

Bab 2

Tinjauan Pustaka

2.1. Pengertian *Maintenance* (Perawatan)

Menurut Benjamin S. Blanchard, Dinesh Verma dan Elmer L. Peterson (1994), perawatan merupakan serangkaian tindakan yang diperlukan untuk mengembalikan atau mempertahankan suatu barang dalam keadaan operasional yang efektif. Dari pengertian tersebut dapat disimpulkan bahwa untuk membuat suatu barang dapat bertahan dan berfungsi dengan benar diperlukan perawatan yang baik. Perawatan mampu membuat kerja produksi sesuai target tanpa adanya gangguan kerusakan dari barang atau mesin.

Sedangkan menurut CEN (2001), perawatan merupakan suatu tindakan yang menggabungkan kegiatan teknis, administratif dan manajerial yang bertujuan untuk memelihara barang agar dapat bertahan dan mampu berfungsi sesuai dengan kebutuhannya. Dari penjelasan dapat disimpulkan bahwa tindakan perawatan berhubungan dengan pengetahuan teknis, administratif dan manajerial. Ketiga elemen tersebut harus mampu dikuasai oleh orang yang bersangkutan dalam perawatan. Hal itu bertujuan agar perawatan dapat dilakukan dengan benar dan tidak asal sehingga menghasilkan perawatan yang mampu membuat barang berfungsi dengan baik.

Dapat disimpulkan bahwa *maintenance* merupakan suatu kegiatan perawatan baik pada barang atau produk agar tetap pada kondisi yang aman sehingga dapat bekerja secara efektif dan dapat memuaskan hasilnya. *Maintenance* merupakan kegiatan yang sangat penting dilakukan terutama pada mesin yang digunakan untuk produksi, maka dari itu setiap perusahaan harus memelihara mesin-mesin yang digunakan agar menjaga kualitas produk yang dihasilkan. Perawatan tidaklah mudah karena kegiatan tersebut secara sekaligus menggabungkan kegiatan teknis, administratif dan manajerial. Sehingga pelaku perawatan harus mampu menguasai

teknik-teknik tersebut. Selain itu, pengerjaan perawatan harus terencana dengan baik.

2.2. Tujuan Perawatan

Menurut John D. Campbell dan Andrew K.S. Jardine (2001), tujuan perawatan yang efektif adalah sebagai berikut:

- a. Memaksimalkan waktu kerja (kapasitas produktif).
- b. Memaksimalkan keakuratan dimana merupakan kemampuan untuk memproduksi hingga toleransi atau tingkat kualitas tertentu.
- c. Meminimalisir biaya per unit.
- d. Meminimalisir risiko hilangnya kapasitas produktif, kualitas atau produksi ekonomi.
- e. Meminimalisir bahaya keamanan kepada karyawan dan lainnya.
- f. Meminimalisir kerusakan lingkungan.

2.3. Jenis-Jenis Perawatan

Menurut Benjamin S. Blanchard, Dinesh Verma dan Elmer L. Peterson (1994), jenis-jenis perawatan terdiri dari enam jenis. Keenam jenis perawatan itu adalah *corrective maintenance*, *preventive maintenance*, *predictive maintenance*, *maintenance prevention*, *adaptive maintenance* dan *perfective maintenance*. Penjelasan dari keenam jenis perawatan dapat dilihat di bawah ini:

a. *Corrective maintenance*

Perawatan ini merupakan tindakan perawatan yang tidak terjadwal sebagai akibat dari kegagalan sistem produk. Perawatan ini berfungsi untuk mengembalikan sistem ke keadaan awal. Perawatan ini meliputi pengidentifikasian dan verifikasi kegagalan (berdasarkan beberapa gejala), lokalisasi dan isolasi kegagalan, mengakses bagian yang mengalami kerusakan, pemindahan dan penggantian barang atau komponen dengan cadangan atau perbaikan di tempat. Perawatan ini juga dilakukan jika adanya kerusakan yang dicurigai.

b. *Preventive maintenance*

Perawatan ini merupakan tindakan perawatan terjadwal yang berfungsi untuk mempertahankan suatu produk. Biasanya tindakan perawatan ini meliputi pemeriksaan berkala, pemantauan kondisi, penggantian barang sebelum terjadinya kerusakan, kalibrasi berkala dan tindakan kecil seperti pelumasan dan pengisian bahan bakar. Tindakan perawatan ini mengakibatkan sistem mati.

c. *Predictive maintenance*

Perawatan ini merupakan tindakan perawatan yang bertujuan untuk mengukur pendeteksian timbulnya penurunan fungsi. Dalam perawatan ini dibutuhkan pencarian faktor gangguan. Faktor gangguan tersebut harus dihilangkan dengan melakukan langkah-langkah pencegahan yang sesuai sebelum membawa dampak penurunan fungsi sistem secara signifikan.

d. *Maintenance prevention*

Perawatan ini digunakan dalam konsep *Total Productive Maintenance*. Pada dasarnya perawatan ini merupakan pengembangan peralatan yang bertujuan mengurangi adanya *downtime*, meningkatkan produktivitas (terutama di lingkungan perusahaan) dan mengurangi biaya siklus hidup.

e. *Adaptive maintenance*

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

f. *Perfective maintenance*

Perawatan ini pada dasarnya mengacu pada perubahan dalam perangkat lunak komputer untuk meningkatkan kinerja pengemasan atau pemeliharaan.

2.4. Definisi *Quality*

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, diantaranya kesadaran konsumen akan pentingnya terhadap mutu suatu produk. 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 inspeksi atribut mengklasifikasikan jenis produk baik atau cacat tanpa memberikan keterangan tingkat kecacatan, sedangkan inspeksi variabel mengklasifikasikan barang dengan memberikan keterangan.

2.5. Seven Quality Tools

Tujuh alat untuk mengontrol kualitas (QC) mempunyai fungsi sebagai alat mengumpulkan, meringkas dan menganalisis data baik kuantitatif maupun kualitatif (Fukui et al, 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.

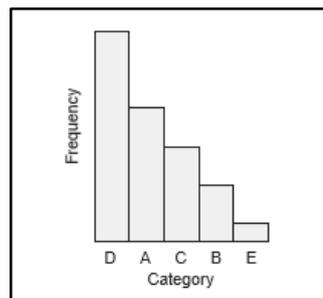
a. Stratifikasi

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

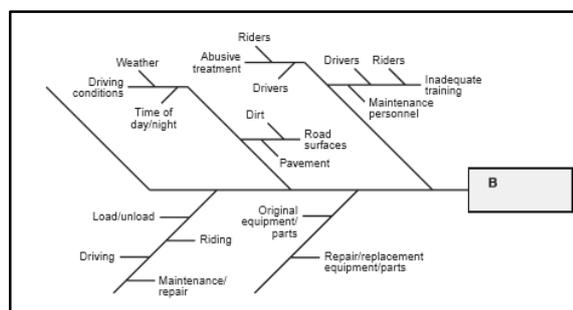
(Borrer, 2009). Dari penjelasan tersebut maka dapat disimpulkan bahwa diagram pareto digunakan untuk menentukan kategori yang dijadikan prioritas faktor-faktor di dalam suatu masalah. Berikut merupakan contoh diagram pareto dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1. Diagram pareto
(Borrer, 2009)

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 (Borrer, 2009). 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*
(Borrer, 2009)

d. *Check sheet*

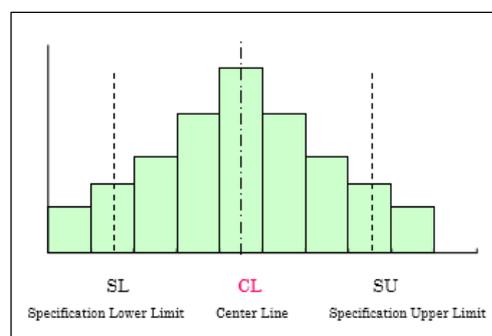
Check sheet merupakan *form* atau lembar kerja yang digunakan untuk mengumpulkan data untuk memvalidasi faktor penyebab dari suatu masalah (Fukui et al, 2003). Berikut merupakan contoh *check sheet* dapat dilihat pada gambar 2.3.

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
(Fukui et al, 2003)

e. Histogram

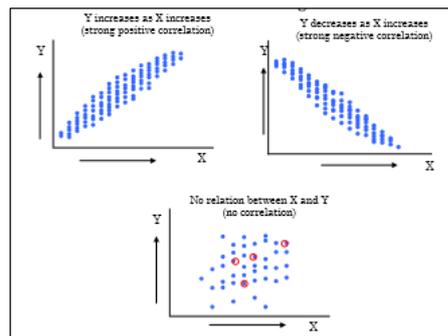
Histogram merupakan ringkasan data yang lebih ringkas dari diagram batang lainnya (Montgomery, 2009). Histogram menunjukkan penyebaran bobot, dimana bentuk dari histogram itu dapat berbentuk normal dan miring atau tidak simetris. Histogram juga mempunyai fungsi sebagai penentu suatu hal dapat diterima atau tidak, dan juga sesuai atau tidak. Berikut merupakan contoh histogram dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4. Histogram
(Fukui et al, 2003)

f. Diagram *scatter*

Diagram *scatter* atau diagram pencar digunakan untuk menetapkan suatu hubungan dengan penyebab lainnya (Fukui et al, 2003). Diagram *scatter* biasa digunakan untuk menghasilkan data yang bervariasi. Berikut merupakan contoh diagram *scatter* dapat dilihat pada gambar 2.5.

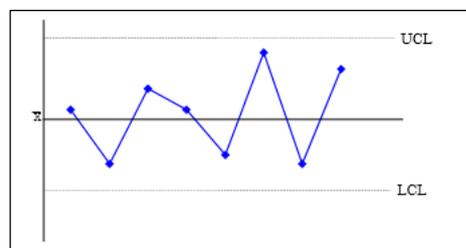


Gambar 2.5. Diagram *scatter*

(Fukui et al, 2003)

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 (Fukui et al, 2003). 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

(Fukui et al, 2003)

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.

2.6. Failure Mode Effect and Criticality Analysis (FMECA)

Failure mode effect and criticality analysis (FMECA) merupakan suatu tindakan pengidentifikasian yang dikembangkan atau diperluas dari *failure mode and effect analysis* atau FMEA (Campbell, 2001). Menurut Benjamin S. Blanchard (1994), *failure mode effect and criticality analysis* (FMECA) merupakan suatu tindakan yang sistematis untuk mengidentifikasi dan menginvestigasi kelemahan dari produk atau proses. Perbedaan FMEA dengan FMECA terletak pada penentuan nilai kritisnya atau kegagalan yang paling berpotensi. Dalam FMEA tidak ada proses penentuan kegagalan yang paling berpotensi, jika ingin mengetahui kegagalan yang paling berpotensi dari suatu produk atau proses maka gunakan FMECA.

FMECA memiliki keunggulan lain dari FMEA, yaitu dapat memberikan dan meningkatkan wawasan pengetahuan dalam bertindak saat mengevaluasi. Hasil dari FMECA ini, yaitu dapat mengetahui tindakan perawatan yang tepat baik dari segi pengeluaran biaya perawatan yang hemat dan selanjutnya dapat merencanakan perawatan yang terkontrol. FMECA juga meningkatkan produktivitas dan meningkatkan daya saing internasional. FMECA mempunyai tingkatannya yang tergantung pada penekanan dan orientasinya, secara umum diklasifikasikan dua

macam, yaitu FMECA yang mempunyai desain “berorientasi pada produk” atau yang “berorientasi pada proses”.

FMECA paling baik dilakukan pada tahapan desain konseptual dan persiapan ketikan penganalisisan sistem lebih dari perspektif fungsional. Analisis efektivitas maksimum harus berkembang sebagai informasi tambahan bagi seorang analis dan juga untuk mencerminkan perubahan desain yang berdampak pada keseluruhan sistem. FMECA juga dapat memberikan manfaat yang jelas karena dapat berkontribusi untuk studi kelayakan sistem pada tahap persiapan desain konseptual melalui konflik fungsional, ketidaksesuaian dan atau pada tahap kesulitan desain. Menurut Benjamin S. Blanchard, Dinesh Verma dan Elmer L. Peterson (1994), terdapat 11 langkah melakukan FMECA, yaitu sebagai berikut :

a. Deskripsi sistem

Langkah ini merupakan syarat yang digunakan untuk mendeskripsikan sistem (produk atau proses) yang akan dipilih untuk mengetahui hasil yang diinginkan maupun tidak diinginkan. Biasanya pemilihan ini didasarkan pada sistem yang dianggap rawan atau kritis. Menurut Suwandi (2000), klasifikasi sistem yang dianggap rawan atau kritis adalah:

1. Dapat membahayakan kesehatan atau keselamatan kerja.
2. Dapat mempengaruhi kualitas produk.
3. Dapat menyebabkan suatu sistem terhenti.
4. Dapat mengeluarkan biaya yang cukup tinggi.

b. Deskripsi fungsi sistem

Langkah ini merupakan penggambaran sistem secara jelas yang biasanya digambarkan dalam bentuk diagram alir.

c. Deskripsi kerusakan pada sistem

Langkah ini merupakan penentuan ukuran naik turunnya kerusakan yang terjadi pada sistem. Biasanya penentuan langkah ini digunakannya diagram pareto sebagai salah satu contoh dalam penentuan ukurannya.

d. Identifikasi mode kegagalan atau kerusakan

Langkah ini merupakan analisis dari sebuah jenis kerusakan sistem yang mempunyai arti bahwa sistem tersebut termasuk gagal dalam pemenuhan fungsinya.

e. Menentukan penyebab kegagalan atau kerusakan

Langkah ini merupakan penganalisisan pada sebuah sistem yang rusak atau gagal. Dalam penyelesaian dalam langkah ini biasanya digunakan diagram *fishbone*.

f. Menentukan efek dari kegagalan atau kerusakan

Langkah ini penting untuk pengerjaan FMECA. Dalam langkah ini menentukan dampak yang terjadi dari kegagalan atau kerusakan. Dampak yang terjadi diperlukan untuk mengetahui cara mengatasinya.

g. Identifikasi deteksi dari kegagalan atau kerusakan

Langkah ini mendeteksi atau mengidentifikasi munculnya kegagalan atau kerusakan pada sistem. Identifikasi ini menunjuk ke bagian desain, alat pengukur atau perangkat lainnya.

h. Menentukan nilai tingkat kegagalan atau kerusakan

Langkah ini menilai keparahan (*severity*) dampak yang terjadi pada suatu sistem akibat terjadinya kegagalan atau kerusakan. Standar militer, MIL-STD-1692A, mengklasifikasikan tingkatan *severity* ada empat, yaitu:

1. *Catastropic* merupakan kegagalan atau kerusakan yang dapat menghilangkan nyawa seseorang.
2. *Critical* merupakan kegagalan atau kerusakan yang dapat menyebabkan kerugian serius.

3. *Marginal* merupakan kegagalan atau kerusakan yang dapat menyebabkan kerugian kecil pada sistem.
4. *Minor* merupakan kegagalan atau kerusakan yang tidak cukup parah, namun perlu adanya perawatan secara korektif.

Sedangkan menurut Standar Teknis SAE J 1739, klasifikasi *severity* dapat dilihat pada tabel 2.1. berikut (Borrer, 2009).

Tabel 2.1. Klasifikasi *severity*
(Borrer, 2009)

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. Menentukan nilai frekuensi kemuculan dari kegagalan atau kerusakan
- Langkah ini untuk menilai seberapa sering kegagalan atau kerusakan yang sering ditunjukkan (Borrer, 2009). Menurut Standar Teknis SAE J 1739, klasifikasi *occurrence* dapat dilihat pada tabel 2.2. dibawah ini.

Tabel 2.2. Klasifikasi *occurrence*
(Borrer, 2009)

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).		

Rumus untuk menentukan *occurrence* dapat dilihat pada persamaan 2.1. dibawah ini.

$$Occurrence = \frac{\text{Frekuensi kerusakan } item}{\text{Total frekuensi tiap } item} \dots\dots\dots (2.1)$$

- j. Menentukan probabilitas terdeteksinya kegagalan atau kerusakan

Langkah ini menilai kemampuan meverifikasi desain atau kontrol proses untuk mendeteksi saat terjadinya kegagalan atau kerusakan (Borrer, 2009). Menurut Standar Teknis SAE J 1739, klasifikasi *detection* dapat dilihat pada tabel 2.2. dibawah ini.

Tabel 2.3. Klasifikasi *detection*
(Borrer, 2009)

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).		

k. Menganalisis kegagalan yang kritis

Langkah ini merupakan hasil dari informasi yang didapat mulai dari *severity*, *occurrence* dan *detection*. Dari hasil tersebut kemudian ditentukan sistem (produk atau proses) yang menjadi prioritas untuk diberikan perawatan. Langkah ini disebut juga sebagai *risk priority number* (RPN). Rumus untuk menentukan *risk priority number* (RPN) dapat dilihat pada persamaan 2.2. dibawah ini.

$$RPN = Severity \times Occurrence \times Detection \dots\dots\dots(2.2)$$

Nilai RPN paling kecil adalah 1 dan paling besar adalah 1000, dimana masing-masing nilai *severity*, *occurrence* dan *detection* hanya pada skala 10. Secara umum dalam penentuan sistem prioritas menggunakan RPN dapat dilihat dengan cara sebagai berikut:

1. Langkah pertama menentukan nilai *severity*, *occurrence* dan *detection*. Nilai *severity*, *occurrence* dan *detection* dapat ditentukan menggunakan kriteria yang terdapat pada tabel 2.1., 2.2. dan 2.3.
2. Langkah kedua, jika ketiga nilai yang sudah didapat pada langkah pertama maka selanjutnya menentukan nilai RPN menggunakan persamaan 2.1.
3. Langkah ketiga, jika nilai RPN sudah didapat menghasilkan nilai yang berbeda pilihlah nilai yang paling tinggi untuk prioritas.
4. Namun jika hasil memiliki nilai yang sama maka melihat nilai *severity* yang paling tinggi. Jika *severity* memiliki nilai yang sama maka melihat nilai *occurrence* yang paling tinggi. Lalu apabila nilai *occurrence* memiliki nilai yang sama maka melihat nilai *detection* yang paling tinggi.

Jika langkah-langkah tersebut sudah dilakukan, maka dapat diketahui prioritas yang harus dilakukan perawatan. Tindakan perawatan yang akan diusulkan dapat dilihat terlebih dahulu dari penyebab dan akibat terjadinya kerusakan. Setelah melihat dengan benar maka dapat mengusulkan tindakan perawatan yang dapat mengurangi adanya kerusakan.