

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas adalah kegiatan memastikan apakah kebijakan dalam hal kualitas (standar) dapat tercermin di hasil akhir, atau dengan kata lain usaha dalam mempertahankan mutu atau kualitas dari barang-barang yang dihasilkan agar sesuai dengan spesifikasi produk yang telah ditetapkan atas kebijakan pimpinan. Pengendalian kualitas memegang peranan yang penting karena menentukan mutu barang atau produk yang dihasilkan oleh perusahaan tersebut. Bila produk barang atau jasa yang dihasilkan tidak memenuhi standar yang berlaku, tentunya tidak akan disukai konsumen. (Assauri, 1993).

2.1.1 Definisi Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas adalah kegiatan yang dapat membuat suatu produk menjadi lebih baik. Maka, setelah mengetahui pengertian dari kata pengendalian kualitas. Di bawah ini didefinisikan secara menyeluruh menurut beberapa ahli manajemen mutu, diantaranya (Yamit, 2005):

1. Deming

Kualitas adalah apapun yang menjadi kebutuhan dan keinginan konsumen. Kualitas sebagai nihil cacat, kesempurnaan dan kesesuaian terhadap persyaratan.

2. Ishikawa

Keseluruhan cara yang digunakan untuk menetapkan dan mencapai standar mutu ialah dengan pengendalian kualitas atau dapat pula dikatakan bahwa pengawasan mutu adalah suatu sistem yang terdiri

atas pengujian dari pengendalian kualitas. Analisis dan tindakan yang harus diambil berguna untuk mengendalikan mutu suatu produk sehingga tercapai standar yang diinginkan.

3. Kaoru Ishikawa

Pengendalian kualitas suatu pelaksanaan aktifitas untuk mengembangkan, mendisain, memproduksi, dan memberikan jasa produk bermutu yang paling ekonomis, paling berguna, dan selalu memuaskan bagi konsumen.

2.1.2 Klasifikasi Kualitas

Segala sesuatu yang berhubungan dengan proses produksi telah direncanakan dengan rapih dan dengan baik, tetapi kemungkinan hasil produksi tidak sesuai dengan standar dapat saja terjadi. Sedangkan untuk mencapai standar kualitas, 9 dimensi kualitas ini ada kalanya bersifat independent, maka dari itu sebuah produk akan dinilai sangat bagus disatu dimensi, dapat dinilai rata-rata atau buruk pada dimensi yang lain, sangat sedikit produk yang dinilai sempurna pada 9 dimensi. Adapun klasifikasi kualitasnya terdiri dari (Susanti d. , 2017):

1. *Performance* (penampilan) karakter produk yang paling berpengaruh dengan hal yang mendasar, misalnya gambar dan bentuk produk.
2. *Features* (keistimewaan) karakter kedua dari produk keistimewaan yang mengandung nilai tambah dari produk, dengan contoh mampu sebagai wadah barang.
3. *Conformance* (kesesuaian) terpenuhnya spesifikasinya atau standar industri yang ditetapkan , kecakupan kerja.

4. *Reliability* (keandalan) konsistensi adalah suatu bagian dari kualitas produk dengan tidak mengurangi kualitas produk dari waktu ke waktu.
5. *Durability* (ketahanan) kekuatan produk dalam standarisasi, termasuk perbaikan.
6. *Service* (pelayanan) sebuah kepedulian perusahaan untuk masalah dan keluhan, kemudahan untuk perbaikan produk.
7. *Response* (umpan balik) hubungan antar manusia dan dengan lingkungan alam , contohnya menciptakan produk yang ramah lingkungan.
8. *Aesthetics* (estetika) karakteristik produk yang berpengaruh dengan panca indera, seperti melihat dan merasakan.
9. *Reputation* (reputasi) penampilan produk yang sangat bernilai bagi masyarakat dan menjadi sebuah penilaian baik bagi nama perusahaan contohnya, pernah mendapat penghargaan label mutu.

Karakteristik kualitas yang terdiri dari beberapa sifat atau dimensi sebagai berikut:

- a. Fisik : panjang, berat, diameter, tegangan, dan lain-lain
- b. *sensory* (berkaitan dengan panca indera) : rasa, penampilan, warna, bentuk, model, dan lain-lain
- c. Orientasi waktu : keandalan (*reliability*), kemampuan pelayanan (*serviceability*), kemudahan pemeliharaan (*maintainability*), ketepatan waktu penyerahan produk, dan lain-lain.
- d. Orientasi biaya : berkaitan dengan dimensi biaya yang menggambarkan harga atau ongkos dari suatu produk yang harus dibayarkan oleh konsumen.

2.1.3 Metode QC seven tools

Pengendalian adalah suatu pengawasan yang dilakukan oleh setiap komponen dalam perusahaan untuk meningkatkan dan untuk mempertahankan produksinya agar produk yang dihasilkan tersebut sesuai dengan standar kualitas dalam mengendalikan proses statistic metode *seven tools*, tersiri dari (Montgomery, 1990):

1. Check Sheet

Check sheet (lembar pemeriksaan) adalah lembar yang dirancang sederhana berisi daftar hal-hal yang diperlukan untuk tujuan mencatat data sehingga pengumpulan data dapat dilakukan dengan mudah, sistematis, dan teratur pada saat data itu muncul di lokasi kejadian. Data dalam check sheet baik berbentuk data kuantitatif maupun kualitatif dapat dianalisis secara cepat.

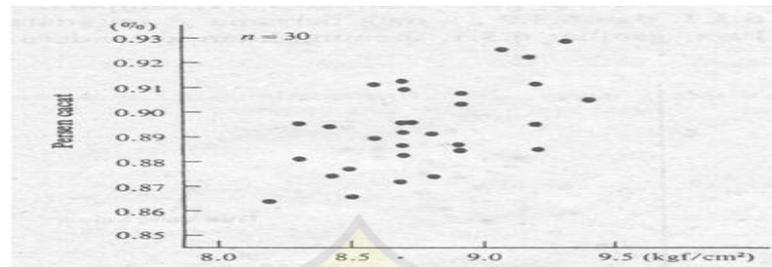
| Type of Defect | Count | Score |
|-----------------------|-------|------------|
| Dirty | | 12 |
| Broken stitching | | 42 |
| Inconsistent margin | | 15 |
| Wrinkle | | 30 |
| Long thread | | 10 |
| Padding shape | | 8 |
| Off center | | 18 |
| Stitch per inch | | 24 |
| Others | | 22 |
| Total Defects: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

Gambar 2.1 Contoh Check Shet.

2. Diagram Pencar

Diagram pencar (*Scatter* diagram) adalah grafik yang menampilkan sepasang data numerik pada sistem koordinat *Cartesian*, dengan satu variabel pada masing-masing sumbu, untuk melihat hubungan dari

kedua variabel tersebut. Jika kedua variabel tersebut berkorelasi, titik-titik koordinat akan jatuh di sepanjang garis atau kurva. Semakin baik korelasi, semakin ketat titik-titik tersebut mendekati garis.



Gambar 2.2 Contoh Diagram Pencar

Sumber: LMS-SPDA

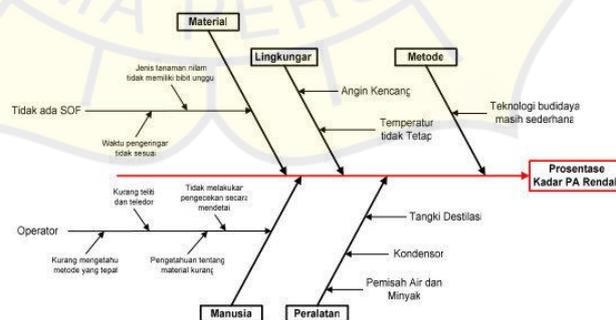
3. Fishbone

Fishbone diagram atau sering disebut dengan *cause and effect* diagram merupakan salah satu *tools* identifikasi masalah untuk menemukan hubungan sebab akibat. Diagram ini pertama kali ditemukan oleh Prof. Kaoru Ishikawa dari universitas Tokyo pada tahun 1953 sehingga Fishbone Diagram disebut juga diagram Ishikawa. Selain mengidentifikasi masalah, diagram Ishikawa juga dapat membantu mencari dan menyelidiki fakta lebih lanjut, dan dapat membantu menemukan ide-ide penyelesaian masalah. *Why-Why Analysis* adalah alat bantu (*tool*) *root cause analysis* untuk *problem solving*. *Tool* ini membantu mengidentifikasi akar masalah atau penyebab dari sebuah ketidaksesuaian pada proses atau produk. *Why-Why Analysis* atau *5 Why's Analysis* biasa digunakan bersama dengan Diagram Tulang Ikan (*Fishbone Diagram*) dan menggunakan teknik iterasi dengan bertanya (*Why*) dan diulang beberapa kali sampai menemukan akar masalahnya,

dan kemudian melakukan perbaikan. Secara umum, faktor yang diidentifikasi pada diagram Ishikawa yaitu:

1. Man
2. Machine
3. Method
4. Material
5. Measurement

Dapat diketahui bahwa pada diagram Ishikawa, Faktor Man berkaitan dengan operator atau pekerja. Misalkan mengapa pekerja banyak yang sering sakit, atau mengapa pekerja banyak melakukan kesalahan ketika mengoperasikan mesin. Faktor *Machine* berhubungan dengan mesin yang digunakan. Misalnya mengapa mesin tidak dapat hidup, atau mengapa mesin sering mengalami breakdown. Faktor selanjutnya yaitu Method. Faktor ini berkaitan dengan metode atau cara kerja. Misalnya tidak adanya SOP pengoperasian mesin. Faktor Material yaitu bahan produksi yang digunakan seperti apa. Faktor *Measurement* berkaitan dengan pengukuran pada suatu proses atau cara kerja

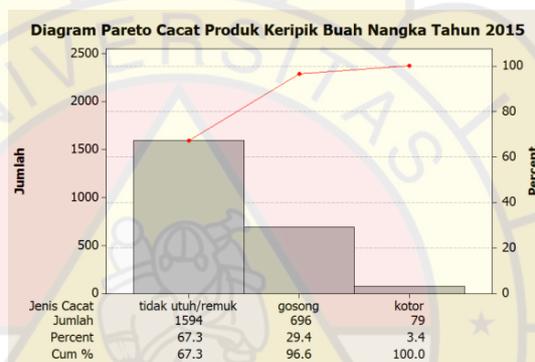


Gambar2.3 Contoh Diagram Fishbone

Sumber : Farmasi Industri

4. Diagram Pareto

Diagram Pareto merupakan grafik yang menunjukkan masalah berdasarkan jumlah kejadian. Dimulai dari jumlah permasalahan terbanyak terjadi sampai ke permasalahan yang lebih jarang terjadi. Diagram ini dapat mengetahui dan mengidentifikasi permasalahan mana yang harus diselesaikan terlebih dahulu. Prinsip dari diagram ini yaitu 80% permasalahan berdasarkan dari 20% penyebabnya. Biasanya, permasalahan yang sering terjadi dapat menjadi prioritas untuk diselesaikan.



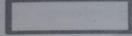
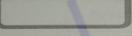
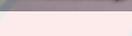
Gambar 2.4 Contoh Diagram Pareto

Sumber : Resarchgate

5. Peta Aliran

Flow Charts (peta aliran) adalah alat bantu untuk memvisualisasikan proses suatu penyelesaian tugas secara tahap-demi-tahap untuk tujuan analisis, diskusi, komunikasi, serta dapat membantu kita untuk menemukan wilayah-wilayah perbaikan dalam proses. Pentingnya *Flow Chart* juga menjadi perhatian Dr. Kaoru Ishikawa, tokoh kualitas Jepang, dengan menjadikan alat ini sebagai salah satu dari tujuh alat kualitas dasar (*7 basic quality tools*) yang harus dikuasai oleh para

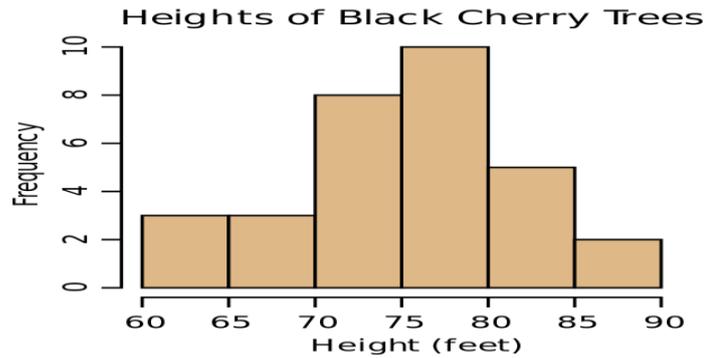
anggota gugus kendali kualitas (*Quality Control Circle*). Jadi, *Flow Chart* adalah diagram yang menyatakan aliran proses dengan menggunakan anotasi bidang-bidang geometri, seperti lingkaran, persegi empat, wajik, oval, dan sebagainya untuk merepresentasikan langkah-langkah beserta urutannya dengan menghubungkan masing masing langkah menggunakan tanda panah.

| Simbol | Fungsi |
|--|---|
|  | Menunjukkan sedang bekerja atau proses |
|  | Input/Output |
|  | Simbol terminal untuk menyatakan dimulai atau berakhirnya proses (Start/End) |
|  | Decision untuk menyatakan pemilihan Ya/ Tidak |
|  | Display untuk menyatakan peralatan output yang digunakan misalnya layar dan printer |
|  | Simbol penghubung yang menghubungkan pada halaman yang sama |
|  | Alur proses |

Gambar 2.5 Simbol *Flow Chart*

6. Histogram

Histogram adalah grafik yang menggambarkan distribusi frekuensi, sehingga kita dapat mengetahui permasalahan apa yang paling sering terjadi. Sumbu X mewakili rentang suatu kelas sedangkan sumbu Y mewakili nilai frekuensi. Data dalam histogram dibagi-bagi ke dalam kelas-kelas, sumbu X mengatakan bahwa distribusi tersebut normal ialah dengan histogram yang menggambarkan seperti lonceng. Tapi jika histogram serong ke kiri atau ke kanan maka data berkumpul dekat batas toleransi suatu pengukuran sehingga ada kemungkinan data tidak normal (ada masalah ketika pengukuran, atau bahkan ada masalah dalam proses).



Gambar 2.6 Contoh Histogram

Sumber : Wikipedia

7. Peta Kendali (*Control Chart*)

Control Chart atau peta kendali adalah peta yang berfungsi untuk digunakan dalam proses perubahan data dari setiap interval. Maka data tersebut bertujuan untuk mengurangi variasi dalam proses produksi.

Peta kendali memiliki 3 garis kendali, diketahui sebagai berikut :

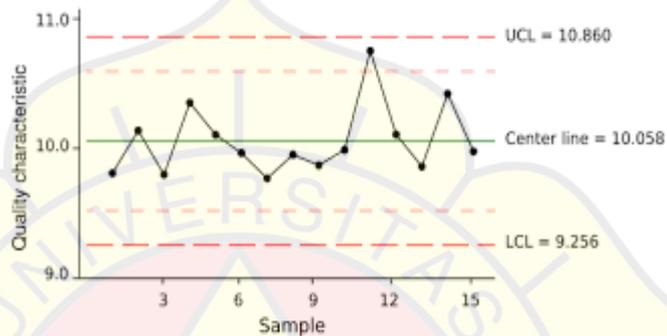
- A. Garis pusat *Center Line (CL)*, garis yang menunjukkan nilai tengah (mean) atau nilai rata-rata dari karakteristik kualitas yang di-plot-kan pada peta kendali, dengan rumus $\bar{p} \equiv \frac{\sum xi}{\sum ni}$.
- B. *Upper Control Limit (UCL)*, garis di atas garis pusat yang menunjukkan batas kendali atas, dengan rumus :

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

- C. *Lower Control Limit (LCL)*, garis di bawah garis pusat yang menunjukkan batas kendali bawah, dengan rumus :

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

Garis-garis tersebut ditentukan dari data historis, terk adang besarnya UCL dan LCL ditentukan oleh *Confidence Interval* dari kurva normal. Dengan *Control Chart*, kita dapat mengetahui bagaimana variasi proses operasi tersebut, apakah proses tersebut konsisten dalam batas kendali, atau tidak dapat di prediksi dalam batas kendali.



Gambar 2.7 Contoh *Control Chart*
Sumber : Wikipedia

2.2 QCC (*Quality Control Circle*)

Quality Control Circle (QCC) adalah sekumpulan kelompok kecil yang secara berangsur melakukan pertemuan dan bertatap muka untuk mendiskusikan tentang melakukan pengendalian dan perbaikan kualitas produk, jasa, proses kerja, dengan menggunakan konsep tool dan teknik pengendalian kualitas. Kelompok ini terdiri dari 3-10 anggota tersebut berasal dari kelompok yang terdapat pada 1 departemen. Selama pertemuannya setiap anggota bebas menyampaikan pendapat tentang permasalahan dan mengusulkan ide perbaikan. (Fukui, R., et al, 2003).

2.2.1 Sejarah QCC

Quality Control Circle atau disebut sebagai Gugus Kendali Mutu (GKM), pertama kali diperkenalkan oleh seorang ahli pengendalian mutu (kualitas) yaitu prof. Kaoru Ishikawa pada tahun 1962 bersama dengan *Japanese Union Of Scientists and Engineers (JUSE)*. Perusahaan pertama yang menjalankan konsep Gugus Kendali Mutu (GKM) adalah *Nippon Wireless* dan *Telegraph Company* pada tahun 1962. Konsep ini didasarkan pada konsep yang diterapkan oleh perusahaan Jepang yaitu *kaizen*. (AdminStandarku.com, 2019).

2.2.2 Tujuan QCC

Tujuan QCC adalah suatu maksud terarah dari penerapan metode QCC yang ditentukan untuk keberhasilan suatu organisasi atau perusahaan. Adapun QCC memiliki 8 tujuan utama (Riya, 2014):

- a. Meningkatkan kemampuan memecahkan masalah.
- b. Meningkatkan keterlibatan karyawan dalam pemecahan masalah.
- c. Menggalang kerja sama kelompok.
- d. Menanamkan kesadaran terhadap pencegahan masalah.
- e. Meningkatkan motivasi karyawan.
- f. Meningkatkan komunikasi dalam kelompok.
- g. Meningkatkan hubungan atasan dan bawahan.
- h. Meningkatkan mutu.

2.2.3 Tahapan QCC

QCC melakukan perbaikan terus menerus sejak proses input hingga menghasilkan output menggunakan konsep *Plan-Do-Check-Action (PDCA)* atau yang dikenal dengan Siklus Deming (Fauzan & Yoszi, 2019).

A. Siklus Deming

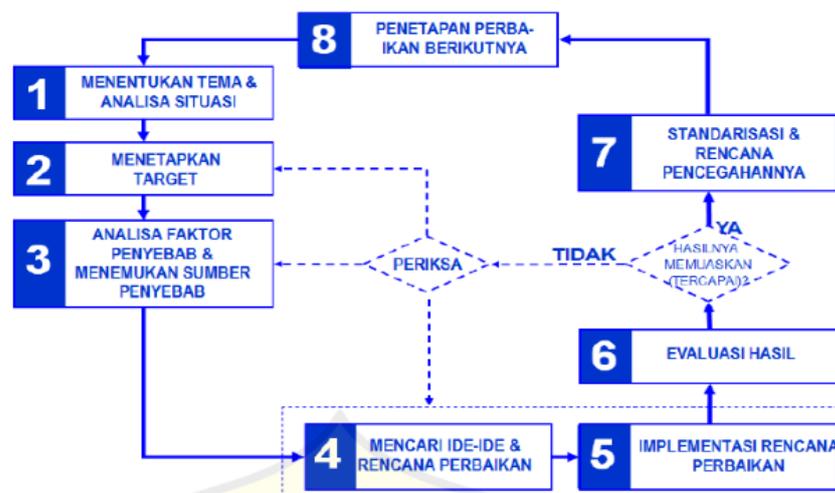
Siklus Deming adalah model perbaikan yang secara *universal* sudah dikembangkan oleh Dr. Edward Deming seorang pionir TQM. Siklus ini terbagi atas 4 komponen utama dan dibagi menjadi beberapa langkah yaitu (Tjiptono & Diana, 2003) :

1. (*Plan*) Dengan mengembangkan rencana perbaikan.
2. (*Do*) Dengan melaksanakan rencana yang dibuat.
3. (*Check*) Memeriksa hasil yang dicapai
4. (*Action*) Melakukan penyesuaian bila diperlukan.

Model ini diawali dengan menentukan tujuan dari pengendalian kualitas, kemudian membuat rencana perbaikan terhadap masalah yang diidentifikasi, dan selanjutnya melaksanakan apa yang telah direncanakan. Hasilnya dapat dianalisis dan diketahui penyebabnya, jika hasilnya tidak sesuai dengan harapan maka perlu mengadakan kembali pemodelan awal sehingga perbaikan yang diharapkan dapat tercapai. (Knowles, 2011).

B. Delapan Langkah Perbaikan

Delapan langkah perbaikan adalah metode pemecahan masalah dan meningkatkan keberhasilan berdasarkan siklus. Siklus *Plan Do Check Action (PDCA)* yang berkelanjutan dengan 8 diagram langkah pemecahan masalah dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 2.8 Langkah Pemecahan Masalah Dengan Metode QCC

C. Tujuh Alat Pemecahan Masalah

Tujuh alat sederhana yang diaplikasikan pada setiap tahapan pengendalian kualitas, maka agar memudahkan pengumpulan dan pengolahan data. Dan sudah dijelaskan didalam sub bab metode QCC seblumnya tentang 7 alat tersebut :

1. Check sheet
2. Diagram pareto
3. Diagram sebab akibat (fishbone)
4. Histogram
5. Diagram scatter
6. Peta aliran
7. Peta Kendali

2.3 Green Manufactur

Green Manufactur adalah suatu proses inovatif karena dapat memberikan dampak manfaat yang positif untuk penurunan limbah pabrik dan pewujudan perusahaan yang memiliki etos dalam kecintaan terhadap lingkungan. Peraturan Presiden Nomor 59 Tahun 2017 tentang Pelaksanaan Pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (TPB). “Dalam mewujudkan SDGs, sektor industri berkontribusi pada pencapaian SDGs tentang air, energi, pertumbuhan ekonomi dan kesempatan kerja, industri dan infrastruktur, produksi dan konsumsi keberlanjutan, serta aksi perubahan iklim,” dan RUU perindustrian “mewujudkan industri yang maju, berdaya saing, mandiri serta industri hijau” (Fasa, 2021).

- 1 Batang pohon (kayu) menghasilkan 16 rim kertas
- 1 Batang pohon dapat menghasilkan oksigen yang dibutuhkan untuk 3 orang bernapas
- Untuk memproduksi 1 ton kertas, dibutuhkan 3 ton kayu dan 98 ton bahan baku lainnya
- Setiap jam, dunia kehilangan 1.732,5 hektar hutan karena ditebang untuk menjadi bahan baku kertas
- Industri Kertas diseluruh dunia menggunakan 350 hari seluruh panen kayu komersial setiap tahun
- Industri kertas menghabiskan 670 juta ton kayu untuk menghasilkan 178 juta ton of pulp dan 278 juta ton kertas dan karton
- 1 ton kertas = 400 rim = 200.000 lembar

2.3.1 Tujuan Green Manufactur

Tujuan dari *Green Manufactur* ialah meminimalisir dan menghilangkan dampak negatif bagi lingkungan pekerjaan dan sumber daya alam yang digunakan. Namun beberapa pendapat para ahli tentang tujuan *Green Manufactur* (Hariyai,2018) :

- a. Melnyk and Smith (1996), *Green Manufactur* sebuah sistem yang dapat menyatukan masalah dari desain produk dan proses dengan masalah perencanaan manufaktur sehingga pengendalian untuk mengidentifikasi, mengukur, mengevaluasi dan juga aliran limbah, dapat berkurang dan mencoba untuk memaksimalkan penggunaan sumber daya.
- b. Dam & Petkova (2014), *Green Manufactur* adalah suatu bentuk usaha untuk menyadarkan betapa pentingnya perawatan lingkungan bertujuan untuk menghilangkan dampak negatif yang dapat merusak lingkungan dan mempromosikan dengan tujuan agar bahan bisa di daur ulang.
- c. Menurut Giovanni (2012), *Green Manufactur* Sangat memperhatikan dampak negatif pada lingkungan dan sangat membantu perusahaan untuk mengurangi pemborosan biaya untuk bahan baku dan memaksimalkan efisiensi produk. maka dengan meminimalkan dampak proses produksi produk dengan tujuan mewujudkan produk yang ramah lingkungan.

Selain itu tujuan dari *green manufaktur* ialah adanya tekanan dari pemerintah, peraturan, denda dan juga pajak. selain itu tujuan dari *Green Manufactur* ialah meningkatkan efisiensi, meminimalisir limbah yang dapat menyebabkan kelangkaan sumber daya, memberikan keharmonisan terhadap masyarakat serta mempertahankan citra perusahaan.

2.3.2 Tahapan penerapan *Green Manufactur*

Green Manufactur adalah sebuah tujuan bagi setiap perusahaan agar perusahaan tersebut dapat mengendalikan hal yang dapat menyebabka

kerusakan pada lingkungan, berikut adalah faktor – faktor pendorong agar terwujudnya *Green Manufactur* (Dornfield, 2013) :

- a. Dengan menerapkan proses produksi yang berteknologi bersih, dengan cara penggunaan energy dan sumber daya yang bisa dioptimalkan (Keuntungan Finansial).
- b. Dengan memberikan inovasi dan motivasi tentang himbauan untuk menjaga dan melestarikan lingkungan terhadap produk, sehingga perusahaan mendapatkan nilai positif dalam persaingan dan terhadap kepuasan pelanggan (Citra Perusahaan).
- c. Dengan adanya sosialisasi terhadap lingkungan sekitar dan bekerjasama untuk meminimalisasi untuk dapat melakukan pendauran ulang, karna tanggung jawab perusahaan ialah melindungi lingkungan alam agar tidak terjadinya hal-hal yang menghambat *greenmanufaktur* (Konservasi Terhadap Lingkungan).
- d. Mengikuti aturan dari pemerintah setempat untuk menjaga lingkungan dari limbah dan produk yang tidak dapat di daur ulang, adalah sebuyah tahapan perusahaan untuk bersedia mengikuti aturan yang berhubungan dengan pelestarian lingkungan (Patuh Terhadap Lingkungan).

- e. Perusahaan harus melakukan inovasi hijau dengan melakukan inovasi baru dalam proses produksi sehingga tahapan untuk mencapai *Green Manufactur* dengan mudah (Inovasi Hijau).
- f. Tahap pendorongan ini sangat efektif dengan memenuhi kebutuhan rantai pasok untuk merancang produk dengan dampak apa yang akan terjadi terhadap lingkungan, dengan mengkirakan penggunaan limbah agar dijadikan input proses produksi untuk pasokan produksi di perusahaan lain. Sehingga keharmonisan antar perusahaan saling memanfaatkan pasokan limbah untuk terciptanya *Green Manufactur* (Kebutuhan Rantai Pasok).
- g. tahapan edukasi terhadap konsumen betapa pentingnya untuk memanfaatkan produk yang di keluarkan perusahaan, sehingga tidak mengakibatkan pekaan terhadap masalah lingkungan .
- h. Perlunya mengadopsi teknologi bersih bagi pekerja karena aktivitas tertentu dalam proses produksi mencemari lingkungan dan mengancam keselamatan pekerja (Penilaian Pekerja Terhadap Proses Produksinya).
- i. Adanya dorongan untuk para pegawai agar tetap menjaga serta tidak memberikan barang rijek dalam proses produksi agar memberikan atmosfir yang baik untuk pekerja dan dapat meningkatkan input pekerja(Pemberian Motivasi Internal).

- j. Tahapan dukungan dari pihak luar untuk perusahaan agar menghasilkan produk hijau dengan menerapkan manufaktur yang hijau (Tren Pasar).

2.3.3 Faktor Penghambat *Green Manufactur*

Beberapa pemimpin perusahaan beranggapan bahwa penerapan *green* manufaktur sebagai hambatan agar memperoleh keuntungan produksi yang maksimal, karenanya peluang dan pengembangan *Green Manufactur* sangat kecil.

Hambatan dari penerapan *Green Manufactur* ialah kesadaran perusahaan yang terbatas akan kabar *tren gren*, adanya ketidakpahaman yang kurang memadai tentang *green manufaktur*. Kurangnya sumber informasi serta pembahasan tentang cara menerapkan manufaktur hijau serta tekanan otoritas yang kurang memperhatikan mittal & sangwan (2014). Maka penghambat dibagi menjadi 4 yaitu:

1. Kebijakan, pemerintah yang lemah dalam menekankan penegakan hukum dan perhatian masyarakat yang sedikit.
2. Kurangnya pengetahuan dari pelaku bisnis tentang *Green Manufactur*
3. Internal, manajemen yang tidak memahami serta tidak ada kepedulian terhadap lingkungan, kurangnya sumber informasi dan sebab akibatnya kerusakan lingkungan.
4. Pemanfaatan limbah pabrik yang belum terpikirkan sehingga menjadi sarang untuk menyebabkan kerusakan lingkungan.

2.4 Maintenance

Maintenance adalah Bahasa dari teknik industri yang diartikan sebagai merawat atau memperbaiki. Biasanya maintenance sangat berhubungan kental sekali dengan teknologi yaitu mesin, sehingga *Maintenance* kata kerja yang dilakukan untuk merawat , memperbaiki sebuah sistem peralatan agar kembali normal dan berumur panjang dalam aktivitas .

2.4.1 Definisi Maintenance

Pemeliharaan (*maintenance*) adalah kegiatan yang dapat dilakukan untuk memberi perawatan dan menjaga setiap komponen. dalam barometer perawatan sebagai bentuk upaya penormalan sebuah item atau komponen sehingga dapat di kembalikan kedalam posisi yang sudah sesuai dengan standar dalam beroperasi, Sehingga kualitas hasil produksi berjalan kembali normal. (Ansori, 2013)

2.4.2 Kadar Emisi

Perhitungan faktor emisi pembangkit dilakukan dengan menggunakan persamaan 6. Faktor emisi berbanding lurus dengan emisi CO₂ yang dihasilkan dan berbanding terbalik dengan energi yang dibangkitkan. Faktor Emisi CO₂ = Emisi CO₂ / Energi yang dibangkitkan

Standar kadar emisi co₂/Kwh dapat dilihat pada table berikut ini. pada motor gap shear dari perhitungan sebelumnya didapatkan daya masukan (Pi) untuk motor gap shear sebesar 12,16Kw.

Table 2.1 Faktor Emisi

| Jenis | Bahan Bakar | Faktor Emisi CO₂ (Kg/KWh) |
|--------------|--------------------|---|
| PLTU | Batu Bara | 1,140 |
| | Gas Alam | 0,678 |
| | HSD | 1,053 |
| | MFO | 0,876 |

2.4.3 Jenis – jenis Metode Periode Maintenance

Ruang lingkup manajemen pemeliharaan mencakup setiap tahap dalam siklus hidup sistem teknis (pabrik, mesin, peralatan dan fasilitas) spesifikasi, akuisisi perencanaan, operasi, evaluasi kinerja, perbaikan dan pembangunan dalam konteks yang lebih luas fungsi pemeliharaan juga dikenal sebagai manajemen aset fisik. Pemeliharaan terdiri dari beberapa jenis, terdapat dua jenis pemeliharaan yaitu (Daryus, 2019):

1. *Planned maintenance* (perawatan terencana)

Perawatan terencana adalah kegiatan perawatan yang dilakukan sesuai rencana yang ditetapkan terlebih dahulu oleh teknisi. Artinya adalah bahwa *planned maintenance* dilakukan setelah terdapat rencana kegiatan produksi.

Planned maintenance sebagai berikut:

a. *Preventive maintenance* (perawatan pencegahan)

Preventive maintenance adalah pemeliharaan yang dilakukan dalam periode waktu yang tetap atau dengan kriteria tertentu dalam berbagai

tahap produksi. Tujuannya agar produk yang dihasilkan sesuai dengan rencana, mutu, biaya, maupun ketepatan waktu.

b. *Scheduled Maintenance* (perawatan terjadwal)

Scheduled maintenance adalah perawatan yang bertujuan mencegah terjadinya kerusakan dan perawatannya dilakukan dalam periodic atau rentang waktu tertentu. Rentang waktu perawatan ditentukan berdasarkan pengalaman, data masa lalu, atau rekomendasi dari pabrik mesin yang bersangkutan.

c. *Predictive maintenance* (perawatan prediktif)

Perawatan prediktif adalah perawatan yang dilaksanakannya berdasarkan pada kondisi mesin itu sendiri. perawatan prediktif juga bisa disebut sebagai perawatan yang berdasarkan kondisi mesin. Dalam arti perawatan mesin dapat dilakukan secara rutin, agar dapat diketahui umur mesin, kualitas dan keselamatan juga akan terjamin.

2. *Unplanned maintenance* (perawatan tidak terencana)

Perawatan tidak terencana jenis pemeliharaan yang dilakukan karena indikasi serta petunjuk bahwa ketika tahap proses produksi mendadak memberikan hasil yang tidak layak maka dalam hal ini perlu diadakan perawatan mesin yang tidak berencana. Maka perawatan tidak berencana terdiri dari (Prawirosentono, 2001):

a. *Emergency maintenance* (perawatan darurat)

Perawatan darurat adalah perawatan mesin yang bersifat darurat yang bisa saja kegiatan perawatan mesin tersebut berlangsung secara dadakan agar tidak mengakibatkan kerusakan yang lebih parah.

b. *Breakdown maintenance* (perawatan kerusakan)

Perawatan kerusakan adalah pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan ketika terjadi kegagalan dalam beroperasi dan menuntut perbaikan secara darurat untuk di prioritaskan.

c. *Corrective maintenance* (perawatan penangkal)

Perawatan penangkal adalah suatu pemeliharaan yang dilakukan karena adanya hasil produk setengah jadi maupun produk jadi karena ketidak sesuaian rencana seperti berpengaruh dengan, mutu, ketepatan waktu, biaya dengan contoh: terjadi kerusakan dalam bentuk barang, mutu produk, maka perlu diamati dalam tahap kegiatan pada proses produksi yang akan diperbaiki.

Untuk perhitungan kebijakan perawatan dengan metode preventif policy, dilakukan tahapan-tahapan perhitungan berikut ini (Keith, 2002):

1. Hitung jumlah breakdown kumulatif yang diharapkan dari kerusakan (B_n) untuk semua mesin selama periode preventive maintenance ($T_p = n$ bulan).
2. Tentukan jumlah rata-rata breakdown perbulan sebagai perbandingan B_n/n

3. Perkirakan biaya repair per bulan dengan menggunakan persamaan:

$$TCr_{(n)} = \frac{Bn}{n} Cr$$

4. Perkirakan biaya preventive maintenance per bulan.

$$TCm_{(n)} = \frac{N.Cm}{n}$$

5. Biaya total perawatan.

$$TMC_{(n)} = TCr_{(n)} + TCm_{(n)}$$

Dimana :

TMC(n) : Biaya total perawatan per bulan.

TCr(n) : Biaya repair per bulan.

TCM(n) : Biaya preventive maintenance perbulan.

n : Jumlah periode (bulan)

