บทที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ในการดำเนินการวิจัยและทำการศึกษาการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากคลื่นชายฝั่งทะเล ผู้วิจัยมีวิธีการดำเนินงานดังนี้คือ

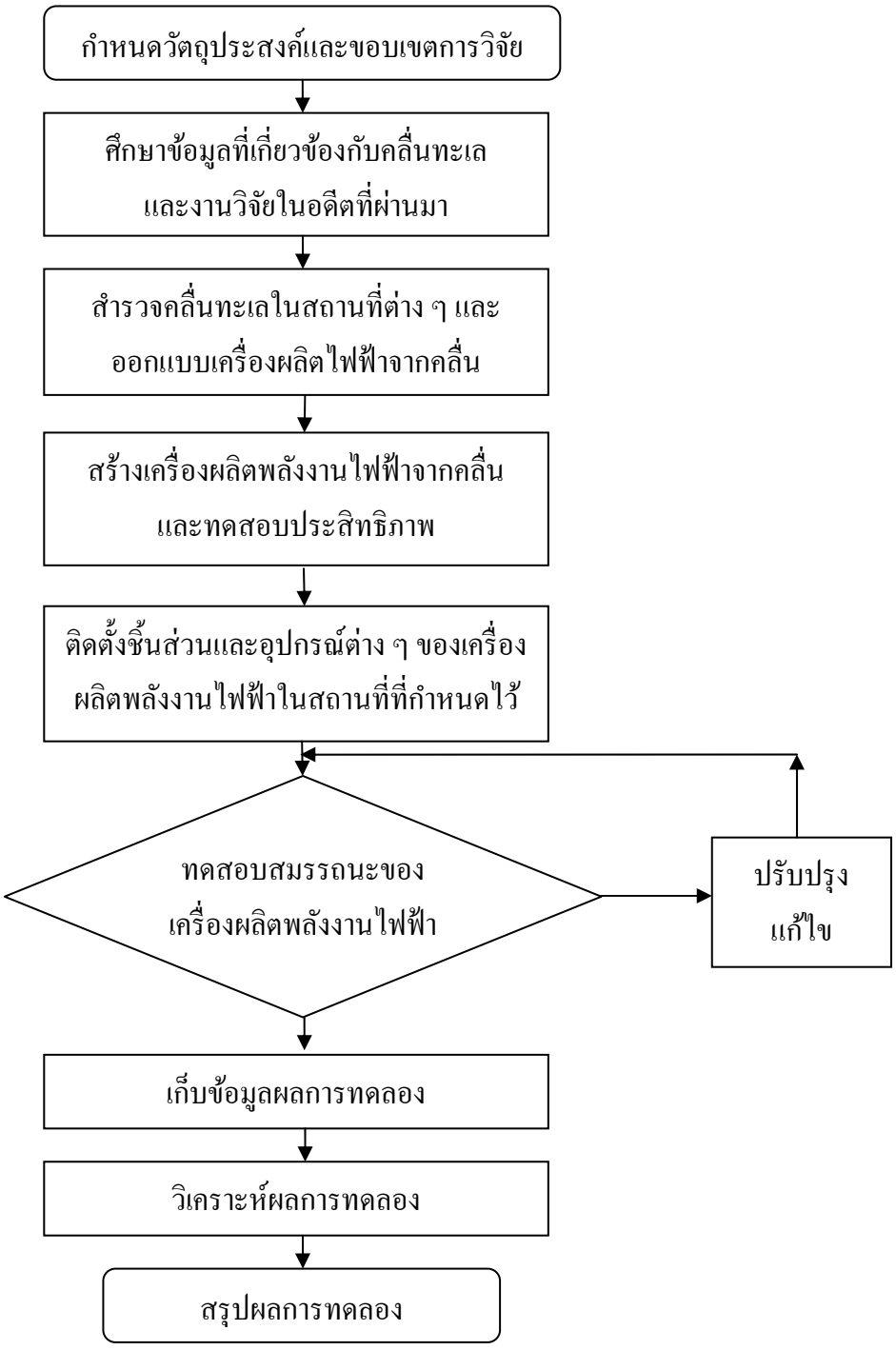
3.1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

3.2 รายละเอียดการดำเนินการวิจัย

3.1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เริ่มจากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับพลังงานคลื่นทะเล และหาข้อมูลเกี่ยวกับคลื่นทะเลบริเวณอ่าวไทย ณ อุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธรอำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี และ บ้านอ่าวมะนาว อำเภอเมือง จังหวัดนราธิวาส เพื่อให้ได้ข้อมูลความสูงของคลื่น ความเร็วของคลื่น โดยการสำรวจในครั้งนี้ได้ใช้ข้อมูลน้ำขึ้น-น้ำลงตามประกาศของกรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ ของจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ อำเภอหัวหิน ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจพลังงานคลื่นทะเลจะนำไปใช้ในการออกแบบทุ่นและอัตราทดความเร็วรอบเพื่อให้เหมาะสมกับเครื่องผลิตไฟฟ้าความเร็วรอบต่ำ เมื่อได้ข้อมูลของพลังงานคลื่นทะเลแล้วขั้นตอนต่อไปคือการทดสอบเครื่องผลิตไฟฟ้าและระบบกลไกที่ใช้ในการขับให้ได้กำลังไฟฟ้าสูงสุด ข้อมูลที่ได้นำไปใช้ในการออกแบบทุ่น หลังจากนั้นจะออกแบบโครงสร้างของเครื่องผลิตพลังงานไฟฟ้าจากคลื่นชายฝั่งทะเลและทำการติดตั้งเครื่องผลิตไฟฟ้า เมื่อติดตั้งเสร็จแล้วจึงเก็บข้อมูลของคลื่นและพลังงานที่ผลิตได้ในช่วงเวลาต่างๆ ต่อไป ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยสรุปเป็นหัวข้อดังนี้

1. ออกแบบสร้างและทดสอบเครื่องผลิตไฟฟ้าจากพลังงานคลื่นทะเลในห้องปฏิบัติการ
2. ออกแบบสร้างและทดสอบเครื่องผลิตไฟฟ้าจากพลังงานคลื่นทะเล
3. วิธีเก็บรวบรวมข้อมูลการทดลอง

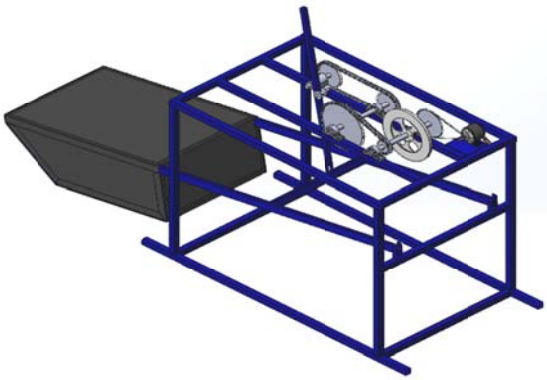


รูปที่ 3.1ขั้นตอนการวางแผนการดำเนินงาน

3.2 รายละเอียดการดำเนินการวิจัย

3.2.1 การออกแบบสร้างและทดสอบเครื่องผลิตไฟฟ้าจากพลังงานคลื่นทะเลในห้องปฏิบัติการ

3.2.1.1 หลักการทำงานของเครื่องผลิตไฟฟ้าเครื่องต้นแบบ



รูปที่ 3.2 เครื่องผลิตไฟฟ้าจากพลังงานคลื่นทะเล

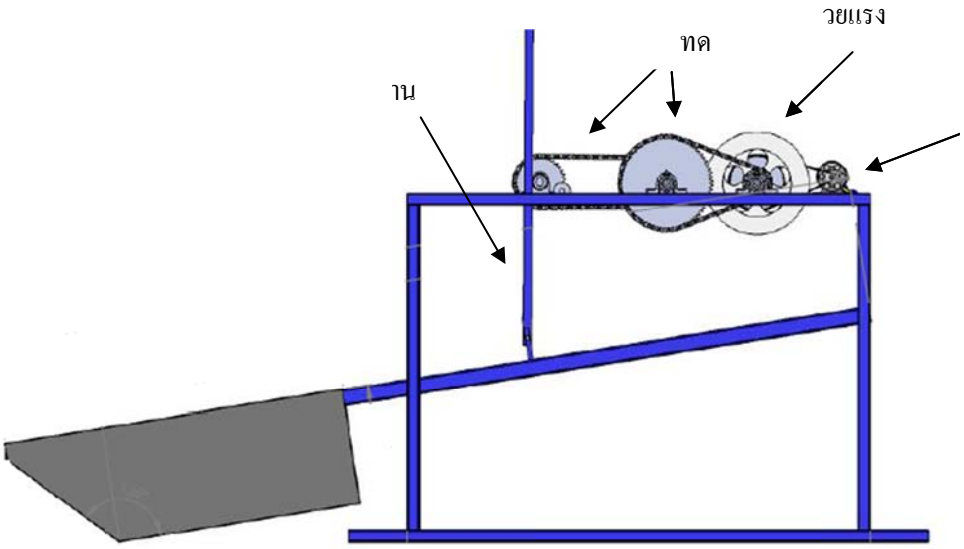
การทำงานของเครื่องผลิตพลังงานไฟฟ้าจากคลื่นชายฝั่งทะเล ใช้หลักการให้ทุ่นลอยรับพลังงานจากคลื่นทำให้เกิดแรงยกเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว V โดยมีระยะการเคลื่อนที่ hและทุ่นมีน้ำหนัก w ถ่วงไว้ การเคลื่อนนี้นำไปขับเครื่องผลิตไฟฟ้าโดยผ่านระบบการทดรอบ ระบบขับเคลื่อนนี้จะใช้ระบบโซ่หมุนและเฟืองสะพานเพราะมีประสิทธิภาพในการขับสูงไม่เกิดการลื่นในสภาวะมีโหลด

เครื่องผลิตไฟฟ้ากระแสตรงแบบความเร็วรอบต่ำ มีกำลังไฟฟ้า 350 W ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ โครงยึดแม่เหล็ก 4 ด้าน ทุ่นมอเตอร์ และชุดแปลงถ่าน มีหลักการทำงานคือโครงยึดแม่เหล็กจะอยู่กับที่ ตัวทุ่นมอเตอร์จะหมุนตัดกับแม่เหล็ก ทำให้ได้แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำเกิดขึ้นที่ขดลวดตัวนำนี้ผลิตเป็นไฟฟ้าออกมา

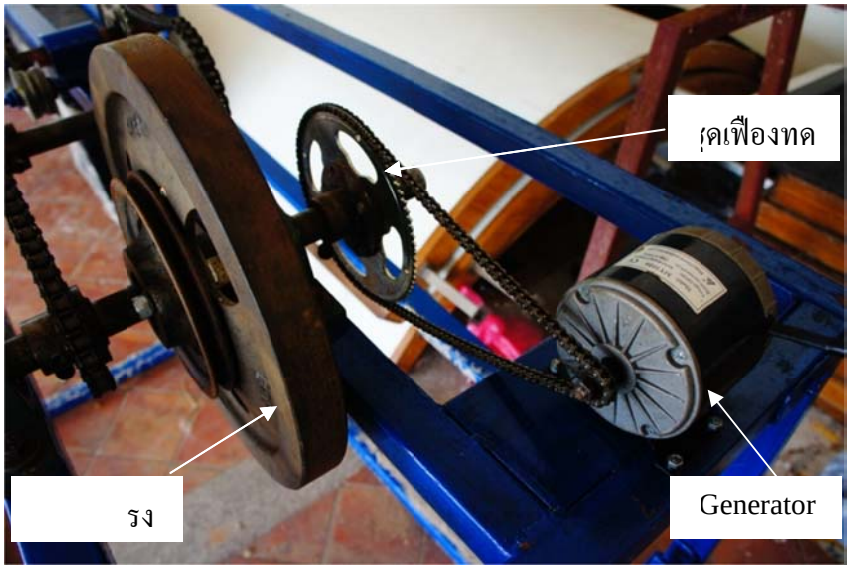
3.2.1.2 การออกแบบสร้างและทดสอบเครื่องผลิตพลังงานไฟฟ้าจากคลื่นชายฝั่งทะเล

ในการออกแบบและทดสอบเครื่องผลิตพลังงานไฟฟ้าจากคลื่นชายฝั่งทะเลนั้นใช้หลักการให้ทุ่นลอยรับพลังงานจากคลื่นทะเลแล้วเกิดแรงยกทุ่นด้วยน้ำหนัก w โดยมีระยะการเคลื่อนที่ h เพื่อขับเครื่องผลิตไฟฟ้าโดยผ่านระบบการทดรอบ 26.717:1 เครื่องผลิตไฟฟ้านั้นจะใช้เครื่องผลิตไฟฟ้ากระแสตรง

แบบหมุนกำลังไฟฟ้า 350 Wโครงสร้างและส่วนประกอบของระบบแสดงดังรูปที่ 3.3 และ รูปที่ 3.4



รูปที่ 3.3 ระบบเครื่องผลิตไฟฟ้าจากพลังงานคลื่นทะเล



รูปที่ 3.4 ส่วนประกอบของระบบเครื่องผลิตไฟฟ้าจากพลังคลื่นทะเล

3.2.1.3 การทดสอบเครื่องผลิตไฟฟ้าในห้องปฏิบัติการ

3.2.1.3.1 ทดสอบให้ทุ่นได้งานตอนทุ่นขึ้นอย่างเดียว

การทดสอบเครื่องผลิตไฟฟ้า ใช้ทดสอบที่ระดับความสูง (h)0.1 ถึง 0.4m เพิ่มความสูงขั้นละ 0.1m โดยให้เครื่องผลิตไฟฟ้าต่อโหลดหลอดไฟฟ้า ขนาด 12 V50 W จำนวน 2 หลอดต่อแบบขนานโดยมีสวิตช์ควบคุมการปิด-เปิด จากนั้นทำการวัดค่าเวลาในการเคลื่อนที่ กระแสไฟฟ้า และแรงดันไฟฟ้า แล้วนำมาคำนวณหาค่ากำลังทางกลกำลังไฟฟ้า ประสิทธิภาพของระบบและความเร็วรอบ จากสูตร[10]

$$\text{Pmechanic} = \frac{mgh(\cos 45)}{t} \text{ (W)} \quad (3.1)$$

$$\text{Pelectric} = VI\text{(W)} \quad (3.2)$$

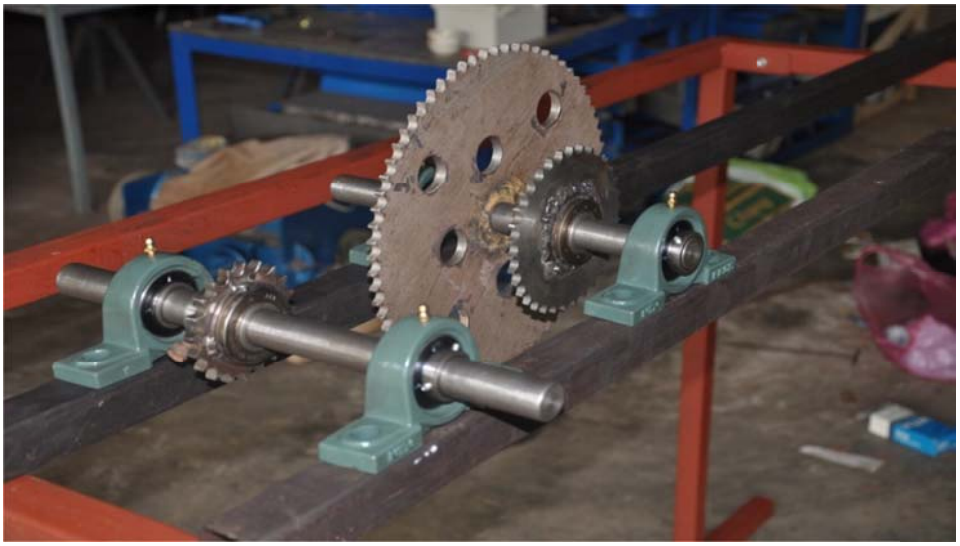
$$\text{Efficiency} = \frac{\text{Pelectric}}{\text{Pmechanic}} \text{ (\%)} \quad (3.3)$$

เมื่อ m คือ น้ำหนักของทุ่น (kg)
h คือ ความสูงของทุ่นที่ลอยขึ้น (m)
t คือ เวลาที่ทุ่นใช้ในการเคลื่อนที่ (sec)

เนื่องจากมีชุดเกียร์ทด โดยมีอัตราทดดังนี้ ชุดที่ 1= 1.05:1 ชุดที่ 2= 3.5:1 และชุดที่ 3 = 7.27:1 ดังนั้น อัตราทดรวมเท่ากับ 26.717:1 ดังนั้นหาความเร็วรอบของเครื่องผลิตไฟฟ้าได้จาก

$$\text{Speed} = \text{อัตราทดรวม} \times \frac{h}{2\pi rt} \text{ (rpm)} \quad (3.4)$$

เมื่อ h คือ ความสูงของทุ่นที่ลอยขึ้นในที่นี้เท่ากับ 0.10 – 0.50 m
r คือ รัศมีของเฟืองที่เชื่อมต่อกับจานเฟือง ในที่นี้เท่ากับ 0.078m
t คือ เวลาที่ทุ่นใช้ในการเคลื่อนที่ (minute)



รูปที่ 3.5 ชุดจานเฟืองทด

3.2.1.3.1 ทดสอบให้ทุ่นได้งานตอนทุ่นลงอย่างอิสระ

การทดสอบเครื่องผลิตไฟฟ้า ใช้ทดสอบที่ระดับความสูง (h) 0.2 ถึง 0.4mเพิ่มความสูงขั้นละ 0.1mและมีการปรับปรุงให้ทุ่นได้งานตอนลง โดยเพิ่มน้ำหนักให้ทุ่น ครั้งละ 10 kg ถึง 40 kg และต่อโหลดหลอดไฟฟ้า ขนาด 12 V 5 W จำนวน 2 หลอดต่อแบบขนานโดยมีสวิตช์ควบคุมการปิด-เปิด จากนั้นทำการวัดค่าเวลาในการเคลื่อนที่ กระแสไฟฟ้า และแรงดันไฟฟ้า แล้วนำมาคำนวณหาค่ากำลังทางกลกำลังไฟฟ้า ประสิทธิภาพของระบบและความเร็วรอบ จากสูตร [10]

$$P_{mechanic} = \frac{mgh + \frac{1}{2}mv^2}{t} \text{ (W)} \qquad (3.5)$$

เมื่อ m = น้ำหนักของทุ่น (kg)

h = ความสูงของทุ่นที่ลอยขึ้น(m)

v = ความเร็วในการเคลื่อนที่ (m/s)

t = เวลาที่ทุ่นใช้ในการเคลื่อนที่ (sec)

3.2.2 ออกแบบสร้างและทดสอบเครื่องผลิตไฟฟ้าจากพลังงานคลื่นทะเล

3.2.2.1 หลักการทำงานของคลื่นทะเล

ในการแปลงพลังงานคลื่นทะเลเป็นพลังงานไฟฟ้านั้น เริ่มจากพลังงานคลื่นทะเลเปลี่ยนให้เป็นงานทางกลเพื่อนำไปขับเครื่องผลิตไฟฟ้า เพื่อจ่ายกำลังไฟฟ้าให้กับโหลดต่างๆ

แนวคิดในการออกแบบเครื่องผลิตพลังงานไฟฟ้าจากคลื่นชายฝั่งทะเล มีโครงสร้างหลักประกอบด้วย 1) ทุ่นลอย 2) ชุดกลไก และ 3) เครื่องผลิตไฟฟ้า การทำงานคือ เมื่อคลื่นทะเลมาปะทะกับทุ่นลอยจะทำให้เกิดแรงยกทุ่นขึ้นทำให้ชุดกลไกที่ต่ออยู่กับขาของทุ่นลอยไปขับชุดเฟืองทดเพื่อขับเครื่องผลิตไฟฟ้า

3.2.2.2 การออกแบบและสร้างเครื่องผลิตไฟฟ้า

ในการวิจัยครั้งนี้ได้ออกแบบให้เครื่องผลิตไฟฟ้าจากพลังงานคลื่นทะเลสามารถผลิตไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 100W จากการสำรวจคลื่นทะเลพบว่าพลังงานมีความเร็วประมาณ 1m/s มีความสูงเฉลี่ยของคลื่นประมาณ 0.4mและมีคาบคลื่นอยู่ที่ประมาณ 7 sec ดังนั้นเพื่อจะทำให้เครื่องผลิตไฟฟ้าหมุนด้วยความเร็วรอบประมาณ 500 rpm ขึ้นไปเพื่อให้ได้กำลังไฟฟ้าประมาณ 100 W

สำหรับเครื่องผลิตไฟฟ้าใช้มอเตอร์ของจักรยานไฟฟ้า ขนาด 350 W ทำงานที่ความเร็วรอบ 1,500 rpm ดังนั้นจึงต้องใช้เฟืองทดรอบดังนี้

ชุดที่ 1 ใช้อัตราทด 1.05:1
ชุดที่ 2 ใช้อัตราทด 3.5 :1
ชุดที่ 3 ใช้อัตราทด 7.27:1

ดังนั้น ทำให้ได้อัตราทดรวมเท่ากับ 26.717:1

3.2.2.3 การคำนวณ

กำหนดให้ความเร็วของอัตราทดรวม หมุนด้วยความเร็ว 19 rpm จะทำให้เครื่องผลิตไฟฟ้าหมุนได้ 507.63 rpm ซึ่งเป็นความเร็วที่สามารถผลิตกำลังไฟฟ้าได้ประมาณ 100 W ดังรูปที่ 3.8 และรูปที่ 3.9 ชุดเฟืองอัตราทดที่เสร็จเรียบร้อยแล้ว

รูปที่ 3.9 ชุดเฟืองอัตราทด

รูปที่ 3.10 ชุดเฟืองอัตราทดที่ประกอบเสร็จเรียบร้อย

3.2.2.4 การออกแบบทุ่นลอย

แรงยกทุ่นนั้นขึ้นอยู่กับรูปร่างและขนาดของทุ่น สำหรับทุ่นมีขนาด กว้าง 0.65 m ยาว 1 m สูง 0.3 m น้ำหนักของทุ่น 25kg ด้านหน้าของทุ่นทำมุม 45 องศา เพื่อให้รับแรงปะทะของคลื่น ดังแสดงในรูปที่ 3.10

รูปที่ 3.11 โครงสร้างของทุ่นลอย

3.2.2.5 การออกแบบโครงสร้างของเครื่องผลิตไฟฟ้าจากพลังงานคลื่นทะเล

การออกแบบโครงสร้างของเครื่องผลิตไฟฟ้าจากพลังงานคลื่นทะเลนั้น เป็นการสร้างเครื่องต้นแบบที่สามารถนำไปใช้งานได้จริง เพื่อให้ประเทศไทยได้มีทางเลือกในการนำพลังงานจากทะเลมาใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อไป

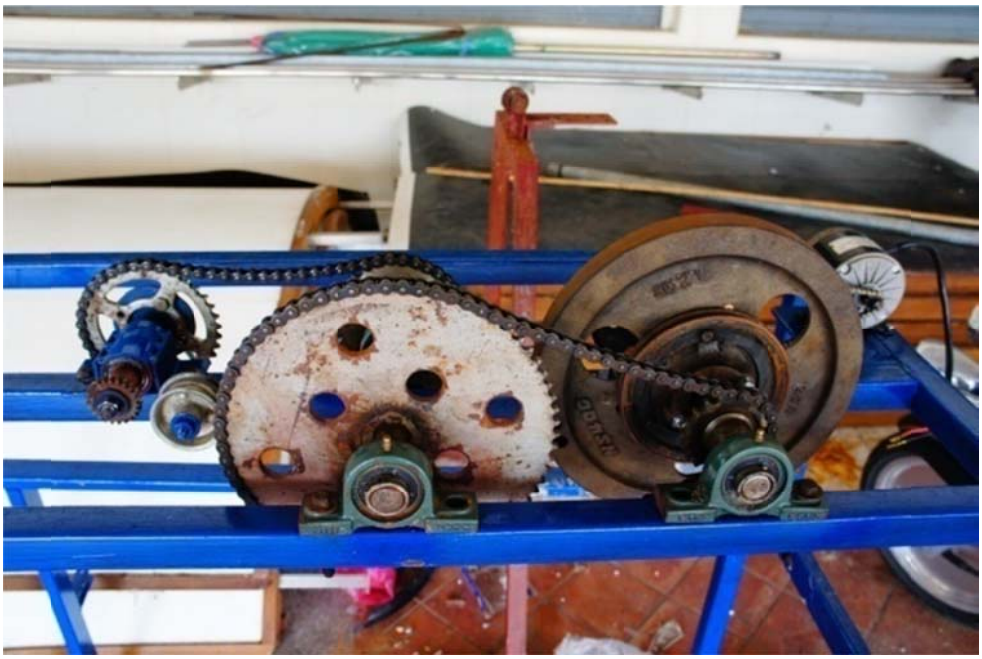
ในการออกแบบครั้งนี้ใช้เหล็กกล่องขนาด 3.81 cm×3.81 cm โดยมีขนาด กว้าง 0.9 m ยาว 1.40 m และสูง 1 m ดังรูปที่ 3.10 ถึง รูปที่ 3.14

รูปที่ 3.12 การวัดและตัดเหล็กโครงสร้างให้ได้ขนาดตามแบบ

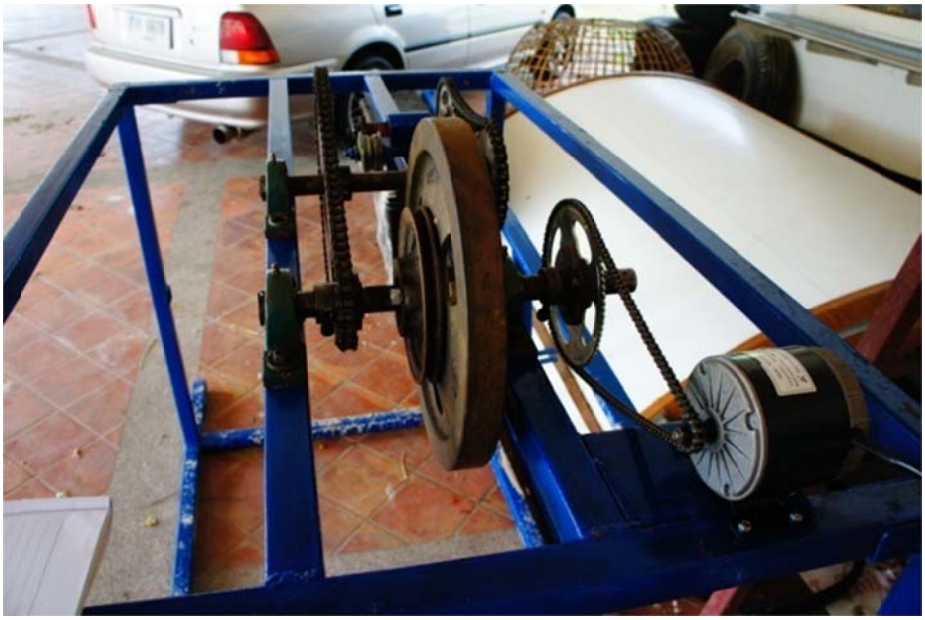
รูปที่ 3.13 ฐานโครงสร้างเครื่องผลิตไฟฟ้า

รูปที่ 3.14 ฐานโครงสร้างที่ประกอบเสร็จเรียบร้อย

รูปที่ 3.15 การวางชุดเฟืองทดบนโครงสร้าง



รูปที่ 3.16 โครงสร้างที่ติดตั้งชุดเฟืองทดเสร็จเรียบร้อย



รูปที่ 3.17 การวางมอเตอร์ผลิตไฟฟ้าบนโครงสร้าง

3.2.2.7 การทดลองติดตั้งเครื่องผลิตไฟฟ้า

ในการติดตั้งนั้น ผู้วิจัยได้ทำการทดลองติดตั้งเครื่องผลิตไฟฟ้าจากพลังงานคลื่นชายฝั่งทะเล ห่างจากชายฝั่ง 3 m ดังรูปที่ 3.15 ถึงรูปที่ 3.17ทำการวัดพลังงานในระหว่างเดือน ธันวาคม ถึง เดือน มกราคม เป็นช่วงที่คลื่นทะเลมีความสูงเฉลี่ย 0.3 m

รูปที่ 3.18 การติดตั้งเครื่องผลิตไฟฟ้าจากพลังงานคลื่นทะเล

รูปที่ 3.19 การวัดกำลังไฟฟ้าในเวลากลางคืน ขณะต่อโหลด

3.2.3 วิธีเก็บรวบรวมข้อมูลการทดลอง

1. เก็บผลความสูงคลื่นและความเร็วลมในสถานที่เก็บผลทดลอง
2. ผลการทดลองในห้องทดลอง ประกอบไปด้วย
   2.1 ที่ระดับความถี่ในการเคลื่อนที่ของทุ่นเทียบกับความสูงของทุ่น

2.2 ที่ระดับความถี่ในการเคลื่อนที่ของทุ่นเทียบกับมุม และความยาวของแขนทุ่น

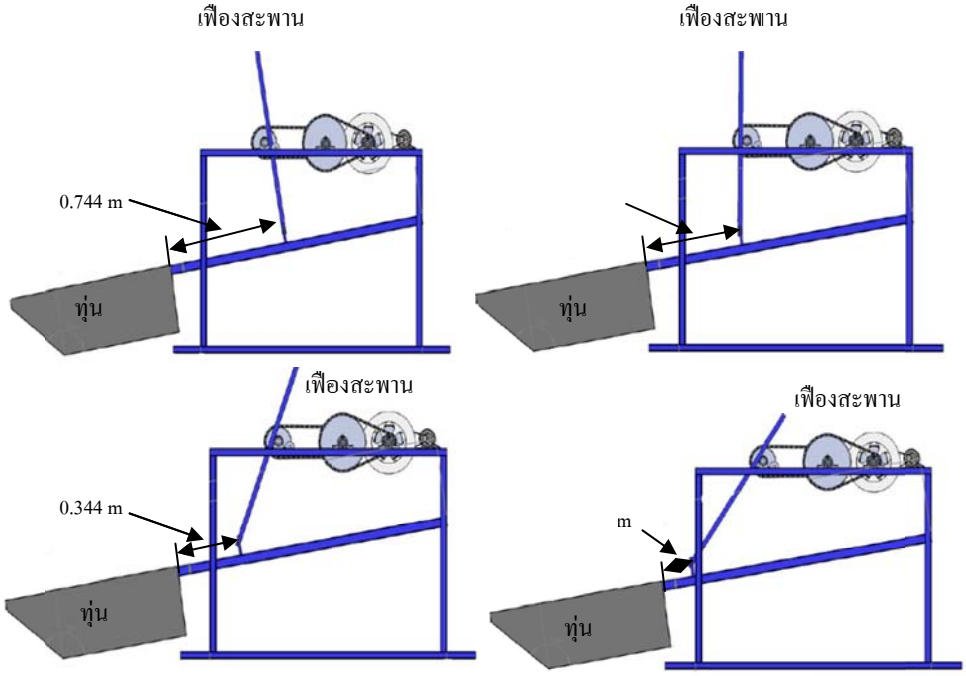
2.3 โดยวิธีเพิ่มน้ำหนักของทุ่นเทียบกับความสูงของทุ่น

2.4 ให้ทุ่นทำงานทั้งขึ้นและลง

2.5 ปรับเลื่อนระยะห่างของเฟืองสะพานกับทุ่น

3. ทดลองในสถานที่จริง โดยทำการวัดแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า ความสูงของคลื่นความเร็วลม ชั่วขณะในเวลา 1 ชั่วโมง ทำการจดบันทึก ทุกๆ 5 นาที

4. จัดเก็บข้อมูล เพื่อวิเคราะห์และสรุปผลการทดลองที่ถูกต้อง



รูปที่ 3.20 การปรับเลื่อนระยะห่างของเฟืองสะพานกับทุ่น