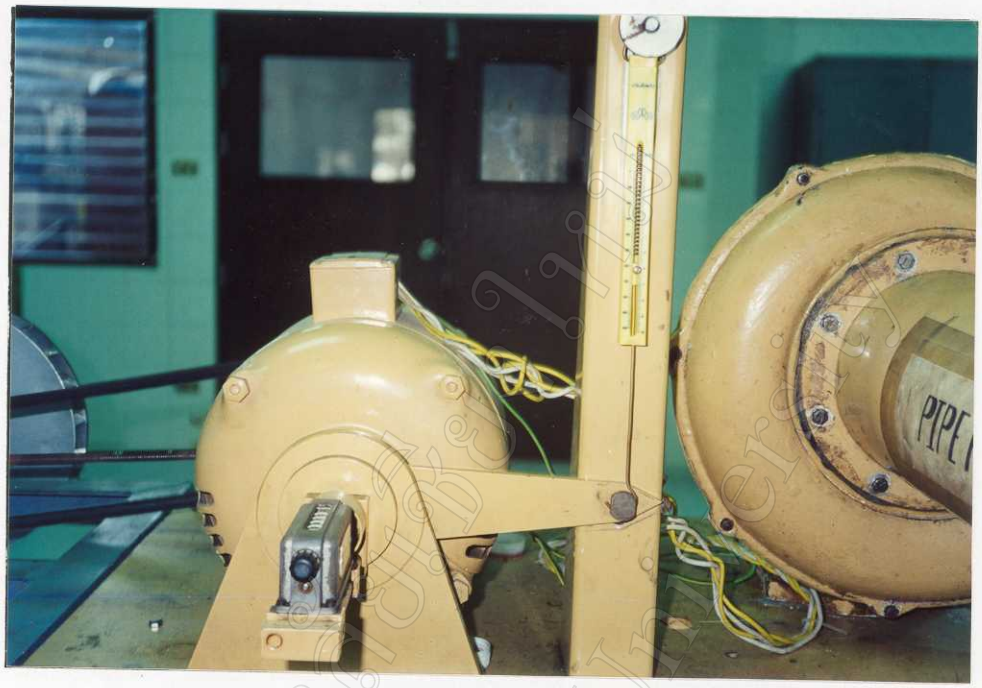
ข.2 เครื่องมือวัดอุณหภูมิอากาศ (Thermometer) ที่มีช่วงสเกล 0-100^{0}C ความยาว 30 cm ยี่ห้อ China National Machinery Import and Export Coporation ดังรูป 3.16

ข.3 นาฬิกาจับเวลา ยี่ห้อ Altitude ความละเอียดของการวัด 0.01 วินาที ดังรูป 3.17

รูป 3.8 ท่อขยายและท่อตรงที่ติดแผ่นควบคุมอัตราการไหล

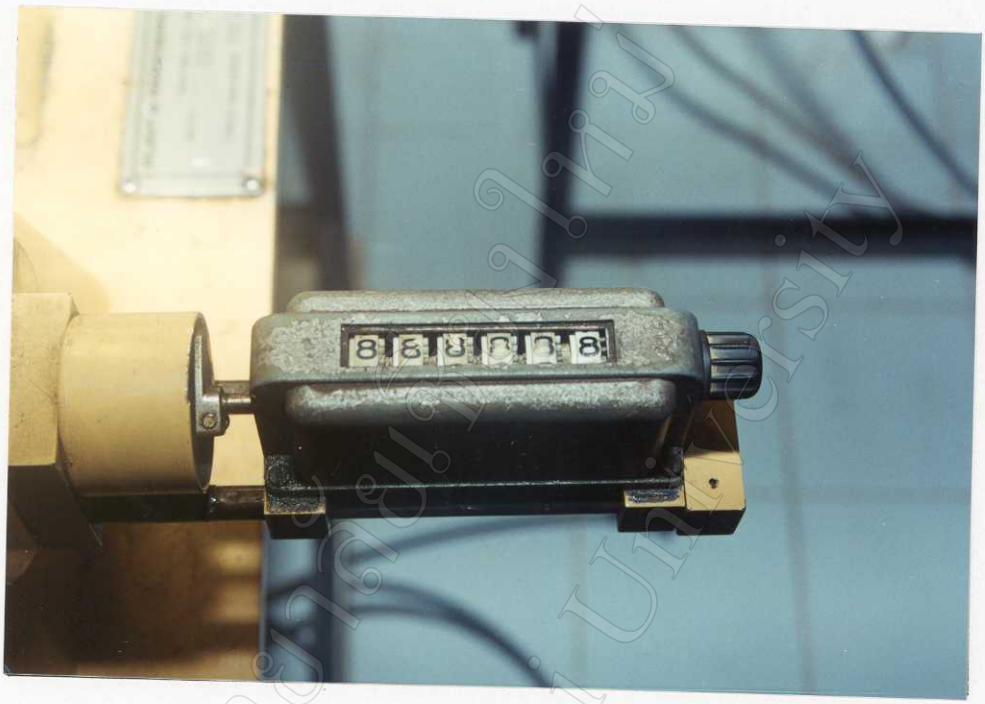


รูป 3.9 แผ่นควบคุมอัตราการไหลของอากาศ



รูป 3.10 ไดนาโมมิเตอร์ที่มีแขนวัดแรงยกและอุปกรณ์วัดรอบไดนาโมมิเตอร์

รูป 3.11 อุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบไดนาโมมิเตอร์



รูป 3.12 อุปกรณ์วัดรอบไดนาโมมิเตอร์

รูป 3.13 นอซเซิล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

รูป 3.14 เครื่องมือวัดความดันบรรยากาศ

รูป 3.15 เครื่องมือวัดความดันอากาศ

รูป 3.16 เครื่องมือวัดอุณหภูมิอากาศ

รูป 3.17 นาฬิกาจับเวลา

3.2 วิธีการทดลอง

3.2.1 การเตรียมอุปกรณ์และเครื่องมือวัด

3.2.1.1 ประกอบชุดจานใบพัดแบบเหวี่ยงใบตรงเข้ากับฐานติดตั้ง และติดตั้งสายพานเข้ากับล้อสายพานไดนาโมมิเตอร์ที่ยึดติดอยู่กับฐานเดิมของชุดทดลองในห้องปฏิบัติการภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

3.2.1.2 ยึดฐานทั้งสองเข้าด้วยกันและใช้แผ่นเหล็กคั่นระหว่างฐานทั้งสองเพื่อป้องกันการเลื่อนตำแหน่งจากการสั่นสะเทือนขณะทดลอง และทำเครื่องหมายแสดงตำแหน่งที่ยึดฐานทั้งสองเข้าด้วยกันเพื่อตรวจสอบระยะทั้งสองให้คงที่ตลอดการทดลอง

3.2.1.3 ติดตั้งท่อขยายเข้ากับนอซเซิลและนำปลายท่อขยายติดกับท่อตรงที่ติดแผ่นควบคุมอัตราการไหล ซึ่งเป็นแผ่นเหล็ก 10 แผ่นที่มีขนาดช่องอากาศไหลผ่านต่างกัน และนำฐานมารองรับท่อตรงเพื่อรองรับน้ำหนัก หลังจากนั้นนำปลายท่อตรงไปเข้าใกล้กับจานใบพัดแบบเหวี่ยงใบตรงให้เหลือช่องว่างน้อยที่สุด โดยที่ไม่ทำให้ท่อตรงกับจานใบพัดกระแทกกันขณะทดลองและทำเครื่องหมายไว้เพื่อให้ช่องว่างนี้คงที่ตลอดการทดลอง

3.2.1.4 ติดตั้งชุดวัดความเร็วอากาศที่ปลายใบพัดขาออก โดยให้ชุดวัดความเร็วอากาศคร่อมเหนือจานใบพัดแบบเหวี่ยงใบตรงในแนวขนานกันและให้ปลายท่อปิโตอยู่ใกล้กับตำแหน่งสูงสุดของจานใบพัด และทำเครื่องหมายแสดงตำแหน่งไว้เพื่อให้ตำแหน่งนี้คงที่ตลอดการทดลอง

3.2.1.5 ติดตั้งเทอร์โมมิเตอร์ บารอมิเตอร์ และมานอมิเตอร์ที่ตำแหน่งต่างๆ ที่ต้องการวัด

3.2.2 วิธีทดลอง

3.2.2.1 ติดตั้งชุดจานใบพัดแบบเหวี่ยงใบตรง และบันทึกความสูงของปรอทในบารอมิเตอร์และอุณหภูมิอากาศขณะเริ่มการทดลอง

3.2.2.2 ปรับสวิตช์อุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบไดนาโมมิเตอร์ โดยใช้นาฬิกาจับเวลากับอุปกรณ์วัดรอบไดนาโมมิเตอร์ให้ความเร็วรอบคงที่

3.2.2.3 เมื่อระดับน้ำในมานอมิเตอร์ที่ตำแหน่งต่างๆ นิ่งบันทึก

ก. ความสูงของน้ำในมานอมิเตอร์ที่นอซเซิล (h_{nozzle})

ข. ความสูงของน้ำในมานอมิเตอร์ที่บรรยากาศ (h_{atm})

ค. ความสูงของน้ำในมานอมิเตอร์ที่แต่ละจุดบนความกว้างใบพัดทั้งหมด 4 จุด (h_1, h_2, h_3, h_4) โดยการปรับมุมท่อปีตอตให้อยู่ตำแหน่งที่มีความดันอากาศสูงที่สุด และมุมของท่อปีตอต (θ)

ง. รอบของแกนไดนาโมมิเตอร์กับเวลา

จ. แรงยกแขนของไดนาโมมิเตอร์ (F)

ฉ. ความสูงของปรอทในบารอมิเตอร์และอุณหภูมิอากาศขณะทดลอง

3.2.2.4 แปรเปลี่ยนอัตราการไหลของอากาศโดยเปลี่ยนแผ่นควบคุมอัตราการไหล จำนวน 10 แผ่นที่มีขนาดช่องอากาศไหลผ่านต่างกัน

3.2.2.5 บันทึกความสูงของปรอทในบารอมิเตอร์ อุณหภูมิอากาศเมื่อทดลองเสร็จ

3.2.2.6 ทดลองตามข้อ 3.2.2.1 ถึง 3.2.2.5 จำนวน 3 ครั้ง

3.2.2.7 เปลี่ยนความเร็วรอบของชุดจานใบพัดแบบเหวี่ยงใบตรงที่ 7 ความเร็วรอบคือ 600 700 800 900 1,000 1,200 และ 1,400 รอบต่อนาที และทำตามข้อ 3.2.2.1 ถึง 3.2.2.6

3.2.2.8 เปลี่ยนชุดจานใบพัดแบบเหวี่ยงใบตรงจำนวน 5 ชุดและทำตามข้อ 3.2.2.1 ถึง 3.2.2.7

โดยที่จะแสดงรายละเอียดของการทดลองดังตาราง 3.2 ซึ่งในแต่ละชุดจานใบพัดและความเร็วรอบเมื่อทดลองจำนวน 3 ครั้งแล้วจะถือว่าเสร็จสิ้น 1 การทดลอง ซึ่งจะมีทั้งหมด 35 การทดลอง โดยจะแสดงข้อมูลการทดลองทั้งหมดในภาคผนวก ก

ตาราง 3.2 รายละเอียดของการทดลอง

การทดลองที่	จานใบพัดชุดที่					ความเร็วรอบ (รอบต่อนาที)							แผ่นควบคุมอัตราการไหลที่										ปริมาณที่วัดในการทดลอง												
																							ความสูงน้ำในมานอมิเตอร์						มุมท่อปิตอต	รอบ	เวลา	แรง	อุณหภูมิอากาศ	ความสูงปรอทในบารอมิเตอร์
	1	2	3	4	5	600	700	800	900	1,000	1,200	1,400	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	h_{nozzle}	h_{atm}	h_1	h_2	h_3	h_4	θ			F		
1	/					/							/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
2	/						/						/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
3	/							/					/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
4	/								/				/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
5	/									/			/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
6	/										/		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
7	/											/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
8		/				/							/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
9		/					/						/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
10		/						/					/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
11		/							/				/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
12		/								/			/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
13		/									/		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
14		/										/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
15			/			/							/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
16			/				/						/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
17			/					/					/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
18			/						/				/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

ตาราง 3.2 รายละเอียดของการทดลอง (ต่อ)

การทดลองที่	จานใบพัดชุดที่					ความเร็วรอบ (รอบต่อนาที)							แผ่นควบคุมอัตราการไหลที่										ปริมาณที่วัดในการทดลอง													
																							ความสูงน้ำในมานอมิเตอร์						มุมท่อปิตอต	รอบ	เวลา	แรง	อุณหภูมิอากาศ	ความสูงปรอทในบารอมิเตอร์								
	1	2	3	4	5	600	700	800	900	1,000	1,200	1,400	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	h_{nozzle}	h_{atm}	h_1	h_2	h_3	h_4	θ			F					
19			/							/			/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
20			/								/		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
21			/									/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
22				/		/							/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
23				/			/						/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
24				/				/					/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
25				/					/				/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
26				/						/			/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
27				/							/		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
28				/								/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
29					/	/							/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
30					/		/						/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
31					/			/					/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
32					/				/				/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
33					/					/			/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
34					/						/		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
35					/							/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

หมายเหตุ : ทดลองซ้ำ 3 ครั้งในแต่ละการทดลอง