

# SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PENENTUAN PEMELIHARAAN PADA MESIN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA DIESEL DAN GAS (PLTDG) MENGGUNAKAN METODE FUZZY-AHP (STUDI KASUS PT. INDONESIA POWER UNIT PEMBANGKIT BALI)

I Gusti Arya Mahasastrawan<sup>1)</sup> I Nyoman Yudi Anggara Wijaya<sup>2)</sup> Ida Bagus Kresna Sudiatmika<sup>3)</sup>  
Program Studi Teknik Informatika<sup>1)2)3)</sup>  
Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer (STMIK) Primakara, Denpasar, Bali <sup>1) 2) 3)</sup>  
rahdeapel@gmail.com<sup>1)</sup> inyomanyudi@primakara.ac.id<sup>2)</sup> kresna@primakara.ac.id<sup>3)</sup>

## ABSTRACT

*This study aims to assist the CBM (Condition Based Maintenance) division in determining maintenance decisions for power plant machines, especially in measuring engine data tribology. This system is used to facilitate data processing in determining the decision to do or not to maintenance the machine. The method used for data processing uses the method Fuzzy-AHP (Analytical hierarchy Process). The results of this study indicate that the application of the decision support system used to determine the maintenance of this power plant machines, has been able to perform calculations using the method Fuzzy-AHP (Analytical Hierarchy Process) faster than manual calculations so that it can be more efficient and have a more accurate level of accuracy.*

**Keywords:** *decision support system, Fuzzy-AHP, machines maintenance.*

## ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk membantu divisi CBM (*Condition Based Maintenance*) dalam penentuan keputusan pemeliharaan mesin pembangkit listrik khususnya pada pengukuran mesin *tribology*. Sistem ini digunakan untuk mempermudah pengolahan data dalam menentukan keputusan dilakukan atau tidaknya pemeliharaan mesin. Metode yang digunakan untuk proses pengolahan data menggunakan metode *Fuzzy-AHP (Analytical Hierarchy Process)*. Hasil penelitian ini menunjukkan aplikasi sistem pendukung keputusan yang digunakan untuk menentukan pemeliharaan mesin pembangkit listrik ini, sudah dapat melakukan perhitungan dengan metode *Fuzzy-AHP* () lebih cepat dibandingkan perhitungan secara manual sehingga bias lebih efisien dan tingkat keakuratan yang lebih akurat.

**Kata kunci:** sistem pendukung keputusan, *Fuzzy-AHP*, pemeliharaan mesin.

## PENDAHULUAN

PT. Indonesia Power merupakan sebuah perusahaan yang bergerak di bidang kelistrikan dan merupakan perusahaan besar yang berperan penting dalam kemajuan Indonesia. Menjaga agar kualitas listrik tetap baik, PT. Indonesia Power memiliki divisi untuk melakukan *monitoring* pemeliharaan kondisi dari masing-masing mesin, yaitu divisi CBM (*Condition Based Maintenance*). Divisi CBM (*Condition Based Maintenance*) memiliki peran penting dalam pemeliharaan dari setiap mesin salah satunya adalah keefektifitasan untuk memilih langkah yang tepat melakukan pemeliharaan mesin. Mencapai keefektifitasan, CBM melakukan *monitoring* dan pendataan secara rutin terhadap kondisi-kondisi mesin serta melakukan analisa grafik untuk mendapatkan hasil yang dapat menentukan pemeliharaan apa yang akan dilaksanakan untuk meningkatkan kinerja mesin.

Sistem analisa pemeliharaan pada PT. Indonesia Power Unit Pembangkit Bali dilakukan oleh *staff* divisi CBM dengan menganalisa data tribology, proses analisa dilakukan dengan cara analisa manual, sehingga diperlukannya ketelitian dalam proses analisa untuk hasil yang akurat. Hasil keputusan analisa yang dilakukan harus di laporkan kepada divisi *technical service*, dan berbagai pihak dalam jangka waktu satu bulan sekali untuk menentukan keputusan pemeliharaan yang akan dilakukan, maka dalam penyajian data atau informasi dari kondisi-kondisi mesin dan penentuan keputusan pemeliharaan, dibutuhkan sistem yang dapat mengatasi permasalahan tersebut. Untuk memudahkan proses penginputan data, penyajian data, dan analisa data maka diperlukan sistem yang dapat diakses oleh banyak orang, salah satunya menggunakan sistem informasi *website*. Sistem Pendukung Keputusan (SPK) atau *Decision Support System* (DSS) merupakan salah satu bagian dari sistem informasi yang tepat digunakan untuk meningkatkan efektivitas dalam pengambilan keputusan serta dapat menyelesaikan permasalahan yang terjadi di

PT. Indonesia Power Unit Pembangkit Bali dengan cepat, tepat, dan akurat.

Terdapat beberapa metode yang bisa digunakan pada Sistem Pendukung Keputusan (SPK) untuk menyelesaikan keputusan dengan multi kriteria adalah metode AHP dan metode SAW. Dalam menentukan bobot kriteria atau prioritas dari masing masing kriteria, metode SAW tidak menyediakan perhitungan bobot dengan perbandingan berpasangan sedangkan pada metode AHP perhitungan bobot dengan perbandingan berpasangan sudah tersedia.

Pada penelitian ini penulis menggunakan metode *Fuzzy* yang digabungkan dengan metode *Analitycal Hierarchy Process* (AHP) atau *Fuzzy-AHP* dikarenakan apabila menggunakan SPK dengan metode *Fuzzy-AHP*, dapat membantu *staff* CBM dalam menentukan nilai bobot kriteria atau subkriteria yang bersifat subjektif, serta sistem pendukung keputusan dapat diselesaikan dengan baik menggunakan metode *Fuzzy-AHP*. Pemilihan metode *F-AHP* pada penelitian ini di karenakan pada metode AHP adalah metode pengambil keputusan multikriteria yang dapat menyelesaikan masalah kompleks dan memiliki perhitungan bobot dengan perbandingan berpasangan. Namun, AHP memiliki kelemahan pada permasalahan yang bersifat subjektif lebih banyak, maka metode AHP digabungkan dengan pendekatan konsep *fuzzy* [1].

## TINJAUAN PUSTAKA

### Pemeliharaan Mesin

Dalam perkembangannya, pemeliharaan awalnya didasarkan pada waktu tertentu yang disebut sebagai pemeliharaan periodik. Dengan adanya perkembangan pemeliharaan, pemeliharaan tidak hanya dilakukan pada waktu tertentu tetapi juga dilakukan atas dasar pengamatan data dan informasi yang menyangkut alat yang akan dipelihara yang disebut sebagai pemeliharaan prediktif [2].

a. Pemeliharaan Periodik

Pemeliharaan periodik adalah pemeliharaan alat menurut waktu tertentu berdasarkan buku petunjuk pabrik pembuat alat, untuk mesin diesel pembangkit listrik setiap 3.000 jam perlu dilakukan pembersihan ruang silinder (*top overhaul*).

b. Pemeliharaan Prediktif

Pemeliharaan prediktif adalah pemeliharaan yang mutakhir, pemeliharaan yang dilakukan atas dasar pengamatan data dan informasi yang menyangkut alat yang akan dipelihara. Besaran-besaran yang perlu diamati untuk menentukan pemeliharaan alat secara umum adalah ;

- Tahanan Isolasi
- Arus Beban Motor
- Suhu Air Pendingin
- Getaran dari Poros yang Berputar
- Tekanan Minyak Pelumas
- Kandungan Air
- Sinar Inframerah
- Partial Discharge
- Rekaman Arus dan Tegangan Switching
- Rekaman Frekuensi

Pemeliharaan mesin adalah salah satu kegiatan yang dilaksanakan guna menjaga kinerja dari mesin itu sendiri. Pemeliharaan yang dilaksanakan dapat berupa perbaikan mesin, pembersihan mesin, pergantian mesin atau suku cadang.

#### Sistem Informasi

Sistem informasi adalah sistem yang menyediakan informasi dengan cara sedemikian rupa sehingga bermanfaat bagi penerima [3]. Sistem informasi dapat diartikan sebagai seperangkat entitas seperti hardware, software, brainware yang berkaitan untuk menyediakan data yang diolah sehingga berguna dan bermanfaat bagi penerima data.

#### Sistem Pendukung Keputusan (SPK)

Sistem Pendukung Keputusan merupakan pengembangan dari Sistem

Informasi Manajemen terkomputerisasi yang bersifat interaktif dengan pemaikainya. Interaktif bertujuan untuk memudahkan integrasi antara berbagai komponen dalam proses pengambilan keputusan seperti prosedur, kebijakan, analisis, pengalaman, dan wawasan manajer dalam pengambilan keputusan yang lebih baik [4]. Sistem Pendukung Keputusan adalah sistem yang dapat membantu menyelesaikan permasalahan untuk mendapatkan keputusan dan memberikan solusi dari permasalahan yang terjadi dengan bantuan teknologi komputer.

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

Sistem informasi rekam medis atau *Analytical Hierarchy Process* (AHP) merupakan suatu model pendukung keputusan yang dikembangkan oleh Thomas L. Saaty [4]. Model pendukung keputusan ini menguraikan masalah multi alternatif atau multi kriteria yang kompleks menjadi suatu hirarki. Menurut Saaty, hirarki didefinisikan sebagai suatu representasi dari sebuah permasalahan yang kompleks dalam suatu struktur multi level dimana level pertama adalah tujuan, yang diikuti level alternatif, kriteria, sub kriteria, dan seterusnya kebawah hingga level terakhir dari alternatif. Dengan hirarki, suatu masalah yang kompleks dapat diuraikan ke dalam kelompok-kelompoknya yang kemudian diatur menjadi suatu bentuk hirarki sehingga permasalahan akan tampak lebih terstruktur dan sistematis [4]. Model ini sering digunakan sebagai metode pemecahan masalah alternatif dengan metode yang lain karena alasan sebagai berikut:

- a. Struktur yang berhirarki, sebagai konsekuensi dari kriteria yang dipilih, sampai pada subkriteria yang paling dalam.
- b. Memperhitungkan validitas sampai dengan batas toleransi inkonsistensi berbagai kriteria dan alternatif yang dipilih oleh pengambil keputusan.
- c. Memperhitungkan daya tahan output analisis sensitifitas pengambilan keputusan.

#### Teori Himpunan *Fuzzy*

*Fuzzy* dapat diartikan sebagai kabur atau samar-samar. Mengatasi ketidak jelasan pemikiran manusia, Zadeh pertama kali memperkenalkan teori himpunan fuzzy yang meninjau pada rasionalitas ketidakpastian karena ketidaktepatan atau ketidakjelasan [5]. Teori himpunan fuzzy mampu dalam mempresentasikan data yang tidak jelas. Himpunan fuzzy adalah kelas objek dengan kontinum nilai keanggotaan yang memiliki rentang nilai 0 hingga 1. *Fuzzy* dinyatakan dalam derajat dari suatu keanggotaan dan derajat dari kebenaran, maka sesuatu dapat dikatakan benar dan salah pada waktu yang sama.

#### Metode *Fuzzy*-AHP

Metode *Fuzzy*-AHP (F-AHP) adalah pengembangan dari metode AHP, digunakan untuk mengatasi kelemahan metode AHP dengan pendekatan konsep fuzzy [6]. Metode F-AHP menggunakan rasio *fuzzy* yang disebut *Triangular Fuzzy Number* (TFN) dan digunakan pada proses fuzzifikasi. TFN terdiri dari 3 fungsi keanggotaan, yaitu nilai terendah (l), nilai tengah (m), dan nilai tertinggi (u) [7].

## METODOLOGI PENELITIAN

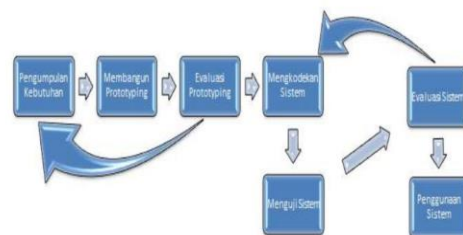
### Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan untuk Perancangan Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Pemeliharaan Pada Mesin Pembangkit Listrik Tenaga Diesel Dan Gas (PLTDG) Menggunakan Metode *Fuzzy*-AHP (Studi Kasus PT. Indonesia Power Unit Pembangkit Bali) adalah Metode Prototyping. *Prototyping* adalah proses iterative dalam pengembangan sistem dimana requirement diubah ke dalam sistem yang bekerja, yang rutin diperbaiki melalui kerjasama antara user dan analis [8]. Tahapan-tahapan prototyping adalah sebagai berikut [9]:

- Memenuhi kebutuhan pelanggan dan pengembang bersama-sama menentukan format perangkat lunak,

mengidentifikasi kebutuhan, dan menjelaskan sistem yang akan dibuat.

- Membangun *prototype* dengan membuat template temporer yang fokus pada layanan pelanggan.
- Evaluasi *prototype* dilakukan oleh klien untuk mengetahui apakah *prototype* yang dibuat sesuai dengan kebutuhan klien. Jika tidak sesuai *prototyping* ditinjau dengan mengulangi langkah 1,2 dan 3, jika sesuai maka dilanjutkan dengan langkah ke-4.
- Sistem pengkodean, *prototyping* yang sesuai diterjemahkan kedalam bahasa pemrograman yang sesuai.
- Pengujian, setelah sistem selesai dibuat, atau siap digunakan maka dilakukan proses pengujian sebelum digunakan.
- Evaluasi, klien melakukan evaluasi apakah sistem siap pakai memenuhi harapan, jika ya langkah 7 selesai, jika tidak ulangi langkah 4 dan 5.
- Penggunaan, sistem perangkat lunak yang diuji dan diterima oleh klien siap digunakan.



Gambar 1 Metode Prototyping  
Sumber : Buku Smart Conveyor Pada Outbound Dengan Arduino, 2020

#### Metode *Fuzzy*-AHP

Prosedur atau langkah-langkah metode *Fuzzy*-AHP [7]:

- a. Menyusun matriks perbandingan (Pairwise Matrix Comparison /PCM)
- b. Menghitung nilai Rasio Konsistensi (CR) dari hasil perhitungan PCM dengan syarat  $CR \leq 0,1$  dengan menggunakan rumus berikut:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

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

Dengan :

$CR = Consistency Ratio$

$CI = Consistency Index$

$IR = Index Ratio$

$\lambda_{max} =$  Nilai Eigen Maksimum

$n =$  Jumlah Elemen

- c. Mengubah hasil pembobotan PCM ke dalam bentuk bilangan TFN dengan menggunakan skala TFN.
- d. Menghitung nilai rata-rata geometris fuzzy dan bobot fuzzy dari setiap elemen.
- e. Proses defuzzifikasi terhadap seluruh elemen (kriteria & sub kriteria) dengan menggunakan metode Centre of Gravity (COG).
- f. Menentukan prioritas fuzzy untuk masing-masing alternatif pemeliharaan dengan menggunakan variabel linguistik.
- g. Mengintegrasikan bobot setiap kriteria / subkriteria dan nilai performansi fuzzy dengan perhitungan bilangan fuzzy untuk mendapatkan matriks fuzzy synthetic decision.

- h. Melakukan defuzzifikasi terhadap alternatif dengan menggunakan metode Centre of Gravity.

#### Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan dengan cara sebagai berikut :

##### 1. Wawancara

Wawancara adalah tahap pertama yang dilakukan penulis untuk mengetahui apakah permasalahan yang terjadi di lapangan, dengan cara melakukan wawancara langsung kepada *staff* divisi CBM.

##### 2. Dokumentasi

Penelitian dokumentasi ini didapat dari instansi Badan Usaha Milik Negara (BUMN), PT. Indonesia Power Unit Pembangkit Bali.

##### 3. Studi Kepustakaan

Studi Kepustakaan yang digunakan pada penelitian ini adalah jurnal, buku-buku, dan dokumen-dokumen yang terkait dengan metode ini.

#### Analisis Kebutuhan Perangkat Keras

Perangkat keras yang dibutuhkan dalam Perancangan Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Pemeliharaan Pada Mesin Pembangkit Listrik Tenaga Diesel Dan Gas (PLTDG) Menggunakan Metode Fuzzy-AHP (Studi Kasus PT. Indonesia Power Unit Pembangkit Bali), terdiri dari:

1. Intel® Core™ i5-7200U (2.5 GHz, up to 3.1 GHz, 3 MB cache, 2 cores)
2. 4 GB DDR4-2133 SDRAM (1 x 4 GB)
3. AMD Radeon™ R5 M430 Graphics (2 GB DDR3 dedicated)

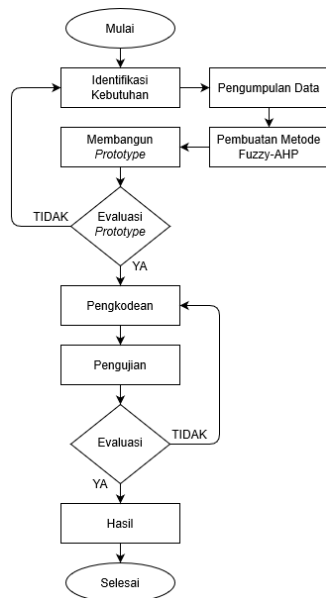
#### Analisis Kebutuhan Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang dibutuhkan dalam Perancangan Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Pemeliharaan Pada Mesin Pembangkit Listrik Tenaga Diesel Dan Gas (PLTDG) Menggunakan Metode Fuzzy-AHP (Studi Kasus PT. Indonesia Power Unit Pembangkit Bali), terdiri dari:

- a. *Php Native*
- b. *Visual Studio Code (Text Editor)*
- c. *XAMPP*
- d. *Microsoft Edge (Browser)*

**Alur Penelitian**

Berikut merupakan tahapan dari alur penelitian, dapat di lihat pada gambar 2.



Gambar 2 Alur Penelitian

Adapun penjelasan dari masing-masing alur penelitian ialah sebagai berikut:

1. Tahap pertama penulis mengidentifikasi masalah apa yang terjadi pada lapangan dan menentukan topik apa yang akan di ajukan.
2. Tahap kedua penulis melakukan pengumpulan data yang dibutuhkan pada penelitian ini dengan melakukan wawancara kepada *staff* divisi CBM.
3. Tahap ketiga penulis membuat perhitungan metode fuzzy-ahp, dengan memasukan data data yang sudah diperoleh sebelumnya.

4. Tahap keempat penulis mulai membuat prototype berupa template web (membuat halaman input dan output).
5. Tahap kelima, setelah prototype dibuat maka dilakukan evaluasi sistem oleh klien, apabila prototype sudah memenuhi kebutuhan klien maka akan dilanjutkan ke tahap selanjutnya jika tidak maka prototyping ditinjau dengan mengulangi tahap 1,2,3,4.
6. Tahap keenam, setelah hasil evaluasi memenuhi kebutuhan klien, maka penulis melakukan proses pengkodean berupa menejermahkan prototype yang disepakati kedalam bahasa pemrograman yang sesuai.
7. Tahap ketujuh setelah prototype menjadi sistem berbasis website yang siap digunakan, penulis melakukan pengujian sistem sebelum digunakan. Tes ini dilakukan dengan pengujian *Black Box Testing*.
8. Tahap kedelapan, dilakukannya evaluasi sistem oleh klien apakah sistem yang telah dibuat memenuhi harapan. Jika iya maka dilakukan tahap selanjutnya, jika tidak maka penulis akan mengulangi tahap 6 dan 7.
9. Tahap kesembilan sistem pendukung keputusan berbasis website siap digunakan.

**Desain Sistem**

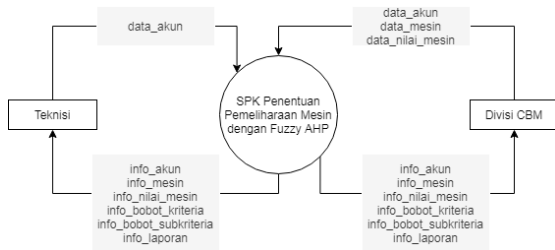
Perancangan yang menggunakan model *Data Flow Diagram* (DFD) atau diagram aliran data (DAD) adalah untuk mengilustrasikan bagaimana data mengalir melalui proses-proses yang saling tersambung pada Perancangan Pendukung Keputusan Penentuan Pemeliharaan Pada Mesin Pembangkit Listrik Tenaga Diesel Dan Gas (PLTDG) Menggunakan Metode Fuzzy-AHP (Studi Kasus PT. Indonesia Power Unit Pembangkit Bali).

Diagram Konteks

Diagram konteks merupakan diagram paling atas dari sistem informasi yang menggambarkan proses-proses yang terjadi pada sistem dalam bentuk diagram alir data (DAD). Untuk menyediakan berbagai informasi akan dijelaskan tahapan-tahapan proses melalui penggambaran diagram konteks, yaitu:

Diagram Konteks

Pada penelitian ini, penulis juga menggunakan diagram konteks untuk menggambarkan diagram aliran data yang hanya memuat satu proses dan menunjukkan sistem secara keseluruhan. Dapat dilihat pada gambar 3 untuk diagram konteksnya :



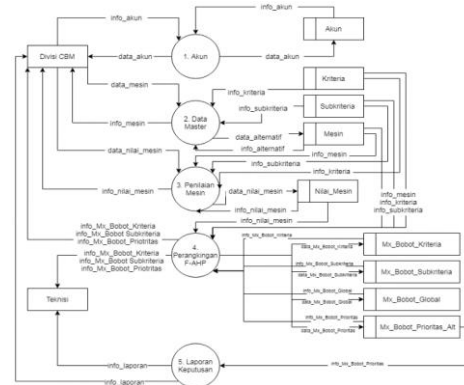
Gambar 3 Diagram konteks

Pada gambar diagram konteks diatas, sistem ini memiliki entitas divisi CBM dan Teknisi. Entitas yang dimaksud pada diagram konteks adalah yang memberikan sumber data ke sistem atau menerima info data dari sistem. Divisi CBM memberikan sumber data akun pengguna, data mesin, dan data nilai mesin ke sistem. Sedangkan teknisi menerima info rekomendasi pemeliharaan mesin berdasarkan nilai yang telah diinputkan dan diproses dengan perhitungan F-AHP.

DFD Level 1

Data flow diagram merupakan lanjutan dari diagram konteks, dimana DFD level 1 ini menggambarkan aliran data secara lebih detail.

DFD level 1 dapat dilihat pada gambar 4 dibawah ini:



Gambar 4 DFD level 1

Tabel 1 Proses DFD level 1

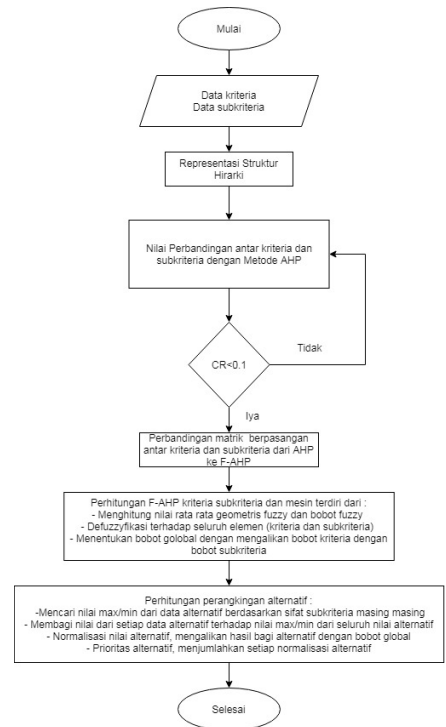
No. Proses	Nama	Deskripsi
1	Akun	Proses akun yang mengatur hak akses ke sistem.
2	Data Master	Proses pengelolaan data master yaitu, data kriteria, subkriteria dan data mesin.
3	Penilaian Mesin	Proses menginputkan data nilai mesin
4	Perangkingan F-AHP	Proses pengelolaan data yang diinputkan dengan perhitungan F-AHP
5	Laporan Keputusan	Proses pengelolaan keputusan pemeliharaan mesin beserta perangkingan nilai bobot

Tabel 2 Aliran data DFD level 1

data_akun	Data yang meliputi pengolahan data akun
data_mesin	Data yang meliputi pengolahan data mesin
data_nilai_mesin	Data yang meliputi pengolahan data nilai mesin
data_alternatif	Data yang meliputi pengolahan data alternatif
data_Mx_Bobot_Kriteria	Data yang meliputi pengolahan data nilai matriks perbandingan kriteria F-AHP
data_Mx_Bobot_Subkriteria	Data yang meliputi pengolahan data nilai matriks perbandingan subkriteria F-AHP
data_Mx_Bobot_Global	Data yang meliputi pengolahan data nilai matriks bobot global kriteria dan subkriteria
data_Mx_Bobot_Prioritas	Data yang meliputi pengolahan data nilai matriks bobot prioritas alternatif
info_akun	Informasi data akun
info_kriteria	Informasi data kriteria
info_subkriteria	Informasi data subkriteria
info_mesin	Informasi data mesin
info_nilai_mesin	Informasi data nilai mesin
info_alternatif	Informasi data alternative
info_Mx_Bobot_Kriteria	Informasi data nilai matriks perbandingan kriteria F-AHP
info_Mx_Bobot_Subkriteria	Informasi data nilai matriks perbandingan subkriteria F-AHP
info_Mx_Bobot_Global	Informasi data nilai matriks bobot global kriteria dan subkriteria
info_Mx_Bobot_Prioritas	Informasi data nilai matriks bobot prioritas alternatif
info_laporan	Informasi Laporan Hasil Keputusan

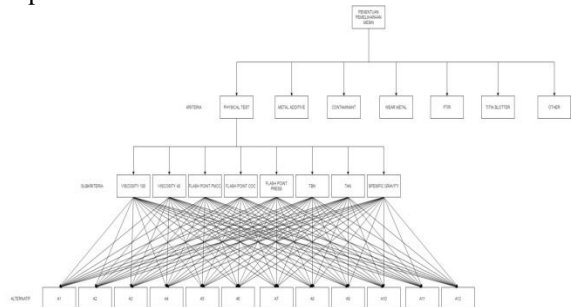
Analisa Metode *Fuzzy*-AHP

Analisa model F-AHP menjelaskan proses-proses yang terjadi untuk mencapai tujuan secara optimal. Adapun tahap analisa model dapat digambarkan ke dalam *flowchart* di bawah ini.



Gambar 5 Alur metode F-AHP

Representasi Struktur Hierarki



Gambar 6 Struktur hierarki pada kriteria physical test



Kriteria dan subkriteria penentuan pemeliharaan mesin terangkum pada tabel 3 berikut ini.

Tabel 3 Kriteria dan Subkriteria

No.	Kriteria	Subkriteria		
1	Physical Test	Viscosity at 100°C		
		Viscosity at 40°C		
		Flash Point PMCC		
		Flash Point COC		
		Flash Point Press		
		TBN		
		TAN		
		Specific Gravity		
		2	Metal Additive	Magnesium (Mg)
				Calcium (Ca)
Zinc (Zn)				
Molibdenum (Mo)				
Phosphorus (P)				
3	Contaminant	Natrium (Na)		
		Potasium (K)		
		Silicon (Si)		
		Nikel		
		Vanadium		

Tabel 3 Lanjutan

No	Kriteria	Subkriteria
4	Wear Metal	Iron (Fe)
		Copper (Cu)
		Chromium (Cr)
		Lead (Pb)
		Aluminium (Al)
		Tin (Sn)
		Perak (Ag)
5	FTIR	Titanium (Ti)
		Soot
		Oxidation
		Nitration
		Sulfation
		Fuel Dillution
		Water Content
6	Titik Blotter	Glycol
		Angka Demerit
		Indeks Kontaminasi
7	Other	Tingkat Keberhasilan Dispersant
		PQ Indeks
		Insolubles (Pentane)
		Insolubles (Toluene)
		Sulphated Ash

### 1. Penilaian Physical Test

Data penilaian ini diperoleh dari penilaian pengukuran mesin yang dilakukan divisi CBM. Penilaian physical test yang dinilai adalah viscosity 100, viscosity 40, flash point pmcc, flash point coc, flash point press/fall, TBN(*total based number*), TAN(*total acid number*), dan *specific gravity*.

### 2. Penilaian Metal Additive

Data penilaian ini diperoleh dari penilaian pengukuran mesin yang dilakukan divisi CBM. Penilaian metal additive yang dinilai adalah tingkat magnesium, calcium, zinc, molibdenium, phosphorus, boron, dan barium.

### 3. Penilaian Contaminant

Data penilaian ini diperoleh dari penilaian pengukuran mesin yang dilakukan divisi CBM. Penilaian contaminant yang dinilai adalah tingkat natrium, potassium, silicon, nikel, dan vanadium.

### 4. Penilaian Wear Metal

Data penilaian ini diperoleh dari penilaian pengukuran mesin yang dilakukan divisi CBM. Penilaian wear metal yang dinilai adalah tingkat iron, copper, lead, aluminium, tin, perak, dan titanium.

### 5. Penilaian FTIR

Data penilaian ini diperoleh dari penilaian pengukuran mesin yang dilakukan divisi CBM. Penilaian FTIR yang dinilai adalah tingkat soot, oxidation, nitration, sulfation, fuel dilution, water content, dan glycol.

### 6. Penilaian Titik Blotter

Data penilaian ini diperoleh dari penilaian pengukuran mesin yang dilakukan divisi CBM. Penilaian Titik Blotter yang dinilai adalah tingkat angka demerit, indeks kontaminasi, dan tingkat keberhasilan dispersant.

### 7. Penilaian Other

Data penilaian ini diperoleh dari penilaian pengukuran mesin yang dilakukan divisi CBM. Penilaian other yang dinilai

adalah pq indeks, insolubles (pentante), insolubles (toluene), dan sulphated ash.

Tahap identifikasi alternatif adalah mengidentifikasi mesin sebagai objek penilaian pemilihan pemeliharaan. Pada penelitian ini mengambil *sample* alternatif sebanyak dua belas mesin seperti pada tabel 4 berikut ini

Tabel 4 Alternatif

No	Alternatif	Deskripsi
1	Mesin 1	PLTDG Pesanggaran 1
2	Mesin 2	PLTDG Pesanggaran 2
3	Mesin 3	PLTDG Pesanggaran 3
4	Mesin 4	PLTDG Pesanggaran 4
5	Mesin 5	PLTDG Pesanggaran 5
6	Mesin 6	PLTDG Pesanggaran 6
7	Mesin 7	PLTDG Pesanggaran 7
8	Mesin 8	PLTDG Pesanggaran 8
9	Mesin 9	PLTDG Pesanggaran 9
10	Mesin 10	PLTDG Pesanggaran 10
11	Mesin 11	PLTDG Pesanggaran 11
12	Mesin 12	PLTDG Pesanggaran 12

### Perhitungan F-AHP Kriteria

Proses perhitungan F-AHP dimulai dari menghitung nilai sintesis *fuzzy*, *vector fuzzy*, nilai ordinat, bobot *vector fuzzy F-AHP*, dan normalisasi bobot sehingga akan menghasilkan bobot prioritas kriteria yang akan dikalikan dengan bobot prioritas kriteria, menghasilkan bobot global. Nilai perbandingan dari kriteria dapat dilihat pada gambar 8 dibawah ini.

Gambar 8 Tabel perbandingan kriteria dengan skala TFN

Untuk mencari nilai geometric mean adalah mengalikan setiap L,M,U pada setiap kriteria. Nilai dari geometric mean dari setiap kriteria dapat dilihat pada gambar 9 dibawah ini.

Kriteria	Geometric Mean		
Physical Test	1.91947	2.0914	2.24565
Metal Additive	1.42616	1.5449	1.64067
Contaminant	1.29171	1.3205	1.3459
Wear Metal	1.66851	1.7436	1.81145
FTIR	1	1.0492	1.10409
Titik Blotter	0.60951	0.6792	0.77417
Other	0.16824	0.1886	0.21528
Total	8.0836	8.6174	9.13721
Reverse	0.12371	0.116	0.10944
Increasing	0.10944	0.116	0.12371

Gambar 9 Tabel geometric mean dari kriteria

Untuk mencari nilai bobot fuzzy adalah mengalikan setiap L,M,U dari *geometric mean* terhadap hasil *increasing* setiap L,M,U kemudian dicari rata ratanya dan membagi rata-rata dari setiap kriteria dengan total rata-rata kriteria. Nilai dari bobot fuzzy dapat dilihat pada gambar 10 dibawah ini.

Kriteria	Fuzzy Weight			Mi	Normalized
Physical Test	0.21007	0.242693	0.277803162	0.24352	0.242308731
Metal Additive	0.15608	0.179272	0.202962978	0.17944	0.178544662
Contaminant	0.14137	0.153233	0.166497707	0.1537	0.152933258
Wear Metal	0.18261	0.202339	0.224089295	0.20301	0.201999493
FTIR	0.10944	0.121758	0.136583955	0.12259	0.121983824
Titik Blotter	0.06671	0.078815	0.095770319	0.08043	0.080029577
Other	0.01841	0.02189	0.026632296	0.02231	0.022200455
Total				1.00501	1

Gambar 10 Tabel bobot fuzzy dari kriteria

Perhitungan F-AHP Subkriteria

Mencari bobot global dari (kriteria dan subkriteria) maka dilakukan perhitungan bobot fuzzy subkriteria dari setiap kriteria. Adapun nilai bobot fuzzy dari setiap subkriteria dapat dilihat berturut-turut pada gambar dibawah ini.

Gambar 11 Tabel perbandingan TFN subkriteria dari kriteria physical test

Physical Test	Geometric Mean			
Viscosity at 100°C	0.7598	0.752	0.7439	
Viscosity at 40°C	0.7993	0.784	0.7711	
Flash Point	PMCC	0.7993	0.784	0.7711
	COC	0.7993	0.784	0.7711
	Press/Fall	0.7993	0.784	0.7711
TBN (Total Base Number)	4.796	5.43	6.0392	
TAN (Total Acid Number)	3.2237	3.632	4.0593	
Specific Gravity	0.1632	0.178	0.1982	
Total	12.1401	13.129	14.12503	
Reverse	0.08237	0.0762	0.070796	
Increasing	0.0708	0.076	0.0824	

Gambar 12 Tabel geometric mean subkriteria dari kriteria physical test

Physical Test	Fuzzy Weight			Mi	Normalized	
Viscosity at 100°C	0.0538	0.05726	0.0612737	0.0574	0.057006953	
Viscosity at 40°C	0.0566	0.05972	0.06351721	0.0599	0.05948796	
Flash Point	PMCC	0.0566	0.05972	0.06351721	0.0599	0.05948796
	COC	0.0566	0.05972	0.06351721	0.0599	0.05948796
	Press/Fall	0.0566	0.05972	0.06351721	0.0599	0.05948796
TBN (Total Base Number)	0.3395	0.41364	0.49745997	0.4169	0.413710664	
TAN (Total Acid Number)	0.2282	0.27662	0.33437341	0.2797	0.277612239	
Specific Gravity	0.0116	0.01359	0.01632616	0.0138	0.013718302	
Total				1.0077	1	

Gambar 13 Tabel bobot fuzzy subkriteria dari kriteria physical test

Perhitungan bobot global yaitu perkalian dari setiap bobot kriteria dengan bobot subkriteria, nilai dari bobot global dapat dilihat pada gambar 14 dibawah ini.

Kriteria	Subkriteria	Bobot Lokal Sub Kriteria	Bobot Global Kriteria	
Physical Test 0.242308731	Viscosity at 100°C	0.057006953	0.013813283	
	Viscosity at 40°C	0.05948796	0.014414452	
	Flash Point	PMCC	0.05948796	0.014414452
		COC	0.05948796	0.014414452
		FreezFall	0.05948796	0.014414452
	TBN(Total Base Number)	0.413710664	0.100245706	
	TAN(Total Acid Number)	0.277612239	0.067267869	
Specific Gravity	0.013718302	0.003324064		
Metal Additive 0.178544662	Magnesium (Mg)	0.191489362	0.034189403	
	Calcium (Ca)	0.191489362	0.034189403	
	Zinc (Zn)	0.191489362	0.034189403	
	Molibdenum (Mo)	0.021276536	0.003798823	
	Phosphorus (P)	0.191489362	0.034189403	
	Baran	0.021276536	0.003798823	
	Barium	0.191489362	0.034189403	
Contaminant 0.152933258	Natrium (Na)	0.282981784	0.043277326	
	Potassium (K)	0.296001783	0.045268517	
	Silican (Si)	0.296001783	0.045268517	
	Nikel	0.065760575	0.010056379	
	Vanadium	0.053254074	0.003061919	
Wear Metal 0.20199493	Iron (Fe)	0.180771887	0.036515829	
	Copper (Cu)	0.180771887	0.036515829	
	Chromium (Cr)	0.180771887	0.036515829	
	Lead (Pb)	0.185959397	0.037563744	
	Aluminium (Al)	0.152025862	0.030709147	
	Tin (Sn)	0.075662978	0.015283883	
	Perak (Ag)	0.022017951	0.004447615	
FTIR 0.121983824	Titanium (Ti)	0.022017951	0.004447615	
	Soot	0.160454228	0.01957282	
	Oxidation	0.164124288	0.020020508	
	Nitration	0.164124288	0.020020508	
	Sulfation	0.164124288	0.020020508	
	Fuel Dillution	0.164124288	0.020020508	
	Water Content	0.164124288	0.020020508	
Titik Blotter 0.080029577	Glycol	0.018924335	0.002308463	
	Angka Demerit	0.333333333	0.026676526	
	Indeks Kontaminasi	0.333333333	0.026676526	
Other 0.022200455	Dispersant	0.333333333	0.026676526	
	PQ Indeks	0.25	0.005550114	
	Inalublar (Pentane)	0.25	0.005550114	
	Inalublar (Toluene)	0.25	0.005550114	
	Sulphated Ash	0.25	0.005550114	

Gambar 14 Tabel bobot global

**Perhitungan Alternatif**

Nilai bobot dari alternatif diperoleh dari beberapa langkah, langkah pertama adalah membagi data alternatif dengan standar nilai maksimum (jika bersifat benefit) atau standar nilai minimum (jika bersifat cost) dari setiap subkriteria, langkah kedua adalah mengalikan hasil bagi dengan bobot global dari kriteria.

Pada kriteria physical test dan subkriteria viscosity bersifat benefit maka

standar nilai maksimum diketahui 16.87, dan data nilai viscosity 100 dan bobot alternatif mesin dapat dilihat pada tabel 5 dibawah ini.

Tabel 5 Tabel nilai viscosity 100 dan bobot alternatif

No	Nama Alternatif	Viscosity 100	Bobot
1	Mesin 1	13.43	0.796
2	Mesin 2	13.9	0.823
3	Mesin 3	14.04	0.832
4	Mesin 4	13.9	0.823
5	Mesin 5	14.17	0.839
6	Mesin 6	14.1	0.835
7	Mesin 7	14.1	0.835
8	Mesin 8	14.44	0.855
9	Mesin 9	14.52	0.860
10	Mesin 10	14.62	0.866
11	Mesin 11	14.45	0.856
12	Mesin 12	14.59	0.864

Tabel 6 Tabel nilai viscosity 100 setelah dinormalisasi

No	Bobot Awal	Viscosity 100	Bobot
1	0.796	0.01381	0.0109928
2	0.823	0.01381	0.0113656
3	0.832	0.01381	0.0114899
4	0.823	0.01381	0.0113656
5	0.839	0.01381	0.0115866
6	0.835	0.01381	0.0115314
7	0.835	0.01381	0.0115314
8	0.855	0.01381	0.0118076
9	0.860	0.01381	0.0118766
10	0.866	0.01381	0.0119595
11	0.856	0.01381	0.0118214
12	0.864	0.01381	0.0119318

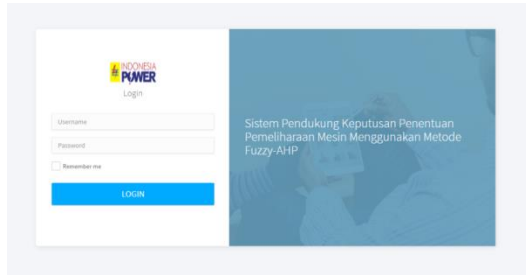
Dari tabel 6 diatas maka dapat disimpulkan nilai bobot tertinggi dari subkriteria viscosity adalah Mesin 10 dengan nilai 0.119595 maka pada mesin 10 harus dilakukan tindakan pemeliharaan lebih lanjut. Pada subkriteria lainnya juga dilakukan perhitungan ini untuk mencari bobot dari setiap alternatif kepada subkriteria, dan bobot setiap alternatif dari setiap subkriteria kemudian dijumlahkan sehingga mendapatkan bobot prioritas dari setiap alternatif.

**Pembahasan Sistem**

1. Halaman Login User

Pada halaman login user ini tersedia form username dan password yang bias digunakan user untuk masuk atau mengakses sistem. User dapat dibagi menjadi 2 CBM dan

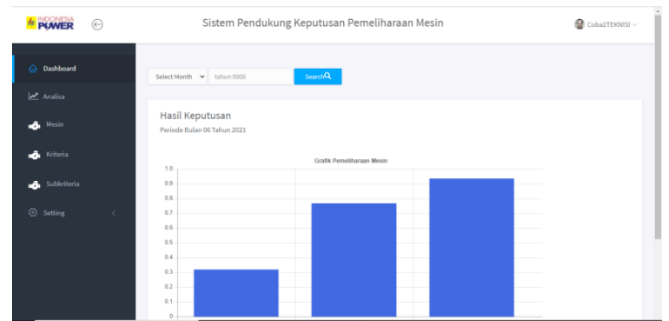
teknisi, untuk user dengan status teknisi hanya dapat melihat data mesin dan hasil perhitungan sistem pendukung keputusan, sedangkan user dengan status cbm dapat melakukan tambah,ubah,dan hapus data. Halaman login dari sistem dapat dilihat pada gambar 15



dibawah ini.

Gambar 15 Halaman *Login User*

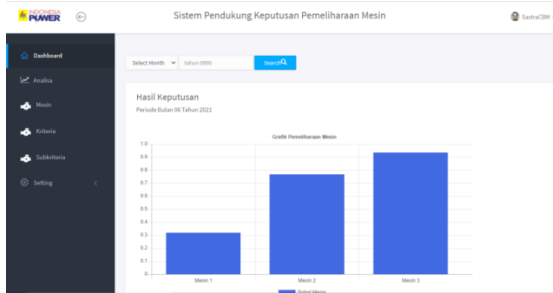
- 2. Halaman Dashboard
  - a. Halaman Dashboard User Teknisi



Gambar 16 Halaman dashboard user Teknisi

- b. Halaman Dashboard User CBM

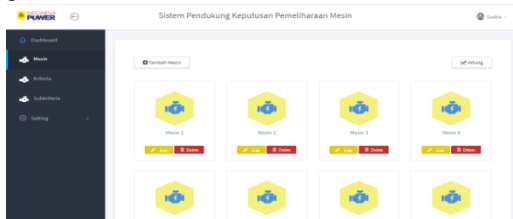
Pada halaman dashboard user dapat melihat hasil dari perhitungan sistem pendukung keputusan berupa grafik dan tabel. Halaman dashboard dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



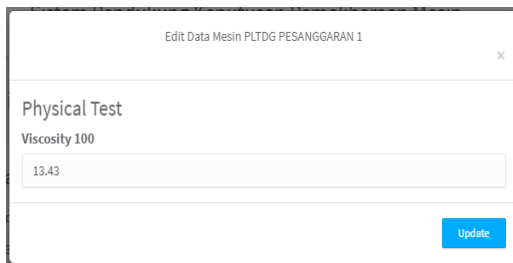
Gambar 17 Halaman dashboard user CBM

### 3. Halaman Mesin

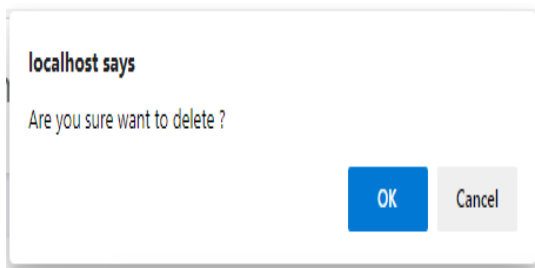
Pada Halaman ini disajikan data alternatif (mesin) berupa nama mesin dan deskripsi mesin. Pada halaman ini user cbm juga dapat melakukan tambah, ubah dan hapus data mesin. Halaman Mesin dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 18 Halaman mesin



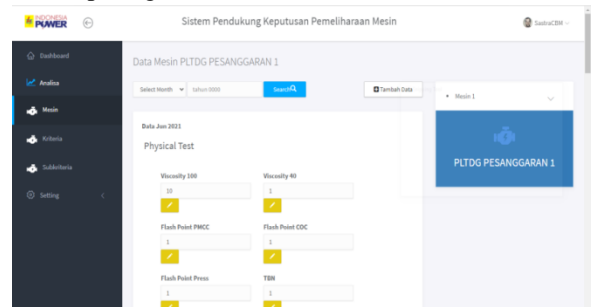
Gambar 19 Halaman edit mesin



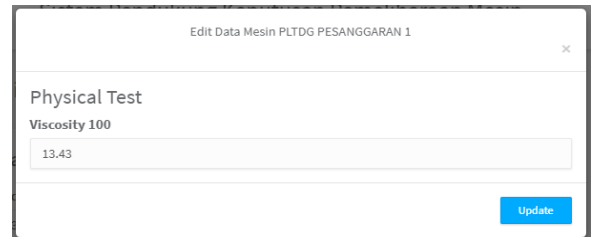
Gambar 20 Notifikasi tombol delete pada halaman mesin

### 4. Halaman Data Mesin

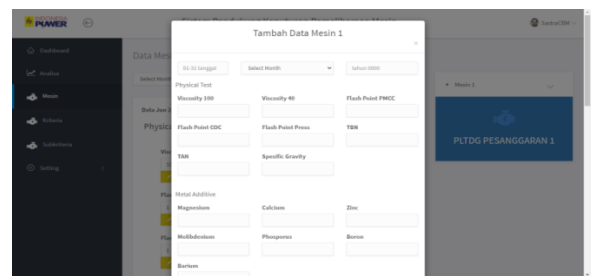
Pada halaman disajikan data mesin dari setiap kriteria dan subkriteria berdasarkan mesin yang dipilih pada halaman mesin sebelumnya. Pada halaman ini user cbm dapat melakukan ubah dan hapus data, sedangkan untuk menambahkan data bias dilakukan setelah penambahan mesin baru pada halaman mesin. Pada halaman ini user teknisi hanya dapat melihat data. Halaman data mesin dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 21 Halaman data mesin untuk user CBM



Gambar 22 Halaman edit data mesin untuk user CBM



Gambar 23 Halaman tambah data mesin untuk user CBM

### 5. Halaman Kriteria

Pada halaman ini user hanya dapat melihat nilai bobot kriteria dari proses perhitungan.

No	Nama Kriteria	Bobot
1	Physical Test	0.242051
2	Metal Additive	0.178796
3	Contaminant	0.133146
4	Wear Metal	0.202382
5	FTM	0.121944
6	Tsk Buffer	0.078983
7	Other	0.021929

Gambar 24 Halaman kriteria

### 6. Halaman Subkriteria

Pada halaman ini user hanya dapat melihat nilai bobot subkriteria dari proses perhitungan.

NO	Kriteria	Subkriteria	Bobot
1	Physical Test	Viscosity 330	0.056703
2	Physical Test	Viscosity 40	0.0091704
3	Physical Test	Flash Point PMCC	0.0091704
4	Physical Test	Flash Point CDC	0.0091704
5	Physical Test	Flash Point Press	0.0091704
6	Physical Test	TBN	0.43203
7	Physical Test	TAN	0.276111
8	Physical Test	Specific Gravity	0.0234707

Gambar 25 Halaman subkriteria

### 7. Halaman Analisa

Halaman ini dapat diakses dengan menekan menu analisa yang terdapat pada bagian kiri menu. Pada halaman ini terdapat tabel data dari mesin, tabel pembobotan dari setiap mesin (alternatif) dan tabel hasil keputusan pemeliharaan mesin.

Kriteria	Subkriteria	Mesin 1	Mesin 2	Mesin 3
Physical Test	Viscosity 330	3	3	3
	Viscosity 40	1	1	1
	F Point PMCC	1	1	1
	F Point CDC	1	1	1
	F Point Press	1	1	1
	TBN	1	1	1
	TAN	1	1	1

Gambar 26 Halaman analisa

Kriteria	Subkriteria	Mesin 1	Mesin 2	Mesin 3
Physical Test	Viscosity 330	0.008158827817427	0.008158827817427	0.02446787934228
	Viscosity 40	7.09252212346E-5	7.09252212346E-5	0.002127017011304
	F Point PMCC	8.4451792531793E-5	8.4451792531793E-5	0.002327613779529
	F Point CDC	7.5887140882108E-5	7.5887140882108E-5	0.002207614235869
	F Point Press	0.0445577567304	0.0445577567304	0.04307327193922
	TBN	0.04473888461778	0.04473888461778	0.1342705493733
	TAN	0.0209155449044	0.0209155449044	0.0089606947132
Metal Additive	Specific Gravity	0.001090049359667	0.001090049359667	0.0032701347337
	Magnesium	0.011917987781333	0.011917987781333	0.025752763344
	Calcium	0.011917987781333	0.011917987781333	0.025752763344

Gambar 26 Lanjutan

### 8. Halaman Setting

Pada menu ini terdapat 3 bagian sub menu yaitu profile, data user, dan logout . Menu profile berfungsi untuk menampilkan informasi data diri pengguna, seperti nama, divisi, dan password. Menu data user adalah menu yang hanya bisa diakses oleh divisi CBM, pada menu ini divisi CBM dapat menambah user dan juga dapat mengedit data user tersebut.

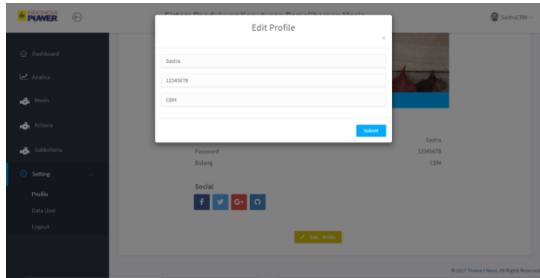
Basic Info

Username: Sakira  
 Password: 12345678  
 Bidang: CBM

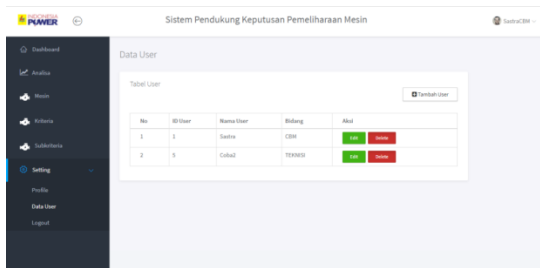
Social

Facebook, Twitter, Instagram, YouTube

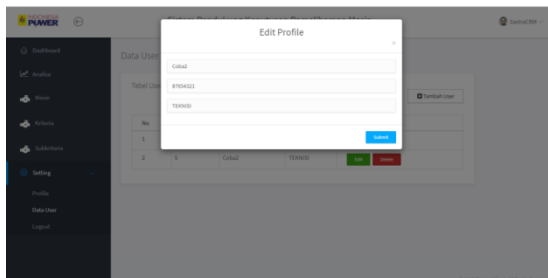
Gambar 27 Halaman profile



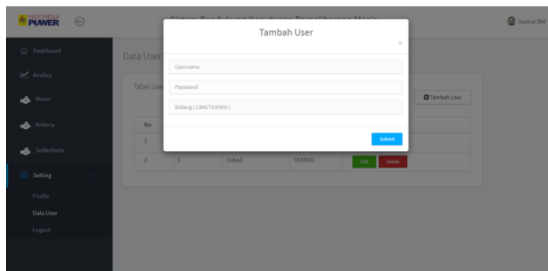
Gambar 28 Halaman edit profile



Gambar 29 Halaman data user



Gambar 30 Halaman edit data user



Gambar 31 Halaman tambah data user

### Pengujian Sistem

Berikut ini merupakan pengujian sistem dengan menggunakan metode *blackbox testing* yang merupakan salah satu

metode untuk pengujian sistem. Pengujian dimaksudkan untuk mengetahui apakah fungsi-fungsi, masukan, dan keluaran dari perangkat lunak sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan. Pengujian kotak hitam dilakukan dengan membuat kasus uji yang bersifat mencoba semua fungsi dengan memakai perangkat lunak apakah sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan.

### SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pengujian pada Sistem Pendukung Keputusan (SPK) penentuan pemeliharaan, dapat diambil kesimpulan bahwa Sistem Pendukung Keputusan (SPK) pemeliharaan mesin menggunakan metode F-AHP telah berhasil dibangun untuk menghasilkan keputusan yang lebih objektif berupa daftar perangkaan mesin yang akan dilaksanakan pemeliharaan. Dengan menggunakan metode F-AHP dapat membantu perusahaan dalam efisiensi waktu analisa dan mendapatkan solusi untuk tindakan pemeliharaan mesin.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. M. Simarmarta and Yennimar, "Decision Support System for Determining Land Priority for Housing Development Using Fuzzy Analytical Process (Fuzzy-AHP) Method," *Journal Publications & Informatics Engineering Research*, vol. 3, no. 2, pp. 177-184, 2019.
- [2] D. Marsudi, *Pembangkitan Energi Listrik*, Jakarta: PENERBIT ERLANGGA, 2005.
- [3] A. Herliana and P. M. Rasyid, "Sistem Informasi Monitoring Pengembangan Software Pada Tahap Development Berbasis Web," *Jurnal Informatika*, vol. 3, no. 1, pp. 41-50, 2016.



- [4] H. Nurdiyanto and H. Meilia, "Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Prioritas Pengembangan Industri Kecil dan Menengah di Lampung Tengah Menggunakan Analytical Hierarchy Process (AHP)," *STMIK AMIKOM Yogyakarta*, pp. 37-42, 2016.
- [5] S. Mahmoodzadeh, J. Shahrabi, M. Pariazar and M. S. Zaeri, "Project Selection by Using Fuzzy AHP and TOPSIS Technique," *International Journal of Humanities and Social Sciences*, vol. 1, no. 3, pp. 135-140, 2007.
- [6] R. A. Iswara, E. Santoso and B. Rahyudi, "Sistem Pendukung Keputusan Untuk penentuan mustahik (Penerima Zakat) Menggunakan Metode Fuzzy AHP (F-AHP)," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 2, no. 3, pp. 1306-1312, 2018.
- [7] A. Faisol, M. A. Muslim and H. Suyono, "Komparasi Fuzzy AHP dengan AHP pada Sistem Pendukung Keputusan Investasi Properti," *Jurnal EECCIS*, vol. 8, no. 2, pp. 123-128, 2014.
- [8] Muharto and A. Ambarita, *Metode Penelitian Sistem Informasi*, Yogyakarta: DEEPUBLISH, 2016.
- [9] S. F. Pane, F. S. Lase and O. B. Mali, *SMART CONVEYOR PADA OUTBOUND DENGAN ARDUINO*, Bandung: Kreatif Industri Nusantara, 2020.
- [10] A. Kengpol, P. Rontlaong and M. Touminen, "A Decision Support System for Selection of Solar Power Plant Locations by Applying Fuzzy AHP and TOPSIS: An Empirical Study," *Journal of Software Engineering and Applications*, vol. 6, pp. 470-481, 2013.