บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

ประกอบด้วยการหาปัจจัยที่จำเป็นในการออกแบบ การสร้าง การทดสอบ การวิเคราะห์และประเมินผลเครื่องต้นแบบ ดังรายละเอียดดังต่อไปนี้

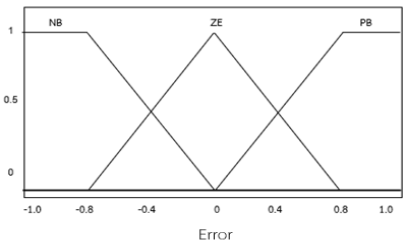
3.1 แนวความคิดในการออกแบบ

งานวิจัยนี้จึงพัฒนาระบบควบคุมการคัดแยกผลไม้ โดย วิธีตรวจสอบน้ำหนัก ปัจจัยความเร็ว โดยออกแบบชุดสายพานแนวนอนเพื่อใช้เป็นสายพานคัดผลไม้ขนาดเล็กโดยการกำหนดน้ำหนัก ออกแบบให้สามารถปรับความเร็วสายสายพานได้สูงสุด 20 เมตรต่อนาที ออกแบบสายพานมีขนาดความกว้าง 30 เซนติเมตร ใช้ต้นกำลังเป็นมอเตอร์ไฟฟ้า 250 วัตต์ ส่งกำลังผ่านโรลเลอร์ที่สัมผัสกับสายพานทำให้สายพานเกิดการเคลื่อนที่ ออกแบบโดยใช้โหลดเซลล์ขนาด 5 กิโลกรัม ออกแบบระบบคัดแยกโดยการดันด้วยกระบอกสูบนิวเมติกเมื่อตรงกับน้ำหนักที่กำหนด พร้อมกับสายพานหยุดการเคลื่อนที่ ควบคุมด้วยระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ กำหนดน้ำหนักที่จะคัดแยกด้วยคอมพิวเตอร์ และแสดงผลของโหลดเซลผ่านจอคอมพิวเตอร์

การทำงานของระบบควบคุมวาล์วควบคุมทิศทาง และโหลดเซล การควบคุมจะต้องพยายามควบคุมตัวแปรให้ได้ตามค่าที่กำหนด ในการออกแบบระบบการควบคุมวาล์วควบคุมทิศทางชนิด 5/2 สั่งงานด้วยไฟฟ้าแสดงดังภาพที่ 3.1

รูปที่ 3.1 การออกแบบการควบคุมการคัดแยก

การออกแบบสมาชิกอินพุตของการควบคุมระบบ ค่า อินพุต ได้จากค่าความแตกต่างของน้ำหนักจากโหลดเซล กับค่าที่กำหนด จึงได้กำหนดสมาชิก อินพุต 3 ตัวแปร Negative Big(NB), Zero(ZE), Positive Big(PB) แสดงดังภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 สมาชิกอินพุต

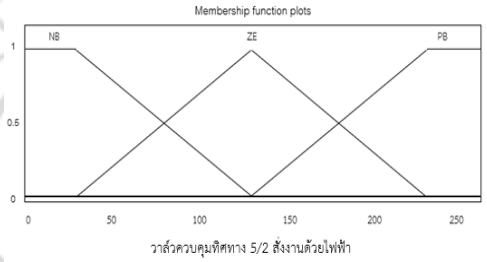
การออกแบบกฎการทำงานใช้ข้อมูลจากการทดลอง การออกแบบกฎการทำงานได้ออกแบบจากความแตกต่างน้ำหนักจากโหลดเซล กับค่าที่กำหนด โดยควบคุมสัญญาณ ON/OFF ของวาล์วควบคุมทิศทางชนิด 5/2 สั่งงานด้วยไฟฟ้า แสดงดังภาพที่ 3.3

ลิขสิทธิ์ของม พรรณี

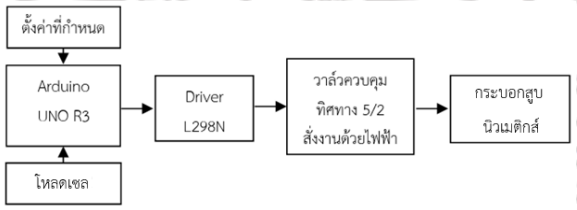
ค่าที่กำหนด	Load cell		
	NB	ZE	PB
NB	PB	PB	ZE
ZE	ZE	ZE	ZE
PB	ZE	NB	NB

ภาพที่ 3.3 กฎการทำงาน

การออกแบบสมาชิกเอาต์พุตของการควบคุมระบบ มี 2 สัญญาณ คือ ON /OFF ประกอบด้วย 3 สมาชิก แสดงดังรูปที่ 3.4 และแผนผังอุปกรณ์การทำงานแสดงดังภาพที่ 3.5



ภาพที่ 3.4 สมาชิกเอาต์พุต

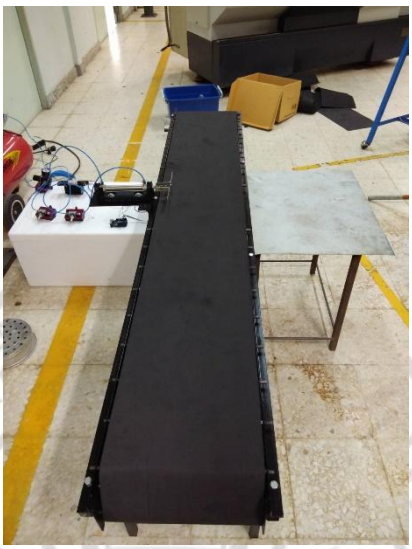


ภาพที่ 3.5 แผนผังอุปกรณ์การทำงาน

3.2 โครงสร้างและส่วนประกอบ

เครื่องคัดแยกผลไม้ประกอบขึ้นด้วยเครื่องจักรย่อย 2 ส่วนด้วยกัน ได้แก่เครื่องป้อนผลไม้แบบสายพานแนวนอน และเครื่องคัดขนาดแบบกระบอกสูบลมดันออก ดังภาพที่ 3.6

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



ภาพที่ 3.6 ระบบเครื่องคัดแยกผลไม้

3.2.1. เครื่องป้อนลำเลียงผลไม้

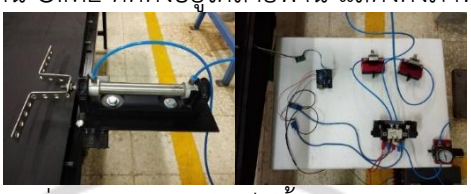
ตัวเครื่องประกอบด้วยโครงสร้างทำจากเหล็กกล่อง ขนาด 22 มม. x 22 มม. หนา 1 มม. ประกอบเป็นโครงเหล็กขนาดกว้าง 400 มม. ยาว 2,000 มม. สูง 600 มม. ตามลำดับ ติดตั้งลูกกลิ้งลำเลียงเส้นผ่านศูนย์กลาง 25.4 มม. ยาว 300 มม. จำนวน 20 อัน ลูกกลิ้งยาง เส้นผ่านศูนย์กลาง 60 มม. ยาว 290 มม. ใช้สายพานลำเลียงยางดำเกรด M ขนาด 300 มม. เส้นรอบวง 405 มม. หนา 2 มม. ขนานกับพื้น สายพานนี้ถูกขับเคลื่อนด้วยกำลังจากมอเตอร์ขนาด 250 วัตต์ ที่ส่งผ่านชุดถ่ายทอดกำลัง ได้แก่เฟืองทด อัตราส่วน 1:9.78 โซ่และจารใช้ขับขนาด 1.5 นิ้ว และจานโซ่ตามขนาด 2.5 นิ้ว แสดงดังภาพที่ 3.7

ภาพที่ 3.7 เครื่องคัดแยกผลไม้

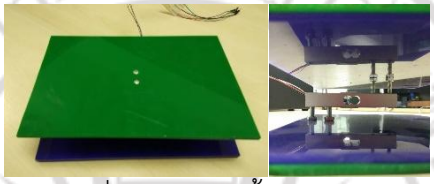
2. ส่วนตรวจเช็คน้ำหนัก

เครื่องตรวจเช็คน้ำหนักประกอบไปด้วย กระบอกลมนิวเมติกส์ทำงานสองทาง วาล์วลม 5/2 สั่งงานด้วยไฟฟ้า วาล์วควบคุมอัตราการไหล ปั๊มลม ไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโนรุ่นอูโน ไดร์เวอร์

ควบคุมมอเตอร์รุ่น SE-DHB2-1 โหลดเซล์ย่านการวัด 5 กิโลกรัม ระบบมีการ calibrate เทียบกับตุ้มน้ำหนักมาตรฐานตามมาตรฐาน OIML ติดตั้งอยู่ใต้สายพาน แสดงดังภาพที่ 3.8 และภาพที่ 3.9



ภาพที่ 3.8 ระบบตรวจเช็คน้ำหนักและคัดแยก



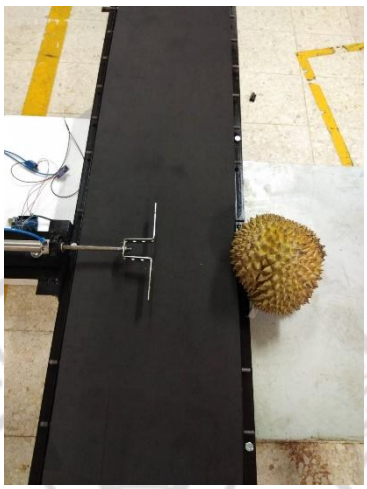
ภาพที่ 3.9 การติดตั้งโหลดเซลล์

3.3 การทำงาน

ในงานวิจัยนี้ใช้ผลทุเรียนในการทดลอง การทำงานเริ่มจากป้อนผลทุเรียน ด้วยการวางผลทุเรียนลงบนสายพานเครื่องคัดแยก ระยะห่างต่อผล 10 เซนติเมตร หากระยะห่างต่อผลน้อยกว่า 10 เซนติเมตร ระบบตรวจเช็คน้ำหนักผลทุเรียนจะอ่านผลผิดพลาด ตามแนวขนานกับสายพาน ผลทุเรียนจะเคลื่อนที่ไปตามสายพานที่เคลื่อนที่ เมื่อถึงจุดตรวจเช็คน้ำหนัก ระบบคัดแยกผลไม้ จะตรวจเช็ค น้ำหนัก ตามที่กำหนด หากอยู่ในค่าที่กำหนด จะสั่งให้กระบอกสูบลมนิวแมติกทำงาน เคลื่อนที่ดันออกสุดเพื่อดันผลไม้ออกจากสายพาน ลำเลียง ค้างไว้ 1 วินาที จึงเคลื่อนที่กลับตำแหน่งเดิม แต่ถ้าหากค่าที่วัดไม่อยู่ในค่าที่กำหนด ไมโครคอนโทรลเลอร์จะไม่สั่งให้กระบอกสูบลมนิวแมติกทำงาน ผลไม้ยังคงเคลื่อนที่ต่อไปตามสายพานลำเลียง ดังแสดงในภาพที่ 3.10 และภาพที่ 3.11

ภาพที่ 3.10 การทำงานของเครื่องคัดแยกผลไม้

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยบูรพา



ภาพที่ 3.11 การคัดแยกผลไม้

3.4 การทดสอบเครื่องคัดแยกผลไม้

แบ่งการทดสอบออกเป็นส่วนต่าง ๆดังนี้

1. การทดสอบเพื่อหาสภาวะในการคัดแยกน้ำหนักทุเรียนตามที่กำหนด ดังขั้นตอนต่อไปนี้

1) ชั่งน้ำหนักของผลทุเรียน และทำเครื่องหมายน้ำหนักกำกับแต่ละผล ทั้งหมด 17 ผล แสดงตัวอย่างดังภาพที่ 3.12 ถึงภาพที่ 3.13

2) นำผลทุเรียนที่จะทดลองมาคละกัน

3) เดินเครื่องป้อนผลทุเรียนด้วยความเร็วคงที่ ที่ 5 เมตรต่อนาที ตลอดการทดลอง

4) ป้อนผลทุเรียนเข้าสู่เครื่องคัดแยกอย่างต่อเนื่อง โดยมีระยะห่างต่อผลประมาณ 10 เซ็นติเมตร

5) คัดแยกผลทุเรียนที่ถูกคัดออกทำเครื่องหมายไว้ ทำการทดสอบซ้ำตั้งแต่ข้อ 1 - 4 อีก 2 ซ้ำ

6) เปลี่ยนความเร็วสายพานเครื่องคัดขนาดเป็น 10, 15 และ 20 เมตร ต่อนาที

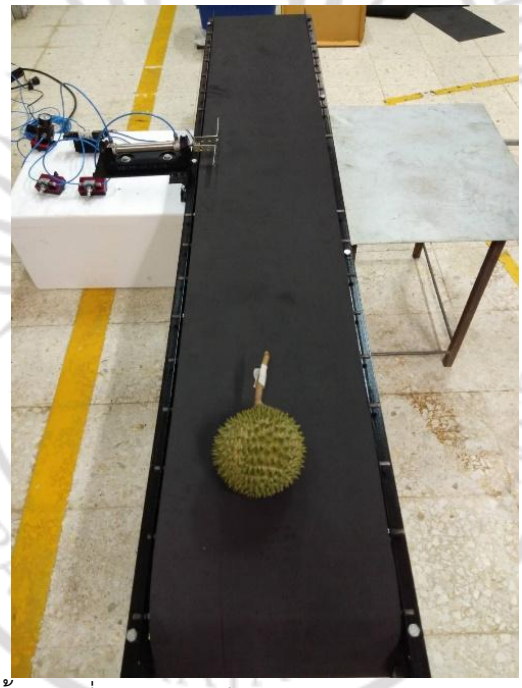
7) บันทึกข้อบกพร่องของเครื่องที่สังเกตได้ระหว่างการทดลอง

ลิขสิทธิ์ของ พรรณี

ภาพที่ 3.12 ทุเรียนน้ำหนัก 265 กรัม

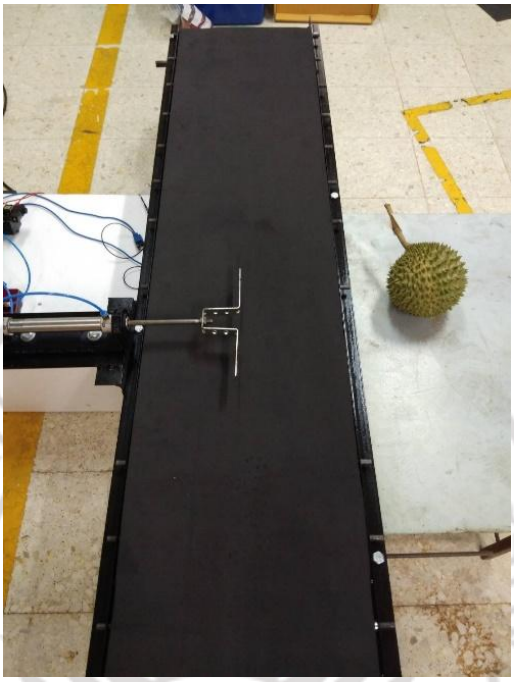
ภาพที่ 3.13 ทุเรียนน้ำหนัก 2,349 กรัม

กำหนดค่าน้ำหนักที่ต้องการ และป้อนผลทุเรียนที่อยู่ในค่าที่กำหนดเพื่อทดสอบระบบการทำงานโดยใช้ความเร็วสายพานที่ 5 เมตรต่อนาที แสดงดังภาพที่ 3.14 ถึงภาพที่ 3.25

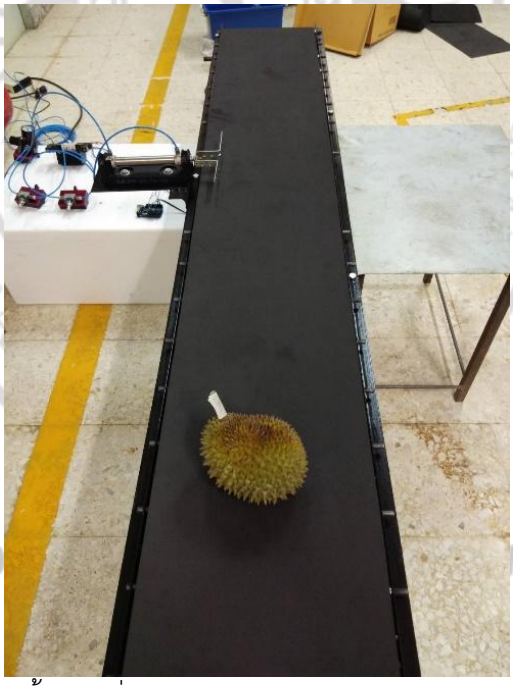


ภาพที่ 3.14 กำหนดค่าน้ำหนักที่ 300 กรัม ถึง 400 กรัม ทดลองวางผลทุเรียนน้ำหนัก 333 กรัม

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

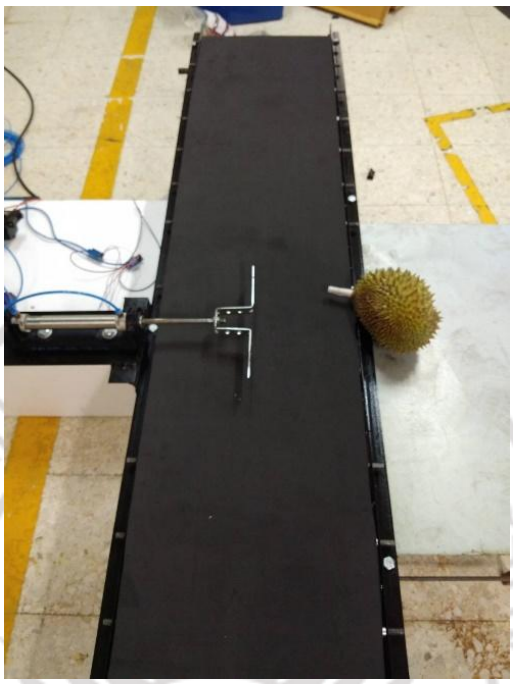


ภาพที่ 3.15 ระบบคัดแยกดันผลทุเรียนออกจากสายพานลำเลียง

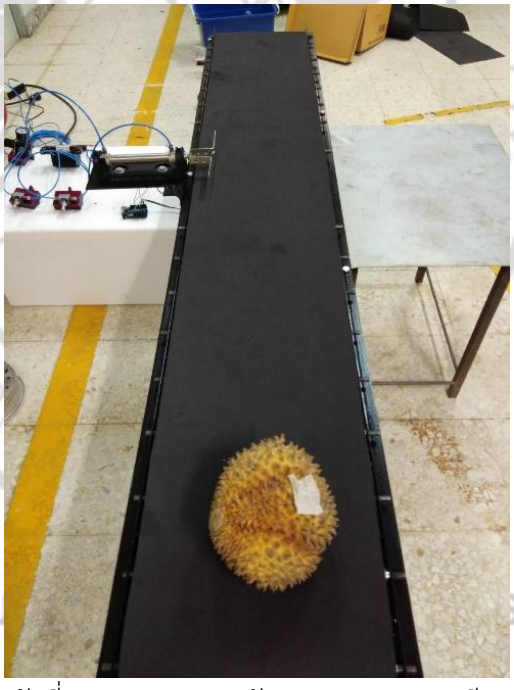


ภาพที่ 3.16 กำหนดค่าน้ำหนักที่ 700 - 800 กรัม ทดลองวางผลทุเรียนน้ำหนัก 701 กรัม

ลิขสิทธิ์ของ ...รรณี

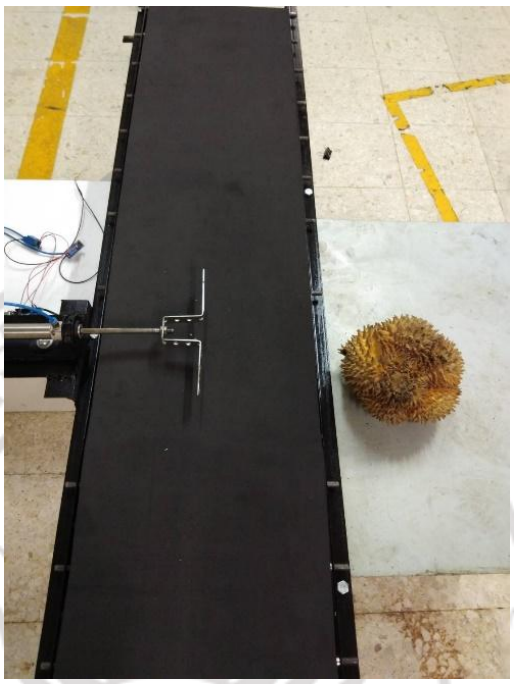


ภาพที่ 3.17 ระบบคัดแยกดันผลทุเรียนออกจากสายพานลำเลียง



ภาพที่ 3.18 กำหนดค่าน้ำหนักที่ 900 – 1,000 กรัม ทดลองวางผลทุเรียนน้ำหนัก 972 กรัม

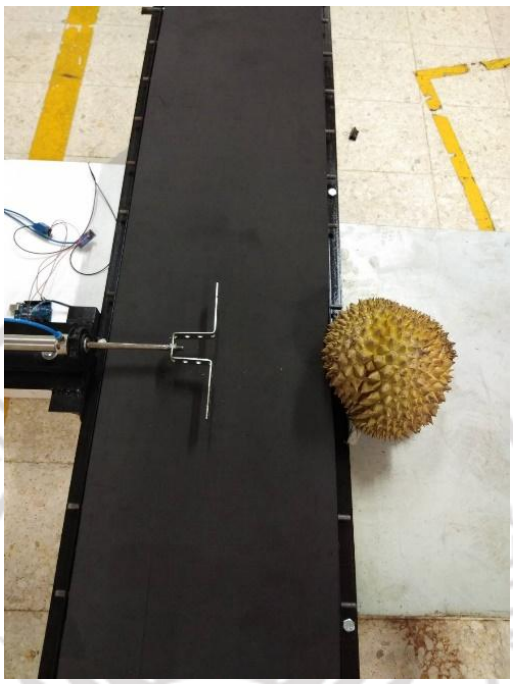
ลิขสิทธิ์ของม ณี



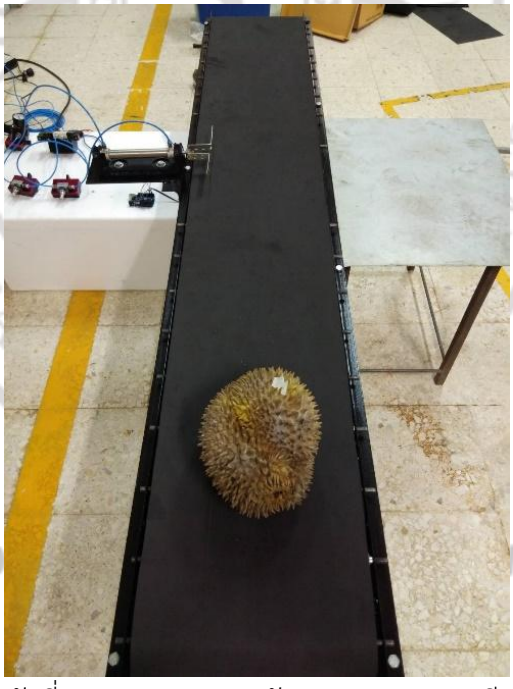
ภาพที่ 3.19 ระบบคัดแยกดันผลทุเรียนออกจากสายพานลำเลียง

ภาพที่ 3.20 กำหนดค่าน้ำหนักที่ 1,900 – 2,000 กรัม ทดลองวางผลทุเรียนน้ำหนัก 1,966 กรัม

ลิขสิทธิ์ของ ... ชรรณี

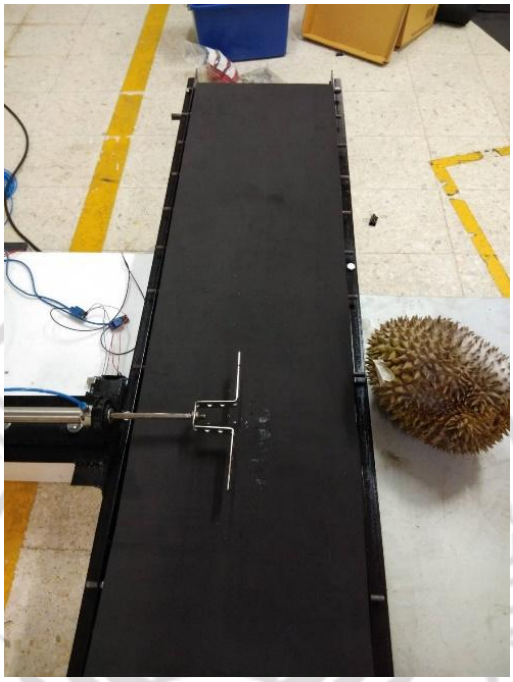


ภาพที่ 3.21 ระบบคัดแยกดันผลทุเรียนออกจากสายพานลำเลียง

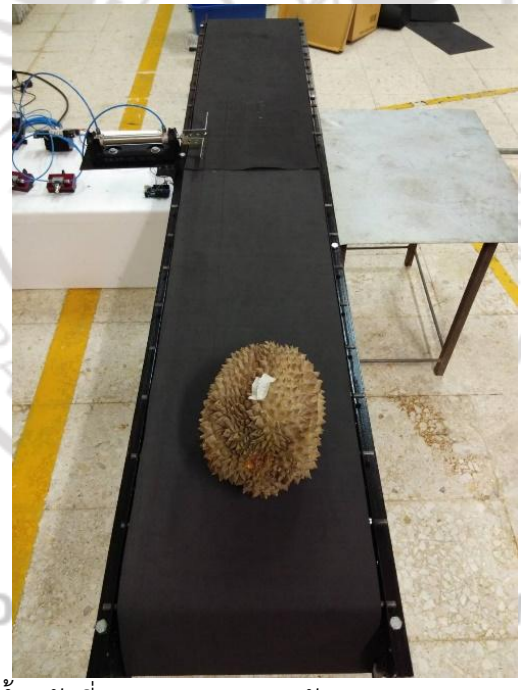


ภาพที่ 3.22 กำหนดค่าน้ำหนักที่ 2,000 – 2,100 กรัม ทดลองวางผลทุเรียนน้ำหนัก 2,081 กรัม

ลิขสิทธิ์ข ธรรณี



ภาพที่ 3.23 ระบบคัดแยกดันผลทุเรียนออกจากสายพานลำเลียง



ภาพที่ 3.24 กำหนดค่าน้ำหนักที่ 2,200 – 2,300 กรัม ทดลองวางผลทุเรียนน้ำหนัก 2,207 กรัม

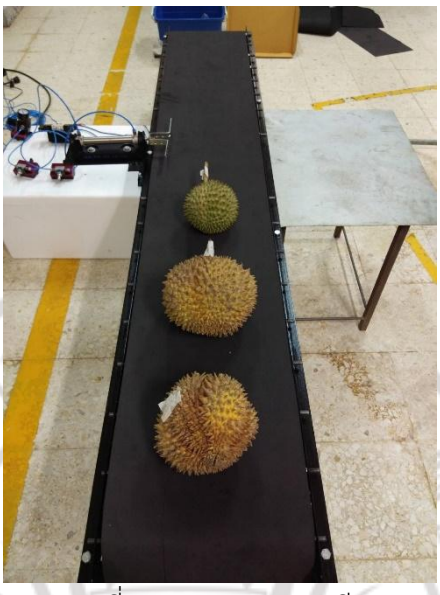
ลิขสิทธิ์ข ธรรณี

ภาพที่ 3.25 ระบบคัดแยกดันผลทุเรียนออกจากสายพานลำเลียง

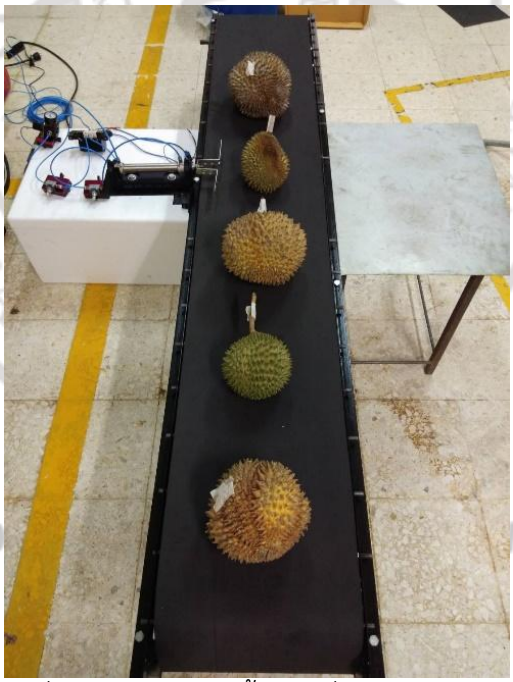
ทดลองป้อนผลทุเรียนหลายผลต่อเนื่องกัน โดยวางผลทุเรียนโดยมีระยะห่างต่อผลประมาณ 10 เซนติเมตร แสดงตัวอย่างการทดลองดังภาพที่ 3.26 ถึงภาพที่ 3.31

ภาพที่ 3.26 ระยะห่างการวางผลทุเรียน

ลิขสิทธิ์ของ พรรณี



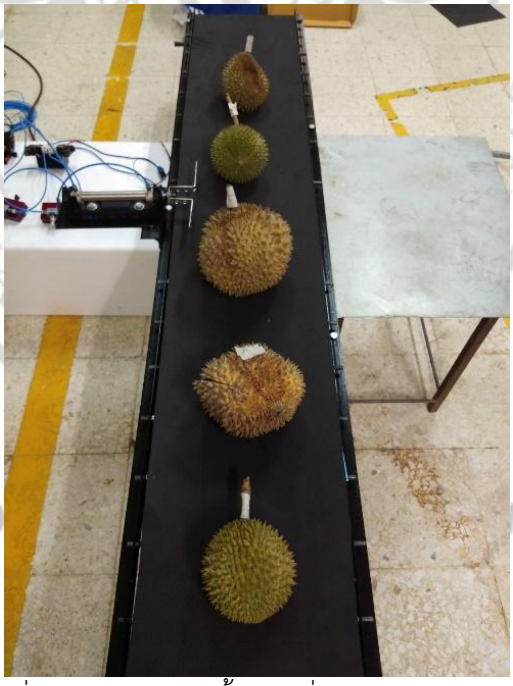
ภาพที่ 3.27 การวางผลทุเรียน



ภาพที่ 3.28 กำหนดค่าน้ำหนักที่ 700 – 800 กรัม

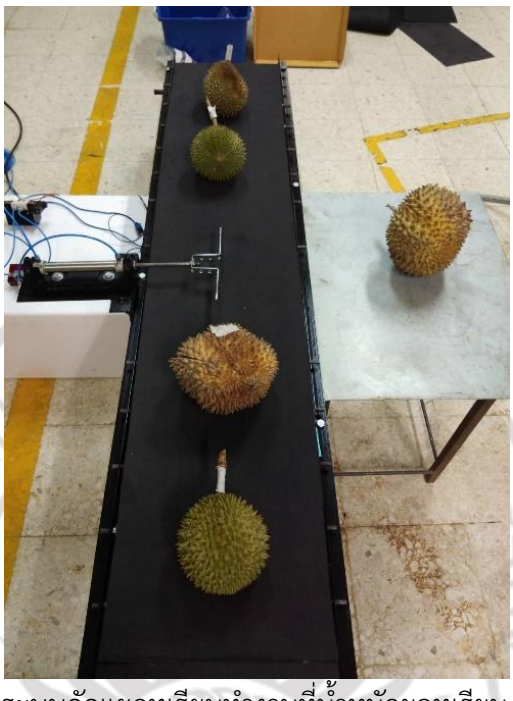
ลิขสิทธิ์ของ ...รรณี

ภาพที่ 3.29 ระบบคัดแยกทุเรียนทำงานที่น้ำหนักผลทุเรียน 701 กรัม



ภาพที่ 3.30 กำหนดค่าน้ำหนักที่ 1,900 – 2,000 กรัม

ลิขสิทธิ์ข ...รรณี



ภาพที่ 3.31 ระบบคัดแยกทุเรียนทำงานที่น้ำหนักผลทุเรียน 1,966 กรัม

3.5 การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

การวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์สำหรับงานวิศวกรรมนั้นศึกษาเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์และตัดสินเลือกโครงการต่าง ๆ ที่สร้างขึ้นได้อย่างถูกต้อง ทั้งนี้เนื่องมาจากทรัพยากรที่มีจำนวนจำกัด ประกอบกับมีการแข่งขันในด้านการตลาดที่สูง ดังนั้นการออกแบบทางด้านวิศวกรรมต้องคำนึงถึงค่าใช้จ่ายต่าง ๆ และการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ (ไพบูลย์ , 2546) การประเมินค่าใช้จ่ายในการสร้างเครื่องต้นแบบมีดังนี้

1 ต้นทุนเริ่มแรก (First Cost) เป็นค่าใช้จ่ายเริ่มแรกรวมทั้งหมดของการลงทุน เช่น ค่าเครื่องจักร ค่าเครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับเครื่องจักร

2 ต้นทุนดำเนินการ (Operating Cost) คือค่าใช้จ่ายที่ต้องเตรียมไว้เพื่อดำเนินการกับทรัพย์สินที่ต้องลงทุนไปเพื่อให้เกิดผลผลิต ซึ่งจะเกิดขึ้นตลอดระยะเวลาของโครงการประกอบด้วย

1) ต้นทุนคงที่ (Fixed Cost: FC) คือ ต้นทุนที่เกิดขึ้นเท่ากันตลอดกิจกรรม ไม่ว่าปริมาณการผลิตจะมากหรือน้อย ค่าใช้จ่ายจะคงที่ตลอด เช่น ค่าเสื่อมราคา

2) ต้นทุนแปรผัน (Variable Cost: VC) ต้นทุนที่แปรไปตามจำนวนหรือปริมาณการผลิต ถ้ามีการผลิตมากก็จ่ายมาก เช่น ค่าจ้างแรงงาน ค่าบำรุงรักษา ค่าไฟฟ้า ดังนั้น ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นทั้งหมดในการคัดผลทุเรียนสามารถหาได้จากสมการที่ 3.1

$$AC = FC + VC \qquad (3.1)$$

เมื่อ FC = ค่าเสื่อมราคาของเครื่องคัดขนาดผลไม้ (D) + เสียโอกาสในการลงทุน (R)

VC = ค่าจ้างแรงงาน (W) + ค่าไฟฟ้า (E) + ค่าบำรุงรักษา (M)

ค่าเสื่อมราคา (คิดโดยวิธีตรง) หาได้จากสมการที่ 3.2

$$D = \frac{(P-S)}{L} \quad (3.2)$$

ค่าเสียโอกาสในการลงทุน หาได้จากสมการที่ 3.3

$$R = \frac{(P+S)}{2} xi \quad (3.3)$$

โดยที่

P = ราคาซื้อหรือสร้างเครื่องคัดขนาดผลไม้ (บาท)
L = อายุการใช้งานเครื่องคัดขนาด ≈ 10 ปี
S = ราคาเครื่องเมื่อครบ 10 ปี = 0.1*P (บาท)
D = ค่าเสื่อมราคา/ปี (บาท/ปี)
R = ค่าเสียโอกาสในการลงทุน/ปี (บาท/ปี)
i = อัตราดอกเบี้ย

3 จุดคุ้มทุน (Break-even analysis) คือจุดที่รายได้กับรายจ่ายเท่ากัน โดยพิจารณาจากสมการที่ 3.4

$$N^* = \frac{F}{p-v} \quad (3.4)$$

โดยที่

N* = ปริมาณผลิตที่จุดคุ้มทุนพอดี
F = ต้นทุนคงที่
p = ราคาขายต่อหน่วย
v = ต้นทุนแปรผันต่อหน่วย

4 ระยะเวลาการลงทุน ระยะเวลาที่ทำให้รายจ่ายเท่ากับรายรับ หาจากสมการที่ 3.5

$$PBP = \frac{MC}{P} \quad (3.5)$$

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

โดยที่

PBP = ระยะเวลาในการคืนทุน (ปี)
MC = ค่าใช้จ่ายในการสร้างเครื่อง (บาท)
P = กำไร (บาท/ปี)

3.6 สถานที่ทำการทดลอง

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี จังหวัดจันทบุรี

3.7 ระยะเวลาในการทดสอบ

เริ่มทดสอบเดือน มกราคม 2562 และสิ้นสุดโครงการเดือน พฤษภาคม 2562

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี