

Quality Control Analysis Using Six Sigma Method with DMAIC Approach to Improve the Quality of Granite Products [Analisis Pengendalian Kualitas Menggunakan Metode Six Sigma Dengan Pendekatan DMAIC Untuk Peningkatan Kualitas Produk Granit]

Danu Pratama Putra¹⁾, Atikha Sidhi Cahyana^{*2)}

¹⁾ Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾ Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: atikhasidhi@umsida.ac.id

Abstract. *This research was conducted at PT SPC, a granite product manufacturer facing product defect issues with a defect rate over 6 months reaching 107,568 pieces (3.32%) of the total production of 3,240,000 pieces, exceeding the company's standard of 2.5%. This study aims to determine the defect rate and reduce granite product failures at PT SPC. The Six Sigma method with the DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control) approach was applied to identify and address issues that arose during the production stages. The DPMO value was calculated to be between 11,000,000 and 11,200,000, with a stable sigma level of around 3.78 to 3.79. Pareto chart analysis shows that there are three types of defects in the granite production process from October to March 2024, namely 45,090 pcs of dimples, 32,616 pcs of holes, and 29,862 pcs of chips. Of the three defects, the most dominant was dimples, totaling 45,090 pieces out of a total of 107,568 defective products during the period from October to March 2025.*

Keywords – Granit Product, DMAIC, Pareto Chart, Six Sigma

Abstrak. *Penelitian ini dilakukan di PT SPC yang merupakan produsen produk granit dan menghadapi masalah cacat produk dengan tingkat kecacatan selama 6 bulan mencapai 107.568 pcs (3,32%) dari total produksi 3.240.000 pcs, melebihi standar 2,5% yang ditetapkan perusahaan. Penelitian ini bermaksud untuk mengetahui tingkat cacat produk dan mengurangi kegagalan produk granit di PT SPC. Metode Six Sigma dengan pendekatan DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control) diterapkan untuk mengidentifikasi dan mengidentifikasi isu yang muncul selama tahapan produksi. Perhitungan nilai DPMO antara 11.000.000 hingga 11.200.000, dengan level sigma stabil di sekitar 3,78 sampai 3,79. Analisis diagram pareto menunjukkan ada 3 jenis defect pada proses produksi granit di periode Oktober sampai Maret 2024 yaitu adanya dimpel sebanyak 45.090 pcs, lubang 32.616 pcs, dan gupil 29.862 pcs. Dari ketiga defect tersebut yang paling dominan adalah dimpel sebanyak 45.090 pcs dari total produk defect sebesar 107.568 pcs selama periode Oktober sampai Maret 2025.*

Kata Kunci – Produk Granit, DMAIC, Diagram Pareto, Six Sigma

I. PENDAHULUAN

PT SPC merupakan salah satu bentuk perseroan terbatas penanaman modal asing (PMA) dari perusahaan induk di Taiwan yang menanamkan modalnya di Indonesia melalui pendirian perusahaan manufaktur keramik pada sekitar tahun 2012 dan telah memproduksi serta menjual keramik selama 40 tahun. PT SPC bertempat di Ngoro Industri Persada (NIP), Jawa Timur, Indonesia. Perusahaan ini telah memproduksi *rustic tile* (keramik klasik), *polished porcelain tile* (granit), *floor tile* (keramik lantai), *wall tile* (keramik dinding).

Ubin tipe granit adalah produk baru perusahaan yang mempunyai masalah dimana kecacatan produk masih sering terjadi. Terjadinya cacat diduga dipengaruhi beberapa hal seperti kondisi lingkungan kerja yang kurang bersih, kualitas bahan yang digunakan, serta kurang telitinya pekerja pada produksi yang tidak sesuai standar yang ditetapkan. Banyaknya produk yang cacat menyebabkan target kualitas perusahaan tidak tercapai sehingga perusahaan mengalami kerugian. Dari hasil observasi selama 6 bulan, PT SPC telah memproduksi sebanyak 3.240.000 pcs dengan kecacatan produk sebanyak 107.568 pcs. Setiap bulan terjadi cacat produk rata-rata 17.928 pcs atau sebesar 3.32%, presentase ini lebih besar dari kriteria *defect* yang telah ditentukan perusahaan yakni sebesar 2.5%. Macam kecacatan berupa gupil, lubang, serta dimpel sehingga produk tidak masuk dalam kualitas pertama.

Untuk mendukung penelitian ini terdapat beberapa penelitian terdahulu, yaitu analisa pengendalian kualitas kecacatan produksi teh hitam dengan memakai metode *Six Sigma* dengan pendekatan *Define, Measure, Analyze, Improve, dan Control* (DMAIC) yang bertujuan untuk mengetahui tingkat cacat produk dan mengurangi kegagalan

produk [1]. Pengendalian kualitas *frozen food* dengan metode *statistical process control* serta *failure mode and effect* untuk mengetahui faktor penting penyebab cacat *frozen food* dan menurunkan produk cacat [2]. Analisa pengendalian mutu untuk meminimalisir kecacatan produk keramik pada proses *kiln* dengan metode *Six Sigma* di PT Gemilang Mitra Sejahtera untuk menganalisa penyebab-penyebab cacat serta melakukan tindakan perbaikan yang efektif [3]. Analisis pengendalian kualitas pada produk *outsole* sepatu casual menggunakan metode *Six Sigma* dengan pendekatan DMAIC dan *Kaizen five M-Checklist* serta 6S untuk mengendalikan mutu pada produk *outsole* sepatu casual [4]. Usulan perbaikan kualitas produk mangkuk menggunakan metode *Six Sigma* dengan pendekatan DMAIC dan *continuous improvement* untuk meningkatkan kualitas produk mangkuk gambar ayam jago [5]. Terdapat perbedaan penelitian ini dengan sebelumnya yaitu pada penelitian ini dilakukan pada industri manufaktur granit, sedangkan penelitian terdahulu dilakukan pada industri pangan, serta manufaktur selain granit yaitu pada keramik dan sepatu. Selain itu terdapat persamaan penelitian ini dengan terdahulu yaitu sama-sama untuk meningkatkan kualitas dan meminimalkan *defect* produk.

Penelitian ini bertujuan guna mengidentifikasi akar penyebab masalah penurunan kualitas granit dan memberikan strategi peningkatan kualitas granit yang lebih baik menggunakan metode *Six Sigma* dengan pendekatan DMAIC, mengukur tingkat *sigma* dan memberikan rekomendasi perbaikan dalam proses produksi serta pengendalian kualitas granit guna mencapai standar kualitas *Six Sigma* yang lebih tinggi. Penelitian ini juga menggunakan diagram *fishbone* guna mengidentifikasi aspek-aspek penyebab utama penurunan mutu granit secara lebih spesifik dalam konteks proses produksi granit.

II. METODE

Penelitian ini dilaksanakan di PT SPC yang bertempat di wilayah Ngoro Industri Persada, Desa Lolawang, Kecamatan Ngoro, Kabupaten Mojokerto, Jawa Timur, 61385. Untuk memperoleh data yang tepat serta akurat, penelitian ini dilaksanakan pada divisi produksi, dimana titik ini dipilih karena seringkali terjadi cacat produk sehingga perlu dilakukan penelitian untuk mengurangi cacat produk yang terjadi. Waktu dilaksanakannya penelitian ini adalah selama 6 bulan yaitu pada bulan Oktober sampai dengan bulan Maret 2024. Dalam tahapan pengumpulan data yang diperlukan yaitu catatan produksi dan kategori kecacatan granit yang terjadi. Data ini digunakan sebagai dasar penelitian, data didapatkan dengan observasi dan wawancara, dari hasil wawancara didapatkan faktor penyebab terjadinya kecacatan produk. Penyebab terjadinya kecacatan produk ini nantinya akan dinilai melalui pengamatan (observasi) yang juga divalidasi oleh *ekspert* (tim ahli), ada 4 *ekspert* yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 1 orang manager dan 3 orang supervisor dari departemen produksi. Dalam penelitian ini menggunakan data produksi periode bulan Oktober sampai Maret yang digunakan sebagai dasar dalam menganalisis penelitian. Metode yang digunakan yakni *Six Sigma* dengan pendekatan DMAIC dan diagram *Fishbone*.

A. Kecacatan Produk

Kecacatan produk yaitu hasil dari produksi yang mempunyai kualitas buruk dan tidak sesuai acuan yang ditetapkan, namun masih dapat diperbaiki [6]. Terdapat 3 jenis *defect* dalam penelitian ini, yaitu lubang (*pinhole*) pada granit adalah celah-celah kecil di permukaan yang terbentuk pada lapisan glasir. Celah ini bisa muncul akibat adanya kotoran pada permukaan glasir saat proses pembakaran, atau dari udara yang terjebak di bawah glasir selama proses pembuatan., gupil adalah kondisi patah atau retak di tepi atau permukaan granit yang membuat granit tersebut tidak sempurna, biasanya disebabkan oleh benturan, tekanan yang berlebihan, atau kerusakan dalam proses produksi., dan dimpel yaitu lekukan kecil atau cekungan yang terdapat pada permukaan granit, dimpel bisa terjadi dari terkontaminasinya bahan/material glasur yang digunakan. Dengan adanya cacat produk maka perlu dilakukan tindakan perbaikan kualitas untuk memperbaikinya. Adanya kecacatan produk tentu menjadi kerugian bagi perusahaan karena harus dibuat di mesin penghancur (*crasher*) ataupun produk yang cacat tidak akan masuk dalam kategori kualitas pertama sehingga akan menurunkan kualitas yang ditetapkan.

B. Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas adalah tahap untuk menjamin produk tetap memenuhi standar kualitas sejak awal produksi hingga produk selesai dibuat, agar tidak ada barang yang tidak memenuhi standar kualitas setelah selesai diproduksi [7]. Karena tidak terpenuhinya target kualitas yang ditetapkan oleh perusahaan maka perlu dilakukan analisis untuk pengendalian kualitas agar mengurangi kecacatan produk yang diproduksi tidak melebihi dari target yang ditentukan perusahaan. Pengendalian kualitas bertujuan untuk memastikan produk tetap konsisten kualitasnya sebanding dengan kebutuhan pasar dan spesifikasi yang sudah ditentukan sesuai dengan kebijakan perusahaan. Hal ini dilakukan guna meminimalisir kecacatan produk [8].

C. *Six Sigma*

Six Sigma adalah sebuah program yang bermaksud untuk memaksimalkan mutu dengan menetapkan batas toleransi untuk *defect*. Semakin banyak *defect* yang muncul dalam proses, semakin rendah tingkat kualitas yang dicapai oleh proses tersebut [9]. Konsep ini menghubungkan kemungkinan terjadinya kesalahan dan persentase barang yang tidak memiliki cacat dengan "*level sigma*". Metode *Six Sigma* bisa juga dilihat sebagai penanganan pada sebuah tahap

produksi yang menggunakan pendekatan DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, dan Control*) untuk meningkatkan mutu.

Tabel 1. *Level Sigma*

<i>Level Sigma</i>	<i>Defect Per Million Opportunity (DPMO)</i>	<i>Keterangan</i>
<i>1-sigma</i>	691.642	<i>Sangat Tidak Kompetitif</i>
<i>2-sigma</i>	308.538	<i>Tidak Kompetitif</i>
<i>3-sigma</i>	66.807	<i>Rata – rata Industri USA</i>
<i>4-sigma</i>	6.210	
<i>5-sigma</i>	233	<i>Industri Kelas Dunia</i>
<i>6-sigma</i>	3,4	

Sumber : [10]

Dapat disimpulkan pada tabel 1 bahwa semakin baik kinerja produksi maka kelas *Sigma* yang diperoleh semakin tinggi. Nilai 6 *Sigma* dipilih karena pada saat ini berbagai perusahaan di tingkat global memiliki kemampuan proses dengan pengendalian kualitas antara 5 hingga 6 *sigma* [10]. *Six Sigma* juga digunakan untuk membantu pengendalian kualitas dan untuk menganalisis serta mengolah data untuk meningkatkan mutu suatu produk berdasarkan proses produksinya [11].

1. Tahap *Define*

Dalam pendekatan *Six Sigma*, *Define* merupakan tahapan pertama dalam mengidentifikasi masalah yang terjadi dalam proses yang sedang berlangsung [12]. Pada tahap *define* ini juga dilakukan identifikasi *Critical to Quality* (CTQ) untuk mengidentifikasi potensi masalah menggunakan diagram pareto.

2. Tahap *Measure*

Measure yaitu tahapan yang bertujuan untuk menghitung tahapan internal yang akan berdampak pada *Critical to Quality* (CTQ) serta dilakukannya pengukuran proses berdasarkan *Defect Per Million Opportunity* (DPMO) [13]. Hal ini memungkinkan untuk mengidentifikasi area yang memerlukan perbaikan agar dapat memenuhi standar kualitas yang dibutuhkan dan membantu dalam evaluasi kualitas proses yang dapat diukur. Nilai DPMO didapat melalui hitungan sebagai berikut:

$$\text{Defect Per Million Opportunity (DPMO)} = \frac{\text{Jumlah Defect}}{\text{Jumlah Produksi} \times \text{CTQ Potensial}} \times 1.000.000 \dots \dots \dots (1)$$

Sumber : [10]

3. Tahap *Analyze*

Analyze merupakan langkah pengkajian untuk mengidentifikasi elemen-elemen krusial yang perlu diperhatikan [14]. Tahap analisis ini memungkinkan untuk menentukan masalah mendasar yang harus diperbaiki dalam meningkatkan kualitas dan memenuhi standar yang ditetapkan dengan diagram *fishbone*.

4. Tahap *Improve*

Improve adalah tahap perbaikan yang dilakukan dengan usulan untuk perbaikan dari beragam jenis *defect* yang telah ditemukan [15]. Tahap perbaikan ini adalah suatu usaha untuk mengatasi beragam faktor yang menyebabkan proses gagal dan produk cacat, di mana langkah-langkah perbaikan harus difokuskan pada hal-hal yang dianggap paling penting berdasarkan tingkat cacat yang paling tinggi dari berbagai sumber kegagalan dan kecacatan yang telah diidentifikasi pada tahap analisis [16].

5. Tahap *Control*

Control adalah penilaian dari hasil koreksi produk dan standar pada level kerja yang baru untuk mengendalikan mutu produk yang didapatkan. Pada fase penilaian ini dilaksanakan perumusan usulan perbaikan yang akan dilaksanakan agar menaikkan kualitas mutu [17].

C. Peta Kendali Kontrol

Peta kendali digunakan sebagai evaluasi dari sebuah tahapan produksi yang sedang berlangsung serta membantu menyediakan informasi krusial untuk meningkatkan proses tersebut. Grafik pada peta kendali menampilkan garis tengah yang merupakan satu dari sekian fitur yang terhubung dengan kondisi yang terawasi. Selain itu, terdapat dua garis yang dikenal sebagai batas kendali atas dan batas kendali bawah (*Upper Control Limit* dan *Lower Control Limit*) [18]. Dengan grafik pada peta kendali tersebut, dapat ditafsirkan jika tahap produksi yang tidak terkendali nantinya bisa dilakukan perbaikan untuk menyingkirkan akar penyebab rangkaian kegiatan produksi menjadi tidak terkendali. Perihal tahapan dalam pembentukan peta kendali yaitu sebagai berikut:

1. Menetapkan Mean Defect :

$$CL = \frac{np}{n} \dots \dots \dots (2)$$

Sumber : [19]

Keterangan :

np : Total defect.

n : Total produksi.

2. Menetapkan garis tengah atau *center line* (CL)

$$CL = \bar{P} = \frac{\sum np}{\sum n} \dots\dots\dots(3)$$

Sumber : [19]

\bar{P} = Presentase rata – rata *defect*

$\sum np$ = Total jumlah produk cacat

$\sum n$ = Total jumlah pemeriksaan produk

Pada pengendalian proses, nilai *Upper Control Limit* (UCL) dan *Lower Control Limit* (LCL) akan ditetapkan untuk memastikan batas kendali atas dan batas kendali bawah.

3. Menetapkan UCL (*upper control limit*)

$$UCL = \bar{P} + 3 \sqrt{\frac{\bar{P} (1 - \bar{P})}{n}} \dots\dots\dots(4)$$

Sumber : [19]

Keterangan:

\bar{P} = Presentase rata-rata *defect*

n = Jumlah hasil produksi

4. Menetapkan LCL (*Lower Control Limit*)

$$LCL = \bar{P} - 3 \sqrt{\frac{\bar{P} (1 - \bar{P})}{n}} \dots\dots\dots(5)$$

Sumber : [19]

Keterangan:

\bar{P} = Presentase rata-rata *defect*

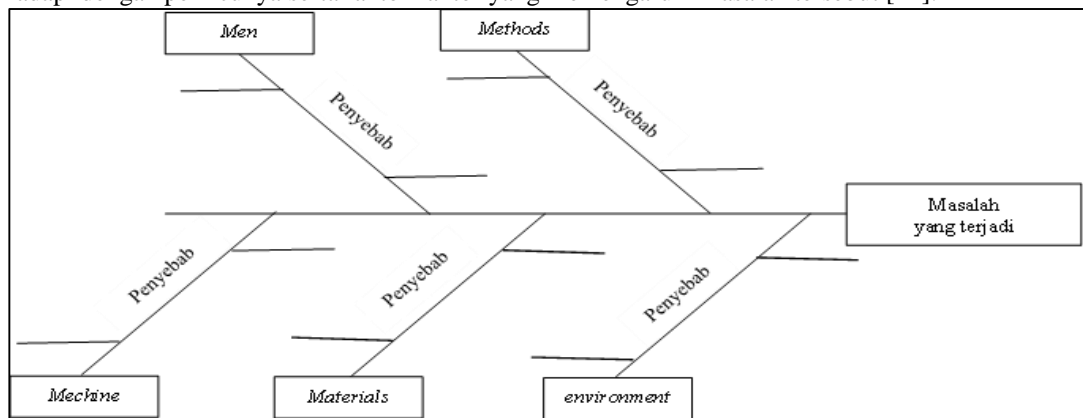
n = Jumlah hasil produksi

D. Diagram Pareto

Diagram ini digunakan untuk mengelola masalah, kesalahan, atau kecacatan dengan tujuan agar fokus dapat ditempatkan pada upaya penyelesaian masalah yang paling krusial. Hasil diagram pareto diterapkan untuk menemukan pemicu cacat, selanjutnya dirangkai untuk menjelaskan informasi yang didapat dari diagram sebab akibat (*Fishbone Diagram*) [20]. Dengan memusatkan perhatian pada elemen-elemen kunci yang berperan dalam permasalahan, diagram ini mendukung tim untuk menyalurkan usaha perbaikan pada aspek-aspek yang paling krusial. Hal ini memfasilitasi pemilihan solusi yang paling efisien dan efektif untuk mengatasi penyebab utama dari permasalahan yang paling signifikan.

E. Fishbone Diagram

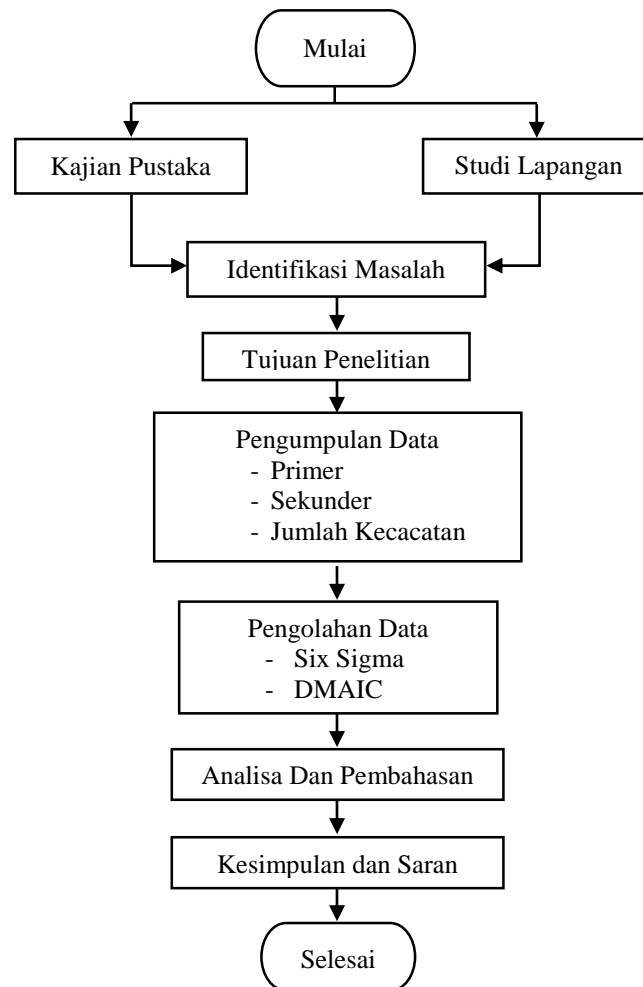
Diketahui juga sebagai diagram tulang ikan atau diagram *cause and effect* menunjukkan kaitan antara masalah yang dihadapi dengan pemicunya serta faktor-faktor yang memengaruhi masalah tersebut [21].



Gambar 1 Fishbone Diagram

Cara kerja penerapan diagram *fishbone* dilakukan untuk mengulas komponen yang mempengaruhi masalah yang terjadi (*defect*). Kemudian akan dianalisis kesimpulan dan dirangkum untuk memudahkan pengkajian. Faktor penyebab kerusakan hasil produksi secara umum adalah *man* (manusia), *Material* (bahan baku), *Method* (metode), *Machine* (mesin), *Environment* (lingkungan).

Semua proses dalam riset ini bisa dilihat pada diagram alur pada gambar 2.



Gambar 2 Flow Chart

Keterangan

1. Proses diawali dengan mulai, yaitu titik awal untuk memulai kegiatan penelitian.
2. Kajian pustaka, pada tahap ini dilakukan melalui membaca buku-buku dan referensi lainnya berupa artikel yang telah terpublish yang berkaitan dengan objek penelitian.
3. Studi lapangan adalah riset serta hasil studi kasus yang menunjukkan perkara yang akan dipecahkan. Penelitian ini dilaksanakan pada bagian produksi agar mengetahui kecacatan produk pada proses produksi.
4. Identifikasi masalah yaitu mendefinisikan masalah sebagai akar penyebab penelitian. Dengan diperolehnya permasalahan komposisi maka dapat ditentukan bagaimana cara pengendalian mutu granit dengan metode *six sigma* untuk meminimalisir jumlah *defect*.
5. Tujuan penelitian, pada tahap ini adalah untuk memberikan petunjuk yang jelas pada penelitian.
6. Pengumpulan data yaitu mengumpulkan data dari sumber primer maupun sekunder sesuai dengan rencana penelitian yang telah dilakukan.
7. Pengolahan data adalah tahapan untuk mengolah laporan dan analisa yang diperoleh berupa total kecacatan produk. Metode yang diterapkan pada tahap pengolahan data ini adalah *six sigma*.
8. Analisa dan pembahasan yaitu untuk menganalisis faktor-faktor yang menjadi penyebab kecacatan produk.
9. Kesimpulan dan saran adalah untuk mendapatkan hasil *defect* yang paling berpengaruh dengan metode *six sigma* dan menganalisis aspek *defect* untuk menjadikan standar perbaikan bagi perusahaan.
10. Selesai, setelah semua langkah selesai, penelitian dapat terselesaikan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan data didapatkan melalui kajian pustaka dan observasi lapangan yang berfungsi sebagai acuan untuk menafsirkan dan mengimplementasikan metode *Six Sigma* serta menentukan informasi yang diperlukan. Data yang

dihimpun meliputi data pada produksi dan informasi mengenai cacat produk granit selama enam bulan. Proses pengumpulan informasi dilakukan melalui wawancara dan pengamatan langsung di lokasi produksi. Berdasarkan pengumpulan informasi yang telah dijelaskan sebelumnya, analisis data lebih lanjut bisa dilakukan.

A. Define

PT SPC merupakan perusahaan yang memproduksi granit dan melalui berbagai langkah dalam proses pembuatan granit, salah satunya adalah fase produksi. Pada fase ini, teridentifikasi beberapa kategori cacat produk yang menandakan adanya isu dalam proses produksi. Beberapa tipe cacat yang sering muncul antara lain gupil, lubang, dan dimpel. Gupil membuat produk tidak memenuhi spesifikasi yang diharapkan, sedangkan lubang dan dimpel dapat menurunkan kualitas produk yang dihasilkan..

1. Menentukan nilai *Critical to Quality* (CTQ)

Data diperoleh melalui sesi wawancara dengan supervisor dan observasi langsung di lokasi. Informasi ini dianalisis untuk mengenali faktor-faktor utama yang memengaruhi kualitas, yang selanjutnya dijadikan dasar untuk menentukan nilai CTQ. Tabel 2 menyajikan data nilai CTQ (*Critical to Quality*) yang mencakup dampak yang dihasilkan dari cacat.

Tabel 2 *Critical to Quality* (CTQ)

No	CTQ	Sebab	Akibat
1	Gupil	Adanya benturan <i>body</i> granit	Sisi tertentu granit tidak rata
2	Lubang	Adanya debu/kotoran pada <i>body</i> granit	Lubang pada permukaan granit
3	Dimpel	Adanya kontaminasi pada bahan <i>liquid</i>	Permukaan granit tidak sempurna

Pada kajian ini, penyusunan *Critical to Quality* (CTQ) yang diuraikan pada tabel 2 didasarkan pada hasil observasi dan sesi wawancara dengan supervisor. Pengamatan tabel 2 mengidentifikasi jika kurangnya pengecekan pada *vanbelt line* yang berjalan dalam proses produksi mengakibatkan masalah granit yang berjalan kurang pas sehingga menyebabkan benturan hingga terjadi gupil, lubang akibat debu atau kotoran yang menempel pada permukaan granit menyebabkan permukaan granit yang menghasilkan lubang saat matang, serta dimpel dari terkontaminasinya bahan *liquid* yang digunakan sehingga menurunkan kriteria mutu produk yang dihasilkan.

2. Tabel *Defect* Granit Oktober – Maret 2024

Tabel 3 yaitu data *defect* granit yang diperoleh. Data ini diperlukan untuk mengetahui tingkat kesulitan yang dihadapi terkait dengan *defect*. Penelitian tambahan memungkinkan keberhasilan dalam penentuan penyebab utama permasalahan dan perumusan rencana pengendalian mutu.

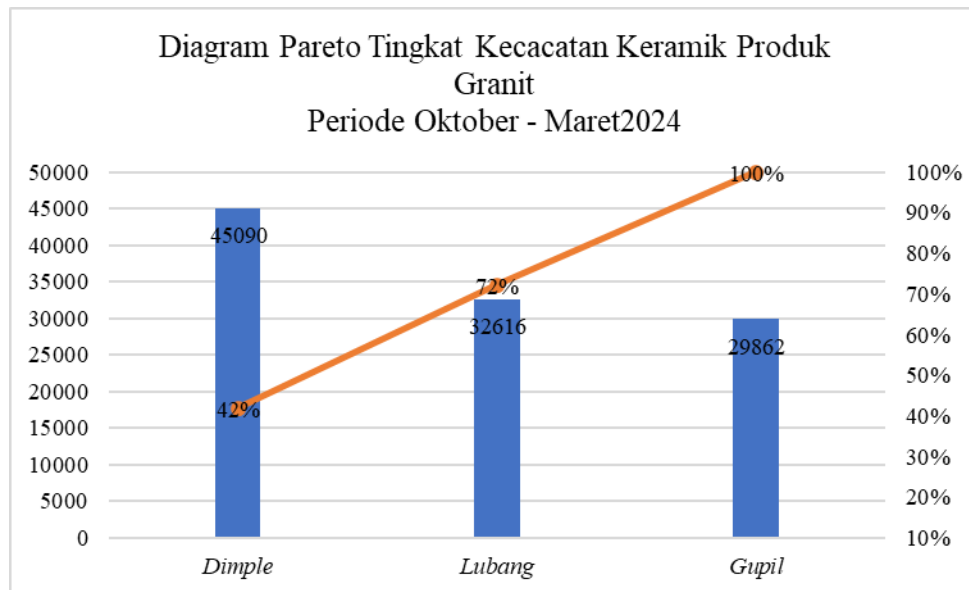
Tabel 3 *Defect* Granit

Bulan	Jenis <i>Defect</i>		
	Gupil	Dimpel	Lubang
Oktober	4.860	7.236	6.048
November	4.870	7.074	5.940
Desember	5.400	7.560	4.860
Januari	3.780	8.640	5.508
Februari	4.860	7.568	5.400
Maret	6.102	7.020	4.860
Total	29.862	45.090	32.616

Bersumber pada tabel 3, jenis *defect* dimpel mencatat jumlah terbesar 45.090 pcs daripada gupil dan lubang yang masing-masing mempunyai jumlah 29.862 pcs dan 32.616 pcs. *Defect* dimpel konsisten tertinggi perbulan. Karena itu, harus ada fokus khusus untuk menurunkan angka kecacatan dimpel agar kualitas produksi bisa lebih baik.

3. Diagram Pareto

Menyusun diagram Pareto untuk menggambarkan informasi tentang cacat pada produk granit sebagai tanda dari isu yang berlangsung.



Gambar 3 Diagram Pareto

Bersumber pada gambar 3, pemicu masalah bisa dikenali dan diatasi dengan cara menemukan dan memprioritaskan penyebab paling signifikan [14] dengan memperbaiki jenis kerusakan produk yang mempunyai presentase tertinggi. maka dari tiga jenis cacat produk, kategori yang paling banyak muncul adalah cacat dimpel, sehingga upaya perbaikan perlu difokuskan pada cacat kategori ini.

B. Measure

Tahap *measure* bertujuan untuk menetapkan tingkat *sigma*. Pengukuran dilangsungkan pada data cacat dari tahapan produksi selama enam bulan, dengan total produksi sebesar 3.240.000 unit dan ditemukan 107.568 cacat. Selanjutnya, dilakukan kalkulasi untuk menentukan total *defect* per bulan (*np*) dan proporsi *defect* yang terjadi, menggunakan persamaan yang telah ditetapkan.

1. Menentukan Rata-Rata (P)

$$P = \frac{\text{Jumlah kecacatan bulan Oktober}}{\text{Jumlah Produksi Bulan Oktober}}$$

$$P = \frac{18.144 \text{ pcs}}{540.000 \text{ pcs}}$$

$$P = 0,0332$$

Pada bulan Oktober, rasio kecacatan dihitung dengan cara membagi total kecacatan yang mencapai 18. 144 pcs dengan total produksi yang berjumlah 540. 000 pcs. Perhitungan tersebut menunjukkan bahwa rata-rata tingkat kecacatan pada bulan Oktober adalah 0,0332.

2. Menentukan Nilai Garis Tengah atau *Center Line* (CL)

Berikut merupakan contoh perhitungan untuk garis tengah (*center line*) dengan data yang telah diketahui mengenai total produksi sebesar 3.240.000 pcs dengan total *defect* sebesar 107.568 pcs.

$$CL = \bar{P} = \frac{107.568}{3.240.000}$$

$$\bar{P} = 0,0332$$

Hasil perhitungan menunjukkan nilai garis tengah bulan Oktober sebesar 0,0332.

3. Menentukan *Upper Control Limit* (UCL)

Contoh perhitungan UCL pada bulan Oktober

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

$$UCL = 0,0332 + 3 \sqrt{\frac{0,0332 (1 - 0,0332)}{540.000}}$$

$$UCL = 0,0339$$

Hasil perhitungan memperlihatkan *upper control limit* bulan Oktober sebesar 0,0339.

4. Menentukan *Lower Control Limit* (LCL)

Contoh perhitungan LCL pada bulan Oktober

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

$$LCL = 0,0332 - 3 \sqrt{\frac{0,0332 (1 - 0,0332)}{540.000}}$$

$$LCL = 0,0325$$

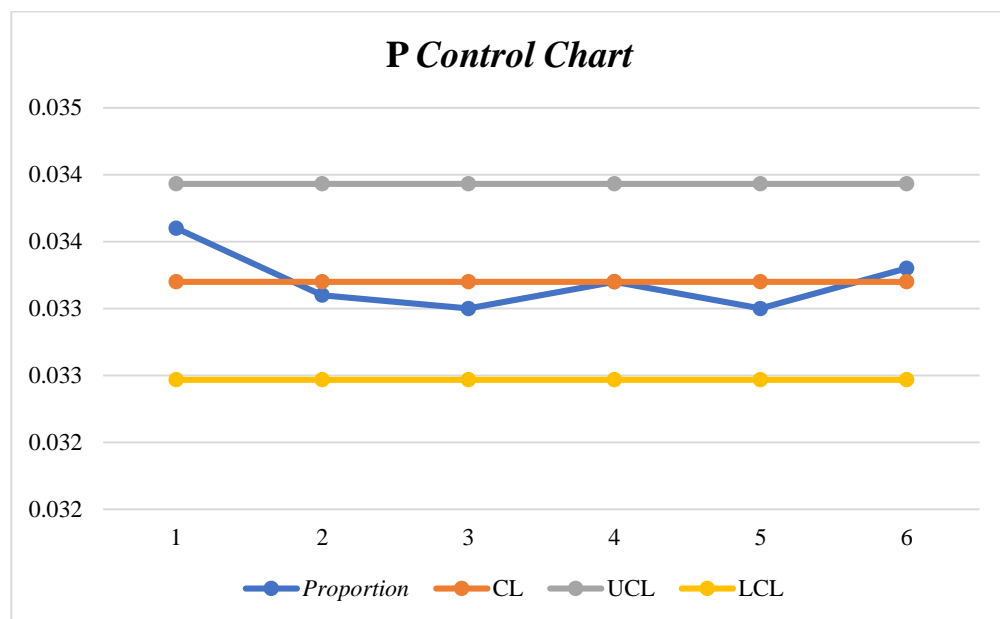
Hasil perhitungan memperlihatkan *lower control limit* bulan Oktober sebesar 0,0325.

Perhitungan nilai rata-rata (P), *center line* (CL), *upper control limit* (UCL), dan *lower control limit* (LCL) bulan Oktober sampai Maret, dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4 Hasil Perhitungan Proporsi Kecacatan

Periode	Jumlah Produksi	Jumlah Defect	Proportion	P	CL	UCL	LCL
Oktober	540.000	18,144	0.034	0.03360	0.0332	0.0339	0.0325
November	540.000	17,874	0.033	0.03310	0.0332	0.0339	0.0325
Desember	540.000	17,820	0.033	0.03300	0.0332	0.0339	0.0325
Januari	540.000	17,928	0.033	0.03320	0.0332	0.0339	0.0325
Februari	540.000	17,820	0.033	0.03300	0.0332	0.0339	0.0325
Maret	540.000	17,982	0.033	0.03330	0.0332	0.0339	0.0325
TOTAL	3,240,000	107,568					

Berdasarkan Tabel 4, selama periode Oktober sampai Maret, jumlah produksi total mencapai 3.240.000 pcs dengan jumlah cacat sebanyak 107.568 pcs. Rata-rata proporsi cacat (P) setiap bulannya berada dalam kisaran 0,033 hingga 0,0336, dengan nilai CL (garis tengah) konsisten sekitar 0,0332 serta nilai UCL (*Upper Control Limit*) dan LCL (*Lower Control Limit*) menunjukkan batas kontrol yang juga stabil di antara 0,0339 dan 0,0325. Dari hasil analisis data yang telah dilakukan, peta kendali P telah disusun dan dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4 Peta Kendali P Chart

Bersumber pada gambar 4, tidak ada informasi yang berpengaruh pada batas kendali atas dan bawah, sehingga grafik tersebut berada dalam status terkendali. Dengan demikian, tahap produksi berlangsung dengan optimal dan mengidentifikasi bahwa kemampuan tahap produksi dapat maksimal. Namun demikian, inspeksi total harus dilaksanakan agar hasil produk stabil pada kendali batas serta meningkatkan kinerja perusahaan secara keseluruhan dan memberikan dampak positif proses produksi di dalam perusahaan.

5. Perhitungan *Defect Per Million Opportunity* (DPMO) dan *Level Sigma*

Bersumber pada tabel 5 terlihat perhitungan nilai *Defect Per Million Opportunity* (DPMO) dan *level sigma* untuk tahapan produksi bulan Oktober hingga Maret.

Tabel 5 Nilai *Defect Per Million Opportunity* (DPMO) dan *Level Sigma*

Bulan	Total Produksi	Total Defect	Opportunities	DPMO	Level Sigma
Oktober	540.000	18.144	3	11.200,000	3.78
November	540.000	17.874	3	11.033,333	3.79
Desember	540.000	17.820	3	11.000,000	3.79
Januari	540.000	17.928	3	11.066,667	3.79
Februari	540.000	17.820	3	11.000,000	3.79
Maret	540.000	17.982	3	11.100,000	3.79

Contoh perhitungan *Defect Per Million Opportunity* (DPMO) bulan Oktober:

$$\text{DPMO} = \frac{\text{Jumlah Produk cacat bulan Oktober}}{\text{Jumlah produksi bulan Oktober} \times \text{CTQ Potensial}} \times 1.000.000$$

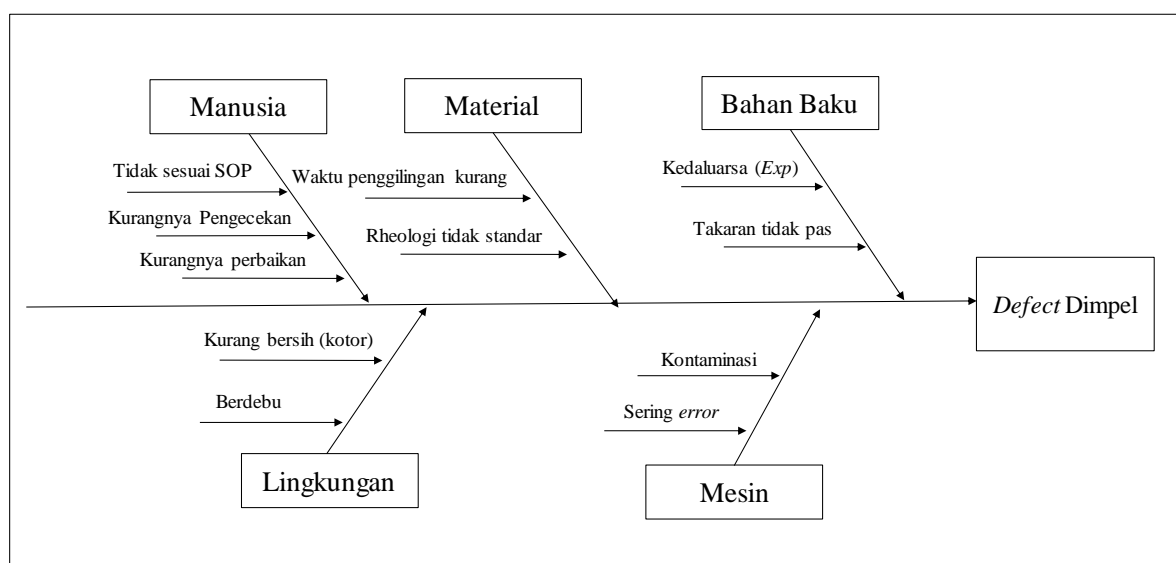
$$\text{DPMO} = \frac{18.144}{540.000 \times 3} \times 1.000.000$$

$$\text{DPMO} = 11.200$$

Bersumber pada tabel 5, nilai *Defect Per Million Opportunity* (DPMO) tahap produksi bulan Oktober-Maret berada dalam kisaran 11.000.000 hingga 11.200.000, dengan *level sigma* konsisten di angka 3,78 hingga 3,79. Hal ini mengindikasikan bahwa kinerja produksi kurang memuaskan karena belum mencapai angka 6 sigma. Kondisi ini menandakan pentingnya perbaikan pada proses untuk menekan *defect* dan meraih *level sigma* yang lebih maksimal serta menurunkan angka *Defect Per Million Opportunity* (DPMO). Meskipun ada sedikit variasi dalam jumlah *Defect Per Million Opportunity* (DPMO), tingkat sigma tetap sama sepanjang bulan. Data tersebut menunjukkan bahwa tahap produksi mengalami tingkat cacat yang cukup tinggi, tetapi tidak ada perubahan yang berarti dalam tingkat *sigma*. Dengan nilai sigma yang belum mencapai 6 *sigma*, terdapat kebutuhan untuk melakukan upaya perbaikan guna mengurangi tingkat kecacatan supaya perusahaan dapat berkompetisi dengan perusahaan di tingkat global.

C. Analyze

Tahap analisis masalah dilaksanakan setelah pengumpulan data. Pada fase ini, kajian berfokus pada dasar masalah, solusi yang diajukan, dan kemampuan proses yang berlangsung. Tahapan yang dilakukan mencakup analisis dengan menggunakan diagram pareto serta diagram tulang ikan. Diagram tulang ikan berfungsi untuk menganalisis hubungan sebab-akibat dari cacat produk, membantu mengorganisir penyebab, dan menawarkan alternatif solusi sebagai rencana perbaikan. Penggunaan diagram ini sangat memudahkan dalam merumuskan langkah-langkah perbaikan yang sesuai.



Gambar 5 Fishbone Diagram

Bersumber pada diagram *fishbone* dalam gambar 5, dapat disimpulkan jika adanya kebutuhan yang mendesak untuk rencana pengendalian kualitas guna menangani masalah tersebut. Aspek yang menyebabkan *defect* adalah faktor manusia karena minimnya pemahaman terhadap SOP, serta kurangnya pemeriksaan dan perbaikan jalur produksi dan alat yang digunakan secara rutin, faktor material yang disebabkan waktu penggilingan kurang dan *rheology* yang tidak standar, faktor bahan baku yang disebabkan karena sudah kadaluarsa dan takaran yang kurang pas, faktor mesin yang sering error dan terkontaminasi, serta faktor lingkungan berdebu dan kotor.

D. *Improve*

Pada tahap ini, dilakukan upaya untuk memberikan rekomendasi perbaikan dengan maksud untuk menurunkan tingkat kegagalan pada produksi granit di PT SPC serta menemukan dan menganalisis penyebab masalah. Dengan mengetahui total cacat tertinggi, tahap berikutnya adalah menggunakan analisis penyebab utama dengan teknik *fishbone* untuk mengidentifikasi elemen yang berpengaruh terhadap kecacatan tersebut. Pada tahap ini, sejumlah langkah diimplementasikan untuk menangani masalah yang teridentifikasi dari sesi wawancara supervisor serta analisis referensi dari penelitian sebelumnya.

1. Manusia

- Melaksanakan pembinaan, sosialisasi, serta pengarahan secara berkala terkait SOP serta kontrol pengecekan dan perbaikan untuk memastikan line dan mesin berjalan dalam kondisi selalu baik [3].

2. Mesin

- Memperbaiki mesin secara tangkas dan akurat ketika terjadi kerusakan serta menerapkan program perawatan preventif mesin yang telah direncanakan dan disusun secara teratur untuk menghindari terjadinya *error* atau kontaminasi bahan lain yang menyebabkan dimpel [3].

3. Bahan Baku

- Memperketat proses *quality control* agar secara rutin melakukan cek pada bahan yang akan digunakan serta melakukan penimbangan dengan takaran yang pas sesuai komposisi yang berlaku [21].

4. Material

- Memperketat proses *quality control* untuk memastikan *rheologi* semua material yang digunakan agar selalu akurat dan sesuai standar yang berlaku [21].

5. Lingkungan

- Selalu memastikan kebersihan lingkungan dengan pembersihan tempat kerja secara berkala serta penambahan blower pada area vital untuk mengurangi debu guna mencegah terjadinya dimpel [21].

Pelaksanaan langkah-langkah ini diharapkan dapat menurunkan cacat, memperbaiki mutu produk, dan membantu perusahaan dalam mencapai tingkat *sigma* yang lebih baik.

E. *Control*

Pada tahap kontrol adalah menyampaikan saran peningkatan berdasarkan hasil dari tahap sebelumnya mengenai cara meningkatkan kualitas produk granit. Perihal ini ditunjang dengan riset terdahulu yang menyatakan bahwa pada rangka perbaikan dapat dilakukan dengan *continuous improvement*, yaitu perbaikan yang dilakukan untuk memperbaiki dan mengembangkan proses yang telah ada agar menjadi lebih bagus lagi secara berkelanjutan yang terdiri dari PDCA (*Plan-Do-Check-Action*) [5].

Plan adalah tahapan perencanaan perbaikan terhadap kecacatan produk granit yang telah diusulkan sebelumnya yang telah dibahas di tahap *improve*, selanjutnya *do* adalah implementasi rencana yang telah dibuat secara bertahap berdasarkan usulan perbaikan yang telah dibuat pada tahap *improve*, kemudian *check* yaitu tahapan pemeriksaan dan pengecekan yang diharapkan implementasinya sudah berada pada rencana yang ditetapkan, dan diakhiri dengan *action* yaitu eksekusi untuk memperbaiki proses produksi yang telah direncanakan dengan efektif sesuai kondisi permasalahan yang ada.

Persamaan dengan penelitian sebelumnya [5] adalah melalui perbaikan berkelanjutan diharapkan proses produksi dapat terhindar dari kecacatan produk untuk menunjang perusahaan dalam mengontrol kualitas. Ini berarti setiap langkah yang dijalankan perusahaan harus diawasi untuk memastikan tidak ada cacat yang muncul. Walaupun perbaikan telah diimplementasikan, diperlukan juga peningkatan kualitas yang berkelanjutan untuk meraih dan mempertahankan kualitas yang baik.

VI. SIMPULAN

Hasil penelitian ini yaitu, hasil pemrosesan data yang dilakukan pada bulan Oktober sampai Maret 2024 diperoleh nilai *level sigma* sebesar 3,78-3,79 dan nilai *Defect Per Million Opportunity* (DPMO) sebesar 11.000-11.200. Berdasarkan analisis diketahui *defect* terbesar pada proses produksi granit PT. SPC adalah dimpel dengan total 45.090 pcs dari total *defect* 107.568 pcs selama 6 bulan, diikuti dengan lubang sebesar 32.616 pcs dan gupil sebesar 29.862 pcs. Penanganan lebih lanjut perlu difokuskan pada *defect* terbesar yaitu dimpel. Analisis lebih lanjut menemukan bahwa minimnya pemahaman terhadap SOP, serta kurangnya pemeriksaan dan perbaikan jalur produksi dan alat yang

digunakan secara rutin, faktor material yang disebabkan waktu penggilingan kurang dan *rheology* yang tidak standar, faktor bahan baku yang disebabkan karena sudah kadaluarsa dan takaran yang kurang pas, faktor mesin yang sering error dan terkontaminasi, serta faktor lingkungan berdebu dan kotor adalah penyebab dimpel, lalu berdasarkan analisis diagram *fishbone* untuk mengatasi dimpel, maka usulan perbaikan yang dapat dilakukan adalah melakukan sosialisasi, pembinaan, dan penyuluhan secara berkala terkait SOP, penerapakan jadwal perawatan mesin yang teragendakan dan terstruktur, memperketat proses *quality control* pada bahan yang akan digunakan, memastikan *rheologi* semua material yang digunakan agar sesuai standar, penakaran yang pas, serta selalu memastikan kebersihan lingkungan. Dengan menerapkan usulan tersebut diharapkan dapat meningkatkan kualitas yang dihasilkan pada proses produksi dan dapat menekan kecacatan produk yang terjadi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan rasa terima kasih kami kepada Universitas Muhammadiyah Sidoarjo dan perusahaan PT SPC yang telah mengizinkan kami menggunakan lokasi dan sumber daya untuk menunjang riset ini.

REFERENSI

- [1] A. D. Septianti, B. E. Putro, dan U. S. Cianjur, “Analisis Pengendalian Kualitas Produk Cacat Teh Hitam Dengan Menggunakan Metode Six Sigma (Dmaic) (Studi Kasus: Pt. Tenggara Perkebunan Teh Maleber),” vol. 1, no. 1, hal. 1–6, 2024.
- [2] M. Nabil, F. Pratama, dan A. S. Cahyana, “Frozen Food Quality Control Using Statistical Process Control Methods and Failure Mode and Effect Analysis Pengendalian Mutu Frozen Food Dengan Metode Statistical Process Control dan Failure Mode and Effect Analysis,” vol. 4, no. 1, hal. 1–8, 2023.
- [3] M. A. Rachmawati, R. B. Ulum, dan B. N. K. Kusuma, “Analisa Pengendalian Kualitas Untuk Mengurangi Jumlah Cacat Produk Keramik Pada Proses Kiln Menggunakan Metode Six Sigma Di PT Gemilang Mitra Sejahtera,” vol. 6, no. 1, hal. 1804–1822, 2024.
- [4] N. Nurhayati, 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. 1–10, 2023.
- [5] Y. B. R. Gukguk dan K. Kunci, “Usulan Perbaikan Kualitas Produk Mangkuk Menggunakan Metode Six Sigma Dengan Pendekatan DMAIC Dan Continuous Improvement,” no. 1, hal. 1–10, 2023.
- [6] M. Nender, H. Manossoh, dan S. J. Tangkuman, “Jaya Meubel Tondano Analysis of the Accounting Treatment of Damaged and Defective Products in the Calculation of Production Costs To Determine the Selling Price of Ud. 7 Jaya Meubel Tondano,” vol. 9, no. 2, hal. 441–448, 2021.
- [7] S. Suseno dan R. A. Hermansyah, “Analisis Pengendalian Kualitas Produk Meja Menggunakan Metode Six Sigma Pada PT XYZ,” vol. 2, no. 2, hal. 489–504, 2023.
- [8] M. Farid, H. Yulius, I. Irsan, S. Susriyati, dan B. Maulana, “Pengendalian Kualitas Pengolahan Kulit Uptd Kota Padang Panjang Menggunakan Metode Six-Sigma,” vol. 4, no. 1, hal. 186–192, 2022.
- [9] F. Ahmad, “Six Sigma DMAIC Sebagai Metode Pengendalian Kualitas Produk Kursi Pada Ukm,” vol. 6, no. 1, hal. 11–17, 2019.
- [10] V. Gaspersz, *Pedoman Implementasi Program Six Sigma Terintegrasi Dengan ISO 9001:2000, MBNQA, Dan HACCP*, vol. 17. 1385.
- [11] Suhadak dan T. Sukmono, “Peningkatan Mutu Produk Dengan Pengendalian Kualitas Produksi,” vol. 4, no. 2, hal. 41–50, 2020.
- [12] Nirfison dan R. Soesilo, “Analisis Cacat Pada Pemasangan Gasket Di Lini Assembly Dengan Pendekatan DMAIC Six Sigma,” vol. 2, no. 1, hal. 14–25, 2022.
- [13] A. Y. Setiawan, J. Susetyo, dan R. A. Simanjuntak, “Pengendalian Kualitas Produk Menggunakan Metode Six Sigma Dan Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) Pada PT. Papertech Indonesia Unit II Magelang,” vol. 9, no. 1, hal. 65–74, 2021.
- [14] Fahmi Fachrudin dan Ari Zaqi Al Faritsy, “Analisis Pengendalian Kualitas Untuk Menurunkan Jumlah Cacat Benang Cotton Dengan Metode Six Sigma (DMAIC),” vol. 3, no. 1, hal. 31–44, 2024.
- [15] M. A. Lutfianto dan R. Prabowo, “Integrasi Six Sigma dan FMEA (Failure Mode And Effect Analysis) untuk Peningkatan Kualitas Produk Koran (Studi Kasus: PT. ABC Manufacturing – Sidoarjo, Jawa Timur – Indonesia),” vol. 15, no. 1, hal. 1–10, 2022.
- [16] A. I. Pratiwi dan R. Y. Santosa, “Pengendalian Kualitas Pada Proses Penerimaan Barang Untuk Menurunkan Defect Product Dengan Pendekatan Six Sigma,” vol. 6, no. 1, hal. 12–21, 2021.
- [17] P. S. K. Hanifah dan I. Iftadi, “Penerapan Metode Six Sigma dan Failure Mode Effect Analysis untuk Perbaikan Pengendalian Kualitas Produksi Gula,” vol. 8, no. 2, hal. 90–98, 2022.
- [18] Suhartini dan M. Ramadhan, “Analisis Pengendalian Kualitas Untuk Mengurangi Cacat Pada Produk Sepatu

- Menggunakan Metode Six Sigma dan Kaizen,” vol. 22, no. 1, hal. 55, 2021.
- [19] S. F. Utami, Muhamad Faiz Almatsir, Ismi Mashabai, dan Nurul Hudaningsih, “Analisis Kualitas Kopi Arabika Di Matano Coffe Menggunakan Metode Six Sigma DMAIC,” vol. 4, no. 2, hal. 212–226, 2023.
- [20] R. Ratnadi dan E. Suprianto, “Pengendalian Kualitas Produksi Menggunakan Alat Bantu Statistik (Seven Tools) Dalam Upaya Menekan Tingkat Kerusakan Produk,” vol. 6, no. 2, hal. 11, 2016.
- [21] D. D. Prasetyo, I. W. Ardhiyani, dan J. Purnama, “Pendekatan Six Sigma Untuk Analisis Kualitas Di Pt. Keramik Diamond Industries,” vol. 5, no. 1, hal. 1, 2022.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.