

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

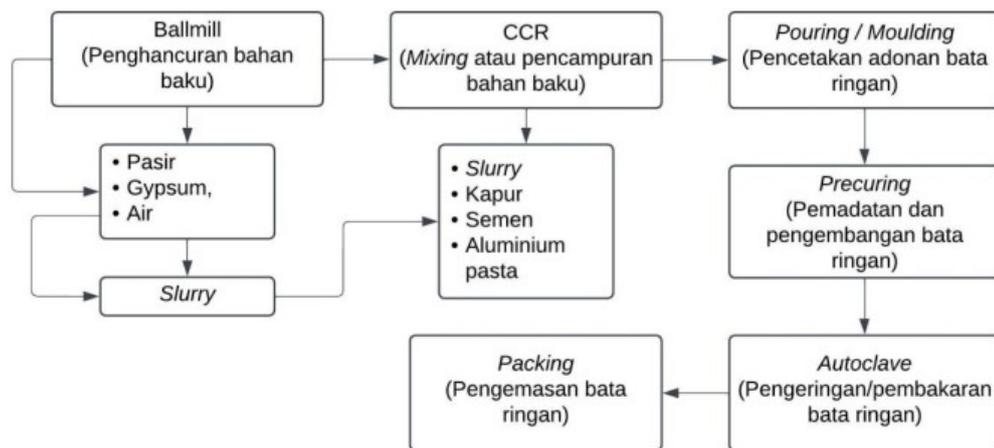
Pertumbuhan industri bahan bangunan di Indonesia meningkat secara signifikan didorong oleh peningkatan sektor konstruksi, seperti pembangunan infrastruktur dan perumahan (BUMN, 2022). Data menunjukkan peningkatan anggaran pemerintah untuk perumahan dan fasilitas umum dari Rp 31,726.50 triliun pada tahun 2023 menjadi Rp 41,798.00 triliun pada tahun 2024 (BPS, 2024). Peningkatan tersebut mengindikasikan kebutuhan material bahan bangunan turut meningkat. Hal ini menjadikan persaingan industri semakin ketat dan menuntut strategi peningkatan kualitas produk untuk mempertahankan loyalitas pelanggan.

PT. Bumi Sarana Beton atau Kalla Beton merupakan anak perusahaan dari Kalla Group yang berlokasi di JL. Kima 17 No.17 Kota Makassar. Perusahaan ini bergerak dalam industri material konstruksi yang memproduksi berbagai jenis beton ringan diantaranya bata ringan, *precast*, panel dinding beton, semen mortar, dan masih banyak lagi. Salah satu produk unggulannya adalah bata ringan jenis *Autoclave Aerated Concrete* (AAC) dengan kapasitas produksi 300 kubik per hari dengan berbagai macam ukuran mulai dari 60x20x7,5, 60x20x10, 60x20x12,5, 60x20x20, dan atau sesuai permintaan



n. Bata ringan AAC adalah beton ringan yang terbuat dari campuran *psum*, semen, kapur, air, dan aluminium pasta. Keunggulan dari bata AAC adalah memiliki bobot yang ringan, memiliki ketahanan terhadap api

dan gempa, daya serap air yang rendah, kedap suara dan bentuknya yang presisi membuat pengerjaannya lebih mudah, cepat, dan efisien. Adapun alur proses produksi bata ringan disajikan melalui bagan berikut:



Gambar 1. 1 Alur Proses Produksi Bata Ringan

(Sumber: Diolah Penulis)

Pada proses produksinya, Kalla Beton masih sering mengalami masalah produk cacat (*defect*) seperti lengket, retak, kikis (tidak terpotong), dan bahkan *reject*. Bata yang mengalami *defect* akan tetap dijual namun di bawah harga standar. Persentase produk cacat (*defect*) yang ditoleransi perusahaan yaitu 4-7%.



Tabel 1. 1 Data Produksi Bata Ringan Tahun 2024

Periode Produksi (bulan)	Total Produksi	Jenis Bata Ringan (M3)			Reject	Defect Rate (%)
		Grade A	Grade B	Grade C		
1	6,946.13	5,824.89	535.04	204.54	381.66	16.14
2	5,748.62	4,931.30	406.55	164.51	246.26	14.22
3	6,419.95	5,597.40	442.28	180.97	199.30	12.81
4	3,849.55	3,466.62	188.75	100.00	94.18	9.95
5	8,055.94	7,074.08	443.08	245.06	293.72	12.19
6	5,409.94	4,691.37	274.75	224.17	219.65	13.28
7	6,274.80	5,659.46	239.05	196.37	179.92	9.81
8	2,842.56	2,577.51	128.35	79.15	57.55	9.32
9	3,359.66	2,968.90	223.57	98.54	68.65	11.63
10	6,368.54	5,594.25	512.72	123.79	137.78	12.16
11	4,457.38	3,898.94	356.39	86.46	115.59	12.53
12	6,035.90	5,308.26	525.30	101.54	100.79	12.06
Jumlah	65,768.98	57,593.00	4,275.83	1,805.11	2,095.04	12.17 %

Sumber: Data Historis PT. Bumi Sarana Beton, Diolah Penulis.

Data dari tabel diatas, jumlah total produk *defect* sebanyak 6,080.92, akumulasi dari bata ringan *Grade B* dan *Grade C* dan *reject* sebanyak 2,095.04 dari 65,768.98 total bata ringan yang di produksi per tahun 2024. Rata-rata tingkat kerusakan atau *defect rate* selama tahun 2024 sebesar 12.17%, jauh melampaui batas persentase *defect* yang ditoleransi perusahaan yakni 4-7%. Maka dari itu, diperlukan pengendalian kualitas. Pengendalian kualitas penting untuk mengontrol kualitas, memantau jalannya proses produksi, dan memastikan

hapan memenuhi standar yang telah ditentukan. Dengan demikian, bat produksi dapat diminimalisir dan kepuasan pelanggan dapat terjaga.



Pengendalian Kualitas dapat dilakukan dengan menggunakan metode *Six Sigma*. *Six Sigma* merupakan metode pengendalian kualitas yang pertama kali di terapkan oleh Motorola pada tahun 1986 dengan target 3,4 DPMO (*Defect Per Million Opportunities*). Artinya, pencapaian tingkat *defect* pada suatu proses produksi maksimal 3,4 dari sejuta kali kesempatan. Hal ini memungkinkan proses produksi mencapai tingkat *defect* yang rendah atau bahkan *zero defect* (tanpa cacat). *Six Sigma* merupakan metode terstruktur yang terdiri dari lima tahapan: *Define, Measure, Analyze, Improve, dan Control*. (Sumardi, 2023)

Tahap *Define* membantu mengidentifikasi masalah kualitas yang dihadapi perusahaan. *Measure* membantu mengukur kualitas menggunakan parameter yang terukur dan objektif. *Analyze* membantu mengidentifikasi akar penyebab masalah. *Improve* membantu mengembangkan dan mengimplementasikan solusi yang efektif untuk meningkatkan kualitas. *Control* membantu memantau dan mengendalikan kualitas secara berkelanjutan untuk memastikan kualitas tetap terjaga.

Penelitian terdahulu yang telah membahas analisis pengendalian kualitas produk menggunakan metode DMAIC *Six Sigma* dijelaskan sebagai berikut: Penelitian yang dilakukan oleh Milly Maria Sahelangi dan Lusi Mei Cahya Wulandari (2023) tentang pengendalian kualitas kemasan produk X di PT. GF menggunakan metode *Six Sigma* menunjukkan penurunan tingkat *defect* dari 495 pcs pada Februari 2022 menjadi 402 pcs pada Maret 2022. Dari hasil penelitian Andika Hariawan dan Marwan (2022) mengenai perbaikan kualitas sabun menggunakan metode *Six Sigma* DMAIC menunjukkan adanya penurunan

cacat pada produk sebesar 1,09% pada rentang waktu Maret hingga 2021. Pada hasil penelitian perbaikan kualitas produk keramik oleh



Heriyanto dan Muhammad Ali Pahmi (2020) menunjukkan terjadi perbaikan yang sangat signifikan antara sebelum dan sesudah perbaikan. Sebelum perbaikan DPMO = 5.414.286, dengan level Sigma = 3.58, dengan tingkat kapabilitas proses CP = 0.62, CPk = 0.63. Sesudah perbaikan DPMO = 5.00.714; dengan level sigma = 4.28; dengan tingkat kapabilitas proses CP = 1.13 CPk = 1.07. Dari menurunkan *defect clay crack* sebesar 51.8% dari total *defect* menjadi 44% dari total *defect*. Penelitian oleh Aji Pramudya Wardana dan Wiwin Widiasih (2023) tentang pengendalian kualitas produk kemasan kertas menunjukkan bahwa terjadi penurunan persentase cacat produk yang sebelumnya 3,42% turun menjadi 1.14%. Kemudian ditemukan potensi *saving cost* apabila perusahaan mengganti *vacuum pad* yang lama dengan *vacuum pad* yang baru maka dapat memangkas biaya perawatan mesin sebanyak 19.440.000 pertahun. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Hibarkah et al., (2021) tentang *Quality Improvement in the Knitting Socks Industry*, menunjukkan penurunan persentase *defect* dan peningkatan level sigma dari 3,7017 menjadi 3,9614. Selain itu, cacat sebelum perbaikan yakni 11.08% turun menjadi 5,54% setelah perbaikan.

Berdasarkan kondisi tersebut maka penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengendalian kualitas pada proses produksi bata ringan AAC di PT. Bumi Sarana Beton menggunakan metode DMAIC *Six Sigma*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan mengukur tingkat *defect* pada produk bata ringan beserta faktor penyebab masalahnya, sehingga dapat dirumuskan usulan perbaikan untuk mengurangi tingkat variasi hasil produksi. Pengendalian kualitas

secara statistik menggunakan metode *Statistical Process Control* dan metode Poka Yoke untuk merumuskan usulan perbaikan. Dengan



penelitian ini diharapkan jumlah *defect* pada setiap kegiatan produksi bata ringan mengalami penurunan sehingga konsep *zero defect* dapat terwujud.

1.2 Rumusan Masalah

Merujuk pada latar belakang masalah yang telah dipaparkan sebelumnya, rumusan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut;

1. Apakah proses produksi bata ringan AAC PT. Bumi Sarana Beton sudah terkendali menurut standar DMAIC *Six Sigma*?
2. Apakah tingkat DPMO pada produksi bata ringan AAC Kalla beton mencapai 3,4 atau setara 6 *sigma* ?
3. Apa saja jenis dan faktor penyebab cacat atau *defect* pada produksi bata ringan AAC di PT. Bumi Sarana Beton ?
4. Apa solusi yang dapat diberikan untuk mengatasi kendala dari hasil metode DMAIC *Six Sigma* ?

1.3 Tujuan Penelitian

Mengacu pada rumusan masalah penelitian di atas, tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut;

1. Untuk mengetahui apakah proses produksi bata ringan AAC PT. Bumi Sarana Beton sudah terkendali menurut standar DMAIC *Six Sigma*?
2. Untuk mengetahui apakah tingkat DPMO pada produksi bata ringan AAC

alla beton mencapai 3,4 atau setara 6 *sigma*.

Untuk mengetahui apa saja jenis dan faktor penyebab cacat atau *defect* pada produksi bata ringan AAC di PT. Bumi Sarana Beton.



4. Untuk mengetahui upaya apa saja yang dapat diterapkan perusahaan Kalla Beton untuk perbaikan masalah pada proses dari hasil metode DMAIC *Six Sigma*.

1.4 Kegunaan Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut :

1.4.1 Kegunaan Teoritis

Penelitian ini akan menguji sejauh mana penerapan metode DMAIC *Six Sigma* efektif dan efisien dalam menganalisis pengendalian kualitas dengan mengidentifikasi faktor penyebab masalah spesifik pada proses produksi bata ringan. Analisis ini akan memberikan pemahaman mendalam tentang tantangan yang dihadapi perusahaan dan menciptakan solusi yang efektif untuk mengatasinya. Temuan penelitian ini dapat menjadi referensi ataupun rujukan bagi penelitian selanjutnya di bidang yang sama.

1.4.2 Kegunaan Praktis

Penelitian dengan menggunakan metode DMAIC *Six Sigma* pada dasarnya adalah untuk mengidentifikasi faktor penyebab masalah yang terjadi pada proses produksi bata ringan. Faktor penyebab masalah yang menjadi sumber variasi kemudian dihilangkan sehingga kualitas proses menjadi terkendali. Proses yang berkualitas menghasilkan *output* yang berkualitas pula. Maka dari itu, produk bata ringan yang berkualitas akan meningkatkan kepuasan

n dan daya saing perusahaan.



1.4.3 Kegunaan Kebijakan

Temuan penelitian dapat digunakan sebagai dasar untuk merancang dan mengimplementasikan program peningkatan kualitas di industri bata ringan, misalnya melalui pelatihan atau pendampingan bagi perusahaan.

1.4.4 Sistematika Penulisan

Penulisan proposal ini disusun berdasarkan sistematika penulisan yang terdiri dari empat bab dan akan dijabarkan oleh Penulis sebagai berikut ;

Pada BAB I Pendahuluan, berisi gambaran umum tentang penelitian yang terdiri dari latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, dan manfaat penelitian. Latar belakang menjelaskan tentang alasan penulis mengangkat topik penelitian dan mengapa topik tersebut penting untuk diteliti. Rumusan masalah berisi tentang rumusan pertanyaan yang ingin dijawab dalam penelitian. Tujuan penelitian mencakup pernyataan yang ingin dicapai dari adanya penelitian. Manfaat penelitian menjelaskan kontribusi dan nilai tambah yang diberikan dari hasil penelitian.

Pada BAB II Tinjauan Pustaka terdiri dari tinjauan teori dan konsep serta tinjauan empirik. Tinjauan teori dan konsep adalah serangkaian definisi, gagasan, dan atau perspektif yang berkaitan dengan permasalahan yang ada dalam penelitian. Teori yang hendak dipaparkan pada bab ini yakni teori kualitas, *Six Sigma*, pengendalian kualitas, dan kapabilitas proses. Tinjauan empirik adalah studi terdahulu yang berfungsi sebagai acuan kerangka pikir, pengembangan hipotesis, dan pembahasan di bab 4.



Pada BAB III Kerangka Konseptual/Kerangka Pikir Dan Pengembangan , menyajikan dua hal pokok, yakni kerangka konseptual atau pemikiran pengembangan hipotesis. Kerangka konseptual atau kerangka pikir adalah

peta atau model yang menggambarkan alur dan hubungan konsep penelitian. Sedangkan, pengembangan hipotesis adalah dugaan sementara yang dibangun berdasarkan tinjauan empirik untuk menyelesaikan masalah dalam penelitian.

Pada Bab IV Metode Penelitian, dipaparkan secara rinci tentang desain dan strategi yang digunakan dalam penelitian. Pembahasan meliputi jenis penelitian yang dipilih, lokasi dan waktu penelitian, serta populasi dan sampel yang akan diteliti. Selanjutnya, dijelaskan teknik pengumpulan data yang akan digunakan untuk memperoleh informasi yang relevan, dan teknik analisis data yang akan diaplikasikan untuk mengolah dan menginterpretasikan data yang diperoleh.



BAB II TINJUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Teori Dan Konsep

Adapun teori dan konsep yang digunakan dalam penelitian ini dipaparkan sebagai berikut:

2.1.1 Kualitas

Definisi kualitas bervariasi tergantung siapa yang mendefinisikannya. Konsumen menilai kualitas berdasarkan kepuasan dan harapan mereka, sementara produsen mendefinisikannya berdasarkan spesifikasi dan proses produksi. Para ahli, dengan beragam latar belakang dan metodologi, menawarkan definisi kualitas yang beragam pula. Meskipun beragam, konsep kualitas pada dasarnya mengacu pada karakteristik produk yang sesuai dengan keinginan dan kebutuhan konsumen.

2.1.1.1 Definisi Kualitas Menurut Para Ahli

Definisi kualitas menurut perspektif para ahli ialah sebagai berikut:

1. Philip B. Crosby dan Juran

Kualitas menurut Philip B. Crosby adalah “*Zero Defect*” yang berarti dalam keseluruhan proses operasional mulai dari tahap *input*, *process*, dan *output* sama sekali tidak ada atau tidak terjadi kesalahan, penyimpangan, dan cacat. (Sriwidadi, 2001). Definisi yang sama juga dikemukakan oleh Juran dalam



Juran's Quality Handbook (1998) "Kualitas" berarti produk atau layanan sempurna, tanpa cacat atau kesalahan yang memerlukan perbaikan, dan menyebabkan masalah bagi pelanggan. Dengan kata lain, kualitas yang

baik tidak hanya tentang kepuasan pelanggan, tetapi juga tentang efisiensi dan profitabilitas bagi perusahaan. Dengan mencapai kualitas yang tinggi, perusahaan dapat mengurangi pemborosan dan meningkatkan keuntungan.

2. Heizer Dan Render

Heizer dan Render dalam bukunya *Operations Management* (2017), konsep kualitas memiliki beberapa perspektif yang saling melengkapi. Perspektif berbasis pengguna menekankan bahwa kualitas diukur berdasarkan persepsi dan kepuasan pengguna, di mana kinerja yang lebih baik, fitur yang lebih lengkap, dan peningkatan lainnya dianggap sebagai indikator kualitas yang lebih tinggi. Perspektif berbasis manufaktur berfokus pada aspek produksi, di mana kualitas didefinisikan sebagai kepatuhan terhadap standar yang ditetapkan dan proses produksi yang dilakukan dengan benar sejak awal. Sementara itu, perspektif berbasis produk memandang kualitas sebagai variabel yang dapat diukur dan didefinisikan secara objektif.

3. Vincent Gaspersz

Vincent Gaspersz dalam Sumardi (2020), kualitas produk tercermin dari sejumlah atribut, baik yang bersifat fungsional maupun estetis, yang mampu memenuhi, bahkan melebihi, harapan pelanggan dan memberikan kepuasan. Produk berkualitas adalah produk yang bebas dari cacat atau kerusakan. Selain itu, produk berkualitas juga harus memiliki ketahanan dan daya tahan yang baik, sehingga dapat digunakan dalam jangka waktu yang lama. Dengan demikian, produk berkualitas tinggi tidak hanya memberikan kepuasan kepada pelanggan, tetapi juga menciptakan nilai tambah dan membangun kepercayaan terhadap

roduk.



4. Dr. W. Edward Deming

Pandangan lain yang dikemukakan oleh Dr. W. Edward Deming, dimana kualitas sebagai pengembangan berkelanjutan dari sistem yang stabil. Pandangan ini menekankan dua hal penting, yakni; pertama, stabilitas seluruh sistem perusahaan yang mencakup administrasi, desain, produksi, dan penjualan yang dicapai melalui pemantauan berkelanjutan terhadap atribut kualitas. Kedua, peningkatan berkelanjutan dari sistem tersebut untuk meminimalkan penyimpangan dan memenuhi kebutuhan pelanggan secara optimal. (Sriwidadi, 2001)

5. Armand V. Feigenbaum

Menurut Armand V. Feigenbaum, kualitas tidak hanya berfokus pada produknya saja, tetapi juga mencakup proses pemasaran, perancangan, pembuatan, dan juga perawatannya. Hal terpenting ialah produk sesuai ekspektasi pelanggan saat menggunakannya. Definisi serupa tercantum dalam standar ISO 9001:2000 yang menyatakan bahwa kualitas bukan hanya tentang produk saja, tetapi juga hal-hal seperti pengiriman tepat waktu, harga yang terjangkau, pelayanan yang baik, serta patuh terhadap regulasi pemerintah. (Chandra et al., 2020; M.Zagloel & Nurcahyo, 2022).

6. Kaoru Ishikawa

Kaoru Ishikawa adalah seorang pakar kualitas yang memprakarsai sistem pengendalian kualitas *Company Wide Quality Control (CWQC)*. Visinya untuk CWQC adalah bahwa kualitas tidak hanya mencakup kesesuaian dan kinerja produk, tetapi juga layanan purna jual, kualitas manajemen, perusahaan itu dan kehidupan manusia. Ia menekankan peningkatan kualitas utan dan perbaikan yang terus-menerus sepanjang siklus hidup produk,



dengan kepuasan pelanggan sebagai prioritas utama, bukan hanya standar yang ditetapkan. (Kenyon & Sen, 2015)

2.1.1.2 Dimensi Kualitas

Dimensi kualitas merupakan aspek-aspek yang digunakan untuk menilai dan mengukur tingkat kualitas suatu produk, jasa, atau proses. Dimensi kualitas ini memberikan kerangka kerja yang komprehensif untuk memahami dan mengevaluasi berbagai aspek penting yang terkait dengan kualitas. Berikut adalah beberapa dimensi kualitas menurut David A. Garvin:

1. Performa (*Performance*)

Performa (*performance*) produk mengacu pada kemampuannya menjalankan fungsinya dengan baik. Kemampuan ini dinilai berdasarkan efektivitas dan efisiensi produk dalam mencapai tujuan penggunaannya. Sebuah produk dengan performa tinggi akan menghasilkan output yang diharapkan dengan optimal dan meminimalkan penggunaan sumber daya. Oleh karena itu, performa merupakan dimensi kualitas yang krusial dalam menentukan kepuasan pelanggan. (Gaspersz, 1998; M.Zagloel & Nurcahyo, 2022)

2. Fitur (*Feature*)

Fitur (*Feature*) mencakup pilihan dan pengembangan yang ditawarkan. Semakin banyak fitur yang ditawarkan, semakin besar pula fleksibilitas dan kemampuan yang dimiliki produk tersebut. Ini memberikan nilai tambah bagi pengguna dan membedakan produk dari kompetitor. Pengembangan fitur yang berkelanjutan sangat penting untuk mempertahankan daya saing. (Gaspersz,

M.Zagloel & Nurcahyo, 2022)



3. Keandalan (*Realibility*)

Keandalan (*realibility*) menunjukkan seberapa sering produk beroperasi sesuai fungsinya tanpa mengalami kerusakan atau malfungsi. Indikator ini mencerminkan konsistensi kinerja produk dalam jangka waktu tertentu. Semakin tinggi tingkat keandalan, semakin jarang produk tersebut mengalami masalah dan membutuhkan perbaikan. Dengan demikian, keandalan menjadi faktor penting dalam menentukan kualitas dan daya tahan suatu produk. (Gaspersz, 1998; M.Zagloel & Nurcahyo, 2022)

4. Kemudahan Perbaikan (*Serviceability*)

Kemudahan perbaikan (*serviceability*) menunjukkan seberapa mudah dan murah nya produk diperbaiki jika terjadi kerusakan. Hal ini mencakup kemudahan akses terhadap suku cadang, ketersediaan teknisi terlatih, dan biaya perbaikan yang terjangkau. Semakin mudah dan murah suatu produk diperbaiki, semakin tinggi pula nilai *serviceability* yang dimiliki. Dengan demikian, *serviceability* berkontribusi pada kepuasan pelanggan dan pengurangan biaya pemeliharaan jangka panjang. (Gaspersz, 1998; M.Zagloel & Nurcahyo, 2022)

5. Kesesuaian (*Conformance*)

Kesesuaian (*conformance*) mengukur seberapa sesuai produk dengan spesifikasi dan harapan pelanggan. Dengan kata lain, kesesuaian menilai sejauh mana produk sesuai dengan desain, standar, dan ekspektasi yang telah ditentukan sebelumnya. Tingkat kesesuaian yang tinggi menunjukkan kualitas produk yang baik karena memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan. (Gaspersz, 1998; M.Zagloel & Nurcahyo, 2022)



6. Ketahanan (*Durability*)

Ketahanan (*durability*) mengacu pada daya tahan produk dan jangka waktu penggunaannya. Daya tahan produk diukur berdasarkan dua perspektif: teknis dan ekonomis. Secara teknis, daya tahan menunjukkan berapa lama produk dapat digunakan sebelum mengalami kerusakan fisik. Secara ekonomis, daya tahan ditentukan oleh seberapa lama nilai penggunaan produk melebihi biaya pengantiannya. Kemudahan perbaikan dapat meningkatkan nilai produk dari kedua aspek tersebut. (Gaspersz, 1998; M.Zagloel & Nurcahyo, 2022)

7. Estetika (*Aesthetics*)

Estetika (*aesthetics*) meliputi desain dan kemasan produk yang menarik bagi pelanggan. Jika suatu produk dirancang dengan benar, produk tersebut seharusnya dapat memberikan manfaat emosional, kesenangan, dan praktis bagi pelanggan. Kemasan yang menarik dapat meningkatkan daya tarik produk dan memberikan pengalaman visual yang positif bagi pelanggan. Dengan demikian, estetika yang baik dapat meningkatkan daya saing produk di pasar. (Gaspersz, 1998; M.Zagloel & Nurcahyo, 2022)

8. Kualitas Yang Dirasakan (*Perceived Quality*)

Persepsi subjektif pelanggan terhadap produk, seperti perasaan bangga, puas, atau termotivasi saat menggunakannya. Perasaan-perasaan ini dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk desain produk, branding, dan pengalaman penggunaan secara keseluruhan. Dengan demikian, persepsi subjektif pelanggan merupakan faktor krusial dalam menentukan kualitas produk secara menyeluruh. (Gaspersz, 1998; Sriwidadi, 2001)



2.1.1.3 Faktor Yang Mempengaruhi Kualitas

Menurut Feigen Baum (dalam Kalsum & Liniarti, 2022) faktor yang mempengaruhi kualitas produk antara lain ada 9 faktor yang dikenal dengan 9M, yaitu:

1. *Market* (Pasar)

Teknologi terus meningkatkan kualitas produk untuk memenuhi kebutuhan pelanggan yang terus berkembang. Hal ini telah memicu perluasan pasar global dan spesialisasi produk yang lebih tinggi. Akibatnya, bisnis dituntut untuk lebih fleksibel dan mampu beradaptasi dengan cepat terhadap perubahan pasar.

2. *Money* (Uang)

Tekanan persaingan dan fluktuasi ekonomi telah mengurangi profitabilitas, sementara investasi dalam otomatisasi menimbulkan biaya tambahan yang signifikan. Tingginya angka barang rusak dan rework semakin memperburuk kerugian. Oleh karena itu, manajemen biaya kualitas menjadi fokus utama untuk menekan biaya operasional dan meningkatkan laba.

3. *Management* (Manajemen)

Tanggung jawab kualitas tersebar di beberapa departemen, mulai dari pemasaran yang menentukan spesifikasi produk, perancangan yang merancang produk, produksi yang memastikan proses produksi sesuai spesifikasi, hingga pengendalian kualitas yang mengawasi seluruh proses dan kualitas layanan pasca penjualan. Sistem ini meningkatkan kompleksitas manajemen, terutama dalam mengalokasikan tanggung jawab untuk mengatasi penyimpangan kualitas.



4. *Man* (Sumber Daya Manusia)

Perkembangan teknologi menuntut keahlian khusus di berbagai bidang. Integrasi antar-keahlian ini memerlukan peran sentral ahli teknik sistem. Mereka bertanggung jawab merencanakan, mengembangkan, dan mengoperasikan sistem terintegrasi untuk mencapai hasil optimal.

5. *Motivation* (Motivasi)

Penelitian menunjukkan bahwa motivasi kerja saat ini tidak hanya bergantung pada kompensasi finansial. Karyawan juga membutuhkan rasa pencapaian dan pengakuan atas kontribusi mereka terhadap keberhasilan perusahaan. Oleh karena itu, peningkatan kualitas pendidikan dan komunikasi terkait kesadaran kualitas menjadi sangat penting.

6. *Materials* (Bahan)

Tekanan biaya produksi dan persyaratan kualitas yang semakin ketat memaksa para insinyur untuk lebih selektif dalam pemilihan bahan baku. Hal ini berdampak pada spesifikasi bahan yang lebih rinci dan beragam. Akibatnya, keanekaragaman jenis bahan baku yang digunakan pun meningkat.

7. *Machine and Mechanization* (Mesin Dan Mekanisasi)

Permintaan pelanggan yang tinggi mendorong penggunaan mesin produksi yang lebih kompleks. Kinerja mesin-mesin tersebut sangat bergantung pada kualitas bahan baku yang digunakan. Oleh karena itu, kualitas bahan baku menjadi faktor kritis untuk menjaga produktivitas dan memaksimalkan penggunaan fasilitas produksi.

8. *Modern Information Method* (Metode Informasi Modern)



Teknologi informasi modern memungkinkan pengumpulan, penyimpanan, analisis, dan manipulasi data dalam skala yang belum pernah terjadi

sebelumnya. Teknologi ini juga memungkinkan pengendalian proses produksi dan produk, bahkan hingga setelah produk sampai ke tangan konsumen. Kemampuan untuk memproses data secara akurat, tepat waktu, dan prediktif mendukung pengambilan keputusan bisnis yang lebih efektif.

9. *Mounting Product Requirement* (Persyaratan Proses Produksi)

Perkembangan pesat dalam desain produk menuntut proses produksi yang lebih terkontrol. Kualitas dan performa produk yang semakin tinggi menjadi prioritas utama. Oleh karena itu, pengendalian kualitas yang ketat pada setiap tahapan produksi sangatlah penting.

2.1.2 *Six Sigma*

Six Sigma adalah metodologi yang berfokus pada peningkatan proses dan pengurangan variasi. Penjelasan lebih lanjut tentang metode ini ialah sebagai berikut:

2.1.2.1 *Konsep Six Sigma*

Menurut Vincent Gaspersz, *Six Sigma* adalah suatu cara atau metode pengontrolan dan peningkatan kualitas yang digunakan oleh perusahaan Motorola pada tahun 1986 untuk pertama kali. Metode ini kemudian dikembangkan dan diterima secara luas di dunia karena banyak ahli beranggapan bahwa penemuan ini mampu mengurangi frustrasi terhadap metode sebelumnya seperti TQM (*Total Quality Management*) yang belum dapat mencapai tingkat kualitas yang signifikan dengan kata lain *zero defects*. Selama sepuluh tahun mengimplementasikan konsep *Six Sigma*, Motorola membuktikan



kecacatan yang dicapai sangatlah rendah yakni 3,4 DPMO (*Defects Per opportunities*) yang berarti tingkat kegagalan persejuta kesempatan atau tanpa cacat. (Sumardi, 2023)

Dalam metode *Six Sigma*, peningkatan kualitas diukur berdasarkan presentase antara *Cost Of Poor Quality* (COPQ) terhadap nilai penjualan (*sales value*). Semakin tinggi target sigma yang dicapai, semakin baik kinerja proses industri. *Six Sigma* juga dapat dianggap sebagai strategi terobosan yang memungkinkan perusahaan melakukan peningkatan luar biasa (dramatik) di tingkat bawah dan sebagai pengendalian proses industri yang berfokus pada pelanggan dengan memperhatikan kemampuan proses.

Tabel 2. 1 Cost Of Poor Quality (COPQ)

Tingkat Pencapaian <i>Sigma</i>	<i>Defect Per Million Opportunities</i> (DPMO)	COPQ Sebagai Presentase Dari Nilai Penjualan
1- <i>Sigma</i>	691.462 (sangat tidak kompetitif)	Tidak dapat dihitung
2- <i>Sigma</i>	308.538 (rata-rata industri Indonesia)	Tidak dapat dihitung
3- <i>Sigma</i>	66.807	25-40% dari penjualan
4- <i>Sigma</i>	6.210	15-25% dari penjualan
5- <i>Sigma</i>	233	5-15% dari penjualan
6- <i>Sigma</i>	3,4	<1% dari penjualan
Setiap peningkatan atau pergeseran 1- <i>sigma</i> akan memberikan peningkatan keuntungan sekitar 10% dari penjualan		

Sumber: (Gaspersz & Fontana, 2017)

Metodologi *Six Sigma* menggunakan siklus *Define, Measure, Analyze, Control* (DMAIC) untuk memecahkan masalah secara sistematis. Siklus akup identifikasi masalah, analisis akar penyebab, dan pengembangan



solusi efektif. (Gaspersz & Fontana, 2017). Adapun tahapan dalam siklus DMAIC adalah sebagai berikut:

1. *Define*

Define atau definisi adalah langkah awal yang penting dalam proses peningkatan kualitas. Tahap ini melibatkan identifikasi masalah berdasarkan spesifikasi pelanggan atau *Voice Of Customer* (VOC) (Yunita & Adi, 2019), analisis data secara cermat, dan penggunaan alat seperti diagram *Supplier, Input, Process, Output, Customer* (SIPOC) dan *Critical to Quality* (CTQ) untuk memahami masalah sepenuhnya. (Sahelangi et al., 2023). Menurut N.Abbes dalam Kurnia et al., (2021) CTQ merupakan masalah *error* yang berdampak signifikan terhadap proses produksi.

2. *Measure*

Tahap pengukuran atau *measure* adalah proses mengumpulkan dan menganalisis data untuk menilai kinerja proses yang telah didefinisikan pada tahap *define*. Dengan kata lain, *measure* bertujuan untuk mengevaluasi dan memahami kondisi terkini suatu proses. Hasil pengumpulan data pada tahap pengukuran dapat disajikan dalam berbagai bentuk visualisasi data, misalnya histogram, diagram *run chart*, *scatter plot* (diagram sebaran), dan diagram Pareto. (Montgomery, 2012; Yunita & Adi, 2019).

3. *Analyze*

Tahap analisis atau *analyze* adalah fase menentukan akar penyebab masalah yang paling berpengaruh terhadap potensi terjadinya produk cacat atau *defect*. (F.Robert Jacobs & Richard B.Chase dalam Sumardi (2020). Ada banyak

yang dapat digunakan dalam langkah analisis. Dalam penelitian ini, untuk



menganalisis faktor penyebab cacat digunakan diagram sebab akibat atau *diagram fishbone*.

4. *Improve*

Fokus tahap ini adalah peningkatan proses melalui penghapusan variasi, pengembangan solusi kreatif, dan implementasi rencana perbaikan. (Knop, 2022). Jadi, faktor penyebab cacat atau akar masalah yang telah diidentifikasi di fase sebelumnya dihilangkan dan dilakukan perbaikan pada proses agar tetap berada pada batas-batas yang di toleransi *Six Sigma*.

5. *Control*

Pada tahap *control* menetapkan standar perbaikan yang untuk meningkatkan kualitas produksi (Hanifah & Iftadi, 2022). Pada fase ini, pengendalian terhadap proses dilakukan secara berkelanjutan untuk meningkatkan kapabilitas dalam upaya mencapai target spesifikasi sesuai standar.

2.1.2.2 Istilah Dalam Konsep *Six Sigma*

Beberapa istilah teknis, yaitu DPU/DPMO, *Z-Value*, dan *Process Capability*, akan sering muncul dalam diskusi mengenai *Six Sigma*. (M.Zagloel & Nurcahyo, 2022)

1. *Defect Per Unit* (DPU)

Defect Per Unit (DPU) adalah jumlah *defect per unit*. *Defect Per Unit* (DPU) menunjukkan jumlah cacat per unit produk. Kualitas suatu proses dapat dinilai dari jumlah cacat yang dihasilkan. Berikut rumus perhitungan DPU.



$$DPU = \frac{\text{Defect}}{\text{Output Produksi}} \quad 2.1$$

2. Defect Per Opportunities (DPO)

Defect Per Opportunities (DPO) adalah jumlah cacat yang dihitung berdasarkan kemungkinan terjadinya cacat per unit. Konsep ini merupakan perluasan dari DPU dengan mempertimbangkan faktor peluang. Berikut rumus perhitungan DPU.

$$DPO = \frac{DPU}{\text{critical to quality (CTQ)}} \quad 2.2$$

3. Defect Per Million Opportunities (DPMO)

Defect Per Million Opportunities (DPMO) adalah cacat persejuta kali kesempatan.

4. Process Capability (C_p)

Process Capability (C_p) atau kapabilitas proses merupakan suatu pengukuran kinerja proses dalam memproduksi dan menyediakan *output* yang sesuai kebutuhan pelanggan.

2.1.2.3 Manfaat Six Sigma

Keuntungan penerapan metode *Six Sigma* adalah pengurangan biaya operasional dan minimalisasi tingkat kecacatan produk (*defect*). (Evander et al., 2020). Menurut Pande (dalam M.Zagloel & Nurcahyo, 2022) penerapan *Six Sigma* juga berdampak pada perbaikan produktivitas, pengurangan waktu siklus, dan retensi pelanggan. Selain berfokus pada peningkatan sistem yang ada di

an, pendekatan ini memungkinkan perusahaan untuk merancang solusi yang lebih efektif dalam mengatasi masalah. (Bintang candra, 2022)



2.1.3 Pengendalian Proses Statistikal (*Statistical Process Control*)

Pengendalian kualitas menurut Gaspersz (1998) adalah teknik yang dilakukan untuk menentukan apakah karakteristik dari suatu *output* baik itu berupa barang ataupun jasa telah mencapai hasil yang diharapkan oleh pelanggan. Kemudian apabila terdapat ketidaksesuaian antara kualitas yang dihasilkan dengan standar yang telah ditetapkan, maka dilakukan perbaikan. Pengendalian proses statistikal (*statistical process control*) menggunakan teknik statistik digunakan untuk memonitor dan meningkatkan performa proses produksi guna menghasilkan *output* berkualitas. Ishikawa menyederhanakan metode statistik untuk pengendalian kualitas dengan mengembangkan berbagai alat seperti *control chart*, diagram kinerja, histogram, diagram *scatter*, diagram pareto, dan diagram alur, serta memperkenalkan lingkaran kualitas dan diagram sebab-akibat (*fishbone diagram*). (Kenyon & Sen, 2015)

2.1.3.1 Lembar Periksa (*Check Sheet*)

Lembar periksa (*check sheet*) adalah formulir yang memudahkan pengumpulan data dengan mencantumkan item yang ingin diperiksa. Tujuannya adalah untuk mencatat frekuensi masalah tertentu dan mengelompokkan data ke dalam kategori. Selain itu, lembar periksa juga digunakan untuk menyusun data secara otomatis serta dapat membedakan opini dari fakta. ((M.Zagloel & Nurcahyo, 2022)



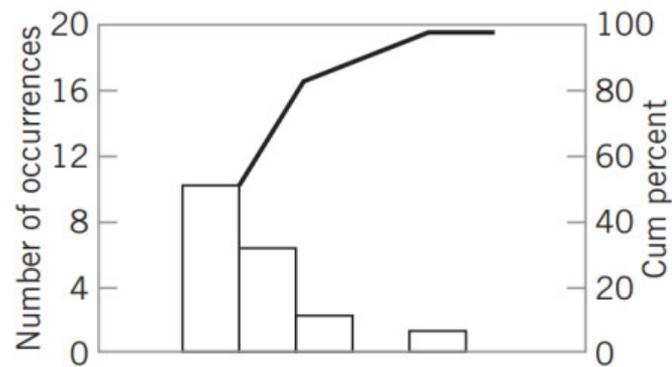
A	///					
B	###	///				
C	###	###	###	///		
D	###	###	###	###		
E	###	###				
F	###					

Gambar 2. 1 Check Sheet

(Sumber: Montgomery, 2012)

2.1.3.2 Diagram Pareto

Diagram Pareto adalah grafik batang yang menunjukkan masalah berdasarkan frekuensi kejadiannya. Pengukurannya di mulai dari yang paling sering terjadi hingga yang paling jarang terjadi. Grafik ini membantu dalam mengenali urutan pentingnya masalah dan memfokuskan penelitian. (M.Zagloel & Nurcahyo, 2022)



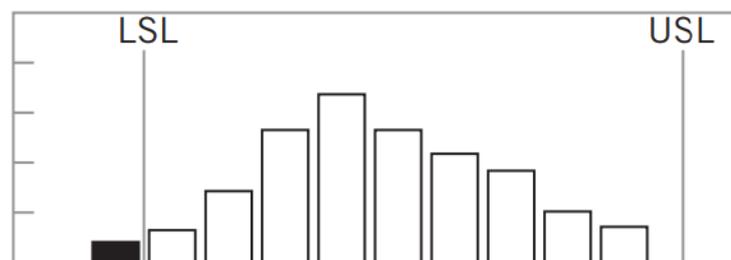
Gambar 2. 2 Diagram Pareto

(Sumber: Montgomery, 2012)



2.1.3.3 Histogram

Histogram adalah alat visual yang membantu kita memahami variasi dalam suatu proses. Histogram menampilkan gambaran lengkap tentang distribusi data, menunjukkan frekuensi setiap pengukuran yang terjadi. Dengan demikian, histogram bermanfaat untuk mengkomunikasikan informasi tentang variasi dalam proses kepada semua pihak yang terlibat. (Gaspersz, 1998)



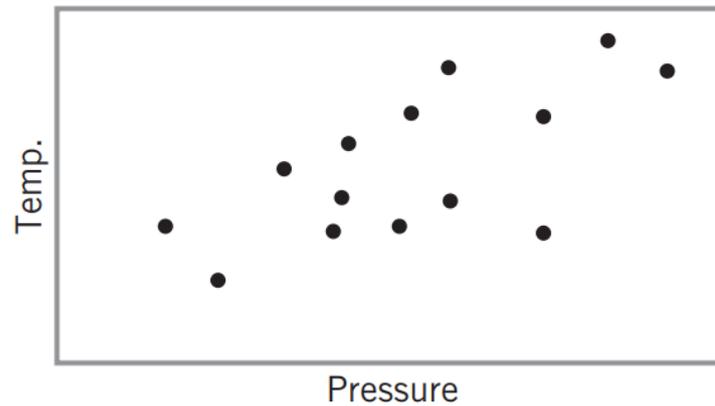
Gambar 2. 3 Histogram

(Sumber: Montgomery, 2012)

2.1.3.4 Diagram Tebar (*Scatter*)

Diagram tebar adalah diagram yang digunakan untuk memvisualisasikan data dengan tujuan melihat kuat tidaknya suatu hubungan antara dua variabel. Penggunaan diagram tebar juga dapat membantu untuk menentukan jenis hubungan antara dua variabel. Selain itu, arah hubungan positif dan negatif juga dapat diketahui menggunakan diagram ini. (M.Zagloel & Nurcahyo, 2022)





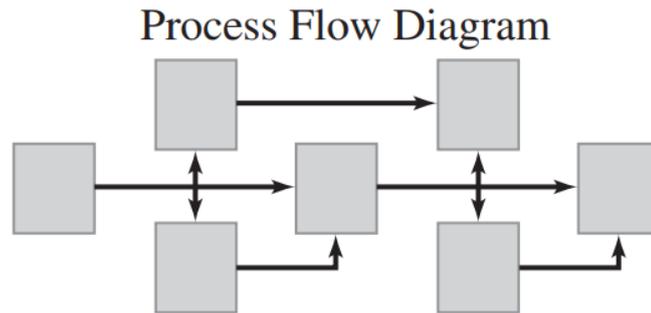
Gambar 2. 4 Diagram Tebar

(Sumber: Montgomery, 2012)

2.1.3.5 Diagram Alir (*Flowchart*)

Diagram alir (*flowchart*) adalah yang diagram yang digunakan untuk merepresentasikan visual proses agar lebih mudah dipahami. Diagram ini dibuat berdasarkan urutan-urutan dari suatu proses. Kegunaannya ialah untuk menganalisis ketidaksesuaian, kesenjangan, dan hal-hal lain yang berkaitan dengan proses, sehingga bermanfaat untuk analisis dan perbaikan terus-menerus. (M.Zagloel & Nurcahyo, 2022)



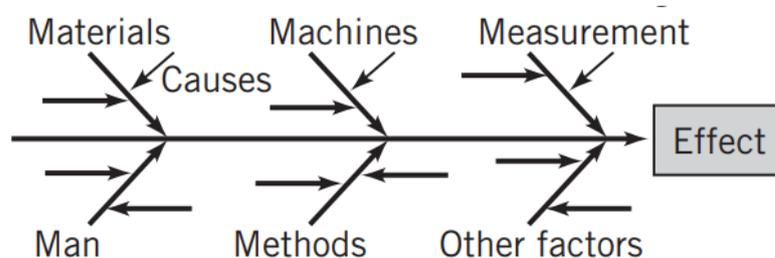


Gambar 2. 5 Diagram Alir (*Flowchart*)

(Sumber: Montgomery, 2012)

2.1.3.6 Diagram Sebab Akibat (*Fishbone*)

Diagram sebab akibat atau juga dikenal sebagai diagram *fishbone* adalah sebuah alat statistik berbentuk tulang ikan. Diagram ini digunakan untuk menganalisis akar masalah dari sumbernya. Diagram tulang ikan merupakan metode visual yang membantu mengidentifikasi dan menghubungkan berbagai faktor yang saling terkait dalam suatu proses. (Durroh et al., 2023)



Gambar 2. 6 Diagram Sebab Akibat (*Fishbone*)

(Sumber: Montgomery, 2012)

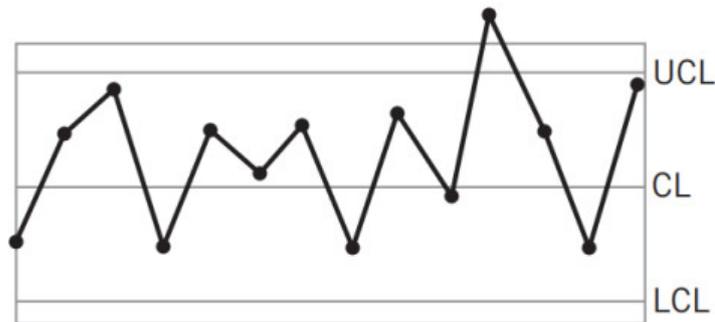


2.1.3.7 Peta Kendali

Dalam pengendalian kualitas, peta kendali berperan penting dalam memantau dan mengendalikan karakteristik kualitas dari item yang diproduksi atau diproses, sehingga memastikan kepatuhan terhadap standar yang telah ditetapkan. Definisi karakteristik kualitas akan mempengaruhi jenis peta kendali yang digunakan, apakah peta kendali p , np , c , atau u . Peta kendali p digunakan untuk mengendalikan proporsi dari item-item yang tidak memenuhi standar kualitas. Peta kendali np -chart adalah alat yang digunakan untuk mengukur banyaknya item yang tidak memenuhi standar dalam suatu pemeriksaan. Peta kendali p dan np didasarkan pada unit *output* yang cacat, dimana pengendalian kualitas didasarkan pada unit *output* secara keseluruhan. Dalam hal seperti ini suatu *output* dinyatakan cacat apabila mengandung paling sedikit satu titik standar atau spesifikasi yang tidak memenuhi syarat. (Gaspersz, 1998).

Peta kendali c didasarkan pada jumlah ketidaksesuaian pada suatu output. Berbeda dengan peta kendali p dan np , suatu output masih bisa dianggap memenuhi syarat meskipun terdapat beberapa ketidaksesuaian. Peta kendali u didasarkan pada rata-rata jumlah ketidaksesuaian per unit dalam sampel yang ukurannya bisa bervariasi antar periode pengamatan. Peta kendali u serupa dengan peta kendali c , kecuali bahwa banyaknya ketidaksesuaian dinyatakan dalam dasar per unit item. Peta kendali u dan c sesuai untuk beberapa kondisi. Peta kendali u dapat dipergunakan apabila ukuran contoh lebih dari satu unit dan mungkin bervariasi dari waktu ke waktu. (Gaspersz, 1998).





Gambar 2. 7 Peta Kendali (*Control Chart*)

(Sumber: Montgomery, 2012)

2.1.4 Indeks Kapabilitas Proses

Indeks kapabilitas proses (C_p) merupakan pengukuran kemampuan proses dalam menghasilkan *output* yang sesuai dengan spesifikasi. Proses dengan kapabilitas yang baik menghasilkan *output* yang berada di dalam batas spesifikasi, yakni antara USL dan LSL. Sebaliknya, jika kapabilitas suatu proses rendah atau jelek maka akan menghasilkan *output* di luar spesifikasi. Hal tersebut dapat mengakibatkan kerugian karena banyak *output* yang gagal. Dalam indeks kapabilitas proses, terdapat beberapa kriteria sebagai berikut:

1. Nilai $C_p < 1.00$, proses dianggap tidak mampu (*not capable*).
2. Nilai $C_p > 1.00$, proses dianggap sudah baik.
3. Nilai $C_p > 1.33$, proses dianggap mampu (*capable*).

Selain indeks kapabilitas proses (C_p) juga terdapat perhitungan indeks performansi (C_{pk}). Indeks Performansi Kane (C_{pk}) ini dikemukakan oleh Victor E.



ng digunakan untuk melihat seberapa dekat rata-rata proses saat ini batas spesifikasi atas atau batas spesifikasi bawah (USL dan LSL). erformansi Kane (C_{pk}) bertujuan untuk menunjukkan kondisi aktual yang

sebenarnya pada sistem. Hasil dari perhitungan indeks performansi dapat dikategorikan ke dalam kondisi berikut:

1. Jika $C_{pl} > 1,33$ berarti proses mampu memenuhi batas spesifikasi bawah (LSL).
2. Jika $1,00 < C_{pl} < 1,33$ berarti proses masih mampu memenuhi batas bawah (LSL), namun perlu pengendalian ketat apabila C_{pl} telah mendekati 1,00.
3. Jika $C_{pl} < 1,00$ berarti proses tidak mampu memenuhi batas spesifikasi bawah (LSL).
4. Jika $C_{pu} > 1,33$ berarti proses mampu memenuhi batas spesifikasi atas (USL).
5. Jika $1,00 < C_{pu} < 1,33$ berarti proses masih mampu memenuhi batas atas (USL), namun perlu pengendalian ketat apabila C_{pu} telah mendekati 1,00.
6. Jika $C_{pu} < 1,00$ berarti proses tidak mampu memenuhi batas spesifikasi atas (USL).

Selain itu, kapabilitas proses juga diukur dengan menggunakan *Taguchi Capability Index*, atau dikenal sebagai C_{pm} . *Taguchi Capability Index* (C_{pm}) digunakan untuk mengukur seberapa dekat proses pada target dan juga seberapa konsistennya proses dalam mencapai target tersebut. Semakin tinggi nilai C_{pm} , semakin baik kemampuan proses dalam menghasilkan *output* yang sesuai dengan target dan spesifikasi. Hasil perhitungan C_{pm} memiliki kriteria sebagai berikut:

1. Jika C_{pm} lebih besar atau sama dengan 2,00, maka proses dianggap mampu (*capable*) dan berpeluang untuk bersaing di tingkat global.



2. Jika C_{pm} berada di antara 1,00 – 1,99, maka proses dianggap cukup mampu dan memiliki peluang untuk bersaing di tingkat global.
3. Jika C_{pm} kurang dari 1,00, maka proses dianggap belum mampu untuk bersaing.

Kemudian terdapat juga C_{pmk} yang merupakan kombinasi dari C_{pk} dan C_{pm} . Namun, C_{pk} lebih umum digunakan. Kriteria penilaian C_{pmk} , yakni:

1. Nilai $\bar{X} = T$, maka nilai $C_{pmk} = C_{pk}$.
2. Jika $C_{pmk} \geq 1,00$, maka proses penyelenggaraan pembelajaran dianggap mampu dan memiliki peluang untuk menerapkan *Six Sigma*.
3. Jika $C_{pmk} \leq 1,00$, maka proses penyelenggaraan pembelajaran dianggap masih harus melakukan perbaikan sebelum menerapkan *Six Sigma*.

(Al Azis & Widharto, 2024; Gaspersz & Fontana, 2017; S. & Tannady, 2017; Sumardi, 2020)

2.2 Tinjauan Empirik

Tinjauan empirik adalah hasil penelitian terdahulu yang relevan dan digunakan sebagai acuan dalam penelitian yang sedang dilakukan. Beberapa penelitian yang telah mengkaji mengenai pengendalian kualitas produksi bata ringan yang masih memiliki peluang yang dapat dikembangkan dipaparkan sebagai berikut.

Penelitian yang sebelumnya dilakukan oleh Riswan Yusuf & Asrul Idris (2018) mengenai "*Analisis Pengendalian Kualitas Produksi Pada PT. Bumi Beton Dengan Metode Fault Tree Analysis*". Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis dan penyebab cacat produk bata ringan PT. Bumi Sarana melalui analisis faktor-faktor yang berkontribusi seperti bahan baku,



proses produksi, dan tenaga kerja, untuk menghasilkan rekomendasi perbaikan. Penelitian menemukan bahwa cacat produksi bata ringan di PT. Bumi Sarana Beton didominasi oleh retak (63%), diikuti mengelupas (21%) dan pemotongan tidak presisi (16%). Analisis *Fault Tree Analysis* (FTA) mengidentifikasi kesalahan manusia (terburu-buru, kurang fokus, dll.) dan kerusakan mesin (distribusi uap tidak stabil, dll.) sebagai penyebab utama cacat tersebut.

Penelitian selanjutnya yang dilakukan oleh Galih Ashfaan Urfantiyo (2022) dengan judul "*Analisis Pengendalian Kualitas Dengan Metode Statistical Process Control Pada Produksi Bata Ringan Citicon Studi Kasus Pt. Nusantara Building Industries*". Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis cacat produk selama proses produksi di PT. Nusantara Building Industries. Metode yang digunakan meliputi *Statistical Process Control* (SPC) untuk menganalisis data cacat dan diagram tulang ikan (*Fishbone Diagram*) untuk mengidentifikasi akar penyebab cacat. Hasil analisis akan digunakan untuk merumuskan rekomendasi perbaikan guna menekan angka cacat produk. Hasil penelitian menunjukkan produk yang mengalami *reject* sebanyak 7.456 m³, dari total produksi sebanyak 233.697 m³ produk. *Reject* yang paling sering muncul adalah *defect* pecah dengan total sebesar 5.154 m³ atau sebesar 69% dari total produksi yang mengalami *defect*. Sedang *reject* yang paling sedikit muncul adalah *defect* Pendek dengan total 0,64% dari total produk yang mengalami *defect*. Diketahui bahwa nilai CL adalah sebesar 0.02332, nilai UCL berkisar antara 0,0263 hingga 0,02722 dan nilai LCL berkisar antara 0,01942 hingga 0,02039.



alam penelitian Haryono (2023) dengan judul penelitian "*Analisis alian Kualitas Produk Paving Block Menggunakan Metode Statistical*

Quality Control (SQC) Dan Failure Mode Effect Analysis (FMEA) Di PT. Duta Beton Mandiri, Pasuruan”. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kecacatan paving block menggunakan *Statistical Quality Control (SQC)* dan *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*. Hasil SQC menunjukkan bahwa kecacatan paling dominan adalah *paving* mudah hancur (38,34%), diikuti retak (28,86%), gupil (13,83%), tidak simetris (10,92%), dan tidak kering (8,05%). Analisis FMEA mengidentifikasi *pallet* cetakan kotor/aus (RPN 384) sebagai penyebab utama, dengan rekomendasi untuk pengecekan rutin sebelum produksi.

Penelitian berjudul “*Implementasi Lean Manufacturing Dengan Metode VSM Dan FMEA Untuk Meminimasi Waste Pada Proses Produksi Bata Ringan Di PT. Bumi Sarana Beton Unit Kima*” oleh Darmawan et al., (2023) bertujuan untuk mengidentifikasi pemborosan yang terjadi pada aktivitas produksi menggunakan metode *Value Stream Mapping (VSM)* dan *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*. Hasil penelitian menunjukkan setiap aktivitas pada proses produksi bata ringan di PT. Bumi Sarana Beton Unit Kima menghasilkan 3 jenis *waste* yang ditemukan antara lain *waste waiting time*, *waste overprocessing*, dan *waste transportasi*. Terdapat juga 3 aktivitas dengan nilai RPN tertinggi, diantaranya pada aktivitas menunggu loader melakukan pengangkutan kedua *raw material* pasir ke mesin *ballmill*, menunggu pekerja mengolesi cetakan *moulding* dengan oli, dan menunggu cetakan *moulding* dari tempat *autoclave*.

Putri & Suryanto, (2020) dalam penelitiannya, yakni “*Process Control Sebagai Pengendalian Mutu*” bertujuan untuk memahami permasalahan mutu produksi bata ringan 10 cm, mengidentifikasi faktor-faktor penyebab dan kecacatan, serta menganalisis strategi pemecahan masalah yang



diterapkan perusahaan. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa penerapan *Statistical Process Control* (SPC) pada produksi bata ringan 10 cm menunjukkan bahwa cacat gompal dan retak (1,7% dari total produksi) merupakan permasalahan mutu utama. Penyebabnya adalah ketidakkonsistenan waktu *setting time green cake*. Dengan menetapkan standar waktu *setting time* menjadi ± 3 jam 35 menit, persentase cacat berhasil diturunkan secara signifikan menjadi 0,78% (penurunan 45,84%).

Dalam penelitian Yufeng Su (2021) berjudul "*Factors and Simulation of Temperature Field of the Green Cake during the Setting Process of the Autoclaved Aerated Concrete*" menunjukkan bahwa suhu lingkungan dan sifat cetakan mempengaruhi proses pengaturan "*green cake*" *Autoclaved Aerated Concrete* (AAC). Suhu lingkungan yang tinggi dan cetakan yang berbahan konduktif dapat mengakibatkan adonan AAC mengeras terlalu cepat, sehingga meningkatkan risiko lengket pada cetakan. Selain itu, penggunaan oli pada cetakan umum dilakukan untuk mencegah adonan menempel dan mempermudah proses pelepasan bata (Mustafa et al., 2020), namun sejauh ini belum ada penelitian yang menjelaskan pengaruh penggunaan oli secara menyeluruh terhadap terjadinya cacat pada bata ringan. Oleh karena itu, pengendalian suhu lingkungan, pemilihan cetakan yang tepat, dan penggunaan oli yang efektif sangat penting untuk meminimalkan adhesi adonan pada cetakan dan meningkatkan kualitas produk akhir.

