

**PEMILIHAN STRATEGI PERAWATAN BERBASIS *MULTIPLE-
CRITERIA DECISION MAKING* (MCDM) PADA SISTEM PENDINGIN**

MV CHUO NO. 2

SKRIPSI

**Diajukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik pada
Departemen Teknik Sistem Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin**



MUHAMMAD NUR AKBAR

D091171510

DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

GOWA

2022

LEMBAR PENGESAHAN

“PEMILIHAN STRATEGI PERAWATAN BERBASIS MULTIPLE-CRITERIA DECISION MAKING (MCDM) PADA SISTEM PENDINGIN MV CHUO NO. 2”

Disusun dan diajukan oleh

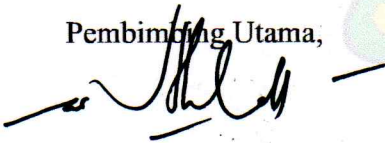
MUHAMMAD NUR AKBAR
D091171510

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka penyelesaian studi Program Sarjana Departemen Teknik Sistem Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Pada tanggal 21 April 2022
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui

Pembimbing Utama,



Surya Hariyanto. S.T., M.T.
NIP.19710207 200012 1 001

Pembimbing Pendamping,



M. Rusydi Alwi. S.T., MT.
NIP. 19730123 200012 1 001

Ketua Departemen,



Dr. Eng. Faisal Mahmuddin, S.T., M.Inf.Tech., M.Eng.
NIP.19810211 200501 1 003

LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Skripsi : Pemilihan Strategi Perawatan Berbasis *Multiple-Criteria Decision Making* (MCDM) Pada Sistem Pendingin MV Chuo No. 2
Nama Mahasiswa : Muhammad Nur Akbar
Stambuk : D091171510

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh Panitia Ujian Sarjana Program Strata Satu (S1) Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin pada tanggal April 2022.

Panitia Ujian Sarjana

Ketua : Surya Hariyanto, S.T., M.T.



Sekretaris : M. Rusydi Alwi, S.T., M.T.



Anggota : Ir. Zulkifli, MT.



Anggota : Balqis Shintarahayu, S.T., M.Sc.



PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : **Muhammad Nur Akbar**
NIM : **D091171510**
Departement : **Teknik Sistem Perkapalan**

dengan ini menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa skripsi yang berjudul:

Pemilihan Strategi Perawatan Berbasis *Multiple-Criteria Decision Making* (MCDM) Pada Sistem Pendingin MV Chuo No. 2

adalah karya ilmiah saya sendiri dan sepanjang pengetahuan saya di dalam naskah skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila di kemudian hari ternyata di dalam naskah skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut dan diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Makassar, April 2022

Yang membuat pernyataan,



Muhammad Nur Akbar
D091171510

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrohim

Alhamdulillah, Puji syukur kehadirat Allah SWT, yang telah memberikan limpahan nikmat yang sangat luar biasa kepada penulis, sehingga skripsi dengan judul “PEMILIHAN STRATEGI PERAWATAN BERBASIS *MULTIPLE-CRITERIA DECISION MAKING* (MCDM) PADA SISTEM PENDINGIN MV CHUO NO. 2” dapat diselesaikan dengan baik. Sholawat serta salam kepada Nabi besar Muhammad SAW yang telah membawa kita semua menuju peradaban manusia yang lebih baik.

Meskipun dalam proses penyusunannya penulis melakukan semaksimal mungkin dan dengan kesungguhan, namun penulis menyadari masih banyak terdapat kekurangan dalam laporan skripsi ini. Oleh karena itu kritik serta masukan yang sifatnya membangun sangatlah diharapkan.

Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan strata (S1) Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Universitas Hasanuddin. terselesaikannya Skripsi/Tugas Akhir (TA) ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, melalui ini penulis memberikan ucapan terima kasih setinggi-tingginya kepada:

1. Keluarga penulis: kedua orang tua, Ayahanda Adnan dan Ibunda Martina Ado S.Pd yang senantiasa memberikan doa, motivasi, dan dukungan materi sampai hari ini, dan Adik saya Ardhina Dian Islamiati Adnan yang terus memberikan dukungan sehingga perkuliahan saya dapat terselesaikan.
2. Bapak Surya Hariyanto, S.T. M.T. selaku pembimbing 1 yang telah meluangkan banyak waktu untuk memberikan pengarahan, bimbingan dan motivasi mulai dari awal penelitian hingga terselesaikannya skripsi ini.
3. Bapak M. Rusydi Alwi, S.T., M.T. Sselaku pembimbing 2 yang telah meluangkan banyak waktu untuk memberikan pengarahan, bimbingan dan motivasi mulai dari awal penelitian hingga terselesaikannya skripsi ini.

4. Bapak Ir. Zulkifli, M.T. selaku pembimbing akademik saya yang senantiasa memberikan pengarahannya, bimbingan dan motivasi selama perkuliahan di Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Universitas Hasanuddin.
5. Dr. Eng. Faisal Mahmudin, S.T., M. Tech., M. Eng. selaku ketua Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
6. Dosen-dosen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah memberikan ilmu, motivasi serta bimbingannya selama proses perkuliahan.
7. Staf tata usaha Departemen Teknik Sistem Perkapalan yang telah membantu segala aktivitas administrasi baik selama perkuliahan serta dalam penyelesaian skripsi ini.
8. Seluruh kanda kanda senior yang banyak atas seluruh pembelajaran yang telah diberikan selama masa studi saya dikampus merah hitam.
9. Seluruh teman-teman TEKNIK 2017 terutama teman teman Gedung belakang PERIZCOPE 2017 atas dukungan dan bantuannya.
10. Lembaga Kemahasiswaan OKFT dan OKSP

Penulis menyadari bahwa dalam penyelesaian skripsi ini terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis berharap adanya kritik dan saran sebagai bahan untuk memenuhi kekurangan dari penulisan skripsi ini. Penulis berharap semoga tulisan ini bermanfaat bagi pembaca dan khususnya penulis.

Makassar, 21 April 2022

Yang menyatakan

Muhammad Nur Akbar
D091171510

ABSTRAK

Dengan mempertimbangkan pemilihan strategi perawatan yang akan digunakan, ada aspek penting yang perlu diperhatikan terutama berkaitan dengan kebutuhan produksi, waktu, biaya, keterandalan tenaga perawatan dan kondisi peralatan yang dikerjakan. Oleh karena itu untuk mengantisipasi kegagalan pada sistem pendingin ini dapat dilakukan dengan cara analisa keandalan. Evaluasi keandalan ini akan dilaksanakan dengan cara analisa dengan menggunakan metode MCDM (*Multiple-Criteria Decision Making*) Pada sistem pendingin MV. Chuo No. 2. Metode penelitian menggunakan analisa data dengan metode AHP (*Analytical Hierarchy Process*) dan TOPSIS (*Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*). Pada metode AHP, Kriteria Nilai Tambah dalam Sistem Perawatan terpilih sebagai Kriteria dengan terbesar (0,45611). Subkriteria Peralatan Pemeliharaan memiliki nilai tertinggi (0,45147). Subkriteria Memperbaiki Seperti Baru memiliki nilai tertinggi (0,33332). Dan subkriteria Persediaan Suku Cadang Harus Minimal memiliki nilai tertinggi (0,42207), artinya Peralatan Pemeliharaan, Memperbaiki Seperti Baru, dan Persediaan Suku Cadang merupakan subkriteria paling penting di MV Chuo no. 2. Dengan menggunakan metode AHP, *Corrective Maintenance* terpilih sebagai sistem pemeliharaan yang sesuai dengan kriteria dan subkriteria perusahaan (0,29549). Berdasarkan perhitungan menggunakan metode AHP-TOPSIS, strategi *Predictive Maintenance* merupakan solusi optimum dengan indeks kedekatan 0,65365. Sedangkan indeks *Corrective Maintenance* memiliki indeks kedekatan 0,51332. Dari hasil yang diperoleh dari perhitungan AHP dan AHP-TOPSIS dapat diimplementasikan penggabungan dua strategi pemeliharaan dalam menentukan kebijakan-kebijakan kedepannya.

Kata kunci: Strategi Pemeliharaan, MCDM, AHP, TOPSIS

ABSTRACT

By considering the selection of the maintenance strategy to be used, there are important aspects that need to be considered, especially those related to production requirements, time, cost, reliability of maintenance personnel, and the condition of the equipment being worked on. Therefore, anticipating the failure of this cooling system can be done using reliability analysis. Evaluation reliability will be implemented with method analysis with the use MCDM (*Multiple-Criteria Decision Making*) method on the system MV cooler. Chuo No. 2. Method study use data analysis with the AHP (*Analytical Hierarchy Process*) and TOPSIS (*Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*) methods. In the AHP method, the Criteria Added Value in System Care owns the mark highest (0.45611). The Sub-criteria Equipment Maintenance own mark highest (0.45147). Sub-criteria Repair as New owns mark highest (0.33332). And sub-criteria Supply Ethnic group Spare Must have at least mark highest (0.42207), meaning Equipment Maintenance, Repair as New, and Stock Ethnic group Reserve is the most important sub-criteria in MV Chuo no. 2. With the use AHP method, *Corrective Maintenance* is selected as system appropriate maintenance with criteria and sub-criteria company (0.29549). Based on the calculation using the AHP-TOPSIS method, *Predictive strategy Maintenance* is the optimum solution with an index proximity of 0.65365. Whereas the index *Corrective Maintenance's* index proximity is 0.51332. The results obtained from AHP and AHP-TOPSIS calculations can be implemented by merging two maintenance strategies in determining policies in the future.

Keywords: Maintenance Strategy, MCDM, AHP, TOPSIS

DAFTAR ISI

| | |
|--|-----------|
| LEMBAR PENGESAHAN..... | ii |
| LEMBAR PERSETUJUAN | iii |
| PERNYATAAN KEASLIAN | iv |
| KATA PENGANTAR..... | v |
| ABSTRAK | vii |
| ABSTRACT..... | viii |
| DAFTAR ISI | ix |
| DAFTAR TABEL | xi |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| I.1 Latar Belakang | 1 |
| I.2 Rumusan Masalah | 2 |
| I.3 Batasan Masalah | 2 |
| I.4 Tujuan Penelitian | 2 |
| I.5 Manfaat Penelitian | 3 |
| I.6 Sistematika Penulisan | 3 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA..... | 5 |
| II.1. Sistem pendingin | 5 |
| II.2 Pemeliharaan (<i>Maintenance</i>) | 6 |
| II.2.1. Pengertian | 6 |
| II.2.2. Jenis-Jenis Pemeliharaan..... | 6 |
| II.3 MCDM (Multi Criteria Decision-Making) | 10 |
| II.4 AHP (Analytical Hierarchy Process) | 13 |
| II.5 TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) .. | 16 |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN..... | 20 |
| III.1.Lokasi dan waktu Penelitian | 20 |
| III.2.Data Penelitian..... | 20 |
| III.3.Metode Penelitian | 23 |
| III.3.1. Penentuan Topik..... | 23 |
| III.3.2. Studi Lapangan dan Literatur | 24 |
| III.3.3. Pengumpulan Data | 24 |
| III.3.4. Pengelolaan Data..... | 33 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | 35 |

| | |
|---|-----------|
| IV.1. Analisa Kriteria Utama dan Subkriteria | 35 |
| IV.2. Perhitungan dengan Metode AHP | 35 |
| IV.3. Perhitungan dengan Metode TOPSIS | 55 |
| IV.4. Analisa Hasil Keseluruhan | 61 |
| KESIMPULAN DAN SARAN | 62 |
| V.1 Kesimpulan | 62 |
| V.2 Saran | 62 |
| DAFTAR PUSTAKA | 63 |
| LAMPIRAN | 65 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 2.1 Perbandingan Metode MADM dan MODM | 11 |
| Tabel 2.2 Taksonomi Teknik Penyelesaian Pengambilan Keputusan Multikriteria | 12 |
| Tabel 2.3 Tingkat Kepentingan AHP | 15 |
| Tabel 2.4 Nilai Random Index | 15 |
| Tabel 3.1 Dimensi Utama MV. Chuo No. 2 | 20 |
| Tabel 3.2 Dimensi utama mesin induk MV. Chuo No. 2 (NIIGATA 6M26 AGTE) | 21 |
| Tabel 3.3 Responden kuesioner MV Chuo no. 2 | 24 |
| Tabel 3.4 Kriteria Utama dan Subkriteria Pemilihan Sistem Pemeliharaan MV Chuo no. 2 | 25 |
| Tabel 3.5 Hasil Perbandingan Berpasangan untuk Tingkat Kriteria Utama MV Chuo no.2 | 27 |
| Tabel 3.6 Hasil Perbandingan Berpasangan untuk Tingkat Sub Kriteria MV Chuo no.2 | 29 |
| Tabel 3.7 Hasil Perbandingan Berpasangan untuk Alternatif dalam Kriteria Biaya/Investasi Pemeliharaan MV Chuo no. 2 | 29 |
| Tabel 3.8 Hasil Perbandingan Berpasangan untuk Alternatif dalam Kriteria Keandalan Teknik Pemeliharaan MV Chuo no. 2 | 31 |
| Tabel 3.9 Hasil Perbandingan Berpasangan untuk Alternatif dalam Kriteria Nilai Tambah dalam Strategi Perawatan MV Chuo no.2 | 32 |
| Tabel 4.1 Comparison Matrix Kriteria Utama | 36 |
| Tabel 4.2 Matriks proporsi dari Comparison Matrix Kriteria Utama | 36 |
| Tabel 4.3 Nilai Maximum Eigen Value, CI (Consistency Index), RI (Random index), dan CR (Consistency Ratio) Kriteria Utama | 37 |
| Tabel 4.4 Hasil Comparison Matrix yang telah dikuadratkan beserta nilai Eigen Vector pertama | 37 |
| Tabel 4.5 Hasil Squaring the Matrix: 2 nd attempt beserta nilai Eigen Vector kedua | 38 |
| Tabel 4.6 Hasil perbandingan Kriteria Utama | 38 |
| Tabel 4.7 Comparison Matrix Subkriteria Biaya/Investasi | 38 |
| Tabel 4.8 Comparison Matrix Subkriteria Keandalan Teknik Pemeliharaan | 39 |
| Tabel 4.9 Comparison Matrix Subkriteria Nilai Tambah dalam Sistem Perawatan | 39 |
| Tabel 4.10 Matriks proporsi dari Comparison Matrix Subkriteria Biaya/Investasi | 39 |
| Tabel 4.11 Matriks proporsi dari Comparison Matrix Subkriteria Keandalan Teknik Pemeliharaan | 39 |
| Tabel 4.12 Matriks proporsi dari Comparison Matrix Subkriteria Nilai Tambah dalam Sistem Perawatan | 40 |
| Tabel 4.13 Nilai Maximum Eigen Value, CI, RI, dan CR Subkriteria dalam Kriteria | 40 |

| | |
|---|----|
| Tabel 4.14 Hasil Comparison Matrix yang telah dikuadratkan beserta nilai Eigen Vector pertama Subkriteria Biaya/Investasi..... | 40 |
| Tabel 4.15 Hasil Comparison Matrix yang telah dikuadratkan beserta nilai Eigen Vector pertama Subkriteria Keandalan Teknik Pemeliharaan..... | 41 |
| Tabel 4.16 Hasil Comparison Matrix yang telah dikuadratkan beserta nilai Eigen Vector pertama Subkriteria Nilai Tambah dalam Sistem Perawatan..... | 41 |
| Tabel 4.17 Hasil Squaring the Matrix: 2 nd attempt beserta nilai Eigen Vector kedua Subkriteria Biaya/Investasi | 41 |
| Tabel 4.18 Hasil Squaring the Matrix: 2 nd attempt beserta nilai Eigen Vector kedua Subkriteria Keandalan Teknik Pemeliharaan | 42 |
| Tabel 4.19 Hasil Squaring the Matrix: 2 nd attempt beserta nilai Eigen Vector kedua Subkriteria Nilai Tambah dalam Sistem Perawatan | 42 |
| Keterangan:..... | 42 |
| Tabel 4.20 Hasil perangkungan Subkriteria Biaya/Investasi | 42 |
| Tabel 4.21 Hasil perangkungan Subkriteria Keandalan Teknik Pemeliharaan | 43 |
| Tabel 4.22 Hasil perangkungan Subkriteria Nilai Tambah dalam Sistem Perawatan | 43 |
| Tabel 4.23 Comparison Matrix Alternatif dalam Subkriteria Peralatan Pemeliharaan..... | 43 |
| Tabel 4.24 Comparison Matrix Alternatif dalam Subkriteria Komponen Sistem | 44 |
| Tabel 4.25 Comparison Matrix Alternatif dalam Subkriteria Docking | 44 |
| Tabel 4.26 Comparison Matrix Alternatif dalam Subkriteria Identifikasi Kerusakan | 44 |
| Tabel 4.27 Comparison Matrix Alternatif dalam Subkriteria Memperbaiki Seperti Baru..... | 44 |
| Tabel 4.28 Comparison Matrix Alternatif dalam Subkriteria MTBF..... | 45 |
| Tabel 4.29 Comparison Matrix Alternatif dalam Subkriteria MTTR..... | 45 |
| Tabel 4.30 Comparison Matrix Alternatif dalam Subkriteria Persediaan Suku Cadang Harus Minimal | 45 |
| Tabel 4.31 Comparison Matrix Alternatif dalam Subkriteria Meningkatkan Pengetahuan Kru..... | 45 |
| Tabel 4.32 Comparison Matrix Alternatif dalam Subkriteria Meningkatkan Citra Perusahaan | 46 |
| Tabel 4.33 Matriks proporsi dari Comparison Matrix Alternatif dalam Subkriteria Peralatan Pemeliharaan | 46 |
| Tabel 4.34 Matriks proporsi dari Comparison Matrix Alternatif dalam Subkriteria Komponen Sistem..... | 46 |
| Tabel 4.35 Matriks proporsi dari Comparison Matrix Alternatif dalam Subkriteria Docking..... | 47 |
| Tabel 4.36 Matriks proporsi dari Comparison Matrix Alternatif dalam Subkriteria Identifikasi Kerusakan | 47 |

| | |
|--|----|
| Tabel 4.37 Matriks proporsi dari Comparison Matrix Alternatif dalam Subkriteria Memperbaiki Seperti Baru | 47 |
| Tabel 4.38 Matriks proporsi dari Comparison Matrix Alternatif dalam Subkriteria MTBF | 48 |
| Tabel 4.39 Matriks proporsi dari Comparison Matrix Alternatif dalam Subkriteria MTTR | 48 |
| Tabel 4.40 Matriks proporsi dari Comparison Matrix Alternatif dalam Subkriteria Persediaan Suku Cadang Harus Minimal..... | 48 |
| Tabel 4.41 Matriks proporsi dari Comparison Matrix Alternatif dalam Subkriteria Meningkatkan Pengetahuan Kru | 49 |
| Tabel 4.42 Matriks proporsi dari Comparison Matrix Alternatif dalam Subkriteria Meningkatkan Citra Perusahaan..... | 49 |
| Tabel 4.43 Nilai Maximum Eigen Value, CI (Consistency Index), RI (Random index), dan CR (Consistency Ratio) Alternatif dalam Subkriteria..... | 49 |
| Tabel 4.44 Hasil Comparison Matrix yang telah dikuadratkan beserta nilai Eigen Vector pertama Alternatif dalam Subkriteria Peralatan Pemeliharaan | 50 |
| Tabel 4.45 Hasil Comparison Matrix yang telah dikuadratkan beserta nilai Eigen Vector pertama Alternatif dalam Subkriteria Komponen Sistem | 50 |
| Tabel 4.46 Hasil Comparison Matrix yang telah dikuadratkan beserta nilai Eigen Vector pertama Alternatif dalam Subkriteria Docking..... | 50 |
| Tabel 4.47 Hasil Comparison Matrix yang telah dikuadratkan beserta nilai Eigen Vector pertama Alternatif dalam Subkriteria Identifikasi Kerusakan | 50 |
| Tabel 4.48 Hasil Comparison Matrix yang telah dikuadratkan beserta nilai Eigen Vector pertama Alternatif dalam Subkriteria Memperbaiki Seperti Baru | 51 |
| Tabel 4.49 Hasil Comparison Matrix yang telah dikuadratkan beserta nilai Eigen Vector pertama Alternatif dalam Subkriteria MTBF | 51 |
| Tabel 4.50 Hasil Comparison Matrix yang telah dikuadratkan beserta nilai Eigen Vector pertama Alternatif dalam Subkriteria MTTR | 51 |
| Tabel 4.51 Hasil Comparison Matrix yang telah dikuadratkan beserta nilai Eigen Vector pertama Alternatif dalam Subkriteria Persediaan Suku Cadang Harus Minimal | 51 |
| Tabel 4.52 Hasil Comparison Matrix yang telah dikuadratkan beserta nilai Eigen Vector pertama Alternatif dalam Subkriteria Meningkatkan Pengetahuan Kru | 52 |
| Tabel 4.53 Hasil Comparison Matrix yang telah dikuadratkan beserta nilai Eigen Vector pertama Alternatif dalam Subkriteria Meningkatkan Citra Perusahaan..... | 52 |
| Tabel 4.54 Hasil Squaring the Matrix: 2 nd attempt beserta nilai Eigen Vector kedua Alternatif dalam Subkriteria Peralatan Pemeliharaan | 52 |
| Tabel 4.55 Hasil Squaring the Matrix: 2 nd attempt beserta nilai Eigen Vector kedua Alternatif dalam Subkriteria Komponen Sistem..... | 53 |
| Tabel 4.56 Hasil Squaring the Matrix: 2 nd attempt beserta nilai Eigen Vector kedua Alternatif dalam Subkriteria Docking | 53 |

| | |
|--|----|
| Tabel 4.57 Hasil Squaring the Matrix: 2 nd attempt beserta nilai Eigen Vector kedua Alternatif dalam Subkriteria Identifikasi Kerusakan | 53 |
| Tabel 4.58 Hasil Squaring the Matrix: 2 nd attempt beserta nilai Eigen Vector kedua Alternatif dalam Subkriteria Memperbaiki Seperti Baru | 53 |
| Tabel 4.59 Hasil Squaring the Matrix: 2 nd attempt beserta nilai Eigen Vector kedua Alternatif dalam Subkriteria MTBF | 54 |
| Tabel 4.60 Hasil Squaring the Matrix: 2 nd attempt beserta nilai Eigen Vector kedua Alternatif dalam Subkriteria MTTR | 54 |
| Tabel 4.61 Hasil Squaring the Matrix: 2 nd attempt beserta nilai Eigen Vector kedua Alternatif dalam Subkriteria Persediaan Suku Cadang Harus Minimal..... | 54 |
| Tabel 4.62 Hasil Squaring the Matrix: 2 nd attempt beserta nilai Eigen Vector kedua Alternatif dalam Subkriteria Meningkatkan Pengetahuan Kru | 54 |
| Tabel 4.63 Hasil Squaring the Matrix: 2 nd attempt beserta nilai Eigen Vector kedua Alternatif dalam Subkriteria Meningkatkan Citra Perusahaan | 55 |
| Tabel 4.64 Hasil perangkingan Alternatif dalam Subkriteria secara keseluruhan | 55 |
| Tabel 4.65 Nilai bobot kriteria metode AHP | 55 |
| Tabel 4.66 Penilaian dari setiap alternatif..... | 56 |
| Tabel 4.67 Jarak Euclidean terhadap solusi ideal positif dan solusi ideal negatif. | 60 |
| Tabel 4.68 Hasil perangkingan Alternatif dalam Subkriteria secara keseluruhan metode TOPSIS | 61 |
| Tabel 4.69 Perbandingan hasil metode AHP dan TOPSIS | 61 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 2.1 Struktur Hierarki AHP | 16 |
| Gambar 3.1 Tampak Samping MV. Chuo No. 2..... | 21 |
| Gambar 3.2 Mesin induk MV. Chuo No. 2..... | 22 |
| Gambar 3.3 Sistem Pendingin MV. Chuo No. 2..... | 22 |
| Gambar 3.4 Bagan Struktur Pengelompokkan MCDM | 23 |

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Kapal merupakan sarana transportasi barang dan jasa yang menghubungkan antar pulau serta menunjang perekonomian suatu pulau. Terkhusus di Indonesia, kapal merupakan alat transportasi yang sangat vital keberadaannya dalam pemenuhan kebutuhan masyarakat dan juga bisa membuat perekonomian terjaga.

Sebuah kapal yang dibangun oleh para insinyur profesional harus bisa dipertanggungjawabkan mulai dari proses perencanaan, desain, pembuatan dan pengoperasiannya. Sehingga apabila terjadi kerusakan pada salah satu sistem dari kapal tersebut maka dampak yang muncul mulai dari hal yang mengganggu bahkan sampai membahayakan telah dianalisa atau diperhitungkan dari segi keamanan atau keandalan pada sistem dari kapal tersebut.

Semakin banyaknya kapal yang beroperasi saat ini menuntut pihak pemilik untuk meningkatkan *availability* kapalnya. Salah satu cara untuk meningkatkan *availability* kapal adalah dengan meningkatkan keandalannya melalui usaha perawatan. Perawatan sebuah kapal merupakan hal yang tidak bisa diabaikan karena apabila hal tersebut tidak dilakukan secara berkelanjutan maka akan terjadi penurunan kinerja bahkan terjadi kerusakan pada salah satu sistem dari kapal tersebut dan dapat berdampak ke sistem yang lainnya. Resiko kerusakan dapat mulai dari hal yang kecil hingga *breakdown*.

Dengan mempertimbangkan pemilihan strategi perawatan yang akan digunakan, ada aspek penting yang perlu diperhatikan terutama berkaitan dengan kebutuhan produksi, waktu, biaya, keterandalan tenaga perawatan dan kondisi peralatan yang dikerjakan. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi pemilihan strategi perawatan, antara lain umur peralatan, tingkat kapasitas pemakaian mesin, kesiapan suku cadang, kemampuan bagian perawatan untuk bekerja cepat, kesiapan dana dan lain-lain.

Salah satu sistem yang kritis dari sistem pendukung motor induk kapal adalah sistem pendingin yang dimana komponen sistemnya sering terjadi kerusakan dan pergantian komponen sistem. Instalasi sistem pendingin pada kapal MV. Chuo No. 2 didefinisikan sebagai peralatan untuk mengatasi terjadinya panas yang berlebihan (*overheating*) pada mesin agar mesin bisa bekerja secara stabil, mempercepat pengapian temperatur kerja, dan mempertahankan temperatur mesin agar selalu pada temperatur kerja yang efisien, serta mencegah terjadinya keausan pada mesin.

Oleh karena itu untuk mengantisipasi kegagalan pada sistem pendingin ini dapat dilakukan dengan cara analisa keandalan. Evaluasi keandalan ini akan dilaksanakan dengan cara analisa dengan menggunakan metode MCDM (*Multiple-Criteria Decision Making*). MCDM telah banyak digunakan pada ruang lingkup yang luas [1]. Dalam hal ini berkaitan dengan penyelesaian masalah dengan kompleksitas yang rumit dan sulit diukur secara pasti [2].

I.2 Rumusan Masalah

Adapun permasalahan yang akan dibahas dalam tugas akhir ini adalah:

Bagaimana menentukan pemilihan strategi pemeliharaan yang optimal pada sistem pendingin mesin MV. Chuo No. 2

I.3 Batasan Masalah

Adapun Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Objek penelitian adalah sistem pendingin MV. Chuo No. 2
2. Penelitian ini tidak membahas tentang perawatan komponen elektrik
3. Responden dikhususkan dari pihak kru kapal bagian departemen *engine*
4. Penelitian ini menggunakan metode MCDM

I.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini antara lain:

Memilih strategi pemeliharaan yang optimum untuk sistem pendingin mesin MV. Chuo No. 2

I.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

Memberikan informasi tentang strategi pemeliharaan yang optimum untuk terhadap kondisi operasi sistem pendingin mesin MV Chuo no. 2.

I.6 Sistematka Penulisan

Secara garis besar penyusunan proposal skripsi dan pembaca memahami uraian dan makna secara sistematis, maka skripsi disusun pada pola berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Pada bab ini konsep dasar penyusunan skripsi yang meliputi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian,serta sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini memeberikan penjelasan mengenai teori dasar yang digunakan dalam penyelesaian skripsi ini yaitu teori dasar tentang Manajemen pemeliharaan, MADM (*multi attribute decision making*), AHP (*analytical hierarchy process*), dan TOPSIS (*technique for order prefence by similarity to ideal solution*).

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini akan menjelaskan tahapan-tahapan yang berupa proses yang dimulai dari mengidentifikasi masalah yang ada hingga hasil akhir yang diharapkan.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan membahas hasil analisa kualitatif, pengolahan data digunakan dengan menggunakan metode AHP (*analytical hierarchy process*) untuk membuat model dan kemudian dilanjutkan dengan TOPSIS (*technique for order prefence by similarity to ideal solution*) untuk membuat sistem ranking.

BAB V : PENUTUP

Pada bab ini akan menyajikan secara singkat kesimpulan yang diperoleh dari

pembahasan dan juga memuat saran-saran bagi pihak yang berkepentingan untuk pengembangan penelitian lebih lanjut.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1. Sistem pendingin

Sistem pendingin ialah salah satu sistem perpipaan yang kehadirannya sangat penting di atas kapal. Sistem pendingin adalah suatu rangkaian untuk mengatasi terjadinya *overheating* pada mesin agar mesin bisa bekerja secara stabil. Pada mesin, energi yang terkandung dalam bahan bakar diubah menjadi energi efektif melalui proses pembakaran. Proses pembakaran akan menghasilkan panas yang kemudian diubah menjadi tenaga mekanis.

Adapun sistem pendingin pada umumnya dibedakan menjadi dua, yakni sistem pendingin terbuka dan tertutup.

1. Sistem pendingin terbuka

Sistem pendingin terbuka merupakan sistem pendingin yang langsung berhubungan dengan air laut. Sistem ini menggunakan air laut yang langsung masuk untuk mendinginkan komponen yang perlu untuk didinginkan.

2. Sistem pendingin tertutup

Sistem pendingin tertutup ialah sistem yang menggunakan air tawar yang disirkulasikan dalam suatu sirkuit tertutup untuk mendinginkan komponen yang perlu didinginkan. Kemudian air tawar tersebut didinginkan oleh air laut, kemudian air tawar tersebut disirkulasikan kembali untuk mendinginkan komponen. Sistem ini dibagi menjadi dua yaitu:

- Sistem independen yaitu, dimana air tawar yang digunakan untuk mendinginkan tiap-tiap komponen didinginkan secara terpisah, tidak bersama dalam sebuah penukar panas.
- Sistem terpusat yaitu, dimana air tawar yang digunakan untuk mendinginkan komponen, dikumpulkan untuk didinginkan secara bersama, dalam sebuah heat exchanger [3].

II.2 Pemeliharaan (*Maintenance*)

II.2.1. Pengertian

Pemeliharaan adalah kegiatan untuk memelihara atau menjaga fasilitas atau peralatan pabrik dan mengadakan perbaikan atau penyesuaian atau penggantian yang diperlukan agar supaya terdapat suatu keadaan operasi yang memuaskan sesuai yang direncanakan [4].

Adapun tujuan dari kegiatan Pemeliharaan adalah:

1. Memperpanjang usia fasilitas/peralatan kapal.
2. Menjamin ketersediaan optimum peralatan yang dipasang untuk produksi (atau jasa) dan mendapatkan laba investasi (*return on investment*) maksimum yang mungkin.
3. Mengurangi biaya pergantian komponen yang rawan rusak dikarenakan kurangnya perawatan pada mesin tersebut.
4. Menjamin keselamatan kerja orang yang menggunakan sarana tersebut.
5. Mencapai tingkat biaya serendah mungkin dengan melaksanakan perawatan secara efektif dan efisien untuk semua fasilitas.

II.2.2. Jenis-Jenis Pemeliharaan

Sistem pemeliharaan sebagai strategi perusahaan untuk mendukung kinerja produksi, menurut Swanson terbagi menjadi tiga garis besar:

1. Pemeliharaan Reaktif (*Reactive Maintenance*)

Prinsip pemeliharaan ini ialah aktivitas pemeliharaan (baik penggantian maupun perbaikan) hanya dilakukan jika mesin atau peralatan mengalami kerusakan. Pemeliharaan reaktif memiliki kelebihan dalam meminimalkan jumlah biaya dan pekerja yang dibutuhkan untuk melakukan pemeliharaan. Namun kekurangannya ialah kerusakan yang tidak dapat diprediksi 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 aktivitas-aktivitas 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.

- a) Pemeliharaan Preventif (*Preventive Maintenance*) pada prinsipnya merupakan pemeliharaan berdasarkan pemakaian. Aktivitas 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 aktivitas pemeliharaan dapat menginterupsi jalannya sistem produksi.
- b) Pemeliharaan Prediktif (*Predictive Maintenance*) merupakan pemeliharaan berdasarkan kondisi. Artinya, aktivitas 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, aktivitas pemeliharaan dilakukan dengan mengembalikan ke kondisi semula.

3. Pemeliharaan agresif (*Aggressive Maintenance*)

Pemeliharaan agresif mengupayakan segala cara untuk menghindari kerusakan mesin/peralatan. Pemeliharaan agresif, seperti TPM (*Total Productive Maintenance*). Pendekatan yang dilakukan TPM tidak hanya mencakup pada pencegahan kerusakan, namun meliputi seluruh kegiatan pada rantai produksi, dan melibatkan seluruh karyawan. Parameter dalam TPM adalah meningkatnya efektivitas penggunaan peralatan secara keseluruhan (*effectiveness of the overall equipment*).

Aktivitas pemeliharaan pada TPM meliputi eliminasi 4 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 [5].

Sedangkan menurut Bengtsson, mengklasifikasikan sistem pemeliharaan sebagai berikut:

1. Pemeliharaan Korektif (*Corrective Maintenance*)

Pemeliharaan korektif adalah pemeliharaan yang menggunakan pendekatan aktivitas pemeliharaan hanya dilakukan ketika mesin/alat *breakdown*. Pengertian pemeliharaan korektif, 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. Aktivitas 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 aktivitas produksi secara keseluruhan.

2. Pemeliharaan Preventif (*Preventive Maintenance*)

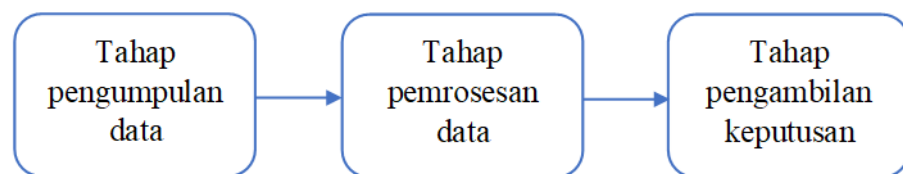
Pemeliharaan Preventif (*Preventive Maintenance*), menurut definisi SS-EN 13306-2001, merupakan pemeliharaan yang dilakukan pada (jadwal) interval atau kriteria yang telah ditentukan untuk mengurangi kemungkinan kerusakan atau degradasi fungsi mesin/peralatan. Berdasarkan pengertian ini, Pemeliharaan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

- a) Pemeliharaan yang telah ditentukan (*Predetermined maintenance*).
Aktivitas pemeliharaan dilakukan berdasarkan interval waktu tertentu atau banyaknya penggunaan tanpa investigasi terlebih dahulu terhadap

kondisi mesin/peralatan tersebut.

- b) Pemeliharaan berdasarkan kondisi (*Condition based maintenance*). Aktivitas pemeliharaan preventif yang berdasarkan performa atau parameter pengawasan (*parameter monitoring*). Pengawasan terhadap performa dan parameter kondisi pada CBM (*condition based maintenance*), menurut Bengtsson, dapat dilakukan berdasarkan jadwal yang ditentukan atau kontinu [6].

Berikut merupakan tahap dalam penerapan CBM:



Bengtsson menjelaskan bahwa pemeliharaan prediktif merupakan bagian dari CBM dimana pemeliharaan prediktif menggunakan teknik peramalan berdasarkan data hasil pengawasan untuk memperkirakan kondisi mesin/alat di masa depan. Dalam hal ini, Bengtsson mempunyai pandangan yang sedikit berbeda dengan Swanson di atas.

Pemeliharaan prediktif pada dasarnya adalah pemeliharaan dengan memperhatikan kondisi mesin/peralatan. Aktivitas 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 (*rotating 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 usang. Teknik ini dapat menentukan tren degradasi performa mesin tersebut.

5. *Corossion Monitoring*. Mengukur tingkat karat pada struktur bangunan atau pipa dengan menggunakan sinar ultrasonik.
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.

II.3 MCDM (Multi Criteria Decision-Making)

Dalam buku Tabucanon menyatakan bahwa proses pengambilan keputusan adalah pemilihan suatu alternatif dari berbagai alternatif sehingga menghasilkan pilihan terbaik berdasarkan beberapa kriteria optimasi. Kriteria disini adalah ukuran, aturan, dan standar untuk membantu proses pengambilan keputusan. Sebelum melakukan proses pengambilan keputusan, maka himpunan alternatif dan kriteria terlebih dahulu harus ditetapkan [7].

MCDM (*Multi-criteria decision making*) merupakan teknik pengambilan keputusan dari beberapa pilihan alternatif yang ada. Di dalam MCDM ini mengandung unsur *attribute*, obyektif, dan tujuan.

- *Attribute* menerangkan, memberi ciri kepada suatu obyek. Misalnya tinggi, panjang dan sebagainya.
- Obyektif menyatakan arah perbaikan atau preferensi untuk atribut, misalnya memaksimalkan usia, harga, dan sebagainya. Obyektif dapat pula berasal dari *attribute* yang menjadi suatu Objek jika *attribute* tersebut diberikan arah tertentu.
- Tujuan ditentukan terlebih dahulu. Misalnya suatu proyek memiliki tujuan *untuk* memaksimalkan keuntungan, maka proyek tersebut memiliki tujuan untuk mencapai keuntungan sebesar 10 juta/bulan [8].

Taksonomi keilmuan MCDM terbagi menjadi 2 pendekatan yang berbeda, yaitu MODM (*Multiple Objective Decision Making*) dan MADM (*Multiple Attribute Decision Making*). Masing-masing pendekatan memiliki elemen

keputusan yang berbeda satu sama lain, yang dijelaskan pada tabel berikut [9].

Tabel 2.1 Perbandingan Metode MADM dan MODM

| Elemen Keputusan | Metode Multi Attribute (MADM) | Metode Multiple Objective (MODM) |
|-------------------------|--|---|
| Kriteria | Atribut | Objekif |
| Objekif | Implisit | Eksplisit |
| Atribut | Eksplisit | Implisit |
| Kendala | Pasif | Aktif |
| Alternatif | Jumlah terbatas | Jumlah tak terduga & integer |
| Interaksi | Jarang | Lebih sering |
| Pemakaian | Problem seleksi dan pemilihan alternatif | Problem konsepsi dan rekayasa |

Sumber: (Hwang, C.L.; Yoon, 1981)

Pendekatan MODM (*Multiple Objective Decision Making*) menyangkut masalah perancangan (*design*), di mana teknik-teknik matematik optimasi digunakan, untuk jumlah alternatif yang sangat besar (sampai dengan tak berhingga) dan untuk menjawab pertanyaan apa (*what*) dan berapa banyak (*how much*). Proses penyelesaian model multiobjektif ini secara teknis memerlukan informasi preferensi subjektif dari pengambil keputusan (dalam bentuk pembobotan), sehingga persoalan pembobotan dan preferensinya mejadi peranan kunci dalam pengembangan dan penyelesaian riset terkait MODM [10].

Pendekatan MADM (*Multiple Attribute Decision Making*), adalah teknik penyelesaian multikriteria untuk persoalan pilihan atau seleksi, dan tidak diperlukan pendekatan program matematik yang klasik. Variabel keputusan dipertimbangkan sebagai variabel diskrit yang terbatas. Pendekatan ini ditujukan sebagai alat bantu keputusan supaya bisa mempelajari dan memahami masalah yang dihadapi, menentukan prioritas, nilai-nilai, sehingga dapat mempermudah pengambil keputusan dalam mengidentifikasi pilihan terbaik yang akan diambil [10].

Adapun beberapa aspek penting dalam penggunaan metode ini, yaitu:

- a. Pertimbangan keputusan yang secara kriteria dan sifatnya adalah konflik, maka dinyatakan secara eksplisit.
- b. Pendekatan ini hanya untuk membantu menstrukturkan keputusan.
- c. Sebagai alat bantu pengambilan keputusan yang dapat memahami dirinya, nilai-nilai, judgment melalui proses sintesis, dan juga eksplorasi yang sistematis sehingga bisa membantu memilih keputusan yang paling disukai [11].

Pendekatan dengan cara melakukan agregasi fungsi kriteria, memunculkan berbagai perbedaan pandangan antara peneliti multikriteria terhadap pendekatan *ecole americain* (seperti metode AHP, MAUT, dan lainnya) yang mewakili pada pendekatan sintesis, dan *ecole francophone* yang mewakili pendekatan agregasi parsial yaitu metode outranking (seperti metode ELECTRE, PROMETHEE, dan lainnya) [10].

Tabel 2.2 dibawah menerangkan taksonomi keseluruhan pengambilan keputusan multikriteria yang esensial, meskipun dalam pengembangannya sekarang sudah terdapat lebih dari 96 model-model baru.

Tabel 2.2 Taksonomi Teknik Penyelesaian Pengambilan Keputusan Multikriteria

| Pendekatan | Metode |
|--|--|
| MODM (<i>Multi Objective Decision Making</i>) | <i>Global Criteria Method</i> |
| | <i>Compromise Programming</i> |
| | <i>Utility Function Method</i> |
| | <i>Goal Programming (Interactive, Non Linier, Integer)</i> |
| | <i>De Novo Programming</i> |
| | <i>SEMOPS Method</i> |
| | GPSTEM |
| | <i>Zions and Wallenius Method</i> |
| | STEP (STEM) |
| <i>Geoffrion and Dyer Method</i> | |

| | |
|---|--|
| | PROTRADE |
| MADM (Multi Attribute Decision Making) | AHP (<i>Analytical Hierarchy Process</i>) |
| | ANP (<i>Analytical Network Process</i>) |
| | <i>Parametric Approach</i> |
| | SWT (<i>Surrogate Worth Method Trade Off</i>) |
| | ELECTRE I, II, III, IV, IS |
| | <i>Exclusionary Screening</i> |
| | <i>Lexicographic Method</i> |
| | MAUT (<i>Multi-Attribute Utility Theorome</i>) |
| | PROMETHEE I, II, III |
| | TOPSIS |
| SMART | |

Sumber: Ciptomulyono, 2010

II.4 AHP (Analytical Hierarchy Process)

Metode AHP (*Analytical Hierarchy Process*) merupakan salah satu metodologi analisis MCDM yang banyak digunakan untuk alat pendukung keputusan dari berbagai masalah [12]. Dalam metode AHP, pembobotan kriteria, bobot dari setiap kriteria bukan ditentukan di awal tetapi ditentukan menggunakan rumus dari metode ini berdasarkan skala prioritas (tingkat kepentingan) yang bersumber dari Tabel. saat. Metode ini bersifat persepsional, yang dimana kepentingan dari suatu kriteria alternatif tergantung sudut pandang seseorang dalam menilainya. Prinsip penggunaan metode AHP dimulai dengan penguraian masalah keputusan yang kompleks dan kemudian mengklasifikasikan pokok permasalahannya menjadi elemen matriks (keputusan) berpasangan dalam satu hierarki tertentu. Pada tingkat yang sama, elemen matriks (keputusan) dapat dibandingkan (*pairwise comparison*) dengan memasukkan pertimbangan faktor kualitatif dan kuantitatif.

Dalam penilaian perbandingan berpasangan (*pairwise comparison*), pengukuran inkonsistensi menggunakan nilai CR (*Consistency Ratio*) digunakan

untuk meminimalisir konsistensi penilaian. Adapun rumus *Consistency Ratio* sebagai berikut (Jandi & Ui, 2010):

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (2.1)$$

Dimana CI (*Consistency Index*),

$$CI = \frac{\lambda_{maksimum} - n}{n-1} \quad (2.2)$$

Keterangan:

CI = Indeks konsistensi penilaian terhadap suatu elemen masalah

RI = Indeks random konsistensi

CR = Perbandingan antara CI dengan RI

λ_{maks} = Nilai eigen terbesar dari matriks berordo n

Adapun keuntungan pendekatan AHP ini adalah sebagai berikut [13]:

- AHP memberikan satu model tunggal yang mudah dimengerti dan luwes untuk aneka ragam persoalan yang tak terstruktur (kesatuan).
- AHP memadukan rancangan deduktif dan rancangan berdasarakan system dalam memecahkan persoalan kompleks (kompleksifitas).
- AHP dapat menangani ketergantungan elemen-elemen dalam suatu system dan tidak memaksakan pemikiran linier (saling ketergantungan).
- AHP mencerminkan kecenderungan alami pikiran untuk memilah elemen-elemen suatu sistem dalam berbagai tingkat berlainan dan mengelompokkan unsur yang serupa dalam setiap tingkat (penyusunan hirarki).
- AHP memberikan suatu skala untuk mengukur hal-hal dan memberikan suatu metode untuk menetapkan berbagai prioritas (pengukuran).
- AHP menuntun ke suatu taksiran menyeluruh tentang kebaikan setiap alternatif (sintesis).
- AHP mempertimbangkan prioritas-prioritas relatif dari berbagai faktor sistem dan memungkinkan orang memilih alternatif terbaik berdasarkan tujuan-tujuan mereka (tawar-menawar).

Berikut ini adalah tabel tingkat kepentingan yang digunakan yaitu:

Tabel 2.3 Tingkat Kepentingan AHP

| No | Nilai | Interpretasi |
|----|---------|---------------------------|
| 1 | 1 | Sama Penting |
| 2 | 3 | Cukup Penting |
| 3 | 5 | Lebih Penting |
| 4 | 7 | Sangat Lebih Penting |
| 5 | 9 | Mutlak Lebih Penting |
| 6 | 2,4,6,8 | Nilai <i>Intermediate</i> |

Sumber : (Nofriansyah, Dicky; Defit, 2017)

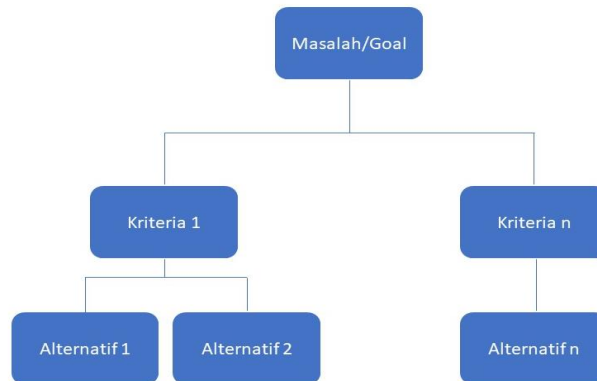
Dan dalam metode ini terdapat nilai *Random Index*. Adapun tabel nilai *Random Ratio* dari metode *Analytical Hierarchy Process* ini yaitu sebagai berikut:

Tabel 2.4 Nilai Random Index

| <i>N</i> | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----------------------|------|-----|------|------|------|------|------|------|
| RI_n | 0.58 | 0.9 | 1.12 | 1.24 | 1.32 | 1.41 | 1.45 | 1.49 |

Sumber : (Nofriansyah, Dicky; Defit, 2017)

Keunikan metode ini dibandingkan dengan metode lainnya yaitu metode ini didalam menentukan W_j (bobot kriteria) berdasarkan hasil evaluasi matriks bobot kriteria bukan ditentukan diawal oleh *stakeholder* dibandingkan metode lainnya [14]. Berikut ini adalah struktur dari metode AHP (*Analytical Hierarchy Process*) yakni sebagai berikut:



Gambar 2.1 Struktur Hierarki AHP (Nofriansyah, Dicky; Defit, 2017)

II.5 TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution)

TOPSIS adalah salah satu metode pengambilan keputusan yang pertama kali diperkenalkan oleh Hwang, C.L.; Yoon, K. yang dimana pemecahan masalah multikriteria yang memberikan solusi alternatif dengan membandingkan alternatif terbaik dan alternatif terburuk. Adapun sistem kerja dari TOPSIS adalah dengan cara mengukur jarak terdekat dan jarak terjauh dari tiap alternatif tersebut. Dimana jarak terdekat yang didapat merupakan solusi ideal positif dan jarak terjauhnya adalah solusi ideal negatif [15].

Adapun rumus-rumus yang digunakan pada metode ini yaitu sebagai berikut:

1. Pembuatan *normalized decision matrix*

$$\mathbf{D} = \begin{matrix} & F_1 & F_2 & \cdots & F_n \\ \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \vdots \\ A_n \end{matrix} & \left| \begin{matrix} f_{11} & f_{12} & \cdots & f_{1n} \\ f_{21} & f_{22} & \cdots & f_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ f_{m1} & f_{m2} & \cdots & f_{mn} \end{matrix} \right. & \end{matrix} \quad (2.3)$$

Dengan:

A_i : Alternatif ke-i, dengan $i= 1,2, \dots, m$

F_j : Kriteria ke-j, dengan $j= 1, 2, \dots, n$

f_{ij} : Indikasi kinerja rating tiap alternatif A_i terhadap kriteria F_j

2. Menormalisasi setiap nilai alternatif (matriks ternormalisasi) dan matriks ternormalisasi terbobot

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad (2.4)$$

Dengan:

r_{ij} : *Normalized value*, dengan $j=1, 2, \dots, n$; $i= 1, 2, \dots, m$

f_{ij} : Indikasi kinerja rating tiap alternatif A_i terhadap kriteria F_j

3. Menghitung nilai matriks kinerja terbobot

$$y_{ij} = w_j r_{ij} \quad (2.5)$$

Dengan:

w_j : Bobot dari kriteria j

y_{ij} : Bobot *normalized decision matrix criteria* i terhadap j

4. Menghitung *positive ideal solution* (Y^+) & *negatif ideal solution* (Y^-)

- *Positive ideal solution*

$$Y^+ = \{y_1^+, \dots, y_n^+\} = \{(max y_{ij} \parallel j \in J), (min y_{ij} \parallel j \in J')\} \quad (2.6)$$

Dengan:

J : Kriteria positif

J' : Kriteria negative

Y^+ : Solusi ideal positif (1, 2, ..., n)

Max Y_{ij} : Jika j adalah kriteria keuntungan

Min Y_{ij} : Jika j adalah kriteria biaya

- *Negatif ideal solution*

$$Y^- = \{y_1^-, \dots, y_n^-\} = \{(miny_{ij} \parallel j \in J), (maxy_{ij} \parallel j \in J')\} \quad (2.7)$$

Dengan:

J : Kriteria positif

J' : Kriteria negatif

Y^- : Solusi ideal positif (1, 2, ..., n)

Max Y_{ij} : Jika j adalah kriteria biaya

Min Y_{ij} : Jika j adalah kriteria keuntungan

5. Menghitung *distance* nilai terbobot setiap alternatif terhadap *positive ideal solution* dan *negative ideal solution*

Untuk yang solusi ideal positif

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (y_{ij} - y_j^+)^2}, i = 1, 2, \dots, n \quad (2.8)$$

Untuk yang solusi ideal negatif

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (y_{ij} - y_j^-)^2}, i = 1, 2, \dots, n \quad (2.9)$$

Dengan:

Y_{ij} : bobot normalisasi alternatif ke- i terhadap kriteria ke- j

Y_j : solusi ideal masing-masing kriteria (Y_j^+ untuk positif ideal

solution dan Y_j^- untuk negatif ideal solution)

6. Menghitung nilai preferensi dari setiap alternatif

$$C_i = \frac{D_i^-}{D_i^+ + D_i^-} \quad (2.10)$$

Dengan:

Nilai index C_i berada antara 0 dan 1. Dimana semakin mendekati 1 nilai indexnya, maka semakin baik kinerja alternatif tersebut [16].

Ada beberapa kelebihan dan kelemahan dalam penggunaan metode TOPSIS ini. Kelebihan TOPSIS diantaranya adalah [17]:

1. Hasil evaluasi yang reliable
2. Kriterianya saling berlawanan
3. Konsepnya yang sederhana dan lebih mudah untuk dipahami
4. Dapat diaplikasikan pada *human resource management*
5. Kemampuan identifikasi terbaik secara tepat

Kelemahan dari TOPSIS itu sendiri antara lain:

1. Memerlukan bobot awal untuk mengolah data selanjutnya
2. Dipengaruhi oleh *score*
3. Sifatnya menjadi parsial jika ada kriteria