

RANCANG BANGUN *AUTOMATIC TRANSFER SWITCH* PADA MOTOR BENSIN GENERATOR-SET 1 FASA 2,8 KW 220 VOLT 50 HERTZ

Ardi Bawono Bimo, Hari Santoso, dan Soemarwanto

Abstract—*Automatic Transfer Switch (ATS)* merupakan saklar otomatis untuk memindahkan catu daya listrik dari sumber listrik PLN ke sumber listrik genset dan sebaliknya. Dalam penelitian ini dirancang dan dibangun sebuah ATS yang diterapkan pada motor bensin genset 1 fasa 2,8 KW 220 V 50 Hz (yang kemudian disebut genset). Komponen pensaklaran berupa *TRIAC*. Pelaksanaan penelitian dimulai dengan kajian literature, penentuan spesifikasi, batasan fungsi alat yang akan dibuat, perhitungan dan penentuan komponen yang akan digunakan, dilanjutkan dengan pengujian alat unjuk kerja dan analisisnya, serta diakhiri dengan penarikan kesimpulan. Dihasilkan suatu rancang-bangun ATS untuk genset. Proses pensaklaran dikendalikan oleh mikrokontroler. Hasil pengujian menunjukkan bahwa ATS yang dibuat terbukti dapat berfungsi melakukan pensaklaran otomatis sebagaimana yang dikehendaki.

Index Terms—*Automatic Transfer Switch (ATS)*, *TRIAC*, motor bensin generator-set 1 fasa 2,8 KW 220 V 50 Hz (genset)

I. PENDAHULUAN

Automatic Transfer Switch (ATS) merupakan saklar otomatis untuk memindahkan catu daya listrik dari sumber listrik PLN ke sumber listrik genset dan sebaliknya. Saklar otomatis yang digunakan pada ATS berupa rele. Rele dikondisikan oleh mikrokontroler yang telah diprogram sesuai dengan kondisi tertentu.

Dalam penelitian ini dirancang dan dibangun sebuah ATS untuk motor bensin genset 1 fasa 2,8 KW 220 V 50 Hz (yang kemudian disebut genset). ATS yang dirancang dan dibangun ini untuk mempelajari dan memahami bagaimana prinsip kerja dan pengendalian saklar otomatis ATS.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini didasarkan pada masalah yang bersifat aplikatif yang dapat dirumuskan menjadi 5 permasalahan utama, yaitu bagaimana merancang dan membuat ATS yang sesuai untuk sistem kerja genset yang menggunakan generator sinkron satu fasa 2,8 kW 220 volt 50 Hertz, bagaimana menentukan sistem sensor

Ardi Bawono Bimo adalah kandidat Sarjana Teknik Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya (Telp./mobile: +62-85233285230; e-mail: ardi.b.bimo@gmail.com).

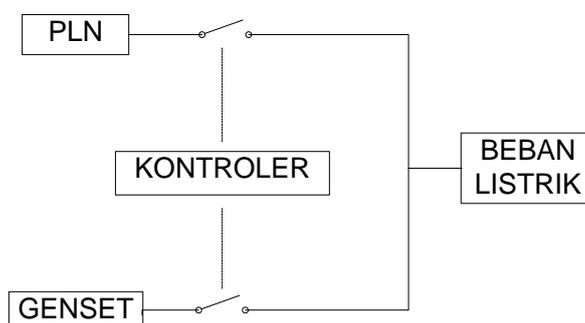
Hari Santoso dan Soemarwanto adalah staf pengajar Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya (e-mail: hari.santoso53@yahoo.com; soemarwanto@ub.ac.id)

tegangan AC yang dapat digunakan sebagai tegangan input pada mikrokontroler, bagaimana menentukan rele yang dapat bekerja pada tegangan 220 volt 50 Hertz sehingga dapat digunakan sebagai output mikrokontroler, bagaimana menentukan rele yang dapat bekerja pada tegangan 220 volt 50 Hertz sehingga dapat digunakan sebagai output mikrokontroler, serta bagaimana koordinasi waktu antara ATS, sumber listrik PLN, dan genset saat terjadi peralihan dari sumber listrik PLN ke sumber listrik genset dan sebaliknya. Untuk itu langkah-langkah pelaksanaan penelitian ini akan mencakup perancangan dan pembuatan alat, pengujian dan analisis, serta penarikan kesimpulan.

A. Perancangan dan Pembuatan Alat

Perancangan ATS dilakukan secara perhitungan matematis berdasarkan materi dan referensi yang diperoleh dari hasil studi pustaka. Perancangan meliputi semua aspek yang menunjang kerja sistem baik dari segi perangkat keras komponen elektrik maupun perangkat lunak (*software*).

Langkah pertama adalah merancang cara kerja sistem modul ATS. ATS ini dirancang untuk melakukan *switching* dari sumber listrik PLN ke genset dan sebaliknya yang dikondisikan oleh kontroler, saat terjadi pemadaman listrik dari sumber listrik PLN. Perancangan sistem modul ATS lebih rinci dijelaskan pada bab perancangan. Gb.1 menunjukkan blok diagram perancangan sistem modul ATS.

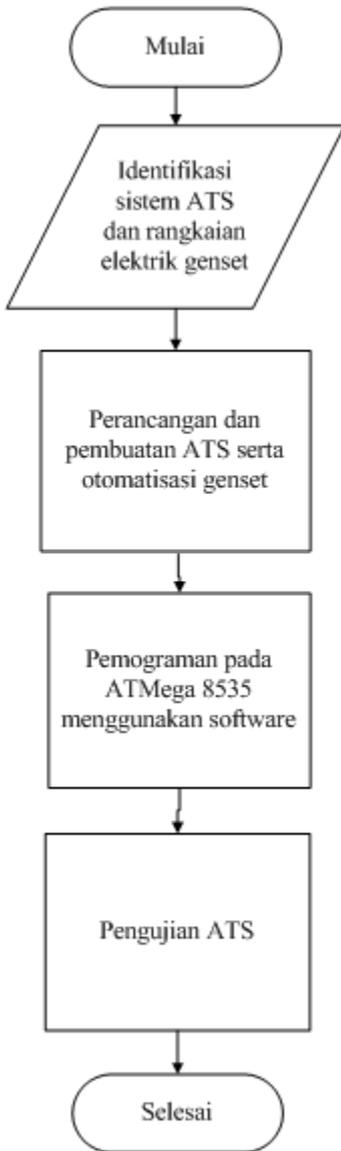


Gb.1 Blok diagram perancangan sistem modul ATS

Kemudian mengidentifikasi sistem kerja elektrik starter genset untuk pembuatan otomatisasi genset. Langkah berikutnya menentukan komponen elektrik yang akan digunakan pada ATS serta merangkai komponen-komponen tersebut sesuai perancangan ATS.

Pengendalian ATS dilakukan dengan menggunakan mikrokontroler yang diprogram sesuai dengan perancangan kondisi ATS.

Diagram alir penelitian rancang bangun ATS ini adalah sebagai berikut:



Gb.2 Diagram alir penelitian rancang bangun ATS

B. Pengujian dan Analisis

Pengujian dilakukan untuk memastikan rangkaian ATS dapat bekerja untuk menyalakan genset ketika terjadi peralihan sumber listrik PLN ke sumber listrik genset.

Sebelum melakukan pengujian alat, model beban listrik dibuat terlebih dahulu untuk mempermudah proses pengujian. Beban listrik merupakan peralatan listrik yang terpasang pada ruang kelas Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.

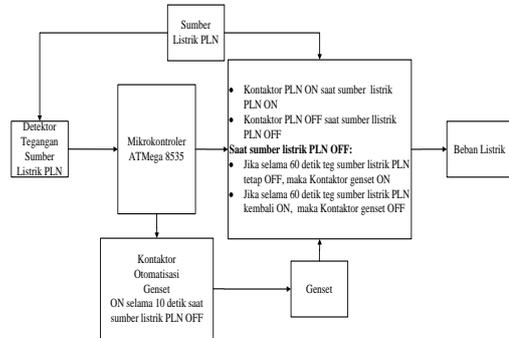
Pengujian yang dilakukan dibagi menjadi 2 tahapan yaitu:

1. Pengujian ATS untuk penyalakan genset yang dibebani beban listrik sebagai uji coba.
2. Pengujian ATS pada salah satu ruang kelas Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya sebagai

penerapan nyata penggunaan modul ATS.

III. PERANCANGAN ATS

ATS yang dirancang memiliki blok diagram sistem seperti yang ditunjukkan pada Gb.3 berikut ini



Gb.3 Blok diagram sistem ATS

Sumber : Penulis

Keterangan blok diagram sistem ATS untuk genset adalah sebagai berikut :

1. Pada sistem menggunakan dua sumber listrik, yakni sumber PLN sebagai sumber primer dan genset sebagai sumber listrik sekunder.
2. Detektor tegangan sebagai pendeteksi ada atau tidak adanya tegangan pada sumber listrik PLN, menghasilkan tegangan yang merepresentasikan sinyal masukan utama ke mikrokontroler ATmega8535.
3. Mikrokontroler ATmega8535 sebagai pengolah data masukan tegangan dari detektor tegangan dan melakukan perhitungan internal berupa logika digital sebagai bentuk sinyal pemicuan ke kontaktor.
4. Saat detektor tegangan mendeteksi tidak ada tegangan dari sumber listrik PLN (sumber listrik PLN off), mikontroler akan mengkondisikan kontaktor PLN off, kontaktor otomatisasi genset on (selama 4 detik untuk penyalakan genset, setelah genset menyala kontaktor otomatisasi genset akan off). Jika selama 7 detik tetap tidak ada tegangan dari sumber listrik PLN, maka kontaktor genset on. Jika selama 7 detik detektor tegangan mendeteksi ada tegangan dari sumber listrik PLN (sumber listrik PLN on), maka kontaktor genset off.

Modul ATS ini digunakan pada genset merk Starke tipe GFH3900LXE yang ada pada laboratorium Sistem Daya Elektrik. Genset memiliki data teknis sebagai berikut :

- Pout = 2.8 kW

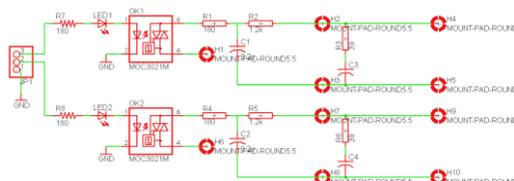
- $V_{out} = 220\text{ V}$
- Frekuensi = 50 Hz
- Faktor Daya = 1.0

Perancangan ATS dibagi menjadi 2 bagian, yakni perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak.

Perancangan perangkat keras meliputi :

1. Perancangan Rangkaian SSR

Gb.4 menunjukkan rangkaian SSR pada modul ATS yang dirancang



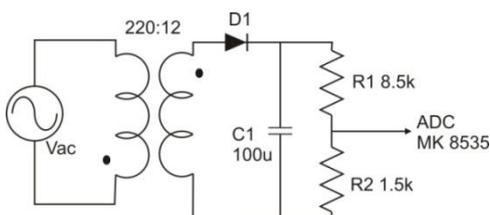
Gb.4 Rangkaian SSR modul ATS

Sumber : Penulis

Terdiri dari komponen *optocoupler* jenis MOC3021 dan TRIAC BT139 sebagai kontaktor. *Optocoupler* merupakan komponen mirip LED dan sensor cahaya yang menjadi satu yang fungsinya sebagai pemisah daya kecil pada rangkaian mikrokontroler dan daya relatif besar pada rangkaian ATS. Masukan *optocoupler* merupakan keluaran sinyal dari mikrokontroler. Keluaran *optocoupler* digunakan untuk mengaktifkan kontaktor (yang berupa TRIAC BT139) pada rele sesuai dengan kondisi yang diberikan oleh mikrokontroler

2. Perancangan Rangkaian Sensor Tegangan

Rangkaian sensor tegangan yang digunakan pada ATS untuk genset 1 fasa 2,8 kW 220 volt 50 hertz ditunjukkan pada Gb.5.



Gb.5 Rangkaian sensor tegangan

Sumber :

<http://beaversource.oregonstate.edu/projects/44x200901/ticket/10969>

Keluaran dari sensor tegangan akan dihubungkan pada port.A mikrokontroler ATmega8535 yang merupakan port ADC. Nilai ADC merupakan perwakilan nilai tegangan yang dideteksi oleh mikrokontroler ATmega8535.

3. Penentuan Komponen Rele

Untuk penentuan rele yang dipilih, harus memperhatikan nilai *rating* tegangan dan *rating* arus yang sesuai dengan kebutuhan rangkaian modul ATS. Modul ATS yang dirancang menggunakan *rating* tegangan 220 volt karena tegangan nominal PLN adalah sebesar 220 volt. Sedangkan *rating* arus

yang dipilih, harus bernilai sama atau diatas nilai arus yang akan melewati rele. Sesuai dengan persamaan daya, maka besar arus yang akan melewati rele ditunjukkan pada Persamaan

$$I = \frac{P}{V} \cos \phi$$

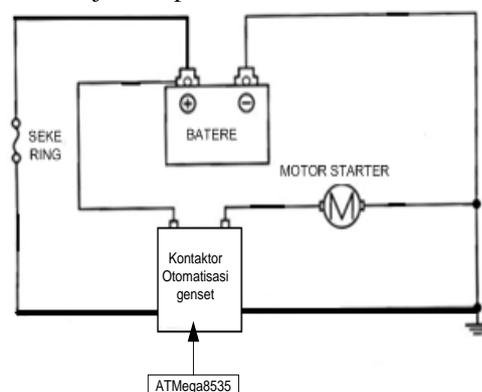
$$= \frac{2800}{220} \cdot 1$$

$$= 13\text{ A}$$

Sehingga rele yang digunakan adalah rele dengan rating kemampuan menghantar arus diatas 13 A.

4. Perancangan Otomatisasi Genset

Otomatisasi genset menggunakan komponen rele sebagai pengganti saklar kontak genset manual. Rele akan dikondisikan oleh mikrokontroler ATmega8535 yang berada pada ATS. Penggantian saklar kontak manual dengan rele ditunjukkan pada Gb.6



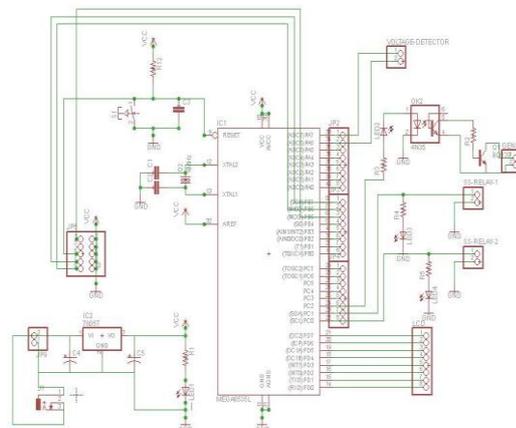
Gb.6 Rangkaian otomatisasi genset

Sumber : Penulis

Perancangan perangkat lunak meliputi :

1. Rangkaian Minimum Sistem Mikrokontroler

Rangkaian minimum sistem ATmega 8535 ATS untuk genset 1 fasa 2,8 kW 220 volt 50 Hertz ditunjukkan pada Gb.7.



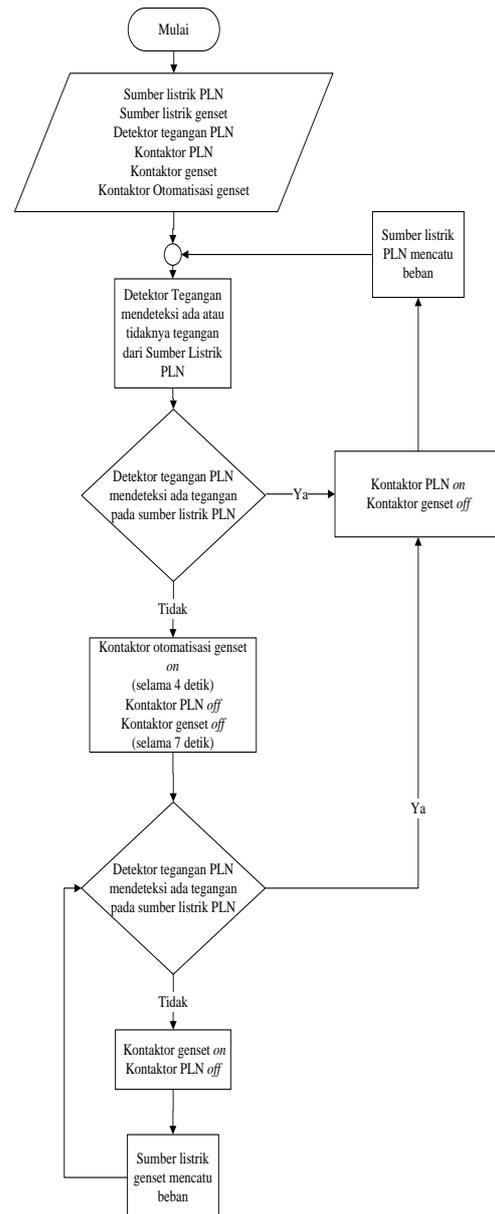
Gb.7 Gambar Rangkaian Minimum Sistem ATmega 8535

1. Pin 11 (GND) adalah pin *ground*.
2. Pin 10 (VCC) adalah pin sumber tegangan.
3. Pin 9 (RESET) adalah pin *reset*. Pin ini terhubung pada sebuah *push button* untuk melakukan *reset* pada program mikrokontroler.
4. Pin 12 dan 13 adalah pin untuk kristal (*external oscillator*).
5. Pin 8 (PB7) adalah pin keluaran untuk pemicuan *gate* TRIAC1 yang terhubung dengan motor induksi 300 W.
6. Pin 4 (PB3) adalah pin keluaran untuk pemicuan *gate* TRIAC2 yang terhubung dengan motor penggerak kipas angin 55 W.
7. Pin 7 (PB6) adalah pin keluaran untuk pemicuan *gate* TRIAC3 yang terhubung dengan beban komplemen resistif 1.
8. Pin 6 (PB5) adalah pin keluaran untuk pemicuan *gate* TRIAC4 yang terhubung dengan beban komplemen resistif 2.
9. Pin 5 (PB4) adalah pin keluaran untuk pemicuan *gate* TRIAC5 yang terhubung dengan beban komplemen resistif 3.
10. Pin 40 (ADC0) adalah pin masukan berupa tegangan keluaran pendeteksi arus ACS712.

Di antara pin keluaran mikrokontroler dengan TRIAC terdapat komponen LED dan *optocoupler* MOC3021. LED berfungsi mengindikasikan port keluaran mana dari mikrokontroler yang aktif dan memicu *optocoupler*. Sedangkan *optocoupler* MOC3021 berfungsi untuk memicu *gate* TRIAC sekaligus pemisah antara rangkaian berdaya kecil (mikrokontroler) dengan rangkaian berdaya besar (TRIAC dan beban listrik).

4.3.2 Diagram Alir Mikrokontroler

Diagram alir program sistem ATMega 8535 ATS untuk genset 1 fasa 2,8 kW 220 volt 50 Hertz ditunjukkan pada Gb.8.



Gb.8 Diagram Alir Program ATMega 8535

IV. HASIL UJI DAN PEMBAHASAN

Pengujian ATS dilakukan melalui 2 pengujian, yaitu pengujian dengan beban lampu sebagai uji coba dan pengujian pada ruang kuliah Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.

1. Pengujian ATS menggunakan beban lampu sebagai uji coba

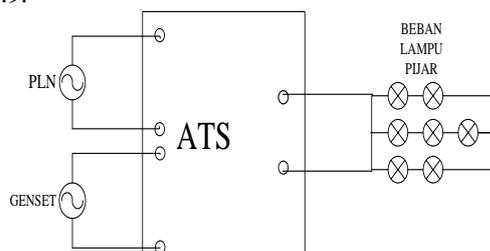
Pengujian ATS menggunakan beban lampu sebagai uji coba bertujuan untuk mengetahui hasil kerja dari rangkaian ATS sebelum digunakan pada beban ruang kuliah.

Peralatan yang akan digunakan dalam pengujian ini adalah:

1. Sumber listrik PLN 220 V 50 Hz
2. Genset merek Starke 2,8 kW 220 V 50 Hz
3. Lampu pijar 100 W (7 buah)
4. Voltmeter merek SANWA model CD800a

Prosedur pengujian pendeteksi tegangan sebagai berikut :

1. Menghubungkan peralatan-peralatan seperti pada Gb.9.



Gb.9. Blok diagram pengujian ATS dengan beban lampu sebagai langkah uji coba

Sumber : Penulis

2. Menyalakan semua saklar lampu.
3. Memadamkan sumber listrik yang dihubungkan dengan rele PLN.
4. Mengamati serta mencatat kondisi beban lampu, kondisi kedua kontaktor (kontaktor PLN dan kontaktor genset) dan ada atau tidaknya tegangan sumber listrik PLN saat terjadi proses *switching*.
5. Menyalakan kembali sumber listrik PLN.
6. Mengamati serta mencatat kondisi beban lampu, kondisi kedua kontaktor (kontaktor PLN dan kontaktor genset) dan ada atau tidaknya tegangan sumber listrik PLN saat terjadi proses *switching*.

Pengujian dilakukan dengan melalui 2 kondisi jangka waktu sumber listrik PLN padam (t), yakni :

1. $t > 60$ detik
2. $t < 60$ detik

Diketahui waktu proses pemanasan genset adalah 10 detik dan waktu yang dibutuhkan oleh genset agar bisa dicatukan ke beban adalah 60 detik setelah proses pemanasan dilalui

A. Pengujian ATS menggunakan beban lampu dengan $t > 60$ detik

Pengujian ATS dengan kondisi $t > 60$ detik merupakan simulasi saat pemadaman sumber listrik PLN berlangsung dalam waktu yang lama. Data hasil pengujian ATS dengan beban lampudengan kondisi $t > 60$ detik sebagai berikut:

| Pengujian ke - | Tegangan PLN (volt) | Kondisi Kontaktor | | Kondisi Beban | t (detik) |
|----------------|---------------------|-------------------|---------|---------------|-----------|
| | | PLN | Gens et | | |
| 1 | ada | ON | OFF | ON | - |
| | tidak ada | OFF | OFF | OFF | 70 |
| | tidak ada | OFF | ON | ON | - |
| 2 | ada | ON | OFF | ON | - |
| | tidak ada | OFF | OFF | OFF | 75 |
| | tidak ada | OFF | ON | ON | - |
| 3 | ada | ON | OFF | ON | - |
| | tidak ada | OFF | OFF | OFF | 80 |
| | tidak ada | OFF | ON | ON | - |
| 4 | ada | ON | OFF | ON | - |
| | ada | ON | OFF | ON | - |
| | tidak ada | OFF | OFF | OFF | 85 |
| 5 | ada | ON | OFF | ON | - |
| | tidak ada | OFF | OFF | OFF | 90 |
| | tidak ada | OFF | ON | ON | - |
| 6 | ada | ON | OFF | ON | - |
| | tidak ada | OFF | OFF | OFF | 95 |
| | tidak ada | OFF | ON | ON | - |
| 7 | ada | ON | OFF | ON | - |
| | tidak ada | OFF | OFF | OFF | 100 |
| | tidak ada | OFF | ON | ON | - |

Sumber : Pengujian

Berdasarkan data hasil pengujian dapat diambil kesimpulan bahwa saat $t > 60$ detik, ATS bisa bekerja dengan baik sesuai dengan perancangan sistem kerja yakni ATS melakukan proses *switching* dari sumber listrik PLN ke genset.

B. Pengujian ATS menggunakan beban lampu dengan $t < 60$ detik

Pengujian ATS dengan kondisi $t < 60$ detik merupakan simulasi saat pemadaman sumber listrik PLN berlangsung dalam waktu yang singkat, yakni dibawah waktu durasi *switching* ATS. Data hasil pengujian ATS dengan beban lampu dengan kondisi $t < 60$ detik, sebagai berikut:

| Pengujian ke - | Tegangan PLN (volt) | Kondisi Rele | | Kondisi Beban | t (detik) |
|----------------|---------------------|--------------|--------|---------------|-----------|
| | | PLN | Genset | | |
| 1 | ada | ON | OFF | ON | - |
| | tidak ada | OFF | OFF | OFF | 10 |
| | ada | ON | OFF | ON | - |
| 2 | ada | ON | OFF | ON | - |
| | tidak ada | OFF | OFF | OFF | 20 |
| | ada | ON | OFF | ON | - |
| 3 | ada | ON | OFF | ON | - |
| | tidak ada | OFF | OFF | OFF | 30 |
| | ada | ON | OFF | ON | - |
| 4 | ada | ON | OFF | ON | - |
| | tidak ada | OFF | OFF | OFF | 35 |
| | ada | ON | OFF | ON | - |
| 5 | ada | ON | OFF | ON | - |
| | tidak ada | OFF | OFF | OFF | 40 |
| | ada | ON | OFF | ON | - |
| 6 | ada | ON | OFF | ON | - |
| | tidak ada | OFF | OFF | OFF | 45 |
| | ada | ON | OFF | ON | - |
| 7 | ada | ON | OFF | OFF | - |
| | tidak ada | OFF | OFF | ON | 50 |
| | ada | ON | OFF | ON | - |

Sumber : Pengujian

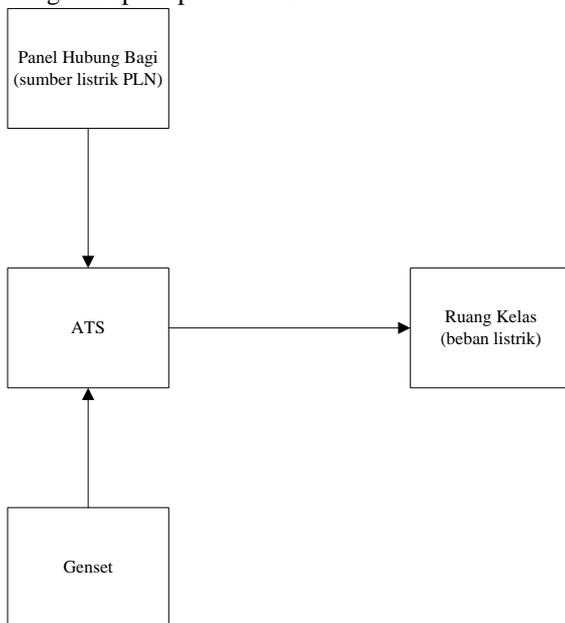
Berdasarkan data hasil pengujian, maka dapat diambil kesimpulan bahwa saat $t < 60$ detik, ATS bisa bekerja dengan baik sesuai

dengan perancangan sistem kerja yakni ATS menunggu ada atau tidak ada tegangan dari sumber listrik PLN selama 60 detik. Saat terdapat tegangan sumber listrik PLN, maka ATS akan memadamkan kontaktor genset kemudian kembali menyalakan kontaktor PLN.

2. Pengujian ATS pada salah ruang kuliah Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Setelah melakukan pengujian pada beban lampu pijar, selanjutnya melakukan pengujian pada salah satu ruang kelas Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya untuk penerapan nyata sistem kerja ATS.

Pengujian dilakukan pada hari Sabtu, tanggal . ATS dirangkai seperti pada Gb.10 berikut ini



Gb.10 Diagram blok pengujian ATS pada salah satu ruang kelas Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya untuk penerapan nyata sistem kerja ATS.

Sumber : Pengujian

Dari pengujian ATS pada ruang kuliah Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya dapat diambil kesimpulan bahwa ATS dapat berfungsi sesuai dengan perancangan yang telah dibuat.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

1. Cara kerja ATS adalah saat detektor tegangan mendeteksi tidak ada tegangan dari sumber listrik PLN (sumber listrik PLN *off*), mikontroller akan mengkondisikan kontaktor PLN *off*, kontaktor genset *off*, dan kontaktor otomatisasi genset *on* (selama 10 detik untuk penyalan genset, setelah genset menyala kontaktor otomatisasi genset akan *off*). Jika selama 60 detik tetap tidak ada tegangan dari

sumber listrik PLN, maka kontaktor genset *on*, kontaktor PLN *off*. Jika selama 60 detik detektor tegangan mendeteksi ada tegangan dari sumber listrik PLN (sumber listrik PLN *on*), maka kontaktor genset *off*, kontaktor PLN *on*.

2. Masukan data untuk ATS berupa nilai tegangan sumber listrik PLN yang dideteksi oleh sensor tegangan.
3. Penggunaan ATS dikhususkan pada genset yang memiliki *elektrik starter*.

B. Saran

Untuk penyempurnaan penelitian ini, saran yang perlu dilakukan adalah pada genset dengan kapasitas yang lebih besar, ATS memerlukan rele dengan rating tegangan dan arus yang lebih besar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Atmel. 2006. *ATmega8535/ATmega8535L, 8-bit AVR Microcontroller with 8 Kbytes in-System Programmable Flash*. California: Atmel.
- [2] F Fitzgerald, A.E, Charles Kingley, Jr, Stephen, D, Umans. 2003. *Electric Machinery 5th edition*. Singapore: Mc.Graw-Hill, Inc
- [3] Philips. 2004. *BT-139 series Triacs Rev.04.00*. Netherlands. Koninklijke Philips Electronics
- [4] Kuphaldt, Tony R. 2007. *Lesson In Electronic Circuit Volume IV*. Digital
- [5] Omron. 2007. *General-purpose Relay*. Omron Corporation
- [6] Bailey, John. Website <http://beaversource.oregonstate.edu/projects/44x200901/ticket/10969>.