

ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS PADA PRODUK BRACKET CLIP COLUMN HARNESS DI PT BIMUDA KARYA TEKNIK MELALUI PENDEKATAN SIX SIGMA

Putri Cahyaningsih*, Denny Nurkertamanda

*Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,
Jl. Prof. Jacub Rais, Kecamatan Tembalang, Semarang, Jawa Tengah, Indonesia 50275*

Abstrak

Penelitian ini melakukan analisis pengendalian kualitas pada produk Bracket Clip Column Harness di PT Bimuda Karya Teknik menggunakan metode Six Sigma yang terdiri dari tahapan DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, dan Control). Dari hasil Define diketahui bahwa penyebab cacat paling banyak dari produk Bracket Clip Column Harness adalah NG Material. Besarnya nilai DPMO yang didapatkan pada tahapan Measure adalah sebesar 9264,256 dan tingkat sigma 3,855. Selanjutnya pada tahapan Analyze dilakukan identifikasi masalah dan penyebab utama cacat NG Material dengan menggunakan FTA dan 5 Whys. Didapatkan penyebab utamanya adalah material tergores, material salah ukuran, dan material berkarat. Tahapan Improve dilakukan untuk menganalisis langkah perbaikan dengan menggunakan metode TRIZ. Rekomendasi perbaikan mencakup peningkatan penjadwalan inspeksi dies, pemasangan pembatas pengaman pada area penyimpanan dan pemberian panduan SOP, peningkatan inspeksi material secara menyeluruh sebelum masuk ke perusahaan, penambahan perlindungan kertas anti-karat, serta pembuatan sistem barcode. Implementasi yang diikuti dengan tahapan control berkala oleh perusahaan ini diharapkan dapat mengurangi tingkat cacat produk di PT Bimuda Karya Teknik khususnya untuk produk Bracket Clip Column Harness.

Kata Kunci: Industri Otomotif; Pengendalian Kualitas; Six Sigma; DMAIC; FTA; 5 Whys; TRIZ

Abstract

[QUALITY CONTROL ANALYSIS ON BRACKET CLIP COLUMN HARNESS PRODUCTS AT PT BIMUDA KARYA TEKNIK THROUGH A SIX SIGMA APPROACH]
This study conducted a quality control analysis on the Bracket Clip Column Harness product at PT Bimuda Karya Teknik using Six Sigma metode consisting of DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, and Control) stages. From the results of Define, it is known that the cause of the most defects of the Bracket Clip Column Harness product is NG Material. The amount of DPMO obtained in the Measure stage is 9264,256 and the sigma level is 3,855. Furthermore, in the Analyze stage, the problem and main cause of NG Material defects was identified using the FTA and 5 Whys. The main causes were scratched materials, missized materials, and rusty materials. The Improve stage is carried out to analyze the improvement steps using the TRIZ methode. Improvement recommendations include increasing the scheduling of anniversary inspections, installing safety barriers in storage areas and providing SOP guidelines, increasing comprehensive material inspections before entering the company, adding anti-rust paper protection, and creating a barcode system. The implementation, which is followed by periodic control stage by the company, is expected to reduce the level of product defects at PT Bimuda Karya Teknik, especially for Bracket Clip Column Harness products.

Keywords: Automotive Industry; Quality Control; Six Sigma; DMAIC; 5 Whys; TRIZ

1. Pendahuluan

Seiring berjalannya waktu, industri manufaktur mengalami perkembangan yang sangat pesat, didukung oleh kemajuan teknologi yang semakin mudah diakses dan diterapkan. Persaingan antar

perusahaan manufaktur pun semakin ketat, dengan masing-masing berusaha menjadi yang terdepan dan terpercaya di bidangnya. Namun, untuk mencapai posisi unggul, perusahaan tidak hanya perlu bersaing dalam hal produktivitas, tetapi juga harus memastikan

bahwa produk yang dihasilkan memiliki kualitas tinggi (Fithri & Chairunnisa, 2019). Kualitas produk yang baik menjadi salah satu kunci utama untuk memenuhi kepuasan pelanggan, di mana pelanggan cenderung menginginkan produk dengan mutu terbaik (Bittari & Widharto, 2023). Dalam konteks ini, penerapan pengendalian kualitas sangat penting untuk meningkatkan kualitas produk sekaligus mengidentifikasi penyebab terjadinya cacat (*defect*). Dengan mengurangi cacat pada produk, perusahaan tidak hanya dapat meningkatkan kualitas, tetapi juga berpotensi meningkatkan profitabilitas secara signifikan.

PT Bimuda Karya Teknik adalah salah satu perusahaan manufaktur yang beroperasi di tingkat nasional dan memiliki fokus pada produksi suku cadang berkualitas tinggi di sektor otomotif dan alat berat. Perusahaan ini memproduksi berbagai jenis suku cadang (*spare parts*) menggunakan teknologi mesin stamping untuk memenuhi kebutuhan empat pelanggan utama, yaitu PT Metindo Erasakti, PT Nusahadi Citraharmonis, PT Nandya Karya Perkasa, dan PT Dharma Polimetal. Dalam operasinya, PT Bimuda Karya Teknik menerapkan strategi Make to Order (MTO) atau sistem *Pre-Order* (PO), di mana bahan baku disediakan langsung oleh pelanggan yang memesan produk. Proses produksi di PT Bimuda Karya Teknik menggunakan model *job shop*, yaitu setiap bagian dari suku cadang diproses sesuai tahapan produksi spesifik yang memanfaatkan cetakan (*dies*) khusus. Setiap tahap membutuhkan *dies* yang berbeda, memastikan bahwa suku cadang diproduksi dengan presisi dan kualitas yang sesuai standar. Untuk menjaga mutu, perusahaan memprioritaskan penggunaan bahan baku berkualitas tinggi serta memastikan setiap tahap produksi berjalan lancar, sehingga hasil akhir memiliki kualitas yang memenuhi atau bahkan melampaui ekspektasi pelanggan.

Namun, dalam upaya memenuhi permintaan pelanggan, perusahaan menghadapi tantangan berupa cacat produksi yang dapat memengaruhi mutu produk secara keseluruhan. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi produk cacat (*defect*) yang sering terjadi menggunakan pendekatan DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*). Selain itu, penyebab cacat akan dianalisis lebih mendalam menggunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA) dan 5 *Whys*. Berdasarkan hasil identifikasi tersebut, rekomendasi perbaikan dengan menggunakan metode *Teoriya Resheniya Izobretatelskikh Zadatch* (TRIZ) akan disusun untuk membantu perusahaan mengurangi tingkat cacat, meningkatkan efisiensi, serta mendukung peningkatan kualitas dan profitabilitas jangka panjang.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengendalian kualitas pada produk *Bracket Clip Column Harness* pada PT Bimuda Karya Teknik menggunakan metode *Six Sigma* yang terdiri dari tahapan DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, dan Control*). Penelitian yang dilakukan termasuk dalam jenis penelitian deskriptif karena menggambarkan kondisi actual objek penelitian dengan sistematis dari data observasi lapangan. Pendekatan yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif kualitatif. Data kuantitatif yang digunakan adalah data cacat dari produk yang di produksi PT Bimuda Karya Teknik untuk menghitung nilai DPMO dan *Sigma*. Hasilnya kemudian akan dianalisis secara kualitatif dengan memperhatikan faktor-faktor penyebab cacat produk dengan bantuan FTA dan 5 *Whys* serta saran perbaikan dengan bantuan metode TRIZ.

Data yang digunakan dalam penelitian terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui wawancara dengan kepala divisi PPIC (*Production Planning and Inventory Control*) dan kepala divisi produksi, serta pengumpulan informasi terkait mesin dan *dies* yang digunakan dalam proses produksi. Data sekunder mencakup data *defect* produk secara keseluruhan selama tahun 2024, data *defect* produk spesifik (*Bracket Clip Column Harness*) selama periode yang sama, data pengiriman produk, dan SOP pembuatan produk tersebut.

Setelah data terkumpul, penelitian memasuki tahap analisis dengan pendekatan DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*), yang merupakan metode *Six Sigma* untuk mengelola dan memperbaiki proses produksi. Pada tahap *define*, masalah utama dan kebutuhan kualitas atau *Critical To Quality* (CTQ) diidentifikasi, dan proses produksi digambarkan menggunakan diagram SIPOC (*Supplier, Input, Process, Output, Customer*). Pada tahap *measure*, stabilitas proses diukur menggunakan data cacat untuk menghitung indikator kinerja seperti DPMO (*Defects Per Million Opportunities*), *Sigma Level*, *Yield*, dan kapabilitas proses. Tahap *analyze* melibatkan analisis akar penyebab masalah dengan menggunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA) Dan diperdalam dengan analisis menggunakan metode 5 *Whys*. Berdasarkan hasil analisis, tahap *improve* dilakukan dengan merancang metode perbaikan yang dirancang menggunakan pendekatan metode *Teoriya Resheniya Izobretatelskikh Zadatch* (TRIZ). Setelah perbaikan dilaksanakan, tahap *control* memastikan bahwa perbaikan yang dilakukan dapat berkelanjutan dengan menerapkan proses standarisasi. Hal ini mencakup dokumentasi prosedur baru dan penerapan kontrol untuk mencegah terulangnya permasalahan yang sama di masa depan.

3. Hasil dan Pembahasan

Pengumpulan Data

Data total *defect* dan total produksi untuk *customer* PT Dharma Polimetal pada periode Januari 2024 hingga Desember 2024 ditunjukkan oleh Tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Data *Defect* dan Total Produksi

Nama Customer	Bulan	Total Defect	Total Produksi
PT Dharma Polimetal	Januari	74	25682
	Februari	30	17878
	Maret	14	14354
	April	41	20473
	Mei	0	17004
	Juni	22	20452
	Juli	0	26154
	Agustus	615	30085
	September	1296	21430
	Oktober	1287	25069
	November	0	24832
	Desember	241	16245

Daftar nama produk yang diproduksi PT Bimuda Karya Teknik untuk *customer* PT Dharma Polimetal yang diproduksi pada Januari 2024 sampai dengan Desember 2024 beserta total *defect* setiap produk ditunjukkan oleh Gambar 2 berikut.

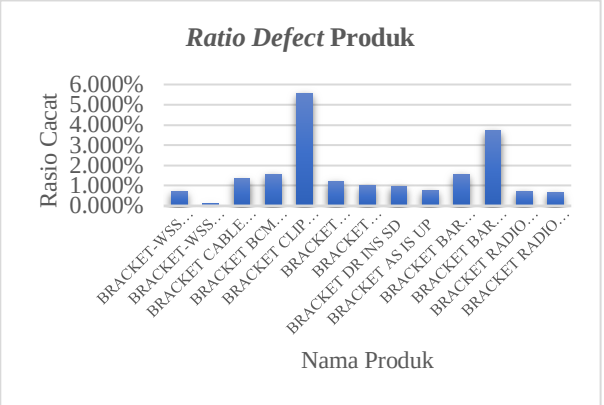
Tabel 2. Data Produk *Customer*

Produk	Nomor	Total Defect	Total Produksi
BRACKET-WSS	55194-I6000	85	11733
CABLE MTG, LH	I6000		
BRACKET-WSS	55193-I6000		
CABLE MTG, RH	I6000	12	11436
BRACKET	55199-I6000		
CABLE MTG	I6000	313	23273
BRACKET BCM	77193-T86A-P000		
HOLDER	P000	222	14122
BRACKET CLIP	77195-T86A		
COLUMN	T86A	824	14824
HARNESS	T86A		
BRACKET	55388-VT010	505	41745
MOUNTING MTG 1	VT010		
BRACKET	5538F-VT020	173	17073
ELECTRICAL MTG 6	VT020		
BRACKET DR	77196-T86A-P000	133	13583
INS SD	P000		
BRACKET AS IS	77197-T86A-P000	113	14513
UP	P000		
BRACKET BAR	844B2-I6000	271	17281
DRIVER SIDE	I6000		
MTG REINF LH			

Tabel 2. Data Produk *Customer* (Lanjutan)

Produk	Nomor	Total Defect	Total Produksi
BRACKET BAR	844B2-I6900	503	13463
DRIVER SIDE			
MTG REINF RH			
BRACKET RADIO	55368-BZ080	284	39612
MTG NO 2	BZ080		
BRACKET RADIO	55369-BZ090	182	27000
MTG NO 2	BZ090		

Grafik yang menunjukkan presentase *defect* dari masing-masing produk pada periode Januari 2024 sampai Desember 2024 ditunjukkan oleh Gambar 2 dibawah.



Gambar 2. Rasio *Defect* Setiap Produk

Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan metode *Six Sigma* yang terdiri dari tahapan DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, dan Control*) (Sirine & Kurniawan, 2017). Hubungan *sigma* dengan DPMO ditunjukkan oleh Gambar 3 dibawah ini.

Tabel 3. Level *Sigma* dan DPMO

Sigma Level	DPMO	Kategori
6	3,4	Industri Kelas Dunia
5	230	Rata-rata Industri Jepang
4	6200	Rat-rata Industri USA
3	67000	Rata-rata Industri
2	310000	Indonesia
1	690000	Sangat Tidak Kompetitif

(Sumber: Gasperz, 2018)

Tahap *Define*

Pada tahapan *Define* dilakukan identifikasi *Critiqal to Quality* (CTQ). Nilai CTQ untuk produk *Bracket Clip Column Harness* berdasarkan analisis identifikasi masalah produk ditunjukkan pada Tabel 4.

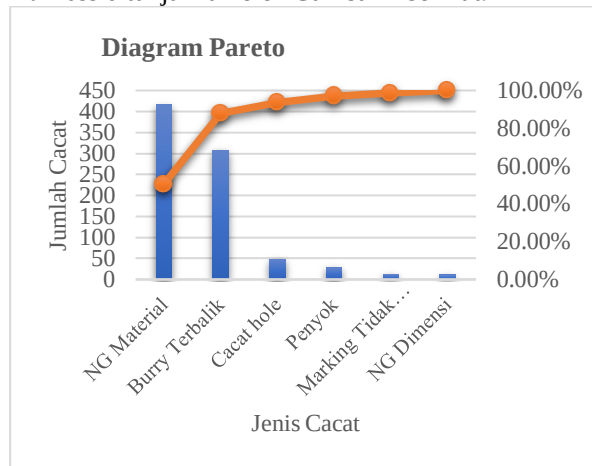
Tabel 4. *Critiqal to Quality* Produk

No	CTQ
1.	Marking produk sesuai dengan standar
2.	Bentuk produk yang sempurna
3.	Dimensi produk sesuai dengan ketentuan

Tabel 4. Critiqal to Quality Produk (Lanjutan)

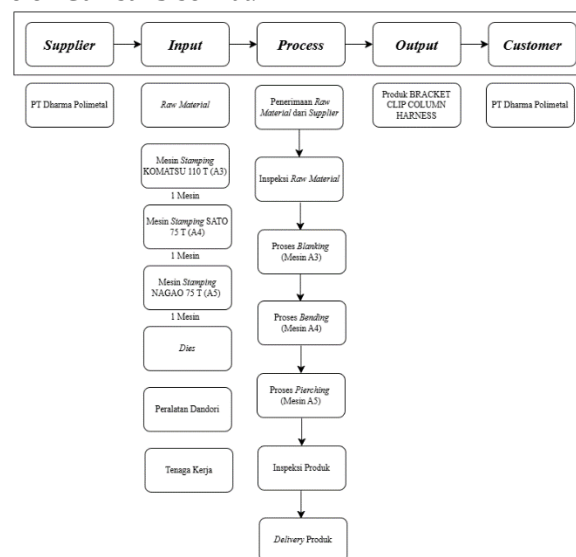
No	CTQ
4.	Material produk sesuai spesifikasi, terbebas dari goresan, dan terbebas dari karat
5.	Standar kekasaran permukaan sesuai spesifikasi
6.	Kondisi <i>hole</i> sesuai standar (jumlah, kondisi, dan posisi)
7.	Tidak terdapat <i>crack</i> pada produk
8.	Produk terbebas dari plak
9.	Posisi <i>burry</i> sesuai

Berdasarkan 9 CTQ yang diharapkan Perusahaan, terdapat 6 CTQ yang tidak terpenuhi dari produk *Bracket Clip Column*. Diagram pareto defect yang terdapat pada produk *Bracket Clip Column Harness* ditunjukkan oleh Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Diagram Pareto Cacat Produk

Identifikasi proses dilakukan dengan menggunakan diagram SIPOC. Diagram SIPOC dari produk *Bracket Clip Column Harness* ditunjukkan oleh Gambar 3 berikut.



Gambar 3. Diagram SIPOC

Produk *Bracket Clip Column Harness* ditunjukkan oleh Gambar 4 dibawah.



Gambar 4. Produk Bracket Clip Column Harness

Tahap Measure

Berikut merupakan perhitungan *control chart* untuk pengukuran stabilitas proses pada produksi *Bracket Clip Column Harness* Januari 2024 sampai Desember 2024.

- Perhitungan nilai proporsi defect

Berikut merupakan contoh perhitungan proporsi produksi *Bracket Clip Column Harness* untuk bulan Januari 2024.

$$p = \frac{\bar{x} \text{ Jumlah Cacat Produksi per Periode}}{\bar{x} \text{ Jumlah Produksi per Periode}}$$

$$p = \frac{10}{1610}$$

$$p = 0,01$$

- Perhitungan nilai central limit (CL)

Berikut merupakan contoh perhitungan *central limit* pada produksi *Bracket Clip Column Harness* untuk bulan Januari 2024.

$$CL = \frac{\text{Jumlah Cacat Produksi}}{\text{Jumlah Produksi}}$$

$$CL = \frac{876}{14.824}$$

$$CL = 0,056$$

- Perhitungan nilai upper control limit (UCL)

Berikut merupakan perhitungan UCL pada produksi *Bracket Clip Column Harness*.

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

$$UCL = 0,056 + 3 \sqrt{\frac{0,056(1-0,056)}{12}}$$

$$UCL = 0,056$$

- Perhitungan nilai lower control limit (LCL)

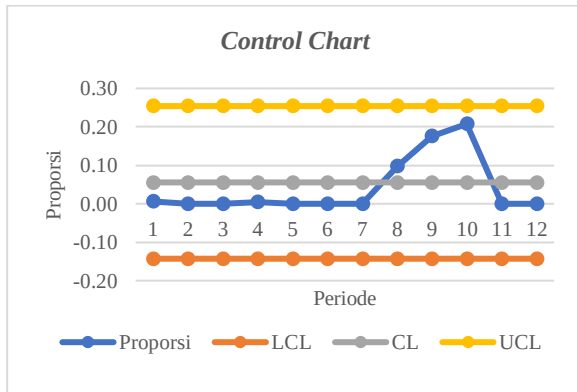
Berikut merupakan perhitungan LCL pada produksi *Bracket Clip Column Harness* untuk bulan Januari 2024.

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

$$LCL = 0,056 - 3 \sqrt{\frac{0,056(1-0,056)}{12}}$$

$$LCL = 0,254$$

Control chart untuk data defect pada produksi Bracket Clip Column Harness Januari 2024 sampai Desember 2024 ditunjukkan oleh Gambar 5 berikut.



Gambar 5. Control Chart

Berikut merupakan cara serta perhitungan DPO, DPMO, dan sigma level pada produksi Bracket Clip Column Harness untuk periode Januari 2024 sampai Desember 2024 (Tambunan & Sumartono, 2020).

- Defect per opportunities (DPO)

Berikut merupakan contoh perhitungan DPO pada produksi Bracket Clip Column Harness untuk periode Januari 2024 sampai Desember 2024.

$$DPO = \frac{\text{Jumlah Defect Produksi}}{\text{Total Produksi} \times \text{Jenis Defect}}$$

$$DPO = \frac{824}{(14824 \times 6)}$$

$$DPO = 0,0093$$

- Defect per million opportunities (DPMO)

Berikut merupakan perhitungan DPMO pada produksi Bracket Clip Column Harness untuk periode Januari 2024 sampai Desember 2024.

$$DPMO = DPO \times 1.000.000$$

$$DPMO = 0,0093 \times 1.000.000$$

$$DPMO = 9264,256$$

- Nilai Sigma

Berikut merupakan perhitungan Sigma menggunakan Microsoft Excel.

$$\text{Sigma} = \text{NORMSINV} \left(\frac{(1000000 - DPMO)}{1000000} \right) + 1,5$$

$$\text{Sigma} = \text{NORMSINV} \left(\frac{(1000000 - 9264,192)}{1000000} \right) + 1,5$$

$$\text{Sigma} = 3,855$$

Berikut merupakan tabel perhitungan nilai sigma untuk produk Bracket Clip Column Harness pada periode Januari 2024 sampai Desember 2024.

Tabel 5. Perhitungan DPMO dan Sigma

No	Periode	DPO	DPMO	Sigma
1	Januari	0,0010	1035,197	4,580
2	Februari	0,0000	0,000	0,000
3	Maret	0,0000	0,000	0,000
4	April	0,0008	765,697	4,669
5	Mei	0,0000	0,000	0,000
6	Juni	0,0000	0,000	0,000
7	Juli	0,0000	0,000	0,000
8	Agustus	0,0163	16347,238	3,636
9	September	0,0293	29304,029	3,391

Tabel 5. Perhitungan DPMO dan Sigma (Lanjutan)

No	Periode	DPO	DPMO	Sigma
10	Oktober	0,0346	34566,270	3,318
11	November	0,0000	0,000	0,000
12	Desember	0,0000	0,000	0,000
Total		0,0093	9264,256	3,855

Setelah menghitung nilai DPMO, langkah berikutnya adalah menghitung nilai yield. Nilai yield berfungsi untuk menentukan persentase produk yang sesuai dengan spesifikasi atau standar kualitas dari total jumlah produk yang diproduksi. Berikut ini adalah rumus yang digunakan untuk menghitung nilai yield.

- Opportunity Level Yield

$$Y = \frac{\text{Total Opportunity} - \text{Total NG}}{\text{Total Opportunity}} \times 100\%$$

$$Y = \frac{(14823 \times 6) - 824}{(14823 \times 6)} \times 100\%$$

$$Y = 99,074\%$$

- Throughput Yield

$$Y = \left(1 - \frac{\text{Total NG}}{\text{Total Produksi}} \right) \times 100\%$$

$$Y = \left(1 - \frac{824}{14824} \right) \times 100\%$$

$$Y = 94,441\%$$

Berikut merupakan rekapitulasi nilai sigma proses produksi Bracket Clip Column Harness di untuk customer PT Dharma Polimetal.

Tabel 6. Perhitungan Sigma Proses

Perhitungan Nilai Sigma Proses	
Jumlah Produk yang Diperiksa (U)	14824
Jumlah Produk Defect (D)	824
Opportunities (O)	6
Total Opportunity	88944
Defect per Unit (DPU)	0.056
Defect per Total Opportunity	0.009
Defect per Million Opportunity (DPMO)	9264,256
Sigma Level	3,855
Opportunity Level Yield	99.3074%
Throughput Yield	94.441%

Penilaian kapabilitas proses dilakukan dengan menghitung indeks kapabilitas proses (Cpk), untuk mengukur kemampuan proses menghasilkan produk sesuai spesifikasi. Klasifikasi yang digunakan sebagai acuan ditunjukkan oleh Tabel 7 berikut.

Tabel 7. Kapabilitas Proses

Nilai	Kategori
$C_{pk} < 1$	Process is inadequate (not capable)
$1 \leq C_{pk} < 1,33$	Process is capable, but rigorous quality control is required
$1,33 \leq C_{pk} < 1,50$	Process is someone, indicating that no severe quality control is required
$1,50 \leq C_{pk} < 2$	Process is excellent, no stringent quality control is required
$C_{pk} \geq 2$	Process is super, minimal quality control is required

Berdasarkan tabel di atas, ditentukanlah nilai indeks kapabilitas proses (Cpk) dengan menggunakan *sigma level* yang diperoleh melalui interpolasi sebagai berikut.

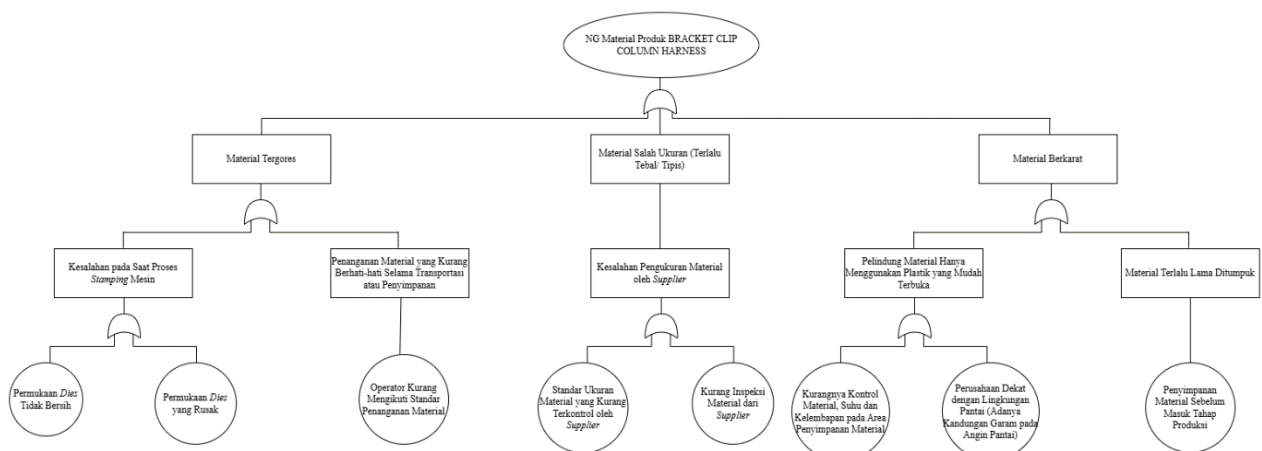
$$\begin{aligned} \frac{3,855 - 3}{4 - 3} &= \frac{x - 0,5}{0,833 - 0,5} \\ \frac{0,355}{1} &= \frac{x - 0,5}{0,333} \\ X &= 0,785 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai indeks kapabilitas proses (Cpk) yang diperoleh adalah sebesar 0,785. Angka ini mengindikasikan bahwa kemampuan proses dalam sistem produksi produk belum memenuhi standar yang ditetapkan, karena nilai Cpk yang diperoleh berada di bawah angka 1, yang

berarti proses tersebut tergolong *not capable* untuk menghasilkan produk sesuai dengan spesifikasi.

Tahap Analyze

Pada tahap *Analyze*, dilakukan identifikasi masalah dan penentuan sumber penyebab utama *defect* produk *Bracket Clip Column Harness* dengan penyebab *defect* terbanyak yaitu NG Material. Untuk menganalisis faktor-faktor penyebab masalah, digunakan diagram *Fault Tree Analysis* (FTA). Diagram *Fault Tree Analysis* (FTA) untuk analisis *defect* produk *Bracket Clip Column Harness* ditunjukkan oleh Gambar 6.



Gambar 6. *Fault Tree Analysis*

Pada tahap *Analyze* dalam kerangka kerja DMAIC, metode *Fault Tree Analysis* (FTA) digunakan terlebih dahulu untuk mengidentifikasi dan memetakan secara terstruktur berbagai penyebab potensial dari permasalahan utama, dalam hal ini cacat atau kegagalan material pada produk. Dengan menggunakan FTA, penyebab-penyebab tersebut dikelompokkan berdasarkan hierarki hubungan sebab-akibat, sehingga memberikan gambaran menyeluruh mengenai akar masalah. Dari FTA tersebut, yang

menjadi *top level event* adalah NG Material *Bracket Clip Column Harness*. Berdasarkan hasil analisis, diketahui bahwa penyebab adanya NG Material *Bracket Clip Column Harness* disebabkan karena 3 permasalahan utama yaitu karena material yang tergores, material salah ukuran, dan juga material berkarat. Selanjutnya dilakukan analisis yang lebih mendalam dengan menggunakan metode 5 Whys yang ditunjukkan oleh Tabel 8 dibawah.

Tabel 8. Analisis 5 Whys

Penyebab	Basic Event	Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5	Dokumentasi
Material Tergores	Permukaan dies tidak bersih/ rusak	Karena permukaan dies tidak bersih	Karena perawatan dies masih belum dilakukan secara rutin	Karena inspeksi hanya dilakukan ketika terjadi permasalahan pada produksi	Karena prosedur inspeksi belum terdapat jadwal	Karena prioritas lebih pada produksi daripada pencegahan masalah	
	Operator kurang mengikuti standar penanganan material	Karena operator kurang mengikuti standar penanganan material.	Karena beberapa operator baru belum mengetahui secara pasti mengenai standar	Karena belum terjadwal pelatihan khusus untuk operator dalam penanganan material	Karena tidak ada program pelatihan penanganan material rutin	Karena keterbatasan waktu atau alokasi sumber daya untuk pelatihan mendalam	

Tabel 8. Fault Tree Analysis (Lanjutan)

Penyebab	Basic Event	Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5	Dokumentasi
Material Salah Ukuran	Standar ukuran material yang kurang terkontrol oleh <i>supplier</i>	Karena standar ukuran material kurang terkontrol oleh <i>supplier</i>	Karena kurangnya inspeksi kualitas ukuran material oleh <i>supplier</i>	Karena kurangnya pengawasan terhadap pelaksanaan pengukuran material dari <i>supplier</i>	Karena prosedur pengukuran material belum diperbarui untuk memanfaatkan alat yang ada secara optimal.	Karena pembaruan prosedur pengukuran oleh <i>supplier</i> belum menjadi fokus prioritas	
	Kurangnya inspeksi material dari <i>supplier</i>	Karena inspeksi material dari <i>supplier</i> tidak optimal	Karena tim inspeksi belum memanfaatkan alat yang memadai untuk melakukan pengukuran akurat.	Karena inspeksi dilakukan dengan waktu yang singkat	Karena adanya keterbatasan waktu inspeksi material	Karena perusahaan menginginkan pemenuhan target waktu produksi	
Material Berkarat	Kurangnya kontrol material, suhu dan kelembapan pada area penyimpanan material	Kurangnya kontrol material, suhu dan kelembapan pada area penyimpanan material	Karena fasilitas penyimpanan belum dirancang dengan perlindungan lingkungan yang optimal	Karena plastik dianggap cukup untuk kebutuhan perlindungan sementara	Karena plastik lebih murah dibanding pelindung lainnya dan lebih mudah didapatkan	Karena ingin menekan biaya produksi	 
	Penyimpanan material sebelum masuk tahap produksi	Karena harus ada material yang digunakan sebagai <i>safety stock</i>	Karena rotasi <i>safety stock</i> belum diatur secara optimal	Karena kadang terjadi jadwal produksi yang terganggu	Karena adanya gangguan pada mesin/ <i>dies</i> produksi	Karena ada komponen mesin/ <i>dies</i> yang rusak mendadak	

Tahap Improve

Tahap *Improve* bertujuan untuk menyelesaikan akar masalah penyebab *defect* NG Material produk *Bracket Clip Column Harness* yang telah diidentifikasi pada tahap *Analyze* yang telah dilakukan menggunakan metode *Fault Tree Analysis*

(FTA) dan 5 *Whys*. Tahapan *Improve* akan dilakukan dengan menggunakan metode *Teoriya Resheniya Izobretatelskikh Zadatch* (TRIZ), untuk menemukan solusi inovatif yang diterapkan untuk mengatasi kontradiksi teknis. Pemecahan kontradiksi dari *defect* NG Material produk *Bracket Clip Column Harness* ditunjukkan pada Tabel 9 berikut.

Tabel 9. Pemecahan Kontradiksi

No.	Masalah	Improving Parameter	Worsening Parameter
1.	Kesalahan pada saat proses <i>stamping</i> mesin	Productivity (39)	Ease of Operation (33)
2.	Penanganan material yang kurang berhati-hati selama transportasi atau penyimpanan	Reliability (27)	Use of Energy by Moving Object (19)
3.	Kesalahan pengukuran material oleh <i>supplier</i>	Measurement Accuracy (28)	Manufacturability (32)
4.	Pelindung material hanya menggunakan plastik yang mudah terbuka	Harmful Factors Acting on Object (30)	Adaptability (35)
5.	Material terlalu lama ditumpuk	Speed (9)	Power (21)

Berikut merupakan penjelasan untuk masing-masing permasalahan *defect* produk *Bracket Clip Column Harness* menggunakan metode TRIZ.

- Permasalahan pertama adalah kesalahan pada proses *stamping* yang disebabkan oleh *dies* yang kotor atau rusak, serta operator yang tidak mengikuti standar penanganan material. Untuk

- meningkatkan produktivitas (parameter TRIZ 39), perlu dilakukan pembersihan atau penggantian *dies* secara rutin. Namun, hal ini menambah proses operasional dan kompleksitas kerja (parameter 33).
- Permasalahan kedua berkaitan dengan penanganan material yang kurang hati-hati akibat operator tidak mematuhi standar. Peningkatan keandalan

- (parameter 27) bisa dicapai melalui pengendalian yang lebih ketat, tetapi hal ini membutuhkan energi tambahan untuk pelatihan atau penggunaan alat bantu khusus (parameter 19).
- Permasalahan ketiga adalah kesalahan pengukuran material dari supplier akibat kurangnya kontrol terhadap standar ukuran. Untuk meningkatkan akurasi pengukuran (parameter 28), dibutuhkan inspeksi atau alat ukur yang lebih canggih. Namun, ini dapat mempersulit proses manufaktur dan meningkatkan biaya (parameter 32).
 - Permasalahan keempat adalah perlindungan material dari karat yang kurang memadai karena hanya menggunakan plastik sederhana. Meningkatkan perlindungan terhadap faktor berbahaya (parameter 30) dapat mencegah

Tabel 10. Matriks Kontradiksi

Improving Feature \ Worsening feature	Ease of Operation (33)	Use of Energy by Stationary Object (19)	Manufacturability (32)	Adaptability (35)	Power (21)
Productivity (39)	1,7,10,28				
Reliability (27)		11,19,21,27			
Measurement Accuracy (28)			6,18,25,35		
Harmful Factors Acting on Object (30)				11,22,31,33	
Speed (9)					2,19,35,38

Pada tahapan rekomendasi usulan perbaikan menggunakan metode TRIZ yaitu dengan menggunakan 40 prinsip kreatif, *output* dari tahapan ini yaitu akan dipilih menjadi solusi yang sesuai dengan kondisi yang ada pada perusahaan. Solusi yang dipilih berdasarkan matriks kontradiksi adalah sebagai berikut.

- Solusi untuk kesalahan pada saat proses *stamping* mesin adalah berdasarkan solusi TRIZ *Prior Action* (10). Lakukan peningkatan penjadwalan inspeksi dan pembersihan *dies* secara rutin serta lakukan pembuatan *checklist* di buku catatan oleh Divisi *Maintenance*. Melakukan penjadwalan pengecekan rutin oleh divisi *Maintenance* dan operator produksi memastikan kondisi *dies* tetap bersih dan mengurangi risiko adanya kerusakan pada *dies* yang menyebabkan adanya *defect* pada material produk yang disebabkan karena kondisi *dies* yang bermasalah. Hal ini tidak hanya meningkatkan akurasi inspeksi, tetapi juga mempercepat waktu respons terhadap masalah, karena operator berada langsung di lini produksi. Solusi ini dapat dilakukan dengan sederhana dan tetap meminimalisir biaya.

kerusakan, tetapi penggunaan bahan tambahan bisa mengurangi fleksibilitas dan kemudahan penyesuaian (parameter 35).

- Permasalahan kelima yaitu penyimpanan material terlalu lama sebelum produksi, yang meningkatkan risiko kerusakan seperti karat. Mempercepat alur penyimpanan (parameter 9) bisa mengurangi risiko tersebut, namun berdampak pada kebutuhan daya lebih besar seperti peningkatan kapasitas mesin atau jam kerja tambahan (parameter 21).

Langkah selanjutnya adalah tahapan menemukan solusi TRIZ menggunakan matriks kontradiksi. Matriks kontradiksi dari *defect* NG Material produk *Bracket Clip Column Harness* ditunjukkan Tabel 10 berikut.

Contoh penerapan lembar inspeksi *dies* ditunjukkan pada Gambar 7 berikut.

Tanggal: _____
Nama Teknis: _____

 **CHECKLIST MAINTENANCE DIES**

No	Item Pemeriksaan	Kondisi Awal	Masalah	Dies ID	Tindakan Lanjutan
1.	Kondisi fisik dies (bersih/korosi)				
2.	Keteraturan dan tidak ada cacat material				
3.	Pemantauan dan sensor standar				
4.	Pemantauan suhu dan pemantauan				
5.	Tekanan hidrolik sesuai kebutuhan				
6.	Kondisi area peninjauan (tidak ada)				
7.	Pengawasan visual dan sensor spesifikasi				
8.	Pengawasan visual dan sensor spesifikasi				
9.	Keteraturan area kerja				

Catatan Tambahan: _____

Teknis: _____ Supervisor: _____

Gambar 7. Contoh *Checklist Maintenance Dies*

- Solusi untuk penanganan material yang kurang berhati-hati adalah berdasarkan solusi TRIZ *Periodic Action* (19). Konsep *Periodic Action* cocok untuk situasi ini karena transportasi dan penyimpanan adalah aktivitas yang terjadi secara berulang. Pemantauan dan inspeksi berkala terhadap alat pengaman memastikan efektivitasnya dalam melindungi material. Dengan memasang pembatas, tali pengaman, dan menerapkan SOP secara berkala, risiko kerusakan material dapat diminimalkan. Tindakan ini bertujuan untuk melindungi material secara konsisten dan mengurangi dampak negatif dari penanganan yang tidak hati-hati.

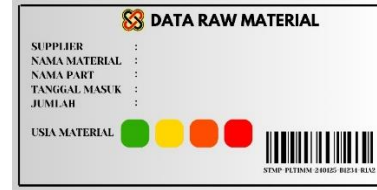
Contoh poster SOP yang dapat diterapkan ditunjukkan pada Gambar 8 berikut.



Gambar 8. Contoh Poster SOP

- Solusi untuk kesalahan pengukuran material oleh *supplier* adalah berdasarkan solusi TRIZ *Parameter Change* (35). Pendekatan *Parameter Change* membantu mengatasi ketidaksesuaian pengukuran dengan memastikan proses inspeksi lebih akurat dan representatif. Dengan meningkatkan jumlah dan kualitas sampel yang diuji, perusahaan dapat mengurangi risiko menerima material cacat. Solusi ini juga memberikan kontrol lebih besar terhadap kualitas produk akhir tanpa merusak hubungan dengan *supplier*.
- Solusi untuk pelindungan material yang hanya menggunakan plastik sederhana adalah berdasarkan solusi TRIZ *Convert Harm into Benefit* (22). Solusi ini memanfaatkan prinsip mengubah bahaya menjadi manfaat (*Convert Harm into Benefit*). Dengan menggabungkan plastik dan kertas anti-karat (PVI Paper), material mendapatkan perlindungan lebih baik terhadap korosi dan kerusakan. Material dilindungi dengan kombinasi plastik dan kertas anti-karat (PVA Paper) untuk memberikan perlindungan lebih baik terhadap kelembapan dan korosi. Material juga disimpan di rak yang tidak bersentuhan langsung dengan lantai, serta dikontrol kelembapannya di area penyimpanan.
- Solusi untuk material yang terlalu lama disimpan sebelum produksi adalah berdasarkan solusi TRIZ *Extraction* (2). *Extraction* dalam TRIZ adalah solusi yang fokus pada pengambilan elemen penting (informasi atau komponen) untuk memisahkannya dari sistem yang lebih kompleks. Informasi usia stok yang sebelumnya "tersembunyi" atau sulit dikenali langsung diekstraksi dan dijadikan elemen visual melalui sistem kode warna atau *barcode*. Dengan visualisasi ini, operator gudang dapat segera mengenali material yang harus dikeluarkan terlebih dahulu tanpa harus memeriksa detail manual, sehingga mempercepat proses pengambilan keputusan.

Contoh sistem *barcode* yang dapat diterapkan ditunjukkan pada Gambar 9 berikut.



Gambar 9. Contoh Sistem Barcode

Tahap Control

Ketika mengimplementasikan tahapan *Improve*, dilakukan juga langkah-langkah kontrol yang direncanakan untuk memastikan keberlanjutan perbaikan. Standardisasi ini dapat dilakukan dengan beberapa tindakan seperti:

- Melakukan pembuatan atau perbaikan pada SOP inspeksi rutin dan pembersihan *dies*, SOP penanganan material, kontrak standar material dengan *supplier*, standar perlindungan material, dan sistem kode warna atau *barcode* untuk memastikan waktu penyimpanan material sesuai standar.
- Perbaikan data pencatatan *defect* dan total produksi harian oleh *Quality Control* sebagai dokumen pedoman analisis perbaikan terkait kualitas dan produktivitas perusahaan.
- Pengontrolan atau pemantauan tingkat *defect* produk secara rutin bulanan untuk memastikan kualitas produk tetap terjaga sesuai standar yang sudah ditetapkan. Pengontrolan dapat dilakukan dengan *seven tools* seperti *control chart* yang dilakukan dalam penelitian ini.

4. Kesimpulan

Analisis kualitas dilakukan dengan pendekatan Six Sigma menggunakan tahapan DMAIC. Pada tahap *Define*, diagram Pareto menunjukkan bahwa jenis cacat dominan adalah NG Material. Selanjutnya, pada tahap *Measure*, pengendalian dilakukan menggunakan peta kendali, dan hasilnya menunjukkan bahwa proses masih dalam batas kendali statistik (UCL dan LCL). Nilai DPMO sebesar 9264,256 dan level sigma 3,855 menandakan bahwa kualitas produk masih berada dalam standar rata-rata industri manufaktur di Indonesia. Nilai yield produk sebesar 94,441% dan kapabilitas proses sebesar 0,286 mengindikasikan bahwa peningkatan proses masih diperlukan. Analisis dengan FTA dan 5 Whys menunjukkan bahwa cacat disebabkan oleh material tergores, ketebalan tidak sesuai, dan karat pada material. Tahap perbaikan menggunakan metode TRIZ untuk menghasilkan solusi inovatif yang sesuai dengan kondisi industri kecil menengah. Pendekatan ini mempertimbangkan keterbatasan sumber daya agar perbaikan dapat diimplementasikan secara efektif.

Daftar Pustaka

- Fithri, P., & Chairunnisa. (2019). Six Sigma Sebagai Alat Pengendalian Mutu pada Hasil Produksi Kain Mentah PT Unitex, Tbk. *Jurnal Teknik Industri*.
- Bittari, U. F., & Widharto, Y. (2023). Analisis Implementasi Six Sigma untuk Perbaikan Kualitas dan Meminimalisir Aktivitas Repair Produk Sepatu pada Departemen Assembly (Studi Kasus: PT Pelita Tomangmas).
- Sirine, H., & Kurniawati, E. P. (2017). Pengendalian Kualitas Menggunakan Metode Six Sigma (Studi Kasus pada PT Diras Concept Sukoharjo). *AJIE - Asian Journal of Innovation and Entrepreneurship*.
- Tambunan, D. G., & Sumartono, B. (2020). Analisis Pengendalian Kualitas dengan Metode Six Sigma dalam Upaya Mengurangi Kecacatan pada Proses Produksi Koper di PT SRG. *Jurnal Teknik Industri*.