

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Plastik adalah bahan sintesis yang terbuat dari polimer, yaitu rantai panjang molekul yang terdiri dari atom karbon dan hidrogen. Bahan ini berasal dari minyak bumi, gas alam, atau bahan kimia lainnya, dan dapat dibentuk menjadi berbagai macam produk dengan sifat yang berbeda-beda, seperti tahan air, kuat, ringan, dan tahan lama. Karena fleksibilitas dan harganya yang murah, plastik digunakan dalam banyak industri, termasuk kemasan, konstruksi, elektronik, otomotif, dan peralatan rumah tangga. Pada tahun 2022, produksi plastik global diperkirakan terus meningkat meskipun ada tekanan terkait isu lingkungan. Pada 2021, produksi global mencapai sekitar 390 juta ton, meningkat dari sekitar 367 juta ton pada 2020. Tren ini menunjukkan peningkatan yang konsisten dari dekade sebelumnya. Produksi plastik masih didominasi oleh kawasan Asia, terutama China, yang memproduksi sekitar 32% dari total global (data statistika Indonesia, 2024). Plastik digunakan di seluruh segmen industri seperti packaging, konstruksi bangunan, otomotif, elektronika, aerospace, dan kendali pencegahan korosi. Pengemasan adalah sektor yang paling besar dalam konsumsi plastik, mengambil sekitar 40% dari total produksi global. Plastik dalam pengemasan sangat disukai karena sifatnya yang fleksibel, tahan lama, ringan, dan efektif dalam melindungi produk dari kerusakan selama transportasi dan penyimpanan. Penggunaan ini mencakup kemasan makanan, minuman, barang-barang konsumen, serta produk industri. (Rina Ningtyas, 2018)

Salah satu hasil dari industri kelapa sawit adalah RBDPO (*Refined Bleach and Deodorizer Palm Oil*) yang merupakan salah satu bahan setengah jadi untuk pembentukan minyak goreng kemasan yang sehari-hari nya kita gunakan untuk konsumsi rumah tangga hampir seluruh masyarakat Indonesia PT Permata Hijau Group merupakan salah satu perusahaan yang salah satu lini usahanya adalah industri pembuatan jerry can dengan berbagai jenis ukuran, yang

Dimana jerrycan hasil produksi tersebut akan diisi oleh minyak goreng dan kemudian didistribusikan kemasyarakat.

Pada proses pembuatan jerrycan PT Permata Hijau Group menggunakan metode *blow molding*, Dimana *Blow molding* adalah suatu proses pembuatan barang berbahan plastik (*thermoplastic*) yang menggunakan tekanan udara untuk membentuk produk dari bahan dasar dalam bentuk parisan atau tabung. Proses ini sering digunakan untuk memproduksi wadah-wadah seperti botol, jerrycan, dan berbagai komponen lainnya yang memerlukan bentuk berongga.. Mesin *blow molding* yang dimiliki PT. Permata Hijau Group menghasilkan 3 jenis produk utama dengan 21 mesin *blow molding*. Beberapa jenis produk utama dari mesin *blow molding* sebagai berikut: jerrycan 25 liter, jerrycan 20 liter, jerrycan 5 liter. Dalam melakukan proses produksi perusahaan selalu melakukan produksi secara terus menerus untuk memenuhi kebutuhan dari konsumen, perusahaan juga membuat produk berdasarkan permintaan dari konsumen. Dalam proses produksi, produk yang dihasilkan sering kali terdapat kecacatan pada produk yang dihasilkan dan tidak sesuai dengan standar yang diterapkan oleh perusahaan, sehingga menyebabkan kualitas produk yang dihasilkan menurun. Cacatan tersebut cukup sering terjadi, bahkan tidak adanya pengecekan produk mengakibatkan produk cacat yang dihasilkan dapat masuk ke gudang bahkan produk cacat sampai di jual ke konsumen, sehingga konsumen pun menolak produk tersebut dan meminta produk baru tanpa ada produk yang cacat.

Banyaknya produk *defect* pada produk jerrycan 5 Liter menimbulkan kerugian bagi perusahaan seperti biaya energi yang dihabiskan apabila banyak produk *defect* untuk diproses kembali atau pada saat penggilingan, pendapatan perusahaan berkurang karena produk *defect* jerrycan 5 Liter yang menyebabkan tingkat kepercayaan klien berkurang, kerugian dalam material atau bahan-bahan yang digunakan serta kualitas yang menjadi turun atau berbeda apabila memproduksi jerrycan 5 Liter dengan bahan campuran dari hasil penggilingan. Sehingga perlu dilakukan perbaikan dan pengendalian kualitas yang dapat membantu mengurangi jumlah produk yang terjadi. Selain itu juga

PT. Permata Hijau Group hanya melakukan setting mesin untuk mengatasi adanya *defect* produk.

Berdasarkan permasalahan di atas maka dapat ditarik tujuan daripada penelitian ini adalah untuk mengetahui penyebab terjadinya *defect* pada proses produksi dan apa saja faktor-faktor apa penyebab *defect* pada produk jerrycan 5 liter. Dengan dilaksanakannya penelitian ini adalah sebagai pertimbangan bagi perusahaan dalam meningkatkan kualitas produk dan mengurangi *defect* (cacat) pada produk jerrycan 5 liter. Hasil yang diharapkan pada penelitian ini yaitu peningkatan performansi dari rekomendasi perbaikan untuk mengatasi permasalahan yang terjadi di PT Permata Hijau Group.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang pada uraian diatas, maka yang menjadi rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apakah jenis *reject* terbesar yang terjadi pada produk jerrycan 5 liter di PT Permata Hijau Group ?
2. Apa saja faktor-faktor yang mempengaruhi produk *reject* terbesar pada produk jerrycan 5 liter di PT Permata Hijau Group ?
3. Bagaimana usulan perbaikan yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kualitas pada produk jerrycan di PT Permata Hijau Group ?

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka ditetapkan tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi jenis *reject* terbesar yang terjadi pada produk jerrycan 5 liter di PT Permata Hijau Group
2. Mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi *reject* terbesar pada produk jerrycan 5 liter di PT Permata Hijau Group
3. Membuat usulan perbaikan yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kualitas pada produk jerrycan 5 liter di PT Permata Hijau Group

1.4. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini ditetapkan pembatasan masalah yaitu sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya dilakukan pada produk jerrycan 5 Liter yang dihasilkan oleh mesin *Blow Moulding* di PT Permata Hijau Group
2. Data-data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data yang dimiliki oleh PT Permata Hijau Group selama bulan April tahun 2024.

1.5. Asumsi

1. Pada saat melakukan penelitian semua mesin beroperasi dengan baik
2. Pengujian jerrycan sesuai dengan Standar Operasional Prodesur (SOP) di PT Permata Hijau Group

1.6. Sistematika penulisan

Agar dalam penyusunan laporan penelitian ini dapat tersaji secara sistematis maka dilakukan sistematika penulisan laporan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Membahas latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian dan batasan masalah.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Membahas hal-hal berupa teori yang berhubungan dengan judul skripsi serta metode penelitian yang digunakan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bagian ini menerangkan tentang tempat dan waktu penelitiann, sumber data, teknik pengumpulan data dan metode analisa data yang digunakan.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab Pengumpulan dan Pengolahan Data menjelaskan mengenai metode pengumpulan dan pengolahan data yang dilakukan dalam penelitian yang disesuaikan dengan tujuan yang telah dibuat.

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

Merupakan hasil penelitian dan pembahasan singkat mengenai hasil penelitian yang digunakan untuk memecahkan masalah dan menarik kesimpulan.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Dari pembahasan dan analisa data yang telah diperoleh, penulis dapat memberikan kesimpulan dan saran yang berkaitan dengan judul tugas karya akhir ini

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Blow Molding

Blow molding adalah suatu proses pembuatan barang berbahan plastik (*thermoplastic*) yang menggunakan tekanan udara untuk membentuk produk dari bahan dasar dalam bentuk parisan atau tabung. Proses ini sering digunakan untuk memproduksi wadah-wadah seperti botol, jerrycan, dan berbagai komponen lainnya yang memerlukan bentuk berongga.

Thermoplastic adalah jenis bahan plastik yang memiliki kemampuan untuk melunak dan mengalir ketika dipanaskan, dan mengeras kembali saat didinginkan. Jenis-jenis *thermoplastic* yang umum digunakan pada masyarakat antara lain adalah:

1. HDPE (*High Density Polyethylene*)
2. LDPE (*Low Density Polyethylene*)
3. PVC (*Polivinil Clorida*)
4. PET (*Polyethylene Terephthalate*)

Bahan-bahan diatas adalah contoh dari beberapa bahan *thermoplastic* yang umum digunakan di industri manufaktur plastik. Metode pengolahan yang umum dilakukan untuk proses manufaktur adalah proses ekstrusi dan *blow molding*.

Blow molding cetak tiup merupakan metode pengolahan *thermoplastic* dimana material akan diinjeksikan dalam bentuk lembaran dan kemudian *mold* atau cetakan akan menutup lalu akan dihembuskan udara dengan tekanan tertentu sehingga lembaran plastik itu akan mengisi ke segala sisi cetakan yang telah ada.

Ekstrusi adalah proses pembuatan *thermoplastic* dimana pada prosesnya akan dilakukan peleburan pada suhu 180-200°C, kemudian *screw* akan berputar yang akan mengakibatkan lelehan plastik itu akan dibawa dari ujung *hopper*

menuju *screw* dan kemudian akan diterima cetakan yang sudah tersedia sesuai dengan bentuk yang sudah tersedia.

2.2. *Blow Molding* di PT Permata Hijau Palm Oleo (PT Permata Hijau Group)

PT Permata Hijau Palm olein merupakan salah satu eksportir produk minyak goreng dalam kemasan, *blow molding* merupakan salah satu divisi produksi yang ada di PT Permata Hijau Group dan memiliki beberapa ukuran jerrycan yakni 25 liter, 20 liter, dan 5 liter Untuk menunjang proses *blow molding* dibagi menjadi dua yaitu bagian utama dan bagian pembantu.

Bagian utama dari mesin *blow molding* adalah sebagai berikut :

1. Motor *Extruder*

Salah satu komponen utama untuk proses peleburan material plastik.

2. *Hopper Material*

Tempat penampungan material sebelum diproses *blow molding*, berfungsi juga sebagai penyaring dari material asing karena terdapat magnet.

3. *Gearbox Screw*

Komponen untuk menghancurkan material plastik setelah dipanaskan oleh *heater*, *screw* tersebut akan membawa lelehan plastik tersebut menuju *parison*.

4. *Parrison Extruder*

Bagian yang akan mengalirkan lelehan material menuju mold untuk siklus *blowing*

5. *Mold*

Berfungsi sebagai cetakan model jerrycan dengan berbagai ukuran.

6. *Blowpin*

Perangkat yang akan mengembuskan angin dengan tekanan tertentu untuk mengisi lembaran plastik ke *modal*.

Sedangkan untuk komponen tambahan adalah beberapa komponen yang membantu kerja mesin dalam menghasilkan produk antara lain:

1. Pompa Hidrolik

Untuk mensirkulasikan oli untuk sistem hidrolik mesin *blow molding*

2. *Oil Cooler*

Pendingin oli yang di sirkulasikan ke sistem hidrolik menjaga suhu tidak di atas 50°C.

3. *Solenoid Valve*

Berfungsi sebagai pengatur aliran oli pada sistem hidrolik mesin

4. *Support Mold*

Berfungsi menahan jerrycan hasil *blowing* selama proses *post cooling* pasca produksi

5. Monitor

Sebagai panduan operator dalam menjalankan mesin.

2.3. Kualitas

Kualitas adalah ukuran atau tingkat baik buruknya suatu produk, jasa, atau proses. Ini mencakup berbagai aspek seperti kinerja, keandalan, daya tahan, dan kepuasan pelanggan. Kualitas sering kali diukur berdasarkan seberapa baik sesuatu memenuhi standar atau harapan yang telah ditetapkan. Dalam konteks bisnis, kualitas sangat penting karena dapat mempengaruhi kepuasan pelanggan, reputasi perusahaan, dan keuntungan. Misalnya, produk dengan kualitas tinggi cenderung lebih disukai oleh pelanggan dan dapat meningkatkan loyalitas pelanggan. (Nilda, 2022).

Kualitas menjadi faktor yang sangat menentukan keberhasilan suatu produk menembus pasarnya, disamping faktor lain seperti harga dan pelayanan. Pengendalian kualitas tidak hanya dilakukan di bagian produksi tetapi juga dilakukan di semua kegiatan operasi perusahaan. Sejak penentuan pemasok bahan baku (supplier, vendor), pengendalian selama proses produksi, sampai pada proses pengiriman barang, dan pada pasca penjualan.

Garvin (2022) mengungkapkan dalam suatu diskusi bahwa terdapat 8 jenis dimensi kualitas sebagai berikut:

1. *Performance*, merupakan potensi kesesuaian produk dengan fungsi maupun karakteristik utama produk dan bagaimana performansi produk tersebut.
2. *Reliability*, menyatakan seberapa sering suatu produk gagal menjalankan fungsi atau kemungkinan suatu produk dapat berfungsi dengan baik dalam suatu periode waktu tertentu. Untuk produk tertentu diperlukan perawatan maupun perbaikan selama umur produk.
3. *Durability*, menunjukkan tingkat ketahanan produk dalam waktu yang lama.
4. *Servicability*, menunjukkan kemudahan suatu produk dapat diperbaiki ketika mengalami kerusakan.
5. *Aesthetics*, merupakan tampilan visual suatu produk.
6. *Features*, merupakan karakteristik pelengkap maupun item tambahan pada fungsi utama suatu produk yang membedakan dengan produk lain
7. *Perceived Quality*, merupakan penilaian konsumen terhadap kualitas produk yang dihasilkan.
8. *Conformance to Standard*, merupakan kesesuaian produk dengan persyaratan, ukuran, spesifikasi, atau tingkatan karakteristik produk sesuai dengan standard yang ditetapkan.

2.4. Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas adalah suatu sistem dan kegiatan yang dilakukan untuk menjamin suatu tingkat atau standar kualitas mutu tertentu sesuai dengan spesifikasi yang direncanakan mulai dari kualitas bahan, kualitas proses produksi, kualitas pengolahan barang setengah jadi dan barang jadi sampai standar pengiriman ke konsumen agar produk yang dihasilkan menjadi efektif dan efisien.(Muchlisin,2021)

Perbaikan kualitas adalah proses sistematis untuk meningkatkan efisiensi, efektivitas, dan kepuasan pelanggan dalam suatu organisasi atau bisnis. Tujuannya adalah untuk mengidentifikasi dan menghilangkan penyebab cacat atau masalah dalam proses produksi atau layanan, sehingga menghasilkan produk atau layanan yang lebih baik.(Zaroni,2017). Banyaknya variabilitas dalam proses menyebabkan terjadinya waste. Pengendalian kualitas dilakukan melalui

penurunan variasi karakteristik kualitas dari produk barang atau jasa yang dihasilkan agar memenuhi kebutuhan yang dispesifikasikan dan meningkatkan kepuasan pelanggan. Mengendalikan proses dapat dilakukan lebih cepat apabila terindikasi gangguan proses sebelum banyak unit yang tidak sesuai dengan spesifikasi.

Untuk meningkatkan kualitas sistem dapat menggunakan *Statistical Quality Control* (SQC) (Zaroni,2017). SQC mengimplementasikan metode statistik dalam mengevaluasi dan menentukan terjadinya penyimpangan pada sistem. SQC berkaitan dengan *statistical process control* (SPC). SPC dapat digunakan dalam menganalisa suatu proses, menentukan kualitas hasil dalam suatu sistem sehingga dapat dilakukan evaluasi untuk melakukan perbaikan, salah satunya dengan mengurangi variasi dalam produk atau proses.

Terdapat tujuh alat bantu *Statistical Process Control* (SPC) yang digunakan dalam memonitor proses sebagai berikut (Supriyadi, 2022):

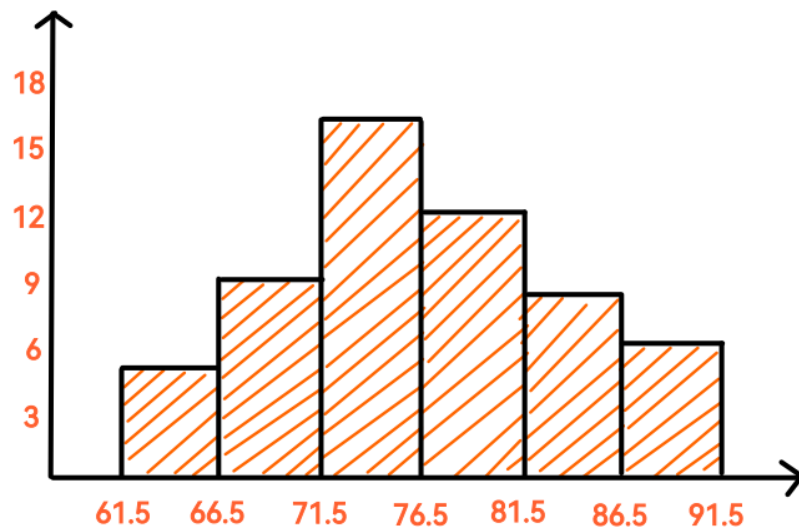
1. *Histogram*

Diagram balok yang menunjukkan nilai dan frekuensi setiap nilai. Dan juga menunjukkan distribusi data, rata-rata, dan variabilitas. *Histogram* dapat digunakan dalam melakukan estimasi kapabilitas proses. Manfaat menggunakan histogram yaitu memberikan tampilan yang mudah mengenai suatu performansi proses, sehingga dapat diketahui bagaimana performansi proses dari pola yang ditunjukkan oleh *histogram*.

Manfaat *Histogram* adalah untuk mengetahui distribusi/penyebaran suatu data, dengan mengetahui sebaran data ini maka akan lebih mudah memperoleh informasi, menganalisis, menyimpulkan serta mengambil tindakan dari data tersebut.

Histogram dapat bermanfaat untuk :

- a. Ingin menetapkan apakah proses berjalan dengan stabil atau tidak
- b. Ingin menetapkan informasi tentang *performance* sekarang atau variasi proses
- c. Ingin menguji dan mengevaluasi perbaikan proses untuk peningkatan
- d. Ingin mengembangkan pengukuran dan monitor peningkatan proses.



Gambar 2.1 *Histogram*

2. *Pareto Chart*

Diagram Pareto adalah alat yang digunakan untuk mengidentifikasi dan memvisualisasikan masalah yang paling signifikan dalam suatu proses. Diagram ini terdiri dari grafik batang yang menunjukkan frekuensi atau biaya dari masalah atau penyebab dalam suatu proses, diurutkan dari yang paling signifikan hingga yang paling tidak signifikan (Supriyadi, 2022)

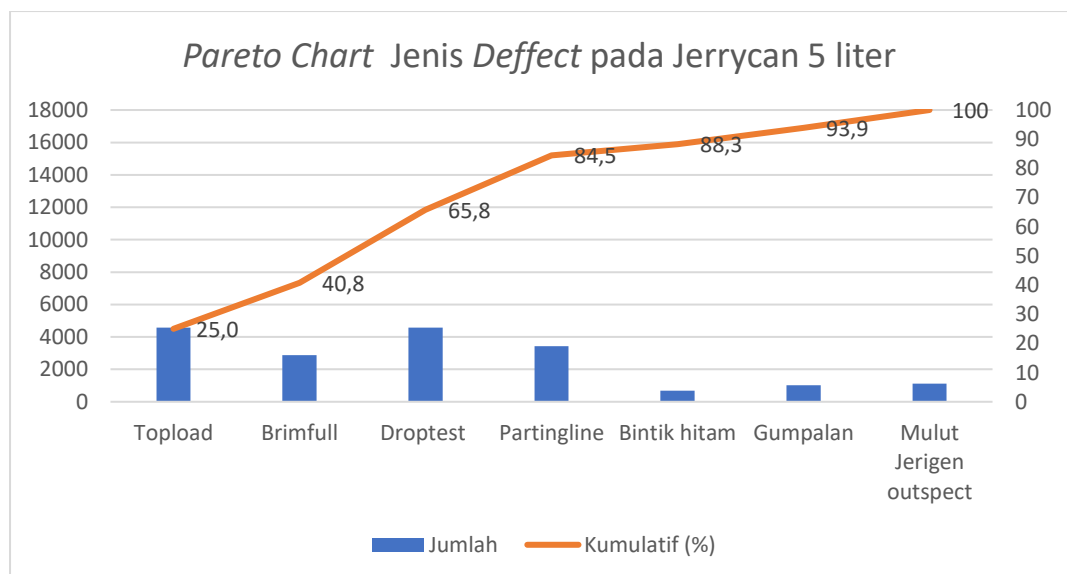
Kegunaan diagram Pareto:

- a. Membantu suatu tim untuk terpusat pada penyebab yang akan menghasilkan dampak terbesar jika diselesaikan
- b. Menampilkan kepentingan relative dari problem dalam format visual yang sederhana dan dapat diinterpretasi dengan cepat
- c. Membantu mencegah mengalihkan permasalahan dimana solusi menghilangkan beberapa penyebab yang memperburuk yang lain
- d. Kemajuan diukur dalam format yang sangat terlihat yang menyediakan insentif untuk mendorong lebih banyak peningkatan
- e. Analisis Pareto dapat digunakan dalam penerapan peningkatan kualitas manufaktur atau nonmanufaktur

Diagram Pareto dibuat untuk menemukan penyebab atau masalah yang merupakan kunci dalam penyelesaian masalah dan perbandingan terhadap keseluruhan.

Langkah – langkah menyusun diagram Pareto , yaitu :

- Menentukan metode atau arti dari pengklasifikasi dan misalnya berdasarkan masalah, penyebab jenis ketidakseimbangan dan sebagainya
- Menentukan satuan yang digunakan untuk membuat urutan karakteristik – karakteristik tersebut misalkannya rupiah, frekuensi, unit dan sebagainya
- Mengumpulkan data secara interval waktu yang telah ditentukan
- Merangkum data dan membuat rangking kategori data tersebut dari yang terbesar hingga terkecil
- Menghitung frekuensi kumulatif atau presentase kumulatif yang digunakan



Gambar 2.2 Pareto Chart

3. Lembar Pemeriksaan (*Check sheet / Logsheets*)

Check sheet/ Logsheets merupakan alat pengumpulan dan penganalisis data yang disajikan dalam bentuk tabel yang berisi data jumlah barang yang diproduksi dan jenis ketidaksesuaian beserta dengan jumlah yang dihasilkan. Tujuan utama

Check sheet/ Logsheets ini adalah untuk mempermudah proses pengumpulan data dan analisis, serta untuk mengetahui area permasalahan berdasarkan frekuensi dari jenis atau penyebab dan mengambil keputusan untuk melakukan perbaikan atau tidak pelaksanaannya dilakukan dengan cara mencatat frekuensi munculnya karakteristik suatu produk yang berkenaan dengan kualitasnya. Data tersebut digunakan sebagai dasar untuk mengadakan analisis masalah kualitas.

Adapun manfaat dipergunakan *Check sheet/ Logsheets* yaitu sebagai alat untuk :

- a. Dapat mempermudah pengumpulan data terutama untuk mengetahui bagaimana suatu masalah terjadi
- b. Dapat mengumpulkan data tentang jenis masalah yang terjadi
- c. Menyusun data secara otomatis sehingga dapat mempermudah pengumpulan data
- d. Dapat memisahkan mana yang opini dan juga yang fakta

Type of Defect	Count	Score
Dirty		12
Broken stitching		42
Inconsistent margin		15
Wrinkle		30
Long thread		10
Padding shape		8
Off center		18
Stitch per inch		24
Others		22
Total Defects:		181

Gambar 2.3 *Checksheets*

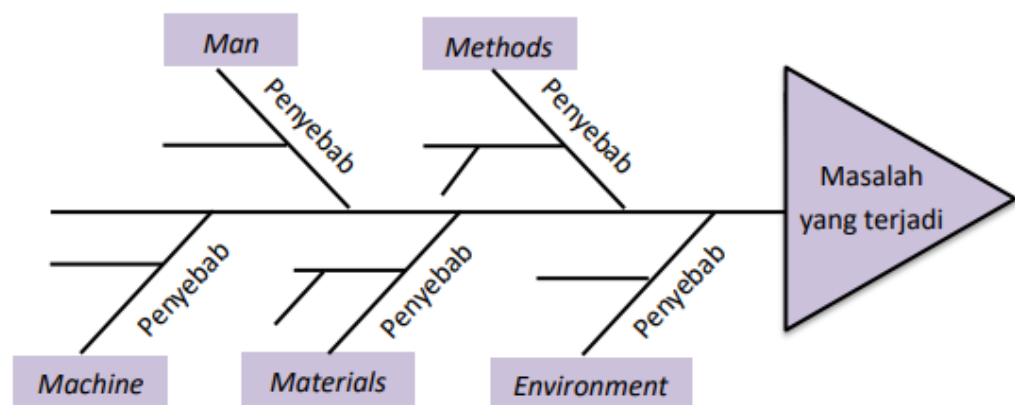
4. Diagram Sebab-Akibat

Diagram ini disebut juga dengan diagram tulang ikan (*fishbone chart*) dan berguna untuk memperlihatkan faktor-faktor utama yang berpengaruh pada kualitas dan mempunyai faktor - faktor utama yang berpengaruh pada kualitas dan mempunyai faktor - faktor utama yang kita pelajari, selain itu kita juga dapat melihat faktor - faktor yang lebih terperinci yang berpengaruh dan mempunyai akibat pada faktor utama tersebut yang dapat kita lihat pada panah - panah yang berbentuk tulang ikan. Diagram sebab – akibat ini pertama kali dikembangkan pada

tahun 1950 oleh seorang pakar kualitas dari jepang yaitu Dr. Kaoru Ishikawa yang menggunakan uraian grafis dari unsur – unsur proses untuk menganalisa sumber – sumber potensial dari penyimpangan proses.

Faktor – faktor penyebab utama ini dapat dikelompokkan dalam :

- a. Material
- b. *Machine*
- c. *Man*
- d. *Method*
- e. *Enviroment*



Gambar 2.4 Diagram *Fishbone*

5. *Defect Concentration Diagram*

Defect Concentration Diagram merupakan gambar yang menunjukkan yang penting dalam mencari kemungkinan penyebab cacat. Apabila pada *Defect Concentration Diagram* menggambarkan data cacat yang cukup banyak dan sering muncul, sehingga perlu dilakukan analisis penyebab cacat tersebut. *Defect Concentration Diagram* biasanya digunakan menjadi *tools* untuk analisis pemecahan masalah pada industri pelapisan, pengecatan, pengecoran, permesinan dan perakitan elektronik.

6. Control Chart

Peta kendali (*Control chart*) bagian kendali adalah gambaran grafis data sejalan dengan waktu yang menunjukkan batas atas dan bawah proses yang ingin kita kendalikan. Bagan kendali dibangun sedemikian rupa sehingga data baru dapat dibandingkan dengan data masa lalu secara cepat sampel output proses diambil rata-rata sampel ini dipetakan pada sebuah diagram yang memiliki kata.

Peta kendali digunakan untuk membantu mendeteksi adanya penyimpangan dengan cara menetapkan batas – batas kendali (Irwan dan Haryanto,2015).

- a. *Upper Control Limit/* batas kendali atas : merupakan penyimpangan paling tinggi yang diijinkan dihitung dari nilai baku.
- b. *Central Line/* garis pusat : merupakan garis sentral yang melukiskan nilai baku yang menjadi pangkal perhitungan dari tiap sampel
- c. *Lower Control Limit/* batas kendali bawah : merupakan penyimpangan paling rendah yang diijinkan dihitung dari nilai baku.

Rumus yang digunakan untuk menghitung besarnya CL, UCL dan LCL adalah sebagai berikut menurut Irwan dan Haryanto :

- a. Proporsi cacat dihitung dengan rumus

$$\hat{p} = \frac{\text{Jumlah Produksi cacat}}{\text{Jumlah produksi}}$$

- b. Nilai CL dihitung dengan rumus :

$$CL = \hat{p} = \frac{\text{Jumlah Produksi cacat}}{\text{Jumlah produksi}}$$

Keterangan : p : Rata – rata ketidak sesesuaian produk

- c. Nilai UCL dihitung dengan rumus :

$$UCL = \hat{p} + 3 \sqrt{\frac{\hat{p}(1 - \hat{p})}{n}} \quad UCL = \hat{p} + 3sp$$

Keterangan :

p : Rata – rata ketidaksesuaian produk

n : Jumlah produksi , 3 : Standar deviasi

d. Nilai LCL dihitung dengan rumus :

$$LCL = \hat{p} - 3 \sqrt{\frac{\hat{p}(1 - \hat{p})}{n}} \quad LCL = \hat{p} - 3sp$$

Keterangan :

p : Rata – rata ketidaksesuaian produk

n : Jumlah produksi

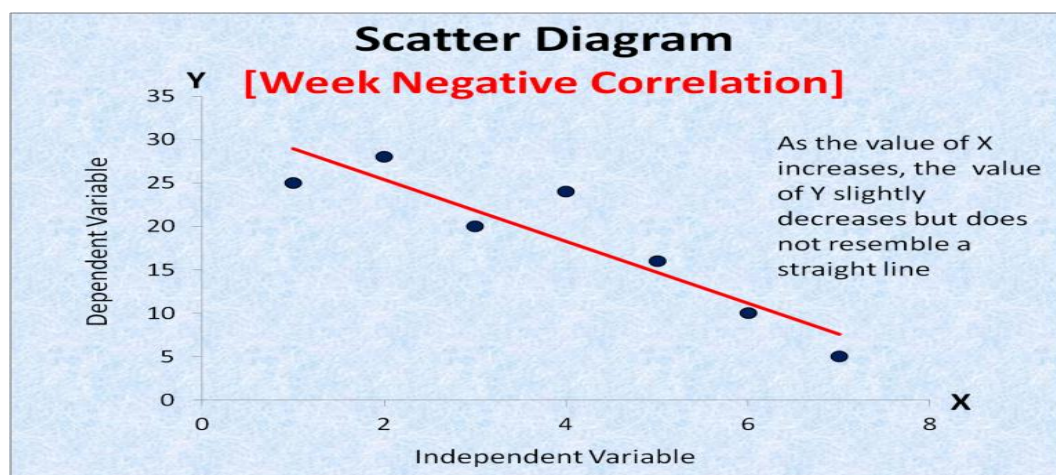
3 : Standar deviasi

Catatan : Jika $LCL < 0$ maka LCL dianggap = 0

7. Diagram *Scatter*

Diagram *scatter*, atau sering disebut juga diagram pencar, adalah alat visual yang digunakan untuk menunjukkan hubungan atau korelasi antara dua variabel. Diagram ini menggunakan sumbu horizontal (sumbu X) dan sumbu vertikal (sumbu Y) untuk menampilkan titik-titik data yang mewakili nilai dari kedua variabel tersebut. (singgih,2019)

Manfaat diagram *scatter* sering digunakan sebagai analisis tindak lanjut untuk menentukan apakah penyebab yang ada benar – benar memberikan dampak kepada karakteristik kualitas



Gambar 2.5 Diagram *Scatter*

2.5. *Six Sigma*

Six Sigma adalah metodologi manajemen yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas dan efisiensi proses bisnis dengan mengurangi variabilitas dan cacat dalam proses tersebut. Metodologi ini menggunakan pendekatan berbasis data untuk mengambil keputusan dan berfokus pada kepuasan pelanggan serta perbaikan berkelanjutan.(Muchlisin,2021)

Banyak definisi dan persepsi yang berkaitan dengan *six sigma* yaitu:

- a. filosofi manajemen
- b. marketing *hype*
- c. cara untuk mengubah perusahaan
- d. cara untuk menciptakan proses dengan tidak lebih dari 3,4 cacat perjutaan kesempatan
- e. menyelesaikan masalah dengan data
- f. sesuatu yang harus dilakukan perusahaan sebelum lean
- g. membuat perbaikan dengan data

Di Indonesia, implementasi *Six Sigma* telah diterapkan di berbagai industri, termasuk manufaktur, telekomunikasi, dan layanan kesehatan. Misalnya, dalam industri manufaktur, *Six Sigma* digunakan untuk mengurangi cacat produk dan meningkatkan efisiensi produksi. Di sektor telekomunikasi, *Six Sigma* membantu meningkatkan kualitas layanan dan kepuasan pelanggan.(Muchlisin,2021)

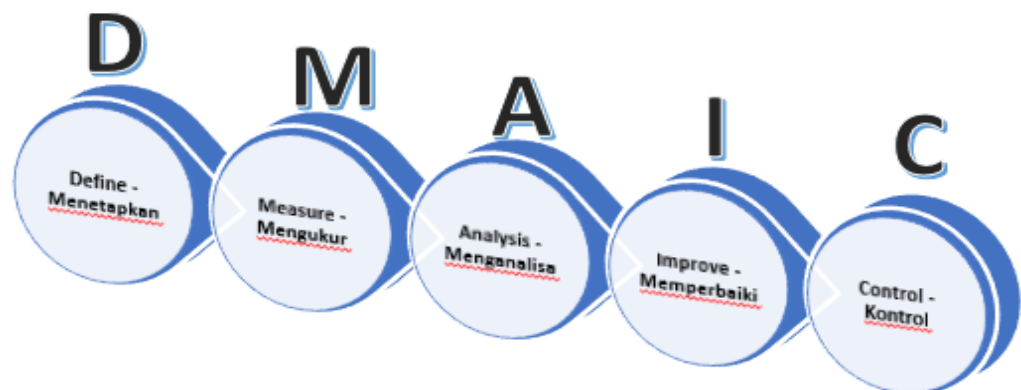
Six sigma mendorong pengurangan jumlah cacat untuk mencapai profit perusahaan dan kepuasan pelanggan hingga meningkatkan kinerja perusahaan. Penggunaan *six sigma* dapat diterapkan di berbagai bidang dari strategis hingga operasional baik produk maupun jasa.

Namun, penerapan *six sigma* memiliki beberapa kekurangan diantaranya yaitu membutuhkan biaya tinggi untuk melakukan pelatihan *six sigma*, perencanaan dan implementasinya membutuhkan waktu yang cukup lama, membutuhkan ketekunan dan keterampilan dalam menerapkan *six sigma* untuk mendapatkan perubahan yang signifikan apabila dilakukan secara berkala, serta membutuhkan orang-orang yang terampil dan terlatih. Selain itu juga

apabila fokus pada pelanggan dilakukan berlebihan dapat menjadikan langkah-langkah pengendalian kualitas internal tidak dilakukan. Contohnya, tindakan murah yang memiliki risiko tingkat kerusakan yang sedikit lebih tinggi dapat ditolak demi tindakan yang lebih mahal yang membantu mencapai *Six Sigma*, tetapi berdampak negatif terhadap profitabilitas. *Six Sigma* menjadi mahal untuk diterapkan pada perusahaan kecil karena membutuhkan karyawan yang terampil dalam menerapkan *six sigma* dari lembaga yang bersertifikasi agar perusahaan juga dapat menerima sertifikasi *Six Sigma*. Apabila perusahaan ingin menerapkan *Six Sigma* tanpa sertifikasi formal, banyak pelatihan yang diperlukan untuk memahami sistem dan bagaimana menerapkannya pada proses bisnis tertentu.

2.5.1. Fase *Six Sigma*

Six sigma memiliki lima tahapan metodologi yang disebut dengan metode DMAIC (*define, measure, analyze, improve dan control*). DMAIC digunakan pada produk atau proses eksisting yang akan diperbaiki.



Gambar 2.6 *Six Sigma*

Gambar 2.6 diatas menjelaskan mengenai tahapan dalam *six sigma* yang disebut dengan DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve dan Control*). Tahapan dalam DMAIC dilakukan secara berurutan yang membentuk siklus dalam peningkatan kualitas (Hidayat,2023). Tahapan-tahapan dalam DMAIC sebagai berikut:

1. *Define*

Define berarti mendefinisikan suatu permasalahan dan tujuan dari kegiatan perbaikan. Kegiatan yang dilakukan meliputi validasi bisnis, dokumentasi dan analisis terhadap proyek, menentukan kebutuhan pelanggan, penilaian keuntungan dan pemilihan proyek. *Tools* yang digunakan dalam tahap ini yaitu SIPOC (*supplier, input, process, output, customer*). Tujuan SIPOC yaitu untuk mengidentifikasi kebutuhan *stakeholder*, seperti *stakeholder* dan sumber daya dalam proses, *top level process, process deliverable*, serta input dan output *requirement*.

2. *Measure*

Measure berarti mengukur kondisi *eksisting* dari suatu proses atau sistem. *Measure* dibuat menjadi indikator yang valid dan *reliable* dalam mengawasi pencapaian dari tujuan yang telah ditetapkan. Kegiatan yang dilakukan meliputi pengumpulan data, analisis variasi dan menghitung *level sigma* untuk mengetahui bagian kritis dari proses yang akan diperbaiki.

3. *Analyze*

Analisis dilakukan untuk menentukan faktor penyebab terjadinya masalah dan pengaruh dari faktor tersebut. Analisis dalam memilih alternatif terbaik dilakukan berdasarkan pengolahan data sebelumnya. Kegiatan yang dilakukan meliputi analisis input-process-output, analisis aktivitas, dan analisis penyebab masalah. Analisis biasanya menggunakan *statistical tools*.

4. *Improve*

Improvement merupakan pemikiran untuk menemukan metode yang lebih baik atau memperbaiki sistem. *Improvement* memiliki dampak pada proses dan belum tentu berdampak baik, sehingga perlu dilakukan simulasi untuk mendapatkan gambaran hasil dari implementasi. Kegiatan yang dilakukan meliputi pengumpulan ide perbaikan, pengukuran dan pemilihan perbaikan dan implementasi perbaikan.

5. Control

Kegiatan *control* bertujuan untuk mencegah terjadinya *error* pada proses. Kegiatan yang dilakukan meliputi mengawasi implementasi perbaikan, melakukan evaluasi terhadap implementasi perbaikan dan menetapkan *standard operating procedure* (SOP). *Tools* yang digunakan seperti *poka yoke*, *kanban*, *statistical proces control*, dan sebagainya.

2.5.2. Defect Per Million Oppurtunities (DPMO)

Secara umum, *defect* dapat diartikan sebagai kecacatan atau kerusakan pada suatu produk yang membuatnya tidak memenuhi standar kualitas yang diharapkan (Anam,2022). Berikut merupakan formula untuk menghitung *Defect per Unit* (DPU) sebagai berikut:

$$\text{Defect per Unit (DPU)} = \frac{\text{jumlah produk defect}}{\text{total unit produk}}$$

DPU diaplikasikan pada pengukuran data sampel untuk *defect* yang terjadi. Sedangkan DPMO dapat digunakan untuk mengetahui *defect* dalam skala yang lebih besar. DPMO memiliki arti bahwa banyaknya *defect* yang terjadi dalam satu juta produk yang diinspeksi. Formula perhitungan DPMO sebagai berikut.

$$\text{Nilai DPMO} = \frac{\text{jumlah defect} \times 1.000.000}{\text{jumlah unit} \times \text{CTQ}}$$

Tabel 2.1 Tingkatan nilai sigma

Nilai Sigma	DPMO	Prosentase yang Memenuhi Spesifikasi
6	3,4 <i>defect</i>	100 %
5	233 <i>defect</i>	99,98%
4	6.210 <i>defect</i>	99,38 %
3	66.807 <i>defect</i>	93,32 %
2	308.537 <i>defect</i>	69,20 %
1	691.462 <i>defect</i>	31 %

Pada Tabel 2.1 diatas menjelaskan mengenai tingkatan nilai sigma dan hubungannya terhadap DPMO. Semakin tinggi level sigma maka level proses semakin baik, dan level sigma yang rendah menunjukkan bahwa proses tersebut tidak berjalan baik dan terjadi banyak *defect*.

2.5.3. *Critical To Quality (CTQ)*

Critical to Quality (CTQ) adalah konsep dalam manajemen kualitas yang mengidentifikasi karakteristik atau atribut penting dari suatu produk atau layanan yang sangat mempengaruhi kualitas dan nilai yang dirasakan oleh pelanggan. CTQ berfokus pada pemahaman dan mendefinisikan kebutuhan serta harapan pelanggan, baik yang eksplisit maupun implisit(Gerardus,2021).. CTQ pada barang dan jasa memiliki perbedaan, namun tidak memiliki perbedaan yang signifikan. Berikut merupakan beberapa hal penting mengenai CTQ (Gerardus,2021):

1. *Time*

Di dalam suatu pelayanan dimana customer terlibat langsung dalam proses tersebut, maka waktu merupakan pertimbangan yang penting. Berikut ini merupakan waktu yang digunakan dalam CTQ yaitu:

- a. *service time*, merupakan waktu yang dibutuhkan untuk melayani customer,
- b. *waiting time*, merupakan waktu dimana customer menunggu dalam sistem hingga sistem selesai,
- c. *cycle time*, merupakan total waktu termasuk dalam waktu layanan dan waktu tunggu.

2. *Cost*

Biaya menjadi faktor penting dalam pandangan customer . Terkadang customer melakukan pembayaran yang lebih agar pelayanan yang dilakukan memerlukan waktu yang lebih cepat.

3. *Employee behaviour*

Sikap karyawan terhadap pelayanan kepada customer menjadi salah satu faktor yang dipertimbangkan.Dari sikap karyawan menghadapi permasalahan

yang dialami customer, akan menentukan apakah customer akan terus menggunakan jasanya atau tidak.

4. Information

Informasi menjadi kebutuhan yang penting sehingga dibangun *service center*. Informasi yang cepat didapat dalam waktu yang tepat menjadi faktor kepuasan tersendiri bagi customer.

2.6. Root Cause Analysis

Root Cause Analysis (RCA) adalah metode analisis yang digunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab dari suatu masalah atau kejadian yang tidak diinginkan (rosyada,2023). Tujuan adanya RCA yaitu menemukan akar penyebab permasalahan yang terjadi sehingga dapat dilakukan eliminasi atau memperbaiki penyebab tersebut dan mencegah terjadinya masalah tersebut muncul kembali. RCA merupakan teknik mencari permasalahan yang sistematis, identifikasi pendekatan pengukuran dan mudah dimengerti dalam mendalami masalah. Banyak tools yang dapat digunakan dalam RCA yaitu *5 Whys's*, *Pareto Chart*, *Cause and Effect diagrams*, *interviewing process analysis*, *mapping and flowcharts*, *fault tree*, *check sheets* dan sebagainya.

Beberapa *tools* dalam *Root Cause Analysis* (RCA) yaitu pertama *Pareto Chart*, merupakan diagram yang menunjukkan masalah berdasarkan distribusi frekuensi atau banyaknya kejadian (rosyada,2023). Tujuan lainnya yaitu untuk melakukan manajemen dengan tepat dalam mengidentifikasi masalah yang sering terjadi dan segera dilakukan perbaikan. Kedua dengan *Cause And Effect Diagram* atau *Fishbone Diagram* digunakan untuk mengidentifikasi penyebab potensi suatu permasalahan serta menunjukkan hubungan antara faktor-faktor penyebab permasalahan tersebut. Faktor-faktor penyebab masalah diantaranya yaitu *man*, *method*, *material*, *machine*, dan *environment*.

Ketiga dengan menggunakan *5 why's* atau disebut dengan *Gemba Gembutsu*, merupakan teknik dalam menanyakan “kenapa” hingga perulangan kelima untuk menanyakan mengapa kegagalan terjadi guna mencari akar penyebab permasalahan. *5 why's* tidak membutuhkan teknik/form

khusus sehingga seringkali 5 why's banyak digunakan sebagai tools mengerjakan RCA secara sederhana.

2.7. *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) adalah metode sistematis yang digunakan untuk mengidentifikasi dan menganalisis semua kemungkinan kegagalan dalam suatu produk, proses, desain, atau layanan. Metode ini bertujuan untuk memahami cara-cara di mana suatu sistem dapat gagal (*failure modes*) dan dampak dari kegagalan tersebut (*effects analysis*) (Bobby,2020)

FMEA mengacu pada kualitas dan merupakan metode yang digunakan dalam menganalisa dan mengidentifikasi kegagalan dan upaya menghindari kegagalan. FMEA merupakan teknik yang mengidentifikasi hal-hal berikut:

1. Penyebab kegagalan potensial dalam sistem dan siklus hidupnya.
2. Efek kegagalan tersebut.
3. Tingkat kritis dari efek kegagalan terhadap fungsi sistem.

Tujuan utama dari *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) adalah untuk mengidentifikasi dan menganalisis potensi kegagalan dalam suatu sistem, produk, atau proses sebelum kegagalan tersebut terjadi. Dengan demikian, FMEA memungkinkan organisasi untuk mengambil tindakan pencegahan yang tepat guna mengurangi risiko dan meningkatkan kinerja, keamanan, dan kualitas (Bobby,2020). Pengisian FMEA *worksheet* dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Melakukan *review* proses atau produk, yaitu menentukan produk atau proses yang akan dianalisis, menyiapkan alur operasi secara rinci.
2. *Brainstorming* mengenai potensi mode kegagalan, yang dilakukan kepada pihak *expert* dalam proses atau produk suatu sistem.
3. Membuat daftar potensial efek untuk setiap mode kegagalan.
4. Menetapkan tingkat *severity*, *occurrence* dan *detection*.

Penetapan tingkat *severity*, *occurrence* dan *detection* dilakukan dengan proses *brainstroming* kepada pihak *expert* untuk menentukan mana yang harus diprioritaskan.

a. *Severity* (S)

Severity menunjukkan seberapa parah akibat kegagalan yang terjadi.

b. *Occurrence* (O)

Occurrence menunjukkan frekuensi terjadinya penyebab kegagalan yang akan terjadi.

c. *Detection*

Detection menunjukkan penilaian kemampuan dalam mendeteksi kegagalan dalam sistem.

5. Menghitung *Risk Priority Number* (RPN) untuk setiap mode kegagalan.

Formula menghitung RPN sebagai berikut:

$$\text{RPN} = \text{Severity (S)} \times \text{Occurrence (O)} \times \text{Detection (D)}$$

6. Memprioritaskan mode kegagalan mana yang harus ditindaklanjuti.

7. Melakukan atau menentukan tindakan untuk mengeliminasi atau mengurangi mode kegagalan yang paling berisiko tinggi.

Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) merupakan metode *risk assessment* yang digunakan untuk berfokus pada kegagalan dan menggunakan skala-skala tertentu dalam melakukan penilaian risiko. FMEA merupakan metode yang populer dan banyak digunakan karena dapat memprioritaskan masalah dan memberikan solusi untuk memperkecil kemungkinan terjadinya masalah. Adapun FMEA memiliki beberapa kekurangan apabila diterapkan untuk mengidentifikasi produk maupun proses.

2.8. Plastik

Plastik merupakan material yang terdiri dari molekul-molekul organik yang dapat dibentuk menjadi berbagai variasi produk. Molekul yang menyusun plastik merupakan susunan dari rantai karbon panjang. Material yang terbuat dari molekul rantai karbon panjang tersebut dinamakan polimer. Plastik diambil dari kata *plasticus* (Bahasa Latin yang berarti kemampuan untuk membentuk) dan *plastikos* (Bahasa Yunani yang berarti membentuk atau ketepatan untuk membentuk). Plastik

dapat diolah menjadi tekstur sekeras baru, sekuat baja, setransparan kaca, seringan kayu dan elastis seperti karet. Plastik memiliki karakteristik yaitu fleksibel, tahan terhadap bahan kimia, dapat didaur ulang, dan ringan(surono,2017).






Struktur dasar dari plastik disebut dengan polimer yang terdiri dari rantai makromolekul panjang berupa unit monomer seperti belerang, klorin, fluorin, karbon, hidrogen, oksigen, nitrogen, dan sebagainya yang berinteraksi secara kimiawi.



Polimer merupakan molekul yang sangat besar. Ada dua jenis metode polimerisasi yang digunakan untuk mengubah molekul-molekul kecil (monomer) menjadi polimer (rochmadi,2018). Plastik merupakan senyawa polimer yang tersusun atas struktur kaku dari polimerisasi monomer hidrokarbon yang membentuk rantai panjang. Plastik memiliki titik didih dan titik leleh yang beragam (Rahmadani, 2019).

Plastik dikelompokkan menjadi dua jenis berdasarkan sifat ketahanan terhadap panas yaitu *thermoplastic* dan *thermosetting*. *Thermoplastic* merupakan bahan plastik yang mudah dipanaskan, dilunakkan pada suhu tertentu serta dapat dibentuk kembali dengan daur ulang. *Thermoplastic* memiliki sifat yang reversible (mudah kembali ke bentuk aslinya). Sedangkan *thermosetting* memiliki sifat yang tidak dapat kembali ke bentuk aslinya (*irreversible*) setelah dipanaskan (Klein, 2019).

Plastik yang banyak digunakan dalam industri yaitu jenis *thermoplastic*. Adapun jenis plastik yang termasuk dalam *thermoplastic* sebagai berikut.

Tabel 2.2 Jenis – jenis Plastik

No	Nomor Kode	Jenis Plastik	Keterangan
1.		PET, PETE (<i>polyethylene terephthalate</i>)	<ul style="list-style-type: none"> Bersifat jernih dan transparan, kuat, tahan pelarut, kedap gas dan air, melunak pada suhu 80°C. Digunakan untuk botol minuman, minyak goreng, kecap, sambal dan obat. Untuk sekali pakai dan tidak digunakan untuk mewadahi pangan dengan suhu >60°C.
2.		HDPE (<i>high density polyethylene</i>)	<ul style="list-style-type: none"> Bersifat keras hingga semifleksibel, tahan terhadap bahan kimia dan kelembaban, dapat ditembus gas, permukaan berkilin, buram, mudah diwarnai, melunak pada suhu 75°C. Untuk botol susu cair, jus, minuman, wadah es krim, kantong belanja, obat dan tutup plastik.
3.		PVC (<i>polyvinyl chloride</i>)	<ul style="list-style-type: none"> Bersifat lebih tahan terhadap senyawa kimia, sulit didaur ulang. Digunakan untuk botol kecap, botol sambal, baki, plastik pembungkus. Tidak digunakan untuk mewadahi pangan yang mengandung lemak/minyak, alkohol dan dalam kondisi panas.
4.		LDPE (<i>low density polyethylene</i>)	<ul style="list-style-type: none"> Bersifat kuat, fleksibel, kedap air, mudah diproses, tidak jernih tapi tembus cahaya, melunak pada suhu 70°C. Digunakan untuk botol madu, yogurt, kantong kresek, plastik tipis.
5.		PP (<i>polypropylene</i>)	<ul style="list-style-type: none"> Bersifat transparan tapi tidak jernih, keras tetapi fleksibel, kuat, permukaan berkilin, tahap terhadap bahan kimia, panas dan minyak, melunak pada suhu 140°C. Bisa digunakan untuk kemasan pangan, tempat obat, botol susu dan sedotan.

6.		<p>PS (<i>polystyrene</i>)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • PS memiliki dua jenis yaitu kaku dan lunak (<i>foam</i>). • PS yang kaku bersifat jernih seperti kaca, getas, dapat terpengaruh lemak dan pelarut, melunak pada suhu 95°C, contohnya wadah makanan plastik kotak bening. • PS yang lunak berupa foam, berwarna putih, getas, dapat terpengaruh lemak dan pelarut, contohnya <i>styrofoam</i>.
7.		<p>Other</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Bersifat keras, jernih, dan secara termal sangat stabil. • Biasa digunakan untuk galon air, botol susu, dan peralatan makan bayi. • Untuk mensterilkan botol susu cukup dengan direndam dalam air yang sudah mendidih tanpa direbus. • Jika retak untuk tidak digunakan lagi.

Pada Tabel 2.2 diatas menunjukkan jenis-jenis termoplastik yang masing - masing memiliki kode tersendiri yang kegunaan pemakaiannya. Termoplastik dikelompokkan berdasarkan struktur molekulnya. Molekul yang berikatan erat akan membentuk plastik yang lebih kuat. Sebagai contoh yaitu molekul pada nilon yang memiliki ikatan antar molekul yang erat sehingga nilon lebih kuat dibandingkan jenis plastik lain. Pengelompokkan termoplastik ada dua yaitu amorf dan kristalin. Setiap jenis plastik akan memiliki transisi bentuk fisik saat dipanaskan. Amorf merupakan resin yang bertransisi dari kondisi kenyal menjadi lelehan. Contoh dari kristalin yaitu *polypropylene* (PP) dan *polyethylene* (PE).

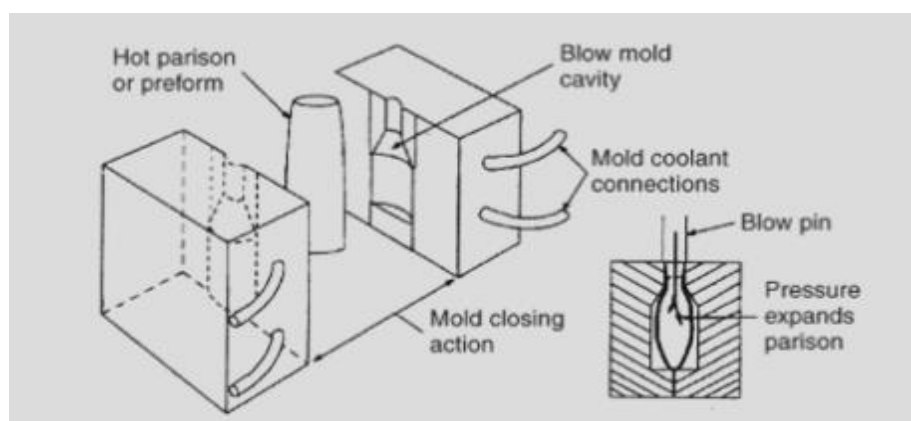
2.9. Blow Molding

Blow molding adalah salah satu teknik pencetakan pada bahan termoplastik untuk membuat produk plastik yang berongga, seperti botol minum, tangki bensin, dan penutup listrik. Proses ini melibatkan pemanasan biji plastik hingga meleleh, kemudian plastik tersebut ditiup ke dalam cetakan untuk membentuk produk yang

diinginkan (Ikhsan,2018). Proses *blow molding* saat ini menggunakan preform yang memiliki leher dan ulir.

Ikhsan (2018) menjelaskan secara sederhana mengenai prinsip dari *blow molding* seperti balon. Udara akan ditiup kedalam tabung plastik dengan salah satu ujungnya tertutup kecuali lubang sebagai masuknya udara. Hal ini akan memperluas tabung dan membentuk cetakan di sekitar tabung. Semakin jauh tabung diregangkan maka semakin tipis bagian tabung tersebut.

Proses *blow molding* dimulai dengan tabung panas dari resin plastik yang disebut dengan parison atau *preform*. *Preform* dihasilkan dari *injection blow molding*. Parison diletakkan diantara dua belahan atau sisi cetakan (*mold*) yang tidak memiliki inti (*core*). Material plastik akan keluar secara perlahan dan turun dari *extruder head*. Kedua sisi cetakan kemudian menjepit bahan plastik dan ditekan untuk menyegel tabung parison tersebut sedangkan dibawahnya dipasang *blow pin*. Udara ditiupkan dari *blow pin* ke material plastik atau *preform* agar mengembang dan membentuk produk sesuai cetakan. Bakalan plastik yang terbentuk didinginkan melalui cetakan yang sudah dilengkapi saluran pendingin. Setelah dingin, bentuk yang dihasilkan akan dikeluarkan dari cetakan dan dirapihkan oleh pisau pemotong pipa plastik dari *extruder head*



Gambar 2.7 Proses dasar *blow molding*

Gambar 2.7 menjelaskan mengenai proses dasar *blow molding* dimana parison akan dibentuk kemudian dihembuskan udara didalamnya membentuk produk yang diinginkan. *Blow molding* plastik memiliki beberapa metode. Dari semua metode tersebut terdapat lima tahapan umum sebagai berikut:

- a. Melelehkan resin (*plasticizing*)
- b. Pembentukan *parison* dan *preform*,
- c. *Inflasi parison* atau *preform* (peniupan/pemompaan dengan udara bertekanan kemudian didinginkan) di dalam cetakan untuk menghasilkan bentuk akhir,
- d. Pengeluaran bentuk/produk dari *mold*,
- e. Pemangkasan dan
- f. *inishing* bentuk