Modifikasi Sistem ATS-AMF Diesel Emergency Generator Pada PLTU dengan Metode Warming Up

Hamzah Eteruddin¹, David Setiawan², Hebbly Pradatama Sitepu³

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Lancang Kuning

Jl. Yos Sudarso Km. 8 Rumbai, Pekanbaru, Telp. (0761) 52324

Email : hamzah@unilak.ac.id¹⁾, dsetia@unilak.ac.id²⁾, hebbysitepu@gmail.com³⁾

ABSTRAK

PLTU Tenayan Raya merupakan pembangkit termal berbahan bakar batubara yang berstatus *baseload* untuk menopang sistem kelistrikan di Riau khususnya Pekanbaru. Pengoperasian *Diesel Emergency Generator* (DEG) yang terkontrol merupakan cara utama agar peralatan-peralatan pendukung pada pembangkit listrik tidak berhenti beroperasi saat terjadinya kondisi *emergency*. Pada saat mengambil alih suplai tenaga listrik ke beban ataupun sebaliknya diperlukan *Automatic Transfer Switch* (ATS) – *Automatic Main Failure* (AMF) yang mempunyai peranan utama untuk memerintahkan DEG beroperasi. Agar DEG dapat bekerja dengan baik, diperlukan sistem ATS-AMF yang handal, dan dapat berkerja pada kondisi *emergency* maupun *standby*. Metode *warming up* dengan sensor-sensor yang digunakan dapat menjaga agar DEG senantiasa siap saat dibutuhkan.

Kata kunci : *Thermal, baseload, ATS-AMF, Warming up, Diesel Emergency Generator*

ABSTRACT

PLTU Tenayan Raya is a coal base-load thermal generator that supports the electric system in Riau, especially Pekanbaru. The using controlled Diesel Emergency Generator (DEG) is the main method to prevent supporting devices of the power plant from an “out of order” situation in an emergency. As a controller to take the electrical power supply over the load or vice versa, Automatic Transfer Switch (ATS)-Automatic Main Failure (AMF) plays an important role to command DEG to operate. In order for DEG to work properly, a reliable ATS-AMF system is needed and can work in both emergency and standby conditions. The warming up method with the sensors used can keep DEG always ready when needed..

Keywords : *Thermal, Baseload, ATS-AMF, Warming up, Engine, Emergency*

1. PENDAHULUAN

Suplai energi dari pembangkit-pembangkit besar perlu dijaga keberlangsungannya agar menjaga sistem tetap stabil. Telah banyak penelitian dilakukan untuk menjaga kestabilan pada sistem tenaga listrik [1]–[3]. *Diesel Emergency Generator* (DEG) dengan bantuan *Automatic Transfer Switch* (ATS)-*Automatic Main Failure* (AMF) merupakan salah satu alat yang menjaga keberlangsungan suplai energi listrik dari Generator-generator besar. Guna menjaga peralihan sumber energi peralatan pendukung PLTU dari DEG ke energi yang berasal dari sistem (PLN) atau sebaliknya, digunakan. AMF akan memerintahkan DEG bekerja jika sumber energi yang berasal dari sistem (PLN)

tiba-tiba terhenti. Guna memberikan perlindungan kepada pembangkit baik di unit mesin maupun generatornya.

Mengoperasikan panel ATS-AMF harus memperhatikan Keselamatan tenaga listrik terhindar dari kerusakan dan memperpanjang daya tahan [4], [5]. Pemeliharaan dilakukan antara lain *Preventive, Corrective, Predictive, Running, Breakdown, Emergency, dan Shutdown Maintenance, Redesign* [6]–[8].

Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) sangat erat dengan tingginya tingkat polusi debu batubara [9], [10]. Jika tidak menggunakan panel dengan tingkat perlindungan yang baik, debu dapat mengotori kontak-kontak pada ATS. Kegagalan sistem ini berakibat DEG tidak dapat berfungsi. Untuk

mengantisipasi hal ini diperlukan sebuah sistem kontrol otomatis. Banyak peneliti menggunakan mikrokontroler untuk menyelesaikan berbagai persoalan yang dihadapainya [11]–[13].

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada PLTU Tenayan Raya, yang mengalami kegagalan sistem ATS-AMF akibat tebalnya debu yang menempel pada kontak-kontak dipanel. Hal ini berakibat system AMF gagal dalam mengirim signal untuk DEG bekerja. Adapun panel ATS sebagaimana terlihat pada Gambar 1.

Gambar 1 Diagram ATS PLTU Tenayan Raya

Spesifikasi dari Diesel Emergency Generator dan Diesel Engine Generator yang terpasang adalah sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1 dan 2.

Tabel 1 Spesifikasi Diesel Emergency Generator

Manufacture	Automatic Switch Co USA
Merk	ASCO
Serial Nomor	1004795-001
S/O NO	1337256
Tegangan	400 Volt
Phase	3
Rating	IE 800
Frequency	50 Hz
Wiring Diagram DWG	617405
Outline & Mounting DWG	725400-001-C
Operator's Manual	381333-339
Control Panel Guide	PN 381333-326
BDM	72782
Cat No	H00300C3080J1X0

(Sumber data : PT. PJB UBJOM PLTU Tenayan Raya)

Pada saat itu, pengoperasian DEG masih dilakukan secara manual dan panel ATS yang digunakan tidak kedap terhadap debu. Untuk itulah Peneliti menggunakan metode *warming up*. Berfungsi sebagai pengendali otomatis dengan bantuan mikrokontroler (Arduino Uno) guna operasikan fan untuk memelihara

kebersihan pada panel serta untuk pemanasan terjadwal tanpa harus mengganggu sistem.

Tabel 2 Spesifikasi Diesel Engine Generator

Model Diesel Engine Generator	QSX15-G8
Engine No	79739549
Idle Speed	700-900
Daya	60 MVA
Merk	Cummins
Fuel Rate	449 mm³
Standby Power	670 HP/500 kW
Prime Power	595 HP /444 kW
Limited Prime running Power	595 HP /444 kW
Countinuous Power	425 HP /317 kW
Ref No	A0287496A
Displacement	15
CPL 8588	8588

(Sumber data : PT. PJB UBJOM PLTU Tenayan Raya)

Spesifikasi Perancangan Alat

Peralatan yang digunakan untuk simulasi pembuatan ATS dapat dilihat pada Tabel 3. Sementara Tabel 4 adalah alat untuk simulasi pembuatan *Fan*.

Tabel 3 Alat Untuk Simulasi Pembuatan ATS

Nama Alat	Type	Jumlah	Satuan
Relay	5V DC	5	Unit
Arduino	Arduino Uno	1	Unit
Soket listrik	Kecil	12	Unit
Kabel Kecil	Serabut	10	Unit
Terminal listrik	AC/DC	1	Unit
Stop Kontak	AC/DC	3	Unit
Papan PCB	AC/DC	1	Unit
Adapter	220V AC to 5V DC	1	Unit
Inverter	300 Watt DC to AC	1	Unit
Baterai	12V DC	1	Unit
Lampu	5 V DC	1	Unit

Tabel 4 Alat Untuk Simulasi Pembuatan Fan

No	Nama Alat	Type	Jumlah	Satuan
1	Kipas	5V DC	4	Unit
2	Arduino	Arduino Uno	1	Unit
3	Sensor Debu	GP2Y1010AU0F	1	Unit
4	Power Bank	Lion	1	Unit
5	Kabel Kecil	Serabut	12	Unit
6	Relay	5V DC	1	Unit
7	Papan PCB	AC/DC	1	Unit
8	Kapasitor	1 μ F (mikro Farad)	1	Unit
9	Resistor	DC	1	Unit

Spesifikasi Komponen Yang Terhubung Pada Panel ATS-AMF.

1. Sensor debu yang digunakan adalah Sharp GP2Y1010AU0F dengan spesifikasi seperti pada Tabel 5.

Tabel 5 Nameplate Sensor Debu

No	Keterangan	Value
1	Sampling Time	280 microsecond
2	Delta Time	40 microsecond
3	Sleeping Time	9680 microsecond
4	Sensitivitas Sensor	0,5 V/0,1 mg/m ³
5	Tegangan Input Sensor	5 Volt

agar program Arduino dapat berkerja *change over switch* ATS relay.

Keterangan Coding :

int relayPLN = 10 Merupakan pin untuk relay PLN
 int relaybat = 11 Merupakan pin untuk relay Inverter/Baterai
 int relaygenset = 12 Merupakan pin untuk relay genset
 int relaystartergen = 13 Merupakan pin sensor pembacaan tegangan genset
 int sensor PLN = 2 Sensor untuk PLN

Pengujian ATS Menggunakan Sumber PLN

Pengujian pada ATS bertujuan mengetahui kehandalan perangkat yang sudah dibuat, diantaranya pengujian nilai tegangan keluaran AC regulator dengan tegangan yang terbaca pada LCD. Berikut uji coba 1 menggunakan tegangan AC sumber power PLN dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8 Nilai Error % Dalam Pembacaan Tegangan

No	Nilai Tegangan Pada Multimeter	Pembacaan LCD	Error
1	180 Volt	-	-
2	190 Volt	-	-
3	200 Volt	197	1,50%
4	210 Volt	210	0,00%
5	220 Volt	221	0,50%
6	229 Volt	231	0,90%
Error rata-rata			0,70%

Relai tegangan yang ada pada DEG berfungsi sebagai sensor pembaca, relai diset bekerja pada 2 pengaturan tegangan standar 220 Volt +5% dan - 10% sesuai standar PUIL 2000.

1. Relai bekerja pada tegangan minimum 198 Volt
2. Relai bekerja pada tegangan maksimum 231 Volt.

Dengan demikian apabila tegangan pada sumber utama jatuh pada tegangan minimum dengan otomatis arduino akan memerintahkan ATS untuk *change over switch* ke DEG. Pada pengujian diatas dapat kita lihat relai tegangan bekerja dengan *error* rata-rata sebesar 0,7% Pengujian dapat dilihat pada Gambar 4.

Gambar 4 Pengujian ATS Pada Sumber PLN

Pengujian ATS Menggunakan Sumber DEG

Pengujian pada sensor tegangan DEG hampir sama dengan pengujian sensor tegangan PLN. Pengujian ini menggunakan tegangan AC regulator. Pengujian ATS sumber DEG dengan pembacaan LCD dapat dilihat pada tabel 9.

Tabel 9 Pengujian ATS Sumber DEG

No	Nilai Tegangan Pada Multimeter	Pembacaan LCD	Error
1	180 Volt	-	-
2	190 Volt	-	-
3	200 Volt	197	1,50%
4	210 Volt	210	0,00%
5	220 Volt	221	0,50%
6	230 Volt	232	0,90%
7	240 Volt	-	-
Error rata-rata			0,70%

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 9 dapat diambil kesimpulan bahwa sensor tegangan pada DEG akan bekerja pada tegangan minimum 197 Volt dan tegangan maksimum 232 Volt dan nilai tegangan ditampilkan pada LCD ATS dengan penyimpangan rata-rata volt meter 0,7 % dimana pada kondisi tersebut Arduino memerintahkan DEG manuver kembali kesumber PLN saat tegangan kembali normal. Pengujian dapat dilihat seperti pada Gambar 5.

Gambar 5 Pengujian Relai Sumber DEG

Pengujian ATS Menggunakan Relai Frekuensi

Pengujian ini dilakukan dengan cara mengukur frekuensi yang dibangkitkan generator *function* dan membandingkan hasil pengukuran yang ditampilkan pada LCD ATS. Amplitudo generator *function* yang di set 4.5 Volt. Pengujian Sensor Frekuensi dapat dilihat pada Tabel 10

Tabel 10 Sensor Frekuensi Pada ATS

No	Frekuensi (Hz)	ATS (Hz)	Error (%)
1	40	41	2,40%
2	45	46	2,20%
3	50	51	2,00%
4	55	56	1,80%
5	60	61	1,60%
Error rata-rata			2,00%

Berdasarkan Tabel 10 pengujian diatas dapat diambil kesimpulan bahwa pengukuran dengan frekuensi yang berbeda-beda nilai *error* terbesarnya adalah 2.4 %, dan rata-rata hasil pengujian keseluruhan nilai *error* adalah 2.0 %

Pengujian Pemilihan Sistem Tenaga

Pengujian ini bertujuan untuk menguji prioritas sistem tenaga yang akan dipakai dan akan disalurkan ke beban saat semua parameter sumber sistem tenaga terpenuhi. Hasil Pengujian dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11 Pengujian Sistem Tenaga

No	Sumber Tenaga			
	PLN	DEG	Baterai	Keterangan
1	1	1	1	PLN
2	1	1	0	PLN
3	1	0	0	PLN
4	1	0	1	PLN
5	0	0	1	Batere
6	0	1	0	DEG
7	0	1	1	DEG
8	0	0	0	-

Keterangan :

- 0 = Tidak Ada
- 1 = Ada

Pengujian Beban

Pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan data kondisi yang dialami peralatan listrik yang uji saat terjadi proses manuver sistem tenaga. Beberapa peralatan listrik yang digunakan pada pengujian *prototype* ini dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12 Pengujian *Prototype* Saat Berbeban

No	Jenis Beban	Daya Watt	Jumlah	Status Beban
1	Lampu Pijar	10	1 buah	Tidak Berkedip
2	Lampu Pijar	100	1 buah	Tidak Berkedip
3	Dispenser	250	1 buah	Bekerja Normal
4	Setrika	350	1 buah	Bekerja Normal
5	Infokus	350	1 buah	Bekerja Normal

Pengujian beban pada keluaran semua peralatan yang diuji seperti pada Tabel 12 dengan adanya *transfer time* masih dapat beroperasi secara normal. Hal tersebut terjadi karena rangkaian penyearah pada peralatan yang di uji terdapat kapasitor yang cukup

besar. Kapasitor pada rangkaian penyearah masih dapat *membackup* beban selama waktu yang ditunjukan pada Tabel 12 *Transfer Time* pada perancangan ini ditentukan oleh bagian-bagian penyusun *prototype*. Baik dari segi *hardware*, maupun dari segi *software*.

Pengujian Pada Gangguan

Parameter pengenalan PLN adalah frekuensi dan tegangan, parameter pengenalan DEG adalah tegangan. Pengujian dilakukan dengan cara memberikan gangguan pada parameter pengenalan sistem tenaga. Gangguan berupa frekuensi tinggi/rendah digunakan inverter yang telah didesain untuk diubah frekuensinya seperti Tabel 13

Tabel 13 Pengujian Saat Mengalami Gangguan

Sumber Tenaga (Volt)			Sumber Beban	Kondisi DEG
Volt PLN	Volt DEG	Frekuensi		
170	160	55	UPS	Delai 5 detik
250	222	48	DEG	Menyala
145	98	60	UPS	DEG dimatikan
187	220	65	DEG	Menyala

Pada pengujian gangguan kombinasi, ATS berhasil melakukan manuver. Dengan pengujian sebagai berikut. Beban disuplai dari UPS, kondisi tegangan PLN rendah, frekuensi PLN tinggi serta tegangan DEG rendah. Pada kondisi tegangan DEG rendah ATS melakukan manuver tunda selama 5 detik. Ketika tegangan telah terpenuhi beban disuplai dari DEG. Jika tidak genset dimatikan otomatis. Beban disuplai dari genset ketika tegangan PLN tinggi, frekuensi PLN rendah. Beban disuplai dari UPS saat tegangan PLN rendah, frekuensi PLN tinggi dan tegangan genset juga tinggi. Beban disuplai dari genset saat tegangan PLN rendah dan frekuensi PLN rendah seperti pada Gambar 6.

Gambar 6 Pengujian Gangguan Beban Disuplai Dari Genset Saat Tegangan PLN rendah dan Frekuensi PLN rendah

Perancangan Sensor Debu

Perancangan sensor debu digunakan untuk memproteksi debu yang masuk berlebih pada *box* panel ATS-AMF. Pada panel ATS-

AMF akan diberi sensor debu GP2Y1010AU0F, jika sensor debu membaca adanya debu maka sensor tersebut mengirimkan sinyal ke mikrokontroler, lalu mikrokontroler memerintahkan *fan* beroperasi untuk menyedot debu, seperti pada rancangan Gambar 7

Gambar 7 Perancangan Sensor Debu
Perancangan Pemrograman Pada Sensor Debu

Berikut *scrip* pemrograman pada sebuah arduino/perintah, pemrograman yang di buat dalam bentuk *scrip* untuk agar mikrokontroler memerintahkan sensor debu berkerja.

Keterangan pada Script Arduino :

int measurePin = A5 Merupakan pin pada power utama
int ledPower = 13 Merupakan sinyal lampu *output*
int samplingTime = 280 Perubahan data yang di tampilan di monitor LCD
int deltaTime = 40 Perubahan data yang di rasakan oleh *relay*.
int sleepTime = 9680 waktu delay
float voMeasured = 0
float calcVoltage = 0 Perubahan tegangan pada layar LCD
float dustDensity = 0 Sensitivitas debu

```
#include <LiquidCrystal.h>
LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2);
int measurePin = A5;
int ledPower = 13;
int samplingTime = 280;
int deltaTime = 40;
int sleepTime = 9680;
float voMeasured = 0;
float calcVoltage = 0;
float dustDensity = 0;
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(measurePin, INPUT);
  pinMode(ledPower, OUTPUT);
  pinMode(A3, OUTPUT);
}
void loop() {
  lcd.begin(16, 2);
  digitalWrite(ledPower, LOW);
  delayMicroseconds(samplingTime);
  voMeasured = analogRead(measurePin);
  delayMicroseconds(deltaTime);
  digitalWrite(ledPower, HIGH);
  delayMicroseconds(sleepTime);
```

```
calcVoltage = voMeasured * (3.3 / 1024);
dustDensity = (0.17 * calcVoltage) - 0.1;
lcd.print("RSV(0-1023):"); //Raw Signal Value (0-1023)
lcd.print(voMeasured);
lcd.print(" V:"); //Voltage
lcd.print(calcVoltage);
lcd.print(",DD:"); //Dust Density
lcd.println(dustDensity);
delay(1000);
if (dustDensity > 0.1) {
  digitalWrite(A3, HIGH);
  delay(100);
}
else {
  digitalWrite(A3, LOW);
  delay(100); }
```

Pengujian Sensor Debu

Pengujian dilakukan pada sensor debu untuk menunjukkan bahwa sensor dapat bekerja membaca debu dan memberikan sinyal kepada arduino, selanjutnya arduino memerintahkan fan berkerja menghisap debu seperti pada Gambar 8 *wiring* sistem kerja sensor debu.

Gambar 8 *Wiring* Sistem Kerja Sensor Debu

Pada Gambar 8 percobaan disini sensor debu diberikan input 5 VDC untuk memberikan indikasi lampu sensor debu menyala, sumber tegangan yang dibaca oleh sensor tadi di teruskan ke arduino, selanjutnya arduino memerintahkan *fan* berputar untuk menghisap debu seperti pada Gambar 9

Gambar 9 Arduino Memerintahkan *Fan* Berputar

Selanjutnya uji coba untuk menentukan jumlah kipas *fan in* dan *out* meliputi 3 macam percobaan, sampai ditemukan hasil yang

memuaskan. Karakteristik sensor debu Sharp GP2Y1010AU0F adalah mampu mendeteksi debu yang sangat halus dan juga asap. Pada proses uji coba, ukuran debu harus memiliki ukuran yang tetap pada setiap percobaan. Sehingga, pada uji coba ini peneliti menggunakan koran yang dibakar, pemilihan menggunakan koran yang dibakar adalah selain menghasilkan partikel kertas yang terbakar, juga menghasilkan asap. Jumlah koran yang dibakar setiap uji coba adalah 2 lembar. Sebagai pembanding, dipilih bedak bayi sebagai ujicoba karena partikelnya kecil dan beratnya dapat diukur. Bedak bayi diukur 10 mg menggunakan timbangan neraca, kemudian diletakkan di dalam kotak sebelum kotak pendeteksi debu diaktifkan. Berikut Tabel 14 Pengujian 1 fan (uji coba 1).

Tabel 14 Bahan Uji Terhadap Reaksi Sensor Debu

No	Jenis Bahan	Waktu Deteksi (detik)	Waktu <i>Cleaning</i> (detik)	Kepadatan Debu (mg/m^3)
1	Koran yang dibakar	1	16	0,28
2	Bedak	3	20	0,28

Berdasarkan Tabel 14 diatas, dapat diketahui bahwa pada uji coba ke-1 waktu sensor untuk dapat mendeteksi debu koran yang dibakar adalah 1 detik, dengan waktu *cleaning* 16 detik dan Kepadatan debu/asap $0,28 \text{ mg/m}^3$. Sedangkan untuk bedak dapat dideteksi dalam waktu 3 detik dengan waktu *cleaning* 20 detik dan kepadatan debu $0,36 \text{ mg/m}^3$.

3. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Prototype dapat bekerja dengan baik, ketika tegangan suplai utama minimum sebesar 189 VAC dengan frekuensi minimum 48 Hz.
2. Penggunaan sensor debu GP2Y1010AU0F dapat diandalkan untuk mendeteksi jumlah debu yang ada, sehingga sistem yang dibuat dapat mengatur waktu (lama) fan bekerja membersihkan panel guna menghindari penumpukan debu.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Hendry, H. Eteruddin, and A. Atmam, "Analysis of Voltage Sag Due to Short Circuit on the Sub System in Central Sumatera," *Int. J. Electr. Energy Power Syst. Eng.*, vol. 1, no. 2, pp. 1–5, 2018.
- [2] R. K. Sinha, R. Kumar, M. Venmathi, and L. Ramesh, "Analysis of Voltage Sag with Different DG for Various Faulty Conditions," *Int. J. Comput. Commun. Inf. Syst.*, vol. 2, no. 1, pp. 189–193, 2010.
- [3] B. Sebastian and R. Garg, "Transient stability analysis of multi-machine power system and first swing stability analysis using SVC," in *2014 International Conference on Advances in Electrical Engineering (ICAEE)*, 2014, pp. 1–4.
- [4] J. Shodiq, "Perawatan dan Pemeliharaan Panel ATS-AMF," Politeknik Negeri Semarang, 2014.
- [5] "Tips Seputar Panel ATS/AMF," *PT. Prima Market Jaya Abadi*, 2012. [Online]. Available: <http://www.prima-market.com/tips-seputar-panel-atsamf/>. [Accessed: 01-Apr-2020].
- [6] U. PLTU Tenayan Raya, *Buku Saku Pedoman Pemeliharaan*. Pekanbaru: PT. Pembangunan Jawa Bali, 2016.
- [7] K. Mobley, L. Higgins, and D. Wikoff, *Maintenance Engineering Handbook*, 7th ed. New York: McGraw-Hill Education, 2008.
- [8] M. Ben-Daya, S. O. Duffuaa, A. Raouf, J. Knezevic, and D. Ait-Kadi, *Handbook of Maintenance Management and Engineering*. London: Springer London, 2009.
- [9] P. Breeze, *Coal-Fired Generation*. London: Elsevier Science, 2015.
- [10] J. G. Speight, *Coal-Fired Power Generation Handbook*. New Jersey: Wiley, 2013.
- [11] D. Setiawan, H. Eteruddin, and M. Idris, "Analisis Pengaruh Perubahan Tegangan Terhadap Iluminasi Lampu Menggunakan Raspberry-Pi di Universitas Lancang Kuning," *J. Tek.*, vol. 13, no. 1, pp. 17–24, 2019.
- [12] R. Jefysa, H. Eteruddin, and D. Setiawan,

- “Otomasi Pemakaian Energi Listrik Pada Ruang Perkuliahan Akademi Komunitas Negeri Pelalawan Menggunakan Fuzzy Logic Berbasis Mikrokontroler,” in *Seminar Nasional Cendekiawan*, 2019, pp. 1–11.
- [13] D. Setiawan, H. Eteruddin, and A. Arlenny, “Desain dan Analisis Inverter Satu Fasa Berbasis Arduino Menggunakan Metode SPWM,” *J. Tek.*, vol. 13, no. 2, pp. 128–135, 2019.