

RANCANG BANGUN *AUTOMATIC CLOSE-TRANSITION TRANSFER SWITCH* (ACTS) DENGAN SISTEM *BACK-UP* CATU DAYA UPS

Adi Supriyadi¹, Hari Purnama², Sarjono Wahyu Jadmiko³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012

¹E-mail : adi.supriyadi.tlis18@polban.ac.id

²E-mail : haripoernama@gmail.com

³E-mail : sarjnpdml@yahoo.com

ABSTRAK

Pada dasarnya listrik di butuhkan sebagai sumber utama kebutuhan dalam aktifitas sehari – hari. PLN sebagai penyedia listrik utama bagi masyarakat. Rancangan ini dibuat untuk mengatasi gangguan yang sering terjadi pada catu daya sumber listrik utama PLN. *Automatic Transfer Switch* (ATS) dengan menggunakan sistem *back-up* catu daya *Unintrruptible Power Supply* (UPS) berperan untuk mengatasi masalah yang sering terjadi pada sumber utama PLN. Dalam mengatasi masalah tersebut diperlukan catu daya cadangan dengan menggunakan genset dan UPS yang berperan untuk menjadi catu daya cadangan yang dapat mengatasi waktu jeda saat terjadinya transisi perpindahan sumber listrik dari PLN ke genset sehingga suplai listrik ke beban tetap normal saat menunggu waktu *starter* genset.

Kata Kunci

Automatic Transfer Switch (ATS), Genset, UPS

1. PENDAHULUAN

Dengan berkembangnya zaman banyaknya perubahan yang menyebabkan penggunaan energi listrik menjadi sebuah kebutuhan yang sangat penting dalam menjalankan aktivitas kehidupan yang membuat peningkatan energi listrik. Saat ini banyak industri dan bangunan komersil sangat bergantung pada keberadaan sumber daya listrik untuk menjalankan aktifitas sehari – hari. Beberapa fungsi yang berhubungan dengan proses transaksi sering kali harus tetap berfungsi walaupun terjadi pemadaman pada sumber listrik utama. Industri dan bangunan komersil memasang sistem catu daya cadangan berupa genset untuk menjamin kontinuitas operasi. Penggunaan genset kini bukan hanya untuk bangunan besar atau pabrik saja. Genset juga digunakan dalam skala rumah tangga dan bangunan komersial skala kecil menengah ketika terjadi pemadaman catu daya utama (PLN). Maka dibutuhkan *supply* cadangan listrik pada kondisi tersebut. Generator–Set di harapkan dapat mensuplai tenaga listrik sebagai sistem cadangan listrik pada kondisi darurat. Namun ketersediaan genset belum dilengkapi dengan sistem otomatis pengoperasian genset ketika terjadi pemadaman listrik dari sumber utama. Untuk keperluan pengalihan daya listrik dari PLN ke genset diperlukan sistem yang dapat beroperasi mengalihkan daya listrik secara otomatis. Dalam pengalihan daya dari sumber utama PLN ke genset juga diperlukan daya cadangan supaya ketika terjadinya gangguan *supply* listrik ke beban tidak mati ketika menunggu waktu *start* genset digunakan baterai cadangan dengan menggunakan *Uninterruptible Power Supply* (UPS). Selain menjaga kehandalan sistem kelistrikan, sistem otomatis ini juga dapat mengurangi pekerjaan staff oprasional, sehingga lebih efektif dalam

pengelolaan energi listrik terutama saat terjadi gangguan pemadaman listrik pada sumber utama (PLN). PLN sebagai sumber utama tidak selamanya berjalan dengan baik atau normal, sehingga dibutuhkan genset sebagai *back up supply* listrik utama. Sebagai kontrol untuk memudahkan pengoperasian genset kapan harus mengambil alih suplai tenaga listrik ke beban atau sebaliknya maka diperlukan sistem kontrol otomatis tersebut yang sering disebut dengan *Automatic Transfer Switch* (ATS). Fungsi Dari ATS dengan sistem *back up* UPS memudahkan pengoperasian pada saat perpindahan daya dari sumber utama ke Genset pada saat terjadi gangguan. UPS berfungsi sebagai daya cadangan sementara ketika terjadi gangguan di PLN agar suplai ke beban tidak terjadi *flicker* atau padam ketika menunggu waktu *start supply* listrik dari genset. Referensi [1] Dengan melakukan pengujian waktu, dimana waktu yang diperlukan dalam perpindahan sumber listrik saat terjadi pemadaman listrik utama PLN tidak memerlukan waktu yang cukup lama, rata-rata hanya dalam waktu 1 detik sehingga tidak terjadi kedip pada lampu penerangan. Dari hasil pengukuran perpindahan daya dilakukan sebanyak 5 kali, didapatkan setiap pembangkit menghasilkan tegangan dan arus yang berbeda-beda, sumber PLN tegangan tertinggi menghasilkan 219 V, arus tertinggi 3,8 A, UPS tegangan tertinggi menghasilkan 214 V, arus tertinggi 2,8 A dan pada genset tegangan tertinggi menghasilkan 228 V, arus tertinggi 3,6 A, dari hasil tersebut bahwa pada lampu penerangan tetap menyala. Sistem kontrol ATS ini dilakukan oleh PLC yang dapat dioperasikan secara mode auto dan mode manual, pada saat mode auto akan beroperasi secara bergantian, pada togle

pembangkit PLN dan UPS pada posisi ON, setelah itu pembangkit PLN OFF maka UPS akan mensuplai listrik dan sekaligus menghidupkan genset sebelum genset menggantikan *supply* listrik secara keseluruhan. Pada mode manual sistem ATS dioperasikan sesuai dengan sistem pembangkit yang dipilih. Perancangan sistem ATS menggunakan 2 *back up* sumber daya listrik yaitu UPS dan genset dengan kapasitas tegangan 1 fasa dari masing-masing sumber listrik untuk mensuplai beban sekala kecil yaitu beban rumah tangga.

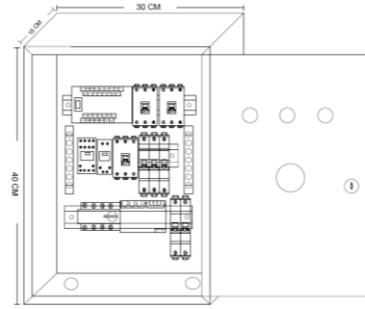
Referensi [2] Dalam rujukan jurnal ini PLN menjadi suatu kebutuhan penting bagi masyarakat dalam bidang sumber energi listrik. Namun pada sumber energi listrik PLN sering terjadi pemadaman atau gangguan. Kebutuhan sumber catu daya listrik yang handal sangat dibutuhkan dalam bidang industri. Dari permasalahan tersebut penelitian ini bertujuan untuk mengatasi masalah sistem pengendali yang digunakan untuk melakukan transisi catu daya listrik dengan catu daya utama dari PLN dan catu daya cadangan dengan menggunakan UPS serta genset. Pada sistem transisi catu daya otomatis akan memberi perintah pada catu daya UPS yang terhubung ketika *supply* utama PLN terputus, dalam hal ini UPS memback up beberapa saat ketika menunggu waktu *start* genset untuk *starter*. Pada saat genset sudah dalam kondisi stabil catu daya akan beralih ke catu daya genset. Pada saat sumber catu daya listrik PLN kembali tersedia beban akan di alihkan ke sumber utama PLN.

Referensi [3] pada metode perancangan ini dibuat untuk sistem otomatis pengoperasian genset sebagai energi listrik cadangan dalam kondisi darurat untuk skala rumah tangga dan bangunan komersial dan data hasil pengujian sistem otomatis pengoperasian genset sebagai energi listrik cadangan dalam kondisi darurat. Setelah rancang bangun ATS telah selesai, maka dapat disimpulkan bahwa hasil pengujian fungsi perangkat panel ATS dengan cara mengoperasikan secara manual dan otomatis diperoleh bahwa perangkat hasil rancang bangun mampu mengalihkan daya listrik dari sumber daya utama (PLN) ke genset dalam waktu 5 detik atau sesuai setelan atau pengaturan *timer*.

2. PEMBAHASAN

2.1 Automatic Transfer Switch (ATS)

Automatic Transfer Switch (ATS) adalah peralatan sistem yang dapat mengatur pergantian suplai catu daya listrik dari sumber listrik utama dari PLN ke sumber listrik cadangan atau genset yang bekerja secara otomatis dengan mengendalikan pengaturan waktu. Fungsi ATS sebagai pengganti saklar pemindah posisi. Sumber listrik pada metode terdahulu digunakan untuk memindahkan handel atau saklar sumber listrik utama dari PLN ke sumber listrik cadangan/genset.



Gambar 1. Panel *Automatic Transfer Switch*

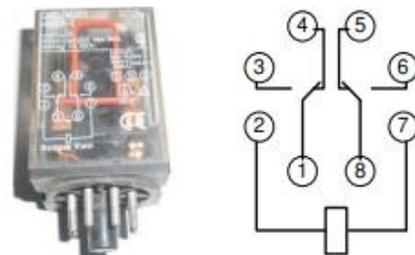
Dalam perkembangan teknologi dunia *electrical* panel tersebut dapat dijalankan secara *automatic* yang di singkat menjadi ATS berfungsi secara otomatis untuk memindahkan daya sesuai dengan kebutuhan tanpa menggunakan tenaga manusia untuk mengoprasikannya. Beberapa ATS di bedakan sesuai dengan kapasitas daya yang dibutuhkan atau berdasarkan pada fasa dan ampere yang melalui panel tersebut. Pada pemakaian panel ATS ini dibedakan pada besar kecilnya daya listrik, tentunya akan semakin besar pula spesifikasi komponen –komponenya terutama *breaker* dan kontaktornya dan juga ukuran kabelnya.

Berikut bahan-bahan atau komponen yang digunakan untuk membuat suatu rangkai ATS diantaranya :

- Relay Omron MK2P 8 PIN. - AC 220V
- Socomec atys s 4P
- Magnetic Kontaktor
- Box panel 80 x 60 x 20
- MCB
- PLC Omron CP1L L
- Lampu indicator
- Selector Switch
- UPS Salicru
- Genset

2.2 Relay Omron MK2P 8 PIN. - AC 220V

Relay adalah suatu alat yang menggunakan elektromagnetik untuk mengoperasikan kontak saklar yang ada pada relay tersebut. Relay terdiri dari kumparan kawat penghantar yang dililit dalam inti besi. Bila kumparan ini diberi sumber tegangan maka akan timbul medan magnet yang menarik armature berporos yang digunakan sebagai pegungkit mekanisme saklar pada relay. Relay yang digunakan adalah relay AC 220V, relay DC 24V dan relay DC 12V.



Gambar 2. Relay Omron MK2P 8 PIN. - AC 220V

2.3 Socomec ATYS s 4P

Produk ATyS S adalah sakelar *transfer* 4 kutub yang dioperasikan dari jarak jauh dengan indikasi putus positif. Mereka memungkinkan transfer on-load dari dua suplai tiga fase melalui kontak bebas volt jarak jauh, baik dari pengontrol otomatis eksternal, menggunakan logika pulsa, atau sakelar. Yang dimaksudkan untuk digunakan dalam sistem catu daya bertegangan rendah di mana gangguan singkat pada catu beban dapat diterima selama *transfer*. Pada pemilihan alat ini ada keamanan dan keandalan Produk ATyS S menggunakan teknologi posisi stabil, memastikan tekanan konstan pada kontak dan mencegah kesalahan dini. Selain itu, mereka tidak memerlukan catu daya untuk mempertahankan posisinya, sehingga melindungi bebannya dari fluktuasi tegangan.



Gambar 3. Socoec Atys s 4P

2.4 Magnetik Kontaktor

Kontaktor sering disebut sebagai saklar otomatis. Fungsi dari kontaktor adalah sebagai saklar penghubung atau pemutus sumber listrik terhadap bebannya. Prinsip kerjanya adalah elektromagnetik. Dimana kumparan maupun koil dari kontaktor diberikan tegangan, maka akan timbul medan magnet yang akan menarik inti besi kontak dari kontaktor sehingga kontak utama atau kontak bantu dari kontaktor dapat terhubung dan mengalirkan arus listrik kepada peralatan. Dalam perancangan ATS menggunakan kontaktor Schneider electric Kontaktor AC Schneider Electric LC1D09M7 (TeSys D contactor - 3P(3 NO) - AC-3 - ≤ 440 V 9 A - 220 V AC coil).



Gambar 4. Magnetik Kontaktor

2.5 Box Panel

Box panel digunakan untuk penempatan bahan ± bahan yang akan digunakan untuk pembuatan suatu rangkaian ATS. Box panel yang digunakan berukuran panjang 30cm, lebar 15cm dan tinggi 40cm. Box panel ini terdiri dari box utama untuk komponen yang dipasang di dalam dan pintu sebagai cover serta tempat interaksi dan pemantauan indikator.



Gambar 5. Box Panel

2.6 MCB

Pemilihan *Miniature Circuit Breaker* (MCB). Pemilihan pemutus tenaga ditentukan oleh beberapa hal :

1. Standar
 - SPLN 108 / SLI 175, bila digunakan oleh pemakai umum (instalasi perumahan – kapasitas pemutusan rendah)
 - IEC 60947-2, bila digunakan oleh ahlinya (aplikasi industri - kapasitas pemutusan tinggi)

2. Kapasitas pemutusan

Kapasitas pemutusan suatu pemutus tenaga harus lebih besar dari arus hubung singkat pada titik instalasi di mana pemutus tenaga tersebut dipasang. Pada diagram garis suatu sistem, disarankan untuk juga menyebutkan besar kapasitas pemutusan di samping arus pengenal pemutus tenaga yang digunakan.

3. Arus pengenal

Arus pengenal pemutus tenaga harus disesuaikan dengan besarnya arus beban yang dilewatkan kabel dan lebih kecil dari arus yang diijinkan pada kabel.

4. Tegangan

Tegangan operasional pengenal pemutus tenaga harus lebih besar atau sama dengan tegangan sistem.

5. Jumlah kutub (3 phase)



Gambar 6. MCB 3 Phase

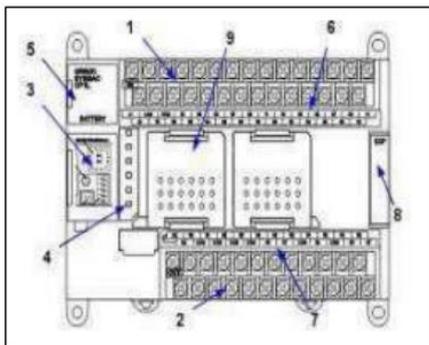
2.7 PLC Omron CP1L L

PLC OMRON SYSMAC CP1L adalah salah satu produk PLC Omron yang terbaru. CP1L merupakan PLC tipe paket yang tersedia dengan 10,14,20,30,40, atau 60 buah I/O (input/output). Sistem input output berupa bit atau lebih dikenal PLC tipe relay. Karena hanya membaca masukan (input), dan menghasilkan keluaran (output) dengan logika 1 atau 0.



Gambar 7. PLC Omron Sysmac CP1L

2.7.1 Bagian-Bagian PLC Omron Sysmac CP1L

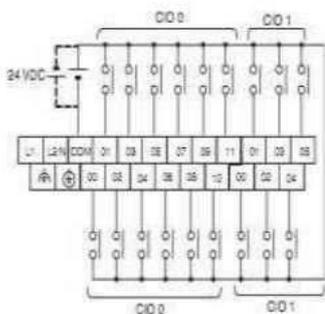


Gambar 8. Bagian-bagian PLC Omron CP1L

1. *Block Power Supply, ground dan Input terminal.*
2. *Block eksternal power supply dan output terminal.*
3. *Peripheral USB port untuk menghubungkan dengan komputer dan komputer dapat digunakan untuk memprogram dan memantau.*
4. *Operating indicator, mengidentifikasi status operasi dari CP1L. termasuk power status, mode oprasi, errors, dan komunikasi USB.*
5. *Batrai untuk mempertahankan internal clock da nisi Ram ketika supply OFF.*
6. *Input indicator, menyala jika kontak terminal input kondisi menyala.*
7. *Output indicator, menyala jika kontak terminal output kondisi menyala.*
8. *Expansion I/O unit connector, digunakan untuk menambah input/output PLC.*
9. *Output board slot, digunakan untuk instal RS-232c.*

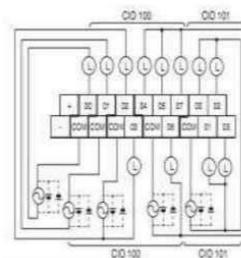
2.7.2 Port Terminal Input Output PLC Omron Sysmac CP1L.

Port terminal pada PLC CP1L 30 I/O terdiri dari 18 buah terminal input yaitu CIO 0.00-0.11 dan CIO 1.00-1.05. untuk port output terdapat 12 buah terminal yaitu dari CIO 100.00-100.07 dan CIO 101.00-101.03. pada port input terdapat dua buah terminal masukan supply AC PLC yaitu terminal L1 dan L2/N. port input input terhubung ada satu titik COM (Common). Masukan pada terminal COM dapat berupa Polaritas (+) atau Negatif (-).



Gambar 9. Port Input PLC CP1L

Pada *port input Output* terdapat 4 buah titik COM. Masing-masing COM terhubung dengan titik output yang dibatasi dengan garis batas seperti yang terlihat pada gambar.



Gambar 10. Port Output

Pada model power supply terdapat output 24 VDC pada terminal (+) dan (-). Supply ini dapat digunakan untuk supply VDC pada terminal Input.

2.8 Lampu Indikator

Lampu indikator adalah lampu listrik yang berfungsi memberi indikasi nyala dan mati. Indikasi nyala menyatakan bahwa peralatan tersebut berfungsi sedangkan indikasi mati menyatakan bahwa peralatan tersebut mati. Dalam peralatan yang dibuat, lampu sebagai indikator bahwa fasa yang masuk dalam peralatan itu berfungsi ataupun on. Jenis lampu yang digunakan adalah lampu AC karena beban yang digunakan adalah beban dengan listrik AC dan spesifikasi lampu menggunakan tegangan 220V.



Gambar 11. Lampu Indikator

Pemilihan lampu indikator didasarkan pada identifikasi warna yang sesuai menurut standar IEC 60204 yang ditunjukkan pada table 1.

Tabel 1. Standarisasi warna lampu indicator menurut IEC 60204-1

| Warna | Makna Warna | Aplikasi |
|--------|--------------------------|--|
| Merah | Kondisi Bahaya | Menandakan bahaya dan membutuhkan penanganan secepatnya oleh operator. |
| Kuning | Kondisi Tidak Normal | Monitoring atau membutuhkan pengangan operator |
| Biru | Mesin siap untuk bekerja | Mesin dalam kondisi siap untuk bekerja. |
| Hijau | Kondisi Normal | <ol style="list-style-type: none"> 1. Saklar utama dalam kondisi ON 2. Pemilihan kecepatan dana rah putar mesin 3. Peralatan utama ataupun tambahan yang dalam kondisi ON 4. Mesin bekerja |

2.9 Uninterruptible Power Supply (UPS)

UPS adalah alat *back up* listrik ketika supply listrik utama (PLN) mati atau kehilangan energi dari sumber utamanya. Didalam sebuah UPS terdapat *rectefier* yang fungsinya untuk mengisi baterai/accu UPS, besarnya tergantung dari type atau jenis UPS. Didalam UPS juga terdapat *inverter* yang berfungsi untuk merubah arus accu UPS menjadi arus listrik PLN. Didalam UPS juga terdapat baterai / accu berfungsi sebagai penampung sumber tenaga sehingga pada saat Listrik PLN padam battery/accu sebagai pengantinya dengan waktu tertentu. UPS *salicru* berfungsi untuk memproteksi perangkat

listrik yang sensitive terhadap gangguan listrik seperti, *critical instrumentation*, naik turunnya tegangan, kedipan, lonjakan tegangan, perubahan frekuensi, distorsi harmonic dan lain-lain.



Gambar 11. UPS Salicru

2.10 Genset

Genset adalah pembangkit listrik yang menggunakan bahan bakar solar. Genset atau kepanjangan dari generator set adalah sebuah perangkat yang berfungsi menghasilkan daya listrik. Disebut sebagai generator set dengan pengertian adalah satu set peralatan gabungan dari dua perangkat berbeda yaitu *engine* dan generator atau alternator. *Engine* sebagai perangkat pemutar sedangkan generator atau alternator sebagai perangkat pembangkit listrik. *Engine* dapat berupa perangkat mesin diesel berbahan bakar solar atau mesin berbahan bakar bensin, sedangkan generator atau alternator merupakan kumparan atau gulungan tembaga yang terdiri dari stator (kumparan statis) dan rotor (kumparan berputar).

3. METODE PENELITIAN

3.1 Perancangan Alat

Perancangan alat ini akan disesuaikan dengan batasan masalah yang telah dibuat berdasarkan studi literature. Berikut ini langkah – langkah yang dilakukan penulis:

1. Studi Literatur

Penulis membaca literatur tentang teori – teori yang berkaitan *Automatic Transfer Switch (ATS)* serta perancangan ATS yang sesuai dengan standar yang ada.

2. Rancangan Alat

Tahapan selanjutnya adalah perancangan ATS berbasis *Wonderware* sebagai pengontrol utama saat perpindahan catu daya PLN ke catu daya cadangan genset. Dengan spesifikasi yang telah ditentukan, kemudian pembuatan gambar teknik untuk menentukan yang harus dibuat agar dapat merealisasikan tugas akhir ini.

3. Pengadaan Komponen

Setelah selesai di rancang, selanjutnya adalah pengadaan baranag atau komponen yang dibutuhkan untuk pembuatan alat.

4. Pembuatan Peralatan

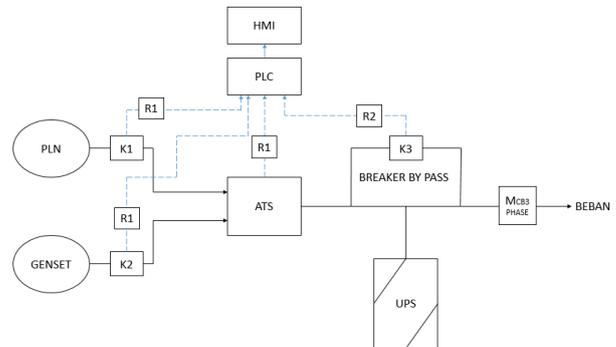
Setelah perancangan peralatan dilakukan, maka selanjutnya adalah pembuatan peralatan. Pada tahap ini dilakukan pembuatan instalasi listrik pada komponen, pembuatan program sistem *switching* dan monitoring pada peralatan. Dimana bertujuan agar sistem dapat berjalan sesuai dengan yang diinginkan berdasarkan referensi dan regulasi yang ada.

5. Perakitan dan Pengujian alat

Setelah semua komponen dan bahan yang dibutuhkan tersedia, tahapan selanjutnya adalah perakitan dan pengujian alat yang akan digunakan untuk mengetahui, menganalisa, dan mengevaluasi tentang ATS pada panel.

6. Penyusunan Laporan Tugas Akhir

3.2 Deskripsi Rangkaian



Gambar 12. Diagram Blok

Cara kerja rangkaian panel ATS dalam kondisi *supply* PLN atau utama yang bekerja adalah kontaktor 1 dan COS posisi 1. Dimana K1 dan COS posisi 1 bekerja melalui relay 1 (R1), relay 1 di kendalikan oleh PLC. jika arus listrik mengalir lewat MCB PLN dan di teruskan ke PLC dan PLC akan bekerja dan mengaktifkan relay 1 kontak relay yang tadi NO akan menjadi NC dan sebaliknya yang tadinya NC jadi NO. Bila terjadi gangguan atau pemadaman maka suplai akan berpindah ke Genset secara otomatis tanpa jeda dan beban akan tetap menyala karena adanya UPS yang akan memback up sementara. Sumber dari UPS akan masuk ke koil kontaktor 2 (K2) melalui kontak NC relay 1 dan kontaktor 2 akan bekerja (enerjais) dan COS dalam posisi 2 melalui kontak NC relay 1. Dan beban berpindah ke genset. Lalu bila sumber listrik utama atau PLN kembali menyala secara otomatis akan memutus sumber aliran pada Genset lewat pengaktifan bagian kontak relay 1 melalui PLC. Dan bebanpun berpindah ke sumber Utama atau PLN.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahapan pengujian ini dilakukan melalui tahapan satu persatu sehingga dihasilkan hasil yang akurat sebagaimana sesuai dengan fungsinya masing-masing. Tahapan pengujian tersebut antara lain :

1. Pengujian sistem kerja perpindahan daya PLN ke Genset dengan COS *motorized*
2. Pengujian sistem kerja perpidahan daya Genset ke PLN dengan COS *Motorized*
3. Pengjuain sistem Back-Up Catu daya UPS
4. Pengujian Terhadap terpengaruhnya beban dengan adanya back-up UPS.

Pada bagian analisa isi UPS dapat menjadi back-up sementara ketika menunggu waktu *starter* genset ketika suplai utama PLN mati atau mengalami gangguan pada saat transisi perpindahan PLN ke Genset. Listrik akan padam walaupun hanya beberapa detik. Dengan

menggunakan UPS ini bisa diatasi saat listrik padam secara otomatis UPS akan memback-up tanpa adanya jeda waktu, setelah itu barulah sumber listrik akan berpindah ke genset, sehingga aliran listrik tidak terputus sama sekali.

5. KESIMPULAN

Dari awal listrik sangat dibutuhkan dalam kegiatan sehari – hari oleh manusia ataupun makhluk hidup lainnya, namun karena sering nya terjadi gangguan pada sumber utama listrik PLN yang menyebabkan terhambatnya kebutuhan yang harus terpenuhi dengan rancangan ini di buat untuk mengatasi pemadaman listrik ketika ada gangguan pada catu daya utama PLN agar tidak terjadi pemadaman listrik karena adanya catu daya cadangan yang di sediakan oleh generator dan UPS. Dengan adanya rancangan ini masalah tersebut bisa sedikit membantu memenuhi kebutuhan sehari – hari ketika catu daya utama mengalami gangguan dengan adanya catudaya cadangan tersebut.

UCAPAN TERIMAKASIH

Tim peneliti mengucapkan terimakasih kepada Politeknik Negeri Bandung, melalui wakil Direktur Akademik atas bantuan pendanaan penyusunan tugas akhir nomor B/402/PL1.R1/EP.00.08/2021 kelompok A1

DAFTAR PUSTAKA

[1] Jayadi, J.A.Y.A.D.I. (2016). Perancangan Automatic Transfer Switch Berbasis PLC. Jurnal Online

- Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik Elektro, 1
- [2] Pambudi, P.E., Duniawan, A, & Fahmi, S. (2019). Penentu Waktu Operasional UPS pada Sistem Catu Daya Otomatis Transisi PLN-Genset. Jurnal Teknologi Technoscintia, 1-7
- [3] Tsauri, I. S., & Hendarto, D. (2017). Rancang Bangun Perangkat Automatic Transfer Switch (ATS) Genset 1.200 VA sebagai Energi Listrik Cadangan. Jurnal Teknik Elektro dan Sains, 4(2)
- [4] Rasmini, N. W., Ta, I. K., Mudina, I. N., & Parti, I.K (2019). Rancang Bangun Automatic Transfer Switch (ATS) PLN-Genset 3 Fasa 10 KVA. Matrix: Jurnal Manajemen Teknologi dan Informatika, 9(2), 41-46
- [5] Subianto. (2017). Pemasangan ACOS (Automatic Change Over Switch) Supply Dua Penyulang untuk Keandalan Sistem Kelistrikan di Kantor PT. PLN (Persero) Rayon Serayu. Jurnal Teknik Elektro.
- [6] Kamus Besar Bahasa Indonesia Daring. *Arti kata genset*. Diambil 2 Juli 2021. Dari <https://kbbi.kemdikbud.go.id/entri/genset>
- [7] Asriyadi, A., Andi, W. I., Sarwo, P., Ahmad, R. S., & Rachmat, R. (2016). Rancang Bangun Automatic Transfer Switch (ATS) System Hybrid.