

PEMILIHAN STRATEGI PERAWATAN MESIN DI PT XYZ

Lenny Marlina Simatupang¹, Elva Susanti²

Mahasiswa Program Studi Teknik Industri, Universitas Putera Batam

Dosen Program studi Teknik Industri, Universitas Putera Batam

Pb170410023@upbatam.ac.id

ABSTRACT

PT XYZ has several production machine units which as part of the manufacturing industry experience problems with the machine maintenance system that has been set by the company which are not carried out by maintenance operators, which causes machines to often experience breakdowns and the production process stops. One solution to this problem is to improve the way in which machine maintenance strategies are chosen. Therefore, this study aims to determine a machine maintenance strategy by involving PT XYZ. The results of this study obtained 3 criteria for selecting and evaluating the criteria for preventive maintenance, predictive maintenance and corrective maintenance with a total of 9 combined sub-criteria. The highest criterion weight is preventive maintenance (1.00), while the highest sub-criteria is time (1.00).

Key words: Fuzzy AHP, Machine Maintenance, Strategy Selection, Triangular Fuzzy Number

PENDAHULUAN

Menghadapi kondisi pandemi *covid-19* saat ini, industri manufaktur terus ditekan untuk selalu meningkatkan nilai kompetitifnya. Nilai yang menjadi modal perusahaan untuk bertahan disaat pandemi *covid-19* saat ini semakin ketat, sehingga perusahaan harus meningkatkan mutu dan pengiriman tepat sesuai permintaan *customer*. Untuk meningkatkan kualitas dan pengiriman tepat sesuai permintaan, maka dilakukan perawatan mesin.

Perawatan mesin merupakan suatu bagian proses kegiatan melakukan perawatan mesin sehingga mesin dalam kondisi baik untuk berproduksi. Biasanya perusahaan melakukan perawatan mesin ketika mesin sudah mengalami kerusakan sehingga produksi harus terhenti. Hal ini harus dihindari, maka dari itu untuk menghindari hal ini perlu strategi perawatan mesin.

Maintenance dikatakan baik ketika operator maintenance melakukan kegiatan perawatan sesuai jadwal yang telah ditetapkan oleh perusahaan secara rutin terhadap mesin, tools atau alat bantu dan perlengkapan-perengkapan lainnya untuk menjamin dan menjaga semaksimal mungkin standar kualitas kinerja dari sarana-sarana tersebut, maka produk-produk yang dihasilkan akan memiliki kualitas yang baik pula akan memiliki reputasi yang baik dimata *owner* atau *customer*, sehingga secara bisnis perusahaan

ini memiliki keadaan yang sehat karena dapat memperoleh keuntungan bisnis yang tinggi.

Berdasarkan penelitian terdahulu mengenai pemilihan strategi yang dilakukan oleh (Apriani et al, 2012) dengan judul penelitian "Penentuan Kriteria Pemilihan Strategi Sistem Manufaktur menggunakan *Analytic Hierarchy Process*". Penelitian bertujuan untuk mengetahui pemilihan strategi yang terbaik. Strategi sistem manufaktur yang sesuai dengan kondisi lingkungannya yaitu mengadopsi *lean manufacturing system*. Selanjutnya penelitian dilakukan oleh (Azhari et al, 2018) dengan judul "Pemilihan Strategi Perawatan Mesin Menggunakan Pendekatan *Analytical Hierarchy Process*, Yogyakarta". Penelitian bertujuan untuk mengetahui pemilihan strategi yang terbaik yaitu strategi safety dengan nilai bobot prioritas 7,95, kemudian kriteria biaya dengan nilai bobot prioritas 7,92 dan kriteria penerapan dengan nilai bobot prioritas 7,88. Dari hasil alternatif nilai bobot prioritas 0,49 untuk perawatan mesin yaitu strategi preventif. Maintenance dan operator sendiri memiliki hubungan yang erat, dimana pekerjaan di coating, TPS, IRD, LTC, SAWING, FRONLAND, BACKLAND berkaitan dengan mesin dan tools yang sering digunakan oleh manusia, sehingga membuat organisasi untuk lebih bersikap profesional dengan meningkatkan kinerja

Maintenance terutama mesin dan tools (alat bantu) supaya dapat bersaing dikancah internasional.

Perusahaan telah menetapkan *schedule Maintenance*, tetapi tidak dilakukan operator *Maintenance* sehingga mesin selalu mengalami *Downtime* yang membuat terhentinya mesin secara total sehingga tidak dapat beroperasi. *Maintenance* selalu melakukan *Breakdown Maintenance* atau perawatan disaat terjadi kerusakan yang mengakibatkan perusahaan mengalami kerugian karena tidak tercapainya kualitas dan output produksi.

Dari fenomena yang terjadi pada mesin PT XYZ maka penulis ingin melakukan penelitian dengan judul "Pemilihan Strategi Perawatan Mesin Di PT XYZ". Penelitian ini dilakukan menggunakan metode *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* (FAHP) untuk memilih strategi perawatan mesin yang sesuai. Tahapan yang dilakukan adalah penentuan tujuan dan lingkup penelitian, menentukan kriteria dan alternatif pengambilan keputusan, melakukan perbandingan berpasangan, perhitungan bobot prioritas, perhitungan consistency ratio, dan perhitungan bobot alternatif untuk pengambilan keputusan.

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Teori Dasar

2.1.1 Perawatan

2.1.1.1. Defenisi Perawatan

Perawatan adalah suatu kegiatan yang terjadwal dari semua aktivitas yang diperlukan untuk mempertahankan atau menjaga kualitas peralatan agar tetap dapat beroperasi dengan baik seperti kondisi sebelumnya. Perawatan adalah suatu kegiatan pekerjaan yang dilakukan untuk merawat fasilitas, sehingga berada pada keadaan siap pakai sesuai kebutuhan (Purwanto, 2013).

Menurut (Soesetyo & Bendatu, 2014) Perawatan juga merupakan suatu pekerjaan yang memiliki tujuan untuk memastikan kelangsungan fungsional rangkaian produksi sehingga dapat menghasilkan *output* sesuai dengan yang diharapkan.

2.1.1.2. Tujuan Perawatan

Tujuan pemeliharaan menurut Mustafa (1998) adalah untuk mencapai kualitas produk dan kepuasan pembeli atau *Coustomer* melalui penyesuaian, pelayanan, dan pengoperasian peralatan secara benar dan tepat.

2.1.1.3. Strategi Perawatan

Strategi perawatan pada dasarnya adalah konsep yang sesuai dengan standart untuk dapat dilakukan operator maintenance dan tetap mementingkan keselamatan kerja pada saat melakukan perawatan agar mesin dapat beroperasi dengan baik. Ada dua bagian perawatan yang dapat digunakan oleh perusahaan yaitu perawatan terencana (*planned Maintenance*) dan perawatan tidak terencana (*unplanned Maintenance*).

2.1.2 Analytical Hierarchy Proses (AHP)

Metode AHP dikembangkan oleh Thomas L.Saaty yang merupakan alat pengambil keputusan yang menguraikan suatu permasalahan kompleks dalam struktur hierarki dengan banyak tingkatan yang terdiri dari tujuan, kriteria, sub kriteria dan alternatif.

2.1.3 Fuzzy AHP

Konsep logika *Fuzzy* pertama kali diperkenalkan pada tahun 1965 oleh Prof. Lotfi A. Zadeh, seorang profesor dari University of California di Berkly. Teori himpunan *Fuzzy* merupakan dasar logika *Fuzzy*. *F-AHP* ialah gabungan dua metode yaitu AHP dengan pendekatan konsep *Fuzzy*. FAHP menutup kelemahan yang terdapat pada AHP, yaitu permasalahan mengenai kriteria yang memiliki sifat subjektif lebih banyak.

Berikut ini adalah langkah-langkah dalam menyelesaikan *Fuzzy AHP*

1. Membuat struktur hirarki dengan menentukan perbandingan matriks berpasangan antar kriterian dengan skala TFN
2. Menentukan nilai sintesis *Fuzzy* (Si) prioritas, dengan rumus:

$$Si = \sum_{j=1}^m m_i^j \times \frac{1}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_i^j}$$

Dimana:

$$\sum_{j=1}^m M_i^j = \sum_{j=1}^m l_j, \sum_{j=1}^m m_j, \sum_{j=1}^m u_j,$$

Menentukan nilai vektor (V) dan nilai ordinat defuzzifikasi (d'). Apabila hasil yang telah diperoleh pada setiap matriks *Fuzzy* adalah $M_2 > M_1$ ($M_2=(l_2, m_2, u_2)$ dan $M_1=(l_1, m_1, u_1)$), maka untuk nilai vektornya dirumuskan sebagai berikut:

$$V(M_2 \geq M_1) = \sup \min \mu_{M_1} x, \min \mu_{M_2} y$$

3. Menghitung perbandingan tingkat kemungkinan antarav bilangan *Fuzzy* Untuk kedua bilangan *triangular Fuzzy* $S_1 = (l_1, m_1, u_1)$ dan $S_2 = (l_2, m_2, u_2)$ dengan tingkat kemungkinan ($s_1 \geq s_2$) dapat didefinisikan oleh persamaan berikut:

$$v(s_1 \geq s_2) = \begin{cases} 1, & \text{jika } m_2 \geq m_1 \\ 0, & \text{jika } l_1 \geq u_2 \\ \frac{(l_2 - u_1)}{(m_1 - u_1) - (m_2 - l_2)} & \end{cases}$$

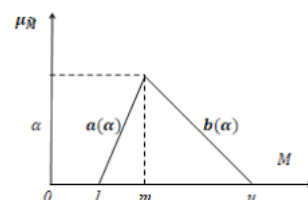
4. Menormalisasi vektor bobot

Vektor bobot yang masih dalam bentuk bilangan *Fuzzy* selanjutnya dinormalisasi dengan persamaan:

$$w = (d(A_1), d(A_2), \dots, d(A_n),)^T$$

2.1.1.4. Triangular Fuzzy Number (TFN)

Penilaian subjektif manusia dapat diukur dengan menggunakan linguistik bilangan *triangular Fuzzy number* (TFN).



Gambar 2. 1 Triangular Fuzzy Number

2.1.1.5. Agregasi Penilaian Responden

Rumus yang digunakan yaitu:

$$l_{ij} = (\prod_{k=1}^k l_{ijk})^{1/k}, m_{ij} = (\prod_{k=1}^k m_{ijk})^{1/k}, u_{ij} = (\prod_{k=1}^k u_{ijk})^{1/k}$$

2.1.1.6. Analisa Fuzzy synthetic extent

Tugas utama Fuzzy synthetic extent adalah untuk menyelesaikan kriteria *tangible* dan *intangible* yang memiliki ketidak pastian penilaian yang seringkali melingkupi penilaian dalam pengambilan keputusan.

2.1.1.7. Perhitungan Uji Konsistensi

Pengukuran uji konsistensi dari suatu matriks atas dasar *eigenvalue* maksimum.

2.1.1.8. Langkah-langkah perhitungan pembobotan kriteria, subkriteria, pemilihan, evaluasi strategi

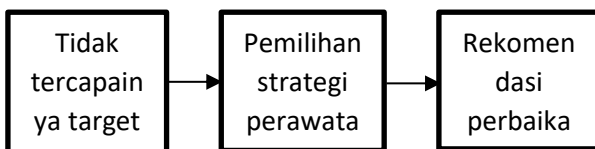
Dari konsep dasar Fuzzy AHP diatas, dapat dibuat langkah-langkah perhitungan dengan Fuzzy AHP adalah sebagai berikut:

1. Memformulasikan permasalahan dan mengidentifikasi struktur hirarki dari masalah.
2. Melakukan perbandingan berpasangan dengan skala AHP.
3. Matriks perbandingan berpasangan ini dirubah kedalam bilangan triangular Fuzzy number.
4. Mengagregasikan penilaian responden karena terdapat lebih dari dua pengambil keputusan.
5. Menghitung nilai Fuzzy synthetic extent dari masing-masing matriks perbandingan berpasangan.
6. Menghitung degree of possibility masing-masing matriks perbandingan berpasangan.
7. Melakukan normalisasi bobot.
8. Menghitung consistensi ratio masing-masing matriks perbandingan berpasangan.

2.2 Kerangka Pemikiran

Penerapan strategi perawatan mesin memungkinkan terjadinya perubahan sistem pemeliharaan dan perawatan mesin yang dilaksanakan oleh perusahaan.

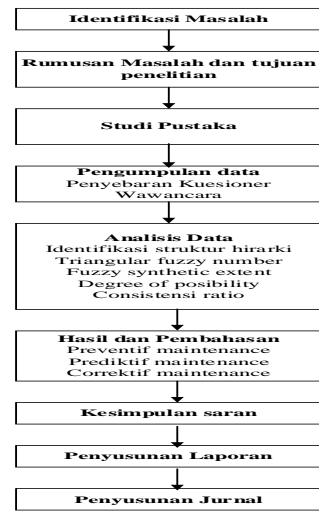
Secara sistematis konsep penelitian ini dapat digambarkan melalui kerangka sebagai berikut:



Gambar 2. 2 Kerangka Pemikiran Teoritis

METODE PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian



Gambar 3. 1 Desain Penelitian

3.2 Variabel Penelitian

Adapun variabel penelitian yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Variabel Independen, yaitu biaya, tenaga kerja, waktu.
2. Variabel Dependen, yaitu Strategi perawatan mesin.

3.3 Populasi dan Sampel

Populasi penelitian ini yaitu semua karyawan Pt Excelitas Technologies. Teknik pengambilan sampel penelitian ini menggunakan purposive sampling yang ahli di bidangnya yaitu teknisi, Maintenance, supervisor, manager.

3.4 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Kuisisioner
Data yang didapat dari operator dan Maintenance dengan menggunakan kuisisioner berupa link. Link tersebut berisikan beberapa pertanyaan yang berkaitan tentang penelitian.
2. Observasi
Melakukan pengamatan secara langsung pada mesin yang digunakan di area detection.
3. Studi pustaka
Data yang diperoleh dari laporan perusahaan mengenai sejarah perusahaan, data Downtime Maintenance, data perawatan mesin.

3.5 Teknik Analisa Data

Hasil data dari pengumpulan data akan diolah dan dianalisa agar dapat digunakan dalam penelitian dengan mengikuti tahapan-tahapan sebagai berikut:

1. Memformulasikan permasalahan dan mengidentifikasi struktur hirarki dari masalah.
2. Melakukan perbandingan berpasangan dengan skala AHP.
3. Matriks perbandingan berpasangan ini dirubah kedalam bilangan triangular Fuzzy number.

4. Menghitung nilai *Fuzzy synthetic extent* dari masing-masing matriks perbandingan berpasangan.
5. Melakukan normalisasi bobot.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

- 4.1 Hasil Penelitian
 - 4.1.1 Penentuan Kriteria dan Subkriteria Pemilihan dan Penilaian Strategi Perawatan Mesin Melalui Wawancara dan Literatur.

Tabel 4.1 Data Responden

No	Nama	JK	Jabatan	Pengalaman Kerja (thn)
1	Yusrial	LK	Maintenance engginer	10
2	Perri Sitorus	LK	Leader Maintenance	15
3	Farid Firmansyah	LK	Senior Maintenance	7
4	Hendri	LK	Production Supervisor	20
5	Halasan Lamtiurma	PR	Assistance Supervisor	16

Tabel 4. 2 Tingkat Kepentingan Kriteria dan Subkriteria Pemilihan Strategi

Responden	Tingkat Kepentingan								
	Preventif Maintenance			Prediktif Maintenance			Correktif Maintenance		
	C11	C12	C13	C21	C22	C23	C31	C32	C11
Yusrial	5	5	4	5	5	4	3	4	4
Perri Sitorus	5	5	5	5	4	4	3	3	5
Farid Firmansyah	5	4	4	5	5	5	4	5	4
Hendri	5	5	5	5	4	3	4	4	4
Halasan Lamtiurma	5	5	5	4	5	4	4	4	3
Rataan	5	4,8	4,6	4,8	4,6	4	3,6	4	4

penilaian dari masing-masing responden terhadap kriteria utama dan subkriteria memiliki bobot yang sama, maka nilai total setiap subkriteria, yaitu:
 bobot nilai setiap responden = $\frac{1}{5}$

Nilai total untuk subkriteria = $\frac{V+W+X+Y+Z}{5}$

Hasil rekap kriteria dan subkriteria yang digunakan untuk pemilihan strategi perawatan mesin, yaitu:

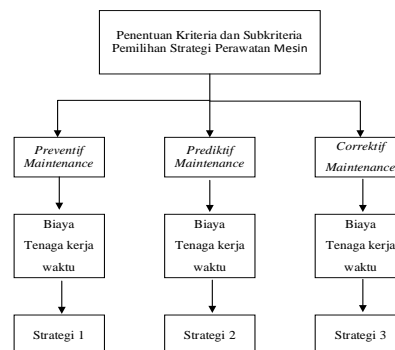
Tabel 4. 3 Kriteria dan Subkriteria Pemilihan Strategi

Kriteria	Subkriteria	Simbol
Preventif Maintenance	Biaya	C11
	Tenaga Kerja	C12
	Waktu	C13
Prediktif Maintenance	Biaya	C21
	Tenaga Kerja	C22
	Waktu	C23
Correctif Maintenance	Biaya	C31
	Tenaga Kerja	C22
	Waktu	C23

4.1.2 Penentuan Bobot Kriteria Dan Subkriteria Pemilihan Dan Bobot Penilaian Strategi Dengan Metode *Fuzzy AHP*

4.1.2.1 Struktur Hirarki Permasalahan

Pembuatan hirarki untuk menguraikan permasalahan menjadi bagian yang lebih kecil dan sederhana. Hirarki terdiri dari beberapa tingkat, tingkat pertama yaitu tujuan, tingkat kedua yaitu kriteria dan tingkat ketiga yaitu subkriteria, terkahir adalah alternatif yang akan dinilai berdasarkan pilihan yang ada. Struktur hirarki dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Struktur Hirarki Penentuan Bobot Kriteria Pemilihan Strategi

4.1.2.2 Pembuatan Dan Penyebaran Kuisisioner II

Tabel 4. 4 Rekap Hasil Kuisisioner II Perbandingan Berpasangan Kriteria

		Preventif Maintenance	Prediktif Maintenance	Correkatif Maintenance
Preventif Maintenance	1	1	2	3
	2	1	3	2
	3	1	3	2
Prediktif Maintenance	1	1/2	1	2
	2	1/3	1	3
	3	1/3	1	2
Correctif Maintenance	1	1/3	1/2	1
	2	1/2	1/3	1
	3	1/2	1/2	1

Tabel 4. 5 Rekap Hasil Kuisisioner II Perbandingan Berpasangan Subkriteria

		Biaya	Tenaga Kerja	Waktu
Biaya	1	1	3	3
	2	1	3	2
	3	1	2	3
Tenaga Kerja	1	1/3	1	3
	2	1/3	1	2
	3	1/2	1	2
Waktu	1	1/3	1/3	1
	2	1/2	1/2	1
	3	1/3	1/2	1

4.1.2.3 Perubahan Skala Linguistik AHP Menjadi *Triangular Fuzzy Number*

Pada metode *Fuzzy AHP* penilaian setiap responden diubah menjadi *triangular fuzzy number* dalam bentuk (*l*, *m*, dan *u*). cara perubahan

menjadi *Fuzzy number* dapat dilihat pada bab II. Data hasil berpasangan tiap kriteria dan subkriteria metode *Fuzzy AHP* dapat dilihat pada tabel 4.6 dan tabel 4.7.

Tabel 4. 6 Matriks Perbandingan Berpasangan Kriteria Setiap Responden

		Matriks Perbandingan Berpasangan Kriteria								
		Preventif Maintenance (c1)			Prediktif Maintenance (c2)			Correkatif Maintenance (c3)		
	<i>l</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>
Preventif Maintenance (c1)	1	1,00	1,00	1,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
	2	1,00	1,00	1,00	2,00	3,00	3,00	3,00	2,00	3,00
	3	1,00	1,00	1,00	3,00	2,00	2,00	3,00	3,00	3,00
			0,33	0,33	0,33	0,13	0,13	0,13	0,11	0,13
Prediktif Maintenance (c2)	1	0,33	0,33	0,33	1,00	1,00	1,00	3,00	2,00	2,00
	2	0,50	0,33	0,33	1,00	1,00	1,00	2,00	2,00	3,00
	3	0,33	0,50	0,50	1,00	1,00	1,00	2,00	2,00	3,00
			0,86	0,86	0,86	0,33	0,33	0,33	0,14	0,17
Correkatif Maintenance (c3)	1	0,33	0,33	0,33	0,33	0,50	0,50	1,00	1,00	1,00
	2	0,33	0,50	0,33	0,50	0,50	0,33	1,00	1,00	1,00
	3	0,33	0,33	0,33	0,50	0,50	0,33	1,00	1,00	1,00
			1,00	0,86	1,00	0,75	0,67	0,86	0,33	0,33

Tabel 4. 7 Matriks Perbandingan Berpasangan Subkriteria Setiap Responden

		Matriks Perbandingan Berpasangan Kriteria								
		Preventif Maintenance (c1)			Prediktif Maintenance (c2)			Correkatif Maintenance (c3)		
	<i>l</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>
Preventif Maintenance (c1)	<i>l</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>

	1	1,00	1,00	1,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
	2	1,00	1,00	1,00	3,00	2,00	3,00	2,00	3,00	2,00
	3	1,00	1,00	1,00	3,00	3,00	3,00	3,00	2,00	2,00
		0,33	0,33	0,33	0,13	0,13	0,11	0,13	0,13	0,14
Prediktif Maintenance (c2)	1	0,33	0,33	0,33	1,00	1,00	1,00	3,00	2,00	2,00
	2	0,33	0,50	0,33	1,00	1,00	1,00	2,00	2,00	3,00
	3	0,33	0,33	0,33	1,00	1,00	1,00	2,00	2,00	3,00
		1,00	0,86	1,00	0,33	0,33	0,33	0,11	0,13	0,14
Correktif Maintenance (c3)	1	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,50	1,00	1,00	1,00
	2	0,50	0,33	0,50	0,33	0,50	0,33	1,00	1,00	1,00
	3	0,33	0,50	0,50	0,33	0,33	0,50	1,00	1,00	1,00
		0,86	0,86	0,75	0,75	1,00	0,86	0,33	0,33	0,33

4.1.2.4 Penggabungan Penilaian Perbandingan Berpasangan Responden Dengan Metode Agregasi

Berikut ini cara menghitung rata-rata geometrik dengan melalui agregasi penilaian responden:

$$l_{ij} = (\prod_{k=1}^k l_{ijk})^{1/k}, m_{ij} = (\prod_{k=1}^k m_{ijk})^{1/k}, u_{ij} = (\prod_{k=1}^k u_{ijk})^{1/k}$$

$$Biaya\ biaya = (lc1_1, lc1_2, lc1_3, lc1_4, lc1_5)$$

$$= (1.1.1.1.1)^{1/5}$$

$$= 0,33$$

4.1.2.5 Menghitung Nilai Fuzzy Synthetic Extent Dari Masing-Masing Matriks Perbandingan Berpasangan

Penjumlahan nilai *triangular fuzzy number* pada setiap matriks kriteria adalah sebagai berikut:

1. Penjumlahan kriteria *preventif maintenance*

$$\sum_{j=i}^m M^j_{\beta_i} = \sum_{j=1}^m l_j, \sum_{j=i}^m m_j, \sum_{j=i}^m u_j$$

$$= \Sigma Mc_1$$

$$= ((0,33+0,11+0,13), ((0,33+0,13+0,13), ((0,33+0,11+0,14)))$$

$$= (0,57, 0,59, 0,58)$$

2. Penjumlahan kriteria *prediktif maintenance*

$$\sum_{j=i}^m M^j_{\beta_i} = \sum_{j=1}^m l_j, \sum_{j=i}^m m_j, \sum_{j=i}^m u_j$$

$$= \Sigma Mc_2$$

$$= ((1,00+0,33+0,11)), ((0,86+0,33+0,13)), ((1,00+0,33+0,14))$$

$$= (1,44, 1,32, 1,47)$$

3. Penjumlahan kriteria *correktif maintenance*

$$\sum_{j=i}^m M^j_{\beta_i} = \sum_{j=1}^m l_j, \sum_{j=i}^m m_j, \sum_{j=i}^m u_j$$

$$= \Sigma Mc_3$$

$$= ((0,86+1,00+0,33), (0,86+0,86+0,33), (0,75+0,75+0,33))$$

$$= (2,19, 2,05, 1,83)$$

Hasil penjumlahan *triangular fuzzy number* pada setiap matriks kriteria untuk melakukan perhitungan invers adalah sebagai berikut:

$$\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n M^j_{\beta_i} \right]^{-1} = \left[\frac{1}{\sum_{i=1}^n u_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n m_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n l_i} \right]$$

$$= \left[\frac{1}{3,88}, \frac{1}{3,96}, \frac{1}{4,2} \right]$$

$$= (0,257, 0,252, 0,238)$$

Perhitungan nilai *fuzzy synthetic extent* (Si) masing-masing kriteria adalah sebagai berikut:

1. Nilai *fuzzy synthetic extent* kriteria *preventif maintenance*

$$S_i = \sum_{j=1}^m M^j_{\beta_i} \times \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n M^j_{\beta_i} \right]$$

$$S_i C_1 = ((0,57 \times 0,238), (0,59 \times 0,252), (0,58 \times 0,257))$$

$$= (0,14, 0,15, 0,15)$$

2. Nilai *fuzzy synthetic extent* kriteria *prediktif maintenance*

$$S_i = \sum_{j=1}^m M^j_{\beta_i} \times \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n M^j_{\beta_i} \right]$$

$$S_i C_2 = ((1,44 \times 0,238), (1,32 \times 0,252), (1,47 \times 0,257))$$

$$= (0,34, 0,33, 0,38)$$

3. Nilai *fuzzy synthetic extent* kriteria *correktif maintenance*

$$S_i = \sum_{j=1}^m M^j_{\beta_i} \times \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n M^j_{\beta_i} \right]$$

$$S_i C_3 = ((2,19 \times 0,238), (2,05 \times 0,252), (1,83 \times 0,257))$$

$$= (0,52, 0,52, 0,47)$$

Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Komponen Fuzzy Synthetic Extent Kriteria yang Berhubungan dengan Tujuan Hirarki

	ΣM_{gj}			$S_i = \text{Fuzzy Synthetic Extent}$		
	Σl	Σm	Σu	l	m	u
Preventif Maintenance	0,57	0,59	0,58	Preventif Maintenance	0,14	0,15
Prediktif Maintenance	1,44	1,32	1,47	Prediktif Maintenance	0,34	0,33
Correktif Maintenance	2,19	2,05	1,83	Correktif Maintenance	0,52	0,52
$\Sigma n \Sigma M_{gj}$	4,2	3,96	3,88	cek	1,00	1,00
$1/\Sigma nM$	0,257	0,252	0,238			

Penjumlahan nilai *triangular fuzzy number* pada setiap matriks subkriteria adalah sebagai berikut:

1. Penjumlahan subkriteria Biaya

$$\begin{aligned} \sum_{j=i}^m M^j_{\beta_i} &= \sum_{j=1}^m l_j, \sum_{j=i}^m m_j, \sum_{j=i}^m u_j \\ &= \Sigma Mc_1 \\ &= ((0.33+0.13+0.11), ((0.33+0.13+0.13), \\ &((0.33+0.13+0.11))) \\ &= (0.57, 0.59, 0.57) \end{aligned}$$

2. Penjumlahan subkriteria Tenaga Kerja

$$\begin{aligned} \sum_{j=i}^m M^j_{\beta_i} &= \sum_{j=1}^m l_j, \sum_{j=i}^m m_j, \sum_{j=i}^m u_j \\ &= \Sigma Mc_2 \\ &= ((0.86+0.33+0.14)), \\ &((0.86+0.33+0.17)), ((0.86+0.33+0.13)) \\ &= (1.33, 1.36, 1.32) \end{aligned}$$

3. Penjumlahan subkriteria Waktu

$$\begin{aligned} \sum_{j=i}^m M^j_{\beta_i} &= \sum_{j=1}^m l_j, \sum_{j=i}^m m_j, \sum_{j=i}^m u_j \\ &= \Sigma Mc_1 \\ &= ((1.00+0.75+0.33), (0.86+0.67+0.33), \\ &(1.00+0.86+0.33)) \\ &= (2.08, 1.86, 2.19) \end{aligned}$$

Hasil penjumlahan *triangular fuzzy number* pada setiap matriks kriteria untuk melaukan perhitungan invers adalah sebagai berikut:

Tabel 4.9 Hasil Perhitungan Komponen Fuzzy Synthetic Extent Subkriteria yang Berhubungan dengan Tujuan Hirarki

	ΣMg _i			S _i = Fuzzy Synthetic Extent			
	Σl	Σm	Σu	l	m	u	
Biaya	0,57	0,59	0,57	Biaya	0,14	0,15	0,14
Tenaga Kerja	1,33	1,36	1,32	Tenaga Kerja	0,33	0,36	0,32
Waktu	2,08	1,86	2,19	Waktu	0,52	0,49	0,54
ΣnΣMg _i	3,98	3,81	4,08	cek	0,99	1,00	1,00
1/ΣnM	0,251	0,262	0,245				

$$\begin{aligned} \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n M^j_{\beta_i} \right]^{-1} &= \left[\frac{1}{\sum_{i=1}^n u_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n m_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n l_i} \right] \\ &= \left[\frac{1}{4,08}, \frac{1}{3,81}, \frac{1}{3,98} \right] \\ &= (0.245, 0.262, 0.251) \\ &= (0.245, 0.262, 0.251) \end{aligned}$$

Perhitungan nilai *fuzzy synthetic extent* (S_i) masing-masing kriteria adalah sebagai berikut:

1. Nilai *fuzzy synthetic extent* subkriteria Biaya

$$\begin{aligned} S_i &= \sum_{j=1}^m M^j_{\beta_i} \times \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M^j_{\beta_i} \right] \\ S_i C_1 &= ((0.57 \times 0.251), (0.59 \times 0.262), \\ &(0.57 \times 0.245)) \\ &= (0.14, 0.15, 0.14) \end{aligned}$$

2. Nilai *fuzzy synthetic extent* subkriteria Tenaga Kerja

$$\begin{aligned} S_i &= \sum_{j=1}^m M^j_{\beta_i} \times \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M^j_{\beta_i} \right] \\ S_i C_2 &= ((1.33 \times 0.251), (1.36 \times 0.262), (1.32 \times 0.245)) \\ &= (0.33, 0.36, 0.32) \end{aligned}$$

3. Nilai *fuzzy synthetic extent* subkriteria Waktu

$$\begin{aligned} S_i &= \sum_{j=1}^m M^j_{\beta_i} \times \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M^j_{\beta_i} \right] \\ S_i C_1 &= ((2.08 \times 0.251), (1.86 \times 0.262), (2.19 \times 0.245)) \\ &= (0.52, 0.49, 0.54) \end{aligned}$$

4.1.2.6 Menghitung *Degree of Possibility*

Menghitung *degree of possibility* untuk mengkalkulasi bobot vektor nilai pasti dalam

penilaian kriteria dan subkriteria. Hasil perhitungan kriteria *degree of possibility* adalah sebagai berikut:

Tabel 4.10 Hasil Perhitungan Nilai *Degree Of Possibility* untuk Kriteria

	V(M2≥M1)=μM2(d)			Min
	S1≥	S2≥	S3≥	
	Prefentif Maintenance	Prediktif Maintenance	Correkatif Maintenance	
Prefentif Maintenance	1	1	1	1,00
Prediktif Maintenance	0	1	1	0,00
Correkatif Maintenance	0	0	1	0,00
Total				1,00

Tabel 4.11 Hasil Perhitungan Nilai *Degree Of Possibility* untuk Subkriteria

	V(M2≥M1)=μM2(d)			Min
	S1≥	S2≥	S3≥	
	Biaya	Tenaga kerja	Waktu	
Biaya	1	1	0	0,00
Tenaga kerja	1	1	0	0,00

Waktu	1	1	1	1,00
Total				1,00

4.1.2.7 Melakukan Normalisasi Bobot

1. Normalisasi bobot setiap kriteria

Tabel 4.12 Hasil Normalisasi Bobot Kriteria

Vektor Bobot		Normalisasi Bobot <i>Crips</i>	
d'Preventif Maintenance	Min 1,00	Preventif Maintenance	1,00
d'Prediktif Maintenance	Min 0,00	Prediktif Maintenance	0,00
d'Correktif Maintenance	Min 0,00	Correktif Maintenance	0,00
Total	1,00		

2. Normalisasi bobot setiap subkriteria

mengambil nilai minimum dari perbandingan nilai degree of possibility.

Menghitung vektor bobot yaitu dengan

Tabel 4.13 Hasil Normalisasi Bobot Subkriteria

Vektor Bobot		Normalisasi Bobot <i>Crips</i>	
d'Biaya	Min 0,00	Biaya	0,00
d'Tenaga Kerja	Min 0,00	Tenaga Kerja	0,00
d'Waktu	Min 1,00	Waktu	1,00
Total	1,00		

4.1.2.8 Menghitung *Consistency ratio*

masing-masing matriks berpasangan. berikut adalah perhitungan kriteria *consistency ratio*.

Konsistensi ini dilakukan untuk mengukur sejauh mana tingkat konsistensi jawaban antara

Tabel 4.14 Hasil Perhitungan Uji Konsistensi Kriteria Melalui Agregasi Penilaian Responden

Kriteria	Uji Konsistensi Responden				
	C1	C2	C3	GM	Eigen Value
<i>Preventif Maintenance (C1)</i>	1,00	1,00	1,00	0,33	1,00
<i>Prediktif Maintenance (C2)</i>	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00
<i>Correktif Maintenance (C3)</i>	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
Jumlah	1,00	2	3	0,33	1,00
λ_{max}	0,33	0,67	1,00		
<i>consistency index</i>	-1,34	-1,17	-0,5		
<i>Random index</i>	0,58	0,58	0,58		
<i>consistency ratio</i>	-2,31	-2,02	-0,86		
Keterangan	Konsisten	Konsisten	Konsisten		

Tabel 4.15 Hasil Perhitungan Uji Konsistensi Subkriteria Melalui Agregasi Penilaian Responden

Kriteria	Uji Konsistensi Responden				
	C1	C2	C3	GM	Eigen Value
Biaya (C1)	1,00	1,00	0,00	0,67	1
Tenaga Kerja (C2)	1,00	1,00	0,00	0,67	1
Waktu (C3)	1,00	1,00	1,00	1	1
Jumlah	3	3	1	2,34	3
λ_{max}	1	1	0,33		
<i>consistency index</i>	-1	-1	-1,34		
<i>Random index</i>	0,58	0,58	0,58		
<i>consistency ratio</i>	-1,72	-1,72	-4,6		
Keterangan	Konsisten	Konsisten	Konsisten		

4.1.2.9 Pemilihan Strategi Perawatan Mesin Menggunakan Metode *Fuzzy AHP*

Bobot strategi yaitu dihasilkan dari bobot setiap kriteria, seperti pada tabel berikut:

Tabel 4.16 Hasil Perhitungan Bobot Total Dari Setiap Strategi

Normalisasi	Bobot <i>Crips</i>
Strategi 1	1,00
Strategi 2	0,00
Strategi 3	0,00

1. Rata-rata Geometrik (GM)

$$GM_{ij} = (z_1 \cdot z_2 \cdot z_3)^{1/3}$$

$$GM_{c1} = (1 \cdot 1 \cdot 1)^{1/3} = 1$$

$$GM_{c2} = (0 \cdot 1 \cdot 0)^{1/3} = 0,33$$

$$GM_{c3} = (0 \cdot 0 \cdot 1)^{1/3} = 0,33$$

2. Eigenvalue

$$Eigenvalue_{C1} = \frac{GM_{ij}}{\sum GM_{ij}} = \frac{1}{1} = 1$$

$$Eigenvalue_{C2} = \frac{GM_{ij}}{\sum GM_{ij}} = \frac{0,33}{0,33} = 1$$

$$Eigenvalue_{C3} = \frac{GM_{ij}}{\sum GM_{ij}} = \frac{0,33}{0,33} = 1$$

3. λ maksimum

λ maksimum = rataan eigenvalue

$$\lambda_{maksimumC1} = (1 + 0 + 0)^3 = 0,33$$

$$\lambda_{maksimumC2} = (1 + 1 + 0)^3 = 0,67$$

$$\lambda_{maksimumC3} = (1 + 0 + 1)^3 = 0,67$$

4. Indeks Konsistensi (CI)

$$CI_{c1} = \frac{\lambda_{max} - n}{n-1} = \frac{0,33-3}{3-1} = \frac{-2,67}{2} = -1,34$$

$$CI_{c2} = \frac{\lambda_{max} - n}{n-1} = \frac{0,67-3}{3-1} = \frac{-2,33}{2} = -1,17$$

$$CI_{c3} = \frac{\lambda_{max} - n}{n-1} = \frac{0,67-3}{3-1} = \frac{-2,33}{2} = -1,17$$

5. Random Index (RI)

Sesui tabel random indek karena ordo matriks diatas adalah 3 maka:

$$RI_{c1} = 0,58$$

6. Rasio Konsistensi (CR)

$$CR_{c1} = \frac{CI}{RI} = \frac{-1,34}{0,58} = -2,31$$

$$CR_{c2} = \frac{CI}{RI} = \frac{-1,17}{0,58} = -2,02$$

$$CR_{c3} = \frac{CI}{RI} = \frac{-1,17}{0,58} = -2,02$$

Karena $CR \leq 0,1$, maka pengisian kuisiонер berpasangan adalah konsisten.

Tabel 4.17 Hasil Perhitungan Uji Konsistensi Penilaian Strategi Dengan Metode *Fuzzy AHP*

Kriteria	Uji Konsistensi Responden			GM	Eigen Value
	Strategi 1	Strategi 2	Strategi 3		
Stratgi 1	1,00	1,00	1,00	1	1
Strategi 2	0,00	1,00	0,00	0,33	1
Strategi 3	0,00	0,00	1,00	0,33	1
Jumlah	1,00	2,00	2,00	1,66	3
λ max	0,33	0,67	0,67		
consistency index	-1,34	-1,17	-1,17		
Random index	0,58	0,58	0,58		
consisteny ratio	-2,31	-2,02	-2,02		
Keterangan	Konsisten	Konsisten	Konsisten		

4.2 Pembahasan

4.2.1 Preventif Maintenance

Preventif maintenance yaitu strategi 1 dengan hasil perhitungan total bobot mencapai angka mutlak yaitu 1,00 dengan nilai CR= -2,31 yang artinya pengisian kuisiонер konsisten.

4.2.2 Prediktif Maintenance

Prediktif maintenance yaitu strategi 2 dengan hasil perhitungan total bobot lebih rendah dari strategi 1 yaitu mencapai 0,00 dengan nilai CR= -2,02 yang artinya pengisian kuisiонер konsisten.

4.2.3 Korrektif Maintenance

Korektif maintenance yaitu strategi 3 dengan hasil perhitungan total bobot sama dengan strategi 2 yaitu mencapai 0,00 dengan nilai CR= -2,02 yang artinya pengisian kuisiонер konsisten.

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, maka kesimpulan yang didapat adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini diperoleh 3 kriteria yang dianggap penting untuk pemilihan penilaian strategi perawatan mesin yaitu kriteria preventif maintenance, prediktif maintenance dan korektif maintenance dengan total subkriteria gabungan seluruh kriteria sebanyak 9 subkriteria.

2. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa kriteria preventif maintenance memiliki bobot prioritas penilaian tertinggi (1,00) dibandingkan dengan 2 kriteria yang lainnya bernilai (0,00). Sedangkan bobot subkriteria dari kriteria preventif maintenance memiliki nilai mutlak (1,00) untuk bobot penilaian subkriteria waktu.
3. Pemilihan strategi dilakukan dengan menggunakan metode fuzzy AHP dengan hasil perhitungan maka strategi 1 yaitu preventif maintenance terpilih untuk dapat menjadi startegi tunggal bagi perusahaan. Hal ini sangat memungkinkan karena dari hasil penelitian ini.

5.2 Saran

Saran untuk pihak perusahaan dan penelitian selanjutnya berdasarkan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Perusahaan diharapkan merencanakan menerapkan strategi preventif maintenace sebagai perawatan mesin di PT XYZ agar mengurangi perhentian produksi.
2. Perusahaan diharapkan untuk melakukan penekanan kepada operator maintenance agar dapat melakukan perawatan mesin secara rutin dan peduli kepada mesin.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad S. Indrapriyatna, Yumi Meuthia, Dicky Patrias, & Monalisa Gusti. (2011). Integrasi Taguchi Loss Function dengan Fuzzy Analytical Hierarchy Process dalam Pemilihan Pemasok.
- Budianto, A. G. (2016). *Pemilihan Green Supplier Berdasarkan Fuzzy AHP Dengan Metode Fuzzy Topsis*. 17(2), 84–91.
- Chou, Y. C., Yen, H. Y., Dang, V. T., & Sun, C. C. (2019). Assessing the human resource in science and technology for Asian countries: Application of fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS. *Symmetry*, 11(2).
- F-ahp, M. S. D. A. N., Ar, A. L., & Manfaat, D. (2014). *Seminar Nasional IENACO-2014 ISSN: 2337-4349*. 345–354.
- Fajrah, N., & Zetli, S. (2020). Analisis Pengambilan Keputusan Penentuan Lokasi Sentra Oleh-Oleh Khas Batam. *Jurnal Rekamaya Sistem Industri*, 6(1), 51.
- Fajri, M., Regasari, R., Putri, M., Muflikhah, L., Studi, P., Informatika, T., Komputer, F. I., & Brawijaya, U. (2018). *Implementasi Metode Fuzzy Analytic Hierarchy Process (F-AHP)*
- Febryanti, A. C., Darmawan, I., & Andreswari, R. (2016). Pembobotan Kriteria Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Bidang Peminatan Menggunakan Metode Analytic Hierarchy Process.
- Hadiwijaya, N. A., & Hakim, A. R. (2016). *Pendekatan Fuzzy Ahp Dalam Menentukan Calon Di Politeknik Negeri Samarinda*. 8(1), 951–960.
- Mor, R. S., Singh, S., & Dairy, M. (2017). *Menjelajahi Penyebab Produktivitas Rendah dalam Rantai Pasokan Susu*. 19(2), 83–92.
- Mulasi, S. (2015). *Pemilihan Supplier dan Alokasi Order Asam Jawa Dengan Menggunakan Metode Fuzzy Ahp Dan Goal Programing*. 16(1), 43–52.
- Nurhasanah, N., & Tamam, M. A. (2013). Analisis Pemilihan Supplier Untuk Pemesanan Bahan Baku Yang Optimal Menggunakan Metode Ahp Dan Fuzzy Ahp: Studi Kasus Di Pt Xyz.
- Pontianak, J. (2012). *Sistem Pendukung Keputusan Dalam Menentukan Supplier Jeruk Pontianak Berbasis Fuzzy-AHP 1*. 6(1), 67–78.
- Purwanto, A. (2013). *ANALISIS FAILURE RATE MESIN REVERSE OSMOSIS DENGAN PERHITUNGAN EVALUASI SISTEM PERAWATAN DI PT . XYZ*. 3(3).
- Santoso, A., Rahmawati, R., & Sudarno, S. (2016). Aplikasi Fuzzy Analytical Hierarchy Process Untuk Menentukan Prioritas Pelanggan Berkunjung Ke Galeri (Studi Kasus Di Secondhand Semarang). *Jurnal Gaussian*, 5(2), 239–248.
- Soepardi, A., Chaeron, M., & Anggraini, I. (2012). *Penentuan Kriteria Pemilihan Strategi Sistem Manufaktur Menggunakan Analytic Hierarchy Process*. 14(2), 107–114.
- Soesetyo, I., & Bendatu, L. Y. (2014). *Penjadwalan Predictive Maintenance dan Biaya Perawatan Mesin Pellet di PT Charoen Pokphand Indonesia - Sepanjang*. 2(2), 147–154.
- Tarigan, P., Ginting, E., & Siregar, I. (2013). Perawatan Mesin Secara Preventive Maintenance Dengan Modularity Design Pada Pt. Rxz. *Jurnal Teknik Industri USU*, 3(3), 35–39.
- Utama, D. M. (2017). *Pemilihan Strategi Pemasaran Dengan Metode SWOT Dan TOPSIS*. 18(01), 55–67.
- Wahyuni, S., & Hartati, S. (2013). Sistem Pendukung Keputusan Model Fuzzy AHP Dalam Pemilihan Kualitas Perdagangan Batu Mulia. *IJCCS (Indonesian Journal of Computing and Cybernetics Systems)*, 6(1), 43–54



Biodata Penulis pertama, Lenny Marlina Simatupang, merupakan mahasiswa Prodi Teknik Industri Universitas Putera Batam.



Biodata Penulis kedua, Elva Susanti, merupakan Dosen Prodi Teknik Industri Universitas Putera Batam.