

# UPAYA MEREDUKSI *CRITICAL WASTE* PADA PRODUKSI *CYLINDER BLOCK* EJ59 MENGGUNAKAN PENDEKATAN SIX SIGMA DI PT. ASIAN ISUZU *CASTING CENTER*

Ulina Atma Haamidah<sup>1</sup>, Manik Mahachandra<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,  
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

<sup>2</sup>Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,  
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

## Abstrak

*PT Asian Isuzu Casting Center* merupakan perusahaan manufaktur yang bergerak di sektor industri otomotif diesel dengan produk utama yang dihasilkan adalah *cylinder block*. Namun, dalam proses produksinya masih ditemukan pemborosan yang berpengaruh terhadap efisiensi proses produksi. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan analisis jenis pemborosan kritis yang terjadi dalam proses produksi salah satu jenis *cylinder block*, yaitu *cylinder block EJ59* dengan tujuan untuk memberikan saran perbaikan yang dapat mereduksi atau mengeliminasi pemborosan tersebut. Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian kualitatif dan kuantitatif. Data penelitian diperoleh dari hasil wawancara, pengisian kuesioner, serta sumber referensi lainnya, seperti data perusahaan dan jurnal terdahulu. Pengolahan data ini menggunakan metode Six Sigma dengan pendekatan DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) yang harapannya dapat memberikan usulan perbaikan yang berkelanjutan.

**Kata kunci:** *Pemborosan, Proses Produksi, Cylinder Block EJ59, Six Sigma, DMAIC*

## Abstract

*[Title: Upaya Mereduksi Critical Waste pada Produksi Cylinder Block EJ59 Menggunakan Pendekatan Six Sigma di PT Asian Isuzu Casting Center]* *PT Asian Isuzu Casting Center* is a manufacturing company engaged in the diesel automotive industry sector with the main product produced is *cylinder block*. However, in the production process, there is still waste that affects the efficiency of the production process. Therefore, this study analyzes the types of critical waste that occur in the production process of one type of *cylinder block*, namely *EJ59 cylinder block* with the aim of providing suggestions for improvements that can reduce or eliminate these wastes. The research method used is qualitative and quantitative research. The research data were obtained from interviews, questionnaires, and other reference sources, such as company data and previous journals. This data processing uses the Six Sigma method with the DMAIC approach (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) which hopes to provide suggestions for continuous improvement.

**Keywords:** *Waste, Cylinder Block EJ59 Production Process, Six Sigma, DMAIC*

## 1. Pendahuluan

*Waste* atau pemborosan merupakan sebuah kegiatan yang tidak memberikan nilai tambah dalam pemanfaatan sumber daya yang ada, seperti pengeluaran biaya ataupun waktu tambah dalam kegiatan tersebut (Andiyanto, Sutrisno, & Punuhsingon, 2017). *Lean manufacturing* merupakan suatu pendekatan sistematis untuk

mengidentifikasi dan mengeliminasi pemborosan dari aktivitas yang tidak memberi nilai tambah (*non-value-added activities*) melalui perbaikan secara terus menerus dengan menerapkan aliran produksi berupa sistem tarik (*pull system*) dengan tujuan kepuasan pelanggan (Fontana, Avanti, & Gaspers, 2011). Terdapat delapan jenis pemborosan, yaitu *defect, overproduction, waiting, transportation, inventory, motion, excessiveprocess, dan non-utilized talent*.

*PT. Asian Isuzu Casting Center (AICC)* merupakan perusahaan manufaktur yang bergerak di sektor industri komponen otomotif diesel dan berlokasi di Karawang,

---

\*Penulis Korespondensi.  
E-mail: ulina.atma@gmail.com

Jawa Barat, dengan 162 jenis komponen otomotif yang diklasifikasikan menjadi *engine parts*, *transmission & axle parts*, dan *wheel & brake parts*. Dalam produksinya, produk utama yang dihasilkan adalah *cylinder block* dengan menerapkan sistem kanban, yaitu sistem produksi berdasarkan prinsip tarik (*pull system*). Proses yang dilakukan AICC adalah *casting* yang bekerjasama dengan subkontraktor untuk menyelesaikan bagian *machining*. Setelah itu, komponen akan dijual ke *customer* untuk dilanjutkan ke proses *assy engine* dan *assy unit*. AICC memasarkan produknya tidak hanya secara lokal tetapi juga ekspor dengan pasar utama perusahaan ini adalah Thailand. Selain memproduksi komponen merek Isuzu, AICC juga memproduksi komponen otomotif untuk merek Mitsubishi, Daihatsu, dan Hino.

AICC telah menerapkan Standar Urutan Kerja (SUK) dalam menjalankan proses produksi dengan tujuan untuk mengefisienkan proses produksi. Namun, pemborosan dalam proses produksi AICC masih sering terjadi, terutama jenis *defect*. Dalam memproduksi *cylinder block*, banyak ditemukan produk yang tidak sesuai dengan standar spesifikasi produk yang ditetapkan sehingga tidak bisa dipasarkan dan akan dilebur kembali melalui proses *melting*. Hal ini berakibat pada biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan serta berkurangnya efisiensi pengadaan produk jadi sehingga perlu dilakukan peninjauan ulang terkait penyebab terjadinya *defect* atau *not good product*. Selain itu, ketika ditemukan adanya *not good product*, maka bagian *quality control* akan melakukan pengecekan lot yang diproduksi pada waktu yang bersamaan untuk kemudian ditarik kembali dari pelanggan. Jika tidak segera dilakukan perbaikan untuk mengurangi pemborosan tersebut, maka dalam jangka panjang dapat menyebabkan penurunan kepuasan pelanggan yang berakibat pada penurunan profit perusahaan.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis apakah *defect* merupakan jenis pemborosan kritis yang terjadi dalam proses produksi *cylinder block* EJ59 pada PT. Asian Isuzu *Casting Center*, serta memberikan saran perbaikan untuk mereduksi atau mengeliminasi pemborosan tersebut. Analisis yang dilakukan menggunakan metode Six Sigma dengan pendekatan DMAIC, yaitu *define*, *measurement*, *analyze*, *improve*, dan *control*.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1 Lean Manufacturing

*Lean manufacturing* adalah metode yang cocok digunakan oleh perusahaan untuk mengidentifikasi tingkat pemborosan atau *waste* sehingga kegiatan atau aktivitas yang tidak bernilai tambah (*non-value-added activity*) dapat ditekan atau bahkan dikurangi (Gaspersz, Lean Six Sigma, 2007). Tujuan utamanya adalah untuk mengurangi biaya secara ilmiah melalui pengembangan

produk dan proses tinjauan bisnis yang menitikberatkan pada penghilangan pemborosan (Nurwulan, 2021).

### 2.2 Six Sigma

*Six sigma* adalah suatu sistem yang komprehensif dan fleksibel untuk mencapai, memberi dukungan, dan memaksimalkan proses usaha yang berfokus pada pemahaman dalam kebutuhan pelanggan dengan menggunakan fakta, data, dan analisis statistik serta terus menerus memperhatikan pengaturan, perbaikan, dan mengkaji ulang proses usaha (Amin, 2002). *Six sigma* juga memberi manfaat yang mencakup pengurangan biaya, peningkatan produktivitas, pertumbuhan pangsa pasar, pengurangan cacat, dan pengembangan produksi atau jasa (Cavanagh, Pande, & Neuman, 2002).

#### 2.2.1 DMAIC

Dalam *six sigma* terdapat lima siklus fase DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) yaitu suatu metodologi yang bertujuan untuk mengidentifikasi permasalahan yang terjadi, menganalisa penyebab masalah, dan mencari upaya perbaikan untuk mendapatkan penyelesaian terbaik (Widodo & Soediantono, 2022). DMAIC digunakan untuk memperbaiki suatu proses yang telah terbukti mampu mengurangi biaya, menghilangkan cacat, meningkatkan kepuasan pelanggan, dan secara signifikan meningkatkan profitabilitas di setiap industri dan banyak organisasi di seluruh dunia (Prashar, 2014). Berikut merupakan tahapan dalam proses DMAIC (Jirasukprasert, Reyes, Kumar, & Lim, 2014).

#### 2.2.2 Level Sigma

Dalam *six sigma*, semakin banyak cacat yang terjadi pada proses menunjukkan semakin rendahnya pencapaian kualitas pada proses tersebut. Semakin tinggi level sigma atau semakin mendekati angka 6, maka kualitas yang ada pada suatu perusahaan semakin baik. Berikut merupakan tabel yang menunjukkan level sigma (Basuki, 2023). Level sigma dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Level Sigma

Persentase Tanpa Kecacatan	DPMO	Level Sigma
30,9%	690.000	1
69,2%	308.000	2
93,3%	66.800	3
99,4%	6.210	4
99,98%	320	5
99,9997%	3,4	6

Level sigma juga dapat dihitung dengan bantuan *Microsoft Excel* dengan rumus sebagai berikut.

$$\text{Sigma}(\sigma) = \text{Normsinv} \left( \frac{1.000.000 - \text{DPMO}}{1.000.000} \right) + 1.5$$

#### 2.2.3 Nilai DPMO

*Defect per Million Opportunities* (DPMO) adalah banyaknya kemungkinan kesalahan dalam sepersejuta kemungkinan (Ashari & Nugroho, 2022). Target dari pengendalian kualitas six sigma adalah 3,4 DPMO yang diinterpretasikan dalam satu unit produk tunggal terdapat rata-rata kesempatan untuk gagal dari suatu karakteristik

*critical too quality* hanya 3,4 kegagalan per satu juta kesempatan (DPMO) (Gaspersz, 2001). Berikut rumus perhitungan DPMO.

$$DPMO = \frac{\text{jumlah produk cacat}}{\text{jumlah produk yang di check} \times \text{banyaknya jenis cacat}} \times 1.000.000$$

### 2.3 Waste Assessment Model (WAM)

*Waste Assessment Model* (WAM) adalah sebuah model yang dikembangkan untuk menyederhanakan pencarian dari suatu permasalahan *waste* serta melakukan identifikasi untuk mengeliminasi *waste* yang menggambarkan hubungan antar *waste* (Rawabdeh, 2005). Proses identifikasi pemborosan menggunakan dalam metode ini melalui dua buah cara berikut (Satria & Yuliatwati, 2018).

#### 2.3.1 Waste Relationship Matrix (WRM)

*Waste Relationship Matrix* (WRM) digunakan untuk mengetahui keterkaitan antara pemborosan yang ada. Semua *waste* saling bergantung dan saling mempengaruhi baik secara langsung maupun tidak langsung (Rawabdeh, 2005). Dalam menentukan keterkaitan antar *waste*, terdapat enam pertanyaan dengan beberapa pilihan jawaban yang memiliki skor masing-masing. *Waste Relationship Matrix* (WRM) merupakan analisis kriteria pengukuran menggunakan bentuk matriks, di mana tiap baris pada matriks menunjukkan hubungan mempengaruhi antar *waste* sedangkan tiap kolom pada matriks menunjukkan seberapa dipengaruhi suatu *waste* terhadap *waste* lainnya (Rawabdeh, 2005). Konversi *Waste Relationship Matrix* dapat dilihat pada tabel 2.

**Tabel 2.** Konversi Nilai Matriks WRM

Range	Jenis Hubungan	Simbol
17 - 20	<i>Absolutely Necessary</i>	A
13 - 16	<i>Especially Important</i>	E
9 - 12	<i>Important</i>	I
5 - 8	<i>Ordinary Closeness</i>	O
1 - 4	<i>Unimportant</i>	U

#### 2.3.2 Waste Assessment Questionnaire (WAQ)

*Waste Assessment Questionnaire* (WAQ) digunakan untuk melakukan penilaian jenis pemborosan apa saja yang terjadi dan bersifat dominan sekaligus mengkonfirmasi hasil temuan pada saat observasi (Satria & Yuliatwati, 2018). Tahapan penggunaan WAQ adalah mengelompokkan dan menghitung jumlah pertanyaan kuesioner berdasarkan catatan “*From*” dan “*To*” untuk setiap jenis *waste*. Kemudian menghitung nilai *final waste factor* ( $Y_{j\text{final}}$ ) dengan memasukkan faktor probabilitas pengaruh antar jenis *waste* ( $P_j$ ) berdasarkan total “*From*” dan “*To*” pada WRM menggunakan rumus berikut.

$$Y_{j\text{final}} = Y_j \times P_j = \frac{S_j}{S_j} \times \frac{f_j}{F_j} \times P_j \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:

$Y_{j\text{final}}$  = Indikator akhir untuk tiap *waste*

$P_j$  = Probabilitas pengaruh antar jenis *waste*

$S_j$  = Total bobot nilai *waste*

$S_j$  = Jumlah skor

$f_j$  = Frekuensi nilai bobot pada kolom *waste* dengan mengabaikan nilai 0

$F_j$  = Frekuensi munculnya nilai pada tiap kolom *waste* ( $W_{j,k}$ ) dengan mengabaikan nilai 0

### 2.4 Peta Kendali-p (p-control chart)

Peta kendali-p merupakan peta kendali banyaknya unit ketidaksesuaian yang dibentuk dari sebuah proses produksi sebanyak  $n$  pengamatan di mana setiap pengamatan ke- $k$  memiliki ukuran sampel pengamatan sebanyak  $n$  (Arsyad, Ferdinant, & Ekawati, 2017). Peta kendali-p digunakan untuk melihat batas kontrol atas dan batas kontrol yang lebih rendah, yaitu jika data masih dalam batas kontrol, maka data dinyatakan terkontrol (Dewi, Maryam, & Sutiyarno, 2018). Batas UCL dan LCL pada peta kendali-p dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$UCL = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \dots \dots \dots (2)$$

$$LCL = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \dots \dots \dots (3)$$

### 2.5 Diagram Pareto

Diagram pareto adalah grafik batang yang menunjukkan masalah berdasarkan urutan banyaknya kejadian. Masalah yang paling banyak terjadi ditunjukkan oleh grafik batang pertama yang tertinggi serta ditempatkan pada sisi paling kiri dan seterusnya sampai masalah yang paling sedikit terjadi ditunjukkan oleh grafik batang terakhir yang terendah serta ditempatkan pada sisi paling kanan (Yemima, Nohe, & Nasution, 2014)

### 2.6 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

*Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) merupakan sebuah teknik yang digunakan untuk mencari, mengidentifikasi, dan menghilangkan kegagalan potensial, *error*, dan masalah yang diketahui dari sistem, desain, proses, atau jasa sebelum hal tersebut sampai ke konsumen (Puspitasari & Martanto, 2014). Identifikasi kegagalan potensial dilakukan dengan cara pemberian nilai atau skor masing-masing moda kegagalan berdasarkan atas tingkat kejadian (*occurrence*), tingkat keparahan (*severity*), dan tingkat deteksi (*detection*) (Stamatis, 2003). Penentuan nilai atau skor pada komponen *severity* dapat dilihat pada tabel 3, komponen *occurrence* pada tabel 4, dan *detection* pada tabel 5.

**Tabel 3.** Nilai *Severity*

Rating	Keterangan
10	<i>Potential severity</i> (Pengaruh buruk yang sangat tinggi). Akibat yang ditimbulkan sangat
9	

	berpengaruh terhadap kualitas lainnya, konsumen tidak akan menerimanya.
8	<i>High severity</i> (Pengaruh buruk yang tinggi). Konsumen akan merasakan penurunan kualitas yang berada di luar batas toleransi.
7	<i>Moderate severity</i> (Pengaruh buruk yang moderat). Konsumen akan merasakan penurunan kualitas, namun masih dalam batas toleransi.
6	<i>Mild severity</i> (Pengaruh buruk yang ringan). Akibat yang ditimbulkan akan bersifat ringan, konsumen tidak akan merasakan penurunan kualitas.
5	<i>Negligible severity</i> (Pengaruh buruk yang dapat diabaikan). Kita tidak perlu memikirkan bahwa akibat ini akan berdampak pada kualitas produk. Konsumen mungkin tidak akan memperhatikan kecacatan ini.
4	
3	
2	
1	

**Tabel 4.** Nilai Occurance

Rating	Keterangan
10	Frekuensi Kejadian 100 per 1000 item
9	Frekuensi Kejadian 50 per 1000 item
8	Frekuensi Kejadian 20 per 1000 item
7	Frekuensi Kejadian 10 per 1000 item
6	Frekuensi Kejadian 5 per 1000 item
5	Frekuensi Kejadian 2 per 1000 item
4	Frekuensi Kejadian 1 per 1000 item
3	Frekuensi Kejadian 0,5 per 1000 item
2	Frekuensi Kejadian 0,1 per 1000 item
1	Frekuensi Kejadian 0,001 per 1000 item

**Tabel 5.** Nilai Detection

Rating	Keterangan
10	Kemungkinan penyebab terjadi masih sangat tinggi. Metode pencegahan tidak efektif.
9	Kemungkinan penyebab terjadi masih tinggi. Metode pencegahan kurang efektif. Penyebab masih berulang kembali.
8	Kemungkinan penyebab terjadinya bersifat moderat. Metode pencegahan kadang mungkin penyebab itu terjadi.
7	Kemungkinan penyebab terjadi sangat rendah.
6	
5	
4	
3	
2	
1	Metode pencegahan sangat efektif. Tidak ada kesempatan penyebab mungkin muncul.

Nilai tersebut digunakan untuk menghitung nilai *Risk Priority Number* (RPN) dengan rumus berikut.

$$RPN = S \times O \times D \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan:

- RPN = Risk Priority Number
- S = Severity
- O = Occurrence
- D = Detection

### 2.7 Ranking

Metode *ranking* merupakan metode untuk menghitung bobot kriteria menggunakan metode peringkat (Hairah & Budiman, 2021). Metode ini bertujuan untuk memberikan peringkat dari yang terbaik

sampai terburuk berdasarkan ciri tertentu dengan memilih yang terbaik hingga terburuk (Pambudi, 2023).

### 2.8 Jenis Defect

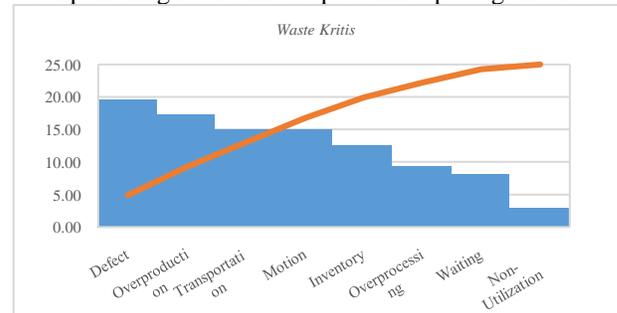
Proses produksi *casting* atau pengecoran melalui beberapa tahapan, yaitu *melting*, *molding*, *core*, dan *finishing*. Dalam prosesnya, hasil pengecoran sering terjadi ketidaksempurnaan atau cacat yang dapat dinilai sebagai cacat sebenarnya atau cacat kecil yang bila secara umum produk masih memenuhi kualitas mekanis dan fungsionalnya, maka dapat digunakan sebagai komponen, dibuang, *reject*, atau didaur ulang bila memungkinkan. Jenis *defect* pada proses produksi *casting* terdiri atas *Blow Hole* atau *Fukare*, *Sand Hole* atau *Sunakui*, *Hadaare*, *Nakago Hason*, *Sand Inclusion* atau *Norokui*, *Norikui*, *Mechanical Damage* atau *Dakon*, dan *Togataku*.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Tahap Define

#### 3.1.1. Waste Assessment Model

Berdasarkan pengolahan hasil pengisian kuesioner oleh tiga responde dari divisi *quality control*, diperoleh perhitungan peringkat setiap jenis *waste* dengan persentase tertinggi adalah *waste defect*, yaitu sebesar 19.63%. Grafik perbandingan *waste* berdasarkan hasil pemeringkatan akhir dapat dilihat pada gambar 1.



**Gambar 1.** Grafik Perbandingan Waste

Hal ini menunjukkan bahwa *waste defect* banyak ditemukan selama proses produksi *Cylinder Block EJ59* dan menyebabkan kerugian terbesar terhadap perusahaan sehingga *waste* ini yang akan menjadi prioritas pada penelitian ini untuk diberikan solusi penyelesaiannya.

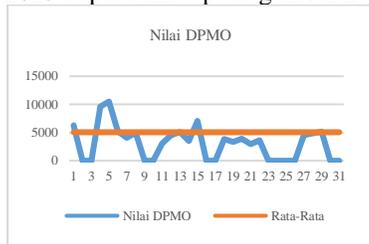
#### 3.1.2. Critical to Quality

Berdasarkan data cacat periode Desember 2023, jenis cacat yang paling banyak terjadi adalah *Sunakui*, yaitu sejumlah 258 produk. Jenis cacat ini paling banyak terjadi pada tanggal 5 Desember 2023 dengan persentase *defect* pada hari itu sebesar 7,759%. Total *defect* yang ditemukan pada tanggal 5 Desember 2023 sebesar 45 produk sehingga dapat dikatakan tanggal 5 Desember 2023 ini merupakan *Critical to Quality* pada proses produksi *Cylinder Block EJ59* dengan jenis *defect* terbesar adalah *Sunakui*.

### 3.2 Tahap Measure

#### 3.2.1. Nilai DPMO

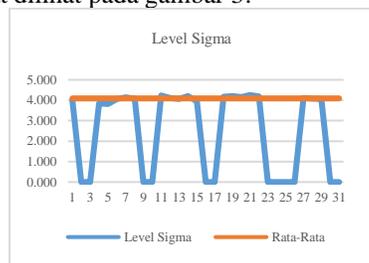
Nilai DPMO tertinggi adalah pada tanggal 5 Desember 2023, yaitu mencapai 10504.202 dengan jumlah *defect* sebesar 45 produk. Grafik perhitungan nilai DPMO produksi *cylinder block* EJ59 pada tanggal 5 Desember 2023 dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Nilai DPMO

#### 3.2.2. Level Sigma

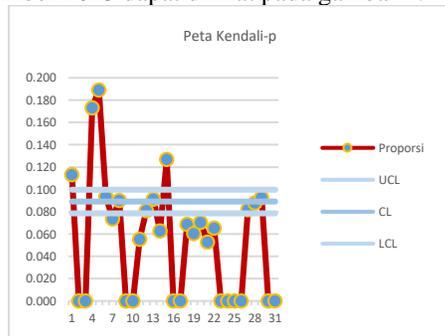
Level sigma terendah ada pada tanggal 5 Desember 2023, yaitu sebesar 3.808 yang artinya kualitas produksi pada tanggal ini adalah yang terburuk pada bulan Desember 2023. Grafik perhitungan level sigma produksi *cylinder block* EJ59 pada tanggal 5 Desember 2023 dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Level Sigma

#### 3.2.3. Peta Kendali-p

Tingkat kecacatan yang paling melebihi ambang batas atas atau UCL adalah pada tanggal 5 Desember 2023 dengan proporsi sebesar 0.189. Grafik perhitungan peta kendali-p produksi *cylinder block* EJ59 pada tanggal 5 Desember 2023 dapat dilihat pada gambar 4.



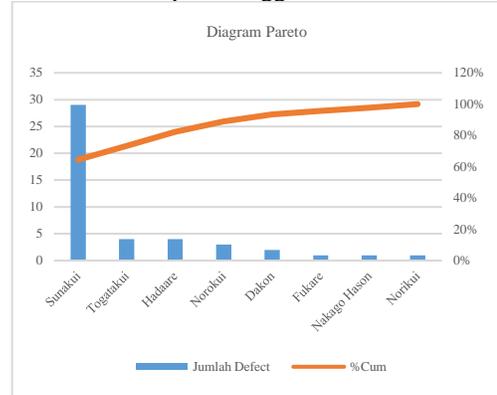
Gambar 4. Peta Kendali-p

Oleh karena itu, akan dilakukan analisis proses produksi *cylinder block* EJ59 pada tanggal 5 Desember 2023.

### 3.3 Tahap Analyze

#### 3.3.1 Diagram Pareto

Berikut diagram pareto jenis cacat produksi *cylinder block* EJ59 pada tanggal 5 Desember 2023.

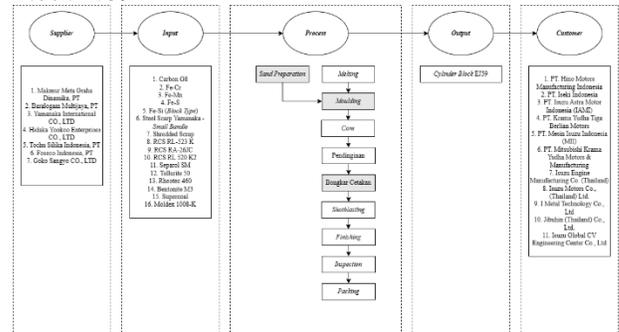


Gambar 5. Diagram Pareto

Diagram tersebut menunjukkan bahwa *Sunakui* merupakan jenis *defect* yang paling sering terjadi selama proses produksi *Cylinder Block* EJ59 tanggal 5 Desember 2023. Oleh karena itu, jenis *defect* ini menjadi prioritas untuk dilakukan analisis perbaikan agar tingkat kecacatan dapat direduksi.

#### 3.3.2 Diagram SIPOC

Berikut merupakan diagram SIPOC (*Supplier-Input-Process-Output-Customer*) produksi *Cylinder Block* EJ59



Gambar 6. Diagram SIPOC

Penelitian ini fokus pada proses *sand preparation*, *molding*, dan bongkar cetakan karena pada proses ini berhubungan erat dengan material pasir yang menjadi penyebab terjadinya *defect Sunakui*.

#### 3.3.3 Failure Mode and Effect Diagram (FMEA)

Berikut merupakan perhitungan RPN dari *defect Sunakui* pada proses produksi *Cylinder Block* EJ59 tanggal 5 Desember 2023.

**Tabel 6. FMEA**

Proses	Potential Failure Mode	Severity	Potential Failure Effect	Occurrence	Potential Cause of Failure	Detection	RPN
Sand Preparation	Komposisi pasir yang salah atau tidak sesuai	7	Tingkat kepadatan dan kerekatan pasir salah atau tidak sesuai	6	Magnet pada mesin tidak memisahkan logam atau besi dari pasir secara maksimal dan penambahan bahan yang kurang atau berlebih	8	336
	Pasir menggumpal pada <i>Flask</i>	7	Bentuk cetakan pasir tidak sesuai	3	Kesalahan <i>setting</i> aerator dan <i>cylinder table</i> mesin <i>molding</i> tidak	3	63
Molding	Cawan tuwang dan sistem saluran yang basah	6	Tingkat permeabilitas cawan tuang dan sistem saluran rendah	5	Kurangnya <i>maintenance</i> mesin untuk memastikan peralatan tetap kering	6	180
	Penuangan yang terlalu lambat	6	Terbentuk lubang pada produk karena terdapat gas yang terjebak	3	Operator yang kelelahan karena menuangkan secara manual	5	90
Bongkar Cetakan	Pasir menempel pada produk	7	Menimbulkan lubang kecil pada produk	6	Pasir kurang kering sehingga tidak kuat menerima gesekan cairan logam	7	294

Berdasarkan perhitungan FMEA di atas, *potential failure mode* dengan nilai RPN tertinggi adalah komposisi pasir yang salah atau tidak sesuai sehingga potensi tersebut menjadi peringkat pertama. Nilai RPN tersebut diperoleh dari mengalikan nilai *Severity* (S), *Occurrence* (O), dan *Detection* (D) yang menghasilkan nilai sebesar 336. Alasan nilai *severity* sebesar 7 adalah dampak kecacatan yang dihasilkan dari komposisi pasir yang tidak sesuai dapat mengganggu proses utama dari produk. Alasan nilai *occurrence* sebesar 6 adalah karena cacat yang disebabkan karena kesalahan komposisi ini cukup sering terjadi. Sementara itu, alasan nilai *detection* sebesar 8 adalah karena terjadinya kesalahan komposisi ini sulit untuk dideteksi. Oleh karena itu, *potential failure mode* ini menjadi prioritas untuk diselesaikan.

**3.4 Tahap Improve**

Tahap ini dilakukan dengan metode 5W+1H. Berikut merupakan usulan perbaikan untuk mereduksi *Sunakui* pada produksi *Cylinder Block* EJ59 bulan Desember 2023 berdasarkan hierarki pengendalian risiko.

**1. Eliminasi**

Proses ini tidak dapat dieliminasi karena merupakan salah satu tahapan penting dalam pencetakan *cylinder block* EJ59.

**2. Substitusi**

Bahan pasir tidak dapat digantikan dengan bahan lainnya karena pertimbangan karakter

dari pasir yang tahan terhadap panas yang digunakan untuk mencairkan logam serta pertimbangan biaya material yang dikeluarkan oleh perusahaan.

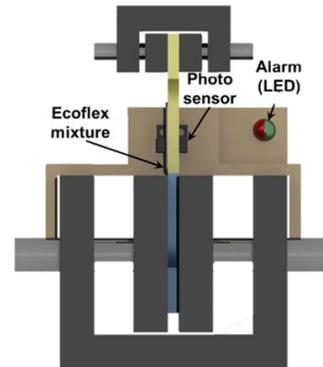
**3. Rekayasa Teknologi**

Berikut rekomendasi perbaikan berupa rekayasa teknologi yang dapat diberikan.

**Tabel 7. Usulan Rekayasa Teknologi 1**

5W+1H	Tindakan
<i>What?</i>	Melakukan pengecekan kadar air dalam adonan cetakan pasir atau <i>core</i> sebelum diproses
<i>Why?</i>	Kadar air dalam pasir menentukan kepadatan dan tingkat kerekatan pasir. Jika kadar air tidak sesuai, maka pasir mudah rontok jika terkena benturan.
<i>When?</i>	Proses <i>Sand Preparation</i>
<i>Where?</i>	Mesin pencampuran adonan cetakan pasir atau <i>core</i>
<i>Who?</i>	Operator proses <i>Sand Preparation</i>
<i>How?</i>	Penerapan <i>Poka-Yoke</i> menggunakan sistem alarm. Cara kerja sistem ini adalah dengan alarm yang akan berbunyi secara otomatis ketika kadar air pada adonan pasir tidak sesuai atau terdeteksi adanya material selain yang seharusnya menjadi komposisi dari adonan tersebut.

Berikut merupakan *benchmark* sistem alarm dari penelitian terdahulu yang bisa menjadi referensi sistem *Poka-Yoke* pada proses *Sand Preparation* (Sung, Baek, & So, 2024).



**Gambar 7. Benchmark Sistem Alarm Sound Preparation**  
*Benchmark* di atas merupakan sistem alarm yang digunakan untuk mengontrol tingkat elastisitas dari sekering. Sistem ini memanfaatkan *photo sensor* sebagai pelacak elastisitasnya dan lampu LED sebagai penanda di mana lampu LED akan berwarna merah apabila sekering melewati batas elastisitas tertentu. Sistem ini dapat diterapkan pada proses *sand preparation* dengan menggunakan *proximity sensor*

untuk mendeteksi apabila masih terdapat logam atau besi pada pasir maupun jika kadar air dalam pasir masih berlebih sehingga ketika ditemukan adanya masalah tersebut, maka lampu LED akan menyala dengan warna merah dan dapat dilakukan pemisahan logam atau besi dengan pasir serta pengurangan kadar air.

#### 4. Pengendalian Administratif

Berikut rekomendasi perbaikan berupa pengendalian administratif yang dapat diberikan.

**Tabel 8.** Usulan Pengendalian Administratif 1

5W+1H	Tindakan
<i>What?</i>	Melakukan penelitian ulang terkait komposisi campuran adonan pasir Jenis <i>defect</i> yang disebabkan karena pasir yang rontok masih cukup sering ditemukan sehingga perlu dilakukan peninjauan ulang terkait komposisi
<i>Why?</i>	
<i>When?</i>	Segera
<i>Where?</i>	Laboratorium
<i>Who?</i>	Tim pengawas proses <i>Sand Preparation</i> (TIMNAS)
<i>How?</i>	Melakukan penelitian terkait komposisi campuran adonan pasir yang lebih padat dan tidak mudah rontok

**Tabel 9.** Usulan Pengendalian Administratif 2

5W+1H	Tindakan
<i>What?</i>	Melakukan pembersihan cetakan secara rutin
<i>Why?</i>	Supaya cetakan bersih dari pasir
<i>When?</i>	Pada interval waktu tertentu
<i>Where?</i>	Mesin dan Peralatan Cetak
<i>Who?</i>	Operator <i>Maintenance</i>
<i>How?</i>	Membuat jadwal rutin untuk membersihkan mesin dan peralatan cetak

#### 5. Alat Pelindung Diri

Jenis cacat ini tidak dapat dikendalikan hanya dengan menggunakan Alat Pelindung Diri.

### 3.5 Tahap Control

#### 3.5.1 Metode Ranking

Pada tahap ini akan dilakukan pemeringkatan usulan perbaikan untuk menentukan usulan mana yang paling optimal apabila diterapkan pada proses produksi *Cylinder Block* EJ59 di PT Asian Isuzu *Casting Center* berdasarkan kriteria yang ditentukan. Kriteria tersebut terdiri atas tingkat *defect*, biaya investasi, ketersediaan sumber daya manusia, kompleksitas, dan keberlanjutan

perbaikan. Tingkat *defect* menjadi kriteria pemeringkatan karena tujuan dari diimplementasikannya usulan ini adalah untuk mengurangi *defect* pada produksi *Cylinder Block* EJ59. Biaya investasi menjadi kriteria karena keterbatasan persediaan dana perusahaan selalu menjadi hambatan untuk melakukan perkembangan. Ketersediaan sumber daya manusia dan kompleksitas juga menjadi kriteria karena semakin banyak sumber daya manusia yang dibutuhkan dan semakin kompleks penerapannya, maka semakin besar pula biaya yang dibutuhkan. Sementara itu, keberlanjutan perbaikan juga menjadi kriteria karena diharapkan perbaikan ini bisa terus dikembangkan sebagai solusi dari masalah yang akan muncul di masa depan. Berikut hasil pemeringkatan usulan perbaikan.

**Tabel 10.** Metode *Ranking*

Kriteria	Usulan Perbaikan		
	Usulan 1	Usulan 2	Usulan 3
Tingkat <i>Defect</i>	12	8	4
Biaya Investasi	5	10	15
Ketersediaan SDM	9	6	3
Kompleksitas	2	4	6
Keberlanjutan Perbaikan	3	2	1
<b>Rata-Rata</b>	6.2	6	5.8
<b>Ranking</b>	1	2	3

Dari hasil pembobotan masing-masing usulan dengan bobot tiap kriteria, diperoleh urutan pemeringkatan usulan perbaikan dari yang pertama adalah usulan 1, usulan 2, dan usulan ketiga. Artinya, usulan 1 merupakan usulan perbaikan yang paling baik untuk diterapkan berdasarkan pertimbangan kriteria yang ada.

#### 3.5.2 *Failure Mode and Effect* Setelah Perbaikan

Berikut merupakan perhitungan RPN menggunakan metode FMEA setelah perbaikan.

**Tabel 11.** FMEA Setelah Perbaikan

Proses	Potential Failure Mode	Severity	Potential Failure Effect	Occurrence	Potential Cause of Failure	Detection	RPN
<i>Sand Preparation</i>	Komposisi pasir yang salah atau tidak sesuai	7	Tingkat kepadatan dan kerekatan pasir salah atau tidak sesuai	3	<i>Magnet</i> pada mesin tidak memisahkan logam atau besi dari pasir secara maksimal dan penambahan bahan yang kurang atau berlebih	2	42

Apabila dilakukan penerapan usulan perbaikan pertama, yaitu penerapan sistem alarm, maka nilai RPN dapat dikurangi menjadi sebesar 42 yang artinya potensi cacat dapat ditekan. Hal ini disebabkan oleh nilai *occurrence* yang awalnya 7 turun menjadi 3 karena kesalahan atau ketidaksesuaian tingkat kepadatan dan kerekatan pasir dapat diminimalisir dengan adanya sensor yang dapat membaca kadar air dan mendeteksi apabila masih terdapat logam pada adonan pasir. Selain itu, nilai

*detection* yang awalnya 8 turun menjadi 2 karena dengan adanya sensor pada sistem alarm tersebut dapat dengan mudah melacak adonan pasir yang tidak sesuai komposisi yang ditentukan. Oleh karena itu, berdasarkan hasil penelitian ini, usulan 1 atau penerapan sistem alarm pada proses *sand preparation* dapat mengurangi potensi terjadinya cacat jenis *Sunakui* yang dapat meminimalisir tingkat cacat produksi cacat produksi *Cylinder Block* EJ59 pada PT Asian Isuzu *Casting Center* dan dapat mengurangi *waste* produksi perusahaan secara keseluruhan.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data, jenis *waste* yang merupakan permasalahan utama pada proses produksi *cylinder block* EJ59 di PT. Asian Isuzu *Casting Center* adalah *waste defect* dengan persentase sebesar 19,63%. *Waste defect* yang paling dominan adalah *Sunakui* dengan persentase sebesar 44%. Faktor dominan yang mempengaruhi terjadinya *Sunakui* adalah karena terdapat pasir yang rontok pada cetakan. Usulan perbaikan yang bisa diberikan kepada PT. Asian Isuzu *Casting Center* untuk mereduksi *waste* pada proses produksi *cylinder block* EJ59 adalah melakukan pengecekan kadar air dalam adonan cetakan pasir atau *core* sebelum diproses, melakukan penelitian ulang terkait komposisi campuran adonan pasir, dan melakukan pembersihan cetakan secara rutin. Berdasarkan hasil pemeringkatan, usulan pertama atau penerapan sistem alarm pada proses *sand preparation* merupakan usulan optimal untuk diterapkan pada proses produksi *cylinder block* EJ59 berdasarkan pertimbangan kriteria tingkat *defect*, biaya investasi, ketersediaan sumber daya manusia, kompleksitas, dan keberlanjutan perbaikan. Usulan ini dapat mengurangi nilai RPN dari 336 menjadi 42.

#### Daftar Pustaka

- Amin, M. (2002). *Six Sigma*. Jakarta: Harvarindo.
- Andiyanto, S., Sutrisno, A., & Punuhsingon, C. C. (2017). Penerapan Metode FMEA (Failure Mode And Effect Analysis) untuk Kuantifikasi dan Pencegahan Resiko Akibat Terjadinya Lean Waste. *J. Online Poros Teknik Mesin*, vol. 6.
- Arsyad, A. G., Ferdinant, P. F., & Ekawati, R. (2017). Analisis Peta Kendali p yang Distandarisasi Dalam Proses Produksi Regulator Set Fujiyama. *Jurnal Teknik Industri* Vol. 5, No. 1, 8.
- Ashari, T. A., & Nugroho, Y. A. (2022). Analisis Pengendalian Kualitas Produk dengan Menggunakan Metode Six Sigma dan Kaizen (Studi Kasus: PT. XYZ). *JCI-Jurnal Cakrawala Ilmiah* Vol 1 No 10, 2507.
- Basuki, D. E. (2023). *Analisis Upaya Penurunan Waste Defect dengan Metode Six Sigma pada Produk Glove Nike Extreme di Area Production PT. Sport Glove Indonesia*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Cavanagh, Pande, P. S., & Neuman, R. P. (2002). *The Six Sigma Way*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Dewi, H., Maryam, & Sutiyarno, D. (2018). Analisa Produk Cacat Menggunakan Metode Kendali P dan Root Cause Analysis. *Jurnal Teknologi Pertanian* Vol. 7, No. 2, 13.
- Fontana, Avanti, & Gaspers. (2011). *Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industries*. Bogor: Vinchristo Publication.
- Gaspersz, V. (2001). *Metode Analisa untuk Pengendalian Kualitas Statistik*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Gaspersz, V. (2007). *Lean Six Sigma*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Hairah, U., & Budiman, E. (2021). Internet Data Quota Assistance for Students Using Reference Point MOORA Decision Analysis. *Journal of Informatics and Telecommunication Engineering (JITE)* Vol 5 No 1.
- Jirasukprasert, P., Reyes, J. A., Kumar, V., & Lim, M. K. (2014). A Six Sigma and DMAIC Application for The Reduction of Defects in A Rubber Gloves Manufacturing Process. *International Journal of Lean Six Sigma* Vol 5 No 1, 2-21.
- Nurwulan, N. R. (2021). Penerapan Lean Manufacturing di Industri Makanan dan Minuman: Kajian Literatur. *Jurnal IKRA-ITH Ekonomika* Vol 4 No 2, 63.
- Pambudi, A. (2023). Penerapan CRISP-DM Menggunakan MLR K-FOLD pada Data Saham PT. Telkom Indonesia (Persero) Tbk (TLKM) (Studi Kasus: Bursa Efek Indonesia Tahun 2015-2022). *Jurnal Data Mining dan Informasi* Vol 4 No 1.
- Prashar, A. (2014). Adoption of Six Sigma DMAIC to Reduce Cost of Poor Quality. *International Journal of Productivity and Performance Management* Vol 63 Iss 1, 103-126.
- Puspitasari, N. B., & Martanto, A. (2014). Penggunaan FMEA Dalam Mengidentifikasi Resiko Kegagalan Proses Produksi Sarung ATM (Alat Tenun Mesin) (Studi Kasus PT. Asaputex Jaya Tegal). *J@ti Undip*, Vol IX, No. 2, 96.
- Rawabdeh, I. A. (2005). A Model for The Assessment of Waste in Job Shop Environments. *International Journal of Operations & Production Management*, 25(8), 800-822.
- Satria, T., & Yuliawati, E. (2018). Perancangan Lean Manufacturing dengan Menggunakan Waste Assessment Model (WAM) dan VALSAT untuk Meminimumkan Waste (Studi Kasus: PT. XYZ). *Jurnal Rekayasa Sistem Industri* Volume 7 No 1, 57.

- Stamatis, D. H. (2003). *Failure Mode and Effect Analysis: FMEA from Theory to Execution*. ASQ Quality Press.
- Sung, J., Baek, K., & So, H. (2024). Fabrication of Elastic Tensile Fuses Based on The Curing Ratio and Temperature for an Emergency Alarm System. *Sensors and Actuators: A. Physical* 369.
- Widodo, A., & Soediantono, D. (2022). Manfaat Metode Six Sigma (DMAIC) dan Usulan Penerapan pada Industri Pertahanan: A Literature Review. *International Journal of Social and Management Studies (IJOSMAS) Vol 3 No 3*.
- Yemima, O., Nohe, D. A., & Nasution, Y. N. (2014). Penerapan Peta Kendali Demerit dan Diagram Pareto Pada Pengontrolan Kualitas Produksi (Studi Kasus: Produksi Botol Sosro di PT. X Surabaya). *Jurnal Eksponensial Vol. 5, No. 2*, 199.