

Peningkatan Efisiensi Dan Kualitas Pemotongan Kain Melalui Otomasi

Improving Fabric Cutting Efficiency and Quality Through Automation

Fredi^{*1}, Hisyam Ma'mun¹, Wardatul Jannah¹

¹Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas PGRI Semarang, Semarang, Indonesia

Info Artikel

Diserahkan:

25 Juli 2026

Direvisi:

18 Agustus 2026

Diterima:

25 Agustus 2026

ABSTRAK

Proses penyiapan dan pemotongan kain di area pergudangan praproduksi yang masih dilakukan secara manual selama ini memicu berbagai permasalahan krusial, seperti keterlambatan waktu siklus produksi, tingginya tingkat cacat hasil potong, serta kerugian finansial perusahaan akibat pemborosan material. Penelitian ini bertujuan untuk merancang, mengimplementasikan, serta mengevaluasi efektivitas penerapan mesin pemotong kain otomatis dual fungsi berbasis sensor digital guna menggantikan metode konvensional tersebut secara menyeluruh. Metode penelitian ini menggunakan pendekatan terstruktur empat tahap, yang meliputi pengumpulan data baseline secara aktual, analisis akar permasalahan menggunakan diagram fishbone, perumusan tahap perbaikan melalui matriks 5W+2H, perancangan mesin pemotongan kain yang inovatif, hingga evaluasi komparatif secara komprehensif terhadap seluruh parameter operasional yang ada. Hasil uji coba operasional selama kurun waktu tiga bulan membuktikan bahwa penggunaan mesin otomatis ini berhasil meningkatkan kecepatan pemotongan kain secara drastis sebesar 125%, yakni dari 80 m/jam melonjak menjadi 180 m/jam. Selain itu, akumulasi cacat kain berhasil ditekan secara signifikan hingga 98,1%, turun drastis dari 126,25 m menjadi hanya 2,4 m. Secara keseluruhan, penerapan inovasi otomasi ini terbukti sangat efektif dalam menciptakan standarisasi ukuran pemotongan kain sekaligus memberikan penghematan biaya operasional perusahaan sebesar Rp23.277.000 akibat penurunan tingkat pemborosan material.

Kata Kunci : otomasi pemotongan kain, pergudangan garmen, efisiensi waktu siklus, reduksi cacat kain, efisiensi biaya

ABSTRACT

The fabric preparation and cutting process in the pre-production warehouse area of, which is still performed manually, has triggered various critical issues such as production cycle time delays, high rates of cutting defects, and company financial losses due to material waste. This study aims to design, implement, and evaluate the effectiveness of applying a digital sensor-based dual-function automatic fabric cutting machine to thoroughly replace the conventional method. This research employs a four-stage structured approach, including factual baseline data collection, root cause analysis using a fishbone diagram, improvement formulation through the 5W+2H matrix, innovative fabric cutting machine design, and a comprehensive comparative evaluation of all operational parameters. Operational trial results over a three-month period demonstrate that the use of the automatic machine successfully increased fabric cutting speed drastically by 125%, surging from 80 m/h to 180 m/h. Furthermore, accumulated fabric defects were significantly reduced by 98.1%, dropping sharply from 126.25 m to just 2.4 m. Overall, the implementation of this automation innovation has proven highly effective in establishing standardization for fabric cutting sizes while providing operational cost savings of Rp23,277,000 for the company due to reduced material waste.

Keywords : fabric automated fabric cutting, garment warehousing, cycle time efficiency, fabric defect reduction, cost efficiency

Corresponding author email: hisyam@upgris.ac.id

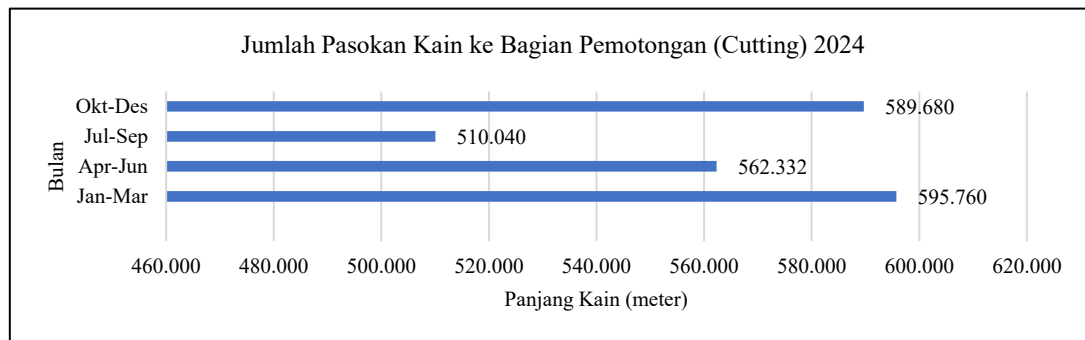


This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.

1. PENDAHULUAN

Industri manufaktur pakaian jadi saat ini dituntut untuk terus meningkatkan produktivitas guna memenuhi permintaan pasar yang dinamis dan kompetitif [1],[2]. Salah satu pilar penting dalam rantai produksi garmen adalah proses persiapan kain dari gudang penyimpanan yang akan diserahkan ke bagian pemotongan. Proses

transisi dan penyiapan material di awal ini sangat krusial, karena kondisi dan kesiapan bahan sebelum dipotong akan sangat mempengaruhi kelancaran, akurasi, dan efisiensi seluruh tahapan produksi berikutnya. (Gbr 1) yaitu jumlah pasokan kain dari gudang ke bagian pemotongan (*cutting*) bertujuan untuk memberikan gambaran mengenai besarnya skala volume bahan baku yang diproses pada bagian pemotongan tersebut selama tahun 2024. Dengan total pasokan yang mencapai 2.257.812 meter per tahun.



Gbr. 1. Jumlah Pasokan Kain Ke Bagian Pemotongan (*Cutting*)

Sebelum dilakukannya proses pengiriman pada proses produksi perlu dilakukan proses pemotongan kain terlebih dahulu, Namun pada realisasinya, proses pemotongan kain di area gudang masih sering dihadapkan pada kendala operasional akibat ketergantungan pada metode pemotongan manual. Ketika jumlah kain dalam satu gulungan roll melebihi jumlah permintaan dari unit produksi, operator gudang harus melakukan pemotongan secara manual untuk menyesuaikan jumlah permintaan kain. Penggunaan tenaga manusia secara penuh pada proses pemotongan kain ini memicu berbagai temuan, seperti variabilitas kecepatan kerja akibat kelelahan fisik serta inkonsistensi akurasi potong [3],[4]. Akibatnya sering ditemukan masalah berupa ketidakstabilan waktu siklus penyiapan di gudang, tingginya tingkat cacat hasil potongan kain yang tidak presisi/*miring*, resiko kain menjadi kotor akibat pemotongan manual, hingga ketidaksesuaian jumlah akhir kain yang dikirim ke bagian pemotongan. Berbagai kendala operasional ini secara langsung berujung pada kerugian finansial perusahaan akibat banyaknya sisa bahan yang terbuang sia-sia [5].

Berdasarkan permasalahan tersebut, solusi yang diterapkan dalam penelitian ini adalah mengimplementasikan sistem pemotongan kain menggunakan mesin potong kain otomatis. Inovasi ini mengadaptasi prinsip kerja mesin *relax* kain konvensional yang berada di bagian gudang, dengan fungsi mengubah kain *roll-ke-lembaran* yang dikembangkan lebih lanjut dengan penambahan fungsi *roll-ke-roll*. Sistem otomasi ini [6] beroperasi secara terintegrasi berbasis *Programmable Logic Controller* (PLC) sebagai unit pemroses utama, panel *Human Machine Interface* (HMI) untuk penginputan parameter, sensor rotary encoder dan counter meter untuk pengukuran bentangan panjang kain secara langsung, serta unit pisau rotary yang digerakan oleh motor listrik yang bergerak melintasi rel lurus untuk mengeksekusi pemotongan kain.

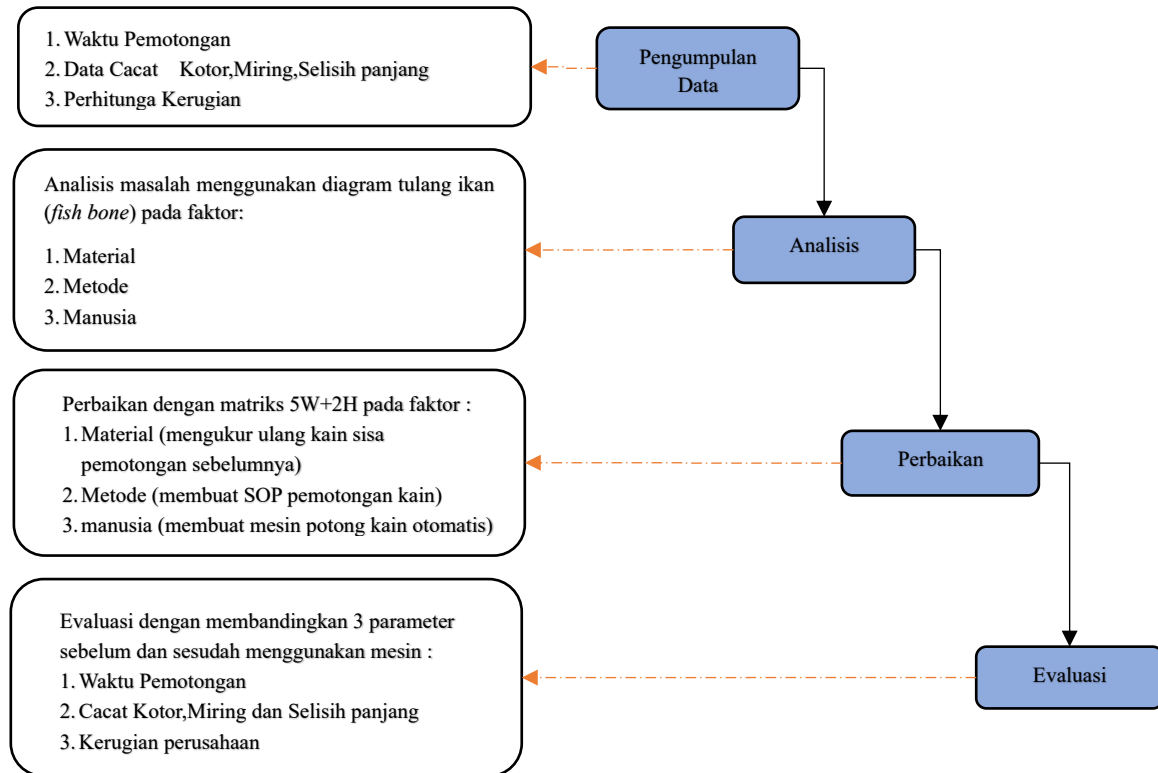
Dalam mengukur efektivitas transisi dari sistem manual ke sistem otomatis ini, dipilih pendekatan pengendalian kualitas six sigma [7],[8] melalui perhitungan metrik *Defect per unit* (DPU) untuk mengukur rata-rata jumlah cacat pada setiap unit, *Defect per opportunity* (DPO) untuk mengukur rasio cacat berdasarkan total peluang kesalahan, serta *Defects Per Million Opportunities* (DPMO) untuk memproyeksikan tingkat kecacatan per satu juta peluang guna menilai kapabilitas proses secara terstandar [9],[10]. Pengukuran metrik ini dilakukan untuk memetakan secara presisi dampak transisi dari metode pemotongan manual ke sistem otomatis pada proses penyiapan kain di area gudang.

Evaluasi dilakukan melalui pendekatan dengan mengukur tiga parameter utama, yaitu efisiensi waktu siklus kerja operator, reduksi tingkat cacat kain, serta penurunan nilai kerugian finansial akibat sisa bahan baku yang terbuang. Kebaruan yang ditawarkan dalam penelitian ini terletak pada fokus dan pendekatan otomasi pemotongan kain yang difokuskan langsung pada gudang. Kontribusi ilmiah dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan model pendekatan sistem analisis performa yang terukur, sekaligus menjadi dasar pertimbangan dan rekomendasi praktis bagi dalam mengoptimalkan penerapan teknologi otomasi guna menekan pemborosan bahan baku sejak awal alur kerja di bagian gudang perusahaan [11].

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini dirancang dalam empat tahapan terstruktur guna menyelesaikan permasalahan pemotongan kain di area gudang secara sistematis [12]. Kerangka kerja penelitian ini meliputi :1 tahap pengumpulan data kuantitatif, yaitu mencatat durasi pemotongan kain, mengidentifikasi frekuensi temuan cacat kotor, miring dan ukuran tidak sesuai serta menghitung kerugian finansial perusahaan. 2 tahap analisis akar masalah menggunakan diagram tulang ikan (*fishbone*) untuk mengidentifikasi penyebab utama kesalahan pemotongan pada faktor manusia, metode dan material. 3 tahap perbaikan menyusun matriks 5W+2H [13],[14] untuk melaksanakan perbaikan pada faktor material, metode dan manusia dimana pada tahap material dilakukan

pengukuran ulang terhadap sisa kain yang telah dipotong sebelumnya, pada tahap metode dilakukan pembuatan sop pemotongan kain dan pada tahap manusia yaitu membuat mesin potong kain otomatis dengan pengontrol PLC, sensor dan pisau potong rel pemandu lurus, mesin ini juga memiliki dual fungsi yaitu memotong kain dalam bentuk lembaran dan memotong kain dalam bentuk roll. Dan pada tahap 4 evaluasi yaitu untuk mengukur terhadap peningkatan efisiensi waktu potong kain, penurunan cacat pada kain, serta penghematan kerugian finansial melalui perbandingan data antara kondisi sebelum dan sesudah perbaikan. Masing-masing tahapan diuraikan secara rinci sebagai berikut:



Gbr. 2. Diagram Alir (Flow Chart Diagram)

2.1 Tahap Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data kuantitatif untuk mengetahui waktu pemotongan kain secara manual, mengidentifikasi frekuensi temuan cacat hasil potong, serta menghitung jumlah kerugian finansial perusahaan [15]. Kategori cacat hasil potong yang diidentifikasi meliputi cacat kotor, cacat miring, dan cacat ukuran tidak sesuai. Standarisasi ukuran potong kain dalam penelitian ini ditentukan berdasarkan ketentuan departemen (QC) *quality control* internal [16],[17] yang berlaku di area pemotongan. Berdasarkan standar operasional tersebut, kriteria penerimaan panjang pemotongan kain dinyatakan memenuhi standar apabila berada dalam batas toleransi selisih maksimal 2 cm dari target parameter yang ditentukan.

2.2 Tahap Analisis

Tahap analisis, di mana proses ini digunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab kesalahan pemotongan kain menggunakan diagram tulang Ikan (*fishbone diagram*) [18] pada faktor material, metode, serta manusia. Melalui integrasi kedua alat analisis tersebut, seluruh variabilitas dan penyimpangan data yang ditemukan pada tahap awal akan dibedah secara mendalam hingga menyentuh sumber masalah paling mendasar. Tahapan ini berfungsi secara krusial untuk memastikan bahwa rumusan tindakan perbaikan yang akan dirancang pada fase berikutnya dapat berjalan secara efektif, tepat sasaran, dan objektif.

2.3 Tahap Perbaikan/Improvement

Tahap perbaikan (*improvement*) menggunakan matriks 5 *Why*+2*H* dimana perbaikan pada faktor material yaitu dengan mengukur kembali kain sisa yang sebelumnya telah dipotong secara manual, pada faktor metode yaitu dengan membuat SOP pemotongan kain dan pada faktor manusia [19] yaitu dengan merancang mesin pemotong kain otomatis dengan hasil pemotongan dual fungsi yaitu *roll-ke-roll* dan *roll-ke-lembaran* guna menyelesaikan akar masalah yang telah diidentifikasi. Inovasi teknologi ini mengalihkan pemotongan manual menjadi otomatis [20] yang presisi, melalui integrasi PLC, sensor encoder putar, serta pisau potong putar pada rel pemandu lurus. Melalui otomasi mesin dual fungsi ini, variabilitas kelelahan fisik operator dan inkonsistensi

alat potong manual dapat dieliminasi secara total, sehingga mampu mengoptimalkan waktu siklus pemotongan kain meminimalkan kesalahan potong, serta menekan angka kerugian material perusahaan secara signifikan.

2.4 Tahap Evaluasi

Tahap evaluasi, yang dilakukan untuk mengukur tingkat efektivitas dan keberhasilan [21] dari implementasi mesin pemotong kain otomatis dual fungsi. Tahapan ini melibatkan analisis komparatif secara mendalam dengan membandingkan data operasional antara kondisi sebelum perbaikan dan sesudah perbaikan. Evaluasi difokuskan secara spesifik pada tiga parameter yang telah ditentukan di awal, yaitu efisiensi durasi waktu siklus, penurunan frekuensi temuan cacat kain, serta minimalisasi kerugian finansial perusahaan. Hasil akhir dari tahapan evaluasi ini berfungsi sebagai validasi kuantitatif yang objektif untuk membuktikan keberhasilan inovasi teknologi otomatis yang diterapkan di lapangan.

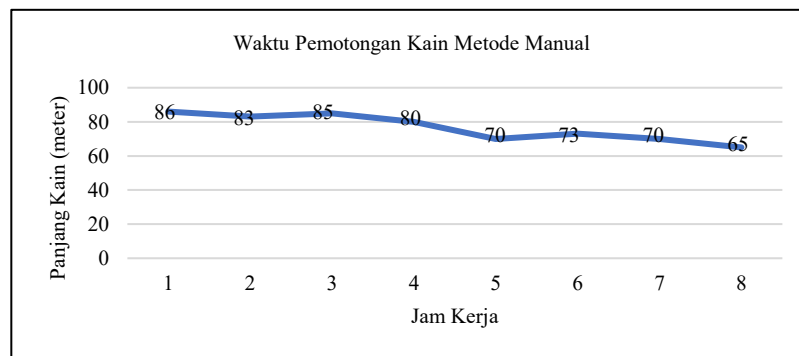
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengumpulan Data Kuantitatif

Penyajian hasil dan pembahasan diawali dengan pemaparan data kondisi awal, yang mencakup analisis durasi waktu pemotongan kain secara manual, frekuensi temuan cacat kain, serta akumulasi kerugian finansial yang ditimbulkan bagi perusahaan. Data ini menjadi acuan dasar dalam melakukan analisis akar masalah hingga evaluasi perbaikan.

3.1.1 Data Waktu Pemotongan Kain Manual

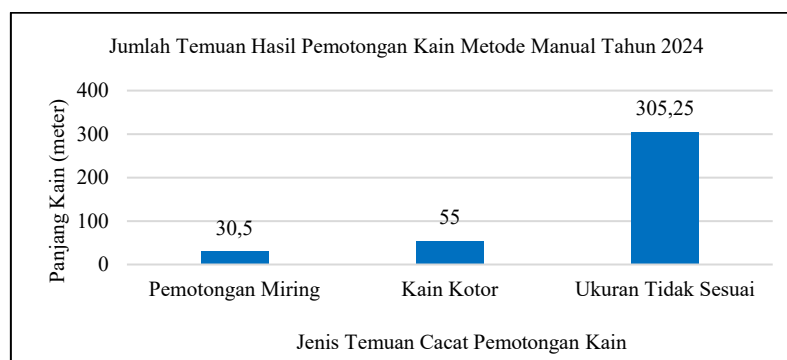
Pada tahap ini, dilakukan pengukuran dan pencatatan waktu siklus yang dibutuhkan operator untuk menyelesaikan pemotongan kain secara manual di gudang. Pengumpulan data dilakukan secara langsung di lapangan selama satu hari kerja pada tanggal 06 Januari 2025 menggunakan alat bantu stopwatch guna mendapatkan data durasi kecepatan pemotongan manual sebagai basis data awal penelitian. (Gbr 3) menunjukkan jumlah panjang kain yang dipotong menggunakan cara manual selama 8 jam kerja.



Gbr. 3. Data Waktu Pemotongan Kain

3.1.2 Data Temuan Cacat Pada Kain

Tahap ini dilakukan untuk mengidentifikasi dan mencatat jenis serta frekuensi cacat kain yang dihasilkan dari proses pemotongan kain secara manual. Pengumpulan data diambil dari jumlah temuan selama tahun 2024 karena perbaikan metode pemotongan dimulai pada awal tahun 2025. (Gbr 4) menunjukkan jumlah temuan cacat pada kain hasil pemotongan manual selama tahun 2024.



Gbr. 4. Jumlah Cacat Pada Kain Akibat Pemotongan Manual 2024

Jumlah pasokan kain dari gudang ke bagian pemotongan pada tahun 2024 yaitu 2.257.812 meter (Tabel 1) untuk menghitung potensi cacat 2024 dapat dilakukan menggunakan rumus *Defect per Unit (DPU)* untuk

mengukur rata-rata jumlah cacat pada setiap unit, *Defect per Opportunity (DPO)* mengukur rasio cacat pada setiap unit, *Defect per Million Opportunities (DPMO)* untuk memproyeksikan tingkat kecacatan per satu juta peluang untuk menentukan batas toleransi cacat pada kain hasil pemotongan, serta tingkat sigma sebelum berlanjut ke tahap Analisis.

$$DPU = \text{Amount of Defect} * \text{Amount of Unit} \quad (1)$$

$$DPO = \frac{CTQ}{DPU} \quad (2)$$

$$DPMO = DPO * 10^6 \quad (3)$$

- 1) Total peluang cacat / *Opportunities* : *Amount of defect* jenis cacat pada kain (Ukuran Tidak Sesuai, Kain kotor, Pemotongan Miring) terdapat 3 jenis cacat pada kain yang dipasok ke bagian pemotongan (*cutting*). *Amount of unit* yaitu total pasokan panjang kain dari gudang ke bagian pemotongan (*cutting*) tahun 2024 adalah 2.257.812 meter.

$$DPU = 3 * 2.257.812 = 6.773.436$$

- 2) Nilai *Defect per opportunities (DPO)* : Jumlah cacat pada proses pemotongan selama 2024 yaitu 390,75 meter (Gbr 3) dan jumlah DPU yaitu 6.773.436 meter.

$$DPO = \frac{390,75}{6.773.436} = 0,000058$$

- 3) Nilai *Defect per million opportunities (DPMO)* : *Defect per million opportunities* hasil perhitungan *DPO* yaitu 0,000058. Angka 10^6 didapat dari rumus *DPMO*.

$$DPMO = 0,000058 * 10^6 = 58 \text{ Meter}$$

Berdasarkan standarisasi toleransi tingkat cacat pemotongan kain menurut perhitungan rumus metrik *DPMO* pada tahun 2024 yaitu 58 meter sedangkan aktual cacat di gudang mencapai 390,75 meter. Dari data jumlah cacat pada hasil pemotongan kain menunjukkan sudah melewati batas toleransi.

3.1.3 Perhitungan Jumlah Kerugian Perusahaan

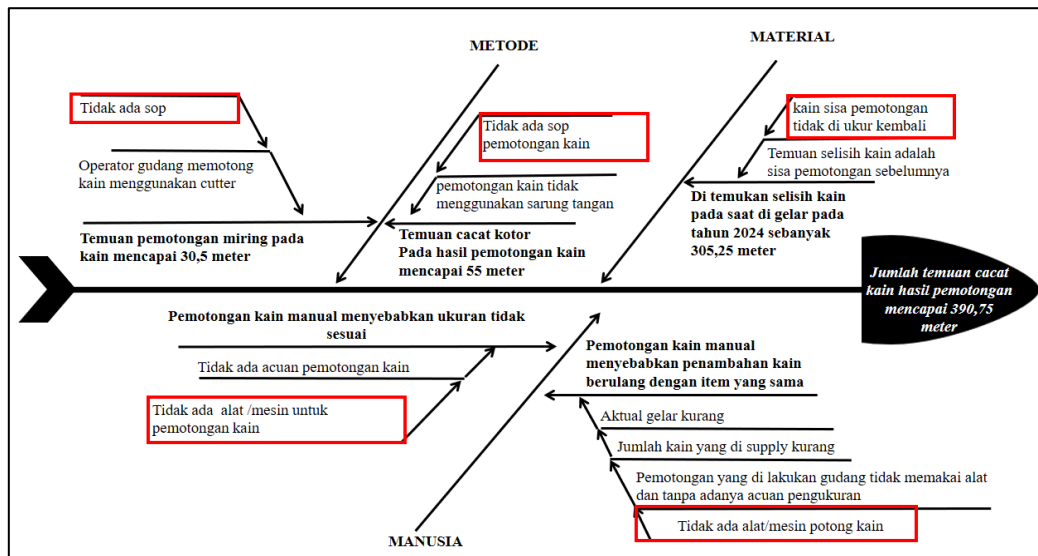
Tahap ini fokus pada konversi cacat pada kain hasil pemotongan manual tahun 2024 ke dalam nilai nominal mata uang. Perhitungan dilakukan dengan mengalikan akumulasi panjang kain yang tidak terpakai dengan harga satuan per meter kain untuk memetakan total dampak kerugian riil yang dialami perusahaan. (Tabel 1) menunjukkan total kerugian akibat cacat karena pemotongan kain masih menggunakan metode manual.

Tabel 1. Jumlah Kerugian Akibat Pemotongan Kain Manual 2024

No	Jenis Temuan 2024	Panjang Kain (m)	Harga Kain /(m)	Kerugian
1	Pemotongan Miring	30,5	Rp 60.000	Rp 1.830.000
2	Kain Kotor	55	Rp 60.000	Rp 3.300.000
3	Ukuran Tidak Sesuai	305,25	Rp 60.000	Rp 18.315.000
Total		390,75	Rp 60.000	Rp 23.445.000

3.2 Pengumpulan Data Kuantitatif

Setelah data terkumpul, langkah selanjutnya adalah menemukan akar penyebab masalah menggunakan diagram tulang ikan (*fishbone diagram*). Analisis pada tahap ini difokuskan secara mendalam untuk membedah kendala operasional yang terjadi berdasarkan tiga dimensi utama, yaitu manusia, metode, dan mesin. Melalui pemetaan tersebut, sumber utama inefisiensi pada proses kerja dapat diidentifikasi secara jelas dan objektif sebagai landasan utama dalam merumuskan tindakan perbaikan. (Gbr 5) Diagram tulang ikan (*fishbone diagram*) digunakan untuk mengidentifikasi dan menganalisis akar penyebab permasalahan secara terstruktur guna merumuskan solusi perbaikan yang tepat.

Gbr. 5. Diagram Ikan (*fishbone diagram*)

Hasil diagram tulang ikan (*fishbone diagram*) langsung dijadikan landasan untuk menentukan tindakan perbaikan berupa pengukuran kembali kain sisa pemotongan sebelumnya, pembuatan SOP dan perancangan mesin potong otomatis di area gudang. Sistem otomasi ini diintegrasikan untuk mengambil alih proses pemotongan kain secara manual guna mengeliminasi kelelahan fisik operator, cacat pada kain dan kerugian perusahaan.

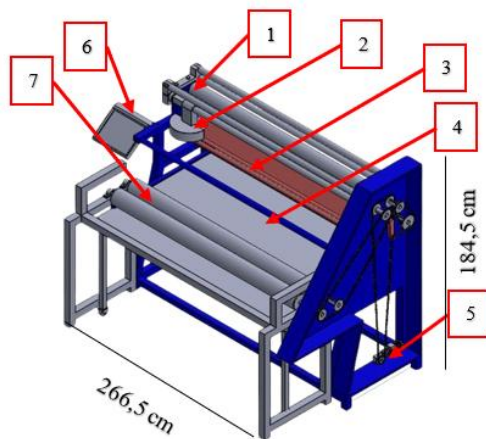
3.3 Tahap Perbaikan/*Improvement*

Pada tahap perbaikan, rencana tindakan perbaikan dirumuskan menggunakan matriks 5W+2H untuk mengatasi deviasi kuantitas pemotongan. (Tabel 2) mampu menganalisis bahwa solusi jangka panjang yang paling efektif adalah mengukur sisa kain potongan sebelumnya (*material*), membuat SOP baru (*metode*). Selanjutnya, perbaikan pada faktor (*manusia*) difokuskan pada penggantian metode manual dengan membuat rancangan mesin potong kain otomatis. Implementasi mesin ini menjadi solusi jangka panjang yang paling efektif untuk meminimalkan kesalahan operator serta menjamin presisi ukuran kain secara konstan di area gudang.

Tabel 2. Tabel Matriks 5W+2H

Faktor	What (Masalah)	Why (Alasan)	How Do (Tindakan)	Where (Dimana)	When (Kapan)	Who (siapa)	How Much (Biaya)
Material	Ditemukan selisih panjang kain sisa yang tidak sesuai dengan identitas.	Kain yang diberikan kain sisa pemotongan sebelumnya.	Mengukur kembali kain sisa pemotongan sebelumnya	Gudang Kain	Jan-25	Gudang, PPC, & OE	Rp0
Metode	Ditemukan cacat kotor, miring pada kain yang diberikan gudang	Tidak ada SOP Proses pemotongan kain di gudang.	Menyusun dan menerapkan SOP penanganan kain sisa.	Gudang Kain	Jan-25	Gudang, PPC, & OE	Rp0
Manusia	Ukuran kain yang diberikan ke bagian pemotongan tidak sesuai dengan identitas kain.	Pemotongan kain di bagian persiapan gudang masih manual	Menerapkan mesin potong otomatis berbasis sensor digital.	Gudang Kain	Jan-25	Gudang, PPC, & OE	<Rp 15.000.000

Sebagai tindakan perbaikan faktor manusia, dirancang sebuah mesin pemotong kain otomatis hasil kolaborasi antara Departemen Operational Excellence (OE), Gudang, dan Production Planning Control (PPC) untuk menggantikan metode manual melalui integrasi panel kontrol, sensor digital, alat ukur, serta pisau otomatis. Berdasarkan uji coba operasional selama tiga bulan (Oktober–Desember 2025). Pada (Gbr 6) menunjukkan desain rancangan mesin yang akan dibuat. Mesin ini bekerja secara terintegrasi berdasarkan alur kontrol *input-proses-output* seperti ditunjukkan pada (Gbr 7) blok diagram sistem kerja mesin dan otomasi. Pada (Gbr 8) menunjukkan fisik pada mesin yang telah dibuat, berikut desain blok diagram otomasi dan fisik dari mesin potong kain :

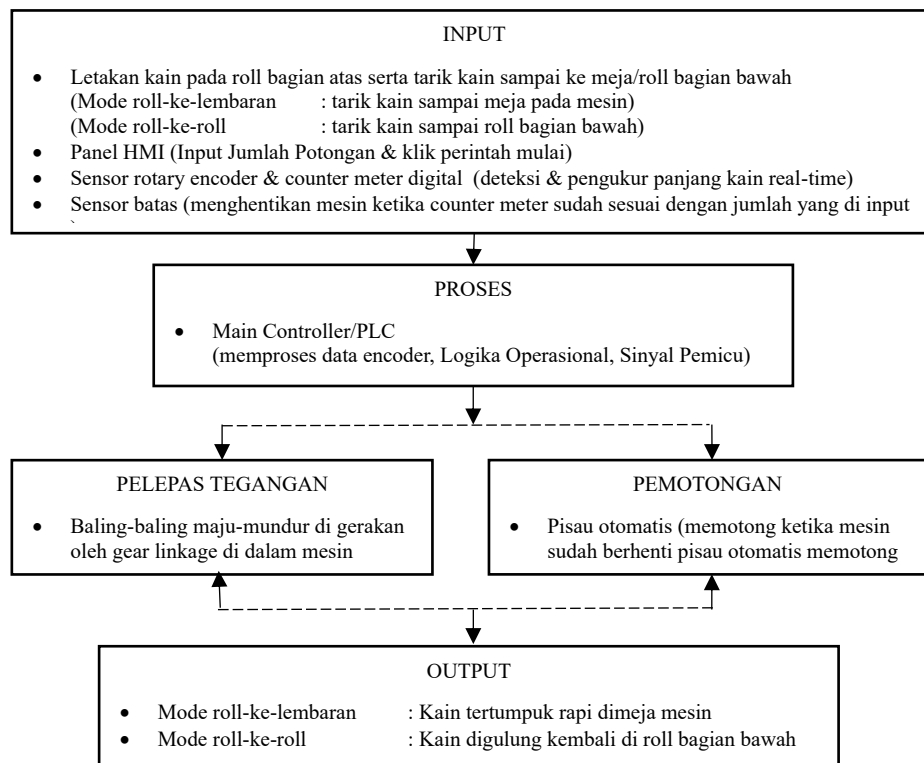


Keterangan bagian mesin potong kain:

1. Roll atas
2. Counter meter digital, pisau, sensor batas, sensor rotary encoder
3. Baling-baling
4. Meja mesin
5. Elektro motor
6. Monitor panel HMI
7. Roll bawah

Gbr. 6. Desain Mesin Potong Kain Otomatis

Diagram blok pada (Gbr 6) menunjukkan alur kerja sistem mesin dan mekanisme otomasi secara terintegrasi, mulai dari input, pemrosesan kontrol utama, hingga pada tahap pemotongan kain.



Gbr. 7. Diagram Blok Mesin Potong Kain Otomatis



Gbr. 8. Mesin Potong Kain Otomatis

3.4 Tahap Evaluasi

Pembahasan pada tahap evaluasi ini difokuskan pada analisis capaian performa operasional setelah diterapkannya mesin potong kain otomatis validasi efektifitas teknologi ini dilakukan dengan membandingkan parameter dasar terhadap hasil aktual penggunaan mesin. sebagai tahap awal pengujian, dilakukan pengumpulan data selama masa uji coba (*trial and error*) selama 8 x percobaan untuk setiap variasi parameter dari ukuran 15 m, 20 m, 25 m, dan seterusnya dengan kelipatan 5 cm dengan menggunakan kain yang sama tetapi dengan menggunakan jenis pemotongan yang berbeda pengujian ini difokuskan secara spesifik untuk mengukur keakuratan serta kesesuaian panjang pada hasil pemotongan. Data hasil pengujian kesesuaian ukuran potong tersebut disajikan pada (Tabel 3).

Tabel 3. Data Hasil Pengujian Pada Mesin Potong Kain Otomatis

No	Item Code	Jenis Pemotongan	Panjang Kain Uji Coba (m)	Panjang Kain Hasil Potongan (m)
1	TCT-WHITE	Roll-ke-Roll	15	12
2	TCT-WHITE	Roll-ke-Roll	20	19,5
3	TCT-WHITE	Roll-ke-Roll	25	25
4	TCT-WHITE	Roll-ke-Roll	30	30

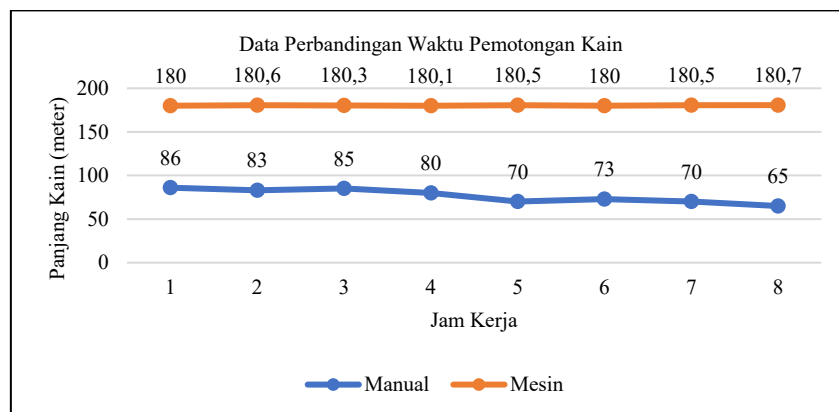
No	Item Code	Jenis Pemotongan	Panjang Kain Uji Coba (m)	Panjang Kain Hasil Potongan (m)
1	TCT-WHITE	Roll-ke-Lembaran	15	12,5
2	TCT-WHITE	Roll-ke-Lembaran	20	19,5
3	TCT-WHITE	Roll-ke-Lembaran	25	25
4	TCT-WHITE	Roll-ke-Lembaran	30	30

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 3, terlihat perbedaan tingkat presisi pemotongan sebelum dan sesudah penyesuaian ulang parameter mesin. Pada percobaan 1 dan 2, masih ditemukan selisih antara parameter panjang kain yang diinput dengan hasil pemotongan fisik. Penyimpangan ini terjadi pada metode roll-to-roll maupun roll-to-lembaran, dengan selisih terbesar mencapai 3 meter pada percobaan 1 metode roll-to-roll (serta 2,5 meter pada roll-to-lembaran) dan mengecil menjadi 0,5 meter pada percobaan 2. Penyimpangan ukuran tersebut mengindikasikan perlunya evaluasi pada tingkat pembacaan sensor enkoder dan responsivitas PLC, sehingga dilakukan pengesetan ulang parameter otomasi mesin. Efektivitas penyesuaian tersebut dibuktikan pada percobaan 3 dan 4, di mana seluruh hasil pemotongan kain menghasilkan panjang yang akurat dan presisi (25 m dan 30 m) sesuai dengan nilai parameter yang diinputkan pada monitor.

Setelah presisi dan keakuratan mesin dikonfirmasi melalui tahap setting ulang tersebut, Pembahasan evaluasi ini difokuskan pada analisis capaian performa operasional setelah diterapkannya mesin pemotong kain otomatis. Validasi efektivitas inovasi teknologi ini dilakukan dengan membandingkan parameter baseline (metode manual) terhadap hasil aktual setelah menggunakan mesin. Data hasil evaluasi parameter waktu siklus operasional, tingkat defect (kain kotor pemotongan miring), serta ukuran kain tidak sesuai di area gudang dipaparkan secara rinci untuk melihat signifikansi perbaikan yang telah dicapai. Rangkuman perbandingan data hasil pengujian tersebut disajikan secara komparatif pada grafik di bawah.

3.4.1 Evaluasi Efisiensi Waktu

Evaluasi ini membandingkan durasi waktu siklus pemotongan kain antara metode manual sebelum dan mesin Otomatis sesudah. Rincian perbandingan data durasi menggunakan diagram batang tersebut disajikan pada (Gbr 8).

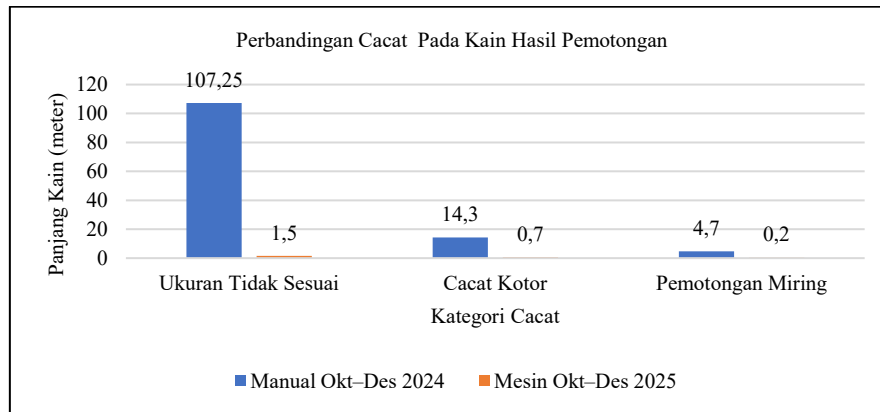


Gbr. 8. Grafik Perbandingan Waktu Pemotongan Kain

Berdasarkan grafik diatas, terjadi peningkatan mencapai 125% waktu siklus pemotongan kain yang signifikan setelah dilakukan perbaikan. Hal ini disebabkan oleh penggunaan mesin lebih cepat dibandingkan dengan tenaga manusia karena mesin tidak memiliki kelelahan fisik.

3.4.2 Evaluasi Penurunan Tingkat Cacat Kain dan Kepatuhan Standarisasi

Evaluasi kualitas dilakukan dengan membandingkan frekuensi temuan cacat (*defect*) yang meliputi kain kotor, pemotongan miring, dan selisih ukuran tidak sesuai antara sebelum dan sesudah perbaikan. Pengambilan data penurunan tingkat cacat kain pasca-implementasi mesin dilakukan selama 3 bulan setelah masa uji coba selesai, yaitu pada periode Oktober–Desember 2025. Sebagai pembanding yang sejajar (*apples-to-apples*), data tingkat cacat pada metode manual diambil dalam rentang waktu 3 bulan pada periode yang sama di tahun sebelumnya, yaitu Oktober–Desember 2024. hasil Tren perbandingan data cacat tersebut dipaparkan pada (Gbr 9).



Gbr. 9. Grafik Perbandingan Cacat Hasil Pemotongan Kain

Hasil pengujian menunjukkan akumulasi cacat kain menurun drastis hingga 98,1% penurunan ini dipicu oleh ketercapaian standarisasi ukuran potong berbasis sensor rotary encoder, yang berhasil mengunci defiasi pemotongan berada didalam batas toleransi 2 cm. Pengontrolan presisi ini secara efektif mengeliminasi cacat ukuran tidak sesuai cacat kotor serta cacat pemotongan tidak rata.

3.4.3 Evaluasi Kerugian Perusahaan

Evaluasi kerugian dilakukan untuk mengukur nilai penghematan biaya akibat penurunan pemborosan material kain. Perbandingan nominal kerugian dihitung dengan mengalikan jumlah kain cacat dengan harga per meter, perbandingan kerugian antara metode pemotongan manual dan metode pemotongan menggunakan mesin ditunjukkan pada (Gbr 10).



Gbr. 10. Grafik Perbandingan Kerugian

Data diatas membuktikan secara empiris bahwa implementasi mesin potong kain memberikan dampak ekonomi positif berupa penghematan sebesar Rp 23.277.000.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan evaluasi yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa mesin pemotong kain otomatis dual fungsi (*roll-ke-roll* dan *roll-ke-lembaran*) yang terintegrasi dengan panel kontrol, sensor digital, serta pisau otomatis berhasil direalisasikan untuk menggantikan metode pemotongan manual di area gudang. Hasil uji coba operasional selama tiga bulan (Oktober–Desember 2025) membuktikan bahwa inovasi otomasi ini secara signifikan mampu meningkatkan kecepatan siklus pemotongan dari 80 m/jam menjadi 180 m/jam serta meminimalkan intervensi manual operator. Selain itu, akumulasi cacat kain (cacat kotor, pemotongan miring, dan ukuran tidak sesuai) berhasil ditekan secara drastis dari 126,25 m menjadi hanya 2,4 m selama masa percobaan. Berdasarkan hasil perbandingan data tersebut, implikasi dari penerapan teknologi ini terbukti efektif mewujudkan standarisasi ukuran potong sekaligus memberikan dampak ekonomi positif berupa penghematan biaya kerugian perusahaan sebesar Rp23.277.000 dari pemborosan material kain..

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada manajemen dan jajaran staf, khususnya Departemen *Operational Excellence (OE)*, Gudang, dan *Production Planning Control (PPC)*, atas izin, fasilitas, serta kolaborasi aktif selama proses perancangan hingga uji coba operasional alat. Penulis juga menyampaikan apresiasi setinggi-tingginya kepada dosen pembimbing, Hisyam Ma'mun dan ibu Wardatul Jannah, serta Ketua Program Studi Teknik Mesin, Yuris Setyoadi, atas bimbingan, arahan, dan masukan berharga selama penelitian hingga penyusunan artikel ilmiah ini. Ucapan terima kasih turut disampaikan kepada Dekan Fakultas Teknik dan Informatika, Ibnu Toto Husodo, serta Rektor Universitas PGRI Semarang, Sapto Budoyo, atas dukungan serta arahan yang telah diberikan, serta seluruh pihak yang telah membantu hingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Putu Pande Dian Aprilia Dewi *et al.*, “Analisis SWOT terhadap Strategi Produksi Pakaian di Perusahaan Moran Sewn Bali,” *J. Rumpun Manaj. dan Ekon.*, vol. 2, no. 4, pp. 96–114, 2025, [Online]. Available: <https://doi.org/10.61722/jrme.v2i4.5358>
- [2] Akbar Kurniawan and Muhammad Yasin, “Strategi Orientasi Pada Industri Manufaktur,” *J. Ekon. Bisnis dan Kewirausahaan*, vol. 1, no. 4, pp. 30–33, 2024, doi: 10.69714/9dqvj29.
- [3] M. Aisyah, Supriyadi, D. P. Laksana, and Marji, “Kelelahan Kerja: Gambaran Beban Kerja Fisik, Kualitas Tidur, dan Status Pernikahan pada Tenaga Kesehatan,” *Sport Sci. Heal.*, vol. 7, no. 1, pp. 1–14, Mar. 2025, doi: 10.17977/um062v7i12025p1-14.
- [4] Y. S. A. Sormin, D. Kurniawati, and Y. M. Albar, “Strategi Pengendalian Mutu melalui Root Cause Analysis (RCA) Defect Puckering pada Produk Smart Ankle Pants,” *J. Tekst. J. Keilmuan dan Apl. Bid. Tekst. dan Manaj. Ind.*, vol. 8, no. 2, pp. 104–110, Dec. 2025, doi: 10.59432/jurnaltekstil.v8i2.151.
- [5] Adelia Pramadanty Darmansyah, Mulya Sahrina Auliyanti, and Wafiq Zulviana Nur Azizah, “Mengungkap Penyebab Kepailitan PT. Sri Rejeki Isman Tbk (Sritex) : Faktor Internal, Eksternal, Manajemen Keuangan dan Proses Hukum,” *J. Ris. Akunt.*, vol. 3, no. 1, pp. 330–340, Jan. 2025, doi: 10.54066/jura-itb.v3i1.2980.
- [6] A. Wijayono, F. F. Rusman, N. Ikhsani, and R. Ghandara, “Development of an Internet of Things–based fabric defect recording system with automatic length measurement using a rotary encoder,” *SAINTEKS J. Sain dan Tek.*, vol. 8, no. 01, pp. 12–25, Mar. 2026, doi: 10.37577/sainteiks.v8i01.1079.
- [7] Tysa Kharisma Alfirandhyta, Asep Hadian Sasmita, and Vina Dwiyantri, “ANALISIS KUALITAS PRODUKSI ROTI MENGGUNAKAN METODE SIX SIGMA DI LARISTA BAKERY,” *LOGISTIK*, vol. 18, no. 02, pp. 306–323, Oct. 2025, doi: 10.21009/logistik.v18i02.57576.
- [8] P. Hamashiah, “Perancangan Usulan Perbaikan Kualitas Produk Garmen Adidas Menggunakan Metode Six Sigma Pada PT XYZ,” *Performa Media Ilm. Tek. Ind.*, vol. 22, no. 1, p. 18, 2023, doi: 10.20961/performa.22.1.69414.
- [9] A. Yohanes and F. A. Ekoanindiyo, “Analisis Perbaikan Untuk Mengurangi Defect Pada Produk Pelindung Tangan Dengan Pendekatan Lean Six Sigma,” *J. Sains dan Teknol. J. Keilmuan dan Apl. Teknol. Ind.*, vol. 21, no. 2, p. 127, 2021, doi: 10.36275/stsp.v21i2.378.
- [10] D. H. P. Himawan and D. Herwanto, “Pengendalian Kualitas Produk Cacat Spun pile di PT. X dengan Menggunakan Metode Six Sigma,” *Ind. J. Ilm. Tek. Ind.*, vol. 8, no. 3, pp. 624–634, 2024, doi: 10.37090/indstrk.v8i3.1450.
- [11] Kalila Maysa Amadia, A. Fauzi, F. S. Hasan, D. Rahmawati, F. N. Afifah, and D. E. L. Nazara, “Penggunaan Warehouse Automation dalam Manajemen Rantai Pasok untuk Meningkatkan Efisiensi Operasional Perusahaan,” *J. Manaj. dan Pemasar. Digit.*, vol. 3, no. 3, pp. 179–188, Jul. 2025, doi: 10.38035/jmpd.v3i3.384.
- [12] A. Andriyanto and N. K. Mustamin, “Analisis Manajemen Risiko Dan Strategi Penanganan Risiko Pada PT Agility International Menggunakan Metode House Of Risk (Hor),” *J. Logistik Bisnis*, vol. 10, no. 02, pp. 4–11, Nov. 2020, doi: 10.46369/logistik.v10i02.949.
- [13] Agung Gumelar Fathurohman and Dewi Shofi Mulyati, Ir., MT., IPM., “Usulan Perbaikan Kualitas Produk Kaus Polo dengan Menggunakan New Seven Tools dan 5W+2H (Studi Kasus: PT. Langgeng Sentosa Garmino),” *Bandung Conf. Ser. Ind. Eng. Sci.*, vol. 3, no. 1, pp. 30–41, 2023, doi: 10.29313/bcsies.v3i1.5623.
- [14] S. Merliyani and W. R. Prasinta, “Analisis Pengendalian Kualitas Produk Teh Hitam Dengan Metode Seven Tools Dan 5W+2H Di PT. Perkebunan Nusantara I Regional 2 Unit Talun Santosa Kabupaten Bandung, Jawa Barat,” *Manaj. J. Ekon.*, vol. 7, no. 1, pp. 160–171, 2025, doi: 10.36985/j0e6th62.
- [15] F. Sumasto, P. Satria, and E. Rusmiati, “Implementasi Pendekatan DMAIC untuk Quality Improvement pada Industri Manufaktur Kereta Api,” *J. INTECH Tek. Ind. Univ. Serang Raya*, vol. 8, no. 2, pp. 161–170, 2022, doi: 10.30656/intech.v8i2.4734.
- [16] P. Fithri, “SIX SIGMA SEBAGAI ALAT PENGENDALIAN MUTU PADA HASIL PRODUKSI KAIN MENTAH PT UNITEX, TBK,” *J@ti Undip J. Tek. Ind.*, vol. 14, no. 1, p. 43, May 2019, doi: 10.14710/jati.14.1.43-52.
- [17] H. F. Ningrum, “Analisis Pengendalian Kualitas Produk Menggunakan Metode Statistical Process Control (SPC) Pada PT Difa Kreasi,” *J. Bisnisman Ris. Bisnis dan Manaj.*, vol. 1, no. 2, pp. 61–75, 2020, doi: 10.52005/bisnisman.v1i2.14.
- [18] Betalia banjarnahor, M. J. Juliana, and Darmanto Zaenal, “Penerapan Root Cause Analysis untuk Mengidentifikasi Ketidaksesuaian Data Aktual dan Input SAP Pada Proses Operasional di PT XY,” *J. Ris. Dan Apl. Tek. Ind.*, vol. 3, no. 01, pp. 103–109, 2025, doi: 10.24843/jrati.2025.v03.i01.p15.

- [19] Khoirun Nisa and Abi Hanif Dzulquarnain, "PENDEKATAN 5M (MAN, MACHINE, MATERIAL, METHOD, MONEY) PADA PROSES PRODUKSI PAKAIAN KONVEKSI SANDICH DALAM MENGHADAPI BULLWHIP EFFECT," *Manaj. DEWANTARA*, vol. 10, no. 2, pp. 1–16, May 2026, doi: 10.30738/md.v10i2.22470.
- [20] Wiwid Wahyudi and Irdha Yunianto, "Inovasi Desain Busana Berdasarkan Kombinasi AI dan Teknik Slashing - Inovasi, Efisiensi, dan Keberlanjutan," *Abstr. J. Kaji. Ilmu seni, Media dan Desain*, vol. 2, no. 4, pp. 188–197, Jul. 2025, doi: 10.62383/abstrak.v2i4.902.
- [21] R. Agusnawati, N. Nurfadillah, N. Wiradana, and A. Mukhtar, "Efektivitas Evaluasi Strategi dalam Manajemen Pengendalian Mutu Organisasi," *Indones. J. Innov. Multidisipliner Res.*, vol. 2, no. 1, pp. 87–105, 2024, doi: 10.69693/ijim.v2i1.148.