



Integrasi Metode RCA dan TRIZ dalam Menyelesaikan Masalah Produksi Bata Ringan (Studi Kasus di PT. X)

Hanif Jibrán Almuḥarī¹, Jazulī^{1✉}

⁽¹⁾Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Dian Nuswantoro, Jl. Imam Bonjol No.207, Kota Semarang

DOI: [10.24127/jutin.v8i3.46253](https://doi.org/10.24127/jutin.v8i3.46253)

✉ Corresponding author:
[jazuli@dsn.dinus.ac.id]

Article Info	Abstrak
<p><i>Kata kunci:</i> <i>Root Cause Analysis (RCA);</i> <i>TRIZ;</i> <i>Fishbone Diagram;</i> <i>5 Why's Analysis;</i></p>	<p>Penelitian ini dilakukan di PT. X yang mengalami ketidaktercapaian target produksi selama periode November 2023 hingga Februari 2024. Tujuan penelitian adalah mengidentifikasi akar penyebab ketidaktercapaian target dan merancang solusinya. Metode yang digunakan adalah Root Cause Analysis (RCA) dengan alat bantu Fishbone Diagram dan 5 Whys Analysis, untuk mengevaluasi penyebab dari berbagai aspek produksi. Data yang dianalisis mencakup data produksi dan data kerusakan mesin selama periode tersebut. Hasil analisis menemukan 15 akar masalah yang berasal dari empat aspek utama, yaitu mesin, manusia, metode, dan material. Faktor mesin merupakan penyebab dominan dengan kontribusi sebesar 40%. Untuk merumuskan solusi, digunakan pendekatan TRIZ (Theory of Inventive Problem Solving) yang menawarkan cara sistematis dan inovatif. TRIZ mendapatkan 14 prinsip yang menekankan pentingnya sistem adaptif dan prediktif untuk mencegah kesalahan sejak awal, dibanding menambah sumber daya. Integrasi RCA dan TRIZ terbukti efektif dalam menghasilkan solusi komprehensif bagi permasalahan produksi yang kompleks.</p>
<p><i>Keywords:</i> <i>Root Cause Analysis (RCA);</i> <i>TRIZ;</i> <i>Fishbone Diagram;</i> <i>5 Why's Analysis</i></p>	<p><i>This research was conducted at PT X which experienced non-achievement of production targets during the period November 2023 to February 2024. The purpose of the research is to identify the root causes of target non-achievement and design solutions. The method used is Root Cause Analysis (RCA) with Fishbone Diagram and 5 Whys Analysis tools, to evaluate the causes of various aspects of production. The data analyzed included production data and machine breakdown data during the period. The analysis found 15 root causes originating from four main aspects, namely machines, people, methods, and materials. The machine factor was the dominant cause with a contribution of 40%. To formulate a solution, the TRIZ</i></p>

(Theory of Inventive Problem Solving) approach was used, which offers a systematic and innovative way. TRIZ derives 14 principles that emphasize the importance of adaptive and predictive systems to prevent errors in the first place, rather than adding resources. The integration of RCA and TRIZ proved effective in generating comprehensive solutions to complex production problems.

1. PENDAHULUAN

Dalam sektor industri, berbagai elemen memiliki peran penting dalam sistem produksi, termasuk di antaranya kinerja tenaga kerja dan performa mesin. Performa mesin menjadi salah satu aspek krusial dalam proses produksi, sehingga untuk menjaga kinerjanya tetap optimal, diperlukan perawatan yang rutin dan tepat. Penurunan performa mesin dapat disebabkan oleh berbagai hal, seperti penggunaan yang melebihi kapasitas, kurangnya pemeliharaan, serta faktor-faktor teknis lainnya. Dalam dunia industri, efektivitas mesin merupakan faktor penting yang mempengaruhi produktivitas dan keberhasilan suatu perusahaan (Siagian & Mardianti, 2024), semakin seringnya mesin bekerja untuk memenuhi target produksi yang kadang melebihi kapasitas dapat menurunkan kemampuan mesin, menurunkan umur mesin dan sering membutuhkan pergantian komponen yang rusak.

Produktivitas yang baik sangat penting dalam industri manufaktur. Kualitas proses produksi harus dievaluasi dan terus ditingkatkan untuk memastikan efisiensi dan keberlanjutan operasional. Penurunan output produksi dapat menjadi tanda adanya permasalahan dalam proses manufaktur yang perlu diidentifikasi dan diselesaikan agar tidak berdampak pada profitabilitas perusahaan. Salah satu industri yang menghadapi tantangan serupa adalah industri bata ringan, di mana rendahnya output produksi dapat menghambat pemenuhan permintaan pasar dan meningkatkan biaya produksi. Pada periode November 2023 hingga Februari 2024, kinerja produksi menunjukkan fluktuasi yang cenderung menurun, meskipun tidak semua perubahan bersifat signifikan. Secara keseluruhan, data selama empat bulan terakhir mencerminkan penurunan pencapaian produksi dibandingkan dengan target yang telah ditetapkan. Pada November 2023, dari target produksi sebesar 8.662 cetakan, hanya 4.992 cetakan yang berhasil diproduksi, atau sekitar 57,64%. Meskipun pada Desember terjadi sedikit peningkatan dengan realisasi 4.829 cetakan dari target 8.082 cetakan (59,65%), tren penurunan kembali terjadi pada Januari. Pada bulan tersebut, realisasi produksi hanya mencapai 3.678 cetakan dari target 7.867 cetakan, atau sekitar 46,76%. Penurunan ini berlanjut hingga Februari, dengan realisasi produksi sebesar 3.831 cetakan dari target 9.294 cetakan, menghasilkan tingkat pencapaian terendah, yaitu sebesar 41,22%. Data ini menunjukkan adanya masalah dalam proses produksi yang menyebabkan realisasi tidak mampu mendekati target yang telah ditentukan secara konsisten dari bulan ke bulan. Berbagai penelitian telah menerapkan metode yang berbeda untuk menganalisis penyebab dan solusi atas permasalahan produksi. (Setiawan & Rahman, 2021) menggunakan pendekatan Lean Manufacturing untuk mengidentifikasi pemborosan dalam lini produksi, sedangkan (Prasetya et al., 2021) mengaplikasikan metode Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) untuk mengevaluasi risiko kegagalan pada proses produksi. Selain itu, penelitian oleh (Irawan & Wijaya, 2022) menunjukkan bahwa pendekatan Root Cause Analysis (RCA) dapat mengungkap faktor utama yang menyebabkan masalah dalam meningkatkan Overall Equipment Effectiveness (OEE) dengan mengidentifikasi akar permasalahan secara sistematis. Dan pada penelitian oleh (Mega Astuti DR et al., 2019), pendekatan Root Cause Analysis (RCA) digunakan untuk memberikan saran solusi atau intervensi yang dapat diterapkan perusahaan untuk menghilangkan masalah dan mencegahnya agar tidak terulang kembali.

Pengembangan ide dan perancangan solusi merupakan tahap krusial dalam upaya perbaikan sistem produksi. Beberapa studi sebelumnya telah memanfaatkan Failure Tree Analysis (FTA) untuk menentukan prioritas perbaikan yang harus dilakukan. Sebagai alternatif, metode Theory of Inventive Problem Solving (TRIZ) juga dapat diterapkan, karena menawarkan pendekatan sistematis dalam menyelesaikan permasalahan produksi yang kompleks. TRIZ menyediakan berbagai prinsip inventif yang dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan ide-ide kreatif, dengan memperhatikan aspek yang perlu ditingkatkan serta potensi penurunan kinerja dari solusi awal. Meskipun awalnya digunakan dalam desain produk, berbagai alat dalam TRIZ kini telah banyak diimplementasikan untuk menciptakan inovasi di bidang produksi dan manajemen operasional. Kombinasi antara RCA dan TRIZ juga terbukti efektif dalam meningkatkan efisiensi produksi di sektor manufaktur, termasuk pada optimalisasi lini otomotif dan efisiensi energi. Perusahaan perlu mengamati, meneliti serta memperbaiki sistem yang telah ada, yang mana dengan meningkatkan produktivitas (Burhanuddin & Sulistiyowati, 2022).

PT. X merupakan perusahaan manufaktur yang bergerak dalam produksi bata ringan dengan skala produksi besar. Dalam dunia manufaktur, setiap kegiatan yang dilakukan bertujuan untuk menghasilkan barang produksi sesuai dengan jumlah yang direncanakan dan tepat pada waktu yang diinginkan (Ulina & Bakhtiar, 2019). Dengan kapasitas produksi yang tinggi, pabrik ini kerap menghadapi berbagai tantangan dalam sistem produksinya, salah satunya adalah penurunan efisiensi atau performa peralatan produksi. Salah satu permasalahan yang sering terjadi adalah gangguan pada mesin oiling mould, yaitu mesin yang digunakan untuk melumasi mould agar cake tidak lengket saat dilepaskan. Jika terdapat bagian mould yang tidak terlumasi dengan baik, maka cake dapat menempel pada mould, menyebabkan cacat produk. Oleh karena itu, diperlukan solusi yang tepat untuk mengatasi permasalahan yang dihadapi oleh perusahaan tersebut. Pada bulan Februari, terjadi gangguan teknis pada mesin utama yang menyebabkan downtime cukup lama, sehingga menurunkan output harian dan menghambat kelancaran proses produksi. Sebagai bagian dari upaya pemulihan, dilakukan perbaikan pada komponen mesin yang rusak atau mengalami penurunan kinerja. Proses perbaikan ini memakan waktu dan turut mengganggu kelancaran produksi karena umumnya dilakukan saat jam operasional.

Berdasarkan data kegiatan perbaikan pada bulan Februari, tercatat beberapa aktivitas perbaikan dengan total waktu dan frekuensi yang bervariasi. Perbaikan mesin oiling merupakan kegiatan dengan durasi total tertinggi, yaitu 932 menit dalam 18 kali perbaikan, dengan rata-rata 51,78 menit per kejadian. Ganti valve pouring mixer dilakukan sekali dengan durasi 300 menit. Perbaikan pada trouble crane cetakan dan trouble panel masing-masing dilakukan satu kali dengan durasi 30 menit dan 10 menit. Perbaikan kabel trolley putus memakan waktu 217 menit untuk satu kali perbaikan, sedangkan perbaikan trolley berlangsung selama 155 menit juga dengan satu kejadian. Perbaikan mesin tali horizontal tercatat sebanyak 4 kali dengan total 130 menit dan rata-rata 32,5 menit per kejadian. Kegiatan evakuasi palet dan bata dilakukan paling sering, yaitu 21 kali dengan total 494 menit dan rata-rata 23,52 menit per kejadian. Data ini menunjukkan variasi dalam jenis dan frekuensi gangguan yang memengaruhi operasional selama bulan Februari. Dalam banyak kasus, ketidakefektifan sistem produksi sering kali disebabkan oleh kegagalan atau masalah yang belum teridentifikasi secara mendalam. Oleh karena itu, diperlukan metode analisis yang mampu menggali akar permasalahan. Root Cause Analysis (RCA) adalah metode penyelidikan yang berkonsep mencari penyebab potensial dari berbagai kemungkinan faktor yang melatarbelakangi terjadinya masalah, dilakukan secara terstruktur untuk mendapati akar masalah sebenarnya (Sidikiyah, 2023). RCA merupakan metode yang telah banyak digunakan dalam industri untuk mengidentifikasi penyebab utama gangguan produksi, sehingga perusahaan dapat mengatasi faktor-faktor penyebab inefisiensi dengan solusi yang lebih efektif. Sebuah RCA akan menginvestigasi dan menelusuri jejak sebab dan akibat akhir kegagalan dan akibat akhir dari kegagalan kembali ke akar penyebab (Redantan, 2023). Menurut (Pitaloka, 2024) analisis RCA, FTA, dan fishbone diagram sangat relevan untuk mengidentifikasi faktor penyebab cacat utama. Namun, pendekatan RCA konvensional sering kali hanya berbasis analisis retrospektif dan kurang mempertimbangkan inovasi yang dapat menghilangkan masalah secara permanen.

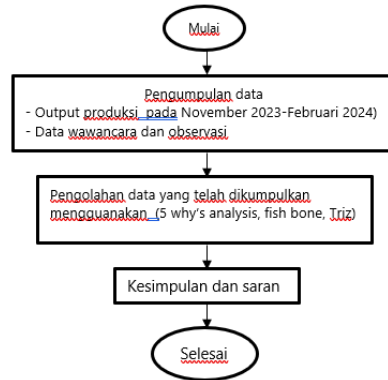
Mengkombinasikan RCA dengan Theory of Inventive Problem Solving (TRIZ) Salah satu metode inovatif. TRIZ adalah pendekatan sistematis yang membantu dalam menyelesaikan permasalahan dengan mengidentifikasi pola-pola penyelesaian yang telah terbukti efektif dalam berbagai industri. Menurut (Ekmekci & Nebati, 2019) dan (Sojka & Lepšik, 2020) Metode TRIZ telah menjadi metode yang dapat diandalkan untuk mencapai inovasi yang sistematis dan membantu menghindari proses yang tidak efisien dalam memecahkan masalah, dalam tren terbarunya metode TRIZ diintegrasikan dengan metode lainnya untuk memperkuat proses pemecahan masalah. Dengan menggabungkan RCA dan TRIZ, analisis tidak hanya berfokus pada identifikasi akar masalah, tetapi juga diarahkan pada pencarian solusi inovatif yang mampu meningkatkan efisiensi sistem produksi secara signifikan. Metode TRIZ memiliki sejumlah inventive principles yang dapat digunakan untuk memunculkan ide-ide inovatif berdasarkan improving dan worsening features suatu solusi awal (Bumi & Daryanto, 2023). Berdasarkan bentuk permasalahannya, metode TRIZ (Teoriya Resheniya Izobreatatelskikh Zadatch) dapat digunakan untuk memperoleh rancangan terbaik (Prabowo & Wijaya, 2020).

Dalam penelitian ini, kombinasi metode Root Cause Analysis (RCA) dan TRIZ diterapkan untuk menganalisis serta menyelesaikan permasalahan yang menyebabkan penurunan output produksi. Pendekatan terpadu ini diharapkan mampu menghasilkan solusi yang lebih efektif, inovatif, dan berkelanjutan dibandingkan dengan penerapan RCA secara konvensional. Yang menjadi pembeda penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah penerapan metode TRIZ dalam perancangan solusi, di mana penelitian-penelitian terdahulu umumnya hanya berhenti pada tahap identifikasi akar masalah tanpa mengembangkan solusi secara sistematis. Oleh karena itu, penelitian ini memiliki nilai kebaruan, karena belum banyak studi sebelumnya yang mengintegrasikan RCA dan TRIZ dalam konteks perbaikan sistem produksi bata ringan. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi

acuan praktis bagi industri dalam meningkatkan efisiensi produksi, menekan tingkat kegagalan sistem, serta memperkuat daya saing produk di pasar.

2. METODE

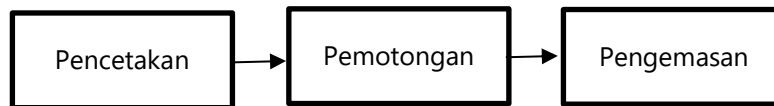
Untuk memperoleh data permasalahan yang akan di teliti, maka dirancang suatu alur penelitian yang bertujuan untuk menjelaskan Langkah-langkah penelitian berupa gambar aliran proses. Flowchart penelitian ini dibuat berdasarkan proses penelitian sebagai berikut



Gambar 2. Flowchart Penelitian

Tahap Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data penelitian dilakukan pada proses pembuatan bata ringan, berikut ini merupakan alur pembuatan bata ringan pada PT. X



Gambar 3. Pembuatan Bata Ringan

Tahap Pengolahan Data dan Analisis Pembahasan

Setelah proses pengumpulan data selesai dilakukan, langkah selanjutnya adalah melakukan pengolahan data tersebut. Penelitian ini memanfaatkan metode Root Cause Analysis (RCA) untuk mengevaluasi permasalahan yang muncul, dengan bantuan alat seperti diagram fishbone dan analisis 5 Why's. Pendekatan ini bertumpu pada logika analitis untuk menghasilkan proses identifikasi yang sistematis, terorganisir, dan terdokumentasi secara menyeluruh, sehingga memudahkan dalam memahami permasalahan serta menyusun solusi yang tepat terhadap akar penyebabnya.

1. 5 Why's Analysis

Metode 5 Whys merupakan teknik sederhana yang digunakan untuk menyelesaikan masalah serta meningkatkan proses. Menurut (Devega et al., n.d.) pendekatan dari strategi 5 whys dilakukan dengan mencari tahu penyebab suatu masalah dengan pertanyaan "mengapa" secara berulang untuk mengeksplorasi hubungan sebabakibat. Setelah sebuah permasalahan terungkap, maka dilanjutkan dengan pertanyaan "mengapa" lainnya, sampai akar masalah terungkap. Untuk mencari akar masalah menggunakan metode 5 Whys Analysis pada penelitian ini, Data pendukung dikumpulkan berupa laporan produksi, waktu downtime mesin, persentase produk cacat, serta hasil observasi dan wawancara. Setelah itu, dipilih satu masalah teknis utama, seperti tingginya waktu tunggu penetrasi, lalu dianalisis dengan metode bertanya "mengapa" berulang kali hingga ditemukan akar masalah yang dapat ditindaklanjuti, misalnya karena tidak adanya standar operasional proses packing. Hasil analisis kemudian dikategorikan ke dalam aspek mesin, manusia, metode, atau material, dan dilakukan normalisasi bobot untuk menentukan faktor dominan. Langkah ini menjadi dasar dalam perancangan solusi perbaikan yang tepat sasaran, berikut ini merupakan rumus pembobotan (Normalisasi Bobot)

$$\text{Bobot kategori} = \frac{\text{Jumlah kemunculan kategori}}{\text{Total seluruh kemunculan}}$$

2. Fishbone Diagram

Fishbone Diagram secara umum adalah sebuah gambaran grafis yang menampilkan data mengenai faktor penyebab dari kegagalan atau ketidaksesuaian hingga menganalisa ke sub paling dalam dari faktor penyebab timbulnya masalah (Aristriyana & Ahmad Fauzi, 2023). Setelah analisis 5 Whys dilakukan dan akar masalah diidentifikasi, hasilnya dipetakan ke dalam diagram Fishbone untuk menggambarkan hubungan antara penyebab utama dan masalah yang terjadi, seperti penurunan output bata ringan. Diagram ini memuat cabang berdasarkan kategori penyebab, seperti Manusia, Mesin, Metode, Material, Lingkungan, dan Pengukuran. Setiap penyebab dari analisis 5 Whys ditempatkan pada cabang yang sesuai, misalnya kerusakan alat pada kategori Mesin atau kesalahan prosedur pada kategori Metode. Diagram ini kemudian dianalisis untuk menemukan keterkaitan antar penyebab dan merumuskan langkah perbaikan, seperti penjadwalan ulang perawatan mesin jika ditemukan kurangnya perawatan sebagai penyebab utama. Dengan visualisasi ini, tim produksi dapat lebih mudah menentukan tindakan korektif yang tepat.

3. Metode TRIZ

Pada tahap akhir penelitian, solusi dirancang menggunakan pendekatan TRIZ dengan mengidentifikasi prinsip inventif yang relevan dan menerapkan konsep inovatif untuk menghasilkan solusi yang efektif. Solusi yang telah dirancang kemudian dievaluasi secara ilmiah melalui simulasi, uji coba, atau validasi, guna memastikan kemampuannya dalam mengatasi akar masalah. Evaluasi ini tidak hanya menghasilkan data, tetapi juga memberikan pemahaman ilmiah mengenai penyebab masalah dan respons yang muncul dari solusi yang diterapkan. Menurut (Liu et al., 2017) TRIZ juga sudah cukup banyak digunakan di berbagai bidang dalam mengatasi suatu permasalahan khususnya pada bidang bisnis dan manajemen. Kemampuan untuk merumuskan ide strategi bisnis yang inovatif terhadap suatu permasalahan dapat dilakukan dengan menggunakan metode TRIZ.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Memverifikasi Masalah

Dengan mengidentifikasi gejala-gejala yang tampak sebagai tanda adanya permasalahan, yang merupakan konsekuensi dari penyebab utama. Setelah itu, dilakukan analisis secara mendalam untuk menelusuri akar masalah yang menjadi pemicu munculnya gejala tersebut. Analisis ini diperkuat dengan pemetaan menggunakan metode 5 Why dan diagram Fishbone.

1. 5 Why's Analysis

Analisis dilakukan berdasarkan data yang diperoleh, analisis dilakukan menggunakan metode analisis akar penyebab pendekatan 5 why's analysis untuk menganalisis penyebab tidak terpenuhinya target produksi bata ringan pada yang dilakukan oleh PT. X di setiap bagian produksi.

1a. bagian pencetakan

Berikut merupakan akar penyebab tidak terpenuhinya target produksi bata ringan pada bagian pencetakan.

Tabel 2. 5 Why's Analysis Bagian Pencetakan Bata Ringan

Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5
Stock slurry habis (905 menit dalam bulan februari)	Trouble ballmill	Conveyor macet	Roll conveyor ball mill kotor	Kurangnya pemeliharaan rutin pada mesin, Belum diterapkannya metode TPM, tidak ada SOP perawatan mesin (akar masalah 1)
Perbaikan mesin oiling (932 menit dalam bulan februari)	Radar terbaca error	Cetakan tidak tepat diposisi	Kesalahan dalam pengaturan mesin produksi, tidak ada SOP perawatan mesin (akar masalah 2)	

Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5
		Brush inisial posisi tidak tepat)	Kurangnya kedisiplinan operator dalam pengecekan posisi awal, kesalahan dalam pengaturan mesin produksi , belum diterapkannya metode TPM (akar masalah 3	
Ganti valve pouring mixer (300 menit dalam bulan februari)	Karet Aus	Terkena slurry tercampur bola besi	Pecahan bola besi kecil lolos dari saringan ball mill	Kesalahan dalam pengaturan mesin produksi (akar masalah 4)

Pada bagian pencetakan, ditemukan empat masalah utama yang menghambat proses produksi. Pertama, roll conveyor pada ball mill kotor karena tumpukan debu dan sisa material, sehingga aliran bahan menjadi terganggu. Kedua, posisi cetakan tidak tepat dan yang ketiga, brush pada posisi awal tidak tepat sehingga tidak bisa melumasi cetakan dengan baik yang mengakibatkan cake menempel pada cetakan. Keempat, pecahan bola besi kecil dari ball mill lolos dari saringan dan membuat komponen lain menjadi aus/ rusak.

Bagian pemotongan

Berikut merupakan akar penyebab tidak terpenuhinya target produksi bata ringan pada bagian pemotongan.

Tabel 3. 5 Why's Analysis Bagian Pemotongan Bata Ringan

Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5
Trouble crane cetakan (30 menit dalam bulan februari)	Crane cetakan error	Kurangnya pemeliharaan rutin pada mesin, mesin tidak pernah istirahat (akar masalah 5)		
Trouble panel (10 menit dalam bulan februari)	Panel problem/ error	Kurangnya inspeksi kelistrikan (akar masalah 6)		
Tunggu penetrasi (4339 menit dalam bulan februari)	Jeda casting	Penyesuaian packing	Kekurangan mesin di bagian packing , koordinasi antar proses belum sinkron, operator kurang responsif menghadapi problem (akar masalah 7)	
Gompal (0,32% dari keseluruhan produksi bulan februari)	Terkena besi pengait cake	Ujung besi pengait cake terlalu panjang dan kurang siku	Kesalahan dalam pengaturan mesin produksi, Tidak ada kontrol dimensi alat bantu produksi (akar masalah 8)	
	Cake lengket di pojok mould	Oli tidak rata di permukaan cetakan	Kesalahan dalam pengaturan mesin produksi (akar masalah 9)	

Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5
	Kemiringan cetakan tidak sama di crane	Settingan stopper cetakan tidak sama	Kelalaian saat penyetelan (akar masalah 10)	

Pada bagian pemotongan, ditemukan enam permasalahan utama yang menghambat kelancaran proses produksi. Pertama, terjadi error pada crane cetakan yang berfungsi untuk memindahkan hasil cetakan beton. Gangguan ini dapat disebabkan oleh kerusakan mekanis, sistem kontrol yang tidak stabil, atau kurangnya perawatan berkala, sehingga berdampak pada keterlambatan proses produksi. Kedua, panel mengalami masalah atau error, baik pada panel kontrol maupun panel hasil cetakan. Jika kerusakan terjadi pada panel kontrol, maka kemungkinan terdapat gangguan sistem kelistrikan atau kerusakan tombol kontrol. Sementara itu, jika yang bermasalah adalah panel cetakan, maka bisa terjadi cacat produk seperti retak atau ukuran yang tidak sesuai standar. Ketiga, ditemukan perlunya penyesuaian dalam proses packing. Hal ini berkaitan dengan ketidaksesuaian ukuran kemasan terhadap produk, perubahan standar pengemasan, atau upaya peningkatan efisiensi dan keamanan dalam distribusi produk. Keempat, ujung besi pengait cake diketahui terlalu panjang dan kurang siku, sehingga menyulitkan proses pengangkatan serta berisiko merusak produk. Kelima, oli pada permukaan cetakan tidak merata, yang menyebabkan adonan menempel dan hasil cetakan menjadi tidak sempurna. Keenam, settingan stopper cetakan tidak seragam antar unit, sehingga ukuran produk menjadi tidak konsisten dan menyulitkan proses penataan.

Bagian pengemasan

Berikut merupakan akar penyebab tidak terpenuhinya target produksi bata ringan pada bagian pengemasan.

Tabel 4. 5 Why's Analysis Bagian Pengemasan Bata Ringan

Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5
Perbaikan trolley (155 menit dalam bulan februari)	Trolley bablas	Sensor low speed tidak membaca	Bearing roda trolley aus	Kurangnya pemeliharaan rutin pada mesin, minimnya training perawatan pada mesin, Belum diterapkannya metode TPM, tidak ada SOP perawatan pada mesin (akar masalah 11)
Evakuasi palet dan bata (494 menit dalam bulan februari)	Produk roboh di meja packing	Susunan tidak pas	Roll dumper produk kendur	Kurangnya pemeliharaan rutin pada mesin, minimnya training perawatan pada mesin (akar masalah 12)
Packing lambat (10 menit dalam bulan februari)	Perbaikan mesin tali horizontal	Tali macet	Jalur tali mesin strapping kotor	Kurangnya pemeliharaan rutin pada mesin, elum diterapkannya metode TPM, tidak ada SOP perawatan pada mesin, minimnya training perawatan pada mesin (akar masalah13)
Gompal Gompal (0,55 % dari keseluruhan produksi bulan februari)	Gompal crane double	Bagian rantai ada yang macet	Rantai Trolley karatan	Kurangnya pemeliharaan rutin pada mesin, elum diterapkannya metode TPM, tidak ada SOP perawatan pada mesin, minimnya training perawatan pada mesin (akar masalah 14)
Tunggu buka autoclave (165 menit)	Trouble boiler	Pembuatan api baru stoker LH karena api terputus	Batu bara basah	Kurangnya pengawasan pada bahan baku, kualitas bahan baku tidak sesuai

Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5
dalam bulan februari)				spesifikasi (akar masalah 15)

Pada bagian pengemasan, ditemukan enam permasalahan yang berpotensi menghambat kelancaran proses produksi dan menurunkan kualitas produk. Pertama, bearing pada roda trolley mengalami keausan, yang mengakibatkan pergerakan menjadi tidak lancar dan memperlambat alur kerja. Kedua, roll pada dumper produk ditemukan dalam kondisi kendor, sehingga tidak dapat menahan produk dengan stabil saat proses pemindahan. Ketiga, jalur tali pada mesin strapping dalam kondisi kotor, yang menyebabkan gangguan dalam pengikatan produk dan berpotensi menghambat kecepatan produksi. Keempat, ditemukan rantai trolley yang sudah berkarat, sehingga dapat menimbulkan kerusakan lebih lanjut dan membahayakan operator. Terakhir, penggunaan batu bara dalam kondisi basah menyebabkan pembakaran tidak optimal, yang dapat memengaruhi suhu pemanasan pada proses produksi. Seluruh temuan ini perlu segera ditindaklanjuti agar tidak berdampak lebih luas terhadap kualitas dan efisiensi produksi.

Berdasarkan analisis data kerusakan dan waktu perbaikan pada bulan Februari, terdapat beberapa faktor utama yang memberikan pengaruh signifikan terhadap turunnya output produksi bata ringan. Faktor yang paling dominan adalah waktu tunggu penetrasi yang memakan waktu hingga 4.339 menit, disebabkan oleh jeda dalam proses casting dan penyesuaian pada tahap packing, dengan akar masalah pada penyesuaian packing yang tidak optimal. Selain itu, perbaikan mesin oiling memerlukan waktu 932 menit akibat radar error dan cetakan yang tidak tepat pada posisinya. Kekosongan stok slurry juga menjadi faktor besar dengan downtime mencapai 905 menit, yang merupakan dampak berantai dari kerusakan pada ballmill dan conveyor yang kotor. Proses evakuasi palet dan bata karena produk roboh turut menambah downtime sebesar 494 menit, diperburuk oleh proses sortir manual dan komponen roll dumper yang kendor. Perbaikan pada trolley akibat bearing roda yang aus juga menyumbang downtime selama 155 menit. Faktor tambahan adalah penundaan pembukaan autoclave selama 165 menit yang berkaitan dengan gangguan pada boiler dan kualitas batu bara yang digunakan. Seluruh kejadian ini menunjukkan bahwa masalah mekanikal, keterlambatan proses, dan kesalahan setting menjadi penyumbang utama penurunan output produksi.

Setelah seluruh akar penyebab diidentifikasi, dilakukan proses pengelompokan ke dalam lima kategori utama berdasarkan pendekatan 5M + E (Machine, Method, Man, Material, dan Environment). Kategorisasi ini bertujuan untuk melihat kecenderungan jenis penyebab yang paling dominan serta untuk mempermudah penentuan fokus prioritas dalam upaya perbaikan. Masing-masing akar penyebab dimasukkan ke dalam kategori yang paling sesuai berdasarkan karakteristik dan sifat permasalahan yang muncul.

Tabel 5. Pengelelompokan akar masalah berdasarkan (5M + E)

Akar Masalah	Kategori				
	Machine	Method	Material	Man	Environment
Kurangnya pemeliharaan rutin pada mesin, Belum diterapkannya metode TPM, tidak ada SOP perawatan mesin (akar masalah 1)	✓	✓			
Kesalahan dalam pengaturan mesin produksi, tidak ada SOP perawatan mesin (akar masalah 2)	✓	✓			
Kurangnya kedisiplinan operator dalam pengecekan posisi awal, kesalahan dalam pengaturan mesin produksi, belum diterapkannya metode TPM (akar masalah 3)	✓	✓		✓	
Kesalahan dalam pengaturan mesin produksi (akar masalah 4)	✓				
Kurangnya pemeliharaan rutin pada mesin, mesin tidak	✓				

Akar Masalah	Kategori				
	Machine	Method	Material	Man	Environment
pernah istirahat (akar masalah 5)					
Kurangnya inspeksi kelistrikan (akar masalah 6)		✓			
Kekurangan mesin di bagian packing , koordinasi antar proses belum sinkron, operator kurang responsif menghadapi problem (akar masalah 7)	✓	✓		✓	
Kesalahan dalam pengaturan mesin produksi, Tidak ada kontrol dimensi alat bantu produksi (akar masalah 8)	✓	✓			
Kesalahan dalam pengaturan mesin produksi (akar masalah 9)	✓				
Kelalaian saat penyetelan (akar masalah 10)				✓	
Kurangnya pemeliharaan rutin pada mesin, minimnya training perawatan pada mesin, Belum diterapkannya metode TPM, tidak ada SOP perawatan pada mesin (akar masalah 11)	✓	✓		✓	
Kurangnya pemeliharaan rutin pada mesin, minimnya training perawatan pada mesin (akar masalah 12)	✓			✓	
Kurangnya pemeliharaan rutin pada mesin, elum diterapkannya metode TPM, tidak ada SOP perawatan pada mesin, minimnya training perawatan pada mesin (akar masalah 13)	✓	✓		✓	
Kurangnya pemeliharaan rutin pada mesin, elum diterapkannya metode TPM, tidak ada SOP perawatan pada mesin, minimnya training perawatan pada mesin (akar masalah 14)	✓	✓		✓	
Kurangnya pengawasan pada bahan baku, kualitas bahan baku tidak sesuai spesifikasi (akar masalah 15)			✓		

Data tersebut menunjukkan akar masalah berdasarkan 5 kategori (5M + E): Machine, Method, Material, Man, Environment untuk 15 masalah. pembobotan sederhana berdasarkan jumlah frekuensi kemunculan tiap kategori pada seluruh akar masalah, yang bisa digunakan sebagai dasar prioritas perbaikan (semakin sering muncul, bobotnya semakin tinggi). Berikut ini merupakan tabel jumlah penyebab tiap kategori beserta total seluruh kemunculan.

Tabel 6. Jumlah penyebab pada kategori (5M + E)

Kategori	Jumlah
Machine	12

Methode	10
Man	7
Material	1
Emvironment	0
total	30

Setelah mendapatkan total keseluruhan jumlah penyebab dan setiap 5 kategori (5M + E) kemudian dilakukan pembobotan (Normalisasi Bobot) dengan rumus berikut

$$\text{Bobot kategori} = \frac{\text{Jumlah kemunculan kategori}}{\text{Total seluruh kemunculan}}$$

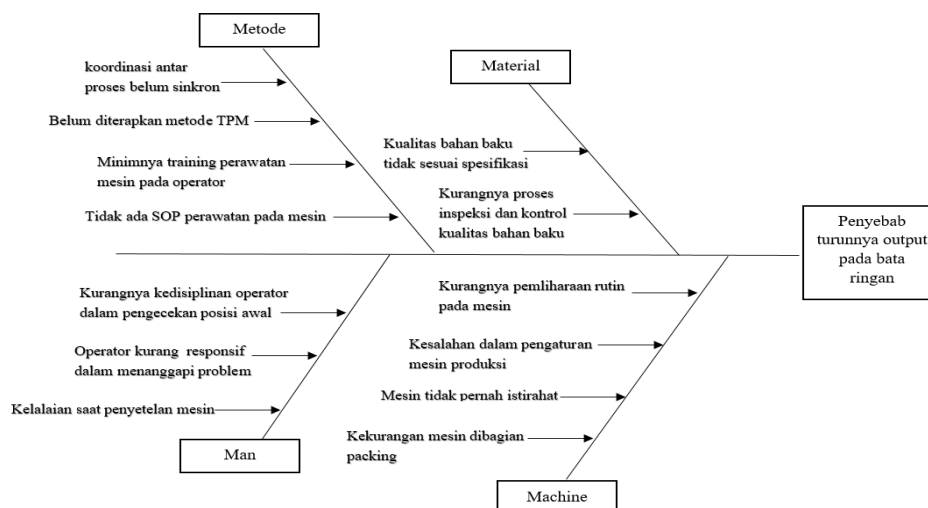
Tabel 7. Perhitungan bobot kategori (5M + E)

Kategori	Jumlah penyebab	Bobot (normalisasi)
Machine	12	0.4000
Methode	11	0.3333
Man	7	0.2333
Material	1	0.0333
Emvironment	0	0.000
total	31	1.000

Hasil pembobotan menunjukkan bahwa kategori Machine menjadi penyumbang penyebab terbanyak dengan bobot sebesar 40%, diikuti oleh Method sebesar 33,3%, Man sebesar 23,3%, dan Material sebesar 3,3%, sedangkan Environment tidak ditemukan sebagai penyebab dominan dalam kasus-kasus yang dianalisis.

2. Fish bone

Berdasarkan data yang telah diperoleh dari hasil pengelompokan dan pembobotan akar masalah, dilanjutkan analisis akar penyebab menggunakan pendekatan diagram fishbone untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang menyebabkan tidak tercapainya target produksi bata ringan di PT. X. Adapun hasil analisis tersebut disajikan sebagai berikut.



Gambar 4. Fishbone

Kategori Machine menjadi penyumbang terbesar dengan bobot 0,4000 (40%), sehingga menjadi prioritas utama dalam perbaikan. Masalah-masalah yang muncul seperti kurangnya pemeliharaan rutin, pengaturan mesin yang tidak tepat, tidak adanya waktu istirahat mesin, serta kekurangan mesin di bagian packing sangat memengaruhi kelancaran proses produksi, apalagi dalam sistem alur yang saling bergantung (linear). Oleh karena itu, perbaikan pada mesin harus segera dilakukan dengan menerapkan perawatan preventif dan prediktif, menambah mesin cadangan, serta mengatur beban kerja mesin secara bergiliran. Prioritas kedua adalah perbaikan

pada kategori Method (0,3333 / 33,33%), yang mencakup lemahnya koordinasi antar proses, belum diterapkannya metode TPM, serta tidak adanya SOP dan pelatihan perawatan mesin. Perbaikan pada metode harus difokuskan pada penyusunan prosedur standar yang jelas, pelatihan rutin, serta penerapan sistem kontrol dan monitoring antar proses agar alur produksi berjalan lebih sinkron. Kategori Man berada pada prioritas ketiga (0,2333 / 23,33%), dengan permasalahan utama seperti kurangnya kedisiplinan operator, respons lambat terhadap masalah, dan kelalaian dalam penyetelan mesin. Perbaikan pada aspek manusia dapat dilakukan melalui pelatihan keterampilan teknis, penguatan budaya disiplin kerja, dan sistem evaluasi berkala. Terakhir, meskipun Material hanya menyumbang 0,0333 (3,33%) dari total masalah, aspek ini tetap perlu diperbaiki agar tidak menyebabkan efek berantai. Fokus perbaikan pada material adalah peningkatan proses inspeksi kualitas bahan baku serta penerapan standar spesifikasi yang lebih ketat.

b. Problem Solving

Setelah akar permasalahan berhasil diidentifikasi melalui metode analisis 5 Whys, tahap berikutnya adalah merancang solusi yang relevan dan efektif dari aspek yang paling berpengaruh besar dalam tidak tercapainya target produksi bata ringan di PT. X. Pada tahap ini, digunakan pendekatan TRIZ (Theory of Inventive Problem Solving) untuk merumuskan solusi yang inovatif dan sistematis, dengan mengacu pada prinsip-prinsip penyelesaian masalah teknis dari aspek mesin karena aspek ini menjadi penyumbang terbesar dengan bobot 0,4000 (40%) berdasarkan perhitungan normalisasi bobot.

Tabel 8. Problem Solving Metode Triz

Akar Masalah	kontradiksi	solusi	Prinsip TRIZ yang Digunakan
Kurangnya Pemeliharaan Rutin pada Mesin	Ingin keandalan tinggi, tapi waktu perawatan dianggap mengganggu produksi.	Lakukan perawatan saat mesin idle atau saat non-produktif (misal shift malam), Tambahkan sensor untuk mendeteksi kondisi mesin secara real-time berbasis kondisi (CBM), Gunakan digital twin atau sistem simulasi untuk memantau dan menganalisis performa mesin tanpa mengganggu mesin fisik, Otomatiskan proses pelumasan atau perawatan ringan agar bisa berjalan paralel dengan produksi, Pasang sensor dan indikator pintar (getaran, suhu, tekanan oli) untuk prediksi kegagalan.	Prinsip 10 (tindakan pendahuluan), prinsip 23 (umpan balik), Prinsip 26 (Penyalinan), prinsip 28 (Penggantian mekanis)
Kesalahan dalam Pengaturan Mesin Produksi	Setting presisi diperlukan tapi operator tidak konsisten.	Gunakan sistem antarmuka digital (HMI) untuk mengatur mesin berdasarkan parameter produk, bagi pengaturan mesin menjadi bagian modular (suhu, tekanan, waktu), agar hanya bagian terkait yang diubah, Verifikasi pengaturan terlebih dahulu dengan simulasi atau uji kosong sebelum dijalankan, Gunakan penguncian otomatis jika setting tidak	Prinsip 1 (segmentasi), prinsip 13 (pembalikan), prinsip 32(perubahan warna)

		sesuai standar, Tambahkan indikator visual (warna/lampu/suara) jika setting tidak sesuai standar.	
Mesin tidak pernah istirahat	Ingin produksi berjalan terus tanpa gangguan tapi mesin tidak boleh bekerja terus-menerus agar tidak cepat rusak.	Buat sistem kerja paralel antar mesin untuk memberi waktu jeda. Jadwalkan preventive rest: istirahatkan mesin sebentar secara terencana saat proses lain belum aktif (mis. saat shift pergantian), Tambahkan buffer antar proses agar mesin di hulu bisa istirahat sejenak tanpa menghentikan proses hilir. Misalnya: silo, tangki penampung, atau tray stock, gunakan rotasi kerja mesin atau mesin cadangan. Tambahkan sistem pendingin otomatis atau istirahat terjadwal.	Prinsip 20 (kontinuitas), prinsip 25 (self-service), Prinsip 10 (tindakan Pendahuluan)
Kekurangan Mesin di Bagian Packing	Kapasitas mesin packing kurang, menyebabkan bottleneck, tetapi menambah mesin berarti biaya besar.	Gunakan proses sementara semi-otomatis saat beban tinggi, Pecah proses packing menjadi bagian otomatis dan manual dan gunakan operator tambahan saat bottleneck. Tahap pencetakan tidak dijalankan kalau bagian packing sedang macet atau bottleneck, supaya tidak terjadi penumpukan dan kerusakan produk.	Prinsip 2 (ekstraksi), prinsip 22 (transformasi), prinsip 23 (umpan balik), Prinsip 9 Tindakan Awal Balik)

Berdasarkan aspek penyumbang pengaruh penurunan output terbesar, yaitu kategori Machine, penerapan metode TRIZ memberikan pendekatan yang sistematis dan inovatif dalam menyelesaikan masalah teknis tanpa harus langsung menambah biaya besar atau mesin baru. Pada masalah kurangnya pemeliharaan rutin, TRIZ menyarankan penerapan Prinsip 10 (Tindakan Pendahuluan) dengan melakukan perawatan saat mesin dalam kondisi idle (seperti saat shift malam) dan Prinsip 23 (Umpan Balik) melalui pemasangan sensor kondisi mesin secara real-time. Selain itu, Prinsip 26 (Penyalinan) dan Prinsip 28 (Penggantian Mekanis) mendukung penggunaan sistem simulasi (digital twin) dan pelumasan otomatis agar perawatan bisa berjalan paralel dengan produksi.

Untuk masalah kesalahan dalam pengaturan mesin produksi, TRIZ merekomendasikan penggunaan Prinsip 1 (Segmentasi) dengan membagi pengaturan mesin ke dalam bagian-bagian kecil (misalnya pengaturan suhu, tekanan, waktu), serta Prinsip 13 (Pembalikan) dengan melakukan verifikasi pengaturan sebelum mesin dijalankan. Prinsip 32 (Perubahan Warna) juga diterapkan dengan menambahkan indikator visual seperti lampu atau alarm jika setting tidak sesuai standar.

Masalah mesin yang tidak pernah istirahat dapat diselesaikan melalui Prinsip 20 (Kontinuitas Berguna) dengan membuat buffer antar proses (seperti silo, tangki penampung, atau tray) agar mesin hulu dapat

beristirahat tanpa menghentikan proses hilir. Selain itu, Prinsip 25 (Self-Service) mendorong penggunaan sistem pendingin otomatis, dan Prinsip 10 (Tindakan Pendahuluan) tetap relevan untuk mengatur jadwal istirahat terencana.

Terakhir, pada masalah kekurangan mesin di bagian packing, TRIZ menawarkan solusi melalui Prinsip 2 (Ekstraksi) dengan memisahkan sebagian proses menjadi semi-manual, Prinsip 22 (Transformasi) untuk mengubah alur kerja agar lebih fleksibel, Prinsip 23 (Umpan Balik) untuk menghentikan proses cetak saat bagian packing penuh, serta Prinsip 9 (Tindakan Awal Balik) guna mencegah penumpukan sebelum terjadi. Dengan menerapkan prinsip-prinsip tersebut, TRIZ membantu menciptakan solusi yang lebih cerdas, efisien, dan sesuai dengan kondisi nyata di lapangan.

Solusi TRIZ menunjukkan masalah produksi terbaik diatasi dengan sistem adaptif dan prediktif yang mencegah kesalahan sejak awal, bukan dengan menambah sumber daya. Pendekatan ini lebih efisien dan efektif dalam meningkatkan kualitas produksi

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian ini penurunan output produksi bata ringan di PT. X disebabkan 15 akar masalah dari mesin, manusia, metode, dan material, dengan mesin sebagai faktor dominan (40%) kemudian solusi TRIZ didapatkan 14 prinsip yang mengutamakan sistem adaptif dan prediktif untuk mencegah kesalahan sejak awal, lebih efektif daripada menambah sumber daya. Integrasi RCA dan TRIZ terbukti menghasilkan solusi komprehensif untuk permasalahan kompleks.

5. REFERENSI

- Aristriyana, E., & Ahmad Fauzi, R. (2023). Analisis Penyebab Kecacatan Produk Dengan Metode Fishbone Diagram Dan Failure Mode Effect Analysis (Fmea) Pada Perusahaan Elang Mas Sindang Kasih Ciamis. *Jurnal Industrial Galuh*, 4(2), 75–85. <https://doi.org/10.25157/jig.v4i2.3021>
- Bumi, I. T., & Daryanto, Y. (2023). Desain perbaikan sistem pelayanan berdasarkan voice of customer dengan metode TRIZ. *Jurnal Teknik Industri Dan Manajemen Rekayasa*, 1(1), 22–38. <https://doi.org/10.24002/jtimr.v1i1.7236>
- Burhanuddin, A. F., & Sulistiyowati, W. (2022). Quality Control Design to Reduce Shoes Production Defects Using Root Cause Analysis and Lean Six Sigma Methods. *Procedia of Engineering and Life Science*, 2(2). <https://doi.org/10.21070/pels.v2i2.1242>
- Devega, Y., Industri, D. T., Teknik, F., & Diponegoro, U. (n.d.). *Implementation Cause Effect Analysis in Construction Process Block 107 Vse 220073 Multipurpose Vessel Ship To Obtain Opportunities for Improvement (Pt. United Sindo Perkasa)*. 1–8.
- Ekmekci, I., & Nebati, E. E. (2019). Triz Methodology and Applications. *Procedia Computer Science*, 158, 303–315. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.09.056>
- Irawan, Y. H., & Wijaya, S. D. (2022). Analisis Akar Penyebab Masalah dalam Meningkatkan Overall Equipment Effectiveness (OEE) Mesin Pengisi Bedak ke Kaleng PT. CORONET CROWN. *Jurnal Farmasi Sains Dan Terapan*, 9(1), 1–6. <https://doi.org/10.33508/jfst.v9i1.3323>
- Liu, H., Qu, H., & Li, Y. (2017). An Analytical Framework for the Evolution of Innovation of Niches in Business Ecosystems based on TRIZ. *Procedia Engineering*, 174, 37–44. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.01.137>
- Mega Astuti DR, Uwes Anis Chaeruman, & Mulyadi. (2019). Penerapan Root Cause Analysis pada Penurunan Kinerja Karyawan. *Jurnal Pembelajaran Inovatif*, 2(2), 133–143. <https://doi.org/10.21009/jpi.022.07>
- Pitaloka, A. D. (2024). *Implementasi Root Cause Analysis Pada Produk Tinta Neymar Untuk Mengurangi Cacat Produk*. 19(November), 173–182.
- Prabowo, R., & Wijaya, S. (2020). Integrasi New Seven Tools dan TRIZ (Theory of Inventive Problem Solving) untuk Pengendalian Kualitas Produk Kran (Studi Kasus: PT. Ever Age Valves Metals – Wringinanom, Gresik). *Jurnal Teknik Industri*, 10(1), 22–30. <https://doi.org/10.25105/jti.v10i1.8386>
- Prasetya, R. Y., Suhermanto, S., & Muryanto, M. (2021). Implementasi FMEA dalam Menganalisis Risiko Kegagalan Proses Produksi Berdasarkan RPN. *Performa: Media Ilmiah Teknik Industri*, 20(2), 133. <https://doi.org/10.20961/performa.20.2.52219>
- Redantan, D. (2023). Mengevaluasi Penyebab Material Shortage Dengan Menggunakan Metode Root Cause Analysis (Rca) Di Pt. Rms. *PROFISIENSI: Jurnal Program Studi Teknik Industri*, 11(1), 099–106. <https://doi.org/10.33373/profis.v11i1.5447>

- Setiawan, I., & Rahman, A. (2021). Penerapan Lean Manufacturing Untuk Meminimalkan Waste Dengan Menggunakan Metode VSM Dan WAM Pada PT XYZ. *Seminar Nasional Penelitian LPPM UMJ*, 1–10.
- Siagian, W., & Mardianti, N. (2024). Peningkatan Kinerja Mesin Manual Melalui Penggunaan Metode Overall Equipment Effectiveness (Oee) Dan Identifikasi Six Big Losses. *Industri Inovatif: Jurnal Teknik Industri*, 14(1), 72–80. <https://doi.org/10.36040/industri.v14i1.7839>
- Sidikiyah, I. A. (2023). a Analisis Defect Pada Proses Pembuatan Kayu Lapis Dengan Metode Statistical Process Control (Spc) Dan Root Cause Analysis (Rca). *JUSTI (Jurnal Sistem Dan Teknik Industri)*, 3(2), 267. <https://doi.org/10.30587/justicb.v3i2.4867>
- Sojka, V., & Lepšík, P. (2020). Use of triz, and triz with other tools for process improvement: A literature review. *Emerging Science Journal*, 4(5), 319–335. <https://doi.org/10.28991/esj-2020-01234>
- Ulina, J., & Bakhtiar, A. (2019). Analisis Faktor Penyebab Keterlambatan Produksi Dan Output Shortage Pada Pt Cedefindo. *Industrial Engineering Online Journal*, 8(2). <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/ieoj/article/view/23743>