



## **PENGEMBANGAN MODEL PENGENDALIAN KUALITAS PRODUKSI PIPA PVC MENGGUNAKAN *SIX SIGMA*, *SEVEN TOOLS*, DAN *STATISTICAL PROCESS CONTROL (SPC)* MENUJU *ZERO DEFECT MANUFACTURING***

**Arief Andika Putra<sup>1)</sup>, Nellya Wahyuning Sri Gunarti<sup>2)</sup>, Muhammad Yusuf Hidayat<sup>3)</sup>, Rinci  
Kembang Hapsari<sup>4)</sup>, Dimas Akmarul Putera<sup>5)</sup>**

<sup>1234</sup>Prodi Magister Teknik Industri, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

<sup>5</sup>Institut Teknologi Batam Manajemen Rekayasa, Fakultas Teknologi Industri

Corresponding Author: [arief@iteba.ac.id](mailto:arief@iteba.ac.id)

### **ABSTRAK**

Tujuan dari penelitian ini adalah meningkatkan pengendalian kualitas produk pipa PVC di PT.XYZ dengan menggunakan metode Six Sigma, Seven Tools, dan Pengendalian Proses Statistik (SPC) untuk mencapai manufaktur tanpa cacat. Penelitian ini menerapkan metode kuantitatif dengan pendekatan DMAIC. Hasil yang didapat menunjukkan total produksi sebesar 89.315,81 kg dengan cacat sebesar 1.521,30 kg, nilai DPMO 3.406,56, dan level sigma 4,2 sigma. Analisis Pareto mengidentifikasi mesin M.13 sebagai penyebab utama cacat, sedangkan diagram Fishbone mengungkapkan penyebab cacat berasal dari manusia, mesin, bahan, metode, dan lingkungan. Perbaikan dilakukan dengan metode 5W+1H, dan analisis P-Chart menunjukkan bahwa proses produksi masih berada dalam batas kendali statistik. Hasil penelitian mengindikasikan bahwa penerapan Six Sigma, SPC, dan Seven Tools dapat meningkatkan kualitas produk menuju manufaktur tanpa cacat.

Kata kunci : *Six Sigma*, *SPC*, *Seven Tools*, Pengendalian Kualitas, Pipa PVC, *Zero Defect Manufacturing*

### **ABSTRACT**

*The purpose of this study is to improve the quality control of PVC pipe products at PT.XYZ by using Six Sigma, Seven Tools, and Statistical Process Control (SPC) methods to achieve zero defect manufacturing. This study applied a quantitative method with the DMAIC approach. The results showed a total production of 89,315.81 kg with defects of 1,521.30 kg, a DPMO value of 3,406.56, and a sigma level of 4.2 sigma. Pareto analysis identified machine M.13 as the main contributor to defects, while the Fishbone diagram revealed that defects were caused by human, machine, material, method, and environmental factors. Improvements were carried out using the 5W+1H method, and P-Chart analysis showed that the production process was still within statistical control limits. The results indicate that the implementation of Six Sigma, SPC, and Seven Tools can improve product quality toward zero defect manufacturing*

*Keyword : Six Sigma, SPC, Seven Tools, Quality Control, PVC Pipe, Zero Defect Manufacturing*

## 1. PENDAHULUAN

Dalam beberapa tahun terakhir, permintaan akan produk berkualitas tinggi di sektor manufaktur telah meningkat. Persaingan kini berfokus pada kemampuan perusahaan untuk secara konsisten mempertahankan kualitas produk, bukan hanya pada kapasitas produksi atau harga. Hal ini juga berlaku untuk industri pipa PVC, yang produknya banyak digunakan dalam konstruksi, sistem perpipaan, dan aplikasi rumah tangga [1].

Kartika Hayu menjelaskan bahwa Sebuah perusahaan dapat dianggap berkualitas jika perusahaan tersebut memiliki sistem pembuatan yang baik dan proses yang teratur [2].

PT.XYZ yang berada di Sedati, Sidoarjo memproduksi pipa PVC dengan beberapa jalur mesin produksi. Untuk tetap bersaing, perusahaan berusaha untuk meningkatkan mutu produk, melakukan inovasi, dan mengurangi biaya produksi. Namun, data produksi dari 2021 hingga 2025 menunjukkan adanya masalah kualitas yang tak kunjung hilang: dari total 666.673 kg bahan yang diproses oleh unit penghancur selama 63 bulan, sebanyak 8,59% atau 57.300 kg merupakan bahan yang cacat atau ditolak. Laporan mingguan pada bulan Desember 2023 memperkuat hasil ini, di mana hanya berhasil mencapai 60,2% dari target, peningkatan down time hingga 4,28% pada bulan Maret 2023 menunjukkan bahwa gangguan mendadak masih menjadi ancaman nyata bagi kualitas dan volume produksi. Oleh karena itu, penerapan sistem pengendalian kualitas yang didukung oleh Industri 4.0 yang mampu mendeteksi kemungkinan cacat lebih awal menjadi kebutuhan mendesak bagi perusahaan.

Pengawasan kualitas adalah proses menjaga standar yang bertujuan untuk memastikan bahwa produk yang diproduksi memenuhi ketentuan yang ditetapkan oleh kebijakan manajemen perusahaan [3].

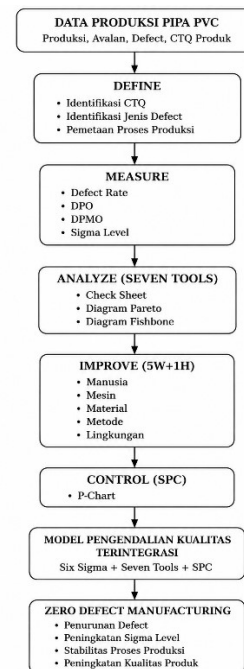
Pengendalian kualitas yang baik dapat dilakukan untuk mendapatkan produk berkualitas tinggi. Mencegah dan menurunkan kemungkinan terjadinya kesalahan selama proses produksi merupakan tujuan utama dari manajemen pengendalian kualitas. Hal ini dapat dicapai dengan melakukan upaya untuk memastikan bahwa setiap langkah dari proses produksi berjalan lancar sesuai kriteria yang ditetapkan [4].

Six Sigma menyediakan fondasi yang solid untuk menilai dan meningkatkan mutu barang serta jasa. Menekankan pentingnya nilai bagi konsumen saat menerapkan Six Sigma memiliki efek baik bagi jalannya proses produksi [5] Six Sigma merupakan cara yang sistematis untuk mengawasi kualitas dengan menggunakan langkah DMAIC (Define, measure, analyze, improve, control)[6][7].

Kontrol Proses Statistik (SPC) adalah sebuah metode yang berasal dari analisis angka dan memberikan kemampuan kepada perusahaan untuk mengawasi dan mengatur proses produksi secara terus-menerus [8].

Penelitian [5] menunjukkan bahwa metode Six Sigma berhasil meningkatkan mutu produk dengan cara mengurangi variasi dalam proses dan menggunakan pendekatan DMAIC, tetapi studi ini masih bersifat umum dan belum diterapkan secara khusus di industri pipa PVC serta belum menggabungkan SPC dan Seven Tools dalam satu model pengendalian mutu.

Penelitian [9] telah menerapkan SQC dan New Seven Tools pada produksi pipa PVC untuk mengidentifikasi jenis defect dan faktor penyebab kecacatan produk.



Gambar 1 *Development Model*

Gambar 1 memaparkan model kontrol kualitas yang dirancang untuk riset ini. Model ini menggabungkan metode Six Sigma dengan langkah-langkah DMAIC, tujuh alat untuk



menemukan dan meneliti sumber masalah cacat, serta Statistical Process Control (SPC) dengan P-Chart untuk mengawasi proses. Gabungan ketiga metode ini menciptakan model kontrol kualitas yang bisa membantu perbaikan terus menerus dan target produksi tanpa cacat di pabrik pipa PVC.

Penelitian sebelumnya mengenai pengendalian kualitas pipa PVC umumnya menggunakan metode Statistical Quality Control (SQC) yang dikombinasikan dengan Fault Tree Analysis (FTA) atau New Seven Tools untuk mengidentifikasi jenis cacat, menentukan penyebab kecacatan, dan menyusun rekomendasi perbaikan. Fokus penelitian tersebut lebih banyak pada analisis kecacatan produk dan penelusuran akar penyebab masalah [10].

Berbeda dengan penelitian sebelumnya, penelitian ini mengembangkan model pengendalian kualitas yang terintegrasi dengan menggabungkan Six Sigma, Seven Tools, dan Statistical Process Control (SPC) dalam kerangka DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control). Selain mengidentifikasi penyebab cacat, penelitian ini juga mengukur kapabilitas proses melalui perhitungan DPMO dan level sigma, merancang tindakan perbaikan menggunakan 5W+1H, serta melakukan pengendalian berkelanjutan menggunakan P-Chart untuk memastikan proses tetap berada dalam batas kendali statistik. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya berfokus pada identifikasi masalah, tetapi juga membangun sistem pengendalian kualitas yang berkelanjutan menuju Zero Defect Manufacturing.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Six Sigma

Six Sigma merupakan konsep statistik yang mengukur suatu proses yang berkaitan dengan cacat atau kerusakan. Mencapai enam sigma berarti bahwa suatu proses menghasilkan hanya 3,4 cacat per sejuta peluang, dengan kata lain bahwa proses itu berjalan hampir sempurna [11]. Ada lima tahap atau langkah dasar dalam menerapkan strategi SixSigma ini yaitu Define – Measure – Analyze – Improve – Control (DMAIC), dimana tahapannya merupakan tahapan yang berulang atau membentuk siklus peningkatan kualitas dengan Six Sigma [11].

### 2.2 Statistical Process Control (SPC)

SPC merupakan sebuah teknik statistik yang digunakan secara luas untuk memastikan bahwa proses memenuhi standar. Dengan kata lain SPC merupakan sebuah proses yang digunakan untuk mengawasi standar, membuat pengukuran dan mengambil tindakan perbaikan selagi sebuah produk atau jasa sedang diproduksi [12].

### 2.3 Seven Tools

*Seven Tools* adalah pendekatan berbasis grafik untuk pemecahan masalah kontrol kualitas. Pada tahun 1968, Dr. Kaoru Ishikawa menerbitkan sebuah buku berjudul *Gemba no QC Shuho*, yang memperkenalkan tujuh alat. Lembar pemeriksaan, histogram, diagram Pareto, diagram kontrol, diagram sebab dan akibat, dan diagram sebar adalah ketujuh alat tersebut [4].

## 3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk memberikan solusi terhadap masalah kualitas dalam proses pembuatan pipa PVC data produksi yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari periode Januari–Desember 2025. Oleh karena itu, analisis dilakukan berdasarkan total output produksi dan total defect yang dihasilkan selama periode penelitian.

Cacat dalam studi ini dijelaskan sebagai barang yang tidak sesuai dengan standar kualitas yang ditetapkan oleh perusahaan sehingga dianggap sebagai avalan. Tipe cacat mencakup perbedaan ukuran, pecahan, perubahan warna, gelembung, pencemaran bahan, dan kekurangan visual lainnya.

Produk yang dianalisis terdiri dari pipa PVC ukuran C 5/8" × 4 m, D 2½", D 3", dan pipa fleksibel ukuran 2" × 50 m, dan 5/8" x 50 m.

Pengendalian Kualitas merupakan suatu metode yang digunakan untuk merancang, memproduksi, mengembangkan, serta memberikan layanan produk yang berkualitas, hemat biaya, berguna, dan mampu memenuhi kepuasan pelanggan [9].

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan kuantitatif, Data yang digunakan mencakup data primer, seperti hasil observasi, wawancara, dan data mengenai produk cacat, serta data sekunder yang diperoleh dari laporan produksi, standar kualitas, dan dokumen perusahaan lainnya. Adapun metode yang



digunakan yaitu *Six Sigma*, *Statistical Process Control* (SPC), dan *Seven Tools*.

SPC adalah sebuah metode yang diterapkan untuk memantau kualitas, melakukan pengukuran, dan melakukan perbaikan saat produk atau layanan sedang dibuat [12].

*Seven Tools* adalah pendekatan berbasis grafik untuk pemecahan masalah kontrol kualitas. Pada tahun 1968, Dr. Kaoru Ishikawa menerbitkan sebuah buku berjudul *Gemba no QC Shuho*, yang memperkenalkan tujuh alat. Lembar pemeriksaan, histogram, diagram Pareto, diagram kontrol, diagram sebab dan akibat, dan diagram sebar adalah ketujuh alat tersebut [4].

*Six Sigma* adalah metode untuk meningkatkan cara kerja. Metode ini membantu perusahaan mengurangi kesalahan dan pemborosan. Caranya adalah dengan mencari hal-hal yang tidak efisien. Selanjutnya, dibentuk tim untuk menyelesaikan masalah tersebut sebelum semakin serius. Dalam pelaksanaannya, *Six Sigma* mengikuti kerangka DMAIC. Kerangka ini memiliki lima tahap: *Define, Measure, Analyze, Improve, Control*. Ini adalah cara terstruktur untuk menghasilkan produk yang hampir sempurna. Dalam angka, *Six Sigma* bertujuan agar tingkat kesalahan tidak lebih dari 3,4. Angka ini dinamakan *Defects Per Million Opportunities* atau DPMO. Oleh karena itu, *Six Sigma* menjadi standar kualitas tertinggi di seluruh dunia industri dan layanan [13].

Pengumpulan informasi dilakukan dengan cara mengamati secara langsung dalam proses produksi, berbicara dengan operator serta staf yang mengawasi kualitas, dan juga mencatat data produksi bersama laporan pengendalian kualitas dari perusahaan.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 CheckSheet

*Checksheet* pada penelitian ini digunakan untuk mengklasifikasikan jenis cacat dan jumlah cacat.

Table 1 Data Produksi Pipa PVC tahun 2025

Jenis PVC	Pipa	Hasil produksi (kg)	Avalan/ defect (kg)	Penyusutan (kg)	Defect rate
C	5/8" x 4 m	26.914,4	433,7	26.480,7	1,61%
D	2½" & D 3" x 50 m	33.419,53	700	32.719,53	2,09%
	2" x 50 m	16.374,26	248,20	16.126,06	1,52%
	5/8" x 50 m	12.607,62	139,40	12.468,22	1,11%
	Total	89.315,81	1.521,30	87.794,51	

### 4.2 Tahap Define

Tahap *Define* adalah langkah pertama dalam metode *Six Sigma* yang bertujuan untuk menemukan dan menjelaskan proses pembuatan serta masalah yang muncul dengan cara yang teratur. [2]. Pada tahap ini dilakukan pemetaan aliran proses produksi secara menyeluruh guna memperoleh pemahaman yang jelas terhadap kondisi proses yang berjalan. Selain itu, ditetapkan *Critical to Quality* (CTQ) sebagai karakteristik kunci yang dapat diukur dari produk atau proses dan harus memenuhi standar atau batas spesifikasi tertentu agar mampu memenuhi kebutuhan dan kepuasan pelanggan.

*Critical to Quality* (CTQ) yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- Dimensi pipa sesuai standar, yaitu diameter, ketebalan, dan panjang pipa harus memenuhi spesifikasi yang ditetapkan perusahaan.
- Kualitas permukaan pipa, yaitu permukaan harus rata, halus, dan bebas dari goresan maupun cacat visual.
- Kekuatan fisik produk, yaitu pipa tidak mengalami retak, pecah, atau deformasi yang dapat mengurangi fungsi produk.
- Keseragaman warna dan material, yaitu warna produk harus seragam serta tidak terdapat perbedaan warna akibat pencampuran material yang tidak homogen.
- Bebas dari cacat fisik dan kontaminasi, seperti gelembung udara, bintik hitam, kotoran, atau kontaminasi material lain yang dapat menurunkan kualitas produk.

Kelima CTQ tersebut merupakan parameter kualitas utama perusahaan yang digunakan untuk mengevaluasi kualitas produk, yaitu dimensi, kualitas permukaan, kekuatan fisik, keseragaman warna, serta bebas dari cacat visual dan kontaminasi.

### 4.3 Tahap Measure

Tahap *Measure* bertujuan untuk mengukur kinerja proses dan mengidentifikasi tingkat cacat melalui perhitungan *Defects Per Million Opportunities* (DPMO) serta level sigma sebagai indikator kapabilitas proses[2] Tahap *Measure* dilakukan untuk mengukur kinerja kualitas awal. Karena data yang tersedia berbentuk kg produksi dan kg avalan, maka *defect rate* dihitung dari



perbandingan avalan terhadap total output yang diperiksa.

masing-masing memberikan kontribusi sebesar 11,74% dan 8,42%.

Total produksi sebesar 89,315.81 kg dengan total defect sebesar 1,521.30 kg.

Tabel 2 *Check sheet*

Perhitungan DPO:  

$$DPO = \frac{1.521,30}{89.315,81 \times 5}$$

$$DPO = \frac{1.521,30}{446.579,05}$$

$$DPO = 0,003407$$

Perhitungan DPMO

$$DPMO = 0,003407 \times 1.000.000$$

$$DPMO = 3.406,56$$

Perhitungan Sigma level

$$Z = NORMSINV \left( 1 - \frac{DPMO}{1.000.000} \right)$$

Substitusi:

$$Z = NORMSINV(-0,00340656)$$

$$Z = NORMSINV(0,99659344)$$

Hasil  $Z = 2,70$

Kemudian:

$$\text{Sigma Level} = 2,70 + 1,5 \quad (7)$$

= 4,20

Sehingga level sigma proses tersebut adalah 4,2 sigma.

Selanjutnya, perhitungan DPMO dilakukan dengan menggunakan 5 peluang cacat atau CTQ, yaitu dimensi, permukaan, retak/pecah, warna/kebersihan material, dan cacat fisik lain seperti gelembung atau kontaminasi. Berdasarkan perhitungan, diperoleh nilai DPMO sebesar 3.406,56. Nilai ini menunjukkan bahwa dalam satu juta peluang cacat, proses produksi diperkirakan menghasilkan sekitar 3.407 defect. Berdasarkan nilai DPMO tersebut, diperoleh sigma level sebesar 4,2 sigma.

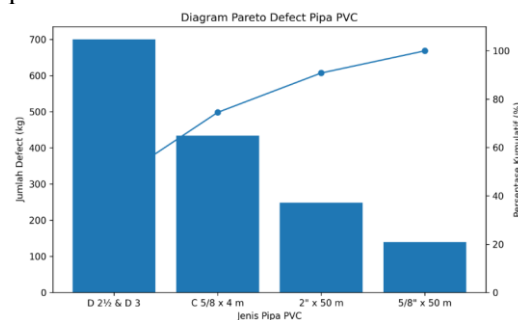
#### 4.4 Tahap *Analyze*

Berdasarkan data produksi pipa PVC, diketahui bahwa total avalan yang terjadi sebesar 1.521,30 kg dari total produksi 89.315,81 kg. Hasil perhitungan persentase kumulatif menunjukkan bahwa produk C 5/8" x 4 m menghasilkan jumlah avalan terbesar yaitu 433,7 kg dengan kontribusi sebesar 58,94% terhadap total defect. Selanjutnya, produk D 2½" & D 3" menghasilkan avalan sebesar 700 kg dengan kontribusi kumulatif mencapai 79,84%. Sementara itu, produk 2" x 50 m dan 5/8" x 50 m

Jenis Pipa PVC	Hasil produksi (kg)	Avalan/ defect (kg)	Defect rate	Persentase	Kumulatif
C 5/8" x 4 m (2)	26.914,4	433,7	1,61%	58,94%	58,94%
D 2½" & D 3" (3)	33.419,53	700	2,09%	20,90%	79,84%
2" x 50 m (4)	16.374,26	248,20	1,52%	11,74%	91,58%
5/8" x 50 m (5)	2.607,62	139,40	1,11%	8,42%	100,00%

Hasil Pareto pada gambar 1 menunjukkan bahwa produk D 2½" & D 3" menghasilkan defect terbesar yaitu 700 kg, diikuti oleh C 5/8" x 4 m sebesar 433,7 kg. Kedua jenis produk tersebut memberikan kontribusi kumulatif sekitar 74,52% terhadap total defect yang terjadi.

Sesuai prinsip Pareto, sebagian besar masalah kualitas berasal dari beberapa penyebab utama. Oleh karena itu, produk D 2½" & D 3" dan C 5/8" x 4 m menjadi prioritas utama dalam upaya perbaikan kualitas karena memiliki kontribusi defect terbesar. Selanjutnya, analisis akar penyebab dilakukan menggunakan Diagram Fishbone untuk mengidentifikasi faktor-faktor penyebab defect dari aspek manusia, mesin, material, metode, dan lingkungan sebagai dasar penyusunan tindakan perbaikan pada tahap Improve.

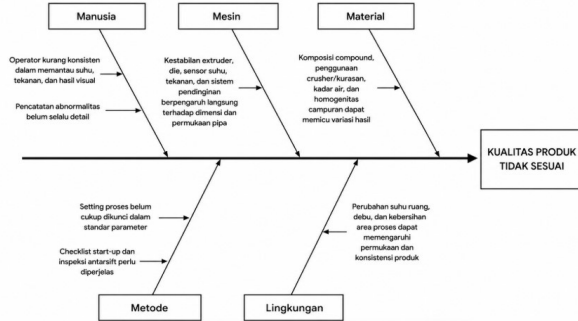


Gambar 2 Diagram *Pareto*

#### 4.5 Diagram Fishbone

Diagram Fishbone menunjukkan keterkaitan antara masalah yang ada dengan kemungkinan penyebabnya, serta elemen-elemen yang berpengaruh. Faktor-faktor yang mempengaruhi dan berpotensi menjadi penyebab kerusakan produk secara umum bisa dibagi menjadi kategori berikut:

Adapun penggunaan diagram sebab akibat untuk menelusuri jenis masing-masing kecacatan yang terjadi adalah sebagai berikut:



Gambar 3 Diagram *Fishbone*

Berdasarkan analisis *Six Sigma* yang dilakukan pada pembuatan pipa PVC di PT. XYZ, teridentifikasi beberapa faktor utama yang menyebabkan cacat, seperti pengawasan operator yang kurang, pengaturan mesin yang tidak konsisten, kualitas bahan baku yang bervariasi, tidak diterapkannya SOP secara rutin, dan suhu di area produksi yang tidak stabil. Oleh karena itu, langkah *Improve* dilaksanakan dengan menggunakan metode 5W+1H (Apa, Mengapa, Di mana, Kapan, Siapa, Bagaimana) untuk merancang tindakan perbaikan secara terencana. Dapat di lihat pada tabel 3 dibawah ini

#### 4.6 Tahap *Improve* (Perbaikan)

Tabel 3 *Improve* 5W + 1H

Faktor	What (Apa)	Why (Mengapa)	Where (Dimana)	When (Kapan)	Who (Siapa)	How (Bagaimana)
Manusia	Meningkatkan pengawasan operator	Karena operator kurang konsisten dalam memantau proses produksi	Area produksi pipa PVC	Saat proses produksi berlangsung	Supervisor produksi dan operator	Memberikan pelatihan, briefing rutin, dan checklist monitoring suhu, tekanan, serta inspeksi visual produk
Mesin	Menstabilkan setting mesin ekstruder dan die	Karena setting mesin yang tidak stabil menyebabkan defect produk	Mesin produksi Pipa PVC	Sebelum dan selama produksi	Teknisi dan operator mesin	Melakukan preventive maintenance, kalibrasi sensor suhu dan tekanan, serta standarisasi parameter mesin
Material	Mengontrol kualitas bahan baku PVC	Karena kualitas bahan baku yang tidak seragam memengaruhi kualitas produk	Gudang bahan baku dan area mixing	Sebelum proses produksi	QC material dan bagian gudang	Melakukan inspeksi bahan baku, kontrol kadar air, dan standarisasi komposisi compound PVC
Metode	Memperbaiki penerapan SOP produksi	Karena SOP belum dijalankan	Seluruh lini produksi	Setiap pergantian shift	Supervisor produksi	Membuat SOP lebih detail, checklist start-up mesin, dan

		secara konsisten				audit kepatuhan SOP secara berkala
Lingkungan	Menjaga stabilitas suhu area produksi dan kebersihan lingkungan	Karena suhu dan kebersihan memengaruhi permukaan dan dimensi produk	Area produksi dan pendinginan	Selama produksi berlangsung	Bagian produksi dan maintenance	Mengontrol suhu ruangan, meningkatkan ventilasi, serta menerapkan program 5S

Berdasarkan hasil analisis *Six Sigma* dan diagram Fishbone, tahap Improve difokuskan pada faktor manusia, mesin, material, metode, dan lingkungan sebagai penyebab utama defect produk pipa PVC. Pada faktor manusia, perusahaan perlu meningkatkan pengawasan operator melalui pelatihan, *briefing* rutin, dan checklist monitoring proses produksi agar operator lebih konsisten dalam mengontrol suhu, tekanan, dan kualitas visual produk. Pada faktor mesin, perbaikan dilakukan dengan menstabilkan setting mesin extruder, die, dan sensor suhu melalui preventive maintenance serta kalibrasi mesin secara berkala untuk mengurangi defect akibat ketidakstabilan mesin. Pada faktor material, perusahaan perlu mengontrol kualitas bahan baku, homogenitas compound PVC, dan kadar air material agar kualitas produk tetap stabil.

Selanjutnya, pada faktor metode dilakukan perbaikan implementasi SOP produksi melalui checklist start-up mesin dan audit SOP secara berkala agar proses produksi berjalan lebih konsisten. Sementara itu, pada faktor lingkungan perusahaan perlu menjaga stabilitas suhu area produksi dan meningkatkan kebersihan lingkungan kerja dengan penerapan program 5S untuk menjaga kualitas permukaan dan dimensi pipa PVC tetap sesuai standar perusahaan.

#### 4.7 Tahap Control dengan SPC

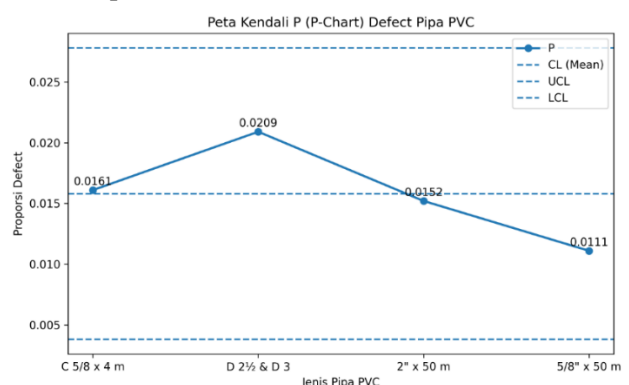
Tahap Pengendalian dalam metode *Six Sigma* memiliki tujuan untuk memastikan bahwa perbaikan yang dilakukan pada tahap Peningkatan dapat berlangsung dengan baik dan menjaga agar proses produksi tetap stabil [14]. Dalam penelitian ini, tahap pengendalian dilakukan dengan menggunakan metode Pengendalian Proses Statistik (SPC) untuk mengawasi variasi dalam proses pembuatan pipa PVC serta mengatur

tingkat cacat agar tetap dalam batas kendali statistik. Penerapan SPC dilaksanakan dengan menggunakan lembar pemeriksaan, perhitungan tingkat cacat, dan grafik p untuk mengetahui apakah proses produksi sudah berada dalam kondisi yang terkendali setelah dilakukan perbaikan.

Tabel 4 Control Chart

Jenis Pipa PVC	Hasil produksi (kg)	defect (kg)	P	Mean	Stan dar Deviasi	UCL	LCL
C 5/8" x 4 m	26.914, 4	433.7	0,016 1				
D 2½" & D 3"	33.419, 53	700	0,020 9	0,015	0,00	0,02	0,00
2" x 50 m	16.374, 26	248,20	0,015 2	8	4	78	38
5/8" x 50 m	12.607, 62	139,40	0,011 1				

Dari tabel 4 diatas dibuat lah grafik. Berikut grafik p-chart dapat dilihat dibawah ini



Gambar 4 Grafik P-Chart



Berdasarkan hasil Peta Kendali P (P-Chart), diperoleh nilai rata-rata proporsi defect (Central Line/CL) sebesar 0,0158, dengan Upper Control Limit (UCL) sebesar 0,0278 dan Lower Control Limit (LCL) sebesar 0,0038. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa seluruh nilai proporsi defect pada masing-masing jenis pipa PVC masih berada di antara batas kendali atas dan batas kendali bawah. Selain itu, tidak ditemukan titik yang melewati batas kendali maupun pola penyimpangan yang mengindikasikan adanya penyebab khusus (special cause variation). Kondisi ini menunjukkan bahwa proses produksi pipa PVC masih berada dalam keadaan terkendali secara statistik (statistical control).

Meskipun proses berada dalam kondisi terkendali, terdapat perbedaan tingkat kecacatan antar produk. Produk D 2½" & D 3" memiliki proporsi defect tertinggi yaitu sebesar 0,0209 dan berada paling dekat dengan batas kendali atas, sehingga menunjukkan bahwa produk tersebut memiliki tingkat kecacatan yang relatif lebih tinggi dibandingkan produk lainnya. Oleh karena itu, produk ini perlu menjadi prioritas utama dalam upaya perbaikan kualitas. Sebaliknya, produk 5/8" × 50 m memiliki proporsi defect terendah yaitu 0,0111, yang menunjukkan bahwa proses produksinya memiliki performa kualitas yang relatif lebih baik. Dengan demikian, meskipun proses produksi secara keseluruhan telah stabil, perusahaan tetap perlu memfokuskan tindakan perbaikan pada produk D 2½" & D 3" untuk menurunkan tingkat defect

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

1. Penerapan cara *Six Sigma*, Tujuh Alat, dan Pengendalian Proses Statistik (SPC) bisa membantu perusahaan dalam menemukan dan mengatur penyebab cacat di proses pembuatan pipa PVC dengan pendekatan yang teratur.
2. Data yang diolah menunjukkan total produksi seberat 89.315,81 kg di mana jumlah cacat mencapai 1.521,30 kg serta DPMO pada angka 3.406,56 dan level sigma di angka 4,2 sigma. Temuan ini mengindikasikan bahwa proses produksi masih cukup efisien tetapi tetap perlu perbaikan untuk mencapai produksi tanpa cacat.
3. Analisis Fishbone mengungkap bahwa penyebab utama cacat berasal dari faktor

manusia, mesin, material, metode, dan kondisi lingkungan saat produksi.

4. Untuk tahap perbaikan, metode 5W+1H diterapkan dengan meningkatkan pengawasan terhadap operator, menstabilkan pengaturan mesin, mengontrol kualitas bahan baku, menerapkan SOP dengan konsisten, dan mengelola lingkungan produksi.
5. Hasil peta kendali P (P-Chart) menunjukkan bahwa semua proporsi cacat masih berada dalam batas kendali statistik, dengan rata-rata sebesar 0,0158, UCL sebesar 0,0278, dan LCL sebesar 0,0038, sehingga proses produksi masih berada dalam kondisi kontrol statistik.

### 5.2 Saran

1. Perusahaan dianjurkan untuk melakukan pemeliharaan preventif dan melakukan kalibrasi mesin secara teratur supaya proses pembuatan tetap stabil dan cacat dapat dikurangi.
2. Pengawasan kualitas bahan baku harus ditingkatkan dengan cara memeriksa keseragaman campuran PVC dan mengontrol kadar air material sebelum proses pembuatan dimulai.
3. Pelaksanaan SOP pembuatan perlu diperketat melalui pemeriksaan berkala, daftar pengecekan sebelum mesin dioperasikan, dan pelatihan bagi operator agar proses pembuatan menjadi lebih konsisten.
4. Perusahaan dianjurkan untuk mengadopsi teknologi Industri 4.0 seperti pemantauan secara langsung dan sensor otomatis guna meningkatkan efektivitas pengendalian kualitas menuju produksi tanpa cacat.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin mengucapkan penghargaan kepada PT. XYZ atas izin yang diberikan untuk melakukan penelitian serta menyediakan informasi yang diperlukan dalam kajian ini. Penulis juga mengucapkan rasa terima kasih kepada dosen pembimbing, tim laboratorium, operator produksi, dan semua yang telah memberikan sokongan, bantuan, serta saran



selama proses penelitian hingga penulisan artikel ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Wati, "Implementasi Lean Manufacturing dan Pengendalian Kualitas terhadap Efektivitas Proses Produksi: Systematic Literature Review," hal. 7152–7169, 2026.
- [2] U. Nurshihah, S. S. Dahda, dan M. Jufriyanto, "ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS KANDUNGAN NUTRISI PUPUK NPK MENGGUNAKAN SIX SIGMA DAN NEW SEVEN TOOLS (STUDI KASUS : PT. XYZ)," vol. 6, no. 2, hal. 214–223, 2026.
- [3] N. Nurhayani, S. R. Putri, dan A. Darmawan, "Analisis Pengendalian Kualitas Produk Outsole Sepatu Casual menggunakan Metode Six Sigma DMAIC dan Kaizen 6S," vol. 9, no. 1, hal. 248–258, 2023.
- [4] S. Kamah, N. Achmad, dan S. N. Abdussamad, "PENERAPAN HYBRID SEVEN TOOLS ANALYSIS DAN FAILURE MODE AND EFFECTS ANALISIS DALAM STATISTICAL PROSES," vol. 3, no. 7, hal. 202–212, 2025.
- [5] Suwanda, "The role of the six sigma method in controlling and improving product quality," vol. 3, no. 01, hal. 34–42, 2024, doi: 10.58471/esaprom.v3i01.
- [6] A. Rufaidah dan M. A. Alhariri, "Analisis Pengendalian Kualitas Paving dengan Metode Six Sigma," vol. 4, no. 2, hal. 810–820, 2025.
- [7] A. N. Khofifah, "ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS MENGGUNAKAN METODE SIX SIGMA DAN TRIZ GUNA MENGURANGI PRODUK DEFECT (STUDI KASUS PADA CV. KARYA WAHANA SENTOSA)," 2024.
- [8] K. Archana dan S. Kumar, "Enhancing Manufacturing Quality Through Statistical Process Control," vol. 20, no. 2, hal. 176–181, 2023.
- [9] I. D. Pratiwi dan Y. Ngatilah, "ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK PIPA PVC AW 4 SUPRALON DENGAN METODE STATISTICAL QUALITY CONTROL ( SQC ) DAN NEW SEVEN TOOLS DI PT XYZ," vol. 01, no. 02, hal. 1–12, 2020.
- [10] M. Akbar, M. Dahlan, dan M. F. Hafid, "MEMINIMALKAN RISIKO CACAT PADA PRODUKSI PIPA PVC DENGAN METODE SQC DAN FTA DI PT . HJMB," 2024.
- [11] F. P. Arifiardy dan A. Susanty, "PENGENDALIAN DAN PENJAMINAN KUALITAS MENGGUNAKAN METODE SIX SIGMA PADA DEPARTEMEN PRODUKSI PT AIMFOOD MANUFACTURING INDONESIA," hal. 1–9, 2022.
- [12] K. B. Hutagaol dan F. Z. Maznah, "ANALISIS SISTEM PENGENDALIAN KUALITAS BETON READY MIX PT SCG PADA PROYEK KONSTRUKSI PT NSJ MENGGUNAKAN METODE STATISTICAL PROCESS CONTROL (SPC)," vol. 1, no. 1, hal. 7–15, 2026.
- [13] S. Siallagan dan D. S. Manik, "Analisis Metode Pengendalian Kualitas Produk sebagai Pencegahan Kegagalan Produksi: A Literature Review," vol. 8, no. November, hal. 145–155, 2024.
- [14] D. E. Basuki, "ANALISIS UPAYA PENURUNAN WASTE DEFECT DENGAN METODE SIX SIGMA PADA PRODUK GLOVE NIKE EXTREME DI AREA PRODUCTION PT. SPORT GLOVE INDONESIA," 2023.