

## **Rancang Bangun Sistem Kontrol Peralihan Beban pada Dua Generator Set Secara Automatis**

### ***Design Of Load Transfer Control System On Two Generator Set Automatically***

**Ridwan Baharta, Winarto, Nurjan Didik P.**

*Jurusan Teknologi Pertanian, Politeknik Negeri Lampung*

*Jl. Soekarno Hatta, Rajabasa, Bandar Lampung 35144 Tel. (0721)703995*

*Email: [rbaharta@gmail.com](mailto:rbaharta@gmail.com)*

#### **ABSTRACT**

*This research is the development of a generator that can be on/off automatically based on the existence of commercial power. Genset used in the study is the generator of household scale premium gasoline. In particular, this study aims to make switching system for two generators with timer settings to prevent loss of power. Testing the performance of the system is made to ensure that the system is functioning properly. Specification design tool created an amalgamation of two generators which can perform on/off according to a predetermined time. After the generator 1 operating for 4 hours, then automatically generator set 2 will live. About 10 seconds since the first 2 live generator, the generator 1 is still in operation, then the load will be transferred to the generator 2. With this delay system, then nothing happens lost power. This mechanism will be repeated after 4 hours of generator 2 operates. With this system, the availability of electrical power would continue as needed.*

*Keywords: automatic transfer switch, generator set*

Naskah ini diterima pada tanggal 6 Oktober 2014, direvisi pada tanggal 20 Oktober 2014 dan disetujui untuk diterbitkan pada tanggal 15 Desember 2014

#### **PENDAHULUAN**

Saat ini daya listrik merupakan kebutuhan pokok bagi sebagian besar bidang usaha, tidak terkecuali bidang pertanian. Namun demikian operasi pertanian yang umumnya terletak pada daerah-daerah terpencil kadangkala menghadapi kesulitan untuk mendapatkan daya listrik dari perusahaan-perusahaan listrik komersial. Untuk kebutuhan daya listrik yang tidak terlalu besar biasanya dapat diatasi dengan memanfaatkan daya matahari, air atau angin, namun bila daya yang dibutuhkan sudah pada taraf yang tidak dapat diatasi dengan penggunaan sumber-sumber di atas, penggunaan *generator set* umumnya menjadi pilihan yang paling rasional.

Pada usaha-usaha tani skala rumahan, sedang dan besar yang melakukan proses pengolahan hasil hingga 24 jam sehari, maka penggunaan *generator set* harus dikelola sedemikian rupa sehingga alat tersebut dapat bekerja secara bergantian. *Generator set* ukuran sangat besar memang dapat bekerja berbulan-bulan tanpa berhenti, namun tentunya tidak demikian dengan *generator set*

ukuran kecil hingga sedang. Rata-rata penggunaan generator set skala kecil berkisar antara 4-6 jam saja yang bila digunakan lebih lama dari itu berpotensi mengurangi umur pakai secara signifikan.

Proses pergantian *generator set* dapat dilakukan oleh seorang operator, namun fungsi operator melakukan pergantian ini dapat dilakukan secara otomatis dengan memanfaatkan sebuah rangkaian elektronik yang berfungsi sebagai panel kontrol, sehingga operator tinggal melakukan pengawasan terhadap seluruh komponen daya listrik yang ada, ataupun melakukan hal-hal lainnya. Hal ini dapat membuat proses kerja operator menjadi lebih efektif dan efisien.

*Generator set* skala rumah tangga dan skala sedang saat ini sudah banyak yang dilengkapi dengan perangkat yang dapat mendeteksi ada atau tidak adanya aliran listrik dari PLN. Di saat aliran listrik terhenti maka generator set akan otomatis bekerja, begitu pula saat aliran listrik dari PLN kembali bekerja, maka generator akan berhenti secara otomatis. Pembangkit tenaga listrik di atas tentu saja sangat berguna untuk daerah-daerah yang sudah dapat memanfaatkan listrik PLN, namun jika belum, maka sistem *kontrol beban generator set* merupakan teknologi yang dapat bermanfaat.

Penelitian diusulkan dilakukan dalam 6 hingga 7 bulan. Penelitian ini merupakan pengembangan dari genset yang dapat *on/off* berdasarkan aliran listrik PLN. Generator set yang akan digunakan dalam penelitian adalah generator set skala rumah tangga berbahan bakar bensin premium. Penelitian akan difokuskan pada proses peralihan tugas dari satu generator set ke generator set yang lain dengan waktu tunda (*delay*). Dimana pada saat proses pergantian akan dilakukan, maka dalam beberapa detik kedua generator set akan hidup yang kemudian salah satunya akan secara otomatis mati. Hal ini dimaksudkan agar tidak ada *lost power* pada saat proses peralihan beban.

Generator set dengan sistem peralihan beban otomatis ini dapat digunakan untuk keperluan industri pertanian, seperti industri pengolahan hasil pertanian skala rumah tangga, dan keperluan lainnya yang membutuhkan daya listrik pada daerah yang belum dialiri listrik PLN, namun membutuhkan kemudahan dalam pengoperasiannya. Pengguna dapat terbantu dalam melakukan pekerjaannya tanpa perlu melakukan hidup dan mematikan genset, namun tentu saja harus tetap melakukan kontrol pada ketersediaan bahan bakar, fluida pendingin untuk genset ukuran besar, serta penggantian pelumas untuk kurun waktu tertentu.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian dan perancangan alat dilakukan di Laboratorium Logam dan Otomotif Politeknik Negeri Lampung yang dimulai bulan April dan selesai pada bulan Oktober 2014.

**Alat dan instrumen yang digunakan terdiri dari:**

- a. *Timer Switch AC*
- b. *Timer switch DC 12 Volt*
- c. *Actuator* untuk menutup *choke* saat *start*
- d. Kontaktor Magnit.
- e. Generator set (Genset) 1.3 KVA.
- f. Stop kran ¼ inci.
- g. Terminal Sambung
- h. Akumulator (*Accu*)

**Bahan yang digunakan antara lain:**

- a. Bensin premium.
- b. *Accrylic*.
- c. Selang plastik bening.
- d. Kabel NYA 2,5 mm dan NYFHY 2,5 mm.

**Prosedur Perancangan Pembuatan Alat**

**Studi Literatur**

Sebelum dilakukan perancangan dan pembuatan alat, dilakukan studi literatur melalui sumber-sumber yang dapat diakses seperti Perpustakaan Pusat Politeknik Negeri Lampung, dan Internet. Studi ini dilakukan untuk mencari informasi terkait hal-hal sebagai berikut:

- a. Spesifikasi dan karakteristik generator set (genset) yang akan digunakan dalam penelitian dan perancangan alat ini.
- b. Karakteristik dan prinsip kerja *actuator* sebagai pengatur penutupan *choke*.
- c. Karakteristik dan prinsip kerja kontaktor magnit.
- d. Karakteristik dan prinsip kerja saklar waktu (*timer switch*).
- e. Karakteristik dan prinsip kerja Automatic Transfer Switch.

**Spesifikasi Perancangan Alat**

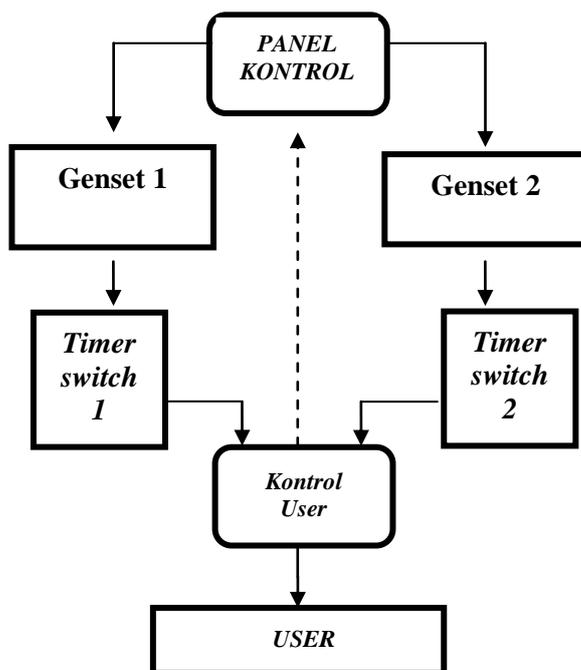
Alat yang dibuat adalah lanjutan dari 2 penelitian terdahulu yaitu Rancang Bangun Pengaturan Bahan Bakar pada Genset *Hybrid* (Bensin dan Bioetanol) untuk aplikasi *Automatic Transfer Switch* (ATS) pada Listrik Rumah Tangga (Purwanto N.D. 2011), dan Rancang Bangun Pengaturan Buka-an *Choke* pada Genset *Hybrid* (Bensin dan Bioetanol) untuk aplikasi *Automatic Transfer Switch* (ATS) pada Listrik Rumah Tangga (Baharta R, Bastaman Syah. 2013). Kedua penelitian menghasilkan sistem *on/off* otomatis generator set skala rumah tangga dengan pergantian bahan bakar dari bensin premium ke bioethanol dengan stabil.



Gambar 1. Genset dengan Perangkat Pengatur Bahan Bakar dan Bukaank Choke

Namun demikian *generator set* skala rumah tangga tidak dapat bekerja terus menerus untuk waktu yang lama, oleh sebab itu perlu digunakan lebih dari satu genset untuk kebutuhan yang terus menerus dalam kurun waktu yang panjang.

Spesifikasi perancangan alat yang dibuat merupakan penggabungan 2 *generator set* (genset) yang dapat melakukan on/off sesuai dengan waktu yang telah ditentukan. Setelah genset 1 beroperasi selama 4 jam, maka secara otomatis genset 2 akan hidup. Sekitar 10 detik pertama sejak genset 2 hidup, genset 1 masih terus beroperasi, untuk kemudian beban akan dialihkan ke genset 2. Dengan sistem *delay* ini, maka tidak ada lost power yang terjadi. Mekanisme ini akan berulang setelah 4 jam genset 2 beroperasi selama 4 jam. Dengan sistem ini, maka ketersediaan daya listrik terus berkelanjutan sesuai kebutuhan.



Gambar 2. Skema sistem kontrol peralihan beban yang dilengkapi dengan *delay*

Dengan sistem yang terlihat di atas, dapat digambarkan bahwa fungsi masing-masing panel instrumen yang digunakan dalam penelitian ini merupakan satu-kesatuan instrumen yang bekerja secara otomatis sesuai dengan instruksi yang telah dirancang.

Adapun fungsi dari masing-masing panel instrumen tersebut adalah:

- a. Panel Kontrol: Pada panel ini terdapat kontaktor magnet, Instrumen ini berfungsi sebagai peralatan sistem peralihan dari Genset 1 dan Genset 2, manakala beroperasi secara bergantian (*Interlock*) sesuai dengan instruksi yang telah dirancang yaitu, jika genset 1 beroperasi (*on*) maka pada genset 2 akan mati (*off*), pada panel ini juga dilengkapi dengan sistem waktu tunda (*delay*), sehingga sistem yang akan dibuat memberi kesempatan pada genset yang akan beroperasi (*on*) untuk siap dibebani ketika waktu peralihan beban akan tiba.
- b. *Timer Switch* 1 dan 2 (*DC*), Instrumen ini berfungsi untuk pengaturan waktu kerja operasional genset 1 dan genset 2 ketika mendapat instruksi dari sistem yang telah dirancang yaitu dari kontrol user yang selanjutnya diteruskan pada panel kontrol untuk memberikan instruksi pada genset 1 atau genset 2 untuk mati (*off*) atau hidup (*on*) jika telah sampai batas waktu settingnya. Sistem ini berlangsung terus-menerus dan berkelanjutan pada ke 2 genset tersebut secara bergantian.
- c. Panel Kontrol Pengguna (*User Control Panel*) pada panel ini juga terdapat kontaktor magnet yang berfungsi untuk mengatur peralihan beban dari genset 1 dan genset 2 yang selanjutnya digunakan untuk penyaluran daya dari genset ke pengguna dan sekaligus memberikan instruksi pada panel kontrol untuk memberitahukan bahwa beban siap disalurkan pada pengguna jika salah satu genset siap untuk beroperasi atau mati (*Off*).
- d. Genset 1 dan 2 yang telah dilengkapi dengan *motor starter*, berfungsi sebagai sumber tenaga listrik pada user yang telah disesuaikan dengan kebutuhan pengguna. Adapun sebelum dilakukan pemasangan instalasi pada kedua genset tersebut maka langkah awal yang harus dilakukan adalah sinkronisasi pada: tegangan, rpm, frekuensi serta dayanya, hal ini dilakukan agar penyaluran daya yang dihasilkan oleh kedua genset tersebut sama, sehingga tidak ada gangguan pada sisi pengguna (*user*).

### **Pembuatan Alat**

Tahapan berikutnya setelah perancangan adalah pembuatan alat berdasarkan rancangan yang telah dibuat. Adapun beberapa proses yang dilakukan dalam tahapan ini adalah:

- a. Menggambar rangkaian elektronik menggunakan komputer.
- b. Memplot hasil gambar rangkaian kemudian merakit komponen pada papan acrylic dengan menggunakan terminal sambung.
- c. Melakukan pemasangan komponen dan menghubungkan dengan peralatan lain, seperti kontaktor magnet, *solenoid valve*, *actuator* serta *timer switch*.
- d. Membentuk konstruksi alat sesuai dengan bentuk yang telah direncanakan.

e. Sinkronisasi Genset.

### Pengujian Alat

Tahapan yang terakhir dari pembuatan alat ini adalah pengujian alat dimana pengujian ini bertujuan untuk mengetahui alat yang dibuat berhasil atau tidak dan apakah sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan atau tidak. Akan dilakukan pula pengujian sinkronisasi genset 1 dan 2 untuk optimalisasi daya yang akan disalurkan pada pengguna, sehingga tidak ada peralatan yang rusak pada sisi pengguna yang diakibatkan oleh ketidak sinkronnya kedua genset tersebut.

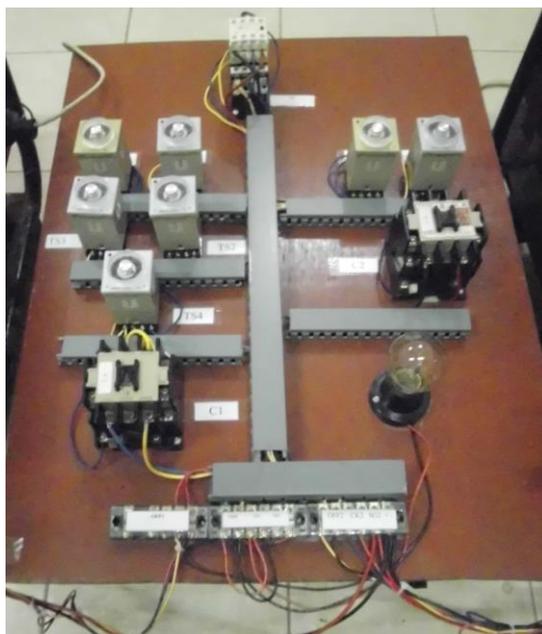
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Realisasi Perancangan

Realisasi perancangan alat ini dibagi menjadi dua bagian yaitu perancangan sistem pada panel box dan perancangan sistem stater serta bukaan choke pada kedua genset, kemudian untuk pengujian alat juga di bagi menjadi dua bagian yaitu pengujian pada panel box sistem dan pengujian sikronisasi kedua generator.

#### 1. Perancangan sistem pada *panel box*

Pada sistem *panel box* yang didesain merupakan gabungan dari sistem *interlock* (jika sistem 1 bekerja maka sistem yang lain mati) dan sistem pewaktu (*timer*). Rangkaian ini terdiri dari 3 buah kontaktor magnet dan 2 buah saklar pewaktu (*timer switch DC*) dengan sumber arus DC dan 5 buah saklar pewaktu (*timer switch AC*) dengan sumber arus AC, adapun masing-masing peralatan tersebut mempunyai fungsi kerja yang berbeda-beda.



Gambar 3. Realisasi perancangan *panel box* sistem

Pada ketiga kontaktor magnet di atas dilabel dan disesuaikan dengan fungsinya masing-masing sebagai contoh pada kontaktor magnet 1 dilabel dengan MC (*main contactor*) kontaktor ini berfungsi sebagai sistem interlock rangkaian dimana jika genset 1 bekerja maka arus dari genset 1 tidak akan bertabrakan dengan genset 2 meskipun kedua genset tersebut hidup pada waktu yang bersamaan, kemudian pada kontaktor magnet 2 dilabel C1 yang berfungsi sebagai penyaluran daya pada genset 1 sekaligus dikombinasikan dengan *timer switch AC* sehingga penyaluran daya pada genset 1 terdapat waktu tunda (*delay*) hal ini dilakukan agar genset siap ketika terjadi kondisi pembebanan, begitu juga pada kontaktor magnet yang ketiga dilabel dengan C2 pada kontaktor 2 fungsinya sama dengan kontaktor C1 kedua kontaktor ini bekerja dengan sistem interlock dimana sistem ini sangat efektif karena dengan adanya sistem ini tidak terjadi tumburan arus baik dari genset 1 dan genset 2 meskipun kedua genset ini pada posisi hidup.



Gambar 4. *Main contactor* (kontaktor utama)



Gambar 5. *Contactor* 1 berfungsi untuk penyaluran daya

2. Perancangan sistem stater serta bukaan choke pada kedua genset

Tujuan dalam perancangan sistem ini adalah untuk mengatur agar masing-masing generator bekerja sesuai dengan waktu settingnya secara bergantian dimana jika genset 1 melakukan *starting* maka genset 2 menunggu instruksi dari sistem, kapan gilirannya untuk melakukan starter. Pada sistem terdapat 2 rangkaian pewaktu dimana komponen dari rangkaian ini adalah saklar waktu DC (*timer switch DC*) yang terhubung dengan sumber dari Aki (*accumulator*) dan *output* dari saklar waktu DC terhubung dengan solenoid starter genset dan solenoid bukaan choke dalam waktu yang bersamaan dengan waktu kerja  $\pm 3$  detik sehingga genset akan hidup sesuai dengan setting waktu kerjanya.



Gambar 6. Solenoid aktuator berfungsi membuka *choke* pada karburator

Gambar 6. merupakan sistem bukaan choke yang dipasang pada sebuah solenoid aktuator dan dikombinasikan dengan *timer switch dc* sebagai instruksi untuk pembukaan choke pada karburator genset yang bekerja pada waktu bersamaan dengan pembukaan choke.



Gambar 7. Terminal sambungan dari *timer switch* ke motor starter genset

## Pengujian Alat

### 1. Pengujian pada *panel box* sistem

Pada pengujian ini disimulasikan dengan menggunakan sumber arus dari PLN dulu, hal ini dilakukan jika sistem tidak berjalan sebagaimana mestinya atau terjadi gangguan maka tidak akan merusak generator mengingat generator merupakan peralatan yang mahal, pengujian ini meliputi:

#### a. Pengujian waktu tunda (*time delay*) penyaluran daya pada genset 1 dan 2.

Pengujian ini dilakukan untuk melihat respon kontaktor magnet (MC) ketika mendapat instruksi dari saklar waktu AC (TS0) untuk bekerja ketika setting waktu telah mencapai waktu kerjanya (5menit) untuk melakukan penyaluran daya dari genset 1 ke user melalui kontaktor magnet 1, begitu juga pada genset 2 penyaluran daya dilakukan setelah genset hidup dulu selama 5 menit baru melakukan penyaluran daya melalui kontaktor magnet 2 rangkaian.

#### b. Pengujian waktu kerja genset 1 dan 2.

Pengujian waktu kerja genset dilakukan secara manual setelah dilakukan penyetingan waktu kerjanya, disini kita simulasikan dengan penyetingan 120 menit total waktu kerja masing-masing genset, pertama kali genset 1 hidup dengan setting 120 menit, tetapi pada saat waktu setting telah mencapai 115 menit maka genset 2 melakukan starter hal ini dilakukan, ketika menjelang 5 menit kedepan maka genset 2 sudah siap untuk dibebani dan genset 1 secara otomatis mati, begitu juga sebaliknya pada saat genset 2 hidup telah mencapai 115 waktu kerjanya, maka genset 1 melakukan starter dan ketika 5 menit berlalu maka genset 1 siap terbebani dan genset 2 padam secara otomatis. Pada pengujian ini telah dilalui dengan baik dan tidak terjadi ganngguan pada masing-masing genset.

#### c. Pengujian waktu *starting* masing-masing genset dan bukaan choke.

Pengujian ini dilakukan untuk melihat unjuk kerja selenoid choke dan selenoid motor starter pada genset 1 dan 2, dengan waktu setting selama  $\pm 3$  detik, dengan memanfaatkan *timer switch DC* (TDC1) dan (TDC2) yang tersambung pada sumber dari aki (*acumulator*). TDC1 digunakan untuk menggerakkan selenoid choke dan selenoid motor starter secara bersamaan pada genset 2 sedangkan pada TDC2 digunaka untuk menggerakkan selenoid choke dan selenoid motor starter secara bersamaan pada genset 1. Dari pengujian yang telah dilakukan secara manual didapatkan hasil yang sangat bagus dari sistem kerja choke dan starter genset.

#### d. Terakhir adalah pengujian rangkaian *switch off* genset dan penyaluran daya pada pengguna (*user*).

Tahapan yang terakhir dari sistem panel box ini adalah pengujian rangkain off genset dan penyaluran daya pada pengguna (*user*), dengan memanfaatkan *timer switch AC* pada TS4 (dengan waktu setting 120 menit) yang terkombinasi dengan kontaktor C1 pada genset 1 maka rangkaian inilah yang akan difungsikan untuk mematikan genset 1 sedangkan waktu

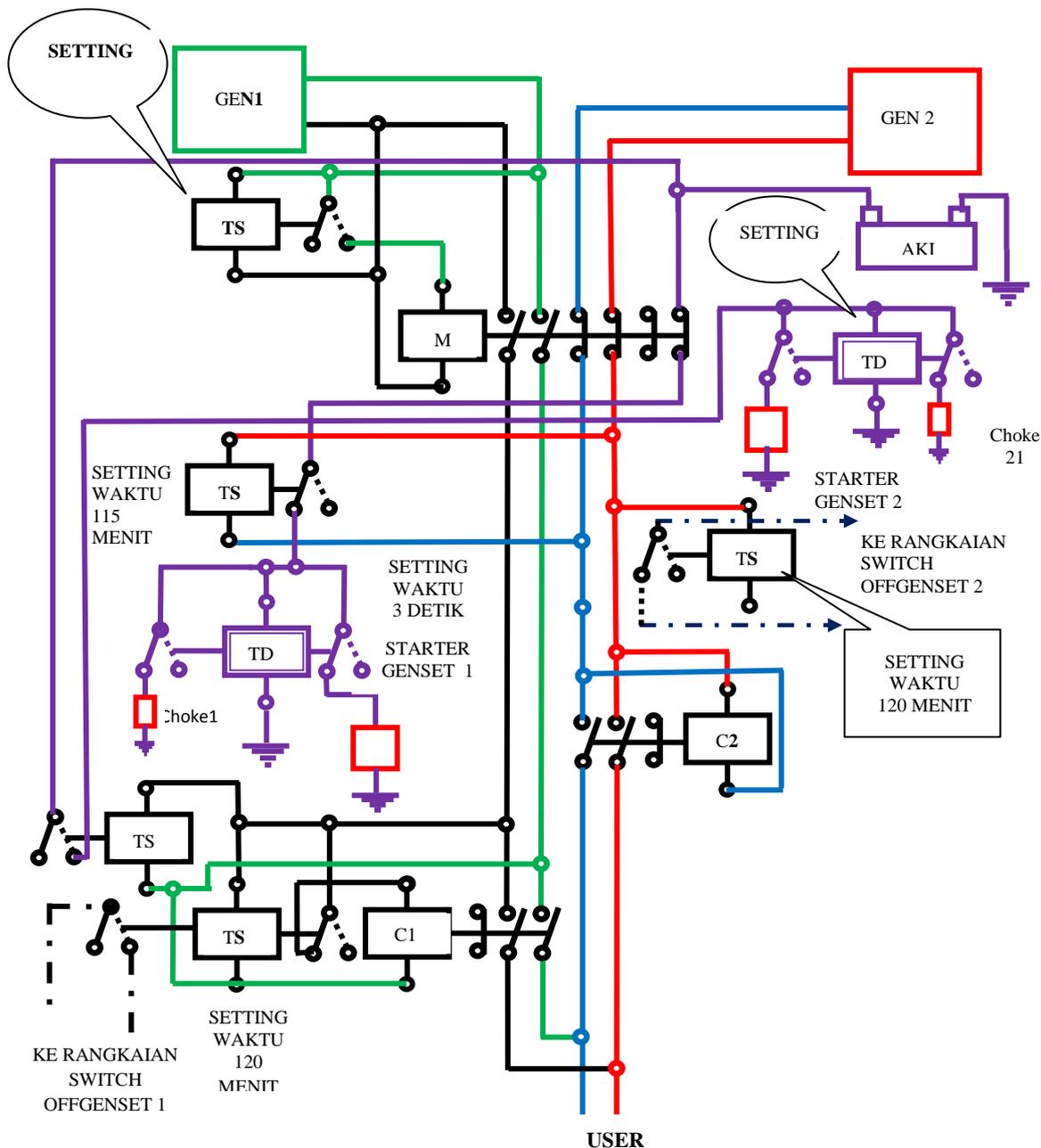
penyaluran daya memanfaatkan rangkaian pada *Timer switch* TS0 yang terkombinasi dengan kontaktor utama (MC) dengan waktu settingnya 5 menit untuk penyaluran daya pada genset 1 sedangkan untuk *switch off* pada genset 2 sedikit ada perbedaan sedikit dengan genset 1 yaitu dengan memanfaatkan *Timer switch* TS1 dengan waktu setting 120 menit yang terkombinasi dengan kontaktor 2 (C2) dengan waktu setting pada *Timer switch* TS2 selama 115 menit, maka terdapat selisih waktu 5 menit, waktu selisih inilah yang kita gunakan untuk waktu tunda (*delay*) penyaluran daya pada pengguna, dengan sistem ini diharapkan tidak terjadi kegagalan penyaluran daya yang diakibatkan genset gagal start akibat dari beban lebih.

## 2. Pengujian Sinkronisasi Generator.

Pengujian ini dilakukann untuk mengecek keluaran dari generator 1 dan generator 2 baik itu tegangan maupun frekuensinya, dikarenakan kedua genset sama-sama satu fase maka pengujiannya cukup hanya 2 variabel saja yaitu tegangan dan frekuensi adapun cara pengujian tegangan adalah menyamakan tegangan output dari generator 1 dan 2, ukur tegangan output generator 1 berapa nilainya, dimisalkan 220 Volt kemudian ukur tegangan output pada generator 2 dimisalkan 230 Volt dari pengukuran tadi terdapat selisih 10 Volt pada genset 2 untuk menyamakan tegangan tersebut maka pada genset 2 harus distel konsumsi bahan bakarnya dengan cara mengecilkan stelan konsumsi bahan bakar sampai mencapai tegangan output generator 2 tersebut menjadi 220 Volt dengan pengecilan konsumsi bahaan bakar maka frekuensi pada genset 2 otomatis akan sama dengan frekuensi genset 1.



Gambar 8. Realisasi perancangan alat keseluruhan.



Gambar 9. Rangkain realisasi perancangan alat keseluruhan

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

- Sistem *switching* untuk dua generator set dengan pengaturan pewaktu telah berhasil dibuat.
- Dalam pengujian sistem bekerja baik, dengan waktu overlapping 5 menit, dimana genset hidup bersama, sebelum dialihkan ke genset berikutnya.
- Voltage dari kedua genset berhasil disinkronkan, namun frekuensi dari kedua genset belum dapat terukur.

## Saran

- Disarankan untuk melakukan penelitian lanjutan untuk dapat mengukur dan menyinkronkan frekuensi dari masing-masing genset.

## DAFTAR PUSTAKA

Alley S.D. 1993. Generator Basics, Applied to Field Problems. InterNational Electrical Testing Association, Summer 1993.

Anonymous. 2000. Teori Dasar Listrik. PT. PLN (persero).

Anonymous. 1996. New Step 1 Training Manual. Toyota Astra Motor. Jakarta.

Baharta R, Bastamansyah. 2013. Rancang Bangun Pengaturan Buka-an Choke Pada Genset Hybrid (Bensin dan Bioetanol) Untuk Aplikasi Automatic Transfer Switch (ATS) Pada Listrik Rumah Tangga. Laporan Penelitian, Politeknik Negeri Lampung.

Heywood, JB. 2000. Internal Combustion Engine Fundamentals. McGraw-Hill Inc, New York.

Klempner G, Kerszenbaum I. 2004. *Operation and Maintenance of Large Turbo Generators*. John Wiley & Sons, Inc.

Purwanto N.D. 2011. Skripsi: Rancang Bangun Pengaturan Bahan Bakar Pada Genset Hybrid (Bensin dan Bioetanol) Untuk Aplikasi Automatic Transfer Switch (ATS) Pada Listrik Rumah Tangga. Universitas Lampung. Bandar Lampung.