Modifikasi Sistem ATS-AMF

by Hamzah Eteruddin

Submission date: 08-Sep-2020 10:10AM (UTC+0700)

Submission ID: 1381730620

File name: iesel_Emergency_Generator_Pada_PLTU_dengan_Metode_Warming_Up.pdf (520.28K)

Word count: 3434

Character count: 19558

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

Hamzah Eteruddin[1], David Setiawan [2], Hebby Pradatama Sitepu[3]
Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Lancang Kuning
Jl. Yos Sudarso Km. 8 Rumbai, Pekanbaru, Telp. (0761) 52324
Email : hamzah@unilak.ac.id[1)], dsetia@unilak.ac.id [2)], hebbysitepu@gmail.com [3)]

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 system ketenagalistrikan [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.

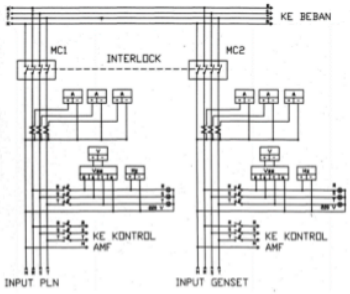
Mengoperasikan panel ATS-AMF harus memperhatikan Keselamatan ketenagalistrikan terhindar dari kerusakan dan memperpanjang daya tahan [4], [5]. Pemeliharaan dilakukan antara lain *Preventive, Corrective, Predictive, Running, Breakdown, Emergency, dan Shutdown Maintenance, Redesign* [6]–[8].

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 dipasang 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
Countrol 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*
Countinous 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 µF (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/m³
5	Tegangan Input Sensor	5 Volt

6	Rumus Sensor	DustDensity = 0.17 x Voltage – 0,1

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

2. Koneksi Arduino UNO dengan Sensor Debu digunakan untuk mengolah data. dari hasil pendeteksian sensor debu, data dikirimkan melalui Komunikasi *Serial* ke *Pin Input* Arduino Uno lalu apabila debu terbaca Arduino akan memerintahkan *Fan* untuk menghisap debu. Adapun koneksi Arduino UNO dengan Sensor *Sharp GP2Y1010AU0F* dapat dilihat pada tabel 6 :

Tabel 6 Sensor Debu Koneksi dengan Arduino uno

No	PIN	Keterangan
1	Pin A4	Output pin
2	Pin A5	Measure pin
3	Pin 13	Led power
4	Pin 6	LCD
5	Pin 2	LCD

Permasalahan Pada *Diesel Emergency Generator* (DEG)

Permasalahan yang terjadi pada *Diesel Emergency Generator* pada PLTU Tenayan Raya diambil dari data *Logsheet* Operasi dari bulan Juni 2016 - Desember 2017 berikut Tabel 7 kronologi gangguan berikut adalah data gangguan yang diambil dari *logsheet* operasi PLTU Tenayan Raya pada tahun 2016.

Tabel 7 *Logsheet* Data Gangguan Sistem Operasi

Waktu kejadian	Senin, 30 September 2016
Indikasi gangguan DEG	Lepasnya PMT sisi Trafo SST PLTU Tenayan Raya
Akibat gangguan	PLTU Tenayan *trip*, *Diesel Emergency Generator* tidak mau start
Indikasi	DEG gagal *start* dikarenakan gagalnya *switch* pada ATS pindah

Pada perancangan alat untuk simulasi terbagi menjadi 2 bagian. Pertama yaitu program ATS berbasis *warming-up,* program untuk mengakusisi data dari pengkondisian sinyal tegangan, frekuensi yang ada pada sistem *Automatic Transfer Switch* (ATS) dan kedua program untuk perancangan otomatis pengoperasian *fan* yang terdapat pada *box* ATS.

Perancangan Sistem ATS

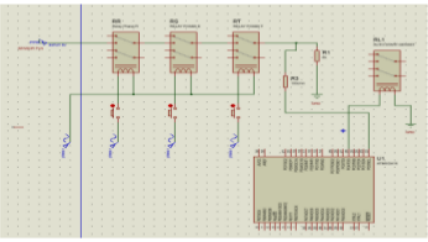
Rangkaian *relay* dan rangkaian pembaca tegangan menjadi sebuah sistem yang dapat berfungsi sebagai *Automatic Transfer Switch* (ATS), seperti pada blok diagram sistem dari penggabungan tersebut seperti pada Gambar 2.

Gambar 2 Alur Kerja Mikrokontroler

Dalam Pembacaan Rangkaian tegangan ditempatkan diantara sumber tegangan dan *relay*, rangkaian pembaca tegangan ini, memiliki beberapa fungsi, diantaranya untuk menurunkan tegangan AC dari PLN dan sumber cadangan (generator set) dan juga berfungsi untuk menyesuaikan nilai arus dan tegangan dari sumber AC, sehingga nilainya dapat dibaca menggunakan proses *Analog to Digital Converter* (ADC) pada pin *analog* mikrokontroler dimana mikrokontroler yang dipergunakan yaitu Arduino UNO.

Perancangan DEG Metode *Warming UP*

Perancangan ini juga menggunakan *relay* 220 VAC dan *Relay* DC yang dihubungkan masuk ke *Coil* masing masing *relay* pada setiap phasanya (R, S, T) berfungsi sebagai pengaman dan pembacaan. Seperti pada gambar 3 yang menunjukkan sebuah *line Diagram* perancangan *Warming Up* pada DEG.



Gambar 3 *Perancangan Warming Up* Pada DEG

Perancangan Pemrograman ATS

Berikut *scrip* arduino/perintah pada pemograman yang di buat dalam bentuk *scrip,*

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/Bateraii
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 minuman dengan otomatis arduino akan memerintahkan ATS untuk *change over switch* ke DEG. Pada pengujian diatas dapat kita lihat relai tegangan berkerja 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 ditampikan pada LCD ATS dengan penyipangan 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	Frekuenzi (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 kebeban saat semua parameter sumber sistem tenaga terpenuhi. Hasil Pengujian dapan 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 mem*backup* 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*.

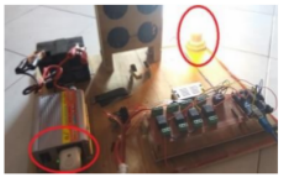
Pengujian Pada Gangguan

Parameter pengenal PLN adalah frekuensi dan tegangan, parameter pengenal DEG adalah tegangan. Pengujian dilakukan dengan cara memberikan gangguan pada parameter pengenal 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 kodisi 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.

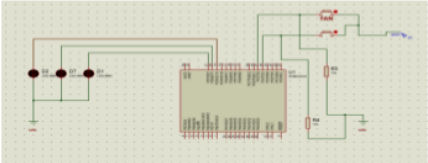


Gambar 6 Pengujian Gangguan Beban Disuplai Dari Genset Saat Tegangan PLN rendah dan Frekuensi PLN rendah

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 Perancangaan Sensor Debu

Perancangan Pemrograman Pada Sensor Debu

Berikut *scrip* pemograman 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

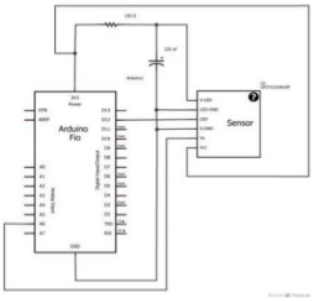
float calcVoltage = 0 Perubahan tegangan pada layar LCD

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); }
```

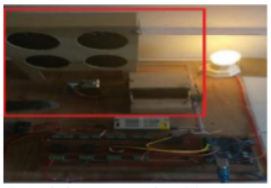
Pengujian Sensor Debu

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 S*istem 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 *Cleaning* (detik)	Kepadatan Debu (mg/m³)
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 mg/m³. Sedangkan untuk bedak dapat dideteksi dalam waktu 3 detik dengan waktu *cleaning* 20 detik dan kepadatan debu 0,36 mg/m³.

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 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. Pembangkitan 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 Ruangan 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.

Modifikasi Sistem ATS-AMF

ORIGINALITY REPORT

7%	7%	4%	4%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	Submitted to British University in Egypt Student Paper	1%
2	Submitted to University of Northampton Student Paper	1%
3	www.cubic-print.com Internet Source	1%
4	Submitted to Universiti Malaysia Pahang Student Paper	1%
5	S. M. Ali, I. Hussain, Z. Ullah, I. Sami, R. Asghar, U. Farid, B. Khan, C. A. Mehmood, A. Haider. "Need for Mutual Services Interaction Between Smart Grid and Cloud Data Centers", 2018 International Conference on Power Generation Systems and Renewable Energy Technologies (PGSRET), 2018 Publication	<1%
6	www.tandfonline.com Internet Source	<1%
7	www.itransport.sk	

	Internet Source	<1%
8	sakukurataa.blogspot.com Internet Source	<1%
9	oa.upm.es Internet Source	<1%
10	jurnal.untan.ac.id Internet Source	<1%
11	es.scribd.com Internet Source	<1%
12	jurnal.ugm.ac.id Internet Source	<1%
13	jurnalmahasiswa.unesa.ac.id Internet Source	<1%
14	eprints.kfupm.edu.sa Internet Source	<1%
15	catatanilmuorangbiasa.blogspot.com Internet Source	<1%
16	anzdoc.com Internet Source	<1%
17	id.123dok.com Internet Source	<1%
18	eprints.ums.ac.id Internet Source	<1%

19	repository.ipb.ac.id Internet Source	<1%
20	fr.scribd.com Internet Source	<1%
21	www.prima-market.com Internet Source	<1%

Exclude quotes	On	Exclude matches	< 5 words
Exclude bibliography	On		