

Rancang Bangun Panel Automatic Transfer Switch (ATS) 1 Fasa Pada Instalasi Listrik Rumah Tinggal

Jimmy Elton Hinadang¹, Gunadi Tjahjono², Fransiskus F. Goe Ray³

^{1,2,3}*Prodi Pendidikan Teknik Elektro, FKIP, Universitas Nusa Cendana*

Jln. Andi Sucipto, Penfui, Kupang

Email: Eltionghinadang@gmail.com

Abstract: The results showed that: (1) The stages in designing a 1-phase automatic transfer switch (ATS) panel in residential electrical installations are starting with designing a drawing of the control system circuit, determining the appropriate control system circuit components, connecting each component. (2) The average inverter input voltage (AC) required by the inverter is 222.2 Volt (AC). (3) The average output voltage in the ATS system produced by the inverter power supply is 177.2 Volt (AC). (4) There is a significant influence between the variable input voltage of the Inverter (AC) and the variable output voltage in the ATS system.

Keywords: Contactor, Voltage, Panel, Switch.

Abstrak: Hasil penelitian menunjukkan bahwa : (1) Tahapan dalam merancang panel automatic transfer switch (ATS) 1 fasa pada instalasi listrik rumah tinggal yaitu dimulai dengan mendesain gambar rangkaian sistem kontrol, penentuan komponen rangkaian sistem kontrol yang sesuai, menyambungkan tiap komponen. (2) Rerata tegangan input inverter (AC) yang dibutuhkan inverter adalah sebesar 222,2 Volt (AC). (3) Rerata tegangan output pada sistem ATS yang dihasilkan oleh catu daya inverter adalah sebesar 177,2 Volt (AC). (4) Terdapat pengaruh yang signifikan antara variabel tegangan input Inverter (AC) terhadap variabel tegangan output pada sistem ATS.

Kata kunci: Kontaktor, Tegangan, Panel, Switch.

I. PENDAHULUAN

Seiringnya perkembangan teknologi saat ini, yang dapat mempermudah pekerjaan manusia, maka catu daya utama PLN sangat berpengaruh terhadap penyediaan energi listrik bagi masyarakat dalam kehidupan sehari-hari, baik itu daya kecil maupun daya besar, akan tetapi suplay daya utama yang berasal dari PLN tidak selamanya akan terus menyala dalam penyaluran energi listrik. Suatu waktu pasti terjadi pemadaman total atau pemadaman sementara waktu yang disebabkan oleh gangguan pada sistem jaringan transmisi atau jaringan distribusi, sedangkan suplay energi listrik sangat diperlukan dalam kehidupan sehari-hari. Sehingga jika PLN padam, maka suplai energi listrik pun berhenti, dan mengakibatkan seluruh aktivitas yang berkaitan dengan kelistrikan akan berhenti. Dengan semakin meningkatnya kebutuhan listrik tidak diiringi dengan semakin meningkatnya cadangan sumber energi listrik, tetapi yang terjadi adalah sebaliknya yaitu semakin menipisnya cadangan sumber energi listrik yang menjadi sumber utama bahan bakar pembangkit listrik.

Energi listrik pada saat ini mempunyai peran yang sangat penting dalam kehidupan manusia dengan semakin menipisnya sumber energi maka sumber energi alternatif menjadi pilihan yang sangat tepat dalam hal ini inverter menjadi pilihan energi alternatif yang diambil oleh peneliti inverter berfungsi sebagai alat untuk mengkonversi arus DC ke arus AC agar bisa digunakan di alat elektronik rumah tangga seperti lampu, kipas angin, bor listrik, dispenser yang kebanyakan alat elektronik rumah tangga menggunakan arus listrik AC. Supaya sistem bisa kontinuitas yang berarti energi listrik bisa tetap terjaga maka dibutuhkan sebuah alat yang bisa membantu perpindahan PLN ke inverter power bisa secara otomatis maka menggunakan peralatan Automatic Transfer Switch (ATS) alat ini bisa membantu dalam perpindahan jika PLN mengalami pemadaman, maka inverter akan mengambil ahli suplay tenaga listrik ke beban. Agar inverter dapat mengambil ahli suplay tenaga listrik ke beban pada saat sumber energi listrik dari PLN padam dan mengembalikannya saat PLN hidup kembali, maka diperlukan alat yang dapat mentransfer tenaga listrik tersebut secara otomatis.

Dari latar belakang tersebut penulis merancang dan membuat alat pentransfer tenaga listrik yang disebut "automatic transfer switch (ATS)". ATS yang dirancang adalah untuk catu daya PLN dan inverter 1 fasa agar mengalirkan aliran listrik ke beban rumah tinggal.

II. LANDASAN TEORI DAN METODE

Landasan Teori

1. Inverter

Power inverter atau biasa disebut dengan inverter adalah suatu rangkaian atau perangkat elektronik yang dapat mengubah arus listrik searah (DC) ke arus listrik bolak-balik atau (AC) pada tegangan dan frekuensi yang dibutuhkan sesuai dengan perancangan rangkaiannya. Sumber-sumber arus listrik searah atau arus DC yang

merupakan input dari power inverter tersebut dapat berupa baterai, aki maupun sel surya (solar cell). Inverter ini akan sangat bermanfaat apabila digunakan di daerah-daerah yang memiliki keterbatasan pasokan arus listrik AC, karena dengan adanya power inverter kita dapat menggunakan aki ataupun sel surya untuk menggerakkan peralatan elektronik rumah tangga seperti lampu, bor listrik, kipas angin, dan dispenser yang pada umumnya memerlukan sumber listrik AC yang bertegangan 220 Volt ataupun 110 Volt. Berikut gambar inverter 1 Fasa [1]. Prinsip kerja inverter pada umumnya sama dengan power supply yaitu menyuplai arus DC ke AC dan juga bekerja untuk mengubah tegangan DC menjadi arus AC [2][10].

2. ATS (*Automatic Transfer Switch*)

Automatic Transfer Switch merupakan rangkaian kontrol saklar power inverter dengan PLN yang sudah full automatic. Alat ini berguna untuk menghidupkan dan menghubungkan power inverter ke beban secara otomatis pada saat PLN padam. Pada saat PLN hidup kembali alat ini akan memindahkan sumber daya ke beban dari power inverter ke PLN [2][9].

a. Kontaktor

Kontaktor adalah komponen listrik yang biasa dipakai untuk memutus atau menyambung aliran listrik DC (aliran searah) atau aliran listrik AC (aliran bolak – balik) [3][11].



Gambar 1. Kontraktor

b. *Time Delay Relay* (TDR)

Time Delay Relay (TDR) adalah suatu piranti yang menggunakan elektromagnet untuk mengoperasikan seperangkat kontak saklar sering disebut juga relay timer atau relay penunda batas waktu banyak digunakan dalam instalasi motor terutama instalasi yang membutuhkan pengaturan waktu secara otomatis [6].



Gambar 2. *Time Delay Relay* (TDR)

c. *Miniatur Circuit Breaker* (MCB)

Miniatur Circuit Breaker (MCB) adalah salah satu jenis pengaman listrik untuk melindungi atau mengamankan atau mencegah sistem instalasi listrik dari arus yang melebihi kapasitasnya. Pada kondisi normal, MCB berfungsi sebagai saklar manual yang dapat

menghubungkan (ON) dan memutuskan (OFF) arus listrik kalau ada kelebihan beban atau hubung singkat maka MCB akan secara otomatis bisa memutuskan arus listrik yang melewatinya [4].



Gambar 3. *Miniatur Circuit Breaker (MCB)*

d. Pilot Lamp

Pilot lamp adalah sebuah lampu indikator yang menandakan jika pilot lamp ini menyala, maka terdapat sebuah aliran listrik yang masuk pada panel tersebut [4].



Gambar 4. Pilot Lamp

e. Volt Meter

Volt meter merupakan sebuah alat ukur yang digunakan untuk mengukur besar tegangan pada listrik yang ada pada sebuah rangkaian listrik. Fluksi magnetik yang memiliki bentuk gelombang sinus dengan frekuensi yang sama dan masuk dalam suatu kepingan logam secara paralel. Antara flux yang satu dengan flux yang lain terdapat suatu perbedaan fasa [4].

f. Kabel Listrik

Kabel listrik adalah media untuk menghantarkan arus listrik. Kabel listrik terdiri dari bahan isolator dan konduktor. Konduktor terbuat dari bahan tembaga atau aluminium. Konduktor merupakan bagian dari kabel yang berguna untuk menghantarkan arus listrik [5][12].

g. Box Panel Listrik

Box Panel Listrik adalah sebuah alat atau perangkat yang memiliki fungsi untuk membagi, menyalurkan dan kemudian mendistribusikan energi listrik dari sumbernya (pusat) kepada konsumen (pemakai) [3][8].

3. Beban Listrik

Beban listrik adalah segala sesuatu yang ditanggung oleh pembangkit listrik atau bisa disebut segala sesuatu yang membutuhkan tenaga/daya listrik. Dalam kehidupan sehari-hari contoh beban listrik adalah lampu, setrika listrik, motor listrik, pompa air, television, mesin cuci, dispenser, kompor listrik, dan lain sebagainya. Beban listrik juga dikatakan sebagai hambatan/resistan (Resistance) dalam ilmu listrik dimana dapat dirumuskan pada Hukum Ohm [7].

4. Tegangan Listrik

Tegangan listrik dengan aliran arus searah. Tegangan DC memiliki notasi atau tanda positif pada satu titiknya dan negatif pada titik yang lain. Sumber – sumber tegangan

DC diantaranya adalah elemen volta, baterai, aki, solar cell dan adaptor atau power supply DC. Pemasangan tegangan DC pada rangkaian harus benar sesuai kutubnya karena jika terbalik bisa berakibat kerusakan pada kedua bagian [7].

Tegangan AC adalah tegangan dengan arus bolak-balik. Tegangan AC tidak memiliki notasi atau tanda seperti tegangan DC. Oleh karena itu pemasangan tegangan AC pada rangkaian boleh terbalik kecuali untuk untuk aplikasi tegangan AC 3 phase pada motor listrik. Sumber-sumber tegangan AC diantaranya adalah listrik rumah tangga dari PLN, genset, dinamo sepeda dan alternator pada mobil atau sepeda motor [7].

5. Arus Listrik

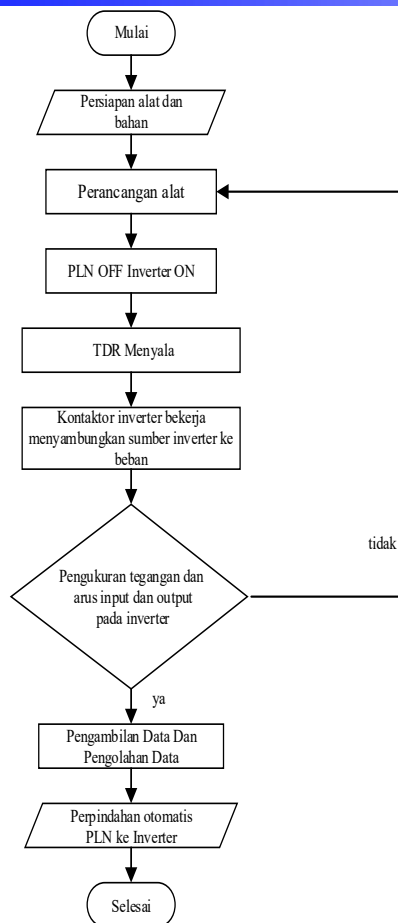
Aliran arus listrik dari sumber arus listrik dibedakan menjadi dua macam, yakni arus searah (DC) dan arus bolak – balik (AC). Arus listrik searah merupakan arus listrik yang nilainya tidak berubah yaitu positif atau hanya negatif saja, dan mempunyai nilai tetap atau konstan terhadap satuan waktu. Sumber arus searah diperoleh dari elemen – elemen yang memberikan energi listrik yang mengalir secara merata setiap saat, seperti elemen Volta, baterai, dan akumulator.

Arus listrik bolak – balik merupakan arus listrik yang memiliki arah arus yang berubah – ubah dengan bolak – balik. Sifat arus listrik bolak – balik berbentuk gelombang sinusoida sehingga memungkinkan pengaliran energi secara efisien [7].

Metode

Penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan atau sering disebut Reasearch and Development (R&D). Research and Development (R&D) adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan produk tersebut. Adapun tahapan – tahapan penelitian R&D adalah sebagai berikut.

- a. Potensi Masalah
- b. Mengumpulkan informasi
- c. Desain produk
- d. Validasi desain
- e. Perbaikan desain
- f. Uji coba produk
- g. Uji coba pemakaian



Gambar 5. Flow Chart

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Deskripsi Data Hasil Penelitian

Tabel 1 Pengukuran hasil pengukuran tegangan input (AC) terhadap tegangan output pada sistem ATS.

Pengukuran	Waktu	Tegangan Input Inverter	Tegangan Output Ats	Beban
I	15 menit	237	201	Lampu 17 Watt
	15 menit	231	200	
	15 menit	229	195	
	15 menit	227	193	
	15 menit	223	188	
	15 menit	221	185	
	15 menit	219	182	
	15 menit	216	179	
	15 menit	213	177	

II	15 menit	209	175	Kipas angin 45 att
	15 menit	245	205	
	15 menit	239	195	
	15 menit	236	188	
	15 menit	231	179	
	15 menit	228	170	
	15 menit	223	168	
	15 menit	219	165	
	15 menit	213	158	
	15 menit	209	148	
III	15 menit	204	142	Catok rambut 45 Watt
	15 menit	248	202	
	15 menit	235	195	
	15 menit	227	189	
	15 menit	224	180	
	15 menit	220	176	
	15 menit	215	169	
	15 menit	211	160	
	15 menit	208	155	
	15 menit	205	150	
	15 menit	201	147	

Hasil pengukuran ditunjukkan oleh tabel diatas menunjukan bahwa pengujian alat bertujuan untuk mengetahui adakah pengaruh tegangan input inverter terhadap tegangan output menggunakan beban lampu, kipas angin, dan alat catok rambut.

Pada pengukuran ke-1 dimulai dengan tegangan input 237 volt menggunakan beban lampu 17 watt tegangan outputnya 201 volt, dan kondisi lampu menyala. Pada pengulangan kedua tegangan input 231 Volt menggunakan beban lampu 17 watt, tegangan outputnya 200 volt, dan kondisi lampu menyala. Pada pengulangan ke tiga tegangan input 229 volt menggunakan beban lampu 17 watt, tegangan outputnya 195 volt, dan kondisi lampu menyala.

Pada pengulangan ke empat tegangan input 227 volt, menggunakan beban 17 watt, tegangan outputnya 193 volt, dan kondisi lampu menyala. Pada pengulangan ke lima tegangan input 223 volt, menggunakan beban lampu 17 watt, tegangan outputnya 188 volt, dan kondisi lampu menyala. Pada pengulangan ke enam tegangan input 221 volt, menggunakan beban lampu 17 watt, tegangan outputnya 185 volt, dan kondisi lampu menyala. Pada pengulangan ke tujuh tegangan input 219 volt, menggunakan lampu 17 watt, tegangan outputnya 182 volt, dan kondisi lampu menyala. Pada pengulangan ke delapan tegangan input 216 volt, menggunakan beban lampu 17 watt, tegangan outputnya 179 volt, dan kondisi lampu menyala. Pada pengulangan ke sembilan tegangan input 213 volt, menggunakan beban lampu 17 watt, tegangan outputnya 177 volt, dan kondisi lampu menyala. Pada pengulangan ke sepuluh tegangan input 209 volt, menggunakan beban lampu 17 watt, tegangan outputnya 175 volt, dan kondisi lampu menyala.

Pada pengukuran ke 2 dimulai dengan tegangan input 245 volt, menggunakan beban kipas angin 45 watt, tegangan outputnya 205 volt, dengan kondisi kipas angin berputar. Pada pengulangan kedua tegangan input 239 volt, menggunakan beban kipas angin 45 watt, tegangan outputnya 195 volt, dengan kondisi kipas angin berputar. Pada pengulangan ketiga tegangan input 236 volt, menggunakan beban kipas angin 45 watt, tegangan output 188 volt, dengan kondisi kipas berputar. Pada pengulangan ke empat tegangan input 231 volt, menggunakan kipas angin 45 watt, tegangan outputnya 179 volt, dengan kondisi kipas berputar. Pada pengulangan ke lima tegangan input 228 volt, menggunakan beban kipas angin 45 watt, tegangan output 170 volt, dengan kondisi kipas berputar. Pada pengulangan ke enam tegangan input 223 volt, menggunakan beban 45 watt, tegangan outputnya 168 volt, dengan kondisi kipas berputar. Pada pengulangan ke tujuh tegangan input 219 volt, menggunakan beban kipas angin 45 watt, tegangan output 165 volt, dengan kondisi kipas angin berputar. Pada pengulangan ke delapan tegangan input 213 volt, menggunakan beban kipas angin 45 watt, tegangan outputnya 158 volt, dengan kondisi kipas berputar. Pada pengulangan ke sembilan tegangan input 209 volt, menggunakan beban kipas angin 45 watt, tegangan outputnya 148 volt, dengan kondisi kipas berputar. Pada pengulangan ke sepuluh tegangan input 204 volt, menggunakan beban kipas angin 45 watt, tegangan outputnya 142 volt, dengan kondisi kipas berputar.

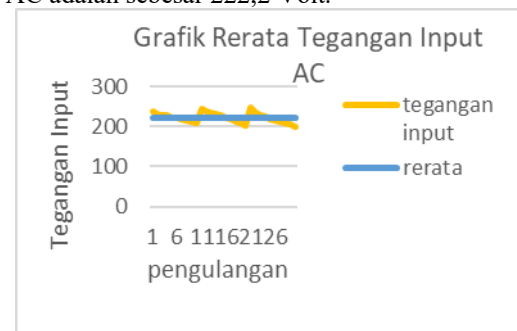
Pada pengukuran ke 3 tegangan input 248 volt, menggunakan beban catok rambut 45 watt, tegangan outputnya 202 volt, dengan kondisi catok menyala. Pada pengulangan ke dua tegangan input 235 volt, menggunakan beban catok rambut 45 watt, tegangan output 195 volt, dengan kondisi catok menyala. Pada pengulangan ke tiga tegangan input 227 volt, menggunakan beban catok rambut, tegangan outputnya 189 volt, dengan kondisi catok menyala. Pada pengulangan ke empat tegangan input 224 volt,

menggunakan beban catok rambut 45 watt, tegangan outputnya 180 volt, dengan kondisi catok menyala. Pada pengulangan ke lima tegangan input 220 volt, menggunakan beban catok rambut 45 watt, tegangan outputnya 176 volt, dengan kondisi catok menyala. Pada pengulangan ke enam tegangan input 215 volt, menggunakan beban 45 watt, tegangan outputnya 169 volt, dengan kondisi catok menyala. Pada pengulangan ke tujuh tegangan input 211 volt, menggunakan beban catok rambut 45 watt, tegangan outputnya 160 volt, dengan kondisi catok menyala. Pada pengulangan ke delapan tegangan input 208 volt, menggunakan beban catok rambut 45 watt, tegangan outputnya 155 volt, dengan kondisi catok menyala. Pada pengulangan ke sembilan tegangan input 205 volt, menggunakan beban catok rambut 45 watt, tegangan outputnya 150 volt, dengan kondisi catok menyala. Pada pengulangan ke sepuluh tegangan input 201 volt, menggunakan beban catok rambut 45 watt, tegangan outputnya 147 volt, dengan kondisi catok menyala.

2. Interpretasi

Rerata tegangan input AC

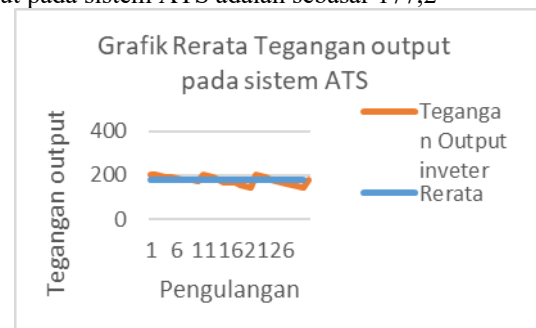
Berdasarkan hasil pengukuran yang dibuat dalam bentuk grafik dengan tegangan yang bervariasi rerata tegangan input AC adalah sebesar 222,2 Volt.



Gambar 6. Grafik Hasil Pengukuran Tegangan Input

Rerata tegangan output pada sistem ATS

Berdasarkan hasil pengukuran yang dibuat dalam bentuk grafik dengan tegangan yang bervariasi rerata tegangan output pada sistem ATS adalah sebesar 177,2



Gambar 7. Hasil Pengukuran Tegangan Output

Analisis regresi linier sederhana

Berdasarkan hasil analisis regresi linier sederhana bahwa terdapat pengaruh tegangan input AC terhadap tegangan output pada sistem ATS.

PEMBAHASAN

Hasil pengujian memperlihatkan adanya hubungan linier yang signifikan antara tegangan input inverter terhadap tegangan output sistem ATS, di mana rata-rata tegangan input inverter adalah 222,2 volt dan rata-rata tegangan output sebesar 177,2 volt. Hal ini menunjukkan bahwa sistem ATS yang dirancang telah bekerja secara efektif dalam menjaga kontinuitas suplai listrik. Temuan ini sejalan dengan penelitian Asriyadi et al. (2016) yang menekankan pentingnya perancangan sistem ATS untuk menjamin pasokan daya listrik berkelanjutan di lingkungan rumah tangga maupun industri kecil.

Lebih lanjut, implementasi sistem ATS pada penelitian ini mendukung hasil penelitian Burhan et al. (2020) yang mengembangkan panel ATS untuk integrasi antara sistem PLTS off-grid dan jaringan PLN. Keduanya menunjukkan bahwa keberadaan ATS sangat krusial untuk mencegah gangguan suplai daya akibat perpindahan sumber energi yang tidak sinkron. Dengan adanya sistem otomatis ini, inverter dapat segera mengambil alih suplai daya saat PLN padam, dan sebaliknya, PLN akan kembali menjadi sumber utama ketika daya telah tersedia. Desain semacam ini terbukti meningkatkan keandalan sistem listrik rumah tangga tanpa memerlukan intervensi manual, sehingga mengurangi risiko kerusakan peralatan elektronik akibat lonjakan tegangan mendadak.

Hasil pengukuran yang menunjukkan penurunan tegangan output dibandingkan tegangan input juga memperkuat temuan Damayanti & Iyas (2019), yang menyebutkan bahwa dalam sistem ATS hibrid, faktor efisiensi konversi daya inverter berpengaruh terhadap stabilitas tegangan keluaran. Rata-rata output sebesar 177,2 volt pada penelitian ini masih berada dalam batas aman untuk mengoperasikan peralatan rumah tangga berdaya kecil hingga menengah. Penggunaan Time Delay Relay (TDR) dan Miniature Circuit Breaker (MCB) juga menjadi faktor penting dalam menjaga kestabilan dan keselamatan sistem, sebagaimana dijelaskan oleh Fabrianto et al. (2020), di mana penambahan TDR berfungsi untuk menghindari benturan tegangan antara dua sumber daya yang sedang berpindah.

Selain itu, penelitian ini turut memperkuat hasil penelitian Basil et al. (2022) dan Ishak & Kurniawan (2021) yang menyoroti pentingnya sistem ATS berbasis mikrokontroler untuk meningkatkan efisiensi dan monitoring tegangan. Meskipun penelitian Jimmy Elton Hinadang belum mengintegrasikan sistem monitoring berbasis web, namun desain konvensional yang digunakan telah menunjukkan efektivitas dalam pengalihan beban listrik secara otomatis. Hal ini membuka peluang pengembangan lebih lanjut dengan menggabungkan fitur smart control berbasis Internet of Things (IoT) agar sistem dapat dipantau dan dikontrol jarak jauh secara real-time.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini memberikan kontribusi signifikan dalam bidang sistem kelistrikan rumah tangga dengan menghadirkan solusi ATS yang efisien, ekonomis, dan aman. Sistem yang dikembangkan tidak hanya menjamin kontinuitas daya saat PLN padam, tetapi juga menunjukkan efisiensi kerja inverter yang stabil. Temuan ini mendukung gagasan Kurniawan (2022) bahwa integrasi ATS dengan sumber energi terbarukan seperti panel surya dapat menjadi alternatif yang berkelanjutan untuk kebutuhan listrik rumah tangga. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya memperkuat teori dasar mengenai ATS dan inverter, tetapi juga menjadi acuan bagi pengembangan sistem kelistrikan cerdas di masa depan yang berorientasi pada keandalan dan efisiensi energi.

IV. KESIMPULAN

1. Penelitian ini berhasil merancang dan membangun sebuah alat kontrol lampu berbasis teknologi Long Range (LoRa) frekuensi 915 MHz, yang didesain untuk dapat berfungsi secara efektif dalam pengendalian lampu dari jarak jauh. Melalui serangkaian pengujian fungsionalitas dasar, rekapitulasi hasil ujian menunjukkan bahwa alat ini mampu menjalankan perintah ON/OFF lampu secara stabil dan konsisten. Hal ini menyelesaikan tujuan perancangan dan pembangunannya sebagai sistem kontrol jarak jauh yang andal.

REFERENSI

- [1] Asriyadi, A., Andi, W. I., Sarwo, P., Ahmad, R. S., & Rachmat, R. (2016). Rancang bangun *Automatic Transfer Switch (ATS) System Hybrid*.
- [2] Basil, M. A., Hernawan, H., & Afrisal, H. (2022). Perancangan sistem *automatic transfer switch* pada inverter dengan monitoring baterai berbasis mikrokontroler. *Transient: jurnal ilmiah teknik elektro*, 10(4), 566-571.
- [3] Burhan, A. Z., Purwanto, S., & Azzahra, S. (2020). Rancang bangun panel ats (*automatic transfer switch*) antara plts (off grid) dengan jaringan pln (doctoral dissertation, institut teknologi pln).
- [4] Damayanti, E., & Iyas, M. (2019). Rancang bangun prototype sistem panel ats hibrid antara turbin angin dan solar sell dengan grid pln untuk energi listrik rumah dengan daya 456w. *Jurnal tedc*, 12(1), 23-30.
- [5] Desky Andriyono. (2020). Merancang *automatic transfer switch (ats)* pt swi jetty nusantara
- [6] Fabrianto, I., Rohman, A. S., & Corio, D. Perancangan ats (*automatic transfer switch*) dengan tdr (*time delay relay*) dan sistem monitoring prototype dc (*direct current*) microgrid berbasis website.
- [7] Santoso, g., hani, s., abdullah, s., & pratama, y. I. (2021). Pemanfaatan pembangkit listrik tenaga surya sebagai sumber energi listrik cadangan budidaya

- burung puyuh dilengkapi dengan automatic transfer switch (ats). Jurnal elektrikal, 8(2), 45-52.
- [8] Gunadi Tjahjono, I. Fahmi, F.F.g. Ray, Y.M. Hietingwati (2022). Perakitan dan pengujian panel daya listrik portable low voltage main distribution panel (lvmdp) dengan proteksi urutan fasa.
- [9] Indrawan, A. W., Pranoto, S., Sultan, A. R., & Ramadhan, R. (2016). Rancang bangun automatic transfer switch (ats)system hybrid. November, 408-414.
- [10] Ishak, I. F., & Kurniawan, B. I. (2021). Rancang bangun panel automatic transfer switch (ats) untuk daya satu phasa berbasis web server. Jurnal litek: jurnal listrik telekomunikasi elektronika, 18(2), 71-77.
- [11] Kurniawan, E. (2022). Rancang bangun sisten automatic transfer swicth (ats) pada pln-genset dan panel surya berbasis nodemcu (doctoral dissertation, universitas muhammadiyah malang).
- [12] Raharjo, P., Sujanarko, B., Hardianto, T., elektro, J. T., teknik, F., Jember, U., & Kalimantan, J. (2000). Perancangan sistem hybrid solar cell-baterai-pln menggunakan programmable logic controllers (design of hybrid system solar cell-battery-pln using. 1-5.