

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. *Maintenance* (Pemeliharaan)

Menurut British Standards Institution BSI pada tahun 1984 mendefinisikan pemeliharaan sebagai kombinasi dari semua kegiatan administrasi teknis yang diperlukan untuk menjaga peralatan, instalasi dan asset fisik dalam kondisi operasi yang diinginkan. Tujuan dari pemeliharaan yaitu untuk memastikan fungsi sistem (ketersediaan, efisiensi dan kualitas produk), memastikan sistem atau kehidupan pabrik. Untuk peralatan produksi Untuk peralatan produksi, memastikan fungsi sistem adalah tujuan utama dari fungsi pemeliharaan [1].

Maintenance atau pemeliharaan harus memberikan keandalan, ketersediaan, efisiensi, dan kemampuan yang tepat untuk menghasilkan dengan kualitas yang tepat untuk sistem produksi, sesuai dengan kebutuhan. Memastikan kehidupan sistem mengacu untuk menjaga sistem dalam kondisi kerja yang tepat, mengurangi peluang kerusakan kondisi, dan dengan demikian meningkatkan kehidupan sistem. Hale et al (1998) ia menjelaskan bahwa tujuan utama dari pemeliharaan adalah untuk mencegah terjadinya kerusakan atau penyimpangan yang signifikan dalam fungsi pabrik atau perusahaan yang dapat mengancam tidak hanya pada proses produksi melainkan juga pada keselamatan dan untuk mengembalikan kondisi perusahaan agar berfungsi penuh setelah kerusakan atau gangguan [1].

Laju pertumbuhan teknologi dan kebutuhan untuk meningkatkan produktivitas mesin dan peralatan untuk bergerak menuju otomatisasi yang sampai saat ini sebagian besar waktu dan energi manusia dihabiskan untuk masalah bagaimana mengatasi dan mengaktifkan semua perawatan saat terjadinya kegagalan. Metode pemeliharaan untuk kelompok yang bekerja untuk meningkatkan efisiensi peralatan (Porter, 2008) [2]. Berkenaan dengan pemeliharaan salah satu pilar utama efisiensi, Oleh karena itu dapat menjadi budaya untuk memperbaiki situasi saat ini. Budaya kerja yang mengajarkan cara memilih arah dan jalur untuk memastikan maksimum. Efektivitas peralatan sesuai dengan sistem administrasi manusia, pabrik, mesin, peralatan dan bahan untuk menciptakan eksploitasi yang lebih baik dan meningkatkan masa manfaat peralatan dan penggunaan sumber daya yang optimal

seperti personel, pendanaan memerlukan perencanaan sistem yang baik , analisis, kontrol dan praktik manajemen yang tepat [2].

2.1.1. Tujuan dan Tanggung Jawab Organisasi Perawatan

Organisasi pemeliharaan di suatu perusahaan sangat dipengaruhi oleh beberapa elemen atau faktor sebagai berikut [1]:

1. Jenis bisnis, misalnya teknologi tinggi, produksi dan layanan.
2. Dapat memaksimalkan keuntungan, peningkatan pangsa pasar dan tujuan sosial lainnya.
3. Ukuran dan struktur organisasi.
4. Budaya organisasi dan rentang tanggung jawab yang ditugaskan untuk pemeliharaan.

Pengorganisasian pemeliharaan merupakan fungsi dari proses manajemen organisasi yang memiliki tujuan yaitu sebagai berikut [1]:

1. Memaksimalkan laba.
2. Meningkatkan kualitas layanan untuk produk tertentu.
3. Meminimalkan biaya.
4. Lingkungan aman dan bersih.
5. Mengembangkan sumber daya manusia.

Tanggung jawab utama pemeliharaan adalah menyediakan layanan yang memungkinkan organisasi mencapai tujuannya. Tanggung jawab khusus bervariasi dari satu organisasi ke yang lain. Menurut Duffuaa et al (1998), tanggung jawab dari organisasi perawatan yaitu [1]:

1. Untuk menjaga aset dan peralatan dalam kondisi baik, dikonfigurasi dengan baik, dan aman untuk melakukan fungsi yang dimaksudkan.
2. Melakukan semua kegiatan pemeliharaan termasuk pencegahan, prediksi; perbaikan, perbaikan, modifikasi desain dan pemeliharaan darurat dengan cara yang efisien dan efektif.
3. Menghemat dan mengendalikan penggunaan suku cadang dan material.
4. Komisi pabrik baru dan ekspansi pabrik.
5. Operasikan utilitas dan hemat energi.

2.1.3. Kinerja Pemeliharaan

Produktivitas pemeliharaan memiliki tujuan yaitu untuk meminimalkan biaya perawatan yang berhubungan dengan pengukuran hasil atau kinerja pemeliharaan dan memaksimalkan kinerja perawatan secara keseluruhan. Beberapa ukuran kinerja pemeliharaan adalah ketersediaan, waktu rata-rata antara kegagalan, frekuensi kegagalan, waktu rata-rata untuk memperbaiki dan indeks laju produksi. Indikator produktivitas pemeliharaan yaitu untuk mengukur penggunaan sumber daya, seperti tenaga kerja, material, kontraktor dan peralatan [1].

Produktivitas perawatan berhubungan dengan efektivitas dan efisiensi perawatan. Pada suatu perusahaan industri, waktu henti mesin di lantai produksi adalah salah satu masalah utama untuk produktivitas pemeliharaan. Kegiatan pemeliharaan sebagian besar bersifat non-berulang. Oleh karena itu, semua staf dan manajer pemeliharaan membutuhkan tingkat multi-keterampilan untuk menyelesaikan masalah baru yang saling bertentangan dengan setiap gangguan atau *downtime* [1].

2.1.4. Strategi Pemeliharaan

Strategi pemeliharaan didefinisikan sebagai aturan keputusan untuk menetapkan urutan tindakan pemeliharaan yang akan dilakukan sesuai dengan tingkat degradasi sistem. Setiap tindakan pemeliharaan terdiri dari pemeliharaan atau pemulihan sistem dalam kondisi tertentu dengan menggunakan sumber daya yang sesuai. Biaya dan durasi dikeluarkan untuk melakukan setiap tindakan pemeliharaan. Strategi perawatan yang berbeda menurut Lyonnet (2002), Cho dan Parlar (1991), Nakagawa (1979), Pierskalla dan Voelker (1976), Sherif dan Smith (1981), mereka menyatakan bahwa pergantian sistem yang mengalami kegagalan acak dan yang statusnya diketahui setiap saat. Strategi-strategi ini berbeda satu dengan yang lainnya karena dilihat berdasarkan sifat dan tindakan yang mereka sarankan, dengan kriteria kinerja yang dipilih, oleh karakter deterministik atau stokastik dari parameter yang mereka perhitungkan, oleh kenyataan bahwa sistem dianggap sebagai entitas tunggal [1].

Seseorang dapat memodelkan strategi pemeliharaan yang dapat dipertimbangkan dengan menggunakan parameter karakteristik dan variabel keputusan untuk

menggambarkan teknis serta ekonomis untuk mengoptimalkan. Jika seseorang berhasil memecahkan ke optimalitas model analitis, maka ia dapat menetapkan keberadaan dan kondisi keunikan dari strategi optimal. Ketidaknyamanan utama dari pendekatan adalah bahwa seseorang berakhir dengan model-model sulit yang rumit untuk dipecahkan, terutama apabila seseorang ingin mempertimbangkan faktor-faktor lain yang memiliki dampak signifikan pada perilaku suatu sistem. Fakta ini untuk mengeksplorasi kemungkinan simulasi untuk menangani situasi dan secara efisien mengevaluasi strategi perawatan [1].

2.1.5. Perencanaan Strategi Dalam Pemeliharaan

Secara tradisional, pemeliharaan tidak dipandang sebagai unit strategis dalam suatu organisasi karena perencanaan sebagian besar dilakukan pada kisaran jangka menengah. Dimensi strategis dari fungsi pemeliharaan pada saat ini menarik perhatian para peneliti dan praktisi dengan meningkatkan persaingan di tingkat global dan peningkatan biaya pemeliharaan yang relatif terhadap biaya lain dalam organisasi. Ketersediaan peralatan terutama pada sektor bisnis seperti pembangkit energi dan eksplorasi minyak dan proyek besar menjadi perhatian utama karena tingginya biaya akuisisi. Strategi operasional yang muncul seperti lean manufacturing akan menggeser penekanan dari volume produksi ke respon yang lebih cepat. Perubahan dari strategi operasi memerlukan perubahan dalam strategi perawatan yang terkait dengan memilih fasilitas dan peralatan dan mengoptimalkan kegiatan pemeliharaan yang berhubungan dengan tujuan operasi baru [1].

Perubahan dalam lingkungan bisnis mengembangkan kesadaran bahwa pemeliharaan tidak boleh dilihat dari segi konteks operasional yang berhubungan dengan kegagalan peralatan tetapi juga harus dilihat dalam konteks perencanaan strategi dalam jangka panjang yang mengintegrasikan masalah teknis. Pemeliharaan harus dilihat secara strategis dan harus ditangani dalam pendekatan multidisiplin. Pendekatan ini mempertimbangkan tren sosiopolitik, demografis dan modal yang dibutuhkan. Menurut Murthy et al (2002) ia menjelaskan bahwa pandangan strategis pemeliharaan oleh keadaan peralatan, beban operasi, tindakan pemeliharaan dan tujuan bisnis. Keadaan peralatan dipengaruhi oleh beban

pengoperasian serta pada tindakan perawatan. Beban pada operasi dilihat dari rencana dan keputusan produksi yang dipengaruhi oleh kebutuhan komersial [1].

2.1.6. Proses Produksi

Proses produksi merupakan suatu proses yang menggambarkan aktivitas dalam perencanaan produksi dan suatu ilmu yang khusus dan ada pada sistem manufaktur. Menurut Bedworth pada tahun 1991, manufaktur dapat didefinisikan sebagai sekumpulan aktivitas fisik dan intelektual yang digabungkan dengan perancangan dalam pembuatan produk yang nyata, sehingga dapat memberikan nilai tambah pada suatu item, baik secara manual atau dengan menggunakan mesin [3].

2.1.7. Pengertian Perawatan

Perawatan merupakan suatu kebijakan yang dilakukan untuk mempertahankan peralatan atau mesin-mesin produksi agar tidak terjadinya kerusakan yang dapat mengakibatkan proses produksi di perusahaan tidak berjalan dengan optimal. Tujuan dari perawatan yaitu mencakup semua aktivitas yang digunakan untuk menjaga kualitas dari produk yang dihasilkan oleh perusahaan [4]. Perawatan memiliki beberapa tujuan agar mesin dapat bekerja dengan efektif diantaranya yaitu [4]:

1. Untuk mengoptimalkan kemampuan produksi.
2. Untuk dapat meminimalkan biaya per unit.
3. Memaksimalkan kapasitas produksi di perusahaan.
4. Agar tidak terjadinya kecelakaan kerja pada pegawai.
5. Untuk menjaga agar tidak terjadinya kerusakan pada lingkungan.

2.1.8. Metode-metode Perawatan

Berikut merupakan metode-metode (jenis-jenis) perawatan yaitu sebagai berikut:

1. Metode *corrective maintenance*

Metode ini didefinisikan sebagai jenis pemeliharaan yang sesuai dengan standar Pren13306 pada tahun 1998. Perawatan *corrective* dilakukan setelah pengenalan kesalahan untuk menempatkan suatu barang dalam keadaan yang

bisa melakukan fungsi yang diperlukan. Menurut Moblay pada tahun 2004, ia menjelaskan bahwa jenis perawatan *corrective* ini menyangkut keadaan yang darurat casas, perbaikan, tidak terjadwal dan tugas perbaikan. Metode *corrective* merupakan suatu teknik yang tidak mengambil tindakan pemeliharaan sampai dengan adanya kegagalan pada peralatan [5].

2. Metode *preventive maintenance*

Metode ini merupakan jenis perawatan penggantian komponen atau merombak item pada saat diperbaiki interval. Menurut Moubray pada tahun 1997, metode *preventive* yaitu prematur kerusakan peralatan yang dilakukan untuk mencegah downtime yang tidak terjadwal yang akan menghasilkan suatu kegiatan perbaikan korektif. Pendekatan pada metode ini terhadap manajemen pemeliharaan terutama tugas yang berulang atau berdasarkan waktu untuk melakukan/mempertahankan tingkat ketersediaan keandalan yang dapat diterima (Moblely, 2002) [5].

3. Metode *predictive maintenance*

Metode perawatan *predictive* yang dijelaskan berdasarkan PrEN 13306 pada tahun 1998 didefinisikan sebagai pemeliharaan berbasis kondisi yang dilakukan mengikuti perkiraan yang berasal dari analisis dan evaluasi parameter signifikan degradasi item [5].

4. Metode *Time Based Maintenance*

Metode perawatan ini adalah pengembangan dari *preventive maintenance*, penerapan dalam metode ini yaitu dapat mengurangi frekuensi kegagalan. Pemeliharaan jenis ini dilakukan tanpa mempertimbangkan komponen. Kegiatan yang dilakukan pada metode ini yaitu antara lain pemeriksaan, penggantian komponen, pelumasan dan pembersihan. Kebijakan perawatan pada metode *time based maintenance* ini dilakukan berdasarkan variabel waktu [6].

5. Metode *Condition Based Maintenance*

Metode ini merupakan jenis perawatan atau pemeliharaan berbasis kondisi yang didefinisikan sebagai pencegahan pemeliharaan yang terdiri dari kinerja dan parameter pemantauan dan tindakan selanjutnya. Pemantauan kinerja dan parameter yang mungkin dijadwalkan, atas permintaan atau terus menerus [5].

6. Metode *Autonomous Maintenance*

Metode ini adalah perawatan yang digunakan untuk mengurangi kerugian termasuk pada cacat produk pada proses produksi di suatu perusahaan yang biasanya menggunakan TPM (*Total Productive Maintenance*). Tahap dalam penerapan TPM yaitu untuk mengembangkan program *autonomous maintenance*. Pada metode ini, anggota tim yang lebih teknis bertugas untuk melakukan pemeriksaan dan pembersihan pada bagian-bagian mesin. Seluruh mesin akan dibersihkan berdasarkan area dan setiap fuguai (kelainan) akan dicatat. Ketua tim akan *schedule* atau menjadwalkan area yang akan ditangani dan akan memutuskan bagaimana mesin tersebut akan ditangani. Operator yang bekerja akan diawasi oleh petugas dukungan teknis yang dialokasikan sampai mereka dianggap kompeten untuk bekerja tanpa pengawasan [7].

2.2. Logika *Fuzzy*

Logika *fuzzy* (*fuzziness*) didefinisikan sebagai logika kabur yang berkenaan dengan suatu kejadian, pernyataan atau fenomena itu sendiri. Logika klasik menyatakan bahwa segala hal dapat diekspresikan dalam istilah bilangan biner yaitu 0 atau 1, logika *fuzzy* menggantikan kebenaran boolean dengan tingkat kebenarannya. Bilangan *fuzzy* adalah suatu himpunan bagian *fuzzy* dari bilangan real yang mewakili perluasan gagasan interval kepercayaan [8]. Dalam melakukan suatu penelitian, bilangan *fuzzy* segitiga diadopsi untuk mengkarakterisasi fungsi keanggotaan [8].

Bilangan *fuzzy* segitiga dilambangkan dengan $\tilde{A} = (l, m, u)$, dimana bilangan l , m dan u masing-masing adalah nilai bawah, tengah dan atas dari bilangan *fuzzy* [9]. *Fuzzy logic* didalam bahasa Indonesia merupakan suatu metode atau teknik yang digunakan untuk mengatasi hal tidak pasti dalam permasalahan yang memiliki banyak jawaban [10].

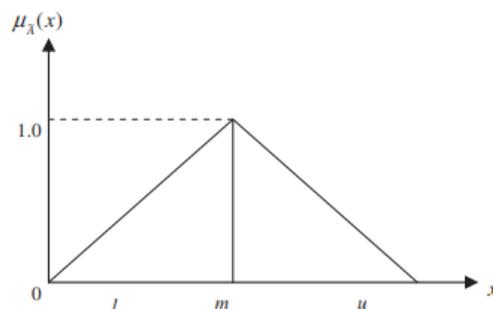
Menurut Kusumadewi dan Purnomo pada tahun (2004) menyatakan bahwa ada beberapa alasan mengapa menggunakan logika *fuzzy* [10]. Konsep dalam logika *fuzzy* sangat sederhana dan mudah untuk dimengerti.

1. Logika *fuzzy* sangat fleksibel.
2. Memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak tepat.
3. Mampu memodelkan fungsi-fungsi nonlinear yang sangat kompleks.
4. Dapat membangun dan mengaplikasikan pengalaman para pakar secara langsung tanpa proses pelatihan.
5. Dapat bekerjasama dengan teknik kendali secara konvensional.
6. Didasarkan pada bahasa alami.

2.3. Menentukan Variabel Linguistik

Variabel linguistik mengambil nilai-nilai yang dapat didefinisikan sebagai istilah linguistik. Istilah linguistik merupakan kategori subjektif untuk variabel linguistik. Variabel linguistik adalah variabel yang nilainya berupa kalimat atau kata dalam bahasa yang alami atau buatan. Pada istilah linguistik terdapat beberapa istilah dasar yaitu sempurna, mutlak, sangat bagus, cukup, bagus, baik, lebih disukai, tidak buruk, keuntungan lemah dan setara [11].

Sembilan istilah tersebut berhubungan dengan skala level *fuzzy*. Fungsi keanggotaan (skala bilangan *fuzzy*) didefinisikan oleh tiga parameter dari bilangan *fuzzy* simetris segitiga, titik kiri, titik tengah dan titik kanan rentang. Berikut merupakan contoh gambar fungsi keanggotaan *fuzzy* segitiga dapat dilihat pada gambar 2.1 dibawah ini [11]:

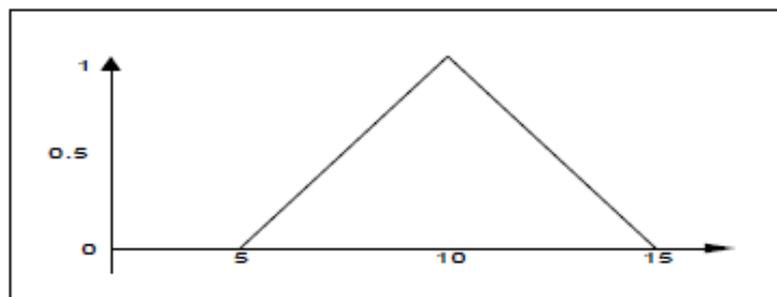


Gambar 2.1 Fungsi keanggotaan *fuzzy* segitiga

[11]

2.4. Himpunan *Fuzzy*

Menurut Prof. L.A. Zadeh pada tahun 1964 dari California University, himpunan fuzzy adalah perluasan himpunan crisp, yaitu himpunan yang membagi kelompok individu dalam dua kategori yaitu anggota dan bukan anggota [12]. Himpunan *fuzzy* (*fuzzy set*) adalah suatu kumpulan obyek x dimana masing-masing obyek mempunyai nilai keanggotaan " μ " atau dapat disebut dengan nilai kebenaran. Jika X adalah sekumpulan obyek dan anggotanya dinyatakan dengan x , maka himpunan *fuzzy* dari A di dalam X yaitu himpunan dengan sepasang anggota [10].



Gambar 2.2 Grafik himpunan *fuzzy* untuk bilangan yang mendekati 10

[10]

2.5. Istilah Linguistik *Fuzzy*

Pada istilah linguistik *fuzzy*, TOPSIS *fuzzy* digunakan untuk menjelaskan bagaimana dalam menilai kemampuan dari setiap kebijakan pemeliharaan untuk menyelesaikan kemungkinan kegagalan yang terjadi pada suatu sistem dalam hal variabel linguistik. Variabel linguistik merupakan variabel yang menerapkan kata atau kalimat dalam bahasa alami atau buatan yang digunakan untuk menggambarkan tingkat nilai. Berikut merupakan tabel yang digunakan untuk menentukan kriteria dengan variabel linguistik dengan *fuzzy* [13] yaitu:

Tabel 2.1 Variabel linguistik untuk bobot pentingnya masing-masing kriteria

[13]

Variabel linguistik	Pentingnya bobot masing-masing kriteria
Sangat tidak penting	(0.0, 0.0, 0.25)
Tidak penting	(0.0, 0.25, 0.5)
Penting	(0.25, 0.5, 0.75)
Sangat penting	(0.5, 0.75, 1.0)
Mutlak penting	(0.75, 1.0, 1.0)

Tabel 2.2 Variabel linguistik untuk peringkat setiap kebijakan pemeliharaan

[13]

Variabel linguistik	Pentingnya bobot masing-masing kriteria
Sangat rendah	(1, 1, 3)
Rendah	(1, 3, 5)
Rata-rata	(3, 5, 7)
Tinggi	(5, 7, 9)
Sangat tinggi	(7, 9, 9)

2.6. Skala Penilaian

Skala penilaian dari nilai variabel sangat tidak penting, tidak penting, penting, sangat penting mutlak penting merupakan skala bobot yang digunakan untuk pentingnya bobot untuk setiap kriteria. Sedangkan skala dari variabel linguistik sangat rendah, rendah, rata-rata, tinggi, sangat tinggi merupakan nilai yang digunakan untuk pentingnya masing-masing kriteria pada peringkat kebijakan pemeliharaan. Skala penilaian merupakan nilai yang digunakan untuk tingkat kepentingan suatu kriteria dibandingkan dengan kriteria lainnya. Skala penilaian berada diantara nilai 1 sampai dengan 9, dimana semakin tinggi nilai yang diberikan, maka akan semakin penting kriteria tersebut untuk dipertimbangkan [14].

2.7. Metode TOPSIS

TOPSIS merupakan suatu metode pengambilan keputusan multi kriteria yang pertama kali diperkenalkan oleh Yoon dan Hwang pada tahun 1981. Metode topsis (teknik untuk preferensi pesanan dengan kemiripan pada solusi ideal) yang dikembangkan oleh Hwang dan Yoon (1981). Topsis adalah metode peringkat sederhana dalam konsepsi dan aplikasi. Metode topsis standar digunakan untuk memilih alternatif yang secara simultan memiliki jarak terdekat dari solusi ideal positif dan jarak terjauh dari solusi ideal negatif [15].

Solusi ideal positif pada metode topsis digunakan untuk memaksimalkan kriteria manfaat dan meminimalkan kriteria biaya, sedangkan solusi ideal negatif guna untuk memaksimalkan kriteria biaya dan meminimalkan kriteria manfaat. Topsis

dapat digunakan untuk memanfaatkan informasi atribut, memberikan peringkat kardinal alternatif dan tidak memerlukan preferensi atribut untuk mandiri [15].

Asumsi dari TOPSIS dapat didefinisikan sebagai kriteria yang monoton meningkat atau menurun. Metode kompensasi seperti TOPSIS memungkinkan *trade-off* antara hasil kriteria, dimana hasil yang buruk dalam satu kriteria dapat dinegasikan oleh hasil yang baik pada kriteria lain [16].

2.8. Fuzzy TOPSIS

Teknik untuk preferensi pesanan berdasarkan kesamaan (TOPSIS) yang memecahkan masalah dengan memberikan peringkat pada alternatif. Ketika alternatif semakin mendekati solusi ideal positif (PIS) dan semakin jauh dari solusi ideal negatif (NIS), maka peringkat alternatif akan semakin tinggi. Dalam permasalahan ketika atribut tidak deterministik, logika *fuzzy* dapat digunakan untuk mengatasi masalah. Kedua keadaan tersebut menciptakan *fuzzy* TOPSIS (Madi et al., 2011) [17].

Metode *fuzzy* TOPSIS digunakan untuk memecahkan masalah di bidang MCDM (*Multi Criteria Decision Making*) yang ada ketergantungan dengan pembuat keputusan (Madi et al., 2011, Alborxi, 2008). Pembuat keputusan secara subyektif digunakan untuk menentukan nilai matriks keputusan. Untuk meningkatkan objektivitas, nilai matriks keputusan biasanya ditentukan oleh lebih dari satu pembuat keputusan [17].

Menurut Wang dan Elhad, metode *fuzzy* TOPSIS didasarkan pada set level alpha dan prinsip ekstensi *fuzzy* yang menghitung kedekatan relatif *fuzzy* dari setiap alternatif dengan menyelesaikan model pemrograman non-linear. Peringkat akhir diperoleh dengan defuzzifikasi nilai kedekatan relatif *fuzzy* [18].

2.9. Penerapan *Fuzzy* Di Teknik Industri

Berikut merupakan pendekatan *fuzzy* di teknik industri yaitu sebagai berikut:

1. Pengembangan strategi untuk mengelola risiko pada industri biodiesel dengan pendekatan sistem intelegen logika fuzzy [19].
2. Penerapan fuzzy topsis dalam penentuan lokasi kawasan pengembangan rantai pasok bioenergi kelapa sawit [14].
3. Penerapan fuzzy topsis untuk pemilihan pemasok pada departemen supply chain di perusahaan pengolahan air kabupaten tangerang [20].
4. Perancangan sistem informasi manajemen produksi dengan pemanfaatan pendekatan fuzzy logic untuk penentuan jumlah produksi [21].

2.10. Prosedur *Fuzzy* TOPSIS

Berikut ini merupakan prinsip opsional *fuzzy* topsis yang dilakukan dalam beberapa langkah dan rumus yang digunakan untuk perhitungan metode *fuzzy* topsis (Kamaruddin Shahrul, 2013) diantaranya yaitu sebagai berikut:

1. Langkah 1

Gabungkan bobot penting dan peringkat kinerja alternatif. Pentingnya kriteria dan peringkat dari alternatif sehubungan dengan setiap kriteria yang diperoleh dari kelompok pembuat keputusan yang dinyatakan dalam persamaan 2.1. dan 2.2. dibawah ini:

$$\tilde{x}_{ij} = a_{ij}, b_{ij}, c_{ij} \quad (2.1.)$$

$$a_{ij} = \min \left\{ \begin{matrix} k \\ a_{ij} \end{matrix} \right\}, b_{ij} = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K b_{ij}, c_{ij} = \max \left\{ \begin{matrix} k \\ c_{ij} \end{matrix} \right\} \quad (2.2.)$$

Dimana:

K adalah pentingnya pembuat keputusan K

\tilde{x}_{ij} adalah nilai eksperimen ke i, respon ke j

a_{ij} adalah nilai batas atas kriteria ke i oleh pembuat keputusan ke j

b_{ij} adalah nilai batas tengah kriteria ke i oleh pembuat keputusan ke j

c_{ij} adalah nilai batas bawah kriteria ke i oleh pembuat keputusan ke j

2. Langkah 2

Perumusan matriks keputusan *fuzzy* yang peringkat kinerjanya teragregasi dalam hal variabel linguistik mengenai pemilihan m alternatif di bawah n.

Kriteria yang berbeda dinyatakan dalam matriks keputusan *fuzzy* yang dapat dilihat pada persamaan 2.3. dibawah ini.

$$\tilde{D} = \begin{matrix} & \begin{matrix} C_1 & C_2 & \cdots & C_n \end{matrix} \\ \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \vdots \\ A_m \end{matrix} & \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \cdots & \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{x}_{21} & \cdots & \cdots & \tilde{x}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \tilde{x}_{m1} & \tilde{x}_{m2} & \cdots & \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (2.3.)$$

Dimana:

\tilde{D} untuk merepresentasikan matriks keputusan *fuzzy* dengan alternatif A_i ($i = 1, 2, \dots, m$) dan kriteria C_j ($j = 1, 2, \dots, n$).

3. Langkah 3

Normalisasi matriks keputusan *fuzzy*. Transformasi skala linier yang digunakan untuk mengubah skala kriteria yang berbeda menjadi kisaran *fuzzy* segitiga angka $[0, 1]$. Normalisasi matriks keputusan *fuzzy* dapat dilihat pada persamaan 2.4. dan nilai-nilai yang dinormalkan diatur menurut persamaan 2.5. dan 2.6. dibawah ini:

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_{ij}}{c_j^+}, \frac{b_{ij}}{c_j^+}, \frac{c_{ij}}{c_j^+} \right), c^*_{*j} = \max_i \{c_{ij}\} \text{ (benefit kriteria)} \quad (2.4.)$$

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_j^-}{c_{ij}^+}, \frac{a_j^-}{b_{ij}^+}, \frac{a_j^-}{a_{ij}^+} \right), a^*_{*j} = \min_i \{a_{ij}\} \text{ (cost kriteria)} \quad (2.5.)$$

$$\tilde{R}_{ij} = \begin{bmatrix} \tilde{r}_{11} & \cdots & \tilde{v}_{1n} \\ \vdots & \cdots & \vdots \\ \tilde{r}_{m1} & \cdots & \tilde{v}_{mn} \end{bmatrix} \quad (2.6.)$$

Dimana:

$\tilde{r}_{ij^+} = (a_j^+, b_j^+, c_j^+)$ dan $\tilde{r}_{ij^-} = (a_j^-, b_j^-, c_j^-)$ menunjukkan nilai tertinggi dan terendah untuk setiap kriteria masing-masing.

\tilde{r}_{ij} adalah hasil dari normalisasi matriks keputusan.

4. Langkah 4

Tertimbang dari matriks keputusan *fuzzy* dinormalisasi. Mempertimbangkan perbedaan bobot sesuai dengan kepentingan masing-masing kriteria dan nilai yang dinormalisasikan [22]. Matriks keputusan *fuzzy* yang dinormalisasikan tertimbang dapat dilihat pada persamaan 2.7, 2.8 dan 2.9. dibawah ini:

$$\tilde{v}_{ij} = \tilde{r}_{ij} \times \tilde{w}_j \quad (2.7.)$$

$$\tilde{A}_1 \otimes \tilde{A}_2 = (a_1, b_1, c_1) \otimes (a_2, b_2, c_3) = (a_1 * a_2, b_1 * b_2, c_1 * c_2) \quad (2.8.)$$

Perhitungan hasil dapat diringkas dalam matriks yang dibentuk pada persamaan 7 dibawah ini:

$$\tilde{v} = \begin{bmatrix} \tilde{v}_{11} & \cdots & \tilde{v}_{1n} \\ \vdots & \cdots & \vdots \\ \tilde{v}_{m1} & \cdots & \tilde{v}_{mn} \end{bmatrix} \quad (2.9.)$$

Dimana:

\otimes adalah perkalian tensor ruang vektor.

\tilde{v}_{ij} adalah normalisasi bobot matriks.

\tilde{r}_{ij} adalah hasil dari normalisasi matriks keputusan.

\tilde{w}_j adalah nilai bobot kriteria.

5. Langkah 5

Unsur-unsur pada matriks keputusan *fuzzy* yang dinormalisasikan tertimbang adalah angka *fuzzy* segitiga positif dimana kisarannya yaitu interval tertutup [0, 1]. Pemisahan ideal positif (PIS) dan ideal negatif separasi (NIS) dapat dilihat pada persamaan 2.10. dan 2.11. dibawah ini:

$$A^+ = \{\tilde{v}_1^+, \tilde{v}_2^+, \dots, \tilde{v}_n^+\}, \tilde{v}_j^+ = \max_i \{v_{ij}\} \quad (2.10.)$$

$$A^- = \{\tilde{v}_1^-, \tilde{v}_2^-, \dots, \tilde{v}_n^-\}, \tilde{v}_j^- = \min_i \{v_{ij}\} \quad (2.11.)$$

Dimana:

A^+ adalah solusi ideal positif.

A^- adalah solusi ideal negatif.

\tilde{v}_j^+ adalah max, jika j adalah atribut keuntungan (benefit) dan min, jika j adalah atribut biaya (*cost*).

A^- adalah min, jika j adalah atribut keuntungan (benefit) dan max, jika j adalah atribut biaya (*cost*).

6. Langkah 6

Pengukuran pemisah dari setiap alternatif dari pemisahan ideal positif (PIS) dan ideal negatif separasi (NIS) dihitung dengan menggunakan *Euclidean* n-

dimensional jarak yang dapat dilihat pada persamaan 2.12, 2.13 dan 2.14 dibawah ini:

$$d = (\tilde{x}, \tilde{y}) = \sqrt{\frac{1}{3}[(a_1 - a_2)^2 + (b_1 - b_2)^2 + (c_1 - c_2)^2]} \quad (2.12.)$$

$$d^+_i = \sum_{j=1}^n d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}^+_j) \quad (2.13.)$$

$$d^-_i = \sum_{j=1}^n d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}^-_j) \quad (2.14.)$$

Dimana:

d^+_i adalah jarak ideal positif.

d^-_i adalah jarak ideal negatif.

\sum adalah jumlah \tilde{v}^+_j rangking bobot ternormalisasi positif.

\sum adalah jumlah \tilde{v}^-_j rangking bobot ternormalisasi negatif.

7. Langkah 7

Menghitung koefisien kedekatan, CC dapat dilihat pada persamaan 2.15. dibawah ini:

$$cc_i = \frac{di^-}{di^+ + di^-}, i = 1, 2, \dots, m \quad (2.15.)$$

Dimana:

cc_i adalah koefisien kedekatan.

di^- adalah solusi ideal negatif.

di^+ adalah solusi ideal positif.

2.11. Kriteria-kriteria Seleksi Metode *Maintenance*

Berikut ini merupakan kriteria-kriteria seleksi pada metode perawatan diantaranya yaitu sebagai berikut [23] [24]:

1. Keselamatan Personel

Keselamatan Personel adalah kriteria utama dan kegagalan mesin tertentu yang dapat menyebabkan cedera parah pada personel yang bekerja di tempat.

2. Keamanan Fasilitas

Keamanan Fasilitas adalah salah satu dari kerusakan yang mendadak pada peralatan tertentu sering memengaruhi kinerja aksesoris terkait lainnya.

3. Keamanan Lingkungan

Keamanan Lingkungan adalah salah satu kuncinya norma yang harus dipertimbangkan oleh setiap industri.

4. Keamanan Peralatan

Keamanan Peralatan adalah beberapa kegagalan akan mempengaruhi kondisi peralatan misalnya, kecelakaan kebakaran akan menyebabkan kerusakan berat pada peralatan.

5. Keamanan Perangkat Keras

Keamanan Perangkat Keras adalah sejumlah sensor dan komputer sangat diperlukan dalam penerapan Berbasis Kondisi dan Prediktif Strategi perawatan.

6. Keamanan Perangkat Lunak

Keamanan Perangkat Lunak adalah beberapa alat perangkat lunak diperlukan untuk menganalisis data parameter yang diukur dalam penerapan pemeliharaan berbasis kondisi dan strategi perawatan prediktif.

7. Biaya Pelatihan Personel

Biaya Pelatihan Personel adalah biaya untuk melatih pemeliharaan staf untuk mengadopsi segala jenis strategi pemeliharaan.

8. Biaya Penggantian

Biaya Penggantian adalah bagian yang tidak sempurna atau gagal yang harus diganti saat melakukan perawatan. Biaya total dari suku cadang yang diganti ini disebut sebagai biaya penggantian.

9. Persediaan Suku Cadang

Persediaan Suku Cadang adalah strategi korektif Pemeliharaan membutuhkan lebih banyak suku cadang daripada strategi pemeliharaan lainnya. Suku cadang untuk mesin-mesin tertentu sangat mahal.

10. Kerugian Produksi

Kerugian Produksi adalah rincian peralatan apa pun di jalur produksi yang akan secara langsung memengaruhi produksi dan berakibat parah pada kerugian produksi dalam hal kuantitas, kualitas atau biaya. Ini dapat dikurangi dengan memilih strategi perawatan yang sesuai.

11. Identifikasi Kesalahan

Identifikasi Kesalahan adalah mengacu pada seberapa mudah dan cepatnya suatu strategi perawatan dapat mengungkap penyebab dan lokasi kesalahan

yang terjadi pada teknisi perawatan sehingga mengurangi waktu perawatan dan meningkatkan ketersediaan mesin.

12. Penerimaan Melalui Kerja

Penerimaan Melalui Kerja adalah penerimaan dari orang-orang yang terlibat langsung dalam pemeliharaan sangat penting. Jadi tingkat penerimaan dan sudut pandang orang-orang ini harus dipertimbangkan. Secara umum, mereka lebih suka strategi perawatan yang mudah diimplementasikan.

13. Keandalan Teknik

Keandalan Teknik adalah Strategi perawatan tertentu dapat dengan mudah disesuaikan dengan peralatan tertentu tetapi tidak akan demikian untuk beberapa peralatan lainnya.

14. Urutan Kerja

Urutan Kerja adalah urutan tindakan yang harus dilakukan untuk jenis pekerjaan pemeliharaan tertentu. Ini berbeda dari satu strategi pemeliharaan yang lain.

15. Kemampuan Pemeliharaan

Kemampuan Pemeliharaan adalah kemudahan dan kecepatan pemeliharaan aktivitas dapat dilakukan pada bagian peralatan yang dapat diukur dalam hal *Mean Time To Repair (MTTR)*.

2.12. Metode (Jenis Perawatan) Yang Akan Di seleksi

Metode/jenis yang digunakan untuk melakukan pemilihan perawatan yaitu metode *corrective maintenance*, *preventive maintenance*, *predictive maintenance*, *time based maintenance*, *condition based maintenance* dan *autonomous maintenance*. Metode tersebut digunakan paling utama yaitu untuk menjaga keselamatan personel, untuk memberikan usulan kegiatan perawatan atau pemeliharaan pada mesin *filling plumat ffs 894 no 2298* agar dapat menjaga mesin dalam kondisi yang baik, selain itu jenis perawatan tersebut digunakan untuk mencegah terjadinya kerusakan pada mesin yang memerlukan pengeluaran biaya yang tinggi.