

Perancangan Kontrol *Automatic Transfer Switch* Berbasis Kontaktor untuk Dua Rumah dengan Satu *Generator* sebagai *Backup System*

Rachmad Mohammad Sanda Agung

PT. BSM CSC Indonesia
Jl. Pemuda No.61 Sentra Pemuda KAV. 5 - 6, RT.9/RW.3, Rawamangun,
Kec. Pulo Gadung, Jakarta Timur, DKI Jakarta 13220
hilmisawohan@gmail.com

Received: January 2026; Accepted: April2026; Published: May 2026
DOI: 10.30649/je.v7i2.158

Abstrak

Ketersediaan listrik dari Perusahaan Listrik Negara sebagai sumber utama sangat memengaruhi pemenuhan kebutuhan energi listrik masyarakat. Namun demikian, pasokan listrik dari PLN tidak selalu stabil atau tersedia secara terus-menerus. Dalam kondisi tertentu, dapat terjadi pemadaman listrik yang disebabkan oleh gangguan pada sistem ketenagalistrikan. Oleh karena itu, saat terjadi pemadaman, dibutuhkan sistem peralihan catu daya dari sumber utama (PLN) ke sumber cadangan untuk menjaga kontinuitas pasokan listrik. Sistem ini berfungsi sebagai cadangan suplai listrik PLN dan terdiri atas rangkaian komponen kelistrikan yang dapat mengatur proses perpindahan daya secara otomatis. Sistem tersebut dikenal dengan *Automatic Transfer Switch* (ATS) yang bekerja secara otomatis melalui pengontrolan kontaktor dan timer. Penelitian ini menghasilkan prototype sistem ATS berbasis kontrol kontaktor dan timer. Tujuan dari penelitian ini yaitu membuat sistem kontrol ATS menggunakan kontaktor dan timer untuk dua rumah dengan satu generator sebagai *backup system*. Adapun hasil dari pengujian sistem ATS berbasis kontaktor dan timer untuk dua rumah dengan satu generator sebagai *backup system* telah bekerja sesuai dengan tujuan penelitian.

Kata kunci: *Automatic Transfer Switch*, Kontaktor, *Timer*, *Generator*, *System*.

Abstract

The availability of electricity from the State Electricity Company (Perusahaan Listrik Negara, PLN) as the primary power source greatly influences the fulfillment of the community's electrical energy needs. However, the electricity supply from PLN is not always stable or continuously available. Under certain conditions, power outages may occur due to disturbances in the electrical power system. Therefore, when a power outage occurs, a power supply transfer system from the main source (PLN) to a backup source is required to maintain the continuity of electrical power supply. This system functions as a backup to the PLN power supply and consists of a series of electrical components capable of regulating the power transfer process automatically. This system is known as an Automatic Transfer Switch (ATS), which operates automatically through the control of contactors and timers. This study produced a prototype of an ATS system based on contactor and timer control. The objective of this research is to design and implement an ATS control system using contactors and timers for two houses supplied by a single generator as a backup system. The test results show that the contactor- and timer-based ATS system for two

houses with one generator as a backup system operates in accordance with the objectives of the study.

Key words: *Automatic Transfer Switch, Contactor, Timer, Generator, System.*

I. PENDAHULUAN

Ketersediaan listrik dari PLN sebagai sumber utama sangat memengaruhi pemenuhan kebutuhan energi listrik masyarakat. Namun demikian, pasokan listrik dari PLN tidak selalu stabil atau tersedia secara terus-menerus. Dalam kondisi tertentu, dapat terjadi pemadaman listrik yang disebabkan oleh gangguan pada sistem ketenagalistrikan. Terutama di wilayah desa pelosok seperti wilayah kami dusun Semare, desa Glawan, kecamatan Pabelan, Kab. Semarang yang mana sering sekali terjadi pemadaman setidaknya satu bulan sekali bahkan lebih. Pemeliharaan rutin, bencana seperti pohon roboh yang menimpa kabel dan hujan lebat menjadi alasan utama dipadamkannya listrik di desa kami. Oleh karena itu, saat terjadi pemadaman, dibutuhkan sistem peralihan catu daya dari sumber utama (PLN) ke sumber cadangan untuk menjaga kontinuitas pasokan listrik [1].

Ketika terjadi pemadaman pada sumber listrik utama (PLN), diperlukan suatu sistem yang mampu mengalihkan pasokan energi listrik secara otomatis dari sumber utama ke sumber cadangan, seperti generator. Untuk mendukung proses ini, dibutuhkan sistem kontrol otomatis yang dikenal sebagai Automatic Transfer Switch (ATS).

ATS merupakan perangkat sakelar otomatis yang berfungsi untuk memindahkan sumber catu daya secara cepat dan aman [2]. Saat ini, ATS telah tersedia secara luas di pasaran dalam bentuk rangkaian yang lebih ringkas dan dengan harga yang relatif terjangkau. Namun, produk dengan harga murah umumnya dikhawatirkan tidak mengutamakan aspek keselamatan, seperti standar interlock,

standar bahan, kapasitas arus, dan standar fail-safe. terutama apabila diproduksi oleh perusahaan yang belum memiliki sertifikasi atau standar resmi. Di sisi lain, perangkat ATS dari produsen ternama yang telah bersertifikasi biasanya memiliki harga yang tinggi dan kurang terjangkau, khususnya bagi pengguna skala kecil seperti rumah tangga di daerah pedesaan yang sering mengalami pemadaman listrik.

Berdasarkan permasalahan tersebut maka dalam penelitian ini dirancang suatu alat kontrol dengan judul: “Perancangan Kontrol Automatic Transfer Switch (ATS) berbasis kontaktor untuk dua rumah dengan satu generator sebagai backup system”.

II. METODE PENELITIAN

Automatic Transfer Switch (ATS) adalah perangkat sakelar otomatis yang berfungsi untuk memindahkan beban listrik dari sumber daya utama ke sumber cadangan secara otomatis ketika terjadi gangguan atau kegagalan pada sumber utama. Setelah sumber utama kembali normal dan stabil, ATS akan mengalihkan kembali beban ke sumber utama tanpa memerlukan intervensi manual. Memungkinkan perpindahan otomatis dari sumber listrik utama ke genset saat terjadi pemadaman [3].

Menurut Schneider Electric, ATS merupakan alat yang secara otomatis mengalihkan beban listrik dari sumber utama ke sumber cadangan (seperti generator) ketika terdeteksi adanya gangguan atau pemadaman, serta mengembalikan beban ke sumber utama setelah sumber tersebut pulih dan stabil [1].

Fungsi utama ATS di bawah ini adalah mengacu pada Techtarget [2].

1. Peralihan sumber daya otomatis, mendeteksi kehilangan daya dan beralih ke sumber cadangan secara otomatis.
2. Isolasi beban, mencegah aliran balik dengan mengisolasi sumber daya
3. Pengalihan kembali ke sumber utilitas, Mengembalikan beban ke sumber utama saat daya pulih.
4. Pengendalian & pemantauan, Beberapa sistem ATS dilengkapi dengan tampilan, alarm, dan log.

Terdapat empat jenis ATS yang dapat di *install* tergantung kebutuhan dari bangunan, yakni: *Open Transition ATS*, *Closed Transition ATS*, *Soft Loading Transfer Switch*, and *Bypass Isolation ATS*. Semua jenis saklar memiliki tujuan akhir yang sama, yaitu mengelola listrik dengan aman dan efisien; namun, setiap desain memenuhi kriteria yang berbeda dan digunakan untuk aplikasi yang berbeda [4].

Kontaktor adalah alat berupa saklar magnetik untuk memutus hubungan sirkuit daya secara terus-menerus dan berulang-ulang [5], kontaktor terdiri atas kontak utama dan kontak bantu. Kontak utama digunakan pada rangkaian daya, sedangkan kontak bantu berfungsi dalam rangkaian kontrol. Selain itu, terdapat kumparan hubung singkat yang berperan sebagai peredam getaran saat inti besi saling menempel [6].

Ketika kumparan utama dialiri arus, medan magnet yang terbentuk menarik inti besi sehingga kontak utama dan kontak bantu berpindah dari posisi normalnya kontak NO tertutup dan kontak NC terbuka. Selama kumparan mendapat aliran arus, posisi operasi kontak akan tetap terjaga.

Namun, jika tegangan yang diberikan pada kumparan terlalu tinggi, maka umur pakai kumparan akan berkurang atau bahkan dapat rusak. Sebaliknya, jika tegangan terlalu rendah, tekanan antar kontak berkurang sehingga menimbulkan percikan listrik yang dapat merusak

permukaan kontak. Umumnya, toleransi tegangan pada kumparan kontaktor berada di kisaran 85% hingga 110% dari tegangan kerja nominal [6].

Di dalam kontaktor terdapat istilah kontak bergerak (*moving contact*) dan kontak tetap (*fixed contact*). Kontaktor bekerja memanfaatkan sistem kerja elektromagnet yang dihasilkan pada coil. Dimana coil yang dibuat dari lilitan konduktor, pada saat diberikan arus listrik maka akan menimbulkan medan magnet. Medan magnet inilah yang akan menarik komponen *moving contact* sehingga terhubung dengan *fixed contact*. Pada saat arus listrik yang mengalir ke coil dimatikan, maka medan magnet akan hilang. Karena didalam *coil* dilengkapi dengan spring, maka secara otomatis kontak akan terbuka kembali [7].

Fungsi dari kontaktor umumnya dipergunakan untuk memutuskan dan menyambungkan arus listrik secara elektrik. Biasanya di pergunakan untuk aplikasi motor, heater, penerangan ataupun distribusi daya listrik [7].

Secara keseluruhan, TDR merepresentasikan kombinasi antara presisi, fleksibilitas, dan keandalan dalam sistem kelistrikan. Kemampuannya dalam mengatur waktu secara akurat memberikan kontribusi signifikan terhadap optimalisasi kinerja rangkaian listrik di berbagai bidang, menjadikannya komponen yang sangat berharga dalam mewujudkan sistem yang efisien dan fungsional [8].

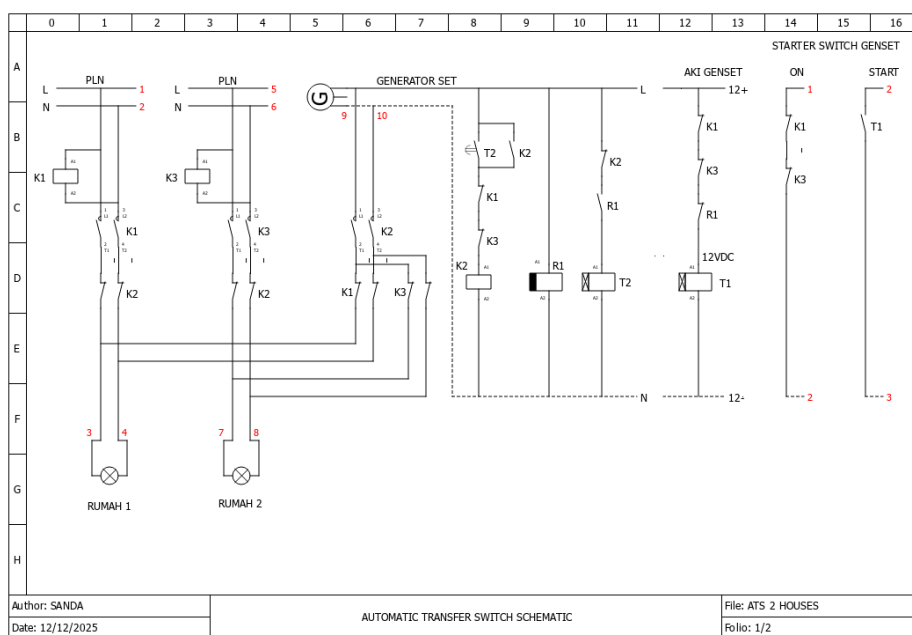
Generator merupakan mesin listrik yang berfungsi mengonversi energi mekanik menjadi energi listrik. Energi mekanik sebagai penggerak generator dapat berasal dari berbagai sumber, seperti aliran air, angin, maupun hasil pembakaran bahan bakar pada pembangkit tenaga uap atau diesel. Prinsip kerja generator didasarkan pada Hukum Induksi Elektromagnetik Faraday, yaitu timbulnya gaya gerak listrik akibat pergerakan penghantar di dalam medan magnet. Besar energi listrik yang dihasilkan dipengaruhi oleh

kecepatan putaran, kekuatan medan magnet, dan karakteristik penghantar. Dengan fungsi tersebut, generator menjadi komponen utama dan vital dalam sistem pembangkitan energi listrik modern [9].

Untuk dapat merancang automatic transfer switch maka langkah yang akan dilakukan terlebih dahulu adalah identifikasi komponen sistem ATS, perencanaan beban untuk dua rumah.

Yaitu rumah dengan daya 2200 watt dan rumah 450 watt jadi total daya adalah

2650 watt, sehingga dibutuhkan generator dengan kapasitas lebih dari 2650 watt dengan menggunakan genset Iwata pwm8000sl, kontaktor CHINT NXC18 dan kontak bantu 4 NC CHINT AX-2X/04 dan AX-3C/11, lalu relay CHINT NXJ 220VAC, timer Omron H3Y-12 30s, Omron H3cr 220 VAC, lalu kabel NYA 2,5 mm, kemudian ditentukan perancangan dan desain ATS yang ditunjukkan oleh Gambar 1.



Gambar 1. Wiring control ATS

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kemudian dilakukan perancangan ATS yang mana Perancangan ini melibatkan proses pemilihan dan perakitan beberapa komponen utama seperti kontaktor, relay, time delay relay, terminal, dan panel box yang berfungsi sebagai enclosure sistem. Setiap komponen diposisikan pada mounting plate dan dihubungkan melalui wiring control serta power circuit sesuai diagram perencanaan.

Perakitan dan penempelan rail dan duct kabel pada plat mounting dari panel terlihat pada Gambar 2. Sedangkan pengeboran menggunakan mata bor 3.5mm

sebagai tempat kaitan paku rivet, lalu digunakan paku rivet 1.5mm untuk menempelkan duct ke plat mounting terlihat pada Gambar 3.

Pada gambar 4 duct terlihat telah selesai ditempelkan pada plat mounting, lalu dilanjutkan dengan proses penempelan rail dengan menggunakan metode yang sama.

Pada Gambar 5 menunjukkan bahwa perancangan kontaktor, relay dan timer Kabel NYA 2.5mm disiapkan warna merah 15 meter warna hitam 7 meter untuk kabel utama, lalu kabel NYAF sepanjang 28 meter untuk kontrol.



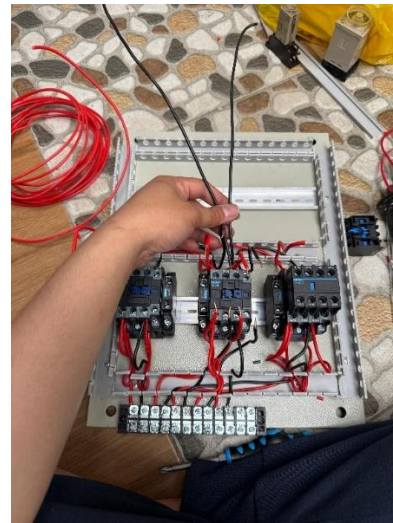
Gambar 2. Perakitan duct



Gambar 3. Perakitan duct selesai



Gambar4. Perakitan rail



Gambar 51. Perakitan instrumen

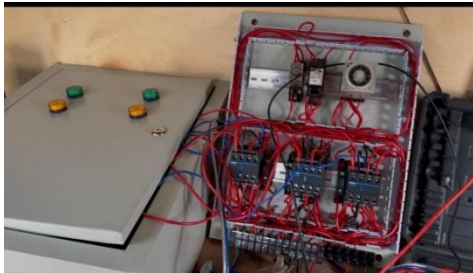


Gambar 6. Perakitan instrumen 95%

Rangkaian akhir yang digunakan pada prototipe, ditampilkan pada Gambar 6, yang menunjukkan konfigurasi lengkap jalur suplai, rangkaian kendali, serta penerapan interlock dan failsafe. Setelah sistem dirancang yang ditunjukkan pada gambar 2, kemudian dilakukan modifikasi pada *starter switch* dari genset IWATA yang ditunjukkan oleh Gambar 8 yang mana modifikasi dilakukan supaya generator dapat di start secara remote, kita hanya perlu paralel kabel

dari masing-masing terminal pada starter switch, modifikasi starter switch

Paralel kabel pada starter switch akan dikontrol oleh kontak NC dari K1 dan K3 untuk posisi ON, lalu kontak NO pada timer 12v akan mengontrol posisi START. Referensi secara rinci mengenai rangkaian starter switch terdapat pada Gambar 7.



Gambar 7. ATS



Gambar 8. Modifikasi starter switch

Kemudian dilaksanakan pengujian operasional dengan cara yang disebutkan oleh Tabel 1.

Tabel 1. Pengujian urutan transfer

| Skenario / Langkah | Hasil |
|--|--|
| Simulasikan PLN padam → genset harus otomatis start | Genset menyala dengan baik |
| Verifikasi waktu start & jumlah percobaan sesuai spesifikasi | 30 detik |
| Pastikan K1 dan K3 terbuka sebelum K2 menutup (dead-time ≥ 200 ms) | K1 dan K2 terbuka terlebih 5 detik lebih dulu sebelum K2 menutup |

| | |
|--|---------------------|
| Simulasikan PLN kembali → pastikan transfer kembali ke PLN | Bekerja dengan baik |
| Verifikasi K2 membuka dulu baru K1/K3 menutup | Bekerja dengan baik |
| Periksa waktu warming up genset sebelum transfer beban | 30 detik |

Dari hasil data Tabel 1 di atas menunjukkan bahwa ATS prototype bekerja dengan sangat baik.

Langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian interlock yang bertujuan untuk memastikan bahwa mekanisme penguncian listrik (*interlock*) bekerja dengan benar sehingga dua sumber tenaga tidak dapat terhubung secara bersamaan. dengan langkah yang ditunjukkan oleh Tabel 2.

Dari data Tabel 2 dapat dilihat dan simpulkan bahwa total pengujian = 50 kali dan 0 kali gagal, sehingga probabilitas kegagalan:

$$P_{gagal} = \frac{0}{50} = 0$$

Dipakai batas atas 95% confidence (rule of 3):

$$P_{maks} < \frac{3}{50} = 0.06$$

Hasil evaluasi kemungkinan gagal <6% berdasarkan uji lapangan tidak ditemukan kasus paralel sumber. Kemudian dilaksanakan Pengujian kondisi gagal dilakukan untuk mengevaluasi kemampuan sistem dalam mempertahankan kondisi aman ketika terjadi kerusakan pada komponen kunci seperti kontaktor (K1, K2, K3), relay (R1), atau kontrol timer (KT1 dan KT2). Setiap skenario kerusakan diuji dengan mematikan atau mensimulasikan gangguan pada komponen terkait.

Dari data pada tabel 3 bisa kita simpulkan bahwa Total pengujian = 6 x 5 = 30
 Hasil aman 30/30

Confidence upper bound kegagalan:

$$P \text{ gagal} < \frac{3}{30} = 0.1$$

$$P \text{ interlock berhasil} = \frac{30}{30} = 100\%$$

Hasil evaluasi probabilitas kegagalan sistem failsafe < 10%.

Tabel 2. Pengujian interlock

| Langkah Pengujian | K1 (Rumah1) | K2 (Genset) | K3 (Rumah2) | Terjadi bersamaan | Hasil |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------------|---|
| Energize K1 → Pastikan K2 tidak dapat aktif | On | Off | Off | Tidak | K2 tidak aktif |
| Energize K3 → Pastikan K2 tidak dapat aktif | Off | Off | On | Tidak | K2 tidak aktif |
| Energize K1 & K2 secara bersamaan (uji interlock) | On | On | Off | Tidak | Tidak terjadi paralel |
| Putus K1 → sistem harus mencegah transfer | Off | Off | On | Tidak | K1 off, sistem tidak transfer ke genset |
| Putus K3 → sistem harus mencegah transfer | On | Off | Off | Tidak | K3 off, sistem tidak transfer ke genset |
| Simulasikan power PLN Kembali normal, pastikan Netral Rumah 1 dan 2 tidak tersambung | On | Off | On | Tidak | Netral Rumah 1 dan 2 tidak tersambung |

Tabel 2. Pengujian kondisi gagal (*fail test*)

| Simulasi / Kondisi | Respon Sistem | Hasil |
|------------------------|---|---------------------------------|
| K1 <i>fail</i> / rusak | Hanya rumah 1 yang kehilangan suplai | Sistem tetap dalam kondisi aman |
| K2 <i>fail</i> / rusak | Generator tidak dapat mensuplai Listrik ke rumah 1 dan 2 | |
| K3 <i>fail</i> / rusak | Hanya rumah 2 yang kehilangan suplai | |
| R1 <i>fail</i> / rusak | Tidak merusak sistem utama | |
| T1 <i>fail</i> / rusak | Jika kondisi genset mati, maka genset tidak bisa start, jika genset telah menyala T1 yang rusak tidak mengganggu sistem | |

| | |
|------------------------|---|
| T2 <i>fail</i> / rusak | Genset tetap bisa start tapi tidak bisa mensuplai Listrik ke seluruh rumah, jika genset telah menyala lebih dulu T2 yang rusak tidak akan mengganggu sistem |
|------------------------|---|

Tabel 4. Perbandingan ATS prototipe dengan ATS komersial

| Aspek yang dibandingkan | Prototipe ATS yang diteliti | Schneider | TOMZN | ATS IWATA | ATS rancangan PLC mitsubishi FX1s-14mr-001 |
|------------------------------|---|--------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--|
| Jenis Operasi | Semi Otomatis | Full Otomatis | Semi otomatis | Semi otomatis | Semi otomatis |
| Sistem kontrol | Elektromek anik | Mikrokont roler | Mikrokont roler | Elektrom ekanik | Mikrokontroler dan Elektromekanik |
| Kecepatan transfer | ± 1 s | < 0.3 s | ± 2 s | ± 1 s | ± 1 s |
| Failsafe | Ya (Sudah di ujicoba dan dianalisa) | Ya | Tidak diketahui | Ya | PLC = Ya, komponen pendukung = tidak diketahui |
| Auto start Genset | Ya | tidak | tidak | ya | ya |
| Ketersediaan komponen | Mudah (lokal) | Susah (Import) | Mudah (lokal) | Mudah (lokal) | Susah (Import) |
| Kemudahan perawatan | Mudah | Sulit (spare part mahal) | Sulit (harus beli SET baru) | Sulit (harus beli SET baru) | Sulit (harus beli SET baru) |
| Estimasi Umur operasional | 1 jt siklus umur elektrik = 10-15 tahun umur praktis & 27 tahun umur teoritis | 8-10 tahun | < 3 tahun | 5 tahun | 5 tahun |
| Biaya Implementasi | 1.729.551 | 13.999.999 | 270.000 | 2.500.000 | 1.650.000 |
| Biaya sudah termasuk kabel | Ya | Tidak | Tidak | Tidak | Hanya PLC |
| Efisiensi penggunaan rumahan | Ya | Tidak | Ya | Ya | tidak |

| | | | | | |
|----------------------|-----------------------------|-------|-----------------|-----------------|-------------------------------|
| Sertifikasi standard | ada (seluruh merk komponen) | ada | Tidak diketahui | Tidak diketahui | Tergantung merk PLC dan relai |
| Bisa untuk 2 rumah | Bisa | Tidak | Tidak | Tidak | Bisa |

Dari tabel di atas terlihat bahwa ATS rancangan sendiri memiliki keunggulan utama pada sisi biaya dan ketersediaan komponen, di mana harga totalnya jauh lebih ekonomis dibandingkan produk komersial.

IV. SIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan berdasarkan analisis pada bab-bab sebelumnya, maka dapat disimpulkan bahwa,

1. Prototipe *Automatic Transfer Switch* (ATS) yang dirancang pada penelitian ini berhasil dibuat dengan biaya yang relatif terjangkau yakni Rp 1.729.551, dibandingkan dengan merek lain yang telah diperbandingkan pada bab-bab sebelumnya, namun tetap memiliki fungsi yang lengkap.
2. Sistem ATS yang dikembangkan telah dirancang agar dapat digunakan untuk melayani dua unit rumah dengan satu unit generator sebagai sumber cadangan. Dengan demikian, dari sisi sertifikasi produk maupun aspek keselamatan kerja, sistem yang dirancang telah memenuhi standar yang berlaku dan layak untuk diterapkan pada instalasi rumah tangga.

V. RUJUKAN

- [1] Schneider Electric, "Automatic Transfer Switches." Accessed: Sep. 10, 2025. [Online]. Available: <https://www.se.com/-/in/en/product-subcategory/89175-automatic-transfer-switching-equipment>
- [2] Techtarget, "What is an automatic transfer switch?" Accessed: Sep. 10, 2025. [Online]. Available: <https://www.techtarget.com/searchdatacenter/definition/Automatic-transfer-switch-ATS>
- [3] A. N. Fathoni, M. Eng, I. F. Achmad, M. Pd, and P. W. Rusimamto, *Teori Dasar Teknik Instalasi Tenaga Listrik*. KBM Indonesia, 2025.
- [4] Buckeye Power Sales, "Types of Automatic Transfer Switches & How They Work." Accessed: Sep. 10, 2025. [Online]. Available: <https://ps.buckeyepowersales.com/types-automatic-transfer-switches-work/>
- [5] M. Mahardika, A. Sudiarso, and G. S. Prihandana, *Perancangan dan Manufaktur Pompa Sentrifugal*. UGM PRESS, 2021.
- [6] E. Gunawan and E. Wahyono, "Rancangan Instalasi Lampu Penerangan Jalan Umum Dengan Sistem Kontaktor Dan Timer," Pekalongan, 2017.
- [7] Schneider Electric, "Magnetic Contactor: Types, Uses & Working Principle." Accessed: Sep. 10, 2025.
- [8] CSQ Electric, "Time Delay Relay: Working Principle, Applications & Types." Accessed: Sep. 10, 2025.
- [9] S. Pranata, "Pengoperasian dan Perawatan Permesinan Bantu Generator Kapal Negara Trisula di Kesatuan Penjagaan Laut Dan Pantai (Kplp) Tanjung Pinang," *Karya Tulis*, 2019.