

Bab 2

Landasan Teori

2.1. Definisi Perawatan (*Maintenance*)

Menurut I Made Aryantha Anthara (2011) dalam jurnalnya mengatakan perawatan adalah kegiatan pendukung utama yang bertujuan untuk menjamin kelangsungan peranan (fungsional) suatu sistem produksi (peralatan, mesin) sehingga pada saat dibutuhkan dapat dipakai sesuai kondisi yang diharapkan. Hal ini dapat dicapai antara lain dengan melakukan perencanaan dan penjadwalan tindakan perawatan dengan tetap memperhatikan fungsi pendukungnya serta dengan memperhatikan kriteria minimasi ongkos. Peranan perawatan baru akan sangat terasa apabila sistem mulai mengalami gangguan atau tidak dapat dioperasikan lagi.

Menurut CEN (2001), perawatan yaitu tindakan penggabungan antara manajerial, administratif dan teknis guna memelihara *item* atau barang supaya bisa bekerja sesuai dengan kebutuhannya. Pernyataan penggabungan antara manajerial, administratif dan teknis yaitu berarti ketiga elemen tersebut harus dapat dikuasai oleh orang yang ahli dalam bidang tersebut supaya pemeliharaan dilakukan dengan baik dan benar tidak dilakukan secara asal-asalan sehingga kegiatan pemeliharaan tersebut menghasilkan barang mampu berfungsi dengan baik dalam jangka waktu yang lebih lama.

Berdasarkan pada teori diatas maka pemeliharaan adalah kegiatan untuk memelihara atau menjaga fasilitas, mesin dan peralatan pabrik, mengadakan perbaikan, penyesuaian atau penggantian yang diperlukan agar terdapat suatu keadaan operasi produksi yang memuaskan sesuai dengan apa yang diharapkan. Pemeliharaan sangat penting dilakukan terutama pada mesin yang dipakai untuk proses produksi, tindakan pemeliharaan tidaklah mudah karena kegiatan tersebut menggabungkan tiga elemen yaitu manajerial, administratif dan teknis sehingga diperlukan orang yang tepat dalam melakukan pemeliharaan.

2.2. Jenis-jenis Perawatan

Pemeliharaan mencakup semua tindakan yang diperlukan untuk mempertahankan sistem atau produk, dan mengembalikannya ke keadaan operasional yang diinginkan. Menurut Benjamin S. Blanchard, Dinesh Verma dan Elmer L. Peterson (1994), Pemeliharaan dapat dikategorikan sebagai berikut:

a) Perawatan korektif (*corrective maintenance*)

Perawatan korektif merupakan tindakan pemeliharaan tidak terjadwal yang dilakukan, sebagai akibat dari kegagalan sistem atau produk, untuk mengembalikan sistem ke kondisi yang ditentukan. Perawatan korektif tidak memerlukan pergantian, perbaikan atau pemeliharaan yang terjadwal sampai adanya kegagalan, yang memungkinkan berjalan maksimum diantara perbaikan.

b) Pemeliharaan preventif (*preventive maintenance*)

Perawatan ini ialah tindakan pemeliharaan terjadwal yang dilakukan untuk mempertahankan sistem atau produk dalam kondisi operasional yang ditentukan. Perawatan terjadwal mencakup inspeksi berkala, pemantauan kondisi, penggantian *item* kritis (sebelum kegagalan), kalibrasi berkala, dan sejenisnya.

c) Pemeliharaan prediktif (*predictive maintenance*)

Pemeliharaan prediktif adalah program pemeliharaan yang dilakukan dengan melihat kondisi yang terjadi. Program pemeliharaan prediktif dapat meminimalkan kerusakan tak terjadwal dan memastikan bahwa peralatan yang diperbaiki berada dalam kondisi mekanis yang baik. Ada lima teknik yang biasanya digunakan untuk pemeliharaan prediktif:

- (1) pemantauan getaran,
- (2) pemantauan parameter proses,
- (3) termografi,
- (4) tribologi,
- (5) inspeksi visual.

d) Pencegahan pemeliharaan (*maintenance prevention*)

Istilah ini digunakan dalam konteks konsep *Total Productive Maintenance* (TPM). Pada dasarnya, *prevention mainenance* adalah alat yang dikembangkan dengan tujuan meminimalkan waktu henti (*down time*) dan meningkatkan produk (terutama di lingkungan pabrik), serta mengurangi biaya.

e) Perawatan adaptif (*adaptive maintenance*)

Istilah ini berkaitan dengan perangkat lunak komputer dan lingkungan data atau perubahan dalam pemrosesan.

f) Pemeliharaan yang sempurna (*perpective maintenance*)

Ini pada dasarnya mengacu pada perubahan perangkat lunak komputer untuk meningkatkan kinerja, pengemasan, atau pemeliharaan.

2.3. Definisi *Quality*

Menurut Julian Robecca (2017) dalam jurnalnya kualitas merupakan peranan yang penting dalam suatu produk. *Quality* atau mutu merupakan suatu karakteristik produk atau jasa yang dapat memuaskan konsumen dengan memiliki pengendalian mutu yang berbeda dengan lainnya (Tim Dosen Teknik Industri UNIKOM, 2014). Pengendalian mutu sangatlah penting karena dapat menjadikan strategi dalam berbisnis. Salah satu cara dalam memastikan operasi telah mencapai mutu yang ditentukan, yaitu dengan inspeksi.

Inspeksi merupakan kegiatan yang bertujuan untuk menemukan kecacatan atau kekurangan produk. Dalam kegiatan inspeksi ini dapat dibantu dengan alat, seperti *check list* (daftar periksa) atau *poka yoke* (alat yang bebas dari kesalahan). Terdapat 2 (dua) jenis inspeksi yang berdasarkan kualitas, yaitu inspeksi atribut dan inspeksi variabel. Perbedaan dari kedua inspeksi tersebut, yaitu jika inpeksi atribut mengklasifikasikan jenis produk baik atau cacat tanpa memberikan keterangan tingkat kecacatan, sedangkan inspeksi variabel mengklasifikasikan barang dengan memberikan keterangan.

2.4. Seven Quality Tools

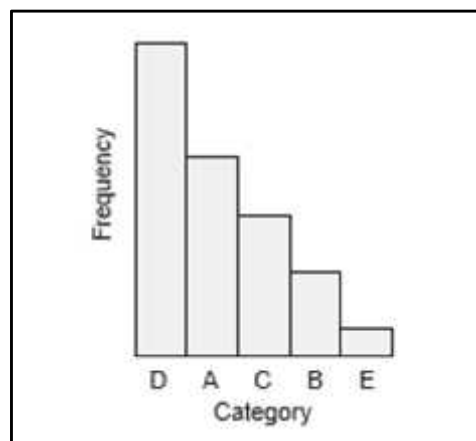
Tujuh alat untuk mengontrol kualitas (QC) mempunyai fungsi sebagai alat mengumpulkan, meringkas dan menganalisis data baik kuantitatif maupun kualitatif (Fukui R., Honda Y, Inoue H, Kaneko N, Miyauchi I, Yagi Y. 2003). Tujuh alat tersebut, yaitu stratifikasi, diagram pareto, diagram *fishbone*, *checksheet*, histogram, diagram *scatter* dan peta kontrol. Berikut merupakan penjelasan dari masing-masing ketujuh alat.

a) Stratifikasi

Stratifikasi digunakan untuk menganalisis suatu penyebab agar dapat dikelompokkan berdasarkan faktornya. Faktor yang dikumpulkan dikategorikan menjadi beberapa kategori. Kategori untuk faktor stratifikasi, yaitu waktu, tenaga kerja, mesin atau alat yang digunakan, metode kerja, bahan baku, produk dan lingkungan.

b) Diagram pareto

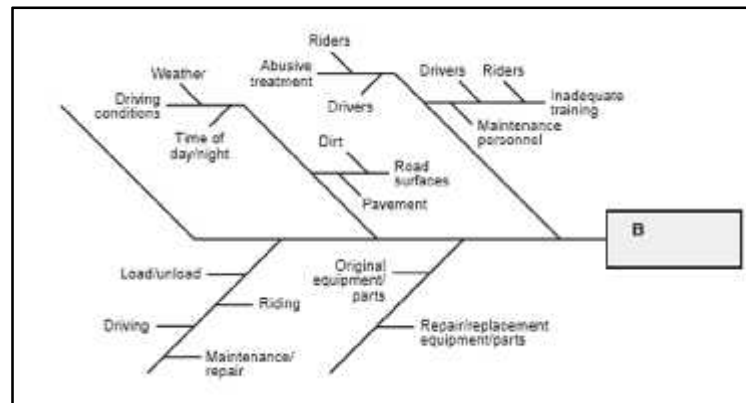
Diagram pareto merupakan diagram yang digunakan untuk identifikasi perhitungan frekuensi terbesar atau frekuensi relatif di dalam satu set data (Bororr, C., M. 2009) Dari penjelasan tersebut maka dapat disimpulkan bahwa diagram pareto digunakan untuk menentukan kategori yang dijadikan prioritas faktor-faktor di dalam suatu masalah. Berikut merupakan contoh diagram pareto dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1. Diagram pareto

c) Diagram *fishbone*

Diagram *fishbone* atau disebut *Ishikawa diagram* atau disebut juga diagram sebab-akibat merupakan diagram analisis yang menggambarkan faktor dari penyebab suatu masalah. Biasanya di diagram *fishbone* ini terdapat empat faktor yang menjadi penyebab utama, yaitu, manusia, mesin, material dan manusia. Berikut merupakan contoh diagram *fishbone* dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2. Diagram *fishbone*

d) *Check sheet*

Check sheet merupakan *form* atau lembar kerja yang digunakan untuk mengumpulkan data untuk memvalidasi faktor penyebab dari suatu masalah. Berikut merupakan contoh *check sheet* dapat dilihat pada gambar 2.3.

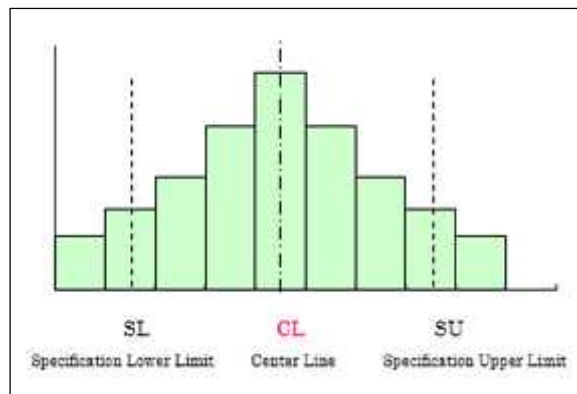
Characteristic: Customer Complaints on Refrigerators
 Period of data collection: June 2002
 Source of data: logbook

Location	Complaints	Frequency of Occurrence	Subtotal	Percent
A	Paint bubbles		45	35.2
B	Dents		15	11.7
C	Scratches		30	23.4
D	Rubber lining of door not fixed		13	10.2
E	Bulb does not light		5	3.9
F	Trays for ice cubes not included		20	15.6
TOTAL			128	100

Gambar 2.3. *Check sheet*

e) Histogram

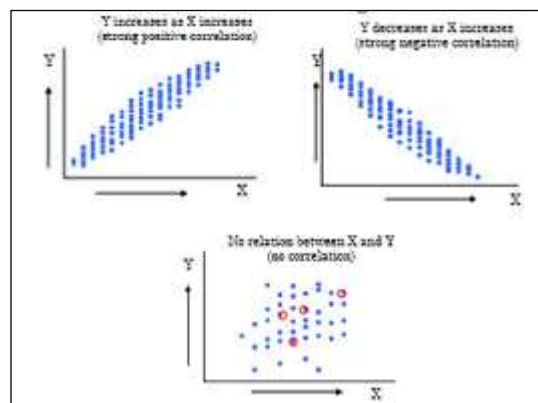
Histogram merupakan ringkasan data yang lebih ringkas dari diagram batang lainnya. Histogram menunjukkan penyebaran bobot, dimana bentuk dari histogram itu dapat berbentuk normal dan miring atau tidak simetris. Histogram juga mempunyai fungsi sebagai penentu suatu hal dapat diterima atau tidak, dan juga sesuai atau tidak. Berikut merupakan contoh histogram dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4. Histogram

f) Diagram *scatter*

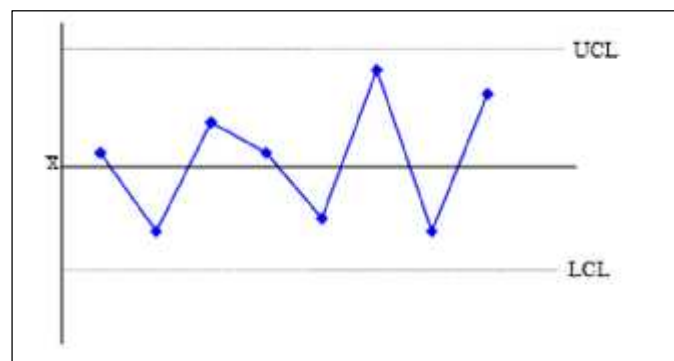
Diagram *scatter* atau diagram pencar digunakan untuk menetapkan suatu hubungan dengan penyebab lainnya. Diagram *scatter* biasa digunakan untuk menghasilkan data yang bervariasi. Berikut merupakan contoh diagram *scatter* dapat dilihat pada gambar 2.5.



Gambar 2.5. Diagram *scatter*

g) Peta kendali

Peta kendali atau *control chart* pertama kali diperkenalkan oleh W. A. Shewhart pada tahun 1924, dimana peta kontrol digunakan untuk mengawasi suatu aktivitas yang dapat diterima sebagai proses yang terkendali. Peta kendali memiliki tiga garis, yaitu *center line* atau garis tengah, *upper limit control* atau batas pengendali atas dan *lower limit control* atau batas pengendali bawah. Berikut merupakan contoh peta kendali dapat dilihat pada gambar 2.6.



Gambar 2.6. Peta kendali

Masing-masing garis memiliki fungsi, yaitu:

- 1) *Center line* atau garis tengah memiliki fungsi sebagai penunjuk nilai rata-rata pada peta atau grafik.
- 2) *Upper limit control* atau batas pengendali atas memiliki fungsi sebagai nilai batasan atas agar data tidak melampaui nilai paling tinggi yang sudah ditentukan.
- 3) *Lower limit control* atau batas pengendali bawah memiliki fungsi sebagai nilai batasan bawah agar data tidak melampaui nilai paling rendah yang sudah ditentukan.

2.5. Failure Mode Effect and Criticality Analysis (FMECA)

Failure mode effect and criticality analysis (FMECA) adalah teknik perancangan sistematis untuk mengidentifikasi dan menginvestigasi sistem yang berpotensi

buruk dari produk atau proses, ini sejalan dengan metodologi untuk langkah-langkah pengujian dimana sistem kerusakan bisa terjadi. Penetapan nilai kritis atau kegagalan yang paling berpotensi menjadi pembeda antara FMECA dengan FMEA. Dalam FMEA proses penentuan kegagalan tidak ada maka digunakan FMECA jika ingin mengetahui kegagalan yang paling berpengaruh dari proses atau suatu produk.

Keunggulan lain FMECA dari FMEA yaitu meningkatkan pengetahuan dalam bertindak pada saat evaluasi. FMECA dilakukan pada waktu yang tepat untuk meningkatkan biaya program pemeliharaan *preventive* yang efektif dan pekerjaan yang terfokus pada rencana (Benjamin S. Blanchard, Dinesh Verma dan Elmer L. Peterson. 1994). Dalam melakukan FMECA terdapat 11 langkah yang harus diperhatikan yaitu:

a) Definisi sistem (produk/ proses)

Langkah ini yaitu menentukan jenis sistem yang akan dianalisis, sistem bisa berupa produk atau proses serta mendeskripsikan sub sistem berupa komponen pendukung dari sistem.

b) Deskripsi fungsi sistem

Menentukan fungsi dari setiap komponen yang ada didalam sistem dan menggambarkan performansi kedalam bentuk *flow diagram*.

c) Identifikasi kerusakan pada sistem

Mengidentifikasi komponen pada sistem yang dianggap kritis. Diagram pareto dapat digunakan dalam menyelesaikan analisis ini.

d) Identifikasi mode kegagalan (*identify failure mode*)

Dalam analisis ini, mode kegagalan adalah cara dimana elemen sistem gagal mencapai fungsinya.

- e) Menentukan penyebab terjadinya kegagalan (*determine the cause failure*)
Dalam langkah ini, menggunakan metode untuk mengidentifikasi terjadinya kerusakan sistem. Metode yang dipakai dalam identifikasi ini dapat menggunakan *fishbone diagram*.
- f) Efek dari kerusakan(*determine the effects of failure*)
Menganalisis dampak yang ditimbulkan dari kerusakan atau kegagalan yang terjadi. Adanya analisis dampak kerusakan tersebut sangat berguna untuk mengetahui bagaimana mengatasi atau meminimalkan kerusakan.
- g) Identifikasi deteksi kegagalan
Dalam konteks FMECA proses ini mengacu pada kontrol desain, prosedur verifikasi, alat pengukur dll. Analisis ini bertujuan untuk mendeteksi adanya potensi kegagalan atau cacat.
- h) Nilai tingkat keparahan (*severity*)
Analisis ini mengacu pada tingkat keparahan dari dampak yang ditimbulkan oleh kegagalan tertentu. Standar militer, MIL-STD-1629A mengklasifikasikan efek kegagalan kedalam empat tingkatan, yaitu:
- 1) *Catastrophic* yaitu kegagalan yang menyebabkan hilangnya nyawa orang.
 - 2) *Critical* ialah kegagalan berpotensi menyebabkan cedera yang serius dan menghilangkan fungsi sistem.
 - 3) *Marginal* ialah kegagalan dapat menyebabkan cedera ringan terhadap personal, sistem atau fungsional sistem yang terdegradasi.
 - 4) *Minor* yaitu kegagalan yang tidak cukup parah terhadap personal atau sistem tetapi dibutuhkan eberaa pemeliharaan korektif.

Dan dari Technical Standard SAE J 1739, tingkatan *severity* diklasifikasikan kedalam bentuk tabel (Borrer, C., M. 2009). Dapat dilihat paa tabel 2.1

Tabel 2.1. Tingkat Severity

Effect	Severity criteria	Ranking
Hazardous without warning	May endanger machine or assembly operator. Very high severity ranking when a potential failure mode affects safe operation and/or involves noncompliance with regulation. Failure will occur without warning.	10
Hazardous with warning	May endanger machine or assembly operator. Very high severity ranking when a potential failure mode affects safe operation and/or involves noncompliance with regulation. Failure will occur with warning.	9
Very high	Major disruption to production line. 100% of product may have to be scrapped. Item inoperable, loss of primary function. Customer very dissatisfied.	8
High	Minor disruption to production line. A portion of product may have to be sorted and scrapped. Item operable, but at reduced level. Customer dissatisfied.	7
Moderate	Minor disruption to production line. A portion of product may have to be scrapped (no sorting). Item operable, but some comfort items inoperable. Customer experiences discomfort.	6
Low	Minor disruption to production line. 100% of product may have to be reworked. Item operable, but some comfort items operable at reduced level of performance. Customer experiences some dissatisfaction.	5
Very low	Minor disruption to production line. Product may have to be sorted and a portion reworked. Minor adjustments do not conform. Defect noticed by customer.	4
Minor	Minor disruption to production line. Product may have to be reworked online, but out of station. Minor adjustments do not conform. Defect noticed by average customer.	3
Very minor	Minor disruption to production line. Product may have to be reworked online, but out of station. Minor adjustments do not conform. Defect noticed by discriminating customer.	2
None	No effect.	1

Derived from Technical Standard SAE J 1739.
Reprinted by permission of The Society of Automotive Engineers (SAE).

i) Nilai frekuensi munculnya kegagalan (*occurrence*)

Langkah ini membahas mengenai jumlah kerusakan yang dialami oleh komponen kritis yang dinyatakan dalam probabilitas. Tingkatan nilai frekuensi dapat dilihat pada tabel 2.2

Tabel 2.2. Tingkat occurrence

Probability of failure	Possible failure rates	Ranking
Very high: Failure almost inevitable	> 1 in 2	10
	1 in 3	9
High: Repeated failures	1 in 8	8
	1 in 20	7
Moderate: Occasional failures	1 in 80	6
	1 in 400	5
	1 in 2000	4
Low: Relatively few failures	1 in 15,000	3
	1 in 150,000	2
Remote: Failure is unlikely	< 1 in 1,500,000	1

Derived from Technical Standard SAE J 1739.
Reprinted by permission of The Society of Automotive Engineers (SAE).

j) Nilai deteksi probabilitas (*detection*)

Menilai tingkat kemungkinan suatu jenis kerusakan dapat terdeteksi. Tingkatan deteksi probabilitas dapat dilihat pada tabel 2.3

Tabel 2.3. Tingkat *detection*

Effect	Detection criteria	Ranking
Absolute uncertainty	Design control will not and/or cannot detect a potential cause/mechanism and subsequent failure mode or there is no design control.	10
Very remote	Very remote chance the design control will detect a potential cause/mechanism and subsequent failure mode.	9
Remote	Remote chance the design control will detect a potential cause/mechanism and subsequent failure mode.	8
Very low	Very low chance the design control will detect a potential cause/mechanism and subsequent failure mode.	7
Low	Low chance the design control will detect a potential cause/mechanism and subsequent failure mode.	6
Moderate	Moderate chance the design control will detect a potential cause/mechanism and subsequent failure mode.	5
Moderately high	Moderately high chance the design control will detect a potential cause/mechanism and subsequent failure mode.	4
High	High chance the design control will detect a potential cause/mechanism and subsequent failure mode.	3
Very high	Very high chance the design control will detect a potential cause/mechanism and subsequent failure mode.	2
Almost certain	Design control will almost certainly detect a potential cause/mechanism and subsequent failure mode.	1

Derived from Technical Standard SAE J 1739.
Reprinted by permission of The Society of Automotive Engineers (SAE).

i) Analisis kegagalan yang kritis

Analisis ini dapat dilakukan dengan mencari nilai yang didapatkan dari nilai kerusakan (*severity*), frekuensi kegagalan (*occurrence*) dan deteksi probabilitas (*detection*). Analisis ini juga biasa disebut dengan *risk priority number* (RPN). RPN merupakan pengukuran yang digunakan untuk menentukan komponen yang harus diprioritaskan untuk dilakukan tindakan perawatan. Nilai RPN berkisar antara 1 s/d 1000, dimana nilai *severity*, *occurrence* dan *detection* masing-masing berskala 1 s/d 10. Adapun rumus yang digunakan untuk menghitung RPN dapat dilihat pada persamaan 2.1.

$$RPN = Severity \times Occurrence \times Detection \dots \dots \dots (2.1)$$

