

Implementasi Metode *Failure Mode Effect and Analysis* (FMEA) Dengan Konsep PDCA Untuk Mengurangi *Defect* Produk Cokelat *White Compound* di PT. XYZ

Rully Nurdewanti

Universitas Pamulang

Jl. Surya Kencana No. 1, Pamulang, Tangerang Selatan, Banten 15417, Indonesia

Email: dosen01273@unpam.ac.id

Tersedia Online di

<http://www.jurnal.unublitar.ac.id/index.php/briliant>

Sejarah Artikel

Diterima pada 8 Februari 2022
Disetujui pada 23 Mei 2022
Dipublikasikan pada 31 Mei 2022
Hal. 503-511

Kata Kunci:

Defect; Kualitas; FMEA; PDCA

DOI:

<http://dx.doi.org/10.28926/briliant.v7i2.962>

Abstrak: PT. XYZ perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang makanan dituntut untuk selalu mempertahankan kualitasnya, banyaknya defect pada cokelat white compound pada tahun 2020 mencapai 12.1% mengakibatkan meningkatnya biaya reproses produk dan target produksi rendah. Tujuan dari penelitian ini untuk meminimalkan biaya produksi dan meningkatkan target produksi untuk memenuhi selera konsumen dan menitik beratkan aspek kualitas yang sesuai dengan standar yang telah ditentukan. Dengan metode Failure Mode Effect And Analysis (FMEA) dan perbaikan kualitas produk dengan konsep PDCA sebagai rencana tindakan perbaikan masalah pada produk. Hasil perbaikan dapat meningkatkan kualitas produk cokelat white compound, hal ini terbukti dengan berkurangnya produk defect dari 12.1 % menjadi 2.7 %.

PENDAHULUAN

Dalam menghadapi persaingan yang semakin ketat di dunia industri manufaktur khususnya yang bergerak di bidang makanan PT. XYZ, dituntut untuk selalu mempertahankan kualitasnya, memuaskan konsumen melalui produk yang dihasilkan dan meningkatkan daya saingnya baik di dalam negeri atau diluar negeri. Banyaknya defect pada cokelat white compound yang terjadi pada tahun 2020 mencapai 12.1 %. Jenis defect pada cokelat white compound diantaranya warna kuning, viskositas tinggi, lembek gembur dan kusam, mengakibatkan meningkatnya biaya reproses produk dan target produksi rendah (Surya et al., 2017). Untuk meminimalkan biaya produksi dan meningkatkan target produksi diperlukan perbaikan kualitas dari setiap elemen yang dapat menyebabkan cacat pada produk.

Kualitas merupakan standar karakteristik suatu produk (barang atau jasa) yang bertujuan untuk memuaskan kebutuhan pelanggan. Kualitas yang baik memiliki tujuan dan manfaat yang sejalan (Supriyadi et al., 2021). Dengan memberikan kualitas yang terjamin untuk konsumen maka produsen akan mendapatkan kepercayaan dari konsumen dan memiliki hubungan bisnis yang baik pula. Oleh karena itu peranan kualitas sangatlah penting untuk produk (barang atau

jasa) agar mampu berkompetisi secara efektif dengan pesaing serta dapat memahami kepuasan pelanggan lebih dalam dan memahami konsep untuk peningkatan kualitas produk (barang atau jasa) yang di hasilkan (Supriyadi, 2018).

Berdasarkan permasalahan tersebut, analisis penyebab defect pada cokelat white compound sangat penting dilakukan untuk mengetahui faktor-faktor penyebab defect pada produk. Kualitas produk merupakan salah satu faktor yang sangat menentukan bagi kepuasan konsumen PT. XYZ sebagai perusahaan yang menghasilkan produk makanan dengan memenuhi selera konsumen dan menitik beratkan aspek kualitas yang sesuai dengan standar yang telah ditentukan. Untuk itu perbaikan terus menerus perlu dilakukan untuk meminimalkan defect pada produk dan meningkatkan target produksi.

Untuk itu diperlukan analisa penyebab kegagalan proses produksi dengan metode Failure Mode Effect And Analysis (FMEA) dan perbaikan kualitas produk dengan konsep PDCA sebagai rencana tindakan perbaikan masalah pada produk cokelat white compound yang selama ini terjadi penyimpangan sehingga dapat mengurangi defect pada produk (Hanif et al., 2015) atau bahkan menghilangkan masalah tersebut dengan mengetahui penyebab defect pada proses produksi cokelat white compound (Supriyadi. E & Sapriadi. A, 2019).

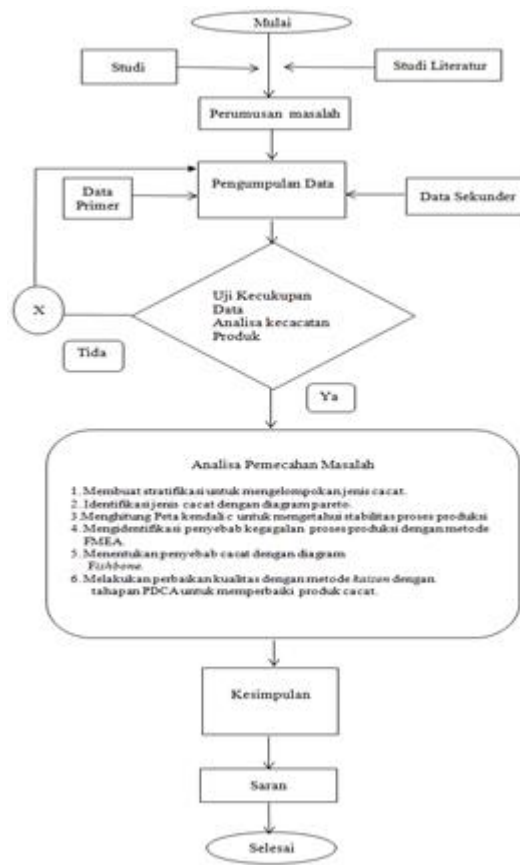
METODE

Penelitian ini menggunakan data primer yang diperoleh dari sumber, yang diamati serta dicatat secara langsung. Dalam mengumpulkan dan mendapatkan data primer adalah Observasi melalui pengamatan langsung untuk mendapatkan data yang aktual yang terjadi di lapangan, meliputi tahapan kegiatan proses produksi produk plastik/kemasan. Interview dengan narasumber yang berhubungan dengan masalah penelitian yaitu proses produksi, meliputi data proses produksi serta masalah yang terjadi. Dokumentasi, catatan atau arsip perusahaan diambil sesuai kebutuhan penelitian. Data sekunder diperoleh dari hasil kepustakaan dengan cara mempelajari dan literatur-literatur mengenai teori-teori serta metode yang berhubungan dengan penelitian (Supriyadi & Nurdewanti, 2021).

Teknik pengumpulan data melalui pengamatan langsung untuk mendapatkan data yang aktual yang terjadi di lapangan, untuk mengetahui masalah yang terjadi serta faktor-faktor yang menyebabkan masalah itu terjadi sehingga peneliti akan mudah dalam memetakan langkah perbaikan yang akan dilakukan (Supriyadi & Oktaviani, 2021).

Langkah-langkah dalam proses Failure Mode Effect And Analysis (FMEA) dan konsep PDCA adalah sebagai berikut (Sari et al., 2018):

1. Mengidentifikasi fungsi pada proses produksi;
2. Mengidentifikasi potensi failure mode proses produksi;
3. Mengidentifikasi potensi efek dari kegagalan produksi;
4. Mengidentifikasi penyebab kegagalan proses produksi;
5. Mengidentifikasi mode deteksi proses produksi;
6. Menentukan rating terhadap severity, occurrence, detection dan RPN proses produksi;
7. Memberikan usulan perbaikan.



Gambar. 1 Flowchart Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data jumlah produksi coklat *white compound* dan jumlah defect di bulan Januari s.d Desember 2020 pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Produksi dan Jumlah *Defect*

| No | Bulan | Jumlah Produksi (Batch) | Jumlah Defect (Batch) | % Defect |
|----|-----------|-------------------------|-----------------------|----------|
| 1 | Januari | 25 | 3 | 12.0 |
| 2 | Februari | 28 | 3 | 10.7 |
| 3 | Maret | 30 | 4 | 10.0 |
| 4 | April | 26 | 3 | 11.5 |
| 5 | Mei | 30 | 3 | 10.0 |
| 6 | Juni | 24 | 4 | 12.5 |
| 7 | Juli | 29 | 4 | 10.3 |
| 8 | Agustus | 25 | 3 | 12.0 |
| 9 | September | 23 | 2 | 13.0 |
| 10 | Oktober | 31 | 3 | 9.7 |
| 11 | November | 27 | 3 | 11.1 |
| 12 | Desember | 32 | 5 | 15.6 |
| | Total | 330 | 40 | 12.1 |

Dari Tabel 1 diatas menunjukkan jumlah produksi pada bulan Januari s.d Desember 2020 yaitu 330 batch dan jumlah *defect* keseluruhan mencapai 40 batch atau sekitar 12.1 % dari jumlah produksi, *defect* tersebut cukup tinggi dan sangat berpengaruh pada target produksi yang harus di capai. Selain itu *defect* tersebut juga menunjukkan bahwa kualitas produk yang dihasilkan kurang baik. Banyaknya *defect* pada produk coklat *white compound* yang tidak sesuai standar kualitas diantaranya, berwarna kuning, viskositas tinggi/terlalu kental sehingga susah untuk di cetak, gembur, kusam dan lembek. Dari permasalahan tersebut perlu dilakukan perbaikan kualitas salah satunya adalah dengan menerapkan metode Kaizen.

Berikut data jenis *defect* pada coklat *white compound* di bulan Januari sampai dengan Desember 2020 bisa dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Jenis *Defect*

| No | Bulan | Jumlah Produksi (Batch) | Jumlah Defect (Batch) | Warna Kuning | Viskositas Tinggi | Gembur | Kusam | Lembek |
|----|-------|-------------------------|-----------------------|--------------|-------------------|--------|-------|--------|
| 1 | Jan | 25 | 3 | 2 | 1 | | | |
| 2 | Feb | 28 | 3 | 1 | 1 | 1 | | |
| 3 | Mar | 30 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 4 | Apr | 26 | 3 | 1 | | | 1 | 1 |
| 5 | Mei | 30 | 3 | 2 | | | 1 | |
| 6 | Jun | 24 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 7 | Jul | 29 | 4 | 1 | 1 | | 1 | 1 |
| 8 | Ags | 25 | 3 | | 1 | 1 | 1 | |
| 9 | Sep | 23 | 2 | 2 | | | | |
| 10 | Okt | 31 | 3 | 1 | 1 | 1 | | |
| 11 | Nov | 27 | 3 | 1 | | 1 | | 1 |
| 12 | Des | 32 | 5 | 2 | 1 | 1 | | 1 |
| | Total | 330 | 40 | 15 | 8 | 7 | 6 | 4 |

Dapat dilihat penyebab *defect* tertinggi pada coklat *white compound* adalah warna kuning 15 batch diikuti dengan viskositas tinggi 8 batch serta gembur 7 batch, kusam 6 batch kemudian yang terakhir adalah lembek sebanyak 4 batch. Jenis *defect* pada produk *white compound* dikarenakan produk tersebut tidak sesuai standar.

Dari penjabaran diatas maka tabel *Failure Mode Effect And Analysis* (FMEA) dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Tabel *Failure Mode Effect And Analysis* (FMEA)

| No | Deskripsi Proses | Mode Kegagalan | Potensi Efek Kegagalan Proses Berikutnya | Kegagalan Performasi Produk | S | Penyebab Potensi Kegagalan | O | Proses Kontrol | D | RPN |
|----|------------------|----------------------------------|---|---|---|--|---|--|---|-----|
| 1 | <i>Mixing</i> | Suhu pada mesin yang fluktuatif. | Memerlukan tambahan waktu proses mixing sampai bahan baku bercampur | Berwarna kuning dan viscositas tinggi akibat waktu proses | 9 | Suhu pada mesin fluktuatif (naik-turun). | 8 | Melakukan pengontrolan terhadap suhu pada mesin agar stabil setiap | 8 | 576 |

| No | Deskripsi Proses | Mode Kegagalan | Potensi Efek Proses Berikutnya | Kegagalan Performasi Produk | S | Penyebab Potensi Kegagalan | O | Proses Kontrol | D | RPN |
|----|--------------------------------|---|--|---|---|--|---|--|---|-----|
| | | | atau homogeny | pemasakan yang lama. | | | | 15 menit sekali. | | |
| 2 | <i>Grinding</i> | Mesin <i>bowl mills</i> bekerja kurang optimal. Sampel coklat WIP kasar, tidak sesuai dengan standar. | Memerlukan tambahan waktu untuk proses <i>grinding</i> sampai kehalusan tercapai yaitu 25-30 mikron. | Bergerindil susah untuk di cetak. Hasil cetak gembur dan berwarna kuning. | 9 | kecepatan Mesin <i>bowl mills</i> di bawah 39 Amper. | 9 | Melakukan pengontrolan Mesin <i>bowl mills</i> saat proses produksi agar kecepatannya berada di antara 39-41 Amper. | 7 | 567 |
| 3 | <i>Vacuuming</i> | Terdapat banyak gelembung pada sampel WIP | Proses cetak tidak dapat dilakukan karena hasil cetak menjadi jelek | Hasil cetak gembur atau struktur coklat berongga. | 8 | Mesin vakum tidak bekerja secara optimal. Disebabkan oleh sirkulasi sistem penyedot dan pembuangan kurang bekerja secara optimal karena ada kotoran yang menempel pada mesin vacuum. | 8 | Melakukan pengontrolan pada mesin vacuum sebelum proses produksi. Melakukan proses cleaning pada mesin vacuum 1 minggu sekali. | 7 | 448 |
| 4 | Pencetakan/ <i>Moulding</i> | Gagal cetak atau hasil cetak jelek | Tidak ada hubungan kerja untuk proses selanjutnya | Hasil cetak coklat gembur dan kusam | 8 | Suhu coklat saat mencetak kurang dari 33 C dan di atas 35 °C | 7 | Melakukan pengecekan suhu sebelum mencetak coklat yaitu antara 33-35° C | 7 | 392 |

Berdasarkan pengurutan RPN didapatkan proses mixing mempunyai urutan RPN tertinggi yaitu 576, proses grinding 567, proses vacuuming 448 dan yang paling rendah proses pencetakan (*moulding*) dengan 392. Dapat disimpulkan dari keempat proses produksi diatas mempunyai tingkat kegagalan mayor dan berperan penting dalam pembuatan cokelat *white compound*. Dampak ditimbulkan oleh keempat proses kegiatan produksi ini sangat berpengaruh besar terhadap penurunan kualitas cokelat *white compound*. Hal ini menandakan bahwa pada proses produksi cokelat *white compound* terdapat mode kegagalan yang harus dilakukan perbaikan.

Berdasarkan hasil penelitian di PT. XYZ, maka untuk meminimalkan bahkan menghilangkan penyebab cacat pada cokelat *white compound* maka dilakukan perbaikan kualitas dengan konsep PDCA. Konsep PDCA adalah suatu proses pemecahan masalah yang menggunakan empat langkah penyelesaian yaitu perencanaan (*Plan*), melaksanakan (*Do*), pemeriksaan (*Check*) dan tindak lanjut (*Action*) untuk mengukur kualitas suatu kegiatan maupun kinerja. Berikut merupakan langkah-langkah perbaikan kualitas dengan metode PDCA:

1. Perencanaan (*Plan*)

Berikut langkah-langkah perencanaan untuk meminimalisir *defect* pada produk:

a. Bahan baku/material

- 1) Memperketat proses sampling pada bahan baku untuk menghindari kelolosan bahan baku dengan kualitas jelek;
- 2) Membuat standarisasi bahan baku untuk menghindari warna kuning pada cokelat *white compound*.

b. Manusia/*man*

- 1) Merencanakan program *refreshment training* 3 bulan sekali agar operator produksi paham proses produksi dan mengurangi efek *human error*;
- 2) Merencanakan prosedur pengecekan terhadap *quantity* kembali bahan baku sebelum proses produksi berlangsung sesuai STD form.

c. Metode/*Method*

- 1) Merencanakan pengontrolan/pengendalian kualitas saat proses pengolahan berlangsung yang lebih ketat;
- 2) Membuat SOP proses produksi baru untuk cokelat *white compound* secara spesifik dan mudah dimengerti oleh operator, agar tidak terjadi kesalahan saat proses produksi;
- 3) Merencanakan kalibrasi pada semua alat ukur yang digunakan pada proses produksi.

d. Mesin/*Machine*

- 1) Mengajukan perawatan secara berkala pada mesin untuk mencegah terjadinya kerusakan;
- 2) Mengajukan pengontrolan suhu pada mesin setiap 15 menit sekali dari yang semula 2 jam sekali agar suhu pada mesin stabil;
- 3) Merencanakan pemeriksaan pada *valve steam* dan air pendingin pada mesin produksi untuk memastikan tidak terjadi kebocoran sehingga temperatur yang diinginkan tetap stabil.

e. Lingkungan/*Evironment*

- 1) Membuat suhu ruangan pada area kerja agar tidak terlalu panas sehingga operator merasa nyaman saat bekerja;

- 2) Mengajukan pembelian alat penutup telinga (*earmuff*) supaya operator tidak terganggu sama kebisingan yang ditimbulkan oleh bunyi mesin saat bekerja dan dapat bekerja dengan nyaman.
2. Melaksanakan (*Do*)
Langkah-langkah pada tahap *Do* adalah sebagai berikut:
- a. Bahan baku
 - 1) Menerapkan metode sampling dari standar *military* 105 normal ke standar *military* 105 diperketat;
 - 2) Menetapkan standar spesifikasi bahan baku yang dapat diterima.
 - b. Manusia
 - 1) Melakukan program *refreshment* training 3 bulan sekali kepada para operator produksi;
 - 2) Membuat prosedur pengecekan terhadap *quantity* kembali bahan baku sebelum proses produksi berlangsung sesuai STD form.
 - c. Metode
 - 1) Sebelum melakukan revisi atau menyusun SOP produksi dilakukan meeting antara bagian produksi dan bagian QA untuk menyamakan persepsi mengenai SOP yang akan disusun;
 - 2) Melakukan pengecekan suhu pada proses *mixing* dan *grinding* setiap 15 menit sekali dan memastikan suhu tetap stabil;
 - 3) Melakukan kalibrasi pada semua alat ukur yang digunakan pada proses produksi minimal 3 bulan sekali.
 - d. Mesin
 - 1) Melakukan perawatan secara berkala pada mesin untuk mencegah terjadinya kerusakan pada mesin;
 - 2) Melakukan pengontrolan suhu pada mesin setiap 15 menit sekali agar suhu pada mesin stabil;
 - 3) Melakukan pemeriksaan pada *valve steam* dan air pendingin pada mesin produksi untuk memastikan tidak terjadi kebocoran sehingga temperatur yang diinginkan tetap stabil.
 - e. Lingkungan
 - 1) Memasang AC ruang kerja produksi agar operator nyaman saat bekerja;
 - 2) Menggunakan alat penutup telinga (*earmuff*) saat berada di ruang produksi untuk melindungi telinga dari kebisingan.
3. Pemeriksaan (*Check*)
Pada tahapan *Check* ini dilakukan pemeriksaan data proses produksi coklat *white compound* dari bulan Januari s.d April 2021. dilakukan *improvement* pada tahapan *Plan* dan *Do*, terjadi penurunan jumlah cacat yaitu 2 *batch* dari 74 *batch* jumlah produksi selama 4 bulan atau 2.7%.
4. Tindak Lanjut (*Action*)
Langkah - langkah perbaikan (*corrective action*) yang dilakukan sebagai berikut:
- a. Bahan baku/Material
 - 1) Menetapkan standar *Acceptable sampling military* 105E diperketat sebagai prosedur penyamplingan. Berfungsi untuk menghindari kelolosan bahan baku dengan kualitas jelek saat sampling;

- 2) Menetapkan spesifikasi standarisasi bahan baku. Berfungsi untuk menghindari produk berwarna kuning karena bahan baku yang di gunakan.
- b. Manusia
 - 1) Pelaksanaan training 3 bulan sekali kepada operator produksi. Berfungsi untuk mengurangi cacat pada produk karena *human error* pada saat proses produksi;
 - 2) Menetapkan prosedur pengecekan terhadap *quantity* kembali bahan baku sebelum proses produksi berlangsung sesuai STD form.
 - c. Metode
 - 1) Menetapkan SOP baru yang lebih spesifik dan mudah dimengerti serta sudah di verifikasi di proses produksi;
 - 2) Menetapkan *range* standar suhu mesin saat proses produksi 50- 60°C;
 - 3) Menetapkan kecepatan aglitorator pada mesin *mixing* 39-41 Amper.
 - d. Mesin
 - 1) Menetapkan perawatan pada mesin 1 bulan sekali;
 - 2) Menetapkan pengontrolan suhu pada mesin setiap 15 menit sekali;
 - 3) Selalu memeriksa *valve steam* dan air pendingin pada mesin produksi untuk memastikan tidak terjadi kebocoran sehingga temperatur yang diinginkan tetap stabil.
 - e. Lingkungan
 - 1) Pemasangan AC di ruang kerja produksi;
 - 2) Mengajukan pembelian alat pelindung diri untuk telinga (*earmuff*).

Setelah melakukan perbaikan dengan konsep PDCA, terbukti dapat mengurangi produk cacat pada cokelat *white compound*. *Defect* pada produk meliputi warna kuning, viskositas tinggi, gembur, lembek dan kusam yang disebabkan oleh manusia, mesin, metode, material dan lingkungan. Berdasarkan data jumlah *defect* bulan Januari s.d Desember 2020 sebanyak 12.1% dan setelah dilakukan perbaikan bulan Januari s.d April 2021 jumlah *defect* turun menjadi menjadi 2.7 %.

KESIMPULAN

Hasil penelitian yang dilakukan di PT. XYZ penyebab terjadinya *defect* pada proses produksi cokelat *white compound* karena suhu pada proses *mixing* dan grinding yang fluktuatif (naik-turun) yang menyebabkan cokelat *white compound* berwarna kuning. Aplikasi metode kaizen yaitu menetapkan spesifikasi standarisasi bahan baku yang berfungsi untuk menghindari produk berwarna kuning karena bahan baku yang di gunakan, training pada operator produksi berfungsi untuk mengurangi cacat pada produk karena *human error* saat proses produksi, penetapan prosedur pengecekan terhadap kualitas bahan baku sebelum proses produksi berlangsung sesuai standar, membuat SOP yang lebih spesifik dan mudah dimengerti serta sudah di verifikasi di proses produksi, menetapkan perawatan mesin dengan memeriksa *valve steam* dan air pendingin pada mesin produksi agar temperatur yang diinginkan stabil dengan pemasangan AC di ruang produksi serta menggunakan alat pelindung diri (*earmuff*). Menganalisis penyebab kegagalan dengan metode FMEA dengan konsep PDCA dapat meningkatkan kualitas produk

cokelat *white compound*, hal ini terbukti dengan berkurangnya produk *defect* dari 12.12 % menjadi 2.7%.

SARAN

Secara umum penyebab terjadinya *defect* karena faktor mesin dan manusia untuk itu penerapan kaizen dengan tahapan PDCA tetap dilaksanakan agar kualitas produk tetap terjamin dan terus meningkat, parameter suhu pada saat proses produksi cokelat *white compound* sangat berpengaruh pada kualitas produk jadi, sebaiknya pada mesin *mixing*, *bowl mill* dan *condisatoning tank* sebaiknya dipasang alat *controler* sehingga suhu pada proses produksi lebih stabil dan untuk mengurangi adanya *human error* pada saat proses produksi sebaiknya pihak perusahaan memberikan *phunishment* terhadap karyawan yang melakukan kesalahan saat bekerja yang dapat menyebabkan kegagalan produksi, sehingga karyawan lebih bertanggung jawab terhadap pekerjaannya.

DAFTAR RUJUKAN

- Hanif, R. Y., Rukmi, H. S., & Susanty, S. (2015). Perbaikan Kualitas Produk Keraton Luxury di PT.X dengan Menggunakan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan Fault Tree Analysis (FTA). *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional Juli*, 03(03), 137–147.
- Sari, D. P., Marpaung, K. F., Calvin, T., & Handayani, N. U. (2018). Analisis Penyebab Cacat Menggunakan Metode FMEA Dan FTA Pada Departemen Final Sanding PT Ebako Nusantara. *Prosiding Seminar Nasional Sains Dan Teknologi*, 125–130.
- Supriyadi, E. (2018). Analisis Pengendalian Kualitas Produk dengan Statistical Proses Control (SPC) di Pt. Surya Toto Indonesia, Tbk. *Jitmi*, 1(1), 63–73.
- Supriyadi, E., Effendi, R., & Taufik. (2021). Pengendalian Kualitas Cacat Scrap Blown Ban Tbr 11R22 . 5 dengan Metode QCC dan Seven Tools pada PT . Gajah Tunngal Tbk Pendahuluan Pesatnya kemajuan teknologi membawa dampak terhadap tatanan kehidupan di dunia ke arah globalisasi . Perubahan terjadi di p. *Jurnal Polimesin*, 19(1), 22–27.
- Supriyadi, E., & Nurdewanti, R. (2021). Perbaikan Waktu Produksi Kran Tx 116 Led (Series Ego) Dengan Metode Critical Path Method (Cpm). *Briliant: Jurnal Riset Dan Konseptual*, 6(2), 454–466. <https://doi.org/10.28926/briliant.v6i2.588>
- Supriyadi, E., & Oktaviani, H. (2021). ANALYSIS OF RTRTO60K16 PKX YARN PRODUCTION PROCESS WITH OBJECTIVE MATRIX (OMAX) METHOD. 59–67. <https://doi.org/10.24853/sintek.15.1.59-67>
- Surya, A., Agung, S., & Charles, P. (2017). Penerapan Metode FMEA (Failure Mode And Effect Analysis) Untuk Kualifikasi Dan Pencegahan Resiko Akibat Terjadinya Lean Waste. *Jurnal Online Poros Teknik Mesin*, 6(1), 45–57. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/poros/article/download/14864/14430>.
- Supriyadi, E., & Sapriadi, A. (2019). METODE ECONOMIC ORDER QUANTITY (EOQ) Q = . 2(2).