

LAPORAN TUGAS AKHIR
RANCANG BANGUN PANEL *AUTOMATIC TRANSFER SWITCH* ANTARA
PLN DENGAN GENSET KAPASITAS 5 KVA



Oleh:

Kadek Widi Darmayasa

NIM. 1915313060

PROGRAM STUDI DIII TEKNIK LISTRIK

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI BALI

2022

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Menyelesaikan Program Pendidikan Diploma III

RANCANG BANGUN PANEL *AUTOMATIC TRANSFER SWITCH* ANTARA

PLN DENGAN GENSET KAPASITAS 5 KVA



Oleh:

Kadek Widi Darmayasa

NIM. 1915313060

PROGRAM STUDI DIII TEKNIK LISTRIK

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI BALI

2022

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR
RANCANG BANGUN PANEL *AUTOMATIC TRANSFER SWITCH* ANTARA
PLN DENGAN GENSET KAPASITAS 5 KVA

Oleh :

Kadek Widi Darmayasa

1915313060

Tugas akhir ini diajukan untuk menyelesaikan program pendidikan Diploma III di Program Studi D3 Teknik Listrik Jurusan Teknik Elektro – Politeknik Negeri Bali

Disetujui Oleh :

Pembimbing I :



I Nyoman Mudiana, ST.MT

NIP. 196612081991031001

Pembimbing II :



Ni Made Karmiathi, ST.

NIP. 197111221998022001

Disahkan Oleh:

Jurusan Teknik Elektro



Ir. I Wayan Raka Ardana, M.T.

NIP. 196705021993031005

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
LAPORAN TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Kadek Widi Darmayasa

Nim :1915313060

Prodi : D3 Teknik Listrik

Jurusan : Teknik Elektro

Jenis Karya : Tugas Akhir

Dengan dibuatnya Tugas Akhir ini agar semakin berkembangnya ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Negeri Bali Hak **Bebas Royalti Non Eksklusif** (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul : “Rancang Bangun Panel *Automatic Transfer Switch* Antara PLN Dengan Genset Kapasitas 5KVA” ini Politeknik berhak menyimpan, mengalih media atau mengalih formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir Saya selama tetap mencantumkan nama Saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Bukit Jimbaran, 14 September 2022

Penulis



(Kadek Widi Darmayasa)

Nim. 1915313060

FORM PERNYATAAN PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Kadek Widi Darmayasa

Nim :1915313060

Prodi : D3 Teknik Listrik

Jurusan : Teknik Elektro

Dengan ini saya menyatakan yang sesungguhnya bahwa Laporan Tugas Akhir dengan judul RANCANG BANGUN PANEL *AUTOMATIC TRANSFER SWITCH* ANTARA PLN DENGAN GENSET KAPASITAS 5KVA adalah betul - betul karya saya sendiri dan bukan menjiplak hasil karya orang lain. Hal-hal yang bukan karya Saya dalam Tugas Akhir ini diberi tanda citasi dan ditunjukkan dalam daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti pernyataan Saya tidak benar, maka Saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan Tugas Akhir dan gelar yang saya peroleh dari Tugas Akhir tersebut.

Bukit Jimbaran, 14 September 2022

Penulis



(Kadek Widi Darmayasa)

Nim. 1915313060

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyusun dan menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul:

“RANCANG BANGUN PANEL *AUTOMATIC TRANSFER SWITCH* ANTARA PLN DENGAN GENSET KAPASITAS 5KVA”.

Pembuatan Proyek Akhir ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada jenjang Diploma III di Jurusan Teknik Elektro, Program Studi Diploma III Teknik Listrik, Politeknik Negeri Bali.

Dalam penyusunan Proyek Akhir ini, penulis mendapatkan banyak bimbingan, sertaarahan dari berbagai pihak, oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan perlindungan-Nya,
2. Orang tua yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan semangat kepadapenulis,
3. Bapak I Nyoman Abdi, S.E., M.eCom., selaku Direktur Politeknik Negeri Bali,
4. Bapak Ir. I Wayan Raka Ardana,MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali,
5. Bapak I Made Aryasa Wirawan,ST.,M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Bali,
6. Bapak I Nyoman Mudiana,ST.,MT selaku Dosen Pembimbing I yang telah membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir,
7. Ibu Ni Made Karmiathi, ST selaku Dosen Pembimbing II yang telah membimbing dan mengarahkan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir,
8. Teman – teman dan semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah banyak memberikan saran dan dukungan kepada penulis sehingga penyusunan Proyek Akhir ini dapat terselesaikan.

Penulis menyadari bahwa Proyek Akhir ini masih jauh dari sempurna, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun guna menyempurnakan

Proyek Akhir ini. Akhir kata penulis berharap Proyek Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis, mahasiswa Politeknik Negeri Bali khususnya dan pembaca pada umumnya.

Bukit Jimbaran, 14 September 2022

Penulis

(Kadek Widi Darmayasa)

Nim. 1915313060

ABSTRAK

Kadek Widi Darmayasa

RANCANG BANGUN PANEL *AUTOMATIC TRANSFER SWITCH* ANTARA PLN DENGAN GENSET KAPASITAS 5KVA

Dalam penyediaan energi listrik bagi layanan publik baik itu dalam bentuk daya besar ataupun daya kecil, PLN sangatlah berperan penting dalam hal itu. Akan tetapi daya energi yang diberikan atau dialirkan oleh PLN tidak selamanya akan normal, pastinya akan ada pemadaman total karena ada gangguan pada sistem pembangkit atau gangguan pada sistem distribusinya. Adanya energi listrik cadangan seperti salah satunya genset bisa membantu pada saat adanya pemadaman, namun energi listrik cadangan tersebut harus secara otomatis langsung menyuplai ke beban pada saat energi listrik utama padam. Dari permasalahan tersebut penulis membuat suatu panel *Automatic Transfer Switch* (ATS), untuk mengatur pada saat energi listrik utama padam, energi listrik cadangan bisa langsung menyuplai ke beban secara otomatis, dan beban akan kembali disuplai oleh energi listrik utama ketika energi listrik utama normal kembali. Dari perancangan ini diharapkan nantinya alat ini bisa beroperasi dengan normal dan mampu mengatasi masalah tersebut.

Kata Kunci : *Automatic Transfer Switch*, Sumber Energi Listrik, Kontrol

ABSTRACT

Kadek Widi Darmayasa

DESIGN AND BUILD AN AUTOMATIC TRANSFER SWITCH PANEL BETWEEN PLN AND GENSET 5KVA CAPACITY

In the supply of electrical energy for public services, whether in the form of large or small electrical power, PLN has an important role in that. However, the energy supplied or delivered by PLN it will not always be normal, of course there will be a total blackout because there is a disturbance in the generating system or disruption to the distribution system. The presence of backup electrical energy such as a generator can help in the event of blackout, but the backup electrical energy must automatically supply directly to the load when the main electrical energy goes out. From these problems the author makes an Automatic Transfer Switch panel, to regulate when the main electrical energy goes out, backup electrical energy can be directly supplied to the load automatically, and the load will be re-supplied by the main electric energy when the main electric energy returns to normal. From this design, it is hoped that later this tool can operate normally and be able to overcome these problems

Keywords : Automatic Transfer Switch, Electrical Energy Source, Control

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	ii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR	iii
LEMBAR PERNYATAAN PLAGIARISME.....	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB 1	I-1
PENDAHULUAN	I-1
1.1. Latar Belakang	I-1
1.2. Rumusan Masalah	I-2
1.3. Batasan Masalah.....	I-2
1.4. Tujuan.....	I-2
1.5. Manfaat.....	I-2
1.6. Sistematika Penulisan.....	I-3
BAB II.....	II-1
LANDASAN TEORI.....	II-1
2.1. Pengertian Panel Automatic Transfer Switch.....	II-1
2.2. Sumber Listrik Utama	II-1
2.3. Sumber Listrik Cadangan	II-1
2.4. Prinsip Kerja Panel Automatic Transfer Switch	II-3
2.5. Komponen Yang Digunakan	II-3
2.5.1. Panel Listrik.....	II-3
2.5.2. Relay	II-5
2.5.3. Time Delay Relay	II-6
2.5.4. Kontaktor	II-7
2.5.5. Miniature Circuit Breaker (MCB)	II-8
2.5.6. Current Transformer (CT)	II-9
2.5.7. Main Auto Selector Switch.....	II-10

2.5.8. Terminal Block	II-10
2.5.9. Alat Ukur Panel	II-11
2.5.10. Lampu Indikator	II-14
2.5.11. Kabel Penghantar.....	II-15
2.5.12. <i>Accu</i>	II-16
BAB III	III-1
PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT	III-1
3.1. Metode Studi Literature.....	III-1
3.2. Perancangan Gambar Rangkaian.....	III-2
3.2.1. Gambar Blok Diagram.....	III-2
3.2.2. Gambar Rangkaian Power Supply ATS	III-3
3.2.3. Gambar Rangkaian Kontrol Single Line Automatic Transfer Switch.....	III-4
3.3. Penetapan Deskripsi Kerja	III-8
3.4. Pemilihan Komponen ATS.....	III-10
3.4.1. Menentukan Kapasitas Komponen yang Akan Digunakan	III-11
3.4.2. Menentukan Kapasitas Penghantar.....	III-12
3.5. Perakitan Panel ATS.....	III-13
3.5.1. Alat-alat Pendukung	III-13
3.5.2. Bahan-bahan Yang Digunakan	III-14
3.5.3. Spesifikasi Komponen	III-15
3.5.4. Langkah-langkah Perakitan Panel	III-16
BAB IV	IV-1
PENGUJIAN DAN ANALISIS.....	IV-1
4.1. Pengujian Alat	IV-1
4.2. Pengujian Tegangan <i>Input</i> Pada MCB 1 <i>Phase</i> dan 3 <i>Phase</i>	IV-1
4.2.1. Langkah-langkah Pengujian Tegangan <i>Input</i> Pada MCB 1 <i>Phase</i> dan 3 <i>Phase</i>	IV-1
4.2.2. Hasil Pengujian Tegangan <i>Input</i> Pada MCB 1 <i>Phase</i> dan 3 <i>Phase</i>	IV-2
4.3. Pengujian Tegangan <i>Output</i> Pada Kontaktor	IV-3
4.3.1. Langkah-langkah Pengujian Tegangan <i>Output</i> Pada Kontaktor	IV-3
4.3.2. Hasil Pengujian Tegangan <i>Output</i> Pada Kontaktor	IV-3
4.4. Pengujian Deskripsi Kerja Alat	IV-4

4.4.1. Pengujian Pada <i>Mode Auto</i>	IV-4
4.4.2. Hasil Pengujian Pada <i>Mode Auto</i>	IV-5
4.4.3. Pengujian Pada <i>Mode Manual</i>	IV-7
4.4.4. Hasil Pengujian Pada <i>Mode Manual</i>	IV-8
4.5. Pengujian Untuk Mengetahui Delay Yang Tepat Untuk <i>Transfer</i> Sumber Dari PLN ke Genset.....	IV-8
4.6. Pengujian Alat Ukur	IV-9
BAB V	V-1
PENUTUP	V-1
5.1. Kesimpulan.....	V-1
5.2 Saran	V-2
DAFTAR PUSTAKA	1

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Genset	II-3
Gambar 2.2. Panel Listrik ^[1]	II-4
Gambar 2.3. <i>Relay</i> ^[2]	II-5
Gambar 2.4. Prinsip Kerja <i>Relay</i> ^[3]	II-6
Gambar 2.5. <i>Time Delay Relay</i> ^[4]	II-6
Gambar 2.6. Kontaktor ^[5]	II-7
Gambar 2.7. <i>Miniature Circuit Breaker</i> ^[6]	II-8
Gambar 2.8. <i>Current Transformer</i> ^[7]	II-10
Gambar 2.9. <i>Main Auto Selector Switch</i> ^[8]	II-10
Gambar 2.10. Terminal Block ^[9]	II-11
Gambar 2.11. Power Meter ^[10]	II-11
Gambar 2.12. Lampu Indikator ^[11]	II-15
Gambar 2.13. Kabel Penghantar ^[12]	II-15
Gambar 2.14. <i>Accu</i>	II-17
Gambar 3.1. Gambar Rangkaian <i>Power Supply</i> ATS.....	III-3
Gambar 3.2. Gambar Rangkaian Kontrol <i>Single Line Automatic Transfer Switch</i> ...	III-4
Gambar 3.3. Gambar Rangkaian Kontrol Single Line Automatic Transfer Switch ..	III-5
Gambar 3.4. Gambar Rangkaian Kontrol Single Line Automatic Transfer Switch ..	III-6
Gambar 3.5. Tata Letak Komponen Pada Bagian Depan Pintu Panel.....	III-7
Gambar 3.6. Tata Letak Komponen Pada Bagian Dalam Panel	III-8

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Tabel KHA Kabel Penghantar	III-16
Tabel 3.2. Tabel Alat-alat Pendukung	III-13
Tabel 3.3. Bahan-bahan yang Digunakan	III-14
Tabel 4.1. Hasil pengujian tegangan pada <i>input</i> MCB 1 <i>phase</i> dan 3 <i>phase</i>	IV-2
Tabel 4.2. Hasil pengujian tegangan 1 <i>phase</i> dan 3 <i>phase output</i> pada kontaktor	IV-4
Tabel 4.3. Diagram Fungsi Kerja <i>Mode Auto</i>	IV-6
Tabel 4.4. Diagram Fungsi Kerja <i>Mode Manual</i>	IV-8
Tabel 4.5. Hasil Pengukuran Arus dan Frekuensi	IV-9
Tabel 4.6. Hasil Pengukuran Tegangan Pada Alat Ukur	IV-9

BAB I

PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang

Seiring dengan kemajuan teknologi di segala bidang, maka catu daya utama PLN sangat berpengaruh terhadap penyediaan energi listrik bagi layanan publik, baik itu daya besar maupun daya kecil. Akan tetapi suplai daya utama yang berasal dari PLN tidak selamanya kontinu dalam penyalurannya. Suatu saat pasti terjadi pemadaman total yang dapat disebabkan oleh gangguan pada sistem pembangkit, atau gangguan pada sistem transmisi dan sistem distribusi. Sedangkan *supply* energi listrik sangat diperlukan pada pusat perdagangan, perhotelan, perbankan, rumah sakit, industri bahkan rumah tangga sekarang juga memerlukan *supply* listrik yang terus-menerus. Sehingga jika PLN padam, maka suplai energi listrik pun berhenti, dan akibatnya seluruh aktifitas yang menggunakan listrik sebagai tenaga utamanya akan berhenti. Berdasarkan hal diatas agar tidak terjadi pemadaman total pada bangunan, Gedung atau pabrik penting yang harus mendapat *supply* energi listrik secara terus-menerus, maka dibutuhkan *generator set* (genset) sebagai *back-up supply* utama (PLN).

Sebagai kontrol kapan genset mengambil alih *supply* tenaga listrik ke beban ataupun sebaliknya maka diperlukan sistem kontrol yang dapat bekerja secara otomatis untuk menjalankan genset saat terjadi pemadaman dari PLN. Kontrol otomatis tersebut biasanya disebut *Automatic Transfer Switch* (ATS) PLN – Genset disertakan AMF (*Automatic Main Failure*) atau sering di jelaskan sebagai kontrol kendali terhadap *generator backup* atau perintah kendali hidup mati mesin Generator. Selain bentuk, cara kerja dan fungsinya yang lebih *simple*, panel ATS ini juga dilengkapi dengan berbagai kelebihan dan keunggulan sehingga memungkinkan alat ini dapat diandalkan sebagai perangkat otomatis. Namun masih perlu dilakukan penelitian yang lebih lanjut agar ATS yang dihasilkan dapat digunakan untuk aplikasi yang lebih luas. Untuk daerah yang memiliki jaringan listrik yang lemah dan sering terjadi gangguan berupa kenaikan maupun penurunan tegangan dan arus, membutuhkan ATS(*Automatic Transfer Switch*) yang dapat mendeteksi perubahan tersebut. Sehingga ketika terdapat nilai tegangan maupun arus yang diluar batas yang diijinkan maka *supply* daya ke beban dapat segera diputus, sehingga tidak sampai merusak beban maupun peralatan *supply*.

Dengan latar belakang diatas, maka penulis tertarik untuk membuat suatu alat dengan judul “**RANCANG BANGUN PANEL *AUTOMATIC TRANSFER SWITCH* ANTARA PLN DENGAN GENSET KAPASITAS 5KVA**”. Dengan adanya alat ini diharapkan dapat memudahkan pengguna listrik untuk tetap bisa beroperasi ketika *supply* dari PLN padam.

1.2.Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas penulis mendapatkan suatu masalah yaitu :

1. Bagaimana merancang suatu Panel *Automatic Transfer Switch* antara PLN dengan Genset kapasitas 5KVA?
2. Bagaimana prinsip kerja Panel *Automatic Transfer Switch* dengan berbasis *relay* dan *time delay relay*?
3. Berapa *delay* yang diperlukan untuk transfer dari sumber PLN ke sumber Genset?

1.3.Batasan Masalah

Dari perumusan masalah diatas, penulis membatasi permasalahan yang akan dibahas, yaitu :

1. Perancangan bangun Panel *Automatic Transfer Switch* ini berbasis *relay* dan *timer delay relay*.
2. Panel *Automatic Transfer Switch* yang dirancang dengan kapasitas genset 5KVA.

1.4.Tujuan

Adapun tujuan dari pembuatan Panel *Automatic Transfer Switch* dengan kapasitas 5KVA ini adalah sebagai berikut :

1. Dapat merancang Panel *Automatic Transfer Switch* antara PLN dengan Genset kapasitas 5KVA.
2. Dapat mengetahui dan memahami prinsip kerja Panel *Automatic Transfer Switch* dengan berbasis *relay* dan *time delay relay*.
3. Dapat mengetahui *delay* untuk mentransfer dari sumber PLN ke sumber Genset.

1.5.Manfaat

Adapun manfaat dari pembuatan Panel *Automatic Transfer Switch* dengan kapasitas 5KVA ini adalah sebagai berikut :

1. Operasi otomatis, tidak dibutuhkan operator untuk memindahkan daya listrik dari PLN ke Genset ataupun sebaliknya, menghidupkan dan mematikan Genset secara otomatis sesuai dengan keadaan listrik PLN saat itu normal atau padam.
2. Membantu menjaga peralatan listrik akibat *fluktuasi* listrik dari PLN. Pada panel ATS ini pastinya sudah dilengkapi dengan pengaman seperti MCB dan kontaktor, begitu juga dilengkapi dengan time delay yang mengatur masuknya beban dari PLN dan juga Genset agar tidak bertabrakan ataupun ada gangguan pada masing-masing sumber.

1.6.Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan pada tugas akhir ini yaitu :

BAB I : PENDAHULUAN

Berisikan tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penulisan tugas akhir, manfaat penulisan, dan sistematika penulisan untuk memberitahukan gambaran umum pada tugas akhir ini.

BAB II : LANDASAN TEORI

Pada bab ini berisikan uraian tentang teori-teori penunjang penyelesaian tugas akhir ini.

BAB III : PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

Pada bab ini menguraikan tentang langkah-langkah dalam menyelesaikan alat.

BAB IV : ANALISA DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini menguraikan tentang hasil analisa dari kerja alat dan hasil pengukuran dari alat ukur yang digunakan.

BAB V : PENUTUP

Pada bab ini menguraikan tentang kesimpulan dan saran-saran dalam mengerjakan perkembangan ATS.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dan analisis yang telah dilakukan maka dapat diperoleh beberapa kesimpulan yaitu sebagai berikut :

- a. Perancangan Panel ATS tersebut diperlukan merancang gambar rangkaian *power supply* dan juga gambar rangkaian kontrol ATS tersebut yang nantinya akan dijadikan acuan untuk merangkai komponen-komponen yang diletakkan didalam panel maupun pada pintu panel. Dalam perancangan tersebut juga perlu dilakukan pemilihan komponen-komponen yang akan digunakan seperti pemilihan komponen-komponen proteksi, kabel, komponen-komponen kontrol, dan juga komponen-komponen pendukungnya, agar nantinya jika akan dioperasikan tidak ada terjadinya hal-hal yang tidak diinginkan, dan juga perlunya dilakukan pengujian alat untuk memastikan panel yang dibuat beroperasi dengan normal
- b. Prinsip kerja dari ATS yaitu sebuah saklar pemindah suplai energi listrik yang akan bekerja saat suplai energi listrik utama mengalami gangguan atau pemutusan baik itu yang dilakukan secara terancam maupun tiba-tiba, selanjutnya instalasi energi listrik yang mensuplai beban akan dihubungkan secara otomatis dengan sumber energi listrik cadangan yang umumnya sumber energi listrik cadangan ini menggunakan genset sumber energinya, dan apabila sumber energi listrik utama sudah normal kembali maka beban akan disuplai oleh sumber energi listrik utama kembali. Dengan begitu sistem kontrol ATS ini dapat mengantisipasi jika adanya gangguan atau pemutusan arus pada sumber utama kemudian akan digantikan ke sumber energi listrik cadangan.
- c. Pada sistem kontrol ATS adalah kontrol yang digunakan untuk pemindah suplai energi listrik yang tentunya diperlukan delay yang berfungsi untuk mengatur masuknya sumber energi listrik utama dan cadangan masuk agar tidak terjadi kerusakan pada komponen yang digunakan pada kontrol maupun pada komponen beban yang disuplai, begitu juga untuk mengatur perpindahan sumber energi listrik utama dan cadangan. Delay yang digunakan untuk perpindahan adalah 6 *second*, delay yang digunakan untuk mengatur masuknya sumber energi listrik utama dan cadangan adalah 2 *second*, dan delay yang digunakan untuk mengatur kapan padamnya sumber energi listrik cadangan adalah 10 *second*.

5.2 Saran

Adapun saran dari penulis yaitu sebagai berikut :

- a. Agar panel ATS tersebut bisa bekerja dengan baik, ada baiknya untuk melakukan perawatan pada komponen-komponen yang digunakan.
- b. Untuk pengembangan selanjutnya dapat ditambahkan komponen proteksi tambahan seperti *Phase Failure Relay*, dapat juga kontrol yang digunakan berbasis *Smart Relay*.
- c. Untuk pengembangan alat selanjutnya dapat ditambahkan sensor *thermostat*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] <https://shopee.co.id/Box-Panel-Listrik-Indoor-30X20X12-20X30X12-cm-Tebal-1mm-CatCoating-i.108250684.4149970459>
- [2] <https://www.ebay.com/itm/272096519004>
- [3] <https://industri3601.wordpress.com/relay/>
- [4] <https://shopee.co.id/Omron-Timer-8-Kaki-H3BA-8H-220V-Timer-220V-include-Socket-i.173966459.7046383329>
- [5] <https://atstekno.com/kontaktor/>
- [6] <https://www.sobatbee.com/2021/04/bagian-mcb-dan-carakerja.html>
- [7] <https://www.tokopedia.com/samudra-elektrik/current-transformer-fort-msq-30-series>
- [8] <https://www.tokopedia.com/chuaelektrik/selector-switch-manual-off-auto-3-posisi-20a-220v>
- [9] <https://www.monotaro.id/s003576625.html>
- [10] <https://biggo.id/s/3+phase+power+meter/?view=card>
- [11] <https://www.tokopedia.com/sinarsuryaltc/pilot-lamp-lampu-indikator-panel-22mm>
- [12] <https://shopee.co.id/Kabel-Serabut-6MM-NYAF-i.156539320.2914307791>
- [13] <https://id.pinterest.com/pin/323977766936291010/>