

**PENGENDALIAN KUALITAS UNTUK MENGURANGI PEMBOROSAN PADA  
PRODUKSI OUTSOLE MENGGUNAKAN METODE SIX SIGMA DAN FAILURE  
MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA)**

**Damayanti Fitriani<sup>1</sup>, Noor Nailie Azzat<sup>2</sup>, Dwi Retna Sulistyawati<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Industri, Universitas Nahdlatul Ulama Jepara, Indonesia  
email korespondensi: [damayantiftrn@gmail.com](mailto:damayantiftrn@gmail.com)

*ABSTRACT*

*This research focuses on quality control to reduce waste in outsole production at PT Hwaseung Indonesia. The main issues identified are the high defect rate, including poor trimming, over cement, dirty, and yellowing, which negatively impact production efficiency and product quality. The study applies the Six Sigma methodology using the DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control) approach combined with risk analysis through Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). The results show that the sigma level for poor trimming is 6.83, yellowing is 6.86, over cement is 6.85, and dirty is 6.88, all categorized as green belt level. Based on the FMEA analysis, the dominant causes of defects include unskilled operators, dull cutting tools, uncontrolled adhesive application, unclean working environments, and UV exposure. The proposed improvements include operator training, scheduled tool sharpening, the use of automatic adhesive measuring devices, implementation of 5S in the workplace, and the use of UV resistant raw materials. This study demonstrates that the integration of Six Sigma and FMEA is effective in identifying root causes, reducing waste, and improving outsole product quality, thereby enhancing the company's competitiveness..*

*Keywords: Rough Cut Capacity Planning; master production schedule; office bag; production capacity; Jepara Regency*

*ABSTRAK*

*Penelitian ini membahas pengendalian kualitas untuk mengurangi pemborosan pada produksi outsole di PT Hwaseung Indonesia. Masalah utama yang dihadapi adalah masih tingginya tingkat kecacatan produk berupa poor trimming, over cement, dirty, dan yellowing yang berdampak pada efisiensi produksi dan kualitas produk. Metode yang digunakan adalah Six Sigma dengan pendekatan DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control) serta analisis risiko menggunakan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai level sigma untuk jenis cacat poor trimming sebesar 6,83, yellowing sebesar 6,86, over cement sebesar 6,85, dan dirty sebesar 6,88, yang seluruhnya termasuk kategori green belt. Melalui analisis FMEA, penyebab dominan dari kecacatan antara lain operator kurang terampil, penggunaan alat yang tumpul, aplikasi lem yang tidak terkontrol, lingkungan kerja yang kotor, serta paparan sinar UV. Usulan perbaikan yang direkomendasikan meliputi pelatihan operator, pengasahan alat secara terjadwal, penggunaan alat takaran lem otomatis, penerapan 5S di lingkungan kerja, serta*

*penggunaan bahan baku tahan UV. Penelitian ini membuktikan bahwa penerapan Six Sigma yang dipadukan dengan FMEA efektif dalam mengidentifikasi akar masalah, mengurangi pemborosan, serta meningkatkan kualitas produk outsole sehingga mampu mendukung daya saing perusahaan.*

*Kata Kunci: Six Sigma, FMEA, Outsole, Kualitas, Pemborosan*

## 1. PENDAHULUAN

Dalam dunia industri yang semakin berkembang, persaingan antar industri semakin ketat. Untuk memenuhi kebutuhan konsumen tentang suatu produk, ada beberapa hal yang harus diperhitungkan suatu perusahaan diantaranya kualitas barang dan efisiensi proses menjadi faktor yang sangat penting untuk keberlangsungan dan daya saing suatu perusahaan. Saat ini, konsumen tidak hanya mencari produk dengan kualitas terbaik, tetapi juga menginginkan layanan yang cepat, serta konsistensi dalam kinerja produk. Dengan demikian, perusahaan perlu terus-menerus melakukan penilaian dan perbaikan pada proses produksi mereka, untuk mengurangi cacat produk, dan meningkatkan output.

Hal ini juga berlaku pada dunia industri pabrik sepatu, produk outsole berperan penting dalam menentukan kualitas, kenyamanan, dan daya tahan sepatu. Oleh karena itu, setiap cacat atau pemborosan dalam proses produksi outsole tidak hanya akan berdampak pada biaya produksi, tetapi juga pada reputasi dan daya saing perusahaan di pasar. Saat ini masih banyak pabrik sepatu yang menghadapi berbagai masalah dalam proses produksi, seperti tingkat defect (cacat) yang tinggi, waktu siklus yang tidak optimal, penggunaan bahan baku yang berlebih, serta pemborosan waktu dan tenaga kerja. Berbagai bentuk pemborosan ini tidak hanya menyebabkan kerugian finansial, tetapi juga menghambat proses produksi secara keseluruhan.

Salah satu yang bergerak di bidang industri adalah PT Hwaseung Indonesia pabrik yang bergerak dibidang manufacture pembuat produk sepatu merek Adidas. Salah satu produk yang dihasilkan yaitu sepatu dan outsole. Pada proses produksi pembuatan outsole masih terdapat beberapa permasalahan terkait waste yang muncul. Beberapa permasalahan yang dihadapi oleh perusahaan ini yaitu alat tumpul, kurangnya perawatan mesin oleh pekerja. Alat yang jarang dirawat juga menjadi permasalahan dalam waste ini. Disamping itu teridentifikasi masih terdapat pemborosan yang berimplikasi pada timbulnya lead time yang lama dan membengkak di bagian produksi yaitu: perpindahan, waktu tunggu, metode tidak tepat, gerakan yang tidak perlu, dan cacat produk melebihi batas standart perusahaan.

Sehingga proses produksi tidak mencapai nol cacat, akan tetapi apabila timbul cacat pada produk. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan sistematis dan terstruktur untuk mengidentifikasi

## 2. METODE

Penelitian ini dilakukan di PT Hwaseung Indonesia yang berlokasi di Jalan Krasak Banyuputih RT 09 RW 03 Desa Banyuputih Kecamatan Kalinyamatan Kabupaten Jepara, Provinsi Jawa Tengah, Indonesia. Penelitian ini berlangsung selama 30 hari, dari bulan November 2024 - Januari 2025 pada line 7 produksi outsole. Data penelitian diperoleh dari sumber data primer dan sekunder. Data primer adalah data yang secara langsung diambil dari objek penelitian oleh peneliti perorangan maupun organisasi data-data tersebut bisa berupa data yang didapat atau diberikan oleh perusahaan guna pelaksanaan penelitian, data-data tersebut dapat berupa informasi yang dikumpulkan oleh perusahaan untuk dijadikan referensi yang akan datang dalam perkembangan perusahaan dengan berbagai macam data di dalamnya. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi secara langsung, peneliti memperoleh data yang sudah ada atau sudah jadi yang dikumpulkan oleh pihak lain menggunakan berbagai cara atau metode baik secara komersial maupun non komersial data yang berupa catatan maupun data lain yang diperoleh dari berbagai pihak sehingga data lebih beragam untuk digunakan sebagai pembandingan guna mendukung hasil penelitian yang dilaksanakan, data-data tersebut dapat berupa seperti data yang diambil oleh penulis melalui observasi di lapangan.

### 2.1. Six sigma

Six sigma terdiri dari dua kata yaitu Six yang berarti enam dan sigma yang berarti sebuah simbol atau lambang standar deviasi yang lebih dapat diartikan sebagai ukuran dalam statistik yang melambangkan kemampuan suatu proses dan ukuran suatu nilai sigma. Six sigma adalah suatu visi peningkatan kualitas menuju target 3,4 kegagalan dalam persejuta kesempatan (DPMO) untuk setiap transaksi produk (barang dan jasa), upaya giat menuju kesempurnaan (zero-defect-kegagalan nol). menilai kesesuaian antara kapasitas tersedia dengan kebutuhan produksi perusahaan.

Tabel 1 Tingkat Pencapaian Sigma

Tingkat pencapaian <i>sigma</i>	DPMO ( <i>Defect Per Million Oppurtunity</i> )	COPQ ( <i>Cost Of Poor Quality</i> )
1- <i>Sigma</i>	691.462 (sangat tidak kompetitif)	Tidak dapat dihitung
2- <i>Sigma</i>	308.538 (rata-rata industri indonesia)	Tidak dapat dihitung
3- <i>Sigma</i>	66.807	25-40% dari penjualan
4- <i>Sigma</i>	6.210 (rata-rata industri USA)	15-25% dari penjualan
5- <i>Sigma</i>	233	5-15% dari penjualan
6- <i>Sigma</i>	3,4 (industri kelas dunia)	<1% dari penjualan

## 2.2. Metodologi Six Sigma

Six sigma mempunyai tahapan-tahapan dalam menghasilkan level sigma yang baik dalam pengendalian kualitas menggunakan metode DMAIC (define, measure, analyze, improve, control), yaitu sebagai berikut:

### a. Define

Tahap define merupakan tahap awal dalam program peningkatan kualitas six sigma. Bahan baku tersebut harus dipersiapkan dengan mengatur timbangan bahan material sesuai takaran agar sesuai dengan pola yang diinginkan. Setelah bahan baku dipersiapkan, karyawan mulai untuk mencetak bahan sesuai dengan pola yang diinginkan agar menjadi sebuah komponen outsole. Selama proses produksi, pengawasan kualitas dilakukan secara terus-menerus untuk memastikan bahwa hasil produksi yang dihasilkan sesuai dengan standar kualitas yang diinginkan.

### b. Measure

Measure merupakan langkah operasional kedua dalam program peningkatan kualitas six sigma. Dalam tahap measure yang akan dilakukan adalah memvalidasi atau menyaring masalah dan mulai meneliti akar masalah dalam proses tersebut. Measure merupakan tindak lanjut logis terhadap langkah define dan merupakan sebuah jembatan untuk langkah berikutnya.

### c. Analyze

Pada tahap analyze, Perusahaan berupaya memahami penyimpangan yang terjadi dan mencari faktor-faktor yang mengakitkannya. Maka, perusahaan harus mengembangkan sejumlah asumsi sebagai hipotesis. Hipotesis atau dugaan sementara mengenai faktor penyebab penyimpangan harus diuji. Jika hasil uji terhadap hipotesis diterima berarti faktor-faktor penyebab simpangan berpengaruh secara signifikan terhadap penyimpangan yang ada.

### d. Improve

Pada tahap ini dilakukan rencana tindakan untuk dapat meningkatkan kualitas produk dengan memberikan rekomendasi perbaikan terhadap masalah yang terjadi.

### e. Control

Dalam tahap ini hasil dari peningkatan terhadap kualitas akan didokumentasikan dan disebarluaskan, praktik-praktik terbaik yang berhasil dalam peningkatan proses distandarisasikan serta disebarluaskan, prosedur-prosedur didokumentasikan serta dijadikan sebagai pedoman standar kerja.

## 2.3. Failure Mode And Effect Analysis (FMEA)

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) merupakan metode rekayasa yang digunakan buat mengartikan, mengenali permasalahan, kesalahan, serta sebagian dari sistem, desain, proses, ataupun jasa saat sebelum suatu produk ataupun jasa diterima oleh konsumen. FMEA dianggap sudah efektif apabila sudah mampu mengidentifikasi kegiatan korektif dalam mengantisipasi kegagalan dalam reaching out customer (menjangkau pelanggan) dan bisa memastikan hasil yang diharapkan memiliki kualitas dan kehandalan setinggi mungkin. (Elvina & Dwicahyani, 2022).

- a. Severity Severity adalah sebuah penilaian pada Tingkat keseriusan suatu efek atau akibat dari potensi kegagalan pada suatu komponen yang berpengaruh pada suatu hasil kerja mesin yang dianalisa / diperiksa, Severity dapat dinilai pada skala 1 sampai 10.
- b. Occurrence Occurrence adalah sebuah penilaian dengan tingkatan tertentu dimana adanya sebuah sebab kerusakan secara mekanis yang terjadi pada peralatan tersebut. Dari angka / tingkatan occurrence ini dapat diketahui kemungkinan terjadinya kerusakan dan tingkat keseringan terjadinya kerusakan peralatan.
- c. Detection  
Detection adalah sebuah penilaian yang juga memiliki tingkatan seperti halnya severity dan occurrence. Penilaian tingkat detection sangat penting dalam menemukan potensi penyebab mekanis yang menimbulkan kerusakan serta tindakan perbaikan.

Setelah pemberian rating dilakukan, nilai RPN dari setiap penyebab kegagalan dihitung dengan rumus:  $RPN = Severity \times Occurrence \times Detection$

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Pengolahan Data dengan Metode Six Sigma

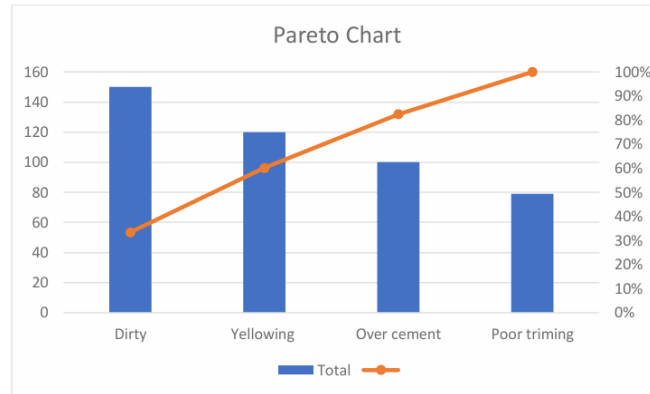
##### 1. Tahap Define

Pada tahap ini dilakukan proses pengamatan, pendefinisian, serta identifikasi permasalahan yang terjadi di PT Hwaseung Indonesia. Melalui identifikasi waste dan analisis jenis cacat menggunakan pareto chart, ditemukan empat kategori utama defect pada produk, yaitu dirty, yellowing, over cement, dan poor trimming. Untuk menentukan produk cacat, diperlukan penetapan Critical to Quality (CTQ), yaitu proses pengelompokan karakteristik kualitas yang berpengaruh langsung terhadap hasil akhir produk.

Tabel 2 Presentasi Jumlah Cacat

No	Jenis Defect	Total	Presentasi	Presentasi Kumulatif
1	<i>Dirty</i>	150	33%	33%
2	<i>Yellowing</i>	120	27%	60%
3	<i>Over cement</i>	100	22%	82%
4	<i>Poor trimming</i>	79	18%	100%
	total	449		

Berdasarkan tabel tersebut jenis cacat terbesar pada produk outsole dapat dilihat pada diagram pareto seperti pada grafik di bawah ini:



Gambar 1 Diagram Pareto Jenis Cacat

## 2. Tahap Measure

Measure merupakan tahap kedua dari siklus DMAIC yang berkaitan dengan beberapa aktivitas pengukuran dan perhitungan pada waste yang telah diidentifikasi pada tahap define. Berikut adalah perhitungan nilai DPO dan DPMO untuk memberikan gambaran tingkat kecacatan per satu juta kesempatan. Menentukan DPMO dan nilai Sigma

Berikut ini adalah perhitungan nilai DPMO dan nilai sigma untuk data produk outsole:

### 1) Defect per opportunity (DPO)

$$DPO = \frac{\text{Banyaknya cacat yang ditemukan}}{\text{Banyaknya unit yang diperiksa} \times CTQ \text{ potensial}}$$

### 2) Defect Per Million (DPMO)

$$DPMO = DPO \times 1.000.000$$

$$DPMO = 0,17905751 \times 1.000.000$$

$$DPMO = 179.057,51$$

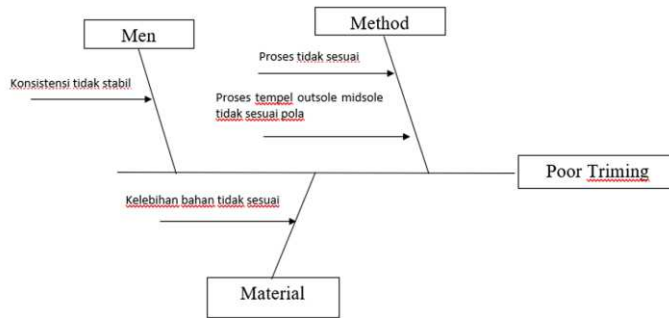
### 3) Level Sigma

Level sigma diperoleh melalui tabel konversi DPMO ke nilai sigma. Nilai DPMO yang diperoleh sebelumnya adalah sebesar 179.057,51 berarti 2,55 sigma.

## 3. Tahap Analyze

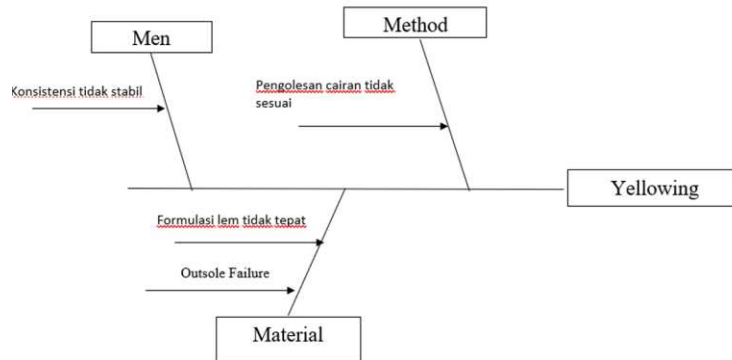
Dalam tahap ini berisi tentang analisa yang dilakukan oleh peneliti untuk menentukan jenis cacat yang paling dominan yang ada pada bagian outsole serta mengidentifikasi penyebab-penyebab yang menghasilkan produk cacat pada bagian tersebut. Dalam tahap ini analisa yang dilakukan menggunakan bantuan Diagram Pareto menggunakan Diagram Fishbone. Berikut ini merupakan hasil Diagram Pareto dan Diagram Fishbone pada bagian outsole.

1) Penyebab Poor Trimming



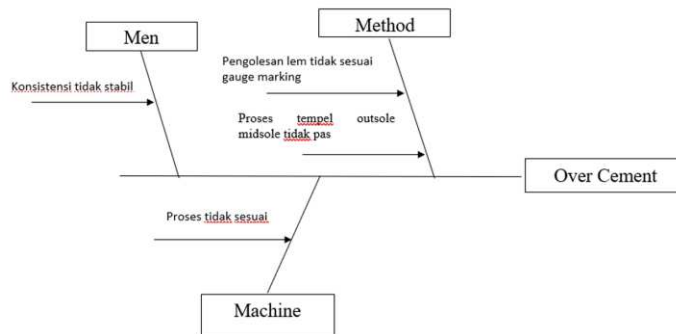
Gambar 2 Penyebab Poor Trimming

2) Penyebab Yellowing



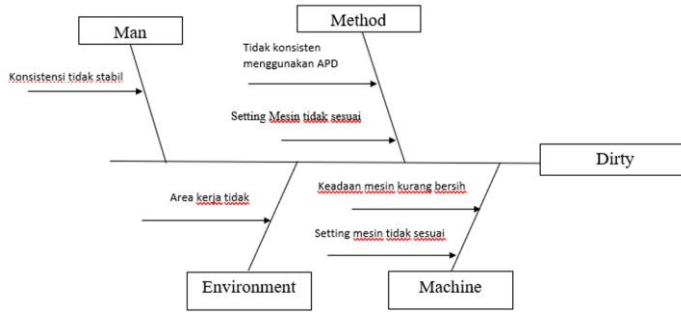
Gambar 3 Penyebab Yellowing

3) Penyebab Over Cement



Gambar 4 Penyebab Over Cement

4) Penyebab Dirty



Gambar 5 Penyebab Dirty

4. Tahap Improve

a. Failure Mode Effect Analysis (FMEA)

Menurut (Elvina & Dwicahyani, 2022) menjelaskan bahwa FMEA pertama kali diperkenalkan oleh NASA pada tahun 1963 dan kemudian diadopsi serta dikembangkan oleh perusahaan motor Ford pada tahun 1970. FMEA merupakan pendekatan bottom-up dimulai dari mode-mode kegagalan potensial yang terjadi pada suatu tingkat kemudian diteliti pengaruh atau efeknya pada tingkat sub sistem berikutnya. Penentuan prioritas perbaikan kegagalan proses ditentukan berdasarkan nilai risk priority number (RPN) yang merupakan hasil perkalian dari Severity (S), Occurrence (O), dan Detection (D).

Tabel 3 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) untuk Over Cement

Aktivitas	Modus Kegagalan Potensial	Effect Kecacatan	S	Penyebab	O	Control	D	RPN	RNK
Proses pengolesan chemical/ lem	Over Cement	Chemical/ lem tidak rata, lem tidak merekat dengan sempurna	7	Pekerja kurang melakukan pembersihan	4	Dilakukan pengawasan lagi terhadap kinerja operator	4	112	3
				Operator kurang teliti	3	Pengecekan secara berkala untuk memastikan tidak ada noda lem	2	42	6
				Prosedur kerja belum bekerja dengan baik	3	Melakukan sosialisasi secara rutin tentang prosedur kerja	2	42	7
				Pengeleman tidak pas/ tidak mengikuti standar perusahaan	3	Dilakukan pengawasan lebih ketat terhadap cara kerja operator	2	42	8
				Temperatur udara tidak baik	4	Temperatur suhu ruangan dibuat kondisi sedang	3	84	4
				Kurangnya pencahayaan	4	Menambahkan penerangan	3	84	5
				Kualitas chemical/ lem kurang baik	4	Pemilihan chemical/ lem dengan kualitas yang sesuai dan berkualitas	5	140	2
				Alat pengeleman yang tidak rata	5	Mengganti atau memperbaiki alat pengeleman	6	210	1

5. Tahap Control

Tahap Control adalah tahap terakhir dari peningkatan kualitas six sigma. Yang perlu diperhatikan pada tahap ini adalah selalu menjaga proses agar tetap stabil. Pada tahap ini semua hasil dari peningkatan kualitas harus didokumentasikan dan disebarluaskan. Control harus dilakukan terus menerus pada setiap tahap dalam proses produksi, agar diketahui jika ada masalah-masalah yang terjadi. Sehingga perusahaan dapat memilih tindakan perbaikan yang tepat untuk dilakukan. Kontrol akan berhasil jika dilakukan oleh seluruh karyawan ditempat kerja mulai dari atasan sampai dengan operator produksi dan bagian quality control agar kualitas dari produk yang dihasilkan tetap baik.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, maka kesimpulan yang didapatkan dari penelitian adalah sebagai berikut:

1. Pengendalian kualitas dilakukan melalui inspeksi berlapis mulai dari bahan baku, proses produksi (penimbangan bahan mentah, penggilingan, dan pencampuran bahan), hingga final inspection. Namun, pelaksanaan QC masih menghadapi kendala pada konsistensi operator, standar kerja yang belum sepenuhnya dipatuhi, Hal ini menyebabkan beberapa jenis cacat masih muncul, seperti Dirty, Over Cement, Yellowing, Poor Trimming.
2. Nilai level sigma produksi outsole berdasarkan perhitungan DPMO dan tingkat kecacatan pada periode penelitian, menunjukkan bahwa proses produksi masih berada pada kategori belum optimal. Hal ini disebabkan oleh adanya defect yang dipengaruhi oleh keterlambatan bahan baku, sehingga proses produksi tidak berjalan stabil. Oleh karena itu, perusahaan perlu meningkatkan pengendalian proses dan manajemen pasokan bahan baku guna meningkatkan level sigma dan menurunkan jumlah defect.
3. Faktor Penyebab Cacat dan Usulan Perbaikan Terdapat empat jenis cacat: Poor Trimming, Yellowing, Dirty, dan Over Cement. Faktor penyebab utamanya berasal dari: Manusia: kurang teliti, kurang terampil dalam trimming dan cementing. Metode: SOP belum konsisten dijalankan, standar waktu kerja tidak stabil. Material: kualitas lem, bahan outsole, dan kondisi lingkungan yang memicu yellowing. Usulan perbaikan yang sesuai proses produksi: Pelatihan ulang operator dan standarisasi kerja. Mengganti atau mengasah pisau trimming secara berkala. Mengontrol suhu & humidity untuk mencegah yellowing. Meningkatkan pengawasan QC di titik kritis proses.

## DAFTAR PUSTAKA

- AGENG, S. (2020). Peningkatan kualitas dan efisiensi pada proses produksi dunnage menggunakan metode lean six sigma (Studi kasus di PT. XYZ). *Teknika: Jurnal Sains dan Teknologi*, Vol. 16 (2), Tahun 2020, 16, 186.
- Elvina, T., & Dwicahyani, A. R. (2022). Pengendalian Kualitas Menggunakan Metode Lean Six Sigma dan FMEA Untuk Mengurangi Produk Cacat Panci Anodize PT. ABC. *SENANTITAN II Seminar Nasional Teknologi Industri Berkelanjutan II*, 294–304.
- Fajar Satrio, R. (2023). ANALISIS PROSES ASSEMBLY CORE EXTERNAL ENGINE DENGAN METODE SIX SIGMA UNTUK MENGURANGI DELAY MAINTENANCE DI PT. GMF AEROASIA (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Dirgantara Adisutjipto).
- Firmansyah, R., & Yuliarty, P. (2020). Implementasi Metode DMAIC pada Pengendalian Kualitas Sole Plate di PT Kencana Gemilang. *Jurnal PASTI*, 14(2), 167. <https://doi.org/10.22441/pasti.2020.v14i2.007>
- Fransiscus, H., Juwono, C. P., & Astari, I. S. (n.d.). Implementasi Metode Six Sigma DMAIC untuk Mengurangi Paint Bucket Cacat di PT X. 53–64. Gaspersz, V. (2007). *Lean six sigma*. Gramedia Pustaka Utama.
- Irwanto, A., Arifin, D., Arifin, M. M., & Pt, X. (n.d.). PENINGKATAN KUALITAS PRODUK GEARBOX DENGAN PENDEKATAN DMAIC SIX SIGMA PADA PT . X , Y , Z Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Borobudur produk juga harus berjalan dengan baik . Namun pada kenyataannya , tiap tahun didapatkan kegagalan nol ( zero defect ). 1–17.
- Laili, H. N., & Suparto. (2019). Analisis Pengendalian Kualitas Untuk Mengurangi Cacat Pada Produk Sepatu Dengan Metode Six Sigma Dan Kaizen Di PT. Karya Mitra Budi Sentosa. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan VII 2019*, 5(8), 217–224.
- Laurentine, L. E., Ahmad Safar Tosungku, L. O., & Fatimahhayati, L. D. (2022). Analisis Pengendalian Kualitas Produk Sepatu Menggunakan Metode Six Sigma Dan Kaizen Pada Cv. Sepatu Sani Malang Jawa Timur. *PROFISIENSI: Jurnal Program Studi Teknik* <https://doi.org/10.33373/profis.v10i1.4290> *Industri*, 10(1), 41–48.
- Maulani, M. P. (2020). UPAYA PENGENDALIAN KUALITAS PACKING BUMBU OIL MIE GORENG FOT 16 DENGAN METODE SIX SIGMA PADA DIVISI SEASONING 2 DI PT KARUNIA ALAM SEGAR (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Gresik).
- Montgomery, D. C. (2020). *Introduction to statistical quality control*.



- John wiley & sons. Nurhayani, N., Putri, S. R., & Darmawan, A. (2023). Analisis Pengendalian Kualitas Produk Outsole Sepatu Casual menggunakan Metode Six Sigma DMAIC dan Kaizen 6S. *Jurnal Teknik Industri*, 9(1), 248-258.
- Safitri, Wiji SafPrasetyo, S. E., & Itri. (2024). Analisis Pengendalian Kualitas dengan Metode Six Sigma dan FMEA pada Line Assembly PT Sakai Indonesia. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Ekonomi* <https://doi.org/10.24815/jimen.v9i2.29422> *Manajemen*, 9(2), 317–338.
- Wardana, A. P. (2023). Penerapan Dmaic Dan Fmea Untuk Pengendalian Kualitas Produk Kemasan Kertas Perusahaan Percetakan Pt.Xyz. *Jurnal SENOPATI: Sustainability, Ergonomics, Optimization, and Application of Industrial Engineering*, 5(1), 47–55. <https://doi.org/10.31284/j.senopati.2023.v5i1.4562>