



Evaluasi Kinerja Mesin *Circular Loom* Guna Mengurangi *Defect* Produk dengan Metode *Six Sigma*

Randy Alwan Nafis^{1✉}, Jaka Purnama¹

⁽¹⁾Teknik Industri, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Surabaya, Indonesia

DOI: 10.31004/jutin.v8i3.46740

✉ Corresponding author:
[randyalwan25@gmail.com]

Article Info	Abstrak
<p><i>Kata kunci:</i> <i>Six Sigma;</i> <i>DMAIC;</i> <i>Circular Loom;</i> <i>DPMO;</i> <i>Level Sigma</i></p>	<p>PT XYZ mengalami tingginya tingkat cacat produk woven bag, dengan total 846.929 unit cacat dari 6.305.102 unit produksi selama Januari - Mei 2025. Jenis cacat dominan adalah keperet, rajutan longgar, rajutan berlubang, dan sambungan isolasi. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi kinerja mesin Circular Loom guna menekan cacat dengan metode Six Sigma melalui pendekatan DMAIC. Analisis dilakukan menggunakan diagram Pareto, peta kontrol p, perhitungan DPMO, dan level sigma, hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai Defect Per Million Oppoertunity (DPMO dalam proses produksi Wovenbag di PT.XYZ selama Periode Januari – Mei 2025 mencapai rata-rata (33,581), dengan jenis cacat Keperet (38,515), Rajutan Longgar (32,987), Rajutan Berlubang (30,711), dan Sambungan Isolasi (32,112), selanjutnya Level Sigma rata-rata (3,332) dengan jenis cacat Keperet (3,268), Rajutan Longgar (3,339), Rajutan Berlubang (3,370) dan Sambungan Isolasi (3,351). Kapabilitas Proses rata-rata (1,111) dengan jenis cacat Keperet (1,089), Rajutan longgar (1,113), Rajutan Berlubang (1,123) dan Sambungan Isolasi (1,117)..</p>
<p><i>Keywords:</i> <i>Six Sigma;</i> <i>DMAIC;</i> <i>Circular Loom;</i> <i>DPMO;</i> <i>Lecel Sigma</i></p>	<p>Abstract</p> <p><i>PT XYZ experienced a high level of defects in woven bag products, with a total of 846,929 defective units from 6,305,102 production units during January - May 2025. The dominant types of defects were keperet, loose knitting, perforated knitting, and insulation joints. This study aims to evaluate the performance of the Circular Loom machine to reduce defects using the Six Sigma method through the DMAIC approach. The analysis was carried out using Pareto diagrams, p control charts, DPMO calculations, and sigma levels. The calculation results showed that the Defect Per Million Opportunity (DPMO) value in the Wovenbag production process at PT.XYZ during the January - May 2025 period reached an average of (33,581), with the types of defects Keperet (38.515), Loose Knitting (32.987), Knitting Holes</i></p>

(30.711), and Insulation Joints (32.112), then the average Sigma Level (3.332) with the types of defects Keperet (3.268), Loose Knitting (3.339), Knitting Holes (3.370) and Insulation Joints (3.351). Average Process Capability (1.111) with the types of defects Keperet (1.089), Loose Knitting (1.113), Knitting Holes (1.123) and Insulation Joints (1.117).

1. PENDAHULUAN

Industri pembuatan tas anyaman memiliki peranan penting dalam menyokong sistem logistik dan distribusi barang-barang dari sektor industri dan pertanian. Salah satu perusahaan yang aktif di sektor ini adalah PT XYZ, yang memanfaatkan mesin Circular Loom (CL) sebagai alat utama dalam proses pembuatan. Mesin tersebut berfungsi untuk menganyam benang polipropilena menjadi lembaran karung plastik. Selama proses pembuatan, kualitas produk sangat dipengaruhi oleh kinerja mesin, stabilitas parameter operasional, serta efektivitas sistem perawatan yang diterapkan.

PT XYZ, merupakan perusahaan yang bergerak di bidang pembuatan karung plastik, dimana perusahaan ini menghadapi tantangan dalam menjaga stabilitas kualitas produknya. Sejak memulai produksi secara komersial pada pertengahan tahun 1982, PT XYZ telah mengembangkan berbagai produk unggulan, termasuk jumbo bag dan woven bag, yang terbuat dari bahan baku utama polipropilen (PP) dan polietilen (PE). Meskipun telah beroperasi selama lebih dari empat dekade, masalah kualitas produk tetap menjadi isu penting yang harus ditangani. Dalam konteks ini, sangat krusial untuk dipahami bahwa kualitas produk tidak hanya berdampak pada kepuasan pelanggan, tetapi juga pada keberlanjutan dan pertumbuhan perusahaan dalam pasar yang semakin kompetitif. Dengan meningkatnya tuntutan konsumen akan produk berkualitas tinggi, perusahaan dituntut untuk beradaptasi dan melakukan inovasi guna memenuhi harapan tersebut (Supmana & Rian Prasetyo, 2024).

Namun, berdasarkan data historis dari Januari sampai Mei 2025, PT XYZ mengalami tingkat produk cacat yang cukup tinggi, dengan jumlah mencapai 846,929 unit. Jenis cacat ini terdiri dari beberapa kerusakan pada *Wovenbag*, seperti keperet, rajutan longgar, rajutan berlubang, dan sambungan isolasi. Cacat keperet menjadi yang paling banyak dengan jumlah terbanyak secara konsisten setiap bulan, yaitu 63.251 unit pada Mei 2025, dan total kumulatif mencapai 242,841 unit selama lima bulan. Persentase cacat produk dibandingkan dengan jumlah total juga menunjukkan peningkatan, dari 13,47% pada Januari menjadi 14,37% pada Mei, yang mengindikasikan adanya penurunan kualitas produk seiring dengan berjalannya waktu.

Berdasarkan grafik persentase reject produk woven bag dari Januari hingga Mei 2025, terlihat adanya peningkatan signifikan pada beberapa jenis cacat, terutama pada cacat *Keperet* dan *Rajutan Renggang*. Cacat *Keperet* mengalami lonjakan dari 3,45% di bulan Januari menjadi 4,46% pada Mei, menjadikannya jenis cacat dengan kontribusi tertinggi terhadap total produk afalan. Secara keseluruhan grafik menunjukkan adanya ketidakstabilan kualitas yang signifikan. Hal ini menegaskan bahwa kerusakan atau penurunan kinerja komponen mesin Circular Loom berdampak nyata terhadap kualitas produk.

Fakta bahwa komponen mesin Circular Loom di PT XYZ sering mengalami kerusakan yang memerlukan perbaikan berulang menjadi salah satu penyebab utama meningkatnya jumlah produk cacat. Ketidakstabilan operasional, seperti getaran mesin yang berlebihan, ketidakseimbangan benang, atau penyumbatan pada rel penarik, dapat menyebabkan produk tidak terbentuk dengan baik. Selain itu, sistem perawatan yang bersifat reaktif, bukan preventif, memperburuk frekuensi kerusakan dan waktu berhentinya produksi, sehingga mengurangi efektivitas keseluruhan dalam proses pembuatan.

Mengingat kondisi tersebut, diperlukan pendekatan yang tidak hanya bersifat teknis tetapi juga berbasis data dan analisis yang sistematis untuk mengidentifikasi akar permasalahan dan menentukan langkah perbaikan yang tepat. Salah satu metode yang dapat diterapkan secara menyeluruh dalam situasi ini adalah Six Sigma. Metodologi ini menggunakan pendekatan DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control) untuk mengidentifikasi, mengukur, menganalisis, dan mengendalikan sumber cacat yang muncul dalam proses pembuatan. Dengan Six Sigma, perusahaan dapat menilai kinerja mesin Circular Loom secara objektif dan menyeluruh, sehingga dapat merumuskan strategi peningkatan kualitas produksi yang terintegrasi dan berkelanjutan (Fahmi Fachrudin & Ari Zaqi Al Faritsy, 2024).

Dalam penelitian ini, dievaluasi kinerja mesin Circular Loom di PT XYZ dengan menggunakan metode Six Sigma, untuk mengetahui seberapa besar pengaruh faktor mesin terhadap cacat produk tas anyaman, serta

merumuskan rekomendasi teknis dan manajerial yang dapat dilaksanakan untuk mengurangi jumlah cacat. Diharapkan hasil evaluasi ini dapat menambah nilai dalam peningkatan kualitas produk, penghematan biaya produksi, serta mendukung terbentuknya sistem produksi yang lebih efisien dan handal.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode Six Sigma untuk mengevaluasi kinerja mesin Circular Loom dalam proses produksi woven bag di PT XYZ. Metodologi yang digunakan mengacu pada siklus DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control), yang terdiri atas lima tahapan utama sebagai berikut:

Define (Pendefinisian Masalah)

Pada tahap ini, dilakukan proses identifikasi permasalahan serta penetapan tujuan dari penelitian. Data mengenai produk cacat dikumpulkan oleh peneliti dari proses produksi woven bag selama rentang waktu Januari hingga Mei 2025. Selain itu, dilakukan pula identifikasi Critical to Quality (CTQ) serta penentuan jenis cacat yang paling dominan dengan memanfaatkan Diagram Pareto sebagai alat bantu analisis (Nurkholiq et al., n.d.).

Measure (Pengukuran Kinerja Proses)

Pada tahap ini, dilakukan pengukuran tingkat cacat dengan menghitung:

- 1 Proporsi cacat melalui peta kontrol atribut (p-chart),
- 2 DPMO merupakan metode untuk menghitung tingkat kegagalan berdasarkan satu juta kemungkinan terjadinya cacat.,
- 3 Level sigma sebagai indikator kinerja kualitas,
- 4 Kapabilitas proses (Cp) untuk menilai kemampuan proses dalam memenuhi spesifikasi.

Analyze (Analisis Penyebab Masalah)

Tahapan ini dilakukan untuk menelusuri penyebab utama dari munculnya cacat produk dengan memanfaatkan Diagram Sebab Akibat (Ishikawa/Fishbone). Analisis dilakukan dengan mempertimbangkan lima faktor utama, yaitu: manusia (man), peralatan (machine), metode kerja (method), bahan baku (material), serta kondisi lingkungan (environment) (Prihastono, n.d.).

Improve (Perbaikan proses)

Berdasarkan hasil analisis, peneliti menyusun rekomendasi perbaikan terhadap komponen mesin, metode kerja, serta sistem kontrol kualitas yang bersifat preventif guna menekan tingkat cacat (Ariani, 2015).

Control (Pengendalian Berkelanjutan)

Tahap akhir bertujuan untuk memastikan bahwa perbaikan yang diusulkan dapat dipertahankan secara konsisten. Disusunlah usulan sistem pengendalian mutu berkelanjutan agar perbaikan tidak bersifat sementara (Zulkhulaifah & Apriliani, 2024).

3. RESULT AND DISCUSSION

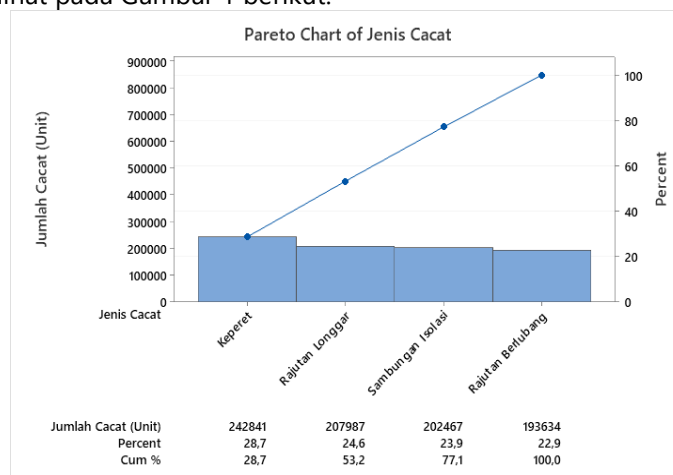
Tahap Define

Data periode Januari–Mei 2025 menunjukkan total cacat produk woven bag sebanyak 846.929 unit. Jenis cacat terbesar adalah kepret sebesar 28,67%, diikuti rajutan longgar (24,56%), sambungan isolasi (22,86%), dan rajutan berlubang (23,91%). Tiga jenis cacat teratas mencakup lebih dari 75% dari total, yang menandakan perlunya fokus perbaikan pada titik-titik tersebut untuk menekan tingkat afalan secara signifikan.

Tabel 1 Perhitungan presentase afalan

No	Jenis Afalan	Jumlah Afalan (Unit)	Presentase (%)	Presentase Kumulatif (%)
1	Kepret	242.841	28,67%	28,67%
2	Rajutan Longgar	207.987	24,56%	53,23%
3	Sambungan Isolasi	202.467	22,86%	76,09%
4	Rajutan Berlubang	193.634	23,91%	100,00%
Total		846.929	100,00%	

Selanjutnya, dilakukan pembuatan diagram Pareto dengan bantuan perangkat lunak Minitab 16. Visualisasi hasil tersebut dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1 Diagram pareto afalan

Berdasarkan Diagram Pareto yang ditampilkan pada Gambar 4.7, terlihat bahwa jenis cacat produk woven bag yang paling dominan adalah cacat keperet dengan persentase sebesar 28,7%. Jenis cacat lainnya yang cukup signifikan adalah rajutan longgar (24,6%), rajutan berlubang (23,9%), dan sambungan isolasi (22,9%). Jika dilihat secara kumulatif, tiga cacat utama menyumbang 77,1% dari total keseluruhan cacat yang terjadi. Temuan ini menunjukkan bahwa upaya perbaikan yang difokuskan pada ketiga jenis cacat tersebut berpotensi memberikan dampak besar dalam menurunkan jumlah produk cacat secara keseluruhan.

Tahap Measure

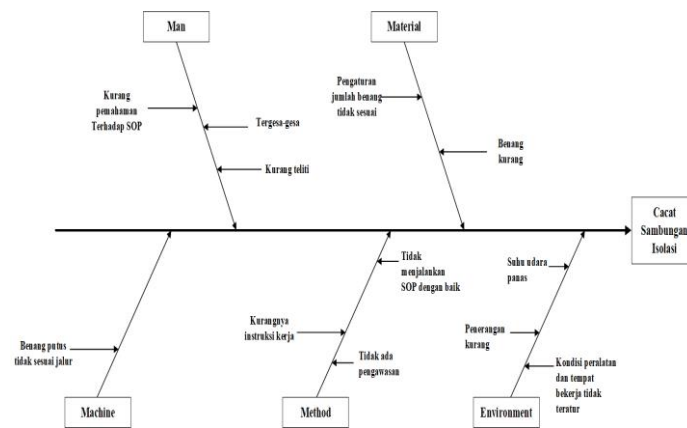
Setelah perhitungan DPMO dan tingkat sigma selesai dilakukan, tahap selanjutnya adalah menghitung kapabilitas proses. Tujuan dari perhitungan ini adalah untuk mengevaluasi dan mengetahui sejauh mana proses yang berjalan mampu menghasilkan produk sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan. Di bawah ini disajikan contoh perhitungan kapabilitas proses menggunakan data atribut terkait cacat anyaman berlubang.

Tabel 2 Nilai Kapabilitas Proses dari Masing-masing Jenis cacat

No	Jenis Afalan	Jumlah Produksi	Jumlah Produk Afalan	DPMO	Level Sigma	Kapabilitas Proses
1	Keperet	6.305.102	242.841	38.515	3,268	1,089
2	Rajutan Longgar	6.305.102	207.987	32.987	3,339	1,113
3	Rajutan Berlubang	6.305.102	193.634	30.711	3,370	1,123
4	Sambungan Isolasi	6.305.102	202.467	32.112	3,351	1,117
Rata-rata		6.305.102	211.732	33.581	3,332	1,111

Berdasarkan Tabel 2, hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai kapabilitas proses untuk produk plastik berada pada kisaran 1,00 hingga 1,99, dengan rata-rata nilai Cp sebesar 1,111. Angka ini mengindikasikan bahwa proses produksi sudah cukup mampu mendekati target proyek Six Sigma. Namun demikian, meskipun hasil kapabilitas tergolong baik, peningkatan kualitas tetap dibutuhkan agar dapat memenuhi sasaran perusahaan, yaitu maksimal 3% produk cacat atau mendekati zero defect. Mengacu pada data dalam Tabel 1.1, persentase cacat masih melampaui batas yang ditetapkan, dan hasil peta kendali p juga memperlihatkan beberapa titik data yang keluar dari batas kendali, yang menunjukkan bahwa proses produksi belum berjalan secara stabil maupun optimal. Oleh karena itu, langkah-langkah perbaikan proses perlu dilakukan untuk mengurangi jumlah produk cacat dan mendukung pencapaian target kualitas dalam inisiatif Six Sigma.

Tahap Analyze



Gambar 2 Diagram sebab akibat afalan sambungan isolasi

Berdasarkan Gambar 4.19, faktor-faktor penyebab dari cacat *Sambungan Isolasi* terdiri dari faktor manusia, mesin, material dan metode. Keempat faktor ini menjadi faktor dominan dan masing-masing dari faktor tersebut memiliki akar penyebab. Berikut ini akan diuraikan dari setiap faktor yang menyebabkan cacat *Sambungan Isolasi*.

1. Faktor Manusia

Kesalahan operator merupakan salah satu penyebab utama. Kurangnya pemahaman terhadap SOP, bekerja dalam kondisi tergesa-gesa, serta kurang teliti saat proses penyambungan membuat sambungan tidak presisi dan mudah terlepas. Hal ini sering terjadi karena beban kerja tinggi, minim pelatihan, atau tidak adanya pengawasan langsung.

2. Faktor Mesin

Dari sisi mesin, benang yang putus atau keluar dari jalur dapat mengganggu proses penyambungan. Ketidaksesuaian jalur benang membuat posisi sambungan tidak tepat, sehingga hasil sambungan menjadi tidak kuat atau cacat. Masalah ini muncul karena ketidakteraturan pergerakan benang yang tidak segera diperbaiki.

3. Faktor Material

Kualitas dan jumlah benang sangat berpengaruh. Pengaturan jumlah benang yang tidak sesuai atau benang yang kurang menyebabkan tekanan pada titik sambungan tidak seimbang, sehingga tidak dapat menyatu dengan sempurna. Kualitas benang juga harus dijaga agar tidak mudah putus saat proses berlangsung.

4. Faktor Metode

Dari aspek metode kerja, ketidakkonsistenan dalam proses penyambungan disebabkan oleh minimnya petunjuk kerja, penerapan SOP yang tidak optimal, serta kurangnya pengawasan. Hal ini menyebabkan operator lebih mengandalkan kebiasaan pribadi dalam menjalankan tugas, yang belum tentu selaras dengan standar operasional yang telah ditetapkan.

5. Faktor Lingkungan

Lingkungan kerja juga memiliki peran penting. Suhu udara yang terlalu panas, pencahayaan yang kurang, serta kondisi tempat kerja yang tidak tertata dengan baik menyebabkan operator kesulitan dalam bekerja secara presisi. Akibatnya, proses penyambungan tidak dilakukan dengan optimal dan berujung pada cacat.

Tahap Improve

Setelah sumber dan akar penyebab masalah kualitas berhasil diidentifikasi, tahap perbaikan difokuskan pada penetapan rencana tindakan korektif dengan mengadopsi pendekatan peningkatan kualitas Six Sigma. Rencana dasar perbaikan ini mencakup penentuan alokasi sumber daya, penetapan prioritas tindakan, serta alternatif strategi pelaksanaan. Selain itu, diperlukan juga proses pemantauan dan evaluasi berkelanjutan melalui pengumpulan serta analisis data, sementara implementasi rencana harus dirancang secara menyeluruh dalam fase ini.

1. Perbaikan 5W + 1H

Penyusunan rencana tindakan merupakan salah satu langkah krusial dalam program peningkatan mutu Six Sigma. Pada tahap ini, perlu ditetapkan apa yang harus dilakukan, alasan pemilihan tindakan tersebut, lokasi pelaksanaannya, serta waktu implementasi. Selain itu, penting untuk menentukan

pihak yang bertanggung jawab dan cara pelaksanaan tindakan tersebut. Contoh rencana tindakan untuk mengatasi masalah cacat jahitan yang tidak sempurna dapat dilihat pada Tabel 4.3 berikut.

Tabel 3 Perbaikan 5W+1H

No	Jenis	5W+1H	Deskripsi/Tindakan
1	Inti dari Tujuan	What	1. Mengembangkan prosedur operasional standar dan petunjuk kerja setiap kali terdapat modifikasi dalam proses kerja. 2. Melakukan sosialisasi SOP kepada karyawan
2	Nilai Guna	Why	1. Memastikan proses produksi berjalan sesuai prosedur yang telah distandarisasi. 2. Mengurangi tingkat kecacatan pada hasil produksi.
3	Tempat	Where	Sirkulasi udara di tambah agar tidak terjadi udara yang panas
4	Urutan	When	Pada saat sebelum dan sesudah produksi
5	Orang	Who	Penanggung jawab Produksi
6	Metode	How	1. Menyusun SOP yang mengacu pada standar operasional kerja, meliputi: a. SOP pengaturan mesin, yang bertujuan untuk memudahkan proses setting serta memastikan pengaturan mesin dilakukan secara akurat. b. SOP langkah kerja atau instruksi kerja, guna memastikan aktivitas di lantai produksi berjalan sesuai prosedur dan menciptakan keseragaman dalam pelaksanaan tugas. c. SOP pemeriksaan pada setiap tahapan produksi, dengan tujuan mempermudah proses pengecekan, meningkatkan ketelitian, dan memastikan seluruh aspek penting tidak terlewatkan selama proses berlangsung. 2. Memberikan pengarahan serta briefing terkait implementasi SOP kepada seluruh karyawan. 3. Melakukan pengawasan terhadap pelaksanaan kerja karyawan selama proses produksi untuk memastikan kesesuaian dengan prosedur.

Rencana tindakan korektif ini bertujuan untuk menetapkan prosedur operasional standar (SOP) yang tepat dalam mendukung proses produksi serta aktivitas karyawan. Selain itu, pengawasan dan pengarahan dari manajer produksi atau pihak terkait juga diperlukan guna memastikan bahwa setiap pekerja menjalankan tugas sesuai prosedur yang benar, khususnya pada tahapan tertentu seperti saat terjadi pergantian shift atau proses.

4. KESIMPULAN

Dengan merujuk pada temuan penelitian dan tujuan yang ingin dicapai, maka rangkaian kesimpulan dari penelitian ini dapat disampaikan sebagai berikut:

1. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai Defect Per Million Oppoertunity (DPMO dalam proses produksi Wovenbag di PT.XYZ selama Periode Januari – Mei 2025 mencapai rata-rata (33.581), dengan jenis cacat *Keperet* (38,515), *Rajutan Longgar* (32,987), *Rajutan Berlubang* (30,711), dan *Sambungan Isolasi* (32,112), selanjutnya Level Sigma rata-rata (3,332) dengan jenis cacat *Keperet* (3,268), *Rajutan Longgar* (3,339), *Rajutan Berlubang* (3,370) dan *Sambungan Isolasi* (3,351). Kapabilitas Proses rata-rata (1,111) dengan jenis cacat *Keperet* (1,089), *Rajutan longgar* (1,113), *Rajutan Berlubang* (1,123) dan *Sambungan Isolasi* (1,117). Dari perhitungan DPM, Level sigma dan Kapabilitas Proses menunjukkan bahwa proses belum berada perhitungan yang baik dan masih jauh dari standar industri yang minimal 4 sigma.

2. Berdasarkan analisis fishbone, ditemukan bahwa faktor utama penyebab terjadinya produk cacar adalah:
 - a. Faktor Mesin, terutama kausan rubber roll dan pengaturan shuttle yang tida presisi
 - b. Faktor Manusia, Kurangnya pemahaman terhadap SOP serta minimnya pelatihan dan pengawasan kerja
 - c. Faktor Material, yaitu kualitas benang dan isolasi sambungan yang tidak sesuai spesifikasi
 - d. Faktor Metode. Yang meliputi belum diterapkannya jadwal perawatan prebventif dan sistem inspeksi rutin.
 - e. Faktor Lingkungan, Suhu udara yang panas dan kurangnya sirkulasi udara di proses produksi.
3. Usulan perbaikan untuk mengurangi jumlah cacat mencakup preventive maintenace, standardisasi SOP dan pelatihan operator, serta peningkatan sistem kontrol kualitas material. Selain itu, penguatan sistem pengawasan mutu berbasis peta kontrol digitas dan penggunaan pendekatan DMAIC dinilai efektif untuk peningkatan berkelanjutan.

5. REFERENSI

- Ariani, D. W. (2015). Employee Satisfaction and Service Quality: Is There Relations? In *Dorothea Wahyu Ariani International Journal of Business Research and Management (IJBRM)* (Issue 6).
- Fahmi Fachrudin, & Ari Zaqi Al Faritsy. (2024). ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS UNTUK MENURUNKAN JUMLAH CACAT BENANG COTTON DENGAN METODE SIX SIGMA (DMAIC). *JURNAL ILMIAH SAINS TEKNOLOGI DAN INFORMASI*, 3(1), 31–44. <https://doi.org/10.59024/jiti.v3i1.995>
- Nurkholiq, O. A., Saryono, O., Setiawan, I., Fungsional, J., Kepala, L., & Ahli, A. (n.d.). *ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS (QUALITY CONTROL) DALAM MENINGKATKAN KUALITAS PRODUK*. <https://jurnal.unigal.ac.id/index.php/ekonologi>
- Prihastono, E. (n.d.). *PENGENDALIAN PROSES STATISTIK UNTUK MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS DAN KUALITAS PADA INDUSTRI*.
- Supmana, S., & Rian Prasetyo. (2024). Analisis Pengendalian Kualitas Produk Karung di PT XYZ Menggunakan Metode Seven Tools. *Venus: Jurnal Publikasi Rumpun Ilmu Teknik*, 2(1), 299–309. <https://doi.org/10.61132/venus.v2i1.222>
- Zulkhulaifah, J. A., & Apriliani, F. (2024). Penerapan Six Sigma dan Metode Define, Measure, Analyze, Improve, Control (DMAIC) untuk Analisis Green Tyre Shortage di PT Merpati Putih. *Factory Jurnal Industri, Manajemen Dan Rekayasa Sistem Industri*, 2(3), 119–133. <https://doi.org/10.56211/factory.v2i3.495>