

## Switch Otomatis Untuk Supplay Listrik Di Rumah

Oleh : Susanto Sambasri<sup>1</sup>, Yudi Ananto

Jurusan Teknik Elektro FT. UNJANI

<sup>1</sup>santo.sambasri@gmail.com, susanto@unjani.ac.id

Dengan sering terjadinya pemadaman listrik secara bergantian di perumahan, ini akan berakibat terganggunya segala aktifitas dan penerangan yang berhubungan dengan penggunaan listrik, juga akan berakibat rusaknya alat-alat yang mempergunakan listrik. Dengan menyediakan generator set (*genset*) sebagai *back-up* dalam penyediaan *supplay* listrik, namun masih mengalami proses pemadaman, karena saat *start-up* *genset* membutuhkan waktu, juga saat koneksinya rentan terjadi kesalahan, maka dibutuhkan suatu sistem yang dapat secara otomatis *men-switch power* dari master ke *back-up*, juga *start-up* *genset* tanpa proses pemadaman listrik.

Berlatar belakang masalah di atas, dilakukan penelitian bagaimana mendesain suatu *switch* (saklar) secara otomatis untuk membangkitkan *genset* dengan bantuan baterai, apabila terjadi pemadaman listrik dari PLN, dengan waktu yang relatif singkat, peralatan listrik di rumah masih tetap bekerja. Sehingga peralatan yang memerlukan listrik begitupun penerangan masih tetap bekerja dan tidak cepat rusak.

Dari hasil penelitian dan perancangan *automatic transfer switch* untuk kelistrikan rumah didapat bahwa sistem ini telah berjalan dengan baik, Sistem perpindahan secara otomatis dari PLN ke *Genset* atau sebaliknya hanya perlu waktu 5 menit dan proses pemadaman listrik hanya 0,3 detik. Fungsi *Automatic Main Failure* (AMF) menghidupkan *genset* secara otomatis ketika *supplay* atau pasokan arus listrik dari PLN terhenti. Dan fungsi *Automatic Transfer Switching* (ATS) *men-switching* pasokan listrik secara otomatis dari *Genset* ke *Supplay* listrik dari PLN dan juga sebaliknya. komponen utama dari sistem ini adalah IC TC 4017 dan IC TC 4060. *Load Sheed* membatasi pemakaian listrik sesuai kemampuan pembangkit.

**Kata kunci :** *Automatic Tranfer Switch*, Kelistrikan, *Genset*, *Back-up*.

### I. Pendahuluan

PT PLN (Persero) selaku produsen energi listrik berusaha mengimbangi kebutuhan tersebut dengan selalu menambah pasokan tenaga listrik, hanya saja PT PLN mengalami keterlambatan dalam membangun pengembangan jaringan listrik dan ketersediaan listrik tidak sebanding dengan peningkatan permintaan. Sehingga pada saat banyak permintaan maka daya yang ada harus di bagi, dan sering terjadi pemadaman listrik secara bergantian. sehingga mereka membeli *genset* untuk *mem-back-up* saat listrik padam, hanya saja dalam proses *recovery*, listrik tetap mengalami proses pemadaman, sehingga hal ini juga masih mengganggu karena saat *start-up* *genset* membutuhkan waktu, juga saat koneksinya rentan terjadi kesalahan. Sehingga dibutuhkan suatu sistem yang dapat secara otomatis *men-switch power* dari master ke *back-up*, juga *start-up* *genset* tanpa proses pemadaman listrik. Untuk itu dibutuhkan suatu alat otomatis yang dapat *men-start* dan mengatur *switching* dari sistem kelistrikan 3 (*Tiga*) sumber yaitu listrik dari PLN, listrik dari *Inverter* dan listrik dari *Genset*.

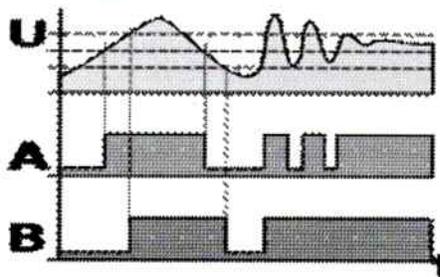
Dengan seringnya pemadaman listrik secara bergantian di perumahan sangat mengganggu. Walaupun *genset* dipergunakan sebagai *back-up*, tapi tetap mengalami proses pemadaman, sehingga hal ini juga masih mengganggu karena saat *start-up genset* membutuhkan waktu untuk *warming-up* dan juga saat koneksinya rentan terjadi kesalahan, maka dibutuhkan sistem yang dapat secara otomatis men-*switch power* dari *master* ke *back-up*, juga *start-up genset* tanpa proses pemadaman listrik.

Rancangan sistem yang dibuat adalah sistem pengontrol *transfer switch* yang bekerja secara elektronik sebagai pemindah beban ke listrik cadangan dan hanya dibuat untuk listrik 1 (*Satu*) fasa. Rancangan sistem ini hanya membahas mengenai *Automatic Transfer Switch* (ATS) dan *Automatic Man Failure* (AMF). Beban komplemen adalah beban resistif dengan total daya 300 watt dari lampu pijar.

## II Tinjauan Pustaka

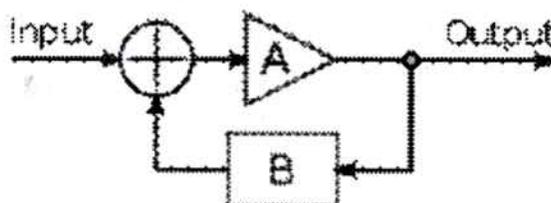
### II.1 Nand Gate Schmitt Triger

Nand Gate Schmitt Triger adalah gerbang *logic* dua *inputan* atau lebih yang mana *output*-nya kebalikan dari hasil perkalian *input* hanya saja Schmitt Triger *output*-nya murni pulsa kotak. Nama generik dari sirkuit *threshold* dengan umpan balik positif memiliki *gain loop*  $> 1$ . Rangkaian ini bernama "pemicu" karena *output* mempertahankan nilai sampai masukan perubahan yang cukup untuk memicu perubahan: dalam konfigurasi *non-inverting*, ketika *input* lebih tinggi dari ambang dipilih tertentu, *output* tinggi, ketika *input* bawah ambang batas (lebih rendah) yang berbeda dipilih, *output* rendah; ketika *input* adalah antara dua, *output* tetap nilainya. Tindakan ambang ganda disebut histeresis dan menyiratkan bahwa pemicu Schmitt memiliki memori dan dapat bertindak sebagai sirkuit bistable (*latch*). Schmitt memicu perangkat biasanya digunakan dalam loop terbuka konfigurasi untuk kekebalan kebisingan dan loop tertutup umpan balik negatif konfigurasi untuk menerapkan regulator bistable, segitiga/gelombang persegi generator, dll.



Gambar 2.1 Efek Menggunakan Pemicu Schmitt B Bukan Sebuah Komparator A

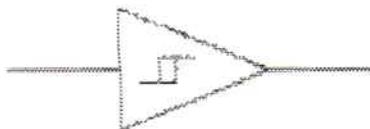
## Implementasi



Gambar 2.2 Pemicu Umpan Balik Positif

Schmitt pemacu adalah sistem dengan umpan balik positif ( $B < 1$ ;  $BA > 1$ ), di mana *output* membantu *input*.

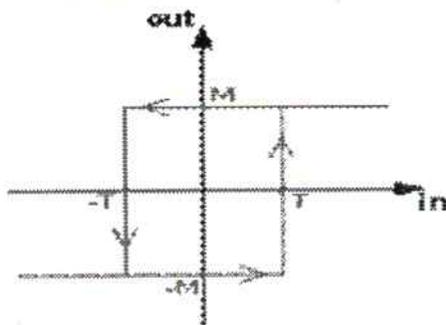
Dua ambang searah berbeda ditugaskan dalam hal ini untuk dua terpisah *loop* terbuka pembanding (tanpa *hysteresis*) membawa sebuah pemacu RS (2-masukan sel memori). Pemicunya adalah *toggled* tinggi ketika tegangan *input* ke atas ambang batas tinggi dan rendah ketika tegangan *input* atas ke bawah ambang batas rendah.



Gambar 2.3 Buffer Schmitt Trigger

Sebuah simbol pemacu Schmitt ditunjukkan dengan non-pembalik histeresis kurva tertanam dalam penyangga.

Simbol untuk pemacu Schmitt dalam diagram rangkaian adalah sebuah segitiga dengan simbol dalam kurva *hysteresis* yang mewakili ideal.



Gambar 2.4 Kurva *Hysteresis* Khas (*Non-Inverting*)

(yang sesuai dengan kurva yang ditunjukkan pada simbol pemacu Schmitt)

### Aplikasi

Schmitt pemacu biasanya digunakan dalam loop terbuka konfigurasi untuk kekebalan kebisingan dan loop tertutup konfigurasi untuk melaksanakan generator fungsi.

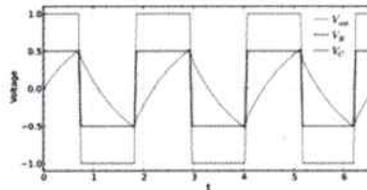
### Kekebalan Kebisingan

Salah satu aplikasi pemacu Schmitt adalah untuk meningkatkan kekebalan kebisingan di sirkuit dengan hanya ambang *input* tunggal. Dengan hanya satu ambang batas *input*, bising sinyal *input* dekat ambang yang dapat menyebabkan *output* untuk beralih cepat bolak-balik dari kebisingan saja. Sebuah Pemacu Schmitt sinyal *input* yang bising di dekat salah satu ambang batas dapat menyebabkan hanya satu *switch* di nilai *output*, setelah itu harus bergerak melampaui ambang batas lainnya untuk menyebabkan tombol lain.

Sebagai contoh, di Fairchild Semi Conductor keluarga QSE15x dari *photo sensors* inframerah, yang diperkuat inframerah fotodioda menghasilkan sinyal listrik yang sering -

*switch* antara nilai absolut dan mutlak terendah nilainya tertinggi. Sinyal ini kemudian Low-pass disaring untuk membentuk sinyal halus yang naik dan turun sesuai dengan jumlah relatif waktu sinyal *switching on* dan *off*. Bahwa *output* disaring melewati ke *input* dari pemacu Schmitt. Efek bersih adalah bahwa *output* dari pemacu Schmitt hanya melewati dari rendah ke tinggi setelah sinyal inframerah yang diterima *photo diode* menggairahkan selama lebih dari beberapa keterlambatan diketahui, dan sekali pemacu Schmitt tinggi, itu hanya bergerak rendah setelah sinyal inframerah berhenti merangsang dioda selama lebih dari penundaan dikenal serupa. Sedangkan *photo diode* rawan beralih palsu karena kebisingan dari lingkungan, menunda ditambahkan oleh pemacu Schmitt *filter* dan memastikan bahwa *output* hanya *switch* bila ada masukan tentu merangsang perangkat.

Sebagaimana dibahas dalam contoh di atas, Fairchild *Semi Conductor* keluarga QSE15x dari *photo sensors* menggunakan pemacu Schmitt internal untuk kekebalan kebisingan. Pemacu Schmitt yang umum di banyak *switching* sirkuit untuk alasan yang sama (misalnya, untuk beralih debouncing).



Gambar 2.5 Output Bentuk Gelombang untuk Komparator Berbasis Osilator Relaksasi

## II.2. Genset

### Prinsip Dasar

*Genset (Generator Set)* merupakan bagian dari generator. *Genset* merupakan suatu alat yang dapat mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. *Genset* dapat digunakan sebagai sistem cadangan listrik atau "off-grid" (sumber daya yang tergantung atas kebutuhan pemakai). *Genset* sering digunakan oleh rumah sakit dan industri yang mempercayakan sumber daya yang handal, seperti halnya area pedesaan yang tidak ada akses untuk secara komersial menghasilkan listrik. Generator terpasang satu poros dengan motor diesel, yang biasanya menggunakan generator sinkron (alternator) pada pembangkitan. Generator sinkron terdiri dari dua bagian utama yaitu: sistem medan magnet dan jangkar. Generator ini kapasitasnya besar, medan magnetnya berputar karena terletak pada rotor.



Gambar 2.6 Genset

Konstruksi generator AC adalah sebagai berikut:

a. *Rangka stator*

Terbuat dari besi tuang, rangka stator merupakan rumah dari bagian-bagian generator yang lain.

- b. *Stator*  
Memiliki alur-alur sebagai tempat meletakkan lilitan stator. Lilitan stator berfungsi sebagai tempat GGL induksi.
- c. *Rotor*  
Rotor adalah bagian yang berputar, pada bagian ini terdapat kutub-kutub magnet dengan lilitannya yang dialiri arus searah, melewati cincin geser dan sikat-sikat.
- d. *Cincin Geser*  
Terbuat dari bahan kuningan atau tembaga yang dipasang pada poros dengan memakai bahan isolasi. Slip ring ini berputar bersama-sama dengan poros dan rotor.
- e. *Generator Penguat*  
Generator penguat merupakan generator arus searah yang dipakai sebagai sumber arus.

Pada umumnya generator AC ini dibuat sedemikian rupa, sehingga lilitan tempat terjadinya GGL induksi tidak bergerak, sedangkan kutub-kutub akan menimbulkan medan magnet berputar. Generator itu disebut dengan generator berkutub dalam.

Keuntungan generator kutub dalam bahwa untuk mengambil arus tidak dibutuhkan cincin geser dan sikat arang. Karena lilitan-lilitan tempat terjadinya GGL itu tidak berputar. Generator sinkron sangat cocok untuk mesin-mesin dengan tegangan tinggi dan arus yang besar.

Secara umum kutub magnet generator sinkron dibedakan atas:

1. Kutub magnet dengan bagian kutub yang menonjol (*Salient Pole*). Konstruksi seperti ini digunakan untuk putaran rendah, dengan jumlah kutub yang banyak. Diameter rotornya besar dan berporos pendek.
2. Kutub magnet dengan bagian kutub yang tidak menonjol. Konstruksi seperti ini digunakan untuk putaran tinggi (1500 rpm atau 3000 rpm), dengan jumlah kutub yang sedikit. Kira-kira 2/3 dari seluruh permukaan rotor dibuat alur-alur untuk tempat lilitan penguat. Yang 1/3 bagian lagi merupakan bagian yang utuh, yang berfungsi sebagai inti kutub.

### II.3. Transfer Switch

Sebuah *switch transfer* listrik yang menghubungkan sumber tenaga listrik dari sumber utama ke sumber siaga. Switch dapat secara manual atau secara otomatis dioperasikan. Sebuah *Otomatis Transfer Switch* (ATS) sering diinstal di mana generator cadangan terletak, sehingga generator dapat memberikan daya listrik sementara jika terjadi kegagalan pada sumber utama.

#### Cara Kerja Saklar Pengalihan

Serta men-transfer beban ke generator cadangan, ATS akan memerintahkan generator cadangan untuk memulai start, berdasarkan tegangan dipantau pada pasokan utama. Saklar men-transfer ke generator cadangan dari utilitas listrik, ketika generator menyala dan memberikan power sementara. Saklar transfer bisa secara manual, atau kombinasi dari manual dan otomatis. Transisi saklar mode (lihat di bawah) sebuah *switch transfer* mungkin akan Transisi Terbuka (PL) (tipe biasa), atau Transisi Tertutup (CT).

Sebagai contoh, di sebuah rumah yang dilengkapi dengan generator cadangan dan ATS, ketika terjadi pemadaman listrik utilitas, ATS akan memberitahu generator cadangan untuk memulai start. Setelah ATS melihat bahwa generator siap untuk menyediakan tenaga listrik, maka ATS akan perintahkan sambungan rumah untuk utilitas listrik dan menghubungkan generator untuk panel utama listrik rumah. Generator pasokan listrik ke beban listrik rumah, dan memutus ke utilitas listrik. Isolasi generator dari sistem distribusi yang diperlukan untuk melindungi generator dari kelebihan beban, dan untuk mencegah energization disengaja kabel layanan.

Ketika listrik kembali untuk waktu yang ditetapkan, saklar *transfer* akan mentransfer kembali ke aliran listrik dan generator perintah untuk mematikan, demi satu jumlah tertentu "dingin" waktu tanpa beban pada generator.

Sebuah *switch transfer* dapat diatur untuk memberikan kekuatan untuk hanya sirkuit kritis atau seluruh listrik (sub) panel. Beberapa *transfer switch* memungkinkan untuk menumpahkan beban atau prioritas sirkuit opsional, seperti pemanasan dan pendinginan peralatan. Lebih kompleks darurat *switch gear* digunakan dalam instalasi generator cadangan besar izin pemuatan lunak, yang memungkinkan muatan yang akan lancar ditransfer dari utilitas untuk generator sinkron, dan punggung; instalasi tersebut berguna untuk mengurangi permintaan beban puncak dari utilitas.

#### II.4 Deskripsi Singkat Panel ATS AMF

##### 1 Panel ATS (*Automatic Transfer Switch*)

Pemakaian Panel ATS pada instalasi dalam gedung dimaksudkan untuk mengantisipasi pada saat PLN gagal dalam mensupplai listrik (mengalami pemadaman), maka dalam hal ini *genset* yang akan menggantikan peranan dari PLN untuk mensupplai sumber daya listrik, disini peranan Panel ATS adalah memindahkan secara otomatis distribusi dari PLN ke *Genset*, sehingga *Genset* tersebut dapat menggantikan peranan dari PLN untuk mensupplai sumber daya listrik pada Gedung/lokasi tersebut. Selanjutnya apabila PLN kembali normal, maka Fungsi ATS secara otomatis memindahkan distribusi daya listrik dari *Genset* ke PLN.

##### 2. PANEL AMF (*Automatic Main Failure*)

Jika kita ingin agar dalam menghidupkan atau mematikan (*On-Off*) *Engine Genset* secara otomatis (tanpa peranan operator), maka Panel AMF yang akan menggantikan peranan operator untuk mengoperasikan *Genset*. Untuk proses perawatan, sebaiknya *Genset* perlu dilakukan pemanasan setiap seminggu sekali selama 10-15 menit untuk sirkulasi pelumas/oli ke seluruh bagian mesin. Dalam hal ini pemakain Panel AMF akan menggantikan peranan Operator untuk melakukan tugas pemanasan *Genset* (*Warming-up*). Dengan dilengkapi sebuah *Timer*, maka *Genset* tersebut dapat di-*setting* untuk melakukan proses pemanasan sendiri secara otomatis tanpa bantuan operator. Kita tinggal men-*setting* pada hari apa, berapa menit dan dalam seminggu ada berapa kali proses *warming-up* dilakukan.

Gabungan antara Panel ATS AMF memberikan solusi yang terpadu untuk mengotomatis-kan dalam menangani masalah kegagalan PLN, PLN akan membebaskan biaya kelebihan pemakaian KVARH pada pelanggan, jika rata-rata faktor dayanya ( $\cos \phi$ ) kurang dari 0.85. Disinilah fungsi dari Pemasangan Panel *Capacitor Bank* yaitu -

Untuk memperbaiki faktor daya ( $\cos \phi$ ) sehingga biaya denda akibat kelebihan pemakaian KVARH dapat diminimalkan/dihilangkan. Selain itu fungsi lain dari pemasangan Panel *Capacitor Bank*:

- a. Menghilangkan Denda/Kelebihan Biaya (kVARh)
- b. Menghindari kelebihan beban transformer/*trafo over load*
- c. Menghindari kenaikan Arus/Suhu pada kabel
- d. Memaksimalkan Pemakaian Daya yang terpasang (kVA)
- e. Menghindari *voltage drop* pada *Line-end*, Meningkatkan kualitas
- f. Sumber daya listrik memelihara peralatan/perangkat elektrik yang terpasang

### Synchronizing Panel

Jika pada Gedung terdapat pemakaian dua *Genset* untuk mensuplay energi listrik pada satu jalur instalasi, *output* dari kedua *Genset* tersebut terlebih dahulu harus di-sinkronkan (*synchronizing*). Yang akhirnya diharapkan kedua *output Genset* tersebut akan memiliki tahapan rangkaian yang sama dalam *Voltage*, *Phase*, dan *Frequency*-nya

### Isolation Transformer - Powercare Series

- Adalah produk yang berfungsi untuk memperbaiki kualitas tegangan pada *Netral-Ground (Grounding)*.
- Mempunyai kemampuan untuk meredam *Noise (Common Mode Noise maupun Normal Mode Noise)* termasuk juga *Transient* yang timbul dalam sumber daya listrik, dimana hal tersebut adalah salah satu masalah dalam *Power Quality* yang dapat mengganggu dan/merusak sistem kerja operasional peralatan/perangkat listrik yang sensitif terhadap kualitas sumber daya listrik.
- Dalam beberapa penggunaan instalasi, adanya *Isolation Transformer* ini memungkinkan kita untuk membuat *Dedicated Ground System*.

### Load Sheet

*Load sheet* adalah suatu rangkaian yang berfungsi untuk memutus beban agar tidak terjadi *over load* pada unit pembangkit, *load sheet* di rancang berdasarkan perhitungan kemampuan pembangkit.

*Load Shedding* adalah suatu tindakan yang dilakukan untuk melepaskan beban secara otomatis ketika jumlah pasokan daya berkurang.

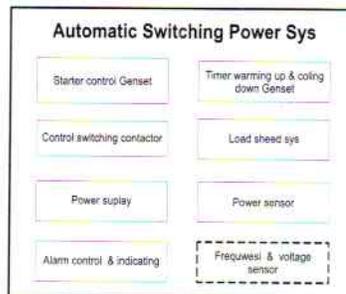
- a. *Pelepasan Secara Otomatis*  
Dilakukan dengan cara mendeteksi frekuensi atau dengan melihat kondisi sumber daya pembangkit yang beroperasi tidak mencukupi kebutuhannya.
- b. *Pelepasan yang Didasarkan pada Kondisi Frekuensi*  
Pada saat frekuensi turun pada *level* tertentu, akibat adanya pembangkit yang *trip*, maka dilepaskan beban yang tidak begitu penting (yang tidak menyebabkan operasi pengolahan terganggu, biasanya perumahan). Jika frekuensi masih turun terus, maka beban berikutnya yang dilepaskan, mungkin mengorbankan salah satu pabrik, demikian seterusnya sampai *level* ke empat. *Relay* yang dipakai disini *relay under frekuensi*.

## II.5. Inverter

*Inverter* adalah suatu alat yang mengubah listrik arus searah menjadi listrik arus bolak balik. Ada tiga kategori *inverter*: *grid-tied*, *grid-tied* dengan baterai cadangan, dan *stand-alone*. Kedua jenis *inverter* yang pertama adalah *inverter line-tied*, yang digunakan dengan sistem panel surya *utility-connected*. Jenis yang ketiga adalah *stand-alone* atau *inverter off-grid*, diciptakan untuk berdiri sendiri (tidak bergantung), sistem energi *utility-free* dan cocok untuk instalasi panel surya.

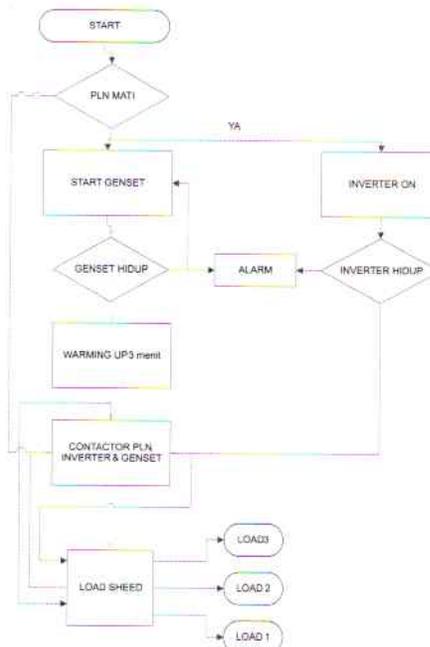
## III. Perancangan Sistem Automatic Switching Kelistrikan Di Rumah

Pembuatan alat ini dilakukan dari hasil gabungan antara ide dan teori yang terdapat pada bab sebelumnya dapat diterapkan pada pembuatan alat ini. Selain itu, proses pembuatan sistem dilakukan secara terstruktur, sehingga mempermudah pembuatan untuk mendapatkan hasil yang optimal dan sistem bekerja seperti yang diharapkan. Dalam rancangan ini dapat dibagi dalam beberapa blok dengan masing masing fungsi sebagai berikut.



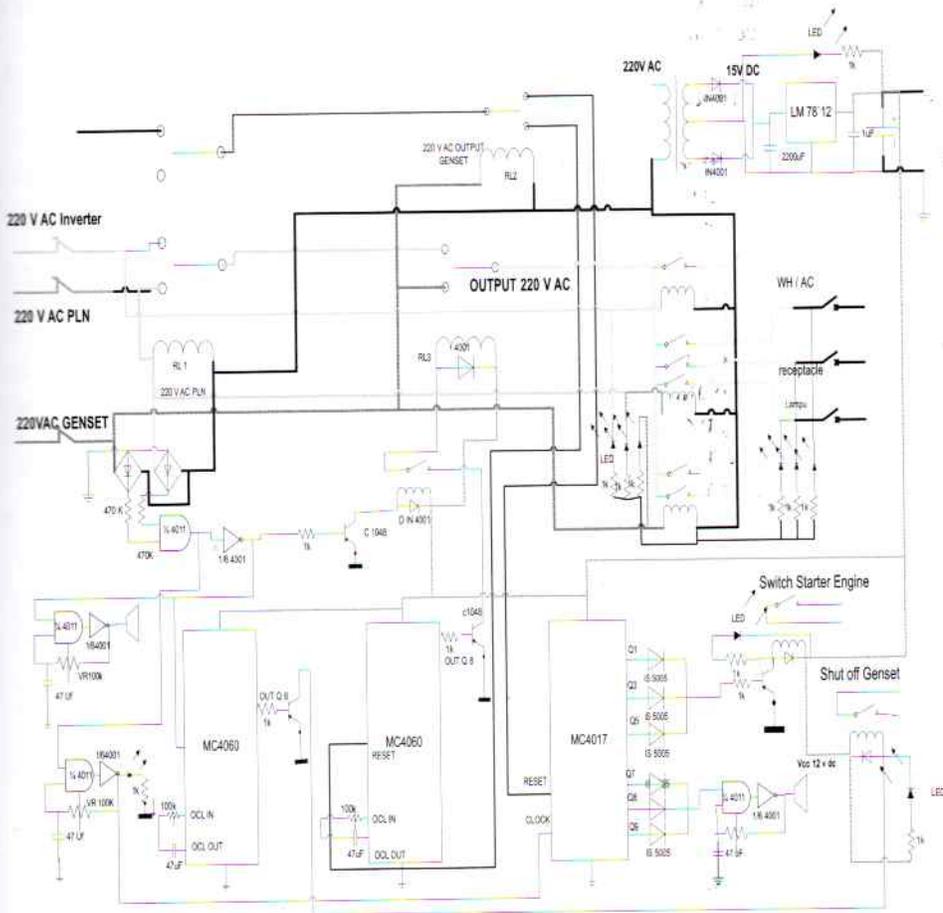
Gambar 3.1 Blok Diagram *Automatic Switching* Kelistrikan Rumah

### III.1. Flow Chart *Automatic Switching* Kelistrikan Rumah



Gambar 3.2 Flow Chart *Automatic Switching* Kelistrikan Rumah

### III.2. Diagram Rangkaian Lengkap Automatic Switching Kelistrikan Rumah



Gambar 3.3 Rangkaian Kontrol *Central Switching*

### III.3. Cara Kerja Sistem

Sistem kelistrikan yang dirancang menggunakan 3 (*Tiga*) sumber listrik, yaitu listrik dari PLN, listrik dari Inverter, listrik dari *Genset*. Secara keseluruhan sistem ini berfungsi untuk mengatur *switching* dari PLN, inverter dan *Genset*. Tujuan dari pemakaian system ini agar tidak terjadi pemadaman walau pun hanya sesaat.

Berikut merupakan cara kerja sistem ini:

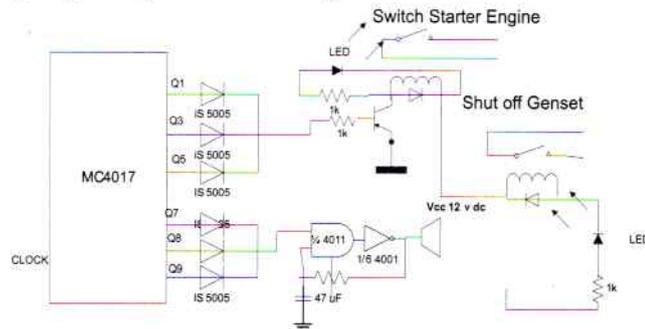
1. Saat listrik yang bersumber dari PLN padam, maka, secara otomatis inverter bekerja dan mem-*back-up* listrik.
2. Sementara dalam waktu yang bersamaan diperintahkan inverter mem-*back-up power* sampai *genset* dalam kondisi siap, juga diperintahkan *starter genset* untuk bekerja selama 3 (*Tiga*) detik, dan jika gagal yang dibuktikan dengan tidak ada *output* tegangan dari *genset*, maka proses *starting* akan diulangi sebanyak 3 (*Tiga*) kali dan kalau masih gagal, maka akan mengaktifkan alarm, jika berhasil maka dilakukan *warming-up* selama 3 (*Tiga*) menit setelah itu *switch* akan berpindah untuk menggantikan posisi inverter ke *genset*, dan inverter diperintahkan untuk kondisi *standby*.

3. Saat listrik dari PLN sudah kembali normal, maka secara sistem kelistrikan otomatis akan berpindah ke PLN dan *genset* dalam keadaan *unload* selama 3 (*Tiga*) menit untuk proses *cooling down* kemudian *genset* baru diperintahkan untuk mati.

### III.4. Automatic Main Failure(AMF)

Panel AMF adalah sistem untuk menggantikan peranan operator untuk mengoperasikan *Genset* ketika *supplay* atau pasokan arus listrik dari PLN terhenti. Untuk menghidupkan atau mematikan *EngineGenset* secara otomatis (tanpa peranan operator), Panel AMF akan melakukan tugas pemanasan *Genset* (*Warming-up*). Dengan dilengkapi sebuah *Timer*, maka *Genset* tersebut dapat di-*setting* untuk melakukan proses pemanasan sendiri secara otomatis.

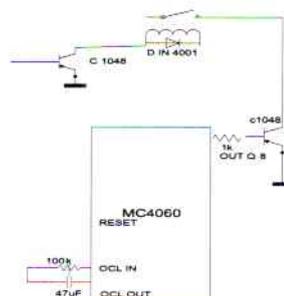
Alat ini merupakan *ring counter* dengan menggunakan IC MC 4017 yang di gerakkan oleh *clock generator* dari IC Nand Gate Schmitt *triger* MC 4093 yang dapat diatur waktu dan jumlah *starter* yang diinginkan, dimana *clock* di *triger* oleh *switch relay* yang diaktifkan dari tegangan yang berasal dari listrik PLN, sehingga jika listrik dari PLN padam maka hilangnya tegangan akan langsung mengaktifkan *clock generator* untuk memulai *starter genset*.



Gambar 3.4 Rangkaian Starter Control

### III.5. Timer Warming-up

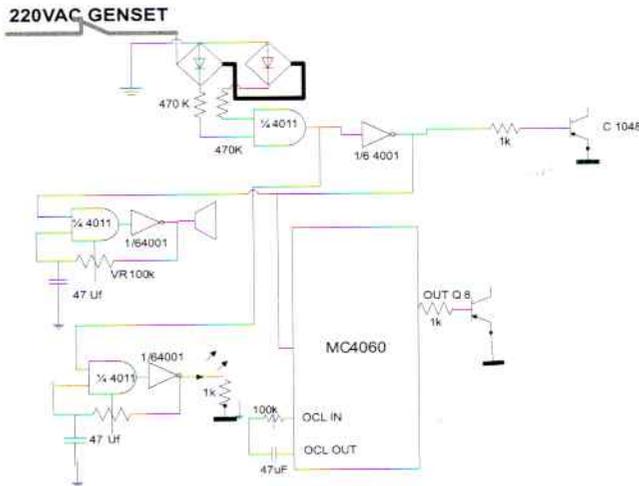
Alat ini berfungsi untuk menunda *transfer switch* sampai *genset* dalam posisi stabil, diharapkan dengan *idle* selama 3 (*Tiga*) menit *genset* sudah dalam keadaan stabil. Alat ini mempergunakan IC *Type Ripple Counter* MC 4060 yang berfungsi untuk men-*delay switch contact* untuk *load transfer*, agar temperatur kerja *genset* tercapai, sehingga saat di berikan *load*, maka perangkat ini tidak *drop*, juga membuat *genset* lebih awet.



Gambar 3.5 Rangkaian Control Warming-up

### III.6. Timer Cooling down

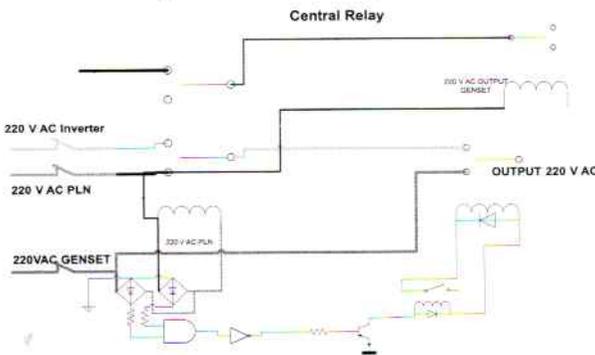
Alat ini mempergunakan IC *Type Ripple Counter* MC 4060 yang berfungsi untuk men-*delay switch contact* saat *load* di lepas, *genset* tetap dalam kondisi hidup beberapa saat agar temperatur tidak mendadak turun dan *genset* masih dilumasi sehingga temperatur turun secara bertahap.



Gambar 3.6 Rangkaian Control Cooling Down

### III.7. Panel Switching Contactor

Alat ini terdiri dari *relay-relay* yang dikontrol oleh rangkaian *logi cyang* dihubungkan ke *input* tegangan dan *outputnya* ke kontaktor alat ini berfungsi untuk memindahkan distribusi dari PLN ke inverter lalu ke *Genset*, untuk mensupplay sumber daya listrik pada rumah, begitu juga sebaliknya. Sehingga perpindahan dari PLN ke inverter kemudian ke *genset* atau sebaliknya hanya perlu waktu yang sangat singkat. Kumpulan *relay contactor* ini diperintahkan dari kontrol ATS untuk pindah dari PLN, inverter ke generator. Ketika listrik kembali normal, maka saklar *transfer* akan mentransfer kembali ke aliran listrik PLN.



Gambar 3.7 Rangkaian Control Central Switching

### III.8. Load Sheed

Load sheed adalah suatu rangkaian yang berfungsi untuk memutus beban agar tidak terjadi -



### III.10. Power Supplay

*Power supplay* menggunakan trafo dengan inputan 220 V AC dan *output* 15 volt AC setelah di searahkan melalui dioda jembatan lalu *output* di sempurnakan oleh kapasitor dan diturunkan menjadi 12 volt DC dengan menggunakan IC MC 7812, yang dapat dibebani maksimum sebesar 1 A dan cukup untuk menggerakkan alat otomatis *switching power* ini dengan menggunakan catu daya sebesar 12 V DC.



Gambar 3.10 Rangkaian *Control Power Supplay*

## IV. Pengujian Dan Analisis

### IV.1. Pendahuluan

Sistem kelistrikan yang dirancang dalam menggunakan 3 (*Tiga*) sumber yaitu listrik dari PLN, Listrik dari Inverter, dan dari *Genset*. Secara keseluruhan sistem yang dibuat ini berfungsi untuk mengatur *switching* dari PLN, Inverter dan *Genset* secara otomatis. kerja sistem ini adalah : saat listrik yang bersumber dari PLN mati, maka secara otomatis inverter bekerja dan *memback-up* listrik, sementara dalam waktu yang bersamaan diperintahkan *startergenset* untuk bekerja selama 3 detik, dan jika gagal yang dibuktikan dengan tidak ada *output* tegangan dari *genset* maka proses *starting* akan diulangi sebanyak 3 kali dan kalau masih gagal maka akan mengaktifkan alarm. Dan jika berhasil maka dilakukan *warming-up* selama 3 menit setelah itu *switchkan* berpindah dari inverter ke *genset*. Saat listrik dari PLN menyala maka secara otomatis akan berpindah ke PLN dan *genset* dalam keadaan *unload* selama 3 menit untuk proses *coolingdown* kemudian *genset* baru diperintahkan untuk mati.

### IV.2. Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan bertujuan untuk mengetahui kinerja sistem dan dilakukan pengambilan data dari pengukuran tegangan dan frekuensidan bentuk pulsa pada saat perpindahan dari PLN ke inverter dan ke *genset*.

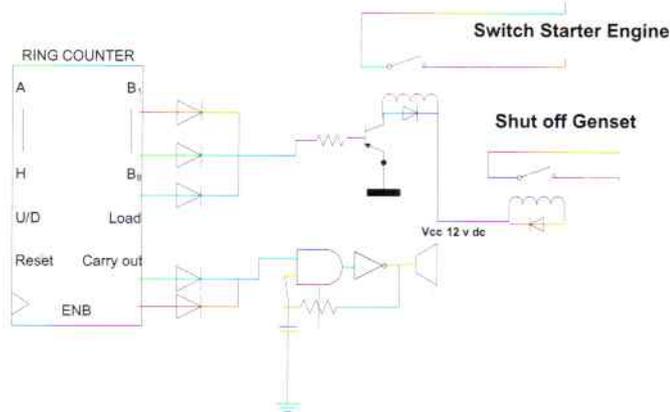
Dimana tingkat ketelitian menyatakan tingkat kesesuaian atau dekatnya suatu hasil pengukuran terhadap harga yang ingin di capai. Sedangkan untuk ketepatan (presisi) menyatakan tingkat kesamaan didalam sekelompok pengukuran atau sejumlah alat.

Setiap pengukuran tidak semua menghasilkan hasil yang sempurna. Hal ini dipengaruhi oleh banyak faktor, antara lain:

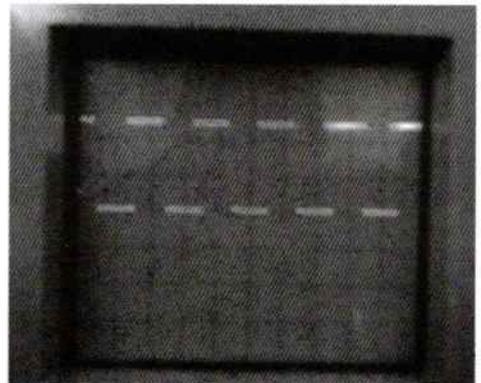
1. Kesalahan yang disebabkan oleh manusia, diantaranya adalah kesalahan pembacaan alat ukur, penyetulan yang tidak tepat dan pemakaian alat yang tidak sesuai.
2. Kesalahan sistematis yang disebabkan oleh kekurangan-kekurangan pada instrumen sendiri, seperti kerusakan, pada bagian yang sangat berpengaruh terhadap peralatan pada saat digunakan.

### IV.3. Pengujian Starter Control

Alat ini berfungsi untuk menghidupkan *genset* secara otomatis ketika *supplay* atau pasokan arus listrik dari PLN terhenti. Alat ini intinya adalah *ring ounter* menggunakan IC MC 4017 yang di gerakan oleh *clock* generator dari IC Nand Gate Schmitttrigger MC 4093 yang dapat diatur waktu dan jumlah *starter* yang diinginkan, dimana *clock* tadi di *triger* oleh *switchrelay* yang diaktifkan dari tegangan yang berasal dari listrik PLN, sehingga jika listrik dari PLN padam maka hilangnya tegangan akan langsung mengaktifkan *clock* generator untuk memulai *startergenset*. untuk lebih jelasnya rangkaian *startercontrol* dan hasil pada ocildoskop dapat dilihat pada gambar 4.1 dibawah ini.



Gambar 4.1 Rangkaian *Starter Control*



Gambar 4.1.1 Hasil Pengujian Alat *Starter Control*

Berikut hasil pengujian alat *Starter Control*:

1. Saat *supplay* dari PLN dipurtus maka *Starter* langsung bekerja.
2. Saat dilakukkaan simulasi *starter* pertama gagal maka rangkaian melanjutkan dengan *starter* berikutnya sampai 3 kali.
3. Dari hasil pengujian bila 3 kali *starter* tetap gagal alarm *genset failure* aktif.

Analisa:

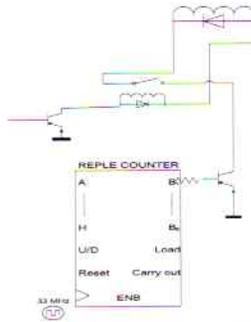
Dari hasil pengujian rangkaian ini dapat di lihat kontrol *starter* dapat berfungsi dengan baik sesuai rancangan yang diinginkan.

IV.4. Pengujian Timer Warming-up

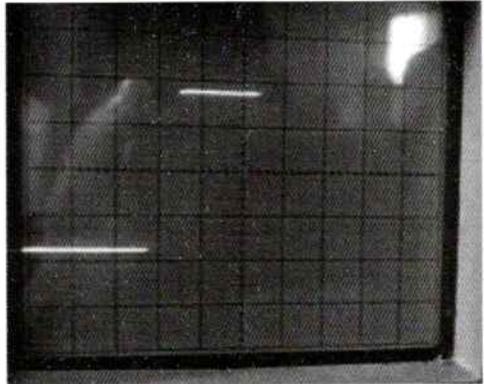
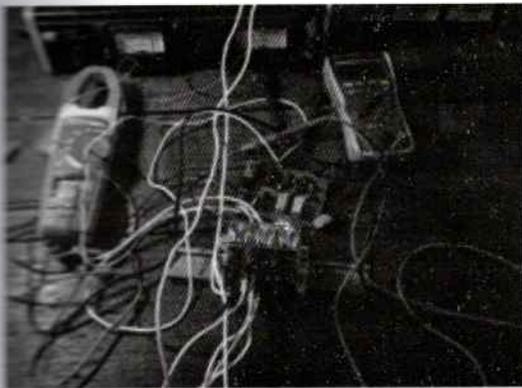
Alat ini mempergunakan IC *Type Ripple Counter* MC 4060 yang berfungsi untuk *delay switch contact* untuk *load transfer*, agar temperatur kerja *genset* tercapai, sehingga saat di *benikan load*, maka *genset* tidak *drop*, selain itu juga membuat *genset* lebih awet.

Rangkaian ini aktif saat intruksi *genset running* terdetekt dan memerintahkan untuk *transfer switch* ditunda selama 3 menit untuk memberi kesempatan *genset* mencapai temperatur kerja.

untuk lebih jelasnya rangkain *starter control* dan hasil pada ociloskop dapat dilihat pada gambar 4.2 dibawah ini



Gambar 4.2 Rangkaian *Control Warming-up*



Gambar 4.2.1. Hasil Pengujian Alat *Timer Warming-up*

Hasil pengujian alat *Timer Warming-up*:

1. Saat *genset running*, rangkaian ini langsung aktif untuk *delay transfer switch* selama 3 menit.
2. Setelah 3 menit, *switch* langsung *transfer* dan *genset* dalam kondisi *load*.

Tabel 4.1 Pengukuran Waktu *Warming-up*

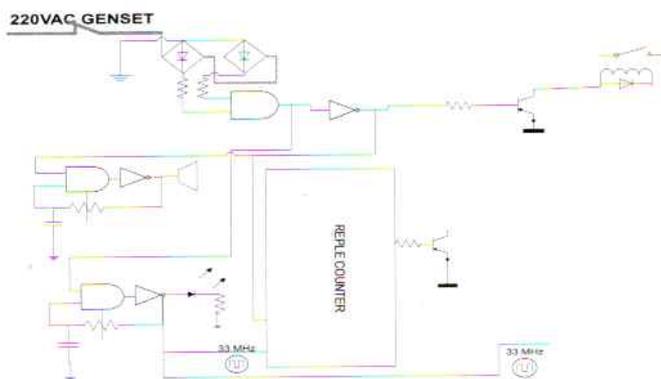
No	Kondisi Genset	Waktu
1	Genset Running	3 menit 2 detik
2	Genset Load	3 menit 2,3 detik

Analisa:

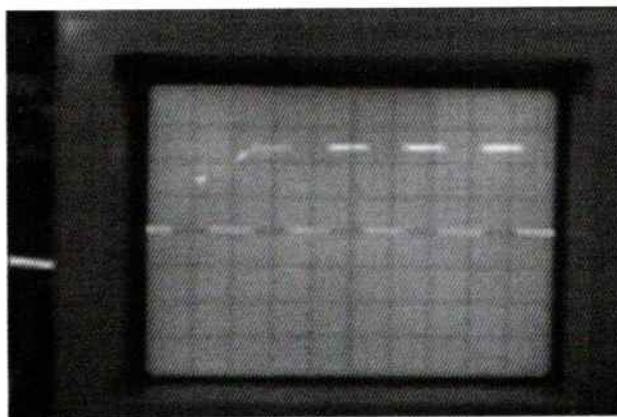
Saat *genset running*, tidak langsung *load*, melainkan melakukan pemanasan terlebih dahulu selama 3 menit 2 detik. Setelah itu pindah ke posisi *Load*

#### IV.5. Pengujian Timer Cooling Down

Alat ini mempergunakan IC *Type Ripple Counter MC 4060* yang berfungsi untuk *delay switch contact* saat *load* di lepas, *genset* tetap dalam kondisi hidup beberapa saat agar temperatur tidak mendadak turun dan *genset* masih dilumasi sehingga temperatur turun secara bertahap.



Gambar 4.3 Rangkaian *Control Cooling Down*



Gambar 4.3.1. Hasil Pengujian Alat *Timer Cooling Down*

Hasil pengujian alat *Timer Cooling Down*:

1. Saat PLN kembali normal, *transfer switch* langsung pindah ke posisi PLN.
2. *Genset* masih tetap *running* tanpa *load* selama 3 menit 1 detik.

Tabel 4.2 Pengukuran Waktu *Cooling Down*

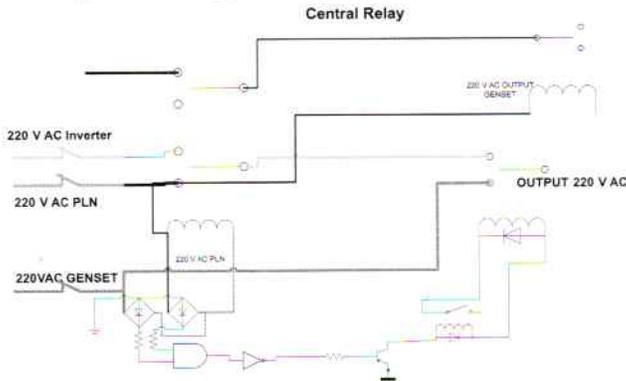
No	Kondisi Genset	Waktu
1	Genset Running	0 menit
2	Genset Unload	3 menit 1 detik

**Analisa:**

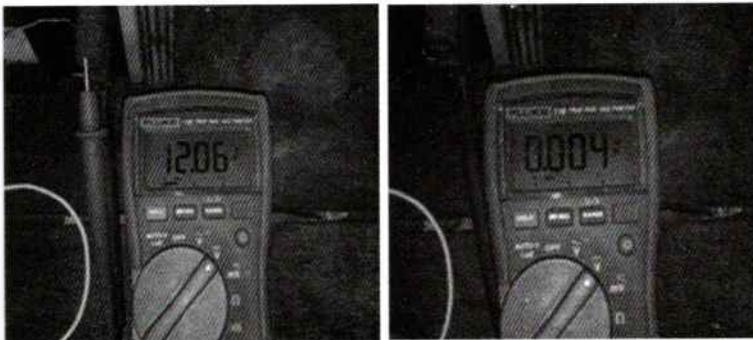
Saat genset unload, genset tidak langsung mati, melainkan melakukan *cooling down* selama 3 menit 1 detik.

**IV.6. Pengujian Control Switching**

Fungsi dari alat ini adalah membuka *supply* atau pasokan listrik secara otomatis dari PLN lalu menutupkan *supply* listrik ke Inverter lalu ke *genset* saat terjadi kegagalan *supply* dari PLN. dan juga berperan membuka *supply* listrik dari *genset* dan menutupkan *supply* listrik dari PLN secara otomatis pada saat *supply* listrik dari PLN kembali aktif.



Gambar 4.4 Rangkaian *Control Switching*



Gambar 4.4.1. Hasil Pengujian Alat *Control Switching*

**Hasil pengujian alat *Control Switching*:**

Tabel 4.3 Pengukuran Tegangan *Output Control Switching*

No	Status	Tegangan Output
1	PLN Hidup	218 V AC 50 Hz
2	Inverter Hidup	221 V AC 51 Hz
3	Genset Hidup	223 V AC 50 Hz

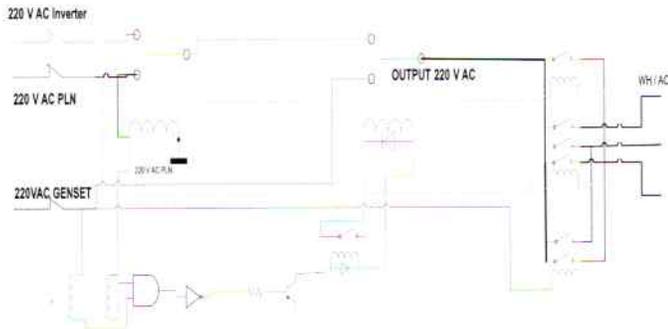
**Analisa:**

1. Saat perpindahan dari PLN ke inverter, dan ke genset, tidak terasa kedipan pada lampu.

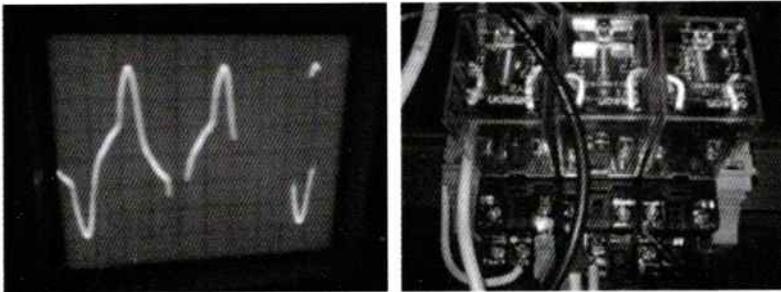
2. Proses transfer hanya kurang dari 0,3 detik yang berubah hanya pada tegangan *output* karena tergantung pada pembangkit yang mensupplay

#### IV.7. Pengujian Load Sheed

*Load Sheed* adalah suatu rangkaian yang berfungsi untuk memutus beban agar tidak terjadi *overload* pada unit pembangkit. *Load Sheed* di rancang berdasarkan perhitungan kemampuan pembangkit.



Gambar 4.5 Rangkaian *Load Sheed*



Gambar 4.5.1. Hasil Pengujian Alat *Load Sheed*

Hasil pengujian alat *Load Sheed*:

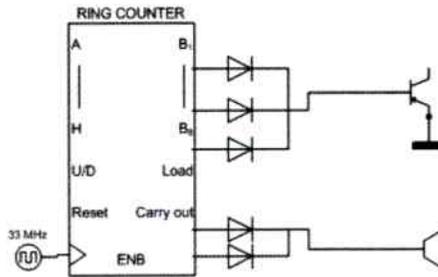
1. Saat listrik dari PLN semua beban dapat di pergunakan.
2. Saat Listrik dari inverter, hanya lampu penerangan saja yang bisa hidup
3. Saat Listrik dari *genset* semua beban dapat dipergunakan

Analisa:

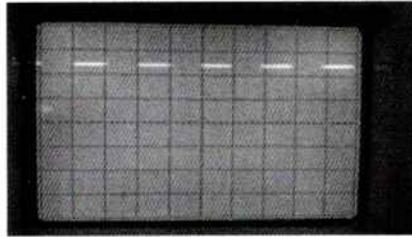
*Load Sheed* ini bekerja berdasarkan kapasitas pembangkit yang dipergunakan sehingga tidak terjadi *overload* pada pembangkit.

#### IV.8. Pengujian Alarm Control and Indicating

Alat ini merupakan media komunikasi antara alat dan manusia, sehingga kita dapat dengan mudah mengetahui kondisi alat tersebut. Rangkaian ini merupakan rangkaian *logic* untuk mengaktifkan alarm juga sebagai indikasi kondisi alat.



Gambar 4.6 Rangkaian Alarm and Indicating



Gambar 4.6.1. Hasil Pengujian Alat Alarm Control and Indicating

Hasil pengujian alat Alarm Control and Indicating:

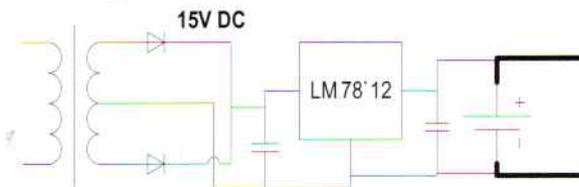
1. Saat listrik dari PLN terputus maka indikasi PLN berubah ke Inverter
2. Saat starter Genset bekerja lampu indikasi Genset start menyala berkedip
3. Saat Genset berhasil hidup, lampu indikasi start padam dan berpindah ke indikasi lampu genset running.
4. Saat genset 3 kali tidak berhasil hidup maka terdengar suara "beep" dan lampu indikasi genset failure menyala.

Analisa:

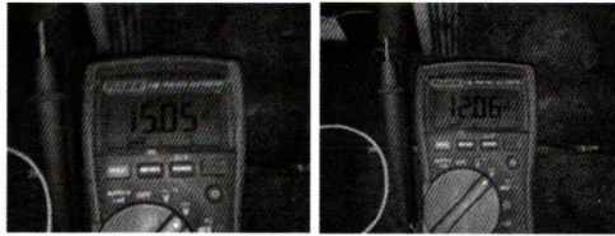
Setelah di amati lampu indikasi ini selain mempermudah melihat sumber listrik mana yang lagi mensupply juga mempermudah untuk mengetahui genset bermasalah.

#### IV.9. Pengujian Power Supplay

Power supplay menggunakan trafo dengan imputan 220 V AC dan output 15 volt AC setelah di searahkan melalui dioda jembatan lalu output di sempurnakan oleh kapasitor dan diturunkan menjadi 12 volt DC dengan menggunakan IC MC 7812, yang dapat dibebani maksimum sebesar 1 A dan cukup untuk menggerakkan alat otomatis switchingpower ini dengan menggunakan catu daya sebesar 12 V DC.



Gambar 4.7 Rangkaian Power Supplay

Gambar 4.7.1. Hasil Pengujian Alat *Power Supplay*

Hasil pengujian alat *Power Supplay*:

Tabel 4.4 Pengukuran Tegangan *Input* dan *Output* pada *Power Supplay*

No	Tegangan Input	Tegangan Output
1	11,5 V DC	11,2 V DC
2	13 V DC	12,06 V DC
3	15,05 V DC	12,06 V DC

Analisa:

1. Saat *input power supplay* dibawah 12 V DC, maka tegangan *output* juga dibawah 12 VDC.
2. Saat tegangan *input* lebih dari 13 V DC, maka tegangan *output* tetap stabil pada 12,6 VDC.

#### IV.10. Metoda Starting Genset Menggunakan Gabungan Panel ATS-AMF

*Genset* di sini yang digunakan adalah dengan cara metoda proses pemanasan terlebih dahulu. Dan cara kerja rangkaian tersebut adalah:

1. *Dalam Keadaan Normal*  
Saat PLN mensuplay arus akan mengalir dari PLN-ke output.
2. *Dalam Keadaan Darurat*  
Bila PLN padam, maka, secara otomatis inverter bekerja dan mem-*back-up* listrik dan diperintahkan *starter genset* untuk bekerja selama 3 (*Tiga*) detik, dan jika gagal, maka proses *starting* akan diulangi sebanyak 3 (*Tiga*) kali dan kalau masih gagal, maka akan mengaktifkan alarm, jika berhasil maka dilakukan *warming-up* selama 3 (*Tiga*) menit setelah itu *switch* akan berpindah untuk menggantikan posisi inverter ke *genset*, dan inverter diperintahkan untuk kondisi *standby*.
3. *Apabila PLN "ON" Kembali*  
Saat listrik dari PLN sudah kembali normal, maka *switch* otomatis akan berpindah ke PLN dan *genset* dalam keadaan *unload* selama 3 (*Tiga*) menit untuk proses *cooling down* kemudian *genset* baru dimatikan.

Analisa:

1. *Gabungan antara Panel ATS-AMF*
  - a. Memberikan solusi yang terpadu untuk meng-otomatis-kan dalam menangani masalah kegagalan PLN Sehingga tidak dibutuhkan tehniisi listrik/operator
  - b. Dengan panel ATS-AMF begitu PLN mengalami pemadaman, *Engine Genset* langsung *start* secara otomatis, demikian juga sebaliknya apabila PLN kembali berjalan normal, *Engine Genset* secara otomatis akan berhenti/*stop engine*.

2. *Keuntungan Panel ATS-AMF*

a. Sistem perpindahan secara otomatis dari PLN ke *Genset* atau sebaliknya hanya perlu waktu yang sangat singkat, hanya dengan hitungan detik saja setelah PLN padam, *Genset* langsung *start* dan listrik segera hidup.

3. *Fungsi Automatic Main Failure (AMF)*

AMF berfungsi untuk menghidupkan *genset* secara otomatis ketika *supply* atau pasokan arus listrik dari PLN terhenti.

4. *Fungsi Automatic Transfer Switch (ATS)*

ATS berfungsi untuk membuka *supply* atau pasokan listrik secara otomatis dari *Genset* lalu menutupkan *supply* listrik dari PLN. Dan juga sebaliknya jika listrik dari PLN kembali aktif.

## V. Penutup

### V.1. Kesimpulan

Dari uraian, perancangan, pembahasan dan analisa sistem otomatis *transfer switching* kelistrikan rumah ini, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Sistem perpindahan secara otomatis dari PLN ke *Genset* atau sebaliknya hanya perlu waktu 5 menit dan proses pemadaman listrik hanya 0,3 detik.
- Fungsi Automatic Main Failure (AMF) menghidupkan *genset* secara otomatis ketika *supply* atau pasokan arus listrik dari PLN terhenti.
- Fungsi Automatic Transfer Switching(ATS) menswitching pasokan listrik secara otomatis dari *Genset* ke *Supply* listrik dari PLN dan juga sebaliknya.
- Load Sheed* membatasi pemakaian listrik sesuai kemampuan pembangkit.

### V.2. Saran

Dari uraian, perancangan, pembahasan dan analisa sistem otomatis *transfer switching* kelistrikan rumah ini maka disarankan:

- Data untuk eksekusi jangan hanya dari pembangkit yang hidup tapi juga dari tegangan dan frekuensi listrik yang berubah.
- Untuk pengontrolan yang lebih rumit dapat menggunakan mikroprosesor.

## VI. Daftar Pustaka

- [1] Andrei Makartchouk, Diesel Engine Engineering, 2002
- [2] Fred Halsall, Data Communications, Computer Networks and Open Systems, Fourth Edition, 1996 Addison-Wesley Publishers Ltd.
- [3] L. L. J. Mahon, Diesel Generator Hand Book, 1992
- [4] M. A Loughton, D. F. Warne, Electrical engineer's Reference Book, Sixteenth Edition, Elsevier Science, 2003
- [5] <http://indones5ia.wordpress.com/2011/05/14/kondisi-kelistrikan-indonesia/>
- [6] [http://en.wikipedia.org/wiki/Inverter\\_\(electrical\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Inverter_(electrical))
- [7] <http://www.8051projects.net/keil-c-programming-tutorial/>
- [8] <http://www.vbtutor.net/vb2010/index.html>