



เครื่องสับปลาเปิดสำหรับการเลี้ยงปูบ่อดิน

TRASH FISH CUTTING MACHINE FOR MUD CRAB FISHERIES

นันทวัฒน์ คเชนทร์ภักดี

NANTAWAT KACHENPUKDEE

ศศิگانต์ ละเอียด

SASIKAN LA-IAD

สมพงษ์ หนูเสน

SOMPONG NUSAEN

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

หลักสูตรวิศวกรรมเครื่องกล

ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

ปีการศึกษา 2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องสับปลาเปิดสำหรับการเลี้ยงปูบ่อดิน

TRASH FISH CUTTING MACHINE FOR MUD CRAB FISHERIES

นันทวัฒน์ คเชนทร์ภักดี

NANTAWAT KACHENPUKDEE

ศศิกานต์ ละเอียด

SASIKAN LA-IAD

สมพงษ์ หนูเสน

SOMPONG NUSAEN

ปริญญาานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

หลักสูตรวิศวกรรมเครื่องกล

ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

ปีการศึกษา 2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TRASH FISH CUTTING MACHINE FOR MUD CRAB FISHERIES



NANTAWAT KACHENPUKDEE

SASIKAN LA-IAD

SOMPONG NUSAEN

A PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENT
FOR THE DEGREE OF BACHELOR OF ENGINEERING IN MECHANICAL ENGINEERING

DEPARTMENT OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

PRINCE OF CHUMPHON

2021

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2022

DEPARTMENT OF ENGINEERING





KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

PRINCE OF CHUMPHONE CAMPUS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร
ใบรับรองปริญญาานิพนธ์

หัวข้อปริญญาานิพนธ์ เครื่องสับปลาเปิดสำหรับการเลี้ยงปูบ่อดิน
PROJECT TITLE TRASH FISH CUTTING MACHINE FOR MUD CRAB FISHERIES
ชื่อนักศึกษา นายณัฐวัฒน์ คเชนทร์ภักดี รหัสนักศึกษา 61512048
นางสาวศศิگانต์ ละเอียด รหัสนักศึกษา 61512072
นายสมพงษ์ หนูเสน รหัสนักศึกษา 61512074
ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล
อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.ดิษฐพร ตุงโสธานนท์
ปริญญาานิพนธ์
อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.ชมพูนุช กุลเกตุวงศ์
ปริญญาานิพนธ์ร่วม

คณะกรรมการสอบปริญญาานิพนธ์			ลายมือชื่อ
ผศ.จรัสชัย	เย็นพยับ	กรรมการสอบ	
ผศ.ดร.ศรีรัตน์	ช่วยบุญ	กรรมการสอบ	
ผศ.ดร.ชมพูนุช	กุลเกตุวงศ์	อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	
ผศ.ดร.ดิษฐพร	ตุงโสธานนท์	อาจารย์ที่ปรึกษา	

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ วันที่ 27 มิถุนายน 2565 เวลา 14.00-15.00 น.

สถานที่สอบ ณ ห้องสอบออนไลน์ Modern Science and Technology for Sustainable Development

ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์ รับรองแล้ว



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปราโมทย์ กุลศล)

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์

วันที่ 18 กรกฎาคม พ.ศ. 2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	เครื่องสับปลาเปิดสำหรับการเลี้ยงปูบ่อดิน	
ชื่อนักศึกษา	นายณันท์วัฒน์ คเชนทร์ภักดี	รหัสนักศึกษา 61512048
	นางสาวศศิกันต์ ละเอียด	รหัสนักศึกษา 61512072
	นายสมพงศ์ หนูเสน	รหัสนักศึกษา 61512074
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	
สาขาวิชา	วิศวกรรมเครื่องกล	
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.ดิษฐพร ตุงโสมานนท์	
ปริญญานิพนธ์		
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.ชมพูนุช กุลเกตุวงศ์	
ปริญญานิพนธ์ร่วม		

บทคัดย่อ

การนำชิ้นปลาสดมาใช้เป็นอาหารเลี้ยงปูได้รับความนิยมจากเกษตรกรเนื่องจากปูสามารถทยอยกินได้จนหมดก่อนที่ชิ้นปลาจะละลายไปกับน้ำ โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องสับปลาเปิดสำหรับใช้เป็นอาหารเลี้ยงปูบ่อดิน โดยเครื่องมีความสามารถในการตัดปลาแบบคละสายพันธุ์และมีความยาวตัวปลาเฉลี่ย 14.96 ± 1.0 cm ให้กลายเป็นชิ้นปลาที่มีขนาด 2.5 cm การตัดปลาที่ไหลลงมาจากถังฮอปเปอร์ จะถูกตัดเฉือนด้วยใบมีดสแตนเลสกลมจำนวน 16 ใบ ที่ติดตั้งบนเพลลาที่วางขนานกันและขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ โดยในขณะทดลองจะกำหนดให้มีความเร็วรอบใบมีดอยู่ในช่วง 900-1600 rpm จากการทดลอง พบว่า เพลอร์เซ็นต์ขนาดของชิ้นปลาที่สมบูรณ์จะผันแปรไปตามความเร็วรอบ คุณสมบัติของปลาก่อนตัด และวิธีการควบคุมการลำเลียงปลาก่อนเข้าสู่ใบตัด ส่วนค่าความเร็วรอบที่เหมาะสมในการทำงานอยู่ที่ 1100 rpm มีความสามารถในการตัดชิ้นปลาให้ได้ขนาดตามที่ต้องการเฉลี่ยอยู่ที่ 72.6 % มีอัตราการผลิตสูงสุด 290.5 kg/hr ใช้พลังงานเฉลี่ยขณะทำการตัดอยู่ที่ 0.483 kW และสามารถปฏิบัติงานได้เร็วกว่าแรงงานคน 15.84 เท่า

คำสำคัญ: ปลาเปิด, ถังฮอปเปอร์, ความเร็วใบมีด

Project Title	Trash Fish Cutting Machine for Mud Crab Fisheries	
Student	Mr.Nantawat Kachenpukdee	Student ID 61512048
	Miss Sasikan La-iad	Student ID 61512072
	Mr.Sompong Nusaen	Student ID 61512074
Degree	Bachelor of Engineering	
Program	Mechanical Engineering	
Project Advisor	Asst.Prof.Dr.Distaporn Thungsotanon	
Project Co-advisor	Asst.Prof.Dr.Chompoonud Kulketwong	

ABSTRACT

Most fishermen always feed the floating basket crabs with the sliced fresh fish because the crabs can eat slowly until the pieces of fish away before they crumble into the water. This project aimed to design and create the trash fish cutting machine for mud crab fisheries. The machine was able to cut the various fish species that had the average length of 14.96 ± 1.0 cm to be the 2.5 cm of the sliced fish. The fish that slid over the hopper were cut with the 16 pieces of the circular stainless steel blades that were mounted on the parallel shafts and driven by the motor. The ranges of speed of the blade set in the experiment were 900-1600 rpm. The results found that the percentages of the required size of the sliced fish were varied with the blade speed, characteristics of fish before cutting and the method for conveying the fish to the cutting blades. The proper cutting speed was 1100 rpm that caused the machine had the average cutting capacity of 72.6%, the maximum operating rate of 290.5 kg/hr, the average energy consumption of 0.483 kW, and it was faster than the labor about 15.84 times.

Keywords: Trash fish, Hopper, Blade speed

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาจาก ผศ.ดร.ดิษฐพร ตุงโสมานนท์ อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้และ ผศ.ดร.ชมพูนุช กุลเกตุวงศ์ ที่ปรึกษาปริญญาานิพนธ์ร่วม ที่ให้คำปรึกษา คำแนะนำ แนวคิด ความรู้ต่างๆ ตลอดจนขั้นตอนและวิธีการทำปริญญาานิพนธ์

บุคคลที่ขาดมิได้คือ บิดา มารดา ผู้มีพระคุณและที่เคารพรัก ที่คอยให้การสนับสนุนและกำลังใจแก่คณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง และขอขอบคุณ พี่ๆเพื่อนๆ นักศึกษาที่คอยช่วยเหลือแนะนำและสนับสนุนในทุกๆ ด้านรวมถึงกำลังใจซึ่งทำให้การจัดทำปริญญาานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วง คณะผู้จัดทำหวังว่าปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้จะมีประโยชน์ไม่มากนักน้อยต่อผู้ที่สนใจศึกษาเกี่ยวกับเครื่องสับปลาเปิดสำหรับเลี้ยงปูบ่อดิน

นันท์วัฒน์ คชนทร์ภักดี

ศศิกานต์ ละเอียด

สมพงศ์ หนูเสน

มิถุนายน 2565

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VII
สารบัญรูป	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์	1
1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์	1
1.3 สมมติฐานของการศึกษา	1
1.4 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์	1
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.6 ขั้นตอนการดำเนินงาน	2
1.7 แผนการดำเนินการ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ปลาเปิด	4
2.2 ปูน้ำม	5
2.3 ทฤษฎีเกี่ยวกับไซ้	6
2.4 ทฤษฎีเกี่ยวกับสายพานส่งกำลัง	7
2.5 ทฤษฎีเกี่ยวกับการตัดเฉือน	8
2.6 ทฤษฎีแรงเสียดทานมุมไถล	8
2.7 อัตราทดระบบส่งกำลัง	9
2.8 กำลังของมอเตอร์	10
2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	11

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ	16
3.1 การออกแบบเครื่องสับปลาเปิด	16
3.2 การสร้างเครื่องสับปลาเปิด	17
3.3 การออกแบบและสร้าง Hopper	27
3.4 การทดลองหาลอการสับปลาที่เหมาะสมของเครื่องสับปลาเปิด	30
บทที่ 4 ผลและวิจารณ์ผล	35
4.1 ผลของการหาขนาดและกายภาพของปลาเปิด	35
4.2 ผลของการหามุมไถลของปลาเปิด	36
4.3 ผลของการสับปลาเปิด Hopper รูปแบบที่ 1 และ 2	38
4.4 ผลของการสับปลาเปิดที่ความเร็วรอบ 900-1600 rpm	41
4.5 ผลของการวัดแรงบิดสูงสุดจากการสับปลาเปิดในการทดลอง	49
4.6 ผลของเปอร์เซ็นต์ความไม่เป็นชิ้นของปลาเปิดในการทดลอง	50
4.7 วิเคราะห์ผลการสับปลาเปิดในการทดลอง	51
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	53
5.1 สรุปผลการทดลอง	53
5.2 ปัญหาที่พบ	53
5.3 ข้อเสนอแนะ	53
เอกสารอ้างอิง	5
ภาคผนวก	57
ภาคผนวก ก ตารางผลการทดลอง	58
ภาคผนวก ข เครื่องสับปลาเปิด	68
ภาคผนวก ค ชุดคำสั่งโปรแกรม LabVIEW	89
ภาคผนวก ง การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิต	93

สารบัญ (ต่อ)

ประวัติผู้จัดทำ

หน้า

96



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 แผนการดำเนินการออกแบบและสร้างเครื่องสับปลาเบ็ด	3
4.1 ขนาดและกายภาพของปลาเบ็ด	36
4.2 มุมไถลของปลาเบ็ดโดยเฉลี่ย	38
4.3 ค่าแรงบิดสูงสุด ความคลาดเคลื่อนและเวลาปฏิบัติงาน ณ ความเร็วรอบต่างๆ	51
ก.1 ค่าความเร็วรอบของใบมีดและแรงบิดสูงสุด	59
ก.2 ค่าความเร็วรอบของใบมีด จำนวนปลาก่อนสับและจำนวนปลาที่ไม่ผ่านการสับ	60
ก.3 ค่าความเร็วรอบของใบมีดและเปอร์เซ็นต์ความไม่เป็นชิ้นของปลาเบ็ด	61
ก.4 ค่าความเร็วของใบมีดและเวลาที่ใช้ในการสับ	62
ก.5 ค่าความเร็วรอบของใบมีดและความเร็วรอบของเครื่องวัด	63
ก.6 อัตราเร่งแกน x ขณะสับปลาเบ็ด	64
ก.7 อัตราเร่งแกน y ขณะสับปลาเบ็ด	65
ก.8 อัตราเร่งแกน z ขณะสับปลาเบ็ด	66
ก.9 ความเร็วรอบของใบมีด แรงบิดสูงสุด เปอร์เซนต์การสับไม่ผ่านและเวลาที่ใช้ในการสับ	67
ง.1 ต้นทุนการผลิต (Fixed Cost)	94
ง.2 ต้นทุนขายทางการตลาด (Variable Cost)	95

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ปลาเปิด	4
2.2 ปูนี้ม	6
2.3 แสดงการหาความยาวรวมของโซ่	7
2.4 แสดงแรงกระทำต่อวัตถุเริ่มเลื่อนลงบนพื้นเอียง	9
2.5 ชุดส่งกำลัง ตัวขับ A ส่งกำลังผ่านสายพานไปยังตัวตาม B	9
2.6 แรงบิดที่เกิดจากการหมุนของเพลลา	10
3.1 เครื่องสับปลาเปิดที่ออกแบบด้วยโปรแกรม SOLIDWORKS 2019	16
3.2 แบบร่างโครงสร้างเครื่องสับปลาเปิด	18
3.3 โครงสร้างเครื่องสับปลาเปิด	18
3.4 ใบมีดกลม ขนาด 8x2.54x0.12 cm	19
3.5 แบบร่างชุดใบมีดตัด	19
3.6 ชุดใบมีดตัด	19
3.7 แผ่นเพลตยึดเฟืองขับ	20
3.8 แผ่นเพลตยึดเฟืองตาม	20
3.9 แบบร่างเพลลาชุดขับ	21
3.10 เพลลาชุดขับ	21
3.11 การติดตั้งมอเตอร์ต้นกำลัง	21
3.12 การต่อวงจรอินเวอร์เตอร์กับมอเตอร์	21
3.13 การต่อมอเตอร์กับอินเวอร์เตอร์	22
3.14 เฟือง Dale 34T ประกอบเข้ากับแผ่นเพลตยึดเฟืองขับ	23
3.15 ติดตั้งโซ่และตัวดันโซ่ลูกกลิ้งโซ่	23
3.16 แบบร่างการติดตั้งชุดใบมีดตัดเข้ากับโครงเครื่องสับปลาเปิด	24
3.17 ติดตั้งชุดใบมีดตัดเข้ากับโครงเครื่องสับปลาเปิด	24
3.18 แบบร่างฝาครอบชุดส่งกำลัง	25

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.19 ฝาครอบมอเตอร์ต้นกำลัง	25
3.20 ฝาครอบมอเตอร์ต้นกำลัง	25
3.21 การเจาะลิ้มทั้งสองด้าน	26
3.22 แบบร่างการติดตั้งทอร์คเซ็นเซอร์	26
3.23 การติดตั้งทอร์คเซ็นเซอร์	27
3.24 เครื่องวัดตวงศาดีจิตอล	28
3.25 วัดมุมไถลของปลาเปิด	28
3.26 แบบร่างถาดใส่ปลาเปิด	28
3.27 ถาดใส่ปลาเปิด มุมด้านบน	29
3.28 ถาดใส่ปลาเปิด มุมด้านข้าง	29
3.29 ฝาครอบสแตนเลสด้านหลัง	29
3.30 ฝาครอบสแตนเลสด้านข้าง	30
3.31 ถาดรับปลาเปิด	30
3.32 ชั่งปลาเปิดจำนวน 2 kg	31
3.33 อ่านค่าความเร็วรอบจากหน้าจอ LCD ของเซ็นเซอร์วัดความเร็ว	32
3.34 หน้าต่าง LabVIEW ของการบันทึกค่าแรงบิด	32
3.35 ทอล์คเซ็นเซอร์ที่ติดตั้งในแกนเพลลาขับ	33
3.36 เครื่องวัดอัตราเร่ง	33
3.37 นำปลาผ่านการสับไปร่อนในตะแกรง	34
3.38 ลักษณะปลาที่ผ่านการร่อนตะแกรง	34
4.1 การวัดความยาวของปลาเปิด	35
4.2 การวัดความกว้างของปลาเปิด	35
4.3 การวัดความหนาของปลาเปิด	36
4.4 มุมไถลของปลาเปิดด้านหลังของตัวปลา	37
4.5 มุมไถลของปลาเปิดด้านท้องของตัวปลา	37

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.6 มุมไถลของปลาเบ็ดด้านหัวของตัวปลา	37
4.7 มุมไถลของปลาเบ็ดด้านหางของตัวปลา	37
4.8 การไถลของปลาเบ็ดของ Hopper รูปแบบที่ 1	38
4.9 ลักษณะของปลาเบ็ดที่ผ่านการสับของ Hopper รูปแบบที่ 1	39
4.10 แผ่นพอลิโพรพิลีน	39
4.11 ลักษณะของปลาเบ็ดเมื่อกระทบแผ่นพลาสติก	40
4.12 ปลาเบ็ดมีลักษณะขึ้นได้ดีและได้ขนาดตามที่ต้องการ	40
4.13 ปลาเบ็ดที่ผ่านการสับแต่มีลักษณะไม่เป็นขึ้น	40
4.14 ลักษณะของปลาเบ็ดที่ผ่านการสับเป็นขึ้น ความเร็วรอบ 900 rpm	41
4.15 ลักษณะของปลาเบ็ดที่ไม่เป็นขึ้น ความเร็วรอบ 900 rpm	41
4.16 ลักษณะของปลาเบ็ดที่ผ่านการสับเป็นขึ้น ความเร็วรอบ 1000 rpm	42
4.17 ลักษณะของปลาเบ็ดที่ไม่เป็นขึ้น ความเร็วรอบ 1000 rpm	42
4.18 ลักษณะของปลาเบ็ดที่ผ่านการสับเป็นขึ้น ความเร็วรอบ 1100 rpm	43
4.19 ลักษณะของปลาเบ็ดที่ไม่เป็นขึ้น ความเร็วรอบ 1100 rpm	43
4.20 ลักษณะของปลาเบ็ดที่ผ่านการสับเป็นขึ้น ความเร็วรอบ 1200 rpm	44
4.21 ลักษณะของปลาเบ็ดที่ไม่เป็นขึ้น ความเร็วรอบ 1200 rpm	44
4.22 ลักษณะของปลาเบ็ดที่ผ่านการสับเป็นขึ้น ความเร็วรอบ 1300 rpm	45
4.23 ลักษณะของปลาเบ็ดที่ไม่เป็นขึ้น ความเร็วรอบ 1300 rpm	45
4.24 ลักษณะของปลาเบ็ดที่ผ่านการสับเป็นขึ้น ความเร็วรอบ 1400 rpm	46
4.25 ลักษณะของปลาเบ็ดที่ไม่เป็นขึ้น ความเร็วรอบ 1400 rpm	46
4.26 ลักษณะของปลาเบ็ดที่ผ่านการสับเป็นขึ้น ความเร็วรอบ 1500 rpm	47
4.27 ลักษณะของปลาเบ็ดที่ไม่เป็นขึ้น ความเร็วรอบ 1500 rpm	47
4.28 ลักษณะของปลาเบ็ดที่ผ่านการสับเป็นขึ้น ความเร็วรอบ 1600 rpm	48
4.29 ลักษณะของปลาเบ็ดที่ไม่เป็นขึ้น ความเร็วรอบ 1600 rpm	48
4.30 ค่าความเร็วรอบของใบมีดและแรงบิด	49

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.31 ค่าความเร็วรอบของใบมีดและเปอร์เซ็นต์ความไม่เป็นชั้น	50
4.32 เปอร์เซ็นต์ความไม่เป็นชั้นเทียบกับเวลาที่ใช้ในการสับ	52
ข.1 เครื่องสับปลาเปิดที่สร้างขึ้น	69
ข.2 เครื่องสับปลาเปิดที่ออกแบบ	70
ข.3 โครงสร้างเครื่องสับปลาเปิด	71
ข.4 ตลับลูกปืน	72
ข.5 ตลับลูกปืนแบบสี่เหลี่ยม	73
ข.6 มู่เล่ ขนาด 3”	74
ข.7 ชูปเปอร์ลิน	75
ข.8 เฟลตยัดเฟืองตาม	76
ข.9 เฟลตยัดเฟืองขับ	77
ข.10 เหล็กเพลาดันสำหรับชุดเฟืองขับและชุดประกอบใบมีด ขนาด 1”	78
ข.11 เหล็กเพลาดันสำหรับเฟืองกลับทิศ ขนาด 1”	79
ข.12 ฝาครอบระบบส่งกำลัง	80
ข.13 ถาดบ่อนปลาเปิด	81
ข.14 แผ่น Hopper ด้านขวา	82
ข.15 แผ่น Hopper ด้านซ้าย	83
ข.16 แผ่น Hopper ด้านหลัง	84
ข.17 แผ่น Hopper ด้านหน้า	85
ข.18 ถาดรับปลาเปิด	86
ข.19 แผ่นปิดมอเตอร์	87
ข.20 แผ่นกั้นปลาเปิด	88
ค.1 หน้าโปรแกรม LabVIEW ที่ใช้เก็บผลการทดลอง	90
ค.2 หน้า Block Diagram โปรแกรม LabVIEW ที่ใช้เก็บผลการทดลอง	91

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์

ปัจจุบันการเลี้ยงปุนีมีของเกษตรกรในภาคใต้จะใช้อาหารในการเลี้ยงปุนีมีมักอยู่ 2 ประเภท คือ อาหารสำเร็จรูปและชิ้นปลาสดโดยส่วนใหญ่นิยมใช้ชิ้นปลาสด เพราะชิ้นปลาสดนั้นปุนีสามารถกินจนหมดและไม่ละลายไปกับน้ำ ชิ้นปลาสดนั้นได้มาจากปลาเบ็ดแล้วนำมาตัดเป็นชิ้นๆ ด้วยแรงงานคน โดยในการตัดปลาเบ็ดนั้นจะใช้ความชำนาญในการตัดถ้าหากไม่มีความชำนาญในการตัดก็จะทำให้ใช้เวลามากยิ่งขึ้น ในการตัดแต่ละครั้งนั้นจะใช้ปลาเบ็ดไม่ต่ำกว่า 100 kg จำนวนคนงานที่ใช้ตัดตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป ซึ่งการตัดแต่ละครั้งคนงานจะใช้เวลาในการตัดเป็นเวลานานทำให้เกิดปัญหาทางด้านสุขภาพและคนงานไม่มีเวลาในการเลี้ยงปุนี ทำให้เกษตรกรหรือนายจ้างต้องสิ้นเปลืองงบประมาณในการจากคนงานตัดปลาเพิ่มและทำให้คนงานมีเวลาในการเลี้ยงปุนีในแต่ละรอบมีประสิทธิภาพที่ต่ำลง จึงอาจทำให้เกิดความเสียหายแก่นายจ้างหรือผู้ประกอบการเพิ่มขึ้น โดยในปัจจุบันได้มีนักประดิษฐ์คิดค้นเครื่องมือหรืออุปกรณ์ในการตัดเนื้อหรือหั่นผักต่างๆ [1-3] โดยตัวเครื่องที่ได้ออกแบบมานั้น มีประสิทธิภาพและกำลังตัดมากกว่าใช้คนงานที่ใช้การตัดแบบเดิม [4-5] เพื่ออำนวยความสะดวก ลดระยะเวลาการทำงานและลดจำนวนคนงานในการทำงานเพื่อเป็นการประหยัดต้นทุนของผู้ประกอบการนั้นๆ [6-7] ซึ่งตัวเครื่องจะประกอบไปด้วย ชุดใบมีด, ถาดป้อนขาออก-ขาเข้า, ชุดเพลลา, มอเตอร์ส่งกำลังและตัวควบคุมต่าง ๆ ตัวเครื่องได้รับการออกแบบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการสับปลาที่มากขึ้น โดยมีการเลือกวัสดุและอุปกรณ์ที่เหมาะสมกับการทำงานของตัวเครื่องเพื่อให้แน่ใจว่ามีความแข็งแรงและการทำงานของเครื่องจะออกมาแบบมีประสิทธิภาพที่สุด [8-10]

ดังนั้นโครงการนี้จัดทำขึ้นเพื่อออกแบบและประดิษฐ์เครื่องสับปลาเพื่อใช้เป็นอาหารสำหรับการเลี้ยงปุนีบ่อดิน โดยเครื่องสับปลาเปิด เพื่อลดปัญหาสุขภาพคนงานในการทำงานและเป็นการประหยัดต้นทุนของเกษตรกรในการว่าจ้างคนงานเพิ่มเติมในการตัดปลาเพื่อเพื่อให้ทันเวลาที่ไม่เกิดความเสียหายและคนงานสามารถดูปุนีได้เต็มที่

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1.2.1 เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องสับปลาเปิดเพื่อใช้เป็นอาหารเลี้ยงปุนีบ่อดิน

1.2.2 เพื่อช่วยลดระยะเวลาและจำนวนแรงงานคนในการสับปลาเปิดเพื่อใช้เป็นอาหารเลี้ยงปุนี

ดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 สมมติฐานของการศึกษา

1.3.1 เครื่องสับปลาเปิดสามารถตัดปลาได้ขนาดที่ใกล้เคียงกับแรงงานคนและสามารถตัดปลาเปิดได้แบบกะละไซต์ได้

1.4 ขอบเขตของโครงการ

1.4.1 ชิ้นปลาเปิดรูปทรงสี่เหลี่ยมมีขนาดโดยเฉลี่ย 2.5 cm

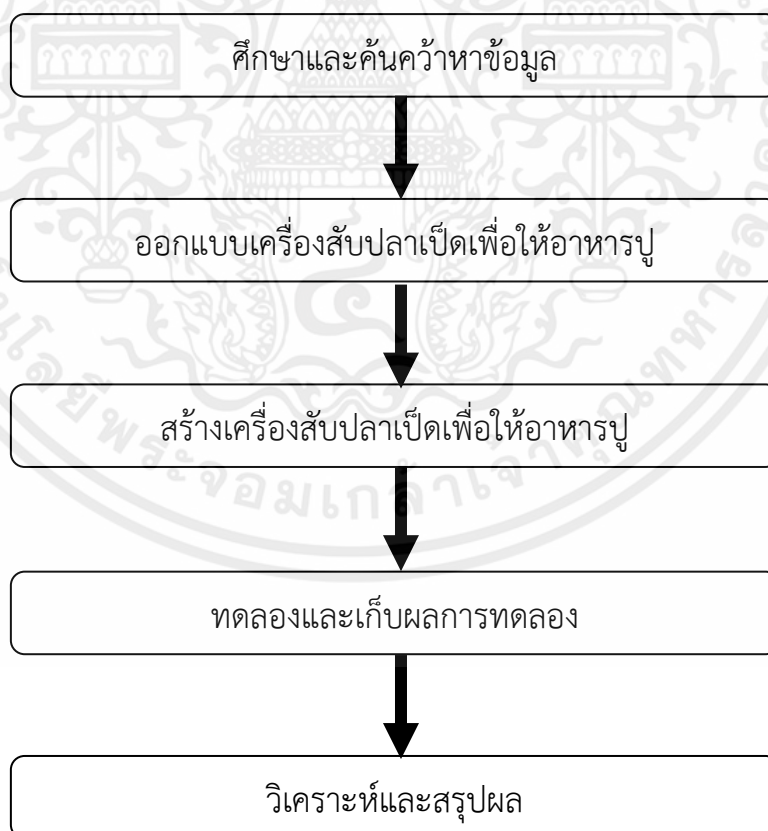
1.4.2 มีอัตราการผลิตไม่น้อยกว่า 100 kg/hr

1.4.3 เครื่องสับปลาเปิดสามารถตัดปลาให้มีขนาด 2.5 cm และปริมาณการผลิตไม่น้อยกว่า 100 kg/hr

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 สามารถประหยัดเวลาในการตัดและใช้แรงงานคนลดลง

1.6 ขั้นตอนการดำเนินงาน



รูปที่ 1.1 แผนผังการดำเนินงานการออกแบบและสร้างเครื่องสับปลาเปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.7 แผนการดำเนินงาน

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินการออกแบบและสร้างเครื่องสับปลาเบ็ด

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ระยะเวลาดำเนินการ 2564-2565									
	2564					2565				
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.
1. รวบรวมและศึกษาข้อมูลเอกสารที่เกี่ยวข้อง	←→									
2. ออกแบบเครื่องสับปลาเบ็ด			←→							
3. สร้างเครื่องสับปลาเบ็ด						←→				
4. ทดลองและวิเคราะห์ผล							←→			
5. สรุปผลการทดลอง								←→		
6. ทำรูปเล่มปริญญานิพนธ์								←→		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะได้กล่าวถึงแนวคิดทฤษฎี วรรณกรรม และหลักการต่าง ๆ จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมาเพื่อศึกษาเป็นข้อมูลสำหรับโครงการนี้

2.1 ปลาเบ็ด

ปลาเบ็ด (Trash Fish) เป็นปลาที่มีขนาดเล็ก ปลาที่ยังไม่โตเต็มวัย หรือพวกปลาที่คนไม่นิยมนำมาบริโภค มักจะขายให้คนเลี้ยงเป็ดกิน เพราะเป็ดชอบกินปลาเป็นตัว ทำให้เรียกว่า “ปลาเบ็ด” ซึ่งปลาเหล่านี้ได้มาจากการลากอวนของชาวประมง เป็นอวนตาถี่ที่ลากไปกับพื้นทะเลทำให้มีลูกปลานขนาดเล็กติดมาด้วย ชาวประมงจึงนำมาขายให้กับคนที่เลี้ยงสัตว์น้ำ เช่น ปลาช่อน ปลากะพง หรือปลาชะโด หนึ่งในนั้นก็มีปูอยู่ด้วย แต่การจะให้อาหารนั้นต้องตัดเป็นชิ้นเล็กๆ ให้เพื่อการสะดวกในการกิน ปัจจุบันมีการนำปลาเบ็ดมาเป็นอาหารสำหรับปลาหรือปูมากขึ้น เนื่องจากเป็นหนึ่งในอาหารที่ทำให้ปลาหรือปูโตเร็วมากขึ้น ปลาเบ็ดพวกนี้เป็นแหล่งโปรตีนสูงสำหรับพวกสัตว์น้ำและมีราคาถูก ปลาเบ็ด เป็นอาหารประเภทเนื้อที่ให้โปรตีนสูง และเป็นแหล่งของวิตามินบีให้โปรตีนสำหรับการเลี้ยงสัตว์ มีเกลือแร่และวิตามินซีที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายใกล้เคียงกับเนื้อสัตว์อื่น ปัจจุบันปลาเบ็ดนอกจากจะใช้เป็นอาหารของมนุษย์แล้ว ยังนำไปเป็นส่วนผสมอาหารสำเร็จรูปอัดเม็ดใช้เลี้ยงสัตว์อื่นอย่างแพร่หลาย เช่น เป็ด ไก่ และสุกร เป็นต้น ดังรูปที่ 2.1 [11]



รูปที่ 2.1 ปลาเบ็ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1 แหล่งปลาเปิด

แหล่งจับปลาด้วยเครื่องมืออวนลาก มีทั้งอ่าวไทย ทะเลจีนตอนกลาง และทะเลอันดามันในทางภาคใต้ของประเทศไทย (ชุมพร สงขลา ปัตตานี ระนอง และภูเก็ต)

2.1.2 การแปรรูปปลาเปิด

ปลาเปิดที่จับได้ จะถูกลำเลียงไปกับเรือพร้อมกับปลาดี ๆ และสัตว์น้ำอื่น ๆ เพื่อขึ้นที่ท่าขึ้นปลาทำการขายไปยังตลาดสดทั้งในและต่างจังหวัด ส่วนใหญ่จะนำไปแปรรูปนำส่งเข้าโรงงานปลาป่น นอกจากไปทำปลาป่นแล้ว ยังนำไปทำเป็น น้ำหมักรดน้ำต้นไม้ ทำกะปิ ทำน้ำปลา ทำปุ๋ย เป็นต้น

2.1.3 อาหารสัตว์ชนิดต่าง ๆ

1. ใช้เลี้ยงไก่ การเลี้ยงไก่ไข่และไข่เนื้ออาหารที่กินก็เป็นอีกอย่างหนึ่งที่สำคัญ ถ้าไก่ขาดอาหารผสมที่สำเร็จรูป โดยเฉพาะถ้าขาดปลาป่นที่เป็นวัตถุดิบที่ใช้ผสมในอาหารแล้ว อาจมีผลทำให้ไก่เติบโตไม่ดีและไข่ไม่ตก

2. ใช้เลี้ยงเป็ด ใช้ปลาเปิดผสมเจือปนไปกับอาหาร จะทำให้เป็ดเติบโตได้ดีกว่าการเสริมโปรตีนจากพืช ย่นระยะเวลาการเลี้ยงได้มาก นอกจากนี้ยังช่วยให้สัตว์ปีกหลายชนิดแข็งแรงสมบูรณ์ ให้ไข่ตก เบอร์เซ็นต์ฟักออกของไข่ก็สูงขึ้น

3. ใช้เลี้ยงสุกร การเลี้ยงสุกรในเมืองไทย มีความเจริญก้าวหน้าเพิ่มขึ้นโดยลำดับ เดิมอาหารที่ใช้เลี้ยงสุกรได้แก่ เศษอาหารจากโรงครัวและผักต่าง ๆ แต่ตอนนี้ผู้เลี้ยงที่ใช้อาหารดังกล่าวได้ลดจำนวนลง แล้วหันไปใช้อาหารที่มีปลาเปิดเจือปนเพิ่มมากขึ้น เพราะอาหารผสมดังกล่าวมีผลให้สุกรเติบโตและมีคุณภาพที่ดีขึ้น

4. ใช้เลี้ยงปลา ได้มีการสร้างสูตรอาหารสำหรับการเลี้ยงปลาตุก ปลานิล ปลาหมอไทย เป็นต้น สูตรอาหารจะใช้ปลาป่นเป็นส่วนผสมที่ให้โปรตีนจากเป็นหลักทั้งสิ้น ทั้งนี้เพราะว่าไม่มีวัตถุดิบอื่นใดจะให้คุณค่าทางโปรตีนสูงกว่าที่ได้จากปลาป่น

5. ใช้เลี้ยงปู อาหารที่ใช้เลี้ยงปู คือ ปลาเปิด อัตราการให้อาหาร 5-10% หรือจะนับจำนวนขึ้นมากกว่าจำนวนปูที่ปล่อยประมาณ 20% แต่ถ้าให้หอยกะพงจะให้อัตรา 20-40% ของน้ำหนักตัวการให้อาหารจะให้อัตรา 1 ครั้ง ในตอนเย็นโดยหว่านให้ทั่วบ่อ [12]

2.2 ปูนีม

ปูนีม คือ ปูที่ถูกนำมาเลี้ยงจนกระทั่งลอกคราบ เมื่อลอกคราบใหม่ๆ กระดองปูจะนิ่มจนรับประทานได้ทั้งกระดอง เป็นอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการ มีปริมาณแคลเซียมสูง คอเลสเทอรอลต่ำ ต้นทุนของการทำปูนีมส่วนมากมาจากจังหวัดชายฝั่งอันดามัน เช่น ระนอง หรือสตูล พื้นที่ที่มีการทำฟาร์มปูนีมจะคล้ายกับการทำฟาร์มกุ้งคือมีบ่อขนาดใหญ่เรียงรายกันอยู่เป็นจำนวนมาก แต่ที่แตกต่างจากการเลี้ยงกุ้งคือจะมีตะกร้าใบเล็กๆ วางเรียงรายกันเป็นแพอยู่เต็มบ่อ ดังรูปที่ 2.2 [13]



รูปที่ 2.2 ปูนิ่ม

2.2.1 การเลี้ยงปูนิ่ม

เนื่องจากชาวประมงมีการจับปูขนาดเล็กขึ้นมาจำหน่ายในราคาถูก คือขนาดต่ำกว่า 120 g ซึ่งเกษตรกรจะขายในราคา 20-40 Baht/kg จึงคิดหาวิธีการเลี้ยงปูทะเลนิ่มขึ้นเพื่อเพิ่มมูลค่าของทรัพยากรปูทะเลในธรรมชาติ กล่าวคือนำปูเล็กมาเลี้ยงประมาณ 1-3 month ปูลอกคราบเป็นปูนิ่มทำให้มีมูลค่าเพิ่มเป็น 150-200 Baht/kg และเพื่อให้การรับประทานง่ายขึ้น เพราะสามารถรับประทานได้ทั้งตัวการเลี้ยงปูนิ่มนี้เกษตรกรสามารถนำไปปฏิบัติได้แล้วในหลายพื้นที่ เช่น ระนอง สุราษฎร์ธานี ชุมพร พังงา ภูเก็ต สตูล สมุทรปราการ สมุทรสาคร และจันทบุรี

2.2.2 การให้อาหาร

เลี้ยงปูด้วยปลาเบ็ด หั่นเป็นชิ้นขนาด 2.5 cm คิดเป็นสัดส่วน 10% ของน้ำหนักปู โดยจะมีการให้อาหารปูทุก 1-2 d/batch แล้วแต่บางฟาร์ม โดยหย่อนลงบนช่องข้างบนกล่อง จากนั้นก็รอเวลาให้ปูลอกคราบ ประมาณไม่เกิน 45 d ปูก็จะเริ่มลอกคราบ [14]

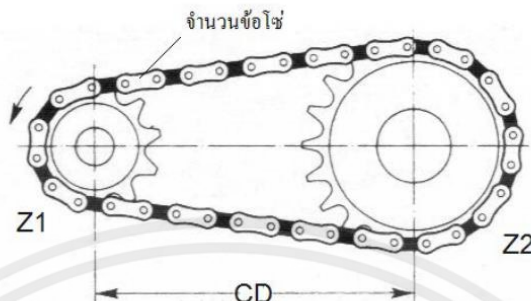
2.3 ทฤษฎีเกี่ยวกับโซ่

โซ่สามารถส่งกำลังให้ได้โมเมนต์บิด (ทอร์ค) สูงมากโดยที่ให้เป็นชุดส่งกำลังมีขนาดเล็กได้ เป็นลักษณะการส่งกำลังด้วยรูปร่างและที่รองเพลลาจะรับภาระน้อยมาก ไม่มีการให้สิ้นไถลในขณะส่งกำลัง ในขณะที่ส่งกำลังข้อต่อโซ่จะรับภาระความเสียดทานลื่น (Sliding Friction) จึงต้องมีการหล่อลื่นที่เพียงพอ โซ่ส่งกำลังจะมีใช้งานในที่รับภาระตึงมาก ๆ

สำหรับล้อยโซ่ที่ใช้กับโซ่ฟันจะต้องมีจำนวนฟันอย่างน้อยที่สุด 17 T มิฉะนั้นจะเกิดสัดส่วนการจับของโซ่ฟันที่ไม่เหมาะสม ที่ทำให้เกิดแรงเสียดทานมากขึ้นได้ และถ้าใช้งานรับภาระกระแทกแล้วโซ่ฟันจะยึดและมีผลให้เกิดสัดส่วนการจับของโซ่ฟันที่ไม่เหมาะสมอีกเช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหาความยาวรวมของโซ่ (L_p) นับจากจำนวนข้อโซ่ที่โอบรอบเฟืองโซ่ตัวขับและตัวตาม สามารถคำนวณหาความยาวรวมของโซ่ ดังสมการที่ (2.1) ดังรูปที่ 2.3 [15]



รูปที่ 2.3 แสดงการหาความยาวรวมของโซ่ [15]

$$L_p = \frac{2C}{P} + \frac{Z_1 + Z_2}{2} + \left(\frac{Z_2 - Z_1}{2\pi} \right)^2 \frac{P}{C} \quad 2.1$$

โดยที่

- L_p คือ จำนวนข้อโซ่ (ไร้หน่วย)
- C คือ ระยะห่างศูนย์กลางเฟืองโซ่ (mm)
- P คือ ระยะพิทของโซ่ (mm)
- Z_1 คือ จำนวนฟันเฟืองโซ่ขับ (T)
- Z_2 คือ จำนวนฟันเฟืองโซ่ตาม (T)

2.4 ทฤษฎีเกี่ยวกับสายพานส่งกำลัง

สายพานส่งกำลังจะประกอบด้วยสายพานที่ยืดหยุ่นตัวได้ ติดตั้งมู่เล่ตั้งแต่สองอันขึ้นไป ซึ่งเป็นการส่งกำลังระหว่างเพลลาที่ขนานกัน แรงในแนวสัมผัสจะถูกส่งถ่ายจากมู่เล่ขับไปยังมู่เล่ต่างๆ โดยอาศัยความเสียดทานระหว่างสายพานและมู่เล่ [16] การวัดความยาวของสายพานที่มีขนาดมู่เล่เท่ากันและขนาดมู่เล่ต่างกัน สามารถคำนวณได้จากสมการที่ (2.2) และ (2.3)

$$L_b = 2C + 1.57(D + d) \quad 2.2$$

และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$Lb = 2C + 1.57(D + d) + \frac{(D - d)^2}{4C} \quad 2.3$$

โดยที่

- Lb คือ ความยาวของสายพาน (mm)
 C คือ ระยะห่างระหว่างเพลาชับกับเพลาดาม (mm)
 D คือ เส้นผ่านศูนย์กลางของมู่เล่ตัวใหญ่ (mm)
 d คือ เส้นผ่านศูนย์กลางของมู่เล่ตัวเล็ก (mm)

2.5 ทฤษฎีเกี่ยวกับการตัดเฉือน

พิจารณาแรงเฉือนของใบมีดที่ตัดเนื้อปลา จะหาแรงกระทบที่ต้องใช้ในการตัดเฉือนเนื้อปลา ดังสมการที่ (2.4) และหาพื้นที่ใต้แรงเฉือนได้ดังแสดงในสมการที่ (2.5) [17]

$$F_p = A_p \times \tau_p \quad (2.4)$$

โดยที่

- F_p คือ แรงที่จำเป็นสำหรับการตัดปลา (N)
 A_p คือ พื้นที่ใต้แรงเฉือน (m^2)
 τ_p คือ ความเค้นเฉือนของปลา (N.m)

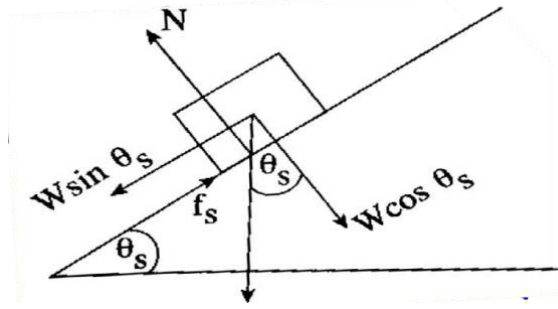
$$A_p = \frac{\pi D^2}{4} \quad (2.5)$$

โดยที่

- D คือ เส้นผ่านศูนย์กลางของปลา (m)

2.6 ทฤษฎีแรงเสียดทานมุมไถล

เมื่อนำวัตถุวางอยู่บนพื้นเอียงทำมุม Θ กับแนวระดับปรากฏว่าวัตถุเริ่มเลื่อนลงจะมีแรงกระทำต่อวัตถุ ถ้าวัตถุเริ่มเคลื่อนที่ลงจากพื้นเอียง ค่า \tan ของมุมของพื้นเอียงกับแนวระดับจะเท่ากับค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตซึ่งหาได้ดังสมการที่ (2.6) ดังรูปที่ 2.4 [18]



รูปที่ 2.4 แสดงแรงกระทำต่อวัตถุเริ่มเลื่อนลงบนพื้นเอียง [18]

$$\mu_s = \tan \theta_s \quad (2.6)$$

โดยที่

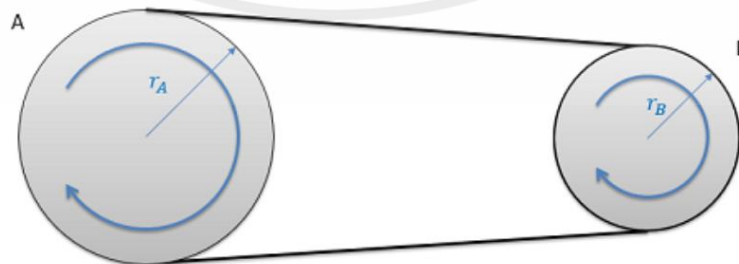
μ_s คือ ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต (ไร้หน่วย)

θ_s คือ มุมของความเสียดทาน ($^{\circ}$)

2.7 อัตราทดระบบส่งกำลัง

คือ สัดส่วนระหว่างเฟือง 2 ตัว ขึ้นไปที่ส่งกำลังถึงกัน ซึ่งเฟืองตัวหนึ่งจะเป็นตัวขับและอีกเฟืองตัวจะเป็นตัวตาม โดยการเคลื่อนที่ของเฟืองทั้งสองจะมีทิศทางที่ตรงกันข้ามกัน จะมีความเร็วรอบและจำนวนฟันเฟืองที่ต่างกัน ซึ่งตัวไหนจะมากกว่าหรือน้อยกว่าก็ขึ้นอยู่กับความต้องการที่ปลายทางว่าต้องการ เพิ่มหรือลดความเร็ว ดังรูปที่ 2.5 [19]

การที่มีการส่งกำลังจากตัวขับ (Driver ณ จุดที่ A) มาตำแหน่งตัวถูกขับ (Driven ณ จุดที่ B) ผ่านมู่เล่ และสายพานส่งกำลัง ซึ่งจะทำให้รอบและแรงบิดเปลี่ยนไป มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ เฟืองตัวขับมี 34 T และเฟืองตัวตามมี 15 T โดยมีชุดส่งกำลังคือ มอเตอร์ไฟฟ้า ขนาด 1 hp ความเร็วรอบเท่ากับ 1420 rpm สามารถหาอัตราทดได้จากสมการที่ (2.7)



รูปที่ 2.5 ชุดส่งกำลัง ตัวขับ A ส่งกำลังผ่านสายพาน ไปยังตัวตาม B [20]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

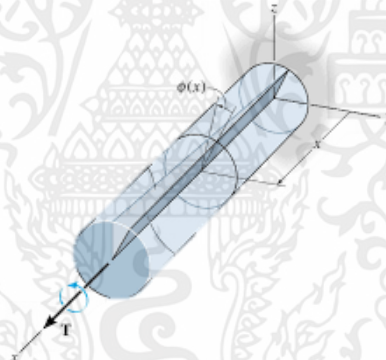
$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1} \quad (2.7)$$

โดยที่

i	คือ อัตราทด (ไร้นหน่วย)
n_1	คือ ความเร็วรอบของเฟืองตัวขับ (rpm)
n_2	คือ ความเร็วรอบของเฟืองตัวตาม (rpm)
z_1	คือ จำนวนฟันของเฟืองขับ (T)
z_2	คือ จำนวนฟันของเฟืองตาม (T)

2.8 กำลังของมอเตอร์

การจะคำนวณหา กำลังของมอเตอร์จะได้แรงที่กระทำสัมผัสกับเพลลาทำให้เพลลาหมุนด้วยความเร็วรอบต่อนาที ขณะที่เพลลาหมุนไป 1 รอบ ทำให้เกิดแรงบิดตัวของเพลลาขึ้นเพื่อที่จะพยายามหมุนแกนเพลลา สามารถหาแรงบิดของเพลลาได้จากสมการที่ (2.8) ดังรูปที่ 2.6 [21]



รูปที่ 2.6 แรงบิดที่เกิดจากการหมุนของเพลลา [22]

$$T = F \times r \quad (2.8)$$

โดยที่

T	คือ แรงบิด (N.m)
F	คือ แรงที่กระทำสัมผัสกับเพลลา (N)
r	คือ รัศมีของเพลลา (m)

เพราะฉะนั้น การคำนวณหา กำลังของมอเตอร์สามารถคำนวณได้ดังแสดงในสมการที่ (2.9)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$P = \frac{2\pi Tn}{60} \quad (2.9)$$

โดยที่

P	คือ กำลังที่เพลารับแรงจากมอเตอร์ (W)
T	คือ แรงบิด (N.m)
n	คือ ความเร็วรอบของเพลาร (rpm)

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Gokul et al. [1] ได้ทำการวิจัยและสร้างเครื่องหั่นผักอัตโนมัติ โดยใช้กลไกข้อเหวี่ยงแบบเลื่อนขึ้น-ลง ด้วยการออกแบบที่เรียบง่ายซึ่งช่วยประหยัดเวลาและมีราคาที่ไม่แพง มีประสิทธิภาพในการทำงานการหั่นผักด้วยมีอนั้นเป็นกระบวนการที่ใช้เวลานานและมีแนวโน้มที่จะเสี่ยงต่อการปนเปื้อนในอาหาร โดยการทำงานจะใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นแหล่งจ่ายไฟ จากนั้นป้อนผักลงในถังซึ่งประกอบขึ้นจากท่อพีวีซี ซึ่งใบมีดตัดจะถูกติดตั้งไว้ในถังด้วย และใบมีดจะอยู่ในลักษณะตั้งฉากกับลูกสูบ ในการกดผักกับใบมีดกลไกข้อเหวี่ยงจะทำงาน ทำให้มีการเคลื่อนที่ขึ้น-ลงของลูกสูบ จะทำให้ผักที่อยู่บนใบมีดถูกหั่นเป็นชิ้นๆ

Senin et al. [2] ได้ทำการวิจัยและสร้างหั่นเนื้อแบบอัตโนมัติ วัตถุประสงค์หลักของการทำเครื่องคือการเปลี่ยนวิธีการหั่นเนื้อไก่แบบเก่าเป็นแบบสมัยใหม่ ซึ่งเนื้อไก่จะนำไปประกอบอาหารในร้านอาหาร โดยใช้เนื้อไก่ที่ไม่มีกระดูก ซึ่งแต่ละชิ้นจะต้องมีความหนาประมาณ 5 mm เดิมขั้นตอนการหั่นใช้มีดตัดธรรมดาและอัตราการผลิตถูกตัดทอนเนื่องจากความต้องการของผู้บริโภคสูงขึ้นทุกวัน วิธีนี้ต้องใช้คนงาน 3 ถึง 4 คนในการทำงานร่วมกันเพื่อให้เนื้อไก่มีปริมาณ 30 kg หั่นเป็นชิ้นประมาณ 5 mm ต่อชิ้นภายในหนึ่งชั่วโมงครึ่ง เครื่องหั่นเนื้อนี้สามารถเพิ่มผลผลิตของเนื้อสัตว์หั่นและในขณะเดียวกันก็สามารถลดจำนวนคนงานลงได้ การใช้งานเครื่องนี้สามารถใช้คนงานเพียงคนเดียวสำหรับการทำงานและผลผลิตอาจสูงถึง 30 kg/1800 s สามารถเพิ่มกำลังการผลิตได้เกือบ 3 เท่าและประหยัดค่าแรงได้ 3 เท่า ในขณะเดียวกันคุณภาพของเนื้อหั่นก็เพิ่มขึ้นมากเนื่องจากเนื้อสไลซ์ส่วนใหญ่มีความหนา 5 mm การออกแบบแนวคิดเครื่องหั่นเนื้อ คือการตัดเนื้อโดยใช้ใบมีดตัดวงกลมหลาย ๆ ใบซึ่งใบจะถูกวางบนสายพานลำเลียงที่เคลื่อนที่และสุดท้ายจะตกลงไปบนถาดที่ถูกสุxonามัย ใช้งานด้วยใบมีดเดี่ยวทำจาก สแตนเลส เส้นผ่านศูนย์กลางใบมีด 220 mm สรุปได้ว่าผลผลิตของคนงานเพิ่มขึ้นเกือบ 800 % ซึ่งจากเดิมคนงานหั่นเนื้อได้ 6.67 kg/hr เปลี่ยนเป็นใช้เครื่องสามารถหั่นเนื้อได้ 60 kg/hr ทำให้สามารถประหยัดต้นทุนแรงงานและในขณะเดียวกันผลผลิตของเนื้อสัตว์ก็สามารถเพิ่มขึ้นได้

Woo et al. [3] ได้ทำการวิจัยเพื่อพัฒนาเครื่องตัดเนื้อไก่อัตโนมัติที่เหมาะสมสำหรับบริษัทแปรรูปเนื้อสัตว์ขนาดเล็ก ตัวเครื่องประกอบด้วยถาด อุปกรณ์ป้อน อุปกรณ์ตัด และระบบควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษานี้พบสภาวะการตัดที่เหมาะสมที่สุดซึ่งทำให้เกิดอัตราการสูญเสียใก่น้อยที่สุดระหว่างการตัด โดยการเปลี่ยนความเร็วการหมุนของใบมีดตัดแบบสองทิศทางและความเร็วการป้อนถาด นอกจากนี้ยังประเมินประสิทธิภาพของอุปกรณ์ด้วยการเปรียบเทียบความสม่ำเสมอของชิ้นไม้และความสามารถในการแปรรูปต่อชั่วโมง ความสม่ำเสมอของน้ำหนักชิ้นที่ตัดจากอุปกรณ์อัตโนมัติพบว่าค่าสัมประสิทธิ์การแปรผัน ลดลงเมื่อเทียบกับการตัดด้วยมือ ซึ่งบ่งชี้ว่าน้ำหนักชิ้นที่ตัดโดยอุปกรณ์อัตโนมัติมีความสม่ำเสมอมากขึ้น ความเร็วตัดที่เหมาะสมที่สุดพบว่ามิดังต่อไปนี้ ความเร็วป้อนถาด 0.05 m/s ความเร็วใบมีดตามขวาง 18.8 m/s ความเร็วใบมีดตามยาว 16.4 m/s และไม้ 55.3 ตัวถูกแปรรูปที่ความเร็วนี้ การศึกษานี้ยืนยันว่าจำนวนไม้แปรรูปเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มความเร็วในการป้อนถาดและกระบวนการตัดนั้นปลอดภัยและถูกสุขอนามัยมากขึ้นโดยใช้เครื่องตัดไม้อัตโนมัติ

Lau and Yean [4] ได้ทำการวิจัยและสร้างเครื่องหั่นฝักอเนกประสงค์อัตโนมัติ เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยให้ผู้ใช้งานได้หลายอย่างภายในเครื่องเดียว มีแนวคิดในการออกแบบเครื่องจักรที่สามารถทำหน้าที่หรือการทำงานที่แตกต่างกันสามประเภท ได้แก่ การหั่นฝัก การรีดแปรง และการบดอ้อย เครื่องหั่นฝักอเนกประสงค์อัตโนมัติประกอบด้วยสองช่องที่แตกต่างกันโดยที่หนึ่งสำหรับการบดและการรีด ในขณะที่อีกช่องหนึ่งใช้สำหรับการหั่น สำหรับการบดและการรีดช่องประกอบด้วยลูกกลิ้ง 3 ตัวซึ่งอยู่ในรูปตัว L ในทางกลับกันจะมีเพลลา 2 อันพร้อมใบมีดตัดสำหรับการหั่นฝัก วัสดุที่ใช้สำหรับเครื่องหั่นฝักอเนกประสงค์ อัตโนมัติคือสแตนเลส 304 ซึ่งทนทานต่อการกัดกร่อน เครื่องสามารถควบคุมได้ง่ายโดยการหมุนตัวควบคุม ความเร็วมอเตอร์ขนาด 1 hp โดยรวมแล้วเครื่องมีประสิทธิภาพค่อนข้างสูงฝักที่ใช้ในการทดลองเฉลี่ย 46 g/batch มีประสิทธิภาพในการทำ 90% ของเครื่องหั่นฝักอัตโนมัติ โดยจุดมุ่งหมายของผู้ออกแบบ คือเพื่อให้ผู้ใช้สามารถหั่นฝักจำนวนมากได้ในเวลาอันสั้นลดแรงคนในการเตรียมอาหารและปรับปรุงคุณสมบัติด้านความปลอดภัยของเครื่องหั่นฝัก โดยมีข้อเสนอแนะหากเปลี่ยนจากมอเตอร์ที่มีความเร็ว 1 hp เป็น มอเตอร์ที่มีแรงม้าที่สูงขึ้นและมีความเร็วสูงขึ้นจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องได้เพิ่มมากขึ้นแต่ต้นทุนก็จะสูงขึ้นตามไปด้วย

Mahfurdz et al.[5] ได้ทำการวิจัยและสร้างเครื่องตัดปลาแบบผ่าครึ่งกึ่งอัตโนมัติ ส่วนประกอบหลักของเครื่องประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก ได้แก่ โครงสร้างเครื่อง สายพานลำเลียง และส่วนใบมีด สายพานลำเลียงและส่วนใบมีดขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า 1 hp 1,400 rpm และทำการวิเคราะห์ขนาด (ความยาว ความกว้าง ความหนา) ของปลา ขนาดของใบมีด และช่องว่างของสายพานลำเลียง โดยวิเคราะห์จากขนาดของปลา 5 ชนิด ที่ใช้ในอุตสาหกรรมปลาเค็ม ผลการวิจัยพบว่าเครื่องนี้สามารถให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น 5 เท่า เมื่อเทียบกับการใช้แรงงานคนงาน จากข้อมูลการวิเคราะห์ เครื่องสามารถผ่าปลาได้ 21 ตัวต่อ 60 s ดังนั้นเวลาเฉลี่ยในการตัดครึ่งตัว 1,000 ตัว คือ 2820 s ทำให้ช่วยประหยัดพลังงานมากขึ้นและใช้แรงงานคนงานน้อยลง นอกจากนี้ยังช่วยประหยัดเวลาได้อย่างมากถึง 81.2%

Silva et al.[6] ได้ทำการวิจัยและสร้างเครื่องจักรสำหรับการตัดปลาแบบอัตโนมัติ การใช้แรงงานคนงานในการตัดหัวปลา นิยมใช้กันทั่วไปในอุตสาหกรรมแปรรูปปลาสำหรับการตัดหัวปลา ทำให้ไม่มีประสิทธิภาพและสิ้นเปลืองแรงงานคนงาน ผลที่ได้คือคุณภาพของผลิตภัณฑ์อาจไม่เป็นที่ยอมรับสำหรับของท้องตลาด จึงได้มีการวิจัยเกี่ยวกับเครื่องจักรที่เป็นนวัตกรรมใหม่สำหรับการตัดหัวปลา โดยใช้เทคโนโลยีเซ็นเซอร์ขั้นสูง และส่วนประกอบที่ออกแบบอย่างเหมาะสม เครื่องจักรนี้ช่วยลดข้อเสียหลายอย่างของการใช้แรงงานคนงาน และเครื่องจักรนี้ใช้ทุนน้อยกว่าการใช้แรงงานคนงาน เครื่องจักรนี้ได้รับการพัฒนาและทดสอบในห้องปฏิบัติการระบบอัตโนมัติทางอุตสาหกรรม โดยใช้การตัดแบบใบมีดคู่ จัดเรียงในรูปแบบตัววี และขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าใช้เซอร์โวมอเตอร์สำหรับการจัดตำแหน่งเครื่องตัดให้สัมพันธ์กับปลา ระบบภาพจะตรวจจับปลาแต่ละตัวและระบุตำแหน่งการตัดที่ต้องการได้ เซ็นเซอร์ อัลตราโซนิกจะตรวจจับความหนาของปลาแต่ละตัว การพัฒนาการทำงานของเครื่องจักรมีการประเมินประสิทธิภาพและเปรียบเทียบกับอุตสาหกรรมที่ใช้แรงงานคนงานในการตัดหัวปลา โดยใช้การทดลองหั่นปลาที่มีการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์เพื่อระบุข้อได้เปรียบด้านต้นทุนของเครื่องจักรกับการใช้แรงงานคนงานในการตัดหัวปลา โดยระยะเวลาต้นทุนน้อยกว่าสองปีข้อดีของเครื่องจักรนี้คือผลผลิตสูง มีประสิทธิภาพ คุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ดีขึ้น และการทำงานในอุตสาหกรรมจะใช้จำนวนแรงงานคนงานน้อยลง

Ashwinkumar et al. [7] การตัดและคัดเกรดปลาถือเป็นหนึ่งในการดำเนินการที่สำคัญที่สุดระหว่างการเตรียมปลาก่อนแปรรูปสำหรับอุตสาหกรรมขนาดเล็กเพื่อนำไปจำหน่าย โดยทั่วไปปลาที่จะถูกตัดเป็นชิ้นๆ ซึ่งเหมาะสำหรับการปรุงอาหาร กระบวนการนี้ดำเนินการแบบดั้งเดิมโดยใช้มีดก่อให้เกิดอันตรายและสร้างบาดแผลที่มีให้กับคนที่เกี่ยวข้อง เครื่องจักรได้รับการพัฒนาด้วยแนวคิดและการผสมผสานของการตรวจจับคุณภาพการตัดและการทำความสะอาดปลา การออกแบบเครื่องตัดปลาเพื่อลดการใช้แรงงานคนและมีการจัดการปลาที่ถูกสุกลักษณะ ดังนั้นเครื่องอัตโนมัติจึงตอบสนองความต้องการที่เพิ่มขึ้นสำหรับการขายปลาในอุตสาหกรรมขนาดเล็ก เครื่องนี้ได้มีการออกแบบ คือ โครงฐานซึ่งทำหน้าที่เป็นฐานของเครื่องจักรถูกประดิษฐ์ขึ้นโดยใช้เหล็กกล่อง มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับถูกติดตั้งกับโครงฐาน ซึ่งเพลาเอาต์พุตเชื่อมต่อกับมูเล่ที่ส่วนบนของโครงเพลาทำงานจะถูกยึดด้วยแบริ่งที่รองรับเพื่อให้ได้การหมุนที่ปราศจากแรงเสียดทาน ที่ส่วนปลายของเพลาการทำงานนี้มีใบมีดแยกกัน 2 ใบ เพลาการทำงานนี้ยังเชื่อมต่อกับมูเล่ขนาดใหญ่ที่ส่วนตรงกลาง มูเล่ที่เพลาการทำงานและมอเตอร์กระแสสลับเชื่อมต่อกันผ่านสายพานขับเคลื่อน

Oktaviandri et al. [8] ได้ทำการวิจัยและสร้างเครื่องหั่นเนื้อ เนื่องจากในปัจจุบันมีความต้องการเนื้อเพิ่มมากขึ้น จึงได้ออกแบบและพัฒนาเครื่องหั่นเนื้อขึ้น ในการออกแบบแต่ละส่วนมีการเลือกวัสดุและอุปกรณ์ที่เหมาะสมกับการสร้างเครื่องเพื่อให้แน่ใจว่ามีความแข็งแรงและการทำงานของ

เครื่องสูงสุด โดยมีการทดสอบการทำงานของเครื่องเพื่อให้แน่ใจว่าเครื่องจักรมีประสิทธิภาพ เครื่องนี้ติดตั้งด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 0.5 hp และตัดเนื้อได้ครั้งละ 2 kg/hr

Cipto et al. [9] การศึกษานี้วิเคราะห์โพลดสูงสุดในการสร้างเพลลาที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 mm และความยาว 581 mm เพลลาออกแบบเป็นเพลลาตัดเนื้อ รับประทานได้ 5 kg การวิเคราะห์ดำเนินการโดยใช้วิธี finite element analysis ที่รวมอยู่ในซอฟต์แวร์ Autodesk ตามการคำนวณทางคณิตศาสตร์ เพลลาถือว่าปลอดภัยเพราะค่าความตึงที่รับได้คือ 7.380 kg/m² มากกว่าความตึงเครียดสูงสุดคือ 5.62 kg/m² จากผลการจำลองการทดสอบเพลลาสัมผัสกับความเค้นสูงสุด 61.89 MPa การกระจัดสูงสุด 0.07715 mm รับประทานได้ 5 kg

Odior et al. [10] ได้ทำการวิจัยและสร้างเครื่องสไลด์เนื้อ กระบวนการหั่นเนื้อแบบเดิมมักจะใช้เวลานานและไม่ถูกสุขลักษณะ จึงได้ออกแบบเครื่องสไลด์เนื้อ โดยตัวเครื่องจะประกอบไปด้วยถาดรับเนื้อ เครื่องตัด เครื่องป้อนเนื้อ ตัวควบคุมต่างๆ ในแต่ละส่วนได้รับการออกแบบมาอย่างพิถีพิถันเพื่อตอบสนองความต้องการด้านการทำงานของเครื่อง โดยเครื่องจะมีใบมีดจำนวน 6 ใบ ซึ่งมีระยะห่างระหว่าง 6.5 mm เพื่อให้เนื้อมีความหนาแผ่นละ 5 mm โดยเฉลี่ยใช้เวลา 4 s ในการตัด

คำรณ ชัยบุรินทร์และคณะ [11] ได้ออกแบบและสร้างเครื่องตัดผักตบชวา หลักการทำงานของเครื่องใช้มอเตอร์ 2 hp เป็นแรงส่งกำลังที่ความเร็วรอบ 450 rpm ผลการทดลองพบว่า เครื่องหั่นผักตบชวาสามารถหั่นผักตบชวาเฉลี่ย 18.8 kg ในการหั่นผักตบชวาภายในเวลา 300 s จำนวน 5 ครั้ง มีเศษผักตบชวาที่มีขนาดเกิน 5 cm เฉลี่ย 7.88 kg คิดเป็น 42.15% และเศษผักตบชวาที่มีขนาดเกิน 5 cm เฉลี่ย 10.92 kg คิดเป็น 57.85% ในส่วนของตัวเครื่องก่อนปรับปรุงพบว่าช่องทางออกเศษผักตบชวา มีความลาดเอียง 30° ทำให้เศษผักตบชวาไหลออกไม่ต่อเนื่อง จึงปรับปรุงแก้ไขช่องทางออกเศษผักตบชวาให้มีความลาดเอียง 60° ผลดำเนินการทำให้เศษผักตบชวาไหลออกได้อย่างต่อเนื่องดีขึ้น

บัญญัติ นิยมवासและคณะ [12] งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาเครื่องหั่นย่อยหอมแดง เนื่องจากในขั้นตอนการหั่นหอมแดงจะเกิดการระคายเคืองตาและกำลัง การผลิตด้วยแรงงานคนก็สูงมากนักจึงทำให้เป็นที่มาของการพัฒนาเครื่องหั่นหอมแดงในครั้งนี้ โดยเครื่องหั่นหอมแดงจะทำจากเหล็กกล้าไร้สนิม มีใบมีดสำหรับหั่นหอมแดงติดตั้งบนแผ่นจานขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 36 cm ที่หมุนได้โดยใบมีดมีจำนวน 2 ใบ ติดตั้งตรงข้ามกัน มอเตอร์ที่เป็นต้นกำลังขับเคลื่อนมีขนาด 1/8 hp หมุนด้วยความเร็วรอบ 1,410 rpm ทำการทดรอบมอเตอร์ในอัตรา 1:3 จนได้ความเร็วในการหมุนของแผ่นจานใบมีดเท่ากับ 470 rpm การทดลองจะทำการเปรียบเทียบระหว่างเครื่องหั่นหอมแดง และแรงงานคนโดยทำการ ทดลองซ้ำ 3 ครั้ง พบว่าเครื่องหั่นหอมแดงสามารถหั่นหอมแดงจำนวน 1 kg ที่

มีจำนวนหัวเฉลี่ยเท่ากับ 34 หัว ในเวลา 95.7 s ส่วนแรงงานคนจะหันหอมแดงจำนวน 1 kg ที่มีจำนวนหัวเฉลี่ยเท่ากับ 34 หัว ในเวลา 486 s คิดเป็นเวลาที่เร็วกว่ากันอยู่ 5 เท่า



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการ

ในบทนี้ได้กล่าวถึงการออกแบบและสร้างเครื่องสับปลาเปิดเพื่อใช้เป็นอาหารเลี้ยงปูบ่อดินของชาวประมงในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย โดยใช้เครื่องวัดแรงบิดและเครื่องวัดความเร็วรอบ พร้อมทั้งสามารถอ่านค่าแรงบิดและความเร็วรอบในการสับแต่ละครั้งเพื่อประเมินหาความเร็วรอบที่ดีที่สุดในการสับปลาเปิด

3.1 การออกแบบเครื่องสับปลาเปิด

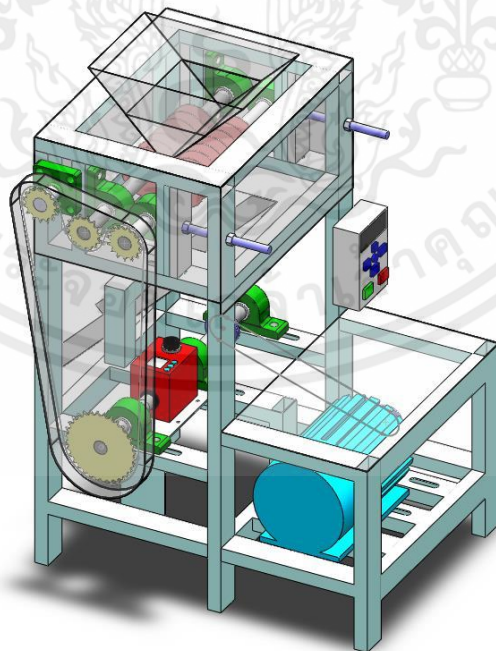
3.1.1 วิธีการออกแบบเครื่องสับปลาเปิด

3.1.1.1 วัสดุและอุปกรณ์

1. คอมพิวเตอร์
2. โปรแกรม SOLIDWORKS 2019

3.1.1.2 วิธีการดำเนินการ

1. ศึกษาคุณสมบัติของวัสดุที่นำมาสร้างเครื่องสับปลาเปิด
2. เขียนแบบชิ้นส่วนต่างๆ โดยใช้โปรแกรม SOLIDWORKS 2019 ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 เครื่องสับปลาเปิดที่ออกแบบด้วยโปรแกรม SOLIDWORKS 2019

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การสร้างเครื่องสับปลาเปิด

3.2.1. วัสดุและอุปกรณ์

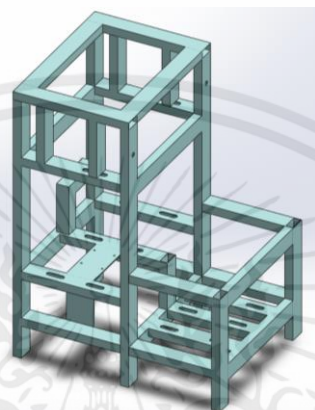
1. เหล็กกล่อง ขนาด 1"x2" ยาว 1228 cm
2. เหล็กกล่อง ขนาด 1.5"x1.5" ยาว 2.5 cm
3. เหล็กแผ่น ขนาด 8.3x3.3x0.3 cm จำนวน 1 แผ่น
4. เหล็กทรงกระบอกตัน ขนาด 4" ยาว 3.3 cm
5. เหล็กทรงกระบอกตัน ขนาด 4.6x4.5 cm ยาว 4 cm
6. เหล็กเพลตตัน ขนาด 1" ยาว 55 cm จำนวน 3 เส้น
7. แผ่นสแตนเลส ขนาด 47x27x0.2 cm จำนวน 1 แผ่น
8. แผ่นสแตนเลส ขนาด 50x26x0.2 cm จำนวน 1 แผ่น
9. ซุปเปอร์สแตนเลสทรงกระบอก ขนาด 3.8x2.54x2.5 cm จำนวน 22 ชิ้น
10. ใบมีดกลม ขนาด 8x2.54x0.12 cm จำนวน 16 ใบ ดังรูปที่ 3.4
11. ตลับลูกปืนตุ๊กตา 1" ยี่ห้อ UCF205-16 จำนวน 1 ตัว
12. ตลับลูกปืนตุ๊กตา 1" ยี่ห้อ UCP 205-100D1 จำนวน 7 ตัว
13. น็อตเกลียวปล่อย จำนวน 15 ตัว
14. น็อตตัวเมีย ขนาด 4 cm ยาว 2.5 cm จำนวน 4 ตัว
15. น็อต M8 จำนวน 8 ตัว
16. น็อต M16 จำนวน 18 ตัว
17. ปุ่มฉุดเดิน
18. สายไฟเส้นใหญ่ ยี่ห้อ Yazaki 60227 iec53 4x2.5mm
19. สายไฟเส้นเล็ก ยี่ห้อ Sajt e150631 vw-1
20. มู่เล่ ร่อง A เส้นผ่านศูนย์กลาง 3" จำนวน 2 ชิ้น
21. สายพาน A-32 ยี่ห้อ Alligator globe
22. เฟือง ยี่ห้อ Dale 34T จำนวน 1 ชิ้น
23. เฟือง ยี่ห้อ Dale 15T จำนวน 1 ชิ้น
24. โซ่ เบอร์ 428 จำนวน 1 ชุด
25. ตัวดันโซ่ลูกกลิ้งโซ่มอเตอร์ไซค์สำเร็จรูป จำนวน 1 ชิ้น
26. ทอร์คเซ็นเซอร์ รุ่น DYN-200
27. มอเตอร์ ขนาด 1 hp ยี่ห้อ Suntech รุ่น MH802-4-B3
28. อินเวอร์เตอร์ ขนาด 1 hp ยี่ห้อ JADEN รุ่น DLB1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

29. เซนเซอร์วัดอัตราเร่งและอุณหภูมิ Graphtec GS-3AT

3.2.2 วิธีการสร้างเครื่องสับปลาเปิด

1. นำเหล็กที่เตรียมไว้ตัดและเชื่อมขึ้นรูปตามแบบร่างโครงสร้างเครื่องสับปลาเปิด ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 แบบร่างโครงสร้างเครื่องสับปลาเปิด

2. ขัดเก็บรายละเอียดและพ่นสีโครงสร้างเครื่องสับปลาเปิด ดังรูปที่ 3.3



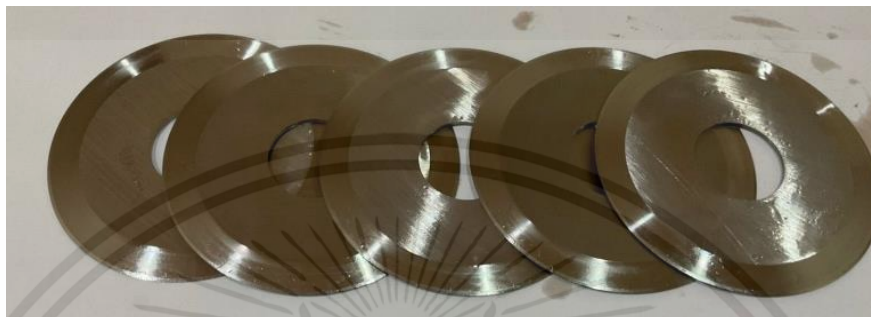
รูปที่ 3.3 โครงสร้างเครื่องสับปลาเปิด

3. เหล็กเพลาดัน ขนาด 1" ยาว 55 cm กิ่งเกลียวบริเวณปลายของเหล็กเพลาจํานวน 2 เส้น

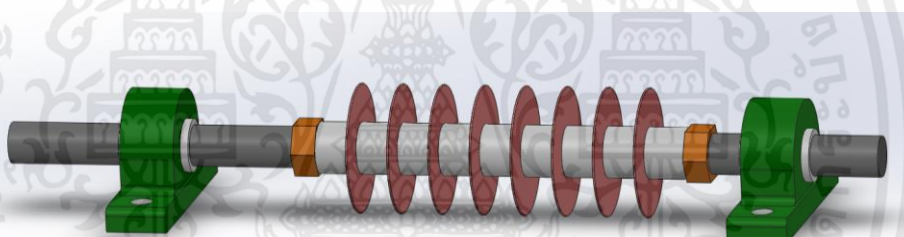
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เชื่อมน็อตตัวเมีย ขนาด 4 cm ยาว 2.5 cm เชื่อมติดกับเหล็กเพลาดัน ขนาด 1" 55 cm โดยห่างจากปลายเหล็กเพลาดัน 18 cm

5. ประกอบ ชูปเปอร์ลิ่งทรงกระบอก ไบมีดกลม น็อตตัวเมีย เข้ากับเหล็กเพลาดัน ขนาด 1" ยาว 55 cm จำนวน 2 เส้น ตามแบบร่าง ดังรูปที่ 3.5 และได้ชิ้นงาน ดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.4 ไบมีดกลม ขนาด 8x2.54x0.12 cm



รูปที่ 3.5 แบบร่างชุดไบมีดตัด



รูปที่ 3.6 ชุดไบมีดตัด

6. นำเหล็กทรงกระบอกตันที่เตรียมไว้กลึงผิววนอกให้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเหลือ 40 cm ลึกลงไปด้านใน 2 cm และเจาะรูสำหรับใส่เพลาดัน 1"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. นำเหล็กทรงกระบอกตันที่กลึงเรียบเรียบร้อยแล้ว ไปเจาะรูขนาด 0.6 cm ระยะห่างจากจุดศูนย์กลาง 9 cm ระยะห่าง 90° จำนวน 4 รูตามรูปแบบร่างแผ่นเพลตยึดเฟืองขับและได้ชิ้นงาน ดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 แผ่นเพลตยึดเฟืองขับ

8. นำเหล็กทรงกระบอกตันที่เตรียมไว้เจาะรูสำหรับใส่เพลลา 1”

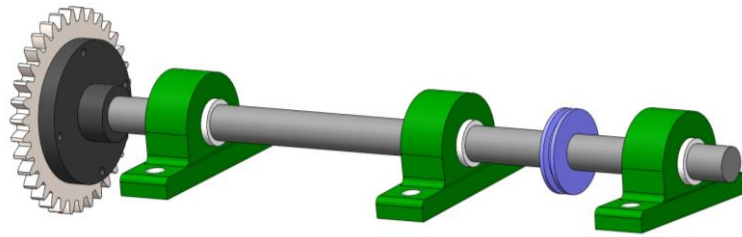
9. นำเหล็กทรงกระบอกตันที่กลึงเรียบเรียบร้อยแล้ว เจาะรูขนาด 0.6 cm ระยะห่างจากปลายเหล็ก 2 cm และตีปเกลียว M8x1.25 จำนวน 1 รู ได้ชิ้นงาน ดังรูปที่ 3.8



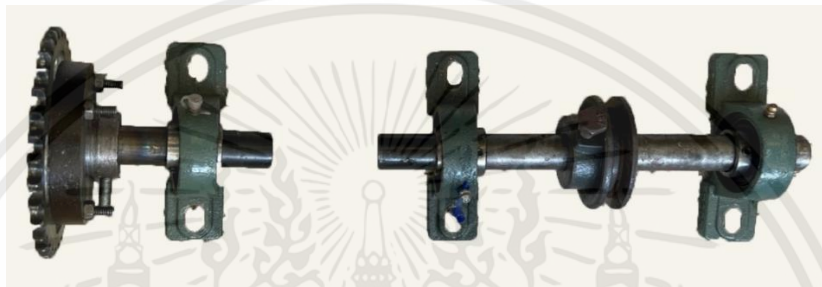
รูปที่ 3.8 แผ่นเพลตยึดเฟืองตาม

10. นำเหล็กเพลลาตัน ขนาด 1” ที่เตรียมไว้ประกอบเข้ากับตลับลูกปืนตุ้กตา มู่เลอร์รอง A และแผ่นเพลตยึดเฟืองขับ ตามแบบร่าง ดังรูปที่ 3.9 และได้ชิ้นงาน ดังรูปที่ 3.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 แบบร่างเพลลาชุดขับ



รูปที่ 3.10 เพลลาชุดขับ

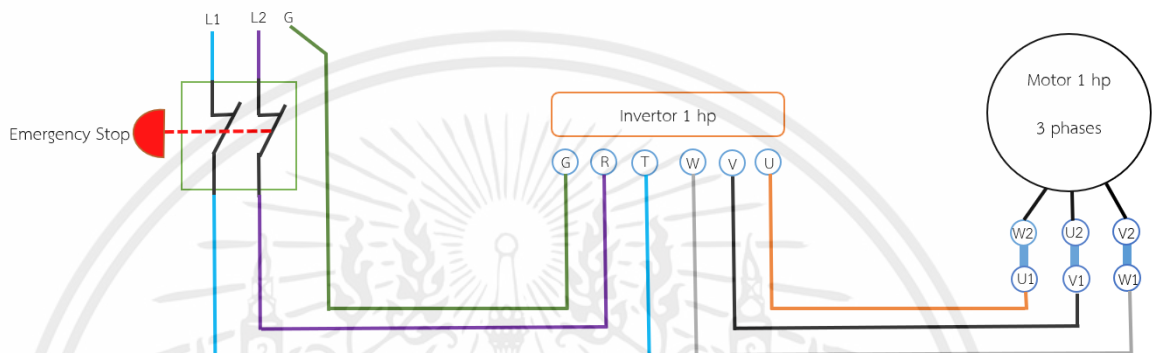
11. นำมอเตอร์ที่เตรียมไว้มายึดกับโครงสร้างเครื่องสับปลาเปิดที่ได้ออกแบบไว้และทำการยึดน็อตให้แน่น
12. นำมู่เล่และสายพานที่เตรียมไว้ประกอบเข้ากับมอเตอร์ ดังรูปที่ 3.11



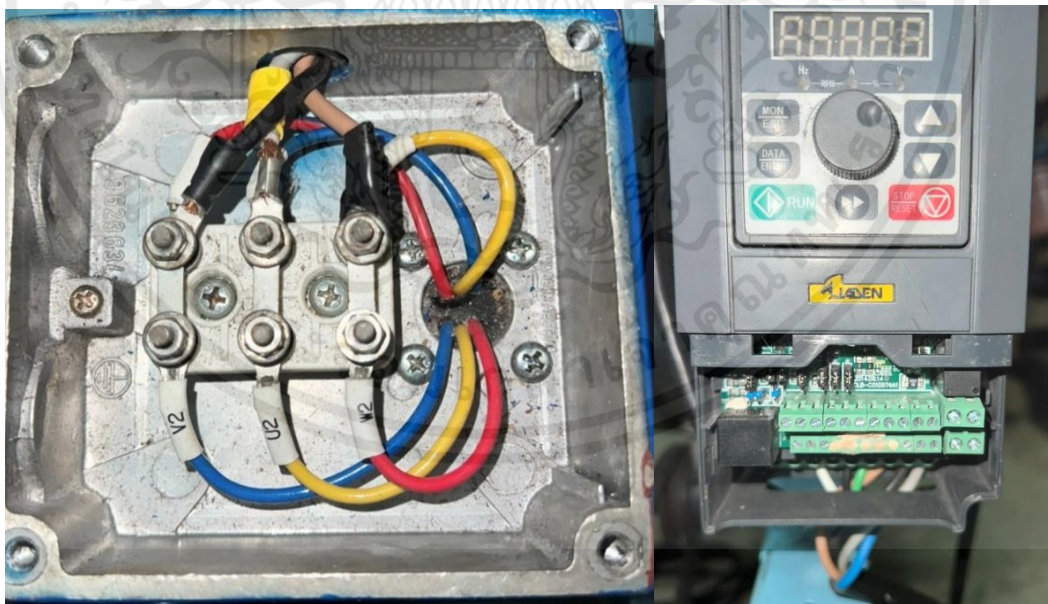
รูปที่ 3.11 การติดตั้งมอเตอร์ต้นกำลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13. การต่อสายไฟมอเตอร์กับอินเวอร์เตอร์ นำสาย L1 และ L2 ต่อผ่านกับปุ่ม Emergency Stop และต่อเข้ากับช่อง T และ R บนอินเวอร์เตอร์ตามลำดับ โดยสายกราวด์ของสายไฟ ต่อเข้ากับช่อง G บนอินเวอร์เตอร์ จากนั้นต่อสายไฟจากอินเวอร์เตอร์เข้ากับมอเตอร์ โดยช่อง U V W ต่อเข้ากับ U1 V1 W1 ของมอเตอร์ตามลำดับ ตามแบบวงจร ดังรูปที่ 3.12 และได้ชิ้นงานดังรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.12 การต่อวงจรอินเวอร์เตอร์กับมอเตอร์



รูปที่ 3.13 การต่อมอเตอร์กับอินเวอร์เตอร์

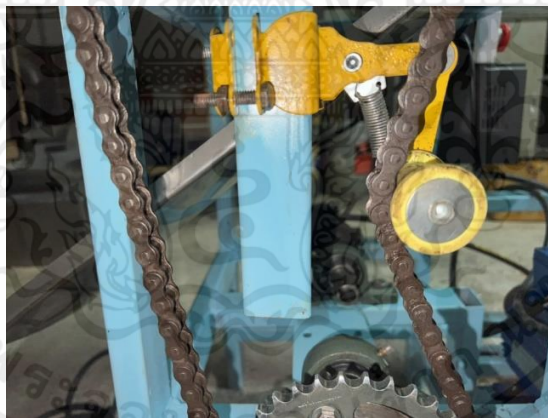
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14. นำเฟือง Dale 34T ประกอบเข้ากับแผ่นเพลตยึดเฟืองขับ นำเฟือง Dale 15T ประกอบเข้ากับแผ่นเพลตยึดเฟืองตาม และเชื่อมตลับลูกปืนตึกตาพร้อมติดตั้งเฟือง Dale 15T เพื่อกลับทิศทางการส่งกำลังและใบมีดสามารถหมุนเข้าหากันได้ ดังรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.14 เฟือง Dale 34T ประกอบเข้ากับแผ่นเพลตยึดเฟืองขับ

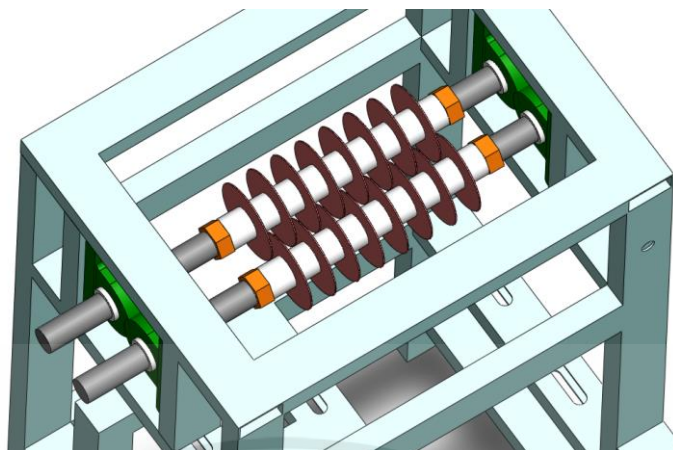
15. ติดตั้งโซ่และตัวดันโซ่ลูกกลิ้งโซ่มอเตอร์ไซค์สำเร็จรูปเพื่อลดปัญหาการเกิดโซ่หย่อนขณะทำการทดลอง ดังรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.15 ติดตั้งโซ่และตัวดันโซ่ลูกกลิ้งโซ่

16. นำชุดใบมีดตัดยึดเข้ากับโครงเครื่องสับปลาเปิดและยึดน็อตให้แน่น ตามแบบร่าง ดังรูปที่ 3.16 และได้ชิ้นงาน ดังรูปที่ 3.17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



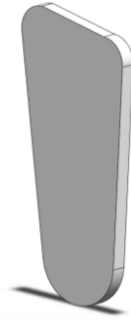
รูปที่ 3.16 แบบร่างการติดตั้งชุดใบมีดตัดเข้ากับโครงเครื่องสับปลาเปิด



รูปที่ 3.17 ติดตั้งชุดใบมีดตัดเข้ากับโครงเครื่องสับปลาเปิด

17. นำแผ่นสแตนเลสที่เตรียมไว้มาตัดและเชื่อมตามรูปที่ออกแบบไว้ ขอบโดยให้ขอบห่างออกไป 3 cm และเชื่อมขาแผ่นสแตนเลส ขนาด ไม้ 3 จุดเพื่อได้ยึดเข้ากับโครงเครื่องสับปลาเปิด และทำการเจาะแผ่นสแตนเลสกับโครงเครื่องสับปลาเปิด เพื่อให้สามารถยึดน็อตที่เตรียมไว้ได้ ตามแบบร่าง ดังรูปที่ 3.18 และได้ชิ้นงาน ดังรูปที่ 3.19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.18 แบบร่างฝาครอบชุดส่งกำลัง



รูปที่ 3.19 ฝาครอบมอเตอร์ต้นกำลัง

18. นำแผ่นสแตนเลสที่เตรียมไว้และทำการเจาะแผ่นสแตนเลสกับโครงเครื่องสับปลาเปิด เพื่อให้สามารถยึดน็อตที่เตรียมไว้ได้ ดังรูปที่ 3.20



รูปที่ 3.20 ฝาครอบมอเตอร์ต้นกำลัง

19. ตัดเพลาชุดขับและทำการเจาะลิ้มทั้งสองด้าน เพื่อใส่ทอร์คเซ็นเซอร์วัดรอบและ

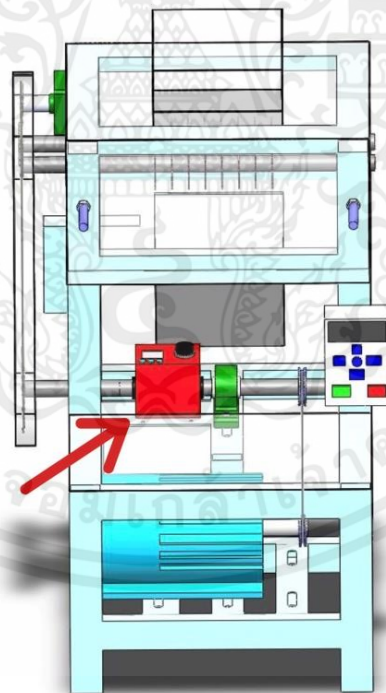
แรงบิดของเพลาดังรูปที่ 3.21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.21 การเจาะลึมหั้งสองด้าน

20. ประกอบทอร์คเซ็นเซอร์เข้ากับเพลลาชุดขับที่ได้ทำการเจาะลึมหั้งแล้ว และยึดน็อตให้แน่น ตามแบบร่าง ดังรูปที่ 3.22 และได้ชิ้นงาน ดังรูปที่ 3.23



รูปที่ 3.22 แบบร่างการติดตั้งทอร์คเซ็นเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.23 การติดตั้งทอร์คเซ็นเซอร์

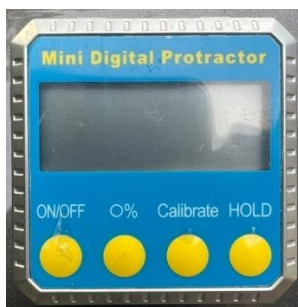
3.3 การออกแบบและสร้าง Hopper

3.3.1. วัสดุและอุปกรณ์

1. แผ่นสแตนเลสรูปทรงสามเหลี่ยม ขนาด 29x15x0.2 cm จำนวน 2 แผ่น
2. แผ่นสแตนเลส ขนาด 24x20.5x0.2 cm จำนวน 2 แผ่น
3. แผ่นสแตนเลส ขนาด 52x24x0.2 cm จำนวน 2 แผ่น
4. แผ่นสแตนเลส ขนาด 35x24x0.2 cm จำนวน 2 แผ่น
5. แผ่นสแตนเลส ขนาด 52x35x0.2 cm จำนวน 1 แผ่น
6. แผ่นสแตนเลส ขนาด 62.5x40x0.2 cm จำนวน 1 แผ่น
7. น็อตเกลียวปล่อย ขนาด จำนวน 4 ตัว
8. เครื่องวัดองศาดิจิตอล Mini Digital Protractor ดังรูปที่ 3.24
9. ปลาเปิด จำนวน 100 ตัว

3.3.2 วิธีออกแบบและสร้างถาดป้อนปลาเปิด

1. นำแผ่นสแตนเลสและปลาเปิดจำนวน 100 ตัว เพื่อหามุมไถลของปลาเปิดในแต่ละด้าน โดยหามุมไถลด้านท้อง ด้านหลัง ด้านหัว และด้านหาง โดยให้ปลาเปิดไถลแบบธรรมชาติ ดังรูปที่ 3.25

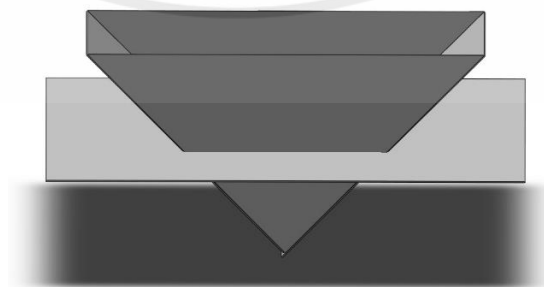


รูปที่ 3.24 เครื่องวัดองศาดิจิตอล



รูปที่ 3.25 วัดมุมไกลของปลาเบ็ด

2. นำแผ่นสแตนเลสที่เตรียมไว้มาเชื่อมเป็นรูปทรงสามเหลี่ยมให้ได้มุม 45° โดยใช้แผ่นสแตนเลสรูปทรงสามเหลี่ยม ขนาด $29 \times 15 \times 0.2$ cm จำนวน 2 แผ่นและแผ่นสแตนเลส ขนาด $24 \times 20.5 \times 0.2$ cm จำนวน 2 แผ่น ตามแบบร่าง ดังรูปที่ 3.26 และได้ชิ้นงาน ดังรูปที่ 3.27 และ รูปที่ 3.28



รูปที่ 3.26 แบบร่าง ภาตใส่ปลาเบ็ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.27 ถาดใส่ปลาเปิด มุมด้านบน



รูปที่ 3.28 ถาดใส่ปลาเปิด มุมด้านข้าง

3. นำแผ่นสแตนเลสที่เตรียมไว้มาเชื่อมเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมและขัดแผ่นสแตนเลสให้เรียบร้อย
4. นำแผ่นสแตนเลสที่เชื่อมเสร็จเรียบร้อยแล้วมาตัดออกบางส่วนเพื่อให้สามารถสวมแผ่นสแตนเลสเข้ากับโครงเครื่องสับปลาเปิดได้ ดังรูปที่ 3.29 และ รูปที่ 3.30



รูปที่ 3.29 ฝาครอบสแตนเลสด้านหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.30 ฝาครอบสแตนเลสด้านข้าง

5. นำแผ่นสแตนเลสที่เตรียมไว้มาพับมุมสามด้าน ด้ายซ้าย ด้านขวา และด้านบน โดยให้ห่างจากขอบ 2 cm และทำการเจาะแผ่นสแตนเลสกับโครงเครื่องสับปลาเปิด เพื่อให้สามารถยึดน็อตที่เตรียมไว้ได้ ดังรูปที่ 3.31



รูปที่ 3.31 ภาดรับปลาเปิด

3.4 การทดลองหาลอการสับปลาที่เหมาะสมของเครื่องสับปลาเปิด

3.4.1 วัสดุและอุปกรณ์

1. เครื่องสับปลาเปิด
2. ปลาเปิด จำนวน 100 kg

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ตาชั่งดิจิตอล TANITA รุ่น KD-321
4. คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก พร้อมโปรแกรม LabVIEW
5. อุปกรณ์แปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัล NI-USB 6210
6. เครื่องวัดความเร็วรอบ ยี่ห้อ TESTO รุ่น 470
7. เซ็นเซอร์วัดอัตราเร่งและอุณหภูมิ Graphtec GS-3AT
8. หินลับใบมีด เบอร์ 500 ยี่ห้อ SILA CARBORUNDUM รุ่น GC500
9. หินลับใบมีด เบอร์ 1200 ยี่ห้อ SILA CARBORUNDUM รุ่น GC1200
10. ถูมือยาง
11. กะละมัง
12. ตะแกรงร่อนปลา

3.4.2 ขั้นตอนการทดลอง

1. เริ่มเปิดเครื่องปลาสับเปิดแล้วเช็คศูนย์ก่อนทุกครั้ง
2. ชั่งปลาเปิดจำนวน 2 kg ในการทดลองแต่ละครั้งพร้อมบันทึกจำนวนปลาเปิดที่ชั่งได้ ดัง

รูปที่ 3.32



รูปที่ 3.32 ชั่งปลาเปิดจำนวน 2 kg

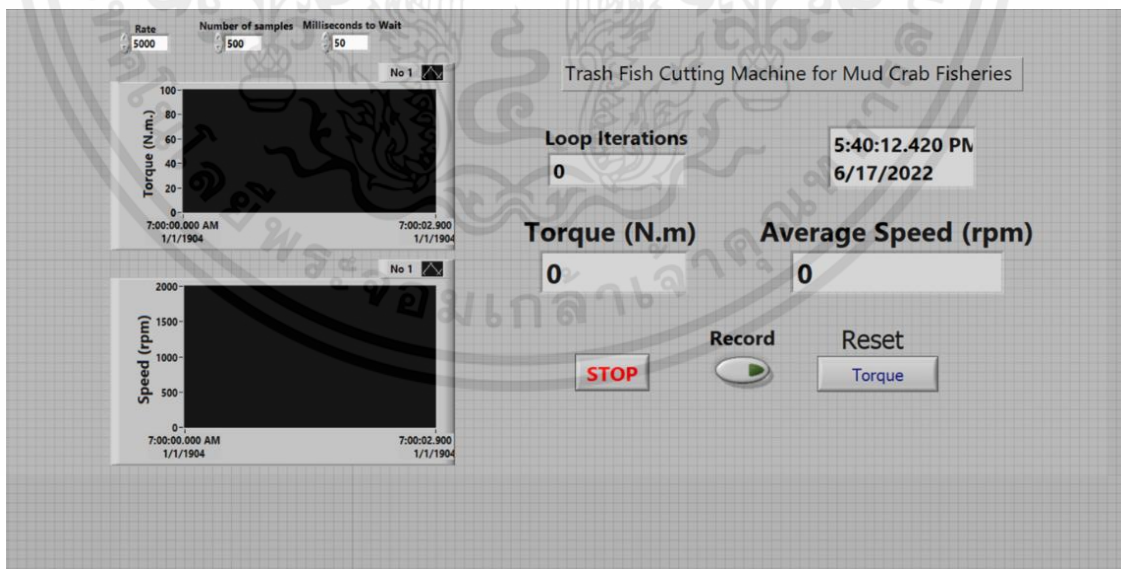
3. อ่านค่าความเร็วรอบจากหน้าจอ LCD ของเซ็นเซอร์วัดความเร็วรอบจนคงที่แล้วบันทึกข้อมูล ดังรูปที่ 3.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.33 อ่านค่าความเร็วรอบจากหน้าจอ LCD ของเซ็นเซอร์วัดความเร็ว

4. นำปลาเบ็ดที่เตรียมไว้ไปทำการสับในเครื่องสับปลาเบ็ด โดยก่อนบันทึกข้อมูลต้องกดปุ่ม Reset ก่อนทุกครั้งทีเตรียมบันทึกข้อมูล จากนั้นกดปุ่ม Record เพื่อเริ่มบันทึกข้อมูลแล้วกดปุ่ม Stop เพื่อหยุดการบันทึกข้อมูล ในโปรแกรม LabVIEW จะได้เป็นข้อมูลการทดลอง 1 ชุด ดังรูปที่ 3.34 โดยโปรแกรมจะอ่านค่าแรงบิดที่เกิดขึ้นขณะทำการทดลองและความเร็วรอบของเพลาส่งกำลังขณะทำการทดลองจากทอร์คเซ็นเซอร์ที่ติดตั้งไว้ ดังรูปที่ 3.35



รูปที่ 3.34 หน้าต่าง LabVIEW ของการบันทึกค่าแรงบิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.35 ทอล์คเซ็นเซอร์ที่ติดตั้งในแกนเพลลาขับ

5. การใช้งานเซนเซอร์วัดอัตราเร่งโดยกดปุ่ม Start เพื่อเริ่มบันทึกข้อมูลแล้วกดปุ่ม Stop เพื่อหยุดการบันทึกข้อมูล ที่เครื่องวัดแรงสั่นสะเทือน ดังรูปที่ 3.36 บันทึกผลได้เป็น 1 ข้อมูลการทดลอง โดยเซนเซอร์จะวัดอัตราเร่งขณะทำการทดลอง



รูปที่ 3.36 เครื่องวัดอัตราเร่ง

6. นำปลาผ่านการสับไปร่อนในตะแกรงที่เตรียมไว้ แยกปลาที่ผ่านตะแกรงและไม่ผ่านตะแกรงไปชั่งน้ำหนักพร้อมนับจำนวนตัวปลาที่ไม่ผ่านตะแกรง และบันทึกข้อมูล ดังรูปที่ 3.37 และรูปที่ 3.38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.37 นำปลาผ่านการสับไปร่อนในตะแกรง



รูปที่ 3.38 ลักษณะปลาที่ผ่านการร่อนตะแกรง

7. ทำการลับใบมีดตัดไว้เพื่อการทดลองครั้งถัดไป
8. ทำการทดลอง 4 ชั่วโมงต่อ 1 ความเร็วรอบ โดยเริ่มความเร็วรอบที่ 900 rpm ความเร็วรอบต่อไปเพิ่มขึ้นครั้งละ 100 rpm จนไปถึงความเร็วรอบที่ 1600 rpm
9. นำข้อมูลที่ได้มาสร้างกราฟและวิเคราะห์ผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลและวิจารณ์ผล

ในบทนี้ได้กล่าวถึงผลการทดลองจากวิธีการดำเนินการในบทที่ 3 ได้แก่ การหาขนาดและกายภาพของปลาเบ็ด การหามุมไถลโดยธรรมชาติของปลาเบ็ด ผลในการสับปลาแต่ละความเร็วรอบ การหาค่าแรงบิดของเพล่าใบมีดในการสับปลาเบ็ด เปอร์เซ็นต์ความไม่เป็นชั้นของปลาเบ็ด และเวลาที่ใช้ในการสับปลาเบ็ดในแต่ละความเร็วรอบ ในห้องปฏิบัติการ

4.1 ผลของการหาขนาดและกายภาพของปลาเบ็ด

การหาขนาดและกายภาพของปลาเบ็ดเพื่อใช้ในการออกแบบ ชุดใบมีดสับปลาเบ็ด โดยการหาขนาดและกายภาพของปลาเบ็ด ใช้ปลาเบ็ดจำนวน 100 ตัว และใช้เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ เป็นเครื่องมือในการวัดขนาดของปลาเบ็ด โดยวัดขนาดความกว้าง ความยาว และความหนาของตัวปลาเบ็ด ดังรูปที่ 4.1 – 4.3 ปลาเบ็ดมีน้ำหนักตัวโดยเฉลี่ย ตัวละ 20 g และมีผลของการหาขนาดและกายภาพของปลาเบ็ดโดยเฉลี่ย ดังตารางที่ 4.1



รูปที่ 4.1 การวัดความยาวของปลาเบ็ด



รูปที่ 4.2 การวัดความกว้างของปลาเบ็ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 การวัดความหนาของปลาเบ็ด

ตารางที่ 4.1 ขนาดและกายภาพของปลาเบ็ด

Dimension	Average (cm)
Length	14.96±1.0
Width	3.44±0.2
Thickness	1.5±0.1

จากตารางที่ 4.1 สามารถนำข้อมูลขนาดและกายภาพของปลาเบ็ดไปออกแบบชุดใบมีดสับปลาเบ็ดได้ โดยปลานำความยาวของปลาเบ็ดไปออกแบบจำนวนใบมีดที่ใช้ในการสับปลาเบ็ด โดยปลาเบ็ดที่สับแล้วต้องได้ขนาด 2.5 cm ความยาวของปลาเบ็ดที่ยาวที่สุดเท่ากับ 18 cm ทำให้ต้องออกแบบจำนวนใบมีด 8 ใบ ระยะห่างใบละ 2.5 cm เพื่อรองรับการสับปลาเบ็ดที่มีความยาวสูงสุดได้และสามารถสับปลาที่ยาวที่สุดได้จำนวน 7 ชิ้น โดยวางใบสับแบบคู่กันเพื่อให้สามารถสับปลาเบ็ดได้เป็นชิ้น ความหนาของปลาเบ็ดสามารถนำไปออกแบบช่องว่างระหว่างดเพลลาใบมีดได้ เพื่อให้ปลาที่ผ่านการสับสามารถ ตกลงสู่ถาดรับปลาเบ็ดได้

4.2 ผลการทดลองหามุมไถลของปลาเบ็ด

การหามุมไถลโดยธรรมชาติ ของปลาเบ็ดเพื่อใช้ในการออกแบบ Hopper โดยการหามุมไถลของปลาเบ็ด ใช้ปลาเบ็ดจำนวน 100 ตัว และเครื่องวัดความเอียง Mini Digital Protractor เป็นเครื่องมือในการวัดมุมไถลปลาเบ็ด โดยวัดมุมไถลของปลาเบ็ด ด้านหลัง ท้อง หัว และหางของปลาเบ็ดโดยปล่อยปลาเบ็ดให้ไถลแบบธรรมชาติ ดังรูปที่ 4.4 – 4.7 มีผลของการหามุมไถลของปลาเบ็ดโดยเฉลี่ยดังตารางที่ 4.2



รูปที่ 4.4 มุมไกลของปลาเปิดด้านหลังของตัวปลา



รูปที่ 4.5 มุมไกลของปลาเปิดด้านท้องของตัวปลา



รูปที่ 4.6 มุมไกลของปลาเปิดด้านหัวของตัวปลา



รูปที่ 4.7 มุมไกลของปลาเปิดด้านหางของตัวปลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 มุมไถลของปลาเปิดโดยเฉลี่ย

Side	Angle of static friction (°)
Ventral	36.98±13.63
Dorsal	28.24±12.05
Anterior	39.37±16.02
Posterior	60.49±16.96
Average	41.27±2.15

จากตารางที่ 4.2 สามารถนำข้อมูลมุมไถลของปลาเปิดไปออกแบบ Hopper ได้ โดยปลานำมุมไถลเฉลี่ยของปลาเปิดไปออกแบบมุมของ Hopper โดยใช้มุมไถลที่ค่ากลาง 45° เนื่องจากมุมที่ 45° เป็นค่าคงที่ใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยและเป็นค่ามุมที่ง่ายต่อการสร้าง Hopper โดยออกแบบให้ปล่อยปลาเปิดไถลแบบธรรมชาติเข้าสู่โถ

4.3 ผลของการสับปลาเปิด Hopper รูปแบบที่ 1 และ 2

4.3.1 ผลของการสับปลาเปิด Hopper รูปแบบที่ 1

จากการทดลอง Hopper รูปแบบที่ 1 ทดลองที่ความเร็วรอบ 1100 rpm เนื่องจากความเร็วรอบอื่นนั้น ทดลองแล้วปลาเปิดที่สับไม่ได้ขนาดตามที่ต้องการและมีเปอร์เซ็นต์ความไม่เป็นชิ้นเยอะ โดยจากการทดลองใส่ปลาเปิดสามารถไถลเข้าสู่ช่องระหว่างโถได้ ดังรูปที่ 4.8 เลยทำให้เกิดปัญหา ปลาเปิดที่สับออกมานั้น ไม่ได้ขนาดตามที่ต้องการ ลักษณะชิ้นปลาเปิดที่ผ่านการสับของ Hopper รูปแบบที่ 1 ได้ลักษณะของปลาเปิด ดังรูปที่ 4.9 จะเป็นลักษณะของของเป็นที่ผ่านการสับและไม่ได้ขนาดตามที่ต้องการ และเปอร์เซ็นต์ความไม่เป็นชิ้นของปลาเปิดเฉลี่ย 45.8±5.5% โดยแบ่งเป็นชิ้นประมาณ 15 % เป็นตัวที่ไม่ถูกตัดประมาณ 85% ของเปอร์เซ็นต์ความไม่เป็นชิ้นของปลาเปิดเฉลี่ยของ Hopper รูปแบบที่ 1 ทั้งหมด



รูปที่ 4.8 การไถลของปลาเปิดของ Hopper รูปแบบที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 ลักษณะของปลาเบ็ดที่ผ่านการสับของ Hopper รูปแบบที่ 1

4.3.2 ผลของการสับปลาเบ็ด Hopper รูปที่แบบ 2

Hopper รูปแบบที่ 2 นำแผ่นพลาสติกมาขึ้นระหว่าง Hopper และใบมีด โดยพลาสติกที่ใช้เป็นพลาสติกชนิด พอลิโพรพิลีน ซึ่งเป็นพลาสติกที่มีความยืดหยุ่นสูง มีความปลอดภัย ทนต่อสารเคมีได้ และไม่ก่อให้เกิดอันตราย โดยแผ่นพอลิโพรพิลีนที่ใช้มีขนาด ความกว้าง 11.4 cm ความยาว 23.5 cm ความหนา 1 mm ยื่นออกมาจากขอบ 8.4 cm และถึงใบมีดสับพอดี ดังรูปที่ 4.10 เมื่อนำแผ่นพลาสติกพอลิโพรพิลีนจะส่งผลให้ปลาเบ็ดที่ไกลไม่ได้ทิศทางตามที่ต้องการไปกระทบกับแผ่นพลาสติกและสามารถเปลี่ยนทิศทางเป็นแนวนอนได้ และต้องใช้น้ำหนักมากกว่า 35 g หรือ ปลาเบ็ดจำนวน 2 ตัวขึ้นไป จึงทำให้แผ่นพลาสติกเปิดและป้อนปลาเข้าสู่ใบมีด ดังรูปที่ 4.11 ทำให้เครื่องสับปลาสามารถสับปลาเบ็ดมีลักษณะชิ้นได้ดีและได้ขนาดตามที่ต้องการ ดังรูปที่ 4.12 แต่ก็ยังมีปลาเบ็ดที่ผ่านการสับแต่ไม่เป็นชิ้นเช่นกัน มีเปอร์เซ็นต์ความไม่เป็นชิ้นน้อยกว่า Hopper รูปแบบที่ 1 ดังรูปที่ 4.13 จึงนำ Hopper รูปแบบที่ 2 มาทำการทดลองและบันทึกผลการทดลอง



รูปที่ 4.10 แผ่นพอลิโพรพิลีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.11 ลักษณะของปลาเปิดเมื่อกระทบแผ่นพลาสติก



รูปที่ 4.12 ปลาเปิดมีลักษณะชิ้นได้ดีและได้ขนาดตามที่ต้องการ



รูปที่ 4.13 ปลาเปิดที่ผ่านการสับแต่มีลักษณะไม่เป็นชิ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ผลของการสับปลาเปิดที่ความเร็วรอบ 900 – 1600 rpm

ผลของการสับปลาเปิดที่ความเร็วรอบ 900 – 1600 rpm โดยใช้ Hopper รูปแบบที่ 2 โดยทำการบันทึกลักษณะชิ้นปลาเปิดที่ผ่านการสับโดยเทียบกับความเร็วรอบของใบมีดที่ 900 – 1600 rpm ค่าเปอร์เซ็นต์ปลาเปิดที่สับไม่ผ่าน และเวลาที่ใช้ในการสับปลาเปิดในการทดลองเพื่อข้อมูลมาวิเคราะห์และเปรียบเทียบในแต่ละความเร็วรอบ

4.4.1 ผลของการสับปลาเปิดที่ความเร็วรอบ 900 rpm โดยใช้ Hopper รูปแบบที่ 2



รูปที่ 4.14 ลักษณะของปลาเปิดที่ผ่านการสับเป็นชิ้น ความเร็วรอบ 900 rpm

จากรูปที่ 4.14 ลักษณะของปลาเปิดที่ผ่านการสับที่ความเร็วรอบ 900 rpm โดยที่ความเร็วรอบ 900 rpm เป็นความเร็วรอบที่ต่ำที่สุดในการทดลอง มีลักษณะปลาเปิดที่สับผ่านมีขนาด 2.5 cm ตามที่ต้องการ ดังรูปที่ 4.14 และจากลักษณะของปลาเปิดที่ผ่านการสับในความเร็วรอบนี้ ปลาเปิดบางตัวมีลักษณะของการโดยใบมีดสับแล้วไม่ขาดเป็นชิ้นที่ต้องการ ดังรูปที่ 4.15 และบางชิ้นของปลาเปิดที่โดยสับมีขนาดตามที่ต้องการแต่ปลาเปิดไม่ขาดออกจากกันเนื่องจากความเร็วรอบที่ใช้ต่ำเกินไปทำให้ความเร็วรอบของใบมีด ที่ใช้ในการสับปลาเปิดนั้นไม่พอที่จะสับให้ชิ้นปลาขาดออกจากกันได้ จากการทดลองที่ความเร็วรอบ 900 rpm มีเปอร์เซ็นต์ความไม่ผ่านชิ้นเฉลี่ย 33.7% และเวลาที่ใช้ในการสับปลาเปิดเฉลี่ย 22.3 s



รูปที่ 4.15 ลักษณะของปลาเปิดที่ไม่เป็นชิ้น ความเร็วรอบ 900 rpm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.2 ผลของการสับปลาเปิดที่ความเร็วรอบ 1000 rpm โดยใช้ Hopper รูปแบบที่ 2



รูปที่ 4.16 ลักษณะของปลาเปิดที่ผ่านการสับเป็นชิ้น ความเร็วรอบ 1000 rpm

จากรูปที่ 4.16 ลักษณะของปลาเปิดที่ผ่านการสับที่ความเร็วรอบ 1000 rpm มีลักษณะของปลาเปิดที่สับเป็นชิ้นได้ดีกว่าความเร็วรอบที่ 900 rpm เพราะชิ้นปลาเปิดที่ผ่านการสับนั้นขาดออกจากกัน และได้ขนาดตามที่ต้องการ แต่มีปลาเปิดบางตัวนั้นสามารถหลุดลอดผ่านใบมีดไปได้ ดังรูปที่ 4.17 อาจเกิดจากสาเหตุที่ใบมีดนั้นกำลังสับปลาเปิดตัวอื่นอยู่และระยะเวลาที่ใช้ในการสับปลาเปิดนานเกินไป ทำให้ตัวที่ไม่ผ่านการสับนั้นหลุดลอดผ่านช่องว่างระหว่างใบมีดไปได้ จากการทดลองที่ความเร็วรอบ 1000 rpm มีเปอร์เซ็นต์ความไม่เป็นชิ้นเฉลี่ย 32.0% และเวลาที่ใช้ในการสับปลาเปิดเฉลี่ย 22.6 s



รูปที่ 4.17 ลักษณะของปลาเปิดที่ไม่เป็นชิ้น ความเร็วรอบ 1000 rpm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.3 ผลของการสับปลาเปิดที่ความเร็วรอบ 1100 rpm โดยใช้ Hopper รูปแบบที่ 2



รูปที่ 4.18 ลักษณะของปลาเปิดที่ผ่านการสับเป็นชิ้น ความเร็วรอบ 1100 rpm

จากรูปที่ 4.18 ลักษณะของปลาเปิดที่ผ่านการสับที่ความเร็วรอบ 1100 rpm มีลักษณะของปลาเปิดที่สับเป็นชิ้นได้ตามขนาดที่ต้องการ ชิ้นปลาเปิดที่ผ่านการสับนั้นขาดออกจากกันได้ดี มีเปอร์เซ็นต์ของปลาเปิดที่สับไม่เป็นชิ้นน้อยกว่าความเร็วรอบอื่น และใช้เวลาในการสับน้อยที่สุดในการทดลอง เนื่องจากใช้ระยะเวลาที่ใช้ในการสับปลาน้อย ทำให้ปลาเปิดที่สับในความเร็วรอบ 1100 rpm นั้นมีการหลุดลอดผ่านใบมีดน้อย ดังรูปที่ 4.19 เนื่องจากปลาเปิดที่สับในความเร็วรอบนี้ ขาดออกจากกันได้ดีที่ความเร็วรอบ 1100 rpm ทำให้ปลาเปิดไม่ค้างอยู่บนใบมีดสับและผ่านการสับทุกตัว จาก การทดลองที่ความเร็วรอบ 1100 rpm มีเปอร์เซ็นต์ความไม่เป็นชิ้นเฉลี่ย 27.4% และเวลาที่ใช้ในการสับปลาเปิดเฉลี่ย 17.9 s



รูปที่ 4.19 ลักษณะของปลาเปิดที่ไม่เป็นชิ้น ความเร็วรอบ 1100 rpm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.4 ผลของการสับปลาเปิดที่ความเร็วรอบ 1200 rpm โดยใช้ Hopper รูปแบบที่ 2



รูปที่ 4.20 ลักษณะของปลาเปิดที่ผ่านการสับเป็นชิ้น ความเร็วรอบ 1200 rpm

จากรูปที่ 4.20 ลักษณะของปลาเปิดที่ผ่านการสับที่ความเร็วรอบ 1200 rpm มีลักษณะของปลาเปิดที่สับเป็นชิ้นได้ตามขนาดที่ต้องการ ชิ้นปลาเปิดที่ผ่านการสับนั้นขาดออกจากกันได้ดี ใกล้เคียงกับลักษณะชิ้นปลาที่ความเร็วรอบ 1100 rpm แต่ที่ความเร็วรอบ 1200 rpm ใช้เวลาในการสับปลาเปิดมากกว่าความเร็วรอบ 1100 rpm เนื่องจากในความเร็วรอบที่สูงขึ้นทำให้เกิดแรงสั่นของเครื่องสับปลาเปิดเพิ่มมากขึ้น ปลาเปิดที่ตกลงไปนั้น จะกระเด็นกระดอนภายในเครื่องสับ จึงส่งผลในเวลาที่ใช้ในการสับเพิ่มขึ้นไปด้วย ดังรูปที่ 4.21 จากการทดลองที่ความเร็วรอบ 1100 rpm มีเปอร์เซ็นต์ความไม่เป็นชิ้นเฉลี่ย 29.5% และเวลาที่ใช้ในการสับปลาเปิดเฉลี่ย 22.3 s



รูปที่ 4.21 ลักษณะของปลาเปิดที่ไม่เป็นชิ้น ความเร็วรอบ 1200 rpm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.5 ผลของการสับปลาเปิดที่ความเร็วรอบ 1300 rpm โดยใช้ Hopper รูปแบบที่ 2



รูปที่ 4.22 ลักษณะของปลาเปิดที่ผ่านการสับเป็นชิ้น ความเร็วรอบ 1300 rpm

จากรูปที่ 4.22 ลักษณะของปลาเปิดที่ผ่านการสับที่ความเร็วรอบ 1300 rpm มีลักษณะของปลาเปิดที่สับเป็นชิ้นได้ตามขนาดที่ต้องการ ชิ้นปลาเปิดที่ผ่านการสับนั้นขาดออกจากกันได้ดี แต่ปลาเปิดบางตัวผ่านใบมีดโดยใช้ด้านหัวไหลลง ทำให้เกิดการสับแบบตามยาวของตัวปลา ดังรูปที่ 4.23 เพราะความเร็วรอบที่เพิ่มขึ้นนี้ ปลาเปิดโดยใบมีดสับผ่านด้วยเร็วที่เพิ่มขึ้นทำให้ปลาเปิดมีการเปลี่ยนท่าทางระหว่างผ่านการสับได้ จากการทดลองที่ความเร็วรอบ 1300 rpm มีเปอร์เซ็นต์ความไม่เป็นชิ้นเฉลี่ย 30.4% และเวลาที่ใช้ในการสับปลาเปิดเฉลี่ย 23.6 s



รูปที่ 4.23 ลักษณะของปลาเปิดที่ไม่เป็นชิ้น ความเร็วรอบ 1300 rpm

4.4.6 ผลของการสับปลาเปิดที่ความเร็วรอบ 1400 rpm โดยใช้ Hopper รูปแบบที่ 2



รูปที่ 4.24 ลักษณะของปลาเปิดที่ผ่านการสับเป็นชิ้น ความเร็วรอบ 1400 rpm

จากรูปที่ 4.24 ลักษณะของปลาเปิดที่ผ่านการสับที่ความเร็วรอบ 1400 rpm มีลักษณะของปลาเปิดที่สับเป็นชิ้นได้ตามขนาดที่ต้องการ ชิ้นปลาเปิดที่ผ่านการสับนั้นขนาดออกจากกันได้ดี แต่ปลาเปิดบางตัวผ่านใบมีดโดยใช้ด้านหัวเผลลง ทำให้เกิดการสับแบบตามยาวของตัวปลา ดังรูปที่ 4.25 เพราะความเร็วรอบที่เพิ่มขึ้นนี้ ปลาเปิดโดยใบมีดสับผ่านด้วยเร็วที่เพิ่มขึ้นทำให้ปลาเปิดมีการเปลี่ยนท่าทางระหว่างผ่านการสับได้ มีปลาเปิดบางตัวนั้นหลุดลอดผ่านช่องใบมีดโดยไม่ผ่านการสับเลย และที่ความเร็วรอบ 1400 rpm เวลาที่ใช้ในการสับนั้นเพิ่มมากขึ้นเพราะปลาเปิดมีการกระเด็นกระดอนจากแรงสั่นของเครื่องสับปลาเปิดที่เพิ่มมากขึ้นด้วย จากการทดลองที่ความเร็วรอบ 1400 rpm มีเปอร์เซ็นต์ความไม่เป็นชิ้นเฉลี่ย 32.6% และเวลาที่ใช้ในการสับปลาเปิดเฉลี่ย 24.6 s



รูปที่ 4.25 ลักษณะของปลาเปิดที่ไม่เป็นชิ้น ความเร็วรอบ 1400 rpm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.7 ผลของการสับปลาเปิดที่ความเร็วรอบ 1500 rpm โดยใช้ Hopper รูปแบบที่ 2



รูปที่ 4.26 ลักษณะของปลาเปิดที่ผ่านการสับเป็นชิ้น ความเร็วรอบ 1500 rpm

จากรูปที่ 4.26 ลักษณะของปลาเปิดที่ผ่านการสับที่ความเร็วรอบ 1500 rpm มีลักษณะของปลาเปิดที่สับเป็นชิ้นไม่ได้ตามขนาดที่ต้องการ ชิ้นปลาเปิดที่ผ่านการสับนั้นขาดออกจากกันได้ดี แต่มีปลาเปิดบางตัวนั้นหลุดลอดผ่านช่องใบมีดโดยไม่ได้ผ่านการสับเลย ดังรูปที่ 4.27 เนื่องจากจากแรงสั่นของเครื่องที่มากเกินไปทำให้ปลาเปิดกระเด็นกระดอนอยู่ภายในเครื่องและพยายามที่จะหาช่องทางหลุดออกไป และที่ความเร็วรอบ 1500 rpm เกิดการสับที่ไม่ต่อเนื่อง เพราะความเร็วรอบนั้นสูงเกินไปปลาเปิดต้องใช้ตัวดันช่วยเพื่อให้ใบมีดสับปลาเปิดที่ความเร็วรอบนี้ได้ เนื่องจาก “แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางมากจนทำให้ปลาเปิดกระเด็นย้อนกลับทิศทางการไหลที่ออกแบบไว้” จากการทดลองที่ความเร็วรอบ 1500 rpm มีเปอร์เซ็นต์ความไม่เป็นชิ้นเฉลี่ย 36.9% และเวลาที่ใช้ในการสับปลาเปิดเฉลี่ย 25.7 s



รูปที่ 4.27 ลักษณะของปลาเปิดที่ไม่เป็นชิ้น ความเร็วรอบ 1500 rpm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.8 ผลของการสับปลาเปิดที่ความเร็วรอบ 1600 rpm โดยใช้ Hopper รูปแบบที่ 2



รูปที่ 4.28 ลักษณะของปลาเปิดที่ผ่านการสับเป็นชิ้น ความเร็วรอบ 1600 rpm

รูปที่ 4.28 ลักษณะของปลาเปิดที่ผ่านการสับที่ความเร็วรอบ 1600 rpm มีลักษณะของปลาเปิดที่สับเป็นชิ้นไม่ได้ตามขนาดที่ต้องการ ชิ้นปลาเปิดที่ผ่านการสับนั้นขาดออกจากกันได้ดี แต่มีปลาเปิดเกือบจากการทดลองนั้น หลุดลอดผ่านช่องใบมีดโดยไม่ได้ผ่านการสับเลยเนื่องมาจากแรงสั่นของเครื่องที่มากเกินไป ทำให้ปลาเปิดกระเด็นกระดอนอยู่ภายในเครื่องและพยายามที่จะหาช่องทางหลุดออกไป ดังรูปที่ 4.29 และที่ความเร็วรอบ 1600 rpm เกิดการสับที่ไม่ต่อเนื่องเช่นกัน เพราะความเร็วรอบนั้นสูงเกินไป ต้องใช้ตัวดันช่วยเพื่อให้ใบมีดสับปลาเปิดที่ความเร็วรอบนี้ได้ เนื่องจาก “แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางมากจนทำให้ปลาเปิดกระเด็นย้อนกลับทิศทางการไหลที่ออกแบบไว้” จากการทดลองที่ความเร็วรอบ 1600 rpm มีเปอร์เซ็นต์ความไม่เป็นชิ้นเฉลี่ย 39.4% และเวลาที่ใช้ในการสับปลาเปิดเฉลี่ย 24.9 s

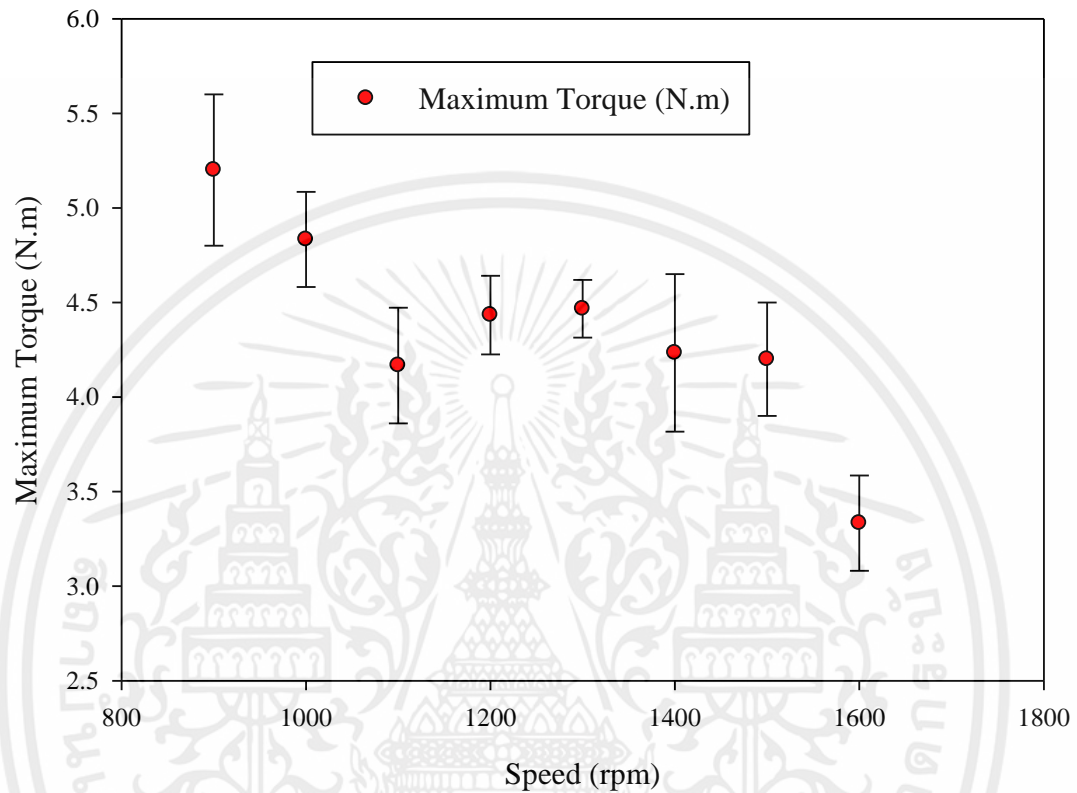


รูปที่ 4.29 ลักษณะของปลาเปิดที่ไม่เป็นชิ้น ความเร็วรอบ 1600 rpm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 ผลของการวัดแรงบิดสูงสุดจากการสับปลาเปิดในการทดลอง

ผลของการวัดแรงบิดสูงสุดในการสับปลาเปิดที่เปลี่ยนไปในแต่ละความเร็วรอบ โดยวัดแรงบิดสูงสุดที่ความเร็วรอบ 900 – 1600 rpm เพื่อนำค่าแรงบิดสูงสุดไปวิเคราะห์ผลการทดลอง

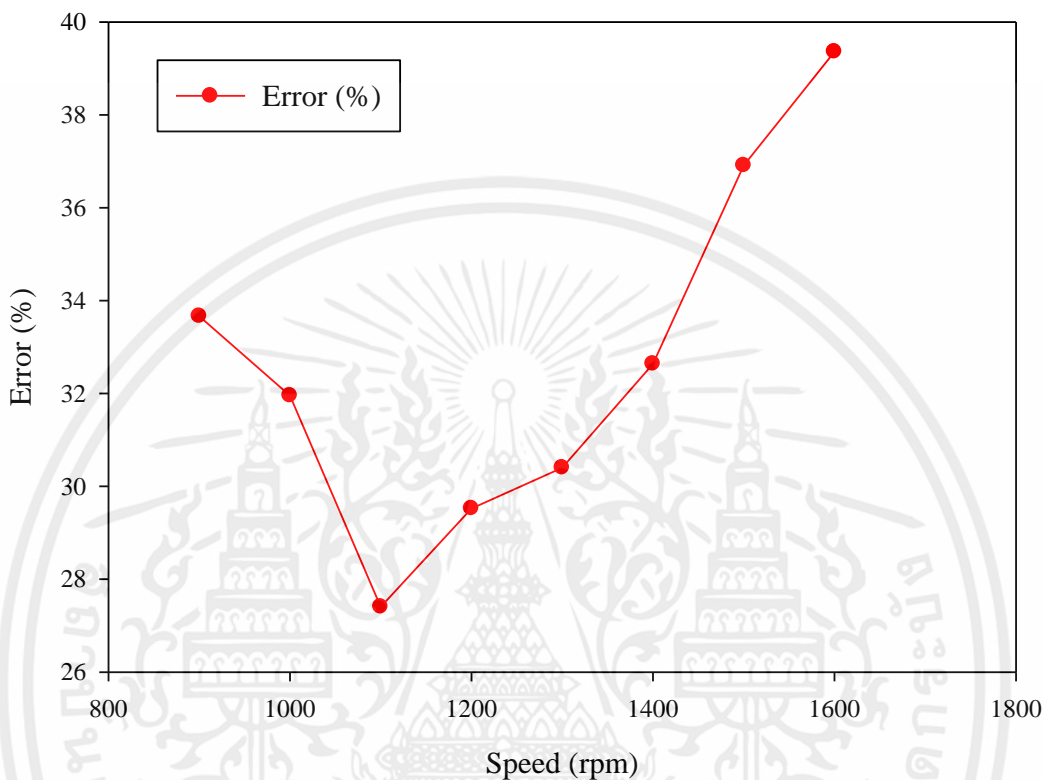


รูปที่ 4.30 ค่าความเร็วรอบของใบมีดและแรงบิด

จากรูปที่ 4.30 เป็นการบันทึกค่าแรงบิดสูงสุดเฉลี่ยในแต่ละความเร็วรอบ โดยจะพบว่าที่ความเร็วรอบ 900 rpm จะมีแรงบิดเฉลี่ย 5.2 N.m ความเร็วรอบ 1000 rpm จะมีแรงบิดเฉลี่ย 4.8 N.m ความเร็วรอบ 1100 rpm จะมีแรงบิดเฉลี่ย 4.2 N.m ความเร็วรอบ 1200 rpm จะมีแรงบิดเฉลี่ย 4.4 N.m ความเร็วรอบ 1300 rpm จะมีแรงบิดเฉลี่ย 4.5 N.m ความเร็วรอบ 1400 rpm จะมีแรงบิดเฉลี่ย 4.2 N.m ความเร็วรอบ 1500 rpm จะมีแรงบิดเฉลี่ย 4.2 N.m ความเร็วรอบ 1600 rpm จะมีแรงบิดเฉลี่ย 3.3 N.m จะสังเกตได้ว่า ความเร็วรอบที่ 900 rpm เป็นความเร็วรอบที่ใช้รอบน้อยที่สุดในการทดลองแต่มีแรงบิดในแกนเพลามากที่สุด เมื่อความเร็วรอบต่ำ ทำให้ใช้แรงกระชากเพื่อสับปลาเปิดให้ขาดมากส่งผลให้ที่ความเร็วรอบ 900 rpm ต้องใช้แรงบิดมากกว่าความเร็วอื่นในการทดลอง ในความเร็วรอบที่ 1600 rpm เป็นความเร็วรอบสูงสุดในการทดลอง เมื่อความเร็วรอบสูงทำให้สามารถสับปลาเปิดได้ง่ายขึ้นโดยไม่ต้องใช้แรงบิดในแกนเพลายอะ ทำให้ในความเร็วรอบที่ 1600 rpm ใช้แรงบิดในแกนเพลาน้อยที่สุดในการทดลอง

4.6 ผลของเปอร์เซ็นต์ความไม่เป็นที่ขึ้นของปลาเปิดในการทดลอง

ผลผลของเปอร์เซ็นต์ความไม่เป็นที่ขึ้นของปลาเปิดในการทดลองที่ความเร็วรอบ 900 – 1600 rpm เพื่อเป็นส่วนหนึ่งในการวิเคราะห์ ความเร็วรอบที่เหมาะสมที่สุดในการสับปลาเปิด



รูปที่ 4.31 ค่าความเร็วรอบของใบมีดและเปอร์เซ็นต์ความไม่เป็นที่ขึ้น

จากรูปที่ 4.31 เป็นการบันทึกค่าความเร็วรอบและเปอร์เซ็นต์ความไม่เป็นที่ขึ้นของปลาเปิด พบว่าในความเร็วรอบที่ 900 rpm มีเปอร์เซ็นต์ความไม่เป็นที่ขึ้นโดยเฉลี่ย 33.7 % ความเร็วรอบที่ 1000 rpm มีเปอร์เซ็นต์ความไม่เป็นที่ขึ้นโดยเฉลี่ย 32.0 % ความเร็วรอบที่ 1100 rpm มีเปอร์เซ็นต์ความไม่เป็นที่ขึ้นโดยเฉลี่ย 27.4 % ความเร็วรอบที่ 1200 rpm มีเปอร์เซ็นต์ความไม่เป็นที่ขึ้นโดยเฉลี่ย 29.5 % ความเร็วรอบที่ 1300 rpm มีเปอร์เซ็นต์ความไม่เป็นที่ขึ้นโดยเฉลี่ย 30.4 % ความเร็วรอบที่ 1400 rpm มีเปอร์เซ็นต์ความไม่เป็นที่ขึ้นโดยเฉลี่ย 32.3 % ความเร็วรอบที่ 1500 rpm มีเปอร์เซ็นต์ความไม่เป็นที่ขึ้นโดยเฉลี่ย 36.9 % ความเร็วรอบที่ 1600 rpm มีเปอร์เซ็นต์ความไม่เป็นที่ขึ้นโดยเฉลี่ย 39.4 % จะสังเกตได้ว่าที่ความเร็วรอบที่ 1100 rpm มีเปอร์เซ็นต์ความไม่เป็นที่ขึ้นน้อยที่สุด และเนื่องจากความเร็วรอบในการสับมากเกินไปทำให้ปลาเปิดเกิดการลอยตัวอยู่บนใบมีดและหลุดลอดผ่านใบมีดไปได้ทำให้ เปอร์เซ็นต์ความไม่เป็นที่ขึ้น ในการสับที่ความเร็วรอบที่ 1500 – 1600 rpm สูงกว่าเปอร์เซ็นต์ความไม่เป็นที่ขึ้นที่ความเร็วรอบอื่นในการทดลอง

4.7 วิเคราะห์ผลการสับปลาเปิดในการทดลอง

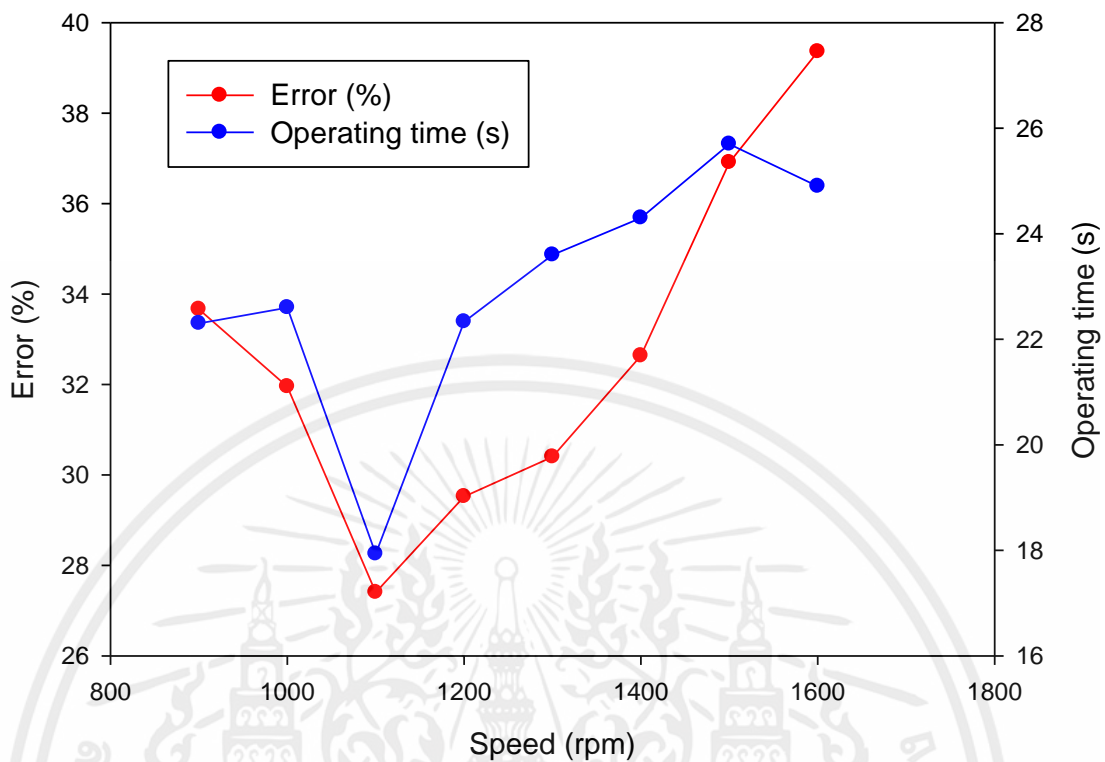
วิเคราะห์ผลการสับปลาเปิดในการทดลองโดยเปรียบเทียบ ค่าแรงบิดสูงสุด เปอร์เซ็นต์ความไม่ เป็นชิ้น และเวลาที่ใช้ในการสับปลาเปิดที่ความเร็วรอบ 900 – 1600 rpm

ตารางที่ 4.3 ค่าแรงบิดสูงสุด ความคลาดเคลื่อนและเวลาปฏิบัติงาน ณ ความเร็วรอบต่างๆ

Speed (rpm)	Maximum Torque (N.m)	Error (%)	Operating Times (s)
900	5.20 ^D ±0.40	33.73 ^D ±1.54	22.30 ^B ±2.36
1000	4.83 ^{CD} ±0.25	32.00 ^{BC} ±2.10	22.60 ^B ±1.18
1100	4.17 ^B ±0.31	27.43 ^A ±0.80	17.93 ^A ±1.93
1200	4.43 ^{BC} ±0.21	29.53 ^{AB} ±0.85	22.33 ^B ±2.16
1300	4.47 ^{BC} ±0.15	30.43 ^{BC} ±1.69	23.60 ^B ±2.57
1400	4.23 ^B ±0.42	32.63 ^{CD} ±1.98	24.30 ^B ±2.01
1500	4.20 ^B ±0.30	36.87 ^E ±1.98	25.70 ^B ±3.80
1600	3.33 ^A ±0.25	39.37 ^E ±1.66	24.90 ^B ±1.47

หมายเหตุ: ตัวอักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ 95%

จากตารางที่ 4.3 ค่าแรงบิดสูงสุด ความคลาดเคลื่อนและเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงานถูกนำมาวิเคราะห์สถิติด้วยวิธี Duncan พบว่าที่ความเร็วรอบสูงแรงบิดจะมีค่าน้อย ส่วนเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนจะพบว่าที่ความเร็วรอบ 1100 rpm มีค่าน้อยสุด ซึ่งการที่ความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นน้อยกว่าความเร็วรอบอื่นเนื่องจาก เป็นความเร็วรอบที่สับปลาเปิดได้ขาดและมีขนาดที่พอดีทำให้ใช้แรงบิดในการสับสม่ำเสมอ และที่ความเร็วรอบต่ำกว่า 1000 rpm และเกิน 1500 rpm จะมีค่ามากขึ้นเป็นเพราะที่ความเร็วรอบต่ำกว่า 1000 rpm ไม่สามารถสับปลาเปิดให้ขาดออกจากกันได้ดี และที่ความเร็วรอบเกิน 1500 rpm ใบมีดมีความเร็วรอบสูงเกินทำให้ปลาเปิดที่เข้าไปกระเด็นอยู่ภายในเครื่องสับและหลุดลอดผ่านใบมีดไปได้ ในขณะที่เวลาที่ใช้ในการตัดปลาเปิดเร็วสุดอยู่ที่ 1100 rpm ส่วนความเร็วอื่นๆ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากที่ความเร็วรอบ 1100 rpm สามารถสับปลาเปิดได้สม่ำเสมอและไม่เกิดการติดขัดของปลาเปิดที่สับผ่านใบมีด และปลาเปิดที่สับผ่านนั้นไหลลงถาดรับปลาเปิดได้อย่างคล่องตัว



รูปที่ 4.32 เปอร์เซ็นต์ความไม่แม่นยำเทียบกับเวลาที่ใช้ในการสับ

จากรูปที่ 4.32 ดังนั้นจากการทดลองเครื่องสับปลาเปิดสำหรับการเลี้ยงปูออดินสรุปได้ว่า ที่ความเร็วรอบ 1100 rpm เป็นความเร็วรอบที่เหมาะสมที่สุดในการสับปลาเปิด ในความเร็วรอบที่ 1100 rpm มีเปอร์เซ็นต์ความไม่แม่นยำอยู่ที่ 27.4% ซึ่งเป็นค่าเปอร์เซ็นต์ที่น้อยที่สุดจากการทดลอง และมีอัตราการป้อนปลาเปิดสูงที่สุด โดยมีเวลาที่ใช้ในการสับ 17.9 s สรุปได้ว่าที่ความเร็วรอบที่ 1100 rpm นั้นเป็นความเร็วรอบที่เหมาะสมที่สุดในการสับปลาเปิดให้ได้ขนาด 2.5 cm เพื่อใช้เป็นอาหารเลี้ยงปูออดิน

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

เครื่องสับปลาเปิดสำหรับการเลี้ยงปู๋อดินได้ออกแบบตามขนาดของปลาเปิดเฉลี่ย 15 cm โดยชุด ใบมีดมีระยะห่างระหว่างใบที่ 2.5 cm ภาดป้อนปลาเปิดนั้นมิมุมเอียง 45° จากการทดลองสับปลาเปิด พบว่า ความเร็วรอบที่ดีที่สุดในการสับปลาเปิดคือ 1100 rpm เนื่องจากลักษณะปลาเปิดที่สับออกมา มีลักษณะตามต้องการคือชิ้นปลาเปิดมีขนาด 25 mm โดยมีอัตราการป้อนปลาเปิดอยู่ที่ 6.67 kg/min และมีเปอร์เซ็นต์การสับไม่เป็นชิ้นเฉลี่ยอยู่ที่ 27.4% มีค่าแรงบิดในแกนเพลลาอยู่ที่ 4.2 Nm และมอเตอร์กำลัง ที่ควรใช้อยู่ที่ 0.75 hp เมื่อเทียบอัตราส่วนจำนวนปลาเปิด 100 kg เวลาที่ใช้ในการทำงานทั้งหมดของ เครื่องปลาเปิดโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 15 min ใช้แรงงานคนควบคุมเครื่องสับปลาเปิดเพียง คนเดียว เมื่อเทียบกับ แรงงานคนที่ใช้สับปลาเปิด เพียงคนเดียวใช้เวลา 4 hr ดังนั้นเครื่องสับปลาเปิดสำหรับเลี้ยงปู๋อดิน สามารถช่วยประหยัดระยะเวลาและจำนวนแรงงานในการทำงานลงได้โดยเครื่องสับปลาเปิดนั้นจะช่วย ลดระยะเวลาลงเฉลี่ย 16 เท่าเมื่อเทียบกับแรงงานคน

5.2 ปัญหาที่พบในการทดลอง

5.2.1 ปลาเปิดบางตัวไหลไปไม่ตรงตามทิศทางที่ต้องการ

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ออกแบบภาดป้อนปลาเปิดที่สามารถบังคับปลาเปิดให้ไหลลงในทิศทางที่ต้องการ

5.3.2 ติดตั้งล้อเพื่อให้สะดวกในการขนย้าย

5.3.3 ขยายอัตราส่วนของเครื่องเพิ่มขึ้นเพื่อเพิ่มอัตราการสับปลาเปิด

เอกสารอ้างอิง

- [1] S. Gokul , R. Ajith Velayudham , P. Deepak, W. Fredric Prem. (2020). “Design and Fabrication of Automatic Vegetable Cutting Machine.” **International Journal of Research in Engineering** (March) : 610-615.
- [2] Nor’ain Senin, Noorhidayah Ramli and Mai Noor Asiah Tan Zalilah. (2018). “Automatic Meat Slicing Machine.” **Journal of Engineering and Science Research** 2 (5): 49-54.
- [3] Duk Gam Woo, Yeong Jin Kim , Hack kyu Lim , Tae Han Kim. (2018). “Development of Automatic Chicken Cutting Machine.” **Journal of Biosystems Engineering** (November) : 386-393.
- [4] Lau, Pui Yean. (2016). “Semi-Automatic Multipurpose Vegetables Slicing Machine” เข้าถึงเมื่อ 15 เมษายน.
เข้าถึงได้จาก <https://eprints.tarc.edu.my/id/eprint/10559>
- [5] Kafiza Ahmad Kamaruzzaman , Azrul Mahfurdz , Mokhtar Hashim and Mohamed Noorazman Bidin. (2020). “Design and Performance Evaluation of Semi-Automatic Fish Cutting Machine for Industry.” **Materials Science and Engineering** 864 : 1-8.
- [6] C. W. de Silva and N. Wickramarachchi . (1997). “An Innovative Machine for Automated Cutting of Fish.” **IEEE/ASME TRANSACTIONS ON MECHATRONICS** 2 , 2 (June) : 86-98
- [7] N. Ashwinkumar , S. Bhuvaneshkumar , K. Adithy . (2021). “Development and Study of Universal Fish Cutting Apparatus” **International Journal of Research in Engineering, Science and Management** 4, 8, (AUGUST) : 306-308
- [8] Muchamad Oktaviandri , Ng Siew Kian. (2021). “Design and Fabrication of Meat Shredder Machine Using VDI2221 Approach.” **Indonesian Journal of Computing, Engineering, and Design** 3 , 2 : 119-129
- [9] Cipto Cipto , Klemens A Rahangmetan, Christian Wely Wullur, Farid Sariman, and

- Hariyanto Hariyanto. (2021). “Meat Cutting Machine Shaft Design and Analysis.” **Web of Conferences** 328 : 1-5
- [10] Odior, A. O. (2012). “Development of a Meat Slicing Machine Using Locally Sourced Materials.” **International Journal of Engineering and Technology** 2 , 2 (February) : 202-208
- [11] น้าแมว. (2020). ปลาเปิดคืออะไร? หรือมันจะเป็นเปิด. เข้าถึงเมื่อวันที่ 15 เมษายน. เข้าถึงได้จาก <https://fishingthai.com>
- [12] วิทย์ ธารชลาณุกิจ. (2522). ปลาเปิด-แปรรูป อาหารโปรตีนสำหรับปลาดุก. **ข่าวสารเกษตรศาสตร์** 24 (1) : 1-27
- [13] สำนักงานประมงจังหวัดพังงา. (2020). การเลี้ยงปูนิ่ม . เข้าถึงเมื่อวันที่ 15 มิถุนายน. เข้าถึงได้จาก <https://www4.fisheries.go.th>
- [14] มะนาว. (2022). ปูนิ่ม คือปูอะไร ไข่ชื่อของสายพันธุ์ของปูหรือไม่ วิธีการเลี้ยงปูนิ่ม . เข้าถึงเมื่อวันที่ 15 มิถุนายน. เข้าถึงได้จาก <https://maanow.com>
- [15] นายดำรง สัพโส. (2556). “งานคำนวณระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยโซ่.” เอกสารประกอบการสอนวิชาการระบบส่งกำลังเครื่องมือกล วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวง ซิเมนต์ไทยอนุสรณ์.
- [16] วชิรศ อังคภาณุกุล และ สมิต ทองสุข. 2559. “พัฒนากลไกชุดป้อนวัสดุเกษตรสำหรับเครื่องสับก้ามมะพร้าว.” ปรินญาานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.
- [17] Tawakalitu Bola Onifade. (2016). “Design and Fabrication of a Three-Hopper Plantain Slicing Machine.” **American Scientific Research Journal for Engineering, Technology, and Sciences (ASRJETS)** (2016) Volume 17, No 1: 61-80
- [18] นางฉันทนา สุขน้อย. (ม.ป.ป). “แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่.” ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้(5E) โรงเรียนสุโขทัย-ลก
- [19] แหล่งรวมเทคนิคของช่างไทย. (2018). การหาอัตราทดของเฟืองตรง . เข้าถึงเมื่อวันที่ 14 มิถุนายน. เข้าถึงได้จาก <https://thaimechanic.com/article-208-read.html>
- [20] นายช่างมาแชร์. (2020). การคำนวณอัตราทดของสายพานและพูลเลย์ฉบับพื้นฐาน . เข้าถึงเมื่อวันที่ 15 มิถุนายน. เข้าถึงได้จาก <https://naichangmashare.com/>
- [21] เอกชัย บัวคลี. (2561). “การออกแบบและสร้างเครื่องตัดใบบัวหลวง.” วิทยานิพนธ์

ปริญญามหาบัณฑิต สาขาเครื่องจักรกลเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี.

[22] รองศาสตราจารย์ ดร.สิทธิชัย แสงอาทิตย์. **แรงบิด(Torsion)**. เข้าถึงเมื่อวันที่ 14 มิถุนายน.

เข้าถึงได้จาก <http://eng.sut.ac.th/ce/oldce/mechmat50/mech5a.pdf>

[23] คำรณ ชัยบุรินทร์และคณะ. (2556). “**เครื่องหันผักตบชวา.**” โครงการเสนอต่อ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ.

[24] ไพฑูรย์ พูลสุขโขและคณะ. (ม.ป.ป). “**การออกแบบและพัฒนาเครื่องปอกเปลือกหอมแดง ต้นแบบสำหรับวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม.**” วารสารวิศวกรรมศาสตร์ ราชภัฏธนบุรี : 43-50



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ก
ตารางผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.1 ค่าความเร็วรอบของใบมีดและแรงบิดสูงสุด

ความเร็วรอบ (rpm)	ครั้งที่	แรงบิดสูงสุด (N.m)
900	1	4.8
	2	5.6
	3	5.2
1000	1	4.6
	2	4.8
	3	5.1
1100	1	3.9
	2	4.5
	3	4.1
1200	1	4.5
	2	4.6
	3	4.2
1300	1	4.3
	2	4.6
	3	4.5
1400	1	3.9
	2	4.1
	3	4.7
1500	1	4.5
	2	3.9
	3	4.2
1600	1	3.3
	2	3.1
	3	3.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.2 ค่าความเร็วรอบของใบมีด จำนวนปลาก่อนสับและจำนวนปลาที่ไม่ผ่านการสับ

ความเร็วรอบ (rpm)	ครั้งที่	จำนวนปลาก่อนสับ (ตัว)	จำนวนปลาที่ไม่ผ่านการสับ (ตัว)
900	1	118	39
	2	124	44
	3	117	38
1000	1	115	34
	2	119	40
	3	125	41
1100	1	117	33
	2	109	30
	3	109	29
1200	1	112	33
	2	115	33
	3	115	35
1300	1	116	33
	2	114	36
	3	119	37
1400	1	113	38
	2	112	34
	3	112	38
1500	1	114	40
	2	115	42
	3	118	46
1600	1	113	43
	2	114	47
	3	116	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.3 ค่าความเร็รรอบของใบมีดและเปอร์เซ็นต์ความไม่เป็นขึ้นของปลาเปิด

ความเร็วรอบ (rpm)	ครั้งที่	เปอร์เซ็นต์ความไม่เป็นขึ้นของปลาเปิด (%)
900	1	33.1
	2	35.5
	3	32.6
1000	1	29.6
	2	33.5
	3	32.9
1100	1	27.5
	2	26.6
	3	28.2
1200	1	29.5
	2	28.7
	3	30.4
1300	1	31.6
	2	28.5
	3	31.2
1400	1	33.6
	2	30.4
	3	33.9
1500	1	35.1
	2	39.0
	3	36.5
1600	1	38.1
	2	41.2
	3	38.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.4 ค่าความเร็รรอบของใบมีดและเวลาที่ใช้ในการลับ

ความเร็วรอบ (rpm)	ครั้งที่	เวลาที่ใช้ในการลับ (s)
900	1	24.5
	2	22.6
	3	19.8
1000	1	22.3
	2	23.9
	3	21.6
1100	1	20.1
	2	16.4
	3	17.3
1200	1	22.1
	2	24.6
	3	20.3
1300	1	20.7
	2	24.5
	3	25.6
1400	1	24.1
	2	22.4
	3	26.4
1500	1	21.5
	2	26.7
	3	28.9
1600	1	23.6
	2	24.6
	3	26.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.5 ค่าความเร็วรอบของใบมีดและความเร็วรอบของเครื่องวัด

ความเร็วรอบ (rpm)	ครั้งที่	ความเร็วรอบของเครื่องวัด (rpm)
900	1	905.6
	2	907.7
	3	929.5
1000	1	1036.0
	2	1029.0
	3	1031.0
1100	1	1121.0
	2	1123.0
	3	1111.0
1200	1	1214.0
	2	1223.0
	3	1213.0
1300	1	1300.0
	2	1310.0
	3	1314.0
1400	1	1405.0
	2	1415.0
	3	1418.0
1500	1	1513.0
	2	1521.0
	3	1517.0
1600	1	1605.0
	2	1607.0
	3	1605.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.6 อัตราเร่งแแกน x ขณะสับปลาเปิด

ความเร็วรอบ (rpm)	ครั้งที่	ความเร่งแแกน x สูงสุด (m/s ²)	ความเร่งแแกน x ต่ำสุด (m/s ²)	ความเร่งแแกน x เฉลี่ย (m/s ²)
900	1	16.2	-16.2	-0.0090
	2	13.2	-11.6	0.0040
	3	14.5	-14.7	0.0401
1000	1	15.5	-18.2	0.0106
	2	16.2	-16.1	0.0641
	3	13.9	-14.6	-0.1013
1100	1	17.8	-19.3	0.0529
	2	17.0	-16.6	0.1151
	3	29.9	-25.8	-0.0166
1200	1	18.9	-20.3	-0.0175
	2	14.8	-20.6	-0.0059
	3	24.6	-23.7	-0.0235
1300	1	19.3	-18.2	-0.0281
	2	23.4	-20.2	0.0614
	3	14.0	-14.0	0.2029
1400	1	22.5	-19.4	0.0288
	2	29.6	-29.1	0.0767
	3	30.4	-28.6	0.0716
1500	1	25.1	-27.5	-0.0281
	2	32.2	-31.7	0.0236
	3	27.7	-32.1	-0.0603
1600	1	30.5	-33.1	-0.0108
	2	30.8	-32.6	0.1877
	3	27.0	-28.8	-0.0530

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.7 อัตราเร่งแกน y ขณะสับปลาเปิด

ความเร็วรอบ (rpm)	ครั้งที่	ความเร่งแกน y สูงสุด (m/s ²)	ความเร่งแกน y ต่ำสุด (m/s ²)	ความเร่งแกน y เฉลี่ย (m/s ²)
900	1	10.3	-11.6	0.0324
	2	11.2	-8.6	0.0259
	3	10.6	-10.6	-0.0109
1000	1	10.0	-10.6	0.0461
	2	9.9	-10.6	0.0255
	3	12.6	-9.0	0.1015
1100	1	14.3	-12.8	-0.0036
	2	11.6	-12.2	0.0318
	3	20.1	-18.4	0.0335
1200	1	15.5	-12.1	0.0622
	2	12.5	-11.7	0.1135
	3	14.6	-15.7	0.1756
1300	1	13.7	-15.6	0.1018
	2	14.8	-13.6	0.0104
	3	9.7	-13.6	-0.0303
1400	1	13.8	-12.0	-0.0059
	2	25.2	-20.7	-0.0111
	3	26.7	-23.8	0.0355
1500	1	19.0	-19.9	0.0553
	2	20.6	-23.7	0.0351
	3	20.8	-20.8	0.1148
1600	1	24.3	-19.3	0.0727
	2	20.5	-26.5	0.0818
	3	18.9	-19.1	0.0241

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.8 อัตราเร่งแกน z ขณะสับปลาเปิด

ความเร็วรอบ (rpm)	ครั้งที่	ความเร่งแกน z สูงสุด (m/s ²)	ความเร่งแกน z ต่ำสุด (m/s ²)	ความเร่งแกน z เฉลี่ย (m/s ²)
900	1	12.6	-11.8	0.3018
	2	14.9	-12.2	0.3045
	3	16.6	-13.2	0.2773
1000	1	15.2	-17.0	0.3010
	2	14.9	-13.2	0.3312
	3	15.6	-13.6	0.3919
1100	1	18.3	-16.8	0.4450
	2	16.1	-15.1	0.2907
	3	29.1	-25.0	0.7580
1200	1	20.2	-19.7	0.4826
	2	19.2	-20.4	0.4487
	3	20.9	-25.6	0.4568
1300	1	23.5	-21.1	0.8280
	2	23.8	-19.4	0.5948
	3	16.5	-13.2	0.2825
1400	1	22.1	-18.4	0.3472
	2	32.7	-22.8	0.5513
	3	29.5	-25.8	0.6891
1500	1	22.2	-23.3	0.5280
	2	27.3	-24.9	0.6014
	3	27.6	-24.4	0.5501
1600	1	29.5	-24.8	0.7226
	2	31.6	-30.6	0.5891
	3	30.1	-23.2	0.5299

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.9 ความเร็วรอบของใบมีด แรงบิดสูงสุด เปอร์เซ็นต์การสับไม่ผ่านและเวลาที่ใช้ในการสับ

ความเร็วรอบ (rpm)	แรงบิดสูงสุด (N.m)	เปอร์เซ็นต์การสับไม่ผ่าน (%)	เวลาที่ใช้ในการสับ (s)
900	5.2	33.7	22.3
1000	4.8	32	22.6
1100	4.2	27.4	17.9
1200	4.4	29.5	22.3
1300	4.5	30.4	23.6
1400	4.2	32.6	24.3
1500	4.2	36.9	25.7
1600	3.3	39.4	24.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



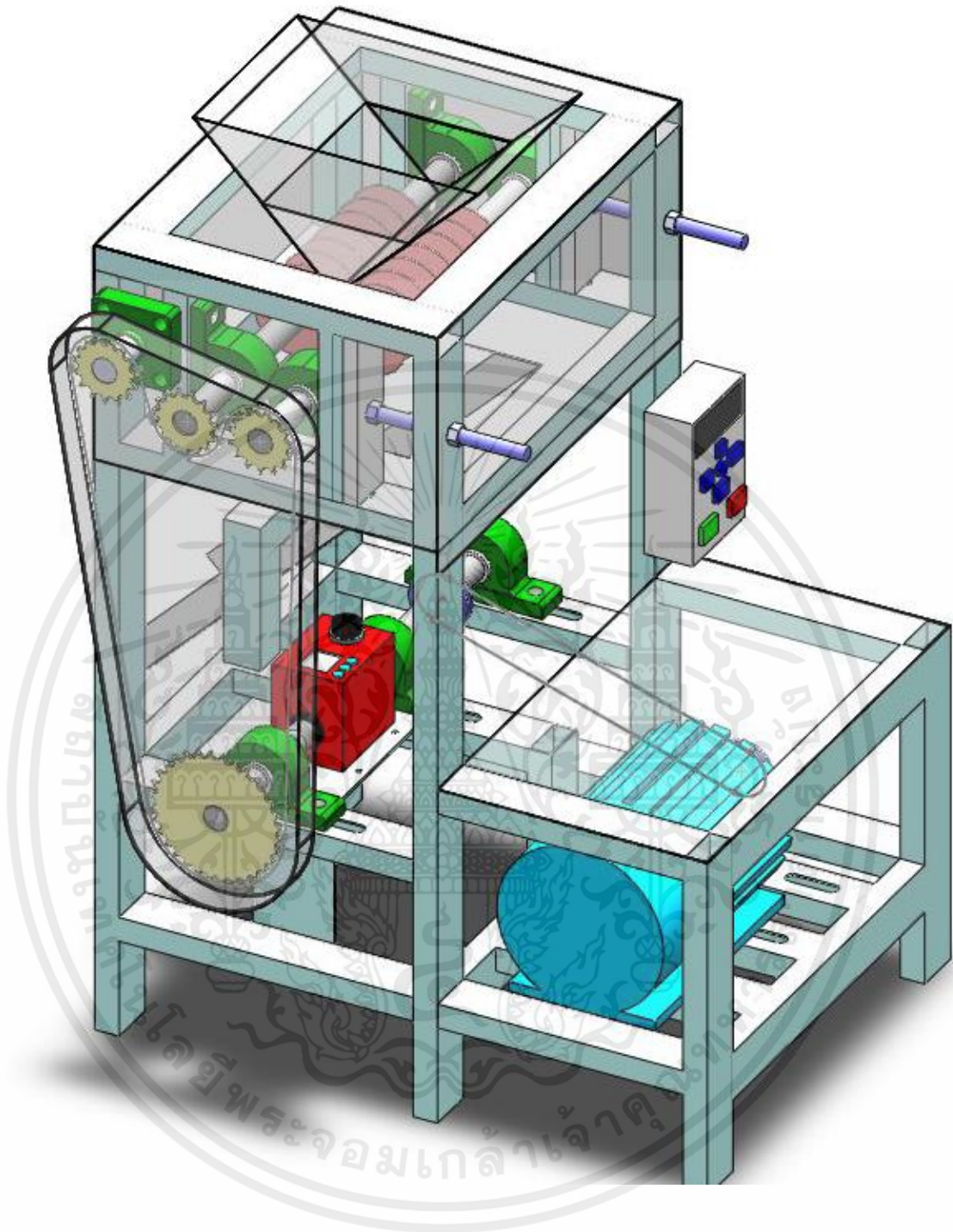
ภาคผนวก ข
เครื่องสับปลาเปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



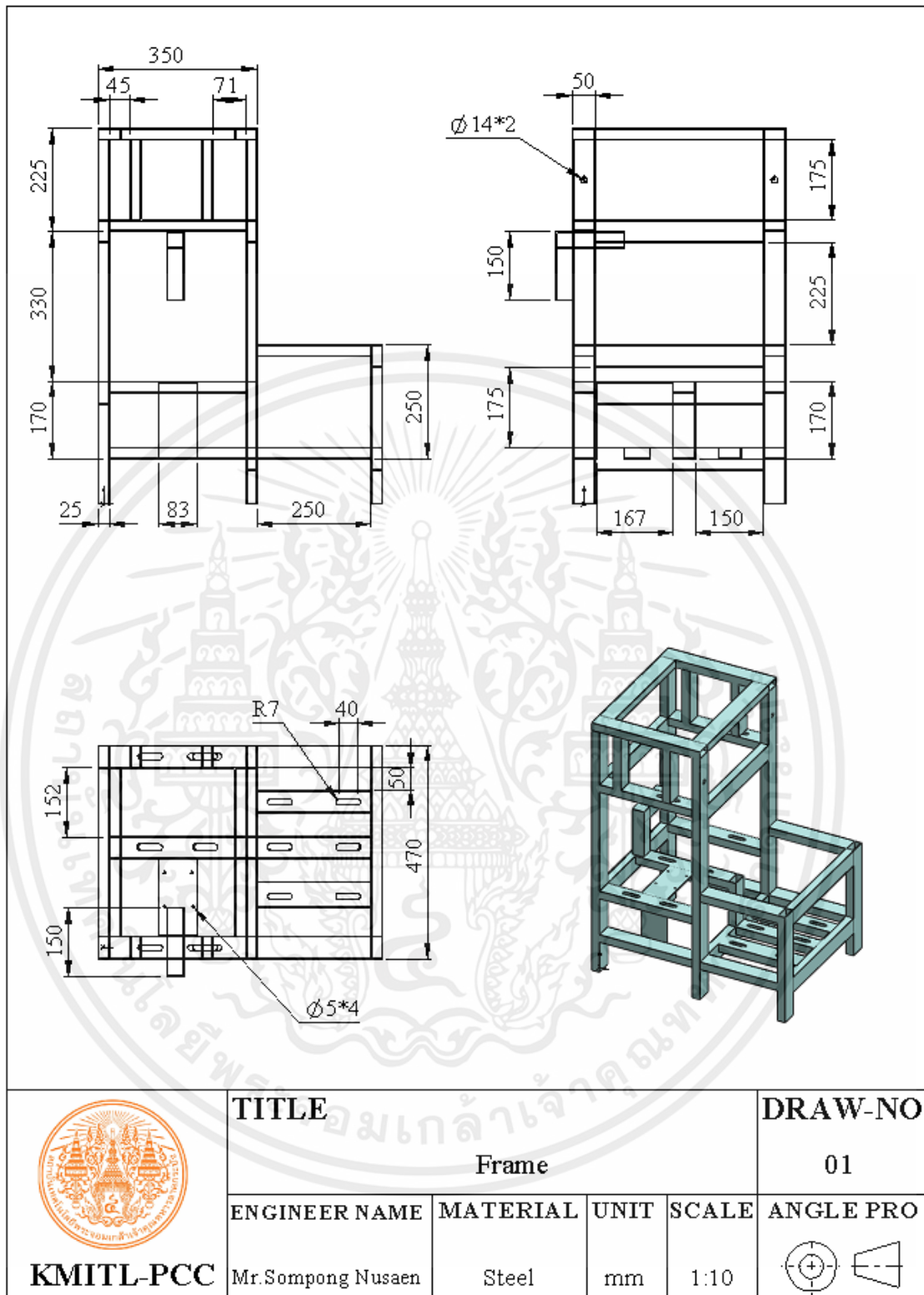
รูปที่ ข.1 เครื่องสับปลาเปิดที่สร้างขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



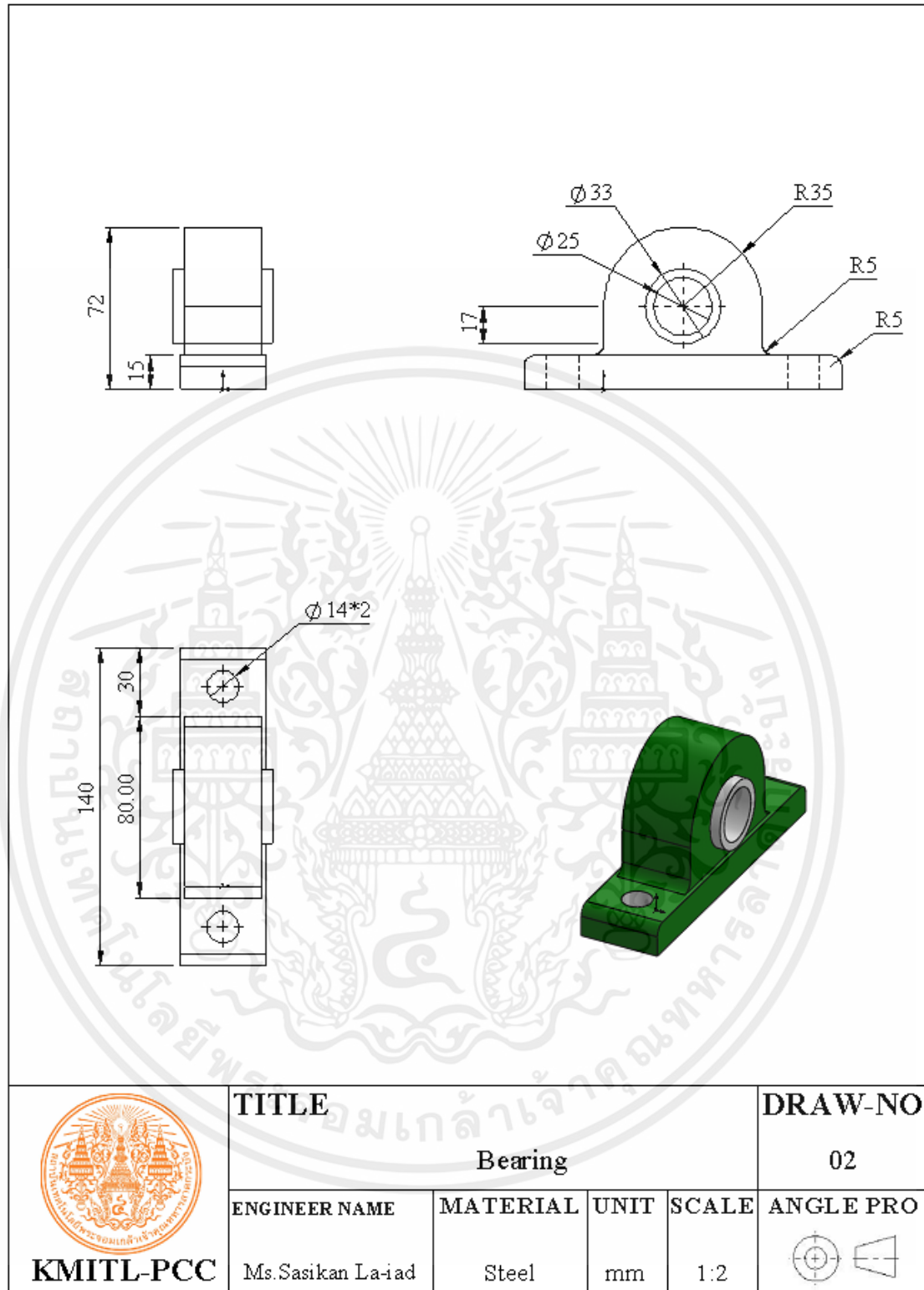
รูปที่ ข.2 เครื่องสับปลาเปิดที่ออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



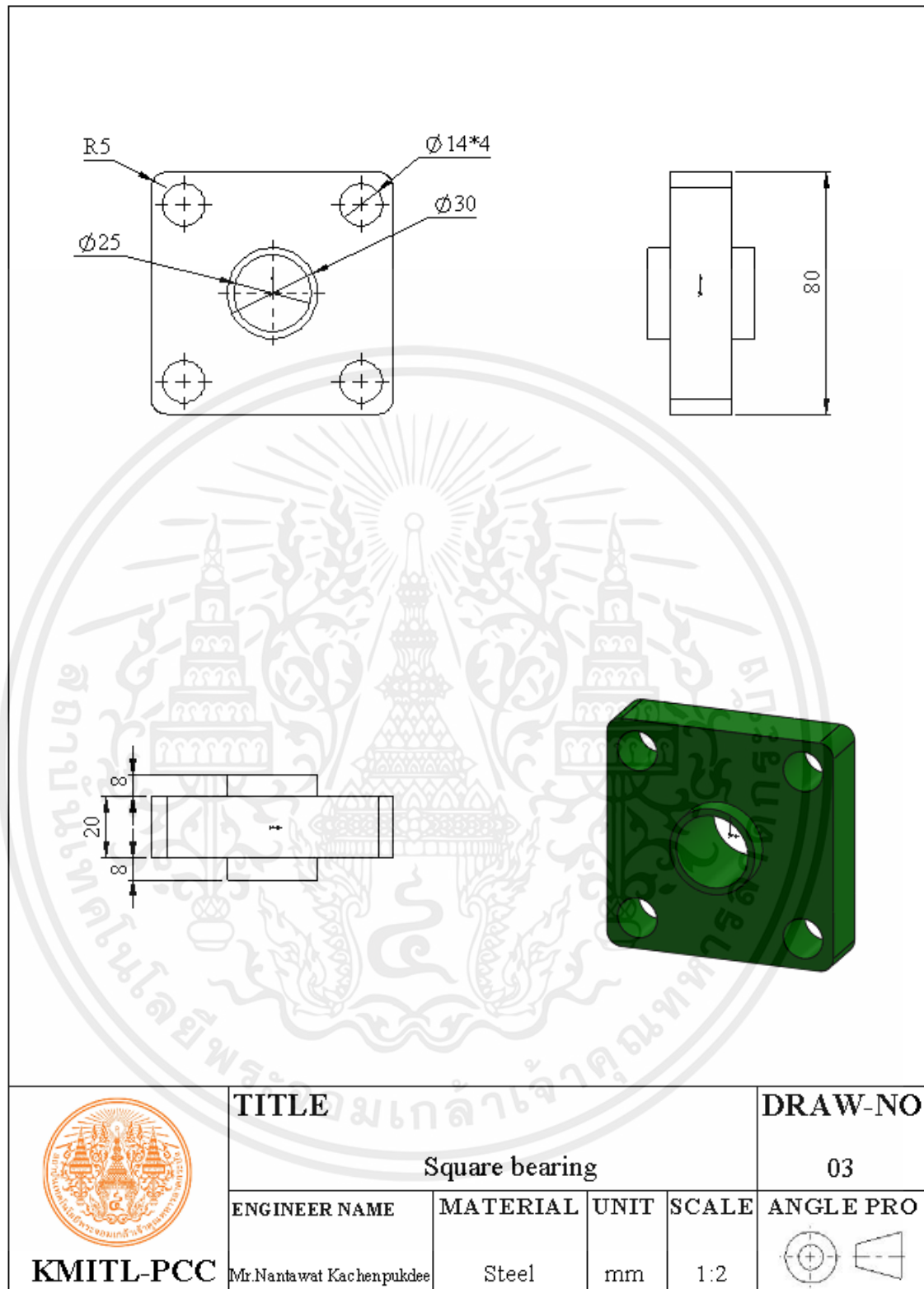
รูปที่ ข.3 โครงเครื่องสับปลาเบ็ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



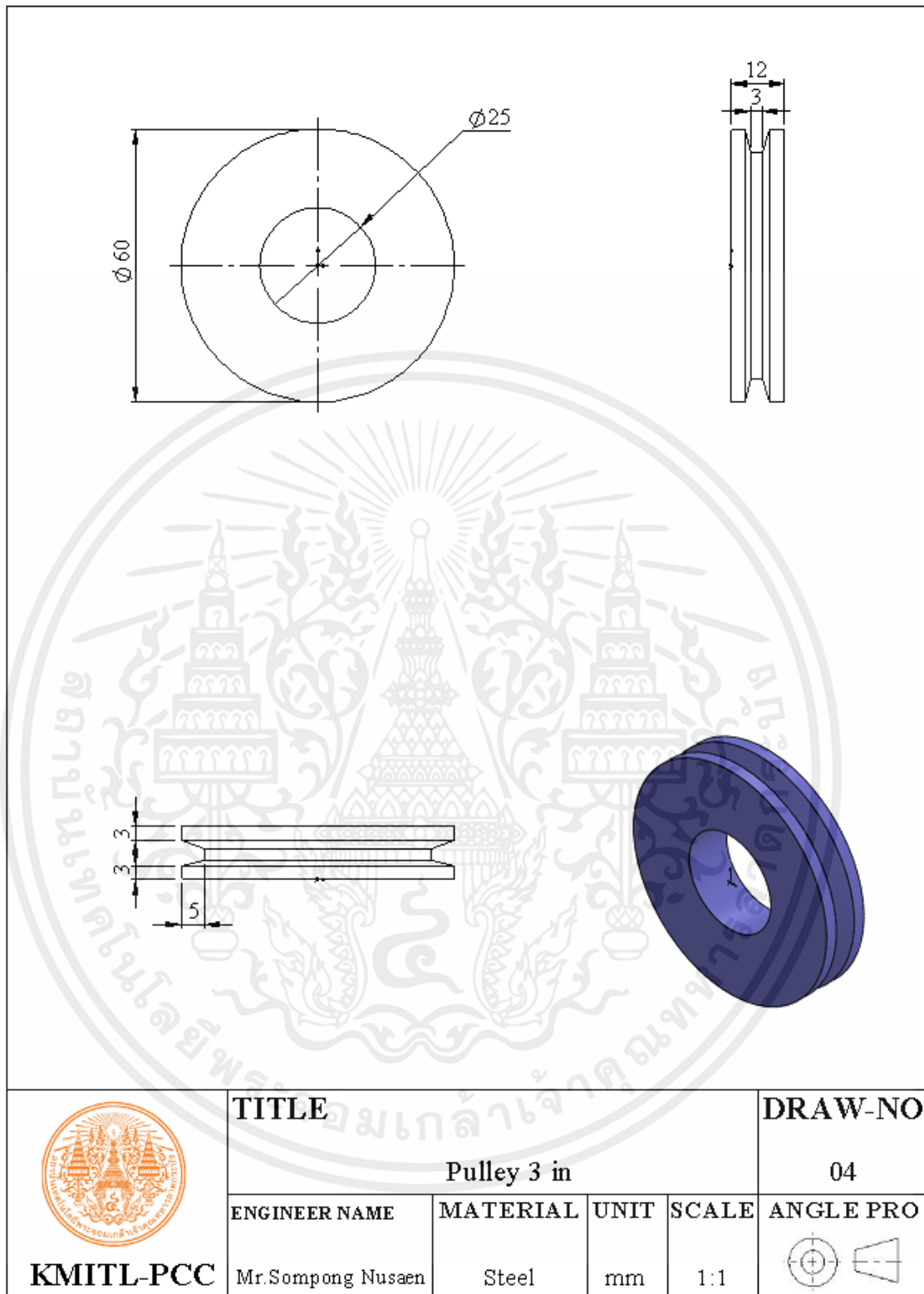
รูปที่ ข.4 ตลับลูกปืน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



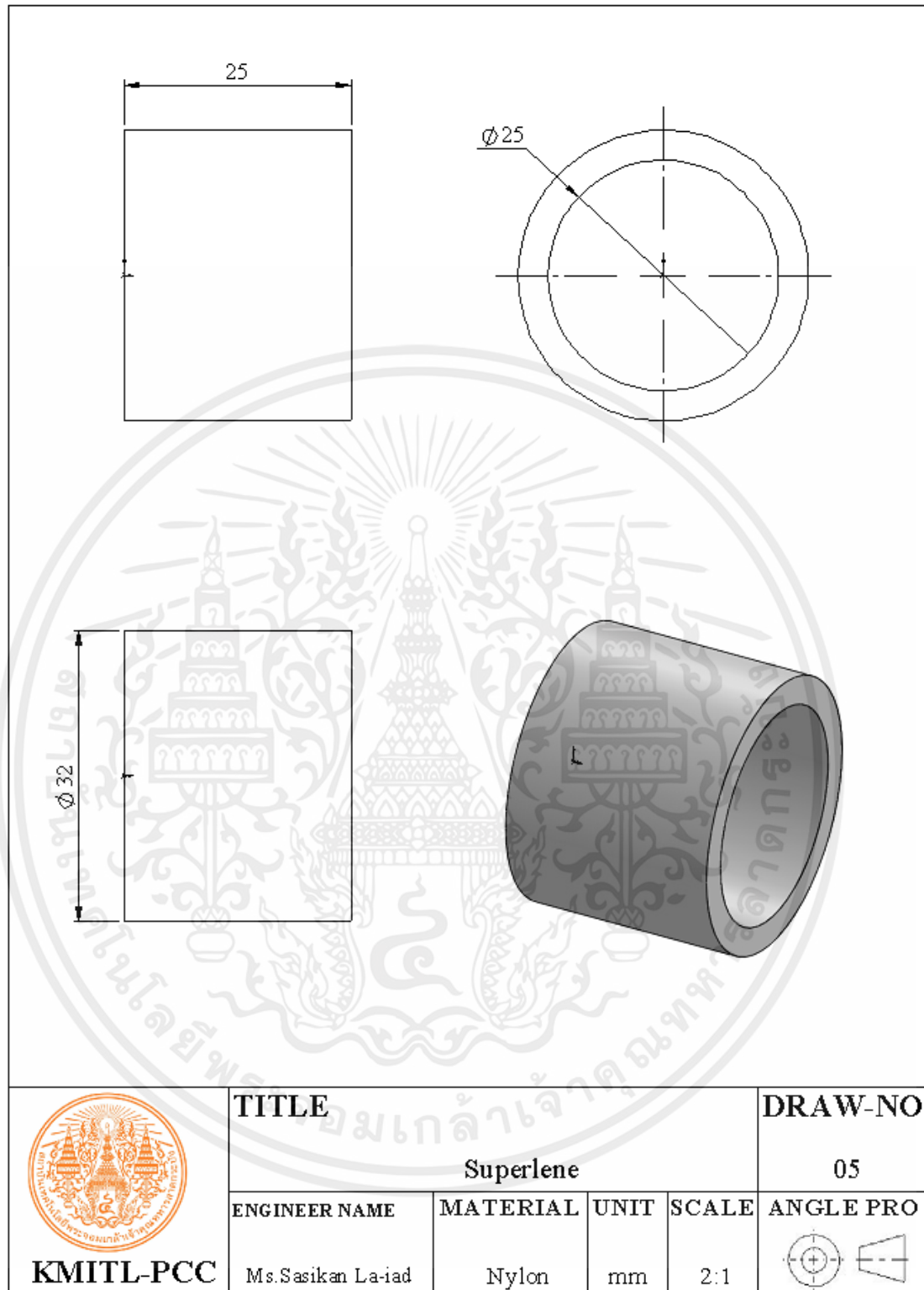
รูปที่ ข.5 ตลับลูกปืนแบบสี่เหลี่ยม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



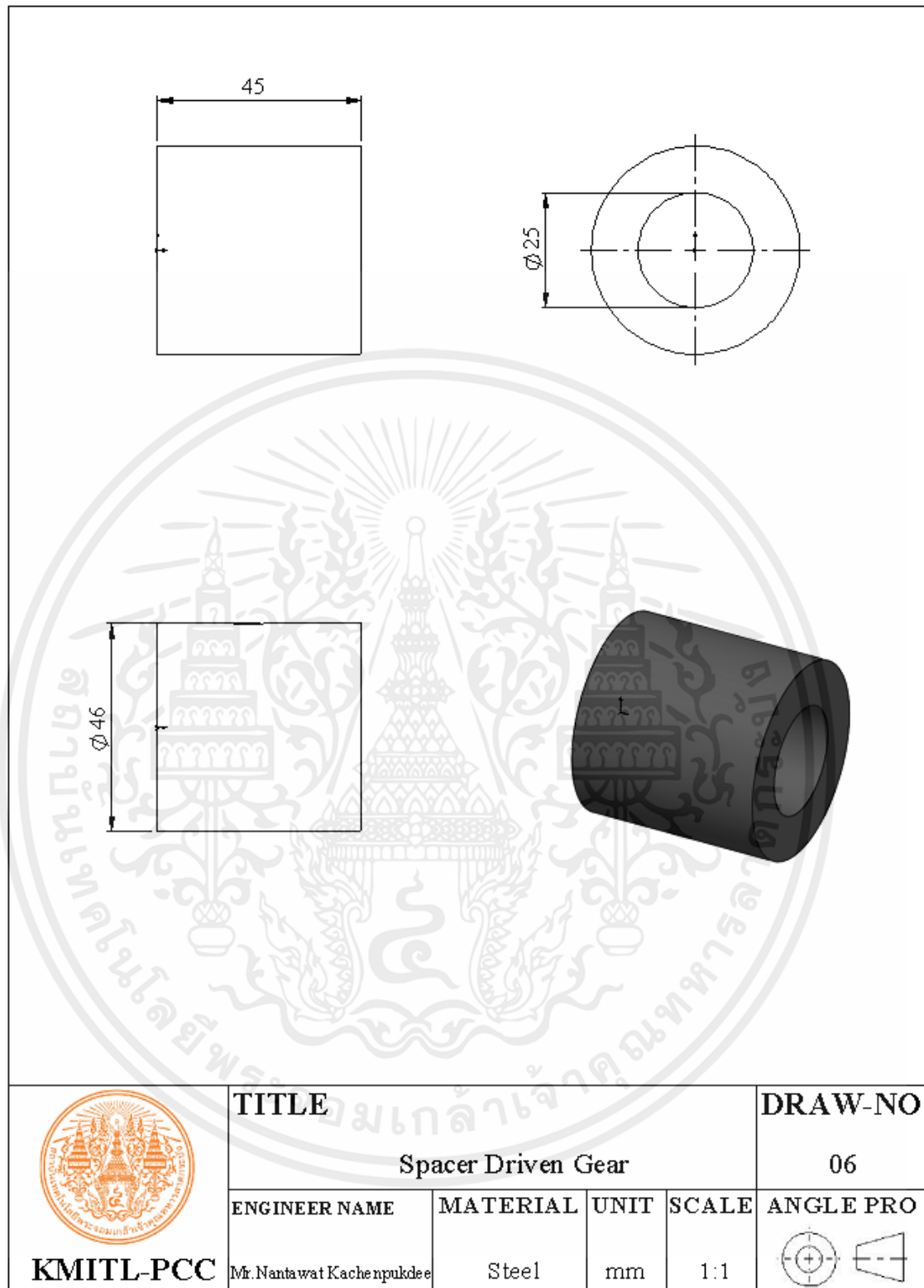
รูปที่ ข.6 มู่เล่ ขนาด 3"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



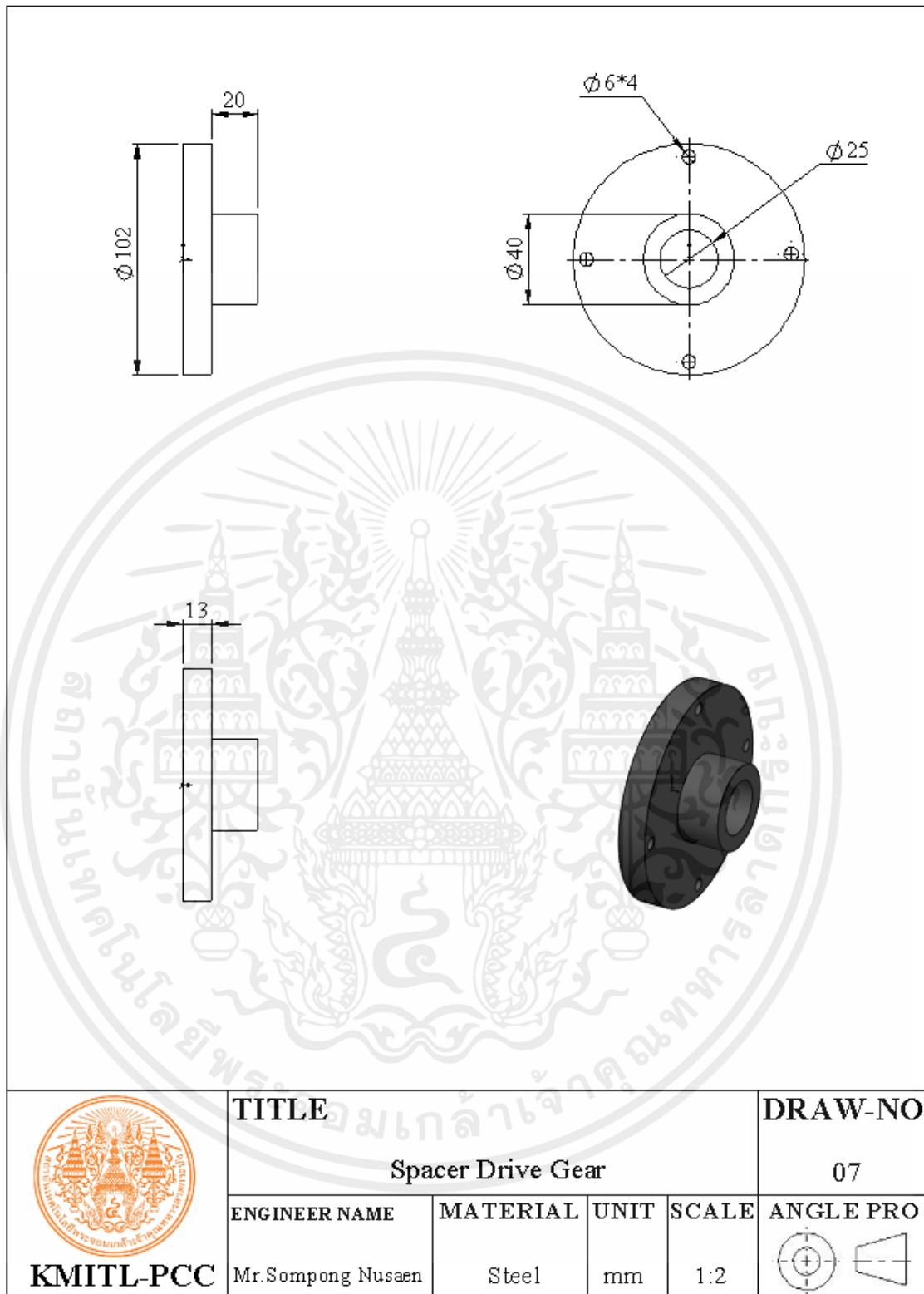
รูปที่ ข.7 ซุปเปอร์ลีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



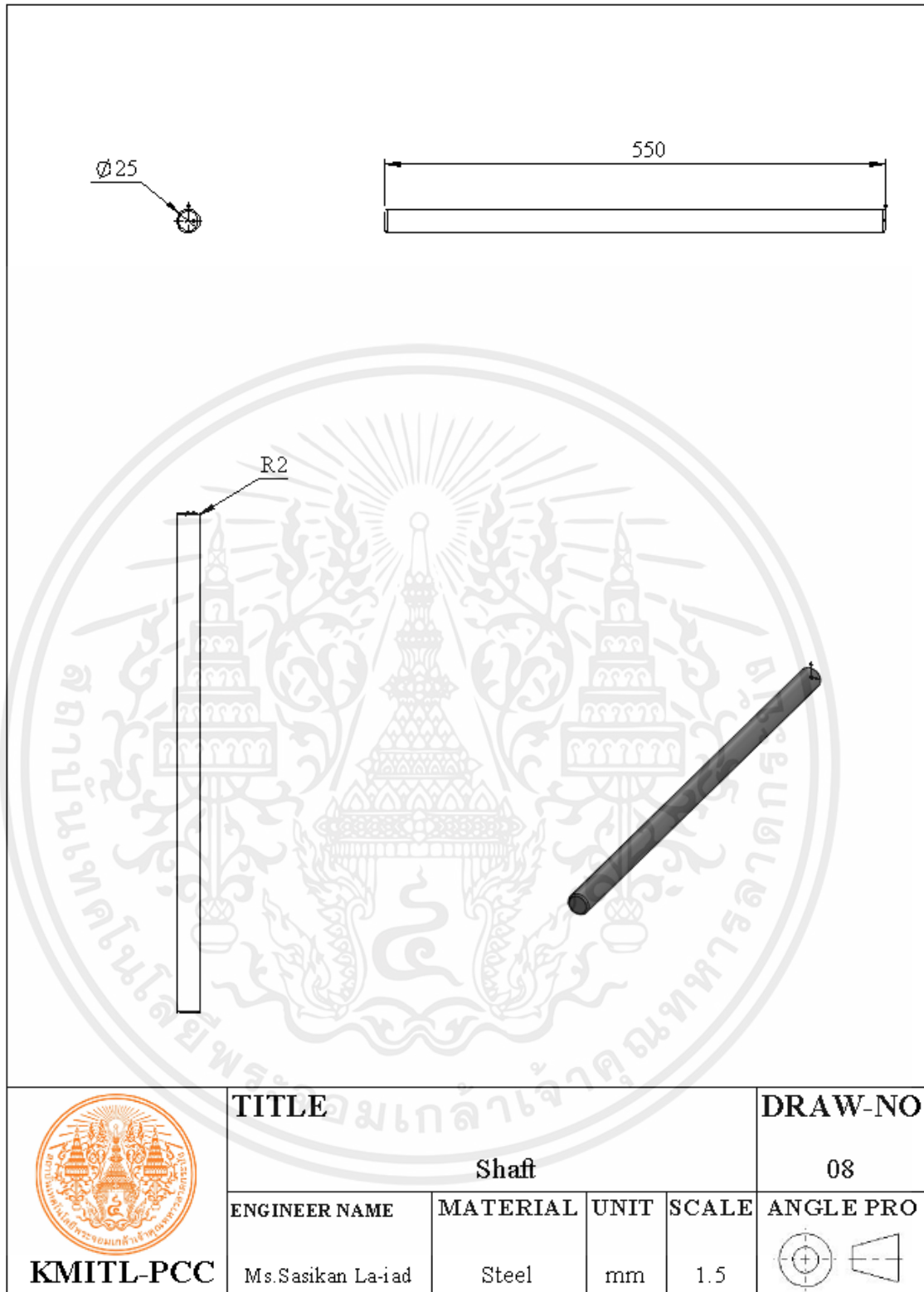
รูปที่ ข.8 เพลตยึดเฟืองตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



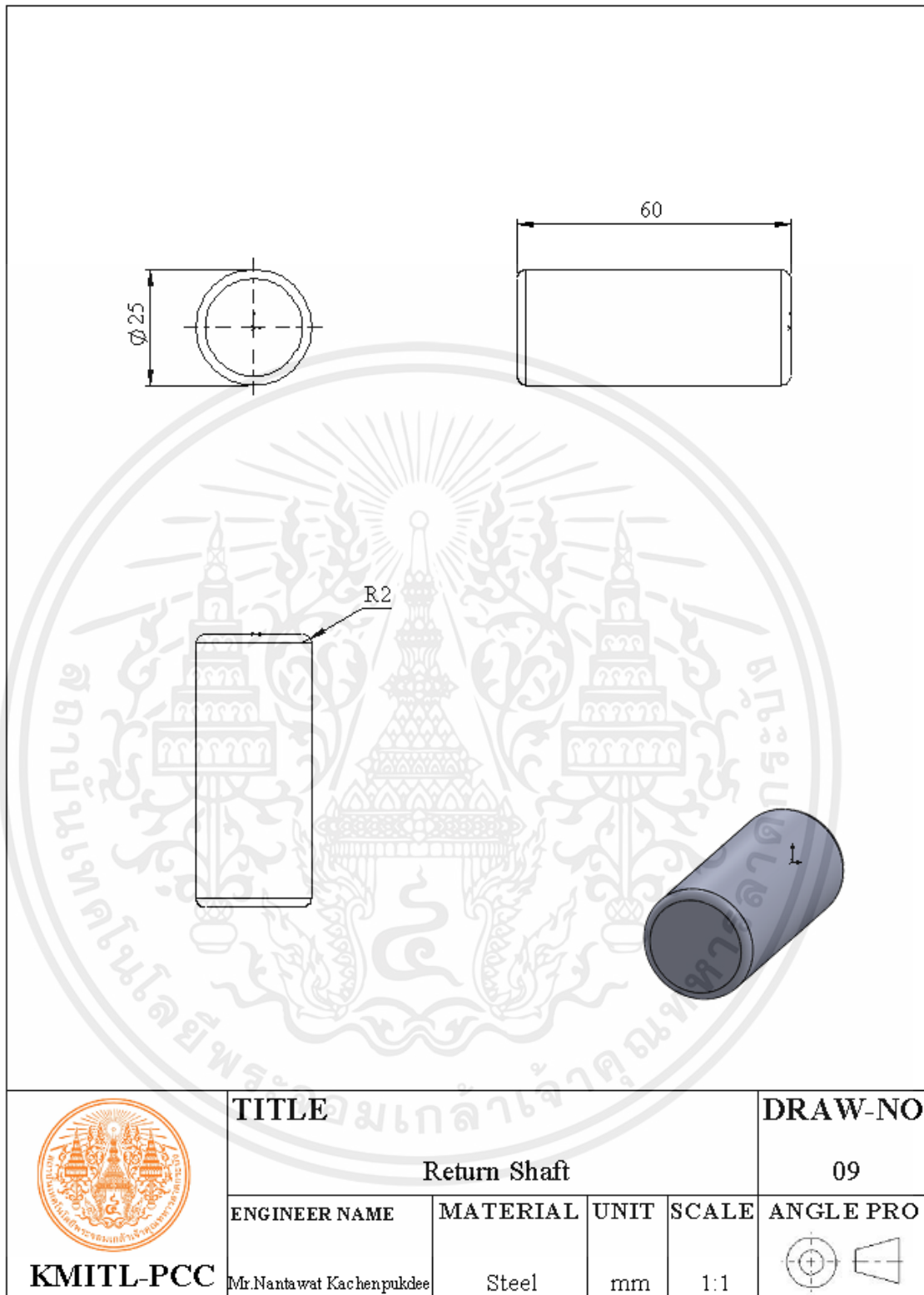
รูปที่ ข.9 เฟลตยึดเฟืองขับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



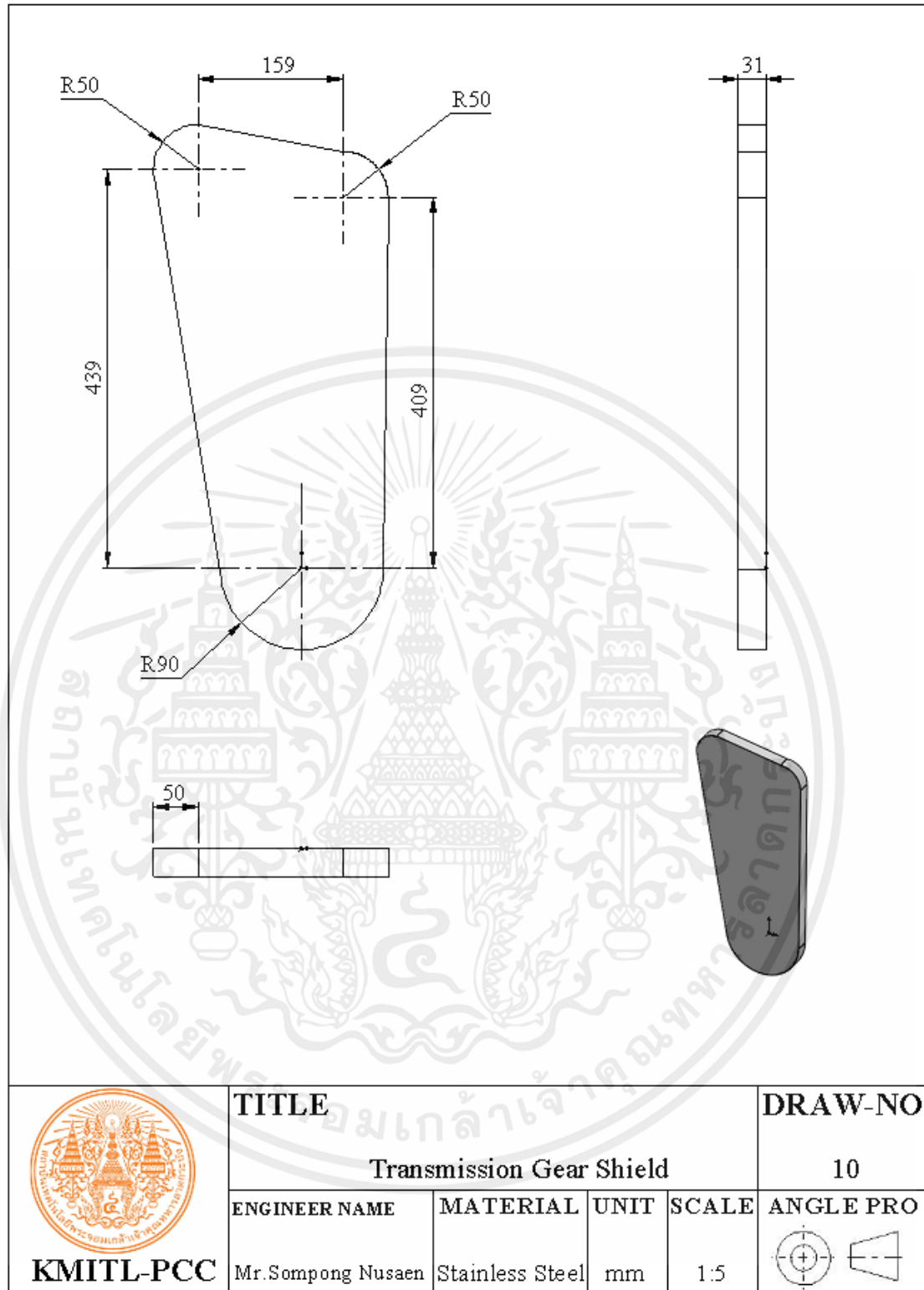
รูปที่ ข.10 เหล็กเพลาดันสำหรับชุดเฟืองขับและชุดประกอบใบมีด ขนาด 1”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



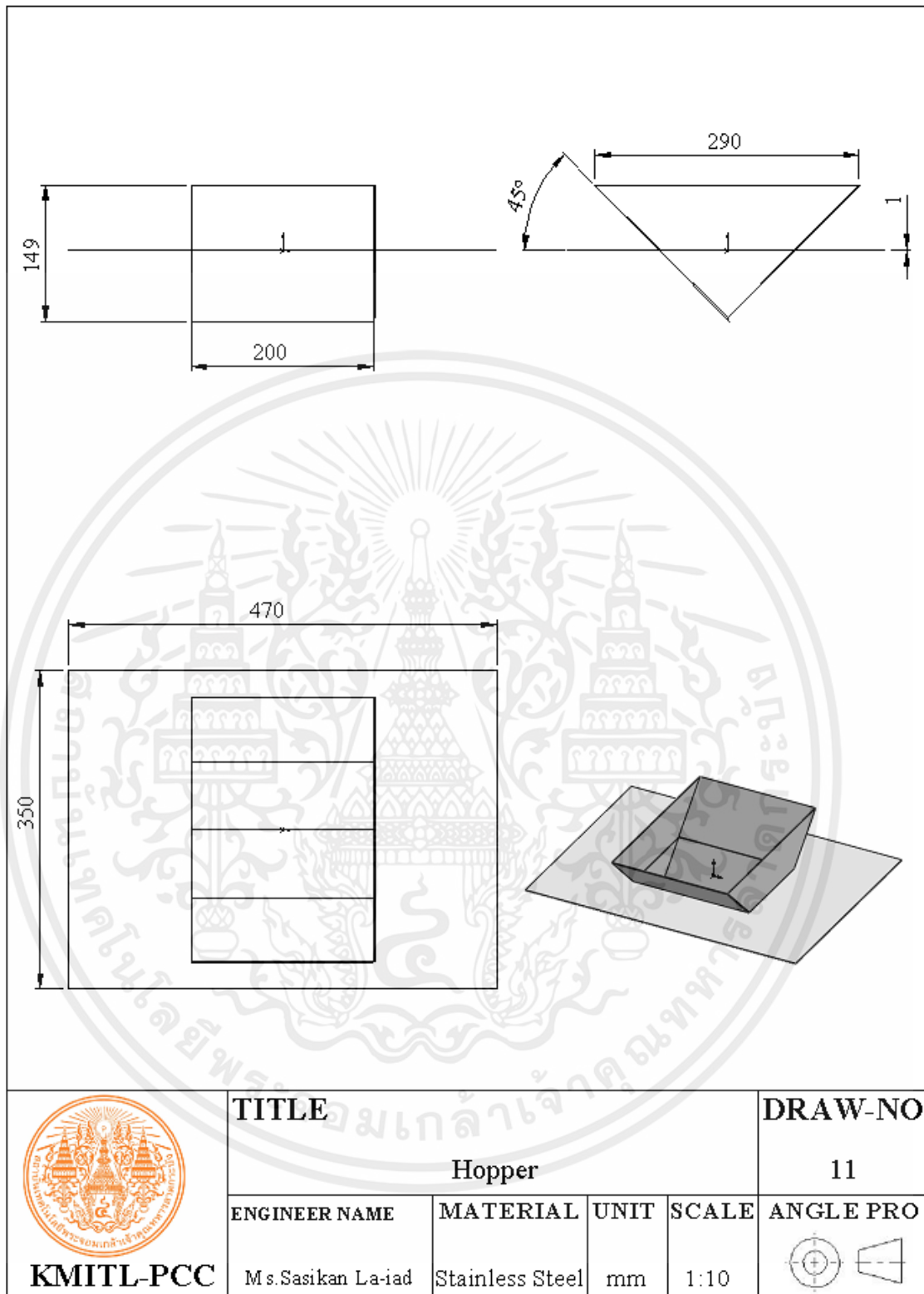
รูปที่ ข.11 เหล็กเพลาดันสำหรับเฟืองกลับทิศ ขนาด 1”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



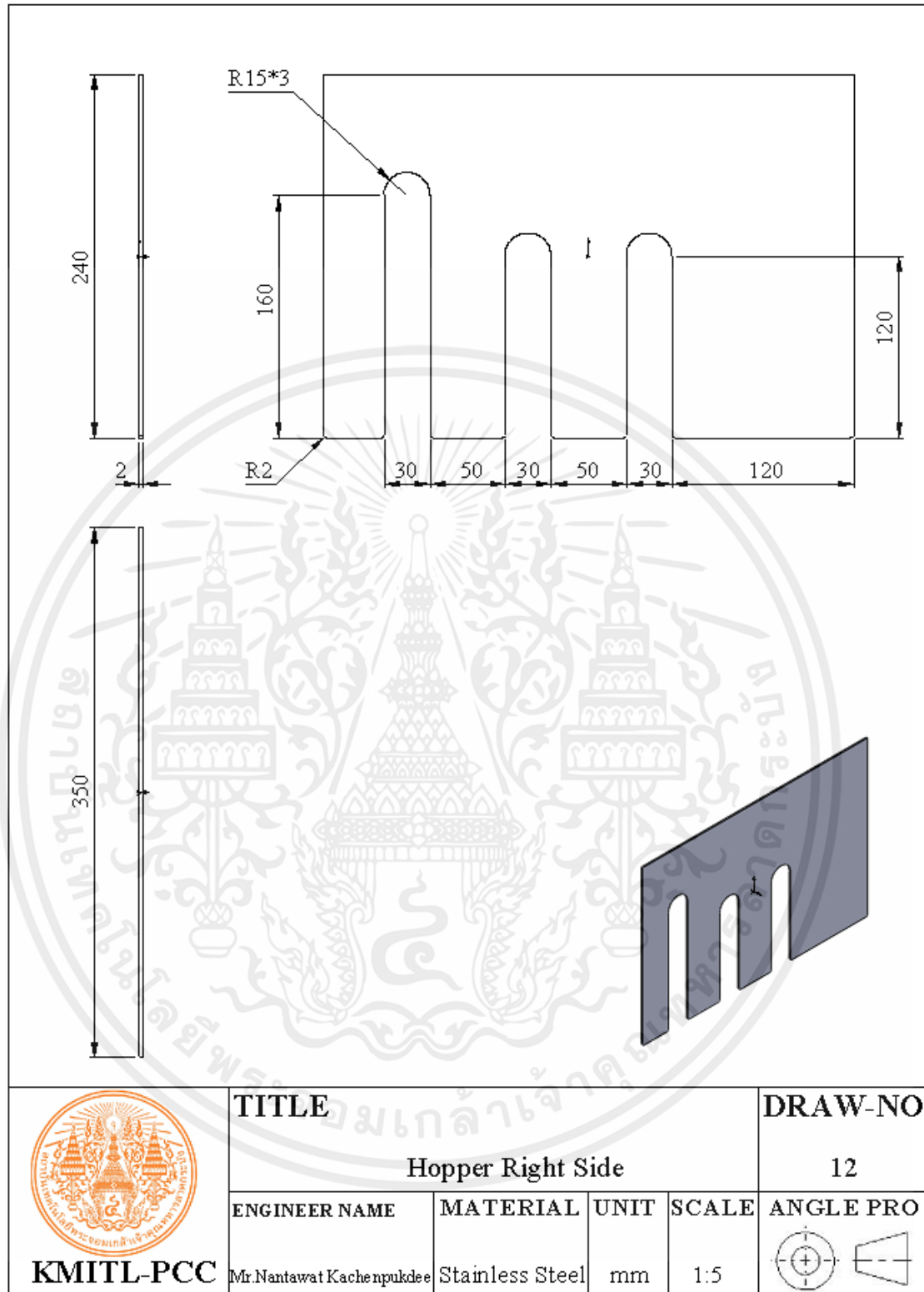
รูปที่ ข.12 ฝาครอบระบบส่งกำลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



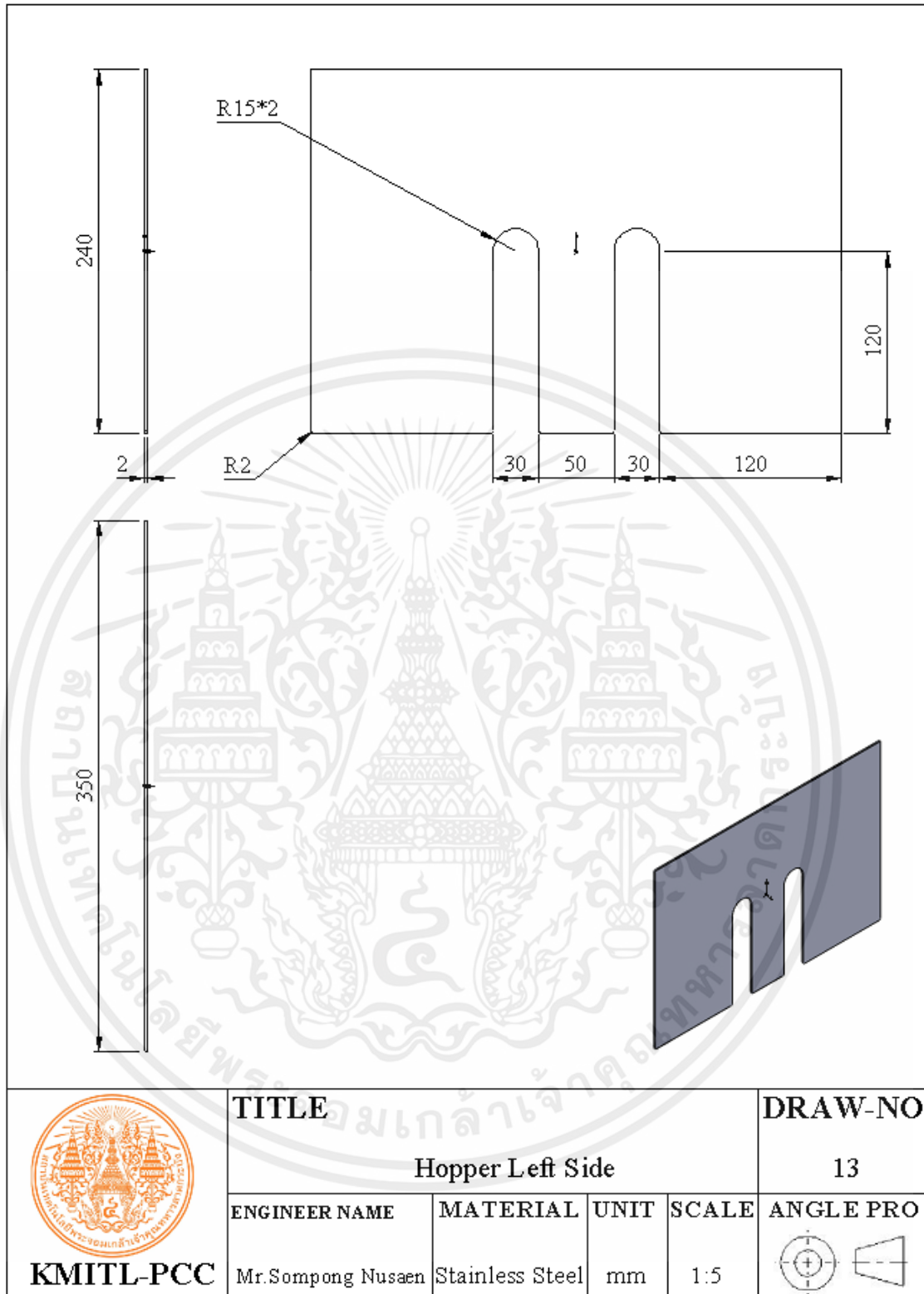
รูปที่ ข.13 ถาดป้อนปลาเปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



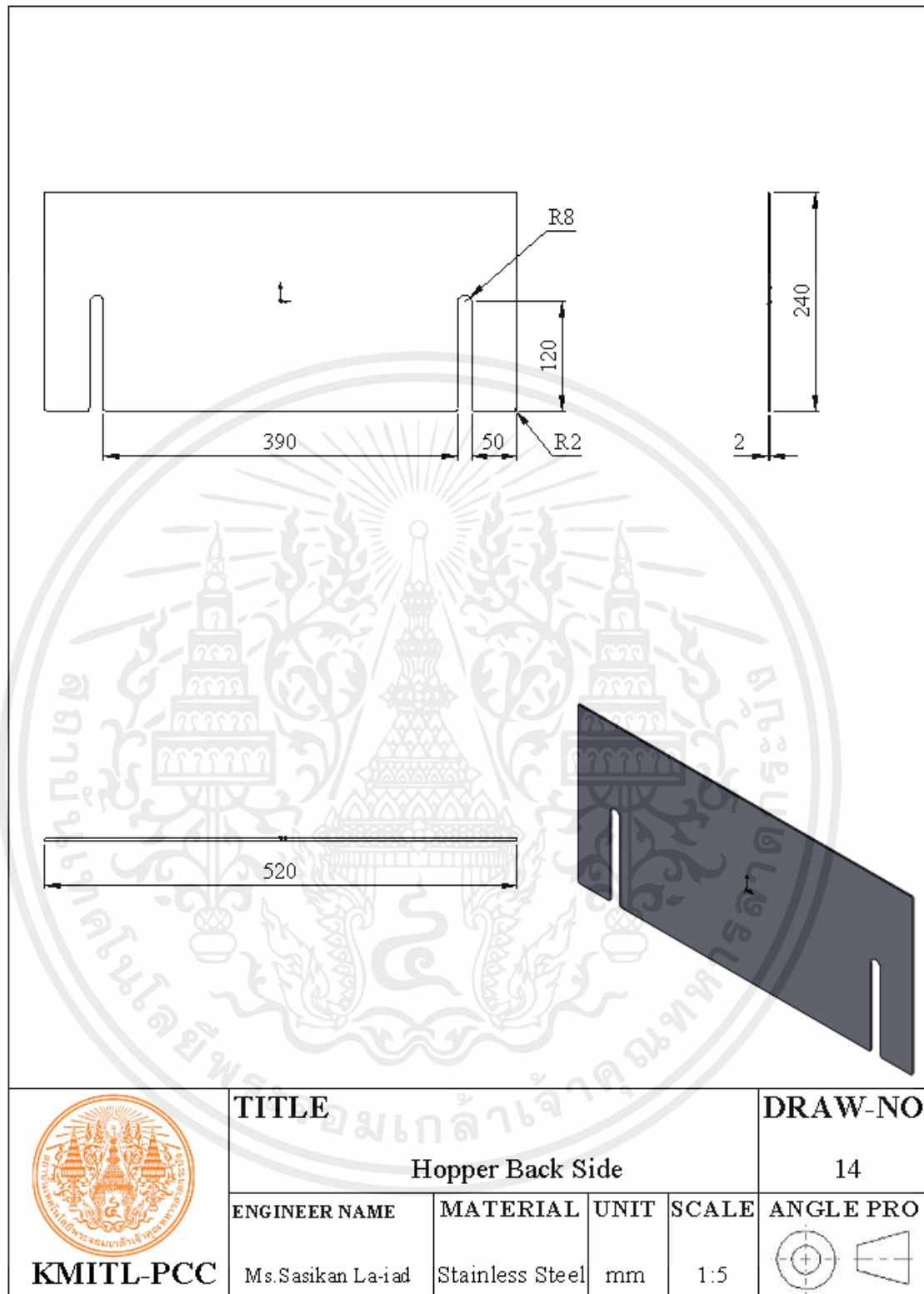
รูปที่ ข.14 แผ่น Hopper ด้านขวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



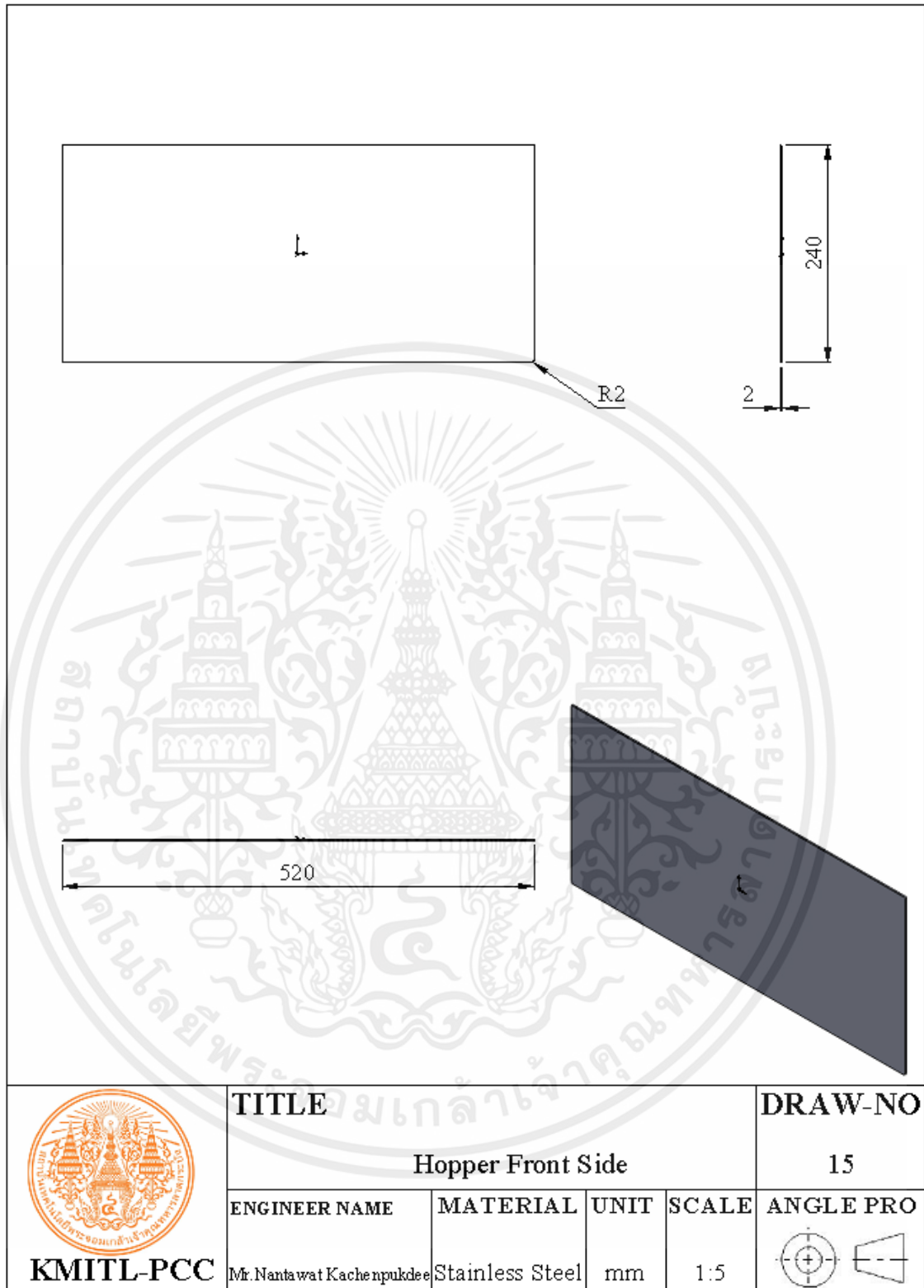
รูปที่ ข.15 แผ่น Hopper ด้านซ้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



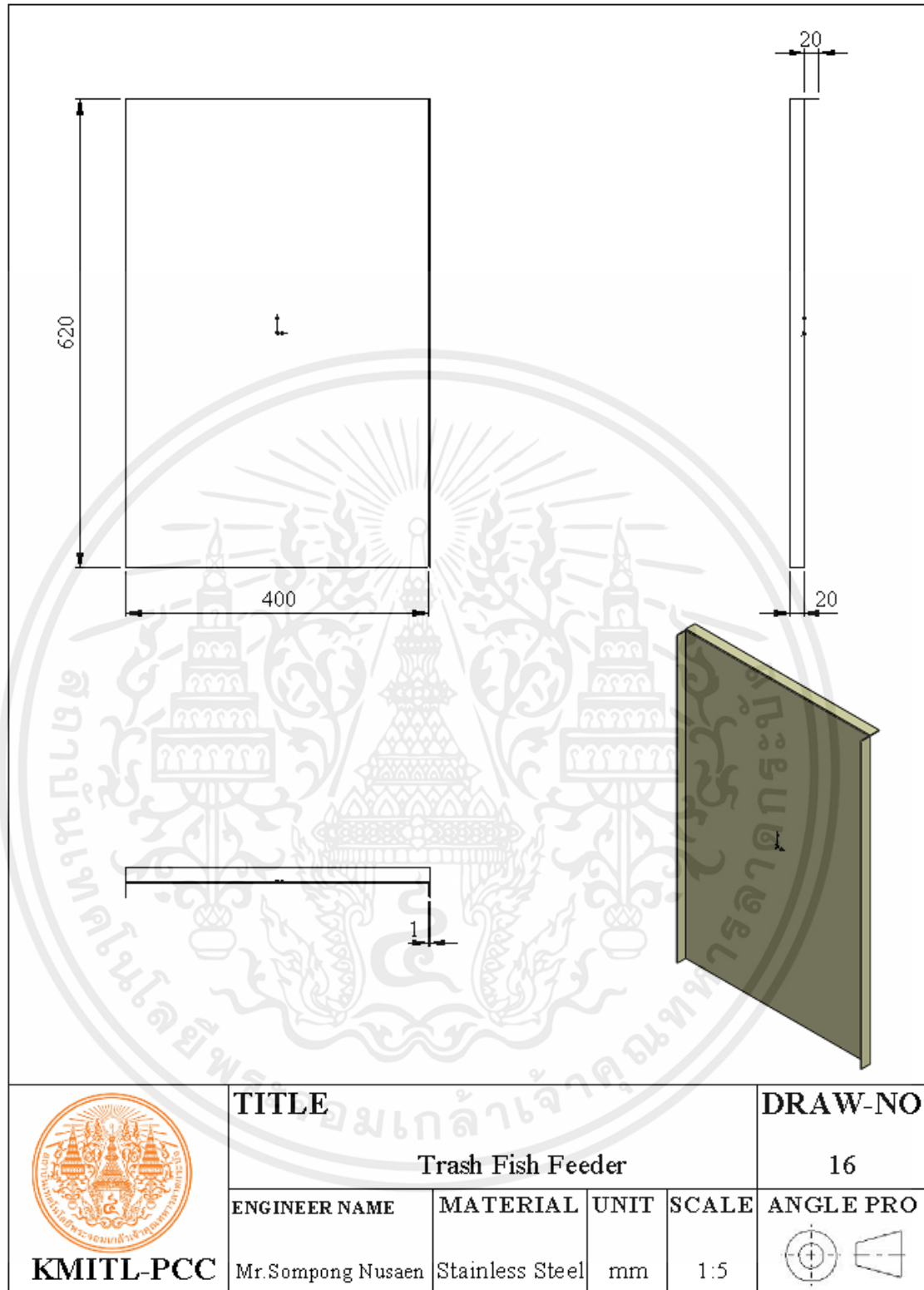
รูปที่ ข.16 แผ่น Hopper ด้านหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



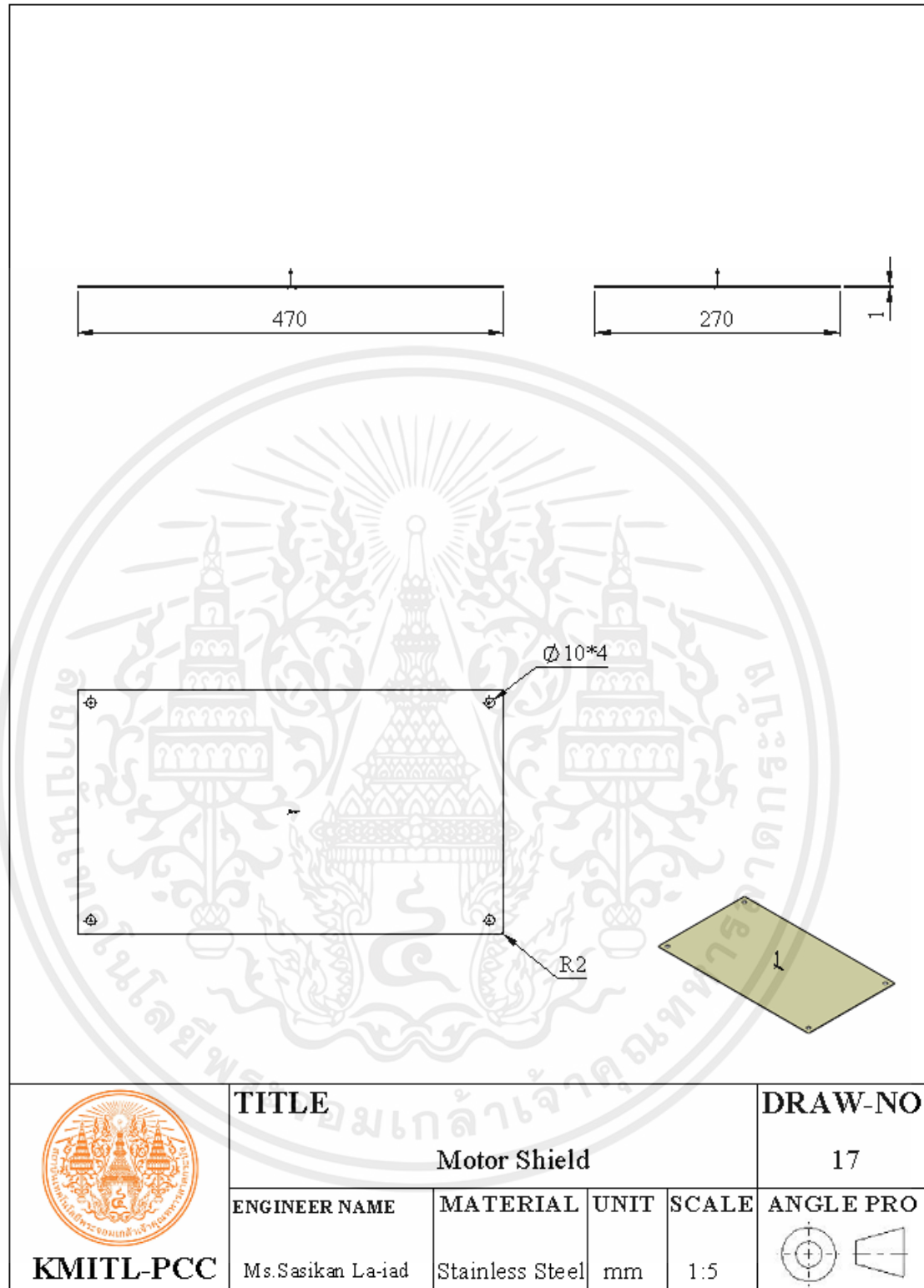
รูปที่ ข.17 แผ่น Hopper ด้านหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



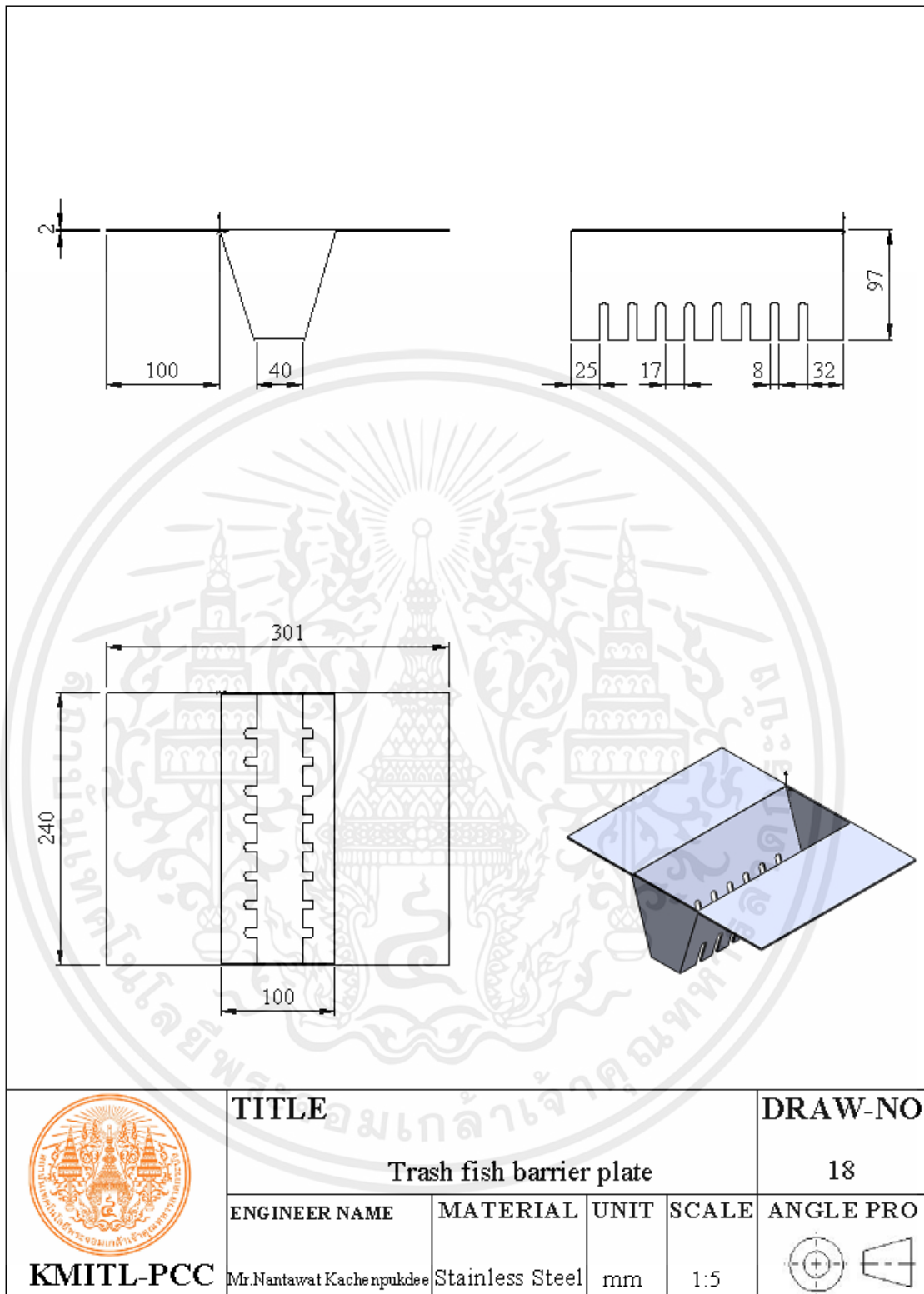
รูปที่ ข.18 ถาดรับปลาเปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.19 แผ่นปิดมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

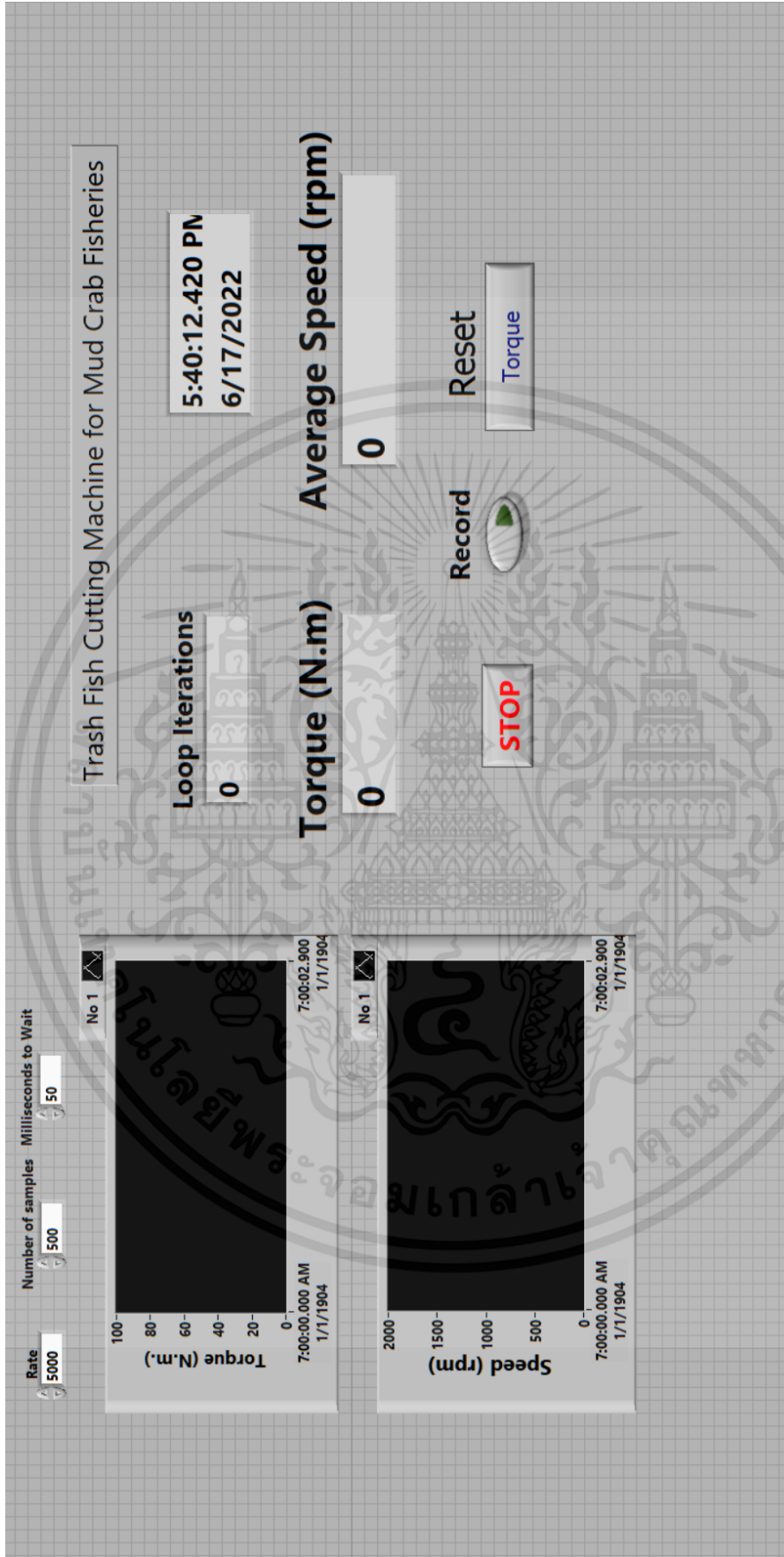


รูปที่ ข.20 แผ่นกั้นปลาเบ็ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

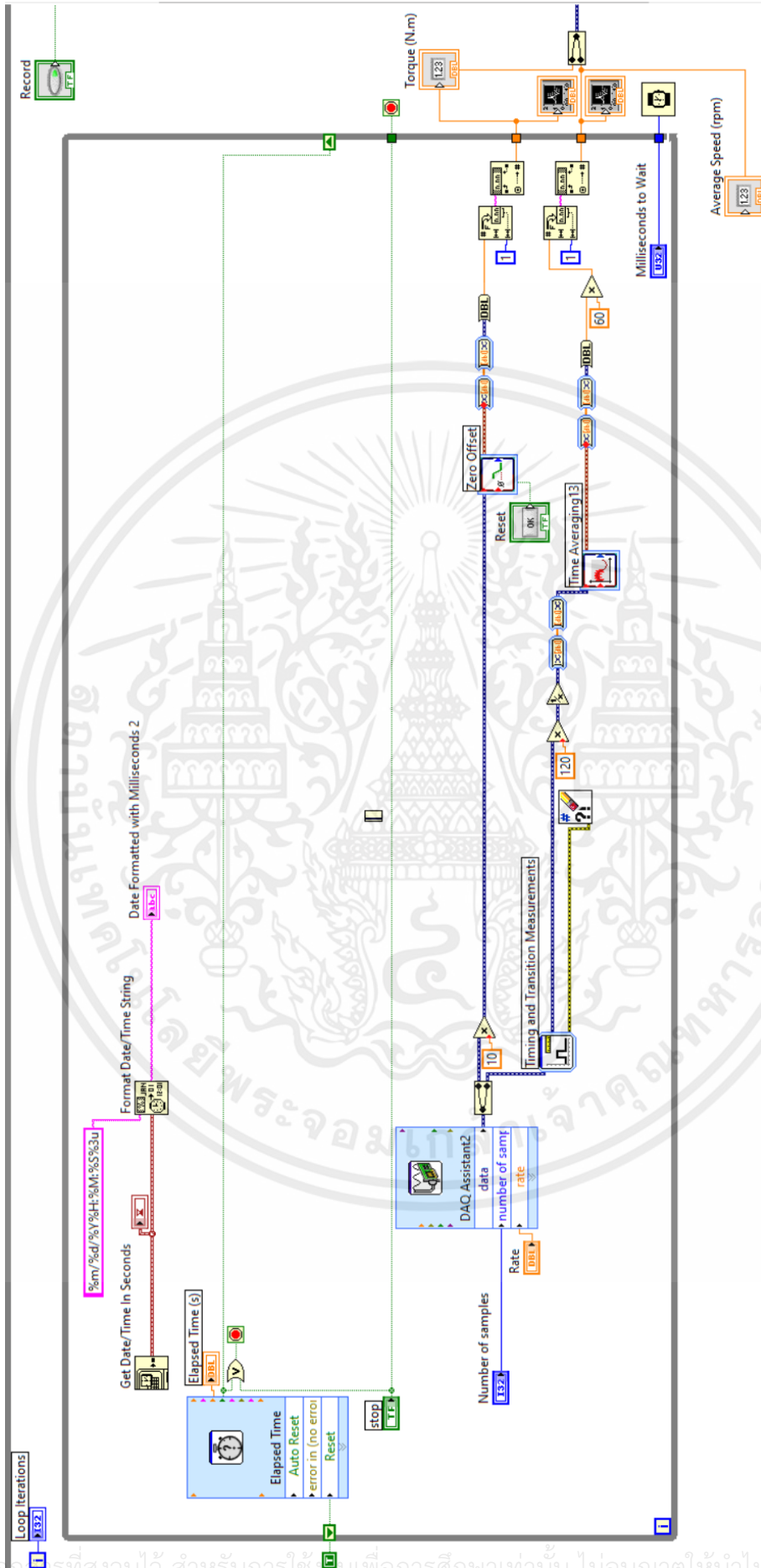


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

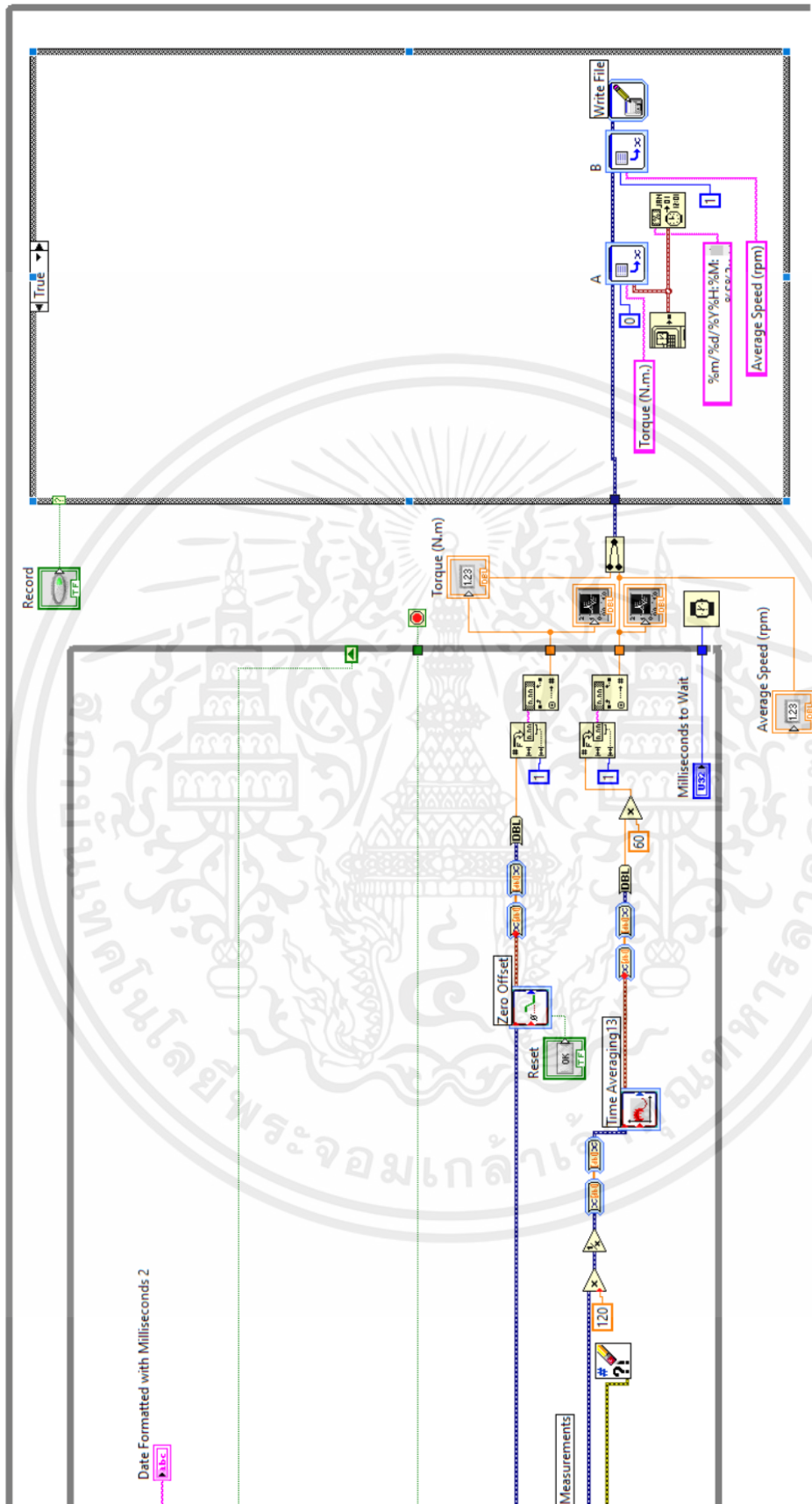


รูปที่ ค.1 หน้าโปรแกรม LabVIEW ที่ใช้เก็บผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.2 หน้า Block Diagram โปรแกรม LabVIEW ที่ใช้เก็บผลการทดลอง



รูปที่ ค.2 (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ง

การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิต (Cost Analysis)

Total cost = Fixed cost + Variable cost

ตาราง ง.1 ต้นทุนการผลิต (Fixed Cost)

ต้นทุนคงที่	ราคา (บาท)
เหล็กกล่อง ขนาด 2"x1" ยาว 1228 cm	1,900
เหล็กกล่อง ขนาด 1.5"x1.5" ยาว 25 cm	267
เหล็กทรงกระบอกตัน ขนาด 4" ยาว 3.3 cm	200
เหล็กทรงกระบอกตัน ขนาด 4.6x4.5 cm ยาว 4 cm	514
เหล็กเพลาดัน ขนาด 1" ยาว 55 cm จำนวน 3 เส้น	840
แผ่นสแตนเลส ขนาด 351.5x211.5x0.2 cm จำนวน 1 แผ่น	3,620
ซูปเปอร์สัณทรวงกระบอก ขนาด 3.8x2.54x2.5 cm จำนวน 22 ชิ้น	440
ใบมีดกลม ขนาด 8x2.54x0.12 cm จำนวน 16 ใบ	1,872
ตลับลูกปืนตุ๊กตา 1" ยี่ห้อ UCF205-16 จำนวน 1 ตัว	94
ตลับลูกปืนตุ๊กตา 1" ยี่ห้อ UCP 205-100D1 จำนวน 7 ตัว	567
น็อตเกลียวปล้อย จำนวน 19 ตัว	38
น็อตตัวเมีย ขนาด 4 cm ยาว 2.5 cm จำนวน 4 ตัว	60
น็อต M8 จำนวน 8 ตัว	76
น็อต M16 จำนวน 18 ตัว	260
ปุ่มฉุกเฉิน	179
สายไฟเส้นใหญ่ ยี่ห้อ Yazaki 60227 iec53 4x2.5mm	125
สายไฟเส้นเล็ก ยี่ห้อ Sajt e150631 vw-1	72
มู่เล่ ร่อง A เส้นผ่านศูนย์กลาง 3" จำนวน 2 ชิ้น	400
สายพาน A-32 ยี่ห้อ Alligator globe	52
เฟือง ยี่ห้อ Dale 34T จำนวน 1 ชิ้น	185
เฟือง ยี่ห้อ Dale 15T จำนวน 3 ชิ้น	135
โซ่ จำนวน 1 ชุด	150
ตัวดันโซ่ลูกกลิ้งโซ่มอเตอร์ไซค์สำเร็จรูป จำนวน 1 ชิ้น	123
มอเตอร์ 0.75 hp	2,456
อินเวอร์เตอร์	3,810

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ง.1 (ต่อ)

ต้นทุนคงที่	ราคา (บาท)
จีปาถะ	1,500
ค่าแรง (3เดือน)	10,000
รวม	29,935

ตาราง ง.2 ต้นทุนขายทางการตลาด (Variable Cost)

ต้นทุนผันแปร	ราคา (บาท)
ขนส่งและการเดินทาง	3,000
รับประกันความเสียหายของใบมีด (1เดือน)	2,000
รับประกันความเสียหายของมอเตอร์ (1ปี)	5,000
รวม	10,000

ดังนั้นต้นทุนการผลิตทั้งหมด (Total cost) = 29,935 + 10,000 = 39,935 บาท

การตั้งราคาขาย = ต้นทุนการผลิต + กำไรที่ต้องการ (100%) + ค่าจดสิทธิบัตร

ราคาขาย = 39,935 + 3,000 + 1,500 = 44,435

ดังนั้น ราคาขายที่ตั้งไว้คือ 45,000 บาท และจะคืนทุนภายใน 1 ปี 1 เดือน 5 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน



ชื่อ-นามสกุล นางสาวศศิگانต์ ละเอียด
 วัน เดือน ปีเกิด วันที่ 19 กรกฎาคม 2543
 ภูมิลำเนา จังหวัดตรัง
 ที่อยู่ 81 หมู่ 8 ตำบลบ่อน้ำร้อน อำเภอกันตัง
 จังหวัดตรัง 92110
 E-mail sasikan192543@gmail.com

ประวัติการศึกษา

- สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (วิทย์-คณิต)
โรงเรียนกันตังพิทยากร
- สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต วศ.บ.
วิศวกรรมเครื่องกล ปีการศึกษา 2564 จากสถาบันเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร เขต
อุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

งานและกิจกรรม

- ผ่านการฝึกประสบการณ์วิชาชีพหลักสูตรปริญญาตรีสาขา
วิศวกรรมเครื่องกล ในส่วนงานวิศวกรซ่อมบำรุง ณ โรงงาน
มักกะสัน การรถไฟแห่งประเทศไทย ปี 2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน



ชื่อ-นามสกุล นายสมพงศ์ หนูเสน
 วัน เดือน ปีเกิด วันที่ 31 ธันวาคม 2542
 ภูมิลำเนา จังหวัดกระบี่
 ที่อยู่ 267 หมู่ 10 ตำบลลำทับ อำเภอลำทับ
 จังหวัดกระบี่ 81120
 E-mail sompongnusaen@hotmail.com

ประวัติการศึกษา

- สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (วิทย์-คณิต) โรงเรียนองค์การบริหารส่วนจังหวัดกระบี่
- สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต วศ.บ.วิศวกรรมเครื่องกล ปีการศึกษา 2564 จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

งานและกิจกรรม

- ผ่านการฝึกประสบการณ์วิชาชีพหลักสูตรปริญญาตรีสาขาวิศวกรรมเครื่องกล ในส่วนงานวิศวกรซ่อมบำรุง ณ โรงงานมักกะสัน การรถไฟแห่งประเทศไทย ปี 2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้