

RANCANG BANGUN PANEL *AUTOMATIC TRANSFER SWITCH*
(ATS) DAN *AUTOMATIC MAIN FAILURE* (AMF)



LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan
diploma tiga (D-3) Program Studi Teknik Konversi Energi
Jurusan Teknik Mesin
Politeknik Negeri Ujung Pandang

FIRMANSYAH RAHIM 34217012

BANGKIT E. BUATA 34217021

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK KONVERSI ENERGI
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG
MAKASSAR

2020



HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir dengan judul “ **Rancang Bangun Panel *Automatic Transfer Switch (ATS)* dan *Automatic Main Failure (AMF)***” oleh Firmansyah Rahim NIM 34217012 dan Bangkit E. Buata NIM 34217021 dinyatakan layak untuk diujikan.

Makassar, September 2020

Dosen Pengarah I,



Sonong, S.T., M.T.

NIP.19621202 199203 1 002

Dosen Pengarah II,



Ir. Herman, M.T.

NIP.19580606 198903 1 001

Mengetahui,

Ketua Program Studi D3 Teknik Konversi Energi
Jurusan Teknik Mesin



Sri Suwasti, S. ST., M.T.

NIP.19741123 200112 2 001

HALAMAN PENERIMAAN

Pada hari ini, Rabu tanggal 30 September 2020, Tim Penguji Tugas Akhir telah menerima dengan baik hasil Laporan Tugas Akhir oleh mahasiswa : Firmansyah Rahim NIM 34217012 dan Bangkit E. Buata NIM 34217021 dengan judul **Rancang Bangun Panel Automatic Transfer Switch dan Automatic Main Failure.**

Makassar, 30 September 2020

Tim Penguji Ujian Tugas Akhir :

1. Apollo, S.T, M.Eng.	Ketua	(.....)
2. Marhatang, S.ST., M.T.	Sekretaris	(.....)
3. Ir. Remigius T, M.Eng.Sc.	Anggota I	(.....)
4. Sukma Abadi, S.T., M.T.	Anggota II	(.....)
5. Sonong, S.T., M.T.	Pembimbing I	(.....)
6. Ir. Herman, M.T.	Pembimbing II	(.....)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT karena berkat rahmat dan karunia-Nya, penulisan Proposal Tugas Akhir ini yang berjudul **“Rancang Bangun Panel *Automatic Transfer Switch* (ATS) dan *Automatic Main Failure* (AMF)”** dapat diselesaikan dengan baik

Kesempatan ini penulis menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih yang sebesar besarnya kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan kesehatan, kekuatan serta inspirasi kepada kami untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Kedua orangtua tercinta, juga kepada saudara-saudari kami yang telah memberikan banyak bantuan berupa dorongan moral, bantuan materi, serta tak henti-hentinya memberikan doa yang tulus kepada kami dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
3. Bapak Prof. Ir. Muhammad Anshar, M.SI., Ph.D selaku Direktur Politeknik Negeri Ujung pandang.
4. Bapak Rusdi Nur, S.S.T., M.T., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.
5. Ibu Sri Suwasti, S. ST., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Konversi Energi Politeknik Negri Ujung Pandang.
6. Bapak Musrady Mulyadi, S.ST., M.T selaku wali kelas.
7. Bapak Sonong, S.T., M.T. selaku pembimbing I dan Bapak Ir. Herman, M.T selaku pembimbing II yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Seluruh Dosen dan Staff Program Studi Teknik Konversi Energi yang telah memberikan ilmunya kepada penulisan selama melaksanakan perkuliahan, dan telah membantu dalam menyediakan fasilitas dan sarana dalam mengerjakan tugas akhir.

9. Seluruh rekan-rekan mahasiswa Teknik Mesin angkatan 2017 yang telah menjadi saudara-saudari kami serta banyak memberikan motivasi, bantuan serta doanya, selama berada di Politeknik Negeri Ujung Pandang.

10. Buat semua pihak yang tidak sempat kami sebutkan satu-persatu yang berjasa dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa proposal tugas akhir ini masih kurang sempurna, sehingga kami mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun untuk perbaikan di masa mendatang, akhir kata, semoga tulisan ini dapat bermanfaat sebagaimana mestinya.

Makassar, September 2020

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
SURAT PERNYATAAN.....	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Ruang Lingkup Kegiatan.....	3
1.4 Tujuan Kegiatan	4
1.5 Manfaat Kegiatan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 <i>Automatic Transfer Switch</i> (ATS) dan <i>Automatic Main Failure</i> (AMF).....	5
2.2 Kualitas Daya Listrik.....	5
2.3 Prinsip Kerja ATS dan Jumlah Starter Genset.....	10
2.4 Prioritas beban di lingkungan RSUD disebabkan kenaikan penggunaan listrik setiap tahun meningkat dan power/daya dari genset tetap.	11
2.5 Generator set (Genset).....	13
2.6 <i>Miniatur Circuit Breaker</i> (MCB).....	14
2.7 Arduino	15
2.8 <i>Relay</i>	17
2.9 <i>Pilot Lamp</i>	20
2.7 Busbar.....	21
2.10 Sensor ZMPT101B.....	21
2.11 RTC DS3231 (Real Time Clock).....	22
2.12 EEprom AT24C32.....	23
BAB III METODE KEGIATAN.....	24

3.1	Tempat dan Waktu Kegiatan	24
3.1.1	Tempat Pembuatan dan Pengujian.....	24
3.2	Alat dan Bahan.....	24
3.2.1	Alat.....	24
3.2.2	Bahan.....	24
3.3	Prosedur Kegiatan	26
3.3.1	Studi Literatur.....	26
3.3.2	Tahap Perencanaan.....	27
3.3.3	Tahap Pembuatan.....	28
3.4	Pengujian alat.....	28
3.5	Diagram Alir	29
3.5.1	Diagram alir prosedur perancangan.....	29
3.5.2	Diagram alir sistem ATS-AMF	30
BAB IV HASIL DAN DESKRIPSI		31
4.1	Hasil.....	31
4.1.1.	Hasil pengawatan sistem ATS-AMF	31
4.1.2.	Hasil pengujian alat tanpa menggunakan beban.....	34
4.1.3.	Hasil pengujian alat menggunakan beban	35
4.1.4.	Hasil pengujian sistem prioritas beban.....	39
4.1.5.	Hasil pengujian sistem <i>warming up</i>	39
4.2.1.	Pengujian tanpa beban.....	40
4.2.2.	Pengujian beban resistif.....	42
4.2.3.	Pengujian beban induktif.....	43
4.2.4.	Pengujian beban kapasitif.....	44
4.2.5.	Pengujian variasi beban.....	46
4.2.6.	Prioritas beban	47
4.2.7.	<i>Warming up</i> genset.....	47
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		48
5.1	Kesimpulan	48
5.2	Saran.....	48
DAFTAR PUSTAKA		50

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Kondisi peralihan PLN ke genset tanpa beban	34
Tabel 4. 2 Kondisi peralihan Genset ke PLN tanpa beban	34
Tabel 4. 3 Kondisi peralihan PLN ke genset beban resistif	35
Tabel 4. 4 Kondisi peralihan Genset ke PLN beban resistif	35
Tabel 4. 5 Kondisi peralihan PLN ke genset beban induktif	36
Tabel 4. 6 Kondisi peralihan Genset ke PLN beban induktif.....	36
Tabel 4. 7 Kondisi peralihan PLN ke genset beban kapasitif	37
Tabel 4. 8 Kondisi peralihan Genset ke PLN beban kapasitif	37
Tabel 4. 9 Kondisi peralihan PLN ke genset variasi beban	38
Tabel 4. 10 Kondisi peralihan Genset ke PLN	38
Tabel 4. 11 Pengujian prioritas beban	39
Tabel 4. 12 Pengujian <i>warming up</i>	39

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Tegangan sinusoidal ideal, dengan vrms 120V 60Hz	6
Gambar 2. 2 Tegangan tiga fasa ideal dengan vLL 480 V 60Hz	7
Gambar 2. 3 Segitiga daya listrik	8
Gambar 2. 4 Diagram Alir ATS	11
Gambar 2. 5 Genset	13
Gambar 2. 6 Bentuk dari MCB: (a) 3 phasa (b) 1 phasa.....	14
Gambar 2. 7 kontruksi MCB	15
Gambar 2. 8 Mikrokontroller Arduino Pro Mini.....	17
Gambar 2. 9 Bentuk Relay dan Simbol Relay.....	18
Gambar 2. 10 Lampu indikator PLN	20
Gambar 2. 11 Lampu indikator genset.....	20
Gambar 2. 12 Busbar	21
Gambar 2. 13 Konfigurasi pin sensor ZMPT101B.....	22
Gambar 2. 14 RTC DS3231	23
Gambar 2. 15 EEPROM AT24C32	23
Gambar 3. 1 Generator set	26
Gambar 3. 2 <i>Single Line Diagram</i>	27
Gambar 3. 4 Diagram proses langkah kerja	29
Gambar 3. 5 Diagram alir sistem ATS-AMF	30
Gambar 4. 1 Rangkain ATS-AMF	32
Gambar 4. 2 Wiring Diagram Panel ATS-AMF	33
Gambar 4. 3 Grafik pengujian peralihan PLN ke genset tanpa beban.....	40

Gambar 4. 4 Grafik pengujian peralihan genset ke PLN tanpa beban.....	41
Gambar 4. 5 Grafik pengujian peralihan PLN ke genset beban resistif	42
Gambar 4. 6 Grafik pengujian peralihan genset ke PLN beban resistif	42
Gambar 4. 7 Grafik pengujian peralihan PLN ke genset beban induktif.....	43
Gambar 4. 8 Grafik pengujian peralihan genset ke PLN beban induktif.....	44
Gambar 4. 9 Grafik pengujian peralihan PLN ke genset beban kapasitif.....	44
Gambar 4. 10 Grafik pengujian peralihan genset ke PLN beban kapasitif.....	45
Gambar 4. 11 Grafik pengujian peralihan PLN ke genset variasi beban.....	46
Gambar 4. 12 Grafik pengujian peralihan genset ke PLN variasi beban.....	46



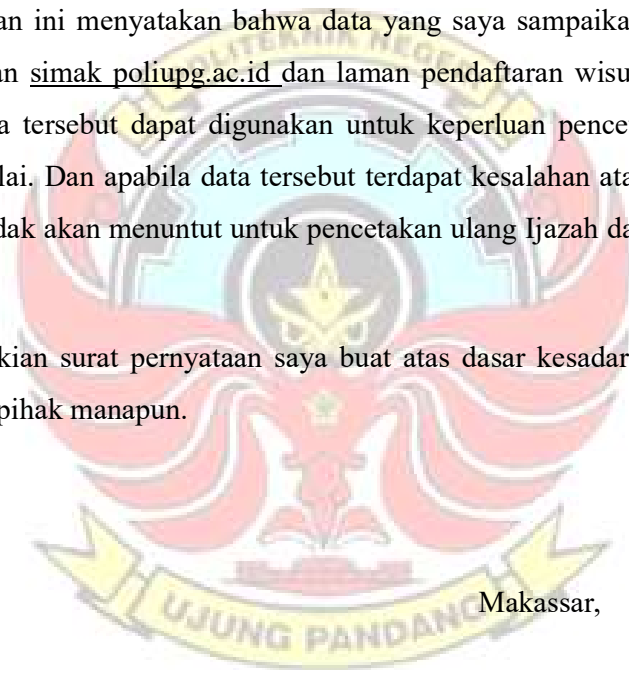
SURAT PERNYATAAN

Yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Firmansyah Rahim
Nim : 342 17 012
Program Studi : D3 Teknik Konversi Energi
Jurusan : Teknik Mesin

Dengan ini menyatakan bahwa data yang saya sampaikan melalui berkas wisuda, laman simak.poliupg.ac.id dan laman pendaftaran wisuda adalah benar, sehingga data tersebut dapat digunakan untuk keperluan pencetakan Ijazah dan Transkrip Nilai. Dan apabila data tersebut terdapat kesalahan atas kelalaian saya, maka saya tidak akan menuntut untuk pencetakan ulang Ijazah dan Transkrip Nilai saya.

Demikian surat pernyataan saya buat atas dasar kesadaran sendiri, tanpa tekanan dari pihak manapun.



Makassar, September 2020

Yang Membuat,

Materai
6000

(Firmansyah Rahim)
NIM : 342 17 006

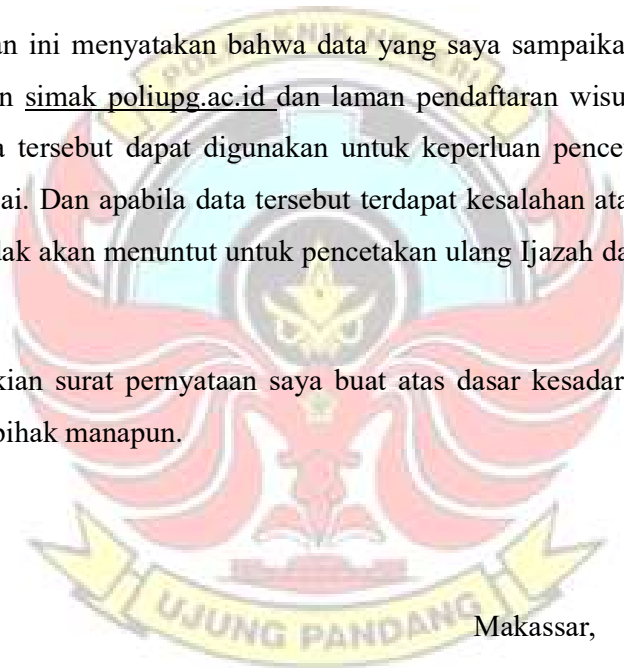
SURAT PERNYATAAN

Yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Bangkit E. Buata
Nim : 342 17 021
Program Studi : D3 Teknik Konversi Energi
Jurusan : Teknik Mesin

Dengan ini menyatakan bahwa data yang saya sampaikan melalui berkas wisuda, laman simak.poliupg.ac.id dan laman pendaftaran wisuda adalah benar, sehingga data tersebut dapat digunakan untuk keperluan pencetakan Ijazah dan Transkrip Nilai. Dan apabila data tersebut terdapat kesalahan atas kelalaian saya, maka saya tidak akan menuntut untuk pencetakan ulang Ijazah dan Transkrip Nilai saya.

Demikian surat pernyataan saya buat atas dasar kesadaran sendiri, tanpa tekanan dari pihak manapun.



Makassar, September 2020

Yang Membuat,

Materai
6000

(Bangkit E. Buata)
NIM : 342 17 021

RINGKASAN

Firmansyah Rahim dan Bangkit E. Buata dengan judul “Rancang Bangun Panel *Automatic Transfer Switch (ATS)* dan *Automatic Main Failure (AMF)* dengan menggunakan Mikrokontroller, program studi Teknik Konversi Energi jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang, pembimbing Sonong, S.T.,M.T. dan Ir. Herman, M.T.

ATS adalah peralatan sistem yang dapat mengatur pergantian suplai daya listrik sumber utama (PLN) ke suplai cadangan (genset) yang bekerja secara otomatis. Pemakaian ATS sebagai antisipasi saat PLN gagal dalam mensuplai (pemadaman), apabila PLN kembali normal maka fungsi ATS secara otomatis memindahkan suplai listrik dari genset ke PLN. AMF mengatasi kegagalan starting apabila beban yang dilayani kehilangan suplai utama (PLN).

Perancangan dilakukan terbagi menjadi dua yaitu perancangan pengkat keras dan lunak. Prosedur perancangan dimulai dari pengumpulan alat dan bahan, pembuatan rangkaian, pembuatan program dan pengujian alat.

Dari hasil perancangan diperoleh durasi waktu untuk peralihan catu daya dari PLN ke genset secara otomatis menggunakan mikrokontroller ketika kondisi tanpa beban selama 25 detik, berbeban resistif 30 detik, berbeban induktif 29 detik, berbeban kapasitif 27 detik dan variasi beban 28 detik. Sistem prioritas beban ketika PLN mengalami pemadaman dan genset menjadi suplai beban. Genset melakukan pemanasan selama 60 detik sesuai jadwal yang diatur.

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saat ini energi listrik menjadi kebutuhan utama bagi masyarakat. Hampir seluruh kalangan masyarakat bergantung pada energi listrik untuk segala bidang. PLN sebagai sumber utama listrik pada dunia industri sangat memiliki andil yang sangat besar dalam menunjang kegiatan proses produksi atau pada dunia perkantoran, akan tetapi dalam penyalurannya tidak selamanya kontinu, suatu saat pasti akan terjadi pemadaman yang dapat diakibatkan oleh gangguan pada sistem transmisi, distribusi atau akibat indeks kebutuhan energi listrik yang semakin meningkat. Suplai energi listrik yang kontinu sangat diperlukan pada proses produksi yang berkesinambungan, sehingga jika suplai utama (PLN) padam, dibutuhkan generator set (genset) sebagai *back-up* suplai utama (PLN) (Ramadhan, 2016).

Pada industri kecil atau rumah tangga menurut peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia No. 30 Tahun 2012 pada pasal 4 daya untuk keperluan industri kecil / rumah tangga yaitu tegangan rendah dengan daya 450 VA sampai dengan 14 KVA (I-1/TR) (Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia, 2012). Sebagai kontrol kapan genset mengambil alih suplai tenaga listrik ke beban ataupun sebaliknya maka diperlukan suatu sistem kontrol otomatis biasanya disebut *Automatic Transfer Switch (ATS) – Automatic Main Failure (AMF)* atau sistem *interlock* PLN – Genset.

Generator set (genset) adalah salah satu pembangkit tenaga listrik skala kecil yang umumnya menggunakan bahan bakar fosil (solar atau bensin). Untuk memfasilitasi peralihan beban listrik dari PLN ke Genset atau sebaliknya maka diperlukan panel ATS - AMF. Panel ini berfungsi untuk mengalihkan daya listrik secara otomatis dari PLN ke Genset ketika sumber listrik dari PLN mengalami pemadaman. Seperti pada umumnya panel ATS - AMF sistem *interlock* PLN - Genset memiliki dua mode operasi yaitu secara manual dan otomatis. Sedangkan fungsi utama saat operasi otomatis ATS - AMF adalah sebagai kontrol utama *emergency power* yaitu memonitoring dan sensing catu daya utama (PLN), apabila PLN mengalami pemadaman maka panel ATS - AMF akan bekerja melakukan *starting* pada genset dan memonitoring kualitas energi listrik yang dihasilkan oleh genset. Akan tetapi, daya listrik yang dihasilkan oleh genset cukup terbatas sehingga tidak mampu melayani seluruh beban seperti yang dilayani PLN maka diperlukan suatu panel ATS - AMF yang dapat mengatur prioritas beban sehingga suplai dari genset hanya diperuntukan untuk beban-beban yang sangat dibutuhkan.

Dari uraian diatas, maka penulis sebagai mahasiswa semester akhir akan merancang dan membuat panel sistem *interlock* PLN - Genset menggunakan mikrokontroller yang dapat mengatur prioritas beban dengan mengangkat judul “Rancang Bangun Panel *Automatic Transfer Switch* (ATS) dan *Automatic Main Failure* (AMF)”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan, dapat dirumuskan masalah yang dihadapi yaitu :

1. Bagaimana mengatasi ketiadaan suplai listrik ketika suplai PLN padam/terputus.
2. Ketika suplai PLN terputus, bagaimana mengatasi ketersediaan energi listrik mengingat keterbatasan kapasitas genset
3. Bagaimana menjaga kesiap-siagaan untuk beroperasi pada genset

1.3 Ruang Lingkup Kegiatan

Dalam penelitian ini, penulis memberikan batasan masalah untuk lebih memfokuskan kegiatan penelitian sebagai berikut :

1. Parameter-parameter yang digunakan pada panel *Automatic Transfer Switch* (ATS) dan *Automatic Main Failure* (AMF) adalah tegangan, arus, dan lamanya waktu peralihan.
2. Hanya membahas peralihan beban listrik dari PLN ke Genset atau sebaliknya.
3. Hanya membahas tentang mikrokontroler sebagai alat peralihan PLN ke Genset.

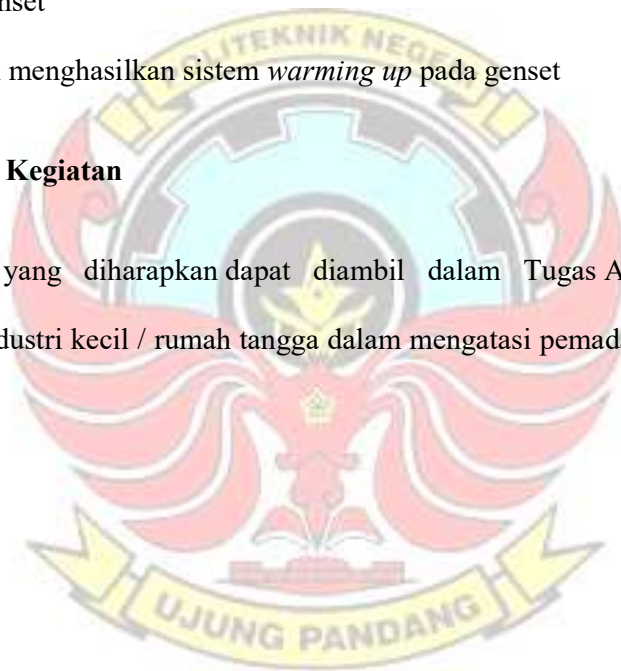
1.4 Tujuan Kegiatan

Tujuan yang akan dicapai berdasarkan rumusan masalah adalah sebagai berikut :

1. Untuk menghasilkan rancangan dan sistem kontrol pengalihan otomatis energi listrik PLN ke Genset atau sebaliknya.
2. Untuk menghasilkan sistem prioritas beban pada pengalihan otomatis PLN ke Genset
3. Untuk menghasilkan sistem *warming up* pada genset

1.5 Manfaat Kegiatan

Manfaat yang diharapkan dapat diambil dalam Tugas Akhir ini adalah membantu industri kecil / rumah tangga dalam mengatasi pemadaman listrik yang sering terjadi.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Automatic Transfer Switch (ATS)* dan *Automatic Main Failure (AMF)*

Sitem *interlock* atau pengalihan PLN – Genset adalah sebuah kontrol otomatis berupa *Automatic Transfer Switch (ATS)* dan *Automatic Main Failure (AMF)* atau kontrol otomatis yang berguna sebagai kontrol kapan genset mengambil alih suplai tenaga listrik ke beban ataupun sebaliknya.

ATS (*Automatic Transfer switch*) adalah alat yang berfungsi untuk memindahkan koneksi antara sumber tegangan listrik satu dengan sumber tegangan listrik lainnya secara otomatis atau bisa juga disebut *Automatic COS (Change Over Switch)*. Sedangkan AMF (*Automatic Main Failure*) berfungsi untuk menyalakan mesin genset jika beban yang di layani kehilangan sumber energi listrik utama/PLN. Sistem kerja panel ATS dan AMF yang sering kita temukan adalah kombinasi untuk pertukaran sumber, baik dari PLN ke Genset ataupun sebaliknya, bilamana saat sumber dari utama/PLN tiba-tiba padam akibat gangguan (Rasmini, 2013).

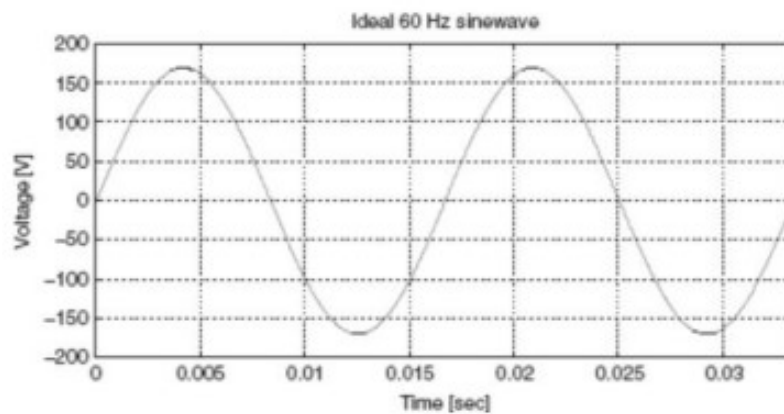
2.2 Kualitas Daya Listrik

Kualitas daya listrik ditentukan oleh kualitas dari arus, tegangan, frekuensi, rugi daya, faktor daya dan pengetanahan (*grounding*), serta kesetimbangan sistem. Kualitas daya listrik dapat dikatakan baik jika arus, tegangan, dan frekuensi yang terdapat di suatu tempat atau sektor selalu konstan. Tetapi pada kenyataannya arus, tegangan dan frekuensi tersebut tidak selalu

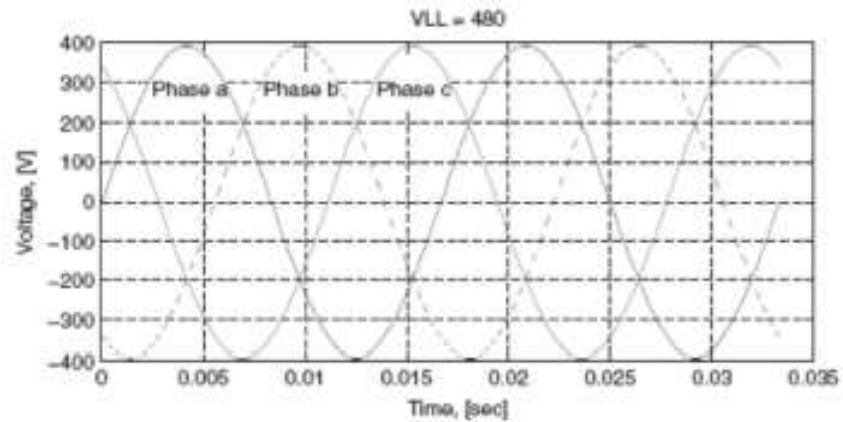
bernilai konstan, tergantung pada peralatan listrik atau beban yang dipakai dan pengaturan sistem distribusi listriknya.

a. Tegangan, Arus dan Frekuensi Ideal

Tegangan yang baik adalah tegangan yang berbentuk sinusoidal murni. Selain dari bentuk gelombang yang sinusoidal, kualitas tegangan yang baik ditentukan pula oleh besarnya yang konstan serta kesetimbangannya terjaga. Kualitas tegangan ini tergantung dari pihak suplai energi listrik, dalam hal ini adalah PLN. Faktor – faktor yang mempengaruhi kualitas tegangan adalah dari sistem pembangkitan yang baik serta sistem distribusi listrik yang baik pula. Apabila kedua faktor tersebut kurang baik, maka tegangan yang diterima pada sisi konsumen juga kurang baik. Tegangan ideal yang seharusnya diterima oleh pihak konsumen adalah untuk fasa A (R atau L1), untuk fasa B (S atau L2) dan untuk fasa C (T atau L2).



Gambar 2. 1 Tegangan sinusoidal ideal, dengan vrms 120V 60Hz
(Sumber : Assaffat Luqman,2009)



Gambar 2. 2 Tegangan tiga fasa ideal dengan vLL 480 V 60Hz
(Sumber : Assaffat Luqman,2009)

Bentuk gelombang arus listrik yang baik berbentuk sinusoidal juga. Kualitas arus listrik dipengaruhi oleh beban atau peralatan-peralatan yang dipakai pada suatu tempat. Beban-beban listrik yang bersifat resistif akan menghasilkan faktor daya 1, beban-beban listrik yang bersifat induktif akan menghasilkan faktor daya tertinggal dan beban-beban listrik yang bersifat kapasitif akan menghasilkan faktor daya mendahului. Selain itu, beban-beban yang bersifat tak linier akan menyebabkan bentuk gelombang arus listrik menjadi tidak sinusoidal lagi. Frekuensi ideal yang diterima oleh konsumen listrik adalah harus sesuai dengan standar yang berlaku. Di Indonesia, frekuensi tegangan listrik di atur pada 50 Hz. Dapat di hitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$f = P/2 \times n/60$$

Keterangan :

f = Frekuensi kerja

P = Jumlah kutup pada rotor

n = kecepatan mekanis rotor per menit (rpm)

b. Daya dan Faktor Daya

Faktor daya merupakan salah satu indikator baik buruknya kualitas daya listrik. Faktor daya didefinisikan sebagai perbandingan antara daya aktif dan daya reaktif. Faktor daya disimbolkan sebagai $\cos \varphi$. Daya aktif adalah daya yang digunakan sistem untuk bekerja. Daya aktif pada instalasi 3 fasa dapat dihitung dengan persamaan 2.13 di bawah ini : (Rafly, 2018). $P = V \times \sqrt{3} \times I$

$\times C$, dimana $S = V \times \sqrt{3} \times I$ Sehingga, **$P = S \times \cos \varphi$**

Keterangan :

P = Daya aktif (Watt)

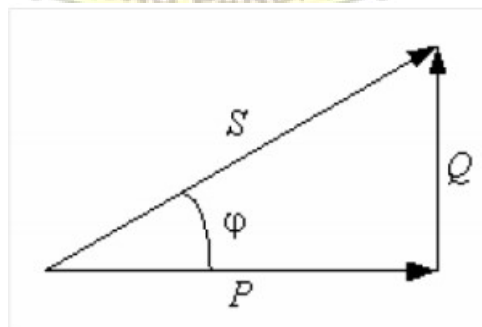
S = Daya Semu (VA)

V = Tegangan (V)

I = Arus(A)

$\cos \varphi$ = Faktor daya

Berikut adalah gambar 14 yang menunjukkan hubungan segitiga daya dalam sistem instalasi listrik arus AC:



Gambar 2. 3 Segitiga daya listrik
(Sumber : Rafly, 2018)

Sebuah kapasitor daya atau yang dikenal dengan nama kapasitor bank harus mempunyai daya Q_c yang sama dengan daya reaktif dari sistem yang akan diperbaiki faktor dayanya. Besarnya daya reaktif yang diperlukan untuk mengubah faktor daya dari $\cos \phi_1$ (awal) menjadi $\cos \phi_2$ (yang ingin dicapai) dapat ditentukan dengan persamaan 2.14 berikut:

$$Q_C = P \times (\tan \phi_1 - \tan \phi_2)$$

Keterangan :

Q_c = Daya reaktif kapasitor bank (KVAR)

P = Daya aktif (Watt)

ϕ_1 = Nilai faktor daya sebelum perbaikan

ϕ_2 = Nilai faktor daya sesudah Perbaikan

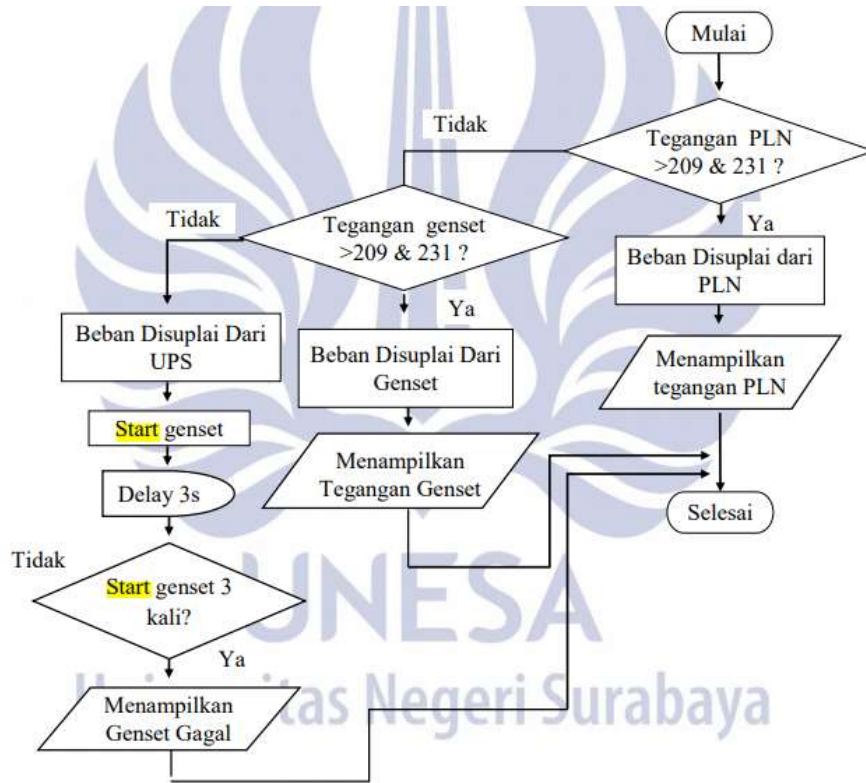
c. Keseimbangan Sistem

Sistem dapat dikatakan seimbang apabila tegangan tiga fasa yang mensuplai suatu tempat atau sektor adalah seimbang, di mana setiap fasa mempunyai besar tegangan yang sama dan mempunyai perbedaan sudut fasanya adalah 120^o listrik, seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.4. Selain tegangan tiga fasa yang seimbang, kualitas daya listrik juga dilihat dari keseimbangan beban tiga fasa yang seimbang. Apabila pembebanan pada suatu sistem seimbang, maka indikatornya adalah arus pada setiap fasa idealnya adalah sama besar dan mempunyai sudut fasa yang idealnya juga terpisah 120^o listrik juga. Menurut ANSI C84.1 – 1995 ketidak-seimbangan tegangan sistem tidak boleh melebihi 3% pada saat tidak dibebani, dan maksimal 6% untuk sistem yang dibebani.

2.3 Prinsip Kerja ATS dan Jumlah Starter Genset

Untuk melaksanakan prinsip kerja, hardware dan software harus saling mendukung. Prinsip kerja dibuat melalui software dan dimasukkan ke perangkat hardware. Prinsip kerja keseluruhan ATS yang dibuat adalah sebagai berikut : Prioritas sumber daya listrik adalah PLN. Parameter pengenal masing-masing sumber daya listrik adalah tegangan. Pada saat beban disuplai dari Genset, buzzer menyala 1 kali setiap 10 detik dan buzzer menyala 2 kali setiap 10 detik saat beban disuplai dari UPS. Jika Genset gagal starting, buzzer menyala 5 detik dan indikator fault (gagal) dari LED menyala. Indikator LED fault mati ketika tegangan PLN atau Genset memenuhi. Pada saat ATS dinyalakan, mikrokontroler melakukan pengecekan tegangan PLN. Jika tegangan PLN memenuhi, beban disuplai dari PLN. Apabila tegangan PLN tidak memenuhi maka dilakukan pengecekan kondisi Genset. Jika kondisi Genset dalam kondisi menyala maka dilakukan pengecekan tegangan Genset. Jika tegangan memenuhi maka beban disuplai dari Genset. Jika Genset dalam keadaan padam, beban disuplai dari UPS. Saat beban disuplai dari UPS, ATS melakukan starting dan pengecekan tegangan Genset sebanyak 3 kali. Jika Genset berhasil menyala dan tegangan Genset memenuhi maka beban disuplai dari Genset. Jika Genset tidak menyala dalam tiga kali starting, maka LCD pada ATS, menampilkan “Genset Gagal” (Noveri dkk, 2018).

Diagram alir kerja ATS dapat dilihat pada Gambar 2.4:



Gambar 2. 4 Diagram Alir ATS
(Sumber: Noveri, dkk, 2018)

2.4 Prioritas beban di lingkungan RSUD disebabkan kenaikan penggunaan listrik setiap tahun meningkat dan power/daya dari genset tetap.

Untuk meningkatkan keandalan pelayanan dan mengantisipasi pertumbuhan beban minimal dalam kurun waktu 10 (sepuluh) tahun mendatang, diperlukan pasokan/catu daya listrik sebesar 1000 kVA (1 MVA) yang bersumber dari suplay PLN sebagai suplay daya utama dan diikuti dengan tambahan mesin generator/genset baru juga sebesar 1000 kVA yang berfungsi sebagai suplay daya cadangan. Rencana pengaturan operasional sistem pembangkit tenaga listrik untuk antisipasi pertumbuhan beban dalam kurun waktu 5 (lima) tahun mendatang

diperkirakan kebutuhan daya listrik tidak lebih dari 1000 kVA. Sehingga keseluruhan beban rumah sakit dapat dilayani dengan 1 (satu) unit transformator baru dengan kapasitas daya sebesar 1000 kVA dan suplay daya cadangan dari mesin generator sebesar 1000 kVA yang dapat beroperasi secara otomatis. Mesin generator/genset 500 kVA yang ada saat ini (existing) dapat digunakan sebagai back- up/cadangan bilamana terjadi gangguan pada mesin genset 1000 kVA, atau dimasa mendatang jika kebutuhan meningkat dapat dikembalikan ke fungsi semula untuk melayani Gedung Poli Rawat Jalan dan Gedung Administrasi.

Penambahan daya listrik dari suplay PLN dan pengadaan mesin genset berikut rehabilitasi panel gardu distribusi dan jaringan penghantar harus segera direalisasikan dalam waktu dekat, mengingat beban puncak (peak load) saat ini sudah hampir mencapai 600 kVA, sedangkan mesin genset yang ada hanya mampu dibebani sekitar 650 kVA. Keterlambatan dalam antisipasi penambahan daya dan pengadaan mesin genset akan berdampak pada kualitas pelayanan rumah sakit secara keseluruhan. Penambahan kapasitas daya listrik juga harus diikuti dengan penambahan space ruangan untuk panel distribusi dan mesin genset. Perencanaan sistem yang baru ini diharapkan dapat memberi kemudahan pada sisi O&M (operasional dan perawatan) yang sekaligus akan berdampak pada peningkatan keandalan pelayanan dan kinerja karyawan. Untuk meningkatkan keandalan, kemudahan operasional dan perawatan, sistem distribusi tenaga listrik di lingkungan RSUD dr. Soedarso akan dibagi dalam beberapa zona pelayanan. Pada setiap zona dipasang panel distribusi utama (Main Distribution Panel/MDP), untuk melayani kebutuhan beberapa gedung, dengan sumber listrik yang

terhubung secara langsung ke panel gardu distribusi. Panel distribusi utama (MDP) adalah dari type free standing water proof IP 55 yang dipasang diluar bangunan/out door, dilengkapi dengan beberapa perangkat pengaman/MCCB outgoing untuk masing-masing bangunan dan tambahan perangkat pengaman sebagai spare/cadangan untuk rencana pengembangan, metering, dan indikator panel lainnya. (Suharto, 2016)

2.5 Generator set (Genset)

Genset atau generator set adalah gabungan dari generator dan *engine* yang mampu membangkitkan energi listrik ketika aliran listrik dari PLN tidak menyala/padam. Generator adalah sumber energi listrik yang diperoleh melalui perubahan energi mekanik dari mesin penggerak (*engine*) menjadi energi listrik. Prinsip kerja generator adalah berdasarkan Hukum Faraday tentang induksi elektromagnetik, yaitu jika sepotong penghantar (konduktor) terletak di antara kutub-kutub magnet, kemudian penghantar tersebut kita gerakkan atau sebaliknya, maka di ujung penghantar tersebut akan timbul gaya gerak listrik (GGL) karena induksi (Trikueni, 2014).



Gambar 2. 5 Genset

2.6 *Miniatur Circuit Breaker* (MCB)

Miniature Circuit Breaker (MCB) atau miniatur pemutus sirkuit adalah sebuah perangkat elektromekanikal yang dapat melindungi rangkaian listrik dari arus yang berlebihan (*over current*) dan beban lebih (*overload*), dengan cara memutuskan secara otomatis saat melewati batas tertentu. Terjadinya arus lebih, disebabkan oleh beberapa gejala, seperti : hubung singkat (*short circuit*).

Pada dasarnya MCB memiliki fungsi yang sama seperti sekering (*fuse*), yakni memutus aliran arus listrik rangkaian saat terjadi kelebihan arus akibat hubung singkat (*short circuit*), atau akibat kelebihan beban (*overload*), hanya saja saat setelah arus listrik sudah normal MCB dapat dinyalakan kembali, sedangkan untuk sekering (*fuse*) tidak dapat lagi digunakan. MCB biasa diaplikasikan atau digunakan pada instalasi rumah tinggal, pada instalasi penerangan, pada instalasi motor listrik di industri dan lain sebagainya (Ramadhan, 2016).



(a)

(b)

Gambar 2. 6 Bentuk dari MCB: (a) 3 fasa (b) 1 fasa
(Sumber: eprints.polsri.ac.id)



Gambar 2. 7 kontruksi MCB
(Sumber: eprints.polsri.ac.id)

Keterangan dari gambar 2 bagian bagian dalam MCB :

1. Tuas aktuaror operasi On-Off
2. Mekanisme Actuator
3. Kontak penghubung
4. Terminal Input-Output
5. Batang Bimetal
6. Plat penahan & penyalur busur api
7. Solenoid / Trip Coil
8. Kisi-kisi pemadam busur api

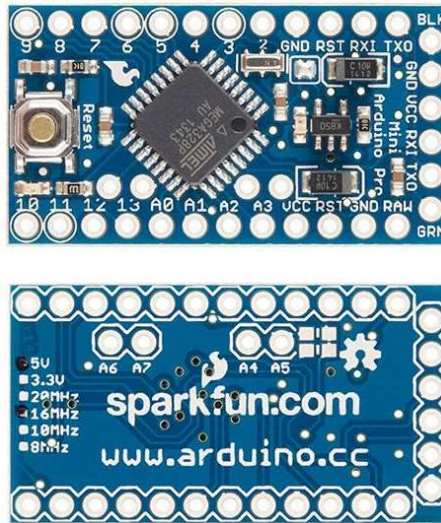
2.7 Arduino

Sebuah *mikrokontroler* dapat digunakan untuk membuat program pengendali berbagai komponen elektronika. Fungsi Arduino dibuat untuk memudahkan dalam melakukan *prototyping*, memprogram *microcontroller*, membuat alat-alat canggih berbasis *microcontroller*. (Arifin et al., 2016).

Arduino adalah nama keluarga papan *microcontroller* dibuat oleh perusahaan *Smart Projects* yang salah satu penciptanya adalah Massimo Banzi. Arduino dibuat dengan tujuan memudahkan eksperimen atau perwujudan berbagai peralatan yang berbasis *microcontroller*. Berbagai jenis Arduino adalah Arduino uno, Arduino Diecimilia, Arduino Duemilalove, Arduino Leonardo, Arduino Mega, Arduino Pro Mini dan Arduino Nano. Dari berbagai jenis Arduino yang membedakan adalah kelengkapan fasilitas dan pin-pin yang perlu digunakan. Menurut (Lubis et al., 2019)

▪ Prinsip Kerja Arduino

Cara kerja arduino adalah dengan menggunakan pin analog di papan arduino, pin yang *defaultnya* di gunakan sebagai input analog. Di pin ini bias mendeteksi besaran tegangan analog dari 0 s/d 5v secara kontinu. Jadi input tegangan dengan nilai 1v, 1.1v, 2v, 2.7v dan seterusnya sampai 5v pun dapat dengan mudah dibaca melalui pin ini. Sebuah papan arduino memiliki lebih dari satu pin analogi. Sebagai contoh, papan arduino uno memiliki 6 pin analog dengan nama A0 s/d A5 unuk arduino mega lebih banyak lagi yakni 16 pin. Arduino adalah pengendali mikro single-board yang bersifat sumber terbuka, diturunkan dari *wiring platform*, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. Perangkat kerasnya memiliki prosesor *Atmel AVR* dan softwarenya memiliki bahasa pemrograman sendiri.



Gambar 2. 8 Mikrokontroler Arduino Pro Mini
(Sumber : [henduino.github.io](https://github.com/henduino))

Mikrokontroler arduino pro mini memiliki spesifikasi sebagai berikut :

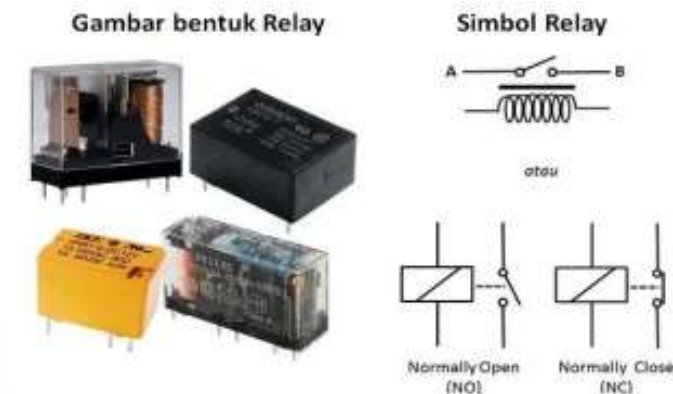
Chip mikrokontroler	: ATmega328
Tegangan Operasi	: 5 V
Pin Digital I/O	: 14 (6 pin sebagai output PWM)
Pins <i>Input</i> Analog	: 8
Arus DC per pin I/O	: 40 mA
<i>Flash Memory</i>	: 32 KB (2 KB digunakan untuk bootloader)
SRAM	: 2 KB
EEPROM	: 1 KB
<i>Clock Speed</i>	: 16 MHz

2.8 Relay

Relay adalah saklar (*switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen *electromechanical* (elektromekanikal) yang terdiri dari 2 bagian utama yakni elektromagnet (*coil*) dan mekanikal (seperangkat kontak

saklar/*switch*). *Relay* menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontak saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi.

▪ **Prinsip Kerja *Relay***



Gambar 2. 9 Bentuk Relay dan Simbol Relay

(Sumber: Saleh, dkk, 2017)

Pada dasarnya *relay* terdiri dari 4 komponen dasar yaitu :

1. *Electromagnet (Coil)*
2. *Armature*
3. *Switch Contact Point (Saklar)*
4. *Spring*

Ketika kumparan *coil* diberikan arus listrik, maka akan timbul gaya elektromagnet yang kemudian menarik armature untuk berpindah dari posisi sebelumnya (NC) ke posisi baru (NO) sehingga menjadi saklar yang dapat menghantarkan arus listrik di posisi barunya (NO). Posisi dimana armature tersebut berada sebelumnya (NC) akan menjadi *OPEN* atau tidak terhubung. Pada saat tidak dialiri arus listrik,

armature akan kembali lagi ke posisi awal (NC). *Coil* yang digunakan oleh *relay* untuk menarik *contact poin* ke posisi *close* pada umumnya hanya membutuhkan arus listrik yang relatif kecil.

▪ **Jenis – Jenis Relay**

Relay merupakan salah satu jenis dari saklar, maka istilah *pole* dan *throw* yang dipakai dalam saklar juga berlaku pada *relay*. Berikut ini adalah penjelasan singkat mengenai istilah *pole* dan *throw* :

- ***Pole*** : Banyaknya kontak (*contact*) yang dimiliki oleh sebuah *relay*
- ***Throw*** : Banyaknya kondisi yang dimiliki oleh sebuah kontak (*contact*)

Berdasarkan penggolongan jumlah *pole* dan *throw*-nya sebuah *relay*, maka *relay* dapat digolongkan menjadi :

- ***Single Pole Single Throw (SPST)*** : *Relay* golongan ini memiliki 4 terminal, 2 terminal untuk saklar dan 2 terminalnya lagi untuk *coil*.
- ***Single Pole Double Throw (SPDT)*** : *Relay* golongan ini memiliki 5 terminal, 3 terminal untuk saklar dan 2 terminalnya lagi untuk *coil*.
- ***Double Pole Single Throw (DPST)*** : *Relay* golongan ini memiliki 6 terminal, diantaranya 4 terminal yang terdiri dari 2 pasang terminal saklar sedangkan 2 terminal lainnya untuk *coil*. *Relay* DPST dapat dijadikan 2 saklar yang dikendalikan oleh 1 *coil*.
- ***Double Pole Double Throw (DPDT)*** : *Relay* golongan ini memiliki terminal sebanyak 8 terminal, diantaranya 6 terminal yang merupakan 2

pasang *relay* SPDT yang dikendalikan oleh 1 (single) *coil* sedangkan 2 terminal lainnya untuk *coil*.

2.9 Pilot Lamp

Pilot lamp merupakan suatu lampu indikator yang berfungsi sebagai tanda adanya arus listrik yang mengalir pada panel listrik. *Pilot lamp* akan menyala bila terdapat arus listrik yang masuk pada panel listrik tersebut. *Pilot lamp* ini dihubungkan langsung pada *incoming* aliran listrik pertama yang masuk pada panel dengan media pengaman yaitu *fuse* untuk mencegah adanya korsleting listrik (Ramadhan, 2016).

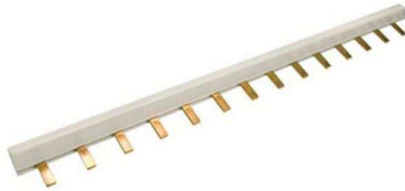


Gambar 2. 10 Lampu indikator PLN



Gambar 2. 11 Lampu indikator genset
(Sumber : indotecnical.com)

2.7 Busbar



Gambar 2. 12 Busbar
(Sumber: Arial, 2013)

Pada prinsipnya busbar adalah lempengan atau pelat konduktor yang berupa tembaga atau aluminium. Fungsi dasar dari busbar adalah sebagai terminal untuk menghantarkan listrik. Busbar terbagi menjadi dua yaitu yang menggunakan isolasi dan tanpa isolasi. Perbedaan busbar dengan kabel adalah pada kelenturan, kabel memiliki lapisan yang terdiri dari konduktor dan isolasi. Sementara pada busbar langsung dilindungi isolasi/*outer jacket* (Arial, 2013).

2.10 Sensor ZMPT101B

Modul sensor tegangan ZMPT101B adalah sensor tegangan yang terbuat dari transformator tegangan ZMPT101B. Sensor ini memiliki akurasi tinggi, konsistensi yang baik untuk voltase dan tenaga pengukuran dan bisa mengukur sampai 250V AC. Sensor ini mudah untuk digunakan dan dilengkapi dengan multi turn trimmer potensiometer untuk menyesuaikan output ADC. Untuk dapat menemukan hasil yang lebih antara tegangan input dan output ADC menggunakan analisis regresi. Output ADC disesuaikan dengan trimpot ke nilai yang sesuai terhadap masukan referensi [8]. Perhitungan untuk menghasilkan nilai tegangan

dari hasil pembacaan tegangan AC dapat menggunakan rumus : $V_{peak} = \sqrt{2}$ $VRMS$ (1) $VRMS = V_{peak} / \sqrt{2}$ (2) Data yang masuk ke mikrokontroler akan diolah menjadi data penampil tegangan rms AC keluaran variable transformator. Gambar 2 menunjukkan konfigurasi pin sensor ZMPT101B.



Gambar 2. 13 Konfigurasi pin sensor ZMPT101B
(Sumber: Juhan, dkk, 2018)

2.11 RTC DS3231 (Real Time Clock)

RTC (Real Time Clock) merupakan chip IC yang mempunyai fungsi menghitung waktu yang dimulai dari detik, menit, jam, hari, tanggal, bulan, hingga tahun dengan akurat. Untuk menjaga atau menyimpan data waktu yang telah di-ON-kan pada modul terdapat sumber catu daya sendiri yaitu baterai jam kancing, serta keakuratan data waktu yang ditampilkan digunakan osilator kristal eksternal. Contoh yang dapat ditemui dalam kehidupan sehari – hari yaitu pada motherboard PC yang biasanya letaknya berdekatan dengan chip BIOS. Difungsikan guna menyimpan sumber informasi waktu terkini sehingga jam akan tetap up to date walaupun komputer tersebut dimatikan. Berikut bentuk RTC (Real Time Clock) pada Gambar 4.



Gambar 2. 14 RTC DS3231
(Sumber :www.nyebarilmu.com)

2.12 EEprom AT24C32

EEprom AT24C32 Berfungsi sebagai memory eksternal, terutama digunakan untuk menyimpan data base penjadwalan waktu. Eeprom menggunakan seri AT24C32 yang mana memiliki kapasitas 32,768 Kbit. Untuk dapat digunakan berkomunikasi data dengan mikrokontroler maka Eeprom AT24C32 ini dalam pengalamatannya disetting 000 sehingga dalam pembuatan rangkaian pada pi A0, A1,A2 dihubungkan dengan ground, sehingga dapat berlogic 0. Ini sangat penting dikarenakan agar tidak terjadi adanya alamat yang sama dengan komponen yang lain (Darmawan, dkk, 2013).



Gambar 2. 15 EEPROM AT24C32
(Sumber: <https://shopee.co.id/AT24C32-EEPROM-AT24C32-i.17074495.156214022>)

BAB III METODE KEGIATAN

3.1 Tempat dan Waktu Kegiatan

3.1.1 Tempat Pembuatan dan Pengujian

Lokasi pembuatan dan pengujian rancang bangun “Panel *Automatic Transfer Switch* (ATS) dan *Automatic Main Failure* (AMF)” dilaksanakan di Laboratorium Konversi Energi, jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat yang digunakan pada proses pembuatan rancang bangun ini yaitu :

- Genset 1 fasa
- *Miniature Circuit Breaker* (MCB)
- Voltmeter digital
- Amperemeter digital
- Frekuensi meter digital
- Solder
- Mesin Gerinda
- Mesin Bor

3.2.2 Bahan

Adapun bahan yang akan digunakan pada proses pembuatan rancang bangun ini yaitu :

- Kabel
- Busbar

- *Pilot lamp* / lampu indikator
- *Box panel*
- Terminal blok
- *Duct*
- Mata bor
- Mata gerinda
- Tripleks
- Baut
- Timah
- *Octocoupler*
- *Relay*
- *Board PCB*
- *Downloader*
- *Buzzer*
- Resistor 10K Ω , 1K Ω , 220K Ω
- Sensor tegangan ZMPT
- *Real Time Clock*
- Kapasitor 10 μ F, 100 μ F

Adapun spesifikasi dari generator set adalah :



Gambar 3. 1 Generator set

Gasoline generator

Model : PF5500GE
Protection type : 1P27
Cont. AC output : 5.0 kW
Max AC output : 5.5 kW
Frekuensi : 50 Hz
Rated voltage : 230 V
Engine : PF390
Displacement : 389cc
Max power : 9.5 kW / 13 HP
Net weight : 90 kg

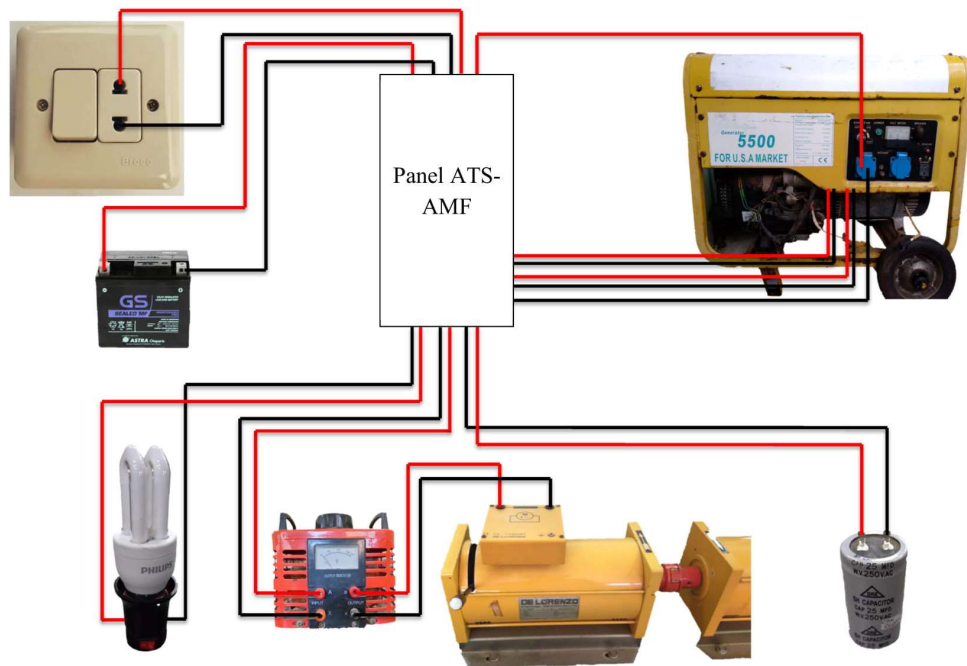
3.3 Prosedur Kegiatan

3.3.1 Studi Literatur

Tahap perencanaan dilakukan studi literatur mengenai panel *Automatic Transfer Switch* (ATS) dan *Automatic Main Failure* (AMF) dengan tujuan mengumpulkan informasi agar memudahkan dalam pengerjaan rancang bangun.

3.3.2 Tahap Perancangan

Alat yang akan dirancang adalah panel *Automatic Transfer Switch* (ATS) dan *Automatic Main Failure* (AMF) yang terdiri dari arduino pro mini, relay, dan *miniature circuit breaker* (MCB). Pada sisi depan panel akan dipasang voltmeter, amperemeter, frekuensimeter, lampu indikator, saklar *warming up* dan pada sisi atas panel akan dibuat lubang untuk menghubungkan sumber listrik dari PLN dan Genset ke panel. Serta pada sisi bawah panel akan dilubang untuk menghubungkan panel ke beban.



Gambar 3. 2 *Single Line Diagram*

3.3.3 Tahap Pembuatan

Setelah proses perancangan selesai, maka akan dilanjutkan dengan proses pembuatan instalasi sistem kontrol pada panel. Langkah-langkah yang akan dikerjakan adalah sebagai berikut :

1. Menyiapkan semua alat dan bahan yang akan digunakan
2. Pembuatan penyanggah alat dan bahan pada panel
3. Pembuatan instalasi sistem kontrol panel seperti pada gambar
4. Pemasangan seluruh alat ukur pada panel sesuai rancangan

3.4 Pengujian alat

Setelah rancang bangun selesai, akan dilanjutkan dengan pengujian alat dan pengambilan data. Pengujian dilakukan di Laboratorium Konversi Energi, jurusan Teknik Mesin , Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Langkah – langkah yang akan dilakukan dalam pengujian adalah :

1. Menghubungkan sumber listrik dari PLN ke panel
2. Menghubungkan genset ke panel
3. Melakukan pengujian *interlock* dengan menghitung waktu peralihan ketika tanpa beban, berbeban resistif, beban induktif, beban kapasitif, dan variasi beban.
4. Melakukan pengujian prioritas beban pada saat PLN *Off* dan genset sebagai catu daya pengganti PLN.
5. Melakukan pengujian *warming up* pada genset.

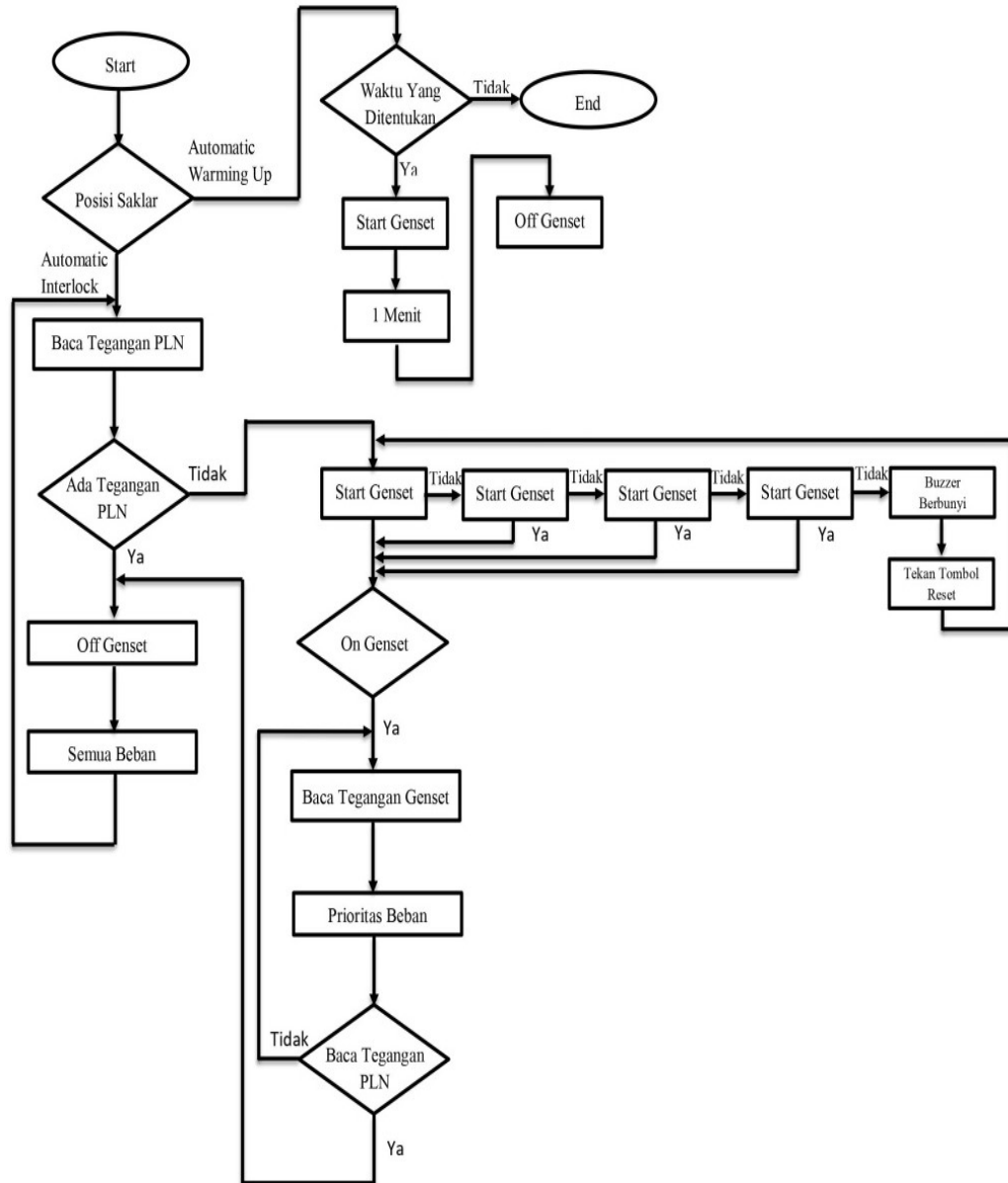
3.5 Diagram Alir

3.5.1 Diagram alir prosedur perancangan



Gambar 3.3 Diagram proses langkah kerja

3.5.2 Diagram alir sistem ATS-AMF



Gambar 3. 4 Diagram alir sistem ATS-AMF

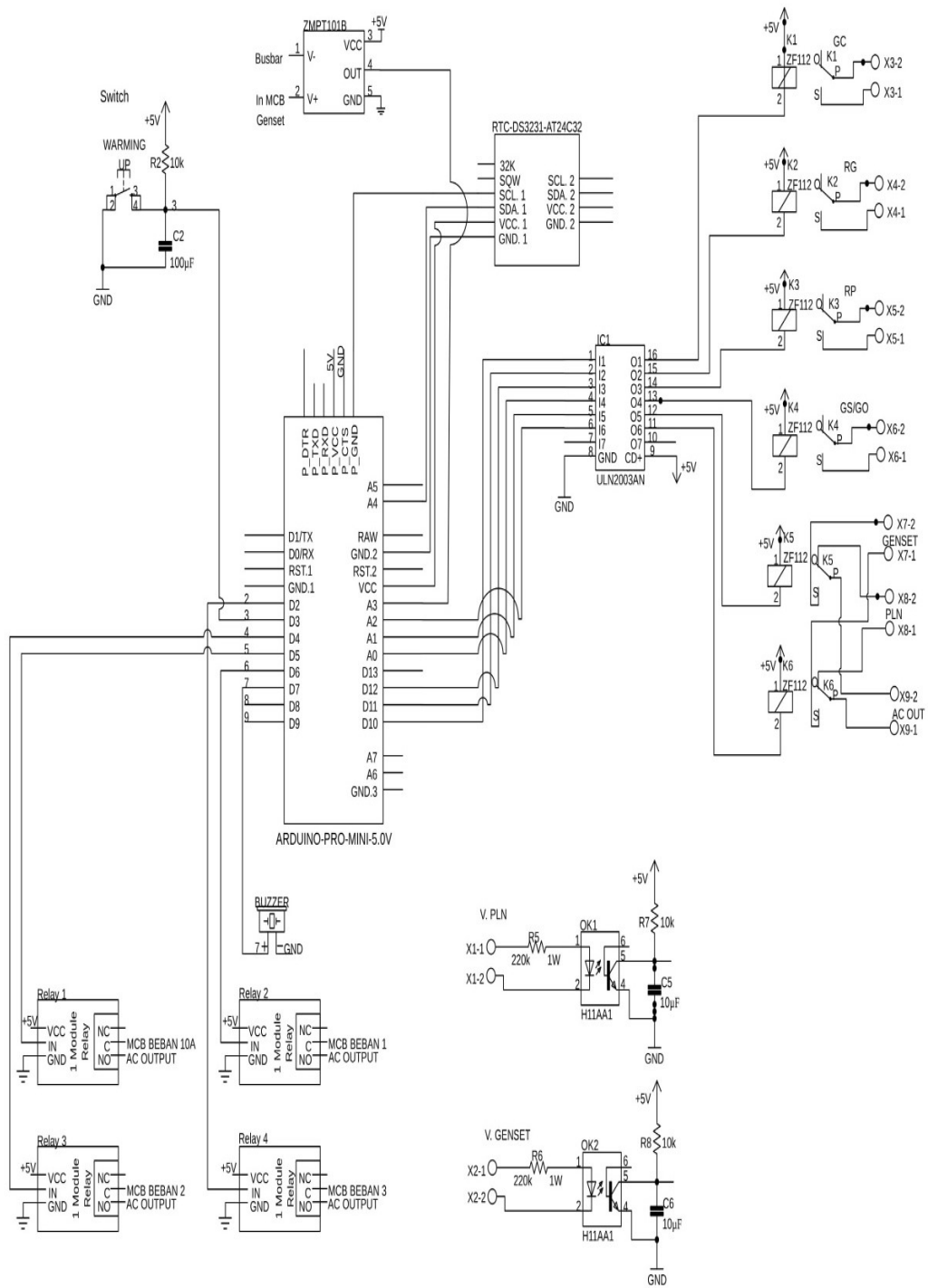
BAB IV HASIL DAN DESKRIPSI

4.1 Hasil

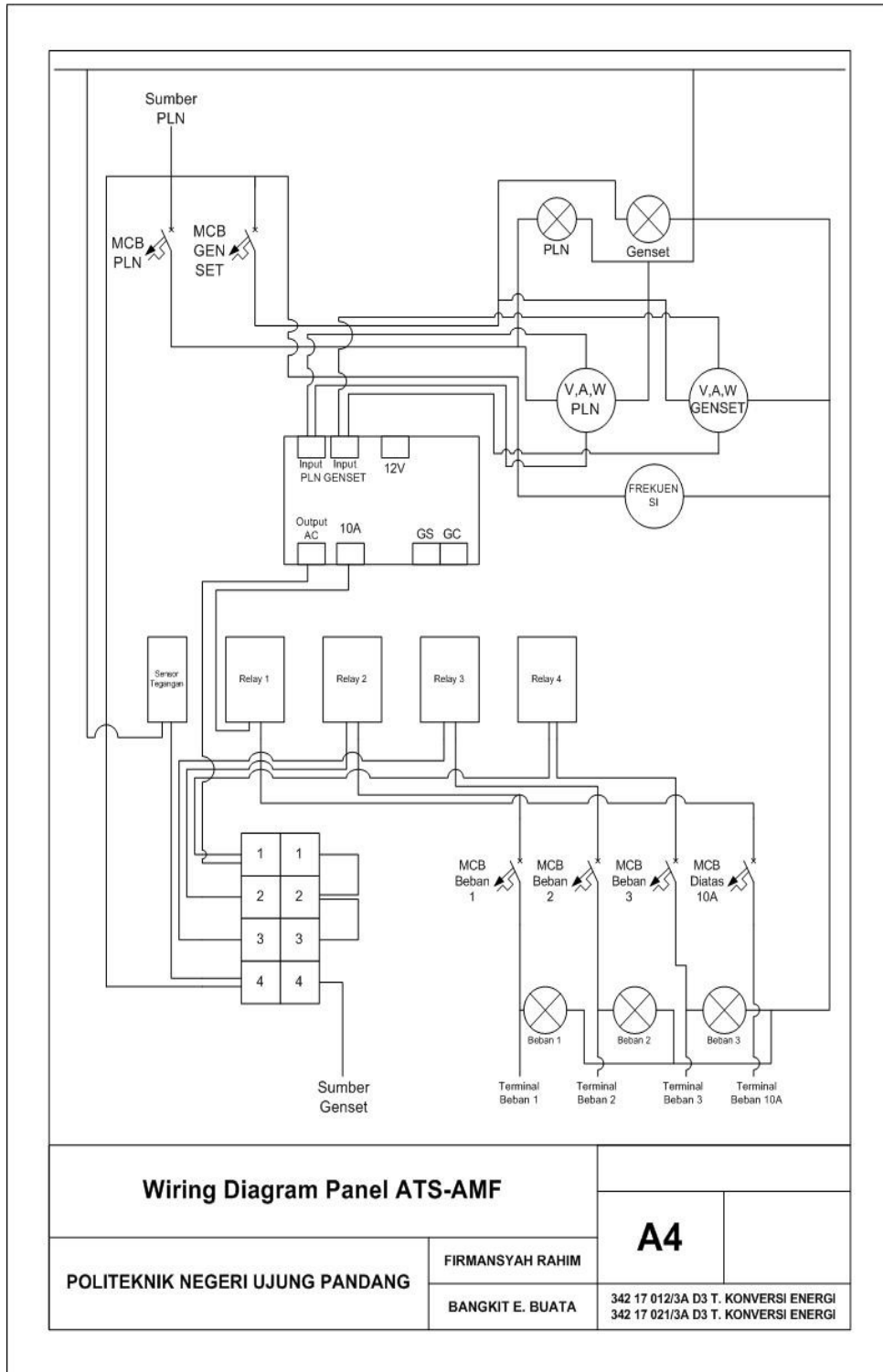
4.1.1. Hasil pengawatan sistem ATS-AMF

Adapun hasil sistem pengawatan dan komponen-komponen sistem ATS-AMF berbasis mikrokontroller arduino pro mini dapat dilihat pada gambar dibawah ini :





Gambar 4. 1 Rangkaian ATS-AMF



Gambar 4. 2 *Wiring Diagram Panel ATS-AMF*

4.1.2. Hasil pengujian alat tanpa menggunakan beban

Pada kondisi ini dibagi menjadi 2 bagian yaitu kondisi ketika peralihan PLN ke genset dan ketika peralihan genset ke PLN.

Hasil pengujian untuk kondisi ini dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4. 1 Kondisi peralihan PLN ke genset tanpa beban

No	Suplai PLN	Suplai Genset	Relay PLN	Relay Genset	Waktu Delay (detik)	Keterangan
1	Off	Off	Off	Off	5	Deteksi tegangan Genset / PLN
2	Off	Off	Off	Off	3	Starting Genset
3	Off	On	Off	Off	2	Pemanasan Genset
4	Off	On	Off	On	15	Suplai berasal dari genset
Jumlah					25	Total waktu peralihan

Tabel 4. 2 Kondisi peralihan Genset ke PLN tanpa beban

No	Suplai PLN	Suplai Genset	Relay PLN	Relay Genset	Waktu Delay (detik)	Keterangan
1	On	On	Off	Off	2	Deteksi Tegangan Genset / PLN
2	On	On	Off	Off	3	Genset di OFF-kan
3	On	Off	On	Off	5	Suplai berasal dari PLN
Jumlah					10	Total waktu peralihan

4.1.3. Hasil pengujian alat menggunakan beban

a. Beban Resistif

Tabel 4. 3 Kondisi peralihan PLN ke genset berbeban resistif menggunakan lampu LED 5W

No	Suplai PLN	Suplai Genset	Relay PLN	Relay Genset	Waktu Delay (detik)	Keterangan
1	Off	Off	Off	Off	10	Deteksi tegangan Genset / PLN
2	Off	Off	Off	Off	3	<i>Starting</i> Genset
3	Off	On	Off	Off	2	Pemanasan Genset
4	Off	On	Off	On	15	Suplai berasal dari genset
Jumlah					30	Total waktu peralihan

Tabel 4. 4 Kondisi peralihan Genset ke PLN berbeban resistif menggunakan lampu LED 5W

No	Suplai PLN	Suplai Genset	Relay PLN	Relay Genset	Waktu Delay (detik)	Keterangan
1	On	On	Off	Off	4	Deteksi Tegangan Genset / PLN
2	On	On	Off	Off	3	Genset di OFF-kan
3	On	Off	On	Off	5	Suplai berasal dari PLN
Jumlah					12	Total waktu peralihan

b. Beban Induktif

Tabel 4. 5 Kondisi peralihan PLN ke genset berbeban induktif menggunakan motor AC 1 fasa 300 W

No	Suplai PLN	Suplai Genset	Relay PLN	Relay Genset	Waktu Delay (detik)	Keterangan
1	Off	Off	Off	Off	8	Deteksi tegangan Genset / PLN
2	Off	Off	Off	Off	3	Starting Genset
3	Off	On	Off	Off	1	Pemanasan Genset
4	Off	On	Off	On	17	Suplai berasal dari Genset
Jumlah					29	Total waktu peralihan

Tabel 4. 6 Kondisi peralihan Genset ke PLN berbeban induktif menggunakan motor AC 1 fasa 300 W

No	Suplai PLN	Suplai Genset	Relay PLN	Relay Genset	Waktu Delay (detik)	Keterangan
1	On	On	Off	Off	5	Deteksi Tegangan Genset / PLN
2	On	On	Off	Off	3	Genset di OFF-kan
3	On	Off	On	Off	5	Suplai berasal dari PLN
Jumlah					13	Total waktu peralihan

c. Beban Kapasitif

Tabel 4. 7 Kondisi peralihan PLN ke genset berbeban kapasitif menggunakan kapasitor 250V 25 μ F

No	Suplai PLN	Suplai Genset	Relay PLN	Relay Genset	Waktu Delay (detik)	Keterangan
1	Off	Off	Off	Off	7	Deteksi tegangan Genset / PLN
2	Off	Off	Off	Off	3	<i>Starting</i> Genset
3	Off	On	Off	Off	1	Pemanasan Genset
4	Off	On	Off	On	16	Suplai berasal dari genset
Jumlah					27	Total waktu peralihan

Tabel 4. 8 Kondisi peralihan Genset ke PLN berbeban kapasitif menggunakan kapasitor 250V 25 μ F

No	Suplai PLN	Suplai Genset	Relay PLN	Relay Genset	Waktu Delay (detik)	Keterangan
1	On	On	Off	Off	7	Deteksi Tegangan Genset / PLN
2	On	On	Off	Off	3	Genset di OFF-kan
3	On	Off	On	Off	5	Suplai berasal dari PLN
Jumlah					15	Total waktu peralihan

d. Variasi Beban (R,L,C)

Tabel 4. 9 Kondisi peralihan PLN ke genset dengan variasi beban menggunakan lampu LED 5W, motor AC 1 fasa 300W, dan kapasitor 250V 25 μ F

No	Suplai PLN	Suplai Genset	Relay PLN	Relay Genset	Waktu Delay (detik)	Keterangan
1	Off	Off	Off	Off	8	Deteksi tegangan Genset / PLN
2	Off	Off	Off	Off	3	<i>Starting</i> Genset
3	Off	On	Off	Off	1	Pemanasan Genset
4	Off	On	Off	On	16	Suplai berasal dari genset
Jumlah					28	Total waktu peralihan

Tabel 4. 10 Kondisi peralihan Genset ke PLN dengan variasi beban menggunakan lampu LED 5W, motor AC 1 fasa 300W, dan kapasitor 250V 25 μ F

No	Suplai PLN	Suplai Genset	Relay PLN	Relay Genset	Waktu Delay (detik)	Keterangan
1	On	On	Off	Off	3	Deteksi Tegangan Genset / PLN
2	On	On	Off	Off	3	Genset di OFF-kan
3	On	Off	On	Off	5	Suplai berasal dari PLN
Jumlah					11	Total waktu peralihan

4.1.4. Hasil pengujian sistem prioritas beban

Tabel 4. 11 Pengujian prioritas beban

Suplai	Relay		
	Relay 1 Lampu LED 5 Watt	Relay 2 Motor AC 300 Watt	Relay 3 Kapasitor 250V 25 μ F
PLN	On	On	On
Genset	On	Off	Off

4.1.5. Hasil pengujian sistem *warming up*

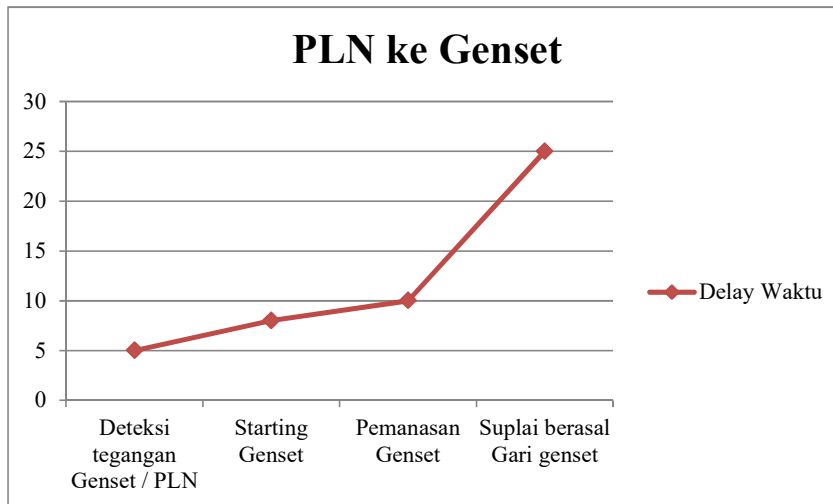
Tabel 4. 12 Pengujian *warming up*

Switch	Setting waktu	Starting (detik)	Warming (detik)	Stop (detik)
Otomatis <i>warming up</i>	Rabu, 15.26 WITA	3	60	5
Otomatis <i>interlock</i>	-	-	-	-

4.2 Deskripsi

4.2.1. Pengujian tanpa beban

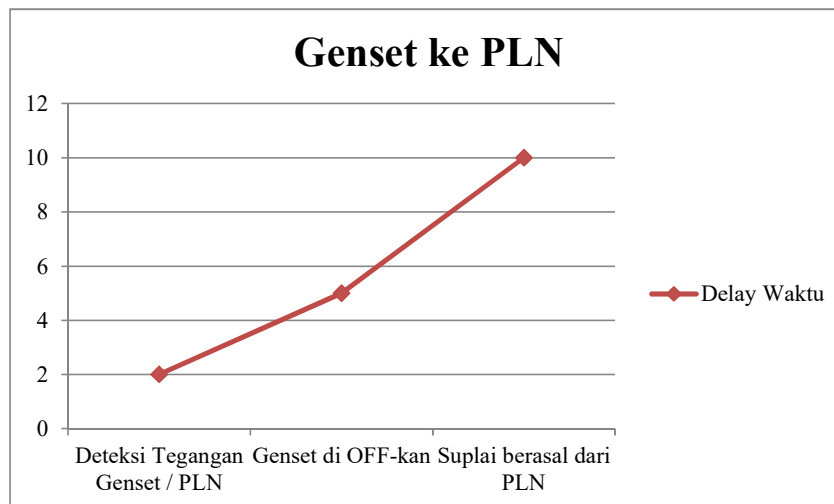
- Pengujian *interlock* (peralihan PLN ke genset)



Gambar 4. 3 Grafik pengujian peralihan PLN ke genset tanpa beban

Pada kondisi ini terdiri dari empat kondisi. Kondisi pertama PLN *Off* dan genset *Off*, sedangkan *relay* PLN *Off* dan *relay* genset *Off* dikarenakan pada kondisi ini kedua sumber tegangan yang dideteksi oleh sensor tidak ada dan waktu yang dibutuhkan untuk mendeteksi adalah 5 detik. Pada kondisi kedua ketika sensor mendeteksi tidak ada tegangan dari PLN maka mikrokontroler memberi perintah untuk menghidupkan genset dan adapun waktu yang dibutuhkan untuk menghidupkan genset adalah 3 detik. Pada kondisi ketiga genset akan dipanaskan sampai frekuensi yang dikeluarkan genset stabil dan waktu yang diperlukan untuk pemanasan genset adalah 2 detik. Pada kondisi keempat sensor akan mendeteksi tegangan dari genset dan waktu yang diperlukan untuk mendeteksi adalah 15 detik, kemudian mikrokontroler memberi perintah untuk menyambungkan tegangan genset ke beban.

- Pengujian peralihan ke PLN (PLN *On* kembali)

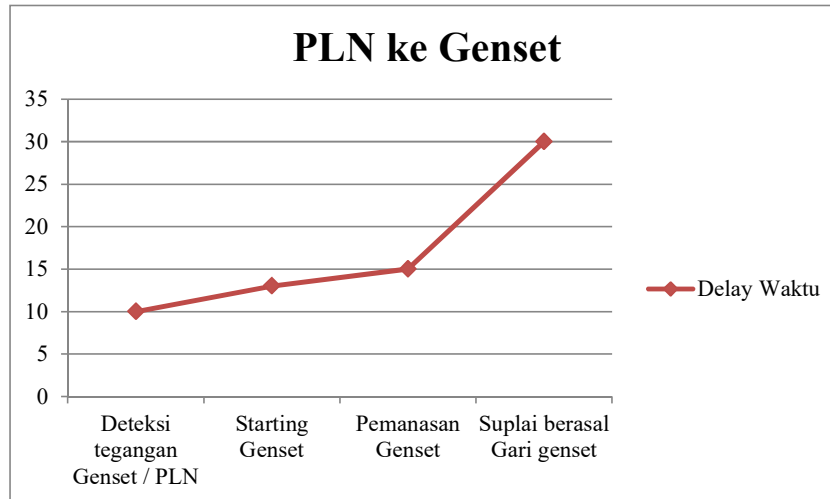


Gambar 4. 4 Grafik pengujian peralihan genset ke PLN tanpa beban

Pada kondisi ini terdiri dari tiga kondisi. Kondisi yang pertama sensor akan mendeteksi PLN *On* kembali dan genset *On*, karena ada tegangan dari PLN maka mikrokontroller akan memberi perintah untuk memutus suplai dari genset ke beban, adapun waktu yang diperlukan sensor untuk mendeteksi tegangan PLN dan memutuskan suplai genset ke beban adalah 2 detik. Pada kondisi yang kedua mikrokontroller akan memberi perintah untuk mematikan genset, waktu yang dibutuhkan untuk mematikan genset adalah 3 detik. Dan pada kondisi ketiga mikrokontroller akan mendeteksi bahwa tegangan dari genset sudah tidak ada maka mikrokontroller akan memberi perintah untuk menyambungkan tegangan PLN ke beban, waktu yang dibutuhkan selama penyambung PLN ke beban adalah 5 detik.

4.2.2. Pengujian beban resistif

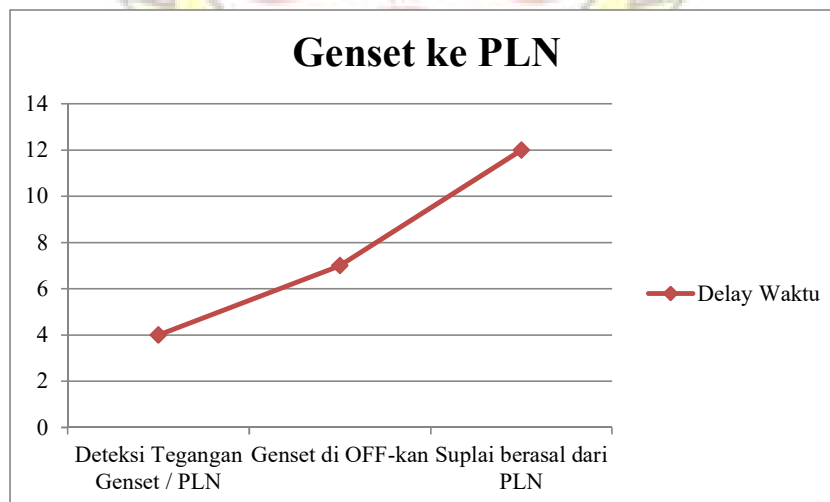
- Pengujian *interlock* (peralihan PLN ke genset)



Gambar 4. 5 Grafik pengujian peralihan PLN ke genset beban resistif

Pada pengujian beban resistif terdiri dari empat kondisi sama halnya seperti pada pengujian tanpa beban. Saat kondisi pertama waktu yang diperlukan adalah 10 detik, kondisi kedua adalah 3 detik, kondisi ketiga adalah 2 detik, dan pada kondisi keempat adalah 15 detik.

- Pengujian peralihan ke PLN (PLN *On* kembali)

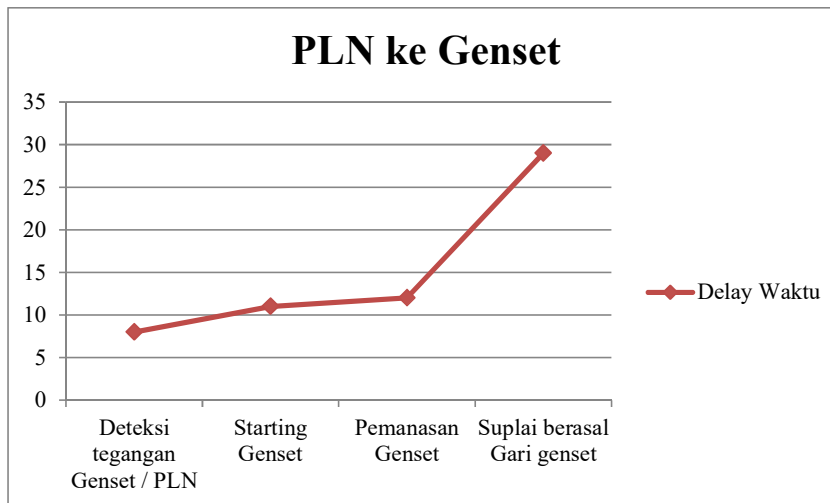


Gambar 4. 6 Grafik pengujian peralihan genset ke PLN beban resistif

Pengujian saat PLN *On* kembali terdiri dari tiga kondisi, sama seperti pada pengujian tanpa beban. Pada kondisi pertama waktu yang dibutuhkan adalah 4 detik, kondisi kedua adalah 3 detik, dan pada kondisi ketiga adalah 5 detik.

4.2.3. Pengujian beban induktif

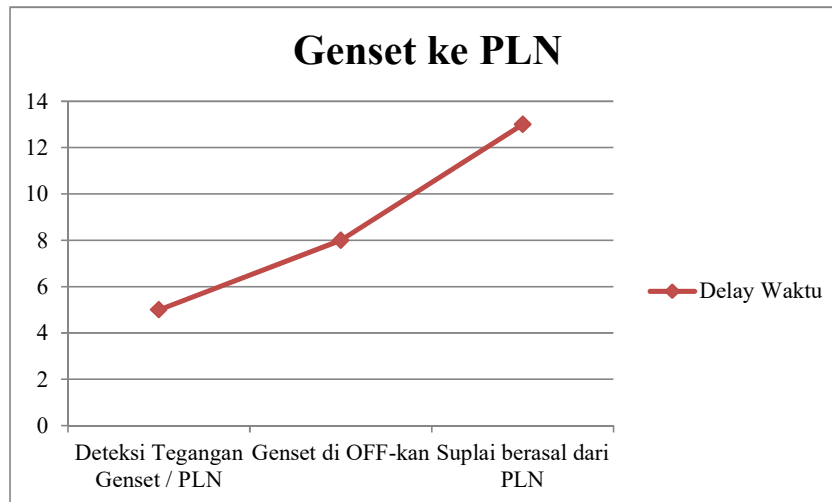
- Pengujian *interlock* (peralihan PLN ke genset)



Gambar 4. 7 Grafik pengujian peralihan PLN ke genset beban induktif

Pada pengujian beban induktif terdiri dari empat kondisi sama halnya seperti pada pengujian beban resistif. Saat kondisi pertama waktu yang diperlukan adalah 8 detik, kondisi kedua adalah 3 detik, kondisi ketiga adalah 1 detik, dan pada kondisi keempat adalah 17 detik.

- Pengujian peralihan ke PLN (PLN *On* kembali)

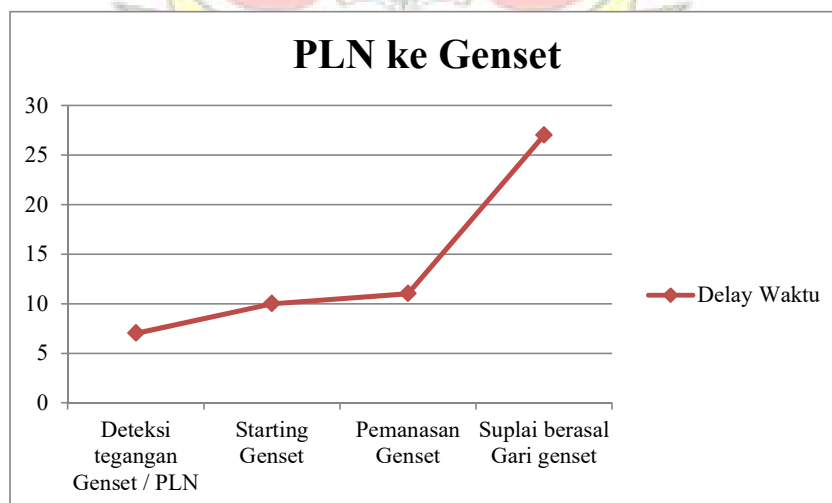


Gambar 4. 8 Grafik pengujian peralihan genset ke PLN beban induktif

Pengujian saat PLN *On* kembali terdiri dari tiga kondisi, sama seperti pada pengujian beban resistif. Pada kondisi pertama waktu yang dibutuhkan adalah 5 detik, kondisi kedua adalah 3 detik, dan pada kondisi ketiga adalah 5 detik.

4.2.4. Pengujian beban kapasitif

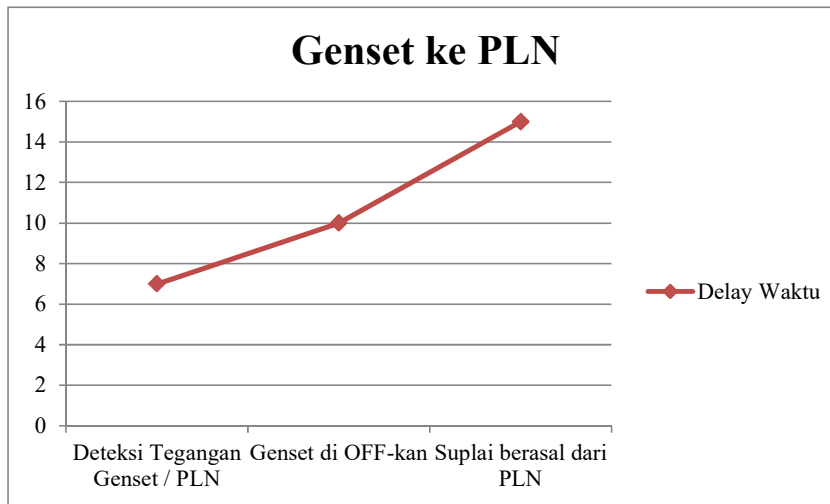
- Pengujian *interlock* (peralihan PLN ke genset)



Gambar 4. 9 Grafik pengujian peralihan PLN ke genset beban kapasitif

Pada pengujian beban induktif terdiri dari empat kondisi sama halnya seperti pada pengujian beban induktif. Saat kondisi pertama waktu yang diperlukan adalah 7 detik, kondisi kedua adalah 3 detik, kondisi ketiga adalah 1 detik, dan pada kondisi keempat adalah 16 detik.

- Pengujian peralihan ke PLN (PLN *On* kembali)

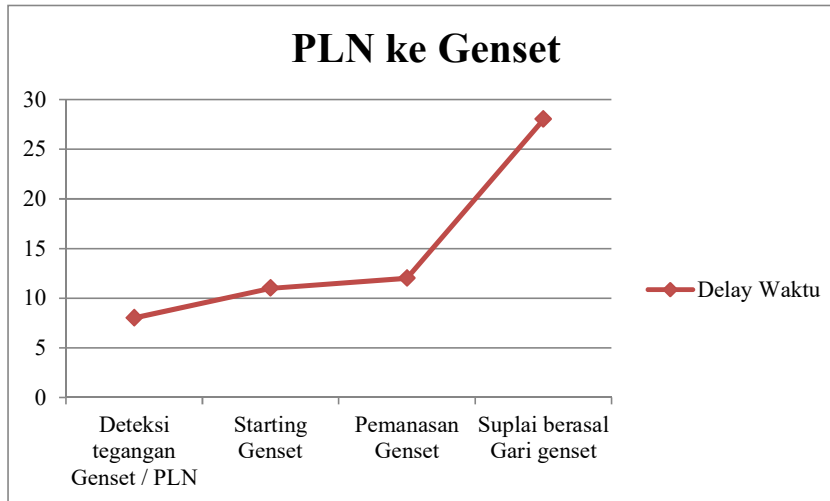


Gambar 4. 10 Grafik pengujian peralihan genset ke PLN beban kapasitif

Pengujian saat PLN *On* kembali terdiri dari tiga kondisi, sama seperti pada pengujian beban induktif. Pada kondisi pertama waktu yang dibutuhkan adalah 7 detik, kondisi kedua adalah 3 detik, dan pada kondisi ketiga adalah 5 detik.

4.2.5. Pengujian variasi beban

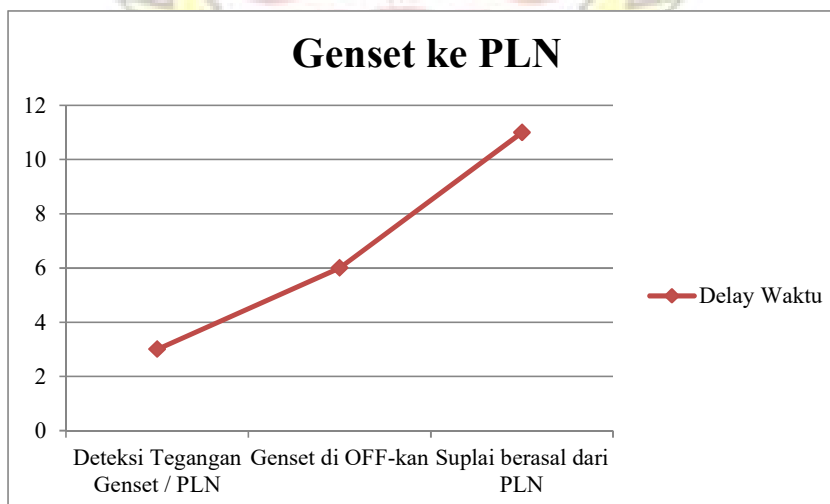
- Pengujian *interlock* (peralihan PLN ke genset)



Gambar 4. 11 Grafik pengujian peralihan PLN ke genset variasi beban

Pada pengujian beban resistif terdiri dari empat kondisi sama halnya seperti pada pengujian beban kapasitif. Saat kondisi pertama waktu yang diperlukan adalah 8 detik, kondisi kedua adalah 3 detik, kondisi ketiga adalah 1 detik, dan pada kondisi keempat adalah 16 detik.

- Pengujian peralihan ke PLN (PLN *On* kembali)



Gambar 4. 12 Grafik pengujian peralihan genset ke PLN variasi beban

Pengujian saat PLN *On* kembali terdiri dari tiga kondisi, sama seperti pada pengujian beban kapasitif. Pada kondisi pertama waktu yang dibutuhkan adalah 3 detik, kondisi kedua adalah 3 detik, dan pada kondisi ketiga adalah 5 detik.

4.2.6. Prioritas beban

Berdasarkan pengujian prioritas beban menggunakan beban lampu LED 5W, motor AC 1 fasa 300W, dan kapasitor 250V 25 μ F pada tabel 4.11 dapat dilihat bahwa ketika suplai energi listrik panel ATS-AMF berasal dari PLN maka *relay* 1 yang melayani beban lampu LED 25W bekerja, *relay* 2 yang melayani beban motor AC 300W bekerja, dan *relay* 3 yang melayani beban kapasitor 250V 25 μ F juga bekerja dan terhubung ke beban. Sebaliknya ketika suplai energi listrik dari PLN mengalami pemadaman (*off*) dan suplai energi listrik yang masuk pada panel ATS-AMF berasal dari genset maka *relay* 1 yang melayani beban lampu LED 25W akan tetap bekerja dan tetap terhubung ke beban, sedangkan *relay* 2 dan *relay* 3 yang melayani beban motor AC 1 fasa 300W dan kapasitor 250V 25 μ F tidak bekerja. Hal ini menunjukkan bahwa ketika suplai energi listrik yang masuk pada panel ATS-AMF berasal dari genset maka panel ATS-AMF hanya akan memprioritaskan beban penerangan yaitu lampu LED 25W yang terhubung pada *relay* 1.

4.2.7. *Warming up* genset

Berdasarkan tabel 4.12 dapat dilihat bahwa ketika *switch* pada panel ATS-AMF berada pada posisi *automatic warming up* maka setiap minggu mikrokontroler akan memberi perintah untuk memanaskan genset berdasarkan *setting* waktu yang telah diatur pada program yaitu hari ke-4 adalah Rabu pada pukul 15.26 WITA. Pada kondisi tersebut genset akan di *starting* selama 3 detik, kemudian akan dipanaskan selama 60 detik, dan genset akan dimatikan selama 5 detik.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Pada tugas akhir ini telah dihasilkan suatu sistem kontrol pengalihan otomatis energi listrik PLN ke genset atau sebaliknya. Sistem kontrol yang dibuat menggunakan mikrokontroler Arduino Pro Mini. Durasi waktu yang diperlukan pada kondisi tanpa beban adalah selama 25 detik, berbeban resistif selama 30 detik, beban induktif selama 29 detik, beban kapasitif selama 27 detik, dan variasi beban selama 28 detik. Sebaliknya saat peralihan genset ke PLN pada kondisi tanpa beban adalah selama 10 detik, berbeban resistif selama 12 detik, beban induktif selama 13 detik, beban kapasitif selama 15 detik, dan variasi beban selama 11 detik.
2. Pada saat genset dalam keadaan mensuplai daya listrik maka mikrokontroler akan memprioritaskan beban yang terhubung pada *relay* 1 dan memutuskan *relay* 2 dan *relay* 3.
3. Sistem *warming up* genset bekerja ketika *switch* pada panel berada pada posisi otomatis *warming up* dan bekerja sesuai waktu yang *setting*.
4. Pada alat ini kami menggunakan skala prioritas beban dengan mengutamakan kepada beban-beban yang harus setiap saat memiliki pasokan sumber daya listrik (beban tersebut harus tetap menyala jika listrik dari PLN mati) misalnya, komputer dan lain sejenisnya. Dibutuhkan prioritas beban dikarenakan power/daya memungkinkan tidak akan sanggup untuk menyuplai segala beban-beban yang besar seperti motor listrik dan lain sejenisnya.

5.2 Saran

1. Pada pembuatan serta perakitan panel *automatic transfer switch* dan *automatic main failure* diharapkan agar menggunakan panel dengan ukuran yang besar agar komponen-komponen dalam panel bisa mempunyai jarak yang lebih baik.

2. Pada pengembangan selanjutnya diharapkan menggunakan sensor yang lebih responsif agar perpindahan catu daya bisa lebih cepat dan menambahkan inovasi baru sebagai penunjang dalam ilmu pengetahuan dan penerapannya pada masyarakat.



DAFTAR PUSTAKA

- Anisa, Nadia Rizqiati Nadia. 2013. *Frekuensi Meter*, (id.scribd.com) diakses 4 Desember 2019.
- Arialdi, Nepo. 2013. *Busbar*, (id.scribd.com) diakses 6 Desember 2019.
- Arifin, J., Zulita, L. N., & Hermawansyah. (2016). *Perancangan Murotal Otomatis Menggunakan Mikrokontroller Arduino*. Jurnal Media Infotama, 12(1),8998. <https://jurnal.unived.ac.id/indeks.php/jmi/article/view/276/267>
- Assaffat Luqman,2009. Pengukuran Dan Analisa Kualitas Daya Listrik Di Paviliun Garuda Rumah Sakit Dr. Karyadi. Jurusan Teknik Elektro Semarang.
- Fathur Rahman, Abdul, N., & Wahyu, G. 2015. Rancang Bangun ATS / AMF Sebagai Pengalih Catu Daya Otomatis Berbasis *Programmable Logic Control*.
Eprints.polsri.ac.id (diakses tanggal 16 Januari 2021)
- Haryanto, J. B. 2013. Perancangan *Automatic Main Failure* dan *Automatic Transfer Switch* Dilengkapi Dengan 10 Kondisi *Display* dan 4 Kondisi *Backlighting* Menggunakan *Zelio Logic Smart Relay (SR)*.
- Hendarto, D., Kh, J., Iskandar, S., & Pos, K. 2015. Rancang Bangun *Panel Automatic Transfer Switch (ATS)* Dan *Automatic Main Failure (AMF)* Kapasitas 66 KVA
- Kartono Wijayanto, Sarjono Wahyu Jadmiko, S. Y. (2016). Pengendalian Simulator *Automatic Main Failure* Dengan Monitoring *Human Machine Interface* Berbasis.
- Kementrian ESDM, 2012. Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 30 Tahun 2012.
- Lubis, Z., Saputra, L. A., Winata, H. N., Annisa, S., Muhazzir, A., & Wahyuni, M. S. (2019). *Kontrol Mesin Air Otomatis Berbasis Arduino dengan Smartphone*. 14(3), 155-159.
- Luh Krisnawati, Ketut Udy Ariawan, I. W. S. (2017). *Penerapan Panel AMF - ATS Bagi Petani Tambak Ikan Ne-Ner*.
- Lysbetti, N. (2016). Rancang Bangun *Prototype Automatic Transfer Switch (ATS)* Untuk Beban Kategori 2e Pada Puskesmas Rawat Inap Berbasis Mikrokontroller Atmega.

- Noname. “Tutorial Arduino Mengakses Modul RTC DS1302”
<https://www.nyebarilmu.com/tutorialarduino-mengakses-modul-rtc-ds1302/> (diakses pada tanggal 16 Januari 2019)
- Marpaung, Noveri Lysbetti, Edy Ervianto. 2018. Analisis Pengendalian ATS Untuk Beban Kategori 2E Pada Puskesmas Rawat Inap Berbasis Atmega16. Teknik Elektro, Universitas Riau.
- Rafly Dirgantara Putra. 2018. Perencanaan Back – Up Sistem Menggunakan Automatic Main Failure Di Taman Wisata Matahari. Fakultas Teknik Universitas Pakuan Bogor.
- Rahmat, Ajang. 2015. Jenis-jenis Microcontroller Arduino (<https://kelasrobot.com/jenis-jenis-microcontroller-arduino/>) diakses 20 Juli 2020.
- Ramadhan, Rachmat. 2016. Rancang Bangun *Automatic Transfer Switch* (ATS) Sistem *Hybrid*. Skripsi. Makassar : Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- Rasmini, N. W. 2013. Panel *Automatic Transfer Switch* (ATS) – *Automatic Main Failure* (AMF) Di Perumahan Direksi BTDC, Jurnal *Logic*.
- Saruran, Virtu’oso dan P., Christianus. (2014). *Rancang Bangun Sistem Automatic Transfer Switch dengan Menggunakan Mikrokontroler*. Skripsi Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- Shiha, Muhammad N. (2011). Rancang Bangun Sistem *Automatic Transfer Switch* (ATS) dan *Automatic Main Failure* (AMF) PLN - Genset Berbasis. Skripsi Jurusan Teknik Elektro Industri PENS-ITS.
- Suharto. 2016. *Analisis Penghematan Energi Listrik Pada Rumah Sakit Umum Daerah Dokter Soedarso Pontianak Ditinjau Dari Desain Instalasi*. Program Magister Teknik Elektro Universitas Tanjungpura Pontianak.
- Suryanto, Muhammad Juhan Dwi dan Tri Rijanto. 2018. *Rancang Bangun Alat Pencatat Biaya Pemakaian Energi Listrik Pada Kamar Kos Menggunakan Modul Global System For Mobile Communication (GSM) 800L Berbasis Arduino Uno*. Dalam Jurnal Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik UNS

L

A

M

P

I

R

A

N





LAMPIRAN A
(LIST PROGRAM ATS-AMF)

```
#include <SoftwareSerial.h>
#include <TimeLib.h> //waktu
#include <TimeAlarms.h> //waktu
#include <EEPROM.h>
#include <Wire.h>
#include <DS1307RTC.h> //waktu
#include "EmonLib.h" //tegangan
```

```
#define BlueSer Serial
//pin input
#define tombolautomatual 3
#define sensorpln 9
#define sensorgenset 8
//pin output
#define relaystartergenset 12
#define relaygenset 11
#define relaypln A1
#define buzzer 7

#define relaymatikangenset 10
#define RN A0 //NETRAL
#define RL A2 //LINE
#define VOLT_CAL 148.7
#define CURRENT_CAL 62.6

unsigned int gensetcount=0;
```



```

String BluetoothData;

byte virtualreset=0;

byte jam,mnt,dtk;

byte wjam,wmnt,wdtk;

byte ojam,omnt,odtk;

byte hari;

byte wgon,wgoff; //waktu genset on/off

byte wtgo; //waktu tunggu genset on ketika diulangi 3x

byte wsg; //waktu switch genset-pln

byte awu; //flag auto warming up

int relay1 = 2;

int relay2 = 4;

int relay3 = 6;

int relay4 = 5;

EnergyMonitor emon1;

void warmingon() {
    Serial.println("warming up");

    digitalWrite(relaystartergenset,HIGH);

    delay (3000);

    digitalWrite(relaystartergenset,LOW);
}

void warmingoff() {
    Serial.println("warming off");

    digitalWrite(relaymatikangenset,HIGH);

```



```

delay(5000);

digitalWrite(relaymatikangenset,LOW);
}

void digitalClockDisplay() { //setting waktu

Serial.print(hour());

printDigits(minute());

printDigits(second());

printDigits(weekday());

Serial.println();

}

void printDigits(int digits) {

Serial.print(":");

if (digits < 10)

Serial.print('0');

Serial.print(digits);

}

void setup() {

Serial.begin (9600);

BlueSer.begin(9600);

pinMode(tombolautomanual,INPUT); //push on/off

pinMode(sensorpln,INPUT);

pinMode(sensorgenset,INPUT);

//active low)

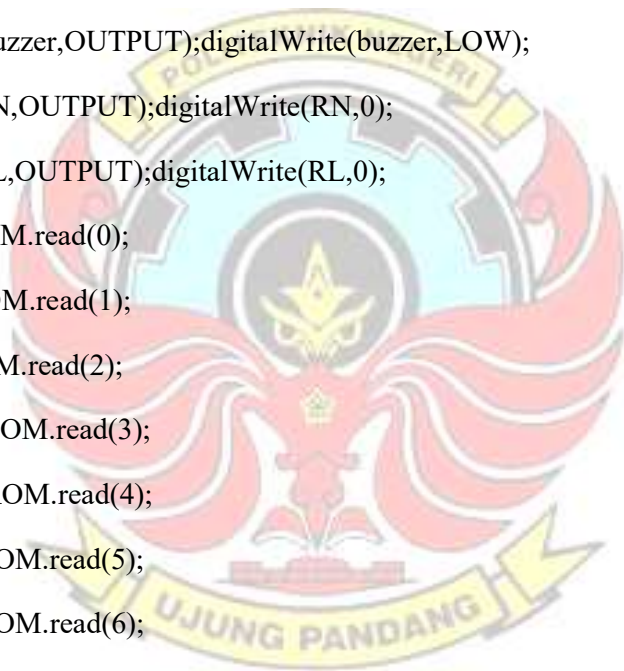
pinMode (relay1, OUTPUT);digitalWrite(relay1,HIGH);

pinMode (relay2, OUTPUT);digitalWrite(relay2,HIGH);

```



```
pinMode (relay3, OUTPUT);digitalWrite(relay3,HIGH);
pinMode (relay4, OUTPUT);digitalWrite(relay4,HIGH);
pinMode (relaystartergenset,OUTPUT);digitalWrite(relaystartergenset,LOW);
pinMode
(relaymatikangenset,OUTPUT);digitalWrite(relaymatikangenset,LOW);
pinMode (relaygenset,OUTPUT);digitalWrite(relaygenset,LOW);
pinMode (relaypln,OUTPUT);digitalWrite(relaypln,LOW);
//active high
pinMode (buzzer,OUTPUT);digitalWrite(buzzer,LOW);
pinMode(RN,OUTPUT);digitalWrite(RN,0);
pinMode(RL,OUTPUT);digitalWrite(RL,0);
jam= EEPROM.read(0);
mnt= EEPROM.read(1);
dtk= EEPROM.read(2);
wjam= EEPROM.read(3);
wmnt= EEPROM.read(4);
wdtk= EEPROM.read(5);
ojam= EEPROM.read(6);
omnt= EEPROM.read(7);
odtk= EEPROM.read(8);
wgon= EEPROM.read(9);
wgoff= EEPROM.read(10);
wtgo= EEPROM.read(11);
wsg= EEPROM.read(12);
awu=EEPROM.read(13);
```



```

hari=EEPROM.read(14);

emon1.voltage(3, VOLT_CAL, 1.7);

setSyncProvider(RTC.get);

if(timeStatus()!= timeSet)

    Serial.println("Unable to sync with the RTC");

else

    Serial.println("RTC has set the system time");

if (awu==1){

    Alarm.alarmRepeat(hari,wjam,wmnt,wdtk, warmingon);

    Alarm.alarmRepeat(hari,ojam,omnt,odtk, warmingoff);

}

}

void loop() {

    emon1.calcVI(20,2000);

    float supplyVoltage = emon1.Vrms;

    byte x=digitalRead(tombolautomannual);

    if (x==0){

        if(hour()==14 && minute()==26 && second()>=56 && weekday()==4){

            warmingon(); //setting waktu warming up

        }

        if(hour()==14 && minute()==27 && second()>=54 && weekday()==4){

            warmingoff(); //setting waktu warming off

        }

    }

}

```




```
digitalWrite(relay1, LOW);
digitalWrite(relay2, LOW);
digitalWrite(relay3, LOW);
digitalWrite(relay4, LOW);
}
if (x==1){
  //Serial.println("mode auto");
  //cek teg. PLN, jika menyala = 0
  byte r=digitalRead(sensorpln);
  if (r==0){
    Serial.println("mode auto - pln on");
    digitalWrite(relay1, LOW);
    digitalWrite(relay2, LOW);
    digitalWrite(relay3, LOW);
    digitalWrite(relay4, LOW);
    BlueSer.print("P1");
    delay (500);
    gensetcount=0;
    digitalWrite(relaystartergenset,LOW);
    Serial.println("relay starter genset off");
    Serial.println("relay genset off");
    BlueSer.print("G0");
    delay (500);
    digitalWrite(relaygenset,LOW);
```



```

byte s1=digitalRead(sensorgenset);

if (s1==0){

digitalWrite(relaymatikangenset,HIGH);

delay(wgoff*1000);

digitalWrite(relaymatikangenset,LOW);

}

delay(wsg*1000);

// Serial.println("relay pln on");

digitalWrite(relaypln,HIGH);

//switch ke pln

digitalWrite(RN,0);

digitalWrite(RL,0);

}

if (r==1){

Serial.println("mode auto - pln off");

BlueSer.print("P0");

//delay (5000);

delay(wsg*1000);

Serial.println("relay pln off");

digitalWrite(relaypln,LOW);

//cek genset menyala -> nyala = 0

byte s=digitalRead(sensorgenset);

if (s==0){

Serial.println("genset on");

BlueSer.print("G1");

```



```

Serial.println("relay pln off");

digitalWrite(relaypln,LOW);

delay (1000);

Serial.println("relay genset on");

digitalWrite(relaygenset,HIGH);

//switch ke genset

digitalWrite(RN,1);

digitalWrite(RL,1);

if(supplyVoltage>=200){
digitalWrite(relay1, HIGH);
digitalWrite(relay2, HIGH);
digitalWrite(relay3, LOW);
digitalWrite(relay4, HIGH);
}
}

if (s==1){
// delay (5000);

BlueSer.print("G0");

delay (500);

Serial.println("relay starter genset on");

digitalWrite(relaystartergenset,HIGH);

//delay (3000);

delay(*wgon*/3000);

digitalWrite(relaystartergenset,LOW);

Serial.println("tunggu genset on");

```



```
delay (/*wtgo*/3000);
digitalWrite(relay1,HIGH);
digitalWrite(relay2,HIGH);
digitalWrite(relay3,HIGH);
digitalWrite(relay4,HIGH);
gensetcount++;
if (gensetcount>2){
  Serial.print("genset gagal starting: ");
  BlueSer.print("E1");
  Serial.print(gensetcount);
  Serial.println("x");
  Serial.println("indikator+buzzer on");
  digitalWrite (buzzer,HIGH);
  Serial.println("reset gangguan");
  virtualreset=0;
  BlueSer.print("E0");
  //digitalWrite (buzzer,LOW);
  gensetcount=0;
}
}
}
}
digitalClockDisplay();
Alarm.delay(1000);
}
```

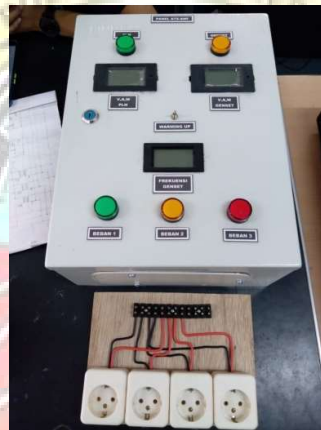




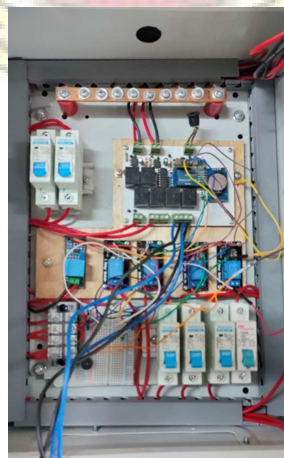
**LAMPIRAN B
(GAMBAR ALAT)**



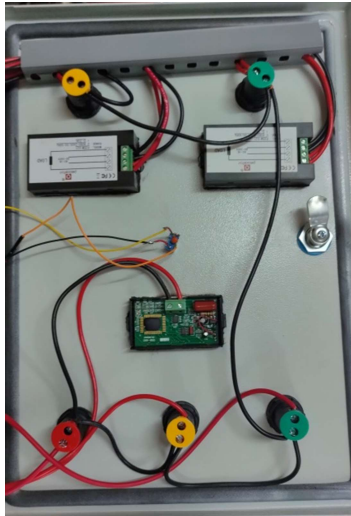
Gambar A. 1 Panel ATS-AMF



Gambar A. 2 Panel ATS-AMF dan Terminal Beban



Gambar A. 3 Rangkaian Panel ATS-AMF



Gambar A. 4 Rangkaian panel ATS-AMF



Gambar A. 5 Genset



Gambar A. 6 Motor AC



Gambar A. 7 Kapasitor



Gambar A. 8 Lampu LED



**LAMPIRAN C
(DOKUMENTASI KEGIATAN)**



Gambar C. 1 Pemotongan Tripleks untuk penyanggah



Gambar C. 2 Pemasangan Kabel



Gambar C. 3 Pemasangan Alat Ukur



Gambar C. 4 Pengecekan alat ukur dan lampu indikator



Gambar C. 5 Menghubungkan genset ke panel



Gambar C. 6 Pengujian sumber dari PLN



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG
Jalan Perintis Kemerdekaan KM. 10 Tamalanrea, Makassar 90245
☎ 0411-585368, 585367, 585365 Fax. 0411-586043
E-mail : pnup@polunp.ac.id
Home Page : <http://www.polunp.ac.id>

LEMBAR ASISTENSI LAPORAN TUGAS AKHIR

Firmansyah Rahim (34217012)
Bangkit E. Buata (34217021)

NO.	TANGGAL	REVISI	PARAF
1	1 08 '20	Struktur penulisan	
2	12/08/20	Gambar rangkaian	
3	19/08/20	Flow chart	
4	8/09/20	Tujuan penulisan	
5	11/09/20	Single line diagram	
6	16/09/20	Pragmatis jelas	
7	18/09/20	kegiatan penulisan	
8	21/09/20	Alat dibantu Ade y u f	

Makassar, 21/09 2020

Dosen Pembimbing I,

Sonong S.T., M.T.
NIP. 19621202 199203 1 002



LEMBAR ASISTENSI LAPORAN TUGAS AKHIR

Firmansyah Rahim (34217012)

Bangkit E. Buata (34217021)

NO.	TANGGAL	REVISI	PARAF
1	18-08-2020	Catat Belakangan	Jr
2	20-08-2020	Revisi masalah	Jr
3	01-09-2020	Tugas & Daftar	Jr
4	4-09-2020	Tugas Pasokan	Jr
5	8-09-2020	Metode Pencarian	Jr
6	11-09-2020	Analisa & Label	Jr
7	15-09-2020	Gbr. Smpk. dg. Wgs jg. line diagram	Jr
8	16-09-2020	Tugas Alas	Jr
9	19-09-2020	Daftar masalah & Ks. pns	Jr

Makassar, 19 Sep 2020

Dosen Pembimbing II,

Ir. Herman, M.T

NIP. 19580606 198903 1 001

**BERITA ACARA PELAKSANAAN
UJIAN SIDANG LAPORAN TUGAS AKHIR**

Hari : Rabu
Tanggal : 30 September 2020
Waktu : 09.00 s.d Selesai
Tempat : Ruang Lab Komputer Teknik Konversi Energi Jurusan
Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang

Telah dilaksanakan ujian sidang laporan tugas akhir mahasiswa

Nama : Firmansyah Rahim / Bangkit E. Buata
NIM : 342 17 012 / 342 17 021
Jurusan : Teknik Mesin
Judul : "Rancang Bangun Panel *Automatic Transfer Switch* dan
Automatic Main Failure"

Judul yang diterima : "....."

yang bersangkutan dinyatakan^{*)}:

a. Lulus dengan nilai : 80,95/89,95 (A/A)

b. Wajib melaksanakan ujian pengulangan pada :

Hari/Tanggal :
Jam :
Tempat :

Demikian berita acara ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Tim Penguji

Ketua,

Apollo, S.T., M.Eng.
NIP. 19690723 199303 1 002

Sekretaris,

Marhatang, S.ST., M.T.
NIP. 19741117 200212 1 002

Pembimbing I,

Sonong, S.T., M.T.
NIP. 19621202 199203 1 002

Pembimbing II


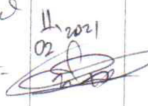
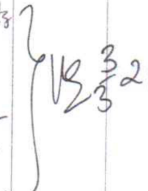
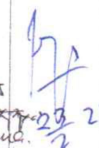
Ir. Herman, M.T.
NIP. 19580606 198903 1 101

Catatan: *) pilih dengan melingkari huruf a atau b

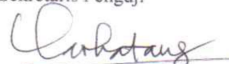
**LAMPIRAN BERITA ACARA PELAKSANAAN
UJIAN SIDANG LAPORAN TUGAS AKHIR**

Nama Mahasiswa : Firmansyah Rahim / Bangkit E. Buata
NIM : 342 17 012 / 342 17 021

Catatan/Daftar Revisi Penguji:

No.	Nama	Uraian	Tanda Tangan
1.	Reinigius F. Tawaga, M.Eng.Sc	<ul style="list-style-type: none"> - Koreksi: penulisan - Tabel: hal 25-28. - Grafik: name tip waluku. - Deskripsi tgs prioritas pemukiman beban. 	
2.	Sulema Abadi, S.T., M.T.	<ul style="list-style-type: none"> - nilai & besaran beban pd pengujian hal 20-23 - Deskripsi tgs prioritas & per. salam. - Gambar hal. 23. 	11/02/2021 
3.	Marhatang, S.ST., M.T.	<ul style="list-style-type: none"> - Tambahan standar kualitas sistem tenaga pd teori - Gambar: diperbaiki, hal: 6, 7, 8, 11, 13, 15, 18, 22, 23, 24. - Tambahan teori tgs koppon yg dipelajari utamanya sendur, & IC Pledukung - Kesimpulan & Pembahasan tgs kembangsan prioritas beban. 	
4.	APOLLO, S.T., M.Eng.	<ul style="list-style-type: none"> - Referensi & landasan teori tgs jumlah starter - landasan teori diu print beban & sintis carter - Penerapan gyt ual, RS, band. - Rep. ATS yg ada dan yg dibuat. 	

Makassar, 30-03-2020
Sekretaris Penguji



Marhatang, S.ST., M.T.
NIP. 19741117 200212 1 002