

# **PENENTUAN PREVENTIVE MAINTENANCE ELEKTROKARDIOGRAM DENGAN MENGGUNAKAN METODE ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS (AHP)**

Penelitian Tesis S-2

Untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar Magister Teknik Program Studi  
Magister Teknik Elektro.



Diajukan oleh  
Handayani  
20602400017

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG  
2025**

## ABSTRAK

*Elektrokardiogram merupakan salah satu alat elektromedik diagnostik teknologi menengah yang banyak terdapat di fasilitas pelayanan kesehatan. Pemeliharaan Elektrokardiogram sangat penting untuk menjaga performa dan keakuratan hasil yang dapat diandalkan untuk diagnosis medis. Elektrokardiogram yang tidak terpelihara akan berdampak pada hasil yang tidak akurat dan menyebabkan kesalahan diagnosis medis, yang secara langsung berdampak pada keselamatan dan perawatan pasien. Guna menjaga kehandalan elektrokardiogram, menjaga efisiensi operasional, keamanan, dan memperpanjang umur manfaat elektrokardiogram, sekaligus menghindari biaya tak terduga dan risiko bagi pasien maka di perlukan solusi yaitu dengan preventive maintenance. Data kriteria yang digunakan adalah kualitas, biaya, added value, durasi troubleshooting, safety, warehouse backup dan penerapan prosedur pemeliharaan. Dengan alternatif Preventive maintenance yaitu Perawatan Berkala (Periodic Maintenance), Perawatan Perbaikan (Schedule Overhaul), dan Perawatan Berbasis Kondisi (Condition Based Maintenance). Metode Analytical Hierarchy Process (AHP) digunakan untuk menentukan bobot prioritas alternatif tertinggi. Penelitian ini menghasilkan bahwa Analytical Hierarchy Process (AHP) mampu digunakan dalam penentuan preventive maintenance untuk elektrokardiogram. Hasil penelitian yang diperoleh bahwa alternatif yang memiliki bobot prioritas paling besar yaitu Perawatan Berkala (Periodic Maintenance) sebesar 0,3744, kemudian diikuti dengan Perawatan Perbaikan (Schedule Overhaul) sebesar 0,3184 dan yang terakhir adalah Perawatan Berbasis Kondisi (Condition Based Maintenance) sebesar 0,3072. Strategi pemeliharaan perawatan berkala (periodic maintenance) memiliki bobot terbesar, sehingga dipilih sebagai strategi yang paling tepat digunakan sebagai pemeliharaan yang optimal serta diharapkan mampu menjadi solusi yang efektif dalam preventive maintenance Elektrokardiogram.*

**Kata kunci:** Preventive Maintenance, Elektrokardiogram, Analytical Hierarchy Process

## LEMBAR PENGESAHAN TESIS

### PENENTUAN PREVENTIVE MAINTENANCE ELEKTROKARDIOGRAM DENGAN MENGUNAKAN METODE ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS (AHP)

Yang dipersiapkan dan disusun oleh

**Handayani**

NIM. 20602400017

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

Pada Tanggal : 3 Desember 2025

Susunan Dewan Penguji dan Pembimbing


Pembimbing 1



**Prof. Dr. Ir. Sri Arttini Dwi Prasetyowati, M.Si**

NIDN. 0620026501

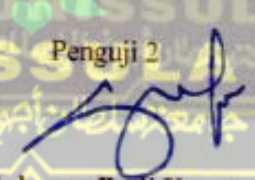
Penguji 1



**Prof. Dr. Ir. Muhammad Haddin, MT**

NIDN. 0618066301

Penguji 2



**Dr. Ir. Sukarno Budi Utomo, MT**

NIDN. 0619076401

Tesis ini telah disetujui sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar

Magister Teknik

Tanggal : 3 Desember 2025

Ketua Program Studi Magister Teknik Elektro



**Prof. Dr. Ir. Sri Arttini Dwi Prasetyowati, M.Si**

NIDN. 0620026501

## PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Handayani  
NIM : 20602400017  
Program Studi : Magister Teknik Elektro  
Fakultas : Teknologi Industri

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis yang diajukan kepada Program Studi Magister Teknik Elektro dengan judul :

**“Penentuan Preventive Maintenance Elektrokardiogram Dengan Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP)”**

Adalah hasil karya saya sendiri judul tersebut belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar Magister Teknik pada Program Studi Magister Teknik Elektro Universitas Islam Sultan Agung (UNIS-SULA) ataupun pada Universitas lain serta belum pernah ditulis maupun diterbitkan oleh orang lain kecuali secara tertulis diacu, disitasi, dan ditunjukkan dalam daftar Pustaka. Tesis ini adalah tanggung jawab saya.

Semarang, 3 Desember 2025

Penulis



Handayani  
NIM.20602400017



## PERNYATAAN PERSETUJUAN UNGGAH KARYA ILMIAH

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : HANDAYANI

NIM : 20602400017

Program Studi : Magister Teknik Elektro

Fakultas : Teknologi Industri

Dengan ini menyerahkan karya ilmiah berupa ~~Tugas Akhir/Skripsi/Tesis/Disertasi\*~~ dengan judul :

Penentuan Preventive Maintenance Elektrokardiogram Dengan Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP)

Dan menyetujuinya menjadi hak milik Universitas Islam Sultan Agung serta memberikan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif untuk disimpan, dialihmediakan, dikelola dalam pangkalan data, dan dipublikasikannya di internet atau media lain untuk kepentingan akademis selama tetap mencantumkan nama penulis sebagai pemilik Hak Cipta.

Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh. Apabila dikemudian hari terbukti ada pelanggaran Hak Cipta/Plagiarisme dalam karya ilmiah ini, maka segala bentuk tuntutan hukum yang timbul akan saya tanggung secara pribadi tanpa melibatkan pihak Universitas Islam Sultan Agung.

Semarang, 3 Desember 2025

Yang menyatakan,



Handayani

NIM. 20602400017

## Daftar Isi

ABSTRAK .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN TESIS .....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS .....	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN UNGGAH KARYA ILMIAH .....	Error!

Bookmark not defined.

Daftar Isi.....	vi
Daftar Gambar .....	viii
Daftar Tabel .....	ix
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>11</b>
1.1. Latar Belakang Masalah .....	11
1.2. Perumusan Masalah.....	13
1.3. Batasan Masalah .....	13
1.4. Tujuan Penelitian .....	13
1.5. Keaslian Penelitian .....	13
1.6. Manfaat Penelitian .....	15
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI .....</b>	<b>16</b>
2.1 Tinjauan Pustaka .....	16
2.2 Dasar Teori .....	18
2.3 Alat Kesehatan.....	20
2.4 Elektrokardiogram (EKG) .....	21
2.5 Analytical Hierarchy Process (AHP) .....	28
2.6 Hipotesis dan Kerangka Teoritis.....	34
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>35</b>
3.1. Desain Penelitian .....	36
3.2. Lokasi dan Waktu Penelitian .....	38
3.3. Populasi dan Sampel Penelitian .....	39
3.4. Instrumen Penelitian .....	40
3.5. Pengumpulan Data .....	40
3.6. Pengolahan Data .....	41
3.7. Pembahasan .....	42

3.8.	Etika Penelitian.....	42
3.9.	Keterbatasan Metodologi.....	42
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>43</b>
4.1.	Identifikasi Kriteria dan Subkriteria .....	43
4.2.	Pengolahan Data Kriteria.....	45
4.3.	Pengolahan Data Subkriteria .....	50
4.4.	Pengolahan Data Alternative .....	57
4.5.	Pembahasan .....	73
<b>BAB V KESIMPULAN.....</b>		<b>84</b>
5.1	Kesimpulan .....	84
5.2	Saran.....	84
<b>Daftar Pustaka.....</b>		<b>86</b>
<b>Lampiran .....</b>		<b>89</b>



## Daftar Gambar

Gambar 2.1 Klasifikasi pemeliharaan alat elektromedik.....	18
Gambar 2.2 Bentuk dasar EKG dan nama-nama interval.....	22
Gambar 2.3 Kalibrasi standar : Defleksi 10 mm = 1 mV, Kecepatan kertas 25 mm/detik.1 mm = 0,04 detik, 5 mm = 0,20 detik, 10 mm = 0,40 detik .....	23
Gambar 2.4 Tempat pemasangan elektroda-elektroda ekstremitas dan prekordial .....	25
Gambar 2.5 Struktur Hirarki .....	29
Gambar 2.7 Kerangka teoritis .....	35
Gambar 3. 1 Desain Penelitian .....	37
Gambar 3. 2 Flowchart Penelitian .....	38
Gambar 4. 1 Struktur hirarki pemilihan strategi pemeliharaan preventive maintenance pada Elektrokardiogram.....	44
Gambar 4. 2 Grafik Prioritas Alternatif .....	77





## Daftar Tabel

Tabel 2. 1 Matrik Perbandingan Berpasangan .....	30
Tabel 2. 2 Skala Tingkat Kepentingan.....	30
Tabel 2.3 Nilai Indeks Random Consistency .....	34
Tabel 3. 1 Jadwal Penelitian .....	39
Tabel 4. 1 Kriteria pemeliharaan .....	43
Tabel 4. 2 Kriteria dan subkriteria pemeliharaan.....	44
Tabel 4. 3 Kuesioner Kriteria Responden 1 .....	45
Tabel 4. 8 Geomean Subkriteria .....	52
Tabel 4. 9 Matriks Perbandingan Subkriteria "Kualitas" .....	53
Tabel 4. 10 Matriks Perbandingan Subkriteria "Biaya" .....	53
Tabel 4. 11 Matriks Perbandingan Subkriteria "Added Value" .....	53
Tabel 4. 12 Matriks Perbandingan Subkriteria "Durasi Troubleshooting" .....	54
Tabel 4. 13 Matriks Perbandingan Subkriteria "Safety" .....	54
Tabel 4. 15 Matriks Perbandingan Subkriteria "Penerapan Prosedur Pemeliharaan" .....	55
Tabel 4. 16 Normalisasi Matriks Subkriteria "Kualitas" .....	55
Tabel 4. 18 Geomean Alternative .....	62
Tabel 4. 20 Matriks Perbandingan alternative "Kesesuaian hasil pemeliharaan" .....	66
Tabel 4. 22 Matriks Perbandingan alternative "Kecocokan biaya spartpart" .....	67
Tabel 4. 23 Matriks Perbandingan alternative "Kecocokan biaya pekerja" .....	67
Tabel 4. 24 Matriks Perbandingan alternative "Minimum frekuensi kerusakan" .....	67
Tabel 4. 25 Matriks Perbandingan alternative "Minimum durasi downtime " .....	68
Tabel 4. 26 Matriks Perbandingan alternative "Kemudahan memperbaiki" .....	68
Tabel 4. 27 Matriks Perbandingan alternative "Kecepatan waktu perbaikan" .....	68
Tabel 4. 28 Matriks Perbandingan alternative "Jaminan keselamatan pemeliharaan" .....	69
Tabel 4. 29 Matriks Perbandingan alternative "Minimum resiko biaya" .....	69
Tabel 4. 31 Matriks Perbandingan alternative "Manajemen spartpart yang terorganisir" .....	70
Tabel 4. 32 Matriks Perbandingan alternative "Manajemen spartpart yang terorganisir" .....	70
Tabel 4. 33 Matriks Perbandingan alternative "Kompleksitas prosedur pemeliharaan" .....	70
Tabel 4. 36 Bobot prioritas Subkriteria.....	74

$$GM = \sqrt[n]{x_1 * x_2 * ... * x_n} \quad (2.1) \dots\dots\dots 29$$

$$\lambda maks = \frac{\sum a}{n} \quad (2.2) \dots\dots\dots 30$$

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n-1} \quad (2.3) \dots\dots\dots 30$$

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (2.4) \dots\dots\dots 30$$



## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1. Latar Belakang Masalah**

Peralatan kesehatan merupakan salah satu faktor penting dalam penyelenggaraan pelayanan kesehatan, baik di rumah sakit maupun di fasilitas pelayanan kesehatan lainnya. Peralatan kesehatan terbagi dalam beberapa jenis kelompok sesuai dengan keputusan Ketua Umum Ikatan Elektromedis Indonesia (IKATEMI) tentang kelompok alat elektromedik [1]. Adapun kelompok alat Elektromedik berdasarkan klasifikasi fungsinya terdiri dari : Alat Elektromedik Bedah dan Anestesi; Alat Elektromedik Diagnostik; Alat Elektromedik Laboratorium; Alat Elektromedik Life Support; Alat Elektromedik Radiologi; Alat Elektromedik Terapi; dan Alat Elektromedik Disinfeksi dan Sterilisasi. Elektrokardiogram merupakan salah satu jenis alat elektromedik diagnostik teknologi menengah yang banyak terdapat di fasilitas pelayanan kesehatan. Pemeriksaan elektrokardiogram berfungsi untuk merekam aktivitas listrik jantung guna mendiagnosis kondisi kesehatan jantung seperti gangguan irama (aritmia), serangan jantung, penyakit jantung koroner, atau pembesaran jantung [2]. Elektrokardiogram juga dapat memantau detak jantung pasien, mengevaluasi risiko penyakit jantung, serta menilai efektivitas obat-obatan atau alat pacu jantung.

Pengukuran elektrokardiogram yang kurang maksimal dapat disebabkan oleh berbagai faktor, termasuk kelalaian pengguna, penggunaan yang tidak tepat, kerusakan komponen, dan kurangnya pemeliharaan. Pemakaian yang tidak hati-hati, seperti penggunaan elektroda yang salah, tidak mencuci elektroda setelah digunakan, atau menyimpan alat secara tidak benar juga dapat menyebabkan hasil pengukuran yang tidak akurat. Selain itu kurangnya pemeliharaan seperti tidak ada jadwal pemeliharaan rutin, kalibrasi, atau pemeriksaan komponen yang teratur juga dapat menyebabkan elektrokardiogram mengalami kerusakan lebih cepat. Elektrokardiogram yang tidak terpelihara akan berdampak pada hasil yang tidak akurat dan menyebabkan kesalahan diagnosis medis, yang secara langsung berdampak pada keselamatan dan perawatan pasien. Pemeliharaan

elektrokardiogram sangat penting untuk menjaga performa dan keakuratan hasil yang dapat diandalkan untuk diagnosis medis. Guna menjaga kehandalan elektrokardiogram, menjaga efisiensi operasional, keamanan, dan memperpanjang umur manfaatnya, sekaligus menghindari biaya tak terduga dan risiko bagi pasien maka di perlukan solusi yaitu dengan *preventive maintenance* [3][4].

Penelitian terdahulu terkait dengan *preventive maintenance* oleh Wirson, Iwan Krisnadi, menyusun Management Strategi Electronic Preventive Maintenance dengan Metode SWOT untuk Monitoring Standar Pelayanan Peralatan Medik di RSAB Harapan Kita. Selanjutnya penelitian oleh Arierta Pujitresnani, Mulyatno menyusun Analisis Indeks Preventive Maintenance Peralatan Kesehatan Ruang Intensive Care Unit Menggunakan Model Kano dan Quality Function Deployment. Penelitian oleh Sulaiman Metere, Yasinta Dewi Kristianti, Okta Zenita Siti Fatimah menyusun Performance In House Maintenance Peralatan Kesehatan Terhadap Kepuasan Pengguna Alat Kesehatan menggunakan Kano's Model dan Quality Function Development. Penelitian oleh Hülya GÜÇDEMİR, Mehmet Ali ILGIN dengan penelitian A Clustering-based Approach for Maintenance Prioritization of Medical Devices in a New Hospital. Penelitian ini menentukan prioritas pemeliharaan berbasis kelompok dalam perencanaan pemeliharaan. Kemudian penelitian oleh Futry Rejeki Sitinjak, Fitriani Tupa R. Silalahi menyusun Analisis Strategi Pemeliharaan Preventive Maintenance Excavator Menggunakan Pendekatan *Analytical Hierarchy Process (AHP)* dan Analisis Sensitivitas. Penelitian ini bertujuan untuk dapat menentukan pemilihan strategi pemeliharaan *preventive maintenance* pada Excavator.

Secara keseluruhan, penelitian terdahulu telah berhasil menyusun sebuah strategi dalam menentukan pemeliharaan suatu peralatan, baik itu peralatan umum maupun peralatan kesehatan. Dari permasalahan diatas maka perlu suatu strategi *preventive maintenance* yang diperlukan guna menjamin peralatan kesehatan agar aman, bermutu dan laik pakai serta diharapkan juga akan memperpanjang usia pakai peralatan kesehatan tersebut. Dengan melakukan penentuan *Preventive Maintenance* pada peralatan elektrokardiogram menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process (AHP)*.

### 1.2. Perumusan Masalah

Perumusan masalah tesis ini adalah :

1. Apa saja kriteria dan subkriteria dalam menentukan *Preventive Maintenance* pada alat Elektrokardiogram?
2. Seberapa besar nilai prioritas alternatif *Analytical Hierarchy Process (AHP)* dalam penentuan *preventive maintenance* pada elektrokardiogram?
3. Apakah metode *Analytical Hierarchy Process (AHP)* dapat digunakan dalam menentukan *Preventive Maintenance* pada alat Elektrokardiogram?

### 1.3. Batasan Masalah

Dalam melaksanakan penelitian terdapat batasan masalah yang ditetapkan sebagai berikut :

1. Penelitian ini dibatasi pada jenis Elektrokardiogram Standar diagnostik sesuai dengan standar International Electrotechnical Commission (IEC 60601-2-25:2011)
2. Fokus penelitian ini adalah Menentukan *Preventive Maintenance* Elektrokardiogram Dengan Metode *Analytical Hierarchy Process (AHP)*.

### 1.4. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Untuk mengetahui kriteria dan subkriteria dalam menentukan *Preventive Maintenance* pada alat Elektrokardiogram?
2. Untuk mengetahui nilai prioritas alternatif *Analytical Hierarchy Process (AHP)* dalam penentuan *preventive maintenance* pada elektrokardiogram?
3. Untuk mengetahui metode *Analytical Hierarchy Process (AHP)* dalam menentukan *Preventive Maintenance* pada alat Elektrokardiogram?

### 1.5. Keaslian Penelitian

Keaslian penelitian ini berdasarkan pada penelitian-penelitian terdahulu terkait dengan strategi pemeliharaan *preventive maintenance*. Penelitian oleh Wirson, Iwan Krisnadi, menyusun Management Strategi Electronic Preventive



Maintenance dengan Metode SWOT untuk Monitoring Standar Pelayanan Peralatan Medik di RSAB Harapan Kita. Penelitian ini bertujuan Untuk mengetahui standart pelayanan peralatan medik di Rumah Sakit Anak dan Bunda Harapan Kita dengan membandingkan Traditional Preventive Maintenance dengan Electronic Preventive Maintenance (EPM) serta merumuskan bisnis prosesnya. Penelitian ini menggunakan pendekatan studi kasus dan analisis SWOT sebagai metode penyelesaian masalah. Hasil dari analisa SWOT untuk kegiatan Preventive Maintenance di Rumah Sakit Anak dan Bunda Harapan Kita didapatkan bahwa Electronic Preventive Maintenance (EPM) dapat meminimalisir penggunaan kertas, adanya sistem pengingat, adanya hak akses, dan data yang real time [5].

Penelitian oleh Arierta Pujitresnani, Mulyatno menyusun Analisis Indeks Preventive Maintenance Peralatan Kesehatan Ruang Intensive Care Unit Menggunakan Model Kano dan Quality Function Deployment. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui skala Indeks Prioritas Preventive Maintenance (IPPM) alat kesehatan ruang ICU menggunakan metode pendekatan pemodelan Kano dan Quality Function Deployment (QFD). Dari hasil analisis model Kano yang diintegrasikan dengan model House of Quality (HOQ) pada metode QFD diketahui bahwa faktor keselamatan pasien dan ketersediaan alat kesehatan yang berfungsi dengan baik merupakan kebutuhan esensial yang harus terpenuhi [6].

Penelitian oleh Sulaiman Metere, Yasinta Dewi Kristianti, Okta Zenita Siti Fatimah menyusun Performance In House Maintenance Peralatan Kesehatan Terhadap Kepuasan Pengguna Alat Kesehatan menggunakan Kano's Model dan Quality Function Development. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan pengukuran kinerja (performance) teknisi elektromedis di rumah sakit. Dari hasil penelitian ini didapatkan bahwa Atribut Performance in house maintenance yang perlu ditingkatkan adalah implementasi manual prosedur, jumlah pelatihan dan uji kompetensi dan Technical Important [7].

Penelitian oleh Hülya GÜÇDEMİR, Mehmet Ali ILGIN dengan penelitian A Clustering-based Approach for Maintenance Prioritization of Medical Devices in a New Hospital. Penelitian ini menentukan prioritas pemeliharaan berbasis kelompok dalam perencanaan pemeliharaan. Dalam penelitian ini

memprioritaskan pemeliharaan peralatan kesehatan di rumah sakit. Dalam pendekatannya, atribut prioritas pertama didefinisikan dan diberi bobot menggunakan proses hierarki analitis. Kemudian, peralatan kesehatan dikelompokkan berdasarkan atribut yang telah ditentukan sebelumnya dengan menggunakan pengelompokan data. Prioritas pemeliharaan klaster peralatan kesehatan ditentukan berdasarkan jumlah pusat klaster yang terbobot [8].

Penelitian oleh Futry Rejeki Sitinjak, Fitriani Tupa R. Silalahi menyusun Analisis Strategi Pemeliharaan Preventive Maintenance Excavator Menggunakan Pendekatan Analytical Hierarchy Process (AHP) dan Analisis Sensitivitas. Penelitian ini bertujuan untuk dapat menentukan pemilihan strategi pemeliharaan preventive maintenance pada Excavator. Metode penelitian yang digunakan adalah Analytical hierarchy process (AHP) dan Analisis Sensitivitas. Hasil yang diperoleh dari metode AHP adalah kriteria safety memiliki bobot prioritas paling besar yaitu 0,317 dan alternatif yang memiliki bobot prioritas paling besar yaitu perawatan berkala (periodic maintenance) dengan bobot sebesar 0,577 [9].

Secara keseluruhan, penelitian terdahulu telah berhasil menyusun sebuah strategi dalam menentukan pemeliharaan suatu peralatan, baik itu peralatan umum maupun peralatan kesehatan. Namun, penelitian ini fokus dalam hal menentukan preventive maintenance alat elektromedik diagnostik khususnya alat Elektrokardiogram yang ada di Fasilitas Pelayanan Kesehatan Puskesmas dengan menggunakan metode Analytical Hierarchy Process (AHP).

#### **1.6. Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu solusi dalam menentukan preventive maintenance alat elektromedik diagnostik khususnya alat Elektrokardiogram yang ada di Fasilitas Pelayanan Kesehatan Puskesmas. Sehingga dapat menjamin peralatan kesehatan di puskesmas agar aman, bermutu dan laik pakai serta memperpanjang usia pakai peralatan kesehatan.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI**

#### **2.1 Tinjauan Pustaka**

Terdapat beberapa penelitian terdahulu terkait strategi pemeliharaan preventive maintenance. Penelitian oleh Wirson, Iwan Krisnadi, menyusun Management Strategi Electronic Preventive Maintenance dengan Metode SWOT untuk Monitoring Standar Pelayanan Peralatan Medik di RSAB Harapan Kita. Penelitian ini bertujuan Untuk mengetahui standart pelayanan peralatan medik di Rumah Sakit Anak dan Bunda Harapan Kita dengan membandingkan Traditional Preventive Maintenace dengan Electronic Preventive Maintenance serta merumuskan bisnis prosesnya. Penelitian ini menggunakan pendekatan studi kasus dan analisis SWOT sebagai metode penyelesaian masalah. Hasil dari analisa SWOT untuk kegiatan Preventive Maintenance di Rumah Sakit Anak dan Bunda Harapan Kita didapatkan bahwa Electronic Preventive Maintenance (EPM) dapat meminimalisir penggunaan kertas, adanya sistem pengingat, adanya hak akses, dan data yang real time [5].

Penelitian oleh Arierta Pujitresnani, Mulyatno menyusun Analisis Indeks Preventive Maintenance Peralatan Kesehatan Ruang Intensive Care Unit Menggunakan Model Kano dan Quality Function Deployment. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui skala Indeks Prioritas Preventive Maintenance (IPPM) alat kesehatan ruang ICU menggunakan metode pendekatan pemodelan Kano dan Quality Function Deployment (QFD). Dari hasil analisis model Kano yang diintegrasikan dengan model House of Quality (HOQ) pada metode QFD diketahui bahwa faktor keselamatan pasien dan ketersediaan alat kesehatan yang berfungsi dengan baik merupakan kebutuhan esensial yang harus terpenuhi. Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa peralatan kesehatan di ruangan ICU khususnya ventilator memiliki Inspeksi dan Pemeliharaan Peralatan Medis (IPPM) yang tinggi dan perlu penjadwalan serta pencatatan yang baik [6].

Penelitian oleh Sulaiman Metere, Yasinta Dewi Kristianti, Okta Zenita Siti Fatimah menyusun Performance In House Maintenance Peralatan Kesehatan

Terhadap Kepuasan Pengguna Alat Kesehatan menggunakan Kano's Model dan Quality Function Development. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan pengukuran kinerja (performance) teknisi elektromedis di rumah sakit. Dari hasil penelitian ini didapatkan bahwa Atribut Performance in house maintenance yang perlu ditingkatkan adalah implementasi manual prosedur, jumlah pelatihan dan uji kompetensi dan Technical Important [7].

Penelitian oleh Hülya GÜÇDEMİR, Mehmet Ali ILGIN dengan penelitian A Clustering-based Approach for Maintenance Prioritization of Medical Devices in a New Hospital. Penelitian ini menentukan prioritas pemeliharaan berbasis kelompok dalam perencanaan pemeliharaan. Dalam penelitian ini memprioritaskan pemeliharaan peralatan kesehatan di rumah sakit. Dalam pendekatannya, atribut prioritas pertama didefinisikan dan diberi bobot menggunakan proses hierarki analitis. Kemudian, peralatan kesehatan dikelompokkan berdasarkan atribut yang telah ditentukan sebelumnya dengan menggunakan pengelompokan data. Prioritas pemeliharaan klaster peralatan kesehatan ditentukan berdasarkan jumlah pusat klaster yang terbobot [8].

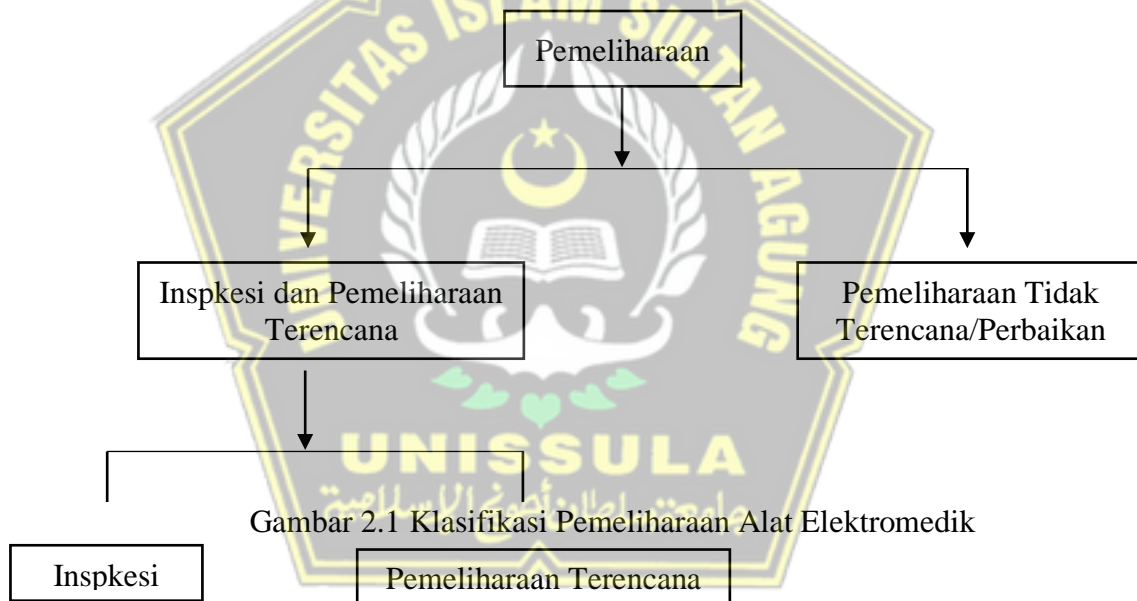
Penelitian oleh Futry Rejeki Sitinjak, Fitriani Tupa R. Silalahi menyusun Analisis Strategi Pemeliharaan Preventive Maintenance Excavator Menggunakan Pendekatan Analytical Hierarchy Process (AHP) dan Analisis Sensitivitas. Penelitian ini bertujuan untuk dapat menentukan pemilihan strategi pemeliharaan preventive maintenance pada Excavator yang tepat sasaran supaya dapat meminimalisir kerusakan, dapat mempertahankan keandalan dari Excavator, serta dapat memberikan pemeliharaan yang optimal. Metode penelitian yang digunakan adalah Analytical hierarchy process (AHP) dan Analisis Sensitivitas. Hasil yang diperoleh dari metode AHP adalah kriteria safety memiliki bobot prioritas paling besar yaitu 0,317 dan alternatif yang memiliki bobot prioritas paling besar yaitu perawatan berkala (*periodic maintenance*) dengan bobot sebesar 0,577 [9].

Secara keseluruhan, penelitian terdahulu telah berhasil menyusun sebuah strategi dalam menentukan pemeliharaan suatu peralatan, baik itu peralatan umum maupun peralatan kesehatan. Penelitian ini akan lebih memusatkan perhatian dalam hal menentukan strategi pemeliharaan *preventive maintenance* alat

elektromedik diagnostik khususnya alat Elektrokardiogram (EKG) yang ada di Fasilitas Pelayanan Kesehatan Puskesmas Kota Pekalongan dengan menggunakan Pendekatan *Analytical Hierarchy Process (AHP)*.

## 2.2 Dasar Teori

Pemeliharaan merupakan kegiatan yang diperlukan untuk menjaga atau mempertahankan kualitas peralatan agar tetap dapat berfungsi dengan baik dan selalu dalam keadaan siap pakai secara optimal. Pemeliharaan merupakan langkah-langkah pencegahan untuk mempertahankan kinerja alat pada kondisi tertentu yaitu kondisi terbaik sesuai tujuan penggunaannya/spesifikasi pembuatnya yang dilaksanakan secara berkala. Secara umum pemeliharaan alat elektromedik terbagi dalam beberapa klasifikasi, sebagaimana tersaji dalam Gambar 2.1.



Pemeliharaan peralatan elektromedik dapat dibagi menjadi dua kategori utama yaitu inspeksi dan pemeliharaan terencana. Inspeksi dan pemeliharaan terencana mencakup semua kegiatan terjadwal yang memastikan fungsi peralatan dan mencegah kerusakan atau kegagalan, termasuk melakukan inspeksi kinerja dan keselamatan yang memverifikasi fungsionalitas dan penggunaan yang aman dari peralatan kesehatan.

### 2.2.1. Pemeliharaan Terencana / Perawatan Pencegahan (*Preventive Maintenance*)

Pemeliharaan terencana adalah langkah-langkah pencegahan untuk



mengembalikan kinerja alat kondisi tertentu yaitu kondisi terbaik sesuai tujuan penggunaannya/spesifikasi pembuatnya yang dilaksanakan secara berkala (harian, mingguan, bulanan, triwulan, semester, dan tahunan). Pemeliharaan terencana mengacu pada kegiatan yang dijadwalkan dilakukan untuk memperpanjang umur perangkat dan mencegah kerusakan yaitu dengan cara mengkalibrasi, penggantian suku cadang, pelumasan dan pembersihan pada peralatan [10].

a. Perawatan Berkala (*Periodic Maintenance*)

Perawatan berkala (*periodic maintenance*) atau yang disebut juga sebagai *time-based maintenance* adalah jenis perawatan atau pemeliharaan yang dilakukan secara terjadwal atau berkala pada suatu objek atau sistem untuk menjaga kinerja suatu objek atau sistem agar tetap dalam kondisi yang baik dan mencegah kerusakan serta dan agar dapat berfungsi secara optimal. Perawatan berkala juga dapat diartikan sebagai proses pemeliharaan dengan selang waktu tertentu setelah alat digunakan untuk operasi.

b. Perawatan Perbaikan (*Schedule Overhaul*)

Perawatan perbaikan adalah perawatan yang dilakukan dengan jangka waktu tertentu yang menyesuaikan dengan standar dari overhaul setiap komponen pada alat. Perawatan perbaikan juga dapat diartikan sebagai jenis perawatan yang dilakukan pada suatu objek atau sistem dengan cara melakukan pemeliharaan yang lebih menyeluruh atau bahkan melakukan penggantian komponen atau bagian-bagian tertentu secara terjadwal atau berkala. *Schedule Overhaul* dilaksanakan untuk merekondisikan unit atau komponen agar kembali pada kondisi standar perusahaan. Jeda waktu yang ditentukan akan dipengaruhi oleh kondisi yang bermacam-macam seperti kondisi operasi alat, ketepatan pelaksanaan perawatan secara berkala, keahlian operator dan lain-lain. Jenis perawatan ini biasanya dilakukan setelah suatu objek atau sistem telah digunakan untuk jangka waktu tertentu. Perawatan perbaikan dilakukan oleh teknisi yang ahli dan berpengalaman, yang akan melakukan pemeriksaan menyeluruh pada objek atau sistem yang akan diperbaiki. Teknisi ini akan memeriksa semua komponen atau bagian yang ada pada objek atau sistem tersebut, dan melakukan penggantian jika diperlukan. Tujuan dari perawatan perbaikan ini adalah untuk memastikan bahwa objek atau

sistem tersebut tetap berfungsi dengan baik, mengurangi risiko kerusakan atau kegagalan, serta memperpanjang masa pakai dari objek atau sistem tersebut.

c. Perawatan Berbasis Kondisi (Condition-Based Maintenance)

*Condition-based maintenance*, atau disebut juga sebagai *predictive maintenance* adalah teknik pemeliharaan berdasarkan informasi yang dikumpulkan melalui proses monitoring. Beberapa sistem pemeliharaan yang dilakukan adalah *vibration monitoring*, *sound or acoustic monitoring* dan *oil-analysis or lubricant monitoring*. Pada *vibration monitoring* dilakukan pemeriksaan kesehatan peralatan dengan bantuan alat khusus seperti sensor getaran untuk mengidentifikasi perubahan yang mungkin mengindikasikan kerusakan atau gradasi. Berikutnya, *sound or acoustic monitoring* adalah perawatan yang dilakukan dengan menggunakan sensor untuk mendengar kerusakan yang ada pada peralatan. *Lubricant monitoring* adalah pemeriksaan oli dengan cara mengevaluasi kondisi oli untuk menentukan apakah oli tersebut masih dapat digunakan atau tidak. Selain itu, masih ada teknik perawatan berbasis kondisi lainnya termasuk monitoring listrik, temperatur dan kondisi fisik peralatan.

2.2.2. Inspeksi atau Pemeriksaan

Inspeksi atau pemeriksaan dapat dilakukan sebagai kegiatan yang berdiri sendiri dan dalam hubungannya dengan pelaksanaan pemeliharaan terencana untuk memastikan peralatan berfungsi dengan baik dan aman. Inspeksi merupakan langkah-langkah untuk menilai fungsi alat mulai dari kelengkapan asesoris, faktor fisik, keamanan, kinerja dan fungsi alat [10].

2.2.3 Perbaikan

Perbaikan merupakan kegiatan untuk mengembalikan kondisi dan fungsi dari suatu alat elektromedik yang rusak akibat pemakaian alat tersebut pada kondisi semula, perbaikan memungkinkan untuk terjadinya penggantian suku cadang dengan beberapa alternatif terhadap mutu suku cadang [10].

## 2.3 Alat Kesehatan

Alat Kesehatan adalah instrumen, aparatus, mesin, perkakas, dan/atau implan, reagen in vitro dan kalibrasinya, perangkat lunak, bahan atau material

yang digunakan tunggal atau kombinasi, untuk mencegah, mendiagnosis, menyembuhkan, dan meringankan penyakit, merawat orang sakit, memulihkan kesehatan pada manusia, dan/atau membentuk struktur dan memperbaiki fungsi tubuh, menghalangi pembuahan, desinfeksi alat kesehatan, dan pengujian in vitro terhadap spesimen dari tubuh manusia, dan dapat mengandung obat yang tidak mencapai kerja utama pada tubuh manusia melalui proses farmakologi, imunologi atau metabolisme untuk dapat membantu fungsi/kinerja yang diinginkan [11]. Sedangkan alat elektromedik adalah alat kesehatan yang menggunakan catu daya listrik. Kelompok alat Elektromedik digunakan sebagai acuan oleh tenaga Elektromedis dalam memberikan pelayanan Elektromedik. Berdasarkan fungsinya alat elektromedik di klasifikasikan sebagai berikut:

- a. Alat Elektromedik Bedah dan Anestesi;
- b. Alat Elektromedik Diagnostik;
- c. Alat Elektromedik Laboratorium;
- d. Alat Elektromedik Life Support;
- e. Alat Elektromedik Radiologi;
- f. Alat Elektromedik Terapi; dan
- g. Alat Elektromedik Disinfeksi dan Sterilisasi.

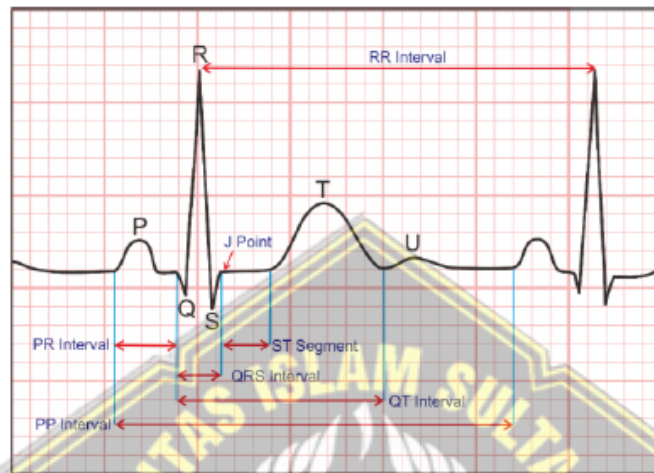
Sedangkan berdasarkan kualifikasi teknologinya, alat elektromedik terdiri dari:

- a. Alat Elektromedik teknologi sederhana;
- b. Alat Elektromedik teknologi menengah; dan
- c. Alat Elektromedik teknologi tinggi.

## **2.4 Elektrokardiogram (EKG)**

Elektrokardiogram (EKG) adalah rekaman potensial listrik yang timbul sebagai akibat aktivitas jantung [2]. Yang dapat direkam adalah potensial-potensial listrik yang timbul pada waktu otot-otot jantung berkontraksi, sedangkan potensial-potensial aksi pada sistem konduksi jantung tak terukur dari luar karena terlalu kecil. Meskipun potensial listrik yang timbul pada depolarisasi satu sel otot jantung adalah sangat kecil, tetapi depolarisasi sekumpulan otot-otot jantung dalam jumlah besar dalam posisi sejajar secara bersamaan dapat menimbulkan

potensial listrik yang dari luar tubuh dapat terukur dalam ukuran mili-Volt. Rekaman EKG biasanya dibuat pada kertas yang berjalan dengan kecepatan standar 25 mm/detik dan defleksi 10 mm sesuai dengan potensial 1 mV. Adapun gambaran rekaman EKG yang normal menunjukkan bentuk dasar sebagaimana pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Bentuk dasar EKG dan nama-nama interval [2]

Peralatan Elektrokardiogram (EKG) terdiri dari 12 sadapan yang dibagi menjadi dua kelompok, yaitu sadapan tungkai dan sadapan prekordial. Sadapan tungkai selanjutnya dikategorikan sebagai sadapan tungkai bipolar standar (I, II, dan III) dan sadapan unipolar *augmented Vector Right* (aVR), *augmented Vector Left* (aVL) dan *augmented Vector Foot* (aVF). Sadapan prekordial meliputi V1 hingga V6. Sadapan tungkai melihat jantung dalam bidang vertikal, dan sadapan prekordial merekam aktivitas listrik jantung dalam bidang horizontal. Elektrokardiogram (EKG) merupakan rekaman grafis aktivitas listrik jantung yang dilacak pada kertas Elektrokardiogram (EKG). Prinsip dasar di balik perekaman Elektrokardiogram (EKG) adalah gaya elektromagnetik, arus, atau vektor dengan besaran dan arah. Ketika arus depolarisasi bergerak menuju elektroda, ia terekam sebagai defleksi positif, dan ketika menjauh dari elektroda, ia muncul sebagai defleksi negatif.

- a. Arus repolarisasi yang menjauhi elektrode positif dipandang sebagai defleksi

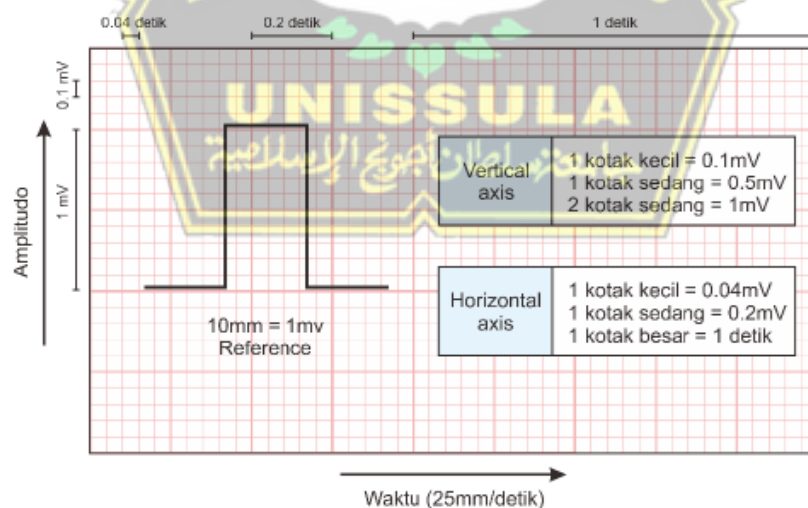
positif dan mendekati elektrode positif sebagai defleksi negatif.

- b. Ketika arus tegak lurus terhadap elektroda, ia menyentuh garis dasar dan menghasilkan gelombang bifasik.

Konsep-konsep ini mudah diterapkan ke jantung saat merekam Elektrokardiogram (EKG). Peralatan untuk melakukan Elektrokardiogram (EKG) 12 sadapan konvensional meliputi:

- a. Elektroda (sensor)
- b. Larutan kasa dan persiapan kulit (gosok alkohol)
- c. Pisau cukur, gunting rambut, atau gulungan selotip (untuk menghilangkan bulu)
- d. Perekat kulit dan/atau antiperspiran
- e. kertas EKG
- f. Monitor jantung atau mesin elektrokardiografi

Pada pembuatan rekaman sebuah Elektrokardiogram (EKG), maka pada awal rekaman harus dilakukan kalibrasi standar, seperti pada Gambar 2.3. yaitu kalibrasi standar untuk penyesuaian defleksi 10 mm sesuai dengan 1 miliVolt (mV) dan penyesuaian kecepatan kertas perekaman dengan kecepatan 25 mm/detik.



Gambar 2.3 Kalibrasi standar : Defleksi 10 mm = 1 mV, Kecepatan kertas 25 mm/detik. 1 mm = 0,04 detik, 5 mm = 0,20 detik, 10 mm = 0,40 detik [2]



Garis rekaman mendatar tanpa ada potensial listrik disebut garis isoelektrik. Defleksi yang arahnya ke atas disebut defleksi positif, yang ke bawah disebut defleksi negatif. Pada pembuatan rekaman Elektrokardiogram (EKG), pada tubuh dilekatkan elektroda-elektroda yang dapat meneruskan potensial listrik dari tubuh ke sebuah alat pencatat potensial listrik yang disebut Elektrokardiogram (EKG). Pada rekaman Elektrokardiogram (EKG) dipakai 10 buah elektroda, yaitu 4 buah elektroda ekstremitas dan 6 buah elektroda prekordial. Elektroda-elektroda ekstremitas masing-masing dilekatkan pada, Lengan Kanan (Right Arm/RA), Lengan Kiri (Left Arm/LA), Tungkai Kanan (Right Leg/RL), Tungkai Kiri (Left Leg/LL) seperti pada Gambar 2.4. Elektroda RL selalu dihubungkan dengan bumi untuk menjamin potensial nol yang stabil. Dari keempat elektroda tersebut didapatkan 2 jenis sadapan yaitu 3 sadapan bipolar dan 3 sadapan unipolar. Sadapan dengan rekaman potensial bipolar yaitu :

I = Potensial Left Arm (LA) - Potensial Right Leg (RL)

II = Potensial Right Arm (RA) - Potensial Left Leg (LL)

III = Potensial Left Leg (LL) - Potensial Left Arm (LA)

Untuk mendapatkan sadapan unipolar, maka gabungan dari sadapan I, II, dan III disebut Terminal Sentral dan dianggap berpotensi nol. Bila potensial dari suatu elektroda dibandingkan dengan terminal sentral, maka didapatkan potensial mutlak dari elektroda tersebut, dan sadapan yang diperoleh disebut sadapan unipolar, yaitu:

*augmented Vector Right* (aVR) = Potensial Right Arm (RA)

*augmented Vector Left* (aVL) = Potensial Left Arm (LA)

*augmented Vector Foot* (aVF) = Potensial Tungkai

Elektroda-elektroda prekordial terdiri dari 6 sadapan unipolar yang diberi nama-nama V1 sampai V6, dengan penempatan sebagai berikut :

V1: garis parasternal kanan, pada interkostal IV,

V2: garis parasternal kiri, pada interkostal IV,

V3: titik tengah antara V2 dan V4

V4: garis klavikula-tengah, pada interkostal V,

V5: garis aksila depan, sejajar dengan V4,

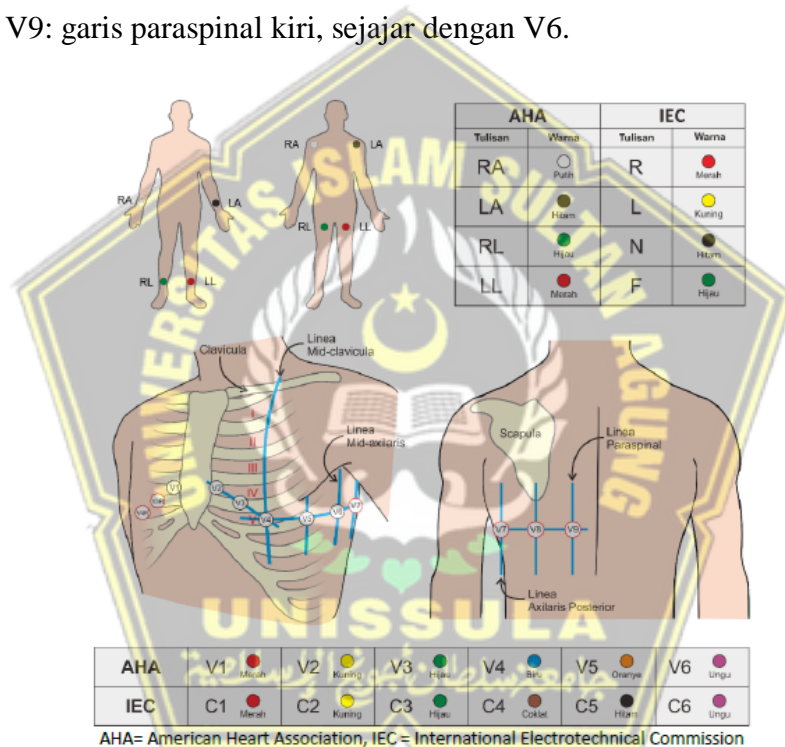
V6: garis aksila tengah, sejajar dengan V4 dan V5,

Pada keadaan infark miokard inferior, diperlukan elektroda-elektroda prekordial sebelah kanan, yang disebut V3R, V4R, V5R, dan V6R yang letaknya berseberangan (gambaran cermin) dengan V3, V4, V5 dan V6. Pada keadaan tertentu seperti didapatkan kecurigaan infark miokard posterior dapat dilakukan pengambilan sadapan posterior yang disebut V7, V8 dan V9 dengan posisi sebagai berikut:

V7: garis axilaris posterior kiri, sejajar dengan V6.

V8: pada ujung scapula kiri (midcapularis sinistra) , sejajar dengan V6.

V9: garis paraspinal kiri, sejajar dengan V6.



Gambar 2.4 Tempat pemasangan elektroda-elektroda ekstremitas dan prekordial [2]

Kerusakan pada alat Elektrokardiogram (EKG) bisa bervariasi, mulai dari kerusakan fisik pada komponen-komponennya hingga masalah pada perangkat lunak atau interpretasi hasil Elektrokardiogram (EKG). Beberapa jenis kerusakan yang umum meliputi kerusakan pada sensor atau elektroda, masalah dengan rangkaian listrik, gangguan pada perangkat lunak interpretasi, serta kesalahan interpretasi hasil oleh operator.

Jenis kerusakan pada komponen alat:

a. Kerusakan Sensor atau Elektroda

Elektroda Kering atau Rusak: Elektroda yang kering atau rusak dapat mengurangi konduksi sinyal listrik, sehingga menyebabkan hasil EKG yang tidak akurat. Sensor Rusak: Jika sensor EKG rusak, maka tidak dapat mendeteksi sinyal listrik jantung dengan benar, sehingga menghasilkan hasil EKG yang tidak valid.

b. Masalah Rangkaian Listrik

Kerusakan Rangkaian Multiplexer: Kerusakan pada rangkaian multiplexer dapat mengganggu proses pengambilan sinyal listrik dari berbagai elektroda.

Kerusakan Rangkaian Keypad: Kerusakan pada rangkaian keypad dapat menyebabkan alat EKG tidak dapat dioperasikan dengan benar.

c. Kerusakan pada Perangkat Lunak

Interpretasi EKG yang Salah: Perangkat lunak yang tidak terkalibrasi atau memiliki kesalahan dalam algoritma interpretasi dapat menyebabkan kesalahan dalam interpretasi hasil EKG

Memahami komponen mesin Elektrokardiogram (EKG) adalah kunci untuk mengungkap misteri kesehatan jantung. Instrumen-instrumen penting ini, yang dilengkapi dengan elektroda, amplifier, filter, dan panel tampilan, bekerja sama untuk menangkap dan menganalisis aktivitas listrik jantung [12].

Komponen Utama Mesin Elektrokardiogram (EKG):

1. Elektroda

EKG umumnya dikaitkan dengan elektroda. Elektroda adalah sensor pada kulit pasien yang mendeteksi sinyal listrik yang dihasilkan oleh jantung. Elektroda biasanya dihubungkan ke bagian tertentu di tungkai dan dada untuk merekam aktivitas jantung dari berbagai perspektif.

2. Kabel Utama

Kabel ini mengirimkan sinyal listrik yang ditangkap oleh elektroda ke mesin untuk diproses dan ditampilkan.

3. Penguat

Penguat adalah komponen yang memperkuat sinyal listrik yang sangat kecil

yang ditangkap oleh elektroda. Penguat meningkatkan intensitas impuls ini sehingga mesin EKG dapat memeriksa dan menafsirkannya dengan tepat.

#### 4. Filter

Filter berperan membantu membersihkan sinyal dengan mengurangi gangguan yang tidak perlu, sehingga hasil pembacaan EKG menjadi jelas dan dapat diandalkan.

#### 5. Konverter Analog-ke-Digital (ADC)

Setelah sinyal listrik diperkuat dan disaring, sinyal tersebut harus diubah menjadi data digital yang dapat diinterpretasi dan ditampilkan oleh mesin EKG. Di sinilah peran ADC. ADC mengubah sinyal analog dari penguat menjadi format digital, mempersiapkannya untuk diproses.

#### 6. Display

Display atau Layar menampilkan aktivitas listrik jantung dalam bentuk gelombang dan pola, memungkinkan para ahli kesehatan untuk memeriksa ritme, kecepatan, dan fungsi umum jantung.

#### 7. Printer

Meskipun banyak perangkat EKG terbaru dilengkapi layar digital, beberapa perangkat lainnya masih memiliki printer bawaan. Printer ini menghasilkan salinan cetak hasil pembacaan EKG, menciptakan rekaman fisik yang dapat ditambahkan ke berkas medis pasien atau dibagikan dengan penyedia layanan kesehatan lainnya.

Perangkat EKG memproses impuls listrik yang diterima dari tubuh pasien. Sebagai penerjemah detak jantung, unit ini memperkuat dan menyaring impuls-impuls mengubahnya menjadi informasi yang dapat digunakan. Berikutnya adalah elektroda, elektroda ini sangat penting karena menghubungkan kulit pasien ke peralatan EKG. Susunan EKG 12 sadapan yang normal terdiri dari 10 elektroda yang ditempatkan secara strategis pada bagian-bagian tubuh tertentu. Elektroda-elektroda ini mendeteksi dan mengomunikasikan potensial listrik jantung (biopotensial) ke unit pemrosesan pusat. Proses berikutnya adalah memvisualisasikan ritme Jantung, dengan display atau layar yang akan menampilkan aktivitas listrik jantung secara langsung (real-time). Saat jantung

berdetak, layar menampilkan gelombang EKG, puncak dan palung yang dapat dikenali dan diinterpretasikan oleh para ahli jantung.

EKG beroperasi berdasarkan impuls listrik jantung. Potensial aksi jantung, alat pacu jantung alami jantung, nodus SA, menghasilkan impuls listrik. Impuls ini melewati saluran konduksi jantung, menciptakan perubahan tegangan membran kardiomyosit. Dari jantung ke kulit, impuls listrik menyebar tidak hanya di dalam jantung tetapi juga melalui jaringan di sekitarnya. Kemudian elektroda yang ditempatkan secara strategis pada tubuh pasien mendeteksi sinyal listrik ini dari kulit. Pemrosesan dan pencetakan EKG mengubah biopotensial yang diterima menjadi gelombang EKG tipikal. Gelombang ini ditampilkan di monitor dan dicetak pada kertas grid [13].

## **2.5 Analytical Hierarchy Process (AHP)**

*Analytical Hierarchy Process* (AHP) merupakan suatu model pendukung keputusan yang dikembangkan oleh Thomas L. Saaty [9]. Model ini akan menguraikan masalah multi kriteria yang kompleks menjadi struktur hierarki [14], dengan hierarki adalah representasi dari permasalahan yang kompleks ke dalam struktur multi-level. Hirarki merupakan representasi dari masalah yang kompleks dengan beberapa level, dengan level pertama adalah tujuan, kemudian level faktor, kriteria, subkriteria dan level terakhir yaitu alternatif. Penjabaran struktur tersebut diuraikan hingga memperoleh tujuan yang hendak dicapai yaitu dengan mengevaluasi alternatif-alternatif pada hirarki terendah. Terdapat tiga prinsip dasar yang ada pada metode AHP yaitu menyusun struktur hirarki, menentukan prioritas dan pengujian konsistensi. Dengan prinsip-prinsip tersebut, pengambilan keputusan dalam AHP terbagi dalam dua aspek yaitu mendefinisikan permasalahan secara konseptual dan melakukan perbandingan serta penilaian secara kuantitatif. Dengan demikian dapat diperoleh tingkat kepentingan dari setiap elemen di setiap tingkat. Berikut adalah beberapa kelebihan penggunaan metode AHP dalam pengambilan keputusan [15].

- a. Membantu memecahkan masalah kompleks yang strukturnya tidak beraturan;
- b. Proses pengambilan keputusan tidak terpengaruh data kuantitatif yang kurang



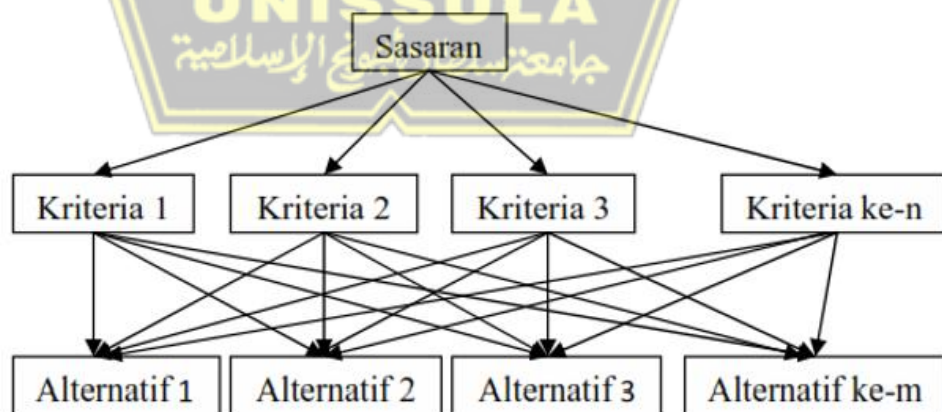
lengkap dikarenakan penilaian adalah hasil pemikiran sudut pandang responden;

- c. Penilaian dan pengukuran elemen lebih mudah karena metode ini disesuaikan dengan kemampuan dasar manusia dalam menilai suatu hal .

Pada metode Analytical Hierarchy Process (AHP), setiap alternatif diukur berdasarkan beberapa kriteria yang telah ditentukan. Kriteria dapat berupa kualitas, biaya dan sebagainya yang tergantung pada konteks dan tujuan dari pengambilan keputusan. Setiap kriteria diberi bobot relatif yang menunjukkan pentingnya kriteria tersebut dalam pengambilan keputusan. Metode ini sering digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk manajemen bisnis, pengembangan produk, perencanaan strategis, dan kebijakan publik.

Langkah-langkah dan prosedur dalam menyelesaikan persoalan dengan menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) [16]. Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

- a. Mendefinisikan permasalahan dan menentukan tujuan.
- b. Membuat hirarki, masalah disusun dalam suatu hirarki yang diawali dengan tujuan umum, dilanjutkan dengan subtujuan-subtujuan, kriteria dan kemungkinan alternatif-alternatif pada tingkatan kriteria yang paling bawah. Contoh struktur hirarki dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Struktur Hirarki AHP Secara Umum

- c. Melakukan perbandingan berpasangan. Perbandingan dilakukan berdasarkan

“judgment” dari pengambil keputusan dengan menilai tingkat kepentingan suatu elemen dibandingkan elemen lainnya. Matriks perbandingan dapat dilihat pada Tabel 2.1. Matriks ini menggambarkan kontribusi relatif atau pengaruh setiap elemen terhadap masing-masing tujuan atau kriteria yang setingkat di atasnya. Dimana nilai perbandingan  $A_i$  terhadap elemen  $A_j$  adalah  $a_{ij}$ . Sebagaimana seperti tersaji dalam Tabel 2.1.

Nilai  $a$  ditentukan oleh aturan:

1. Jika  $a_{ij} = \alpha$ , maka  $a_{ji} = 1/\alpha$ ,  $\alpha \neq 0$ .
2. Jika  $A_i$  mempunyai tingkat kepentingan relatif yang sama dengan  $A_j$ , maka  $a_{ij} = a_{ji} = 1$ .
3. Hal yang khusus,  $a_{ii} = 1$ , untuk semua  $i$ .

Tabel 2. 1 Matrik Perbandingan Berpasangan

C	$A_1$	$A_2$	$A_3$	.....	$A_n$
$A_1$	$a_{11}$	$a_{12}$	$a_{13}$	.....	$a_{1n}$
$A_2$	$a_{21}$	$a_{22}$	$a_{23}$	.....	$a_{2n}$
.....	.....	.....	.....	.....	.....
$A_n$	$a_{n1}$	$a_{n2}$	$a_{n3}$	.....	$a_{nn}$

Nilai perbandingan ini ditentukan oleh skala kuantitatif yang dikemukakan pada Tabel 2.2. Skala ini dimulai dari 1 hingga 9. Perbandingan dilakukan hingga diperoleh judgment seluruhnya sebanyak  $n \times [(n-1)/2]$  buah, dengan  $n$  adalah banyaknya elemen yang dibandingkan.

Tabel 2. 2 Skala Tingkat Kepentingan

Skala Tingkat Kepentingan	Definisi	Keterangan
1	Sama pentingnya	Kedua elemen mempunyai pengaruh yang sama pentingnya
3	Sedikit lebih penting	Pengalaman dan penilaian sedikit memihak satu elemen dibandingkan dengan pasangannya
5	Lebih penting	Pengalaman dan penilaian sangat memihak satu elemen dibandingkan dengan pasangannya
7	Sangat penting	Satu elemen sangat disukai dan secara praktis dominasinya sangat nyata dibandingkan dengan pasangannya
9	Mutlak lebih penting	Satu elemen terbukti mutlak lebih disukai dibandingkan dengan pasangannya, pada tingkat keyakinan yang tertinggi
2,4,6,8	Nilai tengah diantara dua nilai keputusan yang berdekatan	Diberikan bila terdapat keraguan penilaian antara dua penilaian yang berdekatan
Kebalikan	$A_{ij} = 1 / A_{ji}$	Bila aktivitas $i$ memperoleh suatu angka bila dibandingkan dengan aktivitas $j$ , maka $j$ memiliki nilai kebalikannya bila dibandingkan $i$

Dalam menentukan skala tingkat kepentingan dari kriteria-kriteria yang dipasangkan. Pengisian matriks perbandingan berpasangan berdasarkan angka 1 sampai 9 yang digunakan sebagai angka pembanding. Adapun data untuk geomean diperoleh dari nilai skala tingkat kepentingan kriteria yang dipasangkan menggunakan persamaan 2.1.

$$GM = \sqrt[n]{x_1 * x_2 * ... * x_n} \dots\dots\dots (2.1)$$

dengan:  $GM$  = rata-rata geomean

$n$  = jumlah angka dalam rangkaian data

$x_1, x_2, \dots, x_n$  = nilai-nilai dalam rangkaian data

Persamaan rata-rata geometrik (geomean) di microsoft excel menggunakan Sintaks GEOMEAN(number1, [number2], ...) di mana argumennya bisa berupa angka, rentang, atau referensi yang berisi angka.

d. Menentukan prioritas untuk tiap elemen masalah pada tingkat hirarki. Proses ini akan menghasilkan bobot atau kontribusi kriteria terhadap pencapaian tujuan. Prioritas ditentukan oleh kriteria yang mempunyai bobot paling tinggi. Bobot yang dicari dinyatakan dalam vektor  $W = (W_1, W_2, \dots, W_n)$ . Nilai  $W_n$  menyatakan bobot relatif kriteria  $A_n$  terhadap keseluruhan set kriteria pada sub sistem tersebut.

e. Menentukan tingkat konsistensi, pada keadaan sebenarnya akan terjadi ketidakkonsistenan dalam preferensi seseorang. Pertama lakukan perhitungan principal eigenvector ( $\lambda_{max}$ ),  $\lambda_{max}$  adalah nilai maksimum dari matriks perbandingan berpasangan yang digunakan untuk mengukur konsistensi penilaian. Nilai ini dihitung dengan menjumlahkan hasil perkalian antara bobot total setiap kriteria dengan nilai eigenvector utama dari matriks tersebut dengan menggunakan persamaan 2.2.

$$\lambda_{max} = \frac{\sum a_{ij} w_j}{n} \dots\dots\dots (2.2)$$

dengan:  $\lambda_{max}$  = nilai maksimum matriks

$n$  = Banyaknya Elemen

Cara menghitung *Consistency Index (CI)* menggunakan persamaan 2.3.

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \dots\dots\dots (2.3)$$

dengan:  $CI$  = *Consistency Index*

$\lambda_{max}$  = nilai maksimum matriks

$n$  = orde matriks

Menghitung *Consistency Ratio (CR)* yaitu dengan persamaan 2.4.

$$CR = \frac{CI}{RI} \dots\dots\dots (2.4)$$

dengan:  $CR = \text{Consistency Ratio}$

$CI = \text{Consistency Index}$

$RI = \text{Random Index}$

Mengukur  $CR$  adalah langkah krusial dalam proses AHP untuk memastikan bahwa hasil yang diperoleh merupakan prioritas yang valid dan logis, bukan hanya kebetulan atau hasil dari penilaian yang bias. Konsistensi pada AHP adalah ukuran seberapa logis dan dapat diandalkan input penilaian (perbandingan berpasangan) dari pengambil keputusan dalam proses pengambilan keputusan, yang diukur melalui *Consistency Index (CI)* dan *Consistency Ratio (CR)*. Jika *Consistency Ratio (CR)* kurang dari atau sama dengan 0,1 (atau 10%), maka data dianggap konsisten dan dapat diterima. Nilai  $CR$  yang melebihi 0,1 menunjukkan adanya inkonsistensi dalam penilaian, sehingga penilaian perlu direvisi untuk menghasilkan solusi yang optimal. Konsistensi sangatlah penting karena beberapa hal antara lain:

- Kualitas Input Data, konsistensi merupakan indikator kualitas data dalam metode AHP.
- Validitas Hasil, penilaian yang konsisten menghasilkan solusi atau ranking yang lebih valid dan dapat diandalkan.
- Dasar Logis, AHP mengasumsikan prinsip konsistensi logis, di mana perbandingan antara dua elemen harus dapat dipertanggungjawabkan secara logis.

*Indeks Random (IR)* atau *Random Index* adalah nilai rata-rata indeks konsistensi yang diperoleh dari matriks resiprokal positif yang dihasilkan secara acak. Nilai  $IR$  ini digunakan sebagai pembanding untuk menghitung *Consistency Ratio (CR)* dalam metode Analytic Hierarchy Process (AHP), yang bertujuan untuk memvalidasi tingkat konsistensi logika dalam penilaian. Fungsi *Indeks Random (IR)*:

- Pembanding dalam Metode AHP,  $IR$  berfungsi sebagai titik referensi untuk menilai apakah penilaian yang dibuat oleh pengambil keputusan cukup konsisten.
- Membantu Validasi Data, Rasio konsistensi ( $CR$ ) dihitung dengan membagi Indeks Konsistensi ( $CI$ ) dengan  $IR$ , di mana  $CR = CI/IR$ . Jika  $CR$  lebih dari



0,1, maka data atau penilaian tersebut dianggap tidak konsisten dan perlu diperbaiki.

IR tidak dihitung secara matematis dari data penilaian, tetapi nilai-nilai IR sudah tersedia dalam tabel untuk berbagai ukuran matriks (jumlah kriteria) [17]. Pada dasarnya, Indeks Random adalah standar nilai yang membantu kita menentukan apakah ada cukup konsistensi dalam matriks perbandingan berpasangan yang dibuat oleh pengambil keputusan dalam proses AHP. Adapun Nilai dari Indeks *Random Consistency (RI)* dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Nilai Indeks Random Consistency

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
RI	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,34	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48

## 2.6 Hipotesis dan Kerangka Teoritis

### 2.6.1. Hipotesis

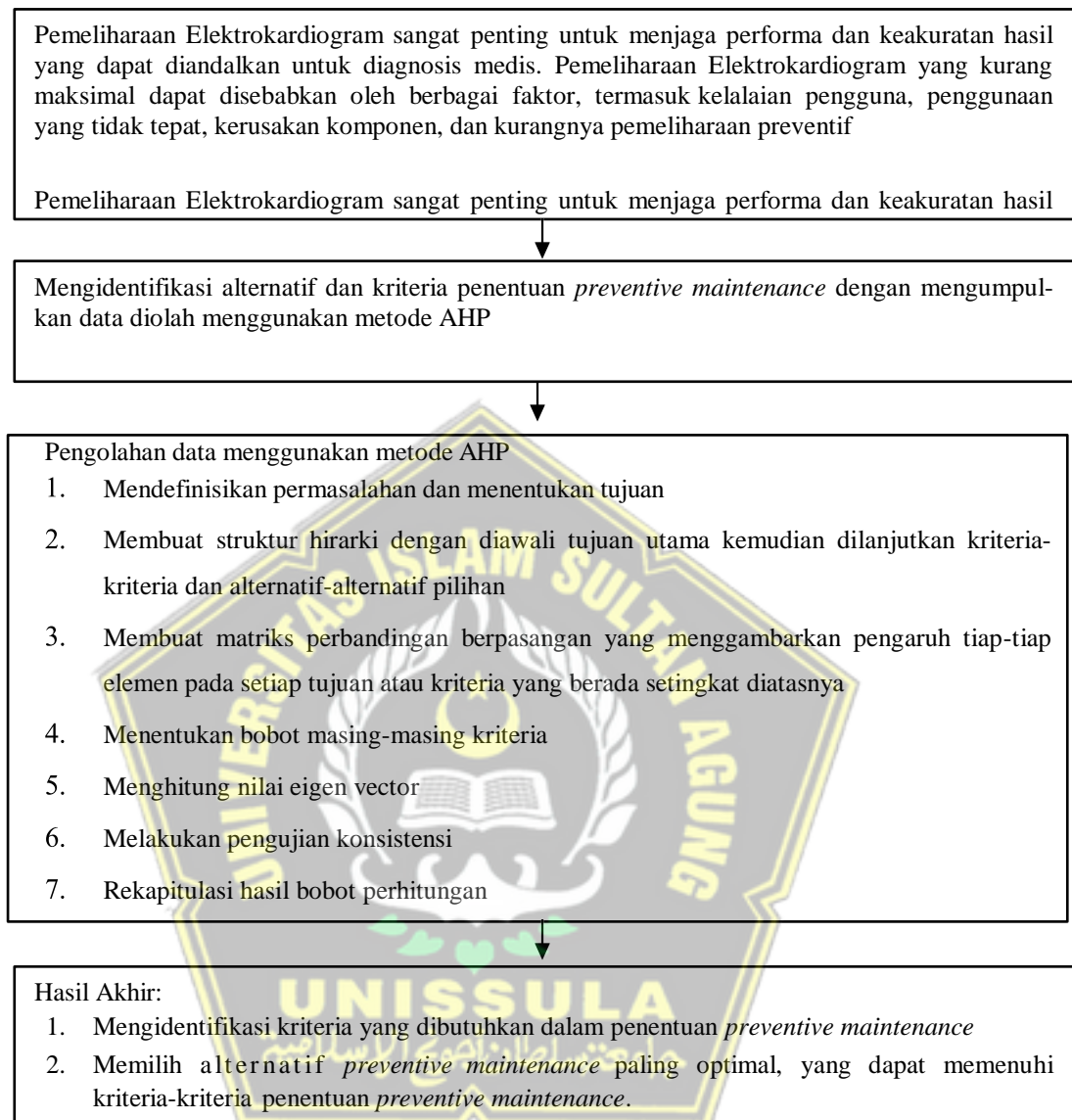
Salah satu kegiatan sebelum melaksanakan pemeliharaan elektrokardiogram adalah penentuan *preventive maintenance* yang tepat. Kegiatan ini akhirnya akan menentukan program pemeliharaan yang sesuai dengan peralatan kesehatan. Dengan berbagai alternatif pemeliharaan antara lain perawatan berkala (*Periodic Maintenance*), perawatan perbaikan (*Schedule Overhaul*) serta perawatan berbasis kondisi (*Condition-Based Maintenance*).

Dilihat dari permasalahan diatas, dibutuhkan suatu alat analisis yang dapat membantu dalam memecahkan permasalahan dalam penentuan *preventive maintenance* yang tepat agar keputusan yang diambil dapat berjalan optimal. Metode *Analytical Hierarchy Process (AHP)* dapat diterapkan dalam membantu menentukan *preventive maintenance* pada alat kesehatan elektrokardiogram.

### 2.6.2. Kerangka Teoritis

Skema kerangka teoritis dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar

2.6.



Gambar 2.6 Kerangka Teoritis

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini akan dilaksanakan pada Fasilitas Pelayanan Kesehatan Puskesmas yang berada di Kota Pekalongan. Pengamatan dan analisis dilakukan hanya pada lokasi ini tanpa memperluas ke Fasilitas Pelayanan Kesehatan lainnya. Pendekatan yang akan digunakan adalah *mix method* di mana pengumpulan data pada penelitian ini akan dilakukan dengan cara menghimpun data objek yang diteliti, menentukan kriteria, subkriteria dan membuat alternatif keputusan, melakukan perbandingan berpasangan dengan menghitung bobot prioritas, menghitung nilai *consistency ratio*, dan menghitung bobot alternatif untuk pengambilan keputusan. Setelah itu, metode Analisis Sensitivitas, digunakan untuk memperkuat keakuratan hasil pembobotan.

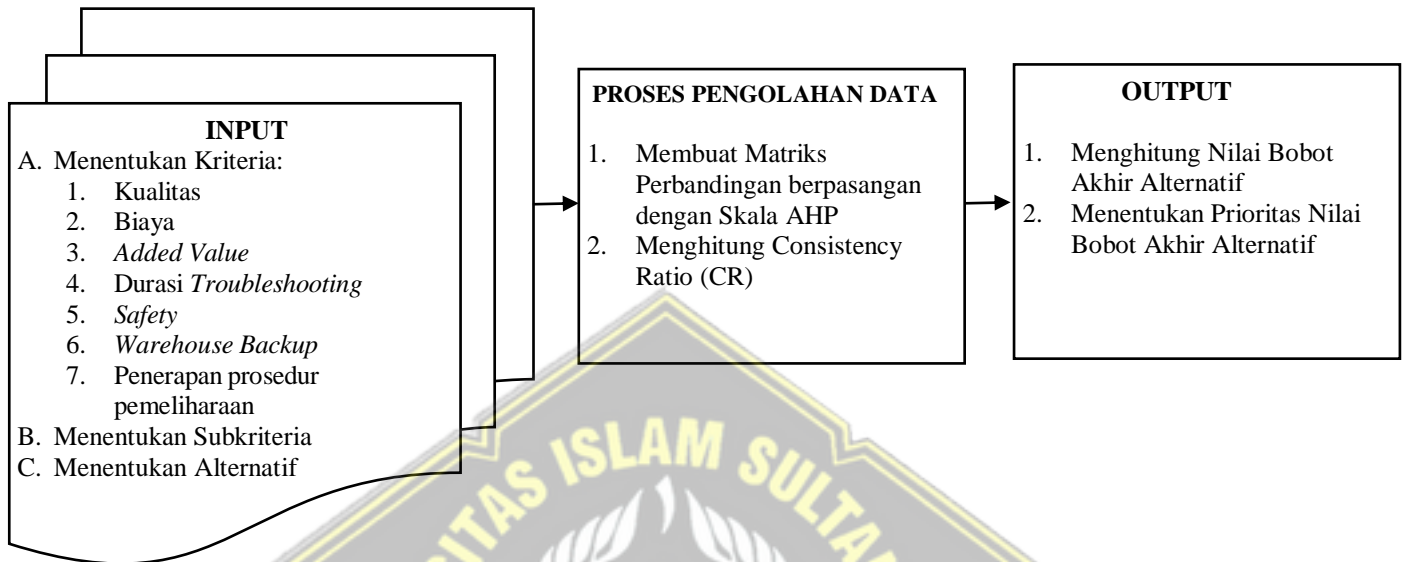
Pada Bab metodologi, pembahasan akan mencakup desain penelitian, lokasi dan waktu, populasi dan sampel, instrumen, pengumpulan data, serta pengolahan dan analisis data. Dengan menggunakan pendekatan yang sistematis dan terstruktur, penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan temuan yang valid dan reliabel. Selain itu, bab ini juga membahas validitas, reliabilitas, etika penelitian, serta keterbatasan metodologi yang digunakan, untuk memberikan pemahaman yang komprehensif mengenai pelaksanaan penelitian.

### 3.1. Desain Penelitian

Penelitian akan dilaksanakan pada Fasilitas Pelayanan Kesehatan Puskesmas yang berada di Kota Pekalongan. Pada tahap awal perancangan serta membangun strategi dalam menentukan *Preventive Maintenance* Elektrokardiogram dengan menggunakan *Analytical Hierarchy Process (AHP)*. Pengumpulan data pada penelitian ini akan dilakukan dengan cara menghimpun data objek yang diteliti, selanjutnya menentukan kriteria, subkriteria dan membuat alternatif keputusan, melakukan perbandingan berpasangan dengan menghitung bobot prioritas, menghitung nilai *consistency ratio*, dan menghitung bobot alternatif untuk pengambilan keputusan.

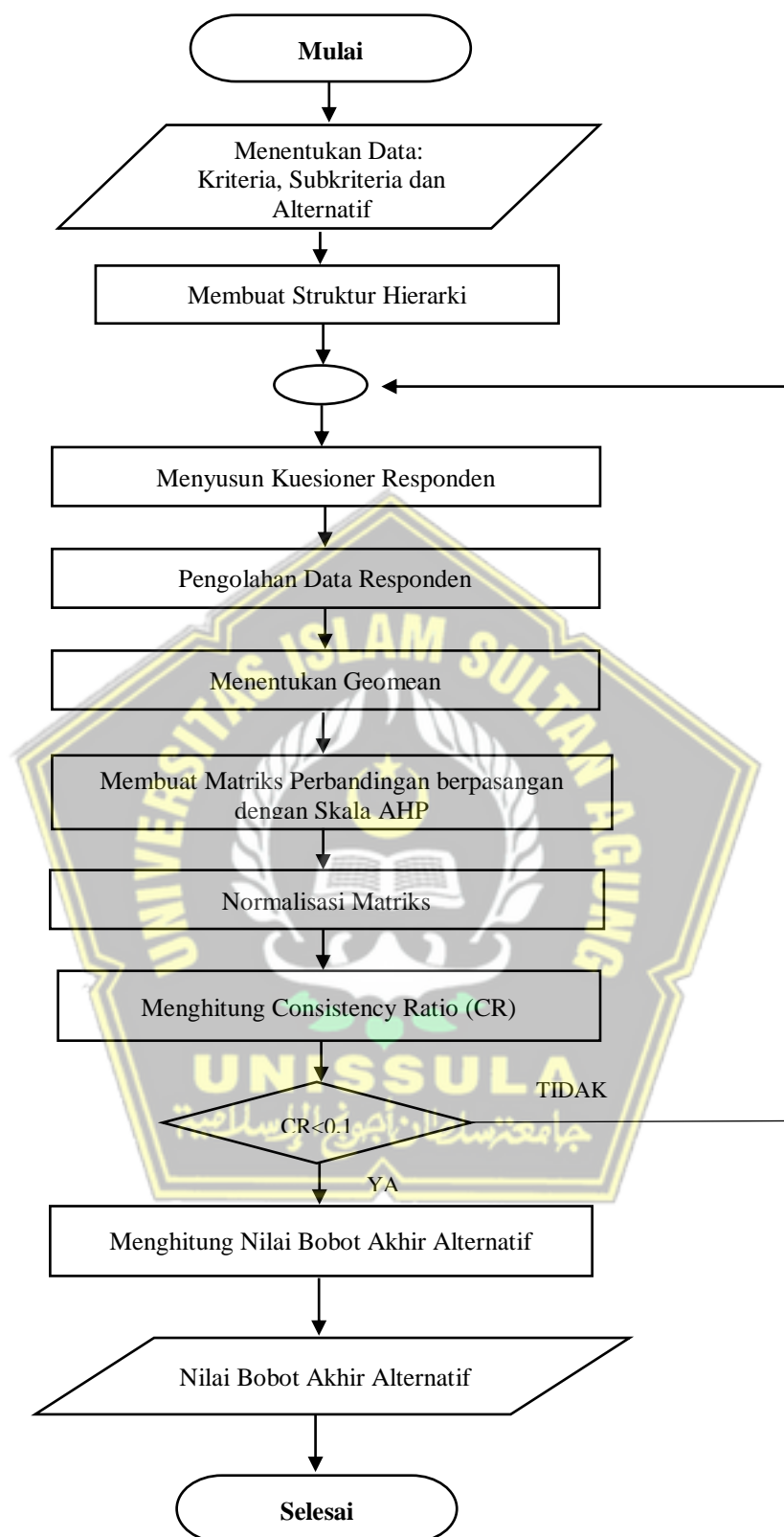
Secara singkat desain penelitian terdapat pada Gambar 3.1. Sedangkan flowchart

penelitian pada Gambar 3.2



Gambar 3. 1 Desain Penelitian

Desain penelitian menggunakan metode AHP melibatkan pemecahan masalah kompleks menjadi struktur hierarki, perbandingan berpasangan antar elemen untuk menentukan prioritas, dan perhitungan untuk menghasilkan bobot prioritas global. Langkah-langkahnya meliputi: menentukan kriteria, subkriteria dan alternatif, membuat struktur hierarki, membuat matriks perbandingan berpasangan, menghitung prioritas relatif untuk setiap tingkat hierarki, menghitung Consistency Ratio dan mensintesis hasil untuk menentukan prioritas keseluruhan.



Gambar 3. 2 Flowchart Penelitian



### 3.2. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian Penentuan *Preventive Maintenance* Elektrokardiogram Dengan Menggunakan *Analytical Hierarchy Process (AHP)* dilakukan selama periode 6 bulan sesuai dengan jadwal penelitian pada Tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Jadwal Penelitian

No.	Uraian	Bulan						Ket
		1	2	3	4	5	6	
1.	Persiapan penelitian: review literatur, penyusunan proposal, dan pengajuan izin penelitian.	✓						
2.	Pengumpulan data awal: identifikasi masalah dan persiapan alat dan bahan.		✓					
3.	Menentukan model penelitian			✓	✓			
4.	Menentukan data penelitian				✓			
5.	Penerapan model Analytical Hierarchy Process (AHP) untuk Preventive Maintenance Elektrokardiogram				✓			
6.	Analisis data, penyusunan laporan hasil penelitian, dan finalisasi laporan.					✓		
7.	Seminar Uji Hasil Penelitian						✓	
8.	Perbaikan Hasil Seminar Ujian						✓	
9.	Sidang Tesis						✓	
10.	Perbaikan hasil sidang tesis						✓	
11.	Pengumpulan Tesis						✓	

### 3.3. Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi penelitian terdapat pada salah satu Fasilitas Pelayanan Kesehatan Puskesmas yang berada di Kota Pekalongan.

### 3.4. Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian meliputi alat ukur teknis, antara lain: Perangkat laptop dan data-data literatur.

### 3.5. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan guna mengumpulkan data yang dibutuhkan dalam mencapai tujuan penelitian yang telah ditetapkan. Dari segi teknik pengumpulan data, adapun data yang dipergunakan sebagai berikut.

#### 3.5.1 Data Primer

Data Primer merupakan data yang didapatkan dari obsevasi secara langsung di tempat penelitian yaitu fasilitas pelayanan kesehatan di puskesmas. Data primer yang dikumpulkan berupa wawancara, kuesioner penentuan kriteria dan subkriteria serta kuisisioner skala kepentingan.

##### a. Studi Lapangan

Di dalam penelitian ini peneliti melakukan pengamatan secara langsung kepada objek yang akan diteliti ialah fasilitas pelayanan kesehatan di puskesmas.

##### b. Wawancara

Wawancara dilakukan dengan mengajukan pertanyaan langsung kepada pihak pengguna Elektrokardiogram yang ada di puskesmas untuk mengetahui alternatif maupun kriteria dan subkriteria dalam menentukan *preventive maintenance*.

##### c. Kuesioner

Kuesioner dilakukan dengan mengajukan pertanyaan secara tertulis yang dipersiapkan sebelumnya oleh peneliti, kemudian diisi oleh responden yang berjumlah 1 orang yang bertanggungjawab sebagai pengguna Elektrokardiogram yang ada di puskesmas. Selain pertanyaan secara tertulis adapula kuisisioner yang berisikan tabel pengisian bobot untuk mengetahui kriteria maupun alternatif yang digunakan perusahaan dalam penentuan *preventive maintenance*.

#### 3.5.2 Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh secara tidak langsung melalui beberapa perantara media. Data sekunder sendiri digunakan untuk melengkapi data primer yang sudah ada, sehingga data yang didapatkan menjadi lebih valid.

### **3.6. Pengolahan Data**

Pengolahan data yang dilakukan adalah sebagai berikut:

a. Penentuan Kriteria dan Subkriteria

Kriteria-kriteria dan subkriteria yang digunakan dalam penentuan *preventive maintenance* pada Elektrokardiogram dilakukan dengan mengumpulkan kriteria-kriteria dan subkriteria yang ada pada penelitian-penelitian sebelumnya. Selain dengan mengumpulkan dari penelitian sebelumnya dilakukan pula diskusi atau tanya jawab.

b. Pembuatan Struktur Hirarki

Setelah kriteria dan alternatif ditentukan maka tahapan selanjutnya adalah dengan membuat struktur hirarki yang terdiri dari empat level yaitu tujuan, kriteria, subkriteria dan alternatif yang telah terkumpul. Tujuan dari pembuatan struktur hirarki ialah dapat menguraikan masalah secara jelas dan mempermudah dalam menyelesaikan penentuan *preventive maintenance*.

c. Pembuatan Kuisisioner Tingkat Kepentingan

Pada bagian ini akan dilakukan pembuatan kuisisioner yang ditujukan kepada pengguna Elektrokardiogram yang ada di puskesmas untuk menentukan nilai bobot tiap kriteria dengan melakukan perbandingan antar kriteria dan juga melakukan perbandingan antar subkriteria. Selain itu menentukan nilai tiap alternatif dengan melakukan perbandingan berpasangan tiap alternatif dengan subkriteria.

d. Pengujian Konsistensi

Pada tahapan ini dilakukan pengujian konsistensi untuk membuktikan bahwa data yang digunakan dari hasil pengisian kuisisioner tersebut adalah valid. Apabila hasil pengujian konsistensi menunjukkan tidak konsisten maka dapat dikatakan tidak valid sehingga harus dilakukan penilaian ulang pada kuisisioner.

### 3.7. Pembahasan

Pada tahap ini setelah pengolahan data dilakukan maka hasil penelitian tersebut dianalisa dan melakukan pembahasan dengan menjelaskan data yang sesuai dari hasil pengolahan data.

### 3.8. Etika Penelitian

Pertimbangan etis mencakup:

- *Informed Consent* yaitu memastikan partisipan memberikan persetujuan setelah diberi penjelasan lengkap tentang penelitian.
- Kerahasiaan data menjaga kerahasiaan dan anonimitas data.

### 3.9. Keterbatasan Metodologi

Memperhatikan keterbatasan dalam waktu di mana uji coba penelitian hanya dapat dilakukan pada salah satu Fasilitas Pelayanan Kesehatan Puskesmas yang berada di Kota Pekalongan. Penelitian belum bisa diterapkan pada skala yang lebih luas atau pada tingkat Kota Pekalongan secara menyeluruh.



## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Identifikasi Kriteria dan Subkriteria

Dalam menentukan pemilihan pemeliharaan, diperlukan kriteria yang dapat mencerminkan strategi pemeliharaan yang baik, adapun kriteria-kriteria yang digunakan untuk memilih pemeliharaan mengacu seperti yang tercantum pada Tabel 4.1 [18].

Tabel 4. 1 Kriteria pemeliharaan

No	Kriteria
1	<i>Safety</i>
2	<i>Implementation cost</i>
3	<i>Added Value</i>
4	<i>Implantation capability</i>
5	<i>Maintenance performance</i>
6	<i>Stock and material management</i>
7	<i>Support system integration</i>

Sumber: (Justin, 2021)

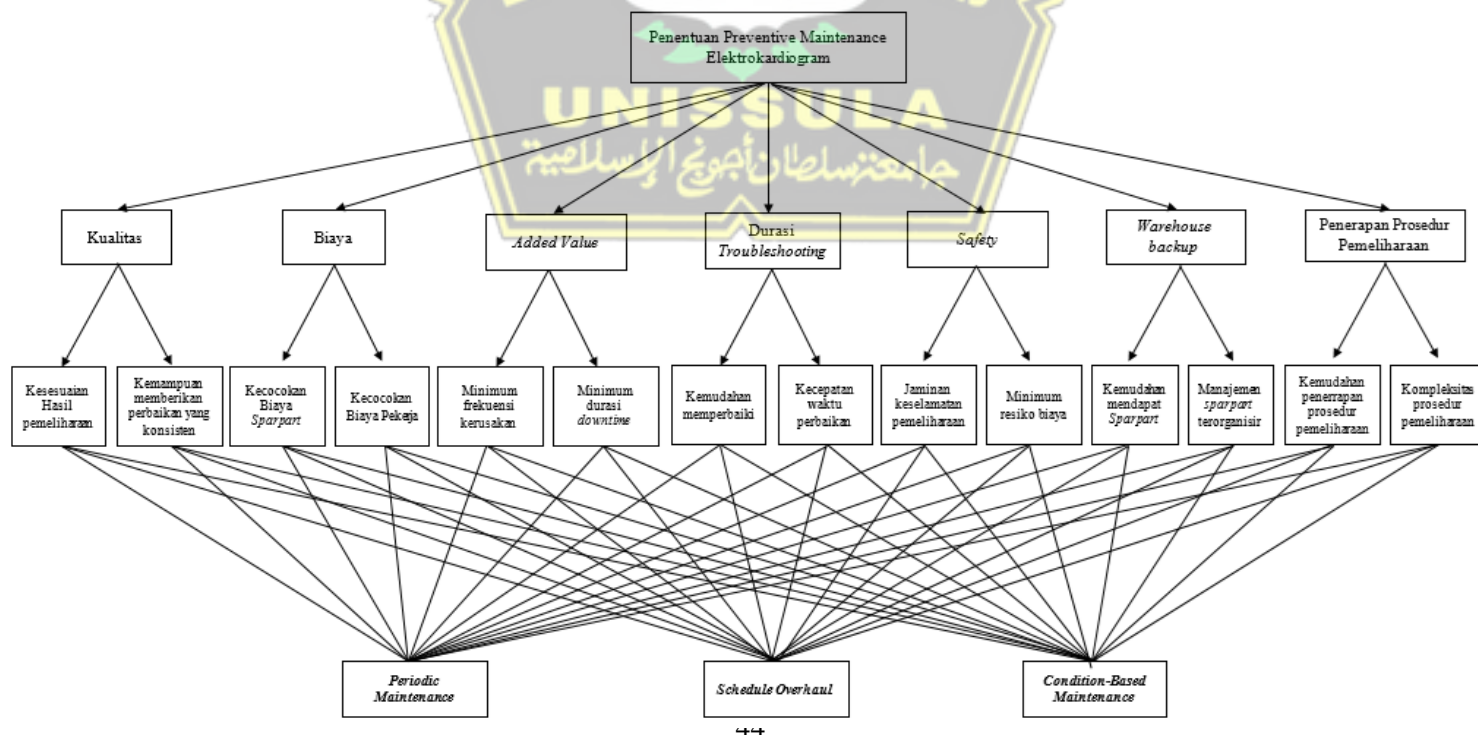
Setelah melakukan diskusi terhadap pihak-pihak yang berkompeten, kriteria *implementation cost*, *safety*, *added value*, *stock and material management* yang merupakan kriteria yang dianggap penting untuk dapat dipertimbangkan dalam pemilihan strategi pemeliharaan *preventive maintenance* pada Elektrokardiogram. Untuk kriteria *implementation cost* responden menyarankan menjadi kriteria biaya dan *stock and material management* menjadi *warehouse backup*. Dan ada kriteria tambahan yang menurut responden perlu dipertimbangkan saat pemilihan strategi pemeliharaan yaitu kriteria kualitas, durasi *troubleshooting* dan penerapan prosedur pemeliharaan. Sehingga setelah melakukan identifikasi kriteria dan subkriteria yang dianggap penting dalam menentukan strategi pemeliharaan, penulis menetapkan kriteria kualitas, biaya,



*added value*, durasi *troubleshooting*, *safety*, *warehouse backup* dan penerapan prosedur pemeliharaan sebagai kriteria dalam pemilihan strategi pemeliharaan *preventive maintenance* pada Elektrokardiogram. Kriteria dan subkriteria pemeliharaan tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.2. Sedangkan struktur hierarki dalam masalah pemilihan strategi pemeliharaan *preventive maintenance* pada Elektrokardiogram ditampilkan pada Gambar 4.1.

Tabel 4. 2 Kriteria dan subkriteria pemeliharaan

Kriteria	Subkriteria	Kriteria	Subkriteria
Kualitas	Kesesuaian hasil pemeliharaan	<i>Safety</i>	Jaminan keselamatan pemeliharaan
	Kemampuan memberikan perbaikan yang konsisten		Minimum risiko bahaya
Biaya	Kecocokan biaya <i>sparepart</i>	<i>Warehouse Backup</i>	Kemudahan mendapat <i>sparepart</i>
	Kecocokan biaya pekerja		Manajemen <i>sparepart</i> terorganisir
<i>Added Value</i>	Minimum frekuensi kerusakan	Penerapan prosedur pemeliharaan	Kemudahan penerapan prosedur pemeliharaan
	Minimum durasi <i>downtime</i>		Kompleksitas prosedur pemeliharaan
Durasi <i>Troubleshooting</i>	Kemudahan memperbaiki		
	Kecepatan waktu perbaikan		



Gambar 4. 1 Struktur hirarki pemilihan strategi pemeliharaan preventive maintenance pada Elektrokardiogram

## 4.2. Pengolahan Data Kriteria

Dalam penelitian yang dilakukan serta menetapkan tujuh kriteria yang digunakan dalam penelitian ini, penulis menjangking kuesioner yang telah dilakukan kepada 14 responden yang berada di Puskesmas Kota Pekalongan. Dalam pengolahan data kriteria ini penulis mendeskripsikan salah satu Kuesioner Kriteria Responden 1 Sebagaimana dalam Tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Kuesioner Kriteria Responden 1

Kriteria	Skala Tingkat Kepentingan																		Kriteria	DATA Untuk GE-OMEA N
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
Kualitas									x									Biaya	1.000	
Kualitas											x							Added Value	0.333	
Kualitas											x							Durasi Troubleshooting	0.333	
Kualitas											x							Safety	0.333	
Kualitas											x							Warehouse Backup	0.333	
Kualitas												x						Penerapan Prosedur Pemeliharaan	0.250	
Biaya											x							Added Value	0.333	
Biaya											x							Durasi Troubleshooting	0.333	
Biaya											x							Safety	0.333	
Biaya											x							Warehouse Backup	0.333	
Biaya											x							Penerapan Prosedur Pemeliharaan	0.333	
Added Value								x										Durasi Troubleshooting	3.000	
Added Value											x							Safety	0.333	
Added Value											x							Warehouse Backup	0.333	
Added Value											x							Penerapan Prosedur Pemeliharaan	0.333	
Durasi Troubleshooting											x							Safety	0.333	
Durasi Troubleshooting											x							Warehouse Backup	0.333	
Durasi Troubleshooting											x							Penerapan Prosedur Pemeliharaan	0.333	
Safety								x										Warehouse Backup	3.000	
Safety											x							Penerapan Prosedur Pemeliharaan	0.333	
Warehouse Backup											x							Penerapan Prosedur Pemeliharaan	0.333	

Berdasarkan kuesioner dari 14 responden dalam menentukan skala tingkat kepentingan dari kriteria-kriteria yang dipasangkan. Pengisian matriks perbandingan berpasangan berdasarkan angka 1 sampai 9 yang digunakan sebagai angka pembanding. Adapun data untuk geomean diperoleh dari nilai skala tingkat kepentingan kriteria yang dipasangkan. Apabila skala tingkat kepentingan dianggap sama penting, maka nilai skala kepentingan akan bernilai 1. Jika kedua elemen kriteria yang diperbandingkan lebih penting ke arah kiri tabel maka nilai untuk geomeannya akan bernilai  $n$ . Tetapi jika kedua elemen kriteria yang diperbandingkan lebih penting ke arah kanan tabel responden maka nilai untuk geomeanya adalah  $1/n$ . Berdasarkan Tabel 4.3 Kuesioner Kriteria yang diisi oleh Responden 1 pada baris pertama menyatakan bahwa perbandingan berpasangan antara kriteria 'kualitas' dengan kriteria 'biaya' responden memilih angka 1 hal ini berarti bahwa kedua kriteria tersebut sama pentingnya. Sehingga data untuk geomean bernilai 1,000. Kemudian pada baris kedua, responden menyatakan bahwa perbandingan berpasangan antara kriteria 'kualitas' dengan kriteria 'Added Value' responden memilih angka 3 perbandingan berpasangan ke arah kanan tabel, hal ini berarti kriteria 'Added Value' sedikit lebih penting daripada kriteria 'kualitas'. Sehingga data untuk geomean bernilai  $1/3$  atau 0,333. Begitu juga dilakukan perlakuan yang sama pada baris 3 sampai dengan baris 21 sehingga diperoleh masing – masing nilai data untuk geomen untuk Tabel 4.3. Sehingga berdasarkan kuesioner dari 14 responden didapatkan nilai untuk data geomen. Data ini digunakan untuk menentukan Geomean dari masing-masing kriteria yang dipasangkan dengan menggunakan rumus Geomean sebagaimana tersaji dalam persamaan Geomen 2.1.

Adapun dalam penelitian ini penulis menggunakan fungsi GEOMEAN pada microsoft excel dengan sintaks  $GEOMEAN(\text{number1}, [\text{number2}], \dots)$ .

Sehingga didapatkan nilai Geomean kriteria sebagaimana pada Tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Geomean Kriteria

No	Kriteria	Responden														Geomean	Kriteria
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
1	Kualitas	1.000	1.000	8.000	8.000	5.000	8.000	1.000	0.333	5.000	8.000	8.000	0.200	7.000	1.000	2.505	Biaya
2	Kualitas	0.333	0.333	0.111	8.000	0.200	0.125	3.000	0.500	3.000	0.250	8.000	0.200	0.167	0.167	0.526	Added Value
3	Kualitas	0.333	0.333	0.111	8.000	1.000	0.111	9.000	0.333	3.000	0.200	2.000	0.167	0.143	0.143	0.529	Durasi Troubleshooting
4	Kualitas	0.333	1.000	0.111	8.000	0.167	0.111	1.000	0.500	0.200	0.167	4.000	0.167	0.111	0.111	0.365	Safety
5	Kualitas	0.333	1.000	8.000	8.000	0.200	8.000	1.000	1.000	3.000	6.000	1.000	0.200	0.200	0.200	1.120	Warehouse Backup
6	Kualitas	0.250	3.000	0.111	8.000	0.200	0.125	3.000	0.333	0.333	6.000	4.000	0.200	0.143	0.143	0.585	Penerapan Prosedur Pemeliharaan
7	Biaya	0.333	5.000	0.111	9.000	5.000	0.125	3.000	7.000	0.333	0.250	4.000	5.000	0.200	0.200	1.027	Added Value
8	Biaya	0.333	0.200	0.111	9.000	0.200	0.125	3.000	6.000	0.333	0.250	4.000	0.250	0.111	0.111	0.476	Durasi Troubleshooting
9	Biaya	0.333	0.333	0.111	9.000	7.000	0.111	0.333	7.000	0.200	0.250	4.000	0.167	0.143	0.143	0.530	Safety
10	Biaya	0.333	3.000	0.111	9.000	7.000	0.200	1.000	7.000	0.333	0.200	0.250	5.000	0.111	0.111	0.720	Warehouse Backup
11	Biaya	0.333	3.000	0.111	9.000	0.143	0.111	1.000	6.000	0.333	4.000	0.143	5.000	0.143	0.143	0.638	Penerapan Prosedur Pemeliharaan
12	Added Value	3.000	0.333	9.000	6.000	0.143	7.000	0.333	0.200	0.333	0.250	0.167	0.200	0.200	0.200	0.572	Durasi Troubleshooting
13	Added Value	0.333	0.333	0.111	0.143	0.143	0.125	0.111	0.250	0.200	0.200	0.143	0.200	0.143	0.143	0.172	Safety
14	Added Value	0.333	3.000	0.111	6.000	0.250	8.000	0.200	0.500	0.333	0.250	0.333	0.200	0.200	0.200	0.475	Warehouse Backup
15	Added Value	0.333	0.200	0.111	0.125	6.000	0.143	0.200	0.500	0.333	0.250	0.143	0.200	0.200	0.200	0.263	Penerapan Prosedur Pemeliharaan
16	Durasi Troubleshooting	0.333	5.000	0.111	0.143	0.143	0.143	1.000	1.000	0.200	0.200	0.143	5.000	0.143	0.143	0.343	Safety
17	Durasi Troubleshooting	0.333	5.000	0.125	6.000	7.000	7.000	1.000	3.000	0.200	6.000	5.000	0.200	0.143	0.143	1.113	Warehouse Backup
18	Durasi Troubleshooting	0.333	5.000	0.125	0.125	7.000	0.125	3.000	2.000	0.200	6.000	0.167	5.000	0.143	0.143	0.657	Penerapan Prosedur Pemeliharaan
19	Safety	3.000	5.000	8.000	7.000	8.000	9.000	1.000	1.000	5.000	6.000	5.000	5.000	7.000	1.000	4.048	Warehouse Backup
20	Safety	0.333	3.000	8.000	1.000	5.000	9.000	1.000	1.000	5.000	7.000	0.500	0.200	7.000	1.000	1.913	Penerapan Prosedur Pemeliharaan
21	Warehouse Backup	0.333	0.333	0.125	0.125	0.167	0.111	1.000	1.000	0.333	7.000	0.500	0.200	0.143	0.143	0.326	Penerapan Prosedur Pemeliharaan

Setelah diketahui nilai dari Geomean dari masing-masing kriteria berpasangan, selanjutnya disusunlah sebuah matrik perbandingan kriteria sesuai dengan Tabel 4.5.

	Kualitas	Biaya	Added Value	Durasi Troubleshooting	Safety	Warehouse Backup	Penerapan Prosedur Pemeliharaan
Kualitas	1.000	2.505	0.526	0.529	0.365	1.120	0.585
Biaya	2.505	1.000	1.027	0.476	0.530	0.720	0.638
Added Value	0.526	1.027	1.000	0.572	0.172	0.475	0.263
Durasi Troubleshooting	0.529	0.476	0.572	1.000	0.343	1.113	0.657
Safety	0.365	0.530	0.172	0.343	1.000	4.048	1.913
Warehouse Backup	1.120	0.720	0.475	1.113	4.048	1.000	0.326
Penerapan Prosedur Pemeliharaan	0.585	0.638	0.263	0.657	1.913	0.326	1.000
Jumlah	6.630	6.896	4.035	4.691	8.372	8.803	5.382

Tabel 4. 5 Matriks Perbandingan Kriteria



Data matriks perbandingan kriteria pada Tabel 4.5 berasal dari nilai geomean pada Tabel 4.4. Dimana kriteria yang dipasangkan mempunyai nilai geomean masing-masing. Pada kriteria 'Kualitas' yang berpasangan dengan kriteria 'Biaya' mempunyai nilai geomean 2,505. Sehingga nilai inilah yang dimasukkan dalam tabel matrik perbandingan kriteria 'Kualitas' yang berpasangan dengan kriteria 'Biaya'. Begitu juga pada kriteria 'Kualitas' yang berpasangan dengan kriteria 'Added Value' mempunyai nilai geomean 0,526. Begitu juga untuk nilai masing-masing geomean yang di isikan ke dalam tabel matrik perbandingan kriteria.

Tabel 4. 6 Normalisasi Matriks

	Kualitas	Biaya	Added Value	Durasi Troubleshooting	Safety	Warehouse Backup	Penerapan Prosedur Pemeliharaan	Bobot Priority	Priority Vecktor	Matriks x Priority	Konsistensi
Kualitas	0.151	0.363	0.130	0.113	0.044	0.127	0.109	1.037	0.148	1.009	6.810
Biaya	0.378	0.145	0.255	0.102	0.063	0.082	0.119	1.143	0.163	1.009	6.179
Added Value	0.079	0.149	0.248	0.122	0.021	0.054	0.049	0.721	0.103	1.009	9.786
Durasi Troubleshooting	0.080	0.069	0.142	0.213	0.041	0.126	0.122	0.793	0.113	1.009	8.899
Safety	0.055	0.077	0.043	0.073	0.119	0.460	0.356	1.183	0.169	1.009	5.969
Warehouse Backup	0.169	0.104	0.118	0.237	0.484	0.114	0.061	1.286	0.184	1.009	5.489
Penerapan Prosedur Pemeliharaan	0.088	0.093	0.065	0.140	0.229	0.037	0.186	0.837	0.120	1.009	8.432
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	7.000	1.000		
Menghitung CR Kriteria		$\lambda_{maks} = \frac{\sum a}{n}$ $CI = \frac{(\lambda_{maks} - n)}{n-1}$ $CR = \frac{CI}{RI}$									
		$\lambda_{max} = \text{Jumlah nilai setiap kolom dari matriks}$ $n = \text{Banyaknya Elemen}$									
		$CI = \text{Consistency Index}$ $\lambda_{max} = \text{Eigen Value}$ $n = \text{Banyaknya Elemen}$									
		$CR = \text{Consistency Ratio}$ $CI = \text{Consistency Index}$ $RI = \text{Random Consistency Index}$									
$\lambda_{max}$	7.366										
CI	0.061										
RI (7 Kriteria)	1.320										
CR	0.046	KONSISTEN									

CR <= 0,1 maka matriks perbandingan berpasangan dapat dikatakan konsisten

Selanjutnya menentukan prioritas kriteria pada Tabel 4.6. Pertama mendefinisikan nilai perbandingan dari masing-masing elemen, lalu normalisasi nilai perbandingan yaitu dengan cara membagi setiap nilai elemen matriks perbandingan berpasangan dari kriteria dengan jumlah setiap kolom jumlah dari kriteria pada Tabel 4.5. Pada kolom kualitas maka nilai kualitas 1,000 akan di bagi dengan 6,630 sehingga di dapatkan nilai 0,151. Begitu juga pada baris kedua 2,505 di bagi dengan 6,630 sehingga di peroleh nilai 0,378 dan seterusnya. Hasil normalisasi kriteria tersebut dimasukkan pada sel yang bersesuaian dengan elemen



normalisasi. Setelah melakukan normalisasi, selanjutnya melakukan perhitungan nilai Priority Vector kriteria dengan cara menghitung rata-rata setiap baris hasil normalisasi. Jumlah Bobot Priority 1,037 di bagi 7 (banyaknya kriteria) sehingga di dapatkan Priority Vecktor nya 0,148. Nilai priority vector kriteria ini merupakan bobot dari masing-masing kriteria seperti yang ditampilkan pada Tabel 4.6. Selanjutnya lakukan perhitungan perkalian matrik menggunakan fungsi MMULT di microsoft excel. Fungsi ini mengambil dua array (atau rentang sel) sebagai input dan mengembalikan array hasil perkalian matriks tersebut. MMULT sangat berguna untuk berbagai perhitungan yang melibatkan matriks, seperti menyelesaikan sistem persamaan linear atau melakukan operasi aljabar linear lainnya. Dengan fungsi MMULT Matriks x Priority pada baris pertama mempunyai nilai 1,009. Lakukan hal yang sama untuk mendapatkan nilai Matriks x Priority dengan fungsi MMULT untuk baris kedua sampai baris ketujuh. Langkah selanjutnya menghitung nilai konsistensi matriks yaitu didapatkan dari nilai matriks x priority dibagi dengan priority vecktor, yaitu 1.009 dibagi 0,148 sehingga diperoleh nilai konsistensi 6.810. Lakukan hal yang sama untuk mendapatkan nilai konsistensi untuk baris kedua sampai baris ketujuh. Setelah menyelesaikan matriks normalisasi, selanjutnya menghitung *Consistensi Rasio (CR)* kriteria. Pertama lakukan perhitungan principal eigenvector ( $\lambda_{max}$ ),  $\lambda_{max}$  adalah nilai maksimum dari matriks perbandingan berpasangan yang digunakan untuk mengukur konsistensi penilaian. Nilai ini dihitung dengan menjumlahkan hasil perkalian antara bobot total setiap kriteria dengan nilai *eigen vector* utama dari matriks tersebut dengan menggunakan rumus sesuai dengan persamaan 2.2. Sehingga diperoleh nilai  $\lambda_{max}$  7,366.

Setelah diketahui nilai  $\lambda_{max}$  selanjutnya lakukan perhitungan *Consistensi Indeks (CI)*. *Consistensi Indeks (CI)* adalah ukuran tingkat konsistensi dalam penilaian perbandingan berpasangan yang dilakukan dalam metode *Analytic Hierarchy Process (AHP)*. *Consistensi Indeks (CI)* digunakan untuk mengevaluasi apakah penilaian yang diberikan oleh pengambil keputusan terhadap kriteria atau alternatif konsisten atau tidak. *Consistensi Indeks (CI)* dihitung dengan rumus sebagaimana tersaji dalam persamaan 2.3. Sehingga diperoleh nilai *Consistensi Indeks (CI)* 0,061.

Dan yang terakhir adalah perhitungan *Consistency Ratio (CR)* yaitu ukuran untuk menilai tingkat konsistensi dalam perbandingan berpasangan yang dilakukan oleh pengambil

keputusan. *Consistency Ratio (CR)* yang rendah (biasanya kurang dari atau sama dengan 0.10 atau 10%) menunjukkan bahwa perbandingan yang dilakukan cukup konsisten dan dapat diterima, sedangkan *Consistency Ratio (CR)* yang tinggi menunjukkan adanya inkonsistensi yang perlu diperbaiki. *Consistency Ratio (CR)* dihitung dengan rumus sebagaimana tersaji pada persamaan 2.4. Nilai *Consistensi Indeks (CI)* 0,061 dibagi dengan nilai Random Index 1,320 (7 kriteria) sehingga di peroleh nilai *Consistency Ratio (CR)* 0,046. Nilai *Consistency Ratio (CR)* ini lebih kecil dari 0,10 sehingga matriks perbandingan berpasangan dapat dikatakan konsisten.

#### 4.3. Pengolahan Data Subkriteria

Dalam penelitian yang dilakukan telah ditetapkan tujuh kriteria dan masing masing-kriteria mempunyai 2 sub kriteria yang digunakan dalam penelitian ini, penulis menjaring kuesioner yang telah dilakukan kepada 14 responden yang berada di Puskesmas Kota Pekalongan. Dalam pengolahan data Subkriteria ini penulis mendeskripsikan salah satu Kuesioner Subkriteria Re-

Kriteria	Sub Kriteria	Skala Tingkat Kepentingan	Sub Kriteria	Kriteria	DATA Untuk GE-OMFA
----------	--------------	---------------------------	--------------	----------	--------------------

sponden 1

Sebagaimana tersaji dalam Tabel 4.7.

Tabel 4. 7 Kuesioner Sub Kriteria Responden 1

		9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
Kualitas	Kesesuaian hasil pemeliharaan											x							Kemampuan memberikan perbaikan yang konsisten	Kualitas	0.333
Biaya	Kecocokan biaya spartpart							x											Kecocokan biaya pekerja	Biaya	3.000
<i>Added Value</i>	Minimum frekuensi kerusakan							x											Minimum durasi downtime	<i>Added Value</i>	3.000
<i>Durasi Troubleshooting</i>	Kemudahan memperbaiki							x											Kecepatan waktu perbaikan	<i>Durasi Troubleshooting</i>	3.000
<i>Safety</i>	Jaminan keselamatan pemeliharaan							x											Minimum resiko biaya	<i>Safety</i>	3.000
<i>Warehouse backup</i>	Kemudahan mendapatkan spartpart							x											Manajemen spartpart yang terorganisir	<i>Warehouse backup</i>	3.000
Penerapan Prosedur Pemeliharaan	Kemudahan penerapan prosedur pemeliharaan							x											Kompleksitas prosedur pemeliharaan	Penerapan Prosedur Pemeliharaan	3.000

Berdasarkan kuesioner dari 14 responden dalam menentukan skala tingkat kepentingan dari subkriteria-subkriteria yang dipasangkan. Pengisian matriks perbandingan berpasangan berdasarkan angka 1 sampai 9 yang digunakan sebagai angka pembanding. Adapun data untuk geomean diperoleh dari nilai skala tingkat kepentingan kriteria yang dipasangkan. Apabila skala tingkat kepentingan dianggap sama penting, maka nilai skala kepentingan akan bernilai 1. Jika kedua elemen kriteria yang diperbandingkan lebih penting ke arah kiri tabel maka nilai untuk geomeannya akan bernilai  $n$ . Tetapi jika kedua elemen kriteria yang diperbandingkan lebih penting ke arah kanan tabel responden maka nilai untuk geomeanya adalah  $1/n$ . Berdasarkan Tabel 4.7 Kuesioner subkriteria yang diisi oleh Responden 1 pada baris pertama menyatakan bahwa perbandingan berpasangan antara subkriteria 'Kesesuaian hasil pemeliharaan' dengan subkriteria 'Kemampuan memberikan perbaikan yang konsisten' responden memilih angka 3 hal ini berarti bahwa perbandingan berpasangan ke arah kanan tabel, hal ini berarti subkriteria 'Kemampuan memberikan perbaikan yang konsisten' sedikit lebih penting daripada subkriteria 'Kesesuaian hasil pemeliharaan'. Sehingga data untuk geomean bernilai  $1/3$  atau 0,333. Kemudian pada baris kedua, responden menyatakan bahwa perbandingan berpasangan antara subkriteria 'Kecocokan

biaya spartpart' dengan subkriteria 'Kecocokan biaya pekerja' responden memilih angka 3 perbandingan berpasangan ke arah kiri tabel, hal ini berarti subkriteria 'Kecocokan biaya spartpart' sedikit lebih penting daripada subkriteria 'Kecocokan biaya'. Sehingga data untuk geomean bernilai 3,000. Begitu juga dilakukan perlakuan yang sama pada baris 3 sampai dengan baris 7 sehingga di peroleh masing – masing nilai data untuk geomen untuk Tabel 4.8. Sehingga berdasarkan kuesioner dari 14 responden didapatkan nilai untuk data geomen subkriteria. Data ini digunakan untuk menentukan Geomean dari masing-masing subkriteria yang dipasangkan dengan menggunakan rumus Geomean sebagaimana tersaji dalam persamaan Geomen 2.1. Adapun dalam penelitian ini penulis menggunakan fungsi GEOMEAN pada microsoft excel dengan sintaks GEOMEAN(number1, [number2], ...).

Sehingga di dapatkan nilai Geomean kriteria sebagaimana pada Tabel 4.8.

Tabel 4. 8 Geomean Subkriteria

Kriteria	Sub Kriteria	Responden														Geomean	Sub Kriteria	Kriteria
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14			
Kualitas	Kesesuaian hasil pemeliharaan	0.333	1.000	0.111	1.000	0.200	8.000	1.000	0.167	3.000	0.143	1.000	0.200	0.143	9.000	0.614	Kemampuan memberikan perbaikan yang konsisten	Kualitas
Biaya	Kecocokan biaya spartpart	3.000	1.000	7.000	1.000	1.000	7.000	5.000	0.167	3.000	8.000	2.000	8.000	0.143	7.000	2.156	Kecocokan biaya pekerja	Biaya
Added Value	Minimum frekuensi kerusakan	3.000	3.000	9.000	7.000	5.000	8.000	3.000	3.000	3.000	8.000	2.000	8.000	7.000	0.200	3.752	Minimum durasi downtime	Added Value
Durasi Trouble-shooting	Kemudahan memperbaiki	3.000	3.000	9.000	1.000	0.200	0.125	7.000	0.143	3.000	7.000	3.000	0.125	0.143	7.000	1.219	Kecepatan waktu perbaikan	Durasi Trouble-shooting
Safety	Jaminan keselamatan pemeliharaan	3.000	0.200	8.000	1.000	0.333	0.125	1.000	0.167	3.000	7.000	7.000	0.143	7.000	7.000	1.287	Minimum resiko biaya	Safety
Warehouse backup	Kemudahan mendapatkan spartpart	3.000	5.000	7.000	1.000	5.000	8.000	1.000	4.000	3.000	7.000	0.200	9.000	7.000	9.000	3.491	Manajemen spartpart yang terorganisir	Warehouse backup
Penerapan Prosedur Pemeliharaan	Kemudahan penerapan prosedur pemeliharaan	3.000	3.000	8.000	9.000	5.000	0.125	9.000	1.000	3.000	6.000	4.000	6.000	7.000	7.000	3.659	Kompleksitas prosedur pemeliharaan	Penerapan Prosedur Pemeliharaan

Setelah diketahui nilai dari Geomean dari masing-masing subkriteria berpasangan, selanjutnya disusunlah sebuah matrik perbandingan kriteria sesuai dengan Tabel 4.9 sampai dengan Tabel 4.15 sebagai berikut:

Data matriks perbandingan subkriteria pada Tabel 4.9 berasal dari nilai ge-

omean pada Tabel 4.8. Dimana subkriteria yang dipasangkan mempunyai nilai geomean masing-masing. Pada subkriteria ‘Kesesuaian hasil pemeliharaan’ yang berpasangan dengan subkriteria ‘Kemampuan memberikan perbaikan yang konsisten’ mempunyai nilai geomean 0,614. Sehingga nilai inilah yang dimasukkan dalam tabel matrik perbandingan subkriteria ‘Kualitas’. Begitu juga hal yang sama dapat dilakukan dalam menentukan matrik perbandingan subkriteria pada Tabel 4.10 sampai dengan Tabel 4.15.

Tabel 4. 9 Matriks Perbandingan Subkriteria "Kualitas"

	Kesesuaian hasil pemeliharaan	Kemampuan memberikan perbaikan yang konsisten
Kesesuaian hasil pemeliharaan	1.000	0.614
Kemampuan memberikan perbaikan yang konsisten	0.614	1.000
Jumlah	1.614	1.614

Tabel 4. 10 Matriks Perbandingan Subkriteria "Biaya"

	Kecocokan biaya spartpart	Kecocokan biaya pekerja
Kecocokan biaya spartpart	1.000	2.156
Kecocokan biaya pekerja	2.156	1.000
Jumlah	3.156	3.156

Tabel 4. 11 Matriks Perbandingan Subkriteria "Added Value"

	Minimum frekuensi kerusakan	Minimum durasi downtime
--	-----------------------------	-------------------------



Minimum frekuensi kerusakan	1.000	3.752
Minimum durasi downtime	3.752	1.000
<b>Jumlah</b>	<b>4.752</b>	<b>4.752</b>

Tabel 4. 12 Matriks Perbandingan Subkriteria "Durasi Troubleshooting"

	Kemudahan memperbaiki	Kecepatan waktu perbaikan
Kemudahan memperbaiki	1.000	1.219
Kecepatan waktu perbaikan	1.219	1.000
<b>Jumlah</b>	<b>2.219</b>	<b>2.219</b>

Tabel 4. 13 Matriks Perbandingan Subkriteria "Safety"

	Jaminan keselamatan pemeliharaan	Minimum resiko biaya
Jaminan keselamatan pemeliharaan	1.000	1.287
Minimum resiko biaya	1.287	1.000
<b>Jumlah</b>	<b>2.287</b>	<b>2.287</b>

Tabel 4. 14 Matriks Perbandingan Subkriteria "Warehouse backup"

	Kemudahan mendapatkan spartpart	Manajemen spartpart yang terorganisir
Kemudahan mendapatkan spartpart	1.000	3.491
Manajemen spartpart yang terorganisir	3.491	1.000
<b>Jumlah</b>	<b>4.491</b>	<b>4.491</b>

Tabel 4. 15 Matriks Perbandingan Subkriteria "Penerapan Prosedur Pemeliharaan"

	Kemudahan penerapan prosedur pemeliharaan	Kompleksitas prosedur pemeliharaan
Kemudahan penerapan prosedur pemeliharaan	1.000	3.659
Kompleksitas prosedur pemeliharaan	3.659	1.000
Jumlah	4.659	4.659

Tabel 4. 16 Normalisasi Matriks Subkriteria "Kualitas"

	Kesesuaian hasil pemeliharaan	Kemampuan memberikan perbaikan yang konsisten	Bobot Priority	Priority Vecktor	Matriks x Priority	Konsistensi
Kesesuaian hasil pemeliharaan	0.619	0.381	1.000	0.500	0.807	1.614
Kemampuan memberikan perbaikan yang konsisten	0.381	0.619	1.000	0.500	0.807	1.614
	1.000	1.000	2.000	1.000		
<b>Menghitung CR Kriteria</b>						
$\lambda_{max}$	1.614					
CI	-0.386					
RI (2 SubKriteria)	0.000					
CR	#DIV/0!					

CR  $\leq$  0,1 maka matriks perbandingan berpasangan dapat dikatakan konsisten

$$\lambda_{maks} = \frac{\sum a}{n}$$

$\lambda_{max}$  = Jumlah nilai setiap kolom dari matriks  
n = Banyaknya Elemen

$$CI = \frac{(\lambda_{maks} - n)}{n - 1}$$

CI = Consistency Index  
 $\lambda_{max}$  = Eigen Value  
n = Banyaknya Elemen

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

CR = Consistency Ratio  
CI = Consistency Index  
RI = Random Consistency Index

Selanjutnya menentukan prioritas subkriteria pada Tabel 4.16. Pertama mendefinisikan nilai perbandingan dari masing-masing elemen, lalu normalisasi nilai perbandingan yaitu dengan cara membagi setiap nilai elemen matriks perbandingan berpasangan dari kriteria dengan jumlah setiap kolom jumlah dari subkriteria pada Tabel 4.9. Pada kolom 'kesesuaian hasil pemeliharaan' mempunyai nilai 1,000 akan di bagi dengan 1,614 sehingga di dapatkan nilai 0,619. Begitu juga pada baris kedua 0,614 di bagi dengan

1,614 sehingga di peroleh nilai 0,381 dan seterusnya. Hasil normalisasi kriteria tersebut dimasukkan pada sel yang bersesuaian dengan elemen normalisasi. Setelah melakukan normalisasi, selanjutnya melakukan perhitungan nilai Priority Vector kriteria dengan cara menghitung rata-rata setiap baris hasil normalisasi. Jumlah Bobot Priority 1,000 di bagi 2 (banyaknya subkriteria) sehingga di dapatkan Priority Vecktor nya 0,500. Nilai priority vector kriteria ini merupakan bobot dari masing-masing kriteria seperti yang ditampilkan pada Tabel 4.16. Selanjutnya lakukan perhitungan perkalian matrik menggunakan fungsi MMULT di microsoft excel. Fungsi ini mengambil dua array (atau rentang sel) sebagai input dan mengembalikan array hasil perkalian matriks tersebut. MMULT sangat berguna untuk berbagai perhitungan yang melibatkan matriks, seperti menyelesaikan sistem persamaan linear atau melakukan operasi aljabar linear lainnya. Dengan fungsi MMULT Matriks x Priority pada baris pertama mempunyai nilai 0,807. Lakukan hal yang sama untuk mendapatkan nilai Matriks x Priority dengan fungsi MMULT untuk baris kedua dengan nilai 0,807. Langkah selanjutnya menghitung nilai konsistensi matriks yaitu didapatkan dari nilai matriks x priority dibagi dengan priority vecktornya, yaitu 0,807 dibagi 0,500 sehingga diperoleh nilai konsistensi 1,614. Lakukan hal yang sama untuk mendapatkan nilai konsistensi untuk baris kedua, yaitu 0,807 dibagi 0,500 sehingga diperoleh nilai konsistensi 1,614. Setelah menyelesaikan matriks normalisasi, selanjutnya menghitung *Consistensi Rasio (CR)* kriteria. Pertama lakukan perhitungan principal eigenvector ( $\lambda_{max}$ ),  $\lambda_{max}$  adalah nilai maksimum dari matriks perbandingan berpasangan yang digunakan untuk mengukur konsistensi penilaian. Nilai ini dihitung dengan menjumlahkan hasil perkalian antara bobot total setiap kriteria dengan nilai *eigen vector* utama dari matriks tersebut dengan menggunakan rumus sesuai dengan persamaan 2.2. Sehingga diperoleh nilai  $\lambda_{max}$  1,614.

Setelah diketahui nilai  $\lambda_{max}$  selanjutnya lakukan perhitungan *Consistensi Indeks (CI)*. *Consistensi Indeks (CI)* adalah ukuran tingkat konsistensi dalam penilaian perbandingan berpasangan yang dilakukan dalam metode *Analytic Hierarchy Process (AHP)*. *Consistensi Indeks (CI)* digunakan untuk mengevaluasi apakah penilaian yang diberikan oleh pengambil keputusan terhadap kriteria atau alternatif konsisten atau tidak. *Consistensi Indeks (CI)* dihitung dengan rumus sebagaimana tersaji dalam persamaan 2.3. Sehingga diperoleh nilai *Consistensi Indeks (CI)* - 0,386.

Dan yang terakhir adalah perhitungan *Consistency Ratio (CR)* yaitu ukuran untuk menilai tingkat konsistensi dalam perbandingan berpasangan yang dilakukan oleh pengambil keputusan. *Consistency Ratio (CR)* yang rendah (biasanya kurang dari atau sama dengan 0.10 atau 10%) menunjukkan bahwa perbandingan yang dilakukan cukup konsisten dan dapat diterima, sedangkan *Consistency Ratio (CR)* yang tinggi menunjukkan adanya inkonsistensi yang perlu diperbaiki. *Consistency Ratio (CR)* dihitung dengan rumus sebagaimana tersaji pada persamaan 2.4. Nilai *Consistensi Indeks (CI)* - 0,386 dibagi dengan nilai Random Index 0,000 (2 subkriteria) sehingga di peroleh nilai *Consistency Ratio (CR)* tidak terdefiniskan. Pada perhitungan *Consistency Ratio (CR)* subkriteria nilai indeks konsistensi (RI) adalah 0. Dalam AHP, hal itu dikarenakan ukuran matriks perbandingan berpasangan subkriteria adalah 2x2, karena tabel RI standar hanya mencantumkan nilai untuk  $n=1$  dan  $n=2$ , yang keduanya bernilai 0. Nilai RI yang rendah seperti 0 menunjukkan tingkat matriks yang sangat kecil, sehingga Rasio Konsistensi (CR) tidak dapat dihitung. Dengan alur dan proses yang sama berlaku untuk subkriteria yang lainnya.

#### 4.4. Pengolahan Data Alternative

Dalam penelitian yang dilakukan telah ditetapkan tiga alternative dalam penelitian ini, penulis menjangking kuesioner yang telah dilakukan kepada 14 responden yang berada di Puskesmas Kota Pekalongan. Dalam pengolahan data Alternative ini penulis mendeskripsikan salah satu Kuesioner Alternative Responden 1 Sebagaimana tersaji dalam Tabel 4.17.

Berdasarkan kuesioner dari 14 responden dalam menentukan skala tingkat kepentingan dari alternative yang dipasangkan. Pengisian matriks perbandingan berpasangan berdasarkan angka 1 sampai 9 yang digunakan sebagai angka pembandingan. Adapun data untuk geomean diperoleh dari nilai skala tingkat kepentingan kriteria yang dipasangkan. Apabila skala tingkat kepentingan dianggap sama penting, maka nilai skala kepentingan akan bernilai 1. Jika kedua elemen kriteria yang diperbandingkan lebih penting ke arah kiri tabel maka nilai untuk geomeannya akan bernilai  $n$ . Tetapi jika kedua elemen kriteria yang

diperbandingkan lebih penting ke arah kanan tabel responden maka nilai untuk geomeanya adalah  $1/n$ . Berdasarkan Tabel 4.17 Kuesioner alternative yang di isi oleh Responden 1 pada baris pertama menyatakan bahwa perbandingan berpasangan antara alternative '*Periodic Maintenance*' dengan alternative '*Schedule Overhaul*' responden memilih angka 4 hal ini berarti bahwa perbandingan berpasangan ke arah kanan tabel, ini berarti alternative '*Schedule Overhaul*' lebih penting daripada alternative '*Periodic Maintenance*'. Sehingga data untuk geomean bernilai  $1/4$  atau  $0,250$ . Kemudian pada baris kedua, responden menyatakan bahwa perbandingan berpasangan antara alternative '*Periodic Maintenance*' dengan alternative '*Condition Based Maintenance*' responden memilih angka 4 juga sehingga perbandingan berpasangan ke arah kiri tabel, hal ini berarti alternative '*Condition Based Maintenance*' lebih penting daripada alternative '*Periodic Maintenance*'. Sehingga data untuk geomean bernilai  $1/4$  atau  $0,250$ . Begitu juga dilakukan perlakuan yang sama pada baris 3 seterusnya sehingga di peroleh masing – masing nilai data untuk geomen untuk Tabel 4.19. Sehingga berdasarkan kuesioner dari 14 responden didapatkan nilai untuk data geomen subkriteria. Data ini digunakan untuk menentukan Geomean dari masing-masing subkriteria yang dipasangkan dengan menggunakan rumus Geomean sebagaimana tersaji dalam persamaan Geomen 2.1.

Adapun dalam penelitian ini penulis menggunakan fungsi GEOMEAN pada microsoft excel dengan sintaks  $GEOMEAN(\text{number1}, [\text{number2}], \dots)$ .

Sehingga di dapatkan nilai Geomean kriteria sebagaimana pada Tabel 4.18.



Tabel 4. 17 Kuesioner Alternative Responden 1

Kriteria	Sub Kriteria	Alternative	Skala Tingkat Kepentingan																		Alternative	DATA Untuk GEOMEAN
			9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
Kualitas	Kesesuaian hasil pemeliharaan	Periodic Maintenance												x						Schedule Overhaul	0.250	
		Periodic Maintenance												x						Condition-Based maintenance	0.250	
		Schedule Overhaul																		Condition-Based maintenance	1.000	
	Kemampuan memberikan perbaikan yang konsisten	Periodic Maintenance												x						Schedule Overhaul	2.000	
		Periodic Maintenance												x						Condition-Based maintenance	2.000	
		Schedule Overhaul												x						Condition-Based maintenance	1.000	
Biaya	Kecocokan biaya spartpart	Periodic Maintenance																		Schedule Overhaul	3.000	
		Periodic Maintenance																		Condition-Based maintenance	3.000	
		Schedule Overhaul																		Condition-Based maintenance	0.200	
	Kecocokan biaya pekerja	Periodic Maintenance																		Schedule Overhaul	3.000	
		Periodic Maintenance																		Condition-Based maintenance	3.000	
		Schedule Overhaul																		Condition-Based maintenance	3.000	
Added Value	Minimum frekuensi kerusakan	Periodic Maintenance																		Schedule Overhaul	2.000	

Kriteria	Sub Kriteria	Alternative	Skala Tingkat Kepentingan																		Alternative	DATA Untuk GEOMEAN
			9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
		Periodic Maintenance															x			Condition-Based maintenance	0.143	
		Schedule Overhaul																x		Condition-Based maintenance	0.125	
	Minimum durasi downtime	Periodic Maintenance			x															Schedule Overhaul	7.000	
		Periodic Maintenance			x															Condition-Based maintenance	7.000	
		Schedule Overhaul													x					Condition-Based maintenance	0.200	
Durasi Troubleshooting	Kemudahan memperbaiki	Periodic Maintenance													x					Schedule Overhaul	0.200	
		Periodic Maintenance														x				Condition-Based maintenance	0.167	
		Schedule Overhaul															x			Condition-Based maintenance	0.143	
	Kecepatan waktu perbaikan	Periodic Maintenance															x			Schedule Overhaul	0.143	
		Periodic Maintenance															x			Condition-Based maintenance	0.143	
		Schedule Overhaul																x		Condition-Based maintenance	0.125	
Safety	Jaminan keselamatan pemeliharaan	Periodic Maintenance												x						Schedule Overhaul	0.333	
		Periodic Maintenance													x					Condition-Based maintenance	0.333	
		Schedule Overhaul													x					Condition-Based maintenance	0.333	
Kriteria	Sub Kriteria	Alternative	Skala Tingkat Kepentingan																		Alternative	DATA

																						Untuk GEOMEAN
			9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
	Minimum resiko biaya	Periodic Maintenance							x											Schedule Overhaul	3.000	
		Periodic Maintenance							x											Condition-Based maintenance	3.000	
		Schedule Overhaul										x								Condition-Based maintenance	0.500	
Warehouse backup	Kemudahan mendapatkan spartpart	Periodic Maintenance							x											Schedule Overhaul	3.000	
		Periodic Maintenance							x											Condition-Based maintenance	3.000	
		Schedule Overhaul							x											Condition-Based maintenance	3.000	
	Manajemen spartpart yang terorganisir	Periodic Maintenance							x											Schedule Overhaul	3.000	
		Periodic Maintenance							x											Condition-Based maintenance	3.000	
		Schedule Overhaul							x											Condition-Based maintenance	3.000	
Penerapan Prosedur Pemeliharaan	Kemudahan penerapan prosedur pemeliharaan	Periodic Maintenance								x										Schedule Overhaul	2.000	
		Periodic Maintenance								x										Condition-Based maintenance	2.000	
		Schedule Overhaul															x			Condition-Based maintenance	0.143	
	Kompleksitas prosedur pemeliharaan	Periodic Maintenance							x											Schedule Overhaul	3.000	
		Periodic Maintenance							x											Condition-Based maintenance	3.000	
		Schedule Overhaul								x										Condition-Based maintenance	1.000	

Tabel 4. 18 Geomean Alternative

Kriteria	Sub Kriteria	Alternative	Responden														Geo mean	Alternative	Sub Kriteria	Kriteria
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14				
Kualitas	Kesesuaian hasil pemeliharaan	Periodic Maintenance	0.250	2.000	3.000	5.000	5.000	7.000	7.000	3.000	0.333	0.143	0.167	0.143	0.500	0.333	1.003	Schedule Overhaul	Kesesuaian hasil pemeliharaan	Kualitas
		Periodic Maintenance	0.250	2.000	3.000	5.000	5.000	7.000	7.000	3.000	0.500	0.143	0.167	0.143	0.500	0.333	1.032	Condition-Based maintenance		
		Schedule Overhaul	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	Condition-Based maintenance		
	Kemampuan memberikan perbaikan yang konsisten	Periodic Maintenance	2.000	0.200	1.000	0.143	0.125	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	1.000	2.000	1.000	2.000	0.994	Schedule Overhaul	Kemampuan memberikan perbaikan yang konsisten	
		Periodic Maintenance	2.000	0.200	1.000	0.143	0.125	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	1.000	2.000	1.000	2.000	0.994	Condition-Based maintenance		
		Schedule Overhaul	1.000	0.143	0.125	0.125	0.333	0.125	0.200	0.333	0.200	0.143	0.143	1.000	0.500	0.500	0.260	Condition-Based maintenance		
Biaya	Kecocokan biaya spartpart	Periodic Maintenance	3.000	7.000	8.000	7.000	6.000	0.200	4.000	0.333	0.143	6.000	0.167	0.200	0.333	0.200	1.095	Schedule Overhaul	Kecocokan biaya spartpart	Biaya
		Periodic Maintenance	3.000	7.000	8.000	7.000	6.000	0.125	0.333	0.333	0.143	6.000	0.167	0.200	0.333	0.200	0.887	Condition-Based maintenance		
		Schedule Overhaul	0.200	1.000	0.143	1.000	0.200	0.125	0.200	0.143	0.111	6.000	0.111	0.143	0.143	0.500	0.277	Condition-Based maintenance		
	Kecocokan biaya pekerja	Periodic Maintenance	3.000	1.000	9.000	1.000	0.200	0.125	0.333	0.200	3.000	6.000	5.000	6.000	7.000	0.143	1.256	Schedule Overhaul	Kecocokan biaya pekerja	
		Periodic Maintenance	3.000	0.333	0.125	1.000	0.333	0.125	1.000	0.167	3.000	6.000	3.000	0.125	7.000	0.111	0.680	Condition-Based maintenance		

Kriteria	Sub Kriteria	Alternative	Responden														Geo mean	Alternative	Sub Kriteria	Kriteria
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14				
		Schedule Overhaul	3.000	0.333	0.125	1.000	5.000	0.125	3.000	0.200	0.333	6.000	0.125	0.125	7.000	0.143	0.627	Condition-Based maintenance		
<i>Added Value</i>	Minimum frekuensi kerusakan	Periodic Maintenance	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	0.125	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	0.143	2.000	3.000	1.399	Schedule Overhaul	Minimum frekuensi kerusakan	<i>Added Value</i>
		Periodic Maintenance	0.143	0.143	0.143	0.143	0.167	0.125	2.000	2.000	2.000	2.000	0.250	0.143	2.000	3.000	0.475	Condition-Based maintenance		
		Schedule Overhaul	0.125	0.125	0.125	0.125	0.143	0.111	0.333	0.500	0.200	0.143	0.200	0.143	0.143	0.143	0.165	Condition-Based maintenance		
	Minimum durasi <i>down-time</i>	Periodic Maintenance	7.000	5.000	3.000	1.000	0.200	0.125	2.000	1.000	3.000	0.143	0.167	7.000	7.000	0.143	1.071	Schedule Overhaul	Minimum durasi <i>down-time</i>	
		Periodic Maintenance	7.000	5.000	3.000	1.000	0.143	0.125	2.000	2.000	3.000	0.143	0.500	0.143	7.000	0.200	0.922	Condition-Based maintenance		
		Schedule Overhaul	0.200	0.200	0.333	0.143	0.125	0.111	0.333	0.250	0.333	0.143	5.000	0.143	7.000	0.143	0.310	Condition-Based maintenance		
<i>Durasi Trouble shooting</i>	Kemudahan memperbaiki	Periodic Maintenance	0.200	0.167	3.000	0.500	4.000	0.111	0.333	2.000	3.000	3.000	0.333	2.000	8.000	9.000	1.142	Schedule Overhaul	Kemudahan memperbaiki	<i>Durasi Trouble shooting</i>
		Periodic Maintenance	0.167	0.143	2.000	0.500	3.000	0.111	0.200	2.000	2.000	0.143	0.500	2.000	8.000	9.000	0.823	Condition-Based maintenance		
		Schedule Overhaul	0.143	0.125	0.125	0.143	1.000	0.111	0.200	1.000	0.333	0.200	0.500	0.143	7.000	9.000	0.393	Condition-Based maintenance		
	Kecepatan waktu perbaikan	Periodic Maintenance	0.143	0.333	0.143	0.333	0.500	0.500	3.000	5.000	3.000	6.000	0.143	0.143	7.000	7.000	0.875	Schedule Overhaul	Kecepatan waktu perbaikan	
		Periodic Maintenance	0.143	0.333	0.143	0.333	0.500	0.500	3.000	5.000	3.000	6.000	7.000	7.000	7.000	0.111	1.134	Condition-Based maintenance		



Kriteria	Sub Kriteria	Alternative	Responden														Geo mean	Alternative	Sub Kriteria	Kriteria
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14				
		Schedule Overhaul	0.125	0.500	0.125	0.143	0.250	0.333	0.333	1.000	0.333	6.000	7.000	7.000	7.000	0.143	0.661	Condition-Based maintenance		
Safety	Jaminan keselamatan pemeliharaan	Periodic Maintenance	0.333	1.000	5.000	1.000	6.000	0.143	3.000	2.000	3.000	0.167	0.143	6.000	0.143	7.000	1.097	Schedule Overhaul	Jaminan keselamatan pemeliharaan	Safety
		Periodic Maintenance	0.333	3.000	5.000	1.000	0.250	0.125	3.000	2.000	3.000	0.167	5.000	0.143	7.000	0.111	0.908	Condition-Based maintenance		
		Schedule Overhaul	0.333	3.000	0.111	0.143	0.250	0.125	0.333	0.250	0.333	0.167	6.000	0.143	7.000	7.000	0.517	Condition-Based maintenance		
	Minimum resiko biaya	Periodic Maintenance	3.000	0.333	7.000	2.000	3.000	3.000	0.333	2.000	2.000	0.143	0.167	0.143	2.000	3.000	1.092	Schedule Overhaul	Minimum resiko biaya	
		Periodic Maintenance	3.000	0.333	7.000	2.000	0.333	3.000	0.333	2.000	2.000	0.143	0.143	0.143	2.000	3.000	0.923	Condition-Based maintenance		
		Schedule Overhaul	0.500	1.000	5.000	1.000	2.000	0.143	3.000	0.250	0.333	0.125	0.125	0.125	1.000	0.111	0.484	Condition-Based maintenance		
Warehouse backup	Kemudahan mendapatkan spartpart	Periodic Maintenance	3.000	3.000	0.500	1.000	0.333	0.500	0.143	7.000	5.000	0.333	0.125	6.000	0.143	5.000	0.972	Schedule Overhaul	Kemudahan mendapatkan spartpart	Warehouse backup
		Periodic Maintenance	3.000	3.000	0.500	1.000	0.333	0.500	0.143	7.000	5.000	0.333	7.000	0.143	7.000	0.200	1.041	Condition-Based maintenance		
		Schedule Overhaul	3.000	3.000	1.000	1.000	0.200	0.200	7.000	1.000	1.000	1.000	6.000	0.143	7.000	7.000	1.395	Condition-Based maintenance		
	Manajemen spartpart yang terorganisir	Periodic Maintenance	3.000	2.000	5.000	1.000	3.000	0.143	0.333	2.000	2.000	3.000	2.000	0.143	0.200	0.500	1.028	Schedule Overhaul	Manajemen spartpart yang terorganisir	
		Periodic Maintenance	3.000	2.000	5.000	1.000	3.000	0.111	0.333	2.000	2.000	3.000	2.000	0.143	0.200	0.143	0.923	Condition-Based maintenance		

Kriteria	Sub Kriteria	Alternative	Responden														Geo mean	Alternative	Sub Kriteria	Kriteria
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14				
		Schedule Overhaul	3.000	2.000	0.125	0.143	0.200	0.111	0.143	0.333	0.333	1.000	1.000	0.143	0.143	0.143	0.318	Condition-Based maintenance		
Penerapan Prosedur Pemeliharaan	Kemudahan penerapan prosedur pemeliharaan	Periodic Maintenance	2.000	0.500	3.000	3.000	0.200	0.143	3.000	2.000	3.000	3.000	0.143	0.143	3.000	2.000	1.039	Schedule Overhaul	Kemudahan penerapan prosedur pemeliharaan	Penerapan Prosedur Pemeliharaan
		Periodic Maintenance	2.000	0.500	3.000	0.500	5.000	0.143	3.000	2.000	3.000	3.000	0.143	0.143	3.000	0.125	0.943	Condition-Based maintenance		
		Schedule Overhaul	0.143	1.000	1.000	0.143	1.000	0.143	1.000	2.000	0.333	0.333	0.143	0.143	1.000	0.125	0.386	Condition-Based maintenance		
	Kompleksitas prosedur pemeliharaan	Periodic Maintenance	3.000	3.000	5.000	0.143	3.000	0.125	0.143	3.000	2.000	0.250	0.500	0.143	5.000	7.000	1.018	Schedule Overhaul	Kompleksitas prosedur pemeliharaan	
		Periodic Maintenance	3.000	3.000	5.000	0.143	3.000	0.111	0.143	3.000	2.000	0.250	0.500	0.143	5.000	5.000	0.986	Condition-Based maintenance		
		Schedule Overhaul	1.000	1.000	0.125	1.000	1.000	0.111	0.143	1.000	1.000	0.250	1.000	0.143	0.143	7.000	0.505	Condition-Based maintenance		

Setelah diketahui nilai dari Geomean dari masing-masing alternative berpasangan, selanjutnya disusunlah sebuah matrik perbandingan alternative sesuai dengan Tabel 4.19 sampai dengan Tabel 4.32.

Data matriks perbandingan alternative pada Tabel 4.19 berasal dari nilai geomean pada Tabel 4.18. Dimana alternative yang dipasangkan mempunyai nilai geomean masing-masing. Pada alternative 'Periodic Maintenance' yang berpasangan dengan alternative 'Schedule Overhaul' mempunyai nilai geomean 1,003. Sehingga nilai inilah yang dimasukkan dalam Tabel 4.20 Matriks Perbandingan alternative "Kesesuaian hasil pemeliharaan". Begitu juga hal yang sama dapat dilakukan dalam menentukan matrik perbandingan alternative pada Tabel 4.20 sampai dengan Tabel 4.32.

Tabel 4. 19 Matriks Perbandingan alternative "Kesesuaian hasil pemeliharaan"

	Periodic Maintenance	Schedule Overhaul	Condition-Based maintenance
Periodic Maintenance	1.000	1.003	1.032
Schedule Overhaul	1.003	1.000	1.000
Condition-Based maintenance	1.032	1.000	1.000
Jumlah	<b>3.035</b>	<b>3.003</b>	<b>3.032</b>

Tabel 4. 20 Matriks Perbandingan alternative "Kemampuan memberikan perbaikan yang konsisten"

	Periodic Maintenance	Schedule Overhaul	Condition-Based maintenance
Periodic Maintenance	1.000	0.994	0.994
Schedule Overhaul	0.994	1.000	0.260
Condition-Based maintenance	0.994	0.260	1.000
Jumlah	<b>2.987</b>	<b>2.253</b>	<b>2.253</b>

Tabel 4. 21 Matriks Perbandingan alternative "Kecocokan biaya spartpart"

	Periodic Maintenance	Schedule Overhaul	Condition-Based maintenance
Periodic Maintenance	1.000	1.095	0.887
Schedule Overhaul	1.095	1.000	0.277
Condition-Based maintenance	0.887	0.277	1.000
Jumlah	<b>2.982</b>	<b>2.372</b>	<b>2.164</b>

Tabel 4. 22 Matriks Perbandingan alternative "Kecocokan biaya pekerja"

	Periodic Maintenance	Schedule Overhaul	Condition-Based maintenance
Periodic Maintenance	1.000	1.256	0.680
Schedule Overhaul	1.256	1.000	0.627
Condition-Based maintenance	0.680	0.627	1.000
Jumlah	<b>2.936</b>	<b>2.883</b>	<b>2.308</b>

Tabel 4. 23 Matriks Perbandingan alternative "Minimum frekuensi kerusakan"

	Periodic Maintenance	Schedule Overhaul	Condition-Based maintenance
Periodic Maintenance	1.000	1.399	0.475
Schedule Overhaul	1.399	1.000	0.165
Condition-Based maintenance	0.475	0.165	1.000
Jumlah	<b>2.874</b>	<b>2.563</b>	<b>1.640</b>

Tabel 4. 24 Matriks Perbandingan alternative "Minimum durasi downtime "

	Periodic Maintenance	Schedule Overhaul	Condition-Based maintenance
Periodic Maintenance	1.000	1.071	0.922
Schedule Overhaul	1.071	1.000	0.310
Condition-Based maintenance	0.922	0.310	1.000
Jumlah	<b>2.993</b>	<b>2.381</b>	<b>2.232</b>

Tabel 4. 25 Matriks Perbandingan alternative "Kemudahan memperbaiki"

	Periodic Maintenance	Schedule Overhaul	Condition-Based maintenance
Periodic Maintenance	1.000	1.142	0.823
Schedule Overhaul	1.142	1.000	0.393
Condition-Based maintenance	0.823	0.393	1.000
Jumlah	<b>2.965</b>	<b>2.535</b>	<b>2.216</b>

Tabel 4. 26 Matriks Perbandingan alternative "Kecepatan waktu perbaikan"

	Periodic Maintenance	Schedule Overhaul	Condition-Based maintenance
Periodic Maintenance	1.000	0.875	1.134
Schedule Overhaul	0.875	1.000	0.661
Condition-Based maintenance	1.134	0.661	1.000
Jumlah	<b>3.009</b>	<b>2.536</b>	<b>2.795</b>



Tabel 4. 27 Matriks Perbandingan alternative "Jaminan keselamatan pemeliharaan"

	Periodic Maintenance	Schedule Overhaul	Condition-Based maintenance
Periodic Maintenance	1.000	1.097	0.908
Schedule Overhaul	1.097	1.000	0.517
Condition-Based maintenance	0.908	0.517	1.000
Jumlah	<b>3.006</b>	<b>2.614</b>	<b>2.425</b>

Tabel 4. 28 Matriks Perbandingan alternative "Minimum resiko biaya"

	Periodic Maintenance	Schedule Overhaul	Condition-Based maintenance
Periodic Maintenance	1.000	1.092	0.923
Schedule Overhaul	1.092	1.000	0.484
Condition-Based maintenance	0.923	0.484	1.000
Jumlah	<b>3.015</b>	<b>2.576</b>	<b>2.407</b>

Tabel 4. 29 Matriks Perbandingan alternative "Kemudahan mendapatkan spartpart"

	Periodic Maintenance	Schedule Overhaul	Condition-Based maintenance
Periodic Maintenance	1.000	0.972	1.041
Schedule Overhaul	0.972	1.000	1.395
Condition-Based maintenance	1.041	1.395	1.000
Jumlah	<b>3.013</b>	<b>3.367</b>	<b>3.436</b>

Tabel 4. 30 Matriks Perbandingan alternative "Manajemen spartpart yang terorganisir"

	Periodic Maintenance	Schedule Overhaul	Condition-Based maintenance
Periodic Maintenance	1.000	1.028	0.923
Schedule Overhaul	1.028	1.000	0.318
Condition-Based maintenance	0.923	0.318	1.000
Jumlah	<b>2.951</b>	<b>2.346</b>	<b>2.242</b>

Tabel 4. 31 Matriks Perbandingan alternative "Manajemen spartpart yang terorganisir"

	Periodic Maintenance	Schedule Overhaul	Condition-Based maintenance
Periodic Maintenance	1.000	1.039	0.943
Schedule Overhaul	1.039	1.000	0.386
Condition-Based maintenance	0.943	0.386	1.000
Jumlah	<b>2.982</b>	<b>2.425</b>	<b>2.330</b>

Tabel 4. 32 Matriks Perbandingan alternative "Kompleksitas prosedur pemeliharaan"

	Periodic Maintenance	Schedule Overhaul	Condition-Based maintenance
Periodic Maintenance	1.000	1.018	0.986
Schedule Overhaul	1.018	1.000	0.505
Condition-Based maintenance	0.986	0.505	1.000
Jumlah	<b>3.004</b>	<b>2.524</b>	<b>2.491</b>

Selanjutnya menentukan prioritas alternative pada Tabel 4.33. Pertama mendefinisikan nilai perbandingan dari masing-masing elemen, lalu normalisasi nilai perbandingan yaitu dengan cara membagi setiap nilai elemen matriks perbandingan

berpasangan dari alternative dengan jumlah setiap kolom dari alternative pada Tabel 4.19. Pada kolom 'Periodic Maintenance' mempunyai nilai 1,000 akan di bagi dengan 3,035 sehingga di dapatkan nilai 0,329. Begitu juga pada baris kedua 1,003 di bagi dengan 3,035 sehingga di peroleh nilai 0,330 dan seterusnya. Hasil normalisasi kriteria tersebut dimasukkan pada sel yang bersesuaian dengan elemen normalisasi. Setelah melakukan normalisasi, selanjutnya melakukan perhitungan nilai Priority Vector kriteria dengan cara menghitung rata-rata setiap baris hasil normalisasi. Jumlah Bobot Priority 1,004 di bagi 3 (banyaknya alternative) sehingga di dapatkan Priority Vector nya 0,335. Nilai priority vector alternative ini ini merupakan bobot dari masing-masing kriteria seperti yang ditampilkan pada Tabel 4.33. Selanjutnya lakukan perhitungan perkalian matriks menggunakan fungsi MMULT di microsoft excel. Fungsi ini mengambil dua array (atau rentang sel) sebagai input dan mengembalikan array hasil perkalian matriks tersebut. MMULT sangat berguna untuk berbagai perhitungan yang melibatkan matriks, seperti menyelesaikan sistem persamaan linear atau melakukan operasi aljabar linear lainnya. Dengan fungsi MMULT Matriks x Priority pada baris pertama mempunyai nilai 1,012. Lakukan hal yang sama untuk mendapatkan nilai Matriks x Priority dengan fungsi MMULT untuk baris kedua dengan nilai 1,012. Langkah selanjutnya menghitung nilai konsistensi matriks yaitu didapatkan dari nilai matriks x priority dibagi dengan priority vecktor, yaitu 1,012 dibagi 0,335 sehingga diperoleh nilai konsistensi 3,024. Lakukan hal yang sama untuk mendapatkan nilai konsistensi untuk baris kedua, yaitu 1,012 dibagi 0,331 sehingga diperoleh nilai konsistensi 3,056. Setelah menyelesaikan matriks normalisasi, selanjutnya menghitung *Consistensi Rasio (CR)* kriteria. Pertama lakukan perhitungan principal eigenvector ( $\lambda_{max}$ ),  $\lambda_{max}$  adalah nilai maksimum dari matriks perbandingan berpasangan yang digunakan untuk mengukur konsistensi penilaian. Nilai ini dihitung dengan menjumlahkan hasil perkalian antara bobot total setiap kriteria dengan nilai *eigen vector* utama dari matriks tersebut dengan menggunakan rumus sesuai dengan persamaan 2.2. Sehingga diperoleh nilai  $\lambda_{max}$  3,035.

Setelah diketahui nilai  $\lambda_{max}$  selanjutnya lakukan perhitungan *Consistensi Indeks (CI)*. *Consistensi Indeks (CI)* adalah ukuran tingkat konsistensi dalam penilaian perbandingan berpasangan yang dilakukan dalam metode *Analytic Hierarchy Process (AHP)*. *Consistensi Indeks (CI)* digunakan untuk mengevaluasi apakah penilaian yang diberikan oleh pengambil

keputusan terhadap kriteria atau alternatif konsisten atau tidak. *Consistensi Indeks (CI)* dihitung dengan rumus sebagaimana tersaji dalam persamaan 2.3. Sehingga diperoleh nilai *Consistensi Indeks (CI)* 0,018.

Dan yang terakhir adalah perhitungan *Consistency Ratio (CR)* yaitu ukuran untuk menilai tingkat konsistensi dalam perbandingan berpasangan yang dilakukan oleh pengambil keputusan. *Consistency Ratio (CR)* yang rendah (biasanya kurang dari atau sama dengan 0.10 atau 10%) menunjukkan bahwa perbandingan yang dilakukan cukup konsisten dan dapat diterima, sedangkan *Consistency Ratio (CR)* yang tinggi menunjukkan adanya inkonsistensi yang perlu diperbaiki. *Consistency Ratio (CR)* dihitung dengan rumus sebagaimana tersaji pada persamaan 2.4. Nilai *Consistensi Indeks (CI)* 0,018 dibagi dengan nilai Random Index 0,580 (3 alternative) sehingga di peroleh nilai *Consistency Ratio (CR)* 0,031 hal ini menunjukkan bahwa perbandingan yang dilakukan cukup konsisten.

Tabel 4. 33 Normalisasi Matriks Alternative "Kesesuaian hasil pemeliharaan"

	Periodic Maintenance	Schedule Overhaul	Condition-Based maintenance	Bobot Priority	Priority Vecktor	Matriks x Priority	Konsistensi
Periodic Maintenance	0.329	0.334	0.340	1.004	0.335	1.012	3.024
Schedule Overhaul	0.330	0.333	0.330	0.993	0.331	1.012	3.056
Condition-Based maintenance	0.340	0.333	0.330	1.003	0.334	1.012	3.027
	1.000	1.000	1.000	3.000	1.000		
<b>Menghitung CR Kriteria</b>							
$\lambda_{max}$	3.035						
CI	0.018						
RI (3 Alternative)	0.580						
CR	0.031						

CR <= 0,1 maka matriks perbandingan berpasangan dapat dikatakan konsisten

$$\lambda_{maks} = \frac{\sum a}{n}$$

$\lambda_{max}$  = Jumlah nilai setiap kolom dari matriks  
n = Banyaknya Elemen

$$CI = \frac{(\lambda_{maks} - n)}{n - 1}$$

CI = Consistency Index  
 $\lambda_{max}$  = Eigen Value  
n = Banyaknya Elemen

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

CR = Consistency Ratio  
CI = Consistency Index  
RI = Random Consistency Index

#### 4.5. Pembahasan

Dalam penelitian yang dilakukan serta menetapkan tujuh kriteria yang digunakan, maka berdasarkan 14 responden puskesmas didapat hasil sebagai berikut serta didapatkan consistency ratio nya. Jika nilai *consistency ratio* (CR) < 0,1, maka perbandingan tersebut di anggap konsisten. Namun, jika nilai CR melebihi 0,1, maka perbandingan berpasangan harus diulang. Berdasarkan hasil pengolahan data, diperoleh bobot untuk setiap kriteria dan nilai *consistency ratio* seperti pada Tabel 4.34.

Tabel 4. 34 Priority Vecktor kriteria

KRITERIA	Priority Vecktor	CR
Kualitas	0.148	0.046
Biaya	0.163	
<i>Added Value</i>	0.103	
Durasi <i>Troubleshooting</i>	0.113	
<i>Safety</i>	0.169	
<i>Warehouse Backup</i>	0.184	
Penerapan Prosedur Pemeliharaan	0.120	

Berdasarkan data pada Tabel 4.34 dapat dilihat bahwa kriteria yang paling mempengaruhi dalam pemilihan pemeliharaan *preventive maintenance* pada elektrokardiogram adalah kriteria *Warehouse Backup* dengan bobot tertinggi sebesar 0,184. Selanjutnya terdapat kriteria *Safety* yang menjadi urutan kedua dalam mempengaruhi pemilihan pemeliharaan *preventive maintenance* pada elektrokardiogram yaitu dengan bobot sebesar 0,169. Dalam perhitungan bobot kriteria tersebut juga didapatkan nilai CR (*consistency ratio*) yaitu sebesar 0,046. Dengan demikian, data tersebut telah konsisten atau valid karena nilai CR < 0,1.

Analisis subkriteria secara keseluruhan dapat diperoleh melalui hasil pengolahan data subkriteria dari masing-masing kriteria. Dengan demikian, Tabel 4.35 menunjukkan rincian subkriteria secara keseluruhan. Berdasarkan pengolahan data yang telah dilakukan, maka dapat diketahui bahwa dari 14



subkriteria yang diperoleh dari masing-masing kriteria, terdapat bahwa yang mempengaruhi responden dalam memilih pemeliharaan elektrokardiogram yaitu subkriteria kemudahan mendapatkan spartpart dan manajemen spartpart yang terorganisir dengan bobot sebesar 0,092.

Tabel 4. 35 Bobot prioritas Subkriteria

Subkriteria	Bobot
Kesesuaian hasil pemeliharaan	0.074
Kemampuan memberikan perbaikan yang konsisten	0.074
Kecocokan biaya spartpart	0.082
Kecocokan biaya pekerja	0.082
Minimum frekuensi kerusakan	0.052
Minimum durasi downtime	0.052
Kemudahan memperbaiki	0.057
Kecepatan waktu perbaikan	0.057
Jaminan keselamatan pemeliharaan	0.084
Minimum resiko biaya	0.084
Kemudahan mendapatkan spartpart	0.092
Manajemen spartpart yang terorganisir	0.092
Kemudahan penerapan prosedur pemeliharaan	0.060
Kompleksitas prosedur pemeliharaan	0.060

Selanjutnya, didapatkan urutan prioritas alternatif pemilihan strategi pemeliharaan *preventive maintenance* pada elektrokardiogram, yaitu :

- Prioritas alternatif 1 (P1) diperoleh dari perkalian subkriteria “kesesuaian hasil pemeliharaan” dengan masing-masing alternatif sehingga di dapatkan nilai akhir  $P1=0.0740$  dengan rincian nilai akhir alternatif Periodic Maintenance = 0.0248, alternatif Schedule Overhaul = 0.0245, dan alternatif Condition-Based maintenance = 0.0248
- Prioritas alternatif 2 (P2) diperoleh dari perkalian subkriteria “Kemampuan memberikan perbaikan yang konsisten” dengan masing-masing alternatif sehingga di dapatkan nilai akhir  $P2=0.0740$  dengan rincian nilai akhir alternatif Periodic Maintenance = 0.0300, alternatif Schedule Overhaul = 0.0220, dan alternatif Condition-Based maintenance = 0.0220

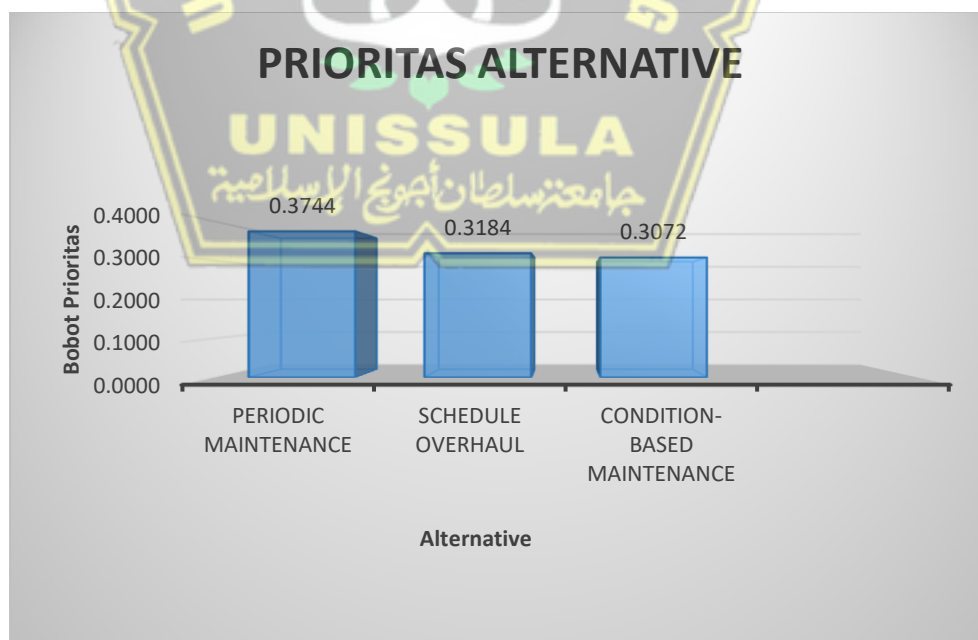
- Prioritas alternatif 3 (P3) diperoleh dari perkalian subkriteria “Kecocokan biaya spartpart” dengan masing-masing alternatif sehingga di dapatkan nilai akhir  $P3=0.0816$  dengan rincian nilai akhir alternatif Periodic Maintenance = 0.0328, alternatif Schedule Overhaul = 0.0249, dan alternatif Condition-Based maintenance = 0.0238
- Prioritas alternatif 4 (P4) diperoleh dari perkalian subkriteria “Kecocokan biaya pekerja” dengan masing-masing alternatif sehingga di dapatkan nilai akhir  $P4=0.0816$  dengan rincian nilai akhir alternatif Periodic Maintenance = 0.0291, alternatif Schedule Overhaul = 0.0285, dan alternatif Condition-Based maintenance = 0.0240
- Prioritas alternatif 5 (P5) diperoleh dari perkalian subkriteria “Minimum frekuensi kerusakan” dengan masing-masing alternatif sehingga di dapatkan nilai akhir  $P5=0.0515$  dengan rincian nilai akhir alternatif Periodic Maintenance = 0.0203, alternatif Schedule Overhaul = 0.0168, dan alternatif Condition-Based maintenance = 0.0144
- Prioritas alternatif 6 (P6) diperoleh dari perkalian subkriteria “Minimum durasi downtime” dengan masing-masing alternatif sehingga di dapatkan nilai akhir  $P6=0.0515$  dengan rincian nilai akhir alternatif Periodic Maintenance = 0.0206, alternatif Schedule Overhaul = 0.0157, dan alternatif Condition-Based maintenance = 0.0152
- Prioritas alternatif 7 (P7) diperoleh dari perkalian subkriteria “Kemudahan memperbaiki” dengan masing-masing alternatif sehingga di dapatkan nilai akhir  $P7=0.0567$  dengan rincian nilai akhir alternatif Periodic Maintenance = 0.0219, alternatif Schedule Overhaul = 0.0181, dan alternatif Condition-Based maintenance = 0.0167
- Prioritas alternatif 8 (P8) diperoleh dari perkalian subkriteria “Kecepatan waktu perbaikan” dengan masing-masing alternatif sehingga di dapatkan nilai akhir  $P8=0.0567$  dengan rincian nilai akhir alternatif Periodic Maintenance = 0.0205, alternatif Schedule Overhaul = 0.0174, dan alternatif Condition-Based maintenance = 0.0188

- Prioritas alternatif 9 (P9) diperoleh dari perkalian subkriteria “Jaminan keselamatan pemeliharaan” dengan masing-masing alternatif sehingga di dapatkan nilai akhir  $P9=0.0845$  dengan rincian nilai akhir alternatif Periodic Maintenance = 0.0317, alternatif Schedule Overhaul = 0.0271, dan alternatif Condition-Based maintenance = 0.0257
- Prioritas alternatif 10 (P10) diperoleh dari perkalian subkriteria “Minimum resiko biaya” dengan masing-masing alternatif sehingga di dapatkan nilai akhir  $P10=0.0845$  dengan rincian nilai akhir alternatif Periodic Maintenance = 0.0321, alternatif Schedule Overhaul = 0.0268, dan alternatif Condition-Based maintenance = 0.0256
- Prioritas alternatif 11 (P11) diperoleh dari perkalian subkriteria “Kemudahan mendapatkan spartpart” dengan masing-masing alternatif sehingga di dapatkan nilai akhir  $P11=0.0919$  dengan rincian nilai akhir alternatif Periodic Maintenance = 0.0283, alternatif Schedule Overhaul = 0.0314, dan alternatif Condition-Based maintenance = 0.0322
- Prioritas alternatif 12 (P12) diperoleh dari perkalian subkriteria “Manajemen spartpart yang terorganisir” dengan masing-masing alternatif sehingga di dapatkan nilai akhir  $P12=0.0919$  dengan rincian nilai akhir alternatif Periodic Maintenance = 0.0364, alternatif Schedule Overhaul = 0.0281, dan alternatif Condition-Based maintenance = 0.0274
- Prioritas alternatif 13 (P13) diperoleh dari perkalian subkriteria “Kemudahan penerapan prosedur pemeliharaan” dengan masing-masing alternatif sehingga di dapatkan nilai akhir  $P13=0.0598$  dengan rincian nilai akhir alternatif Periodic Maintenance = 0.0233, alternatif Schedule Overhaul = 0.0185, dan alternatif Condition-Based maintenance = 0.0180
- Prioritas alternatif 14 (P14) diperoleh dari perkalian subkriteria “Kompleksitas prosedur pemeliharaan” dengan masing-masing alternatif sehingga di dapatkan nilai akhir  $P14=0.0598$  dengan rincian nilai akhir alternatif Periodic Maintenance = 0.0226, alternatif Schedule Overhaul = 0.0187, dan alternatif Condition-Based maintenance = 0.0185

Sehingga bobot prioritas alternatif dapat tersaji dalam Tabel 4.36 serta diketahui urutan prioritas alternatif terangkum dalam Gambar 4.2. sehingga dapat diketahui urutan prioritas alternatif pemilihan strategi pemeliharaan *preventive maintenance* pada elektrokardiogram dari yang tertinggi hingga terendah secara berturut- turut yaitu Perawatan Berkala (*Periodic Maintenance*) sebesar 0,3744, lalu diikuti dengan Perawatan Perbaikan (*Schedule Overhaul*) sebesar 0,3184 dan yang terakhir adalah Perawatan Berbasis Kondisi (*Condition Based Maintenance*) sebesar 0,3072. Sehingga dengan adanya penentuan pemeliharaan yang tepat, maka diharapkan dapat mengurangi tingkat kerusakan pada elektrokardiogram dan mampu meningkatkan performa yang sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan serta dapat memberikan pemeliharaan yang optimal pada elektrokardiogram.

Tabel 4. 36 Bobot prioritas alternative

Alternatif	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	JUMLAH
Periodic Maintenance	0.0248	0.0300	0.0328	0.0291	0.0203	0.0206	0.0219	0.0205	0.0317	0.0321	0.0283	0.0364	0.0233	0.0226	<b>0.3744</b>
Schedule Overhaul	0.0245	0.0220	0.0249	0.0285	0.0168	0.0157	0.0181	0.0174	0.0271	0.0268	0.0314	0.0281	0.0185	0.0187	<b>0.3184</b>
Condition-Based maintenance	0.0248	0.0220	0.0238	0.0240	0.0144	0.0152	0.0167	0.0188	0.0257	0.0256	0.0322	0.0274	0.0180	0.0185	<b>0.3072</b>
	<b>0.0740</b>	<b>0.0740</b>	<b>0.0816</b>	<b>0.0816</b>	<b>0.0515</b>	<b>0.0515</b>	<b>0.0567</b>	<b>0.0567</b>	<b>0.0845</b>	<b>0.0845</b>	<b>0.0919</b>	<b>0.0919</b>	<b>0.0598</b>	<b>0.0598</b>	



Berdasarkan hasil *Analytical Hierarchy Process (AHP)* diketahui bahwa elektrokardiogram akan sangat tepat apabila dilakukan tindakan preventive maintenance dengan strategi perawatan berkala (*Periodic Maintenance*). Adapun dalam tindakan perawatan berkala pada elektrokardiogram dapat melakukan hal-hal sebagai berikut:

#### 1. Pembersihan dan Sanitasi

Pembersihan dan sanitasi rutin pada permukaan luar mesin EKG, elektroda, kabel, dan kabel sangat penting untuk mencegah penumpukan kotoran dan kuman. Disinfeksi peralatan membantu mengurangi risiko kontaminasi silang antar pasien dan menjaga lingkungan yang higienis di fasilitas pelayanan kesehatan [19].

##### Langkah-langkah Pembersihan dan Sanitasi EKG

###### a. Persiapan dan Pembersihan Awal

- Lepaskan Sambungan: Pastikan mesin EKG dan kabel sadapan dilepaskan dari sumber listrik sebelum memulai proses pembersihan.
- Lakukan Inspeksi: Periksa kabel dan unit EKG dari kerusakan fisik, seperti isolasi yang retak atau titik masuk cairan.
- Pembersihan Fisik: Lap permukaan unit utama, kabel, dan elektroda (jika dapat digunakan kembali) dengan kain lembut atau tisu sekali pakai yang dibasahi air hangat dan sabun atau deterjen non-kaustik yang diencerkan. Ini bertujuan menghilangkan kotoran, gel EKG, atau residu lain yang terlihat.
- Hindari Perendaman: Jangan sekali-kali merendam unit utama atau kabel EKG dalam cairan apa pun karena dapat merusak komponen elektrik di dalamnya.

###### b. Sanitasi (Disinfeksi)

Setelah pembersihan, proses sanitasi dilakukan untuk membunuh mikroorganisme:

- Gunakan Disinfektan yang rekomendasikan: Gunakan disinfektan standar rumah sakit yang kompatibel dengan bahan peralatan EKG



(misalnya, tisu alkohol 70%). Konsultasikan pedoman produsen untuk memastikan disinfektan yang digunakan aman dan efektif.

- Lap Permukaan: Seka seluruh permukaan luar unit EKG, kabel sadapan, dan klip elektroda dengan disinfektan. Pastikan semua area yang bersentuhan dengan pasien atau petugas medis terlap dengan baik.
- Waktu Kontak: Biarkan disinfektan mengering di udara sesuai waktu kontak yang direkomendasikan oleh produsen disinfektan untuk memastikan efektivitasnya

## 2. Pemeriksaan Kabel dan Lead EKG

Pemeriksaan kabel dan Lead EKG diperlukan untuk mengidentifikasi tanda-tanda keausan atau kerusakan. Kabel atau kabel EKG yang rusak dapat mengakibatkan kualitas sinyal yang buruk atau hilangnya sinyal selama perekaman.

Langkah-langkah pemeriksaan kabel dan lead EKG:

### a. Pembersihan

- Setelah setiap penggunaan: Bersihkan bagian luar mesin EKG, termasuk elektroda dan kabel, menggunakan disinfektan atau tisu basah kemasan.
- Protokol khusus: Ikuti protokol pembersihan sesuai dengan prosedur, terutama setelah kontak dengan bahan infeksius.

### b. Pemeriksaan rutin

- Periksa secara berkala: Tinjau kondisi kabel dan lead secara teratur, termasuk tampilannya dan komponen penghubungnya.
- Periksa elektroda: Pastikan elektroda berkualitas baik, tidak terlalu kering, dan dapat digunakan dengan baik.
- Ganti yang rusak: Segera identifikasi dan ganti kabel yang rusak, tua, atau aus karena dapat memengaruhi konduktivitas dan kualitas sinyal.

### c. Penyimpanan

- Penyimpanan yang benar: Simpan kabel di tempat yang datar, kering, dan terhindar dari kelembapan, panas, atau tekanan yang berlebihan

untuk memperpanjang usianya.

- Rapikan setelah digunakan: Pastikan semua peralatan dirapikan setelah selesai digunakan.

### 3. Perawatan Baterai

Untuk mesin EKG portabel atau bertenaga baterai, perawatan baterai rutin sangatlah penting. Memastikan baterai terisi daya dan berfungsi dengan baik membantu mencegah pemadaman listrik tak terduga selama prosedur kritis dan memastikan operasi yang berkelanjutan.

Tindakan yang dilakukan saat perawatan baterai EKG meliputi:

- Periksa tegangan baterai menggunakan multimeter (Voltmeter) untuk memastikan baterai terisi penuh atau memiliki daya yang cukup untuk prosedur pemeriksaan. Hindari pengisian daya berlebih (overcharging) yang dapat merusak baterai.
- Lakukan pemeriksaan fisik: Periksa kondisi fisik baterai dan konektor baterai secara visual untuk mendeteksi tanda-tanda kerusakan, korosi, atau kebocoran.
- Penyimpanan yang Tepat: Jika memiliki baterai cadangan, simpan di tempat yang sejuk dan kering. Hindari suhu ekstrem yang dapat merusak baterai.
- Pengujian Fungsi Alarm: Jika alat EKG dilengkapi dengan alarm daya listrik-rugi (power-loss alarm), operasikan unit dengan daya baterai selama beberapa menit untuk memeriksa apakah baterai telah terisi dan dapat menyimpan daya dengan baik, serta memastikan alarm berfungsi.
- Penjadwalan Penggantian Baterai: Jika monitor EKG sering digunakan, disarankan untuk menjadwalkan penggantian baterai secara tahunan atau sesuai rekomendasi produsen untuk memastikan kinerja optimal.

### 4. Pembaruan Perangkat Lunak

Memperbarui perangkat lunak mesin EKG sangat penting untuk memastikan perangkat tersebut menjalankan firmware dan fitur terbaru. Pembaruan perangkat lunak sering kali mencakup perbaikan bug, peningkatan keamanan, dan peningkatan fungsionalitas, yang meningkatkan kinerja dan keandalan

mesin secara keseluruhan.

Berikut adalah langkah-langkah dan hal-hal yang dilakukan selama proses tersebut:

- Penjadwalan Waktu Henti: Proses ini direncanakan pada waktu yang tidak mengganggu operasional klinis karena perangkat tidak dapat digunakan selama pembaruan.
- Lakukan Pencadangan Data: Sangat disarankan untuk mencadangkan data atau konfigurasi perangkat untuk mencegah kehilangan data pasien atau pengaturan penting.
- Memastikan Daya Stabil: Perangkat harus terhubung ke sumber listrik yang stabil dan tidak terputus selama proses pembaruan untuk menghindari kerusakan perangkat lunak ( *corrupted software* ).
- Tidak Menggunakan Perangkat: Perangkat EKG tidak boleh digunakan untuk merekam EKG pasien selama proses instalasi atau pembaharuan berlangsung.
- Mematuhi Instruksi Pabrikan: Pengguna atau teknisi harus mengoperasikan produk hanya sesuai dengan prosedur keselamatan dan petunjuk operasi yang disediakan oleh pabrikan.
- Lakukan Verifikasi Instalasi: Setelah pembaruan selesai, lakukan memverifikasi bahwa versi perangkat lunak yang baru telah berhasil diinstal.
- Lakukan Pengujian Kinerja: Pengujian kinerja dan fungsionalitas dilakukan untuk memastikan semua fitur EKG bekerja dengan benar.

#### 5. Penggantian Gel Elektroda

Gel elektroda yang digunakan dalam perekaman EKG dapat mengering seiring waktu, yang menyebabkan konduktivitas sinyal yang buruk. Mengganti gel elektroda secara teratur memastikan kualitas sinyal yang optimal dan mengurangi kemungkinan artefak perekaman.

Melakukan pemeriksaan keamanan kelistrikan secara berkala merupakan aspek mendasar dari perawatan mesin EKG. Pemeriksaan ini membantu

mengidentifikasi potensi masalah kelistrikan dan memastikan kepatuhan terhadap standar keselamatan. Langkah-langkah berikut menguraikan komponen utama pemeriksaan keamanan kelistrikan [20]:

1. Periksa Kabel dan Steker Daya

Periksa kabel dan steker daya secara berkala untuk melihat tanda-tanda keausan, kerusakan, atau keretakan. Kabel daya yang rusak dapat menimbulkan bahaya kelistrikan dan harus segera diganti.

2. Keutuhan Pentanahan

Pastikan mesin EKG ditanahkan dengan benar untuk mencegah sengatan listrik. Pentanahan yang salah dapat menyebabkan ketidakstabilan listrik dan membahayakan keselamatan pasien.

3. Periksa Sambungan Listrik

Periksa semua sambungan listrik, termasuk kabel utama, untuk sambungan yang longgar atau berkarat. Kencangkan semua sambungan dengan erat untuk menjaga transmisi sinyal tetap stabil.

4. Verifikasi Integritas Sekring

Periksa integritas sekring dan pemutus arus pada mesin EKG. Ganti sekring yang putus atau pemutus arus yang trip dengan pengganti yang sesuai untuk mencegah kerusakan peralatan.

5. Periksa Komponen Internal

Jika memungkinkan, lakukan pemeriksaan internal terhadap komponen-komponen mesin EKG. Perhatikan tanda-tanda panas berlebih, perubahan warna, atau terbakar, yang dapat mengindikasikan potensi masalah kelistrikan.

6. Label dan Tanda Keselamatan

Pastikan semua label dan tanda keselamatan pada mesin EKG terbaca dan utuh. Label ini memberikan informasi penting tentang tindakan pencegahan dan peringatan keselamatan.

## 7. Uji Fungsionalitas Pemutusan Darurat:

Pastikan fitur pemutus darurat pada mesin EKG berfungsi dan dapat diakses. Pemutusan darurat memungkinkan pemutusan daya segera jika terjadi keadaan darurat.

Manfaat perawatan berkala (*Periodic Maintenance*):

### 1. Hasil Diagnostik yang Andal

Perawatan dan kalibrasi rutin memastikan mesin EKG memberikan hasil diagnostik yang konsisten dan akurat. Tenaga kesehatan dapat mengandalkan pembacaan EKG untuk membuat keputusan yang tepat tentang perawatan dan rencana perawatan pasien.

### 2. Umur Peralatan yang Lebih Panjang

Perawatan rutin dapat memperpanjang umur mesin EKG dengan mencegah keausan dini. Perawatan yang tepat dan penggantian komponen yang tepat waktu dapat mencegah kerusakan besar dan mengurangi kebutuhan akan perbaikan yang mahal.

### 3. Keselamatan Pasien

Perawatan dan kalibrasi rutin berkontribusi pada keselamatan pasien dengan mengurangi risiko kesalahan diagnosis akibat peralatan yang rusak. Pembacaan EKG yang akurat memfasilitasi intervensi yang tepat waktu dan perawatan yang tepat, sehingga meningkatkan luaran pasien.

### 4. Kepatuhan terhadap Standar Kualitas

Memelihara dan mengkalibrasi mesin EKG sesuai dengan rekomendasi produsen dan standar industri memastikan kepatuhan terhadap peraturan kualitas dan keselamatan di lingkungan pelayanan kesehatan.



## **BAB V**

### **KESIMPULAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil pengolahan data dan analisa yang dilakukan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Terdapat 7 kriteria dalam menentukan *Preventive Maintenance* pada alat Elektrokardiogram antara lain kualitas, biaya, *added value*, durasi *troubleshooting*, *safety*, *warehouse backup* dan penerapan prosedur pemeliharaan. Sedangkan 14 subkriteria yang digunakan adalah Kesesuaian hasil pemeliharaan, Kemampuan memberikan perbaikan yang konsisten, Kecocokan biaya sparepart, Kecocokan biaya pekerja, Minimum frekuensi kerusakan, Minimum durasi downtime, Kemudahan memperbaiki, Kecepatan waktu perbaikan, Jaminan keselamatan pemeliharaan, Minimum risiko bahaya, Kemudahan mendapat Sparepart, Manajemen sparepart terorganisir, Kemudahan penerapan prosedur pemeliharaan dan Kompleksitas prosedur pemeliharaan
2. Metode *Analytical Hierarchy Process (AHP)* dapat digunakan dalam menentukan *Preventive Maintenance* pada alat Elektrokardiogram. Hal ini berdasarkan hasil penelitian didapatkan nilai bobot prioritas alternatif tertinggi adalah Perawatan Berkala (*Periodic Maintenance*) sebesar 0,3744, lalu diikuti dengan Perawatan Perbaikan (*Schedule Overhaul*) sebesar 0,3184 dan yang terakhir adalah Perawatan Berbasis Kondisi (*Condition Based Maintenance*) sebesar 0,3072. Penelitian ini diharapkan mampu menjadi solusi yang efektif *Preventive Maintenance* Elektrokardiogram.

#### **5.2 Saran**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Kriteria dan subkriteria dari hasil penelitian dapat digunakan dalam pemilihan strategi pemeliharaan *preventive maintenance* pada elektrokardiogram.
2. Instansi terkait dalam hal ini Dinas Kesehatan dapat mempertimbangkan hasil penelitian yang menggunakan *Analytical Hierarchy Process (AHP)* untuk digunakan dalam strategi pemeliharaan *preventive maintenance* pada elektrokardiogram.



## Daftar Pustaka

- [1] IKATEMI, *Keputusan Ketua Umum Ikatan Elektromedis Indonesia Nomor 1 Tahun 2018 Tentang Kelompok Alat Elektromedik*. 2018. [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gde.2016.09.008>
- [2] Fa. Susi Herminingsih, dr., Sp.JP(K), FIHA, *Buku Elektrokardigrafi "Metode Pembelajaran Praktis."* 2021.
- [3] Kemenkes RI, "Pedoman Pengelolaan Peralatan Kesehatan Di Fasilitas Pelayanan Kesehatan," *Direktorat Jenderal Bina Upaya Kesehat.*, p. hlm. 10, 2015.
- [4] A. K. Siregar, S. Sijabat, F. Priyulida, and H. Dabukke, "Analisa Sistem Pemeliharaan Dan Perbaikan Alat Elektrocardiograph," *J. Mutiara Elektromedik*, vol. 6, no. 2, pp. 64–70, 2022, doi: 10.51544/elektromedik.v1i2.3585.
- [5] W. Wirson and I. Krisnadi, "Management Strategi Electronic Preventive Maintenance dengan Metode SWOT untuk Monitoring Standar Pelayanan Peralatan Medik di RSAB. Harapan Kita," *J. Telekomun. dan Komput.*, vol. 9, no. 1, p. 23, 2019, doi: 10.22441/incomtech.v9i1.5677.
- [6] A. Pujitresnani and M. Mulyatno, "Analisis Indeks Preventive Maintenance Peralatan Medis Ruang Intensive Care Unit Menggunakan Model Kano dan Quality Function Deployment," *J. Ilm. Kesehat.*, vol. 13, no. 2, pp. 208–215, 2021, doi: 10.37012/jik.v13i2.538.
- [7] S. Metere, Y. Dewi Kristianti, and O. Zenita Siti Fatimah, "Performance In House Maintenance Peralatan Medis Terhadap Kepuasan Penggunaan Alat Medis Menggunakan Kanos Model dan Quality Function Development (studi kasus RS X Jakarta Pusat)," *Prof. Heal. J.*, vol. 5, no. 1, pp. 9–20, 2023, doi: 10.54832/phj.v5i1.461.
- [8] H. GÜÇDEMİR and M. A. ILGIN, "A Clustering-based Approach for Maintenance Prioritization of Medical Devices in a New Hospital," *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilim. Enstitüsü Derg.*, vol. 28, no. 3, pp. 993–1001, 2023, doi: 10.53433/yyufbed.1294093.
- [9] F. R. Sitinjak and F. T. R. Silalahi, "Analisis Strategi Pemeliharaan Preventive Maintenance Excavator Menggunakan Pendekatan Analytical Hierarchy Process (AHP) dan Analisis Sensitivitas," *J. Integr. Syst.*, vol. 6, no. 2, pp. 226–242, 2023, doi: 10.28932/jis.v6i2.7633.

- [10] Menteri Kesehatan Republik Indonesia, “Standar Pelayanan Elektromedik,” *Menteri Kesehat. Republik Indones.*, no. 1995, pp. 1–46, 2016, [Online]. Available: <http://ditjenpp.kemenumham.go.id/arsip/bn/2016/bn1995-2016.pdf>
- [11] Permenkes, *Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 54 Tahun 2015 tentang Pengujian dan Kalibrasi Alat Kesehatan*. 2015.
- [12] A. Markets and M. E. Markets, “What Is an ECG Machine ? The Key Components of ECG Machine : Main Unit | The Heartbeat Interpreter Electrodes and Leads | Capturing Heart Activity Display Screen | Visualizing the Heart ’ s Dance How Does It Work ?,” no. November, pp. 23–26, 2025.
- [13] Bionet, “Cardiocare 2000 Operation Manual,” 2018, [Online]. Available: [https://www.bionetus.com/wp-content/file/2018/01/CardioCare2000\\_ECG\\_EKG\\_User\\_Manual.pdf](https://www.bionetus.com/wp-content/file/2018/01/CardioCare2000_ECG_EKG_User_Manual.pdf)
- [14] M. Hussain, M. M. Ajmal, M. Khan, and H. Saber, “Competitive priorities and knowledge management: An empirical investigation of manufacturing companies in UAE,” *J. Manuf. Technol. Manag.*, vol. 26, no. 6, pp. 791–806, 2015, doi: 10.1108/JMTM-03-2014-0020.
- [15] F. S. Hillier, C. C. Price, and S. F. Austin, *76-Models , Methods , Concepts & Applications of the Analytic Hierarchy Process Second Edition*, vol. 175.
- [16] Ifwadh Hakim, “TECHNIQUE OF ORDER PREFERENCE BY SIMILARITY TO IDEAL SOLUTION (TOPSIS) (Studi Kasus: CV. Bahana Raya),” no. 31601800043, 2023.
- [17] H. Taherdoost, “Decision Making Using the Analytic Hierarchy Process ( AHP ); A Step by Step Approach Hamed Taherdoost To cite this version : HAL Id : hal-02557320 Decision Making Using the Analytic Hierarchy Process ( AHP ); A Step by Step Approach,” *J. Econ. Manag. Syst.*, vol. 2, no. International, pp. 244–246, 2017, [Online]. Available: <http://www.iaras.org/iaras/journals/ijems>
- [18] T. M. Justin, “Maintenance Strategy and Decision Making Using Analytic Hierarchy Process (AHP) Method,” *Civ. Environ. Eng.*, vol. 11, no. 9, pp. 1–5, 2021.
- [19] R. M. Procedures, “Maintenance and calibration of ECG machines,” *MedicalSearch*, pp. 1–8, 2023.
- [20] ISO 22412, “International Standard International Standard,” *61010-1 © Iec2001*, p. 13, 2017.

