

การลดความสูญเสียในการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ด้วยการออกแบบอุปกรณ์ ช่วยป้องกันความผิดพลาดโดยการประยุกต์ใช้แนวคิดโพคา-โยเกะ Loss Reduction in a automotive Part Manufacturing Through POKA-YOKE-Based Error-Prevention Device Design

ธนัช มั่นมงคล¹ สุทธิดา การะเวก² และศรินยา ประทีปชนะชัย^{3*}
Tanatat Monmongkol¹, Sutthida Karawek² Sarinya Prateepchanachai^{3*}

^{1,2}สาขาวิชาวิศวกรรมโลจิสติกส์และกระบวนการ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์

³สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์

^{1,2}Department of Logistics and Process Engineering, Faculty of Industrial Technology, Rajabhat Rajanagarindra University

³Department of Industrial Management Engineering, Faculty of Industrial Technology, Rajabhat Rajanagarindra University
Chachoengsao Province

*Email: sarinya@techno.rru.ac.th

Received: January 14, 2025; Revised: April 10, 2025; Accepted: May 7, 2025

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีเป้าหมายเพื่อวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาการเกิดของเสียในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนแผ่นรองรับท่อน้ำมันเชื้อเพลิง ของบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์รายหนึ่ง ปัญหาหลักที่พบคือการเชื่อมต่อโบลต์ (Bolt) ผิดตำแหน่งในกระบวนการเชื่อมจุด ส่งผลให้ปริมาณของเสียเฉลี่ยในช่วง 6 เดือนก่อนการปรับปรุงอยู่ที่ 52.85 PPM ซึ่งสูงเกินมาตรฐานที่บริษัทกำหนดไว้ไม่เกิน 10 PPM ถึง 428.5% การวิเคราะห์สาเหตุที่แท้จริงของปัญหาใช้หลักการ 3 จริง ได้แก่ สถานที่จริง สถานการณ์จริง และชิ้นงานจริง ร่วมกับเทคนิคการตั้งคำถาม ทำไม ทำไม พบว่าสาเหตุหลักมาจากการขาดอุปกรณ์ช่วยป้องกันความผิดพลาดในการทำงาน ที่ช่วยควบคุมตำแหน่งโบลต์ระหว่างการเชื่อม ผู้วิจัยใช้เทคนิคการตั้งคำถาม 5W1H ช่วยวิเคราะห์ซ้ำเพื่อกำหนดแนวทางการแก้ไข ผลการวิเคราะห์นำเสนอให้มีการออกแบบอุปกรณ์ป้องกันความผิดพลาดในขั้นตอนการใส่โบลต์เชื่อมจุด และอุปกรณ์ป้องกันความผิดพลาดในการตรวจสอบคุณภาพที่มีระบบเซ็นเซอร์กึ่งอัตโนมัติสำหรับตรวจสอบตำแหน่งโบลต์แบบเรียลไทม์ หลังจากนำมาทดลองใช้งานจริงพบว่า ปริมาณของเสียลดลงจาก 52.85 PPM เหลือ 0 PPM ทำให้การตรวจจับข้อผิดพลาดมีความแม่นยำขึ้นจาก 85% เป็น 100% และสร้างความพึงพอใจของลูกค้า จากการลดปัญหาการเคลมงาน นอกจากนี้ยังสามารถปรับปรุงเอกสารมาตรฐานการปฏิบัติงานในรายละเอียดที่ยังไม่ถูกกำหนด เพื่อให้มั่นใจว่าพนักงานสามารถใช้อุปกรณ์ได้อย่างถูกต้องครบถ้วนตามขั้นตอน และมีประสิทธิภาพ การปรับปรุงครั้งนี้แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของ อุปกรณ์ป้องกันความผิดพลาดในการทำงาน ในการเพิ่มคุณภาพและลดของเสียได้อย่างมีนัยสำคัญ

คำสำคัญ : การป้องกันข้อผิดพลาด, การเชื่อมจุด, ข้อบกพร่องที่หลุดรอดออกไป, หลักการ 3 จริง

Abstract

This research aimed to analyze and resolve defect issues in the production process of fuel pipe support plates for an automotive parts manufacturing company. The primary issue identified was the misalignment of bolts during the spot-welding process, which led to an average defect rate of 52.85 PPM over the six months prior to the improvement—exceeding the company's standard limit of 10 PPM by 428.5%. To identify the root cause of the problem, the "3 Reals" principle was applied, involving the real place, the real situation, and the real object, alongside the "Why-Why" questioning technique. The analysis

revealed that the main cause was the absence of error-proofing equipment to control bolt positioning during welding. The researchers further applied the 5W1H technique to refine the analysis and determine corrective measures. The proposed solutions included the design of error-proofing devices for bolt placement during spot welding and a semi-automated quality inspection system with real-time bolt position sensors. After implementing these devices in the production process, the defect rate significantly decreased from 52.85 PPM to 0 PPM. Improving error detection accuracy from 85% to 100%, resulting in enhanced customer satisfaction by minimizing product claims. Additionally, the company revised its standard operating procedures (SOPs) by adding detailed guidelines to ensure workers use the equipment correctly and effectively. This improvement demonstrated the effectiveness of error-proofing devices in enhancing product quality and significantly reducing defects.

Keywords: Poka-yoke, spot-welding, Defect Outflow, Three Realms Principle

1. บทนำ

บริษัทตัวอย่างเป็นผู้รับผลิตชิ้นส่วนสำหรับอุตสาหกรรมยานยนต์ โดยมีความมุ่งมั่นในการผลิตสินค้าที่มีคุณภาพสูงสุดและสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้าภายใต้ระบบบริหารคุณภาพ ISO/IATF16949 โดยมุ่งเน้นตามนโยบายคุณภาพของบริษัท คือ “สรรสร้างผลิตภัณฑ์ที่ดี มีคุณภาพ ภายใต้เงื่อนไขความพึงพอใจของลูกค้าและมุ่งพัฒนาระบบอย่างต่อเนื่อง” ปัจจุบันสายการผลิตชิ้นส่วนแผ่นรองรับท่อน้ำมันเชื้อเพลิง (Support Fuel Pipe) ประสบปัญหาการเกิดของเสียเกินกว่าที่บริษัทตั้งเป้าหมายไว้ที่ 8 PPM โดยในปี พ.ศ. 2566 มีการส่งมอบสินค้าทั้งหมด 398,505 ชิ้น แต่มีการเคลมสินค้าคืนจากลูกค้าจำนวน 16 ชิ้น คิดเป็น 40.15 PPM ซึ่งสูงกว่าเป้าหมายที่กำหนดอย่างชัดเจน และในช่วงเดือนมกราคมถึงพฤษภาคม ปี พ.ศ. 2567 มีการผลิตแล้ว 227,057 ชิ้น พบว่ามีงานที่ลูกค้าส่งเคลมกลับมา 12 ชิ้น คิดเป็น 58.85 PPM ซึ่งมากกว่าข้อตกลงที่กำหนดไว้อย่างชัดเจนสาเหตุของปัญหาดังกล่าวพบว่ามีมาจากการเชื่อมจุด (Spot Welding) สำหรับยึดโบลท์กับชิ้นงานที่ตำแหน่งผิดพลาด โดยจากการใช้หลักการ 3 จริง (3 Gen) พบว่าพนักงานปฏิบัติงานตามมาตรฐาน แต่ยังไม่มีการระบุตำแหน่งที่ชัดเจนในการเชื่อมโบลท์ บริษัทจึงมีแนวคิดในการปรับปรุงกระบวนการผลิตอย่างต่อเนื่อง เพื่อลดของเสียให้ต่ำกว่า 10 PPM ตามมาตรฐานและข้อตกลงที่ทำไว้กับลูกค้า ซึ่งคล้ายกับงานวิจัยของ Roca-Ramos et al. (2019) [1] ใช้เทคนิค Poka-Yoke ออกแบบรถเข็นขนส่งที่มีระบบป้องกันเพื่อควบคุมการเคลื่อนย้ายสุขภัณฑ์ในโรงงานผลิตขนาดกลางใน ซึ่งประสบปัญหาของเสียจากการตกหล่นและการเคลื่อนย้ายที่ไม่มีประสิทธิภาพ เป็นตัวอย่างที่ชัดเจนของการประยุกต์ใช้ Poka-Yoke โดยเน้นการควบคุมการเคลื่อนย้ายวัสดุเพื่อป้องกันความเสียหายก่อนจะเข้าสู่

กระบวนการผลิตจริง ซึ่งช่วยเพิ่มผลผลิตการผลิตได้ถึง 24% และลดปัญหาสินค้าเสียหายจากการขนส่งผิดวิธีได้อย่างมีนัยสำคัญ

1.1 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อศึกษาและแก้ไขปัญหามิฉะนั้นกระบวนการผลิตแผ่นรองรับท่อน้ำมันเชื้อเพลิง (Support Fuel Pipe) ในขั้นตอนการเชื่อมจุด (Spot Welding) ซึ่งพบว่าเกิดข้อผิดพลาดจากการใส่โบลท์ (BOLT) ผิดตำแหน่งและมีของเสียหลุดรอดการตรวจสอบไปถึงลูกค้า โดยตั้งเป้าหมายในการประเมินผลหลังจากดำเนินการมาตรการปรับปรุง สถิติการเกิดของเสียในสายการผลิต และตรวจสอบว่าค่าของเสียลดลงจนสามารถบรรลุเป้าหมาย Defect Outflow < 10 PPM

2. ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 ผลผลิตการผลิต (Productivity) [2]

ผลผลิตการผลิต (Productivity) เป็นแนวคิดสำคัญในการวัดความสามารถในการใช้ทรัพยากร เช่น แรงงาน วัตถุดิบ เครื่องจักร และเวลา เพื่อสร้างผลผลิตสูงสุดอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล ผลผลิตที่ดีมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการลดต้นทุนการผลิต โดยช่วยลดการใช้ทรัพยากรอย่างสิ้นเปลือง เพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากร และลดข้อผิดพลาดในกระบวนการ ผลผลิตที่เพิ่มขึ้นมักมาพร้อมกับคุณภาพสินค้าที่ดีขึ้น ส่งผลให้ความสามารถในการแข่งขันขององค์กรสูงขึ้นในตลาดโลก นอกจากนี้ ยังช่วยส่งเสริมการเติบโตทางเศรษฐกิจ การสร้างงาน และเพิ่มรายได้ของประชากรในภาพรวม องค์กรประกอบหลักของผลผลิต ได้แก่ คุณภาพ (Quality) ต้นทุน (Cost) การส่งมอบ (Delivery) ความปลอดภัย (Safety) ขวัญกำลังใจ (Morale) และสิ่งแวดล้อม (Environment) องค์กรสามารถเพิ่มผลผลิตได้ด้วยเครื่องมือ เช่น Lean Manufacturing, Six

Sigma, Kaizen, 5S, TQM, JIT และ Poka-Yoke ซึ่งช่วยลดความสูญเสีย ป้องกันข้อผิดพลาด และเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการอย่างต่อเนื่อง การนำแนวทางเหล่านี้มาใช้ไม่เพียงเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต แต่ยังช่วยสร้างความได้เปรียบทางการแข่งขันและความยั่งยืนในระยะยาว โดยเฉพาะในยุคที่การแข่งขันสูงและความต้องการของลูกค้ามีความหลากหลายมากขึ้น

2.2 อุปกรณ์ป้องกันความผิดพลาด (Poka-Yoke) [3]

หลักการโพคาโยเกะ (Poka-Yoke) เป็นแนวคิดจากญี่ปุ่นที่มุ่งเน้นการป้องกันข้อผิดพลาดจากความไม่ตั้งใจของมนุษย์ในกระบวนการผลิต โดยถูกพัฒนาโดย Shigeo Shingo จากระบบ Toyota Production System (TPS) ซึ่งเน้นการลดความสูญเสียและเพิ่มคุณภาพสินค้า หลักการนี้แบ่งออกเป็น 3 รูปแบบหลัก ได้แก่ การป้องกันข้อผิดพลาด (Error Prevention) เช่น พอร์ต USB ที่เสียบได้ทางเดียว การแจ้งเตือนข้อผิดพลาด (Error Detection) เช่น สัญญาณเตือนเมื่อไม่ได้คาดเข็มขัดนิรภัย และกลไกความปลอดภัย (Fail-Safe Mechanism) เช่น เครื่องจักรหยุดทำงานเมื่อชิ้นส่วนวางผิดตำแหน่ง Poka-Yoke ช่วยลดข้อผิดพลาดจากมนุษย์ เพิ่มคุณภาพสินค้า ลดของเสีย และเพิ่มความปลอดภัยในการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตัวอย่างการประยุกต์ใช้ เช่น เซ็นเซอร์ตรวจจับขนาดชิ้นงานในสายการผลิต และเครื่องซักผ้าที่ไม่เริ่มทำงานหากฝาเปิดอยู่ องค์ประกอบสำคัญของหลักการนี้ประกอบด้วย

ความเรียบง่าย, การตรวจจับได้ทันที, การทำงานอัตโนมัติ และการควบคุมการทำงาน การเลือกนำหลักการโพคาโยเกะ (Poka-Yoke) มาใช้ในกระบวนการผลิตจะสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน ลดต้นทุนจากข้อผิดพลาด และสร้างความมั่นใจในคุณภาพสินค้าได้อย่างยั่งยืน [4]

2.3 ความสูญเสีย 7 ประการ (Seven Wastes) [5]

ความสูญเสีย 7 ประการ (Seven Wastes) เป็นแนวคิดในระบบการผลิตแบบลีน (Lean Manufacturing) ที่มุ่งเน้นการขจัดกิจกรรมที่ไม่สร้างมูลค่าในกระบวนการผลิต เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและลดต้นทุน โดยแบ่งออกเป็น 7 ประเภทหลัก ได้แก่ (1) ความสูญเสียจากการผลิตมากเกินไป (Overproduction) ที่เกิดจากการผลิตสินค้าเกินความต้องการ ส่งผลให้เกิดต้นทุนการจัดเก็บที่สูงขึ้น (2) ความสูญเสียจากการรอคอย (Waiting) เกิดจากเครื่องจักรหรือแรงงานหยุดรอ ส่งผลให้กระบวนการผลิตล่าช้า (3) ความสูญเสียจากการขนย้าย (Transportation) คือการขนส่งสินค้าที่ไม่จำเป็น ซึ่งเพิ่มความเสี่ยงในการเสียหาย (4) ความสูญเสียจากกระบวนการ (Overprocessing) ที่เกิดจากการทำงานเกินความจำเป็นโดยไม่เพิ่มมูลค่าให้กับสินค้า

(5) ความสูญเสียจากสินค้าคงคลัง (Inventory) เกิดจากการเก็บวัตถุดิบหรือสินค้ามากเกินไป ส่งผลต่อการใช้พื้นที่จัดเก็บและต้นทุน (6) ความสูญเสียจากการเคลื่อนไหว (Motion) เช่น การเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็นของแรงงานหรือเครื่องจักร และ (7) ความสูญเสียจากของเสีย (Defects) ที่เกิดจากข้อผิดพลาดในการผลิต ทำให้ต้องซ่อมหรือผลิตใหม่ การลดความสูญเสียเหล่านี้สามารถทำได้โดยใช้เครื่องมือ Lean เช่น Just-In-Time (JIT), Kanban, 5S และ Value Stream Mapping (VSM) ซึ่งช่วยให้องค์กรสามารถปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงาน ลดต้นทุน และเพิ่มคุณภาพสินค้าได้อย่างยั่งยืน คล้ายกับงานวิจัย [6] ประยุกต์ใช้เทคนิคระบบการผลิตแบบลีน (Lean Manufacturing) และ ซิกส์ซิกมา (Six Sigma) เพื่อลดข้อผิดพลาดในกระบวนการผลิต และเพิ่มประสิทธิภาพโดยรวม ผลการศึกษาสามารถลดกิจกรรมที่ไม่เพิ่มมูลค่าในสายการผลิต เช่น การขนย้ายวัสดุที่ไม่จำเป็นหรือเวลารอในกระบวนการ ส่งผลให้สามารถลดความผิดพลาดในสายการผลิตลง 25% และเพิ่มกำลังการผลิตได้ 15% โดยไม่ต้องเพิ่มทรัพยากรเพิ่มเติม

2.4 การตั้งคำถาม "ทำไม ทำไม" (5 Whys) [7]

การตั้งคำถาม "ทำไม ทำไม" (5 Whys) เป็นเครื่องมือวิเคราะห์รากเหง้าของปัญหา (Root Cause Analysis) ที่พัฒนาโดย Sakichi Toyoda และใช้ในระบบ Toyota Production System (TPS) โดยมีหลักการตั้งคำถามซ้ำ ๆ ด้วยคำว่า "ทำไม" อย่างน้อย 5 ครั้ง เพื่อค้นหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา เทคนิคนี้ช่วยให้องค์กรสามารถระบุสาเหตุเชิงลึกและแก้ไขได้อย่างตรงจุด เช่น หากเครื่องจักรหยุดทำงาน การถามคำถาม "ทำไม" ครั้งแรกอาจพบว่าสาเหตุคือมอเตอร์ขัดข้อง แต่เมื่อถามต่อไปอีก อาจพบว่าสาเหตุแท้จริงคือการขาดแผนบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) ข้อดีของเทคนิคนี้คือความเรียบง่าย ใช้งานได้ทันที และเหมาะสำหรับปัญหาที่ไม่ซับซ้อน อย่างไรก็ตาม เมื่อนำไปใช้กับปัญหาที่ซับซ้อน ควรใช้ร่วมกับเครื่องมืออื่น เช่น Ishikawa Diagram เพื่อความแม่นยำมากขึ้น หลังจากวิเคราะห์ด้วย 5 Whys แล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการแก้ไขปัญหาที่ต้นเหตุ เช่น การจัดทำแผน PM หรืออบรมพนักงานเพื่อป้องกันการเกิดซ้ำ ทำให้เทคนิคนี้เป็นเครื่องมือสำคัญในการปรับปรุงคุณภาพและเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตอย่างยั่งยืน

2.5 เทคนิคการตั้งคำถาม 5W1H

เทคนิค 5W1H เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสำหรับการวิเคราะห์และแก้ไขปัญหา โดยใช้คำถาม 6 ข้อ ได้แก่ What (ทำอะไร), Why (ทำไม), Who (ใคร), Where (ที่ไหน), When (เมื่อไหร่) และ How (อย่างไร) เพื่อตรวจสอบและระบุสาเหตุรากเหง้าของปัญหา เทคนิคนี้ช่วยให้สามารถ

รวบรวมข้อมูลอย่างเป็นระบบและเข้าใจถึงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ช่วยในการตัดสินใจที่มีข้อมูลสนับสนุนอย่างเพียงพอ งานวิจัยของ [8] นำเทคนิคนี้มาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์เพื่อระบุสาเหตุของความสูญเสียเปล่า เช่น การขนย้ายวัสดุที่ไม่จำเป็นและการใช้ทรัพยากรอย่างไม่มีประสิทธิภาพ ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการใช้ 5W1H สามารถลดของเสียลงได้ถึง 15% และเพิ่มกำลังการผลิตได้ถึง 20% โดยการตั้งคำถามเชิงโครงสร้างช่วยในการระบุปัญหาหลักและแนวทางการปรับปรุงอย่างตรงจุด นอกจากนี้ เทคนิคนี้ยังช่วยลดการใช้พลังงานและทรัพยากร ซึ่งส่งเสริมความยั่งยืนในอุตสาหกรรมการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.6 หลักการ 3 จริ่ง (3 Gen) [9]

หลักการ 3 จริ่ง (3 Gen) ในระบบ Toyota Production System (TPS) เป็นแนวคิดสำคัญที่พัฒนาโดย Taiichi Ohno ซึ่งประกอบด้วย Genba (สถานที่จริง), Genbutsu (สิ่งของจริง) และ Genjitsu (ข้อมูลจริง) โดยเน้นให้ผู้จัดการหรือผู้รับผิดชอบลงพื้นที่จริงเพื่อสังเกตและวิเคราะห์ปัญหาจากข้อเท็จจริง Genba คือการไปยังสถานที่เกิดปัญหา เช่น สายการผลิต เพื่อสังเกตสภาพแวดล้อมและพฤติกรรมในการทำงาน Genbutsu คือการตรวจสอบสิ่งของจริง เช่น สินค้าที่มีข้อบกพร่องหรือเครื่องจักรที่ขัดข้อง เพื่อระบุสาเหตุโดยตรง ส่วน Genjitsu คือการใช้ข้อมูลจริง เช่น สถิติการผลิตและจำนวนสินค้าที่เสียหาย เพื่อวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาจากข้อเท็จจริง ข้อดีของหลักการนี้คือช่วยลดความคลาดเคลื่อนในการตัดสินใจ เพิ่มความแม่นยำในการวิเคราะห์ และสนับสนุนการตัดสินใจเชิงกลยุทธ์ อย่างไรก็ตาม ต้องใช้เวลารวบรวมข้อมูลและความชำนาญในการวิเคราะห์ เมื่อนำไปใช้อย่างถูกต้องจะช่วยให้องค์กรสามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน [10]

2.7 วรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การประยุกต์ใช้แนวคิด Poka-Yoke (โพคา-โยเกะ) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการป้องกันความผิดพลาดและการลดข้อบกพร่องในกระบวนการผลิตได้รับความสนใจอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมการผลิต โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ที่ต้องการคุณภาพสูงสุดและการลดความสูญเสียให้น้อยที่สุด ซึ่งมีงานวิจัยมากมายที่อาศัยแนวคิดนี้ในการแก้ไขปัญหา เช่น

งานวิจัยของ Lazarevic, M., Mandic, J., & Sremcevic, N. [11] ที่ประยุกต์ใช้ทฤษฎี Poka-Yoke ในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ช่วยลดข้อผิดพลาดในการผลิตผ่านการออกแบบอุปกรณ์ป้องกันความผิดพลาดอัตโนมัติ เช่น เซ็นเซอร์ตรวจจับตำแหน่งชิ้นส่วนและระบบเตือนข้อผิดพลาด ทำให้สามารถลดข้อผิดพลาดที่เกิดจากมนุษย์

ลงได้ถึง 60% ผลลัพธ์ที่ได้คือการลดของเสีย (Defect) อย่างมีนัยสำคัญ พร้อมทั้งเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยลดเวลาที่ใช้ในการแก้ไขปัญหาและทำให้การผลิตต่อเนื่องมากขึ้น ส่งผลให้กระบวนการผลิตมีความแม่นยำและคุณภาพสูงขึ้นตามมาตรฐานอุตสาหกรรม

งานวิจัยของ Purba, H.H., Tosa, F.A., & Santoso, Y. [12] ที่ประยุกต์ใช้หลักการ Poka-Yoke ในการประกอบชิ้นส่วนยานยนต์ช่วยลดข้อผิดพลาดจากความผิดพลาดของพนักงานและความคลาดเคลื่อนในการตั้งค่าการผลิต โดยใช้เซ็นเซอร์ตรวจจับการจัดวางชิ้นส่วนและระบบแจ้งเตือนอัตโนมัติ ผลลัพธ์จากการปรับปรุงสามารถลดข้อผิดพลาดได้ถึง 50% พร้อมเพิ่มความสม่ำเสมอของคุณภาพและลดเวลาหยุดสายการผลิต นอกจากนี้ยังช่วยลดต้นทุนการตรวจสอบซ้ำและของเสีย รวมถึงลดเวลาในการฝึกอบรมพนักงานเนื่องจากระบบสามารถตรวจจับข้อผิดพลาดได้อัตโนมัติ

งานวิจัยของ Prabowo & Aisyah., [13] ที่ประยุกต์ใช้หลักการ Poka-Yoke ในอุตสาหกรรมการผลิตช่วยลดข้อผิดพลาดและเพิ่มผลผลิตอย่างมีประสิทธิภาพ โดยใช้เซ็นเซอร์ตรวจจับชิ้นส่วนผิดตำแหน่งและระบบแจ้งเตือนอัตโนมัติ ทำให้สามารถลดข้อผิดพลาดได้ถึง 40% และเพิ่มความต่อเนื่องในการผลิต ส่งผลให้ลดของเสียและต้นทุนการตรวจสอบซ้ำได้อย่างมีนัยสำคัญ สรุปได้ว่าการใช้ Poka-Yoke ตั้งแต่ต้นกระบวนการผลิตช่วยควบคุมคุณภาพและเหมาะสมสำหรับอุตสาหกรรมที่ต้องการความแม่นยำสูง

งานวิจัยของ Bubber, D., Babber, G., & Jain, R.K. [14] ที่ประยุกต์ใช้หลักการ Poka-Yoke ในอุตสาหกรรมการผลิตรถแทรกเตอร์ช่วยลดข้อผิดพลาดและเพิ่มความแม่นยำในการประกอบชิ้นส่วน โดยใช้เซ็นเซอร์ตรวจจับตำแหน่งการประกอบและระบบล็อกอัตโนมัติเพื่อป้องกันข้อผิดพลาดตั้งแต่ต้นกระบวนการ ผลลัพธ์พบว่าสามารถลดข้อผิดพลาดได้ถึง 60% และลดเวลาหยุดสายการผลิต (Downtime) ได้อย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ยังช่วยลดของเสียจากการผลิตซ้ำและเพิ่มความแม่นยำในการประกอบ

3. วิธีดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยนี้กล่าวถึงข้อมูลทั่วไปของโรงงานอุตสาหกรรมและรวบรวมข้อมูลสภาพปัจจุบันของสายการผลิตชิ้นส่วนแผ่นรองรับท่อน้ำมันเชื้อเพลิง โดยนำข้อมูลมาวิเคราะห์ปัญหาของเสียจากกระบวนการผลิตและการหลุดรอดไปถึงลูกค้าเพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการผลิต ดังนั้นขั้นตอนการดำเนินงานต่อไปนี้เป็นการศึกษาวิเคราะห์เชิงระบบโดยอิงจากสถานการณ์จริง เพื่อกำหนดมาตรการที่สามารถนำไปปฏิบัติได้จริงและวัดผลได้ชัดเจน ทั้งในเชิงปริมาณ เช่น การลดของเสีย และเชิงคุณภาพ

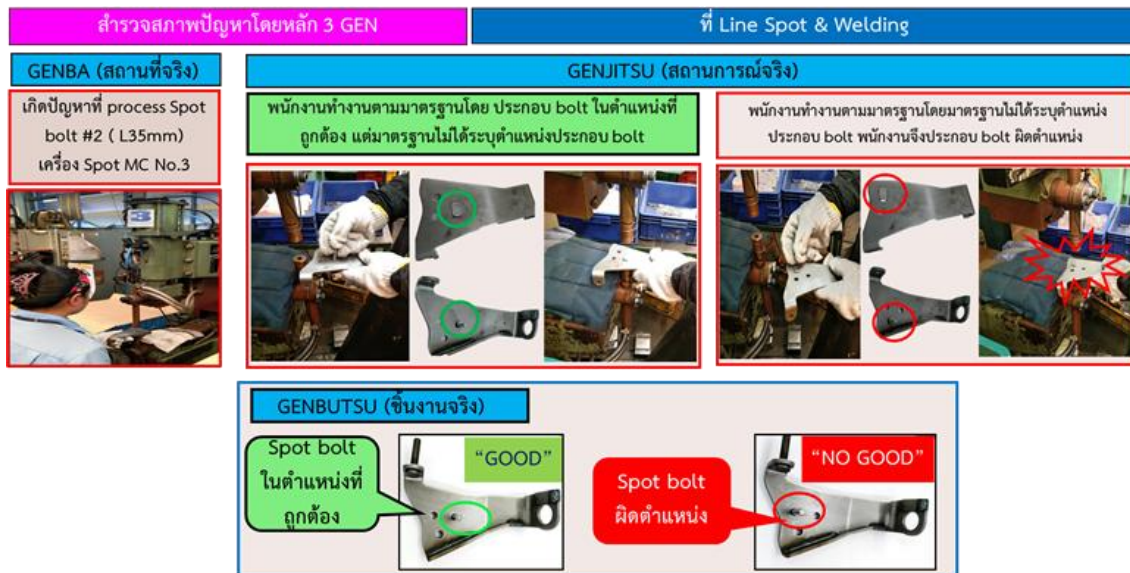
3.1 กำหนดเป้าหมายการดำเนินงาน

การกำหนดเป้าหมายในการลดของเสีย (Defect Outflow) ในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนแผ่นรองรับท่อน้ำมันเชื้อเพลิง เป้าหมายหลักคือการลดข้อผิดพลาดในทุกขั้นตอนของกระบวนการ ตั้งแต่การออกแบบ การประกอบ จนถึง การตรวจสอบขั้นสุดท้าย เพื่อให้สินค้าที่ส่งถึงมือลูกค้า ปราศจากข้อบกพร่อง โดยหลังการปรับปรุงต้องบรรลุ

ข้อตกลง Defect Outflow < 10 PPM ซึ่งเป็นมาตรฐานคุณภาพที่เข้มงวดและสะท้อนถึงความมุ่งมั่นในการควบคุมคุณภาพและความพึงพอใจของลูกค้า

3.2 ศึกษาปัญหาและขั้นตอนการผลิตด้วย 3 จริ่ง

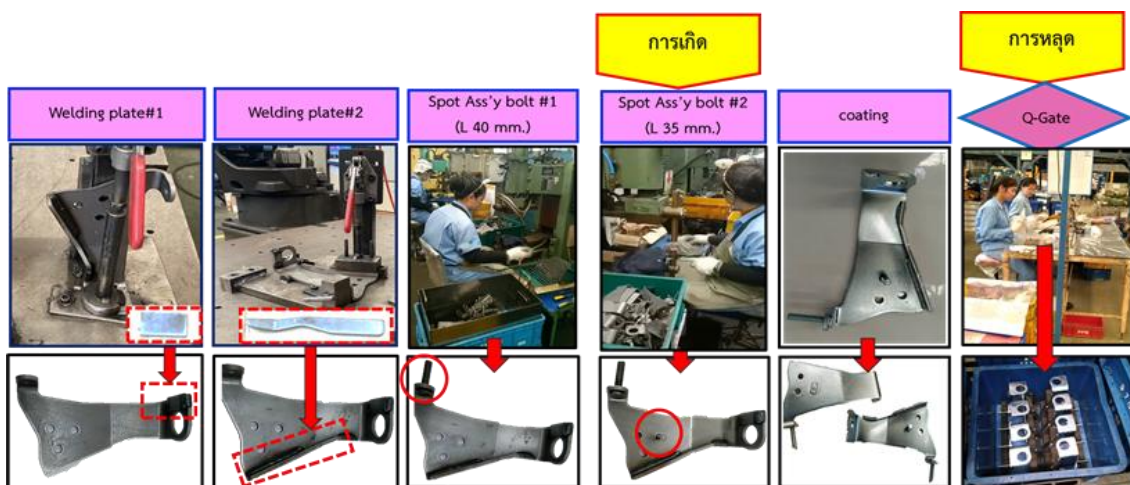
การศึกษาระบบการผลิตชิ้นส่วนแผ่นรองรับท่อน้ำมันเชื้อเพลิง เริ่มต้นจากการเก็บข้อมูล โดยใช้หลักการ 3 จริ่ง (3 Gen) ผลการเก็บข้อมูล ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 การเก็บข้อมูลการไหลของกระบวนการผลิตชิ้นส่วนแผ่นรองรับท่อน้ำมันเชื้อเพลิง

จากรูปที่ 1 แสดงการเก็บข้อมูลเบื้องต้นด้วยการใช้หลักการ 3 จริ่ง (Gen) ในการลงสำรวจกระบวนการผลิตด้วยสายตา บริเวณสถานที่ทำงานจริง (GENBA) ของกระบวนการผลิตจริง (GENJITSU) และข้อมูลของชิ้นงานที่เกิดปัญหาจริง (GENBUTSU) พบของเสียที่เป็นปัญหาและมี

โอกาสหลุดรอดไปถึงลูกค้าได้ คือ การประกอบโบลท์ (Bolt) เข้ากับชิ้นส่วนแผ่นรองรับท่อน้ำมันเชื้อเพลิง เพื่อนำไปเชื่อมจุด (Spot welding) เพื่อยึดชิ้นส่วนทั้ง 2 ชิ้นให้ติดกัน โดยมีขั้นตอนการปฏิบัติงาน (Operation) และตรวจสอบคุณภาพ (Inspection) ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 การเก็บข้อมูลการไหลของกระบวนการผลิตชิ้นส่วนแผ่นรองรับท่อน้ำมันเชื้อเพลิง

รูปที่ 2 จากการสังเกตพบว่ามีปัญหาหลัก 2 ประเด็นที่ก่อให้เกิดของเสียในสายการผลิต ได้แก่ (1) พนักงานประกอบโบลต์ผิดตำแหน่ง (2) พนักงานตรวจสอบไม่สามารถตรวจจับข้อผิดพลาดได้ทันเวลา ดังรายละเอียดต่อไปนี้:

ปัญหาที่ 1: พนักงานประกอบโบลต์ผิดตำแหน่งจาก SOP ไม่ชัดเจน โดยสภาพปัญหา: SOP ที่มีอยู่ไม่ได้ระบุอย่างชัดเจนว่าต้องใส่โบลต์ที่รูใด ทำให้พนักงานใส่ผิดรู ซึ่งมีลักษณะใกล้เคียงกันถึง 3 จุดขนาดของปัญหา: พบปัญหานี้ในสายการผลิตจริงจำนวน 12 ชิ้น จากการผลิตรวม 227,057 ชิ้น คิดเป็น 52.85 PPM การพิสูจน์สาเหตุ: ใช้

หลัก 3 จริง) ลงพื้นที่สังเกตการทำงาน พบว่าพนักงานทำตาม SOP ที่ไม่สมบูรณ์ เมื่อกำหนดตำแหน่งใน SOP เพิ่มก็ยังไม่เกิดปัญหา แสดงให้เห็นว่า สาเหตุแท้จริงคือการไม่มีอุปกรณ์ช่วยกำหนดตำแหน่งโบลต์ (Root Cause)

ปัญหาที่ 2: พนักงานตรวจสอบไม่สามารถตรวจพบของเสียได้ทันเวลา สภาพปัญหา: แม้พนักงานตรวจตาม SOP แต่ SOP ไม่ได้กำหนดให้ตรวจตำแหน่งโบลต์โดยตรง และใช้การมองด้วยตาซึ่งเสี่ยงต่อความล่าช้าขนาดของปัญหา: ปัญหานี้พบว่ามีของเสียทั้ง 12 ชิ้นจากกรณีข้างต้นหลุดออกไปถึงมือลูกค้า เท่ากับว่า ปัญหานี้เกิดทุกครั้งที่เกิดข้อผิดพลาดจากการประกอบผิด ดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 ขั้นตอนการเชื่อมประกอบโบลต์ (Bolt) เข้ากับชิ้นส่วนแผ่นรองรับท่อน้ำมันเชื้อเพลิง

จากรูปที่ 3 ขั้นตอนการเชื่อมประกอบโบลต์ เริ่มจากหยิบชิ้นส่วนแผ่นรองรับท่อน้ำมันเชื้อเพลิงจากนั้นใช้มืออีกข้างหยิบโบลต์สอดเข้ารูแล้ววางบนลงเครื่องเชื่อมจุด ใช้เท้าเหยียบกดหัวเชื่อมให้ทำงาน ดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 จุดการประกอบโบลต์เข้ากับชิ้นงาน

จากรูปที่ 4 แสดงลักษณะการประกอบโบลต์ (Bolt) เข้ากับชิ้นส่วนแผ่นรองรับท่อน้ำมันเชื้อเพลิงผิดตำแหน่งจากการสังเกตมีโอกาสเป็นไปได้ค่อนข้างสูงที่จะเกิดการในโบลต์ผิดตำแหน่งเนื่องจากมีลักษณะคล้ายกันและอยู่ในตำแหน่งที่ใกล้เคียงกัน

3.3 วิเคราะห์ปัญหาของเสียและการหลุดรอด

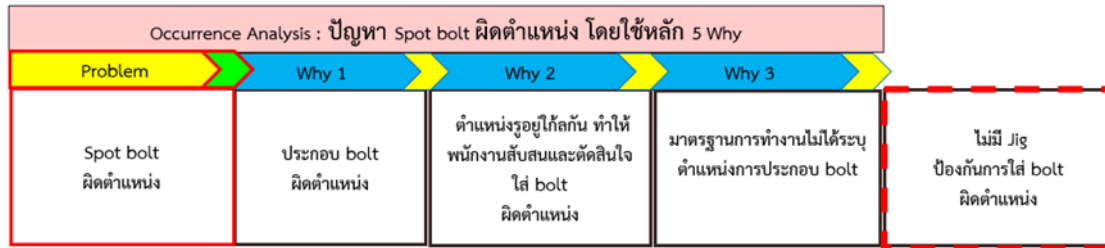
3.3.1 จากปัญหาที่พนักงานใส่โบลต์ผิดตำแหน่งในขั้นตอนการเชื่อมจุดทำให้เกิดของเสียผู้วิจัยใช้หลักการ 3 จริง เพื่อลงไปสังเกตการณ์ทำงานในสถานที่จริง ชิ้นงานที่ผลิตจริงและเก็บข้อมูลตามข้อเท็จจริงที่ปรากฏขณะปฏิบัติงานจริงดังแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 5 การสังเกตการณ์ทำงานในสถานที่จริงขั้นตอนการใส่โบลต์เชื่อมจุด

จากรูปที่ 5 ชิ้นส่วนรถยนต์จะมีทั้งหมด 3 รู ก่อนการเชื่อมจุดพนักงานต้องร้อยbolt 1 ตัว ใส่ในรูบนด้านขวา แล้วทำการเชื่อมจุด ปัจจุบันพนักงานผู้ปฏิบัติงานทำงานตามขั้นตอนในเอกสารการปฏิบัติงานมาตรฐาน (Standard

Operating Procedure: SOP) เมื่อมีการตรวจสอบปรากฏว่าพบของเสียในกระบวนการผลิต จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยนำมาวิเคราะห์โดยใช้เทคนิคการตั้งคำถาม ทำไม ทำไม (Why-Why Analysis) ดังแสดงในรูปที่ 6



รูปที่ 6 การวิเคราะห์ปัญหาการเกิดของเสียจากการใส่bolt (Bolt) ผิดตำแหน่ง

จากรูปที่ 6 การวิเคราะห์สาเหตุของการเกิดปัญหาจากการร้อยbolt ที่ใส่ชิ้นงานเพื่อเชื่อมจุดของพนักงานพบว่าพนักงานปฏิบัติงานตามขั้นตอนในเอกสารการปฏิบัติงานมาตรฐาน (Standard Operating Procedure: SOP) ได้อย่างถูกต้อง แต่รายละเอียดของมาตรฐานไม่ได้ระบุตำแหน่งการประกอบbolt ไว้ว่าใส่ในตำแหน่งใด เนื่องจากมีรูที่สามารถร้อยbolt ได้ 3 รู และเมื่อลองมีการกำหนดตำแหน่งรู ก็ยังคงเกิดของเสียขึ้นในกระบวนการซ้ำอีก เนื่องจากมีการปฏิบัติงานซ้ำกันเป็นเวลานาน ๆ สาเหตุเนื่องจากการไม่มีอุปกรณ์ช่วยป้องกันความผิดพลาดในการทำงานให้กับพนักงาน

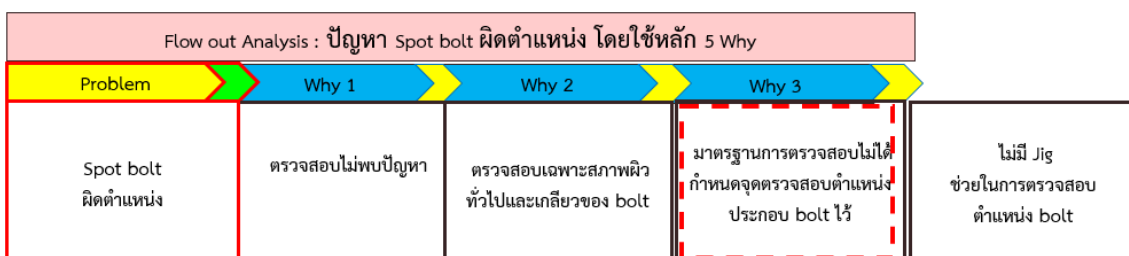
3.3.2 การวิเคราะห์สาเหตุการหลุดรอดการตรวจสอบจากปัญหาพนักงานของเสียในกระบวนการผลิตหลุดรอดการตรวจสอบคุณภาพไปถึงมือลูกค้าทำให้เกิดความเสียหายอย่างรุนแรงเนื่องจากสายการประกอบไม่สามารถประกอบชิ้นส่วนได้ ทำให้สายการผลิตเกิดการหยุดชะงัก ที่สำคัญ คือ การขาดความไว้วางใจจากลูกค้าซึ่งส่งผลต่อออเดอร์ระยะยาวที่ลูกค้าจะสั่ง ผู้วิจัยใช้หลักการ 3 จริง เพื่อลงไปสังเกตการณ์

ทำงานในสถานที่จริง ดังแสดงในรูปที่ 7



รูปที่ 7 ตรวจสอบbolt ก่อนการปรับปรุง

จากรูปที่ 7 กระบวนการตรวจสอบตำแหน่งbolt ก่อนส่งงานให้กับลูกค้า ปัจจุบันพนักงานผู้ปฏิบัติงานทำงานตามขั้นตอนในเอกสารการปฏิบัติงานมาตรฐาน (Standard Operating Procedure: SOP) แต่ยังมีงานเสียหลุดรอดไปถึงลูกค้า จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยนำมาวิเคราะห์โดยใช้เทคนิคการตั้งคำถาม ทำไม ทำไม (Why-Why Analysis) ดังแสดงในรูปที่ 8



รูปที่ 8 การวิเคราะห์ปัญหาการหลุดรอดของงานเสียไปถึงลูกค้า

จากรูปที่ 8 การวิเคราะห์สาเหตุของงานเสียหลุดไปถึงลูกค้า พบว่า พนักงานปฏิบัติงานตามขั้นตอนในเอกสารการ

ปฏิบัติงานมาตรฐาน (Standard Operating Procedure: SOP) ได้อย่างถูกต้อง แต่รายละเอียดของมาตรฐานไม่ได้

ระบุตำแหน่งการตรวจให้กับพนักงาน เมื่อลองมีการกำหนดตำแหน่งในการตรวจสอบยังเกิดความผิดพลาดเกิดขึ้นเนื่องจากการมีการปฏิบัติงานซ้ำกันเป็นเวลานาน ๆ สาเหตุเนื่องจากการไม่มีอุปกรณ์ช่วยป้องกันความผิดพลาดในการทำงานให้กับพนักงาน

3.4 การวิเคราะห์เพื่อกำหนดแนวทางการแก้ไข

เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดวิธีการแก้ไข ผู้วิจัย

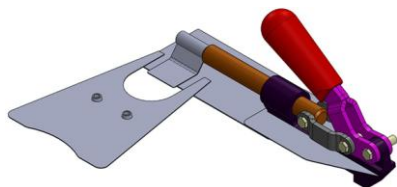
เลือกใช้เทคนิคการตั้งคำถามด้วยเทคนิค 5W1H วิเคราะห์ซ้ำอีกครั้งเพื่อกำหนดแนวทางการแก้ไข ดังรายละเอียดต่อไปนี้

3.4.1 การวิเคราะห์เพื่อกำหนดแนวทางการแก้ไขปัญหาการเกิดของเสียวิเคราะห์เพื่อกำหนดแนวทางการแก้ไขปัญหาการเกิดของเสียในกระบวนการประกอบโบลท์เพื่อเชื่อมจุดติดตำแหน่ง ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การกำหนดแนวทางการแก้ไขปัญหาการประกอบโบลท์กับแผ่นรองรับท่อน้ำมันเชื้อเพลิง

5W1H	คำถาม-คำตอบ	แนวทางการแก้ไข
What (ต้องการทำอะไร)	ปรับปรุงขั้นตอนการประกอบโบลท์ (Bolt)	ออกแบบและจัดสร้างอุปกรณ์ป้องกัน
Why (ทำไมต้องทำ)	พนักงานประกอบผิดทำให้เกิดของเสีย	ความผิดพลาดเพื่อป้องกันความ
Where (ทำที่ไหน)	บริษัท โปรเกรส พาร์ท แอนด์ โต จำกัด	คลังผลของพนักงาน (Poka-yoke) ใน
Why (ทำไมต้องทำที่นั่น)	สายการผลิตอยู่ที่นั่น	ขั้นตอนที่ 4 การประกอบโบลท์ (Bolt)
Who (ใครเป็นคนทำ)	วิศวกรฝ่ายผลิต, พนักงานควบคุมเครื่อง	เข้ากับชิ้นส่วนแผ่นรองรับท่อน้ำมัน
Why (ทำไมต้องเป็นคนนั้น)	เป็นผู้รับผิดชอบกระบวนการผลิต	เชื้อเพลิง
When (ทำเมื่อไร)	เมื่อกำหนดแนวทางการแก้ไขร่วมกันเสร็จ	
Why (ทำไมต้องทำตอนนั้น)	เพื่อให้พนักงานมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหา	
How (ทำอย่างไร)	เพิ่มอุปกรณ์ป้องกันความผิดพลาดช่วยในการทำงาน	
Why (ทำไมต้องทำอย่างนั้น)	เพื่อป้องกันความผิดพลาดของพนักงาน	

จากตารางที่ 1 สรุปการกำหนดแนวทางการแก้ไขปัญหากระบวนการประกอบโบลท์เพื่อเชื่อมจุดติดตำแหน่ง ผู้วิจัยแนะนำให้ทำการออกแบบอุปกรณ์ป้องกันความผิดพลาดในการทำงานของพนักงาน ขั้นตอนการประกอบโบลท์ เข้ากับชิ้นส่วนแผ่นรองรับท่อน้ำมันเชื้อเพลิง ดังแสดงในรูปที่ 9



รูปที่ 9 แบบอุปกรณ์ป้องกันความผิดพลาดในการทำงาน

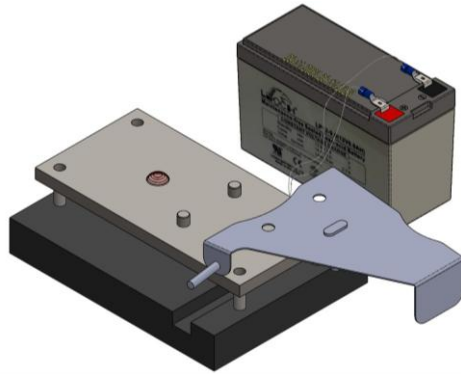
จากรูปที่ 9 แสดงการออกแบบอุปกรณ์ป้องกันความผิดพลาดในการทำงานของพนักงาน (Poka-yoke) ในขั้นตอนการใส่โบลท์เข้ากับชิ้นส่วนแผ่นรองรับท่อน้ำมันเชื้อเพลิง จากนั้นผู้วิจัยนำเสนอต่อผู้จัดการโรงงานเพื่อขออนุมัติจัดสร้างอุปกรณ์ต้นแบบเนื่องจากต้องมีการอนุมัติค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อวัสดุอุปกรณ์ในการจัดสร้างอุปกรณ์ต้นแบบเพื่อนำไปทำการทดลองใช้ในการปฏิบัติงาน

3.4.2 การวิเคราะห์เพื่อกำหนดแนวทางการแก้ไขปัญหาของเสียที่หลุดไปถึงลูกค้า เป็นการวิเคราะห์เพื่อกำหนดแนวทางการแก้ไขปัญหากระบวนการตรวจสอบจุดเชื่อมต่อของชิ้นส่วนแผ่นรองรับท่อน้ำมันเชื้อเพลิง ที่มีของเสียหลุดไปถึงลูกค้า ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การกำหนดแนวทางการแก้ไขปัญหาการตรวจสอบคุณภาพการเชื่อมต่อ

5W1H	คำถาม-คำตอบ	แนวทางการแก้ไข
What (ต้องการทำอะไร)	ปรับปรุงขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพ	ออกแบบและจัดสร้างอุปกรณ์ป้องกัน
Why (ทำไมต้องทำ)	มีของเสียหลุดรอดไปถึงลูกค้า	ความผิดพลาดเพื่อป้องกันความ
Where (ทำที่ไหน)	บริษัท โปรเกรส พาร์ท แอนด์ โต จำกัด	คลังผลของพนักงาน (Poka-yoke) ใน
Why (ทำไมต้องทำที่นั่น)	สายการผลิตอยู่ที่นั่น	ขั้นตอนที่ 6 การตรวจสอบตำแหน่งของ
Who (ใครเป็นคนทำ)	วิศวกรและพนักงานฝ่ายควบคุมคุณภาพ	โบลท์ (Bolt) บนชิ้นส่วนแผ่นรองรับท่
Why (ทำไมต้องเป็นคนนั้น)	เป็นผู้รับผิดชอบการตรวจสอบคุณภาพ	น้ำมันเชื้อเพลิง
When (ทำเมื่อไร)	เมื่อกำหนดแนวทางการแก้ไขร่วมกันเสร็จ	
Why (ทำไมต้องทำตอนนั้น)	เพื่อให้พนักงานมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหา	
How (ทำอย่างไร)	เพิ่มอุปกรณ์ป้องกันความผิดพลาดช่วยในการทำงาน	
Why (ทำไมต้องทำอย่างนั้น)	เพื่อป้องกันความผิดพลาดของพนักงาน	

จากตารางที่ 2 สรุปผลเทคนิคการตั้งคำถาม 5W1H การกำหนดแนวทางการแก้ไขปัญหาของเสียหลุดการตรวจไปถึงลูกค้า ผู้วิจัยแนะนำให้ทำการออกแบบอุปกรณ์ป้องกันความผิดพลาดในการตรวจสอบงานคุณภาพ (Poka-yoke) การใส่โบลท์เชื่อมจุด ของพนักงานตรวจสอบคุณภาพ ดังแสดงในรูปที่ 10



รูปที่ 10 แบบอุปกรณ์ป้องกันความผิดพลาดในการตรวจสอบ

จากรูปที่ 10 แสดงการออกแบบอุปกรณ์ป้องกันความผิดพลาดในการตรวจสอบของพนักงาน (Poka-yoke) ในขั้นตอนการตรวจสอบชิ้นส่วนแผ่นรองรับท่อน้ำมันเชื้อเพลิง ก่อนส่งงานให้กับลูกค้า จากนั้นนำเสนอผู้จัดการโรงงานเพื่อขออนุมัติจัดสร้างอุปกรณ์ต้นแบบและนำไปทำการทดลองใช้ในการปฏิบัติงาน

3.5 ดำเนินการปรับปรุงแก้ไข

จากการสรุปผลการกำหนดแนวทางการแก้ไข ผู้วิจัยดำเนินการปรับปรุงแก้ไข ดังรายละเอียดต่อไปนี้

3.5.1 จัดสร้างอุปกรณ์ช่วยป้องกันความผิดพลาดต้นแบบ

จากข้อมูลการวิเคราะห์และกำหนดแนวทางการแก้ไข ผู้วิจัยขอเปิดประชุมเพื่อระดมสมอง (Brainstorming) ทำความเข้าใจในขั้นตอนการแก้ไขและเพื่อกระจายข้อมูลด้านปัญหาคุณภาพให้ทุกฝ่ายรับทราบแนวทางในการแก้ไขให้เป็นไปในแนวทางเดียวกัน ดังแสดงในรูปที่ 11



รูปที่ 11 การประชุมทำความเข้าใจในขั้นตอนการแก้ไข

จากรูปที่ 11 หลังจากทำความเข้าใจในวิธีการแก้ไข ผู้วิจัยทำการจัดสร้างอุปกรณ์ป้องกันความผิดพลาดต้นแบบในขั้นตอนการใส่โบลท์ (Bolt) เพื่อทำการเชื่อมจุด (Spot welding) จากนั้นนำไปติดตั้งและทดลองใช้ในการผลิตสามารถเปรียบเทียบลักษณะการทำงาน ก่อนและหลังการปรับปรุงได้ ดังแสดงในรูปที่ 12



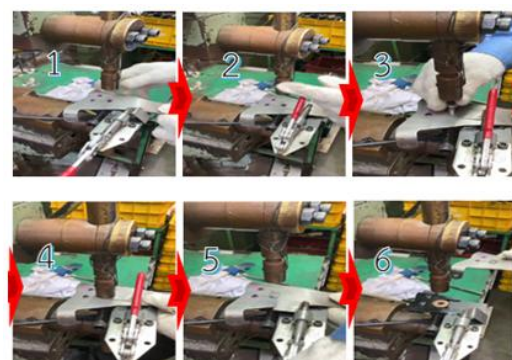
ก่อนการปรับปรุง



หลังการปรับปรุง

รูปที่ 12 เปรียบเทียบลักษณะการใส่โบลท์เชื่อมจุด ก่อนและหลังการปรับปรุง

จากรูปที่ 12 หลังจากติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันความผิดพลาดขั้นตอนการใส่โบลท์เชื่อมจุดเสร็จ ผู้วิจัยทำการทดสอบใช้ในการผลิต โดยมีขั้นตอนการปฏิบัติงาน ดังแสดงในรูปที่ 13



รูปที่ 13 ขั้นตอนการใส่โบลท์เชื่อมจุดของชิ้นส่วนแผ่นรองรับท่อน้ำมันเชื้อเพลิง

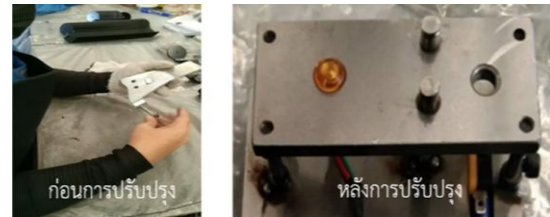
จากรูปที่ 13 แสดงขั้นตอนการใส่โบลท์เชื่อมจุดของชิ้นส่วนแผ่นรองรับท่อน้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งมีขั้นตอนทั้งหมด 6 ขั้นตอน ดังอธิบายได้ดังนี้

- 1) พนักงานหยิบชิ้นส่วนแผ่นรองรับท่อน้ำมันเชื้อเพลิงวางบนลงอุปกรณ์ป้องกันความผิดพลาด ในทิศทางที่กำหนด
- 2) ล็อคชิ้นส่วนแผ่นรองรับท่อน้ำมันเชื้อเพลิงวางกับอุปกรณ์ป้องกันความผิดพลาด ซึ่งขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนสำคัญหากพนักงานวางชิ้นส่วนแผ่นรองรับท่อน้ำมันเชื้อเพลิงผิดทางจะไม่สามารถล็อคชิ้นงานได้ต้องทำการวางใหม่ซึ่งขั้นตอนนี้จะเป็นตัวกำหนดความแม่นยำในการทำงานและป้องกันของเสีย
- 3) พนักงานหยิบโบลท์ใส่รูในตำแหน่งที่ตรงกับหัวเชื่อมจุด (Spot welding)
- 4) ใช้เท้าเหยียบให้หัวเชื่อมด้านบนกับด้านล่างชนกันเพื่อให้เกิดการเชื่อมแบบด้านทาน (Spot welding)
- 5) คลายล็อคชิ้นส่วนแผ่นรองรับท่อน้ำมันเชื้อเพลิงวางออกจากอุปกรณ์ป้องกันความผิดพลาด
- 6) หยิบชิ้นส่วนแผ่นรองรับท่อน้ำมันเชื้อเพลิงออกจากอุปกรณ์ป้องกันความผิดพลาด

3.5.2 จัดสร้างอุปกรณ์ช่วยตรวจสอบคุณภาพต้นแบบ

จากข้อมูลการวิเคราะห์และกำหนดแนวทางการแก้ไขจากปัญหามีของเสียหลุดการตรวจสอบไปถึงลูกค้า ผู้วิจัยแนะนำให้ทำการออกแบบอุปกรณ์ป้องกันความผิดพลาดในการตรวจสอบงาน (Poka-yoke) ของพนักงานตรวจสอบคุณภาพและจัดสร้างเป็นอุปกรณ์ต้นแบบจากนั้นนำไปติดตั้ง

และทดลองใช้ในการตรวจสอบคุณภาพชิ้นส่วนแผ่นรองรับท่อน้ำมันเชื้อเพลิง สามารถเปรียบเทียบลักษณะการทำงานก่อนและหลังการปรับปรุงได้ ดังแสดงในรูปที่ 14



รูปที่ 14 เปรียบเทียบอุปกรณ์ตรวจสอบ ก่อน-หลังปรับปรุง

จากรูปที่ 14 ก่อนการปรับปรุงการตรวจสอบเป็นไปตามเอกสารการปฏิบัติงานมาตรฐาน (Standard Operating Procedure: SOP) แต่มาตรฐานไม่ได้กำหนดให้ตรวจสอบตำแหน่งการเชื่อมต่อโบลท์ (bolt) ไว้จึงทำให้ตรวจสอบไม่พบปัญหา หลังจากติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันความผิดพลาดจากการตรวจสอบแผ่นรองรับท่อน้ำมันเชื้อเพลิงพนักงานสามารถตรวจสอบตามมาตรฐานการตรวจสอบและได้มีกำหนดหัวข้อการตรวจสอบตำแหน่งการประกอบโบลท์ ไว้ชัดเจน อีกทั้งอุปกรณ์ตรวจสอบเป็นการทำงานด้วยระบบเซ็นเซอร์กึ่งอัตโนมัติ (Semi-Automatic Positioning Sensor) ทำให้การตรวจสอบมีความแม่นยำ 100% โดยมีขั้นตอนการตรวจสอบ ดังแสดงในรูปที่ 15



รูปที่ 15 ขั้นตอนการตรวจสอบโบลท์เชื่อมจุดของชิ้นส่วนแผ่นรองรับท่อน้ำมันเชื้อเพลิง

จากรูปที่ 15 แสดงขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพโบลท์เชื่อมจุดของชิ้นส่วนแผ่นรองรับท่อน้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งมีขั้นตอนทั้งหมด 4 ขั้นตอน ดังอธิบายได้ดังนี้

- 1) พนักงานเปิดสวิตช์ (Switch) อุปกรณ์ทดสอบชิ้นส่วนแผ่นรองรับท่อน้ำมันเชื้อเพลิง
- 2) หยิบชิ้นส่วนแผ่นรองรับท่อน้ำมันเชื้อเพลิงวางบนอุปกรณ์ป้องกันความผิดพลาด
- 3) รอเซ็นเซอร์ตรวจจับจะมีสัญญาณไฟปรากฏ แสดงว่าชิ้นงานผ่านการตรวจสอบ หากไม่มีสัญญาณไฟ ถือว่าไม่ผ่านการตรวจสอบ

- 4) หยิบชิ้นงานออกจากอุปกรณ์ป้องกันความผิดพลาดวางใส่ภาชนะรองรับ

4. ผลการดำเนินงานวิจัย

จากการดำเนินการปรับปรุงแก้ไขในขั้นตอนการเชื่อมต่อและการตรวจสอบคุณภาพ ซึ่งพบว่าปัญหาการประกอบโบลท์ผิดตำแหน่งส่งผลให้เกิดของเสียหลุดรอดไปถึงมือลูกค้าด้วยการออกแบบและจัดสร้างอุปกรณ์ป้องกันความผิดพลาดในการทำงานของพนักงานและอุปกรณ์ตรวจสอบผลการดำเนินงานสรุปได้ดังนี้

4.1 ผลการปรับปรุงของเสียจากการใส่โบลท์เชื่อมต่อ หลังจากผู้วิจัยนำไปให้พนักงานทดสอบผลิตจริงและเก็บข้อมูลของเสียในกระบวนการ 60 ชิ้น ตรวจสอบคุณภาพ 100% ผลการทดสอบและเก็บข้อมูล ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การทดสอบอุปกรณ์ป้องกันความผิดพลาด

ชิ้น	ผล	ชิ้น	ผล	ชิ้น	ผล
	OK NG		OK NG		OK NG
1	OK	21	OK	41	OK
2	OK	22	OK	42	OK
3	OK	23	OK	43	OK
4	OK	24	OK	44	OK
5	OK	25	OK	45	OK
6	OK	26	OK	46	OK
7	OK	27	OK	47	OK
8	OK	28	OK	48	OK
9	OK	29	OK	49	OK
10	OK	30	OK	50	OK
11	OK	31	OK	51	OK
12	OK	32	OK	52	OK
13	OK	33	OK	53	OK
14	OK	34	OK	54	OK
15	OK	35	OK	55	OK
16	OK	36	OK	56	OK
17	OK	37	OK	57	OK
18	OK	38	OK	58	OK
19	OK	39	OK	59	OK
20	OK	40	OK	60	OK

จากตารางที่ 3 ผลการทดสอบการใส่โบลท์เชื่อมต่อของ ชิ้นส่วนแผ่นรองรับท่อน้ำมันเชื้อเพลิงด้วยการใช้อุปกรณ์ ป้องกันความผิดพลาดในการทำงานของพนักงาน จำนวน 60 ชิ้น ไม่ปรากฏของเสียในกระบวนการ ผู้วิจัยร่วมกับพนักงาน และวิศวกรผู้รับผิดชอบ จัดทำเอกสารการปฏิบัติงาน มาตรฐาน (Standard Operating Procedure: SOP) ใหม่ ให้กับพนักงาน โดยมีการเพิ่มหัวข้อระบุตำแหน่งการเชื่อม จุดโบลท์ (Spot bolt)

4.2 ผลการปรับปรุงของเสียที่หลุดไปถึงลูกค้าจากการ ตรวจสอบคุณภาพ หลังจากผู้วิจัยนำไปให้พนักงานทดสอบ ผลิตจริงและเก็บข้อมูลของเสียในกระบวนการ 60 ชิ้น ตรวจสอบคุณภาพ 100% ผลการทดสอบและเก็บข้อมูล ดัง แสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การทดสอบอุปกรณ์ตรวจสอบคุณภาพ

ชิ้น	ผล	ชิ้น	ผล	ชิ้น	ผล
	OK NG		OK NG		OK NG
1	OK	21	OK	41	OK
2	OK	22	OK	42	OK
3	OK	23	OK	43	OK

4	OK	24	OK	44	OK
5	OK	25	OK	45	OK
6	OK	26	OK	46	OK
7	OK	27	OK	47	OK
8	OK	28	OK	48	OK
9	OK	29	OK	49	OK
10	OK	30	OK	50	OK
11	OK	31	OK	51	OK
12	OK	32	OK	52	OK
13	OK	33	OK	53	OK
14	OK	34	OK	54	OK
15	OK	35	OK	55	OK
16	OK	36	OK	56	OK
17	OK	37	OK	57	OK
18	OK	38	OK	58	OK
19	OK	39	OK	59	OK
20	OK	40	OK	60	OK

จากตารางที่ 4 ผลการตรวจสอบชิ้นส่วนแผ่นรองรับท่อ น้ำมันเชื้อเพลิงหลังการใส่โบลท์เชื่อมต่อด้วยการใช้อุปกรณ์ ป้องกันความผิดพลาดในการทำงาน จำนวน 60 ชิ้น ไม่ ปรากฏของเสียในกระบวนการ ผู้วิจัยร่วมกับพนักงาน และ วิศวกรผู้รับผิดชอบ จัดทำเอกสารการปฏิบัติงานมาตรฐาน (Standard Operating Procedure: SOP) ให้กับพนักงาน โดยมีการเพิ่มหัวข้อระบุตำแหน่งการตรวจสอบจุดเชื่อม โบลท์ ซึ่งคล้ายงานวิจัยของ (Lazarevic,M.,Mandic,J.,& Sremcevic,N.) ประยุกต์ใช้แนวคิด Poka-Yoke ในการผลิต ชิ้นส่วนยานยนต์เพื่อลดข้อผิดพลาดในการผลิตผ่านการ ออกแบบอุปกรณ์ป้องกันความผิดพลาดอัตโนมัติ เช่น เซ็นเซอร์ตรวจจับตำแหน่ง ชิ้นส่วนและระบบเตือน ข้อผิดพลาด ทำให้สามารถลดข้อผิดพลาดที่เกิดจากมนุษย์ ลงได้ถึง 60% ผลลัพธ์ที่ได้คือการลดของเสีย (Defect) อย่าง มีนัยสำคัญ พร้อมทั้งเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยลดเวลาที่ ใช้ในการแก้ไขปัญหาและทำให้การผลิตต่อเนื่องมากขึ้น ส่งผลให้กระบวนการผลิตมีความแม่นยำและคุณภาพสูงขึ้น ตามมาตรฐานอุตสาหกรรม

5. อภิปรายผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาและวิเคราะห์แนวทางการปรับปรุง กระบวนการผลิตชิ้นส่วนแผ่นรองรับท่อน้ำมันเชื้อเพลิง โดย เน้นการลดปริมาณของเสียและป้องกันไม่ให้งานที่มี ข้อบกพร่องหลุดรอดไปถึงลูกค้า ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อ ความน่าเชื่อถือและคุณภาพของผลิตภัณฑ์ งานวิจัยนี้ได้ใช้ หลักการ 3 Gen (GENBA, GENJITSU, GENBUTSU) ในการ วิเคราะห์สาเหตุของข้อผิดพลาด พร้อมทั้งใช้เทคนิคการตั้ง คำถาม Why-Why Analysis และ 5W1H เพื่อระบุแนว

ทางแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น ผลการวิจัยพบว่าสาเหตุหลักของข้อผิดพลาดเกิดจากการขาดอุปกรณ์ช่วยป้องกันความผิดพลาด (Poka-yoke) ในขั้นตอนการประกอบและตรวจสอบตำแหน่งโบลท์ (Bolt) ทำให้เกิดข้อผิดพลาดในการประกอบผิดตำแหน่งและการตรวจสอบไม่พบของเสียอย่างครบถ้วน เพื่อแก้ไขปัญหานี้ ผู้วิจัยได้ออกแบบและติดตั้งอุปกรณ์ Poka-yoke สำหรับควบคุมตำแหน่งโบลท์ในขั้นตอนการเชื่อมจุด (Spot Welding) และใช้เซ็นเซอร์กึ่งอัตโนมัติ (Semi-Automatic Positioning Sensor) ในการตรวจสอบตำแหน่งโบลท์ในขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพ ซึ่งส่งผลให้สามารถลดข้อผิดพลาดได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถทำการเปรียบเทียบผลการดำเนินงานก่อนและหลังการปรับปรุง ได้ดังรายละเอียดต่อไปนี้

5.1.1 ปริมาณของเสีย

ก่อนการปรับปรุง: พบข้อผิดพลาดในการประกอบโบลท์ผิดตำแหน่งจำนวน 12 ชิ้น จากการผลิต 227,057 ชิ้น คิดเป็น 52.85 PPM (Parts Per Million) เกินมาตรฐาน Defect outflow ที่ตกลงไว้กับลูกค้า (10 PPM)

หลังการปรับปรุง: หลังจากติดตั้งอุปกรณ์ Poka-yoke และเซ็นเซอร์กึ่งอัตโนมัติ พบว่าจากการตรวจสอบชิ้นงานจำนวน 100 ชิ้น ไม่มีข้อผิดพลาดใด ๆ เกิดขึ้นคิดเป็น 0 PPM ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้อย่างมาก

5.1.2 ประสิทธิภาพการตรวจสอบคุณภาพ

ก่อนการปรับปรุง: พนักงานตรวจสอบด้วยสายตาซึ่งมีข้อจำกัดในเรื่องความแม่นยำและความล่าช้าของพนักงานการตรวจสอบไม่สามารถครอบคลุมตำแหน่งโบลท์ได้อย่างสมบูรณ์

สรุปได้ว่างานวิจัยมีความโดดเด่นในด้านการออกแบบอุปกรณ์ป้องกันความผิดพลาด Poka-Yoke ที่สามารถเพิ่มความแม่นยำในการตรวจจับข้อผิดพลาดจาก 85% เป็น 100% และลดของเสียเป็น 0 PPM ขณะที่งานวิจัยอื่น เช่น ของ Lazarevic et al. และ Purba et al. แม้จะใช้เซ็นเซอร์และระบบแจ้งเตือนเช่นกัน แต่ผลการลดข้อผิดพลาดอยู่ที่ประมาณ 40-60% เท่านั้น แสดงให้เห็นว่าแนวทางของงานวิจัยนี้มีประสิทธิภาพสูงกว่าในด้านความแม่นยำและผลลัพธ์ที่ชัดเจน นอกจากนี้ยังมีการปรับปรุงมาตรฐานการปฏิบัติงาน (SOP) และฝึกอบรมพนักงานควบคู่ไปกับการใช้เทคโนโลยี ซึ่งต่างจากงานอื่นที่มุ่งเน้นเพียงการพัฒนาอุปกรณ์เพียงอย่างเดียว โดยรวมถือว่างานวิจัยของผู้เขียนให้ผลลัพธ์ที่เป็นรูปธรรมและครอบคลุมมากกว่า

5.2 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยนี้

5.2.1 ควรพิจารณาการนำระบบตรวจสอบอัตโนมัติเต็มรูปแบบมาใช้เพิ่มเติมในกระบวนการผลิต เพื่อลดการพึ่งพาการตรวจสอบโดยมนุษย์ (Manual Inspection) ซึ่งอาจมี

ข้อจำกัดด้านความสม่ำเสมอและความเหนื่อยล้าจากการทำงานในระยะเวลานาน ระบบตรวจสอบอัตโนมัติสามารถช่วยเพิ่มความแม่นยำในการตรวจสอบและลดโอกาสเกิดข้อผิดพลาดได้มากขึ้น

5.2.2 ควรมีการจัดฝึกอบรมและอบรมซ้ำ (Training and Retraining) ให้แก่พนักงานอย่างสม่ำเสมอเกี่ยวกับวิธีการใช้งานอุปกรณ์ Poka-yoke และเซ็นเซอร์กึ่งอัตโนมัติ เพื่อให้พนักงานมีความเข้าใจในกระบวนการผลิตอย่างถ่องแท้และสามารถปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้อง รวมถึงการสร้างความรู้ความเข้าใจถึงความสำคัญของคุณภาพสินค้าในการรักษาความสัมพันธ์กับลูกค้า

5.3 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต

5.3.1 ควรศึกษาแนวทางการนำระบบตรวจสอบอัตโนมัติเต็มรูปแบบ (Fully Automated Inspection System) มาทดลองใช้ควบคู่กับ Poka-yoke และเซ็นเซอร์กึ่งอัตโนมัติที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการตรวจจับข้อผิดพลาดในกระบวนการผลิตแบบ 100% และศึกษาว่าอุปกรณ์ชนิดใดเหมาะสมที่สุดสำหรับสายการผลิตเฉพาะด้าน เช่น การใช้ Vision Inspection System ที่สามารถตรวจสอบตำแหน่งการประกอบด้วยกล้องความละเอียดสูง

5.3.2 ควรมีการศึกษานำเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (AI) และการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) มาช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลข้อผิดพลาดในกระบวนการผลิต โดย AI สามารถใช้วิเคราะห์แนวโน้มการเกิดของเสียและช่วยแจ้งเตือนเมื่อพบความผิดปกติในการผลิตได้อย่างแม่นยำ ทำให้สามารถลดข้อผิดพลาดก่อนที่จะเกิดขึ้นจริงได้

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏราชชนครินทร์ และสถาบันวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยราชภัฏราชชนครินทร์ ที่ได้ให้โอกาสและสนับสนุนในการดำเนินงานวิจัยภายใต้โครงการวิจัยเพื่อการพัฒนาเชิงพื้นที่ (FRMU) ประจำปีงบประมาณ 2567 ในครั้งนี้ ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏราชชนครินทร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง นางสาวสุทธิดา การะเวก นางสาวศรินยา ประทีปชนะชัย และนายธนธัช มั่นมงคล ซึ่งเป็นผู้ร่วมวิจัย ที่ได้ให้ความร่วมมือและคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ตลอดการดำเนินโครงการวิจัยนี้ ขอขอบพระคุณประธานกรรมการผู้จัดการและพนักงาน บริษัท โปรเกรสพาร์ท แอนด์ ได จำกัด ที่ได้เอื้อเฟื้อสถานที่และให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลตลอดระยะเวลาการดำเนินงานวิจัย รวมถึงบุคลากรของบริษัทที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลที่สำคัญในการวิจัยครั้งนี้

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] L. Roca-Ramos, P. Vargas-Zamalloa, E. Carvallo-Munar, R. Salas-Castro, and L. Cardenas-Rengifo, "Poka-Yoke model for controlling unit entering and fall reduction in the transportation of toilets," in *Proc. 11th Int. Conf. Intelligent Human Computer Interaction (IHCI 2019)*, N. Jain, N. Tiwari, and A. Joshi, Eds. Lecture Notes in Computer Science, Allahabad, India, December.12-14, 2019, pp. 423-431.
- [2] J. Prokopenko, *Productivity Management: A Practical Handbook*. Geneva: International Labour Office, 1987.
- [3] R. Berndt, "Decision Diagrams for the Verification of Consistency in Automotive Product Data," Ph.D.dissertation,Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Universitätsbibliothek Erlangen-Nürnberg, 2016.
- [4] M. Imai, *Kaizen: The Key to Japan's Competitive Success*. New York: McGraw-Hill Education, 1986.
- [5] J. P. Womack and D. T. Jones, *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. New York: Simon & Schuster, 1996.
- [6] D. Maryadi, A. Azrin, and S. Suhendra, "Improving manufacturing productivity using lean management techniques: A case study approach," *J. Ind. Eng. Manag.*, vol. 17, no. 2, pp. 123-134, 2024.
- [7] J. K. Liker, *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. New York: McGraw-Hill Education, 2004.
- [8] A. Apriani, "Production Efficiency Improvement in Furniture Industry Using 5W1H Technique," Master's thesis, Universitas Mercu Buana, Jakarta, 2024.
- [9] K. Yamamoto, M. Milstead, and R. Lloyd, "A review of the development of lean manufacturing and related lean practices: The case of Toyota production system and managerial thinking," *Int. Manag. Rev.*, vol. 15, no. 2, pp. 21-40, Jan.2019.
- [10] H. Kelendar, "Lean thinking from Toyota manufacturing to the healthcare sector," *Res. Med. Eng. Sci.*, vol. 8, no. 5, pp. 913-926, Apr.2020.
- [11] M. Lazarevic, J. Mandic, and N. Sremcev, "A systematic literature review of Poka-Yoke and novel approach to theoretical aspects," *Stroj. vestn. – J. Mech. Eng.*, vol. 65, no. 7-8, pp. 454-467, July.2019.
- [12] H. H. Purba, F. A. Tosa, and Y. Santoso, "Using Poka-Yoke method for detection defect product in assembly component automotive," *J. Ind. Eng. Manag.*, vol. 12, no. 3, pp. 456-467, 2019.
- [13] R. F. Prabowo and S. Aisyah, "Poka-Yoke method implementation in industries: A systematic literature review," *Indones. J. Ind. Eng. Manag.*, vol. 1, no. 1, pp. 12-24, Feb.2020.
- [14] D. Bubber, G. Babber, and R. K. Jain, "Implementing lean tool: Poka-Yoke in tractor component manufacturing industry," *Int. J. Sci. Tech. Dev.*, vol. 8, no. 2, pp. 46-55, Dec.2022.