

BAB II

LANDASAN TEORI

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai dasar teori yang digunakan pada penelitian ini. Untuk itu, bab ini akan dibagi menjadi dua sub bab utama, yaitu sub bab pemeliharaan, dan sub bab pengambilan keputusan multi atribut (*multi attribute decision making*). Sub bab pertama menjelaskan konsep pemeliharaan serta tipe-tipe pemeliharaan yang menjadi alternatif solusi dalam penelitian ini. Sub bab kedua menjelaskan tentang teori pengambilan keputusan multi-atribut. Sub bab ini juga akan membahas dua metode MADM yang akan dipakai, yaitu *analytical hierarchy process* (AHP) dan *technique of ordering preferences by similarity to ideal solution* (TOPSIS). Secara garis besar juga akan dibahas mengenai konsep dasar dan langkah-langkah perhitungan yang akan digunakan pada penelitian ini.

2.1 Pemeliharaan

Definisi pemeliharaan adalah segala aktifitas yang dilakukan untuk mempertahankan kondisi sebuah item/komponen/peralatan, atau mengembalikannya ke dalam kondisi tertentu. Sedangkan Komite Standarisasi Eropa (*Comitee Europeen de Normalisation*), *European Committee for Standarization*) mendefinisikan pemeliharaan sebagai kombinasi dari teknik, administrative, dan aktifitas manajerial dalam suatu siklus hidup sesuatu untuk mempertahankan kondisi, atau mengembalikan keadaan kedalam suatu kondisi tertentu sehingga dapat menjalankan fungsinya dengan baik (SS-CEN 13306:2001)

2.1.1 Tiga Dasar Utama Pemeliharaan

- **Membersihkan (*Cleaning*)**
Pekerjaan pertama yang paling mendasar adalah membersihkan peralatan / mesin dari debu maupun kotoran – kotoran lain yang dianggap tidak perlu. Debu tersebut akan menjadi inti bermulanya proses kondensasi dari uap air yang berada di udara. Pekerjaan membersihkan akan sangat baik apabila

dilaksanakan secara periodik dan dengan disiplin tinggi dengan menyesuaikan dinamika operasi mesin / peralatan bersangkutan.

- **Memeriksa (*Inspection*)**
Pekerjaan kedua adalah memeriksa bagian – bagian dari mesin yang dianggap perlu. Pemeriksaan terhadap unit instalasi mesin perlu dilakukan secara teratur mengikuti suatu pola jadwal yang sudah diatur.
- **Memperbaiki (*Repair*)**
Pekerjaan selanjutnya adalah memperbaiki bila terdapat kerusakan – kerusakan pada bagian unit instalasi mesin sedemikian rupa sehingga kondisi unit instalasi tersebut dapat mencapai standard semula dengan usaha dan biaya yang wajar.

2.1.2 Konsep-Konsep Pemeliharaan

Menurut Ebellling, terdapat 4 konsep dalam pemeliharaan, yaitu Konsep Keandalan, Keterawatan, Ketersediaan dan Konsep *Preventive Maintenance*.

- Konsep Keandalan (*Reliability*) adalah probabilitas suatu komponen atau sistem akan beroperasi sesuai dengan fungsi yang ditetapkan dalam jangka waktu tertentu ketika digunakan dalam kondisi operasional tertentu. Keandalan juga berarti kemampuan suatu peralatan untuk bertahan dan tetap beroperasi sampai batas waktu tertentu.
- Konsep Keterawatan (*Maintainability*) adalah probabilitas suatu komponen atau sistem yang rusak akan diperbaiki atau dipulihkan kembali pada kondisi yang telah ditentukan selama periode waktu tertentu dimana dilakukan perawatan sesuai dengan prosedur yang seharusnya. Keterawatan suatu peralatan dapat didefinisikan sebagai probabilitas peralatan tersebut untuk bisa diperbaiki pada kondisi tertentu dalam periode waktu tertentu.
- Konsep Ketersediaan (*Availability*) adalah probabilitas suatu komponen atau sistem menunjukkan kemampuan yang diharapkan pada suatu waktu tertentu ketika dioperasikan dalam kondisi operasional tertentu. Ketersediaan juga dapat diinterpretasikan sebagai persentase waktu operasional sebuah komponen atau sistem selama interval waktu tertentu. Ketersediaan berbeda dengan keandalan, dimana ketersediaan adalah

probabilitas komponen berada dalam kondisi tidak mengalami kerusakan meskipun sebelumnya komponen tersebut telah mengalami kerusakan dan diperbaiki atau dipulihkan kembali pada kondisi operasi Normalnya. Oleh karena itu, ketersediaan sistem tidak pernah lebih kecil daripada kendalan sistem. Ketersediaan mengandung dua komponen utama yaitu keandalan (*reliability*) dan keterawatan (*maintainability*). Tingkat keandalan yang rendah dapat diimbangi dengan usaha peningkatan perawatan sehingga tingkat kecepatan aksi perawatan berpengaruh terhadap tingkat ketersediaan sistem. Seperti halnya pada keandalan dan keterawatan, ketersediaan merupakan probabilitas sehingga teori probabilitas dapat digunakan untuk menghitung nilai ketersediaan.

- Konsep *Preventive Maintenance* pertama kali diterapkan di Jepang pada tahun 1971. Konsep ini mencakup semua hal yang berhubungan dengan maintenance dengan segala implementasinya di lapangan. Konsep ini mengikutsertakan pekerja dari bagian produksi untuk ambil bagian dalam kegiatan *maintenance* tersebut. Dengan demikian maka diharapkan terjadi kerjasama yang baik antara bagian *maintenance* dan bagian produksi. *Preventive Maintenance* dapat diartikan sebagai suatu pengamatan secara sistematis disertai analisis ekonomis untuk menjamin berfungsinya suatu peralatan produksi dan memperpanjang umur peralatan yang bersangkutan.

2.1.3 Manajemen Pemeliharaan

Manajemen pemeliharaan adalah segala aktifitas manajemen dalam menentukan tujuan dan prioritas, strategi, dan tanggung jawab, serta implementasinya dalam bentuk perencanaan pemeliharaan, pengawasan, dan peningkatan metode, termasuk di dalamnya aspek ekonomis dalam organisasi. Beberapa literature mendefinisikan manajemen pemeliharaan sebagai manajemen asset yang dimiliki perusahaan, dan dipandang dengan memaksimalkan nilai *return on investmen* (ROI) dari asset tersebut. Sedangkan Al-Najjar (1997) dan Kelly (1997) mendefinisikan strategi pemeliharaan meliputi identifikasi, penelitian, dan pelaksanaan berbagai macam keputusan yang terkait dengan perbaikan, penggantian, maupun inspeksi kondisi peralatan atau asset.

Beberapa keuntungan yang didapat dengan menerapkan pemeliharaan sebagai penopang strategi perusahaan:

- Mengurangi total biaya pemeliharaan (biaya suku cadang dan biaya overtime)
- Memiliki stabilitas proses yang lebih baik
- Memperpanjang usia peralatan dan mesin
- Mengoptimalkan jumlah suku cadang
- Meningkatkan kerusakan lingkungan sekitar

Sembilan langkah penerapan manajemen pemeliharaan yang efektif, menurut Dhillon meliputi:

- Identifikasi kekurangan/defisiensi
- Menentukan tujuan pemeliharaan
- Menentukan prioritas
- Menentukan parameter pengukuran performa
- Menentukan rencana jangka pendek dan rencana jangka panjang
- Mengimplementasikan rencana
- Mendokumentasikan hasil pelaksanaan rencana jangka panjang maupun pendek
- Reportase status
- Memeriksa progress tahunan

Dalam pelaksanaannya, pemeliharaan pada suatu mesin bisa saja berbeda untuk mesin lainnya. Pemeliharaan sebaiknya dilakukan dengan mengklasifikasi mesin dan peralatan kedalam beberapa golongan sehingga penerapan pemeliharaan dapat menjadi efektif. Klasifikasi mesin/peralatan yang menjadi sasaran sistem pemeliharaan dapat dibagi tiga, yaitu:

1. Kategori kritis

Mesin/peralatan yang dianggap kritis dalam pemeliharaan umumnya memiliki kriteria berikut:

- Kerusakannya dapat membahayakan area pabrik
- Mesin/peralatan yang jika rusak/*breakdown* dapat menghambat seluruh kegiatan produksi
- Mesin/peralatan yang mempunyai biaya inisial yang tinggi, tidak dapat diperbaiki, atau dapat diperbaiki namun dengan biaya yang mahal dan waktu yang lama
- Mesin/peralatan yang performanya sensitif terhadap kerusakan kecil
- Mesin/peralatan yang jika dipelihara dapat meningkatkan efisiensi dan menghemat energy

2. Kategori esensial

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

- Kerusakannya dapat membahayakan area pabrik
- Mesin/peralatan yang membutuhkan waktu yang tidak terlalu lama dan biaya yang tidak terlalu mahal dalam perbaikannya
- Mesin/peralatan yang performanya sensitif terhadap kerusakan kecil, namun kerusakannya dapat dianalisa secara historis
- Mesin/peralatan yang memerlukan perawatan berkala

3. Kategori Umum

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

- Kerusakannya tidak membahayakan area pabrik
- Mesin/peralatan yang fungsinya tidak kritis pada rantai produksi
- Mesin/peralatan yang mempunyai cadangan

2.1.4 Sistem Pemeliharaan Menurut Swanson

Sistem Pemeliharaan sebagai strategi perusahaan untuk mendukung kinerja produksi, menurut Swanson dapat dibagi menjadi tiga garis besar:

1. 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. Namun kekurangannya adalah kerusakan yang tidak dapat di prediksi sewaktu-waktu, tingginya jumlah scrap, dan tingginya biaya yang diakibatkan kecelakaan akibat *breakdown* pada mesin/peralatan.

2. 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.

- 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.

- Pemeliharaan Prediktif (*Predictive Maintenance*)

Pemeliharaan prediktif sering ditunjuk sebagai pemeliharaan berdasarkan kondisi. Artinya, aktifitas pemeliharaan baru dilakukan pada suatu kondisi mesin tertentu. Dalam pemeliharaan prediktif, digunakan berbagai peralatan untuk mendiagnosa mesin untuk mengukut 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*.

3. Pemeliharaan Agresif (*Aggressive Maintenance*)

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*).

Aktifitas pemeliharaan pada TPM meliputi eliminasi 6 wastes yaitu: kegagalan mesin, waktu setup dan adjustment, gangguan kemacetan dan idle, serta kerusakan/cacat produk. Dalam TPM, dibentuk suatu grup kecil yang mengkoordinasikan divisi pemeliharaan dan divisi produksi untuk membantu pelaksanaan pemeliharaan. Para pekerja di bagian produksi juga terlibat dalam melakukan pemeliharaan dan mempunyai peran yang penting dalam mengawasi kondisi mesin/peralatan. Upaya ini dapat meningkatkan keahlian para pekerja dan mengefektifkan peran pekerja dalam mempertahankan kondisi peralatan dalam keadaan optimal

2.1.5 Sistem Pemeliharaan Menurut Bengston

Sedangkan Bengston, mengklasifikasikan sistem pemeliharaan sebagai berikut:

1. *Corrective Maintenance*

Corrective Maintenance adalah pemeliharaan yang menggunakan pendekatan aktifitas pemeliharaan hanya dilakukan ketika mesin/alat

breakdown. Pengertian *corrective maintenance*, menurut SS-EN 1306 (2001) adalah: Pemeliharaan yang dilakukan setelah mengenali kerusakan yang terjadi dan bertujuan untuk mengembalikan kondisi ke keadaan dimana mesin/peralatan tersebut dapat berfungsi dengan baik. Tipe pemeliharaan ini dibagi menjadi dua, yaitu pemeliharaan korektif tertunda dan pemeliharaan korektif langsung. Pemeliharaan korektif tertunda dilakukan jika kerusakan/*breakdown* tidak mempengaruhi kinerja produksi secara keseluruhan. Aktifitas pemeliharaan kemudian dapat dilakukan di lain hari untuk mencegah terjadinya gangguan pada alur produksi. Pemeliharaan korektif langsung dilakukan secepatnya ketika kerusakan terjadi. Pemeliharaan tipe ini dilakukan jika mesin/peralatan tersebut dapat mempengaruhi aktifitas produksi secara keseluruhan.

2. *Preventive Maintenance*

Preventive maintenance, menurut definisi SS-EN 13306-2001 merupakan pemeliharaan yang dilakukan pada (jadwal) interval atau kriteria yang telah ditentukan untuk mengurangi kemungkinan kerusakan atau degradasi fungsi mesin/peralatan. Berdasarkan pengertian ini, *preventive maintenance* dapat dibagi menjadi dua, yaitu:

- *Predetermined maintenance*. Aktifitas pemeliharaan dilakukan berdasarkan interval waktu tertentu atau banyaknya penggunaan tanpa investigasi terlebih dahulu terhadap kondisi mesin/peralatan tersebut.
- *Condition based maintenance*. Aktifitas pemeliharaan preventif yang berdasarkan performa atau parameter pengawasan (*parameter monitoring*). Pengawasan terhadap performa dan parameter kondisi pada *condition based maintenance* (CBM), menurut Bengston, dapat dilakukan berdasarkan jadwal yang ditentukan atau kontinyu.

Bengston menjelaskan bahwa *predictive maintenance* merupakan bagian dari CBM dimana *predictive maintenance* menggunakan teknik peramalan berdasarkan data hasil pengawasan untuk memperkirakan kondisi mesin/alat di masa depan. Dalam

hal ini, Bengston mempunyai pandangan yang sedikit berbeda dengan Swanson di atas.

Pemeliharaan prediktif pada dasarnya adalah pemeliharaan dengan memperhatikan kondisi mesin/peralatan. Aktifitas pemeliharaan dilaksanakan setelah kondisi mesin/peralatan mencapai parameter tertentu. Beberapa teknik yang digunakan dalam pemeliharaan prediktif adalah:

1. *Vibration Monitoring*. Merupakan teknik yang paling efektif untuk mendeteksi kerusakan mekanik pada mesin berputar (*rotaring machine*), seperti turbin dan generator.
2. *Acoustic Emission*. Teknik untuk mendeteksi kerusakan dan retakan pada struktur bangunan dan pipa.
3. *Oil Analysis*. Pada teknik ini, minyak pelumas dianalisa untuk mengawasi kondisi komponen mesin dinamik, seperti bearing dan gear.
4. *Particle Analysis*. Teknik untuk menganalisa partikel/debu yang diakibatkan penggunaan mesin yang sudah using. Teknik ini dapat menentukan tren degradasi performa mesin tersebut.
5. *Corosion Monitoring*. Mengukur tingkat karat pada struktur bangunan atau pipa dengan menggunakan sinar ultrasonic.
6. *Thermography*. Teknik ini digunakan untuk menganalisa peralatan mekanik dan elektrik dengan mengukur suhu pada komponen tersebut.
7. *Performance Monitoring*. Teknik yang paling efektif dalam mengukur permasalahan dalam suatu mesin/komponen dengan menggunakan konsep efisiensi.

2.1.6 Pemeliharaan Kendaraan dan Alat Berat

Latar belakang dalam pemeliharaan kendaraan dan alat berat adalah target kerja yang harus dituntaskan, kondisi unit baik dari segi umur unit dan kerusakan yang terdapat pada kendaraan, kinerja unit apakah sudah sesuai dengan jam kerja yang dibebankan setiap harinya dan pencapaian unit, serta biaya yang dikeluarkan untuk pemeliharaan.

Terdapat 3 tujuan pemeliharaan dan perawatan kendaraan dan alat berat secara rutin, diantaranya:

- Pemeriksaan dan perawatan rutin berkala akan membantu dalam mengantisipasi kerusakan yang lebih jauh lagi (fatal)
- Mengurangi *down time* unit
- Efektivitas kerja unit dan target kerja

Perawatan unit dibagi kedalam 4 bagian, yaitu:

- Pemeliharaan/Perawatan harian

Perawatan harian merupakan tanggung jawab operator dan *staff* (asisten). Asisten harus mengajari operator mengenai bagaimana cara yang tepat dalam melakukan perawatan harian. Perawatan tersebut meliputi pemeriksaan dan perawatan setiap pagi sebelum operasi dan pembersihan unit setelah operasi. 15 kegiatan yang dikategorikan kedalam pemeriksaan dan perawatan harian:

- Pemeriksaan seluruh *level* oli sebelum mesin dihidupkan
- Pemeriksaan air battery beserta kabel kabelnya
- Pemeriksaan air radiator
- Pemeriksaan rem
- Pemeriksaan kopling (jarak pedal)
- Pemeriksaan sistem listrik dan lampu
- Pemeriksaan ketegangan tali kipas
- Pemeriksaan tekanan angin ban
- Pemeriksaan seluruh baut - baut terutama baut roda
- Pemeriksaan fungsi sistem hidrolik
- Pemeriksaan kebocoran oli
- Pada awal menghidupkan mesin jalan dengan putaran mesin yang rendah
- Pembersihan *air cleaner* sebaiknya dilakukan setiap hari
- Pengisian BBM sebaiknya dilakukan setelah unit beroperasi pada sore hari untuk menghindari ruang kosong dalam tangki bahan bakar

- Pembersihan unit setelah selesai beroperasi sebaiknya dilakukan setiap hari jika memungkinkan

- Pemeliharaan / Perawatan rutin berkala

Perawatan berkala didasarkan pada jam kerja mesin (*Hour Machine*), didasarkan pada rekomendasi dari pihak pembuat unit. Pelaksanaannya pun bisa dilakukan secara mandiri atau dengan pihak kedua (*vendor*). Perawatan secara berkala meliputi pemeriksaan rutin kondisi unit, penggantian pelumas dan penggantian suku cadang. Bagan alir perawatan secara berkala dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.1 Bagan Alir Pemeliharaan/Perawatan Secara Berkala

- Perbaikan ringan

Perbaikan ringan dilakukan bila terjadi kerusakan yang terjadi secara *incidental*. Perbaikan tersebut dapat dilakukan secara mandiri atau dengan bantuan pihak lain. Penggantian suku cadang mempunyai 2 sistem yaitu sistem penyediaan barang dan sistem pengeluaran barang.

Dalam penyediaan suku cadang harus disesuaikan dengan *budget* yang dimiliki oleh perusahaan. Kemudian penyediaan tersebut harus diatur berdasarkan kebutuhan. Dalam suatu unit kendaraan maupun alat berat, terdapat sebuah pola dimana bagian apa aja yang rentan untuk diperbaiki. Sehingga pola tersebut dapat dimanfaatkan sebagai rujukan untuk penyediaan suku cadang yang berdasarkan kebutuhan. Selanjutnya, setelah disesuaikan dengan *budget* dan diatur berdasarkan kebutuhan, hal

fundamental lain yang harus diperhatikan dalam penyediaan suku cadang adalah minimal stok yang harus disediakan. Minimal stok tersebut harus diatur per satuan waktu, memperhatikan faktor jarak dan proses penyediaan barang.

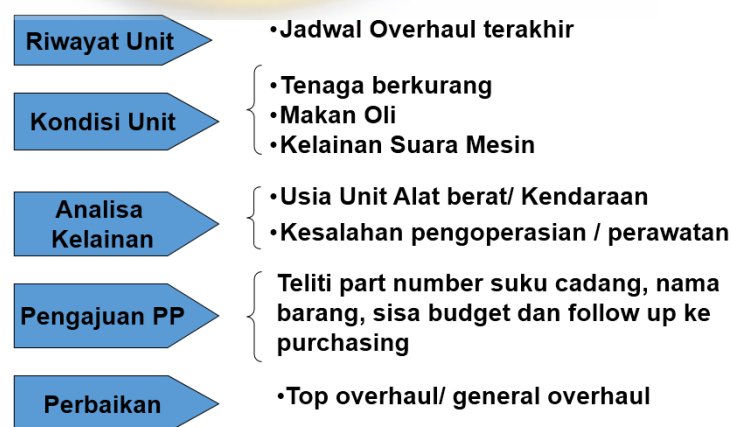
Sedangkan system pengeluaran suku cadang mempunyai 3 aturan yaitu permintaan melalui staff traksi, persetujuan pimpinan untuk pengeluaran part dan pengeluaran part dari gudang harus menggunakan sistem FIFO (*First In First Out*)

- Overhaul

Kegiatan overhaul dilakukan jika suatu unit kendaraan dan alat berat telah mencapai jadwal (waktu) pelaksanaan overhaul / faktor umur unit. Alasan lain untuk melaksanakan overhaul adalah apabila terjadi kerusakan parah yang mengakibatkan diperlukan tindakan overhaul. Overhaul memiliki 4 kategori:

- *Top Overhaul*
- *Engine Overhaul*
- *General Overhaul*
- *Undercarriage*

Bagan alir overhaul dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.2 Bagan Alir Overhaul

2.1.6 Pemeliharaan Kendaraan *Dumptruck*

Truck ataupun *dump truck* masih menjadi alat angkut yang vital dalam berbagai industri. Oleh sebab itu, banyak produsen yang bermain di pasar *truck* serta *dump truck* di Indonesia. Berbagai produsen hadir dengan kelebihan teknologi dan fitur guna mempermudah mengoperasikan truk serta mempermudah menyelesaikan pekerjaan. Tak hanya itu, hampir sebagian besar alat berat jenis ini menggunakan mesin diesel yang memiliki tenaga besar. Tenaga besar pada mesin diperlukan untuk memudahkan *truck* melaju dengan beban berat. Tak hanya itu, beberapa *truck* juga memiliki sistem hidrolis dibagian baknya untuk mempermudah bongkar muat. Dengan hidrolis, bagian depan bak akan mudah terangkat sehingga bahan material dapat turun dengan mudah.

Untuk masalah perawatan, perawatan *truck* dengan mesin diesel berteknologi tinggi berbeda dengan truk konvensional. Banyak yang harus diperhatikan untuk menjaga performa dan kinerja *truck* atau *dump truck* tetap terjaga. *Truck* yang digunakan untuk industri pertambangan atau perkebunan misalnya, berbeda dengan *truck* yang digunakan untuk logistik. *Truck* untuk pertambangan biasanya mengangkut material yang sangat berat namun dengan jarak yang tak terlalu jauh. Sementara itu, *truck* untuk logistik biasanya dipersiapkan untuk memindahkan barang dengan jarak cukup jauh.

Ada beberapa hal yang harus diperhatikan untuk menjaga mesin pada *dump truck* aman melaju. Memang mesin bagian yang cukup penting selain sistem lainnya termasuk sistem hidrolis pada bak. Kebanyakan *dump truck* membutuhkan perawatan yang lebih karena jam kerja mesin yang berlebihan, menyebabkan perlunya pergantian parts mesin dan komponen lainnya pada *dump truck*.

Berikut beberapa kiat dan tips perawatan *dump truck* untuk menjaga kondisi alat angkut ini tetap nyaman saat digunakan

- Pemakai *truck* bermesin diesel sebaiknya jangan terburu-buru menjalankan *truck*. Ada baiknya untuk melakukan pemanasan pada mesin saat pertama

kali dihidupkan, sekiranya 3-5 menit. Pemanasan ini berfungsi untuk memberikan pelumasan maksimal pada seluruh bagian mesin.

- Ketika akan digunakan cek kembali tangki bahan bakar. Jangan sampai tangki solar kosong. Disarankan saat tangki berisi 1/3 dari kapasitas, harus segera diisi kembali. Jika tangki kosong atau habis solarnya, pengendara truck harus memompa injeksi pump karena sifat solar tidak menguap. Bila terjadi kerusakan pada injeksi pump sebaiknya segera ke perbaiki di bengkel resmi.
- Gunakan oli mesin yang direkomendasikan pabrikan sebagai salah satu tips perawatan *dump truck*. Mesin yang sudah dibekali *turbocharger* berbeda dengan mesin konvensional.
- Ganti filter solar secara rutin. Dengan mengganti komponen ini secara rutin maka dapat meminimalkan kotoran yang masuk ke dalam mesin.
- Bersihkan filter udara dan ganti jika perlu sesuai aturan pabrikan.
- Hindari mematikan mesin secara mendadak. Beberapa *dump truck* dibekali fitur khusus meskipun kunci kontak mati, namun mesin masih tetap hidup sampai suhu mesin normal kembali.
- Hidrolik merupakan komponen vital dari sebuah *dump truck*. Untuk itulah, dibutuhkan tips perawatan *dump truck* agar komponen ini dapat bekerja maksimal. Pastikan tidak ada kebocoran pada sistem hidrolis. Bersihkan komponen hidrolis setelah melakukan pekerjaan. Komponen hidrolis yang kotor akan menyebabkan kinerja hidrolis tak maksimal.
- Wajib gunakan solar berkualitas. beberapa mesin diesel telah mengusung teknologi yang baru. Beberapa mesin truck akan mati dan tidak bisa dihidupkan jika kondisi solar tidak bagus dan kotor. Terdapat sensor solar pada mesin *dump truck*.

2.2 Multi Attribute Decision-Making (MADM)

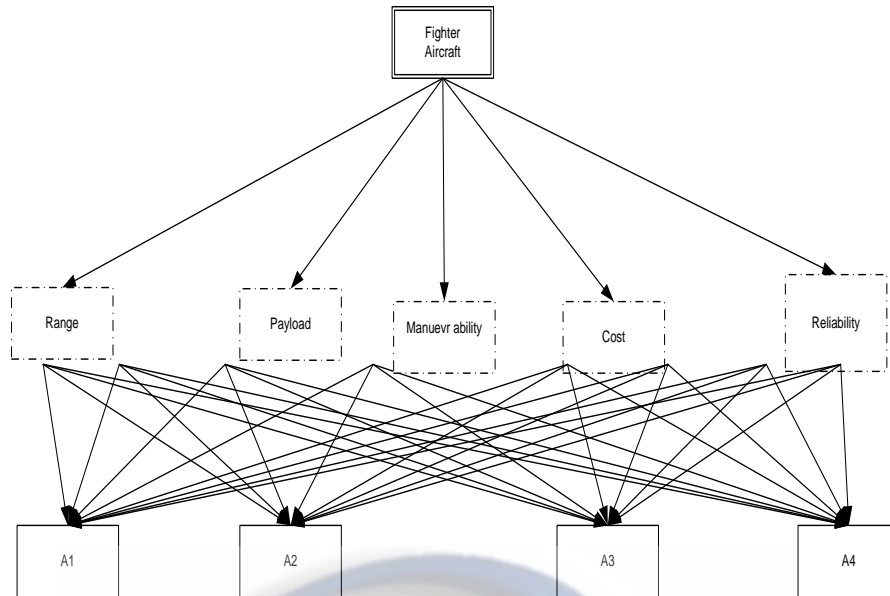
Pengambilan keputusan dengan multi-atribut (*multi attribute decision-making*) adalah preferensi terhadap suatu alternatif solusi (dalam hal pemilihan, evaluasi, maupun pemeringkatan) dalam seperangkat alternatif yang tersedia yang mempunyai karakteristik multi-atribut dan seringkali bertentangan. MADM

merupakan cabang dari MCDM (*multi criteria decision-making*). Selain MADM, cabang MCDM lainnya adalah MODM (*multi objective decision-making*). Pada MODM, tujuannya adalah merancang alternatif terbaik dengan berbagai tujuan yang saling bertentangan. Sebagai contoh, produsen mobil yang hendak memaksimalkan efisiensi bahan bakar dan kenyamanan berkendara.

Metode-metode dalam MADM umumnya mempunyai karakteristik yang sama, yaitu:

- Mempunyai sejumlah alternatif solusi yang akan dievaluasi/diprioritaskan/dipilih.
- Setiap permasalahan memiliki atribut/kriteria yang menentukan bagaimana tujuan akan dicapai. Konteks dan jumlah atribut/kriteria yang dibentuk disesuaikan dengan permasalahan yang ada.
- Setiap atribut mempunyai unit ukur yang dapat berupa kualitatif maupun kuantitatif. Unit ukur kuantitatif juga belum tentu memiliki satuan ukur yang sama dalam tiap-tiap atribut.
- Hampir semua metode dalam MADM mengharuskan adanya informasi tentang kepentingan relatif (*relative importance*) antar atribut.
- Setiap proses pengerjaan MADM dapat digambarkan dengan format matriks $m \times n$, dimana m merupakan baris alternatif, sedangkan n merupakan set kriteria. Elemen x_{mn} dibaca sebagai nilai alternatif baris m terhadap kriteria kolom n .

Contoh pembentukan kriteria diambil dari jurnal Kwangsun Yoon dan C.L. Hwang yang berjudul "*Multiple Attribute Decision Making: An Introduction*". Pada jurnal tersebut diberikan contoh hierarki pembentukan kriteria pada strategi pemeliharaan *fighter aircraft* (pesawat tempur). Hierarki dapat dilihat pada gambar di bawah ini



Gambar 2.3 Kriteria Prioritas Fighter Aircraft Kwang & Yoon

Pada hierarki di atas, terdapat 3 tingkatan, tingkatan pertama adalah tujuan dari penelitian itu sendiri, tingkatan kedua adalah kriteria dan tingkatan ketiga adalah alternatif yang menjadi penghubung dari setiap kriteria. Pada penelitian kali ini, dibuat 4 tingkatan, yaitu tujuan dari penelitian, dilanjutkan dengan kriteria. Pada tingkatan ketiga dibentuk subkriteria agar kriteria-kriteria yang telah dibentuk dapat di *breakdown* lebih rinci lagi dengan bantuan analisis dari pihak manajemen perusahaan. Tingkatan terakhir merupakan alternatif yang terdiri dari 4, yaitu *preventive, predictive, condition based* dan *corrective maintenance*.

Pembentukan kriteria pada strategi pemeliharaan dumptruk pada perusahaan PT RDR Perkasa, dibentuk dengan mengadopsi 3 aspek kriteria yang berasal dari jurnal Kwangsun Yoon dan C.L. Hwang, yaitu kriteria *cost* (biaya), *reliability* (fasilitas), dan *maneuverability* (kehandalan). Aspek *payload* tidak dimasukkan ke dalam kriteria karena masih termasuk ke dalam kriteria *cost*. Untuk aspek *speed* dan *range* tidak dimasukkan dalam strategi pemeliharaan *dumptruck* karena dianggap tidak relevan. Kriteria yang tidak ada di dalam hierarki diatas yang dianggap penting dan krusial dalam strategi pemeliharaan *dumptruck* yaitu kriteria *safety* (keselamatan). Karena pada dasarnya dalam pemeliharaan *dumptruck* aspek keselamatan adalah

aspek yang paling utama, karena moda transportasi dalam industri wajib mementingkan aspek keselamatan.

Penentuan subkriteria tidak didasarkan pada jurnal diatas, karena jurnal diatas hanya pada tingkatan kriteria lalu dilanjutkan ke tahapan alternatif. Oleh karena itu, untuk membuat penelitian ini lebih rinci dan lebih mengetahui poin penting dalam strategi pemeliharaan, dibuat subkriteria sebelum dilanjutkan ke tahap alternatif. Hwang dan Yoon (1981) memberikan taksonomi untuk metode-metode didalam MADM. Pada klasifikasi ini, metode dikategorikan berdasarkan tipe informasi yang diterima oleh pengambil keputusan. Klasifikasi metode dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 2.1 Taksonomi Metode MADM

	Type of Information from DM	Salient Feaure of Information	Major Class of Method
MADM	No Information		Dominance
	Information on Environment	Pesimistic	Maximin
		Optimistic	Maximax
	Information on Attribute	Standard Level	Conjuctive Method
			Disjunctive Method
		Ordinal	Lexicographic Method
			Elimination by Aspect
		Cardinal	Simple Addictive Weighting
			Weighted Product
			TOPSIS
			ELECTRE
Median Ranking Method			
		AHP	

Sumber: Yoon, Kwangsun. & Hwang, C.L. (1995). Multiple Attribute Decision

Jika tidak ada informasi yang diberikan, maka metode *Dominance* dapat diterapkan. Jika informasi memberikan keterangan tentang lingkungan, baik bersifat pesimis atau optimis, maka metode *Maxinin* atau *Maximax* dapat diterapkan. Jika informasi yang diberikan kepada pengambil keputusan merupakan informasi tentang atribut, informasi tersebut dapat dibagi menjadi beberapa jenis. Pertama, berupa *standard level* minimum pada atribut. Kedua, berupa bobot atribut berdasarkan skala ordinal. Ketiga, berdasarkan skala cardinal.

Dalam pemilihan strategi pemeliharaan dumptruk, penelitian ini menggunakan metode AHP dan TOPSIS yang akan dijabarkan pada bagian selanjutnya.

2.2.1 Analytical Hierarchy Process (AHP)

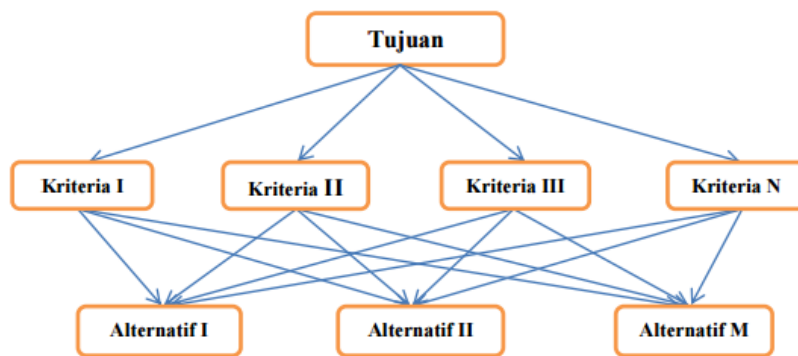
Metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP) dikembangkan oleh Thomas L. Saaty pada tahun 70-an ketika di Warston school. Metode AHP merupakan salah satu metode yang dapat digunakan dalam sistem pengambilan keputusan dengan memperhatikan faktor-faktor persepsi, preferensi, pengalaman dan intuisi. AHP menggabungkan penilaian-penilaian dan nilai-nilai pribadi ke dalam satu cara yang logis. Dengan hirarki, suatu masalah yang kompleks dapat diuraikan ke dalam kelompok-kelompoknya yang kemudian diatur menjadi suatu bentuk hirarki sehingga permasalahan akan tampak lebih terstruktur dan sistematis.

Dalam menyelesaikan persoalan dengan metode AHP ada beberapa prinsip dasar yang harus dipahami antara lain:

1. *Decomposition*

Pengertian *decomposition* adalah memecahkan atau membagi problema yang utuh menjadi unsur – unsurnya ke bentuk hirarki proses pengambilan keputusan, dimana setiap unsur atau elemen saling berhubungan. Untuk mendapatkan hasil yang akurat, pemecahan dilakukan terhadap unsur – unsur sampai tidak mungkin dilakukan pemecahan lebih lanjut, sehingga didapatkan beberapa tingkatan dari persoalan yang hendak dipecahkan. Struktur hirarki keputusan tersebut dapat dikategorikan sebagai *complete* dan *incomplete*. Suatu hirarki keputusan disebut *complete* jika semua elemen pada suatu tingkat memiliki hubungan terhadap semua elemen yang ada pada tingkat berikutnya, sementara hirarki keputusan *incomplete* kebalikan dari hirarki *complete*. Bentuk struktur dekomposisi yakni:

Tingkat pertama : Tujuan keputusan (Goal)
Tingkat kedua : Kriteria – kriteria
Tingkat ketiga : Alternatif – alternative



Gambar 2.4 Struktur Hirarki AHP

(Sumber: Buyukyazici, M. & Sucu, M. 2003)

Hirarki masalah disusun untuk membantu proses pengambilan keputusan dengan memperhatikan seluruh elemen keputusan yang terlibat dalam sistem. Sebagian besar masalah menjadi sulit untuk diselesaikan karena proses pemecahannya dilakukan tanpa memandang masalah sebagai suatu sistem dengan suatu struktur tertentu.

2. *Comparative Judgement*

Comparative judgement dilakukan dengan penilaian tentang kepentingan relatif dua elemen pada suatu tingkat tertentu dalam kaitannya dengan tingkatan di atasnya. Penilaian ini merupakan inti dari AHP karena akan berpengaruh terhadap urutan prioritas dari elemen – elemennya. Hasil dari penilaian ini lebih mudah disajikan dalam bentuk matriks *pairwise comparisons* yaitu matriks perbandingan berpasangan memuat tingkat preferensi beberapa alternatif untuk tiap kriteria. Skala preferensi yang digunakan yaitu skala 1 yang menunjukkan tingkat yang paling rendah (*equal importance*) sampai dengan skala 9 yang menunjukkan tingkatan paling tinggi (*extreme importance*).

Gambar 2.5 Skala Perbandingan Berpasangan

Tingkat Kepentingan	Definisi	Keterangan
1	Sama Pentingnya	Kedua elemen mempunyai pengaruh yang sama.
3	Agak lebih penting yang satu atas lainnya	Pengalaman dan penilaian sangat memihak satu elemen dibandingkan dengan pasangannya.
5	cukup penting	Pengalaman dan keputusan menunjukkan kesukaan atas satu aktifitas lebih dari yang lain
7	Sangat penting	Pengalaman dan keputusan menunjukkan kesukaan yang kuat atas satu aktifitas lebih dari yang lain
9	Mutlak lebih penting	Satu elemen mutlak lebih disukai dibandingkan dengan pasangannya, pada tingkat keyakinan tertinggi.
2,4,6,8	nilai tengah diantara dua nilai keputusan yang berdekatan	Bila kompromi dibutuhkan

(Sumber: Buyukyazici, M. & Sucu, M. 2003)

Prinsip ini berarti membuat penilaian tentang kepentingan relatif dua elemen pada suatu tingkat tertentu dalam kaitannya dengan tingkat di atasnya. Penilaian ini merupakan inti dari AHP, karena ia akan berpengaruh terhadap prioritas elemen-elemen. Hasil dari penilaian ini akan tampak lebih baik bila disajikan dalam bentuk matriks yang dinamakan matriks *pairwise comparison*. Pertanyaan yang biasa diajukan dalam penyusunan skala kepentingan adalah:

- a. Elemen mana yang lebih (penting/disukai/mungkin)?
- b. Berapa kali lebih (penting/disukai/mungkin)?

Agar diperoleh skala yang bermanfaat ketika membandingkan dua elemen, seseorang yang akan memberikan jawaban perlu pengertian menyeluruh tentang elemen-elemen yang dibandingkan dan relevansinya terhadap kriteria atau tujuan yang dipelajari. Dalam penyusunan skala kepentingan ini, digunakan acuan seperti pada tabel berikut:

Tabel 2.2 Skala Prioritas Dalam AHP

Nilai	
1	Sama pentingnya (<i>Equal Importance</i>)
2	Sama hingga Sedikit Lebih penting
3	Sedikit Lebih penting (<i>Slightly more Importance</i>)

4	Sedikit Lebih hingga Jelas lebih penting
5	Jelas lebih penting (<i>Materially more Importance</i>)
6	Jelas hingga Sangat jelas lebih penting
7	Sangat jelas lebih penting (<i>Significantly more</i>)
8	Sangat jelas hingga Mutlak lebih penting
9	Mutlak lebih penting (<i>Absolutely more</i>)

(Sumber: Buyukyazici, M. & Sucu, M. 2003)

3. *Synthesis of Priority*

Synthesis of priority dilakukan dengan menggunakan *eigen vector method* untuk mendapatkan bobot relatif bagi unsur – unsur pengambilan keputusan. Setelah mendapatkan nilai perbandingan berpasangan untuk seluruh alternatif, maka dapat dibentuk *unweighted matrix*. *Unweighted matrix* merupakan matrix yang terdiri dari elemen-elemen dengan nilai vektor local hasil dari perbandingan berpasangan.

Ada dua tipe normalisasi yang dapat dilakukan dalam mensintesa hasil yaitu:

- Tipe distributif, tipe ini mendistribusikan nilai prioritas kepada setiap elemen di kolom vektor. Tipe ini menjumlahkan kolom vektor lokal tersebut dibagi dengan nilai hasil penjumlahan untuk mendapatkan hasil tenormalisasi. Hasil tipe distributif ini, jika dijumlah kolom vektornya akan berjumlah 1.
- Tipe ideal, tipe ini menormalisasi kolom vektor dengan membagi elemen kolom vektor dengan nilai vektor terbesar.

4. *Logical Consistency*

Logical consistency merupakan karakteristik penting AHP. Hal ini dicapai dengan mengagresikan seluruh *eigen vector* yang diperoleh dari berbagai tingkatan hirarki dan selanjutnya diperoleh suatu vektor *composite* tertimbang yang menghasilkan urutan pengambilan keputusan. Dengan rumus:

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

CR = Rasio Konsistensi

RI = Indeks Random

Nilai n merupakan ordo matriks m x m kriteria, dari setiap kriteria yang dibentuk dari hasil penilaian berbanding. α maksimum juga didapat dari matriks hasil penilaian berbanding. Sedangkan RI (*Random Index*), didapat dari nilai tabel.

Tabel 2.3 Nilai Random Index

n	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

Nilai ambang batas (*threshold value*) dari CI adalah 0,1. Dapat diartikan bahwa tingkat kepercayaan pada pengambilan keputusan adalah 90% (dengan 10% kesalahan/inkonsistensi). Pada penggunaannya, nilai CI harus dibawah 0,1 untuk mendapatkan hasil yang diinginkan.

Berdasarkan Konsisten. Ada dua model AHP dapat dibagi menjadi dua, yaitu:

1. Model Konsisten. Dalam model ini, prinsip-prinsip dibawah berlaku:
 - Properti transitif. Jika A lebih besar daripada B, dan B lebih besar daripada C, maka A merupakan mutlak lebih besar dibanding dengan C.
 - Nilai konsistensi numerik. Sebagai contoh, jika $A = 3B$, dan $A = 2C$, maka nilai $B = 2/3 C$.
 - Kedua prinsip diatas membuat CR mutlak 0.
2. Model Inkonsisten. Model ini tidak memperhatikan nilai konsistensi numerik maupun property transitif. Namun pengukuran konsistensi rasio diberlakukan dalam batas nilai 0,1.
3. Beberapa hal yang dapat menyebabkan inkonsistensi dalam AHP:
 1. Kurangnya informasi dalam mengevaluasi kriteria/alternatif
 2. Kurangnya konsentrasi dalam penilaian berbanding
 3. Struktur/model yang tidak mencakup keseluruhan permasalahan
 4. Kesalahan input data ke dalam software/komputer

Aksioma dalam penggunaan AHP:

1. Aksioma pertama, *Reciprocal Comparison* artinya pengambilan keputusan harus dapat memuat perbandingan dan menyatakan preferensinya. Preferensi tersebut harus memenuhi syarat resiprokal yaitu apabila A lebih disukai daripada B dengan skala x , maka B lebih disukai daripada A dengan skala $1/x$.
2. Aksioma kedua, *Homogeneity* artinya preferensi seseorang harus dapat dinyatakan dalam skala terbatas atau dengan kata lain elemen- elemennya dapat dibandingkan satu sama lainnya. Kalau aksioma ini tidak dipenuhi maka elemen- elemen yang dibandingkan tersebut tidak homogen dan harus dibentuk cluster (kelompok elemen) yang baru.
3. Aksioma ketiga, *Independence* artinya preferensi dinyatakan dengan mengasumsikan bahwa kriteria tidak dipengaruhi oleh alternatif-alternatif yang ada melainkan oleh objektif keseluruhan. Ini menunjukkan bahwa pola ketergantungan dalam AHP adalah searah, maksudnya perbandingan antara elemen-elemen dalam satu tingkat dipengaruhi atau tergantung oleh elemen-elemen pada tingkat di atasnya.
4. Aksioma Keempat, *Expectation* artinya untuk tujuan pengambil keputusan. Struktur hirarki diasumsikan lengkap. Apabila asumsi ini tidak dipenuhi maka pengambil keputusan tidak memakai seluruh kriteria atau objectif yang tersedia atau diperlukan sehingga keputusan yang diambil dianggap tidak lengkap

Kelebihan AHP dibanding dengan metode lain dalam pengambilan keputusan:

1. Model AHP mudah dimengerti dan dapat secara fleksibel diaplikasikan kedalam berbagai macam masalah.
2. AHP mengintegrasikan pendekatan deduktif (umum-khusus) dalam menstrukturisasi masalah.
3. AHP dapat mengatasi ketidaktergantungan (*interdependence*) antar elemen dalam suatu sistem.

4. Model AHP mencerminkan kecenderungan alami berpikir dalam menyusun elemen-elemen dalam *hierarchy level* dan menyusunnya dalam suatu *cluster*.
5. AHP menyediakan skala untuk mengukur elemen-elemen *intangible* dan menyediakan metode dalam menyusun prioritas.
6. AHP dapat menjaga konsistensi logis dari penilaian yang dilakukan dalam menentukan prioritas.
7. AHP memungkinkan responden untuk memperbaiki definisi masalah dan memperbaiki penilaian dan pemahaman masalah melalui repetisi/pengulangan.
8. AHP tidak memaksakan suatu *consensus*, namun mensintesa suatu hasil yang *representative* dari berbagai pandangan.

Kelemahan penggunaan AHP dalam pengambilan keputusan:

1. Proses yang lama dan berulang (*repetition*) membuat responden lelah
2. Subyektifitas memegang pengaruh pada keputusan akhir.
3. Pembalikan urutan (*rank reversal*) jika ada alternatif baru ditambahkan kedalam struktur hierarki.
4. Struktur Hierarki yang linear.
5. Evaluasi keputusan yang statis.
6. Berasumsi pada bahwa setiap elemen *independence*.
7. Tidak ada mekanisme umpan balik.

2.2.2 *Technique for Ordering Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)*

TOPSIS adalah salah satu metode pengambilan keputusan multikriteria atau alternatif pilihan yang merupakan alternatif yang mempunyai jarak terkecil dari solusi ideal positif dan jarak terbesar dari solusi ideal negatif dari sudut pandang geometris dengan menggunakan jarak *Euclidean*. Namun, alternatif yang mempunyai jarak terkecil dari solusi ideal positif, tidak harus mempunyai jarak terbesar dari solusi ideal negatif. Maka dari itu, TOPSIS mempertimbangkan keduanya, jarak terhadap solusi ideal positif dan jarak terhadap solusi ideal negatif

secara bersamaan. Solusi optimal dalam metode TOPSIS didapat dengan menentukan kedekatan relatif suatu alternatif terhadap solusi ideal positif. TOPSIS akan meranking alternatif berdasarkan prioritas nilai kedekatan relatif suatu alternatif terhadap solusi ideal positif.

Alternatif-alternatif yang telah diranking kemudian dijadikan sebagai referensi bagi pengambil keputusan untuk memilih solusi terbaik yang diinginkan. TOPSIS merupakan salah satu alat bantu dalam pengambilan keputusan dengan menggunakan konsep index kedekatan terhadap solusi ideal positif. Konsep ini dikembangkan oleh Hwang dan Yoon (1981) dengan berasumsi bahwa, pada suatu masalah pengambilan keputusan dengan m kriteria dan n alternatif, maka sejumlah titik alternatif n dapat dipetakan pada sebuah ruang dimensi m . Hwang dan Yoon menganggap bahwa solusi yang optimal merupakan solusi yang mempunyai jarak terdekat terhadap solusi ideal positif, dan mempunyai jarak terjauh terhadap solusi ideal negatif.

Pada TOPSIS dikenal solusi ideal positif dan solusi ideal negatif. Solusi ideal positif adalah solusi yang merupakan pilihan rasional dengan nilai yang lebih baik, sedangkan solusi ideal negatif merupakan solusi dengan pilihan yang kurang disukai, dengan nilai yang lebih kecil. Umumnya solusi ideal positif sering diidentikkan dengan keuntungan, sedangkan solusi ideal negatif diidentikkan dengan biaya. Prinsip TOPSIS adalah mencari solusi alternatif yang mempunyai jarak terdekat dengan solusi ideal positif dan terjauh dari solusi ideal negatif. TOPSIS telah digunakan dalam banyak aplikasi termasuk keputusan investasi keuangan, perbandingan performansi dari perusahaan, pebandingan dalam suatu industri khusus, pemilihan sistem operasi, evaluasi pelanggan, dan perancangan robot.

Berikut adalah langkah-langkah dari metode TOPSIS:

1. Membangun sebuah matriks keputusan.

Matriks keputusan X mengacu terhadap m alternatif yang akan dievaluasi berdasarkan n kriteria. Matriks keputusan X dapat dilihat sebagai berikut:

$$\begin{array}{cccccc}
 & x_1 & x_2 & x_3 & \cdot & \cdot & x_n \\
 a_1 & x_{11} & x_{12} & x_{31} & \cdot & \cdot & x_{n1} \\
 a_2 & x_{12} & x_{22} & x_{32} & \cdot & \cdot & x_{n2} \\
 a_3 & x_{13} & x_{32} & x_{33} & \cdot & \cdot & x_{n3} \\
 \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\
 a_m & x_{m1} & x_{m2} & x_{m3} & \cdot & \cdot & x_{mn}
 \end{array}$$

keterangan:

($i = 1, 2, 3, \dots, m$) adalah alternatif-alternatif yang mungkin,

($j = 1, 2, 3, \dots, n$) adalah atribut dimana performansi alternatif diukur,

2. Membuat matriks keputusan yang ternormalisasi.

Persamaan yang digunakan untuk mentransformasikan setiap elemen x_{ij} adalah:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}}$$

dengan $i = 1, 2, 3, \dots, m$; dan $j = 1, 2, 3, \dots, n$;

keterangan:

r_{ij} adalah elemen dari matriks keputusan yang ternormalisasi R ,

x_{ij} adalah elemen dari matriks keputusan X .

3. Membuat matriks keputusan yang ternormalisasi tebobot.

Dengan bobot = ($W_1, W_2, W_3, \dots, W_n$), dimana W_j adalah bobot dari kriteria ke- j dan $\sum W_j = 1$, maka normalisasi bobot matriks V adalah:

4. Menentukan matriks solusi ideal positif dan solusi ideal negatif.
5. Menghitung separasi
6. Menghitung kedekaan terhadap solusi ideal positif.

Alternative diurutkan dari nilai C^+ terbear ke nilai terkecil. Alternatif dengan nilai C^+ terbesar merupakan solusi terbaik.

Kelebihan metode TOPSIS dalam pengambilan keputusan

Kelebihan TOPSIS
Konsepnya sederhana
Mudah dipahami
Komputasi efisien
Bentukannya berupa matematis yang sederhana
Berkemampuan untuk mengukur kinerja relatif dan alternatif-alternatif keputusan dalam bentuk matematis yang sederhana

Kekurangan metode TOPSIS dalam pengambilan keputusan

Kekurangan TOPSIS
Harus adanya bobot yang diterapkan dan dihitung terlebih dahulu

Alasan penggunaan 2 metode (AHP & TOPSIS)

Pada penelitian kali ini diberikan contoh studi kasus pemilihan strategi pemeliharaan pada dumptruk dengan menggunakan AHP dan TOPSIS. Penggunaan AHP memudahkan para manajemen untuk menstrukturkan permasalahan, sedangkan penggunaan TOPSIS dilakukan untuk mengoptimalkan hasil dari AHP.

Metode gabungan AHP dan TOPSIS ini digunakan berdasarkan berbagai penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Suryadi, K. & Ramdhani (2000) pada penelitian terkait implementasi metode AHP-TOPSIS dan metode TOPSIS yang dilakukan oleh beberapa sumber, menyimpulkan bahwa penilaian bobot pada metode TOPSIS memiliki subyektifitas yang tinggi, sehingga pembuat keputusan bisa menentukan nilai bobot yang sesuai dengan kehendak pembuat keputusan tanpa memperhatikan dan menimbangkan konsistensi dari nilai bobot itu sendiri. Lain halnya dengan metode AHP TOPSIS, bobot yang dihasilkan dari perhitungan AHP-TOPSIS dihasilkan dari nilai skala perbandingan yang diinput oleh pembuat keputusan atau user kemudian diproses lalu dinilai apakah nilai skala perbandingan yang diinput konsisten atau tidak konsisten. Jika bobot yang dihasilkan tidak konsisten, maka

bobot yang telah dihasilkan dari inputan nilai skala perbandingan tidak layak untuk dijadikan nilai bobot dalam membuat keputusan.

Pada metode AHP-TOPSIS, bobot dihasilkan dari angka yang diinput pada matriks perbandingan berpasangan untuk membandingkan setiap kriteria menggunakan nilai skala perbandingan 1-9 Saaty. Kemudian nilai tersebut diproses hingga mendapatkan nilai bobot kriteria. Setelah itu nilai bobot kriteria diuji konsistensinya sehingga dapat dilihat apakah bobot yang dihasilkan konsisten atau tidak, jika nilai tidak konsisten maka bobot yang dihasilkan tidak layak. Sementara pada metode TOPSIS, bobot yang digunakan dalam proses perhitungan TOPSIS memiliki subjektivitas yang tinggi, dimana user dapat mengisi nilai bobot dengan mudah tanpa mempertimbangkan nilai tersebut konsisten atau tidak.

