

## Pengendalian Kualitas Produk Pemotongan Baja pada Proses *Computer Numerical Control (CNC) Cutting Plasma* Menggunakan Metode DMAIC (Six Sigma) di PT. XYZ

Alfin Kusuma<sup>\*1</sup>, Ade Nurul Hidayat<sup>2</sup>, Adi Fitra<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Pelita Bangsa, Indonesia  
Email: <sup>1,4</sup> alfin.path@gmail.com, <sup>2</sup>adeupb@pelitabangsa.ac.id, <sup>3</sup>adi.fitra@pelitabangsa.ac.id

### Abstrak

Tingginya tingkat cacat dalam proses pemotongan di PT XYZ proses pemotongan menggunakan mesin CNC plasma sering menghadapi permasalahan tingginya tingkat cacat seperti potongan miring, ukuran tidak sesuai, dan deformasi. Kondisi ini berdampak pada keterlambatan produksi, meningkatnya biaya rework, serta penurunan kepuasan pelanggan. Penelitian ini bertujuan untuk menurunkan tingkat cacat dan meningkatkan efisiensi proses melalui pendekatan DMAIC pada sistem Six Sigma. Data diambil dari laporan produksi dan inspeksi kualitas periode Januari–Maret 2023. Metode penelitian meliputi lima tahap: Define untuk mengidentifikasi jenis cacat dominan, Measure untuk menghitung kinerja proses menggunakan Defects Per Million Opportunities (DPMO) dan sigma level, Analyze untuk menemukan akar penyebab dengan diagram Pareto dan Fishbone, Improve untuk merumuskan tindakan korektif, serta Control untuk menjaga kestabilan hasil melalui p-chart. Hasil penelitian menunjukkan penurunan tingkat cacat sebesar 30% dan peningkatan sigma level menjadi 2,32, disertai perbaikan waktu siklus pemotongan hingga 40% pada material tebal. Temuan ini menunjukkan bahwa penerapan Six Sigma berbasis DMAIC efektif dalam meningkatkan kualitas dan efisiensi proses pemotongan logam, serta memberikan kontribusi terhadap pengembangan penerapan metodologi kualitas di industri manufaktur.

**Kata Kunci:** *CNC Plasma, DMAIC, DPMO, Pengendalian Kualitas, Six Sigma, Sigma Level*

### Abstract

*The high defect rate in the cutting process at PT XYZ, the cutting process using CNC plasma machines often faces problems with high defect rates such as slanted cuts, mismatched sizes, and deformation. This condition impacts production delays, increased rework costs, and decreased customer satisfaction. This study aims to reduce the defect rate and improve process efficiency through the DMAIC approach in the Six Sigma system. Data were taken from production and quality inspection reports for the period January–March 2023. The research method includes five stages: Define to identify dominant defect types, Measure to calculate process performance using Defects Per Million Opportunities (DPMO) and sigma levels, Analyze to find root causes with Pareto and Fishbone diagrams, Improve to formulate corrective actions, and Control to maintain stable results through p-charts. The results showed a 30% reduction in the defect rate and an increase in the sigma level to 2.32, accompanied by an improvement in cutting cycle time of up to 40% on thick materials. These findings indicate that the application of DMAIC-based Six Sigma is effective in improving the quality and efficiency of the metal cutting process, and contributes to the development of quality methodology applications in the manufacturing industry.*

**Keywords:** *CNC Plasma, DMAIC, DPMO, Quality Control, Six Sigma, Sigma Level*

## 1. PENDAHULUAN

Salah satu proses penting dalam industri konstruksi baja adalah pemotongan CNC plasma, yang digunakan untuk memotong plat baja sesuai dengan dimensi yang diperlukan pada tahap fabrikasi. Proses ini menawarkan keunggulan dalam hal presisi, fleksibilitas bentuk, dan kecepatan, namun tetap memiliki risiko menghasilkan cacat jika parameter proses, kondisi peralatan, atau keterampilan operator tidak dalam kondisi optimal. Permasalahan kualitas telah mengarah pada taktik dan strategi perusahaan secara menyeluruh dalam rangka untuk memiliki daya saing dan bertahan terhadap persaingan global dengan perusahaan lain (Firmansyah & Yuliarty, 2020). Menurut (Oktaviani et al., 2022) "Kesuksesan peningkatan kualitas dan kinerja bisnis, tergantung dari kemampuan untuk mengidentifikasi dan

memecahkan masalah. Kemampuan ini adalah hal fundamental dalam filosofi Six Sigma". Baja karbon sedang merupakan baja dengan kandungan karbon sebesar 0,25 – 0,55 %. Proses pemotongan diawali dengan terbentuknya busur api diantara elektroda dan benda kerja dari hasil reaksi ionisasi listrik terhadap gas potong. Gas tersebut dipanaskan oleh busur api sehingga suhunya meningkat dan kemudian gas akan terionisasi menjadi penghantar listrik. Gas yang terionisasi dalam kondisi ini disebut plasma. Plasma dialirkan melalui nozzle untuk memotong benda kerja (Ramadhan et al., 2023). Menurut (Duc et al., 2022) "parameter seperti kecepatan potong, arus listrik, dan tinggi *torch* memiliki pengaruh signifikan terhadap kualitas hasil potongan, termasuk lebar *kerf*, sudut *bevel*, dan kekasaran permukaan".

Proses ini menggunakan gas yang dialirkan melalui *nozzle* plasma pada alat pemotong. Aliran gas ini kemudian diberikan arus listrik tinggi sehingga menciptakan *plasma* atau gas yang terdiri dari partikel bermuatan positif dan elektron bebas. Apabila kuat arus yang digunakan semakin tinggi maka suhu pada busur plasma meningkat yang membuat proses pemotongan akan menjadi lebih cepat (V. Shankar & D. Kumar, 2023). Energi tinggi dari *plasma* ini yang kemudian digunakan untuk mencairkan dan memotong logam dengan presisi yang tinggi. Nilai parameter yang dioptimalkan ditemukan dengan daya 500 W, tekanan gas 15 bar dan kecepatan potong 2000 mm / menit untuk nilai kekasaran permukaan minimum 4,39939  $\mu\text{m}$  dan lebar garatan atas 283,688  $\mu\text{m}$ . Berdasarkan hasil ini, diperkirakan akan meningkatkan kualitas potongan dan menjadi pemotongan dengan hasil yang efisien (Rahma Baesuni et al., 2025). Hasil pengamatan di PT XYZ selama periode Januari–Maret 2023 menunjukkan tingkat cacat (*defect*) yang cukup tinggi. Dari total produksi sebesar 989,901 ton, terdapat 598,604 ton produk cacat yang memerlukan *rework*. Cacat paling dominan adalah potongan miring, diikuti ukuran *over*, ukuran *minus*, dan deformasi. Dibawah ini merupakan data yang di ambil dari produksi *cutting cnc* 2023.

Tabel 1. Jumlah Produksi dan Total *Defect*

Bulan	Total Produksi (ton)	Total Defect (ton)
Januari	320,140	197,125
Februari	335,250	198,427
Maret	334,511	203,056
<b>Total</b>	<b>989,901</b>	<b>598,604</b>

Tingginya tingkat cacat ini menimbulkan dampak pada keterlambatan produksi, peningkatan biaya, pemborosan material, dan turunnya kepuasan pelanggan. Upaya perbaikan sebelumnya masih bersifat reaktif dan belum menggunakan pendekatan berbasis data. Seperti yang ditemukan (Baesuni et al., 2025), "integrasi Six Sigma dengan sistem produksi berbasis Industry 4.0 mampu menurunkan scrab hingga 59,66%". Meskipun sejumlah penelitian sebelumnya telah membahas optimasi parameter proses pemotongan plasma, namun sebagian besar studi tersebut masih berfokus pada aspek teknis seperti kecepatan potong, arus, dan tekanan gas secara terpisah. Belum banyak penelitian yang mengintegrasikan analisis parameter pemotongan dengan pendekatan sistematis DMAIC (Six Sigma) dalam konteks industri baja nasional, sehingga masih terdapat celah penelitian dalam penerapan metodologi pengendalian kualitas yang komprehensif dan berbasis data

Penelitian ini diharapkan dapat menekan tingkat cacat, kualitas produk meningkat, dan efisiensi proses terjaga. Menurut (Hidayati et al., 2024), Metode DMAIC (*Six Sigma*) menawarkan solusi sistematis untuk mengidentifikasi jenis cacat dominan, mengukur kinerja proses, menganalisis akar penyebab, mengusulkan perbaikan, dan memastikan keberlanjutan hasil perbaikan.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan jenis penelitian deskriptif kuantitatif dan eksperimen yang bersifat studi kasus berupa masalah yang ada di lapangan sehingga peneliti berfokus pada penyelesaian masalah tersebut. Menurut (Abdul Azis Fitriaji & Aswin Domodite, 2022) "Proses penyelesaian masalah dilakukan dengan cara mengumpulkan data dan informasi terkait masalah yang dialami untuk mengetahui akar penyebab masalah dengan menggunakan metode DMAIC dan perhitungan Six Sigma

akan membantu mengukur dan meningkatkan kualitas serta mengurangi variabilitas dalam proses produksi”.

## 2.1. Sumber data

Berasal dari laporan harian produksi kualitas harian dan catatan *repair*, *reject* atau *rework* pada proses produksi. Data produksi pada bulan Januari – Maret 2023 dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Laporan Hasil Produksi

No	Bulan	Weight	Total W (Ton)	Repair (Ton)
1	Januari	8,902	389,485	4,501
2	Januari	9,156		5,212
3	Januari	7,122		7,121
4	Januari	1,447		0,802
5	Januari	124,344		60,14
6	Januari	197,820		125,254
7	Januari	40,694		20,21
8	Februari	7,122	217,0971	7,122
9	Februari	18,991		9,559
10	Februari	7,069		5,592
11	Februari	6,782		5,125
12	Februari	10,852		6,807
13	Februari	91,562		60,142
14	Februari	72,346		52,1
15	Februari	2,374		1,125
16	Maret	20,347	383,3186	10,458
17	Maret	124,344		80,459
18	Maret	23,738		10,507
19	Maret	29,503		15,145
20	Maret	27,130		20,445
21	Maret	158,256		90,781
Total		989,901		598,607

Pada data di atas diketahui bahwa dari total produksi *cnc cutting* pada periode januari hingga maret adalah 989.901 ton, dengan total cacat sebanyak 598.607ton yang harus melewati proses *repair*, dari data di atas maka akan dilakukan pengukuran Tingkat cacat per-periode,

## 2.2. Metode DMAIC

Sumber data utama berasal dari laporan harian produksi kualitas harian dan catatan *repair*, *reject* atau *rework* pada proses produksi. Penelitian ini menggunakan analisis Six Sigma dengan Pendekatan DMAIC dimana dalam tahapan penelitian melalui proses berikut ini:

- Define: Menetapkan masalah utama, yaitu tingginya tingkat *defect* pada potongan hasil *CNC*, serta menentukan tujuan penelitian untuk mengurangi tingkat *defect*.
- Measure: Mengukur tingkat *defect* awal sebagai baseline atau data dasar. Biasanya dinyatakan dalam bentuk *Defects per Million Opportunities (DPMO)* atau nilai Sigma, untuk menghitung nilai DPMO dan nilai Sigma diperlukan beberapa tahap yaitu menghitung:

### **DPU (Defect Per Unit)**

$$DPU = \frac{D}{TP} \quad (1)$$

### **TOP (Defect Oportunity)**

$$TOP = U \times O \quad (2)$$

### **DPO (Defect Per Opportunity)**

$$DPO = \frac{D}{TOP} \quad (3)$$

### **DPMO (Defect Per Milion Oportunity)**

$$DPMO = DPO \times 1,000,000 \quad (4)$$

Semua perhitungan dan nilai sigma dapat dilakukan menggunakan rumus pada MS.Excel dengan formula (=NORMSINV(1000000-DPMO)/1000000)+1.5). Tahap ini menggunakan data kuantitatif yang dikumpulkan dari proses produksi sebelumnya.

- Analyze: Mengidentifikasi akar penyebab dari *defect* menggunakan alat statistik dan analisis diagram sebab-akibat (*Fishbone Diagram*) serta *Pareto Chart*. Teknik ini membantu menentukan faktor-faktor utama yang menyebabkan *defect*.
- Improve: Mengembangkan dan mengimplementasikan solusi perbaikan yang bertujuan untuk mengurangi atau menghilangkan *defect*. Teknik ini melibatkan uji coba perubahan proses atau metode perbaikan yang diusulkan.
- Control: Memantau dan menjaga perbaikan yang telah dilakukan agar tetap berkelanjutan. Pengendalian ini dilakukan melalui pengawasan kualitas secara berkala dan penerapan prosedur standar baru untuk mencegah terulangnya *defect*.

Berdasarkan kajian literatur dan penelitian terdahulu, penerapan *DMAIC* terbukti efektif dalam mengidentifikasi akar penyebab cacat, mengoptimalkan parameter proses, serta meningkatkan kualitas produk. Beberapa penelitian relevan menunjukkan bahwa metode ini mampu meningkatkan level sigma dan menurunkan *DPMO* secara signifikan. Misalnya, penelitian (Hidayat et al., 2021) mengidentifikasi parameter mesin sebagai penyebab utama cacat potongan miring dan berhasil meningkatkan *sigma* level dari 3,1 menjadi 3,6. Penelitian (Wanandi et al., 2024) pada proses pemotongan lastik juga menunjukkan penurunan *DPMO* yang signifikan melalui penerapan *DMAIC*.

Selain itu, integrasi metode *DMAIC* dengan pendekatan teknologi Industry 4.0, seperti yang dikemukakan (Manalu et al., 2023), mampu menurunkan scrap hingga 59,66%. Penerapan ini memberikan gambaran bahwa kombinasi analisis statistik, optimasi parameter, dan pengendalian proses yang berkelanjutan dapat memberikan hasil yang optimal. Dalam konteks penelitian ini, *SOTA* menunjukkan bahwa pengendalian kualitas berbasis *DMAIC* tidak hanya relevan untuk proses *CNC cutting plasma*, tetapi juga dapat diadaptasi pada berbagai sektor manufaktur untuk meningkatkan kualitas dan efisiensi produksi.

## **3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **3.1. Mengidentifikasi Masalah**

“*Define* merupakan tahap pendefinisian masalah kualitas dalam produksi CNC Cutting, tahap ini mengidentifikasi penyebab dengan berdasarkan permasalahan yang ada” (Kurnia et al., 2021). Masalah produk yang timbul adalah potongan miring, *hole over*, ukuran *minus*, dan deformasi. Dalam tahap mendefinisikan masalah-masalah yang ada, diketahui ada 2 penyebab utama penyebab *defect* :

- a. Konsumable  
*Konsumable* adalah komponen penting dalam penyusun perangkat plasma yang akan menghasilkan api *plasma* untuk proses pemotongan. Sehingga jika ada kerusakan dalam *komsumable* akan berpengaruh pada hasil potongan *plasma*.
- b. Speed Cutting  
Atau kecepatan potong pada pemotongan *plasma*, hal ini dikarenakan jika pemotongan terlalu lambat maka akan menghasilkan produk yang cenderung lebih tirus (miring), dan jika pemotongan terlalu cepat maka produk yang di potong tidak akan terpotong dengan sempurna dan akan menimbulkan masalah baru. Maka dari itu *speed cutting* harus benar benar di perhatikan.

Permasalahan di atas timbul saling berkaitan dengan penyebab yang telah di identifikasi, untuk itu diperlukan Langkah lanjutan dalam penindakan permasalahan tersebut sehingga tidak memicu masalah baru yang akan timbul di kemudian hari.

### 3.2. Pengukuran

*Mesure* adalah tahap ke dua setelah pengidentifikasi masalah dalam metode *DMAIC*, pada tahap ini untuk melakukan pengukuran dan pengamatan terhadap proses dan cacat produk *cutting plasma* yang timbul, sejauh mana perbandingannya terhadap produk yang cacat lainnya, sehingga memudahkan untuk melakukan proses perbaikan, dan mengantisipasi salah dalam tindakan.

#### 3.2.1. Parameter Potong

Kecepatan pemotongan pada mesin *plasma cutting* memiliki pengaruh yang signifikan terhadap lebar *Kerf* atau jarak potong dan juga hasil pemotongan (Firmansyah Bayu Dwiyanto et al., 2025). Pengukuran dilakukan dengan 2 variable yaitu antara waktu proses pemotongan dan variable data cacat produk pada *cutting plasma*. Berikut adalah data variable pengukuran waktu.

Tabel 3. Parameter Pemotongan sebelum perbaikan

No	Material	Thickness (mm)	Pemotongan (m)	Konsumable (A)	Speed (mm/min)	Waktu pemotongan (sec)
1	SS400	4	1	80	1500	39
2	SS400	10	1	130	1500	39
3	SS400	15	1	150	1500	39
4	SS400	22	1	170	1500	39
5	SS400	30	1	300	1500	39

Sumber : Hasil pengamatan lapangan

#### 3.2.2. Jumlah sampel produksi dan produk cacat

Penghitungan pertama pada sampel pertama periode januari dengan merujuk pada Tabel 2 Laporan Hasil Produksi, pengukuran dilakukan dengan rumus:

$$P = \frac{np}{n} \quad (5)$$

Dimana:

- $P$  = Tingkat cacat
- $Np$  = Jumlah produk cacat
- $N$  = Jumlah sampel

Dapat dihitung sebagai berikut:

$$P = \frac{4.501}{8.902} = 0.791086$$

Lalu setelah dilakukan pengukuran Tingkat cacat produk, maka dilakukan perhitungan nilai rata rata pada *control limit* (*CL*). Dimana *control limit* ini akan digunakan untuk standart limit pada penentuan batas kendali atas (*UCL*) dan Batas kendali bawah (*LCL*) dalam produksi *cnc cutting*.

$$CL = \frac{np}{n} \quad (6)$$

$$CL = \frac{598.607}{989.901} = 0,6048957, \text{ dibulatkan } 0.605$$

Menentukan *UCL* dan *LCL*

$$UCL = CL + 3\sqrt{\frac{CL(1-CL)}{n}} \quad (7)$$

$$LCL = CL - 3\sqrt{\frac{CL(1-CL)}{n}} \quad (8)$$

Berikut lembar pengukuran produksi pada bulan Januari sampai maret untuk menentukan nilai *UCL* (*Upper Control Limit*) dan *LCL* (*Lower Control Limit*) untuk produksi CNC.

Tabel 4. Perhitungan nilai *P*, *LCL*, *CL*, *UCL*

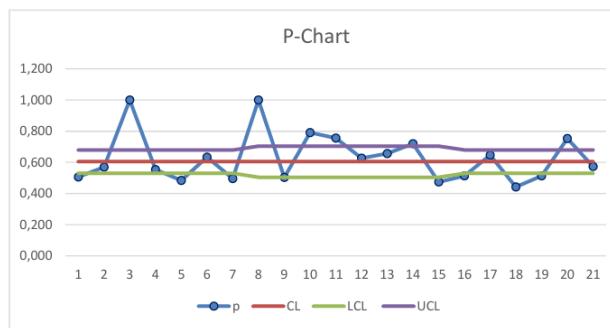
No	Bulan	Weight	T. Weight (Ton)	Repair (Ton)	<i>p</i>	<i>LCL</i>	<i>CL</i>	<i>UCL</i>
1	Januari	8,9019		4,501	0,505622	0,530394	0,604714	0,679034
2	Januari	9,15624		5,212	0,569229	0,530394	0,604714	0,679034
3	Januari	7,12152		7,121	0,999927	0,530394	0,604714	0,679034
4	Januari	1,446912	389,485	0,802	0,554284	0,530394	0,604714	0,679034
5	Januari	124,344		60,14	0,483658	0,530394	0,604714	0,679034
6	Januari	197,82		125,254	0,633172	0,530394	0,604714	0,679034
7	Januari	40,6944		20,21	0,496629	0,530394	0,604714	0,679034
8	Februari	7,12152		7,122	1,000067	0,505168	0,604714	0,70426
9	Februari	18,99072		9,559	0,503351	0,505168	0,604714	0,70426
10	Februari	7,068768		5,592	0,791086	0,505168	0,604714	0,70426
11	Februari	6,7824	217,0971	5,125	0,755632	0,505168	0,604714	0,70426
12	Februari	10,85184		6,807	0,627267	0,505168	0,604714	0,70426
13	Februari	91,5624		60,142	0,656842	0,505168	0,604714	0,70426
14	Februari	72,3456		52,1	0,720154	0,505168	0,604714	0,70426
15	Februari	2,37384		1,125	0,473916	0,505168	0,604714	0,70426
16	Maret	20,3472		10,458	0,513977	0,529799	0,604714	0,67963
17	Maret	124,344		80,459	0,647068	0,529799	0,604714	0,67963
18	Maret	23,7384	383,3186	10,507	0,442616	0,529799	0,604714	0,67963
19	Maret	29,50344		15,145	0,51333	0,529799	0,604714	0,67963
20	Maret	27,1296		20,445	0,753605	0,529799	0,604714	0,67963
21	Maret	158,256		90,781	0,573634	0,529799	0,604714	0,67963
	Total	989,901		598,607				

Sumber : Hasil analisa penulis

Sebagai rule of thumb (Hidayati et al., 2024) digunakan kriteria sebagai berikut:

- Jika  $P < LCL$ , berarti semua sampel berada dalam daerah terima (LCL) maka periksa penyebabnya.
- Jika  $LCL < P < UCL$ , berarti semua sampel berada dalam daerah terima disebut sampel berperilaku normal atau kapabilitas proses baik.
- Jika  $P > UCL$ , berarti sampel melolos ke atas diluar daerah terima (UCL) atau dapat dikatakan kapabilitas proses rendah maka periksa penyebabnya dan ambil tindakan perbaikan melalui peningkatan kinerja dalam kegiatan proses produksi.

Karena nilai *P* banyak yang berada lebih tinggi diantara *UCL* dan *LCL*, maka kapabilitas proses berjalan kurang baik karena ketidaksesuaian pada proses CNC lebih banyak yang melewati batas atas dan bawah. Hal ini perlu pengendalian ketat dan improvement lebih lanjut untuk meningkatkan produktifitas, agar ketidaksesuaian proses dapat dikendalikan dengan baik. Untuk lebih jelas dilampirkan pada P-Chart dibawah untuk memantau ketidaksesuaian yang diambil dari sumber tabel 4.



Gambar 1. P-Chart

Keterangan :

Control *P-Chart* untuk produksi *CNC* menunjukkan terdapat 2 periode teringgi yang berada diatas *UCL* dan 2 periode terendah dibawah *LCL* yang berarti *out of control*, yaitu:

- a. Produk ke 3 bulan januari dan produk ke 8 pada bulan februari 2023, mengalami ketidaksesuaian pada produk paling tiggi, tingginya proporsi yang ditolak pada produk ke 3 dan 8 adalah faktor konsumabel *tools* yang cepat terkikis dan material yang tidak standart, hal ini juga berpengaruh pada hasil produktifitas yang dihasilkan semakin cepat konsumable rusak maka *cost* yang dikeluarkan untuk suatu produk juga semakin besar.
- b. Produk ke 10, 11 dan ke 20 juga melampaui batas *UCL*, hal ini dikarenakan faktor eror mesin dan konsumabel yang tidak sesuai sehingga menyebabkan ketidaksesuaian produk. Beberapa faktor lain adalah adanya eror mesin dan pembaca material tidak berjalan sesuai dengan fungsinya (kotor), hal ini tidak dapat di hindari karena asap cutting plasma yang dihasilkan mengandung karbon dioksida yang cukup kuat sehingga menyebabkan kotor pada sensor.
- c. Produk yang berada pada bawah *LCL* adalah produk 1,5,7,16,19. Hal ini menunjukkan bahwa proses cukup baik sehingga proporsi ketidaksesuaian dapat ditekan hingga ke angka terkecil tidak melebihi *LCL*, faktor ini biasanya terjadi ketika kondisi konsumabel *tool* dalam keadaan baik, sensor pembaca material tidak kotor, material tidak berkarat tebal, dan mesin berjalan dengan lancar.

### 3.2.3. Tahap pengukuran Tingkat Sigma dan Defect Per Million Oportunities (DPMO)

Perhitungan menggunakan sample pada bulan Januari, Februari, Maret, dasn diolah dalam Ms.Excel sehingga dari data tersebut dapat disimpulkan untuk perhitungan six sigma-nya menggunakan rumus *DPU* (*Defect Per Unit*), *TOP* (*Defect Oportunity*), *DPO* (*Defect per Oportunity*), *DPMO* (*Defect Per Milion Oportunity*).

Tabel 5. Perhitungan *DPMO* dan Nilai *Sigma*

No	Bulan	<i>DPU</i>	<i>TOP</i>	<i>DPO</i>	<i>DPMO</i>	Banyak <i>CTQ</i>	Nilai <i>SIGMA</i>
1	Januari	0,506	26,706	0,169	168541	3	2,46
2	Januari	0,569	27,469	0,190	189743	3	2,38
3	Januari	1,000	21,365	0,333	333309	3	1,93
4	Januari	0,554	4,341	0,185	184761	3	2,40
5	Januari	0,484	373,032	0,161	161219	3	2,49
6	Januari	0,633	593,460	0,211	211057	3	2,30
7	Januari	0,497	122,083	0,166	165543	3	2,47
8	Februari	1,000	21,365	0,333	333356	3	1,93
9	Februari	0,503	56,972	0,168	167784	3	2,46
10	Februari	0,791	21,206	0,264	263695	3	2,13
11	Februari	0,756	20,347	0,252	251877	3	2,17
12	Februari	0,627	32,556	0,209	209089	3	2,31
13	Februari	0,657	274,687	0,219	218947	3	2,28
14	Februari	0,720	217,037	0,240	240051	3	2,21
15	Februari	0,474	7,122	0,158	157972	3	2,50
16	Maret	0,514	61,042	0,171	171326	3	2,45
17	Maret	0,647	373,032	0,216	215689	3	2,29
18	Maret	0,443	71,215	0,148	147539	3	2,55
19	Maret	0,513	88,510	0,171	171110	3	2,45
20	Maret	0,754	81,389	0,251	251202	3	2,17
21	Maret	0,574	474,768	0,191	191211	3	2,37
Rata - rata					209763		2,32

Sumber : Hasil Analisa penulis

Berdasarkan peta kontrol diatas menunjukkan pola *DPMO* dari kegagalan produksi *cutting* dan pencapaian *sigma* yang belum konsisten, masih bervariasi naik turun sepanjang periode pengamatan, sekaligus menunjukkan bahwa proses produksi *cutting* belum dilakukan secara tepat. Besarnya jumlah

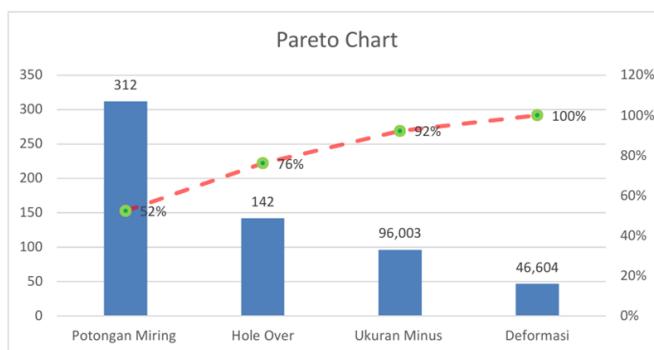
produk cacat yang terjadi setiap periode produksinya dikarenakan belum adanya kesadaran dari semua pihak yang terkait dapat menyebabkan tidak terjaganya konsistensi pengendalian mutu dengan mengurangi jumlah cacat pada setiap periode produksi. Apabila suatu proses dikendalikan dan ditingkatkan terus-menerus maka akan menunjukkan pola *DPMO* kegagalan produk yang terus-menerus turun dan kapabilitas *sigma* yang meningkat terus-menerus. Maka dapat meningkatkan produk yang bebas cacat menuju kecacatan nol, disamping itu dalam penentuan karakteristik kualitas kunci yang telah ditetapkan adalah berdasarkan pada keinginan spesifikasi dari pelanggan dengan harapan produk akhir akan sesuai dengan selama ini diharapkan konsumen dan daya beli konsumen.

### 3.2.4. Tahap perhitungan tingkat presentase deffect

Presentase deffect dapat di hitung melalui data di atas dengan rumus :

$$\% = \frac{\text{jumlah cacat Jenisi}}{\text{Total Cacat Produk}} \quad (9)$$

Dan untuk memudahkan dalam melihat hasil hitungan maka disusunlah diagram pareto sebagai berikut:



Gambar 2. Diagram Pareto

Dari gambar 2 tersebut dapat diklasifikasi cacat yang timbul pada proses *cutting cnc* di PT. XYZ periode bulan Januari samapi dengan maret 2023. Untuk memudahkan dalam membaca diagram pareto diatas di buatlah tabel 6.

Tabel 6. Klasifikasi *Defect line Cutting CNC*

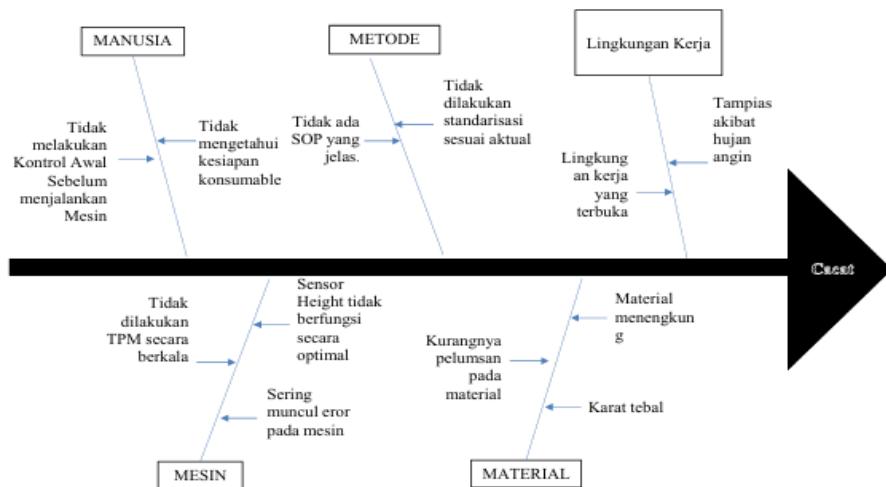
No	Jenis Cacat	Presentase	Penyebab
1	Potongan Miring	52.12%	<ul style="list-style-type: none"><li>Sudut potong tidak simetris.</li><li>Konsumable tidak sesuai</li><li>Material tidak <i>standart</i> (berkarat tebal)</li><li>Sensor <i>height</i> tidak berfungsi menyebabkan <i>nozzle plasma</i> menabrak material</li><li>Lengkungan pada material akibat panas yang di timbulkan</li><li>Sensor pembaca aktual material dengan progam tidak berjalan dengan baik</li></ul>
2	Hole Over	23.72%	<ul style="list-style-type: none"><li>Kondisi rel penggerak aus</li><li>Kondisi konsumable yang tidak <i>standart</i></li></ul>
3	Ukuran minus	16.04%	<ul style="list-style-type: none"><li>Konsumable <i>plasma</i> tidak sesuai dengan standart ketebalan material.</li><li>Sensor <i>height</i> tidak berfungsi menyebabkan <i>nozzle plasma</i> menabrak material.</li></ul>
4	Deformasi	8.12%	<ul style="list-style-type: none"><li>Tarikan dan lengkungan pada material akibat panas yang di timbulkan.</li></ul>

Nilai jumlah presentase cacat tebesar 52.12% yaitu cacat jenis potongan miring yang menunjukan tingginya unit yang harus melalui tahap *repair* dan menjadi tidak efisien. Cacat yang kedua adalah hole

over yang menunjukkan tingkat ke cacatan pada proses cutting cnc sebesar 23.72%, hal ini menunjukkan bahwa proses ini tidak dapat dimaksimalkan untuk membuat lubang dengan diameter tertentu. Dan setelah melakukan pengamatan lebih lanjut, si simpulkan bahwa lubang yang berada di bawah diameter 18 tidak dapat langsung dibuat langsung pada pemotongan plasma, dan untuk diameter diatas 18 dapat dilakukan dengan plasma sehingga menghilangkan waktu untuk melubangi menggunakan *drill*, dengan toleransi *standart* yang telah ditetapkan pada kebijakan mutu produk adalah ( $\pm 2\text{mm}$ ). Cacat ke-tiga ukuran minus adalah cacat yang timbul sebesar 16.2%, ukuran *minus* biasanya di sebabkan oleh tarikan material karena panas yang di timbulkan dari pemotongan *plasma*, faktor lain yang mempengaruhi adalah konsumable yang dipakai sudah terkikis oleh kinerja yang telah dilakukan terus menerus, sehingga konsumabel menjadi aus dan api *plasma* membesar. Cacat ke-4 adalah deformasi atau hasil potongan yang melengkung paling terkecil presentasenya yaitu 8.12%, hal ini disebabkan beberapa faktor dan yang faktor yang menyebab paling tinggi terjadi adalah material yang bergerak karena adanya tekanan panas yang ditimbulkan dari panas *plasma*.

### 3.3. Analisa Sebab-Akibat

Dengan mengacu pada hasil perhitungan tabel 4 dan pengklasifikasian pada tabel 5, maka peneliti menduga adanya kegagalan pada proses sehingga menyebabkan cacat yang cukup tinggi pada *cutting cnc*. "Cause and effect Diagram sering dikenal dengan diagram tulang ikan atau *fishbone* diagram adalah salah satu metode untuk menganalisa penyebab dari sebuah masalah atau kondisi. *fishbone* diagram sendiri banyak digunakan untuk membantu mengidentifikasi akar penyebab dari suatu masalah dan membantu menemukan ide ide untuk solusi suatu masalah" (Santoso et al., 2025). Dengan menggunakan diagram sebab-akibat dan peneliti mencoba untuk menganalisis kemungkinan faktor yang mempengaruhi kualitas produk *Cutting CNC*.



Gambar 3. Diagram Tulang Ikan (*Fishbone*)

- Dari gambar 3 diatas dapat disimpulkan sebagai berikut:
- Mesin  
Intensitas penggunaan mesin yang hampir tidak istirahat dan tidak terkontrol mengakibatkan mesin menjadi lelah. Meskipun mesin dikendalikan secara otomatis dan mempunyai program yang sama tetapi karena ada beberapa komponen mesin yang telah aus, dan perawatan yang kurang menjadikan kelayakan mesin yang dipakai menjadi tidak efisien.
  - Pelaksana (Karyawan)  
Kinerja dan Pelatihan karyawan yang kurang maksimal berpengaruh pada kondisi mesin, mulai dari pengoperasian mesin, *maintenance*, perawatan harian, hingga kebersihan lingkungan menjadikan mesin menjadi terlihat tidak terawat. Oleh karena itu karyawan harus mengikuti program pelatihan

terlebih dahulu sebelum terjun dalam pengoperasian mesin agar dapat maksimal dalam penggunaan mesin dan perawatan harian mesin.

- c. Material  
penyimpanan material masih belum cukup efektif, dikarenakan ukuran yang besar dan panjang mengharuskan disimpan di tempat terbuka dan menyebabkan korosi pada plat setelah disimpan cukup lama. Ini menimbulkan efek kepada mesin dan menjadikan plat sukar untuk terpotong dikarenakan korosi yang tebal.
- d. Metode  
Waktu proses pemotongan dan speed pada konsumable yang digunakan tidak mengikuti ketebalan material sehingga menyebabkan kualitas yang dihasilkan tidak bagus. ini dapat diindikasikan sebagai *malfunction* dari penggunaan konsumabel yang tidak *standart*.
- e. Lingkungan  
Suasana kerja yang baik dan nyaman akan mempengaruhi prestasi kerja karyawan. Penerangan yang cukup, sirkulasi udara yang baik, tempat kerja yang bersih, suhu udara, keamanan dan keselamatan kerja yang terjamin serta tata letak (*lay out*) yang baik akan membuat para pekerja merasa nyaman dan semangat dalam bekerja dan dapat mengakibatkan prestasi kerja karyawan meningkat.

### 3.4. *Improve* (Perbaikan)

#### 3.4.1. Perbaikan Parameter Potong

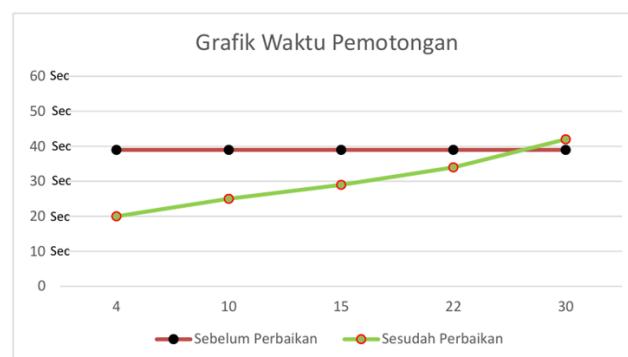
Waktu diatas adalah waktu adalah improve perbaikan yang dilakukan dengan metode eksperimen, dimana *cutting speed* untuk semua konsumabel yang digunakan dilakukan pengujian dan melihat hasil pemotongan. Dapat disimpulkan bahwa kecepatan potong setiap konsumable harus disesuaikan dengan kuat arus yang dihasilkan oleh *plasma*, dan dilakukan uji coba dengan penyesuaian kecepatan potong untuk tahap perbaikan sehingga didapat hasil sebagai berikut.

Tabel 7. Perbaikan parameter pemotongan

No	Material	Thickness (mm)	Pemotongan (m)	Konsumable (A)	Speed (mm/min)	Waktu pemotongan (sec)
1	SS400	4	1	80	3150	20
2	SS400	10	1	130	2815	25
3	SS400	15	1	150	2450	29
4	SS400	22	1	170	2210	34
5	SS400	30	1	300	1475	42

Sumber : Hasil percobaan

Dari parameter waktu diatas yang telah disesuaikan berdasarkan hasil, maka dibuatlah grafik analisis perbedaan terhadap waktu untuk mengetahui apakah ada perubahan yang signifikan, dapat dilihat pada gambar 4 di bawah ini:



Gambar 4. Grafik waktu pemotongan  
Sumber : Hasil analisa Penulis

Analisis Perbedaan terhadap Waktu:

- Sebelum perbaikan, waktu pemotongan meningkat tajam seiring bertambahnya ketebalan material.
- Setelah perbaikan, waktu pemotongan berkurang signifikan pada semua ketebalan material.
- Efisiensi terbesar terlihat pada material tebal ( $\geq 30$  mm), di mana waktu pemotongan turun hampir 30–40%.
- Hal ini menunjukkan bahwa penyesuaian waktu potong sesuai konsumable berhasil mengurangi waktu potong, membuat proses lebih cepat dan stabil.

Melalui indikator yang ada diatas, maka usulan perbaikan untuk kedepan adalah langkah-langkah solusi potensial :

- a. Membuat Intruksi Kerja
  - Membuat langkah kerja sebelum dan sesudah pemakaian mesin.
  - Membuat tabel setting *cutting speed* sebelum pengoperasian mesin.
  - Merangkum hal apa saja yang boleh dan tidak boleh dilakukan oleh operator.
- b. Perawatan (*Maintenance*)
  - Memastikan mesin selalu dalam keadaan siap pakai.
  - Pembersihan lingkungan mesin setelah digunakan.
  - Pelumasan pada rel penggerak.
  - Membuat *cheksheet* mesin.
  - Melakukan perawatan berskala untuk meminimalisir kerusakan mesin.
  - Membuat daftar riwayat mesin.
- c. Pelatihan (*Training*)
  - Memberikan pelatihan lanjutan untuk operator mesin agar tidak melakukan kesalahan fatal saat menjalankan mesin.
  - Memberikan pelatihan dasar kepada setiap karyawan.
  - Memberikan pelatihan mengenai standart kualitas produk kepada setiap karyawan.
  - Membuat *cheksheet* kontrol kualitas produk.
- d. Melakukan rapat koordinasi secara berkala bersama operator untuk membahas mengenai kualitas.
- e. Membuat lingkungan kerja yang nyaman dan aman.
- f. Memberikan bonus/*reward* kepada karyawan yang memiliki produktifitas tinggi.

### 3.5. Pengawasan (*Control*) produksi *cutting cnc*

Pengawasan adalah tahap terakhir dalam tahap metode *DMAIC* yang menekankan pendokumentasian dan penyebarluasan dari tindakan yang telah dilakukan, meliputi :

- Melakukan pengawasan pada proses produksi.
- Melakukan pembiasaan kegiatan yang telah dilakukan pada intruksi kerja kepada setiap karyawan.
- Melakukan pencatatan kualitas produksi.
- Menghitung total cacat dan di cantumkan kedalam *daily repair/reject* yang dilakukan oleh bagian *repair*.
- Penerapan *preventive maintenance*.
- Pembuatan dokumentasi perbaikan mesin yang telah melalui tahap *preventive maintenance*.

## 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat diambil Kesimpulan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses produksi *CNC Cutting* di PT XYZ masih menghadapi tingkat cacat yang tinggi, dengan jenis cacat utama berupa potongan miring (52,12%), *hole over* (23,72%), ukuran *minus* (16,04%), dan deformasi (8,12%). Kondisi tersebut menurunkan efisiensi dan menyebabkan banyak produk harus melalui proses perbaikan. Setelah dilakukan penyesuaian waktu pemotongan berhasil dipangkas cukup signifikan (efisiensi 21–38%), jumlah produk *repair* menurun, serta kualitas hasil potong mengalami peningkatan.

Perhitungan statistik menggunakan *P-Chart*, *DPMO*, dan nilai *sigma* menunjukkan bahwa kapabilitas proses masih berada pada level rendah sekitar 2,32 *sigma* dan belum sepenuhnya stabil, meskipun tren kecacatan sudah menurun setelah perbaikan dilakukan. Faktor dominan penyebab cacat berasal dari aspek manusia, mesin, metode, material, dan lingkungan. Oleh sebab itu, upaya perbaikan diarahkan pada penyusunan *SOP*, perawatan mesin yang terjadwal, pelatihan operator, serta perbaikan sistem penyimpanan material dan kondisi lingkungan kerja.

Penelitian selanjutnya disarankan untuk dapat meningkatkan efisiensi mesin sehingga dapat menjaga kestabilan proses dan dapat memperluas penerapan metodelogi *Six Sigma* dengan integrasi teknologi industri 4.0 menggunakan *machine learning* atau yang lainnya, sehingga pengendalian kualitas dapat dilakukan adaptif dan berkelanjutan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Azis Fitriaji, & Aswin Domodite. (2022). Analisis Upaya Meningkatkan Kualitas Produksi Panel Listrik Guna Mengurangi Defect Menggunakan Metode DMAIC. *TEKNOSAINS : Jurnal Sains, Teknologi Dan Informatika*, 9(2), 90–100. <https://doi.org/10.37373/tekno.v9i1.226>
- Baesuni, S. R., Azzahra, A. M., Nurdyanto, A. R. S., & Prastyo, Y. (2025). Analisis Defect pada Proses Manual Bending Pipa Tube Brake PT Manufaktur Otomotif dengan Metode DMAIC. *Asian Journal of Multidisciplinary Research*, 2(1), 41–48. <https://doi.org/10.59613/q4n26v26>
- Duc, M. L., Bilik, P., & Truong, T. D. (2022). Design of Industrial System Using Digital Numerical Control. *Quality Innovation Prosperity*, 26(3), 135–150. <https://doi.org/10.12776/qip.v26i3.1747>
- Firmansyah Bayu Dwiyanto, Fitra Adi, & Listyanto Rudy Efendi. (2025). Analisis Pengendalian Kualitas pada Proses Produksi dengan Menggunakan Metode Fmea (Failure Mode and Effect Analysis) di PT XYZ. *Journal Scientific of Mandalika*, 6(5), 1466–1478.
- Firmansyah, R., & Yuliarty, P. (2020). *Implementasi Metode DMAIC pada Pengendalian Kualitas Sole Plate di PT Kencana Gemilang*. XIV(2), 167–180.
- Hidayat, M. A., Farid, A., & Suwandono, P. (2021). Analisa parameter pada pemotongan plate menggunakan CNC fiber laser cutting terhadap kekasaran permukaan. *Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 10(2), 239–247. <https://doi.org/10.24127/trb.v10i2.1737>
- Hidayati, N., Pratiwi, Y. D., & Mahrus, A. (2024). Analisis Kualitas Produk Barecore dengan Metode Six Sigma (DMAIC) dan Mode And Effect Analysis (FMEA) di PT Kemilau Anugrah Sejati. *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi*, 7(3), 1858–1866. <https://doi.org/10.31004/jutin.v7i3.31434>
- Kurnia, H., Jaqin, C., & Purba, H. H. (2021). Quality Improvement With The DMAIC Approach Using The Implementation of Benchmarking And KPI Methods. *Industrial Engineering and Operations Management*, 2122–2132. <http://ieomsociety.org/proceedings/2021indonesia/400.pdf>
- Manalu, A. P. J., Muhyi, A., Puandra, F., Siahaan, Y. K., & Yusman, F. G. S. (2023). Analisis Pengaruh Kecepatan Pemotongan dan Kuat Arus Terhadap Kekasaran Permukaan dan Lebar Kerf Pada Pemotongan Aluminium 5052 Menggunakan CNC Plasma Arc Cutting. *JUSTIMES (Jurnal Rekayasa Teknik Mesin Saburai)*, 1(02), 54–63. <https://doi.org/10.24967/justimes.v1i02.2604>
- Oktaviani, R., Rachman, H., Zulfikar, M. R., & Fauzi, M. (2022). Pengendalian Kualitas Produk Sachet Minuman Serbuk Menggunakan Metode Six Sigma Dmaic. *Jurnal Ilmiah Teknik Dan Manajemen Industri*, 2(1), 122–130. <https://doi.org/10.46306/tgc.v2i1.31>
- Rahma Baesuni, S., Azzahra, A. M., Rizky, A., Nurdyanto, S., & Prastyo, Y. (2025). *ASIAN JOURNAL OF MULTIDISCIPLINARY RESEARCH ASIAN JOURNAL OF MULTIDISCIPLINARY RESEARCH* Analisis Defect pada Proses Manual Bending Pipa Tube Brake PT Manufaktur Otomotif dengan Metode DMAIC. 2(1).
- Ramadhan, A., Nurul Hidayat, A., & Supriyati. (2023). Analisis pengendalian kualitas produk piston caliper dibagian check finish menggunakan metode statistical quality control (sqc) di PT. CHN (chemco harapan nusantara). *Jurnal Rekayasa, Teknologi, Dan Sains*, 7(1), 1–7.
- Santoso, A., Efendi Lisyanto, R., & Fitra, A. (2025). Pendekatan Analisis Fishbone Untuk Mengukur

- Konsumsi Energi Spesifik Pada Mesin Drawline Pt Xyz. *Jurnal Desiminasi Teknologi*, 13, 24–28.  
<https://doi.org/10.52333/destek.v13i1.1023>
- V. Shankar, & D. Kumar. (2023). *Impact of CNC Plasma Cutting Technology on SME Performance*.
- Wanandi, S., Usman, M. K., & Fatkurozak, F. (2024). ANALISIS PEMOTONGAN BAJA SS400 DENGAN KETEBALAN 20 mm MENGGUNAKAN PLASMA CUTTING CUT65 G-SB. *Journal Mechanical Engineering*, 13(2), 34–38.

## **Halaman Ini Dikosongkan**