

RANCANG BANGUN PANEL *AUTOMATIC TRANSFER SWITCH (ATS)* DAN *AUTOMATIC MAIN FAILURE (AMF)* KAPASITAS 66 KVA

Deni Hendarto¹, Rozali²

¹*Dosen Tetap Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Ibn Khaldun Bogor. Jl. KH Sholeh Iskandar km 2 Bogor. Kode Pos 16162*

²*Mahasiswa Program Sarjana Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Ibn Khaldun Bogor. Jl. KH Sholeh Iskandar km 2 Bogor. Kode Pos 16162*

Email: deni.hendarto@ft.uika-bogor.ac.id

ABSTRAK

RANCANG BANGUN PANEL *AUTOMATIC TRANSFER SWITCH (ATS)* DAN *AUTOMATIC MAIN FAILURE (AMF)* KAPASITAS 66 KVA. Telah dilakukan penelitian tentang rancang bangun *Automatic Transfer Switch (ATS)* - *Automatic Main Failure (AMF)* untuk gedung dengan kapasitas daya listrik terpasang 66 kVA. Untuk memfasilitasi peralihan beban listrik dari PLN ke Genset dan sebaliknya diperlukan panel ATS-AMF. Panel ini berfungsi mengalihkan daya listrik secara otomatis dari PLN ke Genset ketika sumber listrik dari PLN mengalami pemadaman. Tahapan dalam rancang bangun panel ini meliputi pabrikasi panel ATS/AMF, penentuan komponen-komponen untuk panel, proses perakitan komponen, dan perakitan box panel. Kesimpulan yang diperoleh adalah diperoleh hasil rancang bangun box panel ATS/AMF berkapasitas 66 kVA, 380 V, 50 Hz berbasis modul Modul Datakom DKG 207 yang didukung dengan sistem operasi secara manual dan otomatis. Untuk pengoperasian Modul Datakom DKG 207, disetting 2 detik genset akan nyala sesaat setelah pasokan dari PLN padam dan akan langsung mensuplai energi listrik setelah 6 detik setelah genset running. Genset akan lepas dari sistem sesaat setelah PLN kembali normal, genset akan standby selama 3 menit, cooling down, lalu genset berhenti (mati/stop.).

Kata Kunci: box panel, modul datakom DKG 207, genset

1. PENDAHULUAN

PLN sebagai sumber utama listrik pada suatu bangunan atau gedung tidak selamanya kontinu dalam penyalurannya sehingga dibutuhkan generator set (genset) sebagai back-up suplai utama (PLN). Sebagai kontrol kapan genset mengambil alih suplai tenaga listrik ke beban ataupun sebaliknya maka diperlukan sistem kontrol otomatis tersebut biasanya disebut *Automatic Transfer Switch (ATS)* - *Automatic Main Failure (AMF)* atau sistem interlok PLN – Genset [1].

Untuk memfasilitasi peralihan beban listrik dari PLN ke Genset dan sebaliknya perlu dirancang bangun panel ATS-AMF. Panel ini berfungsi mengalihkan daya listrik secara otomatis dari PLN ke Genset ketika sumber listrik dari PLN mengalami pemadaman. Seperti pada umumnya panel ATS-AMF, sistem interlok PLN - Genset memiliki dua mode operasi transfer atau pemindahan beban yaitu secara manual dan otomatis. Sedangkan fungsi utama saat operasi otomatis ATS-AMF sebagai kontrol utama *emergency power* yaitu memonitoring dan sensing catu daya utama (PLN), jika PLN mengalami pemadaman maka modul ini akan memberikan perintah kepada genset untuk melakukan starting dan monitoring melalui

sensing genset, apabila genset telah starting dan running maka modul ini akan memonitoring kualitas energi listrik yang dihasilkan oleh genset. Adapun tujuan penelitian ini adalah 1) diperoleh hasil rancangan dan pengawatan panel dan 2) diperoleh hasil pen-setting-an pada modul AMF.

2. TATA KERJA/METODE PENELITIAN

2.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan selama pada bulan Januari hingga April 2015. Adapun penelitian ini dilakukan di Workshop yang berada di PT Petrodrill Manufaktur Indonesia yang berlokasi di Kawasan Industri Dawuan Cikampek Jawa Barat.

2.2 Bahan dan Alat

Alat dan bahan yang digunakan dalam merancang bangun Panel ATS/AMF ini sebagaimana tercantum dalam Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1 Alat dan bahan untuk rancang bangun Panel ATS/AMF

No.	Nama Alat/Komponen dan Bahan	Jumlah
1	Panel Box, 60x70x20 cm	1
2	Circuit Breaker 3 Fase	1
3	MCCB, 3 pole, 380/415 V, 36 kA, SCHENEIDER	1
4	Magnetic Contactor Telemekanik, 3 Fase, 220 V Coil, 1NO/1NC LC1D80	2
5	Thermal Overload Telemekanik, 80-104A LRD3365	2
6	2 Position Selector Switch Nonillum, STD Knob Main, Contact	1
7	Lampu Indikator 220 Vac	8
8	Amperemeter 3 Fase CT, Analog AC Amperemeter 96x96, D-500V, 3 Pole C/W, CT	3
9	Voltmeter, GAE 0 - 500 V	1
10	Frequencymeter Analog Freq. Meter 96x96, 50Hz, 3 pole	1
11	Terminal Block Rail Type 600V, 8mm TR30 Kasuga 50A	1
12	Kabel AWG4/25 mm	1
13	Kabel AWG14/1.5mm	1
14	Kabel Scun 25mm	50
15	Kabel Scun 4mm	100
16	Emergency Shutdown Switch, Allen Bradley	1
17	Fuse, Bussman 13/32 x 0,5 Inc	5
18	MCB 63A 3 Pole Schneider	2
19	Rel MCB	2
20	Rotary Switch Voltmeter	1
21	Module AMF Datacom DKG-207	1
22	Software Module AMF DKG-207	1
23	Omron Timmer Relay, H3CR-AB, 100-240 V, 50/60 Hz, 5 A	1
24	Battery Charger, SPC Standard; Input: 220 Vax, 50 Hz, Output: 12 Vdc/24 Vdc, 5 A	1

2.3 Metode Penelitian

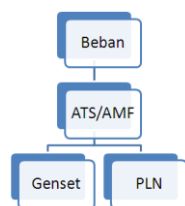
Metode penelitian menjelaskan langkah-langkah yang dilakukan untuk perolehan tujuan penelitian. Adapun tahapan dalam penelitian ini adalah:

2.3.1 Perancangan Gambar Box Panel ATS/AMF dan Pengawatan

Perancangan dan pembuatan sistem kontrol ATS dan AMF meliputi perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras merupakan tahapan pekerjaan proses produksi pembuatan panel dan persiapan peralatan dan perlengkapan yang dibutuhkan pada panel AMF. Selain itu dibuat juga gambar perancangan pengawatan pada panel AMF. Sedangkan perangkat lunak merupakan pekerjaan instalasi dan pengaturan setting pada software AMF agar sistem kontrol dapat beroperasi sesuai settingan yang telah ditentukan.

Setelah dibuat desain panel dan gambar diagram segaris untuk panel AMF, selanjutnya dilakukan pekerjaan pengawatan pada AMF. Tahap pekerjaan pengawatan pada AMF ini meliputi pekerjaan mengintegrasikan dan mengkoneksi semua peralatan dan komponen-komponen yang terdapat pada AMF agar sistem kontrol yang direncanakan agar dapat berfungsi dengan baik.

Pengawatan dilakukan harus sesuai dengan perancangan atau desain gambar yang telah dibuat dan dirancang sebelumnya. Desain gambar rancangan dipergunakan untuk panduan dalam melakukan pengawatan. Hal ini dilakukan untuk memastikan AMF dapat disetting/diprogram pada tahap selanjutnya. Pada Gambar 1 memperlihatkan blok diagram posisi ATS/AMF terhadap beban dan sumber listrik.



Gambar 1 Blok Diagram Panel ATS/AMF

2.3.2 Penentuan Peralatan dan Bahan untuk panel AMF

Penentuan peralatan dan bahan untuk panel AMF diperlukan agar sesuai dengan rancangan yang telah dibuat. Selain itu peralatan dan bahan yang akan digunakan harus sesuai dengan kapasitas dan fungsinya. Sehingga dalam tahap pengawatan tidak mengalami kesulitan.

Untuk menentukan kapasitas panel harus diketahui MCCB dan *magnetic contactor* pada PLN dan Generator. Kapasitas arus pada MCCB diperoleh dengan cara mengetahui daya terpasang dan daya beban untuk menentukan besar arus pada MCCB pada Panel ATS/AMF.

Untuk menghitung nilai arus MCCB yang dibutuhkan oleh panel digunakan persamaan daya, dengan perhitungan sebagai berikut: Diketahui daya terpasang pada gedung sebesar 66 kVA dengan faktor daya 0,8 maka daya beban sebesar 52800 Watt, sehingga besarnya arus,

$$I = \frac{P}{\sqrt{3}VCos\phi}$$

$$I = \frac{52800}{\sqrt{3}x380x0,8}$$

$$I = \frac{52800}{525}$$

$$I = 100A$$

Jadi arus beban yang digunakan pada panel ATS /AMF adalah sebesar 100 ampere.

2.3.3 Pabrikasi Box Panel ATS/AMF

Proses pembuatan box panel terdiri atas cutting plat, welding, dan painting. Proses cutting plat dimulai pemotongan plat sesuai dengan ukuran pada gambar disain box panel. Setelah pemotongan plat dilakukan, dilanjutkan dengan proses welding untuk membangun box panel sesuai dengan gambar disain yang direncanakan. Selanjutnya box panel yang telah selesai dicutting dan welding dilakukan painting. Painting merupakan pekerjaan finishing pada proses pabrikasi box panel.

2.3.4 Pengawatan dan Pemrograman AMF

Setelah panel genset dirancang, langkah selanjutnya adalah pengawatan sesuai dengan gambar pengawatan yang telah dibuat. Pengawatan merupakan tahap akhir sebelum dilakukan pemrograman/penyetingan pada modul ATS/AMF. Setelah tahap pengawatan selesai, hal yang dilakukan berikutnya adalah penyetingan/pemrograman pada beberapa parameter yang ada di dalam modul ATS/AMF. Penyetingan tersebut meliputi *set point*, *outputs*, dan *input*. Konfigurasi dan parameter yang dilakukan penyetingan pada modul AMF terdiri atas *basics setting*, *engine parameters and protections*, *generator protections*, dan *AMF settings*. Luas penampang kabel yang digunakan pada pengawatan panel sebagaimana tercantum dalam Tabel 2 di bawah ini:

Tabel 2 Luas penampang penghantar

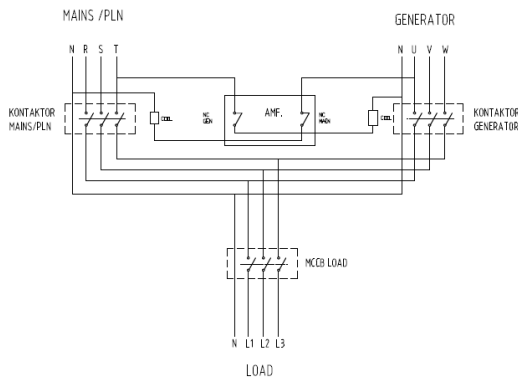
Penampang penghantar mm ²	Kemampuan Hantar Arus (A)					
	PLN		Generator		Load	
	Jumlah	Kuat Arus	Jumlah	Kuat Arus	Jumlah	Kuat Arus
25	6	108	6	108	6	108
1.5		19		19		19

3. HASIL DAN BAHASAN

3.1 Gambar Perancangan dan Pengawatan Panel ATS/AMF

ATS (*Automatic Transfer switch*) adalah alat yang berfungsi untuk memindahkan koneksi antara sumber tegangan listrik satu dengan sumber tegangan listrik lainnya secara otomatis atau disebut *Automatic COS (Change Over Switch)*, sedangkan *AMF (Automatic Main Failure)* berfungsi untuk menyalakan mesin genset jika beban yang dilayani kehilangan sumber energi listrik utama yaitu PLN. Dengan demikian fungsi utama panel ATS/AMF adalah menyalakan genset jika sumber listrik utama PLN mati dan menghubungkan daya/listrik dari genset terhadap beban secara otomatis.

ATS - AMF SCHEMATIC



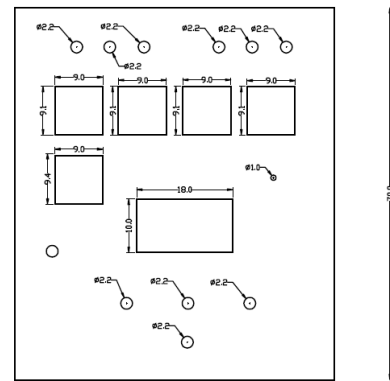
Gambar 2 Skema pengawatan pada Panel ATS/AMF

Alat berupa ATS/AMF ini terletak dalam suatu panel berbentuk kotak yang dirancang khusus untuk menyimpan komponen-komponen penting dalam pengendalian perpindahan koneksi sumber tegangan listrik. Box panel yang telah dirancang bangun memiliki dimensi lebar 60 cm, panjang 70 cm, dan tebal 20 cm. Box panel ATS/AMF ini terbuat dari pelat berbahan *carbon steel* dengan tebal 3 mm. Panel ATS/AMF dirancang dengan kapasitas 66 kVA dengan modul Datacom DKG 207.

Box panel yang telah dirancang bangun ini akan dipasang dengan Genset berkapasitas 75 kVA, 380 V, dan 50 Hz. Besarnya kapasitas genset diperoleh dengan cara menambah 15% dari daya yang terpasang pada gedung yaitu 66 kVA. Dalam

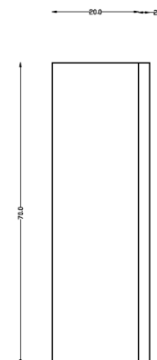
pengoperasiannya, panel ATS/AMF ini dilengkapi dengan sistem manual dan otomatis.

Pada Gambar 2 memperlihatkan disain box panel ATS/AMF tampak depan. Dalam gambar tersebut panel diperlihatkan pada posisi tampak depan, tampak samping, dan tampak atas. Pada panel tampak depan dipasang indikator untuk parameter tegangan, arus, dan frekuensi. Untuk itu dipasang panel voltmeter, ampere meter dan frekuensi meter. Selain itu juga dilengkapi dengan lampu indikator indikator untuk kondisi genset atau generator aktif digunakan lampu berwarna merah. Untuk mengaktifkan lampu indikator tersebut harus melalui *main auto selector switch*. Sedangkan untuk indikator lampu pada kondisi fase utama terdiri atas warna merah, kuning, dan hijau.



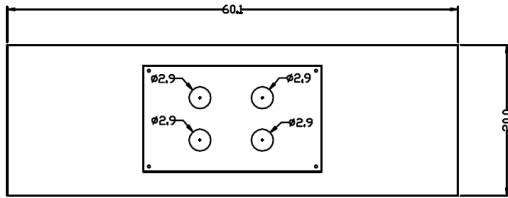
Gambar 3 Disain Box Panel tampak depan

Pada Gambar 3 menunjukkan disain box panel tampak samping. Box panel ini memiliki ketebalan 20 cm dan dilengkapi dengan pintu panel dengan ketebalan 2 mm.



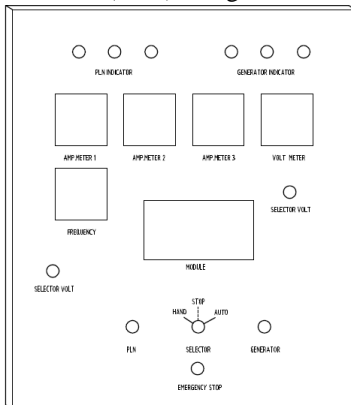
Gambar 4 Disain Box Panel tampak samping

Pada Gambar 4 memperlihatkan disain box panel ATS/AMF tampak bawah. Pada bagian bawah panel ini disediakan 4 lubang dengan diameter 2,9 cm untuk penempatan *gland cable*. *Gland cable* pada panel ini dipergunakan untuk saluran kabel input dan output pada panel ATS/AMF.



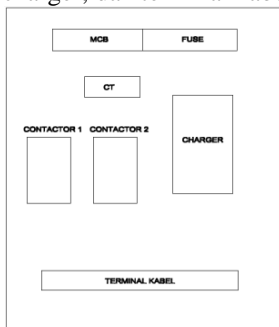
Gambar 5 Disain Box Panel tampak bawah

Pada Gambar 5 memperlihatkan disain lay out bagian depan luar pada box panel ATS/AMF. Pada gambar tersebut tampak kotak yang dipergunakan untuk penempatan alat ukur berupa panel voltmeter, ampere meter dan frekuensi meter. Terdapat 3 panel indikator ampere meter dan masing-masing 1 panel indikator untuk voltmeter dan frekuensi meter. Sedangkan bentuk yang bulat untuk lampu indikator, selektor switch dan emergency stop switch. Terdapat 8 lampu indikator, yaitu 6 indikator tegangan yang aktif atau beroperasi. Untuk 3 lampu untuk mengindikasikan tegangan yaitu berwarna merah, kuning, dan hijau. Ketiga lampu indikator ini digunakan untuk memonitor tegangan R, S, dan T dari sumber utama (PLN) dan generator set.



Gambar 6 Disain Lay Out bagian luar pada Box Panel

Pada Gambar 6 memperlihatkan disain lay out bagian dalam pada box panel ATS/AMF. Pada bagian dalam panel terdiri atas komponen-komponen berupa MCB terdiri atas 1 fase dan 3 fase, 6 pcs fuse, 3 unit *Current Transformer (CT)*, 2 unit *magnetic contactor*, 2 unit *thermal overload relay*, 1 unit charger, dan terminal kabel.



Gambar 7 Disain Lay Out bagian luar pada Box Panel

3.1.1 Pabrikasi Panel ATS/AMF

Pada proses pabrikasi terdiri atas 3 tahapan pekerjaan, yaitu pekerjaan pemotongan plat (*Cutting plat*), pengelasan (*Welding*), dan pengecatan (*Painting*).

1. *Cutting plat*/Pemotongan Plat untuk bahan panel

Pada pekerjaan ini dilakukan pemotongan plat sesuai dengan gambar disain yang telah ditetapkan. Pada Gambar 8 memperlihatkan hasil pemotongan plat pada pekerjaan *cutting plat*. Dalam pekerjaan ini dihasilkan 2 potongan plat dengan ukuran 60 cm x 70 cm untuk bagian depan dan belakang, 2 potongan plat berukuran 20 cm x 70 untuk bagian samping, dan plat dengan ukuran 20 cm x 60 cm untuk bagian atas dan bawah panel.



Gambar 8 Contoh hasil pemotongan plat

2. *Welding*/Pengelasan

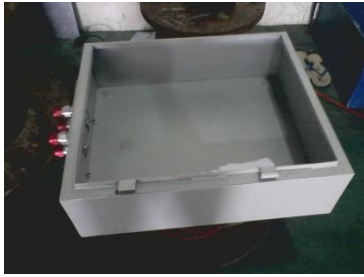
Pada pekerjaan *welding*/pengelasan merupakan proses menyatukan plat-plat menjadi suatu kotak. Penyatuan plat-plat menjadi box panel sesuai dengan gambar rancangan yang telah dibuat. Pada Gambar 8 memperlihatkan hasil penyatuan plat-plat yang telah dipotong menjadi box panel hasil proses pengelasan.



Gambar 9 Box panel hasil proses welding

3. *Painting*/Pengecatan box panel

Pekerjaan pengecatan box panel dilakukan setelah pekerjaan pemotongan dan pengelesan selesai. Pekerjaan pengecatan ini membutuhkan waktu sekitar 3 hari, dimulai dengan persiapan, pengecatan, dan pengeringan. Pada Gambar 10 memperlihatkan box panel yang telah selesai dicat dan dikeringkan.



Gambar 10 Box panel setelah proses pengecatan

3.1.2 Komponen-Komponen Pada Panel ATS/AMF

Komponen-komponen yang digunakan dalam rancang bangun box panel ATS/AMF dengan kapasitas daya 66 kVA terdiri atas 2 kelompok komponen, yaitu komponen kontrol dan komponen daya.

Untuk komponen kontrol terdiri atas:

1) Fuse

Salah satunya pengaman sistem daya yang digunakan dalam box panel ini adalah fuse (sekering). Fungsi fuse adalah mengamankan peralatan atau instalasi listrik dari gangguan hubung singkat. Fuse yang digunakan memiliki spesifikasi 2,5 A Bussman. Pada Gambar 10 memperlihatkan fuse 2,5 A yang digunakan pada panel 66 kVA.



Gambar 11 Fuse 2 A

2) Kontroler

Pada suatu sistem yang bekerja otomatis dibutuhkan suatu komponen atau alat utama yang berperan penting dalam sistem pengontrolan, yaitu kontroler. Kontroler merupakan otak pada suatu sistem kontrol. *Programmable Logic Controller (PLC)* merupakan suatu sistem pengontrol berbasis mikroprosesor yang memanfaatkan memori yang dapat diprogram untuk menyimpan instruksi-instruksi dan untuk mengimplementasikan fungsi-fungsi semisal logika, pewaktuan (*timing*), pencacahan (*counting*) dan aritmatika guna mengontrol peralatan dan proses.

Dalam perkembangannya PLC saat ini diproduksi dalam berbagai fungsi dan bentuk yang lebih modern dan mudah. Salah satu modul PLC yang diproduksi oleh salah satu produsen dan digunakan pada rancang bangun

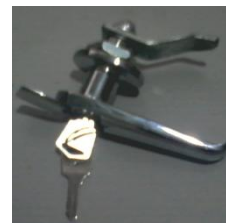
ATS/AMF ini adalah Datacom DKG 207 dan dapat dilihat pada Gambar 12 di bawah ini. Pada gambar tersebut memperlihatkan antar muka modul AMF yang berbasis PLC yang dikhususkan untuk sistem transfer suplai daya.



Gambar 12 Antarmuka Modul AMF

3) Lock Door Panel

Pintu panel merupakan bagian yang penting pada box panel. Pintu ini berfungsi untuk melindungi peralatan yang ada di dalam panel. Untuk itu box panel harus dilengkapi dengan pintu panel yang dilengkapi dengan *Lock Door*. Pada Gambar 13 memperlihatkan *Lock Door* yang digunakan untuk box panel ATS/AMF sebagai sistem pengaman pada panel tersebut.



Gambar 13 Lock Door

4) Tombol tekan (*Emergency Stop Switch*)

Tombol tekan atau biasa disebut saklar On/Off banyak digunakan sebagai penghubung atau pemutus rangkaian kontrol. Tombol tekan ini memiliki dua kontak, yaitu NC dan NO. NC artinya saat saklar tidak digunakan maka satu kontak terhubung *Normally Close* dan satu kontak lainnya *Normally Open*. Ketika kontak ditekan secara manual kondisinya berbalik posisi menjadi NO dan NC. *Lock Door* diperlihatkan pada Gambar 14.



Gambar 14 Lock Door

5) Voltmeter Selector Switch

Selector switch merupakan alat yang digunakan untuk memilih proses kerja. Prinsip kerja selector switch ini adalah menyambungkan rangkaian sesuai dengan

yang ditunjuk oleh tangkai pada selector. Terdapat banyak tipe selector, diantaranya adalah *Voltmeter Selector Switch*. Selector jenis ini digunakan untuk menentukan tegangan yang mana yang akan digunakan sesuai kebutuhan. Pada Gambar 15 memperlihatkan *Voltmeter Selector Switch* yang pada box panel hasil rancang bangun ini.



Gambar 15 *Voltmeter Selector Switch*

6) *Main Auto Selector Switch*

Main Auto Selector Switch pada box panel ini merupakan saklar selector yang berfungsi untuk memilih sistem yang digunakan secara manual atau secara otomatis. Jika sistem bekerja secara manual, maka operator yang menentukan sumber daya listrik utama dari mana yang akan digunakan, sumber dari PLN atau dari genset. Namun jika sistem otomatis yang dipilih maka panel bekerja secara otomatis yang dikontrol oleh AMF. Pada Gambar 14 memperlihatkan komponen berupa *Main Auto Selector Switch*. Selector utama ini memiliki 3 posisi yaitu On – Off – On atau *Manual – Off – Automatic*.



Gambar 16 *Main Auto Selector Switch*

7) *Push Button Start*

Push Button Start merupakan tombol tekan yang digunakan untuk memulai operasi pada panel yang bekerja secara manual. Tombol ini disediakan untuk mengaktifkan sistem panel yang bersumber dari PLN ataupun dari genset. *Push Button Start* ini berwarna hijau, seperti yang diperlihatkan pada Gambar 17 di bawah ini.

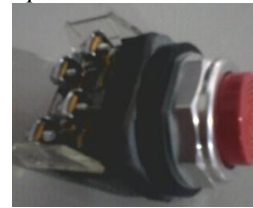


Gambar 17 *Push Button Start*

8) *Push Button Stop*

Push Button Stop merupakan tombol tekan yang digunakan untuk mematikan atau

memutuskan rangkaian pada panel. Tombol ini berwarna merah dan terdapat pada sistem bersumber dari PLN dan Genset. Pada Gambar 18 memperlihatkan komponen *Push Button Stop*.



Gambar 18 *Push Button Stop*

Sedangkan untuk komponen daya terdiri atas:

1) MCCB

MCCB atau *Moulded Case Circuit Breaker* merupakan alat yang berfungsi sebagai pengaman terhadap arus hubung singkat dan arus beban lebih. MCCB memiliki rating arus yang relatif tinggi dan dapat diatur/setting sesuai kebutuhan. MCCB memiliki spesifikasi sebagai berikut:

Ue (tegangan kerja)= 250 V dan 660 V; Ie (arus kerja)= 100 A – 2500 A; Icn (kapasitas arus pemutusan)= 12 kA – 200 kA. MCCB yang digunakan dalam panel ini adalah MCCB 3 pole, 380/415V, 36 kA produk dari SCHNEIDER.

Pada Gambar 19 memperlihatkan *Moulded Case Circuit Breaker* yang digunakan pada box panel ATS/AMF.



Gambar 19 *Moulded Case Circuit Breaker*

2) MCB 1 Fase dan 3 Fase

MCB (Miniature Circuit Breaker) merupakan alat listrik yang digunakan untuk membatasi arus sekaligus sebagai pengaman dalam suatu instalasi listrik. MCB berfungsi sebagai pengaman hubung singkat (konsleting) dan juga berfungsi sebagai pengaman beban lebih. MCB akan secara otomatis dengan segera memutuskan arus apabila arus yang melewatinya melebihi dari arus nominal yang telah ditentukan pada MCB tersebut. Pada Gambar 20 memperlihatkan *MCB (Miniature Circuit Breaker)*



Gambar 20 MCB (*Miniature Circuit Breaker*)

3) *Gland Cable*

Gland Cable merupakan salah satu jenis kabel di untuk memisahkan dua ruangan yang berbeda statusnya, satu ruang yang berstatus sebagai area hazardous/berbahaya dan satu area lagi sebagai area biasa/tidak berbahaya. Sehingga di perlukan isolasi udara diantara kedua ruangan.

Beberapa alasan mendasar mengapa kabel gland di perlukan dalam instalasi kabel pada box panel ATS/AMF.

- a) Agar kabel tidak bergerak/diam dalam kondisi apapun sehingga menghindari kelecetan/cacat pada kulit kabel.
- b) Untuk memastikan kabel aman karena di lindungi oleh lapisan khusus dalam kabel gland.
- c) Untuk memastikan grounding yang lebih baik/sempurna antara armour kabel dan box peralatan.
- d) Untuk mengisolasi udara antara ruang dalam box dan udara luar sehingga tidak ada kemungkinan kebakaran yang diakibatkan oleh sirkuit/terminasi di dalam box/peralatan memicu kebakaran di luar box/peralatan.

Penggunaan *Gland Cable* sesuai dengan BS EN60079-14. BS EN60079-14 adalah standarisasi yang membahas tentang *Explosive atmospheres Electrical installations design, selection and erection* yang mendiskripsikan tentang Exsplosive/ledakan, peralatan listrik, perlindungan peralatan listrik, keselamatan listrik, klasifikasi daerah berbahaya (untuk peralatan listrik), Instalasi listrik, Desain, Zona 0 area berbahaya, Zona 1 area berbahaya, Zona 2 daerah berbahaya, sistem klasifikasi, Suhu, sistem kabel listrik, kabel listrik, jaringan listrik, Sirkuit, perlindungan Overload, pembumian/grounding, Tegangan, perlindungan listrik tipe c, perlindungan peralatan listrik tipe d, perlindungan peralatan listrik tipe e dan verifikasi. Pada Gambar 21 memperlihatkan *Gland Cable*.



Gambar 21 *Gland Cable*

4) *Magnetic Contactor dan Overload Relay*

Magnetic kontaktor (MC) adalah saklar listrik yang bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik dan bekerja secara magnetis dalam memutus dan menghubungkan daya yang mana MC berfungsi sebagai pengendali motor maupun komponen listrik lainnya. Dengan magnetik kontaktor komponen yang terpasang akan lebih mudah untuk dikendalikan dibanding menggunakan sakelar biasa.

Relay dianalogikan sebagai pemutus dan penghubung seperti halnya fungsi pada tombol (*Push Button*) dan saklar (*Switch*), yang hanya bekerja pada arus kecil 1A - 5A, sedangkan kontaktor dapat dianalogikan juga sebagai sebagai *breaker* untuk sirkuit pemutus dan penghubung tenaga listrik pada beban. Pada kontaktor, selain terdapat kontak NO dan NC juga terdapat 3 buah kontak NO utama yang dapat menghubungkan arus listrik sesuai ukuran yang telah ditetapkan pada kontaktor tersebut. Misalnya 10A, 15A, 20A, 30A, 50 ampere dan seterusnya. Pada Gambar 20 memperlihatkan *Magnetic Contactor dan Overload Relay*. Spesifikasi MC ini adalah *Magnetic Contactor Telemekanik, 3 Phase, 220V Coil, 1 NO/NC LC1D80*. Untuk *Overload Relay* adalah *Thermal Overload Telemekanik, 80-104 A LRD3365*.



Gambar 22 *Magnetic Contactor dan Overload Relay*

5) *Current Transformer (CT)*

CT (Current Transformer) merupakan suatu komponen panel listrik dari bahan baja/metal dalam bentuk lingkaran (ring) atau gelang persegi dan tengahnya berlubang. Fungsi dari komponen panel listrik ini yaitu sebagai penurun arus dan atau tegangan pada box panel.

Untuk standar IEC, akurasi kelas untuk berbagai jenis pengukuran yang ditetapkan dalam IEC 60044-1, Kelas 0.1, 0.2s, 0.2, 0.5, 0.5s, 1, dan 3. Penunjukan kelas adalah ukuran perkiraan akurasi CT. Ratio (primer

ke sekunder saat ini) kesalahan CT kelas 1 adalah 1% pada arus pengenal; kesalahan rasio CT kelas 0.5 adalah 0,5% atau kurang. Kesalahan dalam tahap juga penting terutama dalam mengukur arus listrik, dan setiap kelas memiliki fase kesalahan maksimum untuk impedansi beban tertentu. Pada Gambar 23 memperlihatkan CT (*Current Transformer*) 300/5A.



Gambar 23 CT (*Current Transformer*) 300/5A

6) *Battery dan Charger*

Battery yang digunakan pada sistem otomatis Genset berfungsi sebagai sumber arus DC pada starting diesel dan sumber listrik agar modul AMF dapat beroperasi dengan baik.

Charger berfungsi untuk proses pengisian battery dengan mengubah tegangan PLN 220V atau dari generator itu sendiri menjadi 12/24 V menggunakan rangkaian penyearah. *Battery Charger* ini biasanya dilengkapi dengan pengaman hubung singkat (*Short Circuit*) berupa sekering/fuse.

7) *Terminal Block*

Terminal Block merupakan suatu alat kelengkapan dalam sistem pengawatan yang fungsinya sebagai penghubung antar kabel. Kabel yang masuk dan keluar dari box panel harus melalui Terminal ini. Berdasarkan kemampuan dalam menghantarkan arus terminal block ini terdiri atas 2 jenis, yaitu terminal block untuk 50 A dan *terminal block* untuk 100 A. Pada Gambar 24 memperlihatkan terminal block.



Gambar 24 Terminal Blok

8) *Alat Ukur*

Pada panel ATS/AMF hasil rancang bangun digunakan tiga jenis alat ukur untuk menunjukkan secara langsung besaran yang akan diketahui. Alat ukur tersebut adalah amperemeter, voltmeter, dan frekuensi meter. Amperemeter adalah alat yang digunakan untuk mengukur kuat arus listrik dalam rangkaian tertutup. Sehingga nilai arus baik sumber listrik utama dari PLN atau genset dapat diketahui. Pada panel ini digunakan tiga alat ukur ampere meter. Pada Gambar 25 memperlihatkan alat ukur amperemeter.



Gambar 25 alat ukur amperemeter

Voltmeter merupakan alat ukur untuk mengukur beda potensial dalam suatu rangkaian listrik. Nilai tegangan dapat diketahui sesuai dengan sumber listrik baik dari PLN maupun dari genset sesuai dengan sumber listrik yang sedang aktif atau beroperasi. Pada Gambar 26 memperlihatkan Voltmeter



Gambar 26 Voltmeter

Alat ukur yang ketiga adalah frekuensimeter. Frekuensimeter ini bekerja berdasarkan pada getaran mekanik sejumlah kepingan plat baja yang tipis membentuk lidah-lidah bergetar. Secara umum panel ini dilengkapi dengan masing-masing 1 unit voltmeter dan 1 unit frekuensi meter. Pada Gambar 27 di bawah ini memperlihatkan alat ukur frekuensimeter.



Gambar 27 Frekuensimeter

3.1.3 Proses Perakitan Komponen Panel ATS/AMF

Pada proses perakitan komponen Box Panel ATS/AMF dilakukan 2 tahap pekerjaan, yaitu pekerjaan perakitan komponen dan pekerjaan pengawatan.

1. Pekerjaan Perakitan

Pekerjaan perakitan komponen dilakukan dengan cara menempatkan komponen-komponen yang telah disiapkan pada posisi yang telah ditetapkan pada gambar disain dan disesuaikan dengan fungsi dan dimensi alat tersebut pada box panel. Pada Gambar 28

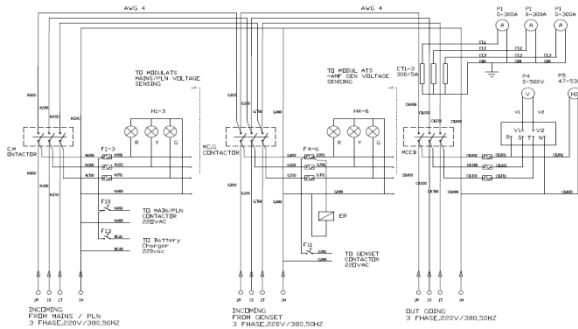
memperlihatkan beberapa komponen yang telah diletakkan dalam box panel.



Gambar 28 Penempatan komponen dalam box panel

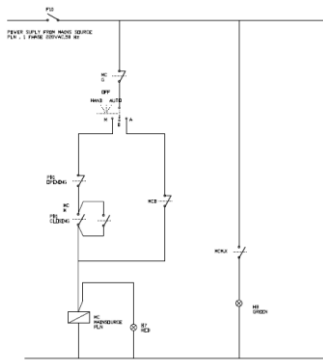
2. Pekerjaan Pengawatan

Pekerjaan pengawatan dilakukan dengan memperhatikan gambar disain. Pengawatan yang pertama yang dilakukan adalah untuk wiring diagram panel ATS/AMF seperti diperlihatkan pada Gambar 27 di bawah ini. Pada pengawatan tahap pertama ini digunakan kabel daya dengan spesifikasi kabel *American Wire Gauge (AWG4)* dengan ukuran sekitar 25 mm^2 .

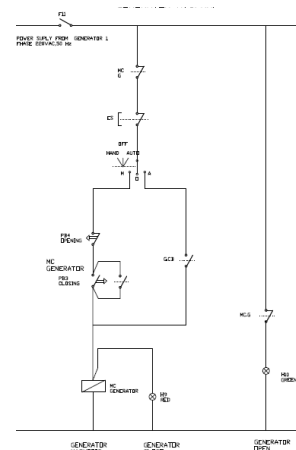


Gambar 29 Wiring Diagram Panel ATS/AMF

Pekerjaan pengawatan tahap kedua yang harus dilakukan adalah untuk kabel kontrol sesuai dengan gambar disain untuk pengawatan Kabel Control Main Source/PLN. Pada pengawatan tahap kedua ini digunakan kabel kontrol dengan spesifikasi kabel *American Wire Gauge (14AWG)* dengan ukuran sekitar 2 mm^2 . *American Wire Gauge (AWG)* merupakan standarisasi berdasarkan diameter kabel. Standar ini berdasarkan standar yang mengacu kepada standar Amerika Serikat yaitu ASTM B 258.



Gambar 29 Wiring Diagram Kabel Control Main Source/PLN



Gambar 30 Wiring Diagram Kabel Control Main Source Generator

3.1.4 Perakitan Box Panel ATS/AMF

Dalam proses perakitan box panel ATS/AMF, hal pertama yang harus diperhatikan adalah kapasitas genset yang akan digunakan sebagai sumber cadangan dalam sistem, sehingga pemilihan komponen-komponen yang akan digunakan pada ATS/AMF dapat dilakukan dengan pertimbangan teknis dan ekonomis.

Box yang dirancang berdimensi panjang 700 mm, lebar 625 mm (box 600 mm dan pintu 25 mm) dan tebal 200 mm. Box Panel ini terdiri atas box utama untuk penempatan komponen-komponen dalam dan pintu sebagai cover sekaligus sebagai peletakan peralatan interaksi dan pemantauan (monitoring). Pada Gambar 31 memperlihatkan hasil perakitan tahap awal box panel ATS/AMF.



Gambar 31 Box Panel ATS/AMF

Pada Gambar 31 memperlihatkan pemasangan jalur kabel sesuai penempatan komponen. Pemasangan jalur kabel dilakukan dengan memperhatikan tata letak komponen yang akan dipasang baik di dalam box utama maupun pada pintu box panel. Penempatan komponen menjadi hal penting karena akan memudahkan pada tahap perakitan selanjutnya.



Gambar 32 Pemasangan kabel sesuai penempatan komponen

Sedangkan pada Gambar 33 memperlihatkan hasil pemasangan kabel dan penempatan komponen baik pada bagian utama pada box maupun pada bagian pintu panel.

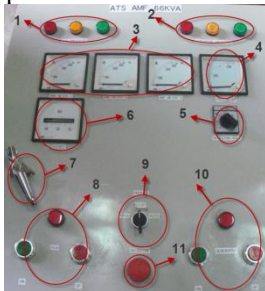


Gambar 33 Box panel hasil penempatan komponen dan pengawatan

3.2 Pensestingan Modul pada Panel ATS/AMF

3.2.1 Bagian-bagian Utama dan Fungsi ATS/AMF

Panel ATS/AMF berbasis PLC dengan tipe Datacom DKG 207 dirancang dengan dua mode operasi transfer atau pengalihan beban, yaitu secara manual dan secara otomatis. Adapun bagian-bagian panel ATS/AMF untuk bagian luar sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 34 di bawah ini.



Gambar 34 Bagian luar panel ATS/AMF, 66 kVA

Berdasarkan gambar di atas dapat dijelaskan bagian-bagian panel dan fungsinya berdasarkan nomor urut. Nama bagian dan fungsi bagian dalam panel ATS/AMF sesuai Gambar 34 adalah:

1. Lampu Indikator Catudaya Utama (PLN) untuk setiap fase
Lampu indikator ini berfungsi sebagai tanda bahwa catu daya dari PLN sedang beroperasi.
2. Lampu Indikator Catudaya Cadangan (Genset) untuk setiap fase
Lampu indikator ini berfungsi sebagai indikasi bahwa catu daya dari sumber cadangan (genset) sedang beroperasi
3. Amperemeter

Alat ini berfungsi sebagai pengukur arus pada fase R, S, dan T

4. Voltmeter
Alat ini digunakan sebagai informasi nilai tegangan yang sedang bekerja
5. Selector Switch Tegangan
Alat ini berfungsi untuk menentukan tegangan antar fase yang sedang beroperasi
6. Frekuensimeter
Alat ukur ini berguna mengukur frekuensi kerja pada sistem
7. *Lock Door*
Fungsi *Lock Door* adalah sebagai pengunci pintu panel ATS/AMF
8. Lampu Indikator Kontakor aktif dan tombol start – stop (PLN)
Lampu indikator ini menunjukkan bahwa sumber daya dari PLN yang sedang bekerja
9. *Main Selector Switch*
Selector ini berfungsi untuk menentukan sistem bekerja secara manual atau otomatis
10. Lampu Indikator Kontakor aktif dan tombol start – stop (Genset)
Lampu indikator ini menunjukkan bahwa sumber daya dari Genset yang sedang bekerja
11. Tombol Tekan *Emergency Stop*
Tombol ini digunakan sebagai tombol pengaman ketika terjadi kondisi berbahaya/darurat.

Adapun nama bagian dan fungsi bagian dalam panel ATS/AMF sesuai Gambar 34 di bawah ini dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Fuse
Sekering (fuse) berfungsi sebagai pengaman ketika terjadi kelebihan arus listrik. Cara kerja fuse, jika dalam sistem rangkaian elektronik terjadi arus lebih maka sekering (fuse) akan putus sehingga arus listrik tidak lagi mengalir dalam sistem tersebut untuk mengamankan komponen lain.
Spesifikasi sekering yang digunakan sebagai pengaman lampu indikator (incoming dan outgoing) berjumlah 9, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3 Spesifikasi fuse untuk lampu indikator incoming dan outgoing

Kode	Komponen	Tegangan	Arus
F1	Indicator incoming R PLN	220Volt	2.5A
F2	Indicator incoming S PLN	220Volt	2.5A
F3	Indicator incoming T PLN	220Volt	2.5A
F4	Indicator incoming R Gen	220Volt	2.5A
F5	Indicator incoming S Gen	220Volt	2.5A
F6	Indicator incoming T Gen	220Volt	2.5A
F7	Indicator outgoing R Load	220Volt	2.5A
F8	Indicator outgoing S Load	220Volt	2.5A
F9	Indicator outgoing T Load	220Volt	2.5A

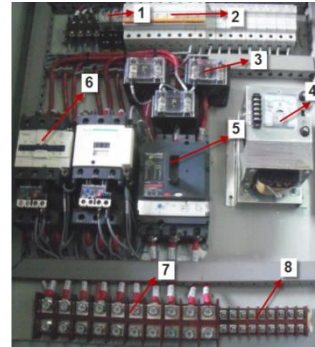
2. MCB
Pada panel ini MCB digunakan untuk Coil Magnetic Contactor PLN dan Generator.

Selain itu juga digunakan pada Modul AMF dan Timer. Pada Tabel 4 memperlihatkan spesifikasi MCB yang digunakan.

Tabel 4 Spesifikasi MCB

Kode	Komponen	Tegangan	Arus
F10	Coil Magnetic Contactor PLN	220Volt	6A
F11	Coil Magnetic Contactor Generator	220Volt	6A
F12	AMF Modulle	12Volt	10A
F13	Timer	220Volt	5A

3. Trafo Arus (CT)
Current Transformer atau CT adalah salah satu type trafo instrumentasi yang menghasilkan arus di sekunder dimana besarnya sesuai dengan ratio dan arus primernya. Ada 2 standart yang paling banyak diikuti pada CT yaitu: IEC 60044-1 (BSEN 60044-1) & IEEE C57.13 (ANSI), meskipun ada juga standart Australia dan Canada.
4. Battery Charger
Baterai (Battery) adalah sebuah alat yang dapat mengubah energi kimia yang disimpannya menjadi energi listrik yang dapat digunakan oleh suatu perangkat elektronik. *Battery Charger* akan mengisi daya baterai sampai penuh, dan akan menjaga agar baterai tersebut selalu ada dalam keadaan penuh. Battery Charger ini dapat mengeluarkan tegangan 12 – 24 volt.
5. MCCB
MCCB adalah *Moulded Case Circuit Breaker*. Fungsi MCCB adalah sebagai pemutus rangkaian pada tegangan menengah.
6. Kontaktor
Magnetic Contactor (MC) adalah saklar listrik yang bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik dan bekerja secara magnetis dalam memutus dan menghubungkan daya. MC berfungsi sebagai pengendali motor maupun komponen listrik lainnya. Dengan magnetik kontaktor komponen yang terpasang akan lebih mudah untuk dikendalikan dibanding menggunakan sakelar biasa.
7. Terminal Kabel Daya
Terminal kabel daya adalah media untuk menghubungkan beberapa penghantar berupa kabel. Dalam hal ini, kabel digunakan sebagai penghantar arus listrik tenaga (Power Cable). Jenis kabel ini sering digunakan untuk instalasi penerangan maupun instalasi tenaga arus kuat.
8. Terminal Kabel Kontrol
Fungsi terminal kabel kontrol merupakan media untuk membagi arus menjadi beberapa jalur (kanal) dan digunakan khusus untuk kabel pada pengawatan sistem kontrol.



Gambar 35 Bagian dalam panel ATS/AMF, 66 kVA

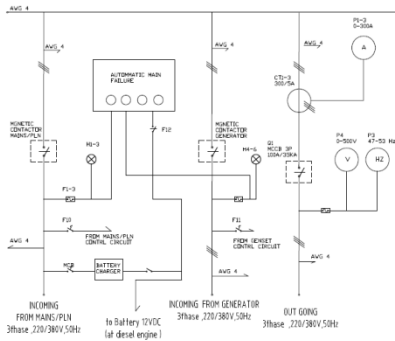
3.2.2 Prinsip Kerja ATS/AMF

Kondisi yang harus diperhatikan dalam transfer tenaga dari PLN ke tenaga cadangan (genset) oleh panel ATS/AMF adalah dipastikannya beban tersambung hanya dari satu sumber. Beban disuplai dari sumber utama saja, atau dari sumber cadangan saja. Untuk memenuhi kondisi ini, pada panel ATS/AMF dibuat sistem interlock. Pada rancang bangun ATS/AMF 66 kVA, 380 V, 50 Hz ini sistem interlocknya dapat dilihat pada Gambar 4..

Berdasarkan Gambar 35 diperlihatkan bahwa sumber utama masuk ATS/AMF melalui terminal incoming dari Main/PLN dan sumber cadangan masuk ke ATS/AMF melalui terminal incoming dari generator. Sedangkan suplai ke beban dari ATS/AMF dihubungkan terminal outgoing. Untuk menyambungkan beban dengan sumber digunakan komponen MCCB 3 fase 100A/35kA dan kontaktor.

Ketika beban tersambung dengan PLN maka kontaktor yang aktif adalah kontaktor Main (MC.M). sedangkan kontaktor generator (MC.G) tidak akan aktif, karena sebelum disambungkan ke terminal coil MC.G kabel kontrol disambungkan ke kontak bantu NC kontaktor main (MC.M). Selanjutnya ketika beban tersambung dengan sumber cadangan (generator) maka kontaktor yang aktif adalah kontaktor generator. Seperti halnya pada kondisi pertama, kontaktor main tidak dapat aktif sebelum disambungkan ke terminal coil MC.M kabel kontrol disambungkan ke kontak bantu NC kontaktor generator (MC.G).

Kondisi lain adalah kondisi otomatis yang harus dipenuhi oleh sistem ATS/AMF ini, ketika PLN padam maka kontaktor generator harus aktif dan jika PLN hidup kembali maka kontaktor main harus aktif kembali dan kontaktor generator tidak aktif. Semua kondisi tersebut di atas akan beroperasi secara otomatis yang dikontrol oleh modul Datacom DKG 207 berbasis PLC yang dipasang pada panel ATS/AMF yang telah dirancang bangun.



Gambar 36 Single Line Diagram ATS/AMF 66 kVA, 380 V, 50 Hz

3.2.3 Parameter Penetapan

Salah satu parameter yang dapat diatur pada modul Datakom DKG 207 AMF adalah besaran waktu. Besaran waktu yang diatur atau disetting adalah:

- Automatic Genset Run
- Genset Start Delay
- Genset Stop Delay (Cooling Down)
- Warming Up (daily/weekly timer)

3.2.4 Penetapan Modul Datakom DKG 207

Datakom DKG 207 adalah module control genset yang digunakan pada panel AMF/ATS 66 kVA (*Automatic Mains Failure/Automatic Transfer Switch*) dan berfungsi berfungsi untuk menghidupkan (Starting) genset secara automatic ketika suplai listrik dari PLN Gagal (Terjadi pemadaman listrik)/padam.

Modul Datakom DKG 207 ini tersedia control system untuk proses transfer switch (dari MAIN Switch ke GENSET Switch, atau sebaliknya), modul ini juga dilengkapi dengan kendali untuk Automatic GENSET RUN. Modul Datakom DKG 207 dapat digunakan dalam Proses GENSET Running.

Penetapan dapat dilakukan kapan pun, berapa menit, dan dalam seminggu ada berapa kali proses warming up dilakukan. Namun untuk operasional genset melalui panel ini, telah disetting untuk mengambil alih beban selama 6 detik sesaat setelah PLN padam dan sesaat pasokan dari PLN kembali normal, genset lepas dari sistem, dan waktu standby selama 3 menit, lalu genset shutdown.

Gabungan antara Panel ATS/AMF memberikan solusi yang terpadu untuk mengotomatiskan dalam menangani masalah kegagalan PLN, berupa:

- Genset Start Failure Alarm
- Pressure Oil Alarm
- Over Speed Alarm
- High Temperature Alarm

Pada Gambar 37 memperlihatkan *interfacing* modul AMF dari Datakom DKG 207.



Gambar 37 *Interfacing* Modul AMF Datakom DKG 207

4. KESIMPULAN

Mengacu ke hasil dan bahasan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- Telah diperoleh hasil rancang bangun box panel ATS/AMF berkapasitas 66 kVA, 380 V, 50 Hz berbasis Modul Datakom DKG 207 yang didukung dengan sistem operasi secara manual dan otomatis.
- Untuk pengoperasian Modul Datakom DKG 207, disetting 2 detik genset akan nyala sesaat setelah pasokan dari PLN padam dan akan langsung mensuplai energi listrik setelah 6 detik setelah genset running. Genset akan lepas dari sistem sesaat setelah PLN kembali normal, genset akan standby selama 3 menit, cooling down, lalu genset berhenti (mati/stop).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Maman Suryawan, Tejo Sukmadi. Perakitan Dan Pengujian Panel Automatic Transfer Switch (ATS) - Automatic Main Failure (AMF) Produksi PT. Berkas Manunggal Jaya. Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro. 2012
- [2] Indhana Sudiharto, Yahya Chusna Arif, Muhammad Nur Shiha. Rancang Bangun Sistem *Automatic Transfer Switch* (ATS) Dan *Automatic Main Failure* (AMF) Pln - Genset Berbasis Plc Dilengkapi Dengan Monitoring. 2011
- [3] Yon Riyono. Dasar Teknik Tenaga Listrik. Penerbit ANDI Yogyakarta 1997.
- [4] Zuhul. " Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya ", PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta. 1995.
- [5] <http://electricalhobbies.blogspot.com/2011/03/memilih-panel-ats-amf.html> (diakses tanggal 1 Agustus 2012)
- [6] Ats Amf Module Selection . <http://www.ats-amf.com/>. (diakses tanggal 12 Juni 2011).
- [7] <http://www.highlander.co.id/panel.html>/. (diakses tanggal 1 Agustus 2012)