

การออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานสำหรับงานขึ้นส่วน เครื่องฉีดพลาสติกเพื่อลดระยะเวลาในการทำงาน

Design and Develop Jig Fixtures for Parts of Plastic Injection Machine to Reduce Working Time

เจตนิพัทธ์ พิมลลักขณากุล¹ อธิลักษณ์ คำพิมพ์¹ สมิทธิ์ บัวนาค¹ จิตติวัฒน์ นิธิกาญจนธาร¹ ประจักษ์ จัตกุล²

สุภัทรา หมูปารัง³ และวรรณนิศา นุชคุ้ม^{1*}

¹สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสานจังหวัดนครราชสีมา 30000

²สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์บูรณาการและเทคโนโลยี วิทยาเขตจันทบุรี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก 22210

³สาขาวิศวกรรมอุตสาหการและโลจิสติกส์ สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์และนวัตกรรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก 20110

Jetnipat Pimollukanakul¹ Apirak Compim¹ Smith Buanak¹ Jittiwat Nitthikarnjanathn¹

Prajak Jattakui² Supattra Muparang³ and Wannisa Nutkhum^{1*}

¹Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering and Technology,

Rajamangala University of Technology Isan, Nakhon Ratchasima 30000

² Department of Industrial Engineering, Faculty of Integrated Engineering and Technology, Rajamangala

University of Technology Tawan-ok, Chanthaburi 22210

³Department of Industrial Engineering and Logistics, School of Engineering and Innovation, Rajamangala

University of Technology Tawan-ok 20110

*Corresponding author Email: wannisa.nu@rmuti.ac.th

(Received: November 23, 2024; Revise: December 19, 2024; Accepted: December 24, 2024)

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานสำหรับงานขึ้นส่วนเครื่องฉีดพลาสติกเพื่อลดระยะเวลาในการทำงานจากเดิมใช้ระยะเวลา 54.22 นาที ซึ่งใช้เวลานานในการจับยึดเพื่อผลิตชิ้นงาน ทำให้ต้องลดระยะเวลาให้น้อยกว่า 30 นาที โดยผู้วิจัยได้ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode and Effect Analysis : FMEA) และอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน ในกระบวนการผลิตชิ้นงานและขั้นตอนการจับยึดชิ้นงาน เริ่มจากขั้นตอนการระบุปัญหา ศึกษาปัญหา และหาสาเหตุของปัญหา เพื่อลดโอกาสเกิดข้อบกพร่องจากสาเหตุทั้งหมด 7 สาเหตุ ซึ่งพบว่าสามารถลดระดับความเสี่ยงในขั้นตอนการจับยึดชิ้นงานลงได้ โดยก่อนการปรับปรุงมีคะแนนค่าความเสี่ยง 624 คะแนน ลดลงเหลือ 305 คะแนน ซึ่งคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ที่สามารถลดลงได้ร้อยละ 51.12 จากข้อบกพร่องของขั้นตอนการจับยึดชิ้นงาน และหลังการพัฒนาอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน พบว่าระยะเวลาในขั้นตอนการจับยึดชิ้นงานมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 18 นาที ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.936 นาที สามารถลดระยะเวลาได้ 36 นาที คิดเป็นร้อยละ 66.40 และสามารถลดต้นทุนได้ 4,345 บาท คิดเป็นร้อยละ 9.07

คำสำคัญ: ลดระยะเวลาในการทำงาน การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ อุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน

Abstract

This research aims to design and develop jigs for parts of plastic injection machine to reduce working time from 54.22 minutes to less than 20 minutes. The researcher used analytical techniques: Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) in the process and clamping of workpieces process. The process of identifying the problem, studying the problem, and finding the cause of the problem. To reduce the chance of defects from 7 causes of problems, it was found that the risk level in the workpiece clamping process can be reduced. Before the improvement, there was a risk score (RPN) of 624 points, reduced to 305 points. which represents a percentage that can be reduced by 51.12 % from the defects of the workpiece clamping process. And after develop jigs was found that the average working time of workpiece clamping process was 18 minutes, with a standard deviation was 1.936 minutes, which was able to reduce the time by 36 minutes, representing 66.66 %, and reducing costs by 4,345 baht, representing 9.07 percent.

Keywords: Reduce Working Time, Failure Mode and Effect Analysis, Jigs

1. บทนำ

ปัจจุบันการเติบโตของการผลิตภาคอุตสาหกรรมรถยนต์ของไทยในปี 2567-2569 มีแนวโน้มเติบโตร้อยละ 3.1 [1] จากการศึกษาพบว่าภาคอุตสาหกรรมต่าง ๆ ศึกษาปัจจัยและความต้องการพัฒนาด้านเองอย่างต่อเนื่องของบุคลากรภายในองค์กร ซึ่งอาศัยความรวดเร็ว การปรับตัวต่อความเปลี่ยนแปลงในองค์กรแบบฉับพลัน [2] การก้าวสู่ยุคอุตสาหกรรม 4.0 (ยุคดิจิทัล เทคโนโลยี) เป็นยุคที่มีการขับเคลื่อนด้วยนวัตกรรมและเทคโนโลยีมีการเพิ่มประสิทธิภาพของเทคโนโลยีในอุตสาหกรรม เช่น การใช้ระบบ การวางแผนการดำเนินงาน และเทคโนโลยีดิจิทัล เป็นต้น ซึ่งช่วยให้สามารถรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลของเครื่องจักรในกระบวนการผลิต เพิ่มความสะดวกสบาย และลดเวลาในการดำเนินงาน [3,4] แต่ในทางกลับกันในส่วนของกระบวนการผลิต อุปกรณ์จับยึดชิ้นงานมีความสำคัญที่ใช้ในการผลิตชิ้นงานเป็นเครื่องมือสำคัญสำหรับงานในอุตสาหกรรม ซึ่งถูกนำมาใช้สำหรับการผลิตชิ้นงานให้ชิ้นงานมีขนาดมาตรฐานตรงกันทุกชิ้น อุปกรณ์จับยึดชิ้นงานถูกออกแบบ และสร้างขึ้นมาเพื่อการยึดจับรองรับ กำหนดตำแหน่งชิ้นงานทุกชิ้นและช่วยลดระยะเวลาการทำงาน หรือยกเลิกการทำงานในกระบวนการผลิต เช่น การวัดตำแหน่ง การระบุตำแหน่ง เมื่อชิ้นงานมีจำนวนมาก การทำงานซ้ำซึ่งจะมีขั้นตอนและกระบวนการทำงานมากขึ้น ดังนั้นการใช้อุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน สามารถกำหนดตำแหน่งการทำงาน เพื่อให้มีมาตรฐานตรงกันทุกชิ้น [5]

จากการศึกษาบริษัท เอ็มอาร์พี เอ็นจิเนียริง จำกัด เป็นโรงงานอุตสาหกรรมการผลิตอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานและการแปรรูปโลหะภัณฑ์ขนาดเล็กและขนาดใหญ่ โดยมีเครื่องจักรที่หลากหลายสามารถรองรับความต้องการของลูกค้าได้อย่างครอบคลุม ตั้งแต่งานเชื่อมประกอบ งานเชื่อมพอกผิว งานพันทราย ทำสี งานกลึง กัด ไส เจียรนัย เจาะ คว้านรู และงานติดตั้งเครื่องจักร เพื่อทดสอบระบบการทำงานเสมือนหน้างานจริง ปัจจุบันลูกค้ามีความต้องการชิ้นงานรูปแบบใหม่ ซึ่งยังไม่มีเครื่องจักรแบบอุปกรณ์จับยึดที่สามารถจับยึดชิ้นงานที่เหมาะสมเบื้องต้นได้ใช้วิธีการติดตั้งอุปกรณ์ บล็อก และสต็อปเปอร์ สำหรับการจับยึดชิ้นงาน ส่งผลให้

เกิดความล่าช้าเนื่องจากการหาอุปกรณ์ในการจับยึดชิ้นงาน ในการจับยึดชิ้นงานใช้ระยะเวลา 50 นาที และส่งผลให้การผลิตชิ้นงานไม่ทันตามความต้องการของลูกค้า โดยลักษณะชิ้นงานและอุปกรณ์จับยึดที่ใช้แสดงดังรูปที่ 1



ลักษณะชิ้นงาน



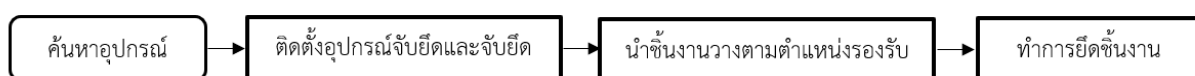
อุปกรณ์จับยึดชิ้นงานเดิม

รูปที่ 1 ลักษณะชิ้นงานและอุปกรณ์จับยึดที่ใช้

จากการศึกษางานวิจัย อำนาจ มีแสง [6] ศึกษาการออกแบบเครื่องมือจับยึดชิ้นงานเพื่อลดความสูญเสียในกระบวนการผลิตโดยใช้หลักการ ECRS และการจับยึดชิ้นงานสามารถลดต้นทุนจาก 221,870 บาทต่อเดือน เหลือ 221,870 บาทต่อเดือน ปิยะพงษ์ คำคุณ [7] ศึกษาการออกแบบ และสร้างอุปกรณ์ช่วยในการจับยึดชิ้นงานสำหรับกระบวนการตัดแบบหลายชั้นตอนบนเครื่องตัดโลหะด้วยลวดไฟฟ้า เพื่อตัดในส่วนที่เป็นปลอกจับดอกสว่าน โดยอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานเลือกใช้วัสดุเป็นแผ่นอลูมิเนียม และดำเนินการแปรรูปเพื่อให้มีขนาดตามแบบงาน โดยใช้เครื่องตัดโลหะด้วยไฟฟ้าและเครื่องกัดเป็นหลัก จากการทดลองพบว่าสมรรถนะของกระบวนการจับยึดมีค่าสูงกว่า 1.330 และส่วนที่เป็นปลอกจับมีค่าสมรรถนะของกระบวนการจับยึดมีค่า 1.852 และ 2.924 ตามลำดับ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ศรารุณี ปานแย้ม [8] ออกแบบและสร้างอุปกรณ์จับยึดชุดตายเซท เป็นตัวประกอบอุปกรณ์จับยึดชุดตายเซท และมีแคมสำหรับล็อกแม่พิมพ์ และมีหมุดล็อกตำแหน่งแม่พิมพ์ เพื่อให้แม่พิมพ์อยู่ในตำแหน่งที่พอดีไม่เอียงไปมา ช่วยลดเวลาการติดตั้งแม่พิมพ์ จากผลการทดลองพบว่าใช้เวลาการติดตั้งเฉลี่ย 4.37 นาที และการติดตั้งแม่พิมพ์โดยใช้อุปกรณ์จับยึดชุดตายเซท ใช้เวลาการติดตั้งโดยเฉลี่ย 2.09 นาที สามารถลดระยะเวลาการติดตั้งแม่พิมพ์ 2.28 นาที โดยวัตถุประสงค์จากการศึกษาวิจัยเหล่านี้เพื่อออกแบบและสร้างอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน เพื่อลดระยะเวลาในขั้นตอนการจับยึดชิ้นงานจากเดิมที่ใช้เวลา 54 นาที

2. วิธีการดำเนินงานวิจัย

2.1. ศึกษาขั้นตอนการจับยึดชิ้นงาน เป็นขั้นตอนการจับยึดชิ้นงานสำหรับงานขึ้นชิ้นเครื่องฉีดพลาสติกสามารถแสดงแผนภูมิการไหลดังรูปที่ 2 มีดังนี้



รูปที่ 2 การไหลของวิธีจับยึดชิ้นงาน

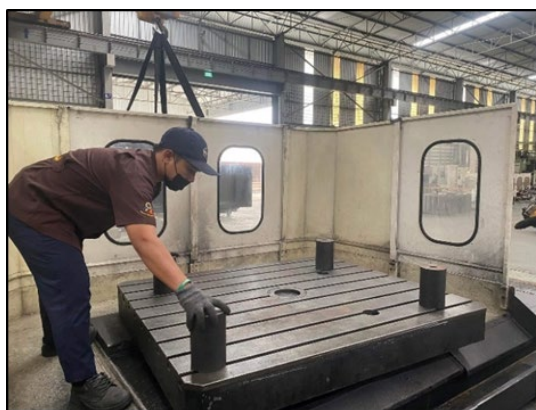
จากรูปที่ 2 สามารถอธิบายในแต่ละกระบวนการจับยึดชิ้นงานได้ดังนี้

2.1.1 ค้นหาอุปกรณ์คือ ทำการค้นหาอุปกรณ์และหยิบอุปกรณ์ บล็อกและสต็อปเปอร์ เพื่อที่จะนำมาทำการจับยึดตัวชิ้นงานที่จะทำการผลิต ดังรูปที่ 3



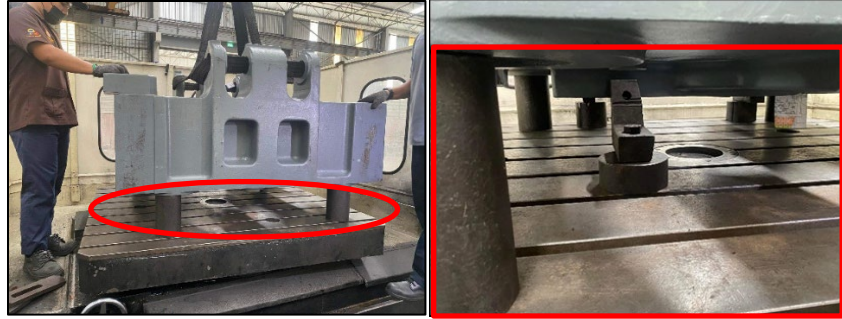
รูปที่ 3 การค้นหาอุปกรณ์และหยิบอุปกรณ์

2.1.2 ติดตั้งอุปกรณ์จับยึดและจับยึด เป็นการค้นหาอุปกรณ์ที่จะทำการจับยึดชิ้นงานครบตามจำนวน ทำการตั้งอุปกรณ์ตามตำแหน่งที่จะรองรับชิ้นงานในการผลิต ดังรูปที่ 4



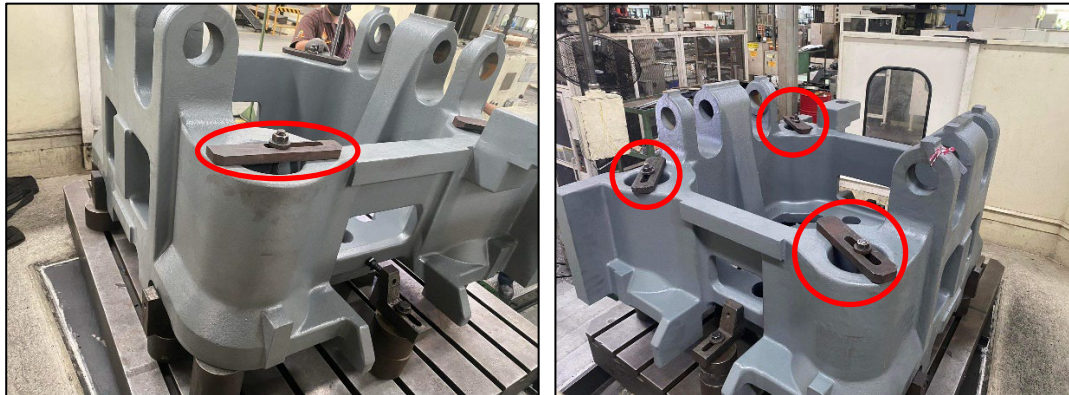
รูปที่ 4 การตั้งอุปกรณ์ตามตำแหน่ง

2.1.3 นำชิ้นงานวางตามตำแหน่งรองรับ การตั้งอุปกรณ์บล็อกแล้วนำชิ้นงานที่จะทำการผลิตยกขึ้นบนเครื่องจักรแล้ววางให้ตรงตำแหน่งของอุปกรณ์ที่รองรับชิ้นงาน จากนั้นนำสต็อปเปอร์วางตามจุดของชิ้นงานด้านล่างเพื่อจะทำการจับยึดชิ้นงานไม่ให้เคลื่อน ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 การตั้งชิ้นงานบนอุปกรณ์ที่รองรับชิ้นงาน

2.1.4 ทำการยึดชิ้นงาน เป็นการวางอุปกรณ์บล็อก และสตั๊ปเปอร์ครบตามจุดต่าง ๆ แล้วขันล็อกด้านล่างชิ้นงานเพื่อยึดตัวชิ้นงาน จากนั้นนำสตั๊ปมาสอดตรงตำแหน่งรูของชิ้นงานทั้ง 4 ด้าน ทำการขันล็อกชิ้นงานให้แน่นเพื่อให้ชิ้นงานเคลื่อนเวลาทำการผลิตชิ้นงาน ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 จับยึดชิ้นงาน

2.2. ลักษณะการเก็บข้อมูล เป็นการศึกษาขั้นตอนการจับยึดชิ้นงานเพื่อให้ได้คุณภาพในการทำงานตามขอบเขตเวลาที่กำหนดทุก ๆ ครั้ง ได้ทำการชักตัวอย่างแบบโดยตรงในงานวิจัยครั้งนี้ให้ข้อมูลที่ได้มีค่าระดับความเชื่อมั่นไม่ต่ำกว่าร้อยละ 95 และความคลาดเคลื่อนไม่เกิน ± 5 โดยสูตรที่ใช้ในการคำนวณกลุ่มตัวอย่างสามารถคำนวณจำนวนครั้งที่ต้องการจับเวลาดังสมการที่ 1 [9] เพื่อทดสอบความเชื่อมั่นในการชักตัวอย่างที่เหมาะสม โดยชักตัวอย่างจำนวน 10 ค่าจากขั้นตอนการจับยึดชิ้นงาน แสดงดังตารางที่ 1

$$N = \left(\frac{40\sqrt{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right)^2 \quad (1)$$

เมื่อ n = จำนวนครั้งการจับเวลาเบื้องต้น
 N = จำนวนครั้งการจับเวลาการทำงาน
 Σ = ผลรวมของเวลางานย่อยแต่ละงาน
 X = ค่าเวลาที่วัดได้

ตารางที่ 1 การชักตัวอย่างเวลาขั้นตอนการจับยึดชิ้นงาน

	จำนวนครั้งการจับเวลาเบื้องต้น (n)										ผลรวม
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
X	57	55	53	62	51	48	54	53	55	62	550
X ²	3249	3025	2809	3844	2601	2304	2916	2809	3025	3844	30426

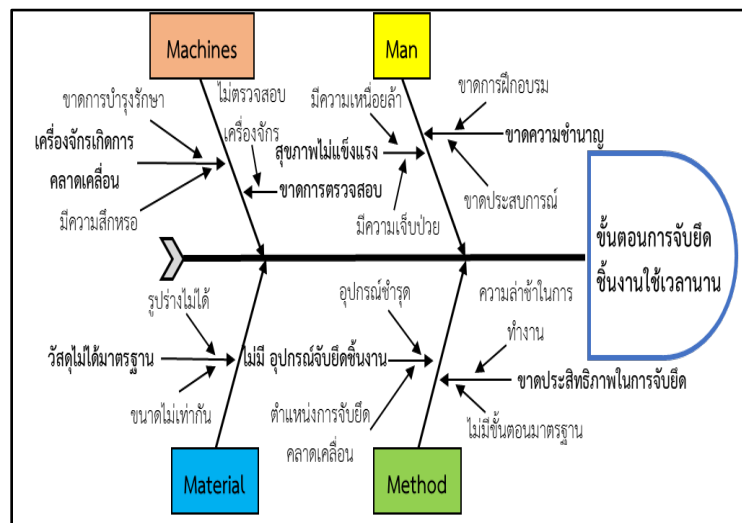
จากตารางที่ 1 การชักตัวอย่างข้อมูลขั้นตอนการจับยึดชิ้นงานนำมาแทนค่าในสมการที่ 1 เพื่อคำนวณจำนวนครั้งในการจับเวลาที่เหมาะสม (N) ได้ดังนี้

$$N = \left(\frac{40\sqrt{10(30426)-(550)^2}}{550} \right)^2 \quad (2)$$

$$N = 9.309 \approx 9 \text{ ครั้ง}$$

2.3. ข้อมูลการจับเวลาขั้นตอนการจับยึดชิ้นงาน เป็นการทดสอบขั้นตอนการจับยึดชิ้นงานก่อนการสร้างอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ พบว่าค่าเฉลี่ย 54.22 นาที และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.893 นาที ซึ่งใช้เวลาการทำงานมากเกินไป ทำให้ผลิตชิ้นงานไม่ทันตามความต้องการของลูกค้า

2.4. การวิเคราะห์ปัญหาจากระยะเวลาขั้นตอนการจับยึดชิ้นงานที่เกินข้อกำหนด นำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อบกพร่อง โดยใช้ผังแสดงเหตุและผล สำหรับแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหากับปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ดังรูปที่ 7



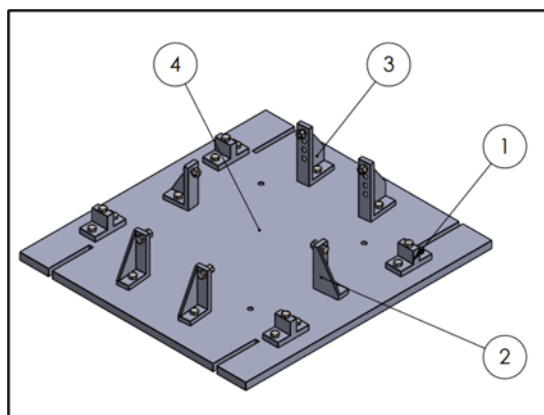
รูปที่ 7 แผนภูมิผังก้างปลาวิเคราะห์สาเหตุและปัญหา

สามารถสรุปสาเหตุของปัญหาจากแผนภูมิผังก้างปลาได้ดังนี้

- 1) ด้านกระบวนการ จากการวิเคราะห์ พบว่าไม่มีอุปกรณ์จับยึด, ขาดประสิทธิภาพการจับยึดชิ้นงาน
- 2) ด้านเครื่องจักร จากการวิเคราะห์ พบว่าเครื่องจักรเกิดการคลาดเคลื่อน ขาดการตรวจสอบ
- 3) ด้านวัสดุ จากการวิเคราะห์ พบว่าวัสดุไม่ได้มาตรฐาน

4) ด้านคน จากการวิเคราะห์ พบว่าขาดความชำนาญ, สุขภาพไม่แข็งแรง

จากการวิเคราะห์แนวทางการแก้ไขปัญหการจับยึดชิ้นงานที่ใช้เวลาการทำงานนาน ร่วมกับวิศวกรที่รับผิดชอบและผู้ที่เกี่ยวข้องภายในแผนก พบว่าต้องลดเวลาการจับยึดชิ้นงานให้น้อยกว่า 20 นาที จึงจะสามารถผลิตชิ้นงานได้ทันตามความต้องการของลูกค้า โดยการออกแบบและสร้างอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปช่วยในการออกแบบงาน 3 มิติ โดยอาศัยหลักในการทำงานที่เข้าถึงได้อย่างรวดเร็ว เพื่อการสร้างงานและส่งมอบแบบงานอย่างมีประสิทธิภาพ ดังรูปที่ 5 หมายเลข 1 คือ Stopper รองรับชิ้นงาน หมายเลข 2 คือ Stopper จับยึดชิ้นงาน หมายเลข 3 คือ Stopper จับยึดชิ้นงาน และหมายเลข 4 คือ แผ่นฐานชิ้นงาน จากนั้นดำเนินการสร้างอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน ดังรูปที่ 8 และ 9



รูปที่ 8 การออกแบบอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน

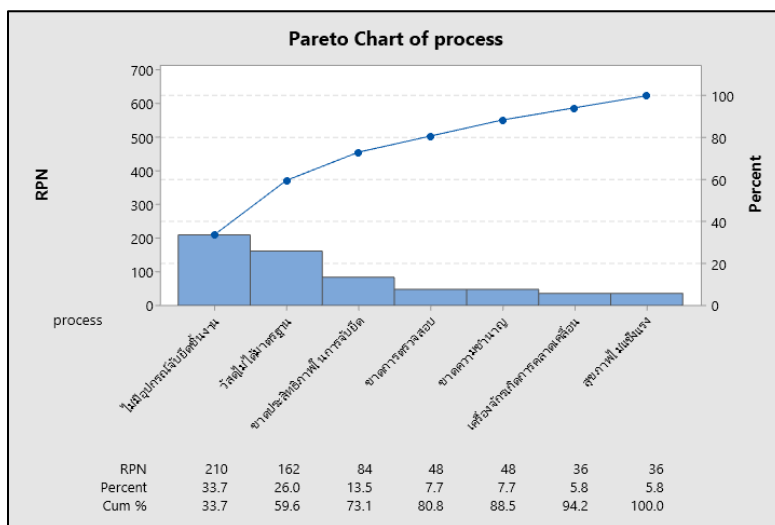


รูปที่ 9 อุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน

จากปัญหาทั้ง 4 ด้านของการจับยึดชิ้นงานที่ใช้ระยะเวลานาน ได้นำเครื่องมือในการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode and Effect Analysis : FMEA) เข้ามาให้คะแนนความรุนแรงของปัญหา [9] และมุ่งเน้นหาแนวทางการแก้ไข โดยพิจารณาจากองค์ประกอบทั้ง 3 ประการ คือ ความรุนแรงของลักษณะข้อบกพร่อง (S) โอกาสในการเกิดสาเหตุ(O) และความสามารถในการตรวจจับลักษณะข้อบกพร่อง (D) ดังนั้น ค่าความเสี่ยง (Risk Priority Number: RPN) = $S \times O \times D$ ให้คะแนนก่อนการสร้างอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานมีคะแนนค่าความเสี่ยงเท่ากับ 624 คะแนนโดยซัพพารเต้ ดังรูปที่ 10 และ 11

Process Name	Potential Failure Mode	Potential Causes / mechanisms of Failure	Current Process		DFMEA			RPN
ชื่อกระบวนการ	รูปแบบของความล้มเหลว	สาเหตุของความล้มเหลว	Control Prevention	Control Detection	SEV.	OC	DET.	
คน	ขาดความชำนาญ	ไม่มีประสบการณ์และการฝึกอบรม	มีการฝึกอบรมแก่พนักงานเพิ่ม	ให้สายดาตรวจจับ	3	4	4	48
	สุขภาพไม่แข็งแรง	ทำงานหนักหรือพักผ่อนไม่เพียงพอ	ให้พนักงานทำโอทีตามเวลาที่กำหนด	ให้สายดาตรวจจับ	3	4	3	36
กระบวนการ	ไม่มีอุปกรณ์ยึดชิ้นงาน	ชิ้นส่วนในการยึดชิ้นงานไม่มีคุณภาพ	สร้างอุปกรณ์ยึดชิ้นงานรูปแบบใหม่	ให้สายดาตรวจจับ	7	10	3	210
	ขาดประสิทธิภาพในการยึด	ตำแหน่งการยึดชิ้นงานคลาดเคลื่อน	สร้างอุปกรณ์ยึดชิ้นงานรูปแบบใหม่	ให้สายดาตรวจจับ	4	7	3	84
เครื่องจักร	เครื่องจักรเกิดการคลาดเคลื่อน	ขาดการบำรุงรักษา	ตรวจสอบทุกครั้งหลังปฏิบัติงาน	ให้สายดาตรวจจับ	3	3	4	36
	ขาดการตรวจสอบ	พนักงานไม่ตรวจเช็คหลังปฏิบัติงาน	ตรวจสอบทุกครั้งหลังปฏิบัติงาน	ให้สายดาตรวจจับ	3	4	4	48
วัสดุ	วัสดุไม่ได้มาตรฐาน	อุปกรณ์ยึดไม่มีคุณภาพ	สร้างอุปกรณ์ยึดชิ้นงานรูปแบบใหม่	ให้สายดาตรวจจับ	6	9	3	162

รูปที่ 10 DFMEA ของขั้นตอนการยึดชิ้นงาน



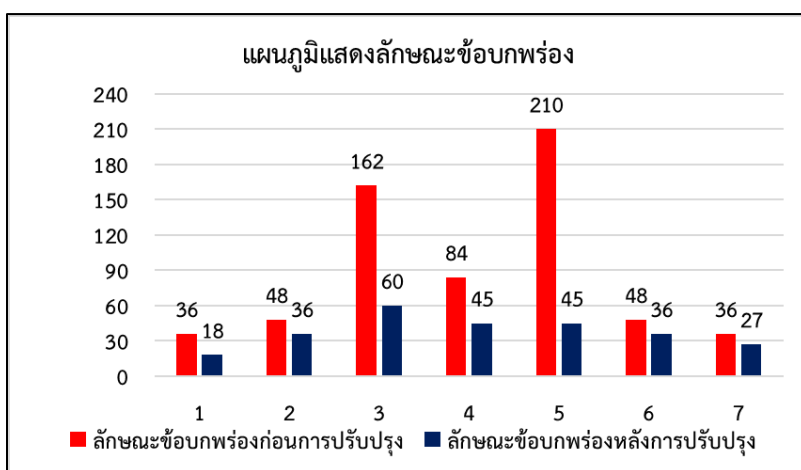
รูปที่ 11 ค่าคะแนน RPN ของขั้นตอนการยึดชิ้นงาน

3. แนวทางการเพิ่มความสามารถกระบวนการ

3.1. ผลการปรับปรุงและวิธีการแก้ไขโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (FMEA) จากข้อบกพร่องทั้งหมด 7 สาเหตุ เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพขั้นตอนการยึดชิ้นงาน โดยการประเมินความเสี่ยงได้จากการประเมินองค์ประกอบ 3 องค์ประกอบ คือ ความรุนแรงของผลกระทบ (S) โอกาสการเกิดขึ้น (O) และการตรวจจับ (D) ดังนั้นค่า RPN ที่ได้มาจาก $RPN = S \times O \times D$ โดยผลการจัดทำ FMEA เข้ามาวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบจากทั้งหมด 7 สาเหตุ ซึ่งสามารถลดระดับความเสี่ยงในขั้นตอนการยึดชิ้นงานที่มีคะแนนค่าความเสี่ยง RPN เท่ากับ 624 ลดลงเหลือคะแนนค่าความเสี่ยงเท่ากับ 305 คะแนน ซึ่งลดลงคิดเป็นร้อยละ 51.12 ดังรูปที่ 12 และ 13

Process Name	Potential Failure Mode	Potential Causes / mechanisms of Failure	Current Process		DFMEA			RPN	ผลการแก้ไข	PFMEA			RPN
ชื่อกระบวนการ	รูปแบบของความล้มเหลว	สาเหตุของความล้มเหลว	Control Prevention	Control Detection	SEV	OC	DET		Action taken วิธีการแก้ไข	SEV	OC	DET	
คน	ขาดความชำนาญ	ไม่มีประสบการณ์และการฝึกอบรม	มีการฝึกอบรมพนักงานเพิ่ม	ให้สายตาตรวจจับ	3	4	4	48		3	4	3	36
	สุขภาพไม่แข็งแรง	ทำงานหนักหรือพักผ่อนไม่เพียงพอ	ให้พนักงานทำโอทีตามเวลาที่กำหนด	ให้สายตาตรวจจับ	3	4	3	36		3	3	3	27
กระบวนการ	ไม่มีอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน	ชิ้นส่วนในการจับยึดชิ้นงานไม่มีคุณภาพ	สร้างอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานรูปแบบใหม่	ให้สายตาตรวจจับ	7	10	3	210	ออกแบบการสร้างอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานขึ้นใหม่	3	5	3	45
	ขาดประสิทธิภาพในการจับยึด	ตำแหน่งการจับยึดชิ้นงานคลาดเคลื่อน	สร้างอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานรูปแบบใหม่	ให้สายตาตรวจจับ	4	7	3	84	ออกแบบการสร้างอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานขึ้นใหม่	3	5	3	45
เครื่องจักร	เครื่องจักรเกิดการคลาดเคลื่อน	ขาดการบำรุงรักษา	ตรวจสอบทุกครั้งหลังปฏิบัติงาน	ให้สายตาตรวจจับ	3	3	4	36		3	2	3	18
	ขาดการตรวจสอบ	พนักงานไม่ตรวจเช็คหลังปฏิบัติงาน	ตรวจสอบทุกครั้งหลังปฏิบัติงาน	ให้สายตาตรวจจับ	3	4	4	48		3	3	4	36
วัสดุ	วัสดุไม่ได้มาตรฐาน	อุปกรณ์จับยึดไม่มีคุณภาพ	สร้างอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานรูปแบบใหม่	ให้สายตาตรวจจับ	6	9	3	162	ออกแบบการสร้างอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานขึ้นใหม่	4	5	3	60

รูปที่ 12 PFMEA ของขั้นตอนการจับยึดชิ้นงาน



รูปที่ 13 แสดงกราฟเปรียบเทียบค่าความเสี่ยง (RPN)

3.2. ผลการจับเวลาการจับยึดชิ้นงานหลังการปรับปรุงโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ พบว่าค่าเวลาการจับยึดชิ้นงานเฉลี่ยเท่ากับ 18 นาที ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.936 นาที ซึ่งเวลาการทำงานขั้นตอนการจับยึดชิ้นงานใช้ระยะเวลาน้อยกว่า 20 นาที จากนั้นนำชุดข้อมูลเวลาก่อนและหลังการสร้างอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานมาทดสอบการกระจายตัวของข้อมูล พบว่าชุดข้อมูลทั้งสองมีค่า P-value มากกว่า 0.05 แสดงว่าข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นนำชุดข้อมูลไปเปรียบเทียบสมมติฐานทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป โดยผลการเปรียบเทียบสมมติฐานทางสถิติ โดยนำข้อมูลระยะเวลาก่อนการสร้างอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน และหลังการสร้างอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน มาทดสอบค่าเฉลี่ยโดยทดสอบแบบ One-Sample t โดยตั้งสมมติฐาน และสมการ ได้ดังนี้

$$H_0 : \mu \geq 20 \quad (3)$$

$$H_1 : \mu < 20 \quad (4)$$

H_0 = การจับยึดชิ้นงานหลังการสร้างอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน ใช้ระยะเวลามากกว่าหรือเท่ากับ 20 นาที

H_1 = การจับยึดชิ้นงานหลังการสร้างอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน ใช้ระยะเวลาน้อยกว่า 20 นาที

โดยที่ μ คือค่าเฉลี่ยเวลาในขั้นตอนการจับยึดชิ้นงานทดสอบที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ ทำการทดสอบสมมติฐานทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป ทดสอบแบบ One-Sample t แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบทางสถิติแบบ One-Sample t

N	Mean	StDev	SE Mean	95% Upper Bound for μ	T-Value	P-Value
9	18	1.936	0.645	19.200	-3.10	0.007

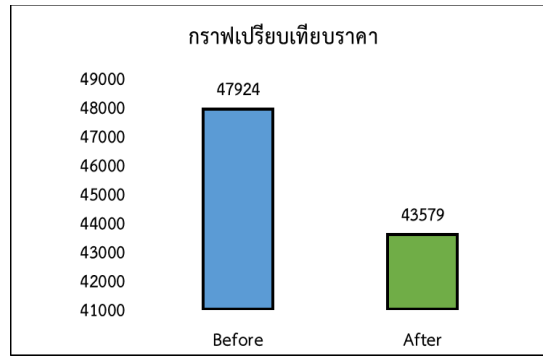
จากผลการทดสอบทางสถิติเห็นได้ว่าการจับยึดชิ้นงานหลังการสร้างอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานมีค่า P-value เท่ากับ 0.007 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 ที่ระดับนัยสำคัญ จึงปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) ยอมรับสมมติฐานรอง (H_1) สรุปได้ว่า ขั้นตอนการจับยึดชิ้นงานหลังการสร้างอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน ใช้ระยะเวลาน้อยกว่า 20 นาที อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 95%

3.3.ผลการเปรียบเทียบต้นทุนจากการคำนวณต้นทุนการผลิตชิ้นงานก่อนการสร้างอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานและหลังการสร้างอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน ราคารายการอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานและค่าใช้จ่ายที่ใช้สำหรับการสร้างอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน โดยมีรายละเอียด ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าใช้จ่ายที่ใช้สำหรับการสร้างอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน

รายการที่	รายการอุปกรณ์	บาท
1	Machine 500 บาท/ชั่วโมง $\times$ 8	4,000
2	เหล็ก SS400 กว้าง 1,600 cm. ยาว 1,470 cm. สูง 325 cm.	1,550
3	ชิ้นส่วนเหล็ก SS400 ทำตัว Stopper	1,215
4	ค่าตัดเหล็ก	780
5	น็อตตัวผู้ น็อตตัวเมีย M24 cm.	480
6	สตั๊ด M24 cm.	420
7	Washer	450
รวม		8,895

โดยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมด 9 ตัว เห็นได้ว่าต้นทุนการผลิตก่อนการสร้างอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน มีต้นทุนการผลิตชิ้นงานรวม 47,924 บาท และต้นทุนการผลิตหลังการสร้างอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน มีต้นทุนการผลิตชิ้นงานรวม 43,579 บาท พบว่าสามารถลดต้นทุนการผลิต โดยประมาณ 4,345 บาท คิดเป็นร้อยละ 9.07 คิดเป็นตัวละ 481 บาท ต้องจับยึดชิ้นงานมากกว่า 19 ชิ้น จึงจะคุ้มทุนที่ผลิตในส่วนนี้ไม่ได้คิดถึงกำไรเมื่อขายชิ้นงานแต่คิดในส่วนของต้นทุนที่ลดลง ทั้งหมดต้องผลิตดังรูปที่ 14



รูปที่ 14 การเปรียบเทียบต้นทุนการผลิต

4. อภิปรายผล

การเปรียบเทียบเวลาก่อนการสร้างอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน และหลังการสร้างอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน พบว่าการจับยึดชิ้นงาน ก่อนการสร้างอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 54.22 นาที ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.893 นาที จากนั้นดำเนินการ ออกแบบและสร้างอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน เวลาการทำงานหลังการสร้างอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 18 นาที ส่วน เบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.936 นาที สามารถลดเวลาการทำงานลงได้ 36 นาที คิดเป็น 66.40 เปอร์เซ็นต์ สอดคล้องกับ งานวิจัยนัทัสกร พันธรัักษ์ [10] สร้างอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานเรือนปั้มน้ำแบบจุ่มในกระบวนการกลึงขึ้นรูปด้วยเครื่องกลึงอัตโนมัติ (CNC) เพื่อลดเวลาของการผลิตชิ้นงาน จากเดิมใช้เวลา 7.01 นาทีต่อชิ้น เหลือเวลาเพียง 2.45 นาทีต่อชิ้น แต่งานวิจัยดังกล่าวยังไม่มีการเก็บรวบรวมข้อมูลเวลาค่าเฉลี่ยแสดงให้ชัดเจน พร้อมทั้งการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบที่อาจส่งผลให้เกิดความเสียหายขณะใช้งานจริง โดยงานวิจัยนี้ได้ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (FMEA) เพื่อปรับปรุงมาตรการและ วิธีการแก้ไขโดยการเพิ่มการตรวจสอบให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งเป็นการลดโอกาสการเกิดข้อบกพร่องจากข้อบกพร่องทั้งหมด 7 สาเหตุ โดยสามารถลดความเสี่ยงที่มีคะแนน (RPN) เท่ากับ 624 เหลือ 305 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 51.12 สอดคล้องกับ งานวิจัย ของพงศ์ณัฐ สำเร็จเพื่องฟู [11] การประยุกต์ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ FMEA ในการปรับปรุงการควบคุมการผลิตและการส่งมอบ จากผลการศึกษาค่าความเสี่ยง (RPN) ลดลงร้อยละ 59.09 แต่การใช้เทคนิคการวิเคราะห์ FMEA นั้นไม่มีหลักการตายตัว อาจทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนและไม่แน่นอนขึ้นได้ นอกจากนี้ได้ทำการทดสอบสมมติฐานทางสถิติ เช่นเดียวกับงานวิจัยของ วุฒิพงษ์ นิล ปะนันท์ [12] ทดสอบค่าความแปรปรวนของชุดข้อมูลมีค่าเท่ากันหรือไม่ และเปรียบเทียบความแตกต่าง โดยผลการทดสอบของ งานวิจัยนี้มีค่า P-Value น้อยกว่าระดับนัยสำคัญ ($\alpha = 0.05$) สรุปได้ว่า การจับยึดชิ้นงานหลังการสร้างอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน ใช้ ระยะเวลา น้อยกว่า 20 นาที อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 95%

5. สรุปผล

จากการศึกษาขั้นตอนการจับยึดชิ้นงานเครื่องฉีดพลาสติกเพื่อลดเวลาขั้นตอนการจับยึดชิ้นงาน โดยการออกแบบและ สร้างอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน สามารถสรุปได้ดังนี้

1) สามารถลดเวลาในขั้นตอนการจับยึดชิ้นงานได้ 36 นาที โดยก่อนปรับปรุงเวลาการทำงานเฉลี่ย 54.22 นาที หลังการ ปรับปรุงลดลงเหลือ 18 นาที คิดเป็นร้อยละ 66.66

2) การนำเทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (FMEA) มาใช้วิเคราะห์ข้อบกพร่องเพื่อปรับปรุงและแก้ไข ปัญหาจากทั้งหมด 7 สาเหตุ สามารถลดระดับความเสี่ยงที่มีค่าคะแนน (RPN) 624 เหลือ 305 คะแนน ลดลงคิดเป็นร้อยละ 51.12

3) สามารถลดต้นทุนกระบวนการผลิตชิ้นงานได้ 4,345 บาท คิดเป็นร้อยละ 9.07 โดยก่อนการสร้างอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานมีต้นทุนโดยรวมเท่ากับ 47,924 บาท และหลังการสร้างอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานมีต้นทุนโดยรวมเท่ากับ 43,579 บาท

4) ต้นทุนลดลงชิ้นละ 481 บาท ต้องจับยึดชิ้นงานมากกว่า 19 ครั้ง ถึงจะคุ้มทุนเมื่อนำต้นทุนที่ลดลงมาคิด เนื่องจากทางบริษัทไม่ได้บอกราคาขายชิ้นงานเมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการจึงไม่สามารถนำมาคิดได้

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากสาขาวิศวกรรมการผลิต คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน และบริษัท เอ็มอาร์พี เอ็นจิเนียริง จำกัด จังหวัดชลบุรี

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] Industry Team, Trends in Thai business and industry 2024-2026., <https://www.krungsri.com/th/research/industry/summary-outlook/industry-outlook-2024-2026> (accessed 9/9, 2022)
- [2] T. Sakunnum, and P. Banchuen, “The Factors Affecting Continuous Self-Improvement of The Employees Working at Factory in The Automotive Industry in Rayong Province,” *Journal of Roi Kaensarn Academi*, vol. 9, no. 10, pp. 982–994, 2024.
- [3] M. Rohlaeba, “Using Information Technology to Develop Organizations Building Excellence in The Digital Age,” *Inthanin administration Journal*, vol. 1, no. 1, pp. 97-112, 2024.
- [4] P. Yoopraphat, and T. Tantakool, “Development of Technology Innovation to Promote Competitiveness of Industry Entrepreneurs Automation Parts Manufacturing in Thailand,” *Journal of Suvarnabhumi Institute of Technology*. vol. 6, no. 1, pp. 480–494, 2007.
- [5] J. Bartenschlager et al., “Jif and Fixture” in *Metal engineering textbook*, Vollmer gmbh & co. kg, Ed. haan-gruiten: Germany, pp.212-218, 2016.
- [6] A. Meesaeng, “Jig and Fixture Design for Waste Reduction in Air Hose Cutting Process: A Case Study of an Automotive Part Factory,” *M. dissertation, Dept. Industial Eng., Rajamangala University of Technology Thanyaburi*, 2011.
- [7] K. Jamkamon, and P. Kumkoon, “Designing and Manufacturing Clamping Accessory for Multi-Stage Cutting Process on The Wire Electrical Discharge Machine,” *UTK Research Journal*, vol. 15, no. 2, pp. 95–105, 2021.
- [8] S. Panyam, T. Boonpan, and K. Kramsri, “Design and Construction of Die Set Clamping Equipment,” *B. dissertation, Dept. Mold and Die Tech., Burapha Univ.*, 2017.
- [9] M. Rithinyo, “Direct Time Study,” in *Industrial work study, Rajamangala University of Technology Isan*, 5th ed., Nakhon Ratchasima, Thailand, pp. 222–263.

- [10] P. ChanSa, N. Panturak, and A. Patanaphak, “Improving the Jig For The Submersible Water Pump Housing in The Machining Process Using An Automatic Lathe (CNC),” *The Organizing Committee of the 15th National and 5th International Conference SPUCON2020 (SPUCON2020), SPU Sripatum University, Thailand*, pp. 1663–1673, 2020,. (in Thai)
- [11] P. Sumrejfeungfoo, “Application of FMEA for Risk Evaluation and Production Improvement of Supplier,” *M. dissertation, Dept. Industial Eng., Phitsanulok Technical College.*, 2010.
- [12] W. Wutthipong, “Vacum Pumping Process Capability Analysis of Telescopic Glass by Statistical Process Control Case Study of The Synchrotron Light Research Institute,” *B. Thesis, Dept. Product. Eng., Rajamangala Univ. of Tec. Isan*, 2021.