

Pembuatan Panel ATS – AMF (Automatic Transfer Switch – Automatic Main Failure) dan Menggunakan Pendeteksi Beban Lebih

Andro Wicaksono¹, Ahmad Yanie², Yussa Ananda^{3*}

^{1,2,3} Universitas Harapan , Medan, Indonesia

¹andro.wicaksono21@gmail.com, ²yanie7578@gmail.com, ^{3*}cyberyussa@gmail.com

Abstrak– Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun suatu alat panel listrik ATS (*Automatic Transfer Switch*) AMF (*Automatic Main Failure*) ketika aliran listrik PLN padam maka secara otomatis Genset akan hidup dan aliran listrik akan berpindah ke Genset, ketika PLN kembali menyala maka aliran listrik secara otomatis akan berpindah lagi ke PLN sedangkan Genset akan mati secara otomatis tanpa adanya campur tangan dari operator. Pada beberapa gedung dan rumah mungkin memiliki Generator set (*Genset*) yang dapat digunakan sebagai sumber listrik cadangan pada saat terjadi pemadaman listrik oleh PLN. Akan tetapi Genset yang digunakan masih secara manual dalam sistem pengoperasiannya, Sistem pengoperasiannya ini dinilai masih kurang modern dan praktis karena memerlukan waktu dan tenaga yang dibutuhkan untuk mengaktifkan generator set (*genset*), untuk itu dibuat alat ATS (*Automatic Transfer Switch*) dan AMF (*Automatic Main Failure*). Panel listrik ATS – AMF adalah kepanjangan dari (*Automatic Transfer Switch*) - (*Automatic Main Failure*). Pemakaian ATS pada instalasi dalam gedung untuk mengantisipasi pada saat PLN mengalami pemadaman dalam mensuplai sumber daya listrik. disini peranan ATS adalah memindahkan secara otomatis distribusi dari PLN ke Genset, sehingga Genset tersebut dapat menggantikan peranan dari PLN. Selanjutnya apabila PLN kembali normal, maka fungsi ATS secara otomatis memindahkan distribusi daya listrik dari Genset ke PLN. Sedangkan peranan AMF ialah menghidupkan atau mematikan (on-off) Engine Genset secara otomatis tanpa campur tangan manusia. Hasil penelitian pada panel listrik ATS – AMF ini perpindahan sumber PLN ke sumber Genset rata-rata memerlukan waktu 5,23 detik sedangkan perpindahan sumber Genset ke sumber PLN rata-rata memerlukan waktu 3,25 detik.

Kata Kunci: Perancangan, Panel Listrik, ATS (Automatic Transfer Switch) dan AMF (Automatic Main Failure).

Abstract– This research aims to design and build an ATS (Automatic Transfer Switch) AMF (Automatic Main Failure) electrical panel device. When the PLN electricity goes out, the generator will automatically turn on and the electricity will move to the generator. When the PLN comes back on, the electricity will flow automatically. it will automatically switch back to PLN while the generator will turn off automatically without any intervention from the operator. Some buildings and houses may have a generator set (*Genset*) which can be used as a backup electricity source in the event of a power outage by PLN. However, the generator used is still manual in its operating system. This operating system is considered less modern and practical because it requires time and energy to activate the generator set (*genset*), for this reason ATS (Automatic Transfer Switch) and AMF (Automatic) tools are made. Main Failure). ATS – AMF electrical panel stands for (Automatic Transfer Switch) - (Automatic Main Failure). The use of ATS in installations in buildings is to anticipate when PLN experiences a blackout in supplying electrical resources. Here the role of ATS is to automatically transfer distribution from PLN to generators, so that generators can replace the role of PLN. Furthermore, if PLN returns to normal, the ATS function will automatically transfer electrical power distribution from the generator to PLN. Meanwhile, the role of the AMF is to turn the generator engine on or off automatically without human intervention. The results of research on the ATS - AMF electrical panel are that moving a PLN source to a Genset source takes an average of 5.23 seconds, while moving a Genset source to a PLN source takes an average of 3.25 seconds.

Keywords: Design, Electrical Panel, ATS (Automatic Transfer Switch) and AMF (Automatic Main Failure).

1. PENDAHULUAN

Saat ini kebutuhan energi listrik menjadi kebutuhan utama di sektor-sektor industri, perumahan, tempat pendidikan, rumah sakit, dan tempat-tempat lainnya, namun yang menjadi kendala, terkadang energi listrik yang didistribusikan PLN tidak selamanya ada secara terus-menerus terkadang terjadi pemadaman listrik secara mendadak dan apabila listrik itu dibutuhkan di tempat-tempat penting yang harus tercukupi kebutuhan listriknya secara terus-menerus tentunya akan menjadi masalah yang sangat besar. Pemakaian back up daya listrik PLN dengan menggunakan genset yang masih dihidupkan dengan cara manual pun dinilai kurang cepat dan membutuhkan operator tenaga manusia untuk menangani masalah ini, untuk itu dibuat alat ATS (Automatic Transfer Switch) dan AMF (Automatic Main Failure).

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 transmisi dan sistem distribusi. Sedangkan suplai energi listrik sangat diperlukan, pada pusat perdagangan, perhotelan, perbankan, rumah sakit maupun industri dalam menjalankan produksinya. Sehingga jika PLN padam, maka suplai energi listrik pun berhenti, dan akibatnya seluruh aktifitas produksipun berhenti.

Di beberapa gedung, kantor dan rumah tangga, sumber tenaga listrik yang berasal dari Perusahaan Listrik Negara (PLN), biasanya digunakan untuk memenuhi kebutuhan listrik. Antara lain untuk kebutuhan alat – alat kantor dan rumah tangga seperti, AC (Air Conditioner), peralatan elektronik seperti : Televisi, Komputer, mesin air, dan lain-lain. Akan tetapi di dalam pendistribusian tenaga listrik yang dilakukan oleh Perusahaan Listrik Negara (PLN), terkadang mengalami gangguan yang mengakibatkan terjadinya pemadaman listrik. Pada keadaan seperti ini membutuhkan keandalan tenaga listrik, dengan menggunakan sumber tenaga listrik cadangan Genset untuk menggantikan sumber listrik dari PLN.

Pada beberapa gedung dan rumah mungkin memiliki Generator set (Genset) yang dapat digunakan sebagai sumber listrik cadangan pada saat terjadi pemadaman listrik oleh PLN. Akan tetapi Genset yang digunakan masih secara manual dalam sistem pengoperasiannya, Sistem pengoperasiannya ini dinilai masih kurang modern dan praktis karena memerlukan waktu dan tenaga yang dibutuhkan untuk mengaktifkan generator set (genset).

Panel listrik ATS – AMF adalah kepanjangan dari (Automatic Transfer Switch) - (Automatic Main Failure). Pemakaian ATS pada instalasi dalam gedung untuk mengantisipasi pada saat PLN mengalami pemadaman dalam mensuplai sumber daya listrik. disini peranan ATS adalah memindahkan secara otomatis distribusi dari PLN ke Genset, sehingga Genset tersebut dapat menggantikan peranan dari PLN. Selanjutnya apabila PLN kembali normal, maka fungsi ATS secara otomatis memindahkan distribusi daya listrik dari Genset ke PLN. Sedangkan peranan AMF ialah menghidupkan atau mematikan (on-off) Engine Genset secara otomatis.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan yaitu metode R&D (*Research And Development*) yaitu dengan membuat panel ATS – AMF untuk menghidupkan dan mematikan (on-off) Genset secara otomatis tanpa campur tangan dari operator ketika aliran dari PLN gagal mensuplai listrik. Langkah awal dalam penelitian ini dimulai dengan membuat rancangan alat terlebih dahulu, kemudian pembuatan alat berdasarkan perancangan yang di buat dan dilanjutkan dengan pengujian alat.

2.2 Rancangan Penelitian

Rancangan pada panel ATS – AMF di buat dengan dua operasi transfer atau pemindahan beban, yaitu pemindahan secara manual dan pemindahan secara otomatis. Pada pemindahan beban secara manual berfungsi untuk memilih salah satu sumber PLN atau sumber Genset, dengan memosisikan saklar selector switch pada posisi manual. Pada rangkaian manual ini sumber PLN dan sumber Genset tidak bisa dipilih bersamaan karna memiliki sistem interlock. Sedangkan pemindahan beban secara otomatis berfungsi untuk menghidupkan (on)

Genset secara otomatis ketika sumber dari PLN padam, dan Genset mengambil alih untuk menggantikan sumber milik PLN. Dan sebaliknya ketika sumber dari PLN hidup kembali, maka Genset akan mati (off) secara otomatis. Pada rangkaian otomatis ini memposisikan saklar selector switch pada posisi otomatis.

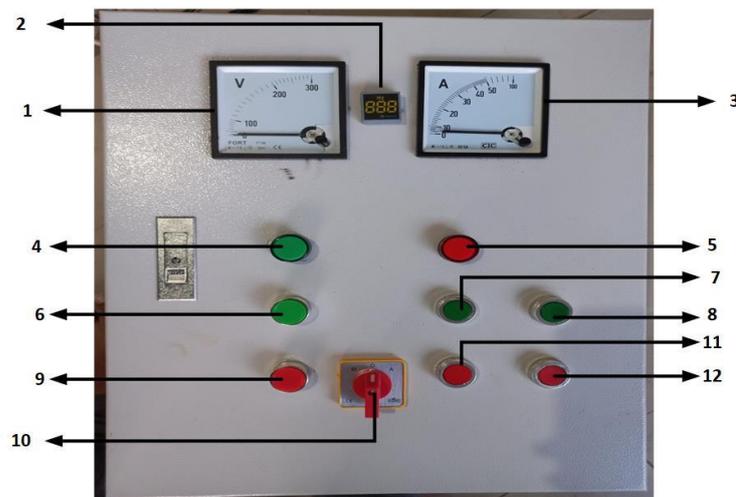
Dalam proses pembuatan panel ATS – AMF ini memerlukan beberapa alat bantu, serta beberapa bahan–bahan komponen yang diperlukan agar pembuatan panel ATS – AMF dapat berjalan sesuai yang diinginkan.

Alat :

- | | |
|-------------------|--------|
| 1. Tang Kombinasi | 1 buah |
| 2. Tang Potong | 1 buah |
| 3. Tang Skun | 1 buah |
| 4. Obeng (+) | 1 buah |
| 5. Obeng (-) | 1 buah |
| 6. Tespen | 1 buah |
| 7. Bor Tangan | 1 buah |
| 8. Gerinda Tangan | 1 buah |

Bahan :

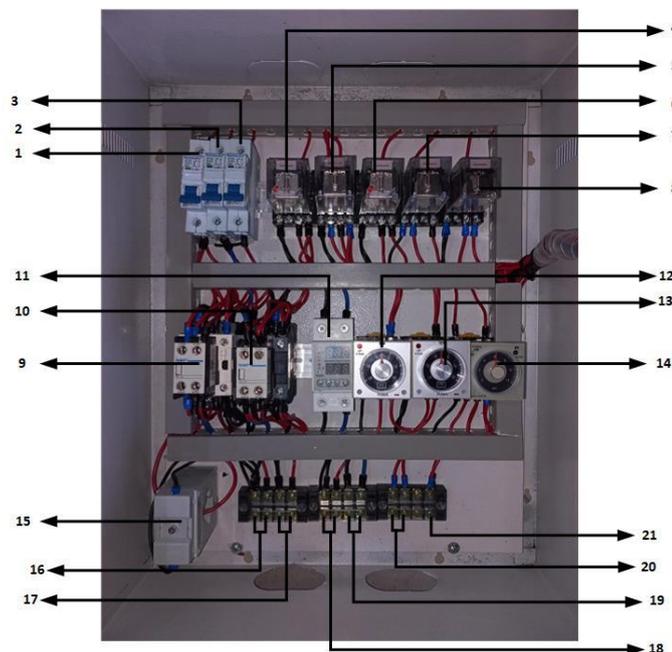
- | | |
|----------------------------------|------------|
| 1. Box Panel Ukuran 50 x 40 x 20 | 1 buah |
| 2. MCB 1 Phase | 3 buah |
| 3. Relay 220 V | 3 buah |
| 4. Relay 12 V | 2 buah |
| 5. Kontaktor Magnet | 2 buah |
| 6. Timer Delay Relay (TDR) 220 V | 2 buah |
| 7. Timer Delay Relay (TDR) 12 V | 1 buah |
| 8. Pilot Lamp | 2 buah |
| 9. Push Button | 6 buah |
| 10. Selector Switch | 1 buah |
| 11. Alat Ukur | 3 buah |
| 12. Current Transformer (CT) | 1 buah |
| 13. Alat Pendeteksi Beban Lebih | 1 buah |
| 14. Kabel Duct | Secukupnya |
| 15. Rel Omega | Secukupnya |
| 16. Terminal Kabel 4 Pole | 3 buah |
| 17. Kabel NYA 1,5 mm | 2 rol |
| 18. Kabel NYA 2,5 mm | Secukupnya |
| 19. Skun Kabel 1,5 mm | Secukupnya |
| 20. Skun Kabel 2,5 mm | Secukupnya |
| 21. Kabel Spiral | Secukupnya |



Gambar 1 Pintu Luar Panel

Keterangan dan Fungsi :

- 1). Voltmeter untuk mengukur tegangan.
- 2). Frekuensi meter untuk mengukur frekuensi.
- 3). Amperemeter untuk mengukur arus.
- 4). Pilot lamp hijau berfungsi sebagai lampu indikator ON PLN.
- 5). Pilot lamp merah berfungsi sebagai lampu indikator ON Genset.
- 6). Push button untuk saklar ON ATS PLN manual.
- 7). Push button untuk saklar ON ATS Genset manual.
- 8). Push button untuk starter Genset manual.
- 9). Push button untuk saklar OFF ATS PLN.
- 10). Selector switch berfungsi sebagai saklar otomatis atau manual.
- 11). Push button untuk saklar OFF ATS Genset.
- 12). Push button untuk saklar stop genset.



Gambar 2 Isi Dalam Panel

Keterangan dan Fungsi :

- 1). MCB 1 fasa sebagai pemutus/penghubung arus dari PLN dan juga sebagai penyuplai daya untuk sistem kontrol ATS milik PLN.
- 2). MCB 1 fasa sebagai pemutus/penghubung arus dari Genset dan juga sebagai penyuplai daya untuk sistem kontrol ATS milik Genset.
- 3). MCB 1 fasa sebagai pemutus/penghubung arus dari baterai 12V dan juga sebagai penyuplai daya untuk sistem kontrol AMF.
- 4). Relay 1 (R1) untuk memutuskan arus di sistem kontrol ATS milik Genset.
- 5). Relay 2 (R2) untuk memutuskan arus di sistem AMF agar genset tidak bisa starter otomatis dan juga untuk meng-off kan Timer 1 (TDR1).
- 6). Relay 4 (R4) untuk memutuskan arus ke starter genset, agar genset tidak starter terus – menerus.
- 7). Relay 3 12V (R3) untuk memutuskan kunci kontak OFF di genset, agar genset bisa beroperasi.
- 8). Relay 5 12V (R5) untuk memutuskan kunci kontak OFF di genset dan juga sebagai sistem kontrol manual starter genset.
- 9). Kontaktor 1 (K1) berfungsi sebagai suplai daya dari PLN.
- 10). Kontaktor 2 (K2) berfungsi sebagai suplai daya dari Genset.
- 11). Alat pendeteksi beban lebih berfungsi sebagai pemutus arus/pengaman genset dari beban berlebih, agar genset bekerja tidak terlalu over.
- 12). Timer 1 (TDR 1) untuk memberikan jeda/waktu arus ketika PLN hidup dan mematikan genset otomatis.

- 13).Timer 3 (TDR 3) untuk memberikan jeda/waktu peralihan kontrol ATS dari PLN ke Genset dan menghidupkan kontaktor 2 (K2).
- 14).Timer 2 (TDR 2) untuk menstarter genset secara otomatis.
- 15).Current Transformer berfungsi untuk mengubah besaran arus pada sistem menjadi lebih kecil agar dapat dibaca oleh panel metering atau alat ukur yang terhubung.
- 16).Terminal blok PLN berfungsi sebagai input daya milik PLN.
- 17).Terminal blok Genset berfungsi sebagai input daya milik Genset.
- 18).Terminal blok Baterai berfungsi sebagai input daya milik baterai.
- 19).Terminal beban berfungsi sebagai input daya beban.
- 20).Terminal blok OFF kunci kontak.
- 21).Terminal blok starter.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan panel listrik ATS – AMF merupakan eksperimen yang dijadikan tolak ukur perpindahan catu daya milik PLN ke catu daya milik Genset dan sebaliknya perpindahan catu daya milik Genset ke catu daya milik PLN. Panel ATS – AMF juga berfungsi untuk menghidupkan mesin genset secara otomatis, ketika PLN gagal dalam menyuplai tenaga listrik. Pada alat yang telah dibuat, panel ATS – AMF bekerja berdasarkan dua sistem operasi yaitu sistem operasi manual dan sistem operasi otomatis.

Rancangan pada panel ATS – AMF di buat dengan dua operasi transfer atau pemindahan beban, yaitu pemindahan secara manual dan pemindahan secara otomatis. Pada pemindahan beban secara manual berfungsi untuk memilih salah satu sumber PLN atau sumber Genset, dengan memposisikan saklar selector switch pada posisi manual. Pada rangkaian manual ini sumber PLN dan sumber Genset tidak bisa dipilih bersamaan karna memiliki sistem interlock. Sedangkan pemindahan beban secara otomatis berfungsi untuk menghidupkan (on) Genset secara otomatis ketika sumber dari PLN padam, dan Genset mengambil alih untuk menggantikan sumber milik PLN. Dan sebaliknya ketika sumber dari PLN hidup kembali, maka Genset akan mati (off) secara otomatis. Pada rangkaian otomatis ini memposisikan saklar selector switch pada posisi otomatis. Pada perancangan panel ATS – AMF terlebih dahulu dibuat gambar rancangan rangkaian alat. Pada rangkain ATS – AMF kondisi yang harus diperhatikan dalam transfer dari catu daya utama (PLN) ke catu daya cadangan (Genset) oleh ATS – AMF adalah pastikan beban tersambung hanya dengan satu sumber. Sumber utama saja, atau sumber cadangan saja dan perancangan rangkaian tersebut berupa rangkaian daya dan rangkaian kontrol pada panel ATS – AMF ini.

3.1 Pengujian Alat

3.1.1. Prosedur pengujian dalam kondisi operasi manual :

- 1). Memposisikan selector switch operation pada posisi manual.
- 2). Menekan tombol push buton on milik PLN, maka lampu indicator on milik PLN akan menyala menandakan sumber PLN sudah mensuplai ke beban.
- 3). Menekan tombol push button off milik PLN, maka lampu indikator on PLN akan mati dan menandakan sumber PLN telah terputus.
- 4). Menekan tombol push button star Genset sampai menyala.
- 5). Menekan tombol push on Genset, maka lampu indikator on Genset akan menyala dan menandakan sumber Genset sudah mensuplai kebeban.
- 6). Menekan tombol push button off Genset, maka lampu indikator on genset akan mati dan menandakan sumber Genset telah terputus.
- 7). Menekan tombol push button stop Genset, makan genset akan mati.

Tabel 1. Pengujian operasi system manual

Kondisi Pengujian Sistem Manual	Lampu Indikator PLN ON	Lampu Indikator Genset ON
Tombol push button ON PLN ditekan	1	0
Tombol push button OFF	0	0

PLN ditekan		
Tombol push button ON Genset ditekan	0	1
Tombol push button OFF Genset ditekan	0	0

3.1.2. Prosedur pengujian dalam kondisi operasi otomatis :

- 1). Memposisikan selector switch auto - manual panel dan auto - manual Genset pada posisi otomatis.
- 2). Timer 1 akan bekerja beberapa detik, dan lampu indikator on PLN akan menyala, menandakan sumber PLN telah mensuplai ke beban.
- 3). Ketika sumber PLN terputus (mengalami gangguan) maka Genset secara otomatis akan hidup dan lampu indikator on Genset akan menyala menandakan bahwa Genset telah mengambil alih suplai beban.
- 4). Ketika PLN kembali datang dan lampu indikator PLN akan menyala kembali menandakan bahwa sumber telah di ambil alih kembali oleh PLN.

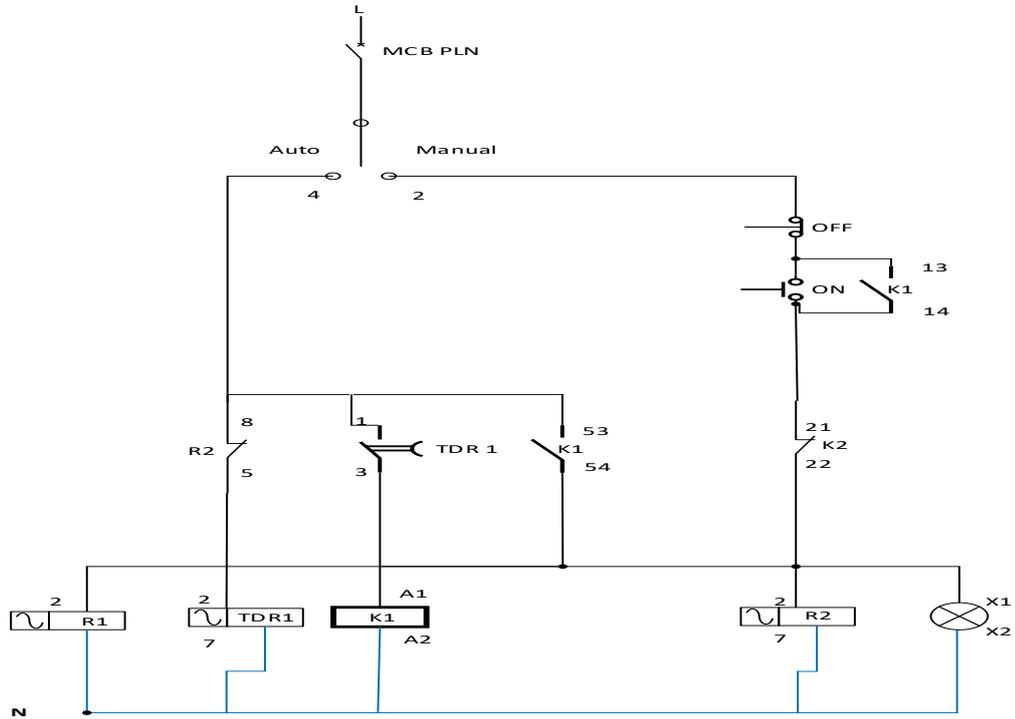
Tabel 2. Pengujian operasi system manual

Kondisi Pengujian Sistem Otomatis	Lampu Indikator PLN ON	Lampu Indikator Genset ON
Kondisi PLN ON Otomatis	1	0
Kondisi PLN OFF Otomatis	0	0
Kondisi Genset ON Otomatis	0	1
Kondisi Genset OFF Otomatis	0	0

3.2 Rangkaian Kontrol dan Daya Panel ATS - AMF

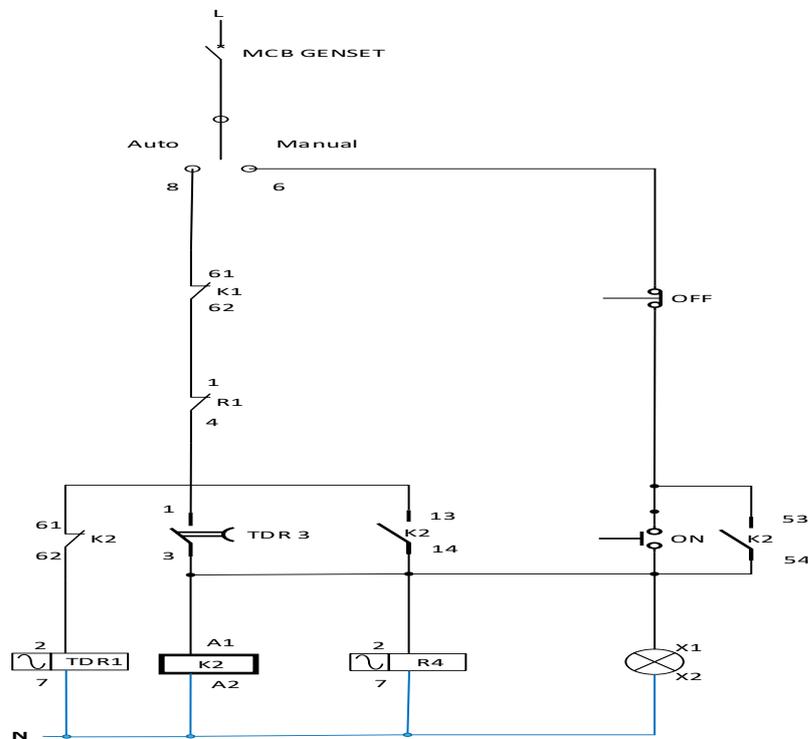
Berikut ini beberapa rangkaian daya dan rangkaian kontrol Panel ATS – AMF :

3.2.1. Rangkaian Kontrol ATS PLN



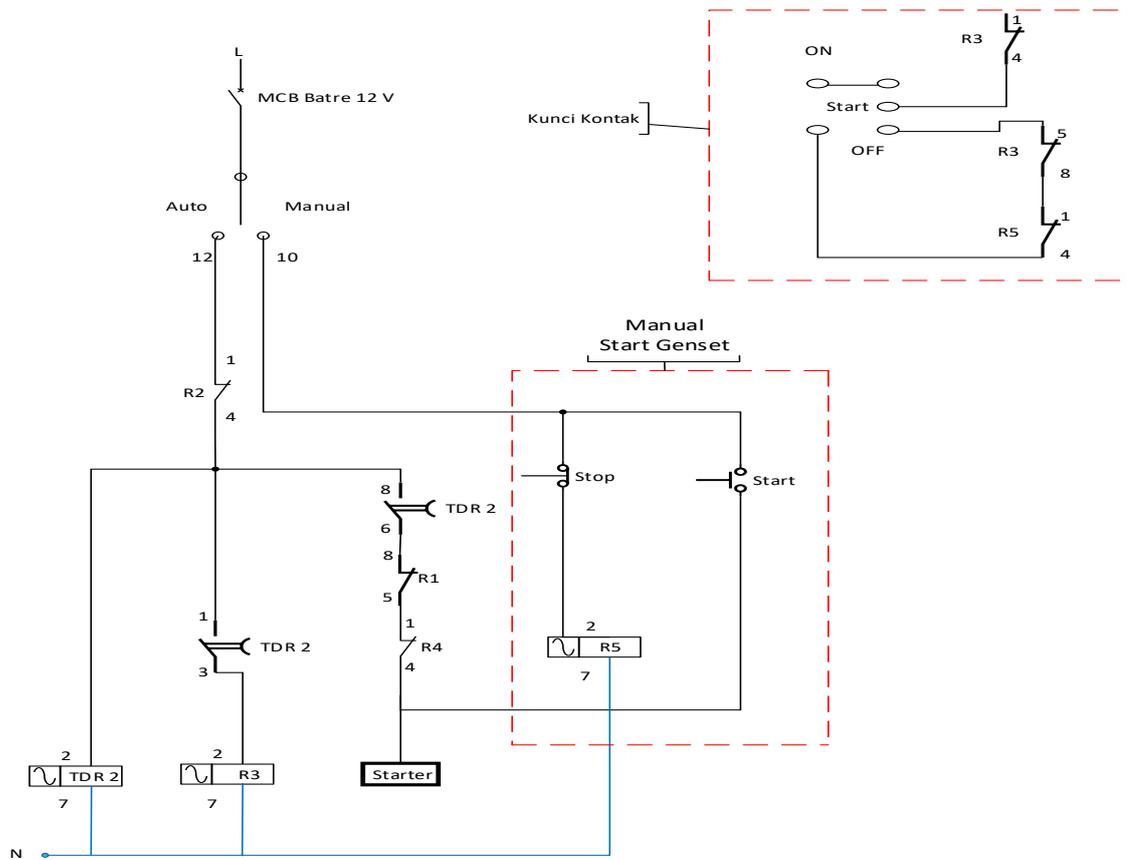
Gambar 3 Rangkaian Kontrol ATS PLN

3.2.2. Rangkaian Kontrol ATS Genset



Gambar 4 Rangkaian Kontrol ATS Genset

3.2.3. Rangkaian Kontrol AMF , Rangkaian Start Manual dan Rangkaian pada Kunci Kontak Genset



Gambar 5 Rangkaian Kontrol AMF , Rangkaian Start Genset dan Rangkaian Kunci Kontak

3.3 Hasil Pengujian Perpindahan Waktu

Tabel 3. Hasil Pengujian Perpindahan Sumber PLN ke Genset

Perpindahan Sumber PLN ke Sumber Genset			
No	(Percobaan Ke...)	Waktu pada TDR	Waktu Perpindahan
1	Percobaan ke 1	1	3,16
2	Percobaan ke 2	2	4,25
3	Percobaan ke 3	3	5,19
4	Percobaan ke 4	4	6,21
5	Percobaan ke 5	5	7,33
Rata - rata			5,23

Tabel 4. Hasil Pengujian Perpindahan Sumber Genset ke PLN

Perpindahan Sumber Genset ke Sumber PLN			
No	(Percobaan Ke...)	Waktu pada TDR	Waktu Perpindahan
1	Percobaan ke 1	1	1,23
2	Percobaan ke 2	2	2,30
3	Percobaan ke 3	3	3,15
4	Percobaan ke 4	4	4,21
5	Percobaan ke 5	5	5,17
Rata - rata			3,21

Berdasarkan tabel hasil pengujian perpindahan 3 dan 4. di atas, waktu perpindahan dari PLN ke Genset dan dari Genset ke PLN memiliki perbedaan waktu. Untuk waktu perpindahan PLN ke Genset yaitu rata-rata 5,23 detik, sedangkan waktu perpindahan Genset ke PLN yaitu rata-rata 3,21 detik. Dimana perpindahan PLN ke Genset lebih lama dibandingkan perpindahan dari Genset ke PLN, dikarenakan Genset memerlukan starting dan pemanasan. Perbedaan waktu ini tergantung pada seting TDR (*Timer Delay Relay*), jika TDR diseting pada posisi ke atas/naik maka waktu perpindahan lebih lama, sedangkan jika seting pada TDR diposisikan ke bawah/turun, maka waktu perpindahan akan lebih cepat.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut :

- 1). Setelah Panel ATS – AMF ini di uji coba, bahwa panel listrik ATS – AMF ini dapat memindahkan sumber listrik dari PLN ke Genset saat arus listrik dari PLN padam dan juga dapat memindahkan sumber listrik dari Genset ke PLN saat arus listrik dari PLN hidup kembali.
- 2). Setelah di uji, bahwa Panel listrik ATS – AMF ini dapat mempermudah sistem pengoperasian Genset karena dapat menghidupkan dan mematikan secara otomatis tanpa adanya campur tangan dari operator.
- 3). Saat Pendeteksi beban lebih ini di setting sesuai yang kita inginkan maksimum/minimum arus dan tegangannya, kemudian di uji beban lebih, beberapa detik kemudian alat pendeteksi ini trip/memutuskan arus listrik, maka dapat dipastikan alat ini dapat bekerja dengan baik.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih disampaikan kepada pihak-pihak yang telah mendukung terlaksananya penelitian ini.

REFERENSI

- [1] SITOMPUL, FAISAL AKBAR. *Analisa Proteksi Overcurrent Relay pada Jaringan Tegangan Menengah 20kV di Pelindo 1 Cabang Belawan*. Diss. UMSU, 2020.
- [2] Nindy Zoraya, “Pengertian ,Sistematika, dan contoh Rancangan penelitian” <https://nindyzoraya.wordpress.com/2012/04/20/pengertian-sistematika-dan-contoh-rancangan-penelitian/>
- [3] Santosa, Enggar T dkk. 2011. Rancangan Dasar Sistem Automatic Main Failure dan Automatic Transfer Switch untuk Ruang Pertemuan Gedung 71, PRPN- BATAN.
- [4] Sudiharto, Indhana dkk. 2011. Rancang Bangun Sistem Automatic Transfer Switch (ATS) dan Automatic Main Failure (AMF) PLN - Genset Berbasis Plc Dilengkapi Dengan Monitoring. Jurnal Jurusan Teknik Elektro Industri PENS-ITS, Surabaya.

- [5] Roza, Indra, Lisa Adriana Siregar, and Agus Almi Nasution. "MEMPERKECIL PERSENTASE JATUH TEGANGAN PADA PENYULANG 20 KV GARDU INDUK PT. PLN (PERSERO)." *Seminar Nasional Teknik (SEMNASTEK) UISU*. Vol. 3. No. 1. 2020.
- [6] Egeineeringbuilding. Panel ats dan amf. <http://egeineeringbuilding.blogspot.com/2011/02/panel-ats-dan-amf.html>,
- [7] Yanie,A., Erwin., Matondang,S.I.(2022), Pengaruh Beban Induktif Terhadap Sistem Tenaga Listrik. *Buletin Utama Teknik*, Vol 17(2).
- [8] Sukasukapaktri.Selectorswitch. <http://sukasukapaktri.blogspot.com/2013/06/selector-switch.html>,
- [9] Ahmaminudin.Pengertiankontaktermagnetik. <http://ahmaminudin311.blogspot.com/2012/02/pengertian-kontaktor-magnetik.html>
- [10] Trikueni desain sistem. Pengertian MCB. <http://trikueni-desain-sistem.blogspot.com/2014/04/pengertian-MCB.html>
- [11] Dg.Patabo, M. (2020). Perancangan Listrik Lanjutan.
- [12] Gunawan, E. (2017). RANCANGAN INSTALASI LAMPU PENERANGAN JALAN UMUM DENGAN SISTEM KONTAKTOR DAN TIMER. *Jurnal Cahaya Bagaskara*.
- [13] Ismail, F. N. (2011). Perencanaan instalasi sistem pengasutan langsung motor dahlander dengan dua arah putar pada motor control center.
- [14] Primana, A. P. (2019). Instalasi Motor Listrik. *Kuantum Buku Sejahtera*.