

PERANCANGAN *AUTOMATIC TRANSFER SWITCH* (ATS) MODE TRANSISI *OPEN-TRANSITION RE-TRANSFER* DENGAN PARAMETER TRANSISI BERUPA TEGANGAN DAN FREKUENSI

Paul Henry Ginting^{*)}, Tejo Sukmadi, and Enda Wista Sinuraya

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik – Universitas Diponegoro
Jln. Prof. Sudharto, SH. Kampus UNDIP Tembalang, Semarang 50275, Indonesia

^{*)}*E-mail : paulhg90@gmail.com*

Abstrak

Kontinuitas Penyaluran energi listrik dari pusat pembangkit sampai ke konsumen tidak bisa dijamin tersedia setiap saat. Sehingga untuk konsumen yang membutuhkan jaminan ketersediaan energi listrik setiap saat, dibutuhkan suplai cadangan (Genset) yang mempunyai kapasitas yang cukup untuk menanggung semua beban di tempat tersebut apabila suplai dari jaringan listrik terputus. Penelitian ini menghasilkan Automatic Transfer Switch (ATS) yang mampu mengakuisisi data berupa tegangan dengan galat rata-rata sebesar 3,624 & Frekuensi dengan galat rata-rata sebesar 0,407. Ketika Suplai Utama (PLN) terputus atau mengalami gangguan, yang dapat diamati dari nilai Tegangan maupun Frekuensi yang tidak memenuhi standard yang ditetapkan oleh PLN, maka ATS akan memerintahkan Genset untuk starting dan suplai beban diambil alih oleh Genset dengan jeda waktu selama 15 detik. Dan ketika suplai utama (PLN) kembali normal maka suplai beban kembali diambil alih oleh PLN dengan jeda waktu selama 10 detik. ATS pada penelitian ini juga dilengkapi Lampu LED dan Buzzer sebagai indikator kondisi operasi, kegagalan starting, dan gangguan pada Genset.

Kata kunci : Automatic Transfer Switch, Tegangan, Frekuensi, Genset

Abstract

Continuity distribution of electric energy from the center of power to the consumers cannot be guaranteed is available at any time. So as to consumers who need a guarantee the availability of electrical energy all the time, it takes the supply of reserves (generator) that has sufficient capacity to shouldered the entire burden on the spot when the supply of electricity cut off. This research produce automatic transfer a switch (ATS) capable of being acquired data in the form of voltage with error average of 3,624 & the frequency with error average of 0,407. When the supply of the main (PLN) disconnected or experiencing disorder; that can be observed of the value of voltage or the frequency of which do not meet the standards set by PLN and then ATS will command generator for starting and supplies the burden of taken over by generator in a pause of time during which 15 seconds. And when the supply of the main (PLN) back to normal then the supply of burden back taken over by PLN and a pause the time during which 10 seconds. ATS in this research are completed with an led light, and buzzer operating conditions, as an indicator of the failure of starting, and a disorder in generator.

Keywords: Automatic Transfer Switch, Voltage, Frequency, Genset

1. Pendahuluan

Ketersediaan energi listrik merupakan merupakan salah satu faktor penting ditengah perkembangan teknologi yang sangat pesat. Namun karena sistem kelistrikan yang sangat kompleks, mulai dari pusat pembangkitan hingga sampai ke konsumen, maka besar kemungkinan akan terjadi gangguan yang hingga bisa menyebabkan aliran daya ke konsumen terputus. Namun pada konsumen tertentu seperti pabrik aliran daya listrik tidak boleh

terputus dalam waktu yang lama karena dapat menghambat proses produksi. Sehingga dibutuhkan suplai tambahan untuk mengantisipasi ketika aliran daya dari jaringan utama (PLN) terputus. Biasanya dipasang Genset dengan kapasitas daya yang besar.

Untuk mengontrol peralihan dari suplai utama ke suplai cadangan diperlukan suatu peralatan yang disebut dengan ATS (*Automatic Transfer Switch*). Hal ini jauh lebih menguntungkan dibanding dengan menggunakan jasa operator. Karena dapat menghindari kesalahan dalam

pengoperasian dan dapat menghindari adanya kejutan listrik terhadap operator^[10].

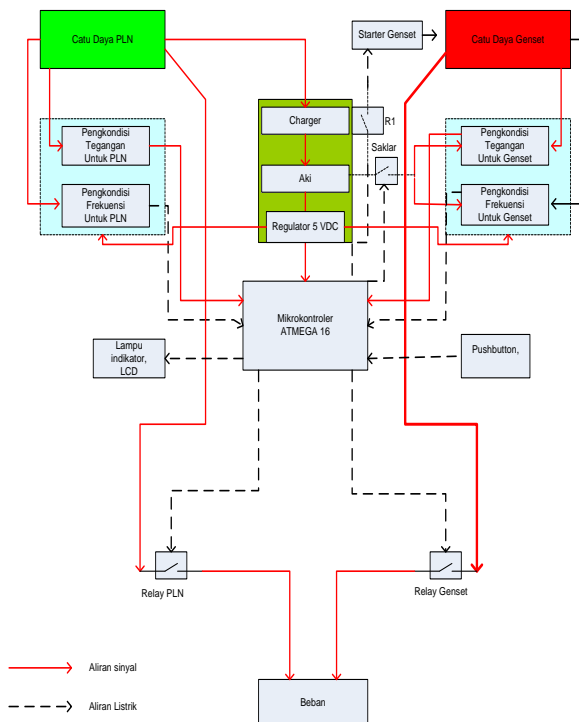
Untuk daerah yang memiliki jaringan listrik yang lemah dan sering terjadi gangguan berupa kenaikan maupun penurunan tegangan dan frekuensi, membutuhkan ATS (*Automatic Transfer Switch*) yang dapat mendeteksi perubahan tersebut^[1]. Sehingga ketika terdapat nilai tegangan maupun frekuensi yang diluar batas yang diijinkan maka suplai daya ke beban dapat segera diputus, sehingga tidak sampai merusak beban maupun peralatan suplai.

Berdasarkan hal tersebut maka pada Tugas Akhir ini akan dilakukan perancangan ATS (*Automatic Transfer Switch*) yang mampu mengakuisisi parameter Tegangan dan Frekuensi. Ketika terdapat salah satu atau kedua parameter yang berada diluar standard yang diijinkan^[1], maka ATS akan memerintahkan Genset untuk starting secara otomatis dan melakukan manuver dengan memindahkan posisi suplai ke suplai cadangan, dalam hal ini Genset (*Generator Set*).

2. Metode

2.1. Perancangan Perangkat Keras

Blog diagram dari ATS ditunjukkan oleh gambar dibawah ini:



Gambar 1 Blog Diagram ATS Secara Keseluruhan

Perancangan Kontrol Automatic Transfer Switch ini terdiri dari Perancangan perangkat keras dan perangkat

Lunak. Mode transisi yang digunakan ialah mode transisi Open Transition Re-Transfer. Pada transisi ini memerlukan waktu pengosongan (*dead-bus time*) sebelum ditransfer ke sumber utama.

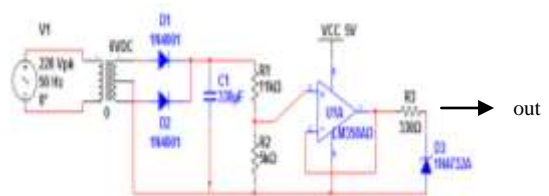
Kelemahan metode ini adalah menyebabkan adanya waktu delay sampai beberapa detik hingga dapat ditransfer ke sumber utama. Sehingga selama selang waktu tersebut beban tidak tersuplai^[1].

Secara umum perangkat keras pada ATS ini terdiri dari, catu daya dari PLN dan Genset, rangkaian pengkondisi sinyal untuk tegangan, Rangkaian pengkondisi sinyal untuk frekuensi, Regulator 5 VDC, Modul Relay, Rangkaian Charger, dan rangkaian sistem minimum mikrokontroler ATmega 16.

2.1.1. Perancangan Pengkondisi sinyal untuk tegangan

Tegangan maksimum yang bisa masuk ke PIN ADC mikrokontroler ialah sekitar 5 VDC. Sehingga tegangan dari PLN maupun Genset yaitu sekitar 220 VAC perlu dikondisikan sehingga dapat diproses oleh mikrokontroler.

Tegangan sumber sebesar 220 VAC diturunkan melalui trafo CT sehingga didapatkan tegangan 6 VAC. Tegangan 6 VAC disearahkan dengan menggunakan rangkaian penyearah gelombang penuh.



Gambar 2 Rangkaian pengkondisi sinyal untuk tegangan

Dimana tegangan keluaran rangkaian penyearah gelombang penuh dapat dihitung dengan persamaan: (1)

$$V_{dc} = \sqrt{2} \cdot V_{ac}$$

Sehingga didapatkan nilai tegangan keluaran sebesar:

$$\begin{aligned} V_{dc} &= \sqrt{2} \cdot V_{ac} \\ &= \sqrt{2} \cdot 6 \\ &= 8.48 \text{ VDC} \end{aligned}$$

Nilai tersebut masih diatas tegangan yang diijinkan masuk ke PIN ADC mikrokontroler sehingga perlu diturunkan lagi dengan menggunakan rangkaian pembagi Tegangan. Dimana tegangan keluaran ari rangkaian pembagi tegangan dapat dihitung sesuai dengan persamaan berikut.

$$V_{out} = \frac{R_1}{R_1+R_2} \times V_{in} \quad (2)$$

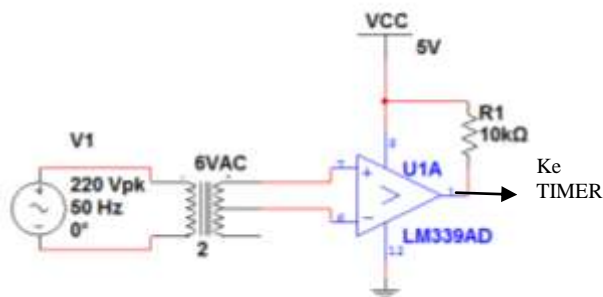
Dengan menggunakan nilai resistor sebesar 11k ohm dan R2 sebesar 5k ohm, didapatkan Vout sebesar 2.65 VDC.

Kemudian tegangan keluaran dari rangkaian pembagi tegangan masuk ke rangkaian buffer (pengikut tegangan) yang bertujuan untuk menstabilkan tegangan keluaran, sehingga tegangan yang masuk ke mikrokontroler lebih stabil. Sebagai buffer digunakan LM358 yang dirangkai sebagai rangkaian buffer sesuai gambar rangkaian yang ada di data sheet^[12].

Untuk melindungi adanya tegangan lebih yang masuk ke PIN mikrokontroler maka dipasang Dioda Zener dengan tegangan 4.7 V.

2.1.2. Perancangan pengkondisi sinyal untuk Frekuensi

Untuk menghitung frekuensi digunakan fasilitas pencacah (*counter*) pada mikrokontroler. Dengan masukan ialah sinyal kotak dari rangkaian *Zero Crossing Detector* yang dihasilkan oleh LM339.



Gambar 3 Rangkaian Zero Crossing Detector

Output dari rangkaian *zero crossing detector* adalah suatu pulsa yang menginterpretasikan titik persilangan dengan nol sinyal input atau dengan kata lain output rangkaian *zero crossing detector* akan mengalami perubahan nilai pada saat sinyal input bersilangan dengan titik nol. Keluaran dari pengkondisi sinyal untuk frekuensi ini adalah berupa gelombang kotak setengah gelombang.

Pencacah pada mikrokontroler akan menghitung banyaknya pulsa high dari *Zero Crossing Detector* yang masuk ke pin mikrokontroler selama satu detik. Sesuai Dengan teori bahwa frekuensi merupakan banyaknya gelombang dalam satu detik, maka banyaknya pulsa yang dibaca oleh mikrokontroler merupakan frekuensi dari tegangan masukan (PLN ataupun Genset).

2.1.3. Perancangan Rangkaian Charger

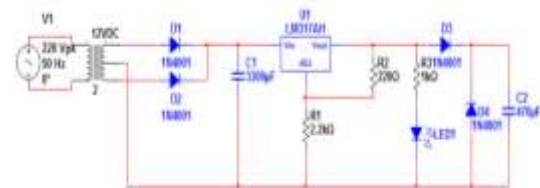
Rangkaian Charger Pada Tugas Akhir ini menggunakan IC LM317. IC LM317 merupakan chip IC Regulator tegangan variable untuk tegangan DC positif. Besarnya tegangan keluaran tergantung dari variasi nilai resistor

yang digunakan. Dari datasheet IC LM317 didapatkan persamaan sebagai berikut^[17]:

$$V_O = 1.25 \text{ V} (1 + R_2 / R_1) + I_{ADJ}R_2 \quad (3)$$

Dengan mengkombinasikan nilai resistor 220 ohm dan 2.2 k ohm dan $I_{adj} = 4.6 \cdot 10^{-6} \text{ A}$ yang didapatkan dari data sheet maka didapatkan Vout sebesar:

$$\begin{aligned} V_O &= 1.25 \text{ V} (1 + R_2 / R_1) + I_{ADJ}R_2 \\ &= 1.25 \text{ V} (1 + 2200 / 220) + 4.6 \cdot 10^{-6} \cdot 2200 \\ &= 1.25 (1+10) + 0.01 \\ &= 13.76 \text{ VDC} \end{aligned}$$

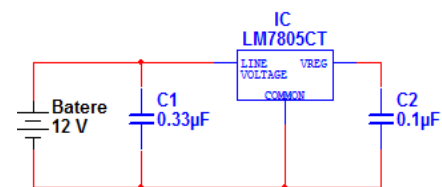


Gambar 4 Rangkaian Charger menggunakan LM317

Rangkaian charger ini diharapkan menghasilkan tegangan keluaran 13.76 VDC yang dihasilkan dari kombinasi resistor 220 ohm dan 2.2k ohm. Rangkaian akan mengisi aki dengan arus maksimal 1 Ampere ketika aki masih kosong. Dan arus akan perlahan menurun seiring dengan aki mulai terisi. Sehingga rangkaian dapat terus menerus dipasang tanpa khawatir aki akan Overcharge. Dioda berfungsi untuk melindungi rangkaian dan aki terhadap hubung singkat dan kesalahan pemasangan pada kutub- kutub aki.

2.1.4. Perancangan Rangkaian Regulator 5VDC

Rangkaian Regulator 5VDC digunakan untuk mensuplai Blog rangkaian kontrol beserta modul relay. Untuk mendapatkan nilai tegangan 5VDC yang stabil digunakan IC LM7805. Berikut ini adalah skema rangkaian Regulator yang digunakan:



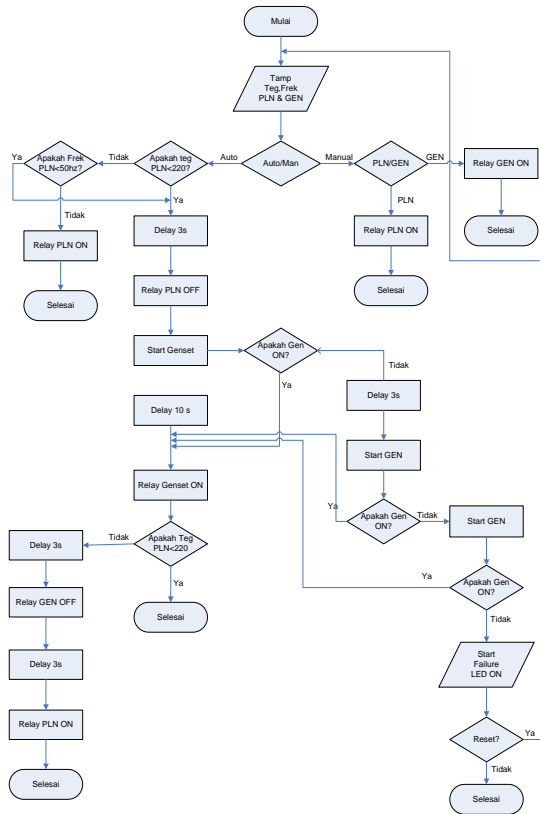
Gambar 5 Rangkaian Regulator 5VDC^[18]

Tegangan 12VDC didapatkan dari Batere, kemudian tegangan 12 VDC dipotong oleh LM7805 sehingga menghasilkan tegangan 5 VDC yang stabil

2.2. Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak pada Tugas Akhir ini terbagi kedalam dua bagian. Yaitu program untuk

mengakuisisi data dari pengkondisi sinyal untuk tegangan dan frekuensi dan program untuk sistem Automatic Transfer Switch (ATS). Seluruh program dibangun dengan menggunakan perangkat lunak Codevision AVR C Compiler.



Gambar 6 Diagram alir Program secara keseluruhan

3. Hasil dan Analisa

3.1. Pengujian Mode Manual

Pengujian ini dilakukan dengan mengoperasikan ATS dalam mode manual dengan cara menekan pushbutton untuk mode manual. Kemudian akan muncul tampilan sebagai berikut.



Gambar 7 Tampilan awal pada saat mode manual

3.1.1. Mode Manual dengan pilihan suplai PLN

Berdasarkan pengamatan relay PLN aktif dalam waktu ± 1 detik. Hal ini dapat diamati dari nyala indikator LED pada relay PLN dan beban lampu pijar yang menyala.

3.1.2. Mode Manual dengan pilihan suplai Genset

Berdasarkan pengamatan relay genset aktif dalam waktu ± 1 detik. Hal ini dapat diamati dari nyala indikator LED pada relay Genset beban lampu pijar yang menyala.

3.2. Pengujian Mode Automatic

Pengujian ini dilakukan dengan menekan pushbutton untuk mode automatic. Maka pada LCD akan muncul tampilan sebagai berikut:



Gambar 8 Tampilan LCD pada saat Automatic mode

Pada mode automatic ATS akan melakukan perpindahan suplai berdasarkan logika yang telah diterapkan.

3.2.1. Pengujian Pada saat kondisi normal

Pengujian ini dilakukan pada saat kondisi tegangan dan frekuensi PLN dalam keadaan normal. Pada saat pengujian tegangan yang terbaca pada LCD sebesar 224.44 VAC sedangkan frekuensi yang terbaca ialah sebesar 50 Hz. Kedua parameter ini masih dalam standard.

Dari pengamatan dapat dilihat bahwa relay PLN aktif & beban tersuplai dalam waktu ± 5 detik. Hal ini dapat dilihat dari indikator LED pada Relay dan nyala lampu pijar yang digunakan sebagai beban.

3.2.2. Pengujian pada saat suplai PLN terputus

Pengujian ini dilakukan dengan memutus suplai dari PLN. Maka ATS akan memberikan respon dengan memerintahkan genset untuk starting. Proses peralihan dari suplai PLN ke Genset dapat diamati dari Indikator LED pada Relay.

Relay PLN akan dinonaktifkan ketika pengkondisi sinyal untuk tegangan pada ATS tidak mendeteksi adanya tegangan dari PLN. Dan relay genset akan aktif ketika genset sudah mencapai tegangan nominal yaitu 220 VAC. Dari hasil pengamatan terdapat jeda waktu ± 15 detik antara suplai PLN terputus sampai Genset menyala dan siap untuk dibebani.

3.2.3. Pengujian Pada saat terjadi Gangguan

ATS ini dirancang untuk dapat mendeteksi penurunan atau kenaikan tegangan dan frekuensi. Sehingga jika

tegangan dan dan Frekuensi suplai tidak memenuhi standard maka ATS akan melakukan manuver. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan output generator sinkron sebagai suplai utama. Dimana tegangan dan frekuensi keluaran Generator sinkron dapat diatur.

Pengujian dilakukan dengan mengatur tegangan dan frekuensi generator sinkron sehingga nilainya diluar standard. Pada pengujian ini diatur tegangan keluaran generator sinkron sebesar 189.1 dan frekuensi sebesar 46.23 Hz. Kedua parameter ini memiliki nilai yang diluar standard.

Berdasarkan hasil pengamatan ATS memerintahkan Genset untuk starting. Hal ini sudah sesuai dengan perancangan program.

3.2.4. Pengujian pada saat PLN kembali normal

Pengujian ini dilakukan saat ATS beroperasi pada mode automatic dan beban sedang disuplai oleh Genset. Pada saat suplai PLN sebagai sumber utama kembali normal maka sesuai perancangan maka ATS akan memberikan respon dengan dengan menstop genset dan memutuskan aliran daya dari Genset ke beban dengan menonaktifkan relay Genset.

Setelah itu ATS memberikan perintah untuk mengaktifkan relay PLN sehingga beban kembali tersambung dengan suplai PLN. Dari hasil pengamatan terdapat jeda waktu antara suplai PLN kembali normal, genset distop dan beban kembali disuplai oleh PLN.

3.2.5. Pengujian pada saat terjadi gangguan pada Genset

Pengujian ini dilakukan pada mode operasi automatic pada saat beban disuplai oleh Genset yang dalam pengujian ini suplai Genset digantikan oleh suplai PLN diputus . ATS dirancang ketika mode automatic dan suplai diputus maka ATS akan memberi respon dengan menampilkan karakter "GENSET FAILURE" pada LCD diikuti dengan bunyi dari Buzzer. Dan program akan kembali ke awal sampai tombol restart ditekan. Hasil pengujian menunjukkan hasil sesuai dengan perancangan.

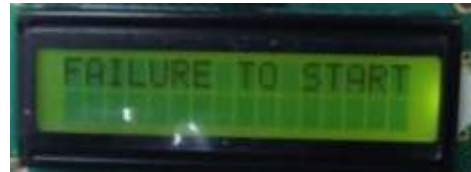
3.2.6. Pengujian Pada saat gagal Starting

Pengujian ini dilakukan pada mode operasi automatic pada saat beban disuplai PLN sebagai sumber utama. Pengujian dilakukan dengan cara memutuskan aliran daya dari PLN. Sehingga ATS akan memerintahkan genset untuk starting. ATS akan melakukan starting sebanyak tiga kali jika starting pertama dan kedua gagal. Jika starting ketiga juga mengalami kegagalan maka sistem akan menganggap adanya gagal starting yang ditunjukkan dengan munculnya karakter "FAILURE TO START" pada LCD diikuti dengan adanya bunyi alarm. Dan

sistem akan kembali ke awal sampai tombol restart ditekan.



Gambar 9 Tampilan LCD saat starting ketiga



Gambar 10 Tampilan LCD saat gagal Starting

4. Kesimpulan

Penelitian ini menghasilkan *Automatic Transfer Switch* (ATS) yang mampu mengakuisisi data berupa tegangan dengan galat rata-rata sebesar 3,624 & Frekuensi dengan galat rata-rata sebesar 0,407. ATS berhasil memerintahkan Genset untuk starting secara otomatis ketika Tegangan suplai utama sebesar 189,1 VAC dengan frekuensi sebesar 46,23 Hz. Dimana nilai referensi yang ditetapkan pada program ialah berdasarkan SPLN yaitu, 198 VAC -231 VAC untuk tegangan dan 49.5 Hz- 50.5 Hz untuk frekuensi. ATS berhasil memerintahkan Genset untuk starting dan memindahkan posisi suplai ke Genset ketika suplai PLN diputus dengan jeda waktu selama 15 detik. Kemudian berhasil menstop genset secara otomatis dan kembali memindahkan posisi suplai ke PLN ketika tegangan PLN kembali dimasukkan. Dimana waktu jeda antara suplai PLN kembali normal sampai dan suplai kembali diambil alih oleh PLN adalah selama 10 detik. Saran untuk penelitian selanjutnya ialah Untuk mendapatkan ketelitian pengukuran frekuensi yang lebih baik dapat digunakan cara lain, yaitu dengan menghitung lamanya waktu pulsa tinggi keluaran dari Zero Crossing Detector dalam dua gelombang. Selanjutnya dimasukkan kedalam persamaan $F = \frac{1}{T}$. Dimana T adalah lamanya waktu pulsa tinggi dalam dua gelombang dalam satuan mili sekon (ms). Untuk mempercepat waktu transisi (pemindahan posisi suplai) dapat digunakan algoritma pemrograman yang lebih baik dan penggantian relay mekanik dengan *switching thyristor*.

Referensi

- [1]. Autade Prerane,S.G .Galande,*An Embedded 1/3 Phase Automatic Transfer Switch Transfer Switch Controller With Intelligent Energy Management*,IJCT,Volume 2,Issue 2,2013

- [2]. Bill Brown, P. E. , Jay guditis, *Critical-Power Automatic Transfer Systems Design and Application*,2006
- [3]. Budhi Anto, *Saklar Pemindah Otomatis Untuk Genset Portabel Berbasis Mikrokontroler Attiny 2313*, Jurnal Sains dan Teknologi 10 (2),2011
- [4]. I Made Joni, Budi Rahardjo, cara mudah mempelajari pemrograman C dan implementasinya, -----
- [5]. Irawan dwi utomo, Rancang bangun sistem akuisisi dan perekam data besaran listrik, Universitas Diponegoro,2012
- [6]. Jagra Bagus Haryanto, Perancangan Automatic Main Failure Dan Automatic Transfer Switch Dilengkapi Dengan 10 Kondisi Display Dan 4 Kondisi Backlighting Menggunakan Zelio Logic Smart Relay (SR), Universitas Diponegoro,2012
- [7]. Trias Andromeda,*Pemanfaatan mikrokontroler ATMEL Atmega 8515 Sebagai Penghitung Frekuensi Pada Generator Sinkron,Universitas Diponegoro, -----*
- [8]. Modul Training Mikrokontroler AVR,HME ITB, -----
- [9]. Muhammad Nur Shiha, *RANCANG BANGUN SISTEM Automatic Transfer Switch (ATS) dan Automatic Main Failure (AMF) PLN - Genset Berbasis PLC Dilengkapi Dengan Monitoring, -----*
- [10]. Robert Dowuona – Owoo, Design and Construction of Three Phase Automatic Transfer Switch, Regent University College Of Science And Technology,2010
- [11]. -----,SPLN I,1995
- [12]. <http://pln-jatim.co.id/red/?m=produk&p=prima> (diakses 19 des 2013 pukul 09.44)
- [13]. -----, Datasheet ATmega16, (online), [http:// ww .atmel.com/Images/doc2466.pdf](http://ww.atmel.com/Images/doc2466.pdf) (diakses 24 januari 2013 pukul 11.00 WIB)
- [14]. -----,Datasheet LM358 ,(online), <http://www.fairchildsemi.com/ds/LM/LM258.pdf>(diakses 24 januari 2013 pukul 11.00 WIB)
- [15]. -----,Datasheet LM339 ,(online), <http://www.fairchildsemi.com/ds/LM/LM2901.pdf>(diakses 24 januari 2013 pukul 11.00 WIB)
- [16]. -----,Datasheet LM317 ,(online), <http://www.fairchildsemi.com/ds/LM/LM317.pdf> (diakses 24 januari 2013 pukul 11.00 WIB)
- [17]. -----,Datasheet LM7805,(online), <http://www.fairchildsemi.com/ds/LM/LM7805.pdf> (diakses 24 januari 2013 pukul 11.00 WIB)
- [18]. <http://id.scribd.com/doc/171366595/18302921-Bahasa-C> (diakses 19 des 2013 pukul 11.59)
- [19]. <http://teundiksha.files.wordpress.com/2010/04/sekilas20co devisionavr.pdf> (diakses 19 desember 2013 pukul 12.09)
- [20]. -----,<http://depokinstruments.com/2011/02/11/produk-baru-di-relay-2/>(diakses 5 february 2014 pukul 11.00 WIB)