

# **PENERAPAN *MULTI-CRITERIA DECISION MAKING* DALAM PENGAMBILAN KEPUTUSAN SISTEM PERAWATAN**

**Jani Rahardjo**

Dosen Fakultas Teknik Jurusan Teknik Industri – Universitas Kristen Petra

**Ronald E. Stok**

Dosen Fakultas Teknik Jurusan Teknik Industri – Universitas Kristen Petra

**Rosa Yustina**

Alumnus Fakultas Teknik Jurusan Teknik Industri – Universitas Kristen Petra

## **ABSTRAK**

Pemilihan strategi sistem perawatan yang tepat dapat memberikan hasil yang optimum dalam pencapaian produktivitas suatu proses produksi. Didalam pemilihan strategi ini diperlukan suatu metode yang tepat agar decision maker dapat membuat keputusan yang tepat.

Metode yang digunakan dalam pemilihan strategi sistem perawatan adalah *Multi-Criteria Decision Making*, khususnya *Analytical Hierarchy Process (AHP)* dan *Metode Heuristic*. Metode Heuristic digunakan untuk menentukan kriteria yang paling kritis dalam pemilihan strategi sistem perawatan.

Kata kunci: *analytical hierarchy process*, perawatan

## **ABSTRACT**

*The selecting of the right maintenance system strategy can give an optimum result in achieving productivity of a production process. The right method is needed in choosing this strategy, so that the decision-maker can make the right decision.*

*Methods used in the selecting of the maintenance system strategy is Multi Criteria Decision-Making, especially Analytical Hierarchy Process (AHP), and Heuristic Method. Heuristic method is used to decide the most critical criteria in the choosing of processing system strategy.*

*Keywords: analytical hierarchy process, processing*

## **1. PENDAHULUAN**

Untuk peningkatan produktivitas dalam suatu proses produksi diperlukan penetapan sistem perawatan yang tepat. Dalam hal ini perlu dipertimbangkan secara cermat mengenai sistem perawatan yang akan diterapkan sehubungan dengan faktor-faktor yang berpengaruh pada kondisi peralatan yang dikerjakan.

Pemilihan strategi sistem perawatan yang tepat dapat memberikan hasil optimum terhadap kesiapan mesin dalam menunjang program produksi. Dengan demikian, penerapan sistem perawatan yang tepat merupakan suatu cara untuk mencapai usaha yang menguntungkan.

Dalam pemilihan terhadap alternatif sistem perawatan tersebut diperlukan suatu metode pendukung, yaitu analisa keputusan yang merupakan suatu metode yang digunakan oleh pengambil keputusan untuk mengevaluasi semua alternatif yang ada.

Umumnya alternatif-alternatif tersebut mempunyai kelebihan dan kelemahan sendiri-sendiri, yang membuat pengambil keputusan sukar untuk menentukan pilihannya. Dari alasan di atas, maka salah satu cabang analisa keputusan yang sesuai dengan masalah ini adalah *Multi-Criteria Decision Making*.

Setelah didapat alternatif sistem perawatan yang terbaik, maka dilakukan suatu perhitungan dengan metode heuristic yang mempertimbangkan perubahan terkecil, dengan tujuan untuk menentukan kriteria keputusan yang paling penting/kritis.

## 2. MULTI-CRITERIA DECISION MAKING

*Multi-criteria decision making* (MCDM) 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 kesukaan terhadap *attribute*, misalnya memaksimalkan umur, meminimalkan harga, dan sebagainya. Obyektif dapat pula berasal dari *attribute* yang menjadi suatu obyektif jika pada *attribute* tersebut diberi arah tertentu.
- Tujuan ditentukan terlebih dahulu. Misalnya suatu proyek mempunyai obyektif memaksimalkan profit, maka proyek tersebut mempunyai tujuan mencapai profit 10 juta/bulan.

Kriteria merupakan ukuran, aturan-aturan ataupun standar-standar yang memandu suatu pengambilan keputusan. Pengambilan keputusan dilakukan melalui pemilihan atau memformulasikan atribut-atribut, obyektif-obyektif, maupun tujuan-tujuan yang berbeda, maka atribut, obyektif maupun tujuan dianggap sebagai kriteria. Kriteria dibangun dari kebutuhan-kebutuhan dasar manusia serta nilai-nilai yang diinginkannya. Ada dua macam kategori dari *Multi-criteria decision making* (MCDM), yaitu :

1. *Multiple Objective Decision Making* (MODM)
2. *Multiple Attribute Decision Making* (MADM)

*Multiple Objective Decision Making* (MODM) 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*).

*Multiple Attribute Decision Making* (MADM), menyangkut masalah pemilihan, di mana analisa matematis tidak terlalu banyak dibutuhkan atau dapat digunakan untuk pemilihan hanya terhadap sejumlah kecil alternatif saja. Metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) merupakan bagian dari teknik MADM.

### 2.1 Analytical Hierarchy Process

*Analytical Hierarchy Process* (AHP) yang dikembangkan oleh Saaty, 1990 dapat memecahkan masalah yang kompleks di mana kriteria yang diambil cukup banyak. Juga kompleksitas ini disebabkan oleh struktur masalah yang belum jelas, ketidakpastian

persepsi pengambil keputusan serta ketidakpastian tersedianya data statistik yang akurat atau bahkan tidak ada sama sekali.

*Analytical Hierarchy Process* (AHP) mempunyai struktur matrik A dengan ukuran  $m \times n$ . Matrik ini dibangun dengan menggunakan kepentingan relatif dari alternatif dan kriteria yang berhubungan.

Untuk menghitung preferensi akhir dari tiap alternatif menggunakan rumus sebagai berikut :

$$P_i = \sum_{j=1}^N a_{ij} W_j, \text{ untuk } i = 1, 2, 3, \dots, m \quad (1)$$

Untuk masalah memaksimalkan, alternatif yang terbaik adalah alternatif dengan nilai  $P_i$  yang terbesar.

## 2.2 Perbandingan Berpasangan

Dalam pengambilan keputusan hal yang perlu diperhatikan adalah pada saat pengambilan data, di mana data ini diharapkan dapat mendekati nilai yang sesungguhnya. Seringkali data kualitatif tidak bisa diketahui dalam artian nilai-nilai mutlak.

Salah satu pendekatan yang dikemukakan oleh Saaty adalah perbandingan berpasangan. Perbandingan berpasangan digunakan untuk menentukan kepentingan relatif dari alternatif-alternatif dan kriteria-kriteria yang ada. Dalam pendekatan ini pengambil keputusan harus dapat memberikan pendapatnya tentang nilai dari perbandingan tersebut. Jika terdapat  $n$  alternatif/kriteria, maka akan terdapat  $n \times \left[ \frac{(n-1)}{2} \right]$  perbandingan berpasangan.

## 3. METODE HEURISTIK

Secara intuitif, orang mungkin berpikir bahwa kriteria yang paling penting/kritis adalah kriteria yang mempunyai bobot  $W_j$  yang tertinggi. Namun konsep tentang kekritisitas ini bisa menyesatkan. Dengan metode ini kriteria yang paling penting/kritis adalah kriteria yang mempunyai perubahan yang terkecil dalam bobotnya dan akan mengubah ranking alternatif-alternatif yang ada. Definisi-definisi yang diperlukan dan notasi-notasi yang dipakai :

Definisi 1 :

Andaikan  $\mathbf{d}_{kij}$  ( $1 \leq i < j \leq m$  dan  $1 \leq k \leq n$ ) menyatakan perubahan minimal, dalam arti mutlak, pada bobot  $W_k$  yang sekarang dari kriteria  $C_k$  sedemikian hingga ranking alternatif-alternatif  $A_i$  dan  $A_j$  akan tertukar.

Pada point ini suatu pokok persoalan yang terkait adalah bagaimana merealokasikan bobot-bobot kriteria keputusan setelah mempertimbangkan perubahan  $\mathbf{d}_{k,i,j}$ . Suatu ilustrasi yang mudah, seandainya perubahan  $\mathbf{d}_{112}$  untuk bobot kriteria pertama dipertimbangkan (perubahan lain bisa dihadapi dengan cara yang sama). Kita memiliki

$k = 1, i = 1, j = 2$ . Kemudian dihitung bobot baru atau yang sudah dimodifikasi dinyatakan sebagai  $W_1^*$  dari kriteria pertama dengan cara sebagai berikut :

$$W_1^* = W_1 - d_{112}$$

Setelah itu bobot tersebut dinormalisasi dan dinotasikan dengan  $W_1'$  :

$$\begin{aligned} W_1' &= \frac{W_1^*}{W_1^* + W_2 + \dots + W_n} \\ W_2' &= \frac{W_2}{W_1^* + W_2 + \dots + W_n} \\ &\vdots \\ W_n' &= \frac{W_n}{W_1^* + W_2 + \dots + W_n} \end{aligned} \tag{2}$$

Selanjutnya definisikan :

$$\delta_{kij} = \delta_{kij} \times \left( \frac{100}{W_k} \right), \text{ untuk semua } 1 \leq i < j \leq m \text{ dan } 1 \leq k \leq n \tag{3}$$

$\delta_{kij}$  menyatakan perubahan-perubahan dalam artian relatif (dalam persentase). Jumlah-jumlah di atas bisa dihitung menurut rumus (6) dari teorema 1.

Kriteria yang paling kritis dapat didefinisikan dalam dua cara, yaitu definisi pertama berlaku jika orang berminat hanya terhadap perubahan dalam alternatif terbaik, sedangkan definisi kedua berlaku ketika orang berminat terhadap perubahan dalam ranking alternatif manapun.

Definisi 2:

Persentase kriteria kritis yang utama adalah kriteria yang sesuai dengan nilai terkecil  $|\delta_{kij}|$  ( $1 \leq j \leq m$  dan  $1 \leq k \leq n$ ). Dilihat dari nilai relatif  $\delta_{kij}$  yang terkecil yang berhubungan dengan alternatif yang terbaik.

Definisi 3:

Persentase kriteria kritis lainnya adalah kriteria yang berhubungan dengan nilai  $\delta_{kij}$  yang terkecil  $|\delta_{kij}|$  ( $1 \leq i < j \leq m$  dan  $1 \leq k \leq n$ ). Dilihat dari semua nilai relatif  $\delta_{kij}$  yang terkecil.

Definisi 4 :

Derajat kekritisan dari kriteria  $C_j$ , yang dinyatakan sebagai  $D_j'$  adalah jumlah terkecil (persentase) di mana jumlah itu nilai  $W_j$  yang sekarang pasti berubah, sedemikian rupa sehingga ranking alternatif-alternatif yang ada akan berubah.

$$D_k' = \text{Min}_{1 \leq i < j \leq m} \{ |\delta_{kij}'| \}, \text{ untuk semua } n \geq k \geq 1 \tag{4}$$

Definisi 5 :

Koefisien sensitivitas kriteria  $C_j$ , yang dinyatakan sebagai  $\text{sens}(C_j)$  adalah timbal balik dari derajat kekritisan.

$$\text{sens}(C_j) = \frac{1}{D_j}, \text{ untuk } n \geq j \geq 1 \quad (5)$$

Jika derajat kekritisan itu tidak layak (*infeasible*), maka koefisien sensitivitas ditetapkan sama dengan nol. Sebuah teorema diberikan untuk metode AHP dan ini dideskripsikan sebagai berikut, dengan asumsi  $P_i \geq P_j$ , untuk semua  $1 \leq i \leq j \leq m$  adalah benar.

Teorema 1 :

Ketika AHP dipakai, jumlah  $\delta_{kij}$  ( $1 \leq i < j \leq m$  dan  $1 \leq k \leq n$ ) di mana bobot  $W_k$  sekarang dari kriteria  $C_k$  perlu dimodifikasi (setelah normalisasi) sehingga ranking dari alternatif-alternatif  $A_i$  dan  $A_j$  akan terbalik, sebagaimana yang diberikan di bawah ini :

$$\delta'_{kij} \leq \frac{(P_j - P_i)}{(a_{jk} - a_{ik})} \times \frac{100}{W_k}, \text{ jika } (a_{jk} > a_{ik}) \text{ atau :}$$

$$\delta'_{kij} \geq \frac{(P_j - P_i)}{(a_{jk} - a_{ik})} \times \frac{100}{W_k}, \text{ jika } (a_{jk} < a_{ik}) \quad (6)$$

Kondisi dibawah ini jug memenuhi nilai yang layak (*feasible*) :

$$\frac{(P_j - P_i)}{(a_{jk} - a_{ik})} \times \frac{100}{W_k} \leq 100 \quad (7)$$

Dari rumus-rumus di atas, terlihat bahwa  $\mathbf{d}_{k,ij}$  sama dengan :

$$\frac{(P_j - P_i)}{(a_{jk} - a_{ik})} \times \frac{100}{W_k} \quad (8)$$

Jika alternatif  $A_i$  mendominasi alternatif  $A_j$  (dalam hal ini  $a_{ik} \geq a_{jk}$ , untuk  $k = 1, 2, 3, \dots, N$ ) maka tidak mungkin untuk membuat alternatif  $a_j$  lebih disukai daripada alternatif  $a_i$  dengan mengubah bobot kriteria itu. Juga, jika suatu kriteria  $C_k$  adalah suatu kriteria yang tangguh/ yang paling berpengaruh jika semua jumlah  $\mathbf{d}_{kij}$  ( $1 \leq i < j \leq m$  dan  $1 \leq k \leq n$ ) yang terkait dengannya adalah tidak layak (*infeasible*) dengan kata lain, kondisi berikut adalah benar :

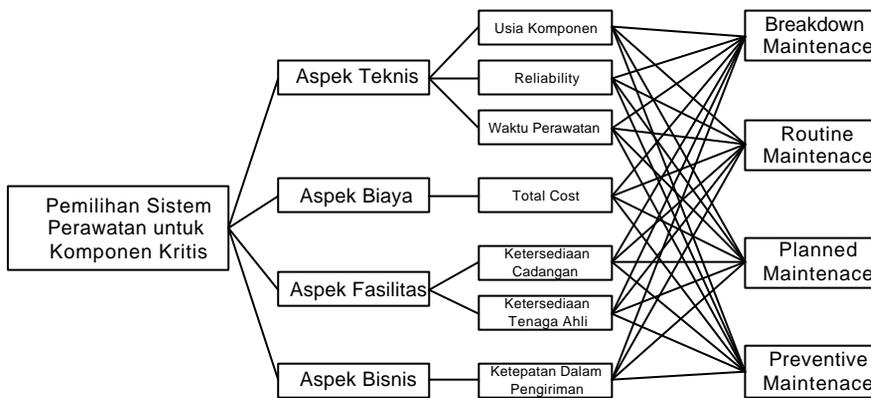
$$\frac{(P_j - P_i)}{(a_{jk} - a_{ik})} \times \frac{100}{W_k} > 100, \text{ untuk semua } i, j = 1, 2, 3, \dots, M \quad (9)$$

Untuk beberapa kriteria,  $C_k$ , maka perubahan apapun pada bobot kriteria itu tidak mempengaruhi ranking yang ada pada alternatif-alternatif itu dan sehingga kriteria ini adalah kriteria yang tangguh/ yang paling berpengaruh.

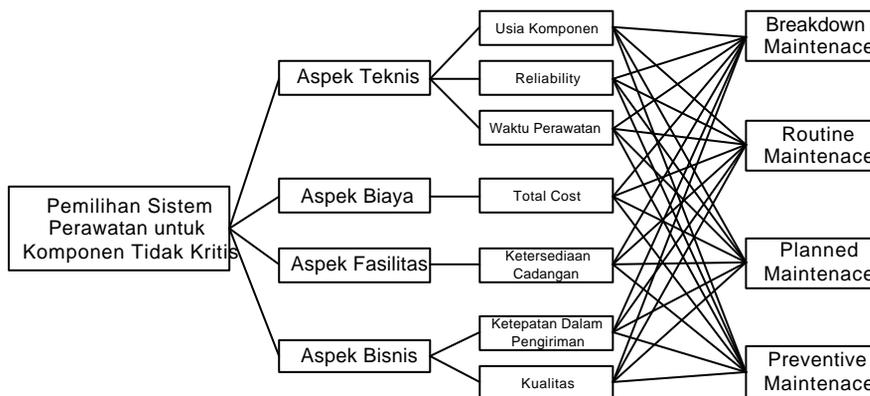
Dalam penentuan kriteria yang paling penting/kritis, maka semua nilai  $d_{kij}$  ( $1 \leq i < j \leq m$  dan  $1 \leq k \leq n$ ) perlu dihitung. Dan amatilah bahwa  $d_{kij}$  berjumlah  $n \times \frac{(m(m-1))}{2}$ .

#### 4. STUDI KASUS

Dalam pemilihan sistem perawatan (dalam hal ini penggantian komponen) di PT. X, dibagi menjadi dua jenis komponen, yaitu sistem perawatan untuk komponen kritis dan sistem perawatan untuk komponen tidak kritis. Didapat model hirarki sebagai berikut :



**Gambar 1. Hirarki pemilihan sistem perawatan untuk komponen kritis**



**Gambar 2. Hirarki pemilihan sistem perawatan untuk komponen tidak kritis**

#### 4.1 Metode Heuristik

##### *Untuk Komponen Kritis:*

Kriteria kritis persentase utama bisa ditemukan dengan mencari nilai relatif harga mutlak terkecil dari semua baris yang berpasangan dengan alternatif yang terbaik, yaitu *Preventive Maintenance* ( $A_4$ ). Persentase terkecil 2377,6389% sesuai dengan kriteria usia komponen ( $C_1$ ), ketika alternatif *Routine Maintenance* ( $A_2$ ) dan *Preventive Maintenance* ( $A_4$ ) dipertimbangkan (tabel 2). Untuk kriteria usia komponen ( $C_1$ ), suatu pengurangan bobot sekarang dengan 2377,6389% akan membuat *Routine Maintenance* ( $A_2$ ) menjadi alternatif yang paling disukai dan *Preventive Maintenance* ( $A_4$ ) tidak lagi menjadi alternatif yang terbaik.

Kriteria kritis persentase lainnya dapat ditemukan dengan mencari nilai relatif  $\delta_{kij}$  terkecil. Nilai yang terkecil adalah  $\delta_{212} = 560,8837\%$ . Untuk itu kriteria kritis lainnya adalah *reliability* ( $C_2$ ).

Contoh Perhitungan:

$$\delta_{113} \leq \frac{(P_3 - P_1)}{(a_{31} - a_{11})}$$

$$\delta_{113} \leq \frac{(0,283 - 0,178)}{(0,225 - 0,270)}$$

$$\delta_{113} \leq -2,3333$$

$$\delta_{113} \leq -2,3333 \times \frac{100}{0,072}$$

$$\delta_{113} \leq -3240,6944$$

$$\delta_{113} \leq 100 \rightarrow \text{feasible}$$

Jadi modifikasi bobot  $W_1$  dari kriteria pertama (sebelum normalisasi) untuk kasus ini adalah :

$$W_k^* = W_k - \delta_{kij}$$

$$W_1^* = W_1 - \delta_{112}$$

$$W_1^* = 0,072 - (-2,3333)$$

$$W_1^* = 2,4053$$

$$W_1' = \frac{W_1^*}{W_1^* + W_2 + W_3 + W_4 + W_5 + W_6 + W_7}$$

$$W_1' = \frac{2,4053}{2,4053 + 0,215 + 0,218 + 0,346 + 0,007 + 0,053 + 0,089}$$

$$W_1' = 0,7216$$

$$W_2' = \frac{W_2}{W_1^* + W_2 + W_3 + W_4 + W_5 + W_6 + W_7}$$

$$W_2' = \frac{0,215}{2,4053 + 0,215 + 0,218 + 0,346 + 0,007 + 0,053 + 0,089}$$

$$W_2' = 0,0645$$

Didapat tabel di bawah ini:

Tabel 1. Nilai  $\delta_{kij}$  untuk Komponen Kritis

Pasangan Alternatif	Kriteria						
	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	C <sub>6</sub>	C <sub>7</sub>
A <sub>1</sub> .A <sub>2</sub>	N/F	-1,2059	N/F	-2,5625	N/F	N/F	N/F
A <sub>1</sub> .A <sub>3</sub>	-2,3333	N/F	N/F	N/F	N/F	N/F	N/F
A <sub>1</sub> .A <sub>4</sub>	-3,0213	N/F	N/F	N/F	N/F	N/F	N/F
A <sub>2</sub> .A <sub>3</sub>	-1,1228	N/F	N/F	N/F	N/F	-1,0159	N/F
A <sub>2</sub> .A <sub>4</sub>	-1,7119	N/F	N/F	N/F	N/F	N/F	N/F
A <sub>3</sub> .A <sub>4</sub>	-18,5	N/F	N/F	N/F	N/F	N/F	N/F

N/F = *non feasible*

Tabel 2. Nilai  $\delta_{kij}$  (dalam nilai relatif) untuk Komponen Kritis

Pasangan Alternatif	Kriteria						
	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	C <sub>6</sub>	C <sub>7</sub>
A <sub>1</sub> .A <sub>2</sub>	N/F	<b>-560,8837</b>	N/F	-740,6069	N/F	N/F	N/F
A <sub>1</sub> .A <sub>3</sub>	-3240,6944	N/F	N/F	N/F	N/F	N/F	N/F
A <sub>1</sub> .A <sub>4</sub>	-4196,25	N/F	N/F	N/F	N/F	N/F	N/F
A <sub>2</sub> .A <sub>3</sub>	-1559,4444	N/F	N/F	N/F	N/F	-1916,7924	N/F
A <sub>2</sub> .A <sub>4</sub>	<b>-2377,6389</b>	N/F	N/F	N/F	N/F	N/F	N/F
A <sub>3</sub> .A <sub>4</sub>	-25694,4444	N/F	N/F	N/F	N/F	N/F	N/F

N/F = *non feasible*

Untuk menghitung tingkat kekritisan dari kriteria-kriteria tersebut, maka digunakan definisi 4, yaitu :

$$D'_k = \min_{1 \leq i < j \leq m} \{ |\delta_{kij}| \}$$

$$D'_1 = |-1559,4444| = 1559,4444$$

$$D'_2 = |-560,8837| = 560,8837$$

$$D'_3 = \textit{infeasible}$$

$$D'_4 = |-740,6069| = 740,6069$$

$$D'_5 = \textit{infeasible}$$

$$D'_6 = |-1916,7924| = 1916,7924$$

$$D'_7 = \textit{infeasible}$$

Koefisien sensitivitas kriteria keputusan adalah:

$$\text{sens}(C_j) = \frac{1}{D'_j}$$

$$C_1 = \frac{1}{1559,4444} = 0,000641$$

$$C_2 = \frac{1}{560,8837} = 0,001783 \quad C_3 = 0$$

$$C_4 = \frac{1}{740,6069} = 0,001350 \quad C_5 = 0$$

$$C_6 = \frac{1}{1916,7924} = 0,000522 \quad C_7 = 0$$

Jadi kriteria keputusan yang paling sensitif adalah *reliability* ( $C_2$ ), total biaya ( $C_4$ ), usia komponen ( $C_1$ ), ketersediaan tenaga ahli ( $C_6$ ), waktu perawatan ( $C_3$ ), ketersediaan cadangan ( $C_5$ ), ketepatan dalam pengiriman ( $C_7$ ).

Keterangan:

$C_1$  = Usia Komponen,  $C_2$  = *Reliability*,  $C_3$  = Waktu Perawatan,  $C_4$  = Total Biaya,  $C_5$  = Ketersediaan Cadangan,  $C_6$  = Ketersediaan Tenaga Ahli,  $C_7$  = Ketepatan dalam Pengiriman.

$A_1$  = *Breakdown Maintenance*,  $A_2$  = *Routine Maintenance*,  $A_3$  = *Planned Maintenance*,  $A_4$  = *Preventive Maintenance*.

**Untuk Komponen Tidak Kritis:**

Kriteria kritis persentase utama bisa ditemukan dengan mencari nilai relatif harga mutlak terkecil dari semua baris yang berpasangan dengan alternatif yang terbaik, yaitu *Preventive Maintenance* ( $A_4$ ). Persentase terkecil 54,6739% sesuai dengan kriteria kualitas ( $C_7$ ), ketika alternatif *Planned Maintenance* ( $A_3$ ) dan *Preventive Maintenance* ( $A_4$ ) dipertimbangkan (tabel 4). Untuk kriteria kualitas ( $C_7$ ), suatu pengurangan bobot sekarang dengan 54,6739% akan membuat *Planned Maintenance* ( $A_3$ ) menjadi alternatif yang paling disukai dan *Preventive Maintenance* ( $A_4$ ) tidak lagi menjadi alternatif yang terbaik.

Kriteria kritis persentase lainnya dapat ditemukan dengan mencari nilai relatif  $\delta_{k,i,j}$  terkecil. Nilai yang terkecil adalah  $\delta_{212} = 3,1472\%$ . Untuk itu kriteria kritis PA adalah *reliability* ( $C_2$ ).

Tabel 3. Nilai  $\delta_{kij}$  Untuk Komponen Tidak Kritis

Pasangan Alternatif	Kriteria						
	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	C <sub>6</sub>	C <sub>7</sub>
A <sub>1</sub> .A <sub>2</sub>	N/F	-0,0062	0,0137	-0,0286	0,0086	0,0052	0,0063
A <sub>1</sub> .A <sub>3</sub>	-1,9020	N/F	N/F	N/F	N/F	N/F	N/F
A <sub>1</sub> .A <sub>4</sub>	-5,8333	N/F	N/F	N/F	N/F	N/F	N/F
A <sub>2</sub> .A <sub>3</sub>	-1,4328	N/F	N/F	N/F	N/F	N/F	N/F
A <sub>2</sub> .A <sub>4</sub>	-3,0588	N/F	N/F	N/F	-34,6667	N/F	N/F
A <sub>3</sub> .A <sub>4</sub>	N/F	-0,3333	N/F	-1,1429	-1,3333	N/F	0,0503

N/F = non feasible

Tabel 4. Nilai  $\delta_{kij}$  (dalam nilai relatif) Untuk Komponen Tidak Kritis

Pasangan Alternatif	Kriteria						
	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	C <sub>6</sub>	C <sub>7</sub>
A <sub>1</sub> .A <sub>2</sub>	N/F	<b>-3,1472</b>	6,9543	-7,5263	12,2857	15,2941	6,8478
A <sub>1</sub> .A <sub>3</sub>	-6340	N/F	N/F	N/F	N/F	N/F	N/F
A <sub>1</sub> .A <sub>4</sub>	-19444,3333	N/F	N/F	N/F	N/F	N/F	N/F
A <sub>2</sub> .A <sub>3</sub>	-4776	N/F	N/F	N/F	N/F	N/F	N/F
A <sub>2</sub> .A <sub>4</sub>	-10196	N/F	N/F	N/F	-49523,8571	N/F	N/F
A <sub>3</sub> .A <sub>4</sub>	N/F	-169,1878	N/F	-300,7632	-1904,7143	N/F	<b>54,6739</b>

N/F = non feasible

Untuk menghitung tingkat kekritisan dari kriteria-kriteria tersebut, maka digunakan definisi 4, yaitu :

$$D'_k = \min_{1 \leq i < j \leq m} \{ |\delta_{kij}| \}$$

$$D'_1 = |-4776| = 4776$$

$$D'_2 = |-3,1472| = 3,1472$$

$$D'_3 = 6,9543$$

$$D'_4 = |-7,5263| = 7,5263$$

$$D'_5 = 12,2857$$

$$D'_6 = 15,2941$$

$$D'_7 = 6,8478$$

Koefisien sensitivitas kriteria keputusan menurut definisi adalah :

$$\text{sens}(C_j) = \frac{1}{D'_j}$$

$$C_1 = \frac{1}{4776} = 0,0002$$

$$C_2 = \frac{1}{3,1472} = 0,3177$$

$$C_3 = \frac{1}{6,9543} = 0,1438$$

$$C_4 = \frac{1}{7,5263} = 0,1329$$

$$C_5 = \frac{1}{12,2857} = 0,0814$$

$$C_6 = \frac{1}{15,2941} = 0,0654$$

$$C_7 = \frac{1}{6,8478} = 0,1460$$

Jadi kriteria keputusan yang paling sensitif adalah *reliability* ( $C_2$ ), kualitas ( $C_7$ ), waktu perawatan ( $C_3$ ), total biaya ( $C_4$ ), ketersediaan cadangan ( $C_5$ ), ketepatan dalam pengiriman ( $C_6$ ), usia komponen ( $C_1$ ).

Keterangan :

$C_1$  = Usia Komponen,  $C_2$  = *Reliability*,  $C_3$  = Waktu Perawatan,  $C_4$  = Total Biaya,  $C_5$  = Ketersediaan Cadangan,  $C_6$  = Ketepatan dalam Pengiriman,  $C_7$  = Kualitas.

$A_1$  = *Breakdown Maintenance*,  $A_2$  = *Routine Maintenance*,  $A_3$  = *Planned Maintenance*,  $A_4$  = *Preventive Maintenance*.

## 5. KESIMPULAN

- Untuk komponen kritis:  
Dengan metode Analytical Hierarchy Process (AHP) didapatkan bobot untuk *Breakdown Maintenance* = 0,178, untuk *Routine Maintenance* = 0,219, untuk *Planned Maintenance* = 0,283 dan *Preventive Maintenance* = 0,320. Dengan mempertimbangkan bobot terbesar, maka sistem perawatan untuk komponen kritis yang terbaik adalah *Preventive Maintenance*.
- Untuk komponen tidak kritis :  
Dengan metode Analytical Hierarchy Process (AHP) didapatkan bobot untuk *Breakdown Maintenance* = 0,199, untuk *Routine Maintenance* = 0,200, untuk *Planned Maintenance* = 0,296 dan *Preventive Maintenance* = 0,304. Dengan mempertimbangkan bobot terbesar, maka sistem perawatan untuk komponen tidak kritis yang terbaik adalah *Preventive Maintenance*.
- Kriteria kritis utama untuk komponen kritis adalah usia komponen, sedangkan untuk kriteria kritis lainnya adalah *Reliability*.
- Kriteria kritis utama untuk komponen tidak kritis adalah kualitas, sedangkan untuk kriteria kritis lainnya adalah *Reliability*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Corder, A. S.,1998, *Teknik Manajemen Pemeliharaan*. Translated by Ir. Kusnul Hadi. Penerbit Erlangga.
- Gopalakrishnan, P., and A. K. Banerji.,1997, *Maintenance and Spare Parts Management*. New Delhi : Prentice Hall of India.
- Ramakumar, R. *Engineering Reliability : Fundamentals and Applications*. Oklahoma State University : Prentice-Hall International, Inc.
- Rao, Singiresu. S., 1992, *Reliability-Based Design*. Purdue University : McGraw-Hill, Inc.
- Saaty, Thomas L.,1990, *Multicriteria Decision Making-The Analytical Hierarchy Process*. RWS Publications, Pittsburgh.

Supandi. *Manajemen Perawatan Industri*. Bandung : Pusat Pengembangan Pendidikan Politeknik ITB.

Suryadi, K., and Ir. M. Ali Ramdhani, M. T. *Sistem Pendukung Keputusan*. Bandung : PT. Remaja Rosdakarya.

Triantaphyllou, E., Kovalerchuk, B., Mann, L. Jr, dan Knapp, G.,1997, "Determining the most important criteria in maintenance decision making", *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol. 3 No. 116-28.