

Optimalisasi Transfer Material Mesin *Injection* Melalui Metode DMAIC Untuk Mengatasi Variasi Dimensi *Material Recycle*

Rizki Hidayah¹, Hamdani², Yudi Sasmita³, Fahreza Putra⁴, Yudi Prastyo⁵

^{1,2,3,4,5}Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Pelita Bangsa

e-mail: ¹1209912@gmail.com, ²hamdani7900@gmail.com, ³yudi.sasmitaa@gmail.com,

⁴putraaryaanfahreza@gmail.com, ⁵yudi.prastyo@pelitabangsa.ac.id

*Corresponding Author: 1209912@gmail.com Tel.: 081294317190

DOI: _____

Informasi Artikel

Dikirim: 26 Mei 2025

Direvisi: 30 Mei 2025

Diterima: 31 Mei 2025

ABSTRAK

Material transfer error pada mesin injection 850T menyebabkan downtime produksi yang tinggi, dengan frekuensi gangguan mencapai 16 kali per bulan dan total downtime 268 menit. Penelitian ini bertujuan meningkatkan stabilitas dan efisiensi sistem transfer material menggunakan metode DMAIC. Analisis menunjukkan bahwa 60% material recycle memiliki ukuran lebih dari 6 mm, yang berkontribusi terhadap penyumbatan jalur transfer dan ketidakkonsistenan distribusi material. Untuk mengatasi masalah ini, diterapkan revisi inspection sheet serta sistem kontrol input material, yang meningkatkan rasio stabilitas transfer dari 98.73% menjadi 100%, serta rasio material recycle 6 mm dari 40% menjadi 99%. Selain itu, penerapan fitur Smart Idle Automation menghasilkan penghematan energi hingga Rp 1.936.000 per bulan, meningkatkan efisiensi konsumsi daya dalam proses produksi. Perbaikan ini tidak hanya mengoptimalkan keandalan sistem manufaktur tetapi juga berkontribusi terhadap kelancaran suplai bahan baku dan pengurangan variabilitas proses produksi.

Kata kunci: DMAIC, Efisiensi Energi, Material Transfer Error, Otomatisasi, Ukuran Material *Recycle*, Sistem Kontrol

ABSTRACT

Material transfer errors in the 850T injection machine cause significant production downtime, occurring 16 times per month with a total downtime of 268 minutes. This study aims to enhance the stability and efficiency of the material transfer system using the DMAIC method. Analysis revealed that 60% of the recycled material had a size exceeding 6 mm, contributing to transfer line blockages and inconsistent material distribution. To address this issue, an inspection sheet revision and input material control system were implemented, increasing the material transfer stability ratio from 98.73% to 100% and improving the ratio of recycled material 6 mm from 40% to 99%. Additionally, the integration of Smart Idle Automation resulted in energy savings of IDR 1,936,000 per month, optimizing power consumption in production processes. These improvements not only enhanced the reliability of the manufacturing system but also contributed to better raw material supply flow and reduced variability in production processes.

Keywords: DMAIC, Energy Efficiency, Material Transfer Error, Automation, Recycled Material Size, Control System



This is an open access article under the CC-BY-SA license

1. Pendahuluan

Pada era globalisasi seperti sekarang ini bersamaan dengan berkembangnya dunia industri dalam berbagai bidang, perusahaan harus dituntut untuk dapat kompetitif dengan perusahaan lain baik dalam dunia industri yang sama maupun lainnya [1]. Setiap Perusahaan sudah pasti berusaha mengurangi produk reject di dalam proses produksinya, karena dengan mengurangi reject, akan dapat mengurangi pemborosan yang terjadi di Perusahaan tersebut, dan dapat menghasilkan biaya produksi yang lebih murah [2]. PT XYZ merupakan perusahaan otomotif yang memproduksi komponen mesin kendaraan roda empat berbahan dasar plastik, seperti *Cylinder Head Cover* dan *Intake Manifold*. Salah satu industri yang perlu memperhatikan kualitas produknya yaitu industri plastik [3]. Pengendalian kualitas sangat diperlukan untuk menekan jumlah produk cacat yang dihasilkan oleh perusahaan, sehingga mengurangi kerugian yang dialami oleh Perusahaan [4]. Proses produksi dilakukan menggunakan mesin injection molding, dengan bahan baku utama berupa resin yang terbagi menjadi dua jenis, yaitu material *original* dan material *recycle*.

Material *original* adalah plastik murni yang belum pernah digunakan atau diproses sebelumnya, dengan karakteristik komposisi kimia yang seragam, bebas kontaminan, dan ukuran partikel yang standar. Teknik injection moulding adalah sebuah teknik untuk pembuatan plastik, Teknik ini efisien namun memiliki kelemahan berupa terdapat hasil limbah sisa plastik [5]. Material *recycle* diperoleh dari limbah internal produksi seperti sisa *runner gate*, produk cacat, maupun *trim*, yang kemudian dihancurkan kembali menggunakan mesin *crusher* untuk dijadikan bahan baku sekunder. Teknologi mesin *crusher* merupakan salah satu inovasi yang digunakan untuk mengubah limbah plastik menjadi produk bernilai ekonomis tinggi [6].

Dalam penanganan produk NG hasil cetak injeksi plastik, PT XYZ melakukan proses penghancuran atau bisa disebut dengan proses *crushing* sehingga material hasil *crushing* bisa dimanfaatkan kembali [7]. Mesin *crusher* berfungsi untuk mengubah limbah plastik menjadi potongan kecil yang dapat digunakan kembali. Di PT XYZ, standar ukuran partikel material *recycle* yang ditetapkan adalah 6 mm. Namun, pengamatan aktual menunjukkan bahwa ukuran material yang dihasilkan mencapai hingga 10 mm, sehingga mengakibatkan penyumbatan pada sistem transfer material menuju mesin injection. Masalah ini tidak hanya mengganggu kelancaran proses produksi, tetapi juga berdampak negatif terhadap konsumsi energi dan efisiensi sistem secara keseluruhan.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, penelitian ini menerapkan pendekatan DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*), sebagai kerangka kerja sistematis dalam mengidentifikasi akar masalah dan merancang solusi perbaikan. *Six Sigma* berasal dari serangkaian praktek yang dirancang untuk memperbaiki proses manufaktur dan menghilangkan cacat, tetapi penerapannya kemudian meluas ke jenis proses usaha yang lain [8].

Six sigma adalah suatu sistem yang komprehensif dan fleksibel untuk mencapai, memberi dukungan dan memaksimalkan proses usaha yang berfokus pada pemahaman akan kebutuhan pelanggan dengan menggunakan fakta, data dan analisis statistik serta terus menerus memperhatikan pengaturan, perbaikan dan mengkaji ulang proses usaha [1]. DMAIC yaitu sistem manajemen yang fokus pada penghapusan kesalahan melalui pencegahan memahami, mengukur dan meningkatkan proses [9]. Dalam konteks ini, DMAIC menjadi alat penting yang dapat membantu perusahaan dalam mengidentifikasi akar penyebab masalah, mengukur performa proses, menganalisis data secara mendalam, merumuskan solusi perbaikan, dan mengendalikan hasil perbaikan untuk memastikan konsistensi jangka Panjang [10]. Langkah-langkah perbaikan mencakup penambahan item inspeksi diameter lubang *screen catcher* melalui *inspection sheet* maintenance, serta pengembangan sistem kontrol input material pada mesin *crusher*. Diharapkan,



implementasi ini dapat menghilangkan gangguan pada sistem transfer material, meningkatkan efisiensi energi, serta memberikan kontribusi terhadap peningkatan kualitas produksi.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang dan menerapkan solusi perbaikan berbasis DMAIC guna mengurangi gangguan sistem transfer material dan meningkatkan efisiensi energi mesin *crusher*. Serta hasil penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi referensi praktis bagi industri sejenis yang menghadapi permasalahan serupa.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menerapkan pendekatan DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*), yang merupakan kerangka kerja sistematis dalam metodologi Six Sigma. Desain penelitian observasional melibatkan pemantauan dan pengumpulan data downtime dari mesin injection molding yang meliputi jenis, durasi, dan frekuensi terjadinya abnormalitas yang menyebabkan *downtime* [2]. Adapun tahapan prosesnya sebagai berikut:

Define (Definisikan Masalah)

Tahap ini merupakan fasa awal identifikasi, di mana organisasi diharapkan untuk mendekati tugas dengan keakuratan dan ketelitian tinggi [11]. Beberapa kendala atau kerusakan mesin secara teknis menyebabkan kegagalan dalam berproduksi perlunya dilakukan rekondisi langkah-langkah perbaikan secara cepat agar mesin dapat berjalan optimal [12]. Tahap ini bertujuan untuk mendefinisikan permasalahan utama dengan cara melalui observasi langsung di area produksi, analisis data *breakdown* historis, serta interpretasi *Pareto Diagram* untuk menentukan masalah dominan. Selain itu, dilakukan wawancara dengan operator dan teknisi terkait, serta analisis awal menggunakan pendekatan 5W1H.

Measure (Pengukuran)

Measure adalah tahap mengumpulkan data, tujuannya ialah untuk menentukan standar kinerja [2]. Pada tahap *measure*, dilakukan proses pengumpulan dan analisis data aktual terkait kondisi proses transfer material pada mesin injection molding. Pengukuran dilakukan dengan pendekatan 4M1E, yaitu dengan menganalisis lima aspek utama yang berpotensi menjadi penyebab gangguan diantaranya *faktor Man, Methode, Material, Machine dan Environment*.

Analyze (Analisis)

Data yang diperoleh dianalisis untuk mengidentifikasi akar penyebab dari permasalahan yang terjadi, menggunakan alat bantu di antaranya diagram sebab-akibat (*fishbone diagram*), cabang utama dari *fishbone diagram* menandakan permasalahan yang dihadapi, sedangkan cabang-cabang lainnya yang akan berujung pada cabang utama adalah penyebab dari permasalahan yang biasanya dikategorikan menjadi orang, material, peralatan, manajemen, dan lingkungan [13].

Improve (Perbaikan)

Berdasarkan hasil analisis, dirancang solusi perbaikan yang bertujuan untuk menangani akar permasalahan secara sistematis. Langkah ini diharapkan tidak hanya menyelesaikan masalah yang ada, tetapi juga mencegah terjadinya kembali permasalahan serupa di masa mendatang.

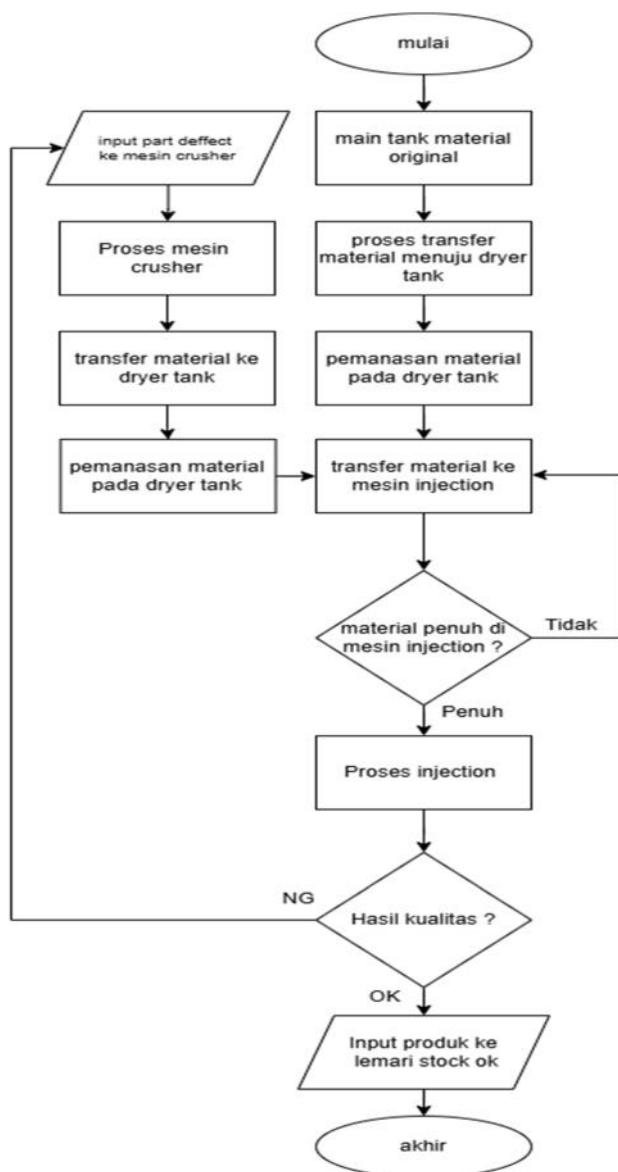
Control (Kontrol)



Tahap akhir dalam metode DMAIC adalah *Control*, yang bertujuan untuk memastikan bahwa perbaikan yang telah diimplementasikan dapat dipertahankan secara berkelanjutan.

3. Hasil dan Pembahasan

Proses transfer material resin ke mesin injection dilakukan secara otomatis dan terdiri atas dua jenis material utama, yaitu material *original* dan material *recycle*. Material ini digunakan dalam produksi komponen plastik, dengan alur transfer yang terstruktur dari penampungan awal hingga proses distribusi ke mesin injection (Gambar 1).



Gambar 1. *Flow Chart* Material Injection

Pada *Flow Chart* diatas dapat dilihat bahwa proses material original dan material recycle untuk sampai di mesin injection melalui beberapa tahap proses diantaranya proses transfer dari



main tank dan proses pemanasan material pada dryer tank. Dan jika terdapat produk hasil proses inject yang tidak sesuai standar kualitas, maka part tersebut akan dihancurkan oleh mesin crusher untuk menjadi material recycle.

Alur Transfer Material *Original*

Material *original* ditampung dalam main tank, kemudian ditransfer oleh jet loader menuju dryer tank untuk menjalani proses pengeringan selama 4 jam pada suhu 100°C, hingga mencapai kelembaban 0%. Setelah itu, material ditransfer ke *hopper* mesin injection melalui selang penghubung (*hose*) untuk disuplai dalam produksi.

Alur Transfer Material *Recycle*

Material *recycle* berasal dari produk cacat dan sisa *runner gate*, yang terlebih dahulu dihancurkan menggunakan mesin *crusher* (Gambar 2). Hasil penghancuran harus sesuai standar, yaitu maksimal berukuran 6 mm sebelum masuk ke dryer tank khusus.



Gambar 2. Mesin Crusher Material Injection

Pergantian antara material *original* dan *recycle* dilakukan secara otomatis berdasarkan rasio yang telah dikonfigurasi pada servo motor di area dryer tank. Servo motor ini berfungsi sebagai mekanisme kontrol komposisi material, memastikan distribusi sesuai parameter produksi agar kualitas bahan baku tetap konsisten.

Define – Identifikasi Masalah

Tahap *Define* bertujuan untuk mengidentifikasi permasalahan utama. Identifikasi masalah secara tepat menjadi tolok ukur dalam perbaikan terus menerus sehingga memecahkan akar masalah secara tepat pula dan dihasilkan kualitas yang sesuai dengan standard keinginan pelanggan [14].

Tabel 1. Tabel Breakdown Data Problem Line Injection 850 Ton

No	Nama Problem	Downtime (menit)	Frequency	Rank
1	Material transfer error	268	16	1
2	<i>Robot take out alarm</i>	87	12	2

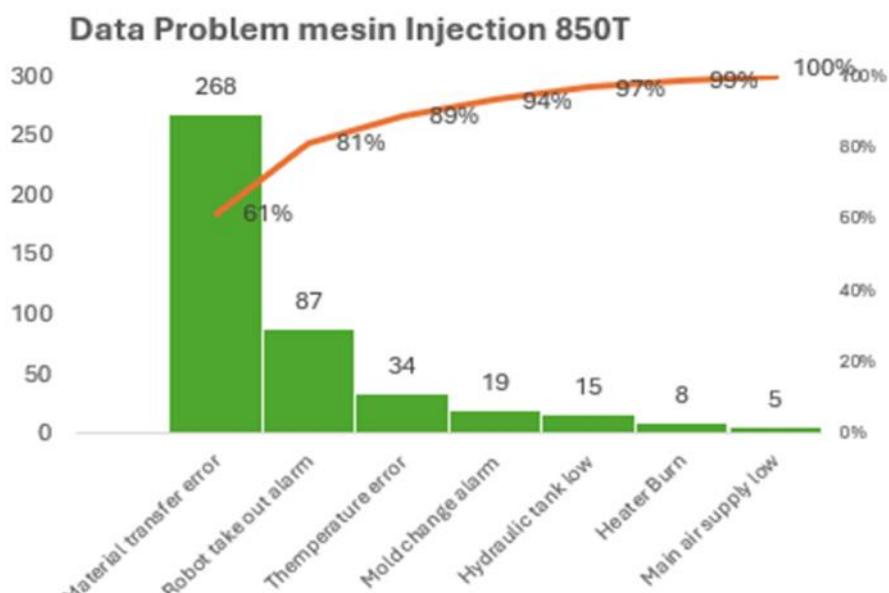


No	Nama Problem	Downtime (menit)	Frequency	Rank
3	Temperature error	34	3	3
4	Mold change alarm	19	2	4
5	Hydraulic tank low	15	1	5
6	Heater burn	8	1	6
7	Main air supply low	5	1	7
<i>Total l</i>		436	36	

Analisis dilakukan menggunakan data *breakdown problem* (Tabel 1) dan pada diagram Pareto (Gambar 4), yang menunjukkan bahwa material transfer error menjadi gangguan dengan frekuensi tertinggi dan dampak terbesar terhadap *downtime* produksi.

Identifikasi Masalah Berdasarkan *Pareto Diagram*

Pareto Diagram pada Gambar 3 menunjukkan bahwa material transfer error berkontribusi terhadap lebih dari 60% total *downtime* dalam produksi.



Gambar 3. *Pareto Diagram Downtime* Mesin Injection

Gangguan ini mengacu pada kegagalan proses transfer material dari dryer tank ke mesin injection, yang menyebabkan penghentian operasi dan penurunan efisiensi sistem produksi.

Analisis Masalah Menggunakan Metode 5W1H

Untuk memahami lebih dalam penyebab gangguan transfer material, dilakukan analisis dengan pendekatan 5W1H, sebagaimana dirangkum dalam Tabel 2 berikut:

Tabel 2. Identifikasi Masalah Material Transfer Error

Aspek	Pertanyaan	Jawaban
What	Apa masalah yang terjadi?	Proses transfer material dari line material tank ke mesin injection banyak terjadi kendala.
Why	Mengapa masalah ini terjadi ?	Karena adanya penyumbatan pada jalur transfer material oleh dimensi material <i>recycle</i> yang tidak standar.



Aspek	Pertanyaan	Jawaban
Where	Di mana masalah ini terjadi?	Pada selang transfer material menuju mesin injection.
When	Kapan masalah ini terjadi?	Sejak proses material <i>recycle</i> di optimalkan.
Who	Siapa yang terlibat/terdampak oleh masalah ini?	Operator mesin injection, teknisi maintenance, dan bagian <i>quality control</i> .
How	Bagaimana masalah ini terdeteksi?	Diketahui saat <i>hopper</i> injection tidak terisi meskipun jet loader aktif, dan saat terjadi <i>downtime</i> karena transfer error.

Pada Tabel 2 diatas dengan menggunakan metode 5W1H kita dapat melihat dari berbagai sudut pandang terhadap masalah transfer material ke mesin injection.

Visualisasi Masalah Material Transfer

Berdasarkan observasi langsung, ditemukan bahwa dimensi material *recycle* hasil mesin *crusher* tidak sesuai standar.



Gambar 4. Material *Recycle* dengan Dimensi Tidak Standar



Gambar 5. Material *Recycle* dengan Dimensi Standar

Material dengan ukuran lebih dari 6 mm (Gambar 4) menyebabkan penyumbatan dalam jalur transfer, yang menghambat proses distribusi menuju mesin injection. Dan pada Gambar 5 memperlihatkan material *recycle* dengan dimensi standar, yang seharusnya dipertahankan untuk memastikan kelancaran distribusi bahan baku dalam sistem produksi.

Evaluasi Tahap *Define*

Dari hasil analisis yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa gangguan dalam proses transfer material pada mesin injection 850T disebabkan oleh penyumbatan jalur transfer akibat ukuran material *recycle* yang tidak memenuhi standar.

Measure

Tahap *measure* berfokus pada pengumpulan data aktual terkait kondisi sistem transfer material mesin injection 850T. Tabel 3 menunjukkan hasil analisis terhadap faktor Mesin, Material, Metode, Manusia, dan Lingkungan. Item kontrol yang digunakan dipilih berdasarkan potensi pengaruhnya terhadap gangguan transfer material.

Tabel 3. Analisa Kondisi yang Ada

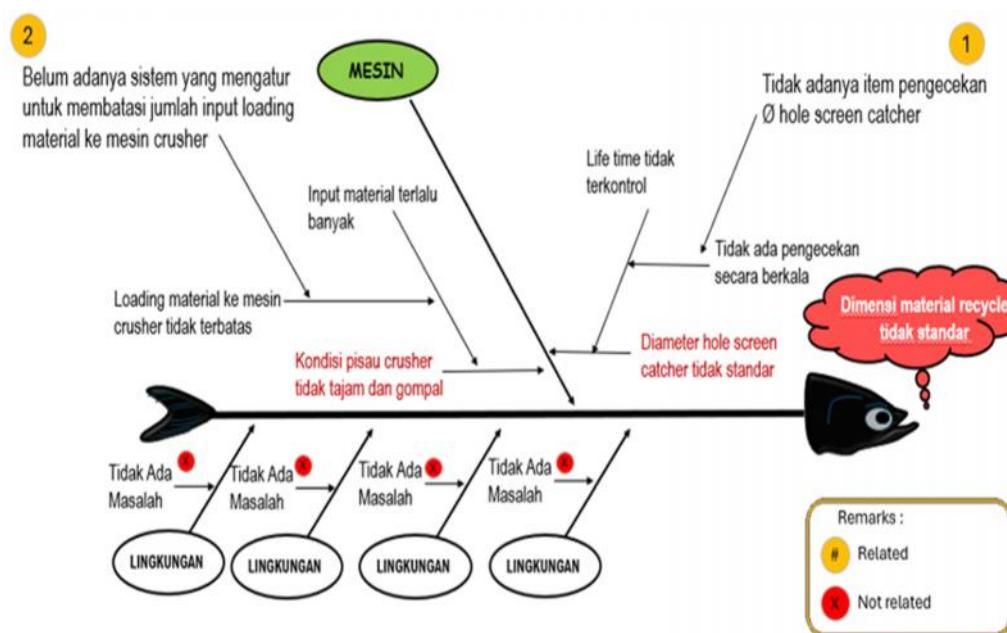
No	Faktor	Item control	Standar	Data pengamatan	Aktual	Judgement
1	Mesin	Motor Jet loader	Voltage power 380 VAC ±10%		Voltage power 381 VAC	OK
		Screen catcher	Ø hole 6 mm		Ø hole 10 mm	NG
		Mata pisau mesin crusher	Tajam dan tidak gompal		Tidak tajam dan gompal	NG
2	Material	Selang transfer material	Tidak ada kebocoran		Tidak ada kebocoran	OK
		Produk defect dan runner gate	Tidak ada logam		Tidak ada logam	OK
3	Metode	Proses transfer material	Berjalan secara otomatis		Berjalan secara otomatis	OK
4	Manusia	Skill man power mesin injection	> 80%		85 %	OK
5	Lingkungan	Kondisi penerangan proses crusher	> 350 LUX		400 LUX	OK

Berdasarkan data pengamatan yang ditampilkan dalam Tabel 3, ditemukan beberapa kondisi yang tidak sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Salah satu aspek yang paling signifikan adalah ukuran lubang pada screen catcher, di mana hasil pengukuran menunjukkan diameter 10 mm, melebihi batas standar 6 mm. Hal ini berkontribusi terhadap ketidakkonsistensi ukuran material *recycle*, meningkatkan risiko penyumbatan dalam jalur transfer. Selain itu, kondisi mata pisau mesin *crusher* juga terdeteksi tidak tajam dan gompal, yang berpotensi mengurangi efektivitas penghancuran material.

Analyze



Pada tahap *Analyze* digunakan metode diagram sebab-akibat pada Gambar 6 (*Fishbone Diagram*) untuk mengeksplorasi faktor-faktor yang berkontribusi terhadap masalah yang terjadi.



Gambar 6. Fishbone Diagram

Identifikasi Faktor Penyebab

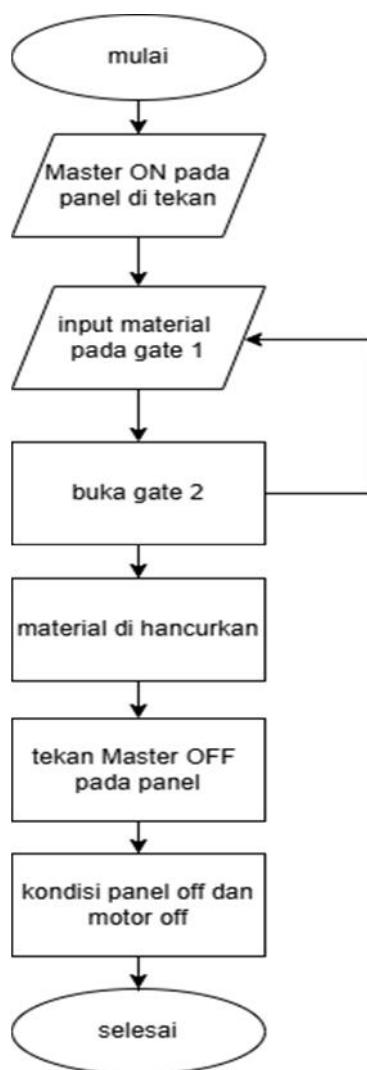
Berdasarkan *Fishbone Diagram*, ditemukan bahwa gangguan transfer material dipengaruhi oleh dua faktor utama yaitu Tidak adanya pengecekan pada diameter *hole screen catcher* dan Tidak adanya sistem kontrol input material pada mesin *crusher*. Untuk memahami bagaimana proses penghancuran material berlangsung sebelum perbaikan diterapkan, dilakukan pemetaan alur kerja mesin *crusher* menggunakan *flow chart*.

Diagram *flow chart* pada Gambar 7, menunjukkan bahwa distribusi material masih terjadi tanpa mekanisme kontrol terhadap jumlah input material yang masuk. Akibatnya, sebanyak 60% material yang dihasilkan memiliki ukuran lebih dari 6 mm, melebihi standar yang ditetapkan (Tabel 4). Ketidaksesuaian ini meningkatkan risiko penyumbatan jalur transfer ke mesin *injection*.

Berdasarkan hasil pengujian, dari 500 pcs material *recycle* yang diuji, sebanyak 300 pcs dikategorikan sebagai NG, menghasilkan persentase sebesar 60%. Hal ini menunjukkan bahwa perlu dilakukan evaluasi terhadap parameter pemrosesan untuk meningkatkan stabilitas ukuran material. *Flow chart* sebelum *improvement* yang ditampilkan pada Gambar 7 mengilustrasikan bagaimana proses kerja mesin *crusher* sebelum adanya sistem kontrol, yang menjadi salah satu penyebab utama gangguan pada proses transfer material.

Evaluasi Tahap *Analyze*

Berdasarkan analisis ini, dapat disimpulkan bahwa gangguan transfer material disebabkan oleh ketidaksesuaian ukuran partikel akibat kontrol yang kurang optimal pada screen catcher, serta tidak adanya sistem pengaturan input material pada mesin *crusher*. Kedua faktor ini berkontribusi terhadap penyumbatan jalur transfer dan fluktuasi ukuran material *recycle* yang tidak sesuai standar.



Gambar 7. Flow chart Proses Mesin Crusher Sebelum *Improvement*

Tabel 4. Pengamatan Sample Material Crusher

Kategori Sampel	Jumlah (pcs)	Percentase (%)
OK (ukuran < 6 mm)	200	40%
NG (ukuran > 6 mm)	300	60%
Total	500	100%

Improve

Tahap selanjutnya adalah *improve* atau perbaikan yaitu kegiatan menetapkan rencana tindakan (action plan) untuk melaksanakan peningkatan kualitas. Tahap ini dapat dilakukan apabila penyebab permasalahan telah teridentifikasi [15].

Implementasi Perbaikan

Langkah-langkah perbaikan yang diterapkan mencakup:

- ✓ Revisi inspection sheet mesin *crusher*, dengan menambahkan item pengecekan diameter lubang pada *screen catcher* guna memastikan bahwa ukuran material *recycle* selalu sesuai standar 6 mm.



- ✓ Pengembangan sistem kontrol input material, yang memungkinkan distribusi material lebih stabil dan menghindari kelebihan muatan yang dapat menyebabkan penyumbatan jalur transfer (Gambar 8).
- ✓ *Integrasi* fitur *Smart Idle Automation*, yang mengoptimalkan konsumsi energi dengan sistem penghentian otomatis saat mesin berada dalam kondisi *idle* selama 5 menit.

Evaluasi Hasil Perbaikan

Setelah implementasi perbaikan, dilakukan monitoring selama 4 minggu untuk mengevaluasi dampaknya terhadap sistem transfer material (Gambar 8).



Gambar 8. Proses *Improvement*

Proses *improvement* yang dilakukan berkaitan dengan *electrical, pneumatic, dan mekanikal*. Semua prosesnya dibuat terintegrasi untuk membuat mesin lebih efektif dalam proses kerjanya. Hasil evaluasi menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam stabilitas sistem, sebagaimana dirangkum dalam Tabel 5 berikut :

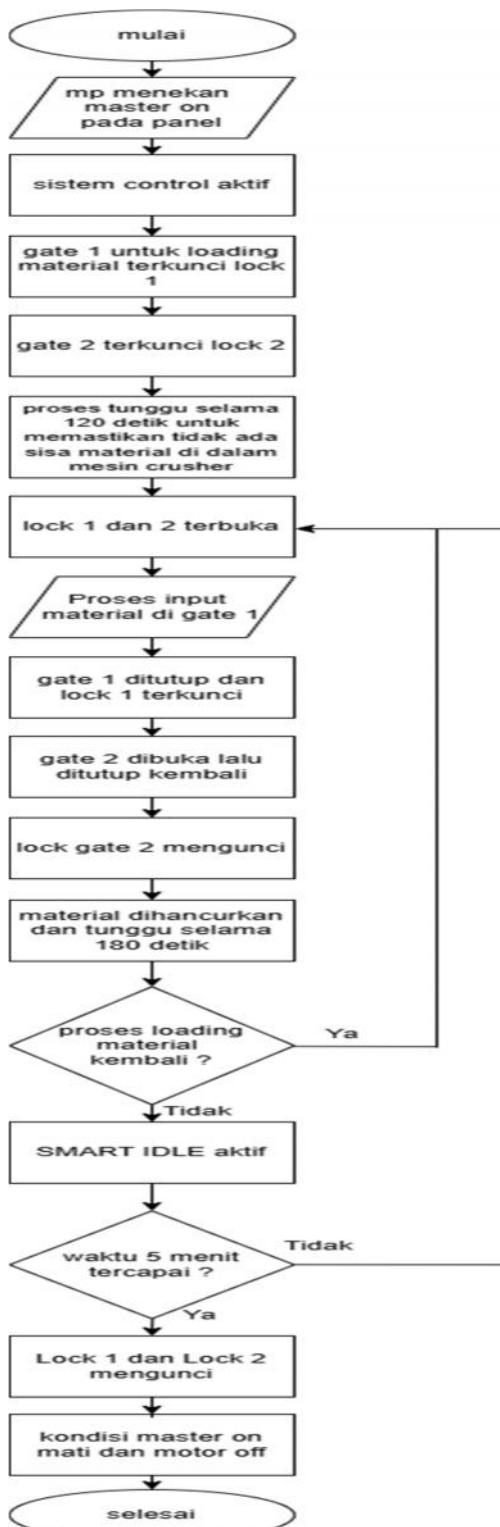
Tabel 5. Tabel Evaluasi Setelah *Improvement*

Parameter	Sebelum Perbaikan	Sesudah Perbaikan	Peningkatan (%)
Jumlah gangguan transfer (menit)	268	0	100%
Konsistensi ukuran partikel (6 mm)	Tidak stabil	Stabil	100%
Efisiensi konsumsi energi listrik	Rp 0 penghematan	Rp 1.936.000/bulan	Optimasi energi

Analisis Dampak Perbaikan

- ✓ Jumlah gangguan transfer berhasil ditekan hingga nol kejadian per bulan, menunjukkan bahwa sistem berjalan lebih stabil tanpa hambatan yang sebelumnya terjadi akibat penyumbatan jalur material.
- ✓ Konsistensi ukuran partikel meningkat secara signifikan, dengan ukuran material recycle kini selalu berada dalam batas standar 6 mm, memastikan proses distribusi material lebih lancar.

-) Efisiensi konsumsi energi meningkat melalui penerapan *Smart Idle Automation*, menghasilkan penghematan biaya operasional sebesar Rp 1.936.000 per bulan, membantu optimalisasi energi dalam sistem produksi.



Gambar 9. Flow Chart Proses Mesin Crusher Setelah Improvement



Hasil dari proses perbaikan kini alur proses crusher material pada mesin crushing kini menjadi lebih terkontrol seperti pada Gambar 9. Tahapan prosesnya menjadi lebih banyak karena terdapat beberapa tambahan proses salah satunya *system lock gate* 1 dan 2.

Control

Tahapan *control* adalah tahapan untuk melakukan evaluasi dan pengendalian terhadap hasil improvement yang dilakukan [16]. Beberapa tindak lanjut yang dilakukan meliputi:

- ✓ Penerapan checklist baru dalam *inspection sheet* maintenance, mencakup parameter tambahan untuk verifikasi kondisi *screen catcher* dan distribusi ukuran partikel material *recycle*.
- ✓ Evaluasi performa mesin *crusher* melalui monitoring tingkat penyumbatan dan konsistensi ukuran partikel dalam batas standar 6 mm, guna memastikan optimalisasi sistem transfer.
- ✓ Pelatihan MP produksi dalam prosedur pengecekan harian mesin *crusher*, dilaksanakan dalam 2 pertemuan, untuk meningkatkan pemahaman operator terhadap standar kualitas material *recycle* dan metode preventif.
- ✓ Sosialisasi kepada tim maintenance, dilakukan dalam 2 pertemuan, guna menyelaraskan pemahaman tentang prosedur inspeksi, *troubleshooting*, dan pemeliharaan preventif.

Evaluasi Stabilitas Transfer Material

Monitoring hasil implementasi selama 4 minggu menunjukkan bahwa perbaikan yang diterapkan stabil dan memberikan dampak positif terhadap sistem transfer material.

Tabel 6. Rasio Perbandingan Sebelum dan Sesudah *Improvement*

Parameter	Sebelum Improvement			Setelah Improvement Perubahan (%)
	Kestabilan Material	Transfer	98.73%	
Rasio Material Recycle 6 mm	40%		99%	+147.5%
Waktu Perbaikan Akibat Gangguan (menit)	268		0	-100%
Smart Idle Efisiensi Energi	-		30%	+30%
Persentase Sampel NG	60%		-	-

Gangguan akibat penyumbatan jalur transfer berhasil ditekan hingga nol kejadian per bulan, menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam keandalan proses distribusi material (Tabel 6).

4. Kesimpulan

Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan stabilitas sistem transfer material pada mesin injection 850T dengan mengidentifikasi akar masalah dan menerapkan solusi berbasis metode DMAIC. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penyumbatan jalur transfer material disebabkan oleh dimensi material *recycle* yang tidak memenuhi standar, dengan 60% material berukuran lebih dari 6 mm, yang berkontribusi terhadap gangguan distribusi.

Implementasi solusi melalui revisi *inspection sheet* dan pengembangan sistem kontrol input material terbukti efektif dalam meningkatkan stabilitas sistem. Rasio stabilitas transfer material meningkat dari 98.73% menjadi 100%, menunjukkan bahwa gangguan penyumbatan telah berhasil dihilangkan. Selain itu, rasio material *recycle* dengan ukuran 6 mm meningkat dari



40% menjadi 99%, memastikan konsistensi distribusi material dalam proses produksi. Serta penghematan energi dengan adanya fitur *smart idle* sebesar Rp 1.936.000 per bulan.

Implikasi penelitian ini menunjukkan bahwa metode DMAIC dapat digunakan secara sistematis untuk meningkatkan efisiensi operasional di industri manufaktur, terutama dalam mengatasi variabilitas ukuran material dan memastikan keandalan distribusi bahan baku.

Daftar Pustaka

- [1] F. Arvilita and M. Suryanto, “Analisa Pengendalian Mutu Produk Cat Solvent Based Dengan Menggunakan Metode Six Sigma.”
- [2] M. Faris Rahmadsyah, M. Tutuk Safirin, J. Rungkut Madya No, G. Anyar, K. Gn Anyar, and J. Timur, “Analisis Perbaikan Downtime Mesin Injection Molding dengan Pendekatan DMAIC di PT XYZ,” 2024.
- [3] Mochamad Yusuf Bachruddin, A. N. Rukmana, and I. Bachtiar, “Pengendalian Kualitas Menggunakan Six Sigma untuk Mengurangi Jumlah Defect pada Produk Maswite Masterbatch,” *Bandung Conference Series: Industrial Engineering Science*, vol. 4, no. 2, pp. 631–642, Aug. 2024, doi: 10.29313/bcsies.v4i2.12887.
- [4] M. Husen, “Pengendalian Kualitas Produk dengan Menggunakan Metode Six Sigma (DMAIC) untuk Meminimumkan Waste di Perusahaan Rokok Bima Mandiri Rembang Kabupaten Pasuruan.”
- [5] O. Ardhan Nugroho, I. A. Putra, A. Wahyu, C. Purnomo, and Y. P. Sarjono, “Rancangan Mesin Crusher Bahan Nillon A402 Untuk Proses Daur Ulang di PT. Pandrol Indonesia,” Online, 2023.
- [6] N. Penulis and M. Kurniawati, “Optimalisasi Value Added Limbah Plastik Dengan Teknologi Mesin Crusher Corresponding Author,” vol. 3, no. 2, 2024.
- [7] P. Manufaktur and A. Juni, “Implementasi DMAIC Untuk Menyelesaikan Masalah Penumpukan Kereta Produk Reject Pada Proses Crushing di PT. XYZ”, [Online]. Available: www.polytechnic.astra.ac.id
- [8] F. Hartoyo, Y. Yudhistira, ; Andry, C. ; Ho, and H. Chie, “Penerapan Metode DMAIC Dalam Peningkatan Acceptance Rate Untuk Ukuran Panjang Produk Bushing.”
- [9] K. Satpatmantya Budi Rochayata and W. Ken Widodasih, “Peningkatan Kualitas Produk Pada Proses Injection Molding dengan Metode DMAIC.... Peningkatan Kualitas Produk Pada Proses Injection Molding dengan Metode DMAIC,” 2024.
- [10] I. Nugroho, A. Anas, A. Nugroho, and Y. Prastyo, “Evaluasi Penerapan Metode DMAIC dalam Industri Manufaktur: Kajian Literatur.” [Online]. Available: <https://lenteranusa.id/>
- [11] A. Bela and L. Ratnasari, “Penerapan Metode Six Sigma pada Proses Produksi Injection Molding Tipe X di PT. ABC,” *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi*, vol. 7, no. 3, pp. 1980–1988, Jul. 2024, doi: 10.31004/jutin.v7i3.27621.
- [12] F. Mujayyin and D. A. Gunarso, “Performa mesin Pengolah Sampah TPA Menjadi Bahan Bakar Refuse Derived Fuels Dengan Metode Six Sigma DMAIC,” *Journal Mechanical Engineering (NJME)*, vol. 10, no. 1, 2021.
- [13] A. Nuryono *et al.*, “Usulan Perbaikan Mesin Mixing Untuk Produk Cover Accu Menggunakan Metode Quality Function Deployment (QFD) di PT. XYZ,” 2025. [Online]. Available: <https://doi.org/10.XXXXXX/IJIM.XXXXX.XXXX>
- [14] M. Basjir and dan Nur Robbi, “Pengendalian Kualitas Produk Plastik Menggunakan Six Sigma Guna Meningkatkan Daya Saing,” *Journal of Research and Technology*, vol. 9, no. 1, pp. 33–46, 2023.



- [15] H. Hakim Hidajat and A. Momon Subagyo, “Analisis Pengendalian Kualitas Produk X Dengan Metode Six Sigma (DMAIC) Pada PT. XYZ,” *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, vol. 8, no. 9, pp. 234–242, 2022, doi: 10.5281/zenodo.6648878.
- [16] M. Agustin and M. M. Arifin, “Penerapan Metode DMAIC Untuk Menurunkan Loss Production Material Shortage Pada Proses Curing di Tyre Manufacturing,” *Jurnal KaLIBRASI - Karya Lintas Ilmu Bidang Rekayasa Arsitektur, Sipil, Industri.*, vol. 5, no. 2, pp. 131–137, Dec. 2022, doi: 10.37721/kalibrasi.v5i2.1070.

