

ANALISIS PENGENDALIAN *DEFECT CHIPPING DIE* DI MESIN *DIE ATTACH* PADA PT. EPSON BATAM

Muhammad Regi Pahlawan¹⁾, Nofriani Fajrah²⁾

¹⁾Mahasiswa Program Studi Teknik Industri, Universitas Putera Batam

²⁾Dosen Program Studi Teknik Industri, Universitas Putera Batam

email: pb180410026@upbatam.ac.id

ABSTRACT

PT Epson Batam is a manufacturing company engaged in the production of devices, scanners, and Ink Cartridges. CISM is the department responsible for making printer scanners. One of the processes in the CISM department is the process of combining between ic or die and pcb called module using a Die Attach machine located in the FOL area. based on the QC report in 2021 there are defects in Die products which dppm per month exceeding the company's defect standard of 4.700 dppm per month. This study aims to analyze the control of defect chipping die on die attach machines. The sampling method uses probability sampling. The data analysis uses the PDCA (Plan-DO-Check-Action) method. This study also used the FMEA (Failure Mode Effect Analysis) method to find the source of the defect, continued on the OPC (Operation Process Chart) method to see whether there has been a checking process according to the SOP in the company and at the final stage of making proposed improvements to minimize the cause of the defect. The results showed that the main cause of defect chipping die was due to foreign material due to an ineffective cleaning process because it was carried out per 100,000 pcs. Based on the OPC analysis, the improvements made were to improve the cleaning schedule from 100,000 pcs to twice a day through shiftly cleaning metal collets. The defect control using the PDCA method which was carried out during March - June 2022 the CISM department succeeded in reducing defects below company standards. in the form of SOP.

Keywords: Defect, Kaizen, PDCA, FMEA, Operation Process Chart

PENDAHULUAN

Perkembangan dunia industri saat ini semakin maju dan kompetitif. Setiap perusahaan berlomba-lomba menghasilkan produk yang berkualitas dengan tetap mempertahankan proses produksi yang efektif dan efisien. Kepuasan konsumen menjadi *goal* bagi setiap pelaku bisnis dan kualitas produk merupakan faktor penting dalam mencapainya. Peningkatan kualitas produksi dilakukan

dengan menekan *defect* atau kerusakan pada produk melalui program yang terencana. Perusahaan akan mengalami kesulitan bersaing jika produk yang dihasilkan tidak memiliki kualitas yang baik dan akan berpengaruh terhadap keberlangsungan perusahaan di masa yang akan datang (Marriauwaty & Fajrah, 2020).

Marriauwaty & Fajrah (2020) dalam penelitiannya menyatakan bahwa cacat produk harus dikendalikan. Dengan

adanya pengendalian *defect* maka kualitas produk akan lebih baik, artinya perusahaan dapat memenuhi keinginan dan kebutuhan konsumen. Peningkatan kualitas produk sangat penting bagi perusahaan, salah satunya dengan mengendalikan *defect* agar kualitas produk yang dihasilkan dapat bersaing dengan perusahaan lain.

PT. Epson Batam adalah perusahaan manufaktur elektronik di Batam yang berperan sebagai kunci produksi *Seiko Epson Corporation* dengan produk yang dihasilkan berupa *device*, *scanner*, dan *Ink Cartridge*. Perusahaan ini berbasis *make to stock* and *make to order* untuk memenuhi permintaan pasar domestik maupun pasar global. Untuk itu diperlukan proses kerja yang efektif dan efisien serta didukung oleh sumber daya manusia demi mencapai visi misi perusahaan.

Departemen *CISM* (*contact image sensor module*) merupakan departemen yang bertanggung jawab dalam pembuatan *scanner printer*. Salah satu proses yang ada pada departemen *CISM* yaitu proses penyatuan antara *ic* atau *die* dengan *pcb* yang disebut *module* menggunakan mesin *Die Attach* yang berada di area *FOL*. *Die* atau dengan nama lain yaitu *ic* (*integrated circuit*) ini berasal dari *wafer* yang bermaterialkan *Cristal Silicon* yang dipotong menjadi bagian kecil-kecil berbentuk persegi panjang pada departemen *CISM* area *FOL*. *Die* atau *ic* juga biasa disebut sebagai otak dari peralatan elektronik yang pada departemen *CISM* menjadi salah satu bahan utama dalam pembuatan *scanner printer*.

Kelemahan pada mesin *die attach* adalah belum tersedianya sistem yang dapat memantau atau mendeteksi *chipping die*. *Chipping die* adalah *defect*

yang berbentuk sompel atau pecahan kecil pada *ic* sehingga ada kemungkinan *defect* yang lolos saat proses produksi. Setelah proses produksi selanjutnya terdapat proses inspeksi yang dilakukan secara *manual visual* oleh operator, sehingga ketika ditemukan *defect chipping die* dalam proses inspeksi atau produksi sudah mencapai 100.000 *pcs* dilakukan proses *cleaning* pada *metal collect* untuk mengeliminasi kemungkinan *defect chipping die* terjadi lagi.

Perusahaan menetapkan SOP pada proses *die attach*, produk *reject* kumulatif tidak lebih dari 4.700 *dppm* (*defect part per million*) dari total produksi. Jika jumlah *reject* produk lebih dari 4.700 *dppm* tentu perlu diperbaiki karena sudah melewati standar dari perusahaan. Dari hasil laporan QC pada departemen *CISM* area *FOL* pada mesin *Die Attach* ditemukan *Defect Chipping Die* per bulan berada diatas 4.700 *dppm* dalam 1 tahun dengan jumlah produksi 1.314.304 *pcs*, angka *defect* melebihi standar yang ditetapkan oleh perusahaan. Jika dibiarkan maka perusahaan akan mengalami kerugian. Hal ini disebabkan oleh program pengendalian *defect* yang dimiliki perusahaan belum optimal. Perusahaan perlu melakukan *improvement* atau perbaikan untuk mengeliminasi intensitas *defect chipping die* sehingga target perusahaan dengan *zero defect* dapat tercapai.

Berdasarkan penjabaran diatas, adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pengendalian *defect chipping die* di mesin *Die Attach* pada PT. Epson Batam. Penelitian ini membahas faktor penyebab *defect* dan solusi pengendalian yang tepat dalam mengurangi *defect*.

KAJIAN TEORI

2.1.1 Defect

Defect merupakan produk cacat yang dihasilkan oleh proses produksi diluar dari standar yang ditetapkan oleh perusahaan (Nelfiyanti, et al., 2020). Produk cacat secara teknis masih bisa diperbaiki menjadi produk yang sesuai dengan standar kualitas yang ditetapkan sehingga masih memiliki nilai ekonomis meskipun menyebabkan adanya biaya tambahan (Raya et al., 2020). Banyak faktor yang menyebabkan terjadinya *defect* antara lain faktor manusia, mesin, metode, material dan lingkungan (Marriauwaty and Fajrah 2020).

2.1.2 Defect Part Per Million

DPPM (*Defect Part Per Million*) adalah hasil dari perbandingan antara total produk cacat dengan total produksi dikali satu juta (Mulyadi et al., 2018).

2.1.3 Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas (Lubis, et al., 2013) merupakan suatu sistem verifikasi dan penjagaan atau perawatan dari suatu tingkat atau derajat kualitas produk atau proses yang dikehendaki dengan perencanaan yang seksama, pemakaian peralatan yang sesuai, inspeksi yang terus menerus serta tindakan korektif bila mana yang diperlukan, sehingga tidak hanya kegiatan inspeksi ataupun menentukan apakah produk itu baik (*accept*) atau jelek (*reject*).

2.1.4 Kaizen

Kaizen berarti perbaikan proses secara terus menerus untuk selalu meningkatkan mutu dan produktivitas output (Lubis et al., 2013). *Kaizen* merupakan filosofi dan kerangka kerja yang dipraktekkan masyarakat Jepang dalam menetapkan standar prestasi

kerja. *Kaizen* dengan pendekatan PDCA telah terbukti berhasil menekan *defect* dan telah banyak diimplementasikan di perusahaan serta memberikan pengaruh bagi kemajuan perusahaan di Indonesia (Rusdiana and Soediantono 2022).

2.1.5 Metode PDCA

Metode PDCA (*Plan, Do, Check, Action*) merupakan suatu metode perbaikan proses secara berkelanjutan (Sutjipto 2018). Siklus PDCA diaplikasikan untuk mencari usulan perbaikan yang dapat meminimalisir terjadinya produk cacat serta mencari solusi perbaikan (Fatah and Al-faritsy 2021).

PDCA pertama kali ditemukan oleh Dr.W. Edwards Deming yang dikenal juga istilah *Deming Cycle* (Khaerudin & Rahmatullah, 2020) yang menyatakan bahwa kualitas dapat dikembangkan dengan proses yang berkesinambungan. PDCA meliputi empat kegiatan yaitu *plan, do, check* dan *action* (Raya, et al., 2020).

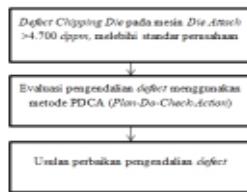
2.1.6 Metode FMEA

Menurut Dailey, 2004 (Kartika and Junaedi 2019) FMEA adalah alat analisa potensi kegagalan pada suatu produk atau proses sebelum terjadi, mempertimbangkan resiko yang berkaitan dengan moda kegagalan tersebut, mengidentifikasi serta melaksanakan tindakan korektif untuk mengatasi masalah yang paling penting. Identifikasi kegagalan potensial dilakukan dengan cara pemberian nilai atau skor masing-masing moda kegagalan berdasarkan atas keparahan (*severity*), tingkat kejadian (*occurrence*), dan deteksi (*detection*).

2.1.7 Metode OPC

Operation Process Chat adalah diagram yang berfungsi menggambarkan proses produksi suatu barang yang dimulai dari bahan baku melalui urutan-urutan proses produksi dengan adanya pemeriksaan terhadap proses produksi (Tanjung, et al., 2014).

Pembaharuan solusi dari penelitian ini adalah merancang sebuah SOP (*Standard Operational Procedure*) untuk meningkatkan menekan angka *defect chipping die* di mesin *Die Attach*. Berikut adalah kerangka pemikiran dari penelitian ini:



Gambar 2. 1 Kerangka pemikiran (Sumber: Data penelitian, 2021)

METODE PENELITIAN



Gambar 3. 1 Desain Penelitian (Sumber: Data penelitian, 2021)

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data yang diperoleh dari Departemen *CISM* PT.Epson Batam dan dikumpulkan menggunakan *QC checksheet* selama bulan Januari – Desember 2021.

Tabel 4.1. Data Produksi *Modul* Januari–Desember 2021

| No | Bulan | Produksi (pcs) |
|----|--------|----------------|
| 1 | Jan-21 | 111255 |
| 2 | Feb-21 | 84626 |
| 3 | Mar-21 | 98210 |
| 4 | Apr-21 | 120829 |
| 5 | May-21 | 119442 |
| 6 | Jun-21 | 130853 |
| 7 | Jul-21 | 122631 |
| 8 | Aug-21 | 108393 |
| 9 | Sep-21 | 100138 |
| 10 | Oct-21 | 99920 |
| 11 | Nov-21 | 109681 |
| 12 | Dec-21 | 108326 |
| | | 1314304 |

Tabel 4.2. Data Defect Chipping Die Januari – Desember 2021

| No | Bulan | Chipping (pcs) |
|----|--------|----------------|
| 1 | Jan-21 | 773 |
| 2 | Feb-21 | 544 |
| 3 | Mar-21 | 590 |
| 4 | Apr-21 | 653 |
| 5 | May-21 | 641 |
| 6 | Jun-21 | 634 |
| 7 | Jul-21 | 623 |
| 8 | Aug-21 | 595 |
| 9 | Sep-21 | 493 |
| 10 | Oct-21 | 532 |
| 11 | Nov-21 | 608 |
| 12 | Dec-21 | 570 |
| | | 7256 |

(Sumber : Data Penelitian, 2022)

4.2 Pengolahan Data

1. Perencanaan Perbaikan (*Plan*)
 - a. Pembentukan Tim QCC (*Quality Control Cycle*)

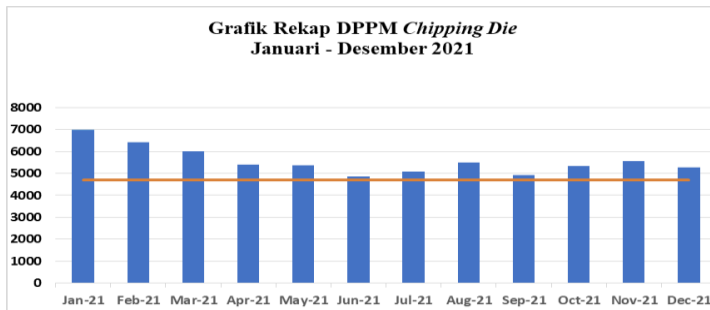
- b. Menghitung DPPM (*Defect Part Per Million*)

$$DPPM = \frac{\text{Total Produk Cacat}}{\text{Total Produksi}} \times 1.000.000$$

Tabel 4.3 Rekap Perhitungan DPPM Tahun 2021

| No | Bulan | DPPM |
|----|--------|--------------|
| 1 | Jan-21 | 6948 |
| 2 | Feb-21 | 6428 |
| 3 | Mar-21 | 6008 |
| 4 | Apr-21 | 5404 |
| 5 | May-21 | 5367 |
| 6 | Jun-21 | 5946 |
| 7 | Jul-21 | 6271 |
| 8 | Aug-21 | 6790 |
| 9 | Sep-21 | 4923 |
| 10 | Oct-21 | 5224 |
| 11 | Nov-21 | 5525 |
| 12 | Dec-21 | 6120 |
| | | 66622 |

(Sumber : Data Penelitian, 2022)



Gambar 4.1. Grafik Rekap DPPM Chipping Die 2021

Berdasarkan Gambar 1 diatas terlihat bahwa *dppm chipping die* selama Januari – Desember 2021 berada diatas batas maksimum *dppm* yang ditetapkan perusahaan yaitu 4.700 *dppm*.

c. Identifikasi Faktor Penyebab Defect

$$RPN = Severity \times Occurance \times Detection$$

| Jenis Defect | Faktor Penyebab | Severity | | Occurance | | Detection | | RPN |
|--------------|-----------------|----------|----------------------------|-----------|--|-----------|--------------------------|-----|
| | | Nilai | Ket | Nilai | Ket | Nilai | Ket | |
| Chipping | Metode Kerja | 7 | Cleaning per 100.000 pcs | 7 | Dust/foreign material menempel pada Metal Collet | 7 | Cleaning seminggu sekali | 343 |
| | Mesin | 6 | Metal Collet tidak stright | 6 | Metal Collet miring | 2 | Terdapat Indikator Mesin | 72 |
| | Manusia | 7 | Cleaning kurang bersih | 4 | Tidak mengikuti SOP | 3 | Pengawasan Ketat | 84 |

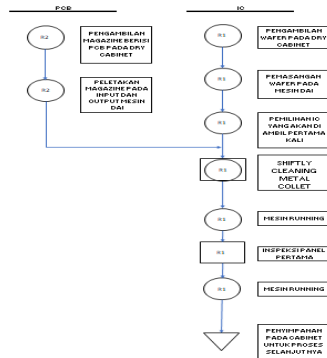
Tabel 4.4. Perhitungan FMEA

Berdasarkan pengolahan data pada Tabel 4 terdapat 3 faktor penyebab terjadinya *chipping* yaitu faktor metode kerja, manusia dan mesin. *Severity* diukur dengan *rating* 1 – 10 (rendah ke tinggi), *Occurance* diukur dengan *rating* 1 – 10 (rendah ke tinggi), sedangkan *Detection* diukur dengan *rating* 1 – 10 (tinggi ke rendah).

Faktor metode kerja diidentifikasi menjadi penyebab *chipping* dengan nilai RPN (*Risk Priority Number*) tertinggi yaitu 343. Faktor manusia sebagai penyebab terjadinya *chipping* dengan nilai RPN 84. Faktor dengan nilai terendah disebabkan oleh mesin dengan nilai RPN 72. Setelah dilakukan pengamatan dan analisis penyebab menggunakan metode FMEA, ditemukan

faktor utama yaitu *dust* dan *foreign material* akibat proses *cleaning* per 100.000 pcs.

d. Analisis OPC



Gambar 4.2. Diagram OPC *Die Attach* Sebelum Perbaikan

Berdasarkan analisis OPC sebelum perbaikan dan setelah dilakukan pengamatan, usulan perbaikan yang dilakukan adalah dengan mengubah SOP dan OPC yang sebelumnya *cleaning metal collet* per 100.000 pcs menjadi *shifltly cleaning metal collet* atau *cleaning metal collet* dua kali sehari yaitu pada pergantian *shift* jam 07.00 pagi dan 19.00.

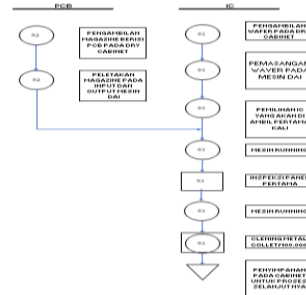
2. Melakukan Perbaikan (*Do*)

Upaya perbaikan dilakukan dengan membuat usulan perbaikan desain OPC. Berikut desain perbaikan OPC pada proses *Die Attach*:

Tabel 4.5. Data Produksi Maret – Juli 2022

| No | Bulan | Produksi (pcs) |
|----|--------|----------------|
| 1 | Mar-22 | 90213 |
| 2 | Apr-22 | 20308 |
| 3 | May-22 | 37203 |
| 4 | Jun-22 | 22153 |
| 5 | Jul-22 | 28237 |
| | | 198114 |

Gambar 4.3. Diagram OPC *Die Attach* Setelah Perbaikan



Berdasarkan analisis OPC, usulan perbaikan yang dilakukan adalah dengan menambahkan *shifltly cleaning metal collet* yang sebelumnya per 100.000 pcs menjadi dua kali sehari yaitu pada pergantian *shift* jam 07.00 dan 19.00.

3. Evaluasi Perbaikan (*Check*)

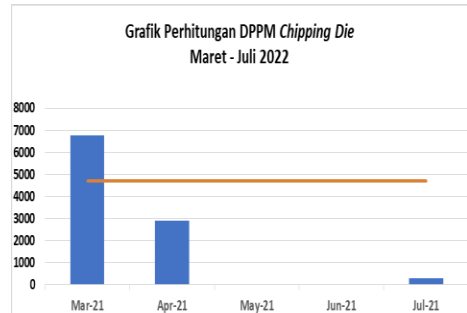
Evaluasi perbaikan merupakan langkah ketiga dalam proses pengendalian *defect* menggunakan metode PDCA. Proses evaluasi aktivitas perbaikan dilakukan setelah aktivitas implementasi perbaikan telah selesai dilakukan dengan membandingkan data *defect* sebelum dan sesudah usulan perbaikan. Evaluasi aktivitas perbaikan dilakukan selama lima bulan yaitu bulan Maret – Juli 2022. Berikut data produksi *modul* selama Maret 2022 – Juli 2022

Tabel 4.6. Data Defect Maret – Juli 2022

| No | Bulan | Defect (pcs) |
|----|--------|--------------|
| 1 | Mar-22 | 608 |
| 2 | Apr-22 | 59 |
| 3 | May-22 | 0 |
| 4 | Jun-22 | 0 |
| 5 | Jul-22 | 9 |
| | | 676 |

Tabel 4.7. Rekap DPPM Maret – Juli 2022

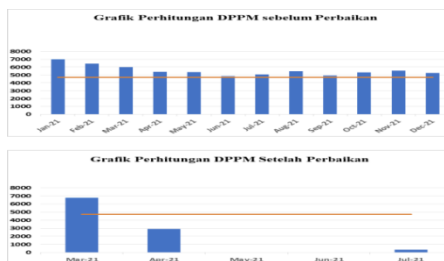
| No | Bulan | DPPM |
|----|--------|-------------|
| 1 | Mar-22 | 6740 |
| 2 | Apr-22 | 2905 |
| 3 | May-22 | 0 |
| 4 | Jun-22 | 0 |
| 5 | Jul-22 | 319 |
| | | 9964 |



Gambar 4.4 DPPM Maret – Juli 2022

(Sumber : Data Penelitian, 2022)

Perhitungan *dppm* per bulan selama 4 bulan berada dibawah standar maksimum *defect* perusahaan yaitu sebesar 4.700 *dppm*. Jika dibandingkan dengan tahun 2021, pengendalian *defect chipping die* menggunakan metode PDCA berhasil menurunkan *defect* dibawah batas maksimum standar perusahaan seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut ini:



Gambar 4.5. Perbandingan Sebelum dan Sesudah Perbaikan

4. Penerapan Perbaikan (*Action*)
Tahapan terakhir dalam metode PDCA adalah penerapan perbaikan dengan mendokumentasikan proses kerja yang telah distandarisasi; dan menerapkan SOP dan OPC terbaru yang telah distandarisasi oleh manajemen.

4.3 Pembahasan

PT.Epson Batam berupaya meningkatkan kualitas *scanner printer* yang diproduksi. Salah satu upaya yang dilakukan adalah dengan mengendalikan *defect* untuk menghasilkan produk yang berkualitas. Analisis FMEA mengungkapkan bahwa penyebab utama terjadinya *defect chipping die* di mesin *Die Attach* terletak pada proses *cleaning* yang selama ini belum efektif. Usulan perbaikan dengan analisis OPC menunjukkan bahwa SOP perusahaan belum maksimal mengatasi *defect chipping die*. Proses *cleaning* per 100.000 pcs membuktikan bahwa terdapat *defect chipping die* pada mesin *Die Attach* melebihi batas maksimum *defect* yang ditetapkan perusahaan. Setelah dilakukan penelitian, perusahaan dapat mengurangi jumlah *die* yang mengalami *chipping* dengan menerapkan *shifty cleaning metal collet* dari per 100.000 pcs menjadi dua kali sehari.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis pengendalian *defect chipping die* pada mesin *Die Attach* di PT.Epson Batam, maka dapat

ditarik kesimpulan bahwa Pengendalian Defect dengan metode PDCA (*Plan-Do-Check-Action*) dengan melakukan analisis FMEA (*Failure Mode Effect Analysis*) telah teridentifikasi bahwa faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya *defect chipping die* adalah faktor metode kerja; jadwal *cleaner* yang menyebabkan terdapat *dust* atau *foreign material* pada *metal collet*, faktor manusia; tidak menjalankan SOP, dan faktor mesin; *metal collet* yang miring. Dengan melakukan analisis OPC (*operational process chart*) diketahui bahwa solusi pengendalian yang tepat untuk mengurangi *defect chipping die* pada mesin *Die Attach* adalah menerapkan SOP terbaru dengan membuat *shiflty cleaning metal collet* atau proses *cleaning* dua kali sehari pada mesin *Die Attach*.

DAFTAR PUSTAKA

- Bebr, L., Bícová, K., & Zídková, H. (2017). Use of the dppm and its function in the production process. *Procedia Manufacturing*, 13, 608–615.
- Fatah, A., & Al-faritsy, A. Z. (2021). Peningkatan dan Pengendalian Kualitas Produk dengan Menggunakan Metode PDCA. 3(1), 21–30.
- Handoko. (2017). *Calyptra: Jurnal Ilmiah Mahasiswa Universitas Surabaya Vol.6 No.2 (2017)*. 6(2), 1329–1347.
- Isniah, S., Purba, H. H., & Debora, F. (2020). *Plan do check action (PDCA) method: literature review and research issues*. 4(1), 72–81.
- Kartika, H., & Junaedi, D. (2019). *Analysis of Quality Improvement of Herbal Medicine Products from Microbial Contaminants Using the PDCA Method with the QCC Approach*. 8(9), 291–295.
- Khaerudin, D., Rahmatullah, A., Teknik, F., & Bangsa, U. B. (2020). *Implementasi Metode PDCA dalam Menurunkan Defect*. 20(1), 34–40.
- Lubis, R. P., Industri, D. T., Teknik, F., Utara, U. S., & Diagram, P. (2013). *Usulan Perbaikan Kualitas Produk CPO dengan Menggunakan Konsep Kaizen*. 2(1), 24–31.
- Marriauwaty, D., & Fajrah, N. (2020). Analisis Pengendalian Kualitas Produk Kapasitor Pada Pt Xyz Batam. *Journal of Industrial Engineering & Management Research (JIEMAR)*, 1(1), 43–52.
- Mulyadi, D., Suyitno, B. M., & Sudiro, S. (2018). Optimasi Proses Perakitan Car Stereo Dengan Menggunakan Sistem Manufaktur Selular. *Poros*, 15(2), 115.
- Nurchayanty Tanjung, W., & Harimansyah Hariz, F. (2014). Usulan Perbaikan Tata Letak Fasilitas Lantai Produksi Produk Sepatu Perlengkapan Dinas Harian. *Jurnal Teknik Industri*, 7(1), 39–53.
- Nurhasanah, N., & Simawang, B. P. (2013). Perbaikan Rancangan Tata Letak Lantai Produksi di

- CV. XYZ. *Jurnal Al-Azhar Indonesia Seri Sains dan Teknologi* 2(2), 81. <https://doi.org/10.36722/sst.v2i2.128>
- Putra, M. G., Aribowo, B., Industri, J. T., Sains, F., Al, U., Indonesia, A., Masjid, K., Al, A., Sisingamangaraja, J., & Baru, K. (2017). *Issn : 2337 - 4349. 222–230.*
- Rachman, A., Adiarto, H., & Liansari, G. P. (2016). Perbaikan Kualitas Produk Ubin Semen Menggunakan Metode Failure Mode and Effect Analysis dan Failure Tree Analysis di Institusi Keramik. *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, 4(2), 24–35.
- Raya, D., Yunan, A., & Rosihan, R. I. (2020). *Analisis Upaya Menurunkan Cacat Produk Crank Case LH pada Proses Die Casting dengan Metode PDCA dan FMEA di PT . Suzuki Indo Mobil / Motor.* 1(1), 1–10.
- Rusdiana, I. W., & Soediantono, D. (2022). *Kaizen and Implementation Suggestion in the Defense Industry: A Literature Review Implementasi Kaizen dan Usulan Penerapannya Pada Industri Pertahanan: A Literature Review.* 3(3), 35–52.
- Senoaji, A. P., Kosasih, M., Anugerah, R., & Puteri, M. (2020). *Penerapan PDCA dalam Meminimasi Defect Salah Varian Panel Dash Join Front di PT . XYZ.* 7(2).
- Sihombing, I., Pujotomo, D., Industri, D. T., Teknik, F., Diponegoro, U., Mode, F., Kualitas, P., & Cacat, P. (n.d.). *Analisis Penyebab Defect dengan Menggunakan Metode Failure Mode Effects and Analysis dan Fault Tree Analysis pada Assembly Are PT.Ebako Nusantara.*
- Sutjipto, W. (2018). Penerapan Siklus PDCA dengan Alat Bantu Seven Tools. *Calypra: Jurnal Ilmiah Mahasiswa Universitas Surabaya Vol.7 No.2 (2018).* 7(2), 2782–2796.
- Utami & Widiasih. (2021). Pengendalian Kualitas dalam Upaya Menurunkan Cacat Produk dengan Metode PDCA. *Seminar dan Konferensi Nasional IDEC.* 1–10.

| | |
|---|---|
|  | <p>Muhammad Pahlawan Regi Penulis pertama, merupakan mahasiswa Prodi Teknik Industri Universitas Putera Batam</p> |
|  | <p>Nofriani Fajrah, S.T., M.T. Penulis Kedua, salah satu dosen Prodi Teknik Industri dengan kepakaran dibidang Pengendalian Kualitas dan Optimasi Sistem Manufaktur dengan aktif melaksanakan Tridharman Perguruan Tinggi sesuai dengan kepakaran</p> |