

**UPAYA MEMINIMASI *DEFECT* PRODUK BATA RINGAN DI PT. HEBEL
CIPTA SARANA BUMI DENGAN PENERAPAN *SIX SIGMA* DAN
PENDEKATAN *DMAIC***

(STUDI KASUS PT HEBEL CIPTA SARANA BUMI GOWA)



THERESYA SARANGA

D071201018



PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

GOWA

2024

**UPAYA MEMINIMASI *DEFECT* PRODUK BATA RINGAN DI PT. HEBEL
CIPTA SARANA BUMI DENGAN PENERAPAN *SIX SIGMA* DAN
PENDEKATAN *DMAIC*
(STUDI KASUS PT HEBEL CIPTA SARANA BUMI GOWA)**



**THERESYA SARANGA
D071201018**



**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2024

**UPAYA MEMINIMASI *DEFECT* PRODUK BATA RINGAN DI PT. HEBEL
CIPTA SARANA BUMI DENGAN PENERAPAN *SIX SIGMA* DAN
PENDEKATAN *DMAIC*
(STUDI KASUS PT HEBEL CIPTA SARANA BUMI GOWA)**



**THERESYA SARANGA
D071201018**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

**UPAYA MEMINIMASI *DEFECT* PRODUK BATA RINGAN DI PT. HEBEL
CIPTA SARANA BUMI DENGAN PENERAPAN *SIX SIGMA* DAN
PENDEKATAN *DMAIC***

(STUDI KASUS PT HEBEL CIPTA SARANA BUMI GOWA)

PERNYATAAN PENGAJUAN

THERESYA SARANGA
D071201072

Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana

Program Studi Teknik Industri

Pada

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

SKRIPSI

**UPAYA MEMINIMASI *DEFECT* PRODUK BATA RINGAN DI PT. HEBEL
CIPTA SARANA BUMI DENGAN PENERAPAN *SIX SIGMA* DAN
PENDEKATAN *DMAIC***

(STUDI KASUS PT HEBEL CIPTA SARANA BUMI GOWA)

HALAMAN PENGESAHAN

THERESYA SARANGA

D071201018

Skripsi,

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Sarjana pada tanggal 12 Agustus 2024 dan
dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Pada

Program Studi Teknik Industri

Fakultas Teknik

Universitas Hasanuddin

Makassar

Mengesahkan:

Pembimbing tugas akhir,



Ir. Kifayah Amar, ST.,M. Sc.,Ph.D.,IPU

NIP. 19740621 200604 2 001

Mengetahui:

Ketua Program Studi,



Ir.Kifayah Amar, ST.,M. Sc.,Ph.D.,IPU

NIP. 19740621 200604 2 001

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi berjudul "Upaya Meminimasi *Defect* Produk Bata Ringan Di PT Hebel Cipta Sarana Bumi Dengan Penerapan *Six Sigma* Dan Pendekatan *DMAIC*" adalah benar karya saya dengan arahan dari pembimbing Ir. Kifayah Amar, ST.,M.Sc.,Ph.D,IPU. Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi manapun. Sumber informasi berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam daftar pustaka skripsi ini. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan aturan yang berlaku.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomis) karya tulis saya berupa skripsi ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 17 Agustus 2024



Theresya Saranga
NIM D071201018

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan yang Maha Esa atas segala berkat dan anugerahNya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Upaya Meminimasi Defect Produk Bata Ringan Di PT Hebel Cipta Sarana Bumi Dengan Penerapan *Six Sigma* Dan Pendekatan *DMAIC*”. Skripsi ini disusun dalam rangka untuk memperoleh gelar sarjana pada program studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Penulis menyadari bahwa selama penyusunan tugas akhir ini, terdapat banyak dukungan dan motivasi dari berbagai pihak. Penulis sangat merasa berterima kasih kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa atas hikmat dan tuntunan yang diberikan-Nya
2. Orang tua saya (Papa Hermanto dan Mama Lika) serta keluarga yang senantiasa mendoakan, membimbing, serta mendukung baik secara moral dan materil kepada penulis.
3. Ibu Ir. Kifayah Amar, ST.,M.Sc.,Ph.D,IPU selaku Ketua Departemen Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Universitas Hasanuddin.
4. Ibu Ir. Kifayah Amar, ST.,M.Sc.,Ph.D,IPU dan Ibu Dr. Hasnida Binti Ab Samat B.Eng., M.Sc., Ph.D. selaku dosen pembimbing yang sangat membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Terima kasih untuk setiap bimbingan, arahan, dan masukan selama penyusunan skripsi ini.
5. Dosen dan staff Departemen Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
6. Bapak Aswar dan Kak Ryan selaku pihak PT Cipta Sarana Bumi Gowa yang sangat begitu bermurah hati membantu saya selama proses peneltian berlangsung.
7. Teman - teman saya yang sangat saya sayangi yang selalu ada selama saya mengerjakan TA saya di Malaysia. “The Chipmunks” (Ilham, Supri dan Zhildji), Amirul, Salma ,Sufi, Andry Ardana, Novia (*My Roomate*), dan Rara.
8. Terima kasih buat Md sa’aduddin hadzrizul ekhwan (saad), terima kasih telah meluangkan waktunya buat saya selama saya mengerjakan skripsi di masa *exchange student* saya, terimakasih sudah memberikan perhatian yang sangat lebih kepada saya terimakasih telah berkontribusi banyak dalam penulisan skripsi saya ini, terimakasih atas rasa bahagia yang saya dapatkan di tengah-tengah pengerjaan skripsi saya ini.
9. Teman-teman seperjuangan Re20source yang saling membantu dan mendukung selama perkuliahan saya selama 4 tahun
10. Semua pihak yang tidak dituliskan satu per satu yang telah membantu dan mendukung penulis selama ini.

ABSTRAK

THERESYA SARANGA. Upaya Meminimasi *Defect* Produk Bata Ringan Di PT Hebel Cipta Sarana Bumi Dengan Penerapan *Six Sigma* Dan Pendekatan *DMAIC* (dibimbing oleh Kifayah Amar dan Hasnida Binti Ab Samat).

Latar Belakang. Industri konstruksi di Indonesia mengalami pertumbuhan pesat, terlihat dari peningkatan *Purchasing Managers' Index* (PMI) manufaktur yang mencapai 52,9 pada Januari 2024. Sektor konstruksi merupakan penyumbang besar terhadap PDB Indonesia, dengan Sulawesi Selatan menjadi salah satu provinsi dengan jumlah perusahaan konstruksi terbanyak. Dalam konteks ini, PT Hebel Cipta Sarana Bumi di Gowa, Sulawesi Selatan, berupaya untuk mengatasi tantangan produksi bata ringan yang berkualitas dan mengurangi produk cacat seperti retak, patah, dan cuil. Metode *Six Sigma* dengan pendekatan *DMAIC* dipilih sebagai solusi untuk meningkatkan kualitas produksi dan mencapai *zero defect*. **Tujuan.** Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor utama penyebab cacat pada produk bata ringan di PT Hebel Cipta Sarana Bumi, menganalisis dan menerapkan metode *Six Sigma-DMAIC* untuk meningkatkan kualitas produk, serta memberikan rekomendasi perbaikan untuk mencapai tingkat cacat yang lebih rendah. **Metode.** Penelitian ini menggunakan metode *Six Sigma* dengan pendekatan *DMAIC*, yang meliputi tahapan *Define, Measure, Analyze, Improve, dan Control* untuk meningkatkan kualitas produksi bata ringan di PT Hebel Cipta Sarana Bumi. **Hasil.** Melalui analisis *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), teridentifikasi cacat utama yang perlu diperbaiki, yaitu cacat retak, cuil, dan patah. Cacat retak dipengaruhi oleh pasir yang terlalu berlumpur dan kecepatan *Ball Mill* yang tidak tepat. Cacat cuil disebabkan oleh piston mesin cutting yang kendor dan adonan yang mengandung gelembung udara, sedangkan cacat patah disebabkan oleh getaran dan benturan pada tempat penyimpanan. Analisis kapabilitas proses menunjukkan nilai C_p dan C_{pk} yang sangat rendah, yakni 0.00 dan -1.48, yang menunjukkan bahwa proses produksi belum memenuhi spesifikasi kualitas yang diharapkan. Nilai *sigma* berada pada level 2.55, dengan kemungkinan cacat mencapai 10014.497 per juta unit, menandakan perlunya perbaikan signifikan untuk mencapai kualitas *Zero Defect*. Rekomendasi perbaikan mencakup peningkatan pengawasan kualitas bahan baku, pengaturan ulang kecepatan mesin, serta pemeliharaan rutin dan evaluasi struktur penyimpanan. Tindakan-tindakan ini diharapkan dapat mengurangi cacat, meningkatkan kualitas produk, dan memperbaiki efisiensi produksi, sehingga perusahaan dapat memenuhi target kualitas dan memperbaiki daya saing di pasar.

Kata kunci: *Six Sigma, DMAIC, FMEA*, kualitas produk, bata ringan, cacat produksi, pengendalian kualitas.

ABSTRACT

THERESYA SARANGA. *Reducing Defects in Lightweight Brick Products at PT Hebel Cipta Sarana Bumi Using the Six Sigma and DMAIC Approach (supervised by Kifayah Amar and Hasnida Binti Ab Samat)*

Background. *The construction industry in Indonesia is experiencing rapid growth, as evidenced by the increase in the Manufacturing Purchasing Managers' Index (PMI), which reached 52.9 in January 2024. The construction sector is a significant contributor to Indonesia's GDP, with South Sulawesi being one of the provinces with the highest number of construction companies. In this context, PT Hebel Cipta Sarana Bumi in Gowa, South Sulawesi, is striving to address the challenges of producing high-quality lightweight bricks and reducing product defects such as cracking, breaking, and chipping. The Six Sigma method with the DMAIC approach was chosen as a solution to improve production quality and achieve zero defects.*

Objective. *This study aims to identify the main factors causing defects in lightweight brick products at PT Hebel Cipta Sarana Bumi, analyze and implement the Six Sigma-DMAIC method to enhance product quality, and provide improvement recommendations to achieve a lower defect rate.* **Method.** *This research employs the Six Sigma method with the DMAIC approach, which includes the Define, Measure, Analyze, Improve, and Control phases to improve the quality of lightweight brick production at PT Hebel Cipta Sarana Bumi.* **Results.** *Through Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), major defects that need addressing were identified, including cracking, chipping, and breaking. Cracking is influenced by overly silty sand and improper Ball Mill speed. Chipping is caused by loose cutting machine pistons and air bubbles in the mixture, while breaking results from vibrations and impacts in the storage area. Process capability analysis shows very low Cp and Cpk values, 0.00 and -1.48 respectively, indicating that the production process does not meet the expected quality specifications. The sigma level is at 2.55, with a defect rate of 10014.497 per million units, indicating a need for significant improvements to achieve Zero Defect quality. Improvement recommendations include enhanced raw material quality control, adjustment of machine speeds, and regular maintenance and evaluation of storage structures. These actions are expected to reduce defects, improve product quality, and enhance production efficiency, thereby enabling the company to meet quality targets and improve market competitiveness.*

Keywords: *Six Sigma, DMAIC, FMEA, product quality, lightweight bricks, production defects, quality control.*

DAFTAR ISI

	Halaman
PERNYATAAN PENGAJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA.....	v
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Teori	5
1.3 Rumusan Masalah	33
1.4 Tujuan	33
1.5 Manfaat Penelitian.....	33
1.6 Batasan Masalah.....	34
BAB II METODE PENELITIAN	35
2.1 Tempat dan Waktu Penelitian	35
2.2 Sumber Data	35
2.3 Metode Pengumpulan Data	35
2.4 <i>Flow Chart</i> Penelitian	37
2.5 Kerangka Berpikir.....	38
2.6 Metode Analisis Data	39
BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN.....	40
3.1 Gambaran Umum Perusahaan	40
3.2 <i>Flowchart</i> Produksi Bata Ringan.....	43
3.3 Sampel Penelitian	436
3.4 Pengolahan Data.....	436
3.5 Pembahasan	743
BAB IV KESIMPULAN	78
4.1 Kesimpulan.....	78
4.2 Saran	79
4.3 Keterbatasan Penelitian	79
DAFTAR PUSTAKA	81
LAMPIRAN	84

DAFTAR TABEL

Nomor Urut	Halaman
1 <i>Severity Criteria</i>	29
2 <i>Occurance Criteria</i>	30
3 <i>Ranking Detection</i>	30
4 Penelitian Terdahulu.....	31
5 Sampel Penelitian.....	46
6 CTQ.....	50
7 Penetapan urutan Cacat terbanyak periode sep 2023- feb 2024	51
8 Perhitungan Proporsi Cacat.....	52
9 Perhitungan data proporsi, CL, UCL, LCL.....	55
10 Pengukuran kapabilitas sigma	58
11 <i>Failure Mode and Effect Analysis</i>	66
12 Tabel Nilai <i>Risk Priority Number</i>	70
13 Tabel usulan perbaikan berdasarkan nilai <i>risk of priority number</i>	71

DAFTAR GAMBAR

Nomor Urut	Halaman
1 Grafik 10 Sektor Usaha PDB (Produk Domestik Bruto) Terbesar.....	1
2 Provinsi Dengan Jumlah Perusahaan Konstruksi terbesar.....	2
3 <i>Six Sigma</i>	10
4 <i>Six Sigma level comparison</i>	11
5 <i>DMAIC</i>	14
6 Contoh <i>Flowchart</i> Bilangan positif.....	15
7 Simbol-simbol <i>flowchart</i>	16
8 <i>Histogram</i>	18
9 SIPOC Diagram.....	19
10 <i>P Chart</i>	21
11 <i>Laney P Chart</i>	23
12 Conversion of DPMO values and.....	24
13 <i>Process Capability Sixpack</i>	26
14 <i>Fishbone</i> Diagram	27
15 <i>Flow Chart</i> Penelitian.....	37
16 Kerangka Berpikir Penelitian.....	38
17 PT Cipta Sarana Bumi.....	40
18 Struktur organisasi PT Hebel Cipta Sarana Bumi Gowa	41
19 <i>Flowchart</i> diagram proses produksi bata ringan.....	43
20 <i>Flow Chart</i> Bata Ringan.....	45
21 Cacat Patah.....	47
22 Cacat Retak.....	48
23 Cacat Cuil.....	48
24 Diagram SIPOC.....	49
25 <i>Histogram</i> Jumlah Jenis Cacat	50
26 <i>P chart</i> pada produksi Bata Ringan	56
27 <i>P Chart Diagnostic</i> Pada Produksi Bata Ringan	56
28 <i>Laney P' Chart</i> Produksi Bata Ringan.....	57
29 Hasil Uji Normalitas	59
30 <i>Process Capability Report</i>	60
31 <i>Fishbone</i> Diagram Cacat Cuil	61
32 <i>Fishbone</i> Diagram Cacat Retak.....	62
33 <i>Fishbone</i> Diagram Cacat Patah.....	63

DAFTAR LAMPIRAN

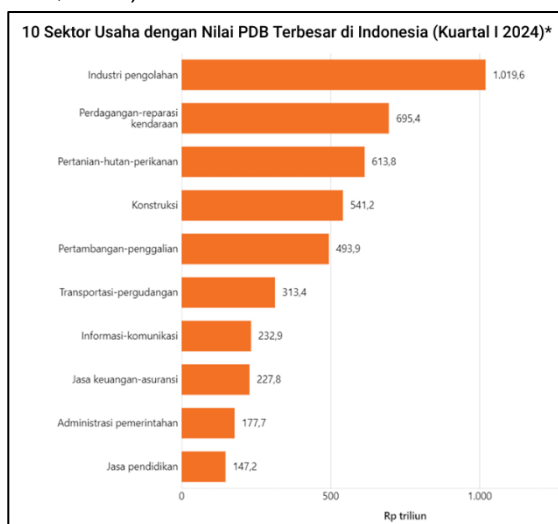
Nomor Urut	Halaman
Lampiran 1 Tabel Konversi DPMO ke Nilai Sigma	84
Lampiran 2 Proses Produksi Bata Ringan PT. Hebel Cipta Sarana Bumi	87
Lampiran 3 Proses Pengambilan Data Cacat Produk	88
Lampiran 4 Proses Diskusi Braisntorming dengan pihak Perusahaan.....	86
Lampiran 5 Pengolahan Data Aktual Measure menggunakan Excel	86

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri konstruksi di Indonesia berkembang pesat seiring dengan meningkatnya kebutuhan akan infrastruktur dan perumahan. Pertumbuhan industri ini dapat dilihat melalui Purchasing Managers' Index (PMI) yang dirilis oleh perusahaan intelijen keuangan S&P Global. PMI merupakan indeks yang mencerminkan pertumbuhan bulanan industri tertentu. Pada Januari 2024, PMI manufaktur Indonesia mencapai 52,9, naik dari 52,2 pada Desember 2023. Skor ini menunjukkan percepatan pertumbuhan industri pengolahan nasional, terutama dalam hal pesanan dan pasokan yang kemudian mendorong tingkat produksi.

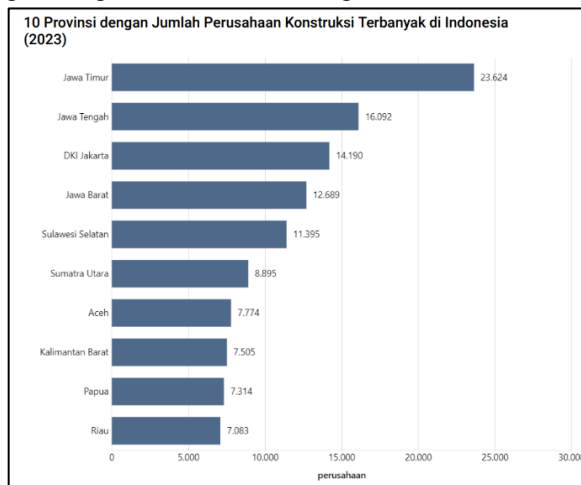
Menurut Badan Pusat Statistik (BPS), sektor konstruksi menempati urutan keempat sebagai penyumbang terbesar terhadap nilai produk domestik bruto (PDB) Indonesia, seperti yang dapat dilihat pada Gambar 1. Hal ini menunjukkan betapa pentingnya sektor konstruksi dalam kontribusinya terhadap perekonomian negara. Jingyi Pan, ekonom dari S&P Global, menyatakan bahwa data PMI Januari menunjukkan tanda-tanda positif terkait perbaikan sektor manufaktur Indonesia (Badan Pusat Statistik, 2024).



Gambar 1 Grafik 10 Sektor Usaha PDB (Produk Domestik Bruto) Terbesar

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) melalui situs resminya, pada tahun 2023 terdapat 190.677 perusahaan konstruksi di Indonesia. Provinsi Jawa Timur memiliki jumlah perusahaan konstruksi terbanyak, yaitu 23.624 perusahaan, sementara Sulawesi Selatan menempati posisi kelima dengan 11.395 perusahaan. Tingginya jumlah perusahaan konstruksi di Sulawesi Selatan menunjukkan potensi signifikan dalam industri konstruksi, yang berkontribusi besar pada pembangunan infrastruktur dan proyek-proyek besar di wilayah tersebut. Pertumbuhan ini

mendorong UMKM di Sulawesi Selatan untuk meningkatkan produksi dan kualitas bata ringan, sehingga dapat memenuhi kebutuhan konstruksi lokal. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2, Provinsi Dengan Jumlah Perusahaan Konstruksi Terbesar, terlihat bahwa Sulawesi Selatan memiliki posisi yang strategis dalam mendukung industri konstruksi di Indonesia.



Gambar 2 Provinsi Dengan Jumlah Perusahaan Konstruksi terbesar

Tuntutan terhadap efektivitas dan efisiensi dalam menyelesaikan proyek semakin meningkat sebagai akibat dari semakin tingginya biaya proyek konstruksi baik konstruksi sedang maupun konstruksi besar. Hal ini berpengaruh kepada pemilihan material sebagai bahan bangunan untuk menunjang efektivitas pekerjaan. Salah satu hal terpenting yang harus diperhatikan dalam menunjang proses konstruksi yang baik adalah pemilihan bahan material, dimana masyarakat sekarang ini sudah tidak hanya melihat bahan material bangunan dari segi biaya yang murah saja tetapi juga dari segi kualitas dan efektivitas. Produk dengan kualitas tinggi adalah salah satu kunci untuk memenangkan persaingan pasar.

Bata ringan menawarkan solusi inovatif dalam konstruksi modern. Sebagai alternatif unggul untuk menggantikan bata merah, material ini cocok diaplikasikan pada berbagai proyek, mulai dari gedung bertingkat hingga perumahan. Ukurannya yang lebih besar dan bobot yang ringan tidak hanya mempercepat dan menghemat biaya pengerjaan dinding, tetapi juga meringankan beban struktur bangunan. Selain itu, stabilitas termal yang baik dari bata ringan turut menjaga kenyamanan suhu ruangan. Dengan perpaduan efisiensi, keamanan, dan ketahanan gempa, bata ringan menjadi pilihan utama para pengembang dan pemilik rumah untuk mewujudkan bangunan modern yang ideal. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3, Bata Ringan, material ini memiliki dua jenis utama di pasaran, yaitu Cellular Lightweight Concrete (CLC) dan Autoclaved Aerated Concrete (AAC). AAC pertama kali digunakan di Swedia pada tahun 1923 sebagai bahan bangunan untuk mengurangi penebangan hutan dan dikembangkan lebih lanjut oleh Joseph Hebel di Jerman pada tahun 1943. Bata ringan AAC tersusun dari gelembung udara akibat

reaksi kimia, dengan bahan baku pasir kuarsa, semen, kapur, sedikit gypsum, air, dan pasta aluminium sebagai bahan pengembang. Sementara itu, bata ringan CLC mengalami proses pengerasan secara alami dan dapat dibentuk seperti beton konvensional dengan agregat kasar digantikan oleh gelembung udara.

Salah satu perusahaan utama di bidang produksi bahan material bangunan, khususnya bata ringan jenis *Cellular Lightweight Concrete (CLC)*, adalah PT. Hebel Cipta Sarana Bumi. Perusahaan ini berlokasi di Desa Nirannuang, Kecamatan Bontomarannu, Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan. Didirikan pada bulan April 2022, PT. Hebel Cipta Sarana Bumi mulai beroperasi pada bulan September 2022. Dengan posisinya yang strategis di Desa Nirannuang, perusahaan ini dapat dengan mudah mengakses sumber daya alam lokal dan mengoptimalkan distribusi produknya ke berbagai proyek konstruksi di sekitar Kabupaten Gowa dan wilayah sekitarnya. Meskipun PT. Hebel Cipta Sarana Bumi memiliki prospek bisnis yang menjanjikan, perusahaan masih menghadapi beberapa kendala dalam meningkatkan produksi dan kualitas bata ringan. Kendala tersebut meliputi rendahnya efisiensi produksi serta tantangan dalam mengurangi jumlah produk cacat hingga mencapai tingkat nol kegagalan (*Zero Defect*). Adapun jenis cacat yang ditemui adalah cacat retak, cacat patah dan cacat cuil pada bata ringan. Akibatnya, PT. Hebel Cipta Sarana Bumi menghadapi kesulitan memenuhi target produksi, yang berpotensi menghambat pertumbuhan bisnis dan berdampak pada keuntungan perusahaan serta reputasi dan kepuasan pelanggan. Mengingat pentingnya kualitas, diperlukan suatu metode untuk mengendalikan dan meningkatkan kualitas proses, serta mengurangi produk cacat (*defect*), dengan menggunakan metode peningkatan kualitas *Six Sigma*.

Preferensi masyarakat dalam memilih produk telah mengalami perubahan signifikan, di mana kualitas menjadi fokus utama. Produk dengan standar kualitas tinggi menjadi kunci utama dalam meraih keunggulan pasar, karena hanya produk dengan keunggulan kompetitif yang mampu bertahan dalam persaingan. Untuk menciptakan produk yang memenuhi standar kualitas konsumen, diperlukan manajemen dan proses produksi yang berkualitas. Oleh karena itu, PT Hebel Cipta Sarana Bumi harus menyadari bahwa kualitas menjadi faktor krusial karena merupakan jaminan pelayanan kepada konsumen. Dalam upaya meningkatkan kualitas produk, pengendalian kualitas menjadi salah satu faktor kunci yang terintegrasi dalam proses produksi. Karena adanya permasalahan kualitas pada hasil produksi, memicu diterapkannya pengendalian kualitas pada produksi bata ringan. Tujuan utama dari pengendalian kualitas, seperti yang dikutip dari jurnal (Yusof & Lee, 2022), adalah agar perusahaan dapat mengurangi jumlah produk yang cacat, meningkatkan kualitas produk, serta menghindari produk cacat sampai ke konsumen. Dengan mengurangi jumlah produk cacat, perusahaan dapat mencapai harga produk yang lebih murah, meningkatkan kinerja perusahaan, dan meningkatkan daya saing di pasar. Tuntutan akan kualitas bata yang semakin baik dan kompetitif semakin meningkat, yang sangat mempengaruhi keberlanjutan proses produksi PT. Hebel Cipta Sarana Bumi.

Ketidaksesuaian dengan target produksi yang ada dapat berpotensi meningkatkan biaya untuk pengerjaan ulang atau perbaikan. Upaya pengendalian kualitas yang tepat diperlukan untuk mengurangi atau menekan jumlah cacat pada bata ringan. Salah satu pendekatan pengendalian kualitas yang dapat digunakan adalah pendekatan *Six Sigma*. *Six Sigma* adalah sebuah metode peningkatan kualitas yang bertujuan untuk meningkatkan kinerja perusahaan dengan menemukan dan mengurangi variasi proses yang merugikan, mengurangi biaya operasi dan kegagalan, menekan cacat produk, meningkatkan keuntungan, dan meningkatkan kualitas produk pada tingkat yang maksimal. Pendekatan *Six Sigma* ini menggunakan siklus *DMAIC* yang terdiri dari mendefinisikan, mengukur, menganalisis, meningkatkan, dan mengendalikan yang bekerja secara terus menerus dengan tujuan yang ingin dicapai oleh perusahaan. Oleh karena itu, penelitian ini akan menggunakan metode *Six Sigma* sebagai salah satu alternatif pendekatan untuk mendukung upaya pengendalian kualitas yang dilakukan oleh pemasok dari perusahaan. (Smętkowska & Mrugalska, 2018).

Untuk menerapkan metode *Six Sigma*, alat dasar yang digunakan untuk meningkatkan kualitas produk dan proses adalah *DMAIC* (*Define, Measure, Analyze, Improve, dan Control*). Pendekatan ini menyediakan kerangka kerja terstruktur dalam serangkaian langkah-langkah untuk menciptakan perbaikan yang sistematis dan berkelanjutan. Tahap pertama adalah Definisi: Menetapkan persyaratan pelanggan yang tidak terpenuhi dianggap sebagai cacat dan mengidentifikasi masalah yang mempengaruhi kualitas. Alat *SIPOC* (*Suppliers, Inputs, Process, Outputs, Customer*) digunakan dalam proses ini. Tahap kedua adalah Pengukuran: Konstruksi merupakan rangkaian aktivitas yang saling bergantung, di mana persyaratan kinerja proses dengan karakteristik cacatnya diidentifikasi, seringkali dengan menggunakan diagram Pareto. Tahap ketiga adalah Analisis: Data yang dikumpulkan dianalisis untuk menemukan akar penyebab cacat, seringkali dengan menggunakan diagram sebab-akibat (*fishbone diagram*). Tahap keempat adalah Perbaikan: Mengidentifikasi cara untuk menghilangkan cacat yang ada dan mengembangkan solusi, dengan menetapkan tindakan perbaikan yang sesuai. Tahap terakhir adalah Pengendalian: Kinerja proses baru dipantau dalam rencana yang terkendali untuk mengontrol kualitas proses dan meningkatkan tingkat sigma, dengan menetapkan rencana kontrol yang sesuai. (Vidhya & Amutha, 2020)

Dalam penelitian ini, metode *Six Sigma-DMAIC* digunakan sebagai pendekatan untuk meningkatkan kualitas produksi bata ringan di PT Hebel Cipta Sarana Bumi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengurangi kerugian akibat banyaknya hasil produk defect dan diharapkan perusahaan dapat melakukan peningkatan kualitas produk secara dramatik menuju tingkat kegagalan nol (*Zero Defect*). Oleh karena itu penulis memilih judul yaitu "Upaya Meminimasi Defect Produk Bata Ringan Di PT Hebel Cipta Sarana Bumi Dengan Penerapan *Six Sigma* Dan Pendekatan *DMAIC*".

1.2 Teori

Pada penelitian ini beberapa teori yang akan dibahas adalah variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian yakni Konsep Kualitas, *Six Sigma*, *Seven Tools Six Sigma*, DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Control dan Improve*), FMEA.

1.2.1 Konsep Kualitas (*Quality Concept*)

a. Definisi Kualitas

Menurut Nancy R. Tague (2023) dalam bukunya yang berjudul "*Quality ToolBox*," ia menyediakan definisi yang dikutip dari ahli. Menurut Joseph Juran, kualitas berarti "kesesuaian untuk penggunaan," menekankan kemampuan produk atau layanan untuk memenuhi kebutuhan dan ekspektasi penggunaannya. Sementara itu, Philip Crosby mendefinisikannya sebagai "kesesuaian dengan persyaratan," yang menyoroti pentingnya memenuhi spesifikasi dan standar yang telah ditetapkan (Nancy R. Tague, 2023). Kualitas dalam arti tradisional juga berkaitan dengan memeriksa apakah sebuah produk atau layanan memenuhi karakteristik yang diharapkan dan memuaskan konsumen dengan kata lain, seberapa baik sebuah produk atau layanan melakukan apa yang seharusnya dilakukan.

Kualitas suatu produk dapat didefinisikan sebagai suatu kondisi fisik, sifat, dan kegunaan yang dapat memberikan kepuasan konsumen secara fisik maupun psikologis, sesuai dengan nilai uang yang dikeluarkan. Kualitas menjadi faktor kunci yang memengaruhi ulasan dan kepuasan pelanggan. Ada beberapa faktor yang memengaruhi kualitas, sehingga produk yang dihasilkan oleh perusahaan dapat bervariasi. Hal ini disebabkan oleh sejumlah faktor yang memengaruhi apakah produk tersebut memenuhi standar yang ditetapkan atau tidak (Vidhya & Amutha, 2020).

Faktor-faktor tersebut meliputi:

1. Manusia: merupakan faktor paling penting yang memengaruhi peningkatan atau penurunan nilai (value) produk.
2. Metode: mencakup alur dan prosedur yang harus diikuti oleh setiap individu sesuai dengan tugas yang diberikan.
3. Mesin: merupakan bagian krusial yang dapat meningkatkan output atau produktivitas produksi.
4. Bahan Baku: merupakan komposisi dasar yang digunakan dalam proses produksi.
5. Ukuran: terkait dengan takaran dan keseimbangan yang menjadi indikator keberhasilan proses produksi.

b. Teori Konsep Kualitas (Deming)

Filosofi Edward Deming menempatkan kualitas sebagai fokus utama dalam bisnis. Bagi Deming, kualitas bukan hanya tentang memenuhi harapan pelanggan, tetapi juga tentang meningkatkan efisiensi dan produktivitas perusahaan secara keseluruhan. Pendekatan sistematis, pemberdayaan karyawan, dan manajemen variabilitas menjadi kunci dalam mencapai kualitas yang konsisten. Siklus

perencanaan, pelaksanaan, pengukuran, dan penyesuaian (PDCA) yang berkelanjutan juga penting untuk peningkatan kualitas berkelanjutan. Filosofi Deming telah menjadi dasar bagi banyak sistem manajemen kualitas di seluruh dunia, terbukti mampu meningkatkan kualitas produk dan layanan, efisiensi, produktivitas, serta kepuasan pelanggan. (Yusof & Lee, 2022)

Deming (1986), bapak dan pencipta TQM (*Total Quality Management*), menekankan bahwa karena semua hal memiliki variasi, metode statistik diperlukan untuk mengendalikan kualitas atau tingkat cacat. Menyoroti pentingnya variabilitas, Deming (1986) menyatakan: "Pengendalian statistik tidak berarti tidak adanya barang cacat. Ini adalah keadaan variasi acak, di mana batas-batas variasi dapat diprediksi. Deming dan banyak lainnya membedakan dua jenis variasi. Variasi penyebab umum: Sumber variasi yang secara inheren acak dan memerlukan perubahan besar dalam proses dasar dan prosedur operasi untuk mengatasinya. Variasi penyebab khusus: Sumber variasi yang tidak biasa namun dapat dikendalikan, yang memerlukan koreksi untuk mengembalikan proses atau prosedur ke tingkat normal.

Deming menegaskan bahwa "perbedaan antara kedua jenis variasi ini adalah salah satu hal yang paling sulit dipahami" dan bahwa mencoba mengatasi masalah kualitas tanpa memahami kedua jenis variasi ini adalah sia-sia. Oleh karena itu, Deming merekomendasikan agar variasi penyebab khusus ditangani terlebih dahulu sebelum menangani variasi penyebab umum. (Musa Issa & Saleh Al-Jabi, 2022)

c. Dimensi Kualitas

Menurut Yusof dan Lee (2022), dimensi-dimensi kualitas ini berbeda-beda tergantung pada jenis produk atau jasa, namun secara umum dapat dikategorikan menjadi dua kelompok:

1) Dimensi produk

a) Kinerja (*performance*)

Kemampuan produk untuk memenuhi fungsi utamanya sesuai dengan yang diharapkan pelanggan.

b) Fitur (*features*)

Karakteristik tambahan yang ditawarkan produk untuk meningkatkan nilainya bagi pelanggan.

c) Keandalan (*reliability*)

Kemungkinan produk untuk berfungsi dengan baik tanpa cacat atau kerusakan selama periode waktu tertentu.

d) Kesesuaian (*conformance*)

Tingkat kesesuaian produk dengan spesifikasi dan standar yang telah ditentukan.

e) Daya tahan (*durability*)

Kemampuan produk untuk bertahan lama dan tidak mudah rusak dalam penggunaan normal.

- f) Kemampuan servis (*serviceability*)
Kemudahan dan kecepatan dalam memperbaiki atau memelihara produk ketika terjadi kerusakan.
- g) Estetika (*aesthetics*)
Penampilan produk yang menarik dan sesuai dengan selera pelanggan.
- h) Kesan kualitas (*perceived quality*)
Penilaian pelanggan terhadap kualitas produk secara keseluruhan, berdasarkan pengalaman dan persepsi mereka.

(Yusof & Lee, 2022)

2) Dimensi Jasa

- a) Keandalan (*reliability*)
Kemampuan penyedia jasa untuk memberikan layanan dengan konsisten dan tepat waktu sesuai dengan yang dijanjikan.
- b) Responsivity (*responsiveness*)
Kesediaan dan kecepatan penyedia jasa untuk membantu pelanggan dan menyelesaikan masalah mereka.
- c) Kepastian (*assurance*)
Pengetahuan dan keahlian penyedia jasa, serta kemampuan mereka untuk membangun kepercayaan dan rasa aman bagi pelanggan.
- d) Empati (*empathy*)
Perhatian dan kepedulian penyedia jasa terhadap kebutuhan dan perasaan pelanggan.
- e) Keberwujudan (*tangibles*)
Penampilan fisik dari fasilitas, peralatan, dan karyawan penyedia jasa yang menarik dan meyakinkan.

(Yusof & Lee, 2022)

d. Faktor-Faktor yang mempengaruhi kualitas

Banyak faktor yang dapat memengaruhi kualitas produk atau jasa, faktor ini dapat dikategorikan menjadi beberapa kelompok, antara lain:

1) Faktor Internal

- a) Desain
Kualitas desain produk atau jasa sangat penting untuk memastikan bahwa produk atau jasa tersebut dapat memenuhi kebutuhan dan harapan pelanggan.
- b) Bahan baku

Kualitas bahan baku yang digunakan dalam proses produksi akan memengaruhi kualitas produk akhir.

- c) Proses produksi
Proses produksi yang efektif dan efisien akan membantu menghasilkan produk atau jasa yang berkualitas tinggi dengan tingkat cacat yang rendah.
- d) Mesin dan peralatan
Mesin dan peralatan yang modern dan terawat dengan baik akan membantu meningkatkan kualitas produk atau jasa.
- e) Tenaga kerja
Keterampilan, pengetahuan, dan motivasi tenaga kerja sangat penting untuk menghasilkan produk atau jasa yang berkualitas tinggi.
- f) Manajemen
Kepemimpinan dan komitmen manajemen yang kuat terhadap kualitas sangat penting untuk memastikan bahwa kualitas menjadi prioritas utama dalam organisasi.

(Yusof & Lee, 2022)

2) Faktor eksternal

- a) Kebutuhan dan harapan pelanggan
Kualitas produk atau jasa harus sesuai dengan kebutuhan dan harapan pelanggan.
- b) Persaingan
Persaingan yang ketat di pasar dapat mendorong perusahaan untuk meningkatkan kualitas produk atau jasanya agar dapat bersaing dengan produk atau jasa lain.
- c) Peraturan dan standar
Peraturan dan standar industri yang terkait dengan produk atau jasa dapat memengaruhi kualitas yang harus dipenuhi.
- d) Teknologi
Perkembangan teknologi baru dapat membuka peluang untuk meningkatkan kualitas produk atau jasa.
- e) Kondisi
Kondisi ekonomi yang buruk dapat memengaruhi anggaran perusahaan untuk kualitas, yang dapat berakibat pada penurunan kualitas produk atau jasa.
- f) Bencana alam
Bencana alam seperti gempa bumi, banjir, dan tsunami dapat mengganggu proses produksi dan distribusi, yang dapat berakibat pada penurunan kualitas produk atau jasa.

(Yusof & Lee, 2022)

1.2.2 Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas merupakan proses vital dalam memastikan produk atau jasa memenuhi standar kualitas yang ditetapkan. Proses ini melibatkan berbagai aktivitas teknis dan manajemen, mulai dari pengukuran karakteristik kualitas produk, perbandingan dengan spesifikasi dan persyaratan, hingga pengambilan tindakan korektif jika terjadi penyimpangan.

Menurut Schroeder (dalam Vidhya,2020), pengendalian kualitas didefinisikan sebagai upaya stabilisasi dan pemeliharaan proses untuk menghasilkan output yang konsisten. Sederhananya, pengendalian dan pengawasan dilakukan untuk memastikan kegiatan produksi dan operasi berjalan sesuai rencana. Jika terjadi penyimpangan, tindakan koreksi segera diambil untuk mencapai tujuan yang diharapkan, yaitu memenuhi tuntutan pasar. Adapun tujuan utama dari pengendalian kualitas adalah:

1) Menjaga Kualitas Produk dan Jasa

Memastikan produk atau jasa yang dihasilkan konsisten dengan standar kualitas yang telah ditetapkan.

2) Mencegah Kerugian

Mencegah produksi unit yang tidak sesuai dengan standar, sehingga meminimalkan pemborosan dan biaya rework yang tinggi.

3) Meningkatkan Efisiensi dan Efektivitas

Memastikan proses produksi berjalan lancar dan efisien, sehingga meningkatkan produktivitas dan profitabilitas.

4) Meningkatkan Kepuasan Pelanggan

Menyediakan produk atau jasa yang berkualitas tinggi dan sesuai dengan ekspektasi pelanggan, sehingga meningkatkan kepuasan dan loyalitas mereka.

5) Memperkuat Daya Saing

Memiliki produk atau jasa yang berkualitas tinggi dan konsisten akan meningkatkan daya saing perusahaan di pasar.

(Vidhya & Amutha, 2020)

1.2.3 Six Sigma

a. *History Six Sigma*

Six Sigma diperkenalkan pada tahun 1980-an di Motorola oleh seorang insinyur bernama Bill Smith. Penelitian yang dilakukan oleh Smith menunjukkan bahwa keandalan suatu produk terkait dengan frekuensi perbaikan selama proses manufaktur. Jika produk ditemukan cacat dan diperbaiki selama proses produksi, kemungkinan ada cacat lain yang terlewat dan akan ditemukan oleh pelanggan saat penggunaan. Namun, jika produk berhasil diproduksi tanpa cacat, jarang sekali terjadi kegagalan saat penggunaan awal oleh pelanggan. Berdasarkan temuannya, Motorola mulai meningkatkan kualitas produk sambil mengurangi biaya produksi dengan fokus pada desain produk dan proses manufaktur. Pendekatan *Six Sigma* difokuskan pada peningkatan dalam semua operasi dalam suatu proses,

Million Opportunities), yang berarti bahwa suatu proses yang menerapkan Six Sigma hanya akan menghasilkan 3,4 cacat per satu juta kesempatan (Stamatis, 2004). Cacat didefinisikan sebagai segala sesuatu yang berada di luar spesifikasi pelanggan (Smętkowska & Mrugalska, 2018). Erdogan dan Canatan (2015) menyatakan bahwa Six Sigma adalah metode yang diadopsi oleh berbagai perusahaan di seluruh dunia karena pendekatan yang berorientasi pada konsumen dan tujuan utamanya untuk kelangsungan perusahaan. Selain menjadi metodologi untuk mengatasi masalah dan melakukan perbaikan, Six Sigma juga merupakan sebuah filosofi dan strategi manajemen yang membantu organisasi dalam mencapai pengurangan biaya yang signifikan dengan mengeliminasi akar penyebab cacat (Afifa & Damayanti, 2023). Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5, Six Sigma Level Comparison, perbandingan tingkat Sigma memberikan gambaran jelas tentang seberapa jauh proses dapat ditingkatkan untuk mencapai level Six Sigma. (Afifa & Damayanti, 2023)

Table 1. Six Sigma level comparison.

Sigma Achievement Level	DPMO	Competitive Level	COPQ
6- Sigma	3.400 (99.99%)	World-Class	< 10% of sales
5- Sigma	233.000 (99.97%)	Significantly higher than average	10% - 15% of sales
4- Sigma	6.210 (99.38%)	Industry average	15% - 20% of sales
3- Sigma	66.807 (93.32%)	Industry average	20% - 30%
2- Sigma	308.500 (69.15%)	Below industry average	30% - 40% of sales
1- Sigma	691.500 (30.85%)	Uncompetitive	> 40%

Gambar 4 Six Sigma level comparison

Sumber: (Sony et al., 2020)

Karakteristik *Six Sigma* mencakup orientasi pada kebutuhan pelanggan dan penggunaan metodologi *DMAIC* (*Define-Measure-Analyze-Improve-Control*) secara sistematis untuk meningkatkan kualitas proses. Implementasi *Six Sigma* memerlukan kolaborasi untuk mengatur dan meningkatkan kualitas produksi, dengan tujuan memperoleh hasil yang dapat diandalkan. Adopsi *Six Sigma* memerlukan penerapan alat dan prosedur untuk mengevaluasi setiap tahap suatu proses atau proyek. Keuntungan lainnya termasuk identifikasi dan penghapusan penyebab cacat, serta pengurangan waktu siklus proses. Dengan mengurangi cacat dan variasi, *Six Sigma* membantu menurunkan biaya, meningkatkan kepuasan pelanggan, dan meningkatkan pendapatan. Langkah-langkah untuk mengurangi cacat atau defect dilakukan secara sistematis, mulai dari identifikasi unsur-unsur kritis terhadap kualitas hingga menentukan usulan perbaikan, dengan tahapan pendefinisian, pengukuran, analisis, perbaikan, dan pengendalian.

c. Tujuan *Six Sigma*

Six Sigma memiliki tujuan utama untuk mencapai kesempurnaan proses dan produk. Hal ini diwujudkan dengan mengurangi cacat dan meningkatkan efisiensi dalam berbagai aspek bisnis. Berikut beberapa tujuan spesifik *Six Sigma*:

1. Mengurangi Variasi

Tujuan utama dari praktik *Six Sigma* adalah memastikan konsistensi kinerja sehingga pengguna dan pelanggan dapat mengembangkan kepercayaan terhadap kualitas dan keandalan produk serta layanan yang ditawarkan oleh organisasi. *Six Sigma* berorientasi pada pengembangan sistem manufaktur dan/atau layanan yang bebas dari variasi dalam produk dan prosesnya.

2. Mengurangi Cacat dan Pekerjaan Ulang

Tujuan utama proyek *Six Sigma* adalah menghilangkan atau mengurangi cacat dan penolakan hingga hampir nol. Ini adalah teknik pengendalian proses. Konsep Jepang "Muda" memastikan penghapusan semua pemborosan. Setiap cacat atau pekerjaan ulang yang dapat dihindari langsung menambah keuntungan organisasi.

3. Meningkatkan Hasil dan Produktivitas

Setiap penolakan yang dihindari adalah tambahan produk yang dihasilkan. Waktu yang dihemat dalam pekerjaan ulang dapat digunakan untuk produksi yang efektif, yang meningkatkan produktivitas. Tujuan penting lainnya adalah meningkatkan produktivitas dengan pemanfaatan optimal tenaga kerja, mesin, dan material, serta penghapusan pemborosan. Produktivitas yang lebih tinggi mengarah pada peningkatan produksi, penurunan biaya produksi, serta peningkatan kualitas dan daya saing di pasar.

4. Meningkatkan Kepuasan Pelanggan

Kepuasan pelanggan dicapai dengan menyediakan produk dan layanan berkualitas, dalam jumlah yang tepat, pada waktu yang tepat, di tempat yang tepat, dan dengan biaya yang sesuai, sehingga memenuhi harapan pelanggan. Dengan menyediakan produk dan layanan bebas cacat yang konsisten dalam kinerja dan kualitas, proyek *Six Sigma* dapat meningkatkan kepuasan pelanggan secara signifikan.

5. Meningkatkan Keuntungan

Tujuan utama dari *Six Sigma* adalah meningkatkan profitabilitas dan pengembalian investasi dengan mengurangi biaya produksi dan pemrosesan melalui peningkatan proses yang berkelanjutan. *Six Sigma* secara substansial meningkatkan keuntungan tanpa investasi tambahan, hanya dengan melatih dan mengubah pola pikir karyawan serta meningkatkan keterlibatan mereka dalam pekerjaan dan organisasi.

6. Meningkatkan Reputasi Organisasi

Tujuan lain dari *Six Sigma* adalah meningkatkan reputasi organisasi di pasar dan masyarakat dengan menyediakan produk dan layanan berkualitas tinggi yang konsisten dalam kinerja dan keandalan. Ini menciptakan citra merek yang kuat di pasar, yang meningkatkan penjualan dan membantu organisasi mencapai posisi kepemimpinan pasar. Proyek *Six Sigma* juga mendorong pengembangan budaya kerja yang lebih baik, hubungan yang lebih baik dengan pelanggan dan karyawan, serta secara signifikan meningkatkan reputasi organisasi.

(Fitri et al., 2019)

d. *Elements of Six Sigma*

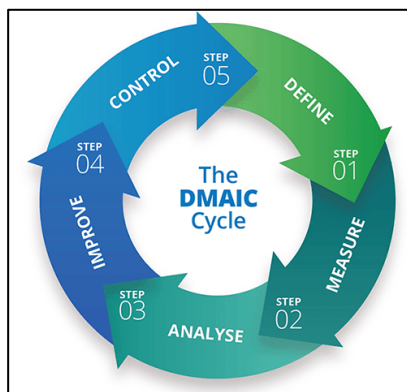
Terdapat tiga elemen kunci dalam perbaikan proses *Six Sigma*, adapun tiga elemen tersebut yaitu:

1. Pelanggan: Pelanggan menentukan "KUALITAS". Mereka mengharapkan kinerja, keandalan, harga yang kompetitif, pengiriman tepat waktu, pelayanan, pemrosesan transaksi yang jelas dan benar.
2. Proses: Mendefinisikan proses dan menetapkan metrik serta ukuran untuk proses merupakan elemen kunci dari enam sigma. Kualitas memerlukan peninjauan bisnis dari sudut pandang pelanggan, yaitu melihat proses yang ditentukan dari luar ke dalam. Dengan memahami siklus hidup transaksi dari kebutuhan dan proses pelanggan, kita dapat mengetahui apa yang mereka lihat dan rasakan. Ini akan memberi kesempatan untuk mengidentifikasi area yang lemah dalam suatu proses dan kemudian memperbaikinya sesuai kebutuhan.
3. Karyawan: Perusahaan harus melibatkan semua karyawan dalam program/proyek enam sigma. Perusahaan/organisasi harus memberikan kesempatan dan insentif bagi karyawan untuk memusatkan bakat dan kemampuan mereka untuk memuaskan pelanggan. Ini penting dalam enam sigma bahwa semua anggota tim memiliki peran yang terdefinisi dengan tujuan yang dapat diukur.

(Anggamawarti et al., 2022)

e. *DMAIC* (Define, Measure, Analyse, Improve and Control)

Six Sigma merupakan strategi perbaikan bisnis yang mempromosikan budaya perbaikan berkelanjutan, dengan berfokus pada parameter-parameter kritis pelanggan dan menghilangkan penyebab cacat menggunakan metode terstruktur *Define, Measure, Analyse, Improve, dan Control* (DMAIC). (Mittal et al., 2023)



Gambar 5 DMAIC

Proses DMAIC (*Define Measure Analyse Improve Control*) bertindak sebagai kebijakan langkah maju dan mungkin merupakan metodologi terpenting dalam manajemen *Six Sigma*. Metodologi ini memungkinkan perbaikan dan hasil yang nyata serta bekerja dengan baik pada beberapa entitas seperti variasi, waktu siklus, hasil, dan desain. DMAIC dibagi menjadi lima fase: *Define*, di mana proses atau produk yang harus diperbaiki diidentifikasi dan fitur utama produk atau proses dari perusahaan global terkemuka lainnya distandardisasi; *Measure*, di mana fitur produk seperti variabel terukur, pemetaan proses yang relevan, pengukuran penting, pencatatan hasil, dan perkiraan kemampuan proses jangka pendek dan jangka panjang dipilih, serta *deployment* fungsi kualitas (QFD) digunakan untuk mengidentifikasi fitur produk yang kritis; *Analyz*, di mana metrik kinerja produk/proses utama diperiksa dan distandardisasi dengan alat statistik dan pengendalian kualitas yang berbeda, serta analisis kesenjangan dilakukan untuk mendeteksi faktor-faktor reguler dari kinerja yang sukses; *Improve*, di mana fitur kinerja produk yang harus ditingkatkan untuk mencapai target diidentifikasi, sumber utama variasi dideteksi, variabel proses utama diidentifikasi dengan metode Taguchi dan desain eksperimental yang kuat lainnya, serta urutan pengembangan variabel proses utama diverifikasi; dan *Control*, di mana kondisi proses baru didokumentasikan dan diperiksa melalui metode pengendalian proses statistik (SPC), dan terkadang bijaksana untuk mengunjungi kembali satu atau lebih fase sebelumnya tergantung pada konsekuensi dari penyelidikan lanjutan tersebut. (Yusof & Lee, 2022)

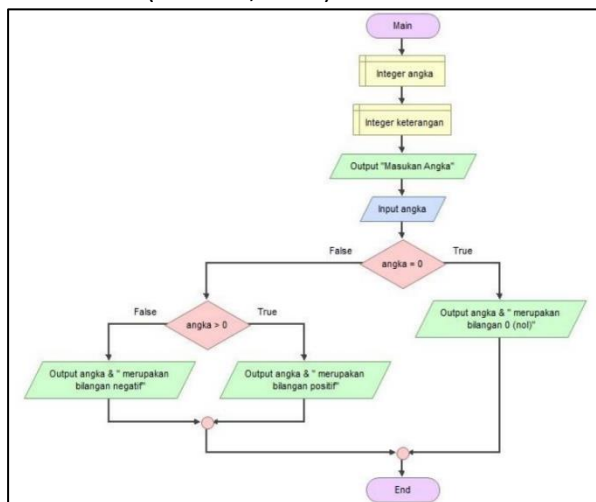
1. Define

Tahap *Define* merupakan tahap awal yang dilakukan dalam implementasi metode *six sigma*. Dalam tahap *Define*, dilakukan identifikasi produk yang akan menjadi prioritas untuk pemecahan masalah. Fase ini berfokus pada identifikasi area yang perlu ditingkatkan dan penetapan tujuan yang jelas dengan menggunakan 2 *tools* yaitu CTQ dan *Sipoc* Diagram.

a) Flowchart

1) Fungsi

Flowchart merupakan gambar atau bagan yang memperlihatkan urutan atau langkah-langkah dari suatu program dan hubungan antar proses beserta pernyataannya. Dengan menggunakan *flowchart* akan memudahkan untuk melakukan pengecekan bagian-bagian yang terlupakan dalam analisis masalah. (Nadhira, 2022)



Gambar 6 Contoh Flowchart Bilangan positif

Sumber: (Nadhira, 2022)

2) Prosedur

Ada beberapa petunjuk yang harus diperhatikan dalam membuat *flowchart*, seperti :

- Flowchart* digambarkan dari halaman atas ke bawah dan dari kiri ke kanan.
- Aktivitas yang digambarkan harus didefinisikan secara hati-hati dan definisi ini harus dapat dimengerti oleh pembacanya.
- Kapan aktivitas dimulai dan berakhir harus ditentukan secara jelas.
- Setiap langkah dari aktivitas harus diuraikan dengan

















menggunakan deskripsi kata kerja, misalkan menghitung pajak penjualan.

- e) Setiap langkah dari aktivitas harus berada pada urutan yang benar.
- f) Lingkup aktivitas harus ditelusuri dengan hati-hati. Percabangan yang tidak relevan tidak perlu digambarkan pada flowchart yang sama, gunakan simbol konektor dan letakkan percabangan pada halaman terpisah atau hilangkan jika tidak berkaitan dengan sistem.
- g) Gunakan simbol-simbol *flowchart* yang standar. Perlu diperhatikan juga simbol-simbol yang ada di dalam flowchart beserta fungsinya.

(Pribadi & Ahsan, 2023)

3) Simbol

Simbol-simbol yang ada di dalam *flowchart* beserta fungsinya, sebagai berikut: Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8, Simbol-simbol *Flowchart*, simbol-simbol ini memberikan panduan visual untuk memahami alur kerja dalam berbagai proses:

	Flow Direction symbol Yaitu simbol yang digunakan untuk menghubungkan antara simbol yang satu dengan simbol yang lain. Simbol ini disebut juga connecting line.		Simbol Manual Input Simbol untuk pemasukan data secara manual on-line keyboard
	Terminator Symbol Yaitu simbol untuk permulaan (start) atau akhir (stop) dari suatu kegiatan		Simbol Preparation Simbol untuk mempersiapkan penyimpanan yang akan digunakan sebagai tempat pengolahan di dalam storage.
	Connector Symbol Yaitu simbol untuk keluar - masuk atau penyambungan proses dalam lembar / halaman yang sama.		Simbol Predefine Proses Simbol untuk pelaksanaan suatu bagian (sub-program)/prosedure
	Connector Symbol Yaitu simbol untuk keluar - masuk atau penyambungan proses pada lembar / halaman yang berbeda.		Simbol Display Simbol yang menyatakan peralatan output yang digunakan yaitu layar, plotter, printer dan sebagainya.
	Processing Symbol Simbol yang menunjukkan pengolahan yang dilakukan oleh komputer		Simbol disk and On-line Storage Simbol yang menyatakan input yang berasal dari disk atau disimpan ke disk.
	Simbol Manual Operation Simbol yang menunjukkan pengolahan yang tidak dilakukan oleh computer		Simbol magnetik tape Unit Simbol yang menyatakan input berasal dari pita magnetik atau output disimpan ke pita magnetik.
	Simbol Decision Simbol pemilihan proses berdasarkan kondisi yang ada.		Simbol Punch Card Simbol yang menyatakan bahwa input berasal dari kartu atau output ditulis ke kartu
	Simbol Input-Output Simbol yang menyatakan proses input dan output tanpa tergantung dengan jenis peralatannya		Simbol Dokumen Simbol yang menyatakan input berasal dari dokumen dalam bentuk kertas atau output dicetak ke kertas.

Gambar 7 Simbol-simbol flowchart

Sumber:(Pribadi & Ahsan, 2023)

b) *Critical to Quality (CTQ)*

Pembentukan CTQ (*Critical to Quality*) merupakan langkah penting dalam proses pengembangan produk untuk memastikan bahwa produk tersebut memenuhi kebutuhan dan ekspektasi pelanggan. CTQ menentukan karakteristik produk yang paling penting bagi pelanggan dan yang akan berdampak signifikan terhadap kepuasan pelanggan. Kekuatan pembeli memainkan peran penting dalam pembentukan CTQ. Kekuatan pembeli mengacu pada pengaruh yang dimiliki pelanggan terhadap perusahaan dalam menentukan produk yang ditawarkan. Pelanggan dengan kekuatan beli tinggi memiliki lebih banyak pengaruh terhadap CTQ dibandingkan pelanggan dengan kekuatan beli rendah.

Berikut adalah beberapa cara kekuatan pembeli dapat memengaruhi pembentukan CTQ:

- Pelanggan dengan kekuatan beli tinggi dapat memberikan umpan balik langsung kepada perusahaan tentang fitur dan karakteristik produk yang mereka inginkan. Umpan balik ini dapat digunakan oleh perusahaan untuk menentukan CTQ produk.
- Pelanggan dengan kekuatan beli tinggi dapat mengancam untuk beralih ke pesaing jika perusahaan tidak memenuhi kebutuhan mereka. Hal ini dapat mendorong perusahaan untuk mempertimbangkan kebutuhan pelanggan tersebut dalam CTQ produk.
- Pelanggan dengan kekuatan beli tinggi dapat memberikan insentif kepada perusahaan untuk mengembangkan produk dengan fitur dan karakteristik yang mereka inginkan. Insentif ini dapat berupa pembelian yang lebih besar, harga yang lebih tinggi, atau dukungan pemasaran.

Tools yang biasa digunakan dalam tahapan CTQ adalah Diagram Pareto, *Voice of the Customer (VoC)*, *Quality Function Deployment (QFD)*, *Benchmarking* dan Analisis proses.

(Kulkarni et al., 2022)

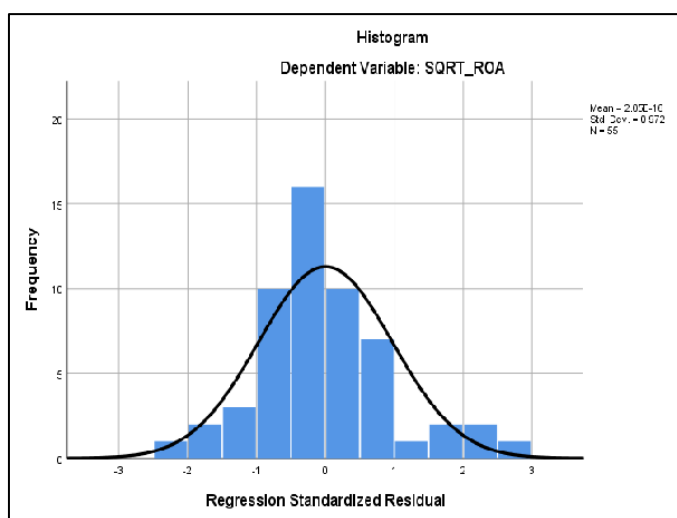
b) *Histogram*

Menurut Montgomery (2009), Histogram adalah representasi grafis dari data yang menunjukkan frekuensi distribusi dari sebuah dataset, di mana data dikelompokkan dalam interval yang berurutan dan frekuensi ditunjukkan oleh tinggi batang. Sementara itu, Chatfield (1983) menyebutkan bahwa "histogram membantu dalam memahami bentuk distribusi data dan memudahkan identifikasi pola dan anomali dalam data. (Kulkarni et al., 2022)

Histogram memiliki beberapa fungsi utama dalam analisis data. Pertama, histogram memfasilitasi visualisasi distribusi data,

sehingga mempermudah pemahaman mengenai pola distribusi seperti simetri, skewness (kemiringan), dan kurtosis (keruncingan). Kedua, histogram memungkinkan identifikasi outlier atau nilai yang tidak biasa dengan mudah. Ketiga, histogram memungkinkan perbandingan antara kelompok data yang berbeda, membantu dalam analisis komparatif. Keempat, histogram dapat menunjukkan apakah data tersebar secara merata atau terdapat konsentrasi nilai pada interval tertentu. Terakhir, dengan memvisualisasikan data secara grafis, histogram mempermudah pengambilan keputusan berdasarkan pola distribusi data yang ada.

Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 9, histogram terdiri dari beberapa batang yang mewakili kelompok data dengan frekuensi tertentu. Setiap batang memiliki tinggi yang proporsional dengan jumlah kejadian dalam kelompok tersebut.



Gambar 8 Histogram

Sumber: (Kulkarni et al., 2022)

c) *Diagram SIPOC*

Diagram SIPOC adalah sebuah alat visual yang digunakan dalam praktik *Six Sigma* untuk menggambarkan elemen-elemen penting dari suatu proses. Dalam SIPOC, terdapat lima elemen utama yang meliputi Pemasok (Supplier), Input, Proses, Output, dan Pelanggan (Customer) (Sony et al., 2020). Diagram SIPOC merupakan alat visualisasi yang digunakan untuk menggambarkan langkah-langkah dalam suatu proses dan mengidentifikasi faktor-faktor yang dapat memengaruhi kualitas produk atau layanan. Diagram ini terdiri dari lima elemen utama yaitu:

- 1) Pemasok: Pihak yang menyediakan bahan baku, peralatan, dan informasi untuk proses produksi.
 - 2) Input: Bahan baku, peralatan, dan informasi yang digunakan dalam proses produksi.
 - 3) Proses: Langkah-langkah yang dilakukan dalam proses produksi.
 - 4) Output: Produk atau layanan yang dihasilkan dari proses produksi.
 - 5) Pelanggan: Pihak yang menerima produk atau layanan dari proses produksi.
- (Sony et al., 2020)

Table 1. The sipoc diagram

Supplier	Input	Process	Output	Customer
Korean & Chinese Vendors	Raw materials for spools of thread ± 500 m & Surgical needles	Delivery and receipt of raw materials to the warehouse	Incoming Raw Material Stock	Raw Material Warehouse
Raw Material Warehouse	Incoming Raw Material Stock	Raw material inspection	Spools of Yarn	Yarn Winding Place
Yarn Winding Place	Spools of Yarn	Unwinding	Results of spools of thread	Unwinding Machine
Winding Machine	Results of spools of thread	Cutting	Thread Piece 90 cm	Operator
Operator	Thread Piece 90 cm	Needle Attaching	Thread that has been connected to a needle	Operator
Operator	Thread that has been connected to a needle	Winding	thread & needle unit that has been inserted into in a plastic tray	Winding Machine
Winding Machine	thread & needle unit that has been inserted into in a plastic tray	Primary Packaging	Products that have been placed in aluminum foil	Operator
Operator	Products that have been placed in aluminum foil	Sterilization	Products that have been sterilized	EtO Machine
EtO Machine	Products that have been sterilized	Sealing & Blanking	Products that have aluminum foil installed	Sealing & Blanking Machine
Sealing & Blanking Machine	Products that have aluminum foil installed	Secondary Packaging	Products that have been put in cardboard	Packing place
Material Warehouse packaging place	Products that have been put in cardboard	Surgical suture product packaging process	Stack of surgical suture products	Finished Goods Warehouse

Gambar 9 SIPOC Diagram

Sumber: (Afifa & Damayanti, 2023)

2. Measure

Measure merupakan tahap pengumpulan data yang digunakan untuk mengidentifikasi peluang perbaikan dan menetapkan target untuk peningkatan kualitas. Tahap ini adalah tahap mengukur nilai DPMO dan nilai sigma, DPMO adalah ukuran yang menunjukkan tingkat kegagalan atau kecacatan dalam proses pengaplikasian *Six Sigma*.

Perhitungan DPMO hingga mendapatkan nilai sigma adalah sebagai berikut. (Dahari et al., 2025)

a) Map Control (*Control Chart*)

Diagram kontrol adalah alat dalam kontrol proses statistik (*Statistical Process Control/SPC*) yang digunakan untuk memantau proses dari waktu ke waktu dan menentukan apakah proses manufaktur atau bisnis berada dalam kendali atau di luar kendali. Proses yang berada dalam kendali mengacu pada proses yang stabil, dapat diprediksi, dan hanya menunjukkan variasi yang disebabkan oleh faktor acak. Sebaliknya, proses yang berada di luar kendali dapat menampilkan berbagai pola non-acak pada diagram kontrol, yang menunjukkan adanya penyebab yang dapat diidentifikasi sebagai penyebab variasi dalam kinerja proses. Dengan memahami penyebab yang mendasarinya, organisasi dapat membuat keputusan yang tepat untuk meningkatkan proses, mengurangi variasi, meningkatkan kualitas produk atau layanan, serta mengoptimalkan performa operasional secara keseluruhan. (Chen et al., 2023)

Pada tahap ini, pengukuran dilakukan untuk menganalisis masalah yang ada dengan menggunakan berbagai alat bantu ilmiah, seperti peta kendali atribut P dan C, serta evaluasi nilai DPMO dan tingkat sigma. Peta kendali atribut P digunakan untuk memantau proporsi ketidaksesuaian dalam proses, sementara peta kendali atribut C digunakan untuk mengukur jumlah cacat dalam satu unit produksi. Evaluasi nilai DPMO (Defects Per Million Opportunities) dan tingkat sigma dilakukan untuk menentukan frekuensi terjadinya cacat per satu juta kesempatan serta untuk menilai kinerja proses secara keseluruhan. Untuk menganalisis dan mengendalikan kualitas proses, terdapat beberapa jenis peta kendali yang digunakan. Dua di antaranya adalah peta kendali P dan peta kendali C. Berikut ini penjelasan mengenai masing-masing peta kendali tersebut:

a. Peta Kendali Atribut P (*P Chart*)

Peta kendali P merupakan alat yang efektif dalam *Six Sigma* dan pengendalian proses statistik (SPC) untuk pemantauan terus-menerus terhadap proses produksi dan identifikasi potensi masalah kualitas produk. Fokus utamanya adalah pada proporsi unit cacat yang dihasilkan dalam perbandingan dengan standar kualitas yang telah ditetapkan sebelumnya oleh perusahaan. Pembuatan peta kendali P bermanfaat untuk mengevaluasi apakah situasi berada dalam batasan kendali yang telah ditetapkan, sehingga memungkinkan pemantauan kontinu terhadap proporsi unit cacat terhadap standar kualitas perusahaan. Berikut ini langkah penentuan dalam peta kendali P. (Chen et al., 2023)

- Perhitungan Proporsi Cacat

$$P_i = \frac{np_i}{n_i} \times 100\%$$

Keterangan:

P_i = proporsi cacat hari ke-i

np_i = jumlah produk cacat hari ke-i

n_i = jumlah produksi pada hari ke-i

- Perhitungan \bar{P}

$$\bar{P} = \frac{\sum np}{\sum n}$$

- Perhitungan UCL (Upper Control Limit)

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

Keterangan:

UCL = Upper Control Limit

\bar{P} = Rata-Rata Produksi Cacat

n_i = Jumlah Produksi/Hari

- Perhitungan LCL (Lower Control Limit)

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

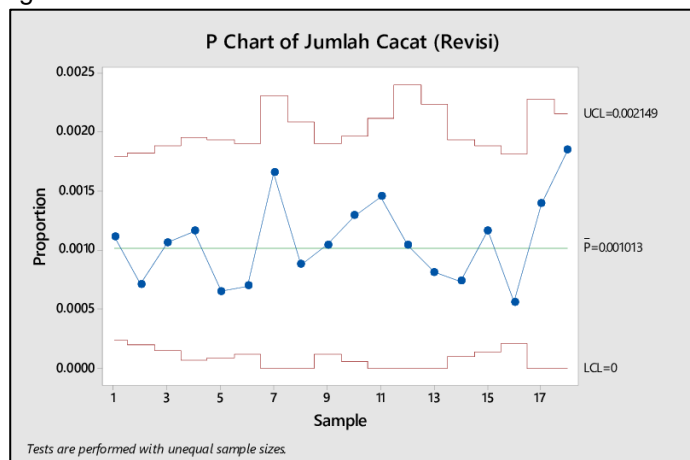
Keterangan:

UCL = Upper Control Limit

\bar{P} = Rata-Rata Produksi Cacat

n_i = Jumlah Produksi/Hari

Data dapat dianggap terkendali atau berada dalam rentang kontrol, sehingga bisa dilanjutkan untuk ke-langkah berikutnya adalah menghitung nilai DPMO dan tingkat sigma.



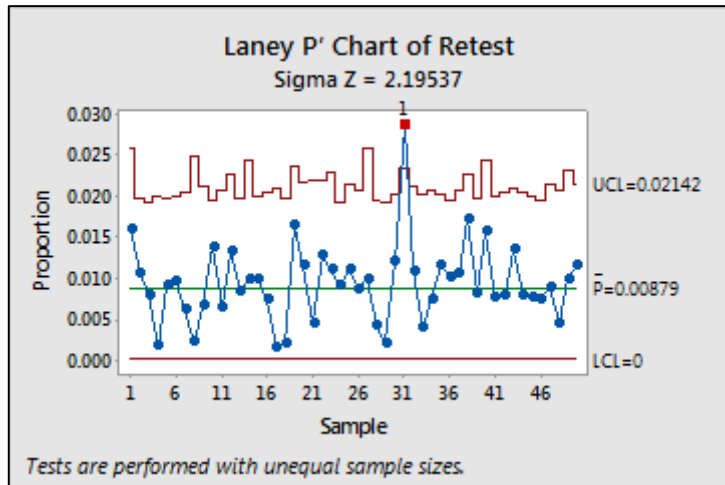
Gambar 10 P Chart
Sumber: Chen et al., 2023

b. Peta Kendali *Laney P'*

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Pribadi dan Ahsan dalam jurnal mereka tahun 2023, diagram *Laney P*, yang juga dikenal sebagai diagram *P prime (P')*, adalah diagram kendali yang digunakan untuk memantau proporsi item cacat dalam suatu proses dengan memperhitungkan variabilitas proses itu sendiri. George C. *Laney* menjelaskan bahwa diagram ini dirancang untuk menggantikan diagram *P* tradisional yang sering tidak memperhitungkan variasi dalam ukuran sampel dan dispersi subkelompok, yang dapat menyebabkan batas kendali yang tidak akurat. William H. *Woodall* menambahkan bahwa diagram *Laney P'* adalah perluasan dari diagram *P* tradisional yang lebih baik dalam menangani variabilitas proses, sehingga lebih efektif dalam mendeteksi cacat dalam kondisi produksi yang kompleks. (Pribadi & Ahsan, 2023)

Douglas C. Montgomery juga menyatakan bahwa diagram *Laney P* menggunakan faktor penyesuaian *sigma-z* untuk mengakomodasi variabilitas, sehingga menghasilkan pengendalian yang lebih akurat terhadap proporsi cacat. Penelitian ini menegaskan bahwa penggunaan diagram *Laney P* membantu mengurangi risiko alarm palsu dan meningkatkan efektivitas pemantauan proses. Penjelasan lebih lanjut oleh para ahli seperti Dr. Mark J. Kiemele, yang menyebutkan bahwa diagram *Laney P* memungkinkan profesional kontrol kualitas untuk memantau proporsi item cacat dengan lebih tepat, dan Dr. Susan E. Albin, yang menekankan popularitas dan fleksibilitasnya dalam berbagai industri, mendukung temuan ini. (Pribadi & Ahsan, 2023)

Dr. Thomas J. Ryan juga menggarisbawahi bahwa dengan mengidentifikasi dan menangani sumber variabilitas proses, diagram *Laney P* dapat meningkatkan kualitas produk secara keseluruhan. Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa diagram *Laney P* merupakan alat yang sangat berharga untuk mengoptimalkan kualitas produk dan efisiensi proses produksi. Lebih lanjut, penelitian oleh Snyder et al tahun 2021 menegaskan bahwa diagram *Laney P* adalah alat yang sangat berguna dalam kontrol kualitas. Mereka mencatat bahwa diagram ini membantu mengurangi risiko alarm palsu dan meningkatkan efektivitas pemantauan proses. (Snyder et al., 2022)



Gambar 11 Laney P Chart

Sumber: (Snyder et al., 2022)

b) Perhitungan DPMO dan Tingkat Sigma

DPMO adalah alat penting untuk mencapai *Six Sigma* dan juga merupakan metrik penting untuk mengukur tingkat cacat dalam proses produksi. DPMO (*Defects Per Million Opportunities*) adalah metrik yang digunakan untuk mengukur tingkat cacat dalam suatu proses secara terstandarisasi. Metrik ini menghitung jumlah cacat per satu juta peluang atau kesempatan. Setiap peluang atau kesempatan dalam proses produksi atau bisnis dapat berupa langkah, elemen, atau unit yang dihasilkan. (Kulkarni et al., 2022) Adapun DPMO yang perlu diketahui adalah unit (U) yang menyatakan jumlah suatu produk. *Defect* (D) yang menyatakan jumlah produk cacat yang terjadi. *Opportunity* (OP) menyatakan karakteristik yang berpotensi cacat. Adapun langkah-langkah yang perlu dilakukan dalam perhitungan DPMO adalah sebagai berikut:

- $DPU = \frac{\text{defect}}{\text{unit}}$
- $DPO = \frac{\text{defect}}{\text{unit} \times \text{opportunity}}$
- $DPMO = DPO \times 1.000.000$

Keterangan:

DPU = Defects Per Unit

DPO = Defects Per Opportunity

DPMO = Defects Per Million Opportunities

- Mengkonversi nilai DPMO ke nilai Sigma

Perhitungan level sigma dapat dilakukan dengan mengonversi hasil perhitungan DPMO menjadi level 6 sigma. Konversi DPMO ke level sigma adalah sebagai berikut:

$$\text{Sigma Level} = \text{NORMSINV} \left(\left(\frac{1.000.000 - \text{DPMO}}{1.000.000} + 1.5 \right) \right)$$

Keterangan:

DPMO: Nilai Defects Per Million Opportunities

NORMSINV: Normal Standard Inverse, sebuah fungsi matematika yang digunakan untuk menghitung nilai z (standardized score) dalam distribusi normal standar.

(Kulkarni et al., 2022)

Six Sigma Conversion Table								
Yield	DPMO	Sigma	Yield	DPMO	Sigma	Yield	DPMO	Sigma
6.6%	934,000	0	69.2%	308,000	2	99.4%	6,210	4
8.0%	920,000	0.1	72.6%	274,000	2.1	99.5%	4,660	4.1
10.0%	900,000	0.2	75.8%	242,000	2.2	99.7%	3,460	4.2
12.0%	880,000	0.3	78.8%	212,000	2.3	99.75%	2,550	4.3
14.0%	860,000	0.4	81.6%	184,000	2.4	99.81%	1,860	4.4
16.0%	840,000	0.5	84.2%	158,000	2.5	99.87%	1,350	4.5
19.0%	810,000	0.6	86.5%	135,000	2.6	99.90%	960	4.6
22.0%	780,000	0.7	88.5%	115,000	2.7	99.93%	680	4.7
25.0%	750,000	0.8	90.3%	96,800	2.8	99.95%	480	4.8
28.0%	720,000	0.9	91.9%	80,800	2.9	99.97%	330	4.9
31.0%	690,000	1	93.3%	66,800	3	99.977%	230	5
35.0%	650,000	1.1	94.5%	54,800	3.1	99.985%	150	5.1
39.0%	610,000	1.2	95.5%	44,600	3.2	99.990%	100	5.2
43.0%	570,000	1.3	96.4%	35,900	3.3	99.993%	70	5.3
46.0%	540,000	1.4	97.1%	28,700	3.4	99.996%	40	5.4
50.0%	500,000	1.5	97.7%	22,700	3.5	99.997%	30	5.5
54.0%	460,000	1.6	98.2%	17,800	3.6	99.9980%	20	5.6
58.0%	420,000	1.7	98.6%	13,900	3.7	99.9990%	10	5.7
61.8%	382,000	1.8	98.9%	10,700	3.8	99.9992%	8	5.8
65.6%	344,000	1.9	99.2%	8,190	3.9	99.9995%	5	5.9
						99.99966%	3.4	6

Table 1. Conversion of DPMO values and sigma levels

Gambar 12 Conversion of DPMO values and sigma levels

Sumber: (Kulkarni et al., 2022)

c) Pengukuran Kapabilitas Proses

Menurut Tong & Chen (2003) yang diambil dalam jurnal artikel R. Sanchez-Marquez dan J. Jabaloyes Vivas (2021) menjelaskan bahwa indeks yang paling umum digunakan dalam mengevaluasi kapabilitas aktual proses di industri adalah Cpk. Indeks ini digunakan untuk menilai apakah proses dapat memenuhi ekspektasi pelanggan. Meskipun terdapat indeks kapabilitas proses lainnya (seperti Cp, Cpm), penelitian ini fokus pada Cpk karena, seperti yang telah dinyatakan, ini adalah yang paling umum digunakan oleh praktisi.

Berdasarkan temuan dari tinjauan literatur ini dan cakupan penelitian ini (diagram kontrol ^Cpk yang praktis dan mudah digunakan untuk proses yang terdistribusi normal), metode parametrik untuk estimasi CI Cpk yang dikembangkan oleh Bisell (1990) dan Mathew et al. (2007) sangat relevan.

Suatu proses dikatakan memiliki kapabilitas yang baik jika penyebaran variasi alami sesuai dengan penyebaran batas yang ditentukan. Jadi, bila rasio kisaran yang ditentukan dengan batas kontrol lebih besar dari satu, maka:

$$Cp = \frac{USL - LSL}{6\sigma}$$

Nilai Cp = 1 jika batas standar yang ditentukan sama dengan batas variasi alami proses (batas kontrol). Dalam hal

ini, proses dikatakan tidak mampu; hanya memiliki potensi untuk menghasilkan produk yang tidak rusak jika prosesnya dipusatkan pada target yang ditentukan. Sekitar 0,27 persen atau 2700 bagian per juta adalah produk cacat.

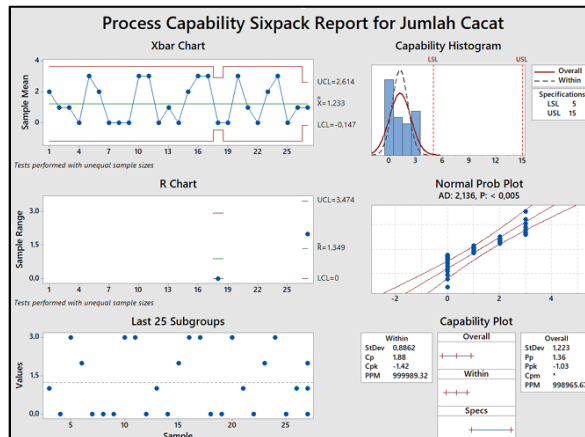
Nilai $C_p > 1$ jika batas standar yang ditentukan lebih besar dari batas kendali. Dalam hal ini, proses berpotensi mampu dan mungkin menghasilkan produk yang memenuhi atau melampaui persyaratan pelanggan. Nilai $C_p < 1$ jika batas standar yang ditentukan lebih kecil dari batas kontrol. Proses ini dikatakan tidak mampu.

Kemampuan Proses Aktual, C_{pk} : Alasan mengapa $C_p > 1$ tidak berarti bahwa prosesnya tidak menghasilkan cacat, adalah karena kisaran batas kontrol mungkin lebih kecil dari batas standar yang ditentukan. Namun, jika proses tidak terpusat pada target yang ditentukan, satu sisi batas kontrol mungkin melebihi batas yang ditentukan. Jika proses tidak berpusat pada target yang ditentukan, C_p tidak akan terlalu informatif karena hanya akan membedakan antara dua rentang (batas kontrol proses dan batasan standar yang ditentukan). Namun, tidak dapat menginformasikan apakah proses menghasilkan cacat atau tidak. Dalam hal ini, indeks kapabilitas lain digunakan untuk menentukan kemampuan proses dalam merespons kebutuhan pelanggan, yaitu C_{pk} . C_{pk} mengukur berapa banyak proses produksi yang benar-benar sesuai dengan spesifikasi standar. k pada C_{pk} disebut faktor k ; ini mengukur tingkat penyimpangan proses dari target yang ditentukan.

Dalam metode analisis untuk peningkatan kualitas, biasanya digunakan kriteria kapabilitas proses untuk nilai C_p dan C_{pk} sebagai berikut:

- a. Nilai $C_p = C_{pk}$, menunjukkan bahwa proses tersebut berada di tengah-tengah spesifikasinya.
- b. Nilai $C_p > 1.33$, maka kapabilitas proses sangat baik.
- c. Nilai $C_p < 1.00$, mengidentifikasi bahwa proses tersebut menghasilkan produk yang tidak sesuai dengan spesifikasi dan tidak mampu.
- d. Nilai C_{pk} negatif menunjukkan rata-rata proses berada di luar batas spesifikasi.
- e. Nilai $C_{pk} = 1.0$ menunjukkan satu variasi proses berada pada salah satu batas spesifikasi.
- f. Nilai $C_{pk} < 1.0$ menunjukkan bahwa proses menghasilkan produk yang tidak sesuai dengan spesifikasi.
- g. Nilai $C_{pk} = 0$ menunjukkan rata-rata, nilai C_{pk} sama dengan 1 berarti sama dengan batas spesifikasi.

(Sanchez-Marquez & Jabaloyes Vivas, 2021)



Gambar 13 Process Capability Sixpack

3. Analyze

Tahap Analyze adalah tahap ketiga dalam metodologi *Six Sigma* yang digunakan untuk mengidentifikasi beberapa penyebab utama dari daftar penyebab potensial yang diperoleh dari fase *Measure*, yang benar-benar mempengaruhi hasil proyek dengan menggunakan metodologi *Six Sigma*. Data yang dikumpulkan pada fase *Measure* dianalisis untuk menentukan daftar prioritas sumber variasi.

a. Fishbone Diagram

1) Definisi Fishbone Diagram

Diperkenalkan oleh Dr. Kaoru Ishikawa, seorang ahli pengendalian kualitas ternama dari Jepang, diagram ini termasuk dalam tujuh alat kualitas dasar (7 basic quality tools) yang esensial untuk proses pemecahan masalah. Diagram Ishikawa, yang sering disebut sebagai diagram tulang ikan karena bentuknya yang menyerupai tulang ikan, adalah sebuah alat yang digunakan untuk menggambarkan korelasi antara penyebab dan dampak dari suatu masalah tertentu. Fungsinya adalah untuk membantu dalam menganalisis akar penyebab masalah yang dihadapi. Dalam diagram Ishikawa, terdapat lima faktor utama yang dikenal sebagai "lima M", yaitu manusia, mesin, metode, material, dan lingkungan. Faktor-faktor ini digunakan untuk memperjelas bagaimana berbagai variabel ini dapat berkontribusi terhadap terjadinya masalah yang diidentifikasi. Dengan menggunakan diagram ini, tim atau individu dapat secara sistematis menganalisis dan mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi suatu masalah, sehingga memungkinkan untuk merencanakan

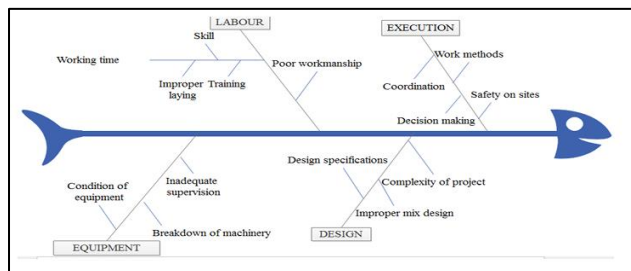
tindakan perbaikan yang sesuai. (Musa Issa & Saleh Al-Jabi, 2022)

2) Tahapan *Fishbone* Diagram

Berikut adalah tahapan pengisian RCA dengan diagram fishbone:

1. Identifikasi Permasalahan: Pada bagian kepala diagram, permasalahan yang akan diselesaikan dijelaskan secara jelas dan spesifik.
2. Pengenalan 5 Faktor Produksi: Pada bagian badan diagram, terdapat 5 cabang yang mewakili faktor produksi utama, yaitu manusia (*man*), mesin (*machine*), metode (*method*), bahan (*material*), dan lingkungan (*environment*).
3. Brainstorming dengan Para Ahli: Para ahli dari masing-masing departemen berkumpul untuk melakukan sesi brainstorming. Mereka mengidentifikasi potensi penyebab kecacatan berdasarkan faktor produksi yang telah ditetapkan.
4. Penilaian dan Pemilihan: Setelah mengidentifikasi berbagai kemungkinan penyebab, dilakukan proses voting untuk menentukan penyebab yang paling berpotensi menjadi akar masalah terhadap kecacatan. Biasanya, dipilih 1-3 penyebab utama yang paling dominan.
5. Implementasi Perbaikan: Penyebab atau akar masalah yang terpilih akan dianalisis lebih lanjut untuk merumuskan tindakan perbaikan yang sesuai dan efektif guna meningkatkan kualitas dan efisiensi proses produksi.

Tahapan-tahapan ini merupakan metode sistematis dalam melakukan *Root Cause Analysis* (RCA) menggunakan diagram fishbone, yang bertujuan untuk mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam tentang faktor-faktor yang berkontribusi terhadap kecacatan dalam suatu proses produksi.



Gambar 14 Fishbone Diagram

Sumber: (Musa Issa & Saleh Al-Jabi, 2022)

b. *Why-Why Analysis*

Why-why Analysis adalah alat bantu handal yang digunakan bersama dengan Diagram Tulang Ikan untuk menelusuri dan menemukan akar permasalahan. Teknik ini bekerja dengan cara mengajukan pertanyaan "Mengapa?" berulang kali, sehingga mengupas lapisan-lapisan faktor penyebab.

4. *Improve*

Improve adalah tahap keempat dalam metodologi DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) yang berfokus pada pengembangan dan implementasi solusi untuk menghilangkan penyebab utama cacat dan meningkatkan kinerja proses. Setelah sumber-sumber dan akar penyebab dari masalah teridentifikasi, maka perlu dilakukan penetapan rencana tindakan (*action plan*) untuk melaksanakan peningkatan kualitas. Pada tahap ini dilakukan usulan perbaikan, implementasi dari perbaikan, perhitungan DPMO dan Sigma Level setelah perbaikan, dan analisis hasil perbaikan. Usulan perbaikan dibuat berdasarkan hasil identifikasi potensi penyebab kegagalan dengan menggunakan alat bantu seperti , FMEA, dan 5W 1H. (Buestan & Perez, 2022)

1.2.4 **Failure Mode and Effect Analysis**

Analisis mode kegagalan dan efek (*Failure Mode and Effect Analysis/FMEA*) adalah teknik rekayasa yang digunakan untuk mendefinisikan dan mengidentifikasi masalah, kesalahan, serta kekurangan dalam sistem, desain, proses, dan/atau layanan sebelum produk atau layanan tersebut diterima oleh konsumen (Mayangsari et al., 2015). FMEA diklasifikasikan menjadi dua jenis, yaitu:

- a) Desain FMEA yaitu alat yang digunakan untuk memastikan bahwa potential failure modes, sebab dan akibatnya telah diperhatikan terkait dengan karakteristik desain, digunakan oleh Design Responsible Engineer/Team.
- b) Process FMEA yaitu alat yang digunakan untuk memastikan bahwa potential failure modes, sebab dan akibatnya telah diperhatikan terkait dengan karakteristik prosesnya, digunakan oleh Manufacturing Engineer/Team.

Berikut adalah contoh sitasi yang benar untuk merujuk pada langkah-langkah dalam membuat FMEA menurut Gaspersz (2002), sebagaimana dikutip dalam jurnal Sony, M., Antony, J., Park, S., & Mutingi, M. (2020). (Sony et al., 2020)

1. Mengidentifikasi proses produk
2. Mendaftarkan masalah-masalah potensial yang dapat muncul
3. Menilai masalah untuk *Severity* (kerumitan), *Occurance* (probabilitas kejadian) dan *Detection* (detektabilitas) berdasarkan pengamatan atau dengan metode *Brainstorming* sehingga penilaian bersifat kualitatif.
4. Menghitung *risk priority number* (RPN) dan tindakan-tindakan prioritas
5. Melakukan tindakan-tindakan untuk mengurangi resiko

FMEA digunakan untuk mengidentifikasi mode kegagalan, mode kegagalan termasuk dalam kecacatan atau kegagalan (*Defect*) dalam desain, kondisi di luar batas spesifikasi, atau perubahan dalam produk yang mengganggu fungsi produk. Faktor-faktor didefinisikan sebagai berikut:

- a. Pengaruh buruk (*Severity*): estimasi atau perkiraan subyektif tentang bagaimana buruknya pengguna akhir akan merasakan akibat dari kegagalan. Rating keparahan diberi nilai pada skala 1 hingga 10, dengan 10 dinyatakan sebagai tingkat yang paling parah, dan 1 menyatakan efek yang paling minimal. Rating severity dapat dilihat pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1 Severity Criteria

Ranking	Criteria
1	Pengaruh buruk dapat diabaikan tidak perlu memikirkan bahwa akibat ini akan berdampak pada kinerja produk. Pengguna akhir mungkin tidak akan memperhatikan kecatatan atau kegagalan ini.
2 3	Pengaruh buruk yang ringan atau sedikit. Akibat yang ditimbulkan hanya bersifat ringan. Pengguna akhir tidak akan merasakan perubahan kinerja. Perbaikan dapat dikerjakan pada saat pemeliharaan regular.
4 5 6	Pengaruh buruk yang moderat. Pengguna akhir merasakan penurunan kinerja atau penampilan, namun masih berada dalam batas toleransi. Perbaikan yang dilakukan tidak akan mahal, jika terjadi downtime hanya dalam waktu singkat.
7 8	Pengaruh buruk yang tinggi. Pengguna akhir akan merasakan akibat buruk yang tidak akan diterima, berada diluar batas toleransi. Akibat akan terjadi tanpa pemberitahuan atau peringatan terlebih dahulu, Downtime akan berakibat biaya yang sangat mahal. Penurunan kinerja dalam area yang berkaitan dengan peraturan pemerintah, namun tidak berkaitan dengan keamanan dan keselamatan.
9 10	Masalah keselamatan keamanan potensial. Akibat yang ditimbulkan sangat berbahaya yang dapat terjadi tanpa pemberitahuan atau peringatan terlebih dahulu. Bertentangan dengan hukum.

- b. *Occurance*: kesempatan atau peluang bahwa salah satu penyebab spesifik atau mekanisme menghasilkan mode kegagalan. Pengurangan atau penghapusan pada terjadinya peringkat tidak harus datang dari alasan apapun kecuali perubahan langsung dalam desain. Rating occurrence diberi nilai pada skala 1 hingga 10, dengan 10 dinyatakan sebagai penyebab kegagalan yang paling sering terjadi, dan 1 menyatakan situasi yang jarang atau tidak pernah terjadi. Rating occurrence dapat dilihat pada Tabel 2 berikut:

Tabel 2 Occurance Criteria

Ranking	Criteria	Tingkat Kegagalan
1	Tidak mungkin bahwa penyebab ini yang mengakibatkan mode kegagalan	1 dalam 1.000.000
2 3	Kegagalan akan terjadi	1 dalam 20.000 1 dalam 4.000
4 5 6	Kegagalan agak mungkin terjadi	1 dalam 1.000 1 dalam 400 1 dalam 80
7 8	Kegagalan sangat mungkin terjadi	1 dalam 40 1 dalam 20
9 10	Hampir dapat dipastikan kegagalan akan terjadi	1 dalam 8 1 dalam 2

Detection : ukuran relatif dari penilaian kemampuan desain kontrol untuk mendeteksi potensi penyebab atau modus kegagalan selama sistem operasi. Rating detection diberi nilai pada skala 1 hingga 10, dengan 10 mengimplikasikan sebagai metode pencegahan tidak efektif, dan 1 menyatakan bahwa metode pencegahan sudah efektif. Ranking Detection dapat dilihat pada Tabel 3 berikut:

Tabel 3 Ranking Detection

Ranking	Criteria	Tingkat Kejadian Penyebab
1	Metode pencegahan sangat efektif	1 dalam 1.000.000
2 3	Kemungkinan bahwa penyebab terjadi adalah rendah	1 dalam 20.000 1 dalam 4.000
4 5 6	Kemungkinan penyebab terjadi bersifat moderat. Metode pencegahan atau deteksi masih memungkinkan kadang-kadang penyebab itu terjadi	1 dalam 1.000 1 dalam 400
7 8	Kemungkinan bahwa penyebab itu terjadi sangat tinggi. Metode pencegahan atau deteksi kurang efektif karena penyebab masih berulang kembali	1 dalam 40 1 dalam 20
9 10	Kemungkinan bahwa penyebab itu terjadi sangat tinggi. Metode pencegahan atau deteksi tidak efektif. Penyebab akan selalu terjadi kembali	1 dalam 8 1 dalam 2

- c. Angka Prioritas Resiko (RPN= *Risk Priority Number*): hasil perkiraan antara ranking pengaruh buruk (*severity*), rangkin kemungkinan dan ranking efektifitas. Namun, untuk mendapatkan *risk priority number* (RPN), *severity* (S), *occurence* (O), dan *detection* (D) harus dikalikan yang ditunjukkan dengan persamaan sebagai berikut:

$$RPN = S \times O \times D$$

Kemudian, nilai RPN untuk setiap mode kegagalan adalah peringkat untuk mengetahui kegagalan dengan risiko yang lebih tinggi Angka ini digunakan untuk mengidentifikasi resiko yang serius, sebagai petunjuk ke arah perbaikan.

(Sony et al., 2020)

1.2.5 Penelitian Terdahulu

Pada penelitian ini, dilakukan penelusuran terkait dengan penelitian-penelitian yang terdahulu yang berhubungan dengan penelitian yang akan dilakukan.

Tabel 4 Penelitian Terdahulu

No	Tahun	Judul dan Peneliti	Metode	Hasil
1	2023	(Quality Improvement of Tin Ingot Product Using Six Sigma Method at PT Timah Tbk) Idriwal Mayusda et al	<i>Six Sigma</i> DMAIC <i>Define</i> : CTQ, Sipoc iagram <i>Measure</i> : Control Chart, DPMO Analysis: Pareto Diagram, Ishikawa Diagram, FMEA <i>Improve</i> : 5W 1H Control: Suggestions	Sigma level comes at 3.670 from 3.195
2	2022	(Improve Product Quality And Production Process With Integration Of Six Sigma And Quality Management System Iso 9001: A Case Study Of Bakery Shop In France) Norfaizah Yusof and Khai Loon Lee	<i>Six Sigma</i> DMAIC <i>Define</i> : CTQ, Sipoc iagram, Flow Chart <i>Measure</i> : CPOQ, Control Chart, DPMO and Sigma Levels Analysis: Pareto Diagram, Fishbone Diagram <i>Improve</i> : Tahguchi Control: New Standard Procedure (SOP) Proposal	Sigma level comes at 5.46 from 1.40

3	2022	<p>(Quality Improvement Using The DMAIC Method In The Light Brick Industry)</p> <p>Salsadila, Erry Rimawan, and Dana Santosos Saroso</p>	<p><i>Six Sigma</i> DMAIC</p> <p><i>Define:</i> CTQ</p> <p><i>Measure:</i> P Chart, C Chart DPMO</p> <p><i>Analysis:</i> FMEA</p> <p><i>Improve:</i> Taguchi Method</p> <p><i>Control:</i> SOP</p>	<p>Sigma level comes at 3.86 from 2.99</p>
4	2023	<p>(Improving the Packaging Quality of Surgical Suture Products at PT. XYZ with the Application of the Six Sigma Method and Failure Mode Effect Analysis (FMEA)</p> <p>Nurul Fathiya, Wawan Kurniawan and Idriwal Maysuda</p>	<p><i>Six Sigma</i> DMAIC</p> <p><i>Define:</i> CTQ, Sipoc iagram</p> <p><i>Measure:</i> P Control Chart, C control Chart, DPMO and Sigma Level</p> <p><i>Analysis:</i> FMEA, Fishbone Diagram, Pareto Diagram</p> <p><i>Improve:</i> FMEA</p> <p><i>Control:</i> SOP</p>	<p>Sigma level comes at 3.670 from 3.195</p>
5	2023	<p>(The performance improvement analysis using Six Sigma DMAIC methodology: A case study on Indian manufacturing company)</p> <p>Sumanjeet Singh et al</p>	<p><i>Six Sigma</i> DMAIC</p> <p><i>Define:</i> Brainstorming</p> <p><i>Measure:</i> Process Mapping, CTQ</p> <p><i>Analysis:</i> Fishbone Diagram, Pareto Diagram</p> <p><i>Improve:</i> Brainstorming, Pareto Chart</p> <p><i>Control:</i> SOP</p>	<p>Sigma level comes at 4.45 from 3.90</p>

Berdasarkan Tabel 4, dapat disimpulkan bahwa penelitian ini memiliki perbedaan dengan penelitian sebelumnya dalam hal objek penelitian dan sumber data yang digunakan. Selain itu, penelitian ini menggunakan konsep penentuan komponen kritis dengan menggunakan *Failure Mode Effect and Analysis* (FMEA).

FMEA merupakan alat yang sangat penting dalam metodologi *Six Sigma* karena membantu dalam mengidentifikasi dan mengurangi risiko kegagalan, yang pada akhirnya dapat meningkatkan kualitas, efisiensi, dan efektivitas proses atau produk. Setelah mengidentifikasi komponen-komponen kritis dan potensi kegagalan melalui FMEA, langkah-langkah perbaikan yang sesuai harus direncanakan dan diimplementasikan.

1.3 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Apa saja factor-faktor utama yang menyebabkan cacat pada bata ringan di PT Hebel Cipta Sarana Bumi Gowa ?
- b. Bagaimana penerapan metode *Six Sigma* dan FMEA untuk meningkatkan kualitas produk bata ringan di PT Hebel Cipta Sarana Bumi ?
- c. Apa saja usulan perbaikan yang dapat diberikan untuk meningkatkan kualitas produk bata ringan di PT Hebel Cipta Sarana Bumi?

1.4 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengidentifikasi faktor-faktor utama yang menyebabkan cacat pada produk bata ringan di PT Hebel Cipta Sarana Bumi.
2. Menganalisis dan merumuskan penerapan metode *Six Sigma-DMAIC* untuk meningkatkan kualitas produk bata ringan di PT Hebel Cipta Sarana Bumi).
3. Memberikan usulan perbaikan untuk meningkatkan kualitas produk bata ringan di PT Hebel Cipta Sarana Bumi.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diperoleh dari penelitian ini ditujukan bagi beberapa pihak sebagai berikut:

1.5.1 Bagi penulis

Penelitian ini memberikan pengalaman dan pemahaman yang mendalam tentang penerapan metode *Six Sigma-DMAIC* dalam industri manufaktur, khususnya dalam konteks produksi bata ringan. Penulis akan memperoleh pengetahuan praktis dan keterampilan dalam melakukan analisis kualitas, mengidentifikasi cacat produksi, dan merumuskan strategi perbaikan berdasarkan pendekatan *Six Sigma-DMAIC*.

1.5.2 Bagi perusahaan

Hasil penelitian Menjadi bahan masukan dan manfaat yang signifikan bagi PT Hebel Cipta Sarana Bumi dalam meningkatkan kualitas produk, efisiensi, daya saing, dan citra perusahaan.

1.5.3 Bagi akademik

Diharapkan dengan adanya penelitian ini akan memberikan kontribusi dalam literatur akademik mengenai penerapan metode *Six*

Sigma-DMAIC dalam industri manufaktur, khususnya dalam konteks produksi bahan bangunan. Temuan dan hasil penelitian dapat menjadi referensi bagi peneliti, praktisi, dan mahasiswa yang tertarik dalam bidang manajemen kualitas, teknik industri, dan konstruksi.

1.6 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

- a. Ruang Lingkup Penelitian: Penelitian ini akan fokus pada identifikasi dan analisis cacat pada bata ringan di satu pabrik tertentu, sehingga hasilnya mungkin tidak mewakili kondisi di pabrik lain.
- b. Periode Pengumpulan Data: Data yang dikumpulkan secara langsung di tempat penelitian hanya dilakukan selama satu bulan, yaitu bulan januari. Data untuk sebelas bulan sebelumnya akan diperoleh dari catatan dan laporan yang disediakan oleh perusahaan.
- c. Tahapan Penelitian: Penelitian ini hanya akan mencakup tahap identifikasi masalah dan usulan perbaikan (*Improve*). Tahap pemantauan hasil dari kontrol (*control*) tidak akan dibahas dalam penelitian ini.
- d. Pengaruh Cacat pada Kualitas Produk: Penelitian ini akan mengevaluasi pengaruh cacat pada kekuatan dan durabilitas bata ringan. Aspek lain dari kualitas produk, seperti estetika atau biaya produksi, tidak akan dianalisis secara mendalam.
- e. Rekomendasi Perbaikan: Rekomendasi yang dihasilkan dari penelitian ini akan terbatas pada modifikasi dalam proses produksi dan inspeksi kualitas. Implementasi teknologi baru atau investasi besar tidak akan dibahas dalam rekomendasi ini.

Batasan-batasan ini ditetapkan untuk memastikan bahwa penelitian tetap fokus dan dapat diselesaikan dalam kerangka waktu dan sumber daya yang tersedia.

BAB II METODE PENELITIAN

2.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Objek penelitian dalam penelitian ini adalah bata ringan yang diproduksi oleh PT Hebel Cipta Sarana Bumi, yang terletak di Kecamatan Nirannuang, Bontomarannu, Gowa, Sulawesi Selatan. Data yang digunakan adalah data produk cacat dari bata ringan selama periode empat bulan, yakni bulan Oktober 2023 - Februari 2024. Pengambilan data dilakukan secara langsung di PT Hebel Cipta Sarana Bumi Gowa.

2.2 Sumber Data

Sumber data dalam penelitian ini berasal dari data primer dan data sekunder. Rincian sumber perolehan data sebagai berikut.

2.2.1 Data primer

Dalam penelitian ini, data primer diperoleh melalui observasi dan wawancara langsung dengan informan. Informan dalam penelitian ini adalah *supervisor* bidang *quality control* PT. Hebel Cipta Sarana Bumi yang memberikan informasi tentang hal-hal yang berhubungan dengan objek yang diteliti. Serta dengan karyawan PT. Hebel Cipta Sarana Bumi yang terlibat langsung didalam proses perbaikan dengan menanyakan hal-hal yang berhubungan dengan proses produksi dan hasil produk reject.

2.2.2 Data sekunder

Data yang diperoleh secara tidak langsung atau melalui perantara. Data sekunder ini untuk mendukung data primer. Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini yaitu data historis yang telah tersusun dalam arsip yakni data kuantitas cacat pada bata ringan dalam kurun waktu 6 bulan yakni bulan September 2023 – Februari 2024.

2.3 Metode Pengumpulan Data

pada penelitian ini terdapat beberapa tahap yang dilakukan dalam pengumpulan data yang meliputi:

a. Pendahuluan

Pada tahap ini adalah tahap untuk mencari informasi terkait dengan lokasi yang akan dijadikan sebagai objek penelitian. Pada tahap ini juga dilakukan perencanaan terkait dengan kunjungan yang akan dilakukan ke lokasi penelitian.

b. Observasi Lapangan

Pada tahap ini dilakukan kunjungan ke lokasi untuk mengamati objek wisata.

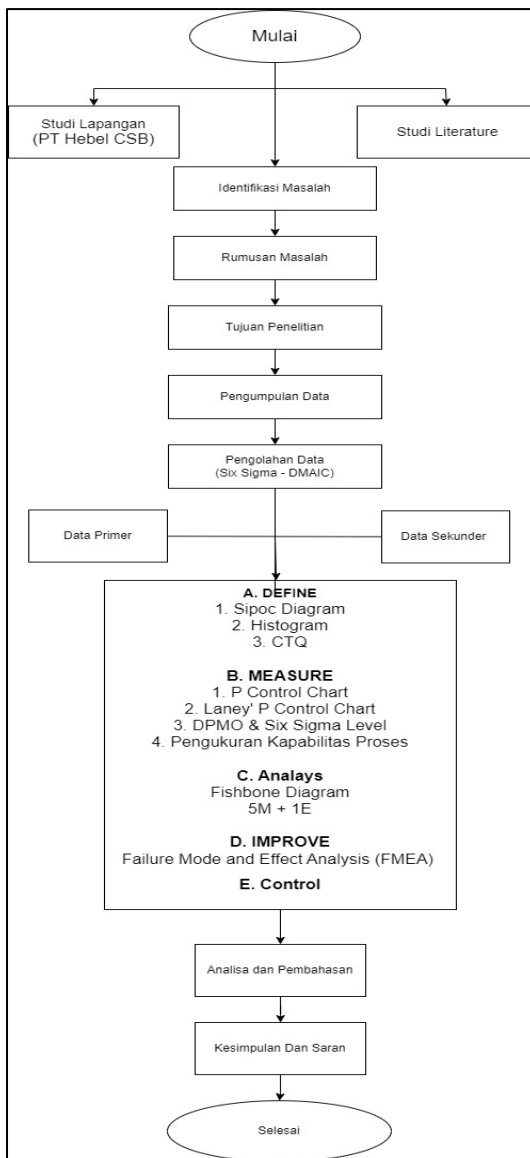
c. Identifikasi Masalah dan Studi Literatur

Permasalahan yang diamati selanjutnya dilakukan penelusuran berbagai referensi sebagai upaya untuk menyelesaikan permasalahan yang diangkat.

- d. Perumusan Masalah
Pada tahap ini menuliskan terkait dengan pertanyaan-pertanyaan yang akan ditemukan jawabannya pada penelitian yang dilakukan.
- e. Penentuan Tujuan
Pada tahap ini menunjukkan gambaran hasil yang akan dicapai dari penelitian yang dilakukan.
- f. Pengumpulan Data
Data yang dikumpulkan pada penelitian ini adalah dengan menggunakan kuesioner.
- g. Pengolahan Data
 - 1) *Define*
 - 2) *Measure*
 - 3) Pengukuran stabilitas proses
 - 4) Pengukuran kapabilitas proses
 - 5) *Analyze*
 - 6) *Improve*
- h. Kesimpulan dan Saran

2.4 Flow Chart Penelitian

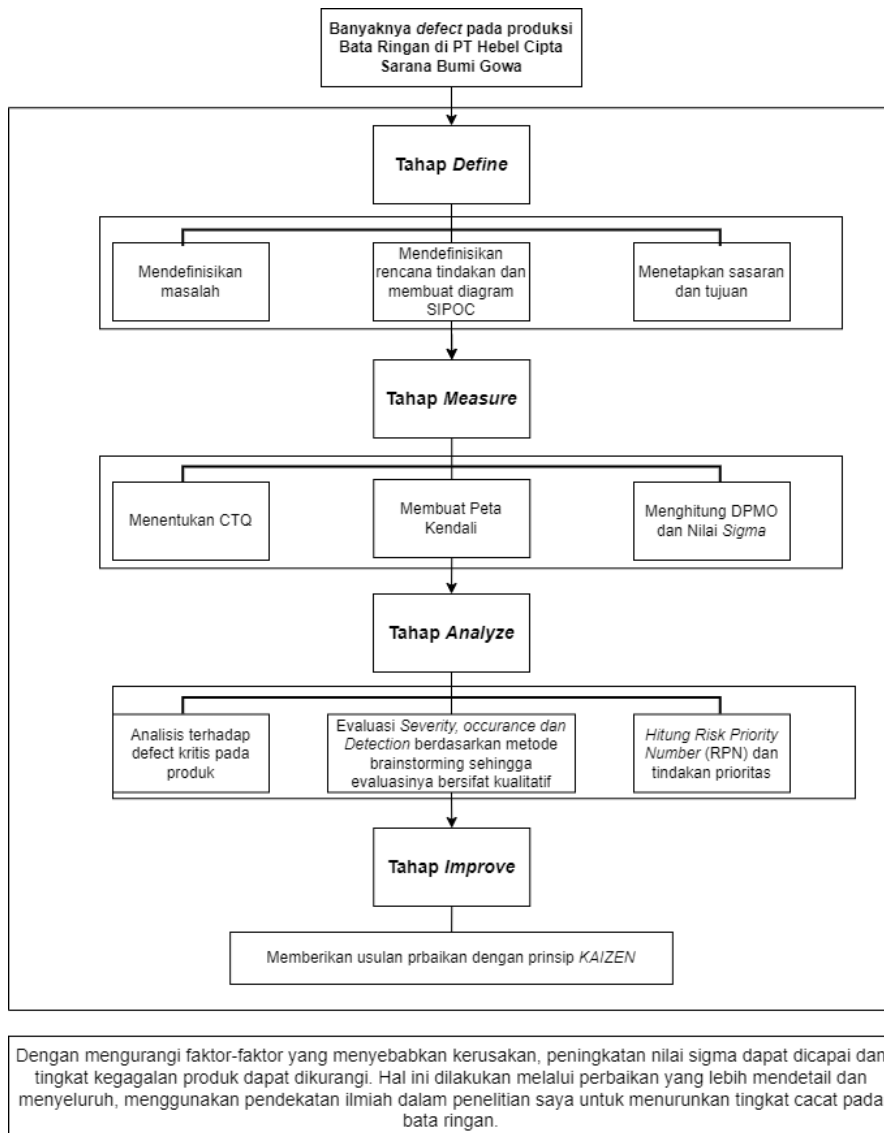
Adapun *flow chart* yang digunakan pada penelitian ini sebagai bentuk perencanaan yang mempermudah peneliti dalam menyelesaikan kegiatan selama penelitian ini berlangsung. Berikut pada gambar 16 adalah *flow chart* atau alur penelitian ini.



Gambar 15 Flow Chart Penelitian

2.5 Kerangka Berpikir

Kerangka pemikiran dalam penelitian ini menggunakan kerangka konseptual. Kerangka konseptual merupakan hubungan antara satu konsep dengan konsep lainnya terkait masalah yang diteliti. Berikut disajikan dalam gambar 6 yang merupakan kerangka pemikiran dalam penelitian ini:



Gambar 16 Kerangka Berpikir Penelitian

2.6 Metode Analisis Data

Data kuantitas *Defect* yang telah didapatkan dari PT. Hebel Cipta Sarana Bumi selanjutnya diolah dengan menggunakan metode *Six Sigma* DMAIC:

- a. *Define*: Mengidentifikasi jenis cacat pada produk bata ringan.
- b. *Measure*: Menetapkan CTQ dan membuat diagram Histogram distribusi frekuensi jenis cacat terbanyak dan melakukan uji stabilitas proses menggunakan alat seperti *Control Chart*. Selain itu, pada tahap ini dilakukan perhitungan nilai performansi awal (DPMO, Nilai *Sigma*) untuk menentukan level sigma dari proses produksi bata ringan. *Software* yang digunakan untuk tahap ini adalah *Microsoft Excel* dan *Minitab*.
- c. *Analyze*: Melakukan analisis penyebab setiap jenis cacat yang menjadi prioritas menggunakan alat *Fishbone Diagram*.
- d. *Improve*: Memberikan usulan perbaikan dengan menggunakan analisis *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) untuk setiap penyebab jenis cacat. Metode observasi merupakan metode yang dilakukan dengan cara pengamatan terhadap objek secara langsung di mana peneliti berada di lokasi yang melibatkan pengamatan sistematis dan teliti untuk mengumpulkan data.