

SISTEM MONITORING DAN PEMETAAN GARDU PLN BERBASIS MIKROKONTROLER DAN SMS GATEWAY

^[1]Fadly, ^[2]Dedi Triyanto, ^[3]Ikhwan Ruslianto
^[1]^[2]^[3]Jurusan Sistem Komputer, Fakultas MIPA Universitas Tanjungpura
Jalan Prof. Dr. H. Hadari Nawawi, Pontianak
Telp./Fax.: (0561) 577963
e-mail : ^[1]fadly.yen@gmail.com, ^[2]dedi.triyanto@siskom.untan.ac.id
^[3]ikhwanruslianto@siskom.untan.ac.id

ABSTRAK

Pada penelitian ini telah dibuat sebuah alat yang dapat memonitoring serta memetakan gardu listrik dengan memanfaatkan media pesan singkat berupa SMS yang berbasis mikrokontroler dan peta online dengan menggunakan modem SMS sebagai pengirim dan penerima informasi dari gardu listrik. Mikrokontroler berfungsi sebagai pendeteksi hidup atau mati arus listrik yang kemudian mengintruksikan modem SMS gateway untuk mengirimkan pesan SMS berupa koordinat dan status gardu kedalam database yang kemudian akan ditampilkan melalui peta online. Dari hasil penelitian ini diperoleh bahwa perangkat monitoring dan pemetaan dapat bekerja dengan baik dalam menampilkan lokasi gardu listrik pada peta online.

Kata Kunci : Monitoring dan Pemetaan, Gardu Listrik, Mikrokontroler, SMS, Peta Online

1. PENDAHULUAN

Listrik merupakan salah satu sumber energi yang mempunyai peran yang sangat penting dalam kehidupan sehari-hari, mulai dari urusan rumah, kantor, dan lain sebagainya. Jika aliran listrik terputus atau mati, maka akan banyak pekerjaan yang menggunakan alat elektronik tersebut akan terbengkalai. Tidak bisa dipungkiri, bahwa perawatan fasilitas sumber daya listrik pada saat ini sangatlah buruk. Beberapa fasilitas listrik PLN yang sudah tua dan membutuhkan pengawasan dan monitoring yang maksimal.

Gardu listrik merupakan salah satu alat yg sangat penting dan vital dalam penyaluran aliran listrik dari rumah ke rumah. Apabila terjadi masalah atau kerusakan pada gardu tersebut, maka banyak aktifitas warga yang menggunakan alat-alat elektronik yang membutuhkan tenaga listrik sebagai sumber daya akan terganggu. Sehingga pengawasan dan monitoring terhadap gardu listrik tersebut juga sangat penting. Masyarakat dapat memberikan laporan informasi berupa telpon atau dengan menggunakan pesan singkat untuk melaporkan kepada operator jika dikawasan

mereka gardunya mengalami masalah. Namun tidak seperti masyarakat yang berada di daerah seperti di pedesaan, perhatian terhadap informasi seperti ini sangatlah kurang dan sulitnya operator mengawasi gardu-gardu di kawasan itu.

Memetakan letak dan posisi gardu-gardu listrik tersebut merupakan solusi untuk pengawasan dan memonitoring fasilitas sumber daya listrik menjadi lebih optimal. Kemajuan teknologi informasi khususnya di bidang elektronika dan aplikasi *web* dapat memberi dukungan dalam merealisasikan *prototype* ini. Penggunaan mikrokontroler dapat digunakan sebagai media untuk mengolah informasi data untuk mendeteksi putusnya aliran listrik pada gardu dan memberi perintah ke modem untuk mengirimkan sebuah informasi berupa SMS ke dalam *database*, serta teknologi informasi berupa aplikasi *web* juga dapat dimanfaatkan untuk monitoring serta pemetaan terhadap gardu-gardu listrik sehingga mudah di pantau dan diawasi oleh operator.

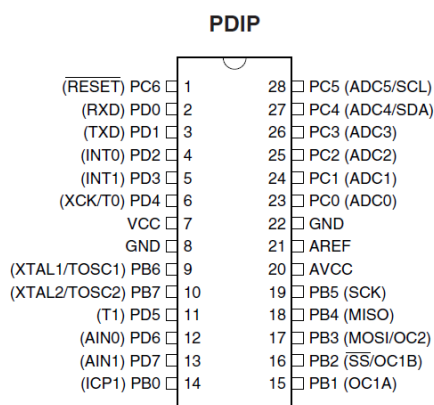
2. LANDASAN TEORI

2.1. Sistem Tenaga Listrik

Struktur tenaga listrik atau sistem tenaga listrik sangat besar dan kompleks karena terdiri atas komponen peralatan atau mesin listrik seperti generator, transformator, beban dan alat-alat pengaman dan pengaturan yang saling dihubungkan membentuk suatu sistem yang digunakan untuk membangkitkan, menyalurkan, dan menggunakan energi listrik[1]. Secara mendasar sistem tenaga listrik dapat dikelompokkan menjadi 3 bagian utama yaitu; sistem pembangkitan, sistem transmisi, dan sistem terdistribusi.

2.2. Mikrokontroler ATmega8

Mikrokontroler AVR ATmega8 merupakan salah satu jenis mikrokontroler yang di dalamnya terdapat berbagai macam fungsi. Perbedaannya pada mikro yang pada umumnya digunakan seperti MCS51 adalah pada AVR tidak perlu menggunakan *oscillator* eksternal karena di dalamnya sudah terdapat internal *oscillator*. Selain itu kelebihan dari AVR adalah memiliki *Power-On Reset*, yaitu tidak perlu ada tombol reset dari luar karena cukup hanya dengan mematikan *supply*, maka secara otomatis AVR akan melakukan *reset*. Untuk beberapa jenis AVR terdapat beberapa fungsi khusus seperti ADC, EEPROM sekitar 128 *byte* sampai dengan 512 *byte*[2]. Gambar 1 adalah konfigurasi mikrokontroler ATmega8.



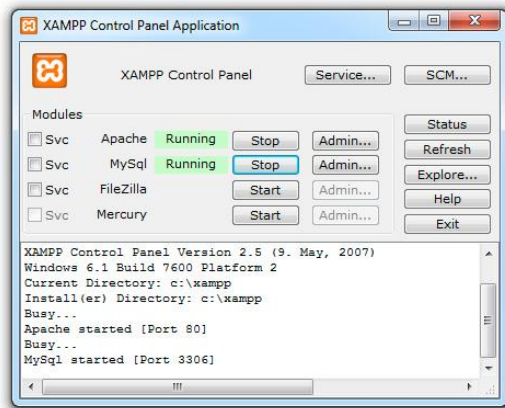
Gambar 1. Konfigurasi Pin Mikrokontroler ATmega8[4]

2.3. BASCOM AVR

Bahasa BASIC adalah bahasa pemrograman yang dapat dikatakan bahasa pemrograman berlevel tinggi. Bahasa pemrograman berlevel rendah adalah bahasa pemrograman yang berorientasi pada mesin, misalnya bahasa assembly. Bahasa pemrograman berlevel rendah merupakan bahasa pemrograman dengan sandi yang hanya dimengerti oleh mesin, sehingga untuk memprogram dalam bahasa ini diperlukan tingkat kecermatan yang tinggi. Bahasa pemrograman berlevel tinggi relatif mudah digunakan, karena ditulis dengan bahasa manusia yang lebih mudah dimengerti dan tidak tergantung pada mesin. Ada banyak cara menuliskan program ke mikrokontroler, salah satunya adalah bahasa *basic*. Alasan penggunaan bahasa ini adalah kemudahan dalam pemahaman pemrograman dan jika menggunakan *compiler Bascom AVR* maka terasa mudah karena sudah dilengkapi dengan simulator[3].

2.4. XAMPP

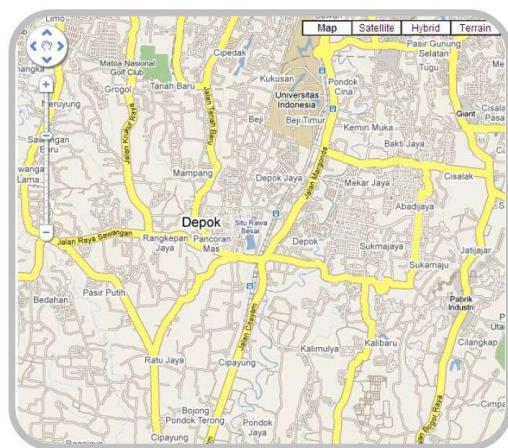
XAMPP adalah perangkat lunak bebas, yang mendukung banyak sistem operasi, merupakan kompilasi dari beberapa program. Fungsi dari XAMPP adalah sebagai server yang berdiri sendiri (*localhost*), yang terdiri atas program *Apache HTTP Server*, *MySQL database*, dan penerjemah bahasa yang ditulis dengan bahasa pemrograman *PHP dan Perl*. Nama XAMPP merupakan singkatan dari X (sistem operasi apapun), *Apache*, *MySQL*, *PHP* dan *Perl*. Program ini tersedia dalam *GNU General Public License* dan bebas, merupakan *web server yang mudah digunakan yang dapat melayani tampilan halaman web yang dinamis*[5]. Gambar 2 adalah tampilan dari XAMPP *Control Panel*.



Gambar 2. Tampilan XAMPP Control Panel

2.5. Google Maps API (Application Program Interface)

Google Maps adalah layanan gratis Google yang cukup populer. Fitur Google Maps dapat ditambahkan fitur didalam Web dengan Google Maps API. Google Maps API adalah library JavaScript. Menggunakan/memprogram Google Maps API sangat mudah digunakan dan di aplikasikan. Seperti banyak aplikasi web lainnya Google, Google Maps menggunakan JavaScript secara ekstensif. Beberapa tujuan dari penggunaan Google Maps API adalah untuk melihat lokasi, mencari alamat, mendapatkan petunjuk mengemudi dan lain sebagainya. Hampir semua hal yang berhubungan dengan peta dapat memanfaatkan Google Maps[6].



Gambar 3. Google Maps API[6]

2.6. GAMMU (GNU All Mobile Management Utilities)

GAMMU merupakan pustaka SMS Gateway server yang diciptakan oleh Micar Cihar yang seorang Programmer Python. Cihar membuat beberapa library yang digunakan untuk memenejemen telepon seluler. Semua library yang dibuat oleh Cihar dibangun dengan menggunakan bahasa Python. Untuk versi-versi awal, GAMMU dibuat dengan menggunakan bahasa C dan Python. Meskipun GAMMU memiliki lisensi GPL2, namun Cihar bersama dengan sahabatnya Marcin Wiajek membuat GAMMU dengan versi komersil yang dibuat dengan menggunakan bahasa C++[8].

GAMMU (GNU All Mobile Management Utilities) adalah sebuah aplikasi/daemon yang dikhususkan untuk membangun sebuah SMS gateway yang menghubungkan antara operator seluler ke jaringan internet dan sebaliknya. Aplikasi ini bersifat open source dibawah lisensi GPL (General Public License), sehingga aplikasi ini dapat di-explore lebih luas dengan bebas dan gratis. GAMMU ini dapat diaplikasikan dengan bahasa pemrograman apapun maupun platform apapun untuk membangun aplikasi SMS Gateway, baik itu bersifat web based dengan menggunakan PHP atau ASP, maupun dengan menggunakan Delphi, VB dan lain sebagainya[7].

2.7. PHP (HyperText Preprocessor)

PHP adalah sebuah bahasa script server-side yang disisipkan pada dokumen HTML dan berada di server, artinya adalah sintaks dan perintah-perintah yang diberikan akan sepenuhnya dijalankan di server tetapi disertakan HTML biasa. PHP membuat script dokumen HTML secara on the fly. Dokumen HTML yang dihasilkan dari suatu aplikasi bukan dokumen HTML yang dibuat dengan menggunakan editor teks atau editor HTML. Dengan menggunakan PHP maka perawatan dari suatu situs web akan menjadi lebih mudah. Hal ini disebabkan karena proses update data dapat dilakukan dengan menggunakan aplikasi yang dibuat dengan menggunakan script PHP. Pada awalnya, PHP merupakan sebuah program CGI yang dibuat oleh Rasmus Lerdoff seorang

programer C dan dikhususkan untuk menerima *input* melalui *form* yang ditampilkan dalam sebuah *browser web*[7].

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Studi Pustaka

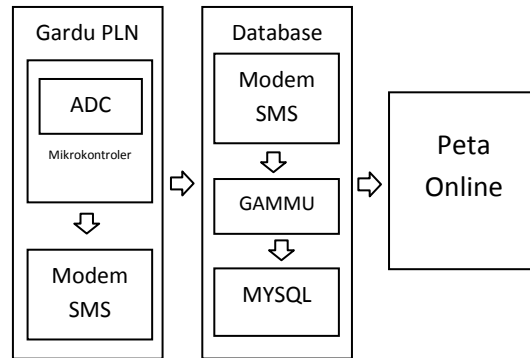
Studi pustaka merupakan mencari, mengumpulkan, serta mempelajari data-data pendukung yang berhubungan dengan penelitian, salah satunya dengan mencari jurnal dan buku-buku yang berkaitan dengan penelitian.

3.2. Analisa Kebutuhan

Analisa kebutuhan yaitu mencari kebutuhan yang dibutuhkan dalam sistem perancangan, mulai dari kebutuhan perangkat keras sampai kebutuhan perangkat lunak. Pada perancangan perangkat keras dilakukan dengan merangkai beberapa komponen seperti mikrokontroler, modem SMS Gateway, rangkaian komunikasi serial RS232, LCD, serta komponen penunjang lainnya seperti adaptor, kabel penghubung dan lain-lain. Pada perancangan Perangkat Lunak, Pemrograman yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Basic Compiler* untuk rangkaian mikrokontroler dan pemrograman PHP yang digunakan untuk mengolah *database* dan membuat tampilan berupa peta *online*. Sedangkan GAMMU digunakan sebagai penghubung antara modem SMS Gateway dengan *database*. GAMMU berfungsi untuk meneruskan pesan yang masuk dari modem SMS Gateway yang kemudian akan dimasukkan kedalam *database*.

3.3. Perancangan Sistem

Perancangan sistem yaitu merancang sistem berdasarkan diagram blok yang sudah dibuat, mulai dari pembuatan rangkaian, perakitan, sampai pada pemasangan pada perangkat keras yang dibuat. Perancangan sistem pada penelitian ini dapat dilihat pada diagram blok rancangan sistem pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram Blok Rancangan Sistem

3.4. Pengujian

Pengujian rancangan berupa parameter-parameter sistem, dimulai dari pengecekan kondisi komponen-komponen yang telah digunakan sampai pengujian sistem. Jika berhasil dan tidak ditemukannya masalah pada komponen dan sistem, maka rancangan siap untuk diaplikasikan. Jika tidak, maka harus dilakukan pengecekan ulang pada rancangan sistem tersebut.

3.5. Implementasi

Implementasi yaitu penerapan dan pemasangan rancangan sistem pada gardu listrik dan melakukan uji coba rancangan sistem sesuai dengan tujuan yang diinginkan.

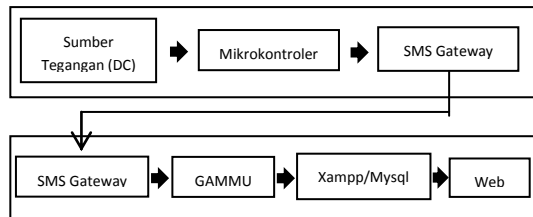
4. PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM

Perancangan sistem pada penelitian ini dibagi menjadi dua bagian yaitu perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak. Perancangan perangkat keras meliputi perancangan sistem minimum mikrokontroler ATmega8 serta penentuan port yang digunakan untuk ADC dan komunikasi serial. Perancangan perangkat lunak meliputi perancangan algoritma yang akan digunakan untuk memprogram mikrokontroler ATmega8 dan merancang tampilan antarmuka sebuah peta *online* serta penyimpanan data hasil keluaran dari mikrokontroler. Sedangkan perangkat lunak (*software*) yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah Bahasa pemrograman *Basic Compiler AVR* untuk pemrograman perangkat keras, dan pemrograman PHP (*Hypertext Preprocessor*) sebagai program untuk membuat tampilan antarmuka

pemetaan gardu listrik. Setelah perancangan selesai, kemudian perangkat keras dan perangkat lunak ini diintegrasikan menjadi sebuah sistem yang terpadu.

4.1. Diagram blok sistem

Adapun diagram blok perancangan sistem monitoring dan pemetaan gardu listrik berbasis mikrokontroler dan SMS Gateway dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Diagram Blok Sistem

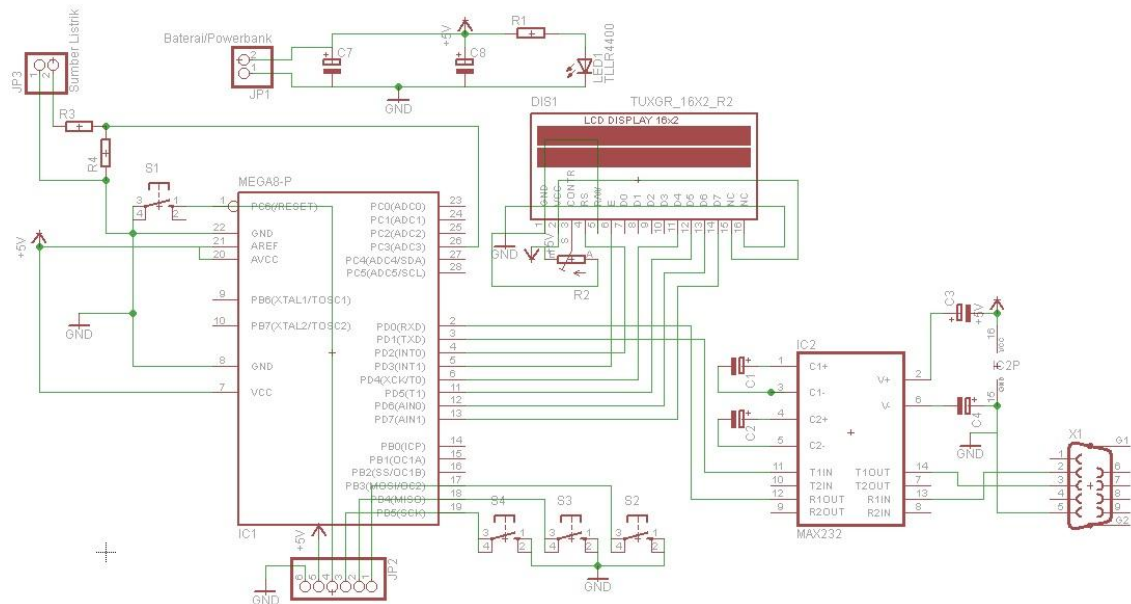
4.2. Perancangan perangkat keras

Perancangan perangkat keras pada penelitian ini menggunakan mikrokontroler jenis AVR yaitu ATmega8. ATmega8 digunakan sebagai pengolahan data, menggunakan fitur ADC yang berfungsi untuk mengubah besaran sinyal analog

menjadi digital dalam bentuk desimal. Fungsi ini digunakan untuk mendeteksi putusnya arus listrik yang kemudian akan mengirimkan perintah agar modem SMS mengirimkan pesan yang kemudian akan diolah oleh database.

- Perancangan rangkaian *minimum system* mikrokontroler ATmega16.
- Perancangan rangkaian LCD.
- Perancangan rangkaian komunikasi serial RS232.

Setelah selesai dilakukan perancangan terhadap perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*), maka tahap berikutnya yaitu perancangan perangkat untuk keseluruhan alat dengan menggabungkan keduanya menjadi satu sistem, Perangkat keras seperti LCD dan Modem SMS Gateway dihubungkan dengan mikrokontroler melalui *port-port* yang telah ditentukan, kemudian tahapan selanjutnya yaitu memasukkan program kedalam mikrokontroler. Gambar 6 adalah rangkaian skematik keseluruhan perangkat keras.



Gambar 6. Rangkaian Skematik Keseluruhan Perangkat Keras

4.3. Perancangan perangkat lunak.

Perancangan perangkat lunak pada penelitian ini sangat diperlukan sebagai

jembatan penghubung antara mikrokontroler dengan komponen-komponen perangkat keras lainnya. Berdasarkan konsep pada

perancangan *hardware*, maka program yang akan dirancang diharapkan mampu mengolah informasi yang nantinya akan digunakan dalam proses deteksi hidup atau mati gardu listrik dan kemudian mengirimkan data kedalam *database* untuk ditampilkan dalam peta *online*. Pada penelitian ini perangkat lunak dibagi menjadi tiga, yaitu perancangan pada pemrograman mikrokontroler, perancangan *database*, dan perancangan pada peta *online*. Perancangan dan pembuatan pada perangkat lunak (*software*) pada sistem ini menggunakan bahasa pemrograman *Basic Compiler AVR*, pada perancangan *database* menggunakan aplikasi GAMMU dan XAMPP, dan untuk merancang peta *online* menggunakan pemrograman PHP (*Hypertext Preprocessors*).

a) Perancangan Algoritma Pemrograman Mikrokontroler

Adapun tahapan pada perancangan algoritma program ini bertujuan untuk menentukan alur program sebelum program dimasukkan kedalam mikrokontroler. Pembuatan algoritma pada perangkat lunak pada penelitian ini menggunakan program *Basic Compiler AVR* yang berfungsi untuk menuliskan kode program. *File* hasil dari program yang telah di-*compile* berupa *file hex*. *File hex* tersebut yang kemudian akan diunduh kedalam mikrokontroler.

Urutan perancangan algoritma pemrograman mikrokontroler beserta potongan kode programnya adalah sebagai berikut:

- a. Mulai.
- b. Mengkonfigurasi tampilan LCD.
- c. Mengkonfigurasi tombol
- d. Mengaktifkan fungsi ADC pada mikrokontroler.
- e. Jika nilai pada ADC menunjukkan gardu listrik mati, maka modem SMS *Gateway* akan menerima perintah dari mikrokontroler untuk mengirimkan sms yang berisi koordinat lokasi dan status gardu listrik tersebut. Isi SMS yang akan dikirimkan oleh modem SMS telah diformat dan ditentukan sebelumnya, adapun format isi pesan SMS yang digunakan adalah

"KOORDINAT_STATUS". Contoh : "-0.057228, 109.348304_Mati"

- f. Jika nilai pada ADC menunjukkan gardu listrik hidup, maka modem SMS *Gateway* akan menerima perintah dari mikrokontroler untuk mengirimkan sms yang berisi koordinat lokasi dan status gardu listrik hidup.
- g. Selesai

b) Perancangan Koneksi ke Database

Sebelum merancang *database*, diperlukan sebuah aplikasi yang digunakan untuk mentransfer sms dari modem SMS *Gateway* kedalam *database* maupun sebaliknya yaitu GAMMU. GAMMU menggunakan *database* MYSQL untuk menyimpan pesan. Di dalam aplikasi GAMMU juga sudah menyediakan file "mysql.sql" yang dapat langsung digunakan. Di dalam file tersebut terdapat table-table yang disediakan oleh GAMMU seperti *INBOX*, *OUTBOX*, *SENTITEMS*, dan lain sebagainya. Pada penelitian ini, tabel pada *database* yang dioptimalkan hanya tabel *INBOX*, yang digunakan untuk mengambil pesan yang telah diterima, setelah itu isi pesan akan diolah melalui program PHP yang kemudian akan ditampilkan dalam peta *online*.

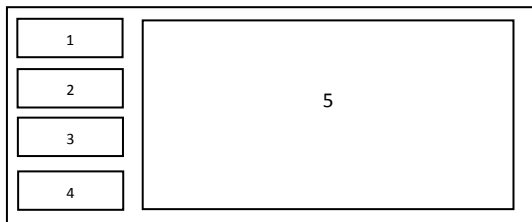
Tahap-tahap yang akan dilakukan untuk mengkonfigurasi GAMMU dalam pembuatan *database* pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Melakukan konfigurasi file **gammurc**.
- b. Mengecek konfigurasi GAMMU telah sesuai atau belum menggunakan *Command Prompt*.
- c. Menghubungkan dengan *database* MYSQL.
- d. Mengkonfigurasi *filesmsdrc*.
- e. Mengisikan informasi untuk *database* pada *filesmsdrc*.
- f. Menginstal *Service* GAMMU.
- g. Menjalankan *Service* GAMMU.
- h. Selesai.

c) Perancangan Antarmuka Peta Online

Antarmuka yang digunakan untuk menampilkan lokasi dan status gardu listrik ini dibuat menggunakan program PHP (*HyperText Preprocessor*). Adapun desain

tampilan antarmuka untuk memetakan lokasi gardu listrik dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar7. Perancangan Antarmuka Peta Online

Adapun penjelasan dari desain peta online tersebut adalah sebagai berikut:

1. Form Beranda
Pada halaman ini merupakan halaman awal antarmuka peta online yang menampilkan seluruh lokasi gardu yang sebelumnya telah didaftarkan kedalam database.
2. Form Daftar Gardu
Halaman ini menampilkan daftar-daftar gardu yang telah didaftarkan sebelumnya didalam database. Pada halaman ini terdapat tabel yang berisikan ID GARDU, NO PENGIRIM, KOORDINAT, dan Form untuk menghapus data. Form History, berisi halaman yang menampilkan TANGGAL MASUK, NOMOR PENGIRIM, dan ISI.
3. Form History
Halaman ini menampilkan tabel riwayat sms yang dikirimkan melalui mikrokontroler. Tabel-tabel yang terdapat pada halaman ini yaitu TANGGAL MASUK, NOMOR PENGIRIM, ISI, dan Form untuk menghapus riwayat.
4. Form Tambah Gardu
Halaman ini menampilkan form pendaftaran gardu, gardu yang telah didaftarkan akan dimasukkan dan disimpan didalam database. Data-data yang diisikan pada halaman ini yaitu ID GARDU, NOMOR PENGIRIM, dan KOORDINAT.
5. Pada bagian nomor 5 menampilkan halaman-halaman yang dipanggil pada bagian 1,2,3, dan 4.

5. PENGUJIAN DAN ANALISA

Adapun tahapan pengujian dan analisa sistem dilakukan pada setiap bagian sesuai dengan blok diagram sistem. Hal ini bertujuan agar setiap urutan pada sistem dapat diketahui apakah sistem berjalan dengan baik atau tidak. Pengujian pada tahap ini dibagi menjadi dua tahap yaitu pengujian perangkat keras (*hardware*) dan pengujian perangkat lunak (*software*)

5.1. Pengujian Minimum System ATmega8

Pengujian pada rangkaian *minimum system* ini bertujuan untuk mengetahui apakah masing-masing bagian *port* pada rangkaian *minimum system* ini telah teraliri tegangan yang nilainya sesuai dengan kebutuhan mikrokontroler sudah terpenuhi atau belum. Pengujian ini dilakukan dengan memberi daya 5 volt DC ke mikrokontroler melalui pin VCC dan pin GND dengan mengunduh atau memasukkan program kedalam mikrokontroler ATmega8 menggunakan program *Basic Compiler AVR*. Tabel hasil pengujian *minimum system* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengujian Minimum System ATmega8

No	Port	Nilai Desimal	Nilai Biner	Hasil pengukuran (VDC)							
				P7	P6	P5	P4	P3	P2	P1	P0
1	PORTB	15	&B00001111	0V	0V	0V	0V	5V	5V	5V	5V
2	PORTC	170	&B10101010	-	0V	5V	0V	5V	0V	5V	0V
3	PORTD	240	&B11110000	5V	5V	5V	5V	0V	0V	0V	0V

5.2. Pengujian Rangkaian LCD

Pada pengujian rangkaian LCD ini bertujuan untuk mengetahui apakah rangkaian LCD yang telah dirancang sudah dapat menampilkan karakter seperti tulisan sesuai dengan program yang telah dibuat. Pengujian dilakukan dengan membuat program untuk menampilkan karakter atau tulisan yang akan ditampilkan oleh LCD dan kemudian melihat apakah program yang dituliskan sesuai dengan yang ditampilkan oleh LCD tersebut. Adapun hasil yang muncul pada rangkaian LCD dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Hasil Pengujian LCD

5.3. Pengujian Komunikasi Serial RS232

Pengujian pada rangkaian komunikasi serial ini bertujuan untuk mengetahui apakah komunikasi serial RS232 yang digunakan pada rangkaian *minimum system* telah bekerja sesuai dengan kebutuhan. Pengujian rangkaian serial ini merupakan salah satu tahapan yang paling penting dan sangat vital karena jika apabila rangkaian komunikasi serial ini tidak diuji dapat mengakibatkan kesalahan yang menyebabkan kegagalan pada seluruh sistem. Dalam pengujian ini diperlukan peralatan utama seperti komputer PC atau laptop, *minimum system* mikrokontroler ATMega8, kabel serial RS232, serta *softwareHyperTerminal* yang berfungsi sebagai simulasi pengganti modem SMS Gateway. Adapun rangkaian dalam pengujian komunikasi serial dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Rangkaian Pengujian Komunikasi Serial RS232

5.4. Pengujian Modem SMS Gateway

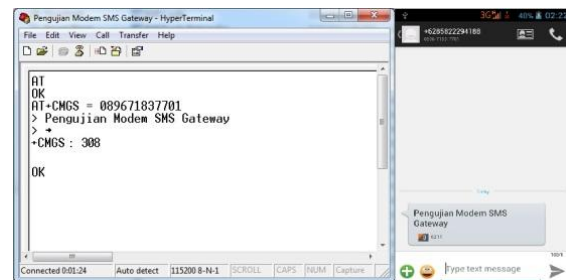
Pada tahap pengujian modem SMS Gateway ini bertujuan untuk mengetahui

apakah modem bisa mengirim dan menerima pesan. Pengujian modem sms Gateway ini menggunakan *softwareHyper Terminal* dengan menggunakan perintah AT Command. Tampilan rangkaian pada pengujian modem SMS Gateway dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Tampilan Rangkaian Pengujian Modem SMS Gateway

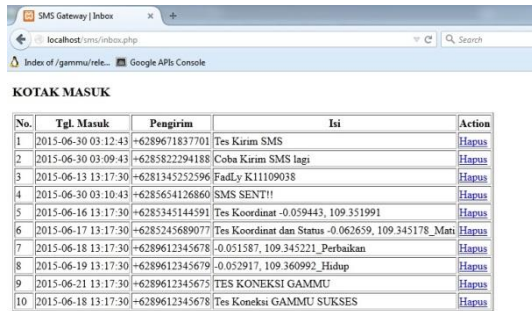
Hasil pengujian untuk mengirim SMS dengan menggunakan modem SMS Gateway dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Hasil Pengujian Modem SMS Gateway Menggunakan Hyper Terminal

5.5. Pengujian Koneksi GAMMU

Pada tahap pengujian koneksi GAMMU ini dimaksudkan agar mengetahui apakah SMS yang dikirim oleh *minimum system* dapat dimasukkan kedalam database dan dipanggil oleh program PHP sederhana yang kemudian akan ditampilkan menggunakan *browser*. Hasil pengujian dapat dilihat pada gambar 12.



The screenshot shows a web browser window with the URL 'localhost/sms/mbcx.php'. Below the browser, there is a table titled 'KOTAK MASUK' (Inbox) with columns for 'No.', 'Tgl. Masuk', 'Pengirim', 'Isi', and 'Action'. The table contains 10 rows of message data, including sender numbers and message content like 'Tes Kirim SMS' and 'Tes Koneksi GAMMU SUKSES'.

Gambar 12. Pengujian Koneksi GAMMU Menggunakan PHP

5.6. Pengujian Delay Pengiriman SMS

Pada pengujian *delay* ini dimaksudkan untuk mengetahui rentang waktu yang diperlukan oleh sistem untuk mengirimkan pesan SMS dari perangkat keras (*hardware*) sampai ke *database* dan dimunculkan pada peta *online*. Perhitungan waktu yang ditempuh dimulai dari perubahan kondisi status listrik hidup atau mati yang kemudian perangkat *system minimum* akan memberikan perintah untuk mengirimkan SMS sampai pesan SMS tersebut diterima dan masuk ke dalam *database* dan ditampilkan pada peta *online*. Adapun hasil dari pengujian *delay* pada sistem monitoring dan pemetaan ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengujian Delay Pengiriman SMS

NO	Proses	Waktu Tempuh
1	Percobaan 1	3,8 Detik
2	Percobaan 2	3,4 Detik
3	Percobaan 3	3,2 Detik
4	Percobaan 4	3,6 Detik
5	Percobaan 5	3,2 Detik
6	Percobaan 6	4 Detik
Waktu <i>Delay</i> Rata-Rata		3,5 Detik

5.7. Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian keseluruhan sistem monitoring dan pemetaan gardu listrik berbasis mikrokontroler dan *SMS Gateway* ini melibatkan pengujian semua bagian pada sistem yang berguna untuk mengetahui apakah sistem yang telah dibangun mampu menghasilkan keluaran yang sesuai dengan yang diinginkan. Keberhasilan pada sistem ini adalah alat mampu untuk mendeteksi gardu listrik yang mati kemudian peta *online* dapat menampilkan dimana gardu tersebut beserta statusnya.

Berikut ini adalah tahap pengujian sistem keseluruhan yaitu :

1. Menghubungkan semua komponen perangkat keras yaitu LCD, dan modem *SMS Gateway* (pengirim) pada *system minimum* mikrokontroler.
2. Menyalakan *minimum system* dan memasukkan program kedalam mikrokontroler.
3. Menghubungkan sumber listrik ke mikrokontroler yang berfungsi sebagai simulasi gardu listrik untuk dideteksi apakah listrik tersebut hidup atau mati.
4. Menghubungkan modem *SMS Gateway* (penerima) pada komputer PC atau laptop.
5. Menjalankan *service* MYSQL.
6. Menjalankan *service* GAMMMU.

Pengujian untuk mendeteksi putusnya aliran listrik dilakukan dengan cara menghidupkan dan mematikan stop kontak pada terminal listrik untuk mengetahui apakah sistem dapat mengirim sms ketika aliran listrik hidup atau mati yang kemudian ditampilkan lokasi beserta status pada peta *online*. Hasil pengujian *minimum system* dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Hasil Pengujian Sistem Dalam Kondisi Listrik Hidup dan Mati

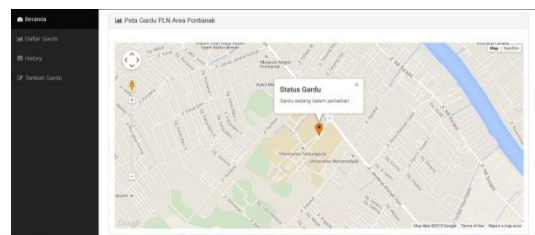
Pesan yang telah dikirimkan tersimpan didalam *database* MYSQL yang kemudian ditampilkan pada peta.

Adapun data dari pesan masuk didalam *database* dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Pada Tabel MYSQL

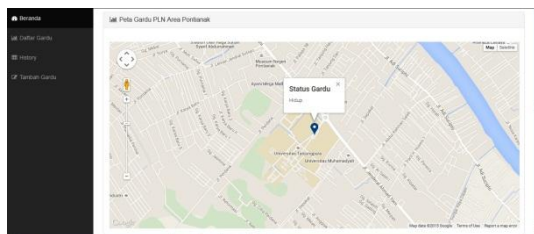
No.	ID Gardu	Tanggal/Jam	No.Pengirim	Isi Pesan
1	SN0011	2015-07-10 10:17:49	+6285750751893	-0.061350,109.357832_Mati
2	SN0001	2015-07-10 09:59:00	+6285822294188	-0.057228,109.348304_Hidup
3	SN0001	2015-07-10 09:44:09	+6285822294188	-0.057228, 109.348304_Perbaikan
4	SN0001	2015-07-10 09:43:34	+6285822294188	-0.057228,109.348304_Hidup
5	SN0001	2015-07-10 09:43:06	+6285822294188	-0.057228,109.348304_Mati
6	SN0003	2015-06-30 02:27:26	+6289671837701	-0.055101, 109.3480622_Perbaikan
7	SN0002	2015-06-30 02:27:26	+6285654126860	-0.049960, 109.353560_Mati
8	SN0001	2015-06-30 02:12:51	+6285822294188	-0.057228, 109.348304_Hidup
9	SN0009	2015-06-21 13:46:20	+6289612345675	-0.053607, 109.335988_Perbaikan
10	SN0008	2015-06-20 13:46:20	+6289612345676	-0.046440,109.337319_Mati
11	SN0007	2015-06-19 13:46:20	+6289612345679	-0.052917,109.360992_Hidup
12	SN0006	2015-06-18 13:46:20	+6289612345678	-0.051587, 109.345221_Perbaikan
13	SN0004	2015-06-17 13:46:20	+6285245689077	-0.062659, 109.345176_Mati
14	SN0005	2015-06-16 13:46:20	+6285345144591	-0.059443,109.351991_Hidup

Dan pada suatu kondisi tertentu, pada sistem ini ditambahkan sebuah tombol pada perangkat keras yang berfungsi untuk mengirimkan pesan apabila gardu listrik berstatus sedang dalam perbaikan. Tombol ini akan sangat berguna jika gardu listrik mengalami kerusakan, maka operator gardu listrik tersebut dapat memberi tahu status yang sedang terjadi dan mengirimkan pesan pada *database*. Untuk tampilan peta *online* yang menunjukkan dimana lokasi gardu listrik yang sedang mengalami perbaikan dapat dilihat pada Gambar 16.



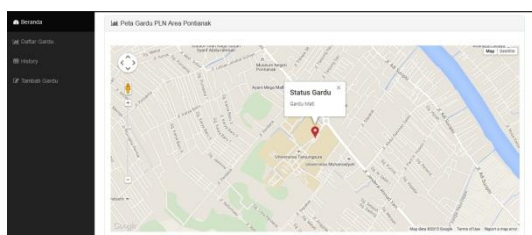
Gambar 16. Tampilan Peta Online Dalam Kondisi Perbaikan

Untuk tampilan peta *online* yang menunjukkan lokasi dan status gardu listrik dalam kondisi Hidup dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 14. Tampilan Peta Online Dalam Kondisi Listrik Hidup

Sedangkan untuk tampilan peta *online* yang menunjukkan dimana lokasi dan status gardu listrik dalam kondisi Mati dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Tampilan Peta Online Dalam Kondisi Listrik Mati

5.8. Analisis Pengujian

Pada tahap analisis pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah sistem yang dirancang telah dapat bekerja dengan baik pada saat digunakan. Apabila listrik dalam keadaan hidup atau mati, apakah sistem bisa mengirimkan pesan dan *database* dapat menyimpan pesan tersebut dan ditampilkan oleh peta *online*. Adapun hasil pada analisis pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Analisis Pengujian

No	Pengujian	Proses	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian
1	Listrik dalam keadaan Hidup	Mengirimkan pesan beserta lokasi Gardu yang Hidup	Menampilkan lokasi beserta status gardu yang Hidup	Berhasil
2	Listrik dalam keadaan Mati	Mengirimkan pesan beserta lokasi Gardu yang Mati	Menampilkan lokasi beserta status gardu yang Mati	Berhasil
3	Listrik dalam keadaan Sedang Dalam Perbaikan	Mengirimkan pesan beserta lokasi Gardu yang Sedang Dalam Perbaikan	Menampilkan lokasi beserta status gardu yang Sedang Dalam Perbaikan	Berhasil

6. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

1. Alat yang dibuat pada penelitian ini dapat membuat dan membangun sistem monitoring gardu listrik menggunakan SMS Gateway dan mikrokontroler AT Mega8 dengan menggunakan bahasa pemrograman *Basic Compiler AVR*.
2. Sistem monitoring ini dapat bekerja mendeteksi hidup dan mati pada arus listrik dan mengirim SMS ke *database*.
3. Penelitian ini telah menyelesaikan perancangan *database* dengan menggunakan aplikasi GAMMU dan XAMPP.
4. Penelitian ini telah menyelesaikan rancangan tampilan berupa peta *online* untuk menampilkan lokasi gardu listrik beserta statusnya menggunakan pemrograman PHP (*HyperText Preprocessor*).

6.2. Saran

1. Perakitan pada rangkaian perangkat keras (*hardware*) diharapkan dapat dibuat menjadi lebih kecil dan lebih efisien agar lebih mudah digunakan dan ditempatkan.
2. Pada tampilan peta *online* diharapkan dapat ditambah dengan aplikasi media sosial seperti *Facebook* dan *Twitter* sebagai pihak ketiga untuk dapat membagikan informasi status gardu listrik mati kepada khalayak umum agar masyarakat dapat mengetahui kondisi pada gardu listrik di daerah masing-masing.
3. Diharapkan agar sistem monitoring serta pemetaan ini dapat digunakan dan dimanfaatkan secara optimal oleh instansi pemerintahan terutama PLN (Perusahaan Listrik Negara) sehingga lebih mudah dalam memantau kondisi yang terjadi pada gardu listrik.
4. Sistem monitoring dan pemetaan ini tidak hanya dapat digunakan pada gardu listrik, diharapkan kedepannya pengembangan sistem monitoring dan pemetaan ini dapat digunakan juga untuk instansi seperti PDAM, TELKOM, dan lain sebagainya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Siregar, Donal. 2011. Studi Pemanfaatan Distributed Generation (DG) Pada Jaringan Distribusi. *Skripsi*. Medan: Universitas Sumatera Utara Medan
- [2] Kirman. 2010. Pengaruh Perbaikan Losses Titik Sambung Jaringan Tegangan Rendah Dengan Menggunakan CCO Studi Kasus : Gardu KPR pada wilayah PT PLN (PERSERO) UPJ BANDUNG TIMUR. *Skripsi* : Universitas Indonesia
- [3] Adi Sanjaya, Taufik. 2013. *Pemrograman Mikrokontroler AT Mega 40 pin Dengan Bascom AVR*.
- [4] Atmel Corporation. 2013. *8-bit Atmel With 8Kbytes In-System Programmable*.
- [5] Lutfi Indrawan, Muhammad. 2013. *Pengenalan dan Instalasi XAMPP*. Bandung : Institut Teknologi Bandung.
- [6] Shodiq, Amri. 2009. *Tutorial Dasar Pemrograman Google MAPS API*
- [7] Mukti Widodo, Kartiko. 2013. Aplikasi Penunjuk Jalan Berbasis SMS Gateway Menggunakan PHANTOMJS dan GAMMU. Purwokerto : Sekolah tinggi Teknologi Telematika Telkom Purwokerto