

PENERAPAN SMS GATEWAY SEBAGAI ALAT PEMANTAU KINERJA PENANGKAL PETIR PADA SUTT/SUTET

Oleh: Mochtar Yahya

ABSTRAK

Rawan dan sering terjadinya sambaran petir terhadap jaringan SUTT/SUTET yang dikelola oleh PLN, sehingga dalam mempertahankan keandalan sistem tenaga listrik perlu dipasangnya Streamer atau penangkal petir supaya tidak menyambar langsung pada konduktor listrik yang dapat menyebabkan kerusakan peralatan dan pemadaman pada konsumen.

Streamer atau penangkal petir yang terpasang sudah ada yang dilengkapi Counter/pencatat berapa kali penangkal petir tersebut berkerja. Namun hal ini dalam metode monitor atau pemantauannya masih dilakukan manual secara visual melihat ke lokasi penempatan Streamer dan Counternya. Metode ini membutuhkan waktu yang lumayan lama, mengingat penempatan beberapa Alat penangkal petir yang terpasang. Dan juga belum optimal dalam mengetahui kapan kerja penangkal petir tersebut secara akurat dan cepat sesuai kejadian.

Dengan memanfaatkan tegangan DC 50 Volt untuk kerja counter penangkal petir merk ASEA tersebut menjadi pemicu penambahan Relay tegangan DC 48 Volt yang sekaligus sebagai inputan Mikrokontroller ATMEGA 16 yang sebagai pengolah data, dan memberi order input pada Modem GSM yang menghasilkan output pesan singkat (SMS) yang dikirim pada Operator. Alat ini juga dilengkapi dengan fasilitas untuk mengetahui kondisi kesiapannya dan menunjukkan berapa kali kerja melalui pesan singkat yang kita kirim ke Alat, yang selanjutnya kita akan memperoleh status kesiapan alat dan counter berapa kali kerja berupa angka.

Munculnya pemikiran ini diharapkan Operator PLN tidak lagi melakukan pengecekan atau pemantauan terhadap Counter penangkal petir yang terpasang secara manual (visualisasi) yang banyak memakan waktu dan biaya, Melainkan Operator mendapatkan informasi kinerja penangkal petir dengan cepat dan akurat melalui pesan singkat (SMS).

Kata Kunci: ATmega 16, Counter, Relay

ABSTRACT

Disturbed and frequent lightning strikes to the network SUTT/SUTET managed by PLN, so in maintaining the reliability of the power system needs of the lightning rod installation of Streamer or not to pounce directly on electrical conductors that can cause equipment damage and outages on consumers.

Streamer or lightning rod installed already equipped Counter/recording how many times such a lightning rod work. However the case is in the monitor or monitoring methods are still performed manually to visually see the location of the placement Streamer and counter. This method takes a long time, given the placement of some equipment installed lightning rod. And also not optimal in knowing when lightning rods work accurately and quickly in accordance events.

By utilizing 50 Volts DC voltage to work lightning counter brands ASEA is a trigger additional Relay 48 Volt DC voltage as well as the ATMEGA 16 microcontroller input as

a data processor, and gave orders to the GSM Modem input produces an output short message (SMS) sent to the operator. This tool is also equipped with facilities to determine the condition of readiness and shows how many times the work through short messages that we send to the tool, which then we will obtain the status of readiness of equipment and work counter how many times a number.

The emergence of this idea is no longer expected PLN Operator checks or monitoring of lightning counters installed manually (visualization) a lot of time consuming and costly, But Operators lightning performance information quickly and accurately via short messages (SMS).

Keywords: ATmega 16, Counter, Relay

I. PENDAHULUAN

Jaringan Listrik Tegangan Tinggi dan atau Tegangan Ekstra Tinggi, yang sering kita kenal dengan SUTT/ SUTET merupakan jaringan yang sangat penting dan vital dalam penyaluran listrik PLN dari Pusat Pembangkit Listrik ke Gardu Induk yang selanjutnya ke para pelanggan atau konsumen. Karena tingginya Tower SUTT/ SUTETT tersebut, maka SUTT/ SUTET sering terkena/tersambar petir sewaktu musim hujan tiba yang berdampak pada kerusakan peralatan penyaluran tenaga listrik yang berujung pada pemadaman listrik pada pelanggan/konsumen. Problematika ini diharapkan dapat diatasi atau diminimalisir dengan pemasangan Penangkal petir pada Tower SUTT/ SUTET yang dimaksudkan Arus petir tidak menyambar langsung pada kawat penghantar listrik, melainkan menyambar pada Streamer tersebut dan selanjutnya Arus petir ditanahkan melalui ground wire.

Tetapi untuk mengetahui kinerja penangkal petir tersebut, kita sebagai Operator/ pengguna harus secara rutin melakukan pengecekan visual terhadap Counter yang tersedia pada Penangkal petir tersebut yang menunjukkan berapa kali penangkal petir tersebut berkerja/ tersambar petir, bahkan ada beberapa yang belum tersedia Counter.

Dengan adanya pemikiran dan gagasan ini maka penempatan beberapa penangkal petir dapat dengan mudah kita monitor/ ketahui kinerjanya bahkan secara

bersamaan tanpa harus lagi secara visual menuju ke lokasi penempatan penangkal petir tersebut.

II. METODE PENELITIAN

A. Studi Literatur

Mempelajari secara teoritis dan praktis tentang sensor tegangan, mikrokontroler, dan komponen pendukungnya sehingga mendapatkan parameter perancangan dan pengujian. Literatur didapat dari referensi makalah-makalah, buku manual, beberapa sumber dari internet dan survey yang berkaitan dengan alat.

B. Perancangan Sistem

Melakukan perancangan sistem secara umum, yaitu rancang bangun Simulasi Auto Recloser pada Transmission Line 150 kV Gardu Induk Banaran menggunakan Mikrokontroler ATmega 16 serta peralatan penunjang lainnya.

C. Pembuatan Alat (Hardware)

Membuat peralatan perbagian, dimulai dari rangkaian penunjang sampai rangkaian utama.

D. Pengujian Alat dengan software

Melakukan pengujian dan analisa terhadap rangkaian yang telah dibuat dan dipadukan dengan software.

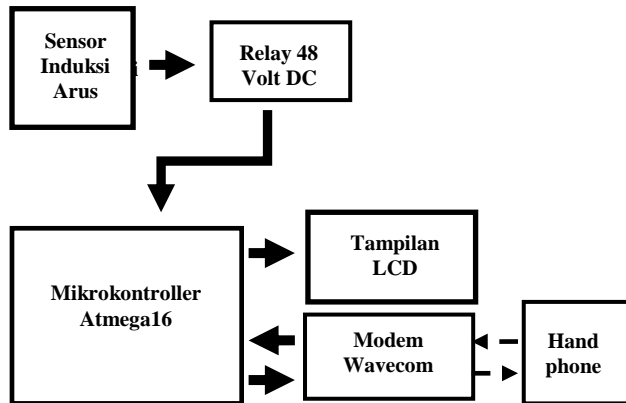
E. Penyempurnaan Sistem

Perbaikan terhadap kerusakan dan penyempurnaan dari sistem yang dibuat agar sesuai dengan harapan.

III. PERANCANGAN

A. Perancangan Diagram Alir Sistem

Alur proses sistem secara global ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1.
Diagram alir proses sistem

Sebelum merancang dan membuat perangkat keras pada proyek akhir ini, harus dipahami terlebih dulu susunan atau blok diagram dari sistem itu sendiri. Berdasarkan blok diagram sistem diatas, digunakan komponen-komponen sebagai berikut :

Proses perencanaan alat ini terdiri dari beberapa tahap seperti tertera pada diagram blok diatas :

1. Sensor ini berupa rangkaian induktansi yang memantau arus petir yang mengalir pada kawat pentanahan dan mengubahnya menjadi tegangan.
2. Relay 48VDC digunakan sebagai inputan mikrontroller Atmega16 sekaligus triger / perintah untuk penambahan counter kinerja penangkal petir Mikrokontroler. Sebagai pengolah data yang akan memproses data inputan.
3. Mikrokontroler Atmega16 berfungsi untuk mengolah data serta mengatur kinerja sistem pada peralatan pemantau kinerja penangkal petir yang ditampilkan secara visual pada LCD dan sekaligus memberi perintah kirim pesan SMS pada Modem.LCD. Sebagai penampil data gangguan yang terjadi pada *Transmission Line*.
4. Layar LCD berfungsi menampilkan jumlah counter/berapa kali kinerja penangkal petir tersebut, serta menampilkan proses adanya

triger/perintahpenambahan counter tersebut oleh Relay 48 VDC.

5. Modem Wavecom : Berfungsi mengirimkan informasi berupa pesan SMS yang berisi jumlah counter ke nomor HP yang telah dimasukkan ke daftar penerima. Serta menerima pesan SMS yang berisi kode untuk mengunduh informasi jumlah counter.
6. Handphone berfungsi sebagai alat penerima data terkirim yang berupa pesan SMS, juga sebagai alat pengunduh data melalui pesan SMS dengan cara mengirim pesan berupa Password yang ditentukan.

B. Sensor

Perangkat utama dalam sebuah alat pencatat kinerja penangkal petir adalah sensor pendeteksi arus petir. Dalam hal ini penulis memanfaatkan atau memakai sensor arus yang dibuat oleh pabrikan counter LA merk "ASEA". Sensor yang dipakai adalah dengan metode memanfaatkan induksi arus petir yang mengalir pada kawat pentanahan dengan rangkaian belitan / induktansi yang menimbulkan adanya GGL pada kedua ujung belitan.

C. Relay 48 Volt DC

Relay terdiri dari koil dan kontak. Koil yang dimaksud adalah sebagai penggerak kontak karena koil tersebut berfungsi sebagai alat untuk membuat medan magnet pada waktu koil tersebut teraliri tegangan dan selanjutnya koil akan menarik kontak keluaran, maka kontak open akan berubah menutup dan kontak close akan berubah terbuka. Dalam hal ini relay 48 VDC digunakan sebagai rangkaian input hasil sensor arus petir yang telah diubah menjadi tegangan

D. Mikrokontroler ATmega 16

ATmega 16 merupakan keluarga IC AVR yang berbasis Arsitektur RISC (*Reduced Instruction Set Computer*) yang mempunyai fitur *32 register general purpose, timer / counter* fleksibel dengan mode *compare, interrupt internal* dan *eksternal, serial USART, Programmable*

watchdog timer dan *mode power saving*, ADC dan PWM *Internal*. AVR juga mempunyai *In-System Programmable Flash on-Chip* yang mengizinkan memori program untuk diprogram ulang dalam sistem menggunakan hubungan serial SPI. ATmega 16.

E. Display LCD

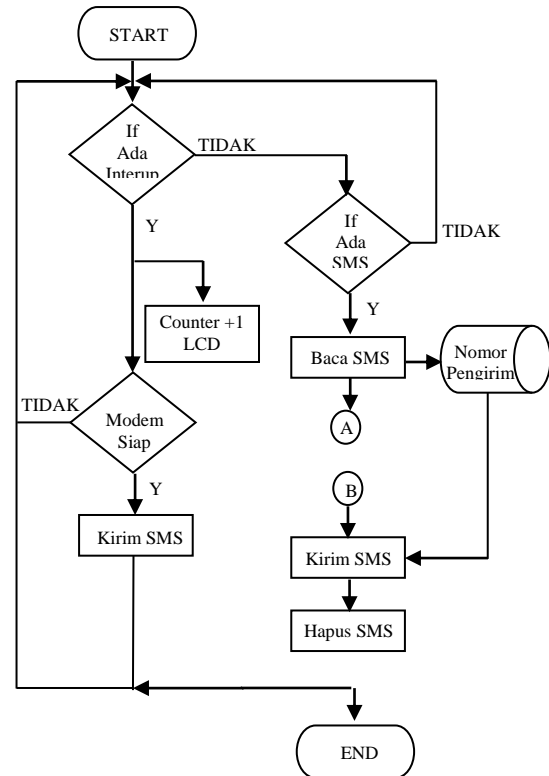
LCD berfungsi untuk menampilkan data jumlah counter data proses adanya Trigger / perintah masukan yang diproses oleh Mikrokontroler Atmega16 baik melalui kontak relay maupun pesan SMS yang berisi Password.

F. Modem Wavecom

Pada perancangan ini modem wavecom M1306B fastrack dihubungkan ke mikrokontroler sebagai pengganti komputer yang memberikan perintah untuk mengirimkan SMS. Mikrokontroler mengirim data (Isi SMS dan no.tujuan) ke modem wavecom M1306B melalui RS232, kemudian modem mengirim data tersebut ke SMS center yang akan menyampaikan ke no.ponsel tujuan.

G. Perancangan Perangkat Lunak

Software yang direncanakan adalah dengan adanya gangguan sambaran petir pada SUTT yang disalurkan ke tanah oleh penangkal petir maka program akan menambahkan jumlah counter berupa angka pada tampilan layar LCD dan memberi perintah kirim SMS pada Modem Wavecom yang berisi pesan jumlah counter kerja. Berikut adalah *Flow Chart* perencanaan *software* Simulasi *Pemantau Kinerja Penangkal Petir* tersebut:

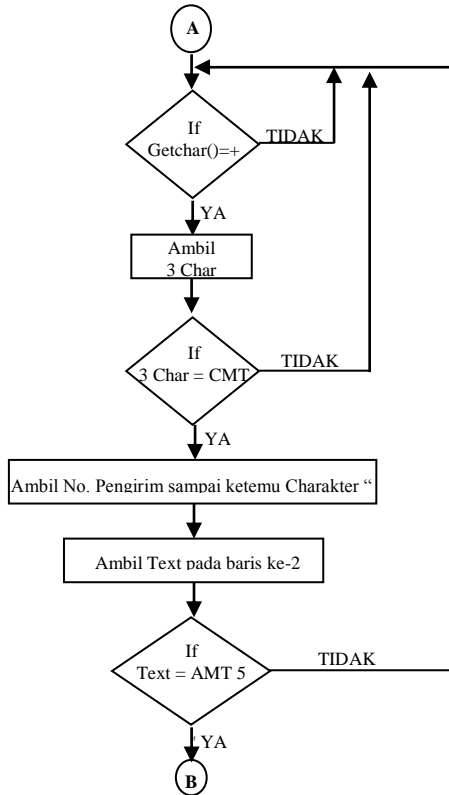


Gambar 2.
Flow Chart Software

Keterangan :

- Masukkan No tujuan yg dimaksud adalah setting no tujuan akan diberi data atau informasi kinerja penangkal petir. Bisa dilakukan melalui program atau lewat pesan SMS.
- Bila alat menerima trigger dari Inputan maka mikrokontroler akan langsung memproses data dan menampilkannya pada LCD dan mengirim pesan SMS pada nomor tujuan.
- Saat kondisi standby atau alat tidak menerima trigger, maka alat akan melakukan looping otomatis kesiapan modem dan mikrokontroler. Dan akan langsung memproses data inputan yang masuk tanpa menunggu proses looping selesai, hal ini terjadi apabila trigger input terjadi bersamaan proses looping berlangsung.
- Pada saat Modem menerima pesan masuk yang berisi Password maka modem akan otomatis mencari no tujuan yang telah disetting kemudian

memeriksa kesesuaian password dan selanjutnya mengirimkan data counter. Bila password salah, maka modem tidak akan merespon atau mengacuhkan pesan SMS.



Gambar 3.
Flow Chart Software Kirim SMS

Keterangan :

- Jika mikrokontroler mendapat kiriman text, maka mikrokontroler akan membaca 3 chararakter awal text, bila CMT maka akan lanjut ke proses selanjutnya.
- Mikrokontroler akan mengambil nomor pengirim, kemudian akan mengambil text pada baris kedua, jika text tersebut “AMT 5”, maka mikrokontroler akan mengirim data berupa pesan SMS yang berisi informasi jumlah counter kinerja penangkal petir.

IV. PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian

Sebelum dilakukan pengujian sistem perancangan sistem ini secara keseluruhan, maka perlu dilakukan pengujian terlebih dahulu pada masing-masing bagian / blok untuk menganalisa dan mengetahui kinerja individu masing-masing peralatan dan untuk memastikan bahwa masing-masing bagian dalam kondisi siap sesuai dengan yang diharapkan. Dengan demikian diharapkan tidak ada kendala maupun hambatan dalam menciptakan satu kesatuan sistem yang diharapkan.

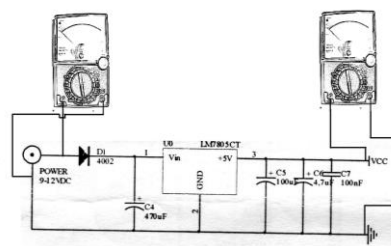
Pengujian yang dilaksanakan pada alat ini meliputi :

1. Pengujian Power Supply.
2. Pengujian Rangkaian Input.
3. Pengujian Modem.
4. Pengujian Kirim SMS Password.
5. Pengujian Rangkaian Output
6. Pengujian Rangkaian Keseluruhan

B. Pembahasan

1. Pengujian Sumber Tegangan.

Pada Instrumen ini dibutuhkan Supply tegangan sebesar 9 s/d 12 Volt DC untuk Power Supply Mikrokontroler ATmega16, dan sebesar 5 Volt DC untuk Power Supply Modem Wavecom.



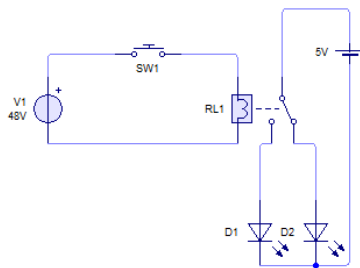
Gambar 4.
Pengukuran Sumber Tegangan

Tabel 1.
Pengujian Sumber Tegangan

Catu daya pada rangkaian	Tegangan yang diharapkan		Tegangan hasil pengukuran	
	+ / L	VOLT	+ / L	VOLT
Input Tegangan PLN	220	AC	222	AC
Rangkaian Input Mikrokontroler	9 s/d 12	DC	10,4	DC
Rangkain Modem Wacecom	5	DC	5,1	DC

2. Pengujian Rangkaian Input.

Dalam hal ini yang dilakukan adalah pengujian relay 48 Volt DC, dikarenakan konversi arus petir menjadi tegangan melalui rangkaian induktansi merk ASEA mengeluarkan tegangan output sebesar ±50Volt DC. Pengujian rangkaian input dilakukan dengan menguji rangkaian relay 48 Volt dengan cara memberi tegangan 48 VDC pada Koil relay. Sedangkan pada kontak relay diberi tegangan 5 VDC untuk menyalakan lampu LED secara bergantian sesuai posisi kontak relay. Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui bahwa relay beserta kontaknya berkerja sesuai yang diharapkan.



Gambar 5.
Pengujian Rangkaian Input

Kontak dihubungkan ke resistor dan LED sebagai indikasi relay telah bekerja. SW1 berfungsi sebagai saklar atau pemicu untuk mengerjakan Koil relay 48 Volt DC. Pada kondisi Koil relay tidak berkerja, lampu LED D2 akan menyala dikarenakan kontak NC (Normali Close) meneruskan tegangan 5 Volt VCC ke lampu LED D2. Sedangkan LED D1 tidak menyala dikarenakan tegangan 5 Volt VCC terputus pada kontak NO (Normali Open). Jika Switch SW1 ditekan maka Koil relay akan berkerja dan meneruskan tegangan VCC 5 Volt untuk menyalakan lampu LED D1, sebaliknya pada LED D2 akan mati dikarenakan tegangan 5 Volt VCC terputus pada kontak NC yang posisinya berubah menjadi terbuka.

3. Modem

Pengujian modem ini dilakukan melalui hyperterminal, Pengujian dilakukan diantaranya adalah perintah untuk cek sinyal jaringan, pemilihan mode pengujian, mengirim SMS, melihat SMS masuk serta reset ke pengaturan awal. Setelah modem diinisialisasi maka langkah selanjutnya adalah memilih mode perintah, karena mode teks lebih mudah dipahami dari pada mode PDU (bahasa mesin) maka dipilih mode teks.

Tabel 2.
Pengujian Modem dengan AT COMMAND

AT Command	Keterangan
AT	Mengecek apakah Handphone telah terhubung
AT+CMGF	Untuk menetapkan format mode dari terminal
AT+CSCS	Untuk menetapkan jenis encoding
AT+CNMI	Untuk mendeteksi pesan SMS baru masuk secara otomatis
AT+CMGL	Membuka daftar SMS yang ada pada SIM Card
AT+CMGS	Mengirim pesan SMS
AT+CMGR	Membaca pesan SMS
AT+CMGD	Menghapus pesan SMS
ATE1	Mengatur ECHO
ATV1	Mengatur input dan output berupa naskah
AT+CGMI	Mengecek Merek HP
AT+CGMM	Mengecek Seri HP
AT+CGMR	Mengecek Versi Keluaran HP
AT+CBC	Mengecek Baterai
AT+CSQ	Mengecek Kualitas Sinyal
AT+CCLK?	Mengecek Jam (waktu) pada HP
AT+CALM=<n>	Mengecek Suara/dering HP saat di Telepon (ada Telepon Masuk) 'n' adalah adalah angka yang menunjukkan jenis dering 0 = berdering 1 dan 2 = Silent (Diam)
AT^SCID	Mengecek ID SIM CARD
AT+CGSN	Mengecek Nomor IMEI
AT+CLIP=1	Menampilkan nomor telepon pemanggil
AT+CLCC	Menampilkan nomor telepon yang sedang memanggil
AT+COPN	Menampilkan Nama Semua Operator di dunia
AT+COPS?	Menampilkan nama operator dari SIM yang digunakan
AT+CPBR=<n>	Membaca nomor telepon yang disimpan pada buku telepon (SIM CARD) 'n' adalah nomor urut penyimpanan
AT+CPMS=<md>	Mengatur Memori dari HP 'md' adalah memori yang digunakan ME = Memori HP SM = Memori SIM CARD

4. Pengujian Kirim SMS Password.

Informasi jumlah counter yang tercatat pada alat dapat kita peroleh melalui tampilan layar LCD dan pesan SMS yang akan terkirim pada nomor HP tujuan dengan cara kita kirim SMS yang berisi password tertentu ke nomor pada alat. Format / password yang telah ditentukan untuk mendapatkan informasi

jumlah counter melalui pesan SMS adalah "AMT 5". Jika format yang kita kirimkan sesuai dengan password yang ditentukan maka kita memperoleh informasi jumlah counter. Apabila format yang kita tulis tidak sesuai / salah dengan password yang telah ditentukan, maka alat disetting untuk tidak memberikan pesan SMS balasan.

Tabel 3.
Pengujian Kirim SMS Password

No	No Pengirim	Password	No Penerima	Pesan Balasan
1	085649557774	AMT 5 (benar)	085790722568	Arrester Monitoring Tools Counter : 03
2	085649557774	ATM 5 (salah)	085790722568	(Tidak mengirim sms balasan)
3	085649557774	AMT5 (salah)	085790722568	(Tidak mengirim sms balasan)

5. Pengujian Rangkaian Output.

Tahap pengujian ini merupakan pengujian inti pada perencanaan prototipe alat pemantau kinerja penangkal petir. Untuk simulasi gangguan menggunakan rangkaian input relay DC 48 Volt. Relay yang digunakan adalah relay type SPDT, yaitu relay yang terdiri dari kontak NO,

NC dengan satu COM. Sedangkan untuk rangkaiannya adalah terminal Com terhubung pada port D2, kontak NO terhubung pada GND port D, dan kontak NC terhubung pada VCC portD. Pada rangkaian ini didesain mengirimkan logika 0 pada port D2 sebagai input/ trigger Mikrokontroler Atmega 16.

Tabel 3.
Pengukuran Terminal Inputan

No	Port D (D2-GND)	Port D (VCC-GND)	Port D (GND-GND)	KET
1	4,98 Volt DC	5 Volt DC	0,00 Volt DC	Kondisi Standby
2	0,00 Volt DC	5 Volt DC	0,00 Volt DC	Kondisi Trigger

Tabel 4.
Hasil Pengujian Informasi yang Terkirim

No	Nomor Tujuan	Isi Pesan Terkirim
1	085649557774 081335121028	Arrester Monitoring Tool Counter 01
2	085649557774 081335121028	Arrester Monitoring Tool Counter 02
3	085649557774 081335121028	Arrester Monitoring Tool Counter 03
4	085649557774 081335121028	Arrester Monitoring Tool Counter 04

IV. PENUTUP

A. Kesimpulan

1. Prototipe dapat berkerja secara normal untuk menambah angka counter dan mengirim SMS berupa data counter, sehingga tujuan untuk mempersingkat waktu untuk mengetahui kinerja penangkal petir secara cepat dan akurat tercapai.
2. Mikrokontroler ATmega 16 dapat dijadikan sebagai pengendali utama

- yang memproses data dari rangkaian inputan dan dikeluarkan ke rangkaian output berupa informasi gangguan berupa SMS dari modem dan layar LCD sebagai informasi secara visual
3. Sensor Induksi merk Asea berfungsi sebagai rangkaian yang memanfaatkan induksi arus petir yang mengalir ketanah untuk di ubah menjadi tegangan DC ± 50 yang kemudian sebagai sumber inputan untuk kerja relay DC 48 Volt.
 4. Rangkaian output terdiri dari pesan SMS yang dikirim ke HP tujuan (User) dan berupa tampilan LCD jumlah counter.
 5. Prototipe yang dibuat mempunyai kelebihan dan kekurangan antara lain:
 - a. Kelebihan.
 - 1) Kinerja penangkal dapat termonitor secara real time.
 - 2) Informasi terjadinya sambaran petir dapat diperoleh secara cepat dan akurat lewat pesan SMS yang

dikirim oleh modem yang terdapat pada prototipe ke HP User.

- 3) Counter atau pencatat jumlah sambaran petir yang pernah terjadi dapat dilihat secara visual pada tampilan layar LCD dan atau dengan cara mengirimkan SMS yang berisikan "password" ke modem pada prototipe, maka kita akan mendapatkan SMS balasan yang berisi informasi jumlah Counter.
 - 4) Fasilitas tambahan berupa setting nomor HP penerima, SMS yang akan dikirim alat, alamat penempatan alat dapat dilakukan melalui pesan atau SMS yang berisi password tertentu yang kita kirim ke modem pada alat. Hal ini memudahkan kita untuk melakukan pengaturan tanpa harus koneksi atau berinteraksi langsung dengan alat
- b. Kekurangan.
- 1) Alat ini kurang efektif ditempatkan pada lokasi yang belum atau tidak terjangkau signal GSM, karena

informasi berupa SMS tidak dapat terkirim dan informasi hanya dapat ditampilkan pada LCD saja.

- 2) Karena prototipe ini bergantung pada kekuatan signal, maka kondisi kesiapan alat khususnya modem harus sering dilakukan pengecekan.

B. Saran

Saran-saran untuk pengembangan dan penyempurnaan adalah sebagai berikut :

1. Perancangan prototipe ini masih bisa dikembangkan dengan aplikasi website yang diolah oleh komputer yang disini sebagai pusat data atau server.
2. Dengan adanya integrasi dengan aplikasi berbasis website diharapkan informasi waktu terjadinya sambaran petir dapat termonitor dan tercatat pada komputer Server, yang mana datanya dapat tersimpan dengan lebih baik dan dapat dengan mudah kita cari atau dapatkan sewaktu kita butuhkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous. 2002. *Atcommands Interface Guide April 05*. <http://nsk-embedded-downloads.googlecode.com/files/wavecom%202400a%20at%20commands.pdf> Agustus 2012
- Anonymous. 2010. *8-bit AVR Microcontroller with 16K Bytes In-System Programmable Flash*. <http://www.atmel.com/Images/doc2466.pdf> Agustus 2012
- Anonymous. 2012. *Pengetahuan Dasar mengirim-menerima SMS melalui Mikrokontroler (dgn AT Command modem GSM)*. <http://pccontrol.wordpress.com/2012/02/13/pengetahuan-dasar-mengirim-menerima-sms-melalui-mikrokontroler-dgn-at-command-modem-gsm/> Oktober 2012
- Anonymous. 2012. *Relay*. <http://en.wikipedia.org/wiki/Relay> Agustus 2012
- Anonymous. 2012. *Short Message Service*. http://en.wikipedia.org/wiki/Short_Message_Service Oktober 2012
- Anonymous. *Pengenalan Komunikasi Serial*. <http://www.toko-elektronika.com/tutorial/pcinterfacing.htm> September 2012
- Hadi, Mokh Sholihul. *MENGENAL MIKROKONTROLER AVR ATmega16*. <http://ilmukomputer.org/wp-content/uploads/2008/08/sholihul-atmega16.pdf> Agustus 2012
- Suhadi, Tri Wrahatnolo. 2008. *Teknik Distribusi Tenaga Listrik Jilid 3 untuk SMK*. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional