

Usulan Perbaikan Kualitas Produk Cacat pada Mesin SSW Menggunakan Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

Wahyudin*, Dene Herwanto, Fransisca Debora, Oki Julianto, Muhammad Rizal Rifa'i
Teknik Industri, Universitas Singaperbangsa Karawang; email: wahyudin@ft.unsika.ac.id,
dene.herwanto@ft.unsika.ac.id, fransisca.debora@ft.unsika.ac.id,
oki.julianto@staff.unsika.ac.id, rizalrifai74@gmail.com

* Corresponding author

Abstrak

Industri manufaktur haruslah memiliki upaya meningkatkan produktivitasnya untuk dapat bersaing dengan pada kompetitorinya. Salah satu upaya meningkatkan produktivitas ini dilakukan dengan menerapkan pengendalian kualitas pada pelaksanaan produksi pada perusahaan. Berdasarkan data produksi pada salah satu perusahaan manufaktur yang bergerak pada bidang otomotif di daerah Karawang, dihasilkan produk cacat dari salah satu mesinnya yaitu mesin SSW sebanyak 51 kasus yang menghasilkan total 227 produk cacat. Jenis cacat dominan yang dihasilkan oleh mesin SSW, yaitu nut shifted, missing nut, dan wrong spec nut. Berdasarkan adanya permasalahan tersebut dibutuhkan upaya pengendalian kualitas pada produk dengan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Metode FMEA merupakan metode yang digunakan untuk mengetahui potensi kegagalan dan pengaruhnya terhadap kinerja suatu sistem melalui nilai RPN. Nilai RPN dan penyebab kegagalan pada jenis cacat nut shifted sebesar 126 dengan penyebab kegagalan pemasangan nut masih manual, pada jenis cacat missing nut sebesar 98 dengan penyebab kegagalan penempatan nut manual, dan jenis cacat wrong spec nut sebesar 98 dengan penyebab kegagalan perakitan nut manual. Sehingga usulan perbaikan ini dapat direkomendasikan menjadi perbaikan pada mesin SSW diantaranya: 1) melakukan pengadaan alat bantu penunjang menjadi semi otomasi, 2) membuat SOP (Standart Operation Proccesdur), dan 3) memberikan penerangan yang cukup pada area mesin SSW.

Kata Kunci: Cacat; Mesin SSW; Nut Feeder; FMEA; RPN

Abstract

[Title: Proposal to Improve Defective Product Quality on SSW Machine Using Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) Method] The manufacturing industry must have efforts to increase its productivity to be able to compete with its competitors. One of the efforts to increase productivity is carried out by implementing quality control in the implementation of production at the company. Based on production data at one of the manufacturing companies engaged in the automotive sector in the Karawang area, 51 cases of defective products were produced from one of its machines, namely the SSW engine which resulted in a total of 227 defective products. The dominant types of defects produced by the SSW machine are shifted nuts, missing nuts, and wrong spec nuts. Based on these problems, efforts to control product quality are needed using the *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) method. The FMEA method is a method used to determine the potential for failure and its effect on the performance of a system through the RPN value. The RPN value and the cause of failure for the type of nut shifted defect is 126 with the cause of failure of installing the nut still manually, for the type of defect missing nut of 98 with the cause of failure of manual nut placement, and the type of defect of wrong spec nut of 98 with the cause of failure of manual nut assembly. So that this proposed improvement can be recommended as an improvement on the SSW machine including: 1) procuring supporting tools to become semi-automated, 2) making SOP (Standard Operation Procedures), and 3) providing sufficient lighting in the SSW machine area.

Keywords: Defect; Mesin SSW; Nut Feeder; FMEA; RPN

Kelompok BoK yang bersesuaian dengan artikel: *Quality & Reliability Engineering*

Saran format untuk mensitasi artikel ini:

Wahyudin, Herwanto, D., Debora, F., Julianto, O., dan Rifa'i, M.R. (2023). Usulan Perbaikan Kualitas Produk Cacat pada Mesin SSW Menggunakan Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). *Prosiding Seminar Nasional Teknik Industri (SENASTI) 2023*, 196-204.

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi yang semakin maju memberikan pengaruh bagi perekonomian, sehingga para pebisnis semakin berusaha untuk terus melakukan perbaikan berkelanjutan (*continuous improvement*) dengan melakukan perbaikan kualitas (Isniah et al., 2020). Perbaikan kualitas dapat mempengaruhi meningkatnya produktivitas pada perusahaan (Safira & Damayanti, 2022). Oleh karena itu perusahaan akan semakin berusaha untuk menyelesaikan permasalahan pada produk agar standar, dan sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan.

Salah satu perusahaan yang bergerak di bidang industri manufaktur yang diinisialkan PT XYZ dapat memproduksi komponen seperti *sparepart*, *bodypart*, dan *chassis* untuk kendaraan roda 4 (empat). Pada proses produksinya PT XYZ menggunakan 2 (dua) mesin diantaranya *Stationary Spot Welding* (SSW) dan *Portable Spot Welding* (PSW). Pada proses produksinya mesin SSW masih menggunakan tenaga manusia, sedangkan mesin PSW telah menggunakan robot untuk menjalankan proses produksinya (Wijaya et al., 2020). Pada tahun 2022 pelaksanaan proses produksi pada setiap mesin menghasilkan beberapa kendala, dimana pada mesin SSW terdapat 51 kendala, dan pada mesin PSW terdapat 44 kendala seperti yang ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Pareto Jumlah Kendala pada Mesin SSW dan PSW Tahun 2022

Berdasarkan data tersebut kendala terbesar ada pada mesin SSW yaitu sebesar 54% dibandingkan pada mesin PSW sebesar 46%. Kendala pada mesin SSW ini menghasilkan produk cacat dengan total 168 produk yang terdiri dari jenis cacat *nut shifted*, *missing nut*, dan *wrong spec nut* dengan rincian seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi Jumlah Cacat Berdasarkan Jenis Cacat

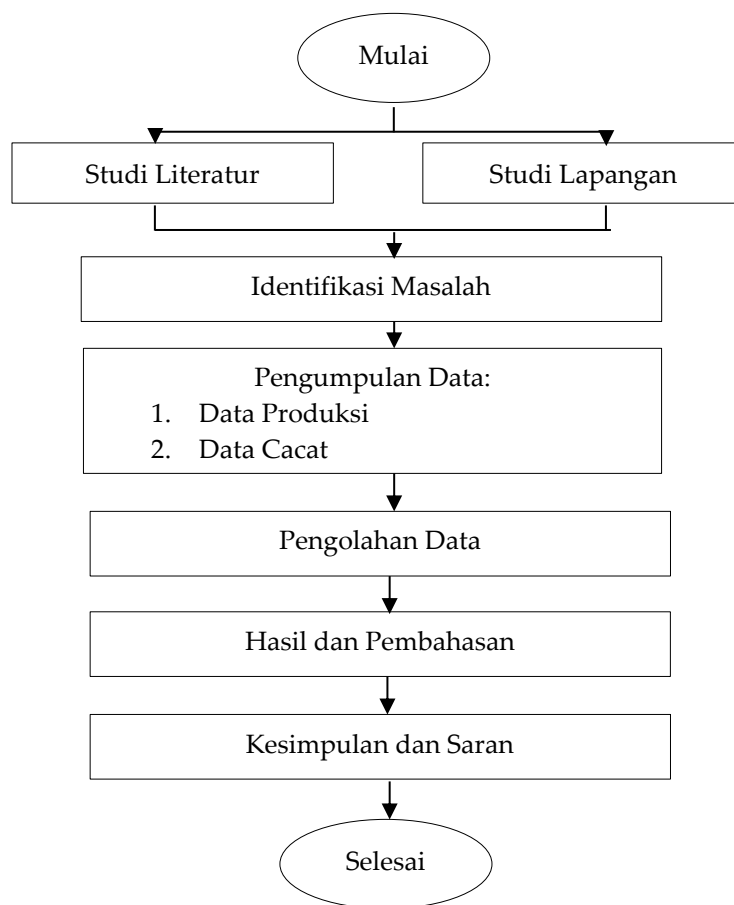
| Jenis Cacat | Jumlah Produk Cacat |
|-----------------------|---------------------|
| <i>Nut Shifted</i> | 155 |
| <i>Missing Nut</i> | 11 |
| <i>Wrong Spec Nut</i> | 2 |
| Jumlah | 168 |

Dari data rekapitulasi jumlah cacat yang dihasilkan pada produksi dengan mesin SSW, maka perlu dilakukan pengendalian kualitas pada produk. Perlunya dilakukan peninjauan proses produksi pada mesin SSW dapat memberikan informasi terkait penyebab terjadinya cacat pada produk. Pada penelitian-penelitian terdahulu terdapat metode yang efektif digunakan untuk mengetahui penyebab cacat produk yaitu dengan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Metode FMEA telah berhasil digunakan sebagai metode yang dapat mengidentifikasi kegagalan, mengevaluasi efek kegagalan dan memprioritaskan kegagalan berdasarkan efek yang dihasilkan untuk mendeteksi adanya gejala supaya mengetahui akar penyebab suatu masalah (Safira & Damayanti, 2022) (Solihudin et al., 2023) (Novianti & Rochmoeljati, 2023) (Risalahudin & Rukmi, 2021). Metode FMEA yang digunakan menghasilkan *Risk Priority Number* (RPN) berhasil mendeteksi peringkat hasil kegagalan dari cacat kain, nilai RPN yang tertinggi menjadi prioritas dalam perbaikan kecacatan produk (Risalahudin & Rukmi, 2021). Pada penelitian menggunakan FMEA pada produk Edamame juga telah berhasil dibuktikan tingkat kegagalan prioritas yang perlu diperbaiki berdasarkan nilai RPN akibat terjadi kurangnya sanitasi pada edamame tersebut (Novianti & Rochmoeljati, 2023). Perusahaan yang memproduksi kain ban di daerah Tangerang juga sudah mengaplikasikan FMEA pada proses produksinya sehingga dapat menurunkan jumlah *defect* sebesar 25%. Sehingga dari penelitian terdahulu yang sudah berhasil mengimplementasi metode FMEA untuk menemukan penyebab dari kegagalan dan menghasilkan nilai RPN untuk menemukan prioritas penyebabnya, maka penelitian ini juga menggunakan metode FMEA untuk menemukan, dan merekomendasikan usulan perbaikan kualitas produk cacat pada mesin SSW.

2. Metode

Metode ataupun kerangka pemikiran yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode pengendalian kualitas dengan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) seperti yang ditampilkan pada Gambar 2. Keberhasilan FMEA dapat menemukan, mengidentifikasi, dan mengeliminasi potensi kegagalan, masalah, atau *error*, yang terjadi sebelum sampai pada konsumen (Suliantoro et al., 2018).

Pengolahan data dengan metode FMEA dilaksanakan pada penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan, sehingga diperlukan pemahaman lebih jelas terkait metode tersebut sebagai berikut:



Gambar 2. Alur Penelitian

2.1. *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) merupakan teknik yang digunakan untuk menemukan, mengidentifikasi dan mengeliminasi potensi dari kegagalan yang ada pada produk baik yang terjadi pada sistem, desain, dan proses sebelum sampai pada konsumen (Stamatis, 1995). Kegagalan yang ditemukan dapat menggambarkan dampak yang terjadi dari kegagalan tersebut (Wicaksono & Yuamita, 2022). Penentuan risiko terbesar dengan metode FMEA dinyatakan dengan nilai *Risk Priority Number (RPN)* (Fuadiya & Widjajati, 2022). RPN merupakan perhitungan perkalian bobot dari tiga kategori yaitu *severity* (tingkat keparahan), *occurrence* (tingkat frekuensi kegagalan), dan *detection* (tingkat deteksi kegagalan) berdasarkan kondisi yang ada (Mawarni & Moesriati, 2020).

2.2. *Risk Priority Number (RPN)*

Risk Priority Number (RPN) merupakan suatu indikator yang menentukan tindakan korektif secara tepat pada suatu mode kegagalan dengan skala prioritas perbaikan. (Safira & Damayanti, 2022). Skala prioritas tersebut ditentukan berdasarkan peringkat (*ranking*) yang ditentukan dalam tiga tahapan diantaranya:

1. *Severity (Tingkat Keparahan)*

Severity (tingkat keparahan) digunakan untuk mengidentifikasi kegagalan potensial dan efeknya (Safira & Damayanti, 2022). Semakin besar nilai *severity* maka akan semakin

besar dampak yang ditimbulkan dari suatu kegagalan yang akan mempengaruhi *output* proses (Suliantoro et al., 2018). Penentuan peringkat (*ranking*) dari *severity* ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Peringkat (*Ranking*) *Severity*

| Rating | Kriteria | Kriteria |
|--------|------------------|--|
| 1 | Tidak Ada | Bentuk kegagalan tidak ada efek terhadap produk |
| 2 | Sangat Minor | Bentuk kegagalan memiliki efek yang sangat kecil terhadap produk, akan tetapi efek tersebut tidak mudah terlihat |
| 3 | Minor | Bentuk kegagalan memiliki efek yang kecil, akan tetapi dapat di- <i>rework</i> Kembali dan masih dapat diterima |
| 4 | Sangat Rendah | Bentuk kegagalan sangat rendah, produk perlu di- <i>rework</i> sedikit |
| 5 | Rendah | Bentuk kegagalan rendah, dan produk dapat di- <i>rework</i> |
| 6 | Sedang | Bentuk kegagalan sedang, produk perlu di- <i>rework</i> |
| 7 | Tinggi | Bentuk kegagalan tinggi, mengakibatkan produk perlu perbaikan besar |
| 8 | Sangat Tinggi | Bentuk kegagalan sangat tinggi, mengakibatkan produk perlu perbaikan sangat besar |
| 9 | Berbahaya | Bentuk kegagalan berbahaya, mengakibatkan produk tidak dapat di- <i>rework</i> |
| 10 | Sangat Berbahaya | Bentuk kegagalan sangat berbahaya, mengakibatkan produk sangat tidak bisa di- <i>rework</i> |

(Risalahudin & Rukmi, 2021)

2. Occurrence (Tingkat Frekuensi Kegagalan)

Occurrence (tingkat frekuensi kegagalan) mengidentifikasi penyebab kegagalan potensial untuk melihat tingkat kejadian kegagalan terjadi (Rakesh et al., 2013). Semakin besar nilai *occurrence*, maka semakin tinggi peluang terjadinya kegagalan suatu proses. Penentuan nilai peringkat (*ranking*) pada *occurrence* ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Peringkat (*Ranking*) *Occurrence*

| Rating | Kriteria | Berdasarkan Frekuensi Kejadian |
|--------|--------------------------|----------------------------------|
| 1 | Peluang Kecil | $Cpk > 1.67$ |
| 2-5 | Kemungkinan Kecil | $Cpk > 1.33$ |
| 6-7 | Kemungkinan Sedang | $Cpk > 1.00$ |
| 8-9 | Kemungkinan Besar | Proses keluar dari batas control |
| 10 | Kemungkinan Sangat Besar | Kegagalan tidak terhindarkan |

(Suherman & Cahyana, 2019)

3. Detection (Tingkat Deteksi Kegagalan)

Detection (tingkat deteksi kegagalan) merupakan bagian pengendalian yang dilakukan dengan tingkat keandalan mendeteksi suatu kegagalan dalam suatu proses (Puspitasari et al., 2017). Semakin besar nilai *detection*, maka semakin rendah tingkat keandalan mendeteksi suatu kegagalan dalam suatu proses. Penentuan nilai peringkat (*ranking*) pada *detection* ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Peringkat (*Rangking*) *Detection*

| Rating | Kriteria | Kriteria |
|--------|---------------|------------------------------------|
| 1 | Sangat Tinggi | Keandalan deteksi hampir 100% |
| 2-5 | Tinggi | Keandalan deteksi lebih dari 99.8% |
| 6-8 | Sedang | Keandalan deteksi hingga 90% |
| 9 | Rendah | Keandalan deteksi lebih dari 90% |
| 10 | Sangat rendah | Keandalan deteksi kurang dari 90% |

(Suherman & Cahyana, 2019)

Setelah menentukan ketiga variabel FMEA, maka selanjutnya adalah menghitung *Risk Priority Number* (RPN). Menurut Ghivaris dkk. (2015) RPN merupakan produk matematis dari *severity*, *occurrence*, dan *detection* dengan menggunakan persamaan berikut ini (Fuadiya & Widjajati, 2022):

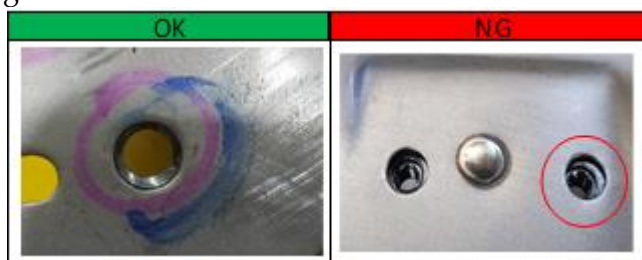
$$RPN = Severity \times Occurance \times Detection \quad (1)$$

Setelah mendapatkan nilai RPN dari setiap penyebab kegagalan, maka dilakukan pengurutan nilai RPN dari terendah hingga tertinggi. Nilai RPN yang tertinggi dapat digunakan menjadi fokus analisa usulan perbaikan (Risalahudin & Rukmi, 2021).

3. Hasil dan Pembahasan

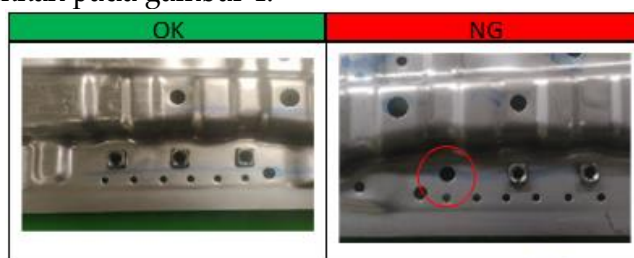
Analisis FMEA dilakukan untuk menjadi penyebab cacat, dengan mengetahui prioritas urutan perbaikan yang dapat dilakukan melalui nilai RPN yang didapatkan. Mesin SSW menghasilkan total 168 produk dari 3 (tiga) jenis cacat yaitu *nut shifted*, *missing nut*, dan *wrong spec nut* dengan rincian seperti pada Tabel 1. Jenis dan gambar dari cacat tersebut diantaranya:

1. *Nut shifted*, merupakan keadaan ketika *nut* yang terpasang kurang tepat penempatannya yang disebabkan *nut* bergeser dari *hole*, sehingga pemasangan komponen pada proses selanjutnya akan seret atau bahkan tidak bisa masuk. Tampilan cacat *nut shifted* ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Contoh produk cacat *nut shifted*

2. *Missing Nut*, merupakan kondisi ketika *nut* tidak terpasang pada *part*, hal ini juga dapat membuat komponen pada proses selanjutnya tidak dapat terpasang. Tampilan cacat *missing nut* ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4. Contoh produk cacat *missing nut*

3. *Wrong Spec Nut*, merupakan kondisi ketika nut yang terpasang salah spesifikasi, hal ini membuat komponen pada proses selanjutnya tidak dapat terpasang. Tampilan cacat *wrong spec nut* ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar 5. Contoh produk cacat *wrong spec nut*

Proses wawancara dilakukan kepada ahli yang mengerjakan produk tersebut dengan proses pemberian nilai RPN untuk semua jenis cacat pada produk SSW yaitu *nut shifted*, *missing nut*, dan *wrong spec nut* yang ditampilkan pada Tabel 5, Tabel 6, dan Tabel 7 secara berurutan.

Tabel 5. Nilai RPN pada Jenis Cacat *Nut Shifted*

| Penyebab Kegagalan | Severity | Occurance | Detection | RPN |
|---------------------------------------|----------|-----------|-----------|------------|
| Operator Tidak Melakukan Cek Ulir | 6 | 3 | 5 | 90 |
| Operator Salah Set Up Mesin | 6 | 2 | 5 | 60 |
| Diameter Hole Tidak Sesuai | 6 | 3 | 5 | 90 |
| Pemasangan Nut Masih Manual | 6 | 3 | 7 | 126 |
| Lower Pin Sudah Aus | 5 | 3 | 5 | 75 |
| Area Sekitar Gelap Ketika Shift Malam | 5 | 3 | 5 | 75 |

Tabel 6. Nilai RPN pada Jenis Cacat *Missing Nut*

| Penyebab Kegagalan | Severity | Occurance | Detection | RPN |
|---|----------|-----------|-----------|-----------|
| Operator Tidak Melakukan Cek Setelah Proses | 7 | 2 | 5 | 70 |
| Penempatan nut manual | 7 | 2 | 7 | 98 |
| Tidak Ada Pendeteksi Nut | 7 | 2 | 5 | 70 |
| Cahaya di area sekitar redup ketika shift malam | 5 | 3 | 5 | 75 |

Tabel 7. Nilai RPN pada Jenis Cacat *Wrong Spec Nut*

| Penyebab Kegagalan | Severity | Occurance | Detection | RPN |
|-------------------------------------|----------|-----------|-----------|-----------|
| Operator Tidak Teliti | 7 | 2 | 5 | 70 |
| Perakitan Nut Manual | 7 | 2 | 7 | 98 |
| Tidak Ada Pendeteksi Jenis Nut | 7 | 2 | 5 | 70 |
| Penerangan Redup Ketika Shift Malam | 5 | 3 | 5 | 75 |

Berdasarkan hasil analisa pada penyebab kegagalan yang didapatkan pada jenis cacat dari hasil produk mesin SSW, terdapat nilai RPN tertinggi pada jenis cacat *nut shifted* sebesar 126 dengan penyebab kegagalan pemasangan *nut* masih manual, pada jenis cacat *missing nut* sebesar 98 dengan penyebab kegagalan penempatan *nut* manual, dan jenis cacat *wrong spec nut* sebesar 98 dengan penyebab kegagalan perakitan *nut* manual.

Penyebab kegagalan prioritas tersebut dapat dijadikan acuan untuk memberikan usulan rekomendasi perbaikan seperti; 1) melakukan pengadaan alat bantu penunjang agar mempermudah proses proses manual menjadi semi otomasi, 2) melakukan pengendalian proses kerja dengan pembuatan SOP (*Standart Operation Procsedur*), dan 3) memberikan penerangan yang cukup pada area mesin SSW dikarenakan lokasi saat ini tidak memiliki pencahayaan yang cukup.

4. Kesimpulan

Dari pengolahan dan analisa data yang telah dilakukan ditemukan nilai RPN tertinggi dari 3 (tiga) jenis cacat yang dihasilkan oleh mesin SSW diantaranya *nut shifted*, *missing nut*, dan *wrong spec nut*. Nilai RPN dan penyebab kegagalan pada jenis cacat *nut shifted* sebesar 126 dengan penyebab kegagalan pemasangan *nut* masih manual, pada jenis cacat *missing nut* sebesar 98 dengan penyebab kegagalan penempatan *nut* manual, dan jenis cacat *wrong spec nut* sebesar 98 dengan penyebab kegagalan perakitan *nut* manual. Sehingga pada penelitian ini peneliti bersama dengan pihak perusahaan PT XYZ menyepakati tindakan rekomendasi usulan perbaikan yaitu diantaranya: 1) melakukan pengadaan alat bantu penunjang agar mempermudah proses proses manual menjadi semi otomasi, 2) melakukan pengendalian proses kerja dengan pembuatan SOP (*Standart Operation Procsedur*), dan 3) memberikan penerangan yang cukup pada area mesin SSW dikarenakan lokasi saat ini tidak memiliki pencahayaan yang cukup.

Daftar Pustaka

- Fuadiya, S. L., & Widjajati, E. P. (2022). Analysis of Sag Mill Machine Performance Using Overall Equipment Effectiveness (OEE) and Failure Model and Effects Analysis (FMEA) Method. *International Journal of Industrial Optimization*, 3(2), 141–153. <https://doi.org/10.12928/ijio.v3i2.6701>
- Isniah, S., Purba, H. H., & Debora, F. (2020). Plan do check action (PDCA) method: literature review and research issues. *Jurnal Sistem Dan Manajemen Industri*, 4(1), 72–81. <https://doi.org/https://doi.org/10.30656/jsmi.v4i1.2186>
- Mawarni, E. D. A., & Moesriati, A. (2020). Kajian Kualitas Produksi Depot Air Minum Isi Ulang Kecamatan Genteng Kota Surabaya dengan Metode Failure Mode and Effect. *Jurnal Teknik ITS*, X(Y), F88–F93.
- Novianti, F., & Rochmoeljati, R. (2023). Quality Control of Edamame Products Using Statistical Quality Control (SQC) and Failure Mode Effect Analysis (FMEA) Methods in PT. XYZ. *IJIEM (Indonesian Journal of Industrial Engineering & Management)*, 4(2), 221–230. <https://doi.org/10.22441/ijiem.v4i2.20550>
- Puspitasari, N. B., Arianie, G. P., & Wicaksono, P. A. (2017). Analisis Identifikasi Masalah Dengan Menggunakan Metode Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) Dan Risk Priority Number (RPN) Pada Sub Assembly Line (Studi Kasus: PT Toyota Motor Manufacturing Indonesia). *Jurnal Teknik Industri (J@ti Undip)*, 12(2), 77–84. <https://doi.org/10.14710/jati.12.2.77-84>
- Rakesh, R., Jos, B. C., & George C. (2013). *FMEA Analysis for Reducing Breakdowns of a Sub System in the Life Care Product Manufacturing Industry*.
- Risalahudin, I., & Rukmi, H. S. (2021). Perbaikan Kualitas Produk Seragam Sekolah Di Konveksi Putra Mandiri Menggunakan Metode Failure Mode And Effect Analysis

- (FMEA). *Prosiding Diseminasi Fakultas Teknologi Industri Semester Genap 2020/2021*, 1–14.
- Safira, S. D., & Damayanti, R. W. (2022). Analisis Defect Produk dengan Menggunakan Metode FMEA dan FTA untuk Mengurangi Defect Produk (Studi Kasus : Garment 2 dan Garment 3 PT Sri Rejeki Isman Tbk). *Seminar Dan Konferensi Nasional IDEC*, D03.1-D03.10.
- Solihudin, M., Nurhidayat, W., Bakti, C. S., & Hadi, A. H. (2023). *Implementation of Tree Diagram Method , Failure Mode Effect Analysis (FMEA) and 5W 1H to Reduce Corky Defective Products in PT . XYZ*. 4(1), 18–27. <https://doi.org/10.22441/ijiem.v4i1.17237>
- Stamatis, H. D. (1995). *Failure Mode and Effect Analysis*. American Society for Quality.
- Suherman, A., & Cahyana, B. J. (2019). Pengendalian Kualitas Dengan Metode Failure Mode Effect And Analysis (FMEA) Dan Pendekatan Kaizen untuk Mengurangi Jumlah Kecacatan dan Penyebabnya. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi*, 1–9.
- Suliantoro, H., Bakhtiar, A., & Sembiring, J. I. (2018). Analisis Penyebab Kecacatan Dengan Menggunakan Metode Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) Dan Metode Fault Tree Analysis (FTA) di PT. Alam Daya Sakti Semarang. *Industrial Engineering Online Journal*, 7(1).
- Wicaksono, A., & Yuamita, F. (2022). Pengendalian Kualitas Produksi Sarden Menggunakan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Untuk Meminimumkan Cacat Kaleng Di PT. Maya Food Industries. *Jurnal Teknologi Dan Manajemen Industri Terapan (JTMIT)*, 1(1), 1–6. <https://doi.org/10.55826/tmit.v1i1.6>
- Wijaya, S., Hariyadi, S., Debora, F., & Supriadi, G. (2020). Design and implementation of poka-yoke system in stationary spot-welding production line utilizing internet-of-things platform. *Journal of ICT Research and Applications*, 14(1). <https://doi.org/10.5614/itbj.ict.res.appl.2020.14.1.3>