

PERANCANGAN SAKLAR PEMINDAH OTOMATIS PADA INSTALASI GENSET DENGAN PARAMETER TRANSISI BERUPA ARUS BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA16

Automatic Transfer Switch Design on Generator Installation with Current Transition Parameter Based on Microcontroller ATmega16

Utis Sutisna, Karyono dan Siswanto Nurhadiyono

Program Studi Teknik Elektro
Sekolah Tinggi Teknik Wiworotomo Purwokerto
Jl. Semingkir No.1 Purwokerto 53134
Telp. (0281) 632870, 626266
*email : t155n4@gmail.com

ABSTRAK

Sebagai cadangan di saat suplai energi listrik dari PLN terputus, di tempat-tempat tertentu seperti pusat perdagangan, perhotelan, rumah sakit maupun industri, biasanya digunakan genset. Sebagai kontrol kapan genset mengambil alih suplai tenaga listrik ataupun sebaliknya maka diperlukan sebuah sistem kontrol saklar pemindah otomatis. Dalam penelitian ini dibuat simulasi secara software dan secara hardware menggunakan mikrokontroler ATmega16 sebagai kontroler utama dari suatu saklar pemindah otomatis pada instalasi genset. Arus dari sumber ke beban dideteksi oleh sensor arus ACS712. Sinyal keluaran sensor tersebut digunakan oleh mikrokontroler sebagai acuan untuk mengetahui apakah listrik PLN menyala atau padam. Jika listrik PLN menyala, maka relay PLN diaktifkan dan relay genset dimatikan. Sebaliknya, jika listrik PLN padam, maka relay PLN dimatikan dan relay genset diaktifkan. Dari hasil pengujian diketahui bahwa sistem saklar pemindah otomatis dalam simulasi ini mempunyai waktu perpindahan dari PLN ke genset selama 6,00 detik pada simulasi software dan selama 6,53 detik pada simulasi hardware. Sedangkan perpindahan dari genset ke PLN yaitu selama 1,03 detik pada simulasi software dan selama 1,25 detik pada simulasi hardware.

Kata kunci : Saklar pemindah otomatis, mikrokontroler ATmega16, sensor ACS712.

ABSTRACT

As a backup when the energy supply of electricity disconnected, certain places such as trading centers, hotels, hospitals and industries, usually using genset. It's required an automatic transfer switch control system to control when genset takes over the supply of electricity or vice versa. In this study, software and hardware simulation using microcontroller ATmega16 as the main controller of an automatic transfer switch on the genset installation were made. Currents from the source to the load is detected by the current sensor ACS712. The sensor output signals are used by the microcontroller as a reference to determine whether the electricity of PLN on or off. If the electricity of PLN is on, then the PLN relay is activated and the genset relay is turned off. Conversely, if the electricity of PLN goes out, then the PLN relay is turned off and the generator relay is activated. The test results show that the automatic transfer switch system in this simulation has the transition time of 6.00 seconds from the PLN to the genset in software simulation and of 6.53 seconds in the hardware simulation. While it

has the transition time of 1.03 seconds from the genset to the PLN in software simulation and of 1,25 seconds in the hardware simulation.

Key-words: Automatic transfer switch, microcontroller ATmega16, sensor ACS712

PENDAHULUAN

Sampai saat ini masih banyak dijumpai beberapa tempat yang menggunakan sistem manual yang mengandalkan secara penuh operator dalam pengoperasian genset. Ketika suplai utama mengalami pemadaman, maka operator harus cepat mengambil tindakan dengan memindah saklar penghubung antara beban dengan sumber listrik. Dalam kondisi seperti ini kesiapan operator merupakan faktor yang sangat penting. Operator harus selalu siap setiap saat untuk mengantisipasi terjadinya gangguan pada listrik PLN. Jika operator terlambat melakukan antisipasi, maka bisa berakibat pada terganggunya ketersediaan sumber listrik sehingga produktivitas pengguna listrik juga akan terganggu.

Dengan keterbatasan yang ada pada sistem manual tersebut, maka diperlukan sistem kontrol yang dapat bekerja secara otomatis untuk menjalankan genset saat terjadi pemadaman dari PLN. Kontrol otomatis ini biasanya disebut *Automatic Transfer Switch* (ATS) dan *Automatic Main Failure* (AMF) atau sistem *interlock* PLN-Genset.

Beberapa penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya diantaranya adalah penelitian perancangan *Automatic Main Failure* dan *Automatic Transfer Switch* menggunakan *Zelio Logic Smart Relay* (SR)" (Haryanto et al., 2013).

Penelitian lainnya adalah rancang bangun sistem *Automatic Transfer Switch* (ATS) dan *Automatic Main Failure* (AMF) PLN-Genset berbasis PLC (Shiha et al., 2011).

Berbeda dengan dua penelitian di atas, penelitian lainnya adalah perancangan *Automatic Transfer Switch* (ATS) parameter transisi berupa tegangan dan frekuensi dengan Mikrokontroler ATmega16 (Ginting dan Sinuraya, 2014)

Sebagai salah satu alternatif, dalam penelitian ini dirancang modul ATS

menggunakan mikrokontroler ATmega16 dengan parameter transisi berupa arus listrik PLN.

MIKROKONTROLER ATMEGA16

Mikrokontroler ATmega16 merupakan salah satu mikrokontroler dari *Atmel Corporation*. Mikrokontroler ini termasuk dalam jenis AVR (*Alf and Vegard's RISC processor*). AVR adalah mikrokontroler RISC (*Reduce Instruction Set Compute*) 8 bit berdasarkan arsitektur Harvard. AVR memiliki keunggulan dibandingkan dengan mikrokontroler lain, yaitu AVR memiliki kecepatan eksekusi program yang lebih cepat karena sebagian besar instruksi dieksekusi dalam 1 siklus *clock*, lebih cepat dibandingkan dengan mikrokontroler MCS51 yang memiliki arsitektur CISC (*Complex Instruction Set Compute*) dimana mikrokontroler MCS51 membutuhkan 12 *clock* untuk mengeksekusi 1 instruksi. Secara umum mikrokontroler AVR dapat dikelompokkan menjadi 3 keluarga, yaitu keluarga AT90Sxx, ATmega dan Attiny (Andrianto, 2008).

AVR juga mempunyai *In-System Programmable Flashon-chip* sehingga memori programnya dapat diprogram ulang dalam sistem menggunakan hubungannya serial SPI. Selain itu, ATmega16 mempunyai *throughput* mendekati 1 MIPS per MHz sehingga perancang sistem dapat mengoptimasi konsumsi daya dan kecepatan proses (Atmel Corporation, 2010).

Adapun fitur lain yang dimiliki ATmega16 adalah: 16 KByte *Flash* Program, 512 Bytes EEPROM, 1 kBytes Internal SRAM, 2 saluran I/O sebanyak 32 buah, CPU dengan 32 register, unit interupsi internal dan eksternal, *Analog to Digital Converter* (ADC), *port* USART, Timer 8 bit dan 1 Timer 16 bit, serta beberapa fitur *peripheral* lainnya (Atmel Corporation, 2010, Andrianto, 2008, Winoto, 2008).

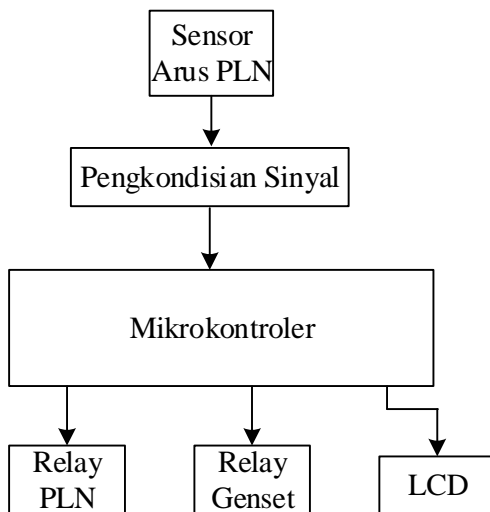
PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM

A. Konsep Perancangan

Saklar pemindah otomatis pada perancangan ini adalah saklar relay yang dikendalikan oleh mikrokontroler untuk menyambung dan memutuskan beban dengan sumber arus. Dalam mengendalikan relay, mikrokontroler mengacu pada arus sumber PLN yang dideteksi menggunakan sensor arus. Sebelum dibaca oleh mikrokontroler, data dari sensor tegangan diproses terlebih dahulu menggunakan rangkaian pengkondisian sinyal (signal conditioning). Kemudian data tersebut ditampilkan oleh mikrokontroler melalui perangkat LCD.

Apabila arus dari PLN mati (*down*), maka mikrokontroler menonaktifkan relay PLN untuk membuka atau memutus sambungan sumber arus PLN dengan beban, dan juga mengaktifkan relay genset untuk menutup atau menyambung genset dengan beban. Sedangkan apabila arus dari PLN nyala (*up*), maka mikrokontroler mengaktifkan relay PLN untuk menutup atau menyambung sumber arus PLN dengan beban, dan juga menonaktifkan relay genset untuk membuka atau memutus sambungan genset dengan beban.

Secara garis besar sistem saklar otomatis berbasis mikrokontroler ATmega16 dapat digambarkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram blok perancangan system

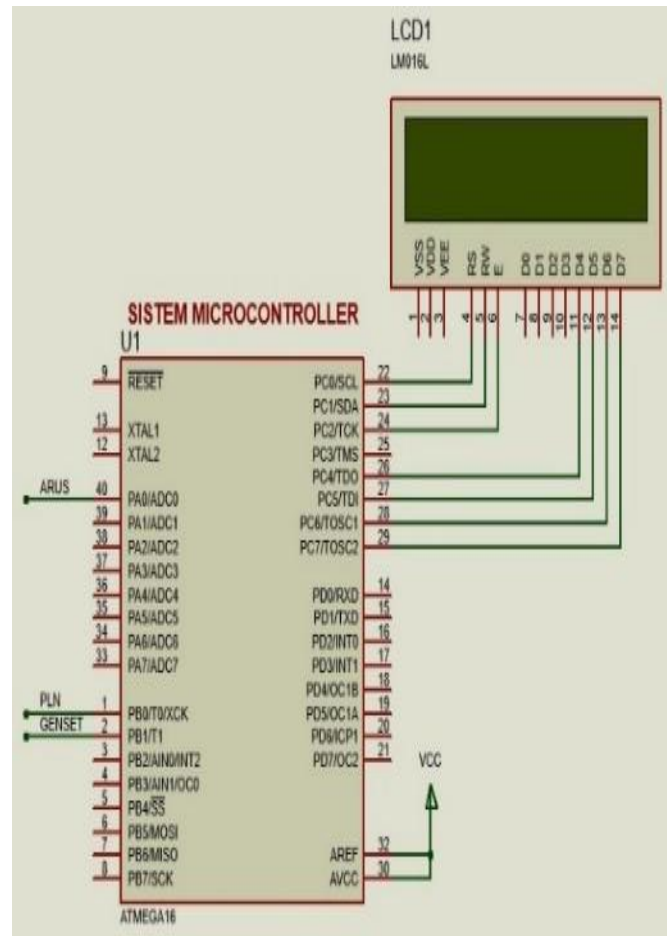
B. Perancangan Rangkaian Simulasi

Perancangan ini terdiri dari:

1. Rangkaian Mikrokontroler dan LCD

Dalam perancangan ini, rangkaian mikrokontroler dan LCD terdiri dari tiga komponen, yaitu mikrokontroler ATmega16, LCD karakter 16x2 dan terminal Vcc(power supply).LCD yang digunakan adalah LCD 16x2 standar produk HITACHI seri HD44780 (Prasad,2013).

Rangkaian skematik mikrokontroler dan LCD ditunjukkan pada Gambar 2.



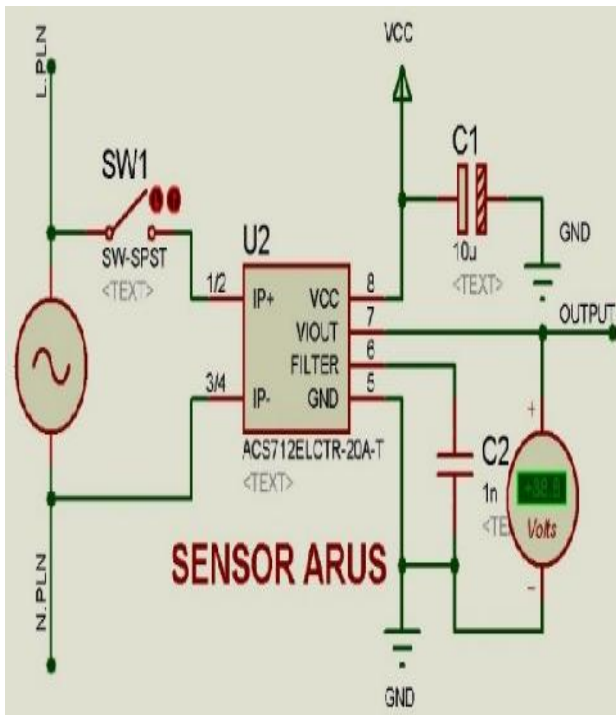
Gambar 2 Rangkaian mikrokontroler dan LCD

2. Rangkaian Sensor Arus

Rangkaian ini menggunakan IC ACS712 sebagai pendeteksi arus dari sumber PLN. ACS712 merupakan sensor arus yang bekerja berdasarkan efek medan. Sensor ini dapat digunakan untuk mengukur arus AC atau DC. Modul sensor ini telah dilengkapi dengan rangkaian penguat operasional, sehingga sensitivitas pengukuran arusnya meningkat dan

dapat mengukur perubahan arus yang kecil (Allegro Microsystems, Inc., 2007).

Sensor arus ini mendeteksi arus dari jaringan listrik PLN, kemudian menghasilkan keluaran yang selanjutnya diumpankan ke rangkaian mikrokontroler. Rangkaian sensor arus yang digunakan ditunjukkan pada Gambar 3.



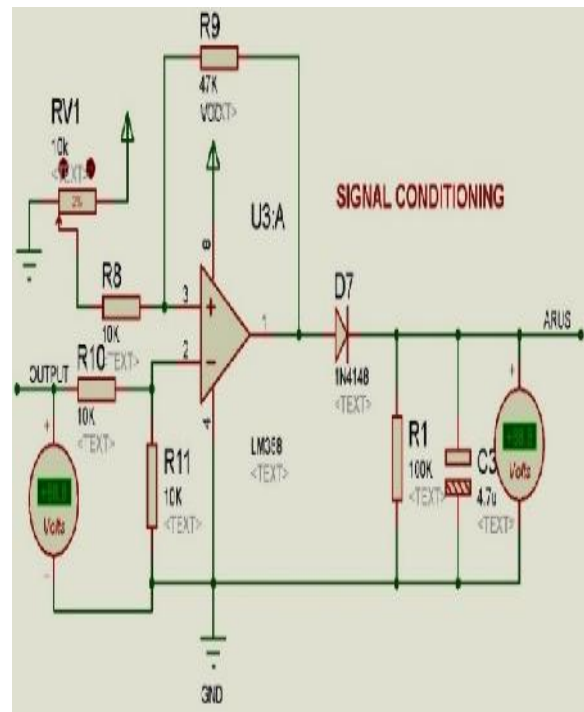
Gambar 3 Rangkaian sensor arus

3. Rangkaian Pengkondisian Sinyal

Rangkaian pengkondisi sinyal (*signal conditioning*) disini merupakan rangkaian komparator untuk menyesuaikan sinyal keluaran dari rangkaian sensor arus supaya dapat dibaca oleh mikrokontroler. Sinyal keluaran dari rangkaian sensor arus masih berupa tegangan bolak balik, maka perlu dirubah kedalam bentuk *logic* yang dapat dibaca oleh sistem mikrokontroler.

Rangkaian komparator ini merupakan aplikasi op-amp dimana rangkaianannya digunakan dalam *loop* terbuka dan tidak linear. Dalam rangkaian ini op-amp tidak berfungsi sebagai penguat. Komparator akan membandingkan nilai masukan pada masukan *inverting* dan *non-inverting*. Keluaran akan bernilai positif apabila masukan *inverting* lebih

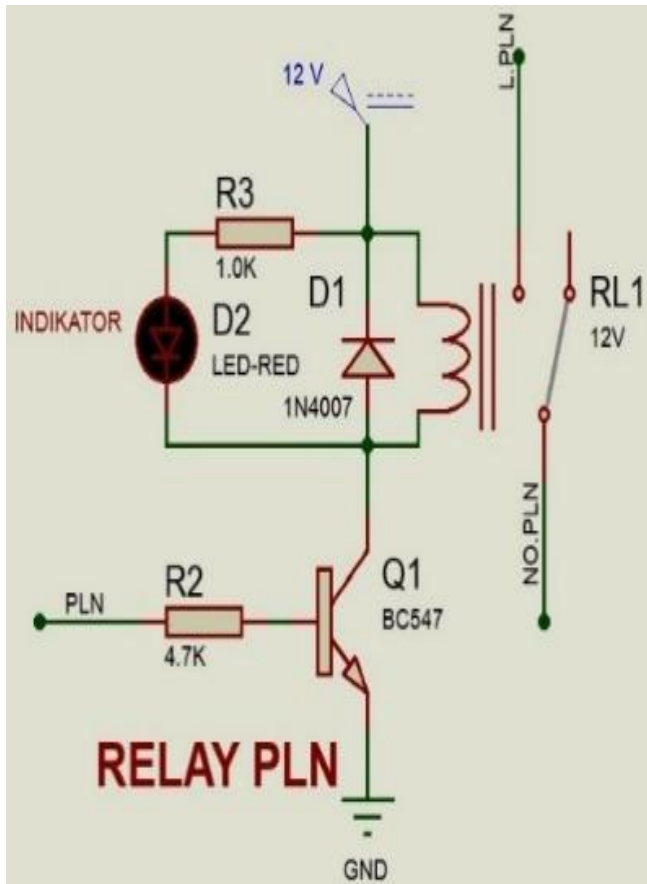
besar daripada masukan *non-inverting*, dan sebaliknya (Walt Jung, 2004).



Gambar 4 Rangkaian pengkondisian sinyal

4. Rangkaian Relay PLN

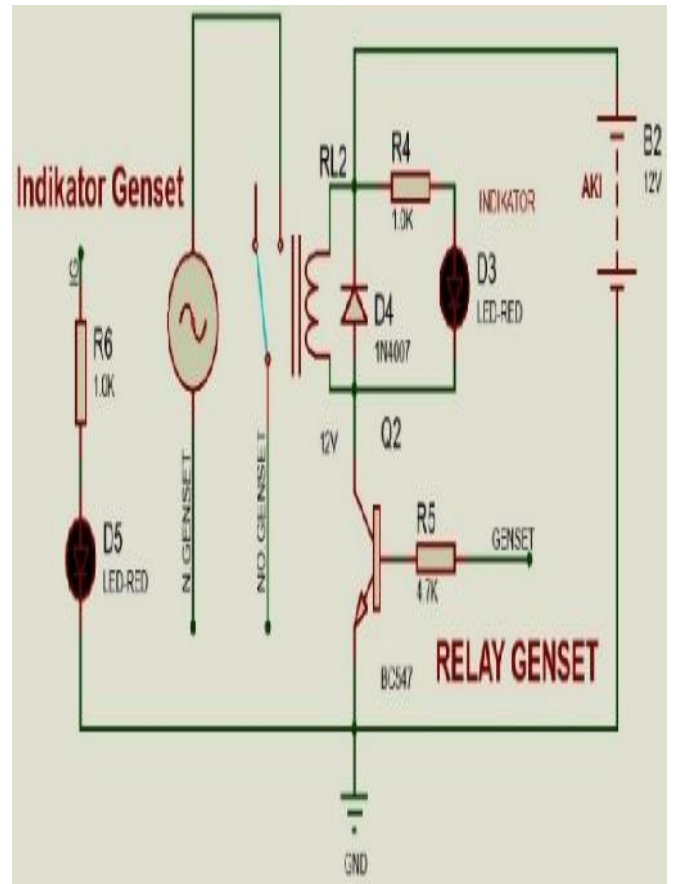
Rangkaian ini berfungsi sebagai saklar (pemutus dan penghubung) antara sumber arus PLN dengan beban. Dimana saklar yang digunakan adalah sebuah relay tipe SPDT (*single pole double throw*). Supaya relay ini dapat dikendalikan oleh mikrokontroler, maka dalam rangkaian ini digunakan sebuah komponen semikonduktor, yaitu transistor tipe BC547. Transistor ini difungsikan sebagai saklar elektronik, yang akan menyalurkan arus dari baterai ke relay jika mendapat tegangan bias dari mikrokontroler pada kaki basisnya.



Gambar 5 Rangkaian relay PLN

5. Rangkaian Relay Genset

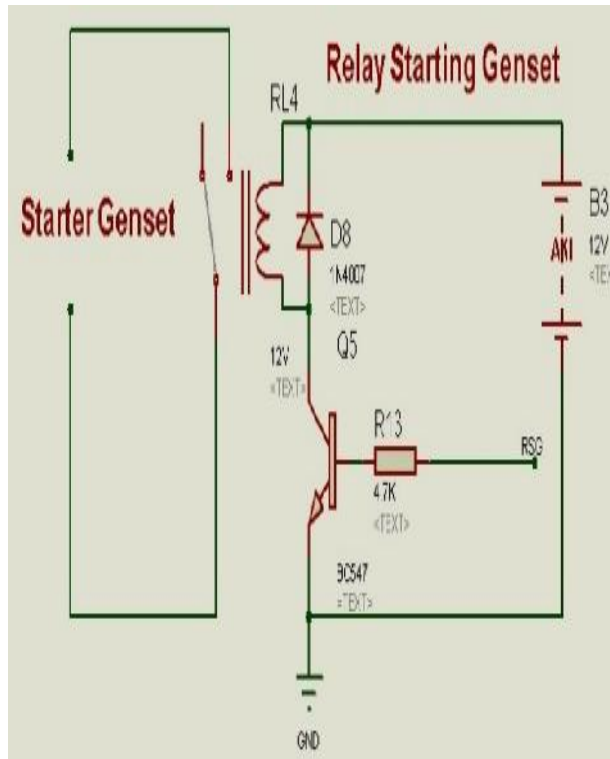
Pada dasarnya, rangkaian relay genset dengan rangkaian relay PLN adalah sama. Hanya saja ada sedikit perbedaan dimana rangkaian relay PLN digunakan untuk saklar antara sumber arus PLN dengan beban, sedangkan kalau rangkaian relay genset digunakan untuk saklar antara genset dengan beban. Selain itu rangkaian ini juga dilengkapi indikator genset. Indikator genset ini akan menyala jika genset telah menyala atau kondisi ON.



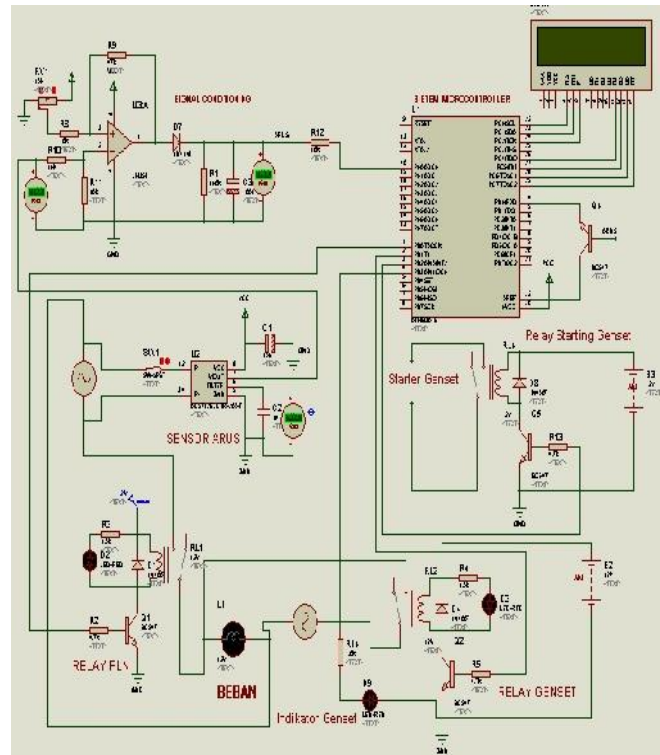
Gambar 6 Rangkaian relay genset

6. Rangkaian Relay Starting Genset

Rangkaian ini merupakan relay yang difungsikan untuk menyalakan genset ketika sumber listrik PLN padam. Ketika kaki basis transistor mendapat input high dari mikrokontroler, maka transistor akan mengaktifkan relay. Kemudian relay akan mengaktifkan sistem *starting* pada genset.



Gambar 7 Rangkaian relay starting genset



Gambar 8 Rangkaian saklar pemindah otomatis

7. Rangkaian Saklar Pemindah Otomatis

Gambar menunjukkan rangkaian saklar pemindah otomatis secara keseluruhan.

C. Perancangan Program Simulasi

Perancangan program simulasi meliputi:

1. Program Setting Mikrokontroler

Program *setting* merupakan program pembacaan setingan utama yang diterapkan dalam program keseluruhan pada mikrokontroler yang terkait dengan fitur yang digunakan dari mikrokontroler tersebut.

2. Program ADC (Analog to Digital Conversion)

Untuk merubah sinyal analog dari sensor arus ke bentuk sinyal digital memerlukan ADC. Pada mikrokontroler ATmega16 sudah terdapat fitur ADC yang dapat digunakan sebagai pengubah sinyal analog dari sensor arus ke bentuk sinyal digital.

3. Program Pembacaan Arus

Program pembacaan arus disini adalah untuk pengolahan data dari sensor arus supaya menjadi satuan nilai yang sesuai dengan nilai besaran arus yang dideteksi oleh sensor arus.

4. Program Kendali Relay

Program kendali relay berfungsi mengaktifkan Relay PLN dan relay genset melalui pin pada port mikrokontroler dengan memberikan logika *high* dan *low* pada Pin mikrokontroler tersebut. Logika *high* untuk mengaktifkan relay, sedangkan logika *low* untuk menonaktifkan relay.

D. Perancangan Hardware

1. Rangkaian Kontroler Saklar Pemindah Otomatis

Sebelum pembuatan rangkaian, terlebih dahulu merancang *layout* PCB rangkain kontrol saklar pemindah otomatis menggunakan program ARES Proteus. Layout PCB meliputi

dua bagian sistem, yaitu sistem mikrokontroler dan sistem pengkondisian sinyal. Setelah gambar *layout* selesai maka selanjutnya adalah membuat rangkaiannya.



Gambar 9 Rangkaian kontroler saklar pemindah otomatis

2. Modul Sensor ACS712

Sistem sensor arus ini sudah tersedia dalam satu modul rangkaian seperti ditunjukkan dalam Gambar 10.



Gambar 1 Sensor arus ACS712

3. Catu Daya Baterai

Untuk mencatu arus kedalam sistem saklar pemindah otomatis yang selalu siap setiap saat, maka digunakan sumber arus baterai tipe rechargeable (dapat diisi ulang). Tipe baterai yang dipakai yaitu baterai Lithium Ion (Li-ion) dengan kapasitas tegangan 3,7 volt dan arus 2,6 Ah. Untuk memenuhi kebutuhan tegangan dari pada sistem saklar pemindah otomatis yaitu sebesar 12 volt, maka jumlah baterai yang digunakan yaitu sebanyak 4 buah yang disusun secara seri. Sehingga didapat tegangan keluaran sebesar 14,8 volt. Besar tegangan keluaran ini sudah mencukupi dan juga tidak terlalu besar untuk mensuplay sistem saklar pemindah otomatis.



Gambar 2 Baterai Li-ion

HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASANNYA

1. Pengujian Simulasi

Dari pengujian simulasi saklar pemindah otomatis didapat data hasil pengujian seperti pada Tabel 1 untuk peralihan dari sumber genset ke PLN dan Tabel 2 untuk peralihan dari sumber PLN ke genset.

Tabel 1 Data hasil pengujian software peralihan dari sumber genset ke PLN

No.	Sumber Arus PLN	Relay PLN	Relay Genset	Lampu Beban	Waktu Perpindahan (detik)
1.	ON	ON	OFF	Nyala	1,03
2.	ON	ON	OFF	Nyala	1,05
3.	ON	ON	OFF	Nyala	1,02
4.	ON	ON	OFF	Nyala	1,03
5.	ON	ON	OFF	Nyala	1,04
Rata-rata					1,03

Tabel 2 Data hasil pengujian software peralihan dari sumber PLN ke genset

No.	Sumber Arus PLN	Relay PLN	Relay Genset	Lampu Beban	Waktu Perpindahan (detik)
1.	OFF	OFF	ON	Nyala	5,99
2.	OFF	OFF	ON	Nyala	6,05
3.	OFF	OFF	ON	Nyala	6,02
4.	OFF	OFF	ON	Nyala	5,97
5.	OFF	OFF	ON	Nyala	6,00
Rata-rata					6,00

Dari Tabel 3 dan 4 dapat diketahui bahwa sistem saklar pindah otomatis secara simulasi *software* dapat berfungsi memindahkan sumber arus ke beban dengan baik sesuai perancangan. Dengan menggunakan komponen timer saat perpindahan sumber arus ke beban dapat diketahui waktu perpindahan yang dibutuhkan adalah rata-rata 1,03 detik untuk perpindahan dari genset ke PLN, sedangkan untuk perpindahan dari PLN ke genset tercatat rata-rata 6,00 detik.

2. Pengujian Hardware

Dari langkah-langkah pengujian *hardware* yang telah dilakukan, didapatkan hasil seperti pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3 Data hasil pengujian hardware peralihan sumber genset ke PLN

No.	Sumber Arus PLN	Relay PLN	Relay Genset	Lampu Beban	Waktu Perpindahan (detik)
1.	ON	ON	OFF	Nyala	1,26
2.	ON	ON	OFF	Nyala	1,25
3.	ON	ON	OFF	Nyala	1,25
4.	ON	ON	OFF	Nyala	1,24
5.	ON	ON	OFF	Nyala	1,25
Rata-rata					1,25

Tabel 4 Data hasil pengujian hardware peralihan sumber PLN ke genset

No.	Sumber Arus PLN	Relay PLN	Relay Genset	Lampu Beban	Waktu Perpindahan (detik)
1.	OFF	OFF	ON	Nyala	6,52
2.	OFF	OFF	ON	Nyala	6,56
3.	OFF	OFF	ON	Nyala	6,51
4.	OFF	OFF	ON	Nyala	6,54
5.	OFF	OFF	ON	Nyala	6,54
Rata-rata					6,53

Dari Tabel 3 dan 4 dapat diketahui bahwa untuk perpindahan dari genset ke PLN dibutuhkan wakturata-rata 1,25 detik, sedangkan untuk perpindahan dari PLN ke genset tercatat rata-rata 6,53 detik.

Berdasarkan hasil pengujian secara simulasi *software* dan *hardware*, dapat diketahui selisih waktu rata-rata yang diperlukan pada proses peralihan sumber arus listrik yang digunakan antara simulasi *software* dan simulasi *hardware*. Waktu rata-rata yang diperlukan pada proses peralihan sumber PLN ke genset menggunakan simulasi *software* adalah 6,00 detik, sedangkan menggunakan simulasi *hardware* adalah 6,53 detik. Dengan demikian, selisihnya adalah 0,53 detik. Waktu rata-rata yang diperlukan pada proses peralihan sumber genset ke PLN menggunakan simulasi *software* adalah 1,03 detik, sedangkan menggunakan simulasi *hardware* adalah 1,25 detik. Artinya, selisihnya hanya 0,22 detik. Hal ini menunjukkan bahwa sistem yang dirancang ini memberikan unjuk kerja yang cukup baik.

KESIMPULAN

Perancangan sistem simulasi saklar pindah otomatis dalam penelitian ini menggunakan beberapa komponen aktif seperti mikrokontroler ATmega16, sensor arus ACS712, Op Amp LM358 dan komponen pendukung lainnya dengan menggunakan pemrograman bahasa C sebagai program kontrolernya.

Selisih waktu peralihan sumber arus listrik antara simulasi *software* dan *hardware* yang cukup kecil, baik untuk peralihan sumber PLN ke genset, maupun untuk peralihan sumber genset ke PLN, menunjukkan bahwa sistem ini bisa diimplementasikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Andrianto, H., 2008, *Pemrograman Mikrokontroler AVR Atmega16 Menggunakan Bahasa C (CodeVision AVR)*, Bandung: Penerbit Informatika.
- Ginting, P.H. dan Sinuraya, E.W.,2014, *Perancangan Automatic Transfer Switch (ATS) Parameter Transisi Berupa Tegangan dan Frekuensi dengan Mikrokontroler ATmega16*, Jurnal Transmisi, Vol. 16 No. 3, 128-134.
- Haryanto, J.B., Sukmadi, T. dan Karnoto, 2013, *Perancangan Automatic Main Failure dan Automatic Transfer Switch Dilengkapi dengan 10 Kondisi Display dan 4 Kondisi Backlighting Menggunakan Zelio Logic Smart Relay (SR)*, Jurnal Transmisi, Vol. 2 No. 3.
- Jung, Walt., 2004, *Op-Amp Applications Handbook*, USA: Howard & Co, Inc.
- Prasad, Nityanand, 2013, *LCD 16x2 (LM016L)*, <https://embeddedcenter.wordpress.com/ce-study-centre/display-module/lcd-16x2-lm016l/>. Diakses tanggal 24 September 2015.
- Shiha, M.N., Sudiharto, I. dan Arif, Y.C., 2011, *Rancang Bangun Sistem Automatic Transfer Switch (ATS) dan Automatic Main Failure (AMF) PLN - Genset Berbasis PLC Dilengkapi dengan Monitoring*, Surabaya: Jurusan Teknik Elektro Industri PENS-ITS.
- Winoto, A., 2008, *Mikrokontroler AVR ATmega8/32/16/8535 dan Pemrogramannya dengan Bahasa C pada WinAVR*, Bandung: Penerbit Informatika.