

KENDALI AUTOMATIC TRANSFER SWITCH (ATS) - AUTOMATIC MAIN FAILURE (AMF) PADA 2 GENERATOR SET (GENSET) PARALEL BERBASIS PLC

Dendin Supriadi
Teknik Otomasi, Politeknik TEDC Bandung
Email: sdendin@gmail.com

Abstrak

Pengendalian dan pengaturan *automatic transfer switch – automatic main failure* dengan beban 2 generator yang bekerja secara paralel sangat diperlukan dalam industri terutama pada perancangan sistem yang otomatis. Dengan adanya sistem kontrol ini menjadi salah satu solusi dalam penyaluran daya ke konsumen dan mengurangi tingkat resiko ketika sumber utama PLN mati secara tiba-tiba kemudian seketika itu pula sumber daya cadangan masuk ke beban. Bekerjanya Sistem *automatic transfer switch – automatic main failure* ini dikendalikan oleh piranti PLC Omron seri CJ1M-CPU21 dengan software *Cx-Programmer* sebagai bahasa kendalinya. Pengontrolan dan pengendalian beban menggunakan sensor sebagai indikator. Pada proses pengujian dihasilkan pembacaan sensor didapat prosentase error sebesar 0,64 % untuk pembacaan sensor tegangan, sensor frekuensi 0,97 % sedangkan sensor ketinggian bahan bakar sebesar 1,06 %. Selain itu pengoperasian genset secara manual maupun remote mempermudah user untuk mengetahui proses pada program software *Cx - Programmer* maupun perangkat hardware lainnya.

Kata kunci: *automatic transfer switch, automatic main failure, sistem manual dan remote, program cx-programmer plc, omron cj1m-cpu21*

Abstract

Control and automatic transfer settings - automatic main failure with load 2 generators that work in parallel are very necessary in the industry, especially in the design of automated systems. With the existence of this control system, it becomes one of the solutions in channeling power to consumers and reducing the level of risk when the main source of PLN dies suddenly then at the same time reserve resources enter the burden. The operation of the automatic transfer switch - automatic main failure system is controlled by the CJ1M-CPU21 Omron PLC device with Cx-Programmer software as the control language. Control and load control use sensors as indicators. In the testing process, the sensor reading is obtained by an error percentage of 0.64% for reading the voltage sensor, the frequency sensor is 0.97% while the fuel level sensor is 1.06%. In addition, the generator operation manually or remotely makes it easy for the user to know the process in the Cx software program - the programmer and other hardware devices.

Keywords: *automatic transfer switch, automatic main failure, manual and remote systems, program cx-plc programmer, omron cj1m-cpu21*

I. PENDAHULUAN

Pada saat ini sumber tenaga listrik yang berada di Politeknik TEDC Bandung berasal dari Perusahaan Listrik Negara (PLN). Pada saat terjadi pemadaman listrik oleh PLN maka tidak ada lagi pasokan listrik untuk menghidupkan peralatan pembelajaran yang ada di Politeknik TEDC Bandung. Dalam mengatasi keadaan tersebut maka perlu dibuat suplai cadangan tenaga listrik dengan pemasangan *generator set (genset)*.

Pengaturan aktivasi perpindahan suplay daya dari sumber tenaga listrik PLN ke sumber tenaga genset ke Beban, maka diperlukan suatu perangkat kendali yang dapat dilakukan secara manual maupun otomatis.

Alat kendali perpindahan secara otomatis ini dinamakan *Automatic Transfer Switch (ATS)* atau saklar pemasok otomatis yang mengatur

sistem saling kunci PLN dan Genset. Modul ini sudah banyak diproduksi pabrikan, akan tetapi secara ekonomis harganya mahal. Hal ini dapat dipahami Karena modul ini dirancang khusus untuk alat pengatur perpindahan pasokan sumber daya secara otomatis dari 2 (dua) sumber daya yang berbeda. Oleh sebab itu sebagai alternatif, dalam proyek penelitian ini akan di rancang modul *Automatic Transfer Switch (ATS)* menggunakan *Ladder Programmable Logic Control (PLC)* dengan software *CX-Programmer 9.0.* dengan menggunakan perangkat PLC maka pada modul ATS, didapatkan harganya lebih murah dibandingkan dengan modul ATS buatan Pabrik. Dari segi ekonomis PLC harganya lebih murah dibandingkan dengan *Automatic Transfer Switch (ATS)* buatan pabrik. Hal ini terjadi karena PLC banyak digunakan secara umum. Selain cara pemrograman dan fungsinya yang sederhana, alat

ini memiliki banyak kelebihan dan keunggulan lainnya, sehingga perangkat ini sangat cocok untuk dimanfaatkan sebagai peralatan otomatis. Pada prinsipnya PLC berfungsi sebagai saklar (Switch), yang menggantikan kerja dari relay ataupun kontaktor. Oleh karena kemampuan kendali dari alat ini didalam menyelesaikan masalah pengendali, maka alat ini banyak digunakan secara luas pada berbagai bidang kendali baik kendali di bidang industri, rumah tangga maupun perkantoran.

Masalah yang sering terjadi pada Automatic Transfer Switch – Automatic Main Failure seperti Tegangan, Frekuensi dan Arus tidak stabil. Untuk mengantisipasi tersebut maka di *ladder program CX-Programmer* disediakan sistem keamanan untuk menjaga supaya tidak terjadi hal yang tidak diinginkan. Selain itu alat ini bisa dijadikan sebagai bahan pelajaran untuk mahasiswa atau mahasiswa sebagai pedoman tentang pengaturan dan pengendalian suatu sistem tenaga listrik.

II. LANDASAN TEORI

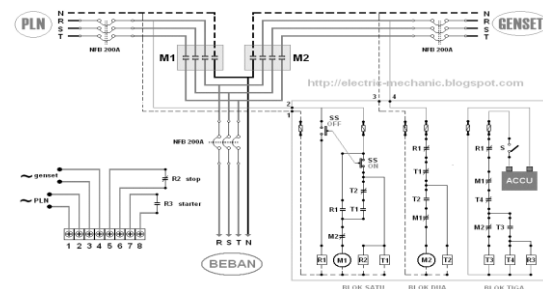
Automatic Transfer Switch – Automatic Main Failure (ATS-AMF)

Fungsi dari *automatic transfer switch (ATS)* adalah untuk memindahkan hubungan antara 2 (dua) sumber daya listrik ke beban secara automatic, karena fungsinya tersebut terkadang ATS disebut juga dengan *Automatic COS (change over switch)*. Pada umumnya penggunaan ATS diaplikasikan untuk mengatur perpindahan sumber daya listrik dari PLN ke sumber daya listrik dari genset. Pada saat pasokan daya listrik PLN terganggu (terjadi gangguan), maka pada saat itu pula ATS akan bergerak memindahkan diri pada Pasokan daya listrik dari genset. Oleh karena itulah maka pada panel ATS/AMF terdapat kumpulan relay yang memiliki fungsi tersendiri.

Prinsip kerja *Automatic Transfer Switch – Automatic Main Failure* ketika sumber tegangan utama dari PLN mati, *Automatic Transfer Switch* memindahkan koneksi *switch* PLN ke *switch* Genset untuk menyuplai beban. Sedangkan *Automatic Main Failure* berfungsi untuk menyalakan genset, sebelum genset menyala *Automatic Main Failure* mengindikasi komponen yang ada didalam genset tersebut seperti baterai dan bahan bakar.

Ketika genset menyala tidak langsung menyuplai ke beban sebelum parameter seperti frekuensi dan tegangan sesuai dengan *set point* dalam sistem. Baru setelah parameter terpenuhi *Automatic Main Failure* memerintahkan genset untuk menyuplai ke beban. Ketika PLN kembali

menyala *Automatic Transfer Switch* memindahkan koneksi dari Genset ke PLN dengan waktu tertentu untuk menghindari suplai sumber ke beban secara bersamaan, setelah genset mati maka PLN baru menyuplai ke beban.



Gambar 1. Wiring diagram ATS-AMF

Dalam sistem kontrol pada *Automatic Transfer Switch-Automatic Main Failure* ini akan mengontrol beberapa sub-sub sistem yang diatur dalam *software CX-Programmer 9.0* pada *Programmable Logic Control (PLC) CJ1M CPU21*. Ada beberapa kontrol seperti :

- Pembacaan Sensor Tegangan, Sensor Arus dan Sensor Level Bahan Bakar oleh PLC yang mempengaruhi cara kerja *Automatic Transfer Switch-Automatic Main Failure* dalam sistem.
- Kontrol perpindahan antara sumber PLN dan Genset.

Programmable Logic Controller (PLC)

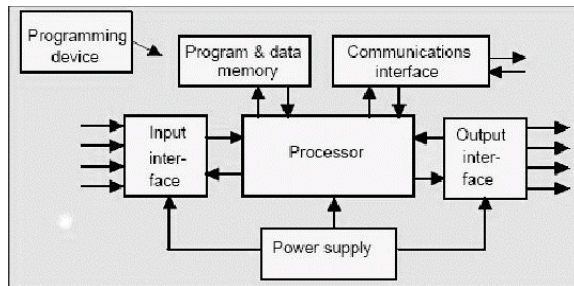
PLC merupakan perangkat kendali yang tidak terlepas dari satu unit memory untuk menyimpan rangkaian intruksi kendali dengan beberapa fungsi khusus seperti : *timer, logika, counter, sekuensial* ataupun fungsi aritmatika dalam melakukan kendali mesin dan proses. Biasanya PLC ini akan menghubungkan antara input dan *output*-nya dalam bentuk sinyal (*input device*), sebagai contoh *push button, relay contacts, selector switch, limit switch*, atau *sensor photo elektrik*. Sedangkan peralatan yang berfungsi menerima sinyal dari PLC disebut *output device*, sebagai contoh *motor, alarm, relay, lampu indikator, solenoida, speaker* dan lain sebagainya. Berdasarkan namanya konsep PLC (*Programmable Logic Control*) adalah sebagai berikut:

- Programmable*, menunjukkan Kemampuan dari PLC untuk mengatur perubahan program yang telah dibuat ataupun merubah fungsi dan kegunaannya.
- Logic*, menunjukkan kemampuan dalam memproses input secara aritmatik dan logic (ALU), yakni melakukan operasi membandingkan, menjumlahkan,

mengalikan, membagi, mengurangi, negasi, AND, OR, dan lain sebagainya.

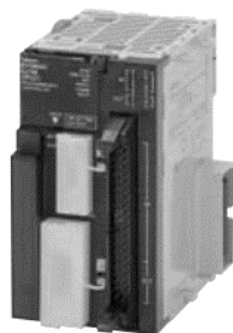
- c. *Controller*, mengindikasikan kemampuan PLC dalam mengendalikan dan mengatur proses sesuai dengan output yang diharapkan.

Gambaran umum dari PLC dapat dilihat pada konfigurasi system seperti dibawah ini :



Gambar 2. Konfigurasi sistem PLC

PLC yang digunakan penulis pada penelitian ini adalah PLC Omron dengan Tipe CJ1M – CPU 21 dan menggunakan software CX – Programmer dalam pembuatan programnya. PLC ini merupakan jenis PLC modular dimana semua unit PLC, diantaranya Unit CPU, Unit *power supply*, dan Unit *input output* tersusun terpisah. PLC Omron CJ1M – CPU 21 adalah modul CPU yang mempunyai 5K steps program capacity. CPU ini memiliki kapasitas data memory sebesar 32 K word. CPU ini memiliki kapasitas I/O sampai dengan 160 point atau 10 unit modul I/O.



CJ1M-CPU21

Gambar 3. PLC Omron Tipe CJ1M CPU 21

Supply PLC Omron CJ1W-PA201.

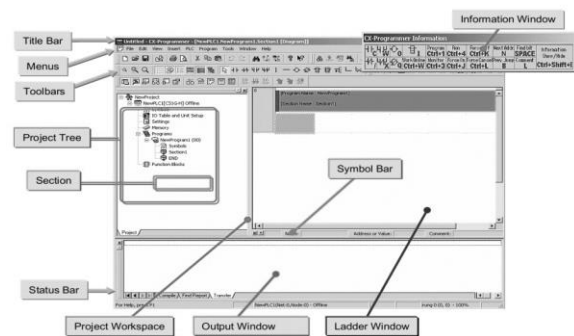
CJ1W-PA201 merupakan bagian yang berfungsi sebagai power supply untuk unit PLC. CJ1W-PA201 memiliki spesifikasi supply tegangan 24 VDC.



Gambar 4. Modul *power supply* CJ1W PA201

CX-Programmer 9.0

Software *CX-Programmer* merupakan *software* yang berfungsi ganda yaitu sebagai *programming & Maintenance tool* untuk PLC OMRON. *CX-Programmer* menyediakan satu pilihan *editor* berbasis pemrograman grafikal. Yaitu program kontrol *type Ladder Diagram (LAD)*. Program *Ladder* adalah bahasa pemrograman berbasis *relay logic*. Berikut ini diperlihatkan bentuk tampilan *software CX-Programmer 9.0*.



Gambar 5. Tampilan *Ladder Editor* pada *CX-Programmer*

Penjelasan dari tampilan *ladder editor* pada *CX-Programmer*:

1. **Title Bar** : Menunjukkan nama file yang akan di *save CX-Programmer*.
2. **Menu** : posisi pemilihan menu item, terdiri dari File, Edit, View, Insert, PLC, dll
3. **Toolbar** : Berisi perangkat dalam mengedit *ladder*, View dan menu standar lainnya dan menampilkan *shortcut* dari menu PLC, seperti *work online*, *monitoring*, *direct online*, dll.
4. **Project Tree** : Berfungsi untuk mengatur program dan data, mengcopy program serta untuk drag atau drop pada proyek yang sama ataupun berbeda.

5. **Ladder Windows:** Layar untuk menulis dan mengedit prgram *ladder*.
6. **Status Bar :** Menunjukkan Status PLC *Online/Offlene*, nama PLC dan lokasi *active* sel.
7. **Output windows:** Menampilkan *Error compilling*, menapilkan pencarian contact dan menapilkan error ketika program sedang berjalan.
8. **Informasion Windows :** berfungsi untuk menampilkan program *shortcut*, informasi ini dapat disembunyikan atau *ditampilkan*.
9. **Symbol Bar :** Menampilkan nama alamat (*address*) atau nilai suatu *contact* atau *coil* dari penunjukan kursor.

Power Logic DM 6200

Power Logic DM6200 panel meter digital menyediakan semua fitur dasar yang diperlukan untuk memantau panel listrik terjangkau, cukup kasar untuk menahan lingkungan industri dan komersial, meter ini akan membantu menghemat biaya energi dan instalasi, mudah digunakan, dan menyesuaikan dengan berbagai kebutuhan sirkuit onsite. PowerLogic DM6200 langkah meteran pengukuran dasar (V, A, Hz & PF) dan dapat digunakan untuk peralatan pemantauan, penjadwalan pemeliharaan preventif, pemantauan beban secara lokal, dan mengganti beberapa meter analog.

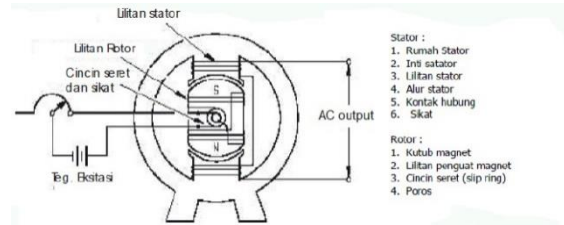


Gambar 6. Power meter DM6200

Generator

Pengubahan dari tenaga putar (mekanik) menjadi tenaga listrik adalah fungsi dari suatu generator yang timbul melalui induksi elektromagnetik.

Generator memperoleh energy mekanis da ri *prime mover* (mesin diesel). Generator terpasang satu poros dengan mesin diesel, bi asanya digunakan generator sinkron



Gambar 7. Komponen generator

Untuk menghasilkan tegangan arus bolak balik (*alternating current*) dari suatu generator, hal yang sangat penting perlu diperhatikan adalah adanya putaran mekanis pada bagian poros/rotor. Besarnya kecepatan putar dari poros/rotor suatu generator hasilnya akan sebanding dengan frekuensi listrik yang dikeluarkan generator. Rotor generator ini terdiri dari rangkaian elektromagnetik yang dipicu dengan sumber tegangan searah (*direct current*). Agar kondisi dari putaran generator tetap, maka diperlukan governor yang berfungsi untuk mengatur putaran tetap konstan pada penggerak mulanya (*prime mover*).

Rotor pada generator sinkron terdiri dari rangkaian electromagnet dengan pemicu sumber arus searah (DC). Hubungan antara kecepatan putar medan magnet pada mesin dengan frekuensi listrik stator adalah :

$$f_e = \frac{n_r \cdot p}{120}$$

(1)

Dimana:

f_e = frekuensi listrik (Hz)

n_r = kecepatan putar rotor =
kecepatan medan magnet (rpm)

p = jumlah kutub magnet

(Yon Rijono. 2010).

Pada persamaan di atas, ditunjukkan bagaimana hubungan antara kecepatan putar rotor generator dengan frekuensi yang dihasilkan. Oleh karena itu untuk menghasilkan daya listrik dengan fekuensi tetap, maka kecepatan putar dari rotorpun haruslah dijaga supaya tetap (konstan).

III. PERANCANGAN SISTEM

Tinjauan Umum

Perancangan penelitian ini menghasilkan sistem perancangan pengendalian dan pengaturan *Automatic Transfer Switch – Automatic Main Failure* dan beban pada 2 generator yang bekerja secara paralel berbasis PLC. Pengujian dan analisa dilakukan agar dapat mengetahui apakah semua sistem kendali yang ada pada plant pada sistem perancangan pengendalian dan pengaturan *Automatic Transfer*

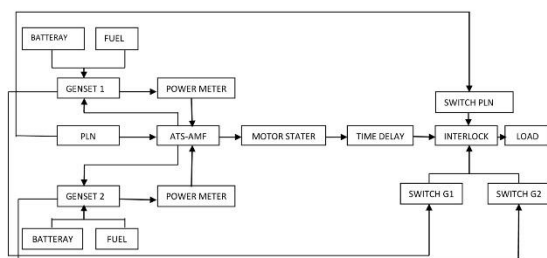
Switch – Automatic Main Failure pada 2 generator yang bekerja secara paralel berbasis plc ini bisa berjalan sesuai keinginan penulis.

- Pengujian dan analisa dalam sistem meliputi :
1. Pengujian program *CX-Programmer* pada PLC Omron CJ1M-CPU21 mampu mengendalikan dan mengatur Automatic Transfer Switch – Automatic Main Failure.
 2. Pengujian program *CX-Programmer* pada PLC Omron CJ1M-CPU21 mampu mengendalikan dan mengatur beban genset.
 3. Pengujian program *CX-Programmer* pada PLC Omron CJ1M-CPU21 mampu menjalankan genset secara remote dari PC.

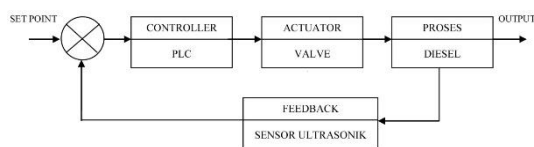
Tujuan yang ingin dicapai dari pengujian sistem yang telah dibuat :

1. Mengetahui apakah program *CX-Programmer* pada PLC Omron CJ1M-CPU21 mampu mengendalikan dan mengatur Automatic Transfer Switch – Automatic Main Failure dapat berjalan dengan baik ?
2. Mengetahui apakah program *CX-Programmer* pada PLC Omron CJ1M-CPU21 mampu mengendalikan dan mengatur beban genset dapat berjalan dengan baik ?
3. Mengetahui apakah program *CX-Programmer* pada PLC Omron CJ1M-CPU21 mampu menjalankan genset secara remote dari PC dapat berjalan secara baik.

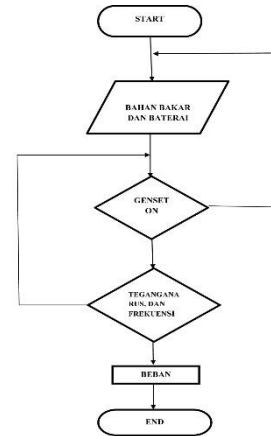
State Diagram, Blok Diagram dan Flowchart



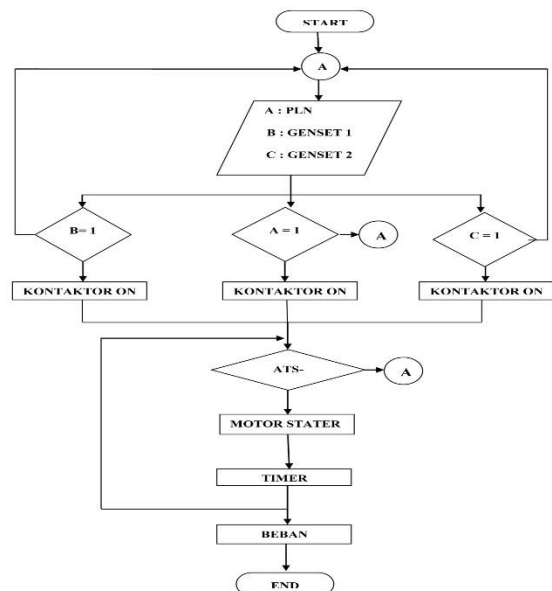
Gambar 8. Blok diagram sistem ATS-AMF



Gambar 9. Blok diagram sistem genset



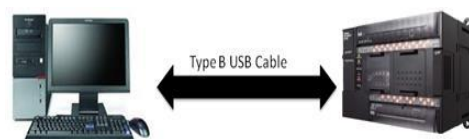
Gambar 10. Flowchart sistem genset



Gambar 11. Flowchart kendali sistem Komunikasi Data Berdasarkan Aliran Data

Pertukaran data dilakukan dengan metode *full duplex*, yaitu seluruh komunikasi dibangun dengan komunikasi dua arah secara serentak. Dua perangkat yang terhubung dapat berkomunikasi mengirim dan menerima data dalam waktu yang bersamaan.

Berikut ini merupakan gambar aliran data dari PC sebagai master station (MS) dan PLC sebagai *controller/hardware* akuisisi data pada plant.



Gambar 12. Aliran data

Setting Parameter PC Sebagai Master Station

Pada dasarnya PC/Laptop telah mendukung komunikasi *via* USB. Sehingga tidak ada yang banyak diseting pada PC untuk berkomunikasi dengan PLC. Namun demikian dengan catatan driver PLC OMRON harus sudah terinstall dan tidak mengalami *corrupt file driver*. Driver ini sudah terinstal secara otomatis ketika awal PLC dihubungkan ke PC.

Memory Assignment

Memory dibutuhkan untuk menyimpan nilai dari data-data yang diberikan MS ke RTU ataupun sebaliknya dan sebagai tempat parameter dan *variable control* yang akan berubah-ubah ataupun stabil nilainya pada saat *control system control* bekerja. Maka dari itu dibutuhkan beberapa memory diantaranya.

Pengalamatan I/O PLC

Tabel1. Pengalamatan *input digital* CJ1W ID211

No	Komponen	Addressing	Fungsi
1	Manual Genset 1	0	Selector menghidupkan genset 1 secara manual
2	Remote Genset 1	0.01	Selector menghidupkan genset 1 secara remote
3	Start Genset 1	0.02	Menghidupkan genset 1
4	Stop Genset 1	0.03	Mematikan genset 1
5	Kontaktor On	0.04	Kontaktor genset 1 dalam keadaan On
6	Kontaktor Off	0.05	Kontaktor genset 1 dalam keadaan Off
7	Tegangan Up	0.06	Menaikan nilai tegangan pada genset 1
8	Tegangan Down	0.07	Menurunkan nilai tegangan pada genset 1
9	Servo Up Genset 1	0.08	Menaikan nilai frekuensi / putaran genset 1
10	Servo Down Genset 1	0.09	Menurunkan nilai frekuensi / putaran genset 1
11	Emergency Genset 1	0.1	Menonaktifkan Sistem Genset 1 secara keseluruhan
12		0.11	
13		0.12	
14		0.13	

15		0.14	
16	Battery Genset 1	0.15	Indikator naik/turunnya battery
17	Manual Genset 2	1	Selector menghidupkan genset 2 secara manual
18	Remote Genset 2	1.01	Selector menghidupkan genset 2 secara remote
19	Start Genset 2	1.02	Menghidupkan genset 2
20	Stop Genset 2	1.03	Mematikan genset 2
21	Kontaktor On Genset 2	1.04	Kontaktor genset 2 dalam keadaan On
22	Kontaktor Off Genset 2	1.05	Kontaktor genset 2 dalam keadaan Off
23	Tegangan Up Genset 2	1.06	Menaikan nilai tegangan pada genset 2
24	Tegangan Down Genset 2	1.07	Menurunkan nilai tegangan pada genset 2
25	Servo Up Genset 2	1.08	Menaikan nilai frekuensi / putaran genset 2
26	Servo Down Genset 2	1.09	Menurunkan nilai frekuensi / putaran genset 2
27	Emergency Genset 2	1.1	Menonaktifkan Sistem Genset 2 secara keseluruhan
28		1.11	
29		1.12	
30		1.13	
31	PLN On	1.14	Indikator sumber PLN menyala
32	Battery Genset 2	1.15	Indikator naik / turunnya battery

Tabel 2. Pengalamatan *output digital* CJ1W OD211 dan OC211

No	Komponen	Addressing	Fungsi
1	Frekuensi Up Genset 1	02.00	Menaikan Gas / Frekuensi Genset 1
2	Fuel On Genset 1	02.01	Indikator Genset 1 Stanby
3	Stater Genset 1	02.02	Menghidupkan Genset 1
4	Eksistasi Genset 1	02.03	Menstabilkan Tegangan Genset 1
5	Frekuensi Down	02.04	Menurunkan Gas /

Genset 1				Frekuensi Genset 1
6	Frekuensi Up Genset 2	02.11		Menaikan Gas / Frekuensi Genset 2
7	Fuel On Genset 2	02.12		Indikator Genset 2 Stanby
8	Stater Genset 2	02.13		Menghidupkan Genset 2
9	Eksitasi Genset 2	02.14		Menstabilkan Tegangan Genset 2
10	Frekuensi Down Genset 2	02.15		Menurunkan Gas / Frekuensi Genset 2
11	Kontaktor Genset 1	03.00		Menjalankan Kontaktor Genset 1
12	Kontaktor Genset 2	03.01		Menjalankan Kontaktor Genset 2
13	Kontaktor PLN	03.02		Menjalankan Kontaktor PLN
14	Solenoid Genset 1	03.03		Menjalankan Solenoid Genset 1
15	Solenoid Genset 2	03.05		Menjalankan Solenoid Genset 2

Tabel 3. Pengalamatan *input analog* pada PLC CJ1M CPU21 AD081-V1

No	Komponen	Addressing	Fungsi
1	Sensor Proximity Genset 1	2081	Mensensing Putaran Genset 1
2	Sensor Tegangan Genset 1	2082	Mensensing Tegangan Genset 1
3	Sensor Proximity Genset 1	2083	Mensensing Putaran Genset 2
4	Sensor Arus Genset 1	2084	Mensensing Arus Genset 1
5	Sensor Ultrasonik Genset 1	2085	Mensensing Level Bahan Bakar Genset 1
6	Sensor Tegangan Genset 2	2086	Mensensing Tegangan Genset 2
7	Sensor Ultrasonik Genset 2	2087	Mensensing Level Bahan Bakar Genset 2
8	Sensor Arus Genset 2	2088	Mensensing Arus

Genset 2			
----------	--	--	--

Table 4 . Pengalamatan *output analog* CJ1W DA041

No	Komponen	Addressing	Fungsi
1	Eksitasi Genset 1	2091	Mengatur Tegangan Genset 1
2	Eksitasi Genset 2	2092	Mengatur Tegangan Genset 2

IV. PENGUJIAN DAN ANALISA

Pengujian *Automatic Transfer Swtich – Automatic Main Failure*

Pada pengujian *Automatic Transfer Switch – Automatic Main Failure* ini dapat dilihat perpindahan interlock switch antara PLN dan Genset.

Pengujian Beban Pada Genset

Pada pengujian beban ini akan dilihat perubahan yang terjadi pada parameter pada genset yaitu tegangan, frekuensi dan level bahan bakar. Berikut tabel hasil pengujian :

Tabel 5. 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 %

Pada pengujian tabel diatas dapat diketahui bahwa rata-rata prosentase error pengujian adalah 1,06%.

Tabel 6. 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	7 CM	0 %
4	8 CM	7 CM	0,8 %
5	9 CM	8 CM	0,8 %

Pada pengujian tabel diatas dapat diketahui bahwa rata-rata prosentase error pengujian adalah 0,64 %.

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	49Hz	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 %

Pada pengujian tabel diatas dapat diketahui bahwa rata-rata prosentase error pengujian adalah 0,97 %.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari serangkaian kegiatan selama melakukan pembuatan, pengujian sampai pengukuran tentang sistem Automatic Transfer Switch - Automatic Main Failure dan pengendalian beban, maka penulis dapat mengambil beberapa hal yang dapat dijadikan kesimpulan dan saran untuk pengembangan di masa yang akan datang.

Kesimpulan

Dari perancangan ini dapat disimpulkan bahwa :

1. Pemrograman Automatic Transfer Switch – Automatic Main Failure pada program CX-Programmer pada PLC Omron CJ1M CPU21 mempermudah user untuk mengetahui proses perpindahan antara switch PLN dan Genset melalui program pada Ladder Diagram Programmable Logic Control (PLC) Omron CJ1M CPU21 melalui komputer atau laptop.
2. Sistem pengontrolan dan pengendalian beban genset melalui pembacaan sensor oleh program CX-Programmer pada PLC Omron CJ1M CPU21 maka dapat dinilai baik. Hal ini dikarenakan prosentase error pembacaan sensor tegangan sebagai aktuator sebesar 0,64 % masih dalam dalam kategori di 1% - 5%. Sedangkan prosentase error pembacaan sensor frekuensi sebesar 0,97 % dan sensor tegangan sebesar 1,06 %. Dari ketiga pembacaan sensor dapat dijadikan data untuk mengetahui ke akuratan data yang masuk ke dalam PLC.
3. Dengan pengoperasian genset secara manual melalui panel atau remote melalui program CX-Programmer pada PLC Omron CJ1M CPU21 melalui PC maka user akan mudah dalam menggunakan serta mampu menganalisis masalah yang ada dalam sistem kontrol genset tersebut baik program maupun hardware, selain itu dengan sistem ini dapat dijadikan media pembelajaran bagi mahasiswa lain atau orang yang belum pernah mengoperasikan.

Saran

Berikut ini beberapa saran yang dapat penulis berikan untuk hal-hal pengembangan dari sistem yang sudah dirancang ini:

1. Pengontrolan dan pengendalian Automatic Transfer Switch – Automatic Main Failure perlu diadakan pengujian yang lebih detail dengan program yang lebih sederhana dan mudah supaya di dapatkan hasil yang lebih baik, akurat, dan mudah dipahami.
2. Berdasarkan hasil pembacaan program CX-Programmer terhadap sensor tegangan, frekuensi, dan level bahan bakar. Masih ada banyak kelemahan yaitu : pembacaan sensor oleh PLC kurang sensitif dan cenderung lambat, pengujian harus diulang – ulang supaya mendapatkan hasil data yang akurat, dan penggunaan software CX-Programmer yang masih bersifat khusus untuk PLC Omron CJ1M CPU21.
3. Melakukan peningkatan sistem Automatic Transfer Switch – Automatic Main Failure dengan pengontrolan dan pengendalian berbasis web atau android.

DAFTAR PUSTAKA

- Rijono, Yon.(2010). *Dasar Teknik Tenaga Listrik*
 Setiawan, Iwan.(2006). *Programmable Logic Control (PLC) dan Teknik Perancangan Sistem Kontrol*. Yogyakarta : ANDI
 Omron. (2005). *CJ1M Unit Operation Manual*. Kyoto : Omron Corporation
 Omron. (2007). *CJ1M Programming Manual*. Kyoto : Omron Corporation
 Budiyanto, M., A. Wijaya. (2003). *Pengenalan Dasar – Dasar PLC*. Yogyakarta : Gava Media
 Siswoyo. (2008). *Perancangan ATS – AMF*. Bandung : Angkasa
<http://insanscreative.indonetwork.co.id/2541933/automatic-main-failure-amf-automatic-transfer-switch-ats-ats.html>