

# Analisis Pengendalian Kualitas Produk Bata Ringan Dengan Pendekatan Metode *Six Sigma* Dan FMEA-AHP di PT Nusantara Building Industries (PT.NBI)

Habib Syahrudin Ramadhan<sup>\*1</sup>, Yunita Primasanti<sup>2</sup>, Agung Widiyanto Fajar Sutrisno<sup>3</sup>, Anita Oktaviana Trisna Devi<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Industri, Fakultas Sains Teknologi dan Kesehatan, Universitas Sahid Surakarta

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Industri, Fakultas Sains Teknologi dan Kesehatan, Universitas Sahid Surakarta

<sup>3</sup>Program Studi Teknik Industri, Fakultas Sains Teknologi dan Kesehatan, Universitas Sahid Surakarta

<sup>4</sup>Program Studi Teknik Industri, Fakultas Sains Teknologi dan Kesehatan, Universitas Sahid Surakarta

email: [habibsyahrudin@gmail.com](mailto:habibsyahrudin@gmail.com)<sup>\*1</sup>, [yunitaprimasanti@usahidsolo.ac.id](mailto:yunitaprimasanti@usahidsolo.ac.id)<sup>2</sup>, [agungwfs@usahidsolo.ac.id](mailto:agungwfs@usahidsolo.ac.id)<sup>3</sup>, [anita.otd@usahidsolo.ac.id](mailto:anita.otd@usahidsolo.ac.id)<sup>4</sup>

## ABSTRACT

*Quality control is an essential aspect in maintaining product quality consistency, especially in the lightweight brick industry. This study aims to measure process performance and identify risk factors causing defects. The method used Six Sigma with DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, and Control) stages, combined with FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) and AHP (Analytical Hierarchy Process). The results show that the average sigma level value of the lightweight brick production process for the period January - December 2024 is 3.905. This means that the lightweight brick production process at PT NBI has exceeded the average quality standards in Indonesia. The dominant types of rejects from the Pareto diagram analysis are broken, chipped, and dimension, with a total cumulative reject percentage of 91.74%. FMEA-AHP calculations revealed priority factors causing defects, including broken and chipped rejects, including low penetration cutting or hard green cake with a value of RPN is 6.96, uneven oiling with a value of RPN is 6.78, and gaps or jolts between the tilting table and the green cake with an RPN value of 6.7. Dimensional rejects included inattentive operators with an RPN value of 7.11, insufficient operator inspection with an RPN value of 6.56, and short cake development with an RPN value of 6.37.*

**Keywords :** Quality Control, Six Sigma, FMEA, AHP, Lightweight Brick.

## ABSTRAK

Pengendalian kualitas merupakan aspek penting dalam menjaga konsistensi mutu produk, khususnya pada industri bata ringan. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur kinerja proses dan mengidentifikasi faktor risiko penyebab cacat. Metode yang digunakan yaitu *Six Sigma* dengan tahapan DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, and Control*), dikombinasikan dengan FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) dan AHP (*Analytical Hierarchy Process*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata nilai tingkat *sigma* proses produksi bata ringan periode Januari – Desember 2024 sebesar 3,905, yang artinya bahwa proses produksi bata ringan di PT NBI sudah memenuhi atau melebihi standar rata-rata kualitas di Indonesia. Jenis *reject* dominan dari hasil analisis diagram pareto yaitu pecah, gompal, dan dimensi dengan total persentase *reject* kumulatif sebesar 91,74%. Berdasarkan perhitungan FMEA-AHP, diperoleh faktor prioritas penyebab cacat yaitu pada jenis *reject* pecah dan gompal antara lain proses *cutting* pada *penetrasi* rendah atau *green cake* keras dengan nilai RPN sebesar 6,96, proses *oiling* kurang merata dengan nilai RPN 6,78, adanya *gap* atau terjadi hentakan antara meja *tilting* dengan *green cake* dengan nilai RPN 6,7. Sedangkan pada jenis *reject* dimensi antara lain operator kurang teliti dengan nilai RPN sebesar 7,11, operator kurang pengecekan dengan nilai RPN 6,56, pengembangan *cake* pendek dengan nilai RPN 6,37.

**Kata Kunci :** Pengendalian kualitas, Six Sigma, FMEA, AHP, Bata ringan.

## 1. PENDAHULUAN

Untuk meningkatkan daya saing di tengah persaingan global yang semakin ketat, sektor manufaktur terutama industri bata ringan dituntut untuk terus melakukan *improvement* terhadap kualitas produknya. Menurut Hansen dan Mowen (2011), kualitas dalam bahasa inggris adalah “*Quality is a relative measure of goodness*”, dimana memiliki arti bahwa kualitas merupakan ukuran relatif kebaikan atau tingkat keunggulan (Baraka, 2022). Tujuan dari pengendalian kualitas yaitu untuk memastikan produk yang dihasilkan mencapai standar kualitas yang ditetapkan (Fadhilurrahman, 2022).

Salah satu permasalahan utama yang terjadi pada proses produksi bata ringan yaitu masih sering ditemukannya produk *reject* atau non standar (NS) akibat dari berbagai jenis cacat seperti gompal, pecah, lengket, dimensi, ccr, pendek, cacat permukaan, *linemark*, dan *watermark*. Kondisi tersebut berdampak pada turunnya *ouput* produksi, meningkatnya biaya operasional akibat proses *repair* atau sortir ulang dan dapat menyebabkan kerugian finansial. Berbagai tindakan pengendalian kualitas telah dilakukan pada tahun 2023, namun berdasarkan data temuan tahun 2024 masih ditemukan cacat dominan dan berulang. Meskipun sudah ada perbaikan, masih diperlukan adanya evaluasi lebih lanjut agar perbaikan tidak bersifat sementara tetapi juga berkelanjutan sehingga kualitas produk bata ringan dapat terus ditingkatkan.

Menurut (Faritsy & Angga Suluh Wahyunoto, 2022) dalam penelitiannya bahwa permasalahan yang terjadi yaitu cacat retak, cacat warna, dan cacat mata kayu. Persentase cacat terbesar adalah cacat retak sebesar 53,85%. Dari hasil penelitian diketahui bahwa nilai rata-rata DPU (*Defect per unit*) pada produk cacat sebesar 0,12033 dengan rata-rata sebesar DPMO 120328, dan rata-rata tingkat sigma sebesar 2,7. Beberapa faktor yang menyebabkan cacat produk antara lain faktor manusia, material, metode, mesin, dan lingkungan. Untuk solusinya yaitu dengan mengadakan pelatihan tenaga kerja agar lebih fokus, mengoptimalkan proses pengeringan, melakukan pengawasan bahan baku, melakukan pemeriksaan dan perawatan mesin, dan mewajibkan karyawan menggunakan masker.

Menurut (Alfarizi et al., 2023) dalam penelitiannya bahwa jenis-jenis *reject* material *preform* yang terjadi meliputi botol pecah, ketebalan botol yang tidak stabil, *preform* berwarna putih, botol terjepit, dan botol putih. Permasalahan ini mengakibatkan kerugian dalam hal waktu, tenaga, dan biaya, karena material *preform* yang ditolak tidak bisa didaur ulang dan harus dijual kepada pengepul plastik dengan harga yang lebih rendah. Rekomendasi perbaikan yang diusulkan adalah *form operation blowing machine*, *preform specification form for suppliers*, dan *form training schedule*. Setelah mengimplementasikan menunjukkan hasil peningkatan nilai level *sigma* sebesar 4,42 *sigma* yang sebelumnya sebesar 4,38 *sigma*, dari nilai tersebut menunjukkan bahwa level *sigma* meningkat 0,04 *sigma*.

Menurut (Fitria et al., 2023) dalam penelitiannya bahwa terdapat permasalahan banyaknya produk cacat pada kain *polyester*. Cacat yang paling sering terjadi diantara kelima kategori adalah cacat yang disebabkan oleh kotoran minyak, kelonggaran, dan ketipisan kain. Berdasarkan nilai DPMO yang diperoleh adalah 49.825,15 meter. Nilai *sigma* yang diperoleh antara 3,15. Perusahaan berada pada level rata-rata industri Indonesia berdasarkan nilai *sigma* tersebut. Penggunaan metode 5W+1H untuk merencanakan upaya perbaikan. Pengawasan yang lebih ketat terhadap proses penenunan kain merupakan rencana perbaikan untuk masalah ketebalan tipis dan kelonggaran. Sedangkan rencana perbaikan prioritas untuk cacat oli yaitu dengan terus memantau operator dan tidak meneteskan oli pada saat terdapat kain pada mesin tenun. Perbedaan yang mendasar dengan penelitian terdahulu adalah objek masing-masing dari penelitian.

Metode *six sigma* merupakan metode untuk memperbaiki kinerja dan mengurangi faktor-faktor penyebab kecacatan dan kesalahan, serta meningkatkan produktivitas (Parianti et al., 2020). *Six sigma* digunakan untuk mengetahui nilai kinerja pengendalian kualitas berdasarkan nilai *sigma* (Bachtiar et al., 2020). Metode FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) digunakan untuk mengamati tingkat kegagalan, sehingga efek negatif kegagalan tersebut dapat dikendalikan, diminimalisir ataupun menghilangkan kegagalan dalam proses produksi (Aulawi et al., 2022). FMEA merupakan metode evaluasi tentang kemungkinan terjadinya sebuah kegagalan dari sistem, desain, atau proses untuk dibuatkan langkah penanganannya (Abdullah et al., 2024). Metode FMEA memiliki beberapa keterbatasan yaitu nilai pembobotan oleh FMEA memungkinkan untuk menghasilkan nilai RPN yang sama meskipun kombinasi skor S, O, dan D berbeda. Padahal pada kenyataannya, RPN tidak selalu mencerminkan tingkat risiko yang akurat karena bobot dari ketiga kriteria tersebut dianggap sama penting (Lo & Liou, 2018). Metode AHP (*Analytical Hierarchy Process*) memiliki kemampuan untuk mengatasi masalah terkait kepentingan relatif faktor risiko dan penentuan prioritas mode kegagalan (Wang et al., 2020). Metode AHP dapat digunakan untuk menentukan alternatif terbaik dari suatu masalah berdasarkan kriteria tertentu (Aulawi et al., 2022). Oleh karena itu, metode AHP pada digunakan meminimalisir tingkat subjektivitas dari metode FMEA konvensional.

## 2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *six sigma* dengan tahapan DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, dan Control*). Data yang digunakan adalah data jumlah produksi dan jumlah *reject* bata ringan selama periode Januari – Desember 2024.

**Define**, berisi tentang alur proses produksi bata ringan melalui diagram SIPOC (*Supplier, input, process, output, dan customer*) dan diagram pareto untuk mengidentifikasi jenis cacat produk yang dominan, selanjutnya diambil 3 cacat tertinggi dari diagram pareto sebagai *critical to quality* (CTQ).

**Measure**, merupakan pengukuran kinerja proses dengan perhitungan *p-chart*, DPMO, dan nilai *sigma*.

- Perhitungan *p-chart* dengan menggunakan persamaan 1.

$$p = \frac{np}{n} ; UCL = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} ; LCL = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \quad (1)$$

- Menghitung nilai DPMO dengan menggunakan persamaan 2.

$$DPMO = \frac{\text{Jumlah produk cacat}}{\text{Jumlah produksi} \times CTQ} \times 1.000.000 \quad (2)$$

- Menghitung nilai level sigma dengan menggunakan persamaan 3.

$$\text{Nilai Sigma} = \text{normsinv} \left( \frac{1.000.000 - DPMO}{1.000.000} \right) + 1,5 \quad (3)$$

**Analyze**, merupakan proses *brainstorming* untuk mengidentifikasi penyebab cacat dengan diagram *fishbone*, dilakukan penentuan *rating* FMEA dan pemberian bobot dengan perhitungan AHP dengan menggunakan persamaan 4.

$$RPN \text{ FMEA} - AHP = (S \times W_s) + (O \times W_o) + (D \times W_d) \quad (4)$$

**Improve**, merupakan tahap usulan perbaikan dengan menggunakan 5W+1H berdasarkan ranking tertinggi dari RPN FMEA-AHP.

**Control**, merupakan tahap dilakukan pengawasan, evaluasi, dan pengukuran kinerja secara berkala.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

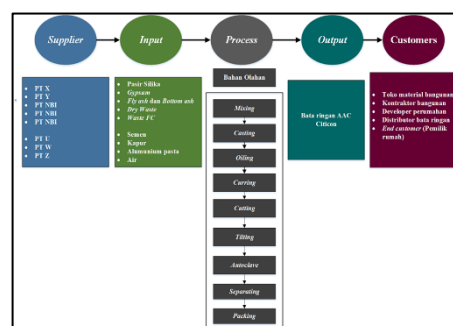
Data diolah dengan pendekatan metode *six sigma* (DMAIC), diantaranya sebagai berikut.

### 3.1 Define

Tahap *define* merupakan tahap untuk mendefinisikan suatu masalah meliputi beberapa aspek identifikasi seperti kebutuhan spesifik konsumen atau *voice of customer* (VOC) dan penentuan tujuan atau sasaran (Soemohadiwidjojo, 2017).

#### 3.1.1 Diagram SIPOC

Diagram SIPOC merupakan urutan informasi proses dalam suatu perusahaan terdiri dari *Supplier, Input, Process, Output, dan Customers*. Diagram SIPOC dapat dilihat pada Gambar 1.

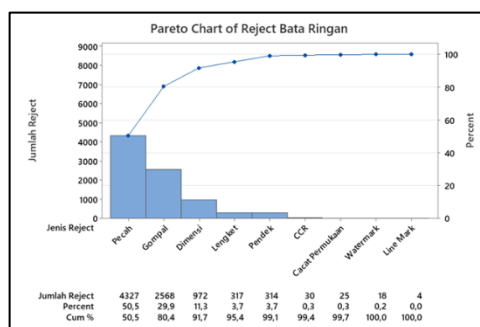


Gambar 1. Diagram SIPOC

Diagram SIPOC pada gambar 1 menunjukkan bahwa permasalahan utama dalam kualitas berkaitan dengan kualitas material yang diterima dari *supplier*, proses produksi yang dijalankan, serta hasil akhir yang siap didistribusikan kepada *customer*.

#### 3.1.2 Diagram Pareto

Diagram Pareto digunakan sebagai *tools* untuk melihat frekuensi *reject* dominan. Dari 9 jenis *reject* tersebut, maka 3 jenis *reject* paling dominan dianalisis pada tahap selanjutnya. Diagram pareto *reject* bata ringan periode Januari – Desember 2024 dapat dilihat pada Gambar 2.

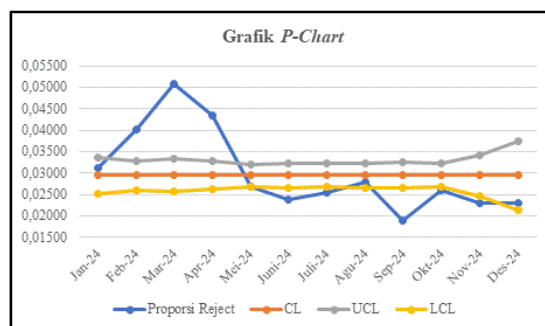


Gambar 2. Diagram Pareto

Pada gambar 2 dapat diketahui bahwa ada 3 jenis *reject* dominan yaitu pecah, gompal, dan dimensi. Urutan *reject* paling tinggi yaitu pecah dengan jumlah *reject* 4327 m<sup>3</sup> dengan persentase sebesar 50,5%, kemudian gompal dengan jumlah *reject* 2568,05 m<sup>3</sup> dengan persentase sebesar 29,9%, dan *reject* dimensi dengan jumlah 971,54 m<sup>3</sup> dengan persentase sebesar 11,3%. Total persentase dari ketiga jenis *reject* tersebut sebesar 91,74%. Maka dari itu, berdasarkan diagram pareto pada Gambar 2, dipilih 3 cacat tertinggi sebagai *critical to quality* (CTQ).

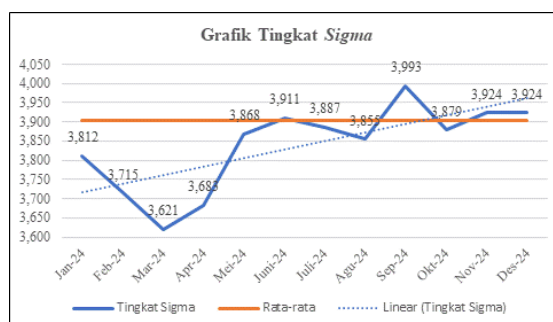
### 3.2 Measure

Tahap *measure* merupakan tahap pengukuran untuk kinerja proses produksi (Gasperz, 2002). Dilakukan perhitungan *p-chart* dengan persamaan 1 didapatkan pada periode Januari – Desember 2024 masih terjadi *fluktuasi* proporsi *reject* seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik P-Chart

Selanjutnya menghitung nilai DPMO dari 3 CTQ dengan persamaan 2 diperoleh 8130,293 m<sup>3</sup> *reject* dalam satu juta *ouput* produksi. Selanjutnya dilakukan perhitungan untuk memperoleh tingkat *sigma* dengan persamaan 3 yaitu 3,905 yang berarti bahwa proses produksi bata ringan di PT NBI sudah memenuhi atau melebihi standar kualitas di Indonesia.



Gambar 4. Grafik Tingkat Sigma

**Tabel 1. Perhitungan DPMO dan Nilai Tingkat *Sigma***

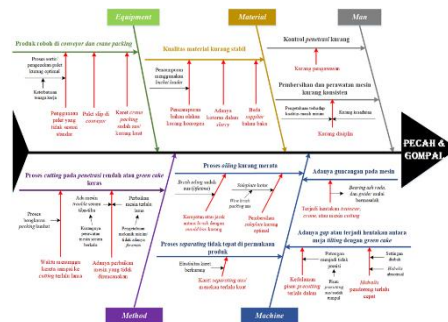
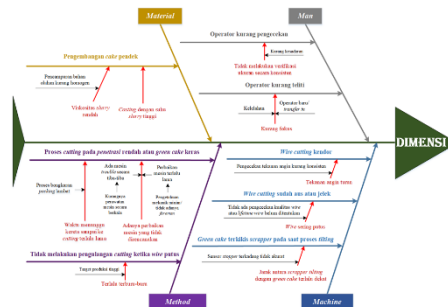
Periode	Jumlah Produksi (m <sup>3</sup> )	Jumlah Reject (m <sup>3</sup> )	CTQ	DPMO	Tingkat <i>Sigma</i>
Jan-24	14347,15	446,76	3	10379,762	3,812
Feb-24	22141,75	889,86	3	13396,412	3,715
Mar-24	18167,45	924,34	3	16959,636	3,621
Apr-24	23377,72	1017,05	3	14501,699	3,683
Mei-24	36908,14	990,07	3	8941,749	3,868
Juni-24	31669,16	756,47	3	7962,215	3,911
Juli-24	33074,92	843,76	3	8503,523	3,887
Agu-24	32725,85	908,9	3	9257,717	3,855
Sep-24	29475,46	559,99	3	6332,839	3,993
Okt-24	33868,91	882,71	3	8687,515	3,879
Nov-24	11394,58	262,42	3	7676,749	3,924
Des-24	4031,23	92,88	3	7680,038	3,924
Rata-Rata				8130,293	3,905

### 3.3 Analyze

Pada tahap ini dilakukan analisis dengan diagram *fishbone* dan FMEA untuk mengetahui faktor sebab dan akibat dari *reject* bata ringan. Kemudian kriteria faktor FMEA diberikan bobot AHP untuk menentukan prioritas perbaikan.

#### 3.3.1 Diagram *Fishbone*

Diagram *Fishbone* digunakan untuk menganalisis faktor penyebab cacat. Cacat yang dianalisis diperoleh berdasarkan 3 CTQ pada tahap sebelumnya. Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan dan wawancara dengan *foreman* atau *supervisor*, penyebab terjadinya produk *reject* dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti faktor manusia, material, mesin, metode, dan peralatan. Diagram *fishbone* terkait *reject* pecah dan gompal seperti pada gambar 5 dan *reject* dimensi seperti pada gambar 6.

**Gambar 5. Diagram *Fishbone* Reject Pecah dan Gompal****Gambar 6. Diagram *Fishbone* Reject Dimensi**

#### 3.3.2 Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) – Analytical Hierarchy Process (AHP)

Berdasarkan diagram *fishbone*, selanjutnya dilakukan analisis penyebab dengan FMEA seperti pada Tabel 2.



Tabel 2. Hasil FMEA

Mode of Failure	Item	Potential Failure Mode	S	Cause of Failure Mode	O	Current Control	D	RPN	Rank
Pecah & Gompal	P1	Kontrol penetrasi kurang	4	Kurang pengawasan	4	Operator mengisi form pengecekan penetrasi sesuai SOP	3	48	9
	P2	Pembersihan dan perawatan mesin kurang konsisten	4	Pengetahuan terhadap kualitas masih minim dan kurang kesadaran	6	Memberikan pemahaman secara langsung ketika mesin bermasalah	3	72	7
	P3	Kualitas material kurang stabil	5	Beda supplier bahan baku, adanya kotoran dalam slurry, dan pencampuran bahan olahan kurang homogen	4	Dilakukan evaluasi kualitas terhadap material masing-masing supplier, pengecekan bahan olahan sebelum masuk ballmill	8	160	5
	P4	Produk roboh di conveyor atau crane packing	7	Produk roboh bisa disebabkan karet penjepit crane yang sudah aus atau penggunaan palet yang tidak sesuai standar dikarenakan proses pengecekan kurang optimal dan palet yang sudah terlalu lama	4	Penambahan papan alas palet dan perbaikan karet crane jika bermasalah	6	168	4
	P5	Adanya guncangan pada mesin	4	Hentakan transcar, crane atau mesin cutting	2	Dilakukan perbaikan ketika terindikasi permasalahan tersebut	7	56	8
	P6	Adanya gap atau terjadi hentakan antara meja tilting dengan green cake	8	Kedalaman pisau precutting terlalu dalam atau hidrolis pendorong terlalu cepat	3	Dilakukan penyettingan kembali ketika sering berpengaruh terhadap kualitas	8	192	3
	P7	Proses oiling kurang merata	7	Kerapatan/jarak brush dengan mould box kurang atau sideplate kotor	7	Dilakukan pemantauan secara berkala dan terkadang melakukan pelumasan oli secara manual	5	245	2
	P8	Proses separating tidak tepat di permukaan produk	3	Karet separating aus atau menekan terlalu kuat	6	Dilakukan perbaikan ketika jadwal preventive maintenance atau kontrol tekanan jepit	8	144	6
	P9	Proses cutting pada penetrasi rendah atau green cake keras	8	Adanya perbaikan mesin yang tidak direncanakan atau waktu menunggu kereta sampai ke cutting terlalu lama	4	Penyesuaian siklus penggunaan mould antara proses casting dan packing, namun terkadang hanya berfokus terhadap hasil casting	8	256	1
Dimensi	P10	Operator kurang pengecekan	7	Tidak melakukan verifikasi ukuran secara konsisten karena kurangnya kesadaran	7	Pengecekan oleh proses kontrol sesuai dengan sampel	3	147	3
	P11	Operator kurang teliti	8	Kurang fokus yang diakibatkan kelelahan/operator transfer in	5	Foreman monitoring area cutting secara berkala dan memberikan surat peringatan	7	280	1
	P12	Pengembangan cake pendek atau di bawah standar	8	Viskositas slurry rendah/kental dan casting dengan suhu slurry tinggi	3	Dilakukan pengecekan viskositas slurry secara berkala dan pengecekan suhu slurry	5	120	4
	P13	Wire cutting kendor	3	Tekanan angin turun	4	Dilakukan pengecekan tekanan angin hanya pada saat terjadi dimensi yang diakibatkan wire kendor	5	60	7
	P14	Wire cutting sudah aus/jelek	3	Tidak ada pengecekan kualitas wire/lifetime wire belum ditentukan	6	Tidak ada inspeksi rutin dan standar umur pemakaian atau penggantian wire secara berkala	3	54	8
	P15	Green cake terkikis scrapper pada proses tilting	7	Jarak antara scrapper tilting dengan green cake terlalu dekat	3	Dilakukan penyettingan kembali ketika permasalahan tersebut terjadi secara terus-menerus	5	105	5
	P16	Proses cutting pada penetrasi rendah	5	Ada perbaikan mesin yang tidak direncanakan atau proses bongkaran packing lambat	5	Penyesuaian siklus penggunaan mould antara proses dan packing, namun terkadang hanya berfokus terhadap hasil casting	6	150	2
	P17	Tidak melakukan pengulangan cutting ketika wire putus	5	Terlalu terburu-buru karena target produksi tinggi	7	Melakukan pengulangan wire ketika putus tetapi belum dilakukan secara konsisten	2	70	6

Setelah didapatkan nilai RPN FMEA, selanjutnya dilakukan pembobotan kriteria dengan AHP untuk mengetahui ranking prioritas perbaikan dengan memberikan bobot setiap kepentingan dengan tahapan berikut (Rahmi, 2023):

- a) Mencari bobot perbandingan berpasangan untuk masing-masing kriteria seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Perbandingan Berpasangan

Kriteria	Severity	Occurrence	Detection
Severity	1	3	5
Occurrence	1/3	1	3
Detection	1/5	1/3	1
Total	1,53	4,33	9,00

- b) Setelah dilakukan perhitungan perbandingan berpasangan, selanjutnya menghitung *eigen vector* (*priority weight*) dengan cara menjumlahkan tiap barisnya dan dibagi 3 (sesuai jumlah faktor), seperti yang terlihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Eigen Vector

Kriteria	Severity	Occurrence	Detection	Jumlah Weight Matrix	Eigen Vector (Priority Weight)
Severity	0,65	0,69	0,56	1,90	0,63
Occurrence	0,22	0,23	0,33	0,78	0,26
Detection	0,13	0,08	0,11	0,32	0,11
Total	1	1	1	3	1

- c) Selanjutnya melakukan konsistensi logis untuk mengetahui konsistensi dari penilaian dari data

- $\lambda_{max} = \frac{3,11+3,03+2,90}{3} = 3,06$
- $CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n-1} = \frac{3,06-3}{3-1} = 0,03$
- $CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0,03}{0,58} = 0,05$

Diperoleh nilai CI/CR (*Consistency ratio*) adalah 0,05 yang berarti dibawah 0,1. Maka hasil matriks atau perbandingan yang dilakukan bersifat konsisten.

Kemudian untuk selanjutnya dilakukan perhitungan nilai RPN FMEA-AHP dengan mengalikan kriteria rating FMEA konvensional dengan hasil pembobotan AHP menggunakan persamaan 4. Dengan hasil RPN FMEA-AHP didapatkan ranking yang berbeda dari FMEA konvensional, dimana setiap kriteria diperhitungkan untuk bobot kepentingan yang berbeda-beda, sehingga hasilnya seperti pada Tabel 5.

**Tabel 5. Hasil Perhitungan RPN FMEA-AHP**

Item	Mode of Failure	Potential Failure	S	O	D	Ws	Wo	Wd	RPN FMEA-AHP	Rank
P1		Kontrol penetrasi kurang	4	4	3	0,63	0,26	0,11	3,89	8
P2		Pembersihan dan perawatan mesin kurang konsisten	4	6	3	0,63	0,26	0,11	4,41	6
P3		Kualitas material kurang stabil	5	4	8	0,63	0,26	0,11	5,07	5
P4		Produk roboh di conveyor atau crane packing	7	4	6	0,63	0,26	0,11	6,11	4
P5	Pecah & Gompal	Adanya guncangan pada mesin	4	2	7	0,63	0,26	0,11	3,81	9
P6		Adanya gap atau terjadi hentakan antara meja tilting dengan green cake	8	3	8	0,63	0,26	0,11	6,7	3
P7		Proses oiling kurang merata	7	7	5	0,63	0,26	0,11	6,78	2
P8		Proses separating tidak tepat di permukaan produk	3	6	8	0,63	0,26	0,11	4,33	12
P9		Proses cutting pada penetrasi rendah atau green cake keras	8	4	8	0,63	0,26	0,11	6,96	1
P10		Operator kurang pengecekan	7	7	3	0,63	0,26	0,11	6,56	2
P11		Operator kurang teliti	8	5	7	0,63	0,26	0,11	7,11	1
P12		Pengembangan cake pendek	8	3	5	0,63	0,26	0,11	6,37	3
P13	Dimensi	Wire kendur	3	4	5	0,63	0,26	0,11	3,48	8
P14		Wire sudah aus/jelek	3	6	3	0,63	0,26	0,11	3,78	7
P15		Green cake terkikis pada proses tilting	7	3	5	0,63	0,26	0,11	5,74	4
P16		Proses cutting pada penetrasi rendah atau green cake keras	5	5	6	0,63	0,26	0,11	5,11	6
P17		Tidak melakukan pengulangan cutting ketika wire putus	5	7	2	0,63	0,26	0,11	5,19	5

### 3.4 Improve

Tahap *improve* ini merupakan tahapan untuk mengatasi masalah dengan usulan rencana perbaikan yang disusun berdasarkan lima urutan prioritas tertinggi dari ranking FMEA-AHP dengan metode 5W+1H yang dapat dilihat pada Tabel 6.

### 3.5 Control

Pada tahap *control* ini dilakukan pengukuran kualitas terhadap beberapa rencana perbaikan yang telah diimplementasikan untuk memastikan keberlanjutan perbaikan (*continuous improvement*). Dilakukan juga evaluasi atau peninjauan ulang terkait usulan perbaikan yang diajukan dari tahap *improve*. Salah satu faktor penting dalam mempertahankan kualitas proses produksi yaitu dengan meningkatkan kesadaran operator terhadap kualitas produk, melakukan program pemeliharaan dan *preventive maintenance* secara rutin, dan menanamkan rasa tanggung jawab terhadap pekerjaannya dengan memberikan pelatihan secara berkala untuk mencapai target *zero defect* dan mencapai 6 *sigma*.

Tabel 6. Pengembangan Rencana Tindakan Perbaikan 5W+1H

No	Faktor	Faktor Penyebab Kegagalan	5W + 1H					
			What	Why	Where	Who	When	How
1	Method	Proses <i>cutting</i> pada penetrasi rendah atau <i>green cake</i> keras	Mengurangi <i>reject</i> Pecah, Gompal, dan Dimensi	Karena adanya perbaikan mesin yang tidak direncanakan atau proses bongkaran <i>packing</i> lambat mengakibatkan <i>setting time</i> melebihi waktu yang ditentukan, sehingga <i>green cake</i> menjadi keras dan dapat meningkatkan kemungkinan <i>reject</i> pecah dan gompal	Area <i>maintenance</i> atau semua lini produksi, Proses <i>casting</i> , dan Proses <i>cutting</i>	Foreman, Mekanik, Operator <i>mixing</i> , Operator <i>cutting</i>	Selama proses produksi berlangsung dan pada saat jadwal <i>preventive maintenance</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Melakukan jeda <i>casting</i> setiap awal proses produksi dimulai sekitar 30 - 40 menit agar proses <i>cutting</i> atau <i>setting time</i> pada <i>batch</i> selanjutnya tidak terlalu lama dan mencegah terjadinya proses <i>cutting</i> pada penetrasi rendah atau <i>green cake</i> keras.</li> <li>Menentukan jadwal <i>preventive maintenance</i> secara rutin atau kurang lebih 2 bulan sekali</li> <li>Melakukan verifikasi keseluruhan setelah adanya tindakan <i>preventive maintenance</i></li> <li>Memperlambat <i>speed car cutting</i></li> </ul>
2	Machine	Proses <i>oiling</i> kurang merata	Mengurangi <i>reject</i> Gompal atau Cacat Permukaan	Karena kerapatan atau jarak antara <i>brush</i> dengan <i>mould box</i> kurang dan pembersihan <i>sideplate</i> yang kurang optimal, membuat proses <i>oiling</i> pada <i>mould box</i> menjadi kurang merata yang dapat menimbulkan keretakan atau <i>reject</i> gompal	Proses <i>oiling</i> , Proses <i>packing</i>	Foreman atau <i>supervisor</i> , Operator <i>area cutting</i> atau <i>tilting</i> , Mekanik	Selama proses produksi berlangsung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Memberikan arahan secara berkala kepada operator area <i>cutting</i> untuk memastikan bahwa proses <i>oiling</i> sudah melumasi permukaan <i>mould box</i> secara merata</li> <li>Melakukan pelumasan oli secara manual, jika pelumasan oli dengan mesin masih kurang maksimal</li> <li>Melakukan penggantian <i>brush oiling</i> secara berkala ± 6 - 12 bulan sekali</li> <li>Jika terindikasi sisa <i>cake</i> masih menempel pada <i>sideplate</i> yang diakibatkan proses <i>oiling</i> kurang merata, operator <i>tilting</i> melakukan pembersihan secara rutin</li> </ul>
3	Machine	Adanya <i>gap</i> atau terjadi hentakan antara meja <i>tilting</i> dengan <i>green cake</i>	Mengurangi <i>reject</i> Pecah dan Gompal	Karena pisau <i>precutting</i> aus atau settingan kedalaman pisau <i>precutting</i> terlalu dalam dan settingan <i>hidrolis</i> pendorong terlalu cepat dapat meningkatkan kemungkinan terjadinya <i>reject</i> pecah dan gompal	Proses <i>tilting</i> , Proses <i>cutting</i>	Foreman atau <i>supervisor</i> , Mekanik, Operator <i>area tilting</i> dan <i>cutting</i>	Selama proses produksi berlangsung atau pada saat jadwal <i>preventive maintenance</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Melakukan penyettingan kembali untuk kedalaman pisau <i>precutting</i> oleh mekanik dan dilakukan pengukuran untuk memastikan hasil dari pemotongan dapat presisi dan tidak terjadi <i>gap</i> (celah) kembali di proses <i>tilting</i></li> <li>Penyesuaian settingan <i>hidrolis</i> pendorong dan penyettingan <i>stopper tilting</i> yang lebih akurat</li> </ul>
4	Equipment	Produk roboh di <i>conveyor</i> atau <i>crane packing</i>	Mengurangi <i>reject</i> Pecah dan Gompal	Karena penggunaan palet yang tidak sesuai standar dapat menyebabkan produk roboh ketika berjalan diatas <i>conveyor packing</i> . Karet penjepit <i>crane</i> yang sudah aus atau kurang kuat juga dapat menimbulkan produk roboh sewaktu-waktu	Proses <i>packing</i> , Tim gudang penyedia palet	Mekanik, Pemasok atau penyuplai palet	Selama produksi berlangsung atau pada saat jadwal <i>preventive maintenance</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Penambahan papan alas palet sebagai <i>cover</i> bawah pada saat produk berjalan di <i>conveyor</i></li> <li>Pengecekan lebih ketat terkait kualitas palet</li> <li>Pengecekan kerataan karet penjepit <i>crane</i> setiap awal <i>shift</i> dan melakukan penggantian atau perbaikan karet penjepit secara berkala</li> </ul>
5	Material	Kualitas material kurang stabil	Mengurangi kemungkinan terjadinya <i>reject</i> Pecah dan Gompal	Karena adanya perbedaan <i>supplier</i> bahan baku dan pencampuran bahan olahan yang kurang homogen dapat menyebabkan kemungkinan terjadinya <i>reject</i> pecah dan gompal	Proses persiapan bahan baku	Tim <i>R&amp;D</i> , <i>Supervisor</i> atau <i>foreman QC</i> , <i>QC incoming material</i> , Proses kontrol	Sebelum proses produksi dan pada saat produksi berlangsung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Memastikan standar parameter dijalankan sesuai prosedur yang telah ditetapkan</li> <li>Meningkatkan pemilihan <i>supplier</i> bahan baku yang berkualitas</li> <li>Proses pencampuran bahan olahan menggunakan 3 <i>hopper ballmill</i></li> <li>Pengecekan secara rutin saringan <i>ballmill</i></li> </ul>
6	Man	Operator kurang teliti	Mengurangi <i>reject</i> Dimensi	Karena kurangnya ketelitian atau kurang memperhatikan prosedur yang ada ( <i>human error</i> ) diakibatkan operator kurang fokus pada saat pemasangan <i>wire</i> , menyebabkan pemampatan posisi <i>wire</i> salah atau tidak semestinya.	Proses <i>cutting</i>	Operator <i>area cutting</i>	Selama proses produksi berlangsung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Foreman memberikan teguran keras kepada operator untuk melakukan pemasangan <i>wire</i> dengan teliti/fokus</li> <li>Memberikan surat peringatan kepada operator area <i>cutting</i> ketika mengulangi kesalahan secara terus-menerus agar lebih meningkatkan kehati-hatian</li> <li>Memberikan penanda batas antar <i>wire</i> yang lebih jelas seperti pemberian warna terang pada posisi yang benar dan menutup posisi <i>wire</i> yang salah dengan selotip, dan lain-lain</li> <li>Memberikan pemahaman atau pelatihan kepada operator area <i>cutting</i> tentang pentingnya kesadaran dan tanggung jawab terhadap kualitas produk</li> </ul>
7	Manusia	Operator kurang pengecekan	Mengurangi <i>reject</i> Dimensi atau mencegah kelolosan <i>wire</i> Dimensi yang semakin banyak	Karena operator yang tidak melakukan pengecekan ukuran secara konsisten terutama setelah <i>wire</i> putus dapat berpotensi menimbulkan <i>reject</i> dimensi	Proses <i>cutting</i> , proses <i>tilting</i>	Operator <i>area cutting</i> dan <i>tilting</i> , <i>Quality control</i> atau Proses kontrol	Selama proses produksi berlangsung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Operator melakukan pengecekan ukuran dimensi secara konsisten atau rutin terutama setelah <i>wire</i> putus, sebagai tindakan pencegahan sedini mungkin</li> <li><i>Quality control</i> membantu melakukan verifikasi ukuran secara berkala terutama jika proses <i>cutting</i> dilakukan pada penetrasi rendah atau <i>green cake</i> keras</li> </ul>
8	Material	Pengembangan <i>cake</i> pendek	Mengurangi <i>reject</i> Dimensi	Karena <i>casting</i> menggunakan suhu <i>slurry</i> tinggi dan <i>viskositas slurry</i> rendah dapat menyebabkan gas yang terlepas terlalu banyak sehingga pengembangannya menjadi kurang atau dibawah standar dan dimensi <i>cake</i> tidak rata dengan permukaan <i>mould</i>	Proses persiapan bahan baku, Proses <i>casting</i> , Proses <i>curing</i>	Foreman <i>QC</i> , Operator <i>mixing</i> , Proses kontrol	Selama proses produksi berlangsung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Proses pencampuran bahan olahan menggunakan 3 <i>hopper ballmill</i></li> <li>Tidak melakukan <i>casting</i> pada saat suhu <i>slurry</i> masih tinggi</li> <li>Proses kontrol melakukan pengecekan pengembangan <i>cake</i> secara rutin sebagai tindakan pencegahan sedini mungkin</li> </ul>
9	Machine	<i>Green cake</i> terkikis pada saat proses <i>tilting</i>	Mengurangi kemungkinan terjadinya <i>reject</i> Dimensi atau Cacat Permukaan	Karena jarak antara <i>scraper</i> dengan <i>green cake</i> terlalu dekat pada saat proses pembuangan <i>waste cutting</i> dapat menyebabkan <i>reject</i> dimensi pada baris paling bawah	Proses <i>tilting</i>	Foreman, Mekanik, Operator <i>tilting</i>	Selama proses produksi berlangsung atau pada saat jadwal <i>preventive maintenance</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Operator melakukan pengecekan dan melaporkan ke <i>foreman</i> secara langsung, meskipun dimensi yang diakibatkan <i>green cake</i> terkikis terjadi dengan frekuensi sedikit sebagai tindakan pencegahan</li> <li>Perbaikan dan pengecekan sensor <i>tilting</i> secara berkala</li> </ul>
10	Method	Tidak melakukan pengulangan <i>cutting</i> ketika <i>wire</i> putus	Mengurangi <i>reject</i> Dimensi tidak terpotong	Karena belum adanya SOP yang jelas sehingga operator sering mengabaikan terkait pengulangan pemotongan kembali ketika <i>wire</i> putus	Proses <i>cutting</i>	Operator <i>area cutting</i>	Selama proses produksi berlangsung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Membuat standar operasional prosedur (SOP) yang jelas terkait pengulangan <i>cutting</i> ketika <i>wire</i> putus</li> </ul>



#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, jenis *reject* dominan berdasarkan hasil analisis diagram pareto pada periode Januari – Desember 2024 yaitu pecah, gompal, dan dimensi. Kemungkinan terjadinya *reject* dominan berdasarkan nilai DPMO adalah 8130,293 m<sup>3</sup>. Nilai *sigma* yang diperoleh adalah 3,905 yang berarti perusahaan sudah memenuhi atau melebihi standar kualitas di Indonesia.

Faktor penyebab dari *reject* pecah dan gompal adalah proses *cutting* pada *penetrasi* rendah atau *green cake* keras, proses *oiling* kurang merata, adanya *gap* atau terjadi hentakan antara meja *tilting* dengan *green cake*, produk roboh di *conveyor* atau *crane packing*, dan kualitas material kurang stabil. Sedangkan faktor penyebab dari *reject* dimensi adalah operator yang kurang teliti akibat dari kurang fokus, operator kurang pengecekan terutama setelah *wire cutting* putus, pengembangan *cake* pendek, *green cake* yang terkikis *scrapper* pada proses *tilting*, dan tidak melakukan pengulangan *cutting* ketika *wire* putus.

Berdasarkan hasil perhitungan nilai RPN FMEA-AHP, selanjutnya dilakukan perencanaan upaya perbaikan dengan metode 5W+1H. Prioritas rencana perbaikan untuk *reject* pecah dan gompal yaitu dengan melakukan jeda *casting* untuk mencegah *setting time* pada proses *cutting* atau *batch* selanjutnya terlalu lama, Sedangkan untuk *reject* dimensi yaitu dengan memberikan teguran keras kepada operator untuk meningkatkan kehati-hatian dan melakukan pengecekan secara rutin terutama setelah *wire cutting* putus.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M. R., Machmoed, B. R., Rasyid, A., & Uloli, H. (2024). Pengendalian Kualitas Produk Gula Menggunakan Metode Failure Mode Effect Analysis Dan Fault Tree Analysis Di Pt. Pabrik Gula Gorontalo. *RADIAL : Jurnal Peradaban Sains, Rekayasa Dan Teknologi*, 12(1), 23–34. <https://doi.org/10.37971/radial.v12i1.434>
- Alfarizi, N., Noya, S., & Hadi, Y. (2023). Pengendalian Kualitas Menggunakan Metode Six Sigma dan FMEA untuk Mengurangi Reject Material Preform pada Industri AMDK. *Jurnal Sains Dan Aplikasi Keilmuan Teknik Industri (SAKTI)*, 3(1), 01–12. <https://doi.org/10.33479/jtiumc.v3i1.41>
- Aulawi, H., Kurniawan, W. A., & Sopian, S. (2022). Analisis Risiko Kegagalan Proses Produksi Dodol Menggunakan Metode FTA, FMEA dan AHP. *Jurnal Kalibrasi*, 20(2), 102–112. <https://doi.org/10.33364/kalibrasi/v.20-2.1154>
- Bachtar, M., Dahdah, S. S., & Ismiyah, E. (2020). ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK PAP HANGER MENGGUNAKAN METODE SIX SIGMA DAN FMEA DI PT. RAVANA JAYA MANYAR GRESIK M. Vol. 1, No. 4, 2020 *JUSTI (Jurnal Sistem Dan Teknik Industri)*, 1(4).
- Baraka. (2022). *Definisi kualitas menurut para ahli*. Baraka Universitas Medan Area. <https://baraka.uma.ac.id/kualitas-merupakan-menurut-pakar/>
- Fadhlurrahman, A. M. (2022). UPAYA MEMINIMASI DEFECT PRODUK BATA RINGAN DI PT. BUMI SARANA BETON DENGAN PENERAPAN SIX SIGMA. *Tugas Akhir*, 1–51.
- Faritsy, A. Z. Al, & Angga Suluh Wahyunoto. (2022). Analisis Pengendalian Kualitas Produk Meja Menggunakan Metode Six Sigma Pada PT XYZ. *Jurnal Rekayasa Industri (JRI)*, 4(2), 52–62. <https://doi.org/10.37631/jri.v4i2.707>
- Fitria, L., Tauhida, D., & Sokhibi, A. (2023). Quality Control with Six Sigma Method to Minimize Polyester Fabric Product Defects at PT Sukuntex. *Opsi*, 16(1), 110. <https://doi.org/10.31315/opsi.v16i1.6786>
- Gasperz, V. (2002). *Pedoman Impementasi Progam Six Sigma*. Gramedia.
- Lo, H. W., & Liou, J. J. H. (2018). A novel multiple-criteria decision-making-based FMEA model for risk assessment. *Applied Soft Computing Journal*, 73, 684–696. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2018.09.020>
- Parianti, E., Pratiwi, I., & Andalia, W. (2020). Pengendalian Kualitas Pada Produksi Karet Menggunakan Metode Six Sigma ( Studi Kasus : PT. Sri Trang Lingga Indonesia ( SLI)). *Integrasi : Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 5(1), 24. <https://doi.org/10.32502/js.v5i1.2967>

- Rahmi, N. A. (2023). *Analisis Pengendalian Kualitas Dengan Menggunakan Metode Six Sigma dan FMEA-AHP Pada Section Soundboard Glue (Studi Kasus: Departemen Assy Up, PT. Yamaha Indonesia)*. Universitas Islam Indonesia.
- Soemohadiwidjojo, A. T. (2017). *Six Sigma Metode Pengukuran Kinerja Perusahaan Berbasis Statistik*.
- Wang, Z., Ran, Y., Chen, Y., Yu, H., & Zhang, G. (2020). Failure mode and effects analysis using extended matter-element model and AHP. *Computers and Industrial Engineering*, 140(December 2019), 106233. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.106233>