

STUDI LITERATUR : PERANCANGAN SISTEM PENGATUR DAYA CADANGAN PADA INSTALASI LISTRIK TENAGA BERBASIS PLC OMRON CPIE

Martha Petronella Febryanti Teurupun

S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail: marthateurupun@mhs.unesa.ac.id

Subuh Isnur Haryudo, Widi Aribowo, dan Mahendra Wirdyartono

S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail: subuhisnur@unesa.ac.id, widiaribowo@unesa.ac.id, mahendrawidyartono@unesa.ac.id

Abstrak

Sistem tenaga listrik menjadi salah satu hal yang sangat penting dalam keberlangsungan hidup manusia dilihat dari pertumbuhan ekonomi, jumlah penduduk dan perkembangan jaman sehingga kebutuhan akan energi listrik yang secara kontinu dan berkesinambungan tidak dapat diabaikan dan dihindarkan. Namun, beberapa hal tidak diinginkan terjadi yang mengakibatkan terganggunya proses penyaluran listrik dan menyebabkan sistem pendistribusian energi listrik dari PLN tidak kontinu. Manusia sebagai konsumen yang kebutuhannya akan listrik untuk sehari-hari secara kontinu menuntut proses penyaluran listrik untuk aktif dalam segala kondisi termasuk ketika PLN, yang adalah sumber daya utama paling umum digunakan secara umum, mengalami pemadaman atau gangguan. Sehingga para peneliti berinisiatif merancang sistem pengatur daya cadangan yang sekiranya dapat membantu memenuhi kebutuhan konsumen yaitu penyaluran energi listrik secara kontinu dan tidak mengalami gangguan. Perancangan sistem pengatur daya cadangan yang dibahas dalam jurnal ini menggunakan beberapa alat yang dirangkai dan dirancang dari beberapa penelitian seperti ATS-AMF, PLC, mikrokontroler dan sebagiannya dengan daya cadangan seperti generator set, UPS, baterai dan sebagiannya yang dibuat dengan beberapa tujuan yaitu memindahkan sumber daya utama ke sumber daya cadangan baik secara manual maupun secara otomatis dan sebagai pengatur sumber energi cadangan dalam skala kecil untuk media pembelajaran maupun skala yang besar yang diterapkan di instansi-instansi terkait. Jurnal ini mengkaji beberapa penelitian perancangan sistem pengatur daya cadangan pada instalasi listrik yang sekiranya dapat digunakan sebagai acuan untuk merancang sistem yang mengatur catu daya cadangan dan penyaluran energi listrik secara kontinu yang efektif, efisien dan terkini.

Kata Kunci : PLN, ATS-AMF, PLC, generator set, UPS, Pengatur Daya Cadangan

Abstract

The electric power system becomes one of the most important things for human life especially as seen from the economic growth, population and current development, that is why the need for electrical energy continuously cannot be ignored and avoided. However, there are some things that is out of control that happened which becomes problems for the electricity distribution process and caused the distribution system of electricity from PLN to be discontinuous. Human, who need electric power for daily routine continuously, as consumers demand for the electricity to be active in all conditions even when PLN as the main source power in general is facing some problems, for example when blackouts or when general system error and because of these problems, the researcher try to design a backup power control system that can fulfil consumers demand. From several studies included in this article, the design for the backup power control system uses ATS-AMF, PLC, microcontrollers etc. for designing the system and using generator sets, UPS, battery etc. for the backup power with various purposes such such as learning tools, for the small scale example and applied to institutes, for the large scale example. This journal discusses and studies some researches for design of an electrical installations backup power control system which can be used as reference for an effective, efficient and up-to-date backup power control system that can supply power continuously and fulfill consumers need.

Keywords : PLN, ATS-AMF, PLC, generator set, UPS, Backup Power Controller

PENDAHULUAN

Masalah pendistribusian tenaga listrik sampai saat ini belum teratasi dengan baik. Kebutuhan energi listrik akan yang berkesinambungan tidak dapat dihindarkan. Sumber energi utama sangat berpengaruh untuk menyediakan energi listrik. Namun, terkadang ada hal-hal tidak diinginkan yang menyebabkan sumber daya utama tidak selamanya kontinu menyediakan energi listrik

seperti misalnya pemadaman total yang dapat mengganggu dan bahkan mengentikan aktifitas konsumen. Beberapa hal yang memungkinkan gangguan bisa terjadi misalnya gangguan pada sistem transmisi atau sistem distribusi. (Kartika, dkk., 2019:115)

Sumber energi utama yang tidak bisa selalu menjamin penyaluran energi listrik secara kontinu

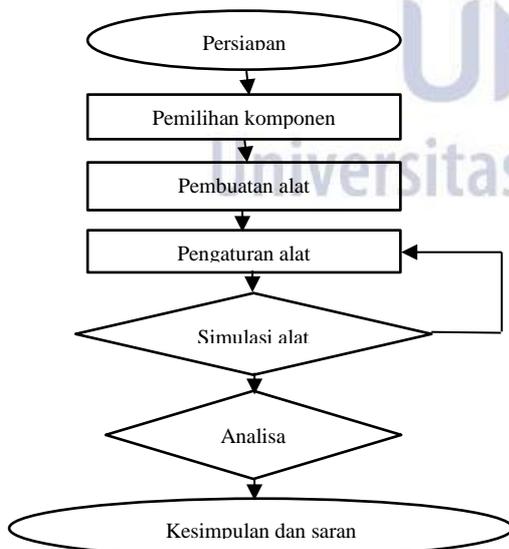
dapat menghambat dan menyebabkan kerugian pada pihak konsumen. (Darmawan, dkk., 2008:9)

Untuk mencegah hal itu terjadi, dibutuhkan sumber energi cadangan yang berfungsi sebagai *back up* untuk suplai energi listrik menggantikan sumber energi utama yang mengalami gangguan. Ketika terjadi gangguan pada sumber energi utama, maka sumber energi cadangan yang difungsikan sebagai pengganti. (Kartika, dkk., 2019:115)

Perkembangan yang sudah sangat pesat dalam ilmu pengetahuan dan teknologi diberbagai bidang salah satunya dalam perancangan sumber energi cadangan dan perancangan sistem perpindahan penyaluran energi listrik dari sumber energi utama ke sumber energi cadangan secara otomatis. (Gunawan., 2016:63) Perancangan peralihan dari sumber energi utama ke sumber energi cadangan secara otomatis dibuat untuk memudahkan dalam mengontrol guna mengantisipasi kehilangan suplai daya ke beban. (Pambudi, dkk., 2019:2)

Sumber energi utama yang mensuplai energi listrik secara kontinu tidaklah selalu disalurkan oleh PLN namun ada berbagai macam pembangkit listrik yang menghasilkan dan menyuplai listrik. Sedangkan sumber energi cadangan yang digunakan ketika sumber energi utama mengalami gangguan juga ada berbagai bentuk seperti generator set, UPS, baterai, akumulator dan sebagainya. Dan sistem yang digunakan sebagai pengontrol perpindahan dari sumber energi utama ke sumber energi cadangan agar tetap menyuplai listrik pun ada berbagai macam bentuknya seperti PLC, mikrokontroler, smart relay, automatic transfer switch (ATS) dan sebagainya. (Kartika, dkk., 2019:116)

Adapun beberapa hal yang diperhatikan sebagai awal untuk perancangan sistem dalam penelitian ini dimulai dengan pemilihan komponen dan membuat rancangan dilanjutkan dengan pengujian kemudian dianalisa dan dievaluasi. (Saputro., 2015:5)



Gambar 1. Diagram Alir.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan pada hasil dari beberapa penelitian dilakukan oleh 1] Supriadi. tahun 2019. 2] Darmawan, dkk. tahun 2008. 3] Suhanto. tahun 2019. 4] Rahman, dkk. tahun 2015. 5] Tawurisi, dkk. tahun 2019. 6] Wawan, dkk. tahun 2016. 7] Pambudi, dkk. tahun 2019. 8] Kartika, dkk. tahun 2019. 9] Gunawan. tahun 2016. 10] Saputro. tahun 2015. 11] Jayadi, dkk. tahun 2016. Diperoleh hasil dibawah ini:

Penelitian Supriadi. (2019)

Penelitian dari Supriadi tahun 2019 yang berjudul, “Kendali *Automatic Transfer Switch* (ATS) – *Automatic Main Failure* (AMF) Pada 2 Generator Set (Genset) Paralel Berbasis PLC” melakukan penelitian dengan melakukan perancangan sistem kontrol penyaluran daya yang diharapkan dapat mengurangi resiko yang tinggi ketika sumber energi utama mengalami gangguan ke sumber energi cadangan secara otomatis.

Pengujian ini menggunakan 2 generator set yang bekerja secara paralel yang dikontrol serta diatur *Automatic Transfer Switch* (ATS) – *Automatic Main Failure* (AMF). Sistem tersebut bekerja dikontrol oleh PLC Omron seri CJ1M-CPU21 menggunakan bahasa kendali *CX-Programmer* dan sensor sebagai indikator. Pengujian ini dilakukan di Politeknik TEDC Bandung.

Setelah dilakukan pengujian untuk melihat perubahan parameter pada generator set yaitu frekuensi, level bahan bakar dan tegangan. Hasil dari pengujian pada masing-masing parameter generator set (genset) diketahui bahwa rata-rata prosentase eror pengujian pada pembacaan sensor tegangan adalah 1,06% sedangkan pada pembacaan sensor frekuensi adalah 0,97% dan pada pembacaan sensor level bahan bakar adalah 0,64% ditunjukkan pada PLC. Hasil pengujiannya ditunjukkan pada Tabel 1, Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 1. Pengujian pembacaan sensor tegangan pada PLC.

No.	Set Point Tegangan	Tegangan Pembacaan PLC	Prosentase error %
1	180 V	178 V	1,10%
2	200 V	199 V	1,05%
3	210 V	209 V	1,04%
4	220 V	218 V	1,09%
5	240 V	239 V	1,04%

(Sumber: Supriadi. 2019:254)

Tabel 2. Pengujian pembacaan sensor frekuensi pada PLC.

No.	Set Point Frekuensi	Pembacaan Frekuensi pada PLC	Prosentase error %
1	48 Hz	47 Hz	0,97 %
2	49 Hz	48 Hz	0,97 %
3	50 Hz	49 Hz	0,97 %
4	51 Hz	50 Hz	0,97 %
5	52 Hz	51 Hz	0,97 %

(Sumber: Supriadi. 2019:255)

Tabel 3. Pengujian pembacaan sensor level bahan bakar pada PLC.

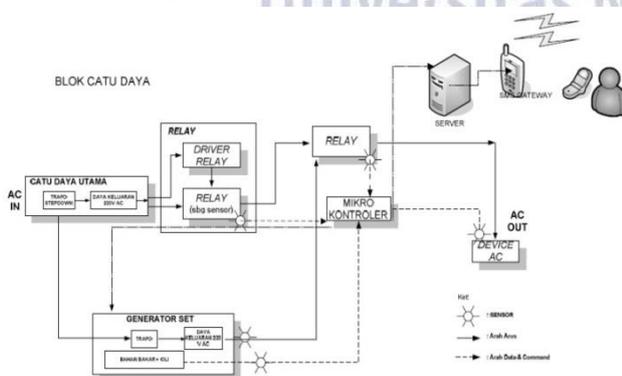
No.	Set Point Bahan Bakar	Pembacaan Level Pada PLC	Prosentase error %
1	5 CM	4 CM	0,8 %
2	6 CM	5 CM	0,8 %
3	7 CM	6 CM	0 %
4	8 CM	7 CM	0,8 %
5	9 CM	8 CM	0,8 %

(Sumber: Supriadi. 2019:254)

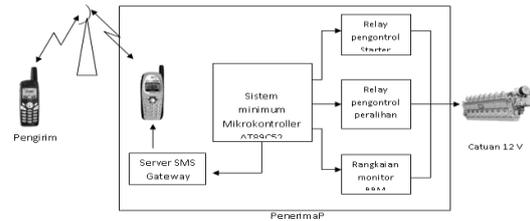
Penelitian Darmawan, dkk. (2008)

Penelitian dari Darmawan, dkk. tahun 2008 yang berjudul, “Realisasi dan Perancangan Perangkat Kontrol Sistem Catu Daya di SMKN 2 Kendal dengan SMS Gateway Berbasis Mikrokontroler” direalisasikan di SMKN 2 Kendal karena sistem yang tidak efektif dan kurang optimal ketika sumber energi utama yang biasanya menjadi penyuplai utama penyaluran energi tetapi tidak bisa menjamin akan selalu kontinu dalam menyuplai energi listrik yang akhirnya bisa menyebabkan proses belajar mengajar terhambat dan yang lebih parahnya dapat menyebabkan kerusakan yang vital pada beberapa peralatan elektronika yang membutuhkan catuan daya secara terus menerus.

Pengujian ini diatur dan dikontrol dengan mikrokontroler AT89S52 yang bekerja secara otomatis sebagai indikator saat sumber energi utama, PLN ketika tidak menyuplai listrik dan akan menghidupkan generator dengan menggunakan media SMS Gateway. Bahasa kendali yang digunakan adalah Delphi menggunakan Bahasa pemrograman Pascal/C++. Berikut adalah layout plant dan diagram blok sistem untuk penelitian ini:



Gambar 2. Layout Plant. (Sumber: Darmawan, dkk. 2008:10)



Gambar 3. Diagram Blok Sistem. (Sumber: Darmawan, dkk. 2008:10)

Hal-hal yang perlu diperhatikan dan paling berpengaruh dengan dilakukannya penelitian diatas dalam menilai seberapa handal sistem ini adalah besarnya delay, yang terbagi menjadi dua dalam penelitian ini yaitu delay ketika sumber energi utama dialihkan ke sumber energi cadangan ketika mengalami gangguan dan ketika dilakukan pengiriman dan penerimaan informasi pada SMS Gateway. Pengukuran dan pengujiannya ditunjukkan pada Tabel 4 dan Tabel 5.

Tabel 4. Pengukuran dan Pengujian Delay di Sistem.

No.	Peralihan Kelistrikan	Delay Peralihan	Delay Starter	Delay Kirim ke PC
1	PLN ke Generator	0.05 s	1 s	0.03 s
2	PLN ke Generator	0.05 s	1 s	0.10 s
3	Generator ke PLN	0.05 s	0.5 s	0.05 s
4	Generator ke PLN	0.05 s	2 s	0.07 s
5	Generator ke PLN	0.05 s	3 s	0.05 s
6	Generator ke PLN	0.05 s	5 s	0.05 s
7	Bahan Bakar Habis	0.05 s	2 s	0.10 s

(Sumber: Darmawan, dkk. 2008:10)

Tabel 5. Pengukuran dan Pengujian Peniriman dan Penerimaan SMS Gateway.

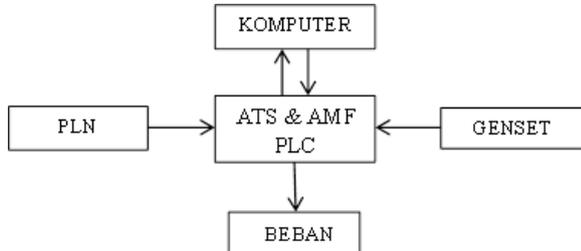
Jam	Proses Sistem yang Dilakukan	Delay Kirim	Delay Terima
07.00	Mengirim pesan “YES”	1 s	1 s
09.00	Mengirim pesan “NO”	5 s	5 s
12.00	Mengirim pesan	10 s	5 s
15.00	Ada Peralihan	2 s	2 s
17.00	Mengirim pesan “NO”	3 s	2 s
20.00	Ada Peralihan Kelistrikan	1 s	1 s
24.00	Ada Peralihan	1 s	1 s

(Sumber: Darmawan, dkk. 2008:10)

Penelitian Suhanto. (2019)

Penelitian dari Suhanto tahun 2019 yang berjudul, “Simulasi Automatic Transfer Switch dan Automatic Mains Failure dengan PLC Omron Sysmac CP1E” dilakukan untuk menunjang kontinuitas penyaluran listrik yang handal di Bandar Udara baik dari sumber energi listrik utama

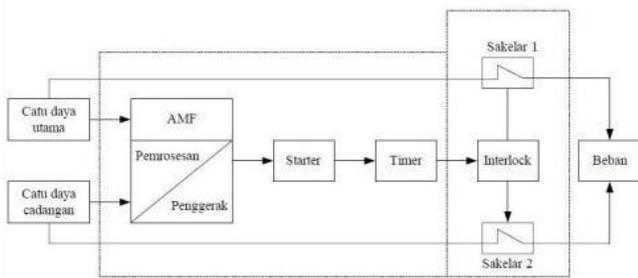
maupun sumber energi listrik cadangan. Sistem transfer sumber energi listrik utama ke sumber energi listrik cadangan yang digunakan yaitu generator set yang menggunakan dikendalikan oleh *Automatic Transfer Switch (ATS)* dan dimodelkan pada PLC Omron tipe Sysmac CP1E kemudian akan dipantau serta dikendalikan dengan tampilan *Graphic User Interface*.



Gambar 4. Blok Diagram Simulasi. (Sumber: Suhanto, 2019:28)

Penelitian Rahman, dkk. (2015)

Penelitian dari Rahman, dkk. tahun 2015 yang berjudul “Rancang Bangun ATS/AMF Sebagai Pengalih Catu Daya Otomatis Berbasis *Programmable Logic Control*” dengan *Automatic Transfer Switch (ATS)* – *Automatic Main Failure (AMF)* yang digunakan sebagai transfer dari catu daya utama ke catu daya cadangan yang menggunakan *Programmable Logic Control (PLC)* sebagai kontrol otomatis untuk pemodelannya pada penelitian ini yang memudahkan perancangan dan tidak memakan biaya besar yang akan diterapkan pada laboratorium-laboratorium di Fakultas Teknik UNRAM yang membutuhkan suplai listrik secara terus-menerus sehingga tidak menyebabkan kerusakan pada alat-alat di laboratorium terkait dan tidak mengganggu aktifitas mahasiswa.



Gambar 5. Blok diagram cara kerja. (Sumber: Rahman, dkk. 2015:166)

Perpindahan suplai pada pemodelan di penelitian ini melewati beberapa tahap. Pertama, ketika sumber energi utama gangguan dan tiba-tiba memutuskan suplai ke beban maka tahap *bumper* yang dilakukan oleh photovoltaik (PV) sebagai cadangan saat generator set dalam keadaan *starting* dan pemanasan. Tahap kedua adalah proses ketika generator set sudah siap maka dilakukan perpindahan suplai PV ke generator set setelah

membaca masukkan yang sesuai dengan standar yang ada. Dan tahap terakhir adalah suplai dari semua sumber energi cadangan diputus ketika sumber energi utama kembali aktif dan penyaluran energi listrik diambil alih lagi oleh sumber energi utama.

Tabel 6. Pengujian saat interlock.

No	Su pla i PL N	Su pla i Ge nse t	Su pla i PV	Sw itc h PL N	Sw itc h Ge nse t	Sw itc h PV	W a k t u (s)	Ket.
1	On	Off	Off	On	Off	Off	-	Beban disuplai PLN Switch PLN off, beban disuplai PV
2	Off	Off	On	Off	Off	On	5 s 10 s	Starting genset Warming up genset
3	Off	On	Off	Off	On	Off	-	Genset aktif, switch PV off

(Sumber: Rahman, dkk. 2015:170)

Berdasarkan Tabel 6, saat pengujian dilakukan waktu *starting* dan pemanasan generator set kurang lebih 10 s. Ketika PLN terjadi gangguan dan berhenti menyuplai energi listrik ke beban maka PV mengambil alih suplai ke beban selama 5 detik dan *warming up* selama 10 detik generator set dalam keadaan *starting*. Setelah masukkan pada generator set sudah stabil maka suplai akan diambil oleh generator set dan PV memutuskan suplai ke beban.

Tabel 7. Pengujian saat PLN kembali aktif.

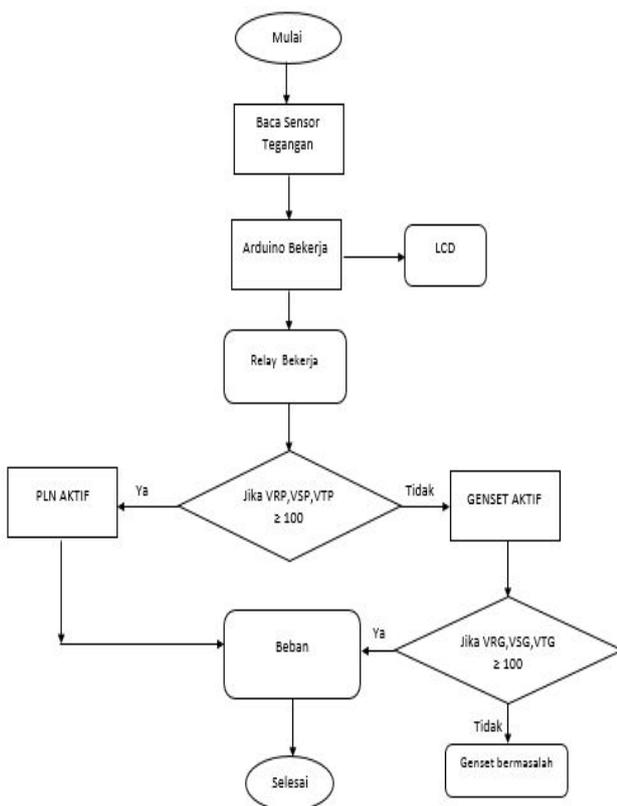
No	Su plai PL N	Su plai Ge nse t	Su plai PV	Swi tch PL N	Swi tch Ge nse t	Swi tch PV	W a k t u (s)	Ket.
1	Off	On	Off	Off	On	Off	-	Switch genset hidup, genset mensuplai beban
2	On	Off	Off	Off	Off	Off	10 s	PLN hidup, tunda switch PLN
3	On	Off	Off	On	Off	Off	-	Switch PLN aktif, PLN suplai beban

(Sumber: Rahman, dkk. 2015:170)

Berdasarkan Tabel 7 diatas, ketika perpindahan dari generator set ke PLN memakan waktu 20 detik yang penyaluran energy listriknya dilakukan oleh PV untuk menyetabilkan PLN agar benar-benar siap menyuplai energi ke beban.

Penelitian Tawurisi, dkk. (2019)

Penelitian Tawurisi, dkk. tahun 2019 yang berjudul "Rancang Bangun Sistem Kendali *Automatic Transfer Switch* Perusahaan Listrik Negara – Generator Set" dengan menggunakan Arduino yang telah banyak digunakan sebagai pengontrol sistem ATS/AMF otomatis pada perpindahan suplai listrik dari PLN ke generator set karena handal dan *multitasking* serta mudah dalam proses pemograman.



Gambar 6. Deskripsi Kerja. (Sumber: Tawurisi, dkk. 2019:148)

Saat perancangan sistem dan alat sudah diujikan terdapat jeda waktu selama persiapan generator set untuk siap dibebani ketika PLN terjadi gangguan. Durasi persiapan generator set adalah kurang dari 15 detik, 3 detik untuk *starting* dan 10 detik untuk pemanasan. Tetapi hanya memerlukan kurang dari 1 detik perpindahan saat PLN sudah kembali normal.

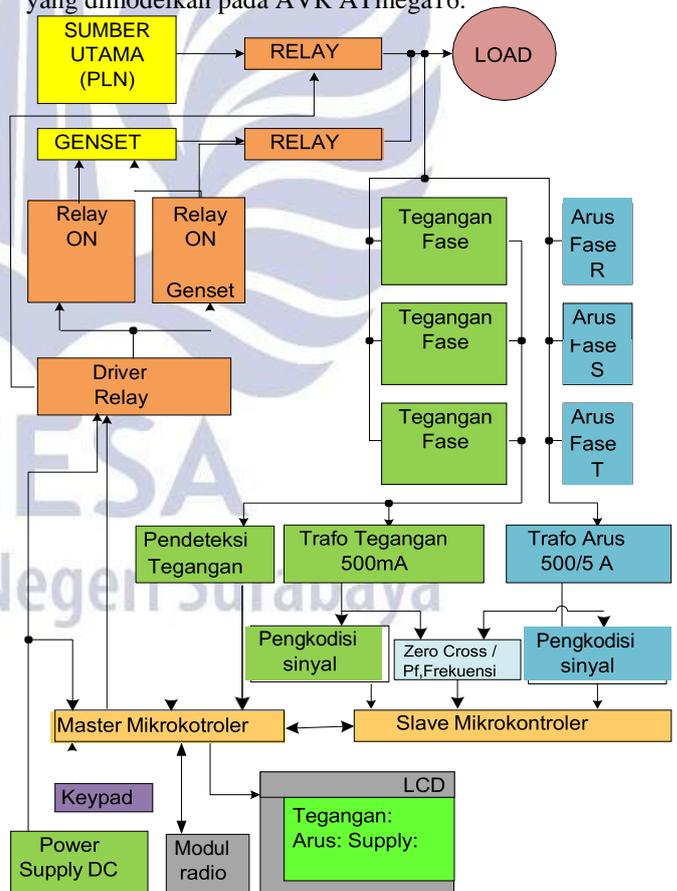
Tabel 8. Pengujian saat PLN kembali aktif.

PLN	Generator Set	Waktu Perpindahan Suplai	Kondisi
On	-	-	PLN Normal
Off	On	> 15 detik	PLN gangguan
On	Off	> 1 detik	PLN kembali normal

(Sumber: Tawurisi, dkk. 2019:151)

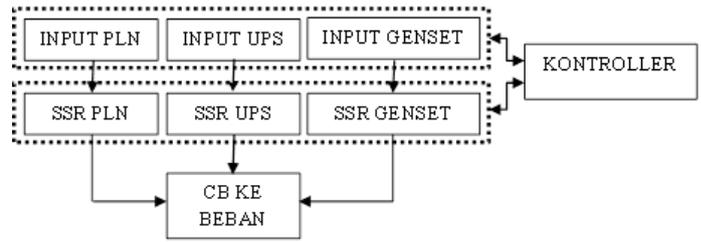
Penelitian Wawan, dkk. (2016)

Penelitian Wawan, dkk. tahun 2016 yang berjudul "Rancang Bangun Sistem Kendali dan *Monitoring* ATS/AMF dalam Pengalihan Sumber Energi Listrik melalui Jaringan Internet" dengan menggunakan operator komputer dan atau komputer yang terhubung jaringan internet untuk memantau data pengukuran pada sistem secara *real time* di ruangan yang berbeda. Penelitian ini menggunakan AVR ATmega16 sebagai pengontrol sistem ATS/AMF yang digunakan sebagai pengalih sumber energi utama ke sumber energi cadangan. Ada dua metode perancangan pada penelitian ini yaitu perancangan *Hardware* dan perancangan *Software*. Berikut adalah blok diagram ATS/AMF yang dimodelkan pada AVR ATmega16.



Gambar 7. Blok Diagram pengontrolan ATS/AMF pada AVR ATmega16. (Sumber: Wawan, dkk. 2016:3)

Dari pengujian yang dilakukan, hasilnya menunjukkan *delay* ketika suplai energi dari sumber energi utama ke sumber energi cadangan ketika sumber energi utama mengalami gangguan kurang lebih 22 detik dan ketika terdeteksi adanya tegangan dari sumber energi utama maka sistem perancangan akan langsung mengalihkan suplai energi kembali normal setelah *delay* 30 detik untuk memastikan suplai energi dari sumber energi utama sudah benar-benar tersedia.



Gambar 8. Diagram alur perancangan. (Sumber: Pambudi, dkk. 2019:5)

Tabel 9. Pengujian *delay* pengalihan suplai energy.

No.	Teg. PLN	Teg. Gen set	Relay PLN	Relay Gen set	Delay (s)	Status
1	On	Off	On	Off	-	Suplai didapatkan dari PLN on
2	Off	Off	Off	Off	10	Deteksi teg. genset/PLN off
3	Off	Off	Off	Off	22	Starting genset
4	Off	On	Off	Off	20	Warming up genset
5	Off	On	Off	On	-	Teg. genset masuk
6	On	On	Off	On	10	Suplai dari genset
7	On	On	Off	Off	0.7	Pengalihan dari genset ke PLN
8	On	Off	On	Off	30	Genset di OFF-kan dan teg. PLN masuk

(Sumber: Wawan, dkk. 2016:5)

Penelitian Pambudi, dkk. (2019)

Penelitian dari Pambudi, dkk. tahun 2019 yang berjudul, “Penentuan Waktu Operasional UPS pada Sistem Catu Daya Otomatis Transisi PLN-Genset” untuk mewujudkan sistem pengendali yang dibutuhkan oleh industri rumahan demi memenuhi kebutuhan sumber energi listrik yang handal dan secara terus menerus. Dalam penelitian ini menggunakan dua buah sumber daya cadangan yaitu *Uninterruptible Power Supply* (UPS) sebagai cadangan alternatif pertama serta generator set dengan sistem perancangan menggunakan mikrokontroler Atmega 32 sebagai pusat pengendalian.

Sistem perancangan ini menggunakan UPS sebagai *back up* alternatif yang mengambil alih suplai energi listrik ketika PLN mengalami gangguan atau dalam keadaan mati dan memberi waktu kepada sumber energi listrik utama yaitu generator set untuk pemanasan dan *starter*. Lama waktu suplai UPS dapat diatur sesuai lamanya pemanasan dan *starter* generator set.

Setelah sistem telah dirancang dan diuji dalam penelitian ini ada dua tahap transisi suplai catu daya yaitu secara otomatis dan manual. Hasil pengujian secara manual yang dapat dilihat di Tabel 9 dan secara otomatis di Tabel 10 berikut ini.

Tabel 10. Pengujian manual sistem transisi catu daya.

No.	Tahap Pengujian	Push Button	Waktu (s)	Indikator (PLN)	Indikator Genset
1	MCB sumber PLN Posisi ON	Manual PLN	0,7	Hidup	Mati
2	MCB sumber genset Posisi ON	Manual genset	0,8	Mati	Hidup
3	MCB sumber PLN Posisi OFF	Manual PLN	0,7	Hidup	Mati
4	MCB sumber genset Posisi OFF	Manual genset	0,8	Mati	Hidup

(Sumber: Pambudi, dkk. 2019:7)

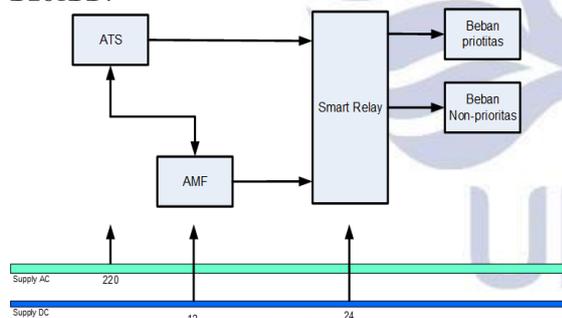
Tabel 11. Pengujian otomatis sistem transisi catu daya.

No	Tahap Pengujian	Waktu (s)	Indikator (PLN)	Indikator (UPS)	Indikator Genset
1	MCB sumber Posisi ON	0,8	Hidup	Mati	Mati
2	MCB sumber PLN Posisi OFF	0,2	Mati	Hidup	Mati
3	Starter Genset	5	Mati	Hidup	Mati
4	Genset hidup	5	Mati	Mati	Hidup
5	MCB sumber PLN Posisi ON	0,8	Hidup	Mati	Mati

(Sumber: Pambudi, dkk. 2019:7)

Penelitian Kartika, dkk. (2019)

Penelitian dari Kartika, dkk. tahun 2019 yang berjudul, “Automatic Transfer Switch (ATS) Berbasis Smart Relay Type SR3 B261BD” dilakukan agar pendistribusian energi listrik ketika terjadi gangguan dari sumber energi utama lebih efisien dan hemat waktu dengan didisain tidak memerlukan operator. Sistem otomatis yang digunakan adalah Automatic Transfer Switch (ATS) - Automatic Main Failure (AMF) dan didisain menggunakan Smart Relay ZELIO type SR3 B261BD.



Gambar 9. Diagram blok sistem. (Sumber: Kartika, dkk. 2019:118)

Setelah sistem dirancang dan dilakukan pengujian ATS secara otomatis dengan pengukuran waktu transfer sumber energi dari PLN ke generator set dan generator set ke PLN maka hasil pengujian dapat dilihat pada berikut ini.

Tabel 12. Hasil pengukuran waktu transfer ATS.

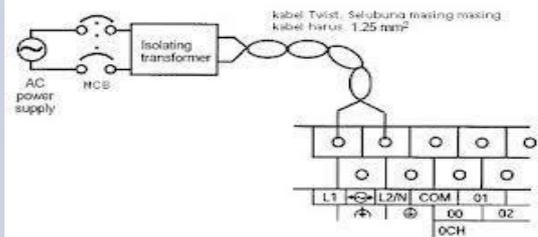
Pengukuran	Percobaan (s)					Program
	1	2	3	4	5	
PLN to Genset	5.5	5.7	5.3	5.6	5.5	0.5
Genset to PLN	0.7	0.8	0.6	0.6	0.7	0.5

(Sumber: Kartika, dkk. 2019 : 118)

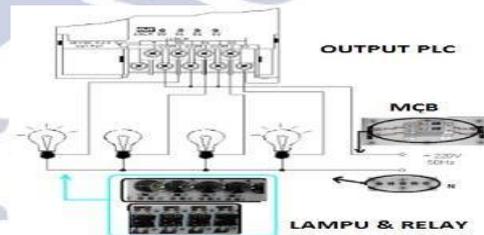
Penelitian Gunawan. (2016)

Penelitian dari Gunawan tahun 2016 yang berjudul, “Rancang Bangun Sistem Otomasi Aplikasi Mesin Pencampur Berbasis PLC Omron CPlE 20 I/O” yang bertujuan merancang aplikasi sistem pengendalian secara otomatis dengan menggunakan PLC Omron Sysmac CPlE-E20DR-A sebagai kontrol dan software untuk pemrograman menggunakan CX-Programmer. Dalam penelitian ini penulis berfokus dalam pembuatan trainer pembelajaran rancang bangun sistem otomasi yang diharapkan dapat memberikan gambaran sederhana mengenai penggunaan PLC.

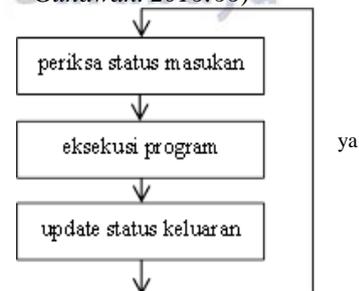
Berikut adalah pengawatan catu daya dari PLC, pengawatan input dan pengawatan output untuk perancangan trainer, proses scan program pada PLC serta tampilan trainer.



Gambar 10. Penyambungan Catu daya PLC. (Sumber: Gunawan. 2016:65)



Gambar 12. Pengawatan Output. (Sumber: Gunawan. 2016:66)



Gambar 13. Proses scan program pada PLC. (Sumber: Gunawan 2016:66)



Gambar 14. Tampilan Trainer. (Sumber: Gunawan, 2016:67)

Penelitian Saputro. (2015)

Penelitian dari Saputro tahun 2015 yang berjudul, “Rancangan Bangun Pembuatan Alat Panel Listrik ATS (*Automatic Transfer Switch*) – AMF (*Automatic Main Failure*)” dilakukan di Universitas Negeri Jakarta (UNJ), gedung teknik elektro untuk penyaluran energi listrik demi memenuhi kebutuhan dasar seperti praktek yang berhubungan dengan listrik, *Air Conditioner* (AC), pencahayaan dan sebagainya. Pendistribusian dari PLN sebagai sumber listrik utama terkadang pada gedung teknik elektro mengalami pemadaman sehingga mengharuskan untuk menggunakan sumber energi cadangan berupa generator set yang difungsikan sebagai sumber energi listrik cadangan agar penyaluran energi listrik bisa dilakukan secara terus menerus dengan memanfaatkan sistem *Automatic Transfer Switch* (ATS) – *Automatic Main Failure* (AMF) sebagai sistem kedali untuk mengganti peranan PLN sebagai distributor energi listrik utama yang mengalami ketidakstabilan atau gangguan ke generator set sebagai sumber energi cadangan secara otomatis.

Perancangan, pembuatan dan pengujian alat adalah langkah awal di penelitian ini. Ada dua pengujian dilakukan dalam penelitian ini yaitu secara manual dan secara otomatis. Perbedaan antara kedua pengujian ini adalah posisi *selector switch operation*. Secara manual cara memosisikannya adalah berada diposisi manual sedangkan secara otomatis adalah berada diposisi otomatis. Kedua pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah sistem yang dirancang bisa berfungsi secara optimal.

Setelah dilakukan pengujian maka *delay* yang muncul saat *switch* dari PLN ke generator set dan generator set ke PLN yang ditunjukkan di Tabel 13 dan Tabel 14.

Tabel 13. Hasil Pengujian Perpindahan PLN ke generator set.

No.	Percobaan	Waktu di TDR	Waktu Perpindahan
1	Percobaan 1	1 s	6,35 s
2	Percobaan 2	2 s	6,48 s
3	Percobaan 3	3 s	6,75 s
4	Percobaan 4	4 s	8,19 s
5	Percobaan 5	5 s	9,45 s
Rata-rata			7,44 s

(Sumber: Saputro, 2015:11)

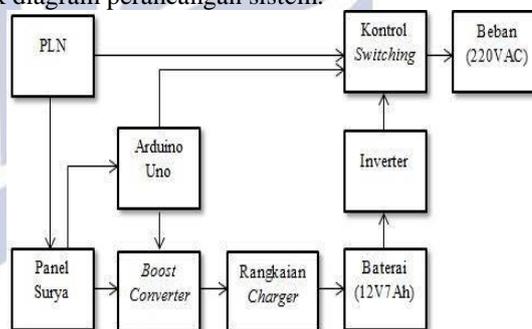
Tabel 14. Hasil Pengujian Perpindahan generator set ke PLN.

No.	Percobaan	Waktu di TDR	Waktu Perpindahan
1	Percobaan 1	1 s	3,84 s
2	Percobaan 2	2 s	5,11 s
3	Percobaan 3	3 s	6,11 s
4	Percobaan 4	4 s	7,58 s
5	Percobaan 5	5 s	7,95 s
Rata-rata			6,11 s

(Sumber: Saputro, 2015:12)

Penelitian Fauzan, dkk. (2017)

Penelitian dari Fauzan, dkk. tahun 2017 yang berjudul “Perancangan Catu Daya Dengan Penambahan Panel Surya Pada *Smart Traffic Light*” direalisasikan di kota-kota maju yang membutuhkan lampu lalu lintas guna mengurangi kemacetan di jalan terutama di kota-kota yang populasi penduduknya tinggi dengan menggunakan catu daya cadangan berupa penambahan panel surya dan baterai. Penggunaan panel surya yang tegangan keluarannya tidak selamanya stabil dan pengisiannya hanya dapat dilakukan ketika siang hari sehingga penulis juga merancang catu daya baterai dan menggunakan arduino yang bekerja sebagai *switching* dari sumber utama yaitu PLN ke sumber cadangan ketika membaca tegangan dari PLN dalam keadaan tidak aktif. Berikut adalah blok diagram perancangan sistem.



Gambar 15. Blok Diagram Perancangan Sistem.

(Sumber: Fauzan, dkk. (2017:5))

Dan setelah dilakukan uji coba dengan sistem yang sudah dirancang seperti blok diagram pada Gambar 13 diperoleh perpindahan dari sumber utama ke sumber cadangan yang cukup cepat sehingga lampu lalu lintas tetap hidup ketika *switching* berlangsung.

Tabel 15. Waktu Pindah antar Sumber.

No.	Parameter	Delay
1	PLN - Baterai	0,08
2	Baterai – PLN	0,14

(Sumber: Fauzan, dkk. (2017:8))

Penelitian Jayadi, dkk. (2016)

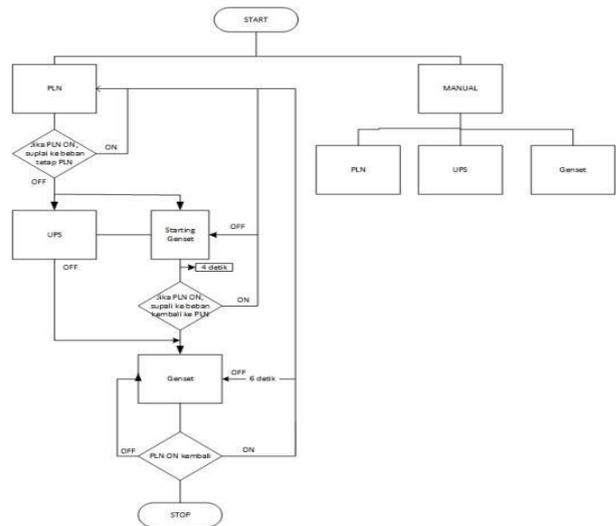
Penelitian dari Jayadi, dkk. tahun 2016 yang berjudul, "Perancangan *Automatic Transfer Switch* Berbasis PLC" menggunakan UPS dan generator set sebagai sumber energi cadangan atau *back up* saat PLN sebagai penyalur energi utama mengalami pemadaman yang disebabkan oleh gangguan pada sistemnya. Sistem pengendali otomatis yang digunakan ketika mengalihkan catu daya utama ke cadangan adalah *Automatic Transfer Switch* (ATS) dengan sistem yang dirancang oleh PLC Omron tipe CPM1-A dengan bahasa pemrograman dari *software CX-Programmer 9.0* yaitu *Ladder Diagram*. Penerapan penelitian ini direalisasikan pada beban rumah tangga dengan kapasitas tegangan 1 fasa yang termasuk skala kecil.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan menggunakan dua *back up* sumber daya listrik yang ditunjukkan pada Gambar 16 maka hasil pengujian *delay* yang dibutuhkan ditunjukkan pada Tabel 16.

Tabel 16. Data Pengujian Waktu Operasi ATS.

Per cob aan	Kondisi									Waktu (detik)
	PLN			UPS			GENSET			
	H	M	H	M	S	H	M	H	M	
1	d	a	d	a	A	STAND	i	a		
	u	i	u	i	R	BY	d	t		
	p		p		T		u	i		
		V	V							1
		V	V		V					4,42
2		V	V				V			1
	V		V			V				6,05
	V		V					V		1
		V	V							1
		V	V		V					4
3		V	V				V			1
	V		V			V				6,51
	V		V					V		1
		V	V							1
		V	V		V					4
4		V					V			1
	V					V				6,13
	V							V		1
		V	V							1
		V	V		V					4
5		V					V			1
	V					V				6,40
	V							V		1

(Sumber: Jayadi, dkk. 2016:7)



Gambar 16. Flowchart Diagram ATS.

(Sumber: Jayadi, dkk. 2016:5)

Analisa beberapa penelitian yang ada diatas yang mendistribusi sumber energi utama ke sumber energi cadangan pada masing-masing pengujian.

Berdasarkan beberapa penelitian pada studi literatul ini, pemodelan beberapa sistem perancangan dilihat dari jenis sistem pengontrolannya dan sumber daya cadangan serta hasil pengukuran yang diuji pun beragam.

Hasil pengukuran pada Tabel 1, Tabel 2 dan Tabel 3 yang sudah diujikan adalah pembacaan perubahan pada sensor frekuensi, sensor level bahan bakar dan sensor tegangan pada PLC dari keseluruhan sistem yang dirancang dan dengan lima set point yang berbeda maka dihasilkan rata-rata eror pengujian dalam persentase pada pembacaan sensor tegangan adalah 1,06% sedangkan pada pembacaan sensor frekuensi adalah 0,97% dan pada pembacaan sensor level bahan bakar adalah 0,64%. Ketiga parameter ini biasanya akan digunakan sebagai standar apakah sumber energi cadangan siap untuk menyuplai energi listrik.

Dan pada beberapa penelitian diatas, pengukuran yang diambil adalah data pengujian peralihan sumber energi utama ke sumber energi cadangan dan hasilnya ditampilkan pada Tabel, 4, Tabel 6, Tabel 7, Tabel 8, Tabel 9, Tabel 10, Tabel 11, Tabel 12, Tabel 13, Tabel 14, Tabel 15, dan Tabel 16. Pengujian waktu peralihan juga salah satu faktor penting untuk mengetahui apakah sistem perancangan peralihan layak digunakan dan tidak akan menimbulkan kerugian waktu suplai yang konsumen butuhkan secara terus-menerus.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis dengan membaca beberapa referensi jurnal yang digunakan sebagai acuan untuk studi literatul ini, dapat

disimpulkan bahwa untuk merancang sistem daya cadangan yang dapat membantu penyaluran energi listrik secara kontinu yang efisien dan optimal menggunakan sistem secara otomatis yang dirancang tanpa ada keharusan operator untuk *stand by* secara terus menerus.

Sistem perancangan pengalihan sumber energi utama ke sumber energi cadangan sebagian besar dimodelkan menggunakan PLC untuk meminimalisir biaya dan mudah untuk digunakan.

Delay ketika sumber energi utama beralih ke sumber energi cadangan terutama sumber energi cadangannya adalah generator set biasanya terjadi dikarenakan generator set memerlukan waktu untuk *starting, warming up* dan setelah itu penyaluran energi diambil alih generator set ketika sumber energi utama mengalami gangguan. Maka dari itu beberapa penelitian diatas seperti penelitian oleh Rahman, dkk. tahun 2015 menggunakan photovoltaik dan penelitian oleh Pambudi, dkk. tahun 2019 serta penelitian oleh Jayadi, dkk. tahun 2016 menggunakan UPS yang mengambil alih penyaluran energi listrik secara sementara saat persiapan generator set untuk menyalurkan listrik.

Adapun pengontrolan sistem pengalihan yang dibuat dari sumber energi listrik utama ke sumber energi listrik cadangan yang dapat dikontrol dan dimonitoring seperti pada penelitian oleh Darmawan, dkk. tahun 2008 yang dikontrol dan dimonitor melalui *SMS Gateway* dan penelitian oleh Wawan, dkk. tahun 2016 melalui computer operator dan komputer yang terhubung dengan jaringan internet.

Saran

Artikel ini menggunakan beberapa referensi dari beberapa jurnal penelitian yang bisa menjadi acuan untuk penelitian lebih lanjut dalam merancangan dan mengembangkan sistem *transfer switch* yang *up to date*, lebih efektif, lebih efisien dan lebih optimal.

DAFTAR PUSTAKA

Alim, Gunawan. 2016. Rancang Bangun Sistem Otomasi Aplikasi Mesin Pencampur Berbasis PLC Omron CP1E 20 I/O. POWER ELEKTRONIK : JURNAL ORANG ELEKTRO Vol 5, No. 1 2016. ISSN: 2301-6949.

Darmawan, Chandra Purna, Rizal, Ahmad, dan Murti, Ary M. 2008. Realisasi dan Perancangan Perangkat Kontrol Sistem Catu Daya di SMKN 2 Kendal dengan *SMS Gateway* Berbasis Mikrokontroler. Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2008 (SNATI 2008).

Kartika, Misriana, dan Sandra. 2019. *Automatic Transfer Switch (ATS)* Berbasis Smart Relay Type SR3 B261BD.

Pambudi, Prastyono Eko, Duniawan, Agus, dan Fahmi, Samsuhadi. 2019. Penentuan Waktu Operasional UPS pada Sistem Catu Daya Otomatis Transisi PLN-Genset. JURNAL TEKNOLOGI TECHNOSCIENTIA Vol. 12 No. 1 Agustus 2019. ISSN: 1979-8415.

Rahman, Fathur, Natsir, Abdul, dan Wahyu W, Giri. 2015. Rancang Bangun ATS/AMF Sebagai Pengalih Catu Daya Otomatis berbasis *Programmable Logic Control*. Dielektrika Vol. 2, No. 2 : 164 – 172, Agustus 2015. ISSN 2086-9487.

Saputro, Sopyan. 2015. Rancangan Bangun Pembuatan Alat Panel Listrik ATS (*Automatic Transfer Switch*) – AMF (*Automatic Main Failure*).

Suhanto. 2019. Simulasi *Automatic Transfer Switch* dan *Automatic Main Failure* Dengan PLC Omron Sysmac CP1E. Journal of Mechanical Engineering and Mechantronics, Vol. 4 No. 1, pp. 27-33. Indonesia: Pres Univ Press Publication.

Supriadi, Dendin. 2019. Kendali *Automatic Transfer Switch (ATS)* – *Automatic Main Failure (AMF)* Pada 2 Generator Set (Genset) Paralel Berbasis PLC. TEDC Vol. 13 No. 3, September 2019.

Tawurisi, Fernando, M.Ch.Mangundaan, Glanny, dan Silimang, Sartje. 2019. Rancang Bangun Sistem Kendali *Automatic Transfer Switch* Perusahaan Listrik Negara – Generator Set. Jurnal Teknik Elektro dan Komputer Vol. 8 No. 3 September – Desember 2019. ISSN: 2301-8402.

Wawan Indrawan, Andi, Hamdani, dan Nuraminah. 2016. Rancang Bangun Sistem Kendali Energi Listrik Melalui Jaringan Internet. JURNAL TEKNOLOGI ELEKTERIKA Vol. 1, No 2 2016. ISSN: 1412-8764.