

## **BAB II**

### **Landasan Teori**

Pada bab ini akan dibahas seluruh teori yang berkaitan dengan penelitian ini. Secara garis besar bab ini dibagi menjadi dua sub bab utama, yaitu sub bab mengenai perawatan dan sub bab tentang metode pengambilan keputusan. Sub bab mengenai perawatan sendiri berisikan tentang teori-teori perawatan dan juga alternatif metode perawatan yang akan diusulkan untuk perusahaan. Sedangkan sub bab tentang metode pengambilan keputusan akan dibahas mengenai metode Analytical Hierarchy Process (AHP) yang digunakan oleh peneliti.

#### **2.1 Perawatan**

Menurut I Made A (2011), perawatan adalah suatu konsepsi dari semua aktivitas yang diperlukan untuk menjaga atau mempertahankan kualitas agar tetap dapat berfungsi dengan baik seperti dalam kondisi sebelumnya[3]. Menurut Dhillon secara definisi perawatan adalah segala aktifitas yang dilakukan untuk mempertahankan performa dari sebuah komponen/peralatan. Perawatan juga dapat didefinisikan mengembalikan komponen/peralatan pada kondisi tertentu[4]. Definisi perawatan lainnya dalam jurnal yang ditulis Bengtsson (2004), Komite Standarisasi Eropa (*Comitee Europeen de Normalisation, European Committee for Standarization*) memberikan pengertian bahwa perawatan sebagai kombinasi dari keseluruhan level manajemen di perusahaan untuk mempertahankan performa atau mengembalikan performa pada fase tertentu agar tetap menjalankan fungsinya dengan baik (SS-CEN 13306:2001)[5].

Menurut Mobley (2008), Keuntungan-keuntungan yang didapat dengan menerapkan manajemen perawatan yang baik pada sebuah perusahaan adalah sebagai berikut[6]:

- a) Meminimalisir total cost perawatan (biaya suku cadang dan biaya overtime)
- b) Terjaganya stabilitas proses produksi
- c) Memperpanjang umur pakai dari peralatan dan mesin
- d) Penggunaan suku cadang yang optimal

- e) Memberikan rasa aman pada operator
- f) Tidak berdampak rusak pada lingkungan

Ada sembilan langkah yang efektif dalam menerapkan manajemen perawatan menurut Dhillon (2002)[7], berikut ini langkah-langkahnya:

- a) Identifikasi kekurangan/defisiensi
- b) Tujuan manajemen perawatan ditentukan
- c) Memiliki prioritas dalam penerapan manajemen perawatan
- d) Menggunakan parameter pengukuran untuk mengetahui performansi
- e) Memiliki rencana baik dalam waktu dekat atau berkelanjutan
- f) Mulai implementasi manajemen perawatan
- g) Mendokumentasi hasil pelaksanaan dalam waktu dekat atau berkelanjutan
- h) Melaporkan status perkembangan penerapan manajemen perawatan
- i) Melakukan kontrol untuk dapat melihat progres pertahunnya

Menurut Scheffer (2004), Pada pengimplementasiannya perawatan setiap mesin satu dengan mesin lainnya bisa saja memiliki perbedaan. Perawatan akan lebih baik jika dilakukan dengan mengklasifikasi mesin dan juga peralatan menjadi beberapa golongan sehingga pengimplementasiannya bisa lebih efektif. Klasifikasi mesin/peralatan yang menjadi sasaran manajemen perawatan dapat dibagi tiga, yaitu[8]:

- a) Kategori kritis  
Mesin/peralatan yang dianggap kritis dalam perawatan umumnya memiliki kriteria berikut:
  - 1) Tingkat rusak mesin yang membahayakan perusahaan
  - 2) Mesin/peralatan yang penggunaannya berpengaruh terhadap seluruh kegiatan produksi. Yang artinya jika mesin/peralatan tersebut rusak akan sangat berpengaruh.
  - 3) Mesin/peralatan yang mempunyai biaya inisial yang tinggi, tidak dapat diperbaiki, atau dapat diperbaiki namun dengan biaya yang mahal dan waktu yang lama.
  - 4) Mesin/peralatan yang rentan terhadap kerusakan minimum

5) Mesin/peralatan yang jika dirawat dapat mengoptimalkan energy dan juga meningkatkan efisiensi.

b) Kategori esensial

Mesin/peralatan yang dianggap esensial dalam perawatan umumnya memiliki kriteria:

- 1) Tingkat rusak mesin yang membahayakan perusahaan
- 2) Mesin/peralatan yang minimum waktu perbaikannya dan juga minimum biaya perawatannya.
- 3) Mesin/peralatan yang rentan terhadap kerusakan minimum, akan tetapi kerusakannya dapat dilihat secara historis.
- 4) Mesin/peralatan yang memerlukan perawatan secara berkala.

c) Kategori Umum

Mesin/peralatan yang termasuk kategori umum dalam pemeliharaan memiliki kriteria:

- 1) Tingkat rusak mesin yang membahayakan perusahaan
- 2) Mesin/peralatan yang fungsinya tidak kritis pada rantai produksi
- 3) Mesin/peralatan yang mempunyai cadangan

Sistem pemeliharaan sebagai strategi perusahaan untuk mendukung kinerja produksi, menurut Swanson (2001) dapat dibagi menjadi tiga garis besar[9]:

a) Pemeliharaan reaktif (Reactive Maintenance)

Prinsip pemeliharaan ini adalah aktifitas pemeliharaan (baik penggantian atau perbaikan) hanya dilakukan jika mesin atau peralatan tersebut rusak. Pemeliharaan reaktif memiliki kelebihan dalam meminimalkan jumlah biaya dan pekerja yang dibutuhkan untuk melakukan pemeliharaan. Kekurangannya adalah kerusakan yang tidak bisa diprediksi kapan akan terjadi, tingginya jumlah scrap, serta tingginya pengeluaran yang disebabkan oleh breakdown mesin/peralatan.

b) Pemeliharaan proaktif (*Proactive Maintenance*)

Pemeliharaan proaktif adalah strategi pemeliharaan dimana kerusakan/breakdown dapat dihindari dengan melakukan aktifitas-aktifitas yang mengawasi kondisi mesin dan melakukan perbaikan-perbaikan minor untuk mempertahankan kondisi mesin dalam keadaan optimal. Pemeliharaan proaktif terdiri dari pemeliharaan preventif dan pemeliharaan prediktif.

1) Pemeliharaan preventif (*Preventive maintenance*)

Pemeliharaan preventif pada prinsipnya adalah pemeliharaan berdasarkan pemakaian. Aktifitas pemeliharaan dilakukan setelah penggunaan mesin/peralatan selama periode tertentu. Tipe pemeliharaan ini mempunyai asumsi bahwa mesin akan mengalami kerusakan/breakdown pada satu periode tertentu. Kelebihan pemeliharaan ini adalah dapat mengurangi kemungkinan breakdown serta dapat memperpanjang umur mesin/peralatan. Kelemahannya adalah aktifitas pemeliharaan dapat menginterupsi jalannya sistem produksi.

2) Pemeliharaan prediktif (*Predictive maintenance*)

Pemeliharaan prediktif sering dirujuk sebagai pemeliharaan berdasarkan kondisi. Artinya, aktifitas pemeliharaan baru dilakukan pada suatu kondisi mesin tertentu. Dalam pemeliharaan prediktif, digunakan berbagai peralatan untuk mendiagnosa mesin untuk mengukur kondisi fisik dari mesin, seperti getaran, suhu, kebisingan, pelumasan, dan korosi. Ketika salah satu parameter ini mencapai kondisi tertentu, aktifitas pemeliharaan dilakukan dengan mengembalikan ke kondisi semula.

Pemeliharaan prediktif mempunyai premis yang sama dengan pemeliharaan preventif, namun dengan kriteria yang berbeda untuk melakukan aktifitas pemeliharaan. Sama seperti pemeliharaan preventif, pemeliharaan prediktif mampu mengurangi kemungkinan terjadinya breakdown.

c) Pemeliharaan agresif (*Aggressive Maintenance*)

Menurut Al-Najjar (2003), pemeliharaan agresif mengupayakan segala cara untuk menghindari kerusakan mesin/peralatan. Pemeliharaan agresif, seperti

Total Productive Maintenance (TPM). Pendekatan yang dilakukan TPM tidak hanya mencakup pada pencegahan kerusakan, namun meliputi seluruh kegiatan pada rantai produksi, dan melibatkan seluruh karyawan, tidak hanya dari divisi pemeliharaan saja. Parameter pada TPM adalah meningkatnya efektifitas penggunaan peralatan secara menyeluruh (overall equipment effectiveness)[10]. Aktifitas pemeliharaan pada TPM meliputi eliminasi 6 wastes, yaitu: kegagalan mesin, waktu setup dan adjustment, gangguan kemacetan dan idle, serta kerusakan/cacat produk.

## **2.2 Analytical Hierarchy Process (AHP)**

*Analytical hierarchy process* yaitu suatu metode pengambilan keputusan yang dikembangkan oleh Thomas L. Saaty pada tahun 70-an. Metode *analytical hierarchy process* dibuat untuk menyelesaikan permasalahan yang terdiri dari beberapa kriteria yang kompleks. Menurut Kadarsah Suryadi, (2017) Pengambilan keputusan pada dasarnya itu memilih suatu alternatif. *Analytical hierarchy process* merupakan sebuah hierarki fungsional dengan input utama persepsi manusia[2]. Sedangkan menurut Gabriel sianturi (2011), *Analytical Hierarchy Process (AHP)* merupakan bagian dari *Multi Criteria Decision Making Method* yang bertujuan untuk alat analisis dalam mengambil keputusan[11]. Menurut Agus Riyanto (2008), AHP merupakan suatu metode analisis untuk struktur suatu masalah dan dipergunakan untuk mengambil keputusan atas suatu alternatif[12].

### **2.2.1 Langkah Perhitungan AHP**

Rata-rata geometrik yaitu rata-rata yang dapat diperoleh dengan cara mengalikan data dalam sebuah kelompok serta di akar pangkatkan dengan banyak data sampel yang ada. Dikatakan karena harus mengikuti proses akar pangkat, jika apabila unsur data yang terdapat bernilai negatif maka rata-rata ukur tidak dapat dilakukan. Berikut ini adalah rumus untuk menghitung rata-rata geometric yang dapat dilihat pada Rumus 2.1 berikut ini.

$$G = \sqrt[n]{x_1 \times x_2 \times \dots \times x_n} \dots\dots\dots (2.1)$$

Berikut adalah tahapan dasar pengambilan keputusan dari suatu permasalahan dengan metode AHP Menurut Kadarsah Suryadi, (2017) adalah sebagai berikut[2]:

1. Mengidentifikasi permasalahan yang ada, kemudian tentukan solusi dari permasalahan tersebut.
2. Membuat suatu struktur berbentuk hierarki yang di dalamnya terdapat tujuan, kriteria, sub kriteria dan alternatif solusi.
3. Membuat matriks perbandingan berpasangan, yaitu matrik yang menunjukkan pengaruh setiap variabel terhadap variabel. Nilai yang terdapat pada matriks adalah hasil pilihan atau judgement pengambil keputusan. Penilaian dilakukan dengan membandingkan antara suatu variabel terhadap variabel lainnya berdasarkan tingkat kepentingannya. Berikut ini adalah contoh bentuk matriks perbandingan berpasangan.

Kriteria	Kriteria <sub>1</sub>	Kriteria <sub>2</sub>	...	Kriteria <sub>n</sub>
Kriteria <sub>1</sub>				
Kriteria <sub>2</sub>				
...				
Kriteria <sub>m</sub>				

Rumus untuk menghitung matrik perbandingan berpasangan dapat dilihat pada persamaan rumus 2.2. berikut ini.

$$S_{ij} = \sum_{i=1}^n \alpha_{ij} \dots\dots\dots (2.2.)$$

Keterangan :

$S_{ij}$  : Total dari setiap kolom

$\alpha_{ij}$  : Kolom hasil dari setiap kriteria

4. Normalisasi data dengan cara membagi setiap variabel. Persamaan Rumus yang digunakan dapat dilihat pada rumus 2.3. berikut ini.

$$V_{ij} = \frac{\alpha_{ij}}{S_{ij}} \dots\dots\dots (2.3.)$$

Keterangan :

$V_{ij}$  : Hasil pembagian (Normalisasi data)

$\alpha_{ij}$  : Kolom hasil dari setiap kriteria

$S_{ij}$  : Total dari setiap kolom

5. Menghitung nilai eigen vector dan menguji konsistensinya. Nilai eigen vektor adalah nilai dari bobot setiap variabel. Menurut Kadarsah Suryadi, (2017) pengujian konsistensi yang diperbolehkan harus kurang  $< 0.1$ , jika melebihi maka harus mengulangi pengambilan data atau penilaian[2].

Prinsip dasar pada AHP dalam menyelesaikan masalah yaitu sebagai berikut:

#### 1. *Decomposition*

*Decomposition* merupakan bentuk pemecahan masalah dan membaginya menjadi beberapa bagian atau variabel yang saling berhubungan ke bentuk susunan hierarki. Bentuk susunan dari dekomposisi ini yaitu:

- a. Tingkat atau level pertama : Tujuan yang ingin dicapai
- b. Tingkat atau level kedua : Kriteria seleksi

Untuk menentukan kriteria seleksi ada teori yang mendukungnya. Menurut Daryus A, (2008) tujuan pemeliharaan yang utama adalah[13];

- Memperpanjang kegunaan aset.
- Menjamin ketersediaan optimum peralatan produksi dan mendapatkan laba investasi semaksimal mungkin.
- Menjamin keselamatan operator.

Sedangkan menurut Sofyan Assauri, (2004) tujuan pemeliharaan yaitu[14];

- Kemampuan produksi dapat memenuhi rencana.
- Menjaga kualitas pada tingkatan yang tepat.
- Mencapai tingkat biaya pemeliharaan serendah mungkin.
- Menghindari tindakan perawatan yang membahayakan operator.

- c. Tingkat atau level ketiga : Alternatif solusi

- *Corrective Maintenance*

Pada strategi ini, pemeliharaan hanya dilakukan apabila terjadi breakdown (rusak) saja. Strategi ini tidak memerlukan jadwal, biaya, serta operator pemeliharaan yang khusus. Akan tetapi apabila terjadi kerusakan dapat menimbulkan biaya (penggantian komponen) yang besar. Selain itu, pada sistem ini tidak dianalisa dampak kerusakan yang mungkin timbul akibat breakdown.

- *Periodic Maintenance*

Pada strategi ini, kegiatan pemeliharaan dilakukan secara terjadwal (periodik), meskipun ada atau tidak ada kerusakan yang terjadi. Biaya pemeliharaan ini cenderung kecil, dan dapat dilakukan oleh karyawan tak terlatih. Namun kelemahannya adalah masih mungkin terjadi breakdown pada mesin.

- *Predictive Maintenance*

*Predictive maintenance* memonitor berbagai macam kondisi pada komponen/mesin. Aktifitas pemeliharaan dilakukan sekali di awal untuk memprediksi kapan penggantian part atau perbaikan akan dilakukan.

## 2. *Comparative Judgement*

Proses utama dalam metode AHP adalah pemberian penilaian karena akan sangat mempengaruhi prioritas setiap variabel. Hasil penilaian yang telah diberikan akan diolah menjadi bentuk matrik perbandingan berpasangan. Menurut Saaty dalam buku sistem pendukung keputusan untuk menilai suatu pendapat diberikan dengan skala perbandingan 1 hingga 9. Skala perbandingan tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut ini.

Tabel 2.1. Skala penilaian Saaty

Skala	Keterangan
1	Sama penting ( <i>Equal</i> ), yaitu pengaruh antara dua elemen yang dibandingkan sama pentingnya
3	Sedikit lebih penting ( <i>Moderate</i> ), yaitu satu elemen sedikit lebih penting pengaruhnya dibandingkan elemen yang satunya
5	Cukup penting ( <i>Strong</i> ), yaitu satu elemen cukup penting pengaruhnya dibandingkan elemen yang satunya
7	Sangat penting ( <i>Very Strong</i> ), yaitu satu elemen lebih penting pengaruhnya dibandingkan elemen yang satunya
9	Mutlak lebih penting ( <i>Extreme</i> ), yaitu satu elemen mutlak paling penting pengaruhnya dibandingkan elemen yang satunya
2,4,6,8	Penilaian diantara dua penilaian yang berdekatan

Sumber : Saaty, T. Lorie. 1993



### 3. *Synthesis of Priority*

*Synthesis of priority* adalah proses penilaian eigen vector method yang berguna untuk memperoleh bobot prioritas dari setiap variabel pada susunan atau struktur hirarki. Rumus yang digunakan untuk memperoleh bobot prioritas dari setiap variabel yaitu menggunakan rumus 2.4. berikut ini.

$$P_i = \sum_{j=1}^n \frac{V_{ij}}{n} \dots\dots\dots (2.4.)$$

Keterangan :

$P_i$  : Prioritas relatif

$V_{ij}$  : Hasil pembagian (Normalisasi data)

$n$  : Total baris (kriteria)

### 4. *Logical Consistency*

*Logical consistency* yaitu proses pengujian tingkat konsistensi dari penghitungan nilai eigen vektor. Rumus yang digunakan dalam menghitung indeks konsistensi yaitu menggunakan rumus 2.4. sedangkan untuk menghitung rasio konsistensi menggunakan rumus 2.5. berikut ini.

$$CI = \frac{(\lambda_{max} - n)}{(n-1)} \dots\dots\dots (2.5)$$

$$CR = \frac{CI}{RI} \dots\dots\dots (2.6)$$

Keterangan :

$CI$  : *Consistency Index*

$CR$  : *Consistency Ratio*

$\lambda_{max}$ : *Eigen Value* maksimum

$RI$  : *Random Index*

Skala dari random indeks (RI) dapat dilihat pada Tabel 2.2 berikut ini :

Tabel 2.2. Nilai Random indeks (RI)

<b>N</b>	<b>RI</b>
1	0.00
2	0.00
3	0.58
4	0.90
5	1.12
6	1.24
7	1.32
8	1.41
9	1.45
10	1.49

*Sumber : Saaty, T. Lorie. 1993*