BAB 2
TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

2.1.1. Penelitian Terdahulu

Berdasarkan pendahuluan yang telah diteliti dan disusun, terdapat keluhan mengenai persentase produk cacat yang cukup tinggi akibat kualitas produk yang kurang baik. Peneliti mengumpulkan studi literatur mengenai penelitian terdahulu untuk mendapatkan contoh data, permasalahan dan metode yang digunakan dalam perancangan sistem untuk memperbaiki kualitas produksi khususnya pada departemen produksi. Penelusuran tinjauan pustaka menggunakan bantuan *website search engine* yaitu *google scholar* dengan kata kunci "Pengendalian Kualitas untuk Mengurangi Cacat Produk" dengan *custom range* waktu yang digunakan adalah dari tahun 2021 hingga 2026.

Suhartini & Ramadhan, Muhammad (2021) melakukan penelitian pada PT. X yang merupakan perusahaan di bidang produksi sepaty. Permasalahan yang terjadi di perusahaan tersebut adalah cacat produk yang terbagi menjadi 8 jenis kecacatan yaitu bentuk & ukuran sepatu yang tidak sesuai, aksesoris sepatu yang rusak, jahitan sepatu tidak rapi, pengeleman tidak rata, terdapat noda, MICKRO-PAK tidak ada, terdapat kerutan dan sobekan. Peneliti menggunakan 2 metode untuk perbaikan yaitu *Six Sigma* dan *Kaizen*. Perbaikan yang diusulkan oleh peneliti setelah menggunakan 5 tahapan DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve,Control*) adalah pelatihan untuk para pekerja menjadi lebih mengerti mengenai prosesnya, membuat jadwal *maintenance* mesin secara berkala dan menambahkan are agar material yang disimpan berada di tempat yang aman.

Erdhianto, Y. (2021) membahas masalah kualitas produk gula pasir kemasan 50 kg PG Kremboong di UD Jaya *Collection.* Melalui penggunaan metode *seven tools,* mereka mengidentifikasi beberapa jenis cacat produk yang dihasilkan di perusahaan tersebut seperti cacat kemasan sobek menjadi cacat yang paling dominan atau dengan persentase paling tinggi. Faktor-faktor seperti manusia, metode, mesin, material dan lingkungan diidentifikasi sebagai penyebab cacat dengan usulan perbaikan yaitu pelatihan operator, *maintenance* mesin, pembersihan lingkungan, pengawasan yang ketat, sosialisasi SOP dan penekanan pada *supplier* untuk standar kualitas material.

Merjani, A. & Kamil, I. (2021) melakukan penelitian pada perusahaan PT. XX

Batam yang merupakan perusahaan bidang konstruksi baja untuk pembuatan sistem injeksi kimia. Permasalahan yang terjadi di perusahaan tersebut adalah mengenai cacat produk dengan persentase tinggi yaitu sebanyak 42% hingga 75% per sistem injeksi kimia. Peneliti menggunakan 2 metode yaitu *Seven Tools* & *Plan Do Check Action* (PDCA). Hasil penelitian yang didapatkan untuk mengatasi permasalahan pada PT. XX adalah peneliti melakukan pemilihan material yang berkualitas pada metode, melakukan pelatihan dan pengawasan yang ketat pada manusia, melakukan perancangan SOP dan melakukan *briefing* secara berkala pada proses, melakukan perawatan secara berkala untuk mesin (*preventive maintenance*) dan melakukan perbaikan fasilitas pada lingkungan.

Waruwu, Agustian., Tampubolon, Vivian Rensi., Pratama, Muhammad Agung & Putri, Destiana. (2022) melakukan penelitian pada perusahaan PT. KLM yang merupakan perusahaan di bidang percetakan Kalender. Permasalahan yang terjadi di perusahaan tersebut adalah mengenai cacat produk yang terbagi menjadi beberapa jenis cacat produk yaitu tulisan miring sebanyak 1.343 pcs, warna buram sebanyak 2.856 pcs dan gambar terpotong sebanyak 870 pcs. Peneliti menggunakan metode *Six Sigma*. Hasil penelitian yang didapatkan untuk mengatasi permasalahan di PT. KLM adalah mengadakan pelatihan & memberikan masukan kepada karyawan, membuat SOP dimulai dari awal hingga akhir proses, membuat peraturan dan pengamatan mesin, penyimpanan material harus lebih terjaga dan melakukan penjadwalan *maintenance* mesin secara berkala.

Elvina, Talita & Dwicahyani, Aninday Rachma. (2022) melakukan penelitian pada perusahaan PT. ABC yang merupakan perusahaan manufaktur peralatan dapur. Permasalahan yang terjadi di perusahaan tersebut adalah mengenai cacat produk yang terbagi menjadi 7 jenis yaitu penyok, pewarnaan tidak sempurna, terlihat seram aluminium, korosi, bercak-bercak/bitnik air, belang melingkar pada bagian dalam panic dan tergores kasar bagian luar *body* panci. Peneliti menggunakan metode *Lean Six Sigma* dan FMEA. Hasil penelitian yang didapatkan untuk mengatasi permasalahan di PT. ABC adalah dengan menambah *quality control* pada jeda proses *rinsing*, memantau sisa bahan kimia pada panci, menambah jumlah kolam perendaman dan menutup bukaan sebagai jalan masuknya angin dan udara.

Puspitasari, H., Susetyo, J. & Khasanah, R. (2022) melakukan penelitian di PT. Aksamala Adi Andana yang merupakan perusahaan di bidang produk kesehatan.

Permasalahan yang terjadi di perusahaan adalah terdapat cacat produk pada kemasan produk minyak telon. Cacat produk tersebut terbagi menjadi 4 jenis yaitu cacat stiker pada label, cacat pada tutup, cacat botol dan cacat *folding box.* Persentase produk cacat tertinggi yang dihasilkan oleh perusahaan atau melebihi batas toleransi kecacatan ada pada periode bulan Januari 2020 hingga Desember 2020 yaitu sebesar 5.26% dengan batas persentase produk cacat tersebut adalah 2%. Peneliti menggunakan 2 metode untuk memperbaiki permasalahan yang ada yaitu *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *Kaizen*. Perbaikan yang diusulkan oleh peneliti untuk permasalahan yang terjadi di perusahaan adalah dengan melakukan pelatihan & pengawasan terhadap para pekerja menjadi lebih ketat, memberikan waktu untuk beristirahat yang cukup atau melakukan pergantian operator sesuai dengan *shift* atau terjadwal, melakukan *complain* terhadap pihak *supplier* & melakukan pemeriksaan secara ketat terhadap kualitas dari stiker label ketika produk datang, membuat SOP dengan jelas dan membuat sirkulasi udara yang baik pada gudang penyimpanan.

Wicaksono, A. & Yuamita, F. (2022) melakukan penelitian di PT. XYZ yang merupakan sebuah perusahaan di bidang pengolahan ikan kaleng. Permasalahan yang terjadi di perusahaan adalah adanya kecacatan pada produk sarden yang terbagi menjadi 5 jenis cacat yaitu kaleng penyok sebanyak 448 pcs, kaleng bocor sebanyak 336 pcs, *cfouble seam false* sebanyak 150 pcs, *double seam vee* sebanyak 150 pcs dan kaleng lecet sebanyak 100 pcs. Metode yang digunakan dalam menyelesaikan permasalahan di perusahaan tersebut adalah *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *Fault Tree Analysis* (FTA). Perbaikan yang diusulkan oleh peneliti untuk menyelesaikan masalah di perusahaan terbagi sesuai dengan jenis cacat yang dihasilkan perusahaan. Perbaikan pada cacat kaleng bocor adalah melakukan *maintenance* mesin *seamer* secara berkala, melakukan evaluasi pada seluruh produk yang mengalami *defect* kepada operator mesin & kepala produksi. Perbaikan pada cacat kaleng penyok adalah mengurangi kecepatan putaran mesin *seamer* dengan maksimal 42 kaleng sarden/menit. Perbaikan pada cacat *double seam vee* adalah dengan mengencangkan 1 st *seaming roll* & melakukan pengaturan ulang. Perbaikan pada cacat kaleng lecet adalah dengan menambahkan bantalan karet pada bagian dinding *conveyor.*

Ansori, Faris Akbar & Gusniar, Iwan Nugraha. (2023) melakukan penelitian pada PT. XYZ yang merupakan perusahaan di bidang manufaktur *part* elektronik dan otomotif. Permasalahan yang terjadi di perusahaan adalah terdapat cacat produk

yang dihasilkan yaitu *no cutting* dan *over cutting* pada *part* JK 6000. Peneliti menggunakan metode *Seven Tools.* Hasil penelitian yang didapatkan untuk mengatasi permasalahan pada perusahaan adalah dengan melakukan pelatihan kepada karyawan, pengadaan tabung udara tambahan, perumusan SOP yang mengatur proses pembuatan dan standar pada produksi *part* JK 6000 secara terperinci.

Abdurrahman, M., Rizqi, A. W., & Jufriyanto, M. (2023) melakukan penelitian pada PT. Cahaya Niaga Citra Persada yang merupakan perusahaan di bidang produksi kayu. Permasalahan yang terjadi di perusahaan adalah terjadinya cacat produk yang terbagi menjadi 3 jenis cacat pada proses pengeringan kayu yaitu lengkungan atau *warp* sebanyak 1.529 kejadian (40.01%), patah tulang sebanyak 1.337 kejadian (34.99%) dan *check* sebanyak 955 kejadian (25%). Peneliti menggunakan 2 metode yaitu *Seven Tools* dan *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA). Hasil penelitian yang didapatkan untuk mengatasi permasalahan pada perusahaan adalah dengan dilakukannya penyesuaian kurva pengeringan dengan benar sesuai dengan jenis kayu, melakukan pelatihan kepada operator mesin dan melakukan pengecekan mesin.

Atmaja, D. A. S. P., Purbawati & Yusup, M. (2023) melakukan penelitian pada CV. Borneo Conblock Mandiri yang merupakan perusahaan paving dengan berbagai ukuran dan bentuk. Permasalahan yang terjadi di perusahaan adalah terjadinya cacat produk yang terbagi menjadi 3 jenis yaitu retak sebanyak 4.965 unit (53%), pecah sebanyak 2.661 unit (29%) dan permukaan yang tidak rata sebanyak 1.660 unit (18%). Peneliti menggunakan metode *Seven Tools.* Hasil penelitian yang didapatkan untuk mengatasi permasalahan pada perusahaan adalah dengan menambahkan seorang mandor sebagai pengawas tambahan untuk melakukan inspeksi manual, melakukan pembersihan sisa material produksi dan juga merancang *check sheet*.

Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu

No	Peneliti	Metode Penelitian	Permasalahan	Objek Penelitian	Hasil Penelitian
1	Suhartini & Ramadhan, Muhammad. (2021)	*Six Sigma & Kaizen*	Terdapat 8 jenis cacat produk yang dihasilkan oleh perusahaan yaitu 1). bentuk dan ukuran tidak sesuai, 2). aksesoris rusak, 3). jahitan tidak rata, 4). pengeleman tidak rata, 5). Terdapat noda, 6). tidak adanya MICKRO-PAK, 7). adanya kerutan, 8). terdapat sobekan.	PT. X (Perusahaan Manufaktur Sepatu)	Terdapat beberapa usulan perbaikan yang digunakan untuk mengurangi cacat produk yaitu 1). Memberikan pelatihan kepada pekerja agar lebih memahami prosedur kerja, 2). Membuat jadwal *maintenance* mesin secara berkala dan menambahkan are untuk mematikan bahwa material berada dalam area yang aman
2	Erdhianto, Y. (2021)	*Seven Tools & Kaizen*	Terdapat beberapa jenis cacat produk yang dihasilkan pada produk gula pasir dengan kemasan 50 kg yaitu 1). Cetakan kurang terang (146 pcs), 2). Kemasan sobek (299 pcs), 3). Kemasan kotor (244 pcs), 4). Jahitan terlepas (200 pcs)	PT. Perkebunan Nusantara X	Terdapat beberapa usulan perbaikan yang digunakan untuk mengurangi cacat produk, yaitu : 1). Manusia = melaksanakan pelatihan mengenai standar kemasan yang baik dan operator yang harus lebih teliti 2). Mesin = Melaksanakan *maintenance* sesuai dengan jadwal yang sudah ditentukan dan melaksanakannya dengan baik dan benar 3). Lingkungan = Melakukan pengecekan dan pembersihan secara berkala 4). Metode = Melakukan pengawasan pada proses produksi untuk memastikan bahwa SOP yang diterapkan sudah dilakukan dengan baik & melakukan sosialisasi SOP secara berkala 5). Material = melakukan penekanan terhadap supplier mengenai standard kualitas

Tabel 2.1. Lanjutan

No	Peneliti	Metode Penelitian	Permasalahan	Objek Penelitian	Hasil Penelitian
3	Merjani, A. & Kamil, I. (2021)	Seven Tools & PDCA (Plan Do Check Action)	Tingginya persentase produk cacat yang dihasilkan saat dilakukannya tes radiografi dengan persentase produk cacat sebanyak 42% hingga 75% per sistem injeksi kimia	PT. XX Batam (Perusahaan konstruksi baja pembuatan sistem injeksi kimia)	Dilakukan beberapa rancangan untuk mengurangi cacat produk yaitu melakukan pemilihan material yang berkualitas (metode), melakukan pelatihan dan pengawasan yang ketat (manusia), merancang SOP dan melakukan briefing secara berkala (proses), melakukan perawatan secara berkala (mesin) dan perbaikan fasilitas (lingkungan)
4	Waruwu, Agustian., Tampubolon, Vivian Rensi., Pratama, Muhammad Agung & Putri, Destiana. (2022)	Six Sigma	Terdapat beberapa jenis cacat produk yang dihasilkan yaitu 1). Tulisan miring (1343), 2). Warna buram (2856), 3). Gambar terpotong (870)	PT. KLM (Percetakan Kalender)	Terdapat beberapa usulan perbaikan yang digunakan untuk mengurangi cacat produk yaitu 1). Mengadakan pelatihan & memberikan masukan kepada karyawan, 2). Membuat SOP dimulai dari awal hingga akhir proses, 3). Membuat peraturan dan pengamatan mesin, 4). Penyimpanan material harus lebih terjaga, 5). Melakukan penjadwalan maintenance mesin secara berkala

Tabel 2.1. Lanjutan

No	Peneliti	Metode Penelitian	Permasalahan	Objek Penelitian	Hasil Penelitian

5	Elvina, Talita & Dwicahyani, Aninday Rachma. (2022)	Lean Six Sigma dan FMEA	Terdapat beberapa jenis cacat produk yang dihasilkan oleh perusahaan yaitu 1). Penyok, 2). Pewarnaan tidak sempurna, 3). Terlihat serat aluminium, 4). Korosi, 5). Bercak-bercak/bintik air, 6). Belang melingkar pada bagian dalam panci, 7). Tergores kasar bagian luar body panci	PT. ABC (Perusahaan Manufaktur Peralatan Dapur)	Terdapat beberapa usulan perbaikan yang digunakan untuk mengurangi cacat produk yaitu 1). Menambah *quality control* pada jeda proses rinsing, 2). Memantau sisa bahan kimia pada panci, 3). Menambah jumlah kolam perendaman, 4). Menutup bukaan sebagai jalan masuknya angin dan udara
6	Puspitasari, H., Susetyo, J., & Khasanah, R. (2022)	Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) & Kaizen	Terdapat cacat pada kemasan produk minyak telon yang terbagi menjadi beberapa jenis yaitu cacat stiker label, cacat tutup, cacat botol dan cacat folding box. Pada periode Januari 2020 hingga Desember 2020, persentase produk cacat yang dihasilkan melebihi batas toleransi kecacatan yaitu 5,26% dengan batas persentase produk cacat adalah 2%	PT. Aksamala Adi Andana (Perusahaan Produk Kesehatan)	Perbaikan yang dilakukan oleh peneliti adalah dengan melakukan pelatihan dan melakukan pengawasan menjadi lebih ketat, memberikan waktu istirahat atau melakukan pergantian operator secara terjadwal, melakukan complain kepada pihak supplier dan melakukan pemeriksaan terhadap kualitas stiker label saat datang dari supplier, membuat SOP yang jelas dan membuat sirkulasi udara pada gudang penyimpanan

Tabel 2.1. Lanjutan

No	Peneliti	Metode Penelitian	Permasalahan	Objek Penelitian	Hasil Penelitian

7	Wicaksono, A. & Yuamita, F. (2022)	Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) & Fault Tree Analysis	Terdapat cacat pada produk sarden yang terbagi menjadi beberapa jenis cacat yaitu 1). Cacat kaleng penyok (448 pcs), 2). Cacat kaleng bocor (336 pcs), 3). Double seam false (150 pcs), 4). Double seam vee (150 pcs), 5). Cacat kaleng lecet/gores (100 pcs)	PT. XYZ (Perusahaan Pengolahan Ikan Kaleng)	Terdapat beberapa usulan perbaikan untuk tiap jenis cacat produk yang dihasilkan oleh perusahaan, yaitu : 1). Cacat kaleng bocor = melakukan perawatan mesin seamer secara berkala, melakukan evaluasi pada setiap bentuk defect kepada operator mesin dan kepala produksi 2). Cacat kaleng penyok = mengurangi kecepatan mesin seamer pada putarannya atau maksimal 42 kaleng sarden/menit 3). Cacat double seam false = mengecek secara berkala badan kaleng sebelum setting seamer 4). Cacat double seam vee = mengencangkan atau merapatkan 1 st seaming roll dan melakukan setting ulang 5). Cacat produk kaleng lecet atau tergores = menambahkan bantalan karet pada bagian dinding conveyor
8	Ansori, Faris Akbar & Gusniar, Iwan Nugraha. (2023)	Seven Tools	Terdapat 2 jenis cacat produk yang dihasilkan oleh perusahaan yaitu no cutting dan over cutting pada part JK 6000	PT. XYZ (Perusahaan Manufaktur Part Elektronik & Otomotif)	Terdapat beberapa usulan perbaikan yang digunakan untuk mengurangi cacat produk yaitu 1). Dilakukan pelatihan untuk karyawan, 2). Pengadaan tabung udara tambahan, 3). Perumusan SOP yang mengatur proses pembuatan dan standar pada produksi part JK 6000 secara terperinci

Tabel 2.1. Lanjutan

No	Peneliti	Metode Penelitian	Permasalahan	Objek Penelitian	Hasil Penelitian

9	Abdurrahman, M., Rizqi, A. W., & Jufriyanto, M. (2023)	Seven Tools & Failure Mode Effect Analysis (FMEA)	Terdapat cacat produk yang dibagi menjadi 3 kategori selama proses pengeringan kayu yaitu 1). Lengkungan atau warp (1529 kejadian), 2). Patah tulang (1337 kejadian), 3). Check (955 kejadian). Cacat produk paling banyak yang dihasilkan adalah warp (40% dari total cacat produk)	PT. Cahaya Niaga Citra Persada (Perusahaan Bidang Produksi Kayu)	Dilakukan penyesuaian kurva pengeringan dengan benar sesuai dengan kayu yang dikeringkan, merancang SOP pengeringan kayu untuk setiap jenis kayu, melakukan pelatihan kepada operator dan melakukan pengecekan mesin
10	Atmaja, D. A. S. P., Purbawati & Yusup, M. (2023)	Seven Tools	Terdapat cacat produk yang dibagi menjadi 3 jenis yaitu 1). Retak sebanyak 4.965 unit (53%), 2). Pecah sebanyak 2.661 unit (29%), 3). Permukaan tidak rata sebanyak 1.660 unit (18%)	CV. Borneo Conblock Mandiri	Solusi yang diberikan adalah dengan menambahkan seorang mandor sebagai pengawas tambahan untuk melakukan inspeksi manual, melakukan pembersihan sisa material produksi dan merancang check sheet

2.2. Dasar Teori

2.2.1. Manajemen Pengendalian Kualitas

Dalam dunia industri yang kompetitif, kemampuan perusahaan untuk mempertahankan konsistensi produk merupakan kunci utama dalam menjaga kepercayaan konsumen. Oleh karena itu, sebelum melakukan analisis mendalam mengenai kegagalan produk atau merancang sistem kerja yang baru, diperlukan pemahaman yang kuat mengenai manajemen pengendalian kualitas.

a. Pengertian Kualitas Dimensi Kualitas Produk

Menurut Kotler (Kotler & Keller, 2018), kualitas bukan sekadar atribut produk atau jasa, melainkan merupakan gambaran menyeluruh dari fitur dan karakteristik yang mempengaruhi kemampuannya untuk memenuhi kebutuhan pelanggan, baik yang dinyatakan maupun tersirat. Pengendalian kualitas, seperti yang dijelaskan, melibatkan serangkaian kegiatan yang dirancang untuk memastikan bahwa produk dan layanan sesuai dengan standar yang ditetapkan serta terus ditingkatkan demi kepuasan pelanggan yang berkelanjutan.

Kualitas merupakan konsep yang telah menjadi familiar dan kunci penting dalam dunia industri. Peran kualitas sangat signifikan dalam memenangkan persaingan, terutama di era globalisasi abad ke-21, di mana pasar beralih dari lokal dan regional ke pasar global. Setiap perusahaan berupaya untuk menghasilkan produk atau layanan yang berkualitas tinggi, karena kualitas menjadi faktor utama yang memengaruhi keputusan konsumen. American Society for Quality mendefinisikan kualitas sebagai fitur dan karakteristik yang dapat memenuhi kebutuhan pelanggan dengan baik. Oleh karena itu, perusahaan berusaha untuk menjaga kualitas produk mereka guna memastikan kepuasan konsumen dan menghindari kerugian. Strategi Taguchi, misalnya, menekankan pada peningkatan efisiensi dalam desain eksperimental dan mempertimbangkan biaya, terutama dalam industri jasa. Kualitas suatu produk juga dapat menjadi simbol kepercayaan bagi konsumen, yang dapat memengaruhi reputasi perusahaan secara keseluruhan. Kualitas barang dan jasa mencakup berbagai karakteristik yang membuatnya memenuhi harapan konsumen, dan penilaian terhadap kualitas didasarkan pada pengalaman langsung konsumen. Oleh karena itu, pengendalian kualitas menjadi penting dalam memastikan bahwa produk yang dihasilkan sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan oleh perusahaan. Ini berfungsi sebagai upaya untuk memantau dan memastikan kinerja produk sesuai dengan standar yang telah ditetapkan oleh manajemen

perusahaan (Carmelita, 2022).

b. Dimensi Kualitas Produk

Dimensi kualitas suatu produk melibatkan sejumlah faktor yang berperan dalam membentuk pengalaman pengguna terhadap produk tersebut. Meskipun terdapat beragam pandangan mengenai hal ini, umumnya dimensi kualitas produk dapat dikelompokkan ke dalam beberapa kategori utama, seperti kinerja, fitur, keandalan, daya tahan, desain, dan layanan pelanggan. Sebagian pihak berpendapat bahwa dimensi kualitas produk secara utama berkaitan dengan ciri-ciri fisik dan fungsionalnya. Dalam konteks ini, kualitas sebuah barang dinilai berdasarkan faktor-faktor seperti kekuatan, ketahanan, keindahan, dan kegunaan. Misalnya, dalam produk elektronik, kualitas diukur dari performa perangkat, keawetan komponen, dan kemudahan penggunaannya.

Pendekatan yang menitikberatkan pada ciri-ciri karakteristik dalam menilai kualitas produk memiliki dampak yang signifikan. Konsumen cenderung mempertimbangkan aspek-aspek fisik dan fungsional saat memutuskan untuk membeli suatu produk. Hal ini menyoroti pentingnya bagi produsen untuk memastikan bahwa produk mereka tidak hanya menarik secara visual, tetapi juga memiliki kinerja yang handal dan daya tahan yang baik.

Menurut Yosef Bagus (2018), terdapat delapan aspek kualitas yang relevan untuk menganalisis karakteristik produk. Pertama adalah kinerja, yang mencakup kemampuan fungsional produk dan menjadi pertimbangan utama konsumen. Aspek berikutnya menyoroti kehadiran atribut pelengkap (fitur) yang dirancang guna memperkaya fungsi dasar sebuah barang lewat serangkaian inovasi. Di samping itu, keandalan operasional juga menjadi tolok ukur krusial untuk menilai konsistensi performa barang saat dioperasikan pada situasi dan rentang waktu yang spesifik. Selanjutnya, dimensi kesesuaian berperan sebagai parameter untuk memastikan bahwa output produksi benar-benar sejalan dengan standar teknis pabrik sekaligus ekspektasi pembeli. Kelima adalah daya tahan, yang mengukur masa pakai produk. Keenam adalah kemampuan layanan, yang melibatkan kecepatan, ketepatan, dan kemudahan perbaikan produk. Ketujuh adalah estetika, yang mencakup preferensi visual produk. Dan terakhir, kualitas yang dipersepsikan, yang bersifat subjektif dan terkait dengan pengalaman konsumen.

Ada juga enam dimensi kualitas produk yang relevan dengan keinginan konsumen. Pertama adalah kinerja, yang menyoroti pencapaian standar yang

diharapkan oleh konsumen. Kedua adalah fitur, yang meliputi fungsi utama serta fitur tambahan yang menarik bagi konsumen. Ketiga adalah kehandalan dan daya tahan, yang menilai keandalan produk dalam penggunaan normal dan masa pakainya. Keempat adalah kemudahan perawatan dan layanan, yang mencakup ketersediaan komponen pengganti dan kemudahan perbaikan. Kelima adalah karakteristik sensorik, yang mencakup aspek visual, rasa, dan aroma produk. Dan terakhir adalah profil etis dan citra, yang memengaruhi kesan konsumen terhadap produk.

Produk memegang peran penting dalam operasi perusahaan karena merupakan dasar dari kegiatan bisnis. Kesesuaian produk dengan kebutuhan dan preferensi konsumen menjadi kunci keberhasilan pemasaran. Oleh karena itu, fokus pada kualitas produk menjadi penting bagi perusahaan untuk memenuhi harapan dan keinginan pelanggan. Dalam mengevaluasi kualitas produk, penting untuk mempertimbangkan berbagai dimensi yang terlibat. Meskipun ciri-ciri fisik dan fungsional merupakan bagian penting dari evaluasi, tidak boleh diabaikan bahwa faktor-faktor lain, seperti pengalaman pelanggan dan kepuasan konsumen, juga berperan dalam membentuk persepsi kualitas produk. Oleh karena itu, pendekatan holistik yang mempertimbangkan seluruh aspek kualitas produk menjadi lebih komprehensif dan memadai dalam memahami esensi kualitas produk (Carmelita, 2022).

c. Pengaruh Kualitas

Kualitas bukan sekadar atribut, tetapi fondasi yang mendukung keberlangsungan dan pertumbuhan sebuah perusahaan di pasar yang kompetitif. Sebuah perusahaan harus memahami tiga alasan utama mengapa kualitas menjadi elemen yang tak terpisahkan bagi kesinambungan suatu perusahaan dalam menjalani dinamika pasar (Heizer & Render, 2018). Pertama-tama, reputasi perusahaan adalah cerminan dari kualitas produk yang dihasilkan. Kualitas yang unggul akan membentuk citra positif perusahaan di mata konsumen, sementara kualitas yang kurang baik dapat merusak reputasi yang telah dibangun dengan susah payah. Reputasi yang baik menjadi modal berharga dalam mempertahankan dan memperluas pangsa pasar perusahaan. Kedua, keandalan produk adalah landasan bagi loyalitas konsumen. Produk yang konsisten dalam kualitasnya akan menarik minat dan kepercayaan konsumen, yang pada akhirnya akan mendorong mereka untuk kembali membeli produk tersebut. Kepercayaan konsumen terhadap keandalan produk menciptakan

ikatan yang kuat antara perusahaan dan pelanggan, yang merupakan aset berharga dalam menjaga keberlangsungan bisnis. Ketiga, dalam era globalisasi saat ini, kualitas menjadi faktor krusial dalam persaingan ekonomi internasional. Perusahaan yang ingin bersaing secara efektif di pasar global harus memastikan bahwa produk mereka memenuhi standar kualitas, desain, dan harga yang dituntut oleh pasar global. Kualitas yang superior menjadi kunci bagi perusahaan dan negara untuk memperoleh keunggulan kompetitif dalam pasar global yang semakin kompleks. Dengan demikian, jelaslah bahwa kualitas bukanlah sekadar aspek tambahan, tetapi fondasi yang esensial bagi kelangsungan hidup sebuah perusahaan. Dengan menjaga kualitas produk atau jasa yang dihasilkan, perusahaan memastikan bahwa mereka dapat tetap relevan dan diakui oleh masyarakat luas di dalam pasar yang terus berkembang dan berubah. Oleh karena itu, investasi dan perhatian yang serius terhadap kualitas merupakan langkah yang tak terelakkan bagi perusahaan yang ingin tetap berdaya saing dan berhasil dalam dunia bisnis yang dinamis.

d. Tujuan Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas merupakan salah satu aspek utama dalam dunia industri yang memastikan setiap produk yang dihasilkan memenuhi standar yang telah ditetapkan. Tujuan utama dari pengendalian kualitas adalah untuk memastikan kepuasan pelanggan dengan barang yang dihasilkan, sambil tetap menjaga Fokus utama dalam penerapan kendali mutu adalah menjamin agar seluruh output produk selalu konsisten memenuhi pedoman spesifikasi yang telah dibakukan oleh pabrik sejak awal. Standar kualitas ini menjadi pedoman bagi seluruh proses produksi, mulai dari bahan baku hingga produk akhir. Dengan mencapai standar kualitas yang tinggi, perusahaan dapat membangun reputasi yang kuat di pasar dan meningkatkan kepercayaan pelanggan terhadap produk mereka. Selain itu, pengendalian kualitas juga bertujuan untuk mengoptimalkan biaya inspeksi. Dengan memastikan bahwa proses inspeksi dilakukan dengan efisien, perusahaan dapat mengurangi biaya yang terkait dengan pengujian dan pemeriksaan kualitas. Ini penting dalam meningkatkan profitabilitas perusahaan sambil tetap memastikan bahwa setiap produk yang dikirim ke pasar memenuhi standar kualitas yang diharapkan. Tujuan ketiga dari pengendalian kualitas adalah untuk mengurangi biaya desain produk dan proses produksi. Dengan menggunakan kualitas produksi tertentu, perusahaan dapat meminimalkan biaya yang terkait dengan pengembangan produk baru serta penyempurnaan proses

produksi. Hal ini memungkinkan perusahaan untuk lebih kompetitif secara harga tanpa mengorbankan kualitas produk. Terakhir, pengendalian kualitas juga bertujuan untuk mengurangi biaya produksi secara keseluruhan. Pemanfaatan aset secara maksimal serta penekanan inefisiensi operasional dapat dicapai oleh pihak manajemen melalui langkah pembenahan sistem kerja dan pemetaan titik-titik kerugian secara akurat. Hal ini dapat menghasilkan efisiensi yang signifikan dalam biaya produksi, yang pada gilirannya dapat meningkatkan profitabilitas perusahaan. Secara keseluruhan, pengendalian kualitas memainkan peran kunci dalam mencapai keunggulan produksi. Dengan memastikan bahwa setiap produk memenuhi standar kualitas yang tinggi sambil tetap mengoptimalkan biaya produksi, perusahaan dapat membangun reputasi yang kuat, meningkatkan kepuasan pelanggan, dan mencapai keunggulan kompetitif di pasar yang semakin ketat (Shiyamy dkk, 2021). Oleh karena itu, investasi dalam pengendalian kualitas merupakan langkah yang penting bagi setiap perusahaan yang ingin berhasil dalam dunia industri yang kompetitif saat ini.

e. Konsep Produk Cacat (*Defect*)

Produk cacat merupakan produk yang dihasilkan tidak sesuai dengan standar kualitas yang sudah ditentukan. Standar kualitas yang baik menurut konsumen adalah produk tersebut dapat digunakan sesuai dengan kebutuhan dan keinginan mereka, apabila konsumen sudah merasa bahwa produk tersebut tidak dapat digunakan sesuai kebutuhan dan keinginan mereka maka produk tersebut akan dikatakan sebagai produk cacat. suatu produk dikatakan cacat apabila produk tersebut tidak aman dalam penggunaanya serta tidak memenuhi syarat syarat keamanan tertentu. *Defect* merupakan keadaan dimana suatu produk dinyatakan gagal dalam mencapai persyaratan yang telah ditetapkan oleh perusahaan atau *customer.* Dengan tingkat keseriusan rendah. Produk dengan kategori *defect* ini masih dapat dilakukan perbaikan lagi *(direpair)* untuk mencapai persyaratan yang ditetapkan (Muchsinin & Sulistiyowati, 2022).

Defect atau produk cacat adalah produk yang merupakan produk jadi, tetapi dalam kondisi yang tidak sesuai dengan standar yang telah ditetapkan oleh suatu perusahaan. Produk cacat dapat juga dikatakan sebagai produk yang tidak sesuai dengan standar yang telah ditetapkan, tidak dapat langsung dijual tetapi harus diolah terlebih dahulu. Penurunan kecacatan produk dalam proses produksi akan berdampak pada penurunan biaya proses produksi. Produk cacat adalah produk yang tidak memenuhi *standart* mutu yang telah ditetapkan. Produk cacat mengacu

pada produk yang tidak diterima oleh konsumen yang terjadi selama proses produksi berlangsung. Produk yang tidak memenuhi standart mutu yang telah ditetapkan namun dengan mengeluarkan beberapa biaya perbaikan maka produk tersebut secara ekonomis dapat disempurnakan kembali menjadi produk yang lebih baik (Prawita & Putri, 2022).

Produk cacat merupakan barang atau jasa yang dibuat dalam proses produksi yang memiliki kekurangan sehingga nilai atau kualitasnya kurang baik atau tidak sempurna. Produk cacat yang terjadi selama proses produksi mengacu pada produk yang tidak diterima oleh konsumen. Salah satu metode dalam pengendalian kualitas adalah SPC yang merupakan suatu teknik untuk memastikan setiap proses yang digunakan agar produk yang dikirimkan kepada konsumen memenuhi standar kualitas. Dari penelitian terdahulu diharapkan dengan adanya pengendalian kualitas menggunakan metode SPC, permasalahan cacat pada produk kayu dapat dikendalikan sehingga kerugian yang kemungkinan didapatkan dapat diminimalkan menjadi lebih baik. Dengan adanya pengendalian produksi diharapkan akan memberikan penyempurnaan proses produksi sehingga menghasilkan produk yang sesuai standar dan jumlah cacat dapat dikurangi (Fantasia & Wahyudi, 2024).

2.2.2. Metode *Seven Tools*

Penerapan sistem kendali mutu merupakan sebuah langkah esensial bagi entitas manufaktur guna menjamin output yang diproduksi mampu memenuhi ekspektasi konsumen. Langkah ini tidak hanya berfungsi mengevaluasi dan menyempurnakan kualitas dari batch produksi terdahulu, tetapi juga memastikan produk tetap sejalan dengan pedoman baku perusahaan. Mengingat hasil akhir manufaktur berpotensi mengalami deviasi dari spesifikasi target, pakar industri menyarankan pemanfaatan beragam teknik analisis mutu yang spesifik. Oleh karena itu, pengawasan komprehensif mutlak diterapkan pada seluruh elemen produksi—mulai dari kapabilitas mesin, kinerja sumber daya manusia, hingga sarana penunjang—sehingga setiap anomali dapat segera diidentifikasi dan ditindaklanjuti secara korektif. Secara umum, implementasi perbaikan mutu ini didukung oleh tujuh instrumen fundamental (*Seven Quality Control Tools*), yang meliputi Lembar Periksa (*Check sheet*), Grafik, Stratifikasi, Peta Kendali, Diagram Pencar, Diagram Pareto, serta Diagram Sebab-Akibat.

Berdasarkan pengertian tersebut dapaat disimpulkan bahwa seven tools adalah tujuh alat yang terdiri dari flow chart, check sheet, histogram, control chart, scatter

diagram, fishbone diagram dan diagram pareto, yang digunakan untuk mengidentifikasi dan meganalisis permasalahan kualitas, pemecahan masalah, dan perbaikan proses, menurut Deni (2020) pendefinisiannya sebagai berikut.

1. *Flow Chart*

Bagan arus proses, atau yang sering disebut sebagai flow chart, adalah alat visual yang sangat berguna dalam menjelaskan langkah-langkah utama, cabang-cabang, dan hasil nyata dari suatu proses. Dalam konteks industri, bisnis, atau bahkan dalam kehidupan sehari-hari, flow chart atau diagram alur menjadi panduan yang membantu dalam memahami dan menganalisis sebuah proses dengan lebih baik. Secara sederhana, flow chart adalah representasi grafis dari sebuah proses atau sistem. Melalui penggunaan kotak-kotak yang diberi notasi dan garis yang menghubungkannya, flow chart menyajikan serangkaian langkah yang harus diikuti dalam sebuah proses. Setiap kotak mewakili langkah atau aktivitas tertentu dalam proses, sedangkan garis-garis menghubungkan kotak-kotak tersebut untuk menunjukkan urutan atau hubungan antara langkah-langkah tersebut. Keberadaan flow chart sangat penting karena beberapa alasan. Pertama, flow chart menyediakan gambaran visual yang jelas dan terstruktur tentang bagaimana suatu proses berlangsung. Hal ini memungkinkan para pemangku kepentingan untuk memahami proses secara keseluruhan dengan lebih baik, termasuk bagaimana setiap langkah saling berhubungan dan berdampak satu sama lain. Selain itu, flow chart juga membantu dalam mengidentifikasi potensi masalah atau bottleneck dalam proses. Dengan melihat secara visual bagaimana proses mengalir, akan lebih mudah untuk menemukan titik-titik yang mungkin menghambat atau memperlambat proses secara keseluruhan. Dengan demikian, flow chart membantu dalam mengidentifikasi area-area yang perlu diperbaiki atau dioptimalkan untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas proses. Selain itu, flow chart juga memfasilitasi komunikasi dan koordinasi antar tim atau departemen yang terlibat dalam proses. Dengan memiliki gambaran visual yang sama tentang bagaimana proses berjalan, tim dapat bekerja secara lebih efektif dan efisien dalam mencapai tujuan bersama. Hal ini juga membantu dalam mencegah kesalahpahaman atau kebingungan yang mungkin timbul akibat perbedaan pemahaman tentang proses. Dengan demikian, bisa disimpulkan bahwa bagan arus proses atau flow chart adalah alat yang sangat berharga dalam analisis dan pemahaman proses. Dengan menyediakan gambaran visual yang jelas, membantu dalam mengidentifikasi

masalah potensial, dan memfasilitasi komunikasi antar tim, flow chart menjadi salah satu alat yang tidak dapat diabaikan dalam upaya untuk meningkatkan efisiensi, kualitas, dan keselamatan dalam berbagai bidang dan industri.

2. *Check Sheet*

Check Sheet merupakan salah satu alat yang sangat berguna dalam proses pengumpulan dan analisis data. Alat ini dirancang secara khusus sebagai formulir untuk mencatat data dengan sistematis dan terstruktur. Melalui Check Sheet, pencatatan data dilakukan dengan cara yang memungkinkan pengguna untuk dengan mudah mengidentifikasi pola atau tren yang muncul saat data diambil. Konsep dasar dari Check Sheet adalah menyediakan format standar yang memudahkan pengumpulan dan pencatatan data secara konsisten. Dengan menggunakan format yang telah ditetapkan, pengguna dapat mencatat informasi dengan rapi dan teratur, sehingga mempermudah proses analisis data selanjutnya. Salah satu manfaat utama dari Check Sheet adalah membantu dalam mengidentifikasi pola atau tren yang mungkin tersembunyi dalam data. Dengan mencatat data secara teratur dan konsisten, pengguna dapat dengan mudah melihat pola-pola yang muncul dari data yang telah dikumpulkan. Hal ini memungkinkan analis untuk menemukan fakta atau pola yang dapat menjadi dasar untuk analisis lebih lanjut. Selain itu, Check Sheet juga membantu dalam mengevaluasi efektivitas suatu proses atau sistem. Dengan mencatat data yang relevan dengan proses yang sedang dianalisis, pengguna dapat melihat secara langsung bagaimana proses tersebut berjalan dan mengidentifikasi area-area yang mungkin memerlukan perbaikan atau peningkatan. Dengan demikian, Check Sheet memiliki peran yang sangat penting dalam analisis data. Dengan menyediakan format standar untuk mencatat data, membantu dalam mengidentifikasi pola atau tren, dan mengevaluasi efektivitas proses, Check Sheet menjadi alat yang tak tergantikan dalam upaya untuk memahami dan meningkatkan kinerja suatu proses atau sistem.

3. Histogram

Histogram merupakan alat visual yang digunakan untuk menampilkan variasi data pengukuran, seperti berat badan sekelompok orang, ketebalan plat besi, atau data lainnya. Sebagaimana pareto chart, histogram juga berbentuk grafik batang yang menunjukkan distribusi frekuensi. Namun, ada perbedaan kunci antara histogram dan pareto chart yang layak untuk dicatat. Perbedaan utama

antara histogram dan pareto chart terletak pada orientasi grafiknya. Sementara pareto chart menunjukkan distribusi frekuensi dalam urutan menurun dari kiri ke kanan, histogram tidak memiliki urutan tertentu dan menampilkan bar grafik tanpa urutan spesifik. Histogram fokus pada representasi data pengukuran seperti berat, suhu, tinggi, dan lain sebagainya. Dengan demikian, histogram memberikan gambaran visual tentang variasi dalam setiap pengukuran yang diambil. Salah satu kegunaan utama dari histogram adalah untuk menunjukkan variasi setiap proses. Dengan melihat distribusi data dalam histogram, kita dapat memahami seberapa bervariasinya pengukuran yang diambil dari suatu proses. Misalnya, jika histogram menunjukkan distribusi yang sempit dan tinggi, ini menunjukkan bahwa data cenderung berkumpul di sekitar nilai tengah, menunjukkan sedikit variasi dalam proses tersebut. Sebaliknya, jika histogram menunjukkan distribusi yang lebar dan rendah, ini menunjukkan bahwa data tersebar luas, menunjukkan variasi yang signifikan dalam proses. Selain itu, histogram juga memungkinkan untuk mengidentifikasi pola-pola dalam data, seperti apakah distribusi data simetris atau tidak simetris, apakah terdapat pencilan (outlier), atau apakah distribusi data cenderung normal atau tidak. Informasi ini dapat digunakan untuk membuat keputusan yang lebih baik dalam pengelolaan proses dan meningkatkan kualitas produk atau llayanan Dengan demikian, histogram menjadi alat yang sangat berguna dalam analisis data karena memberikan gambaran visual yang jelas tentang variasi dalam data pengukuran. Dengan menggunakan histogram, para analis dapat dengan cepat memahami pola-pola dalam data dan mengambil langkah-langkah yang diperlukan untuk meningkatkan kualitas dan efisiensi proses yang terlibat.

4. *Scatter Diagram*

Scatter diagram atau yang sering disebut juga diagram pencar, adalah alat yang digunakan untuk memvisualisasikan kemungkinan hubungan atau korelasi antara dua macam variabel. Dalam scatter diagram, titik-titik data diplotkan dalam grafik yang menggambarkan kedua variabel, dan pola yang dihasilkan dari titik-titik tersebut memberikan gambaran tentang hubungan antara kkeduanya Penting untuk dicatat bahwa keberadaan hubungan dalam scatter diagram tidak selalu mengindikasikan bahwa satu variabel menyebabkan timbulnya variabel lain. Sebaliknya, scatter diagram memberikan gambaran tentang apakah terdapat hubungan antara kedua variabel tersebut, dan sejauh mana hubungan tersebut berkorelasi. Salah satu kegunaan utama scatter diagram adalah untuk

menjelaskan adanya hubungan antara dua variabel dengan menunjukkan keeratan hubungan tersebut. Misalnya, jika titik-titik data cenderung membentuk pola garis lurus naik atau turun, hal ini menunjukkan adanya hubungan linier antara kedua variabel. Di sisi lain, jika titik-titik data tersebar acak tanpa pola yang jelas, maka hubungan antara kedua variabel tersebut mungkin tidak ssignifikan Selain itu, scatter diagram juga digunakan untuk mengukur keeratan hubungan antara dua variabel dengan menggunakan koefisien korelasi. Koefisien korelasi mengukur seberapa erat hubungan antara kedua variabel, dengan nilai yang mendekati +1 menunjukkan hubungan positif yang kuat, nilai yang mendekati -1 menunjukkan hubungan negatif yang kuat, dan nilai yang mendekati 0 menunjukkan hubungan yang lemah atau tidak ada hubungan sama sekali. Dengan demikian, scatter diagram merupakan alat yang sangat berguna dalam analisis statistik dan penelitian, karena membantu dalam memahami hubungan antara dua variabel dengan cara yang visual dan terukur. Dengan menggunakan scatter diagram, para peneliti dapat mengeksplorasi hubungan antara variabel-variabel yang berbeda dan membuat kesimpulan yang didasarkan pada pola-pola yang terlihat dalam data.

5. Diagram Pareto (Pareto Analysis).

Diagram Pareto, yang pertama kali diperkenalkan oleh Alfredo Pareto dan kemudian digunakan secara luas oleh Joseph Juran, merupakan alat visual yang sangat berguna dalam analisis data dan manajemen kualitas. Diagram ini mengambil bentuk grafik balok atau grafik baris yang membandingkan setiap jenis data terhadap total keseluruhan. Dengan menggunakan Diagram Pareto, kita dapat dengan jelas melihat masalah mana yang dominan dalam suatu situasi, sehingga membantu dalam menetapkan prioritas dalam penyelesaian masalah. Fungsi utama dari Diagram Pareto adalah untuk mengidentifikasi atau memprioritaskan masalah utama yang memerlukan perhatian dalam rangka meningkatkan kualitas. Diagram ini mengurutkan masalah dari yang paling besar kontribusinya ke yang paling kecil, sehingga memungkinkan manajer atau analis untuk fokus pada masalah yang memiliki dampak terbesar terlebih dahulu. Ada beberapa kegunaan penting dari Diagram Pareto:

- Menunjukkan Masalah Utama: Diagram Pareto membantu dalam mengidentifikasi dengan jelas masalah utama yang perlu ditangani. Dengan melihat visualisasi data dalam bentuk grafik, kita dapat dengan cepat melihat masalah mana yang menyumbang sebagian besar

terhadap keseluruhan masalah.

- Menyatakan Perbandingan Persoalan: Diagram Pareto tidak hanya menunjukkan masalah utama, tetapi juga menyatakan perbandingan relatif antara masing-masing masalah terhadap keseluruhan. Hal ini membantu dalam memahami proporsi masalah dan mengalokasikan sumber daya dengan bijaksana.
- Menunjukkan Tingkat Perbaikan: Setelah tindakan perbaikan diterapkan pada masalah-masalah yang diidentifikasi, Diagram Pareto dapat digunakan kembali untuk menunjukkan tingkat perbaikan yang telah dicapai. Ini memungkinkan evaluasi terhadap efektivitas tindakan yang diambil.
- Menunjukkan Perbandingan Sebelum dan Sesudah Perbaikan: Diagram Pareto memungkinkan untuk membandingkan distribusi masalah sebelum dan setelah tindakan perbaikan dilakukan. Hal ini membantu dalam menilai dampak dari perubahan yang telah dilakukan terhadap kualitas keseluruhan.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa Diagram Pareto bukan hanya alat visual yang sederhana, tetapi juga merupakan alat yang sangat berguna dalam manajemen kualitas. Dengan membantu dalam mengidentifikasi masalah utama, menyatakan perbandingan masing-masing masalah, dan menilai efektivitas tindakan perbaikan, Diagram Pareto menjadi salah satu alat yang tak tergantikan dalam upaya meningkatkan kualitas produk atau layanan.

6. Peta Kendali (*Control Chart*)

Peta kendali adalah alat grafis yang digunakan untuk memonitor dan mengevaluasi apakah suatu aktivitas atau proses berada dalam pengendalian kualitas secara statistika. Tujuannya adalah untuk mengidentifikasi dan memecahkan masalah serta meningkatkan kualitas. Meskipun peta kendali menunjukkan perubahan data dari waktu ke waktu, namun penyebab dari penyimpangan tersebut tidak secara langsung terlihat dalam peta kendali. Namun demikian, penyimpangan dapat terdeteksi melalui penggunaan peta kendali. Manfaat dari peta kendali antara lain adalah memberikan informasi apakah suatu proses produksi masih berada dalam batas kendali kualitas atau tidak, memantau proses produksi secara terus menerus untuk menjaga stabilitasnya, menentukan kemampuan proses, mengevaluasi kinerja pelaksana

dan kebijaksanaan pelaksanaan proses produksi, serta membantu menetapkan kriteria batas penerimaan kualitas produk sebelum dipasarkan.Peta kendali digunakan dengan cara menetapkan batas kendali, yang terdiri dari tiga garis, yaitu batas kendali atas (UCL), garis pusat atau tengah (CL), dan batas kendali bawah (LCL). UCL merupakan garis batas atas yang menandakan penyimpangan yang masih diijinkan, sedangkan CL adalah garis yang menunjukkan tidak adanya penyimpangan dari karakteristik sampel. LCL adalah garis batas bawah yang menandakan penyimpangan dari karakteristik sampel.

7. *Fishbone Diagram*

Fishbone Analysis adalah sebuah representasi grafis yang menggambarkan data mengenai faktor penyebab kegagalan atau ketidaksesuaian, serta menganalisis sub-permasalahan terdalam dari faktor-faktor tersebut. Dalam Fishbone Diagram, data yang dikumpulkan cenderung bersifat subjektif melalui pengamatan dan analisis, walaupun dapat berasal dari sumber obyektif atau subjektif dengan menggunakan data kuantitatif atau kualitatif. Dampak dari kegagalan ditunjukkan pada bagian kanan “kepala ikan”, sedangkan faktor penyebab kegagalan dapat dicatat pada bagian tubuh ikan. Kelebihan utama dari Fishbone Diagram adalah kemampuannya membantu menemukan akar penyebab masalah secara user-friendly. Ishikawa diagram, yang juga dikenal sebagai fishbone diagram atau Cause-Effect Analysis, pertama kali diperkenalkan oleh Kaoru Ishikawa sebagai salah satu metode dasar dalam pengendalian kualitas. Ini merupakan metode manajemen risiko reaktif yang mengidentifikasi penyebab potensial dari suatu masalah melalui sesi brainstorming. Dr. Kaoru Ishikawa adalah tokoh yang mengembangkan konsep ini pada tahun 1960-an. Fishbone Diagram digunakan sebagai alat kendali mutu untuk mendeteksi masalah di perusahaan dengan mengidentifikasi faktor-faktor yang mendasarinya. Fishbone Diagram membantu dalam mengidentifikasi masalah kualitas dan checkpoint yang melibatkan bahan, peralatan, tenaga kerja, dan metode. Faktor-faktor yang terkait dengan setiap kategori dapat diuraikan melalui proses curah pendapat. Secara keseluruhan, Fishbone Diagram adalah alat untuk mengidentifikasi berbagai baru penyebab atau faktor utama yang meliputi material, mesin, prosedur, dan kebijakan. Manfaat dari Fishbone Diagram termasuk kemampuannya untuk mengendalikan masalah kualitas yang persisten, menentukan akar penyebab masalah, menghasilkan ide-ide untuk pemecahan masalah, memfasilitasi penyelidikan lebih lanjut,

menentukan tindakan yang diperlukan, dan memfasilitasi diskusi yang rinci dan sistematis serta penciptaan ide-ide baru.

Namun, Fishbone Diagram juga memiliki kelebihan dan kelemahan. Keunggulan utamanya adalah kemampuannya untuk memperluas pemahaman tentang masalah dan memungkinkan partisipasi dari berbagai pihak terkait. Namun, kelemahannya terletak pada perspektif yang terbatas dan kemungkinan bias dalam pemilihan penyebab yang paling mungkin. Metode ini juga memiliki batasan dalam mendeskripsikan masalah secara mendalam, terutama jika tidak ada ruang yang cukup untuk menggambarkannya (Hisprastin & Musfiroh, 2021).

Langkah-langkah pembuatan Fishbone Diagram mencakup kesepakatan tentang pernyataan masalah, penentuan kategori utama, identifikasi penyebab melalui curah pendapat, dan evaluasi serta kesepakatan terhadap penyebab yang paling mungkin. Proses ini biasanya memerlukan waktu sekitar 30-60 menit untuk diselesaikan. Fishbone Diagram adalah alat yang kuat dalam menganalisis dan memecahkan masalah di berbagai industri, terutama dalam konteks manufaktur di mana proses-produksi kompleks dan memiliki banyak variabel yang potensial untuk menyebabkan masalah. Dengan menggunakan pendekatan ini, perusahaan dapat lebih efektif mengidentifikasi akar penyebab masalah dan mengambil langkah-langkah perbaikan yang tepat. Suatu tindakan dan langkah perbaikan akan lebih mudah dilakukan jika akar penyebab masalah sudah ditemukan. Fishbone diagram memiliki manfaat seperti mudah dibaca untuk diagram hubungan sebab-akibat, pengetahuan penyebab masalah yang berpengaruh, peningkatan produktivitas, dan meningkatkan komunikasi internal maupun eksternal. Langkah-langkah dalam mengerjakan Ishikawa diagram termasuk menentukan masalah, menentukan kategori penyebab utama, menguraikan penyebab dalam setiap kategori melalui brainstorming, dan menganalisis diagram untuk mengidentifikasi penyebab yang memerlukan investigasi lebih lanjut (Hisprastin & Musfiroh, 2021) .

2.2.3. Ergonomi dan Antropometri

a. Konsep Dasar Ergonomi di Jalur Produksi

Istilah ergonomi berasal dari bahasa Yunani yang terdiri dua kata yaitu *“ergon”* berarti kerja dan *“nomos”* berarti aturan atau hukum. Ergonomi adalah suatu aturan atau norma dalam sistem kerja. Di Indonesia memakai istilah ergonomi dan di beberapa negara seperti di Skandinavia menggunakan istilah “Bioteknologi” sedangkan di negara Amerika menggunakan istilah *“Human Engineering”* atau

"Human Factors Engineering". Penerapan ergonomi menjadi keharusan karena, setiap aktivitas atau pekerjaan yang dilakukan secara tidak ergonomis dapat mengakibatkan ketidaknyamanan, biaya tinggi, kecelakaan dan penyakit akibat kerja meningkat, kinerja menurun yang berakibat kepada penurunan produktivitas kerja, efisiensi dan daya kerja (Dewi, 2020).

Ergonomi merupakan pendekatan ilmiah interdisiplin dari penerapan prinsip-prinsip perilaku manusia untuk perancangan sistem manusia dengan mesin yang diarahkan pada penyesuaian terhadap mesin dan peralatan bantu, untuk memperbaiki performan dengan kondisi yang aman, nyaman, efisien, sehat dan selamat dalam bekerja. Kegunaan dari penerapan ergonomi adalah untuk (1) Memperbaiki performasi kerja (menambah kecepatan kerja, keakuratan, keselamatan kerja dan mengurangi energi kerja yang berlebihan serta mengurangi kelelahan), (2) Mengurangi waktu yang terbuang sia-sia dan meminimalkan kerusakan peralatan yang disebabkan "human error", dan (3) Memperbaiki kenyamanan manusia dalam kerja (Idkhan *et al*., 2021).

Dalam disiplin ergonomi, pendekatan utama yang digunakan adalah penerapan informasi karakteristik serta perilaku manusia secara sistematis ke dalam perancangan fasilitas, peralatan, dan lingkungan kerja. Menurut Santoso dkk. (2014), lingkup analisis dan penelitiannya berfokus pada tiga aspek utama:

1) Karakteristik Fisik Tubuh: Menelaah dimensi ukuran (antropometri), struktur fisik (anatomi), serta mekanisme kerja sistem organ manusia (fisiologi).
2) Faktor Psikofisiologis: Mengkaji fungsi kognitif, otak, dan sistem saraf yang memengaruhi pola perilaku serta respons manusia.
3) Iklim dan Kondisi Kerja: Menganalisis potensi bahaya yang dapat memicu cedera atau kecelakaan kerja baik secara instan maupun akumulatif serta merancang kondisi tempat kerja yang menunjang kenyamanan.

Ergonomic bertujuan untuk menyediakan lingkungan yang memuaskan bagi pekerja untuk dapat melaksanakan tugas yang dituntutnya tanpa mengalami gangguan fisik dan mental. Analisis ergonomi terhadap memiliki manfaat untuk mengetahui apakah pekerjaan ini masih dalam kategori aman ditinjau dari keluhan yang dialami pekerja serta penilaian aspek ergonomi yang dilakukan. Tujuan dalam penerapan ergonomi, antara lain (Montororing, 2021):

1. Meningkatkan kesejahteraan fisik dan mental melalui upaya pencegahan cedera dan penyakit akibat kerja, menurunkan beban kerja fisik dan mental, mengupayakan promosi dan kepuasan kerja.
2. Meningkatkan kesejahteraan sosial melalui peningkatan kualitas kontak sosial dan mengkoordinasi kerja secara tepat, guna meningkatkan jaminan sosial baik selama kurun waktu usia produktif maupun setelah tidak produktif.
3. Menciptakan keseimbangan rasional antara aspek teknis, ekonomis, dan antropologis dari setiap sistem kerja yang dilakukan sehingga tercipta kualitas kerja dan kualitas hidup yang tinggi.

b. Hubungan Ergonomi Terhadap Kualitas Produk (*Human Error*)

human error umumnya dipicu oleh serangkaian variabel, mulai dari keterbatasan kompetensi pekerja, keletihan fisik akibat rutinitas pekerjaan yang repetitif, hingga tata letak fasilitas kerja yang mengabaikan prinsip ergonomi. Selain itu, dominasi pengerjaan fisik tanpa dukungan sistem teknologi informasi modern semakin memperbesar peluang terjadinya kekeliruan operasional tersebut. Pada ranah manufaktur, rentetan kelalaian ini membawa implikasi negatif secara langsung terhadap merosotnya mutu barang, tertundanya jadwal penyelesaian, hingga timbulnya defisit finansial. Kelalaian pengawasan (*monitoring*) bahkan berpotensi memicu kegagalan total pada lini produksi, sementara ketidakpatuhan dalam memakai perlengkapan keselamatan (APD) akan melipatgandakan potensi kecelakaan sekaligus menekan angka produktivitas harian. Apabila persoalan ini tidak segera ditangani melalui intervensi penilaian ergonomi, perusahaan berisiko menghadapi penurunan efektivitas kerja, rusaknya citra bisnis di mata publik, yang berujung pada beralihnya loyalitas pelanggan (Patradhiani *et al.,*2025).

Untuk menekan tingkat kelalaian manusia (*human error*), penilaian ergonomi memegang peranan krusial dengan cara menyelaraskan kondisi lingkungan, postur, serta beban tugas terhadap batas kemampuan pekerja. Penyesuaian ini secara langsung berdampak pada menurunnya potensi kelelahan maupun cedera fisik. Lebih lanjut, asesmen ini berfungsi sebagai tolok ukur sejauh mana prinsip ergonomi telah diterapkan di area operasional. Ketika kaidah tata kerja ini dijalankan secara optimal, entitas bisnis tidak hanya mampu menekan angka kecelakaan, tetapi juga sukses mendongkrak produktivitas dan efisiensi kerja. Oleh karena itu, proses identifikasi dan evaluasi terhadap bahaya kerja wajib dilaksanakan secara berkala guna menjamin aspek keselamatan sekaligus

kenyamanan sumber daya manusia. (Patradhiani *et al.,*2025).

Desain sistem kontrol yang kompleks, terutama pada lingkungan manufaktur berbasis otomasi dan digitalisasi, dapat meningkatkan beban kerja mental operator. Kompleksitas antarmuka, banyaknya indikator visual, alarm yang tidak terstruktur, serta informasi yang berlebihan *(information overload)* berpotensi meningkatkan tuntutan kognitif, memperlambat proses pengambilan keputusan, dan memicu kesalahan operator *(human error).* Beban mental yang tinggi juga dapat menurunkan kewaspadaan situasional *(situational awareness),* terutama pada sistem yang memerlukan pemantauan berkelanjutan. Dalam perspektif ergonomi kognitif, beban kerja mental yang tidak terkelola dengan baik berkorelasi dengan peningkatan tingkat kesalahan, keterlambatan respons, dan penurunan performa operator. Penelitian pada sistem industri modern menunjukkan bahwa operator yang bekerja dengan antarmuka kompleks cenderung mengalami kelelahan mental lebih cepat, yang berdampak pada peningkatan risiko kesalahan pengoperasian mesin dan gangguan proses produksi (Mardi, 2026).

Pendekatan *human-centered design (HCD)* menekankan perancangan sistem yang berorientasi pada kebutuhan, kemampuan, dan keterbatasan pengguna. Prinsip ini mencakup penyederhanaan tampilan visual, pengelompokan informasi berdasarkan prioritas, penggunaan kode warna yang konsisten, serta desain alarm yang tidak membingungkan (ISO 9241-210, 2019). Dengan antarmuka yang lebih intuitif dan informatif, operator dapat memproses informasi secara lebih efisien, sehingga menurunkan beban kognitif dan mempercepat pengambilan keputusan. Studi empiris menunjukkan bahwa penerapan prinsip *human-centered interface design* pada sistem kontrol industri dapat mengurangi kesalahan operasional hingga signifikan serta meningkatkan akurasi dan waktu respons operator. Oleh karena itu, penyederhanaan dan optimalisasi desain antarmuka mesin bukan hanya meningkatkan kenyamanan pengguna, tetapi juga menjadi strategi penting dalam meningkatkan keselamatan, keandalan sistem, dan produktivitas industri (Mardi, 2026).

c. Antropometri dan Konsep Persentil

Sebagai bagian dari disiplin ilmu ergonomi, antropometri berfokus pada pengkajian ukuran fisik manusia guna memandu perancangan fasilitas kerja yang ideal. Istilah ini berakar dari bahasa Yunani, yakni *anthropos* (manusia) dan *metreinn* (pengukuran), yang secara harfiah dimaknai sebagai ilmu untuk mengukur dimensi tubuh. Lebih lanjut, antropometri merepresentasikan himpunan data numerik

terkait variasi bentuk, ukuran, serta kekuatan fisik yang krusial dalam menyelesaikan berbagai persoalan perancangan. Pemanfaatan data ini memegang peran sentral dalam menentukan proporsi, bentuk, dan dimensi objek atau sistem kerja agar selaras dengan karakteristik pengguna. Oleh sebab itu, seorang desainer dituntut mampu mengakomodasi jangkauan ukuran fisik dari kelompok populasi mayoritas yang kelak mengoperasikan rancangan tersebut (Pattiasina *et al*., 2021).

Menurut (Pattiasina et al., 2021) berdasarkan cara pengukurannya, antropometri terbagi atas dua macam, yaitu:

1. Antropometri Statis
   Pengambilan dimensi anatomi fisik manusia saat subjek berada dalam postur diam atau tegak lurus seperti mengukur area kepala, badan, maupun anggota gerak secara keilmuan dikenal sebagai antropometri statis. Pengukuran antropometri statis biasanya digunakan untuk mendesain barang – barang yang digunakan manusia seperti meja, kursi, dan pakaian.
2. Antropometri Dinamis
   Sebaliknya, pendekatan antropometri dinamis berfokus pada analisis ukuran tubuh ketika individu tengah melakukan pergerakan atau rutinitas fisik tertentu. Pengambilan data pada metode ini umumnya meninjau jangkauan linier subjek, misalnya mengevaluasi postur tubuh seseorang ketika ia sedang berjalan atau beroperasi.

Variasi dimensi fisik pada manusia dipicu oleh sejumlah aspek krusial berikut ini (Syahdani, 2025):

1. Faktor Usia dan Pertumbuhan: Proses berkembangnya ukuran tubuh berlangsung dari lahir hingga kisaran usia 20 tahun, di mana studi di AS mencatat batas pertumbuhan laki-laki mencapai 21,2 tahun dan wanita 17,3 tahun, sebelum akhirnya mengalami fase penyusutan saat memasuki usia 40 tahun (Syahdani, 2025).
2. Dimensi Gender dan Etnisitas: Secara umum, postur fisik pria lebih besar daripada wanita kecuali pada area pinggul tertentu, sementara perbedaan ras atau suku dipengaruhi oleh pola makan serta gaya hidup (Syahdani, 2025).

3. Posisi dan Postur Pengukuran: Variasi sikap tubuh mengharuskan penggunaan prosedur pengukuran yang terstandar, baik melalui metode dimensi struktural maupun fungsional (Syahdani, 2025).
4. Kondisi Khusus dan Lingkungan: Aspek disabilitas memerlukan data antropometri tersendiri untuk desain alat bantu seperti kursi roda, begitu pula pengaruh iklim terhadap spesifikasi pakaian, serta perubahan proporsi tubuh wanita selama masa kehamilan (Syahdani, 2025)

Persentil adalah suatu nilai yang menunjukkan persentase tertentu dari orang yang memiliki ukuran pada atau dibawah nilai tersebut. Sebagai contoh, persentil ke-95 akan menunjukkan 95% populasi akan berada pada atau dibawah ukuran tersebut, sedangkan persentil ke-5 akan menunjukkan 5% populasi akan berada pada atau dibawah ukuran itu. Dalam antropometri, angka persentil ke-95 akan menggambarkan ukuran manusia yang "terbesar" dan persentil ke-5 sebaliknya akan menunjukkan ukuran "terkecil". Bilamana diharapkan ukuran yang mampu mengakomodasikan 95% dari populasi yang ada, maka diambil rentang 2.5-th dan 97.5-th persentil sebagai batas-batasnya (Santoso *et al.,*2014).

Ada dua hal penting yang harus selalu diingat bila menggunakan persentil. Pertama, suatu persentil antropometri dari tiap individu hanya berlaku untuk suatu data dimensi tubuh saja. Hal dapat merupakan data tinggi badan atau data tinggi duduk. Keuda, tidak dapat dikatakan seseorang memiliki persentil yang sama, ke-95 atau ke-90 atau ke-5, untuk keseluruhan dimensi tubuhnya. Hal ini hanya merupakan gambaran dari suatu makhluk dalam khayalan, karena seseorang dengan persentil ke-50 untuk data tinggi badannya, dapat saja memiliki persentil ke-40 untuk data tinggi lututnya, atau persentil ke-60 untuk data panjang lengannya (Azriadi *et al.,*2022).

d. Prinsip Perancangan Sistem/Fasilitas Kerja Berbasis Antropometri

Dalam berbagai sektor industri, desain fasilitas kerja yang tidak mempertimbangkan prinsip ergonomi seringkali menimbulkan ketidaksesuaian antara pekerja dan lingkungan kerja. Kondisi tersebut dapat memicu kelelahan kerja, postur kerja yang tidak alami, serta meningkatkan risiko terjadinya *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) pada pekerja. MSDs merupakan salah satu masalah kesehatan kerja yang umum terjadi akibat aktivitas kerja yang berulang, postur yang tidak ergonomis, serta desain fasilitas kerja yang tidak sesuai dengan karakteristik tubuh manusia. Salah satu pendekatan yang banyak digunakan untuk

mengurangi risiko tersebut adalah penerapan antropometri dalam perancangan fasilitas kerja. Data antropometri memungkinkan perancang menyesuaikan dimensi fasilitas kerja dengan ukuran tubuh pekerja sehingga tercipta kondisi kerja yang lebih nyaman, aman, dan efisien. Penerapan prinsip antropometri dalam desain fasilitas kerja telah banyak dilakukan pada berbagai jenis fasilitas seperti kursi kerja, meja kerja, troli material handling, conveyor, serta alat bantu produksi pada industri kecil maupun manufaktur (Takasumiang & Kamal).

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penerapan prinsip ergonomi dan antropometri mampu meningkatkan kualitas lingkungan kerja. Misalnya, perancangan troli ergonomis pada aktivitas material handling mampu memperbaiki postur kerja pekerja. Selain itu, desain ulang kursi dan meja kerja berbasis data antropometri dapat mengurangi risiko kesalahan postur serta meningkatkan kenyamanan kerja. Penelitian lain juga menunjukkan bahwa penerapan desain ergonomis pada fasilitas produksi seperti conveyor atau alat bantu kerja mampu menurunkan skor penilaian risiko ergonomi menggunakan metode seperti *Rapid Entire Body Assessment* (REBA) dan *Rapid Upper Limb Assessment* (RULA), serta meningkatkan efisiensi proses kerja (Takasumiang & Kamal).

Data antropometri yang menyajikan data ukuran dari berbagai macam anggota tubuh manusia dalam persentil tertentu akan sangat besar manfaatnya pada saat suatu rancangan produk ataupun alat bantu kerja akan dibuat. Agar rancangan suatu produk nantinya bisa sesuai dengan ukuran tubuh manusia yang akan mengoperasikannya, maka prinsip-prinsip apa yang harus diambil didalam aplikasi data antropometri tersebut harus ditetapkan terlebih dahulu seperti berikut ini (Montororing, 2021):

a. Prinsip perancangan produk dengan ukuran yang ekstrim
b. Prinsip perancangan produk diantara rentang ukuran tertentu.
c. Prinsip perancangan produk dengan ukuran rata-rata.

Secara keseluruhan, karakteristik fisik dan dimensi anatomi manusia sangatlah beragam serta dipengaruhi oleh beberapa aspek seperti umur, gender, kelompok etnik, hingga sikap tubuh (Syahdani, 2025). Guna mendalami pemanfaatan data antropometri dalam perancangan produk maupun fasilitas kerja, berikut adalah rincian bagian tubuh yang menjadi objek pengukuran (Syahdani, 2025):

1. Tinggi badan tegak (Tbt): Jarak vertikal dari lantai sampai titik tertinggi kepala ketika subjek berdiri secara tegak.
2. Tinggi mata berdiri (Tmb): Jarak vertikal dari lantai menuju posisi mata saat individu berada dalam postur berdiri tegak.
3. Tinggi bahu berdiri (Tbb): Jarak vertikal dari lantai hingga titik bahu ketika subjek berdiri tegak.
4. Tinggi siku berdiri (Tsb): Jarak vertikal dari lantai sampai ke bagian siku saat individu berdiri dalam posisi tegak.
5. Tinggi kepalan tangan (Tkt): Jarak vertikal dari lantai menuju posisi buku kepalan tangan ketika lengan dibiarkan menjulur bebas dalam postur berdiri tegak.
6. Tinggi duduk tegak (Tdt): Jarak vertikal dari bidang alas duduk hingga titik puncak kepala saat subjek mengambil posisi duduk.
7. Tinggi mata duduk (Tmd): Jarak vertikal dari bidang alas tempat duduk menuju posisi mata dalam postur duduk.
8. Tinggi bahu duduk (Tbd): Jarak vertikal dari bidang alas duduk sampai ke titik bahu ketika individu duduk.
9. Tinggi siku duduk (Tsd): Jarak vertikal dari bidang alas duduk menuju posisi siku, dengan kondisi lengan bawah ditekuk membentuk sudut tegak lurus.
10. Tebal paha (Tp): Ukuran ketebalan atau dimensi vertikal dari penampang paha.
11. Pantat ke lutut (Pkl): Dimensi panjang horizontal paha yang dihitung mulai dari bagian belakang pantat sampai ke ujung lutut.
12. Pantat popliteal (Pp): Dimensi horizontal paha yang diukur dari bagian belakang pantat hingga area lipatan belakang lutut atau betis.
13. Tinggi lutut duduk (Tld): Jarak vertikal bagian atas lutut yang diukur ketika subjek berada dalam posisi duduk ataupun berdiri.
14. Tinggi popliteal (Tpo): Jarak vertikal dari lantai sampai ke bagian cekungan dalam lutut sewaktu subjek menduduki alas kursi.
15. Lebar bahu (Lb): Jarak horizontal melintang pada kedua sisi bahu, baik diukur saat subjek berdiri maupun duduk.
16. Lebar pinggul (Lp): Jarak horizontal terluar yang mencakup area pinggul atau pantat.

17. Lebar sandaran duduk (Lsd): Ukuran lebar punggung yang ditentukan berdasarkan jarak horizontal antara kedua tulang belikat.
18. Tinggi pinggang (Tpg): Jarak vertikal dari lantai menuju garis lekuk pinggang.
19. Panjang lengan bawah (Plb): Ukuran linier yang diambil dari siku hingga ujung jari tangan dengan postur lengan tertekuk tegak lurus.
20. Lebar kepala (Lkp): Dimensi ukuran horizontal dari sisi ke sisi kepala.
21. Panjang tangan (Pt): Ukuran linier yang dihitung mulai dari pergelangan hingga ujung jari tangan.
22. Lebar telapak tangan: Dimensi ukuran horizontal dari sisi ke sisi pada telapak tangan.
23. Lebar tangan (Lt): Rentang ukuran horizontal dalam posisi kedua lengan terbentang lurus ke arah samping kiri dan kanan.
24. Tinggi jangkauan tangan tegak (Tjtt): Jarak vertikal dari lantai hingga telapak tangan yang direntangkan lurus ke atas saat subjek berdiri tegak.
25. Tinggi jangkauan tangan duduk (Tjtd): Jarak vertikal dari lantai sampai ke telapak tangan yang diangkat lurus ke atas dalam posisi duduk tegak.
26. Jangkauan tangan ke depan (Jtd): Jarak horizontal yang diukur dari titik bahu hingga ujung jari tangan ketika lengan dijulurkan lurus ke depan.