

RANCANG BANGUN SISTEM KENDALI PERANGKAT LISTRIK JARAK JAUH BERBASIS WEB MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ATMEGA 8535

Kodar Udoyono^{*1}, Enang Sumarna^{#2}

Program Studi Teknik Komputer dan Jaringan, STMIK Subang
Jl. Marsinu No. 5 - Subang, Tlp. 0206-417853 Fax. 0206-411873
E-mail: kodarudoyono@yahoo.co.id^{*1}, enangsumarna99@yahoo.co.id^{#2}

ABSTRAKSI

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dewasa ini begitu pesat di seluruh aspek kehidupan. Kehadiran teknologi listrik dan elektronika dengan aplikasinya telah memberi banyak manfaat bagi kehidupan manusia. Hal ini menjadi bagian yang tak terpisahkan dalam mendukung kemajuan peradaban umat manusia. Seiring dengan itu, mobilitas kehidupan yang semakin tinggi mengharuskan manusia untuk selalu bergerak sehingga tidak selalu berada di suatu tempat, rumah, kantor atau tempat lainnya. Mobilitas yang tinggi tersebut dituntut untuk tidak menghalangi akses manusia terhadap pengoperasian perangkat listrik walaupun terkendala jarak yang jauh.

Penggunaan media jaringan komputer nirkabel, aplikasi berbasis web serta rekayasa perangkat keras menggunakan mikrokontroler ATmega8535, menjadi salah satu solusi untuk kendali akses jarak jauh. Jaringan komputer nirkabel menggunakan gelombang radio yang dapat menggantikan peran kabel untuk media akses. Jangkauan jarak pengendalian dapat disesuaikan dengan kebutuhan melalui penerapan rekayasa topologi jaringan komputer yang tepat. Aplikasi berbasis web dengan prinsip server-klien mempermudah pengguna dalam berinteraksi dengan sistem melalui perangkat yang memiliki program Browser. Rekayasa perangkat keras dengan komponen inti sebuah mikrokontroler ATmega8535, berfungsi untuk melakukan aksi perubahan kondisi terhadap sambung-putus arus listrik

Kata Kunci: Kendali jarak jauh, aplikasi berbasis web, mikrokontroler ATmega8535

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Secara konvensional, eksekusi untuk kendali arus perangkat listrik adalah dengan menggunakan sakelar yang tersambung dengan media kabel. Hal tersebut tentu saja memiliki kekurangan, yaitu akses terhadap kendali perangkat listrik hanya bisa dilakukan dari lokasi sakelar saja. Disamping itu, media kabel memiliki resiko yang tinggi dalam penggunaan jarak jauh. Resiko tersebut meliputi keamanan dari tegangan tinggi dan faktor biaya yang tidak sedikit.

Pada era modern ini, hampir semua orang memiliki mobilitas yang tinggi. Setiap orang bisa meninggalkan rumah dan perangkat listrik didalamnya selama sehari-hari. Sehingga pilihan yang ada selama itu adalah perangkat listrik dibiarkan terus menerus menyala atau padam. Kedua pilihan tersebut memiliki resiko yang tinggi dan berpotensi untuk menjadi masalah yang serius. Mengacu pada pilihan yang pertama, yaitu peralatan listrik dibiarkan terus menyala selama sehari-hari. Hal ini akan menjadikan sebuah pemborosan sumber daya energi listrik yang tidak sedikit, sehingga akan menyebabkan biaya tagihan listrik yang tinggi. Selain itu, peralatan listrik yang dibiarkan terus menerus menyala dalam jangka waktu yang lama akan berpotensi untuk cepat rusak. Pilihan yang kedua, jika sebuah rumah atau bangunan ditinggalkan dalam keadaan arus listrik mati selama sehari-hari, hal ini akan menimbulkan kecurigaan warga sekitar dan juga mengundang aksi kejahatan.

Komputer dan mikrokontrol adalah salah satu hasil kemajuan teknologi canggih buatan manusia. Keduanya dapat diprogram dan dimanfaatkan untuk mempermudah segala urusan pekerjaan manusia. Penemuan silikon menyebabkan bidang ini mampu memberikan sumbangan yang amat berharga bagi

perkembangan teknologi modern (Wardhana, 2006). Penggunaan perangkat komunikasi, automasi mesin dan robotik dalam dunia sosial dan industri, tidak pernah lepas dari kehadiran komputer dan mikrokontrol. Produk peradaban modern ini terus mengalami perkembangan dari masa ke masa. Dewasa ini penggunaan perangkat berbasis komputer dan mikrokontroler sudah semakin umum, sehingga semakin akrab dengan kehidupan manusia. Penulis melihat komputer yang terhubung dengan jaringan dan mikrokontrol dapat dimanfaatkan untuk media pengendalian jarak jauh.

Hal tersebut diatas melatarbelakangi penulis untuk mengadakan penelitian sampai dengan mengimplementasikan ilmu yang diperoleh dari perkuliahan, agar menghasilkan aplikasi yang bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta penulis pada khususnya.

1.2. Identifikasi Masalah

Masalah yang dirumuskan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- diperlukan adanya alih teknologi kendali sakelar dari konvensional (media kabel) menjadi tanpa kabel.
- diperlukan aplikasi perangkat kendali peralatan listrik jarak jauh berbasis web, sehingga perangkat listrik dapat dinyalakan dan dimatikan dari jarak jauh dengan media jaringan komputer.
- diperlukan adanya informasi monitoring status peralatan listrik dari jarak jauh.
- diperlukan adanya pewaktu otomatis yang bisa diprogram dari jarak jauh.

1.3. Tujuan

Mengacu pada permasalahan diatas, maka tujuan utama penelitian ini adalah untuk membangun sebuah sistem kendali perangkat listrik jarak jauh berbasis web menggunakan mikrokontroler ATMega8535.

1.4. Manfaat

Manfaat yang ingin dicapai adalah:

- Untuk mempermudah manusia dalam melakukan akses pengendalian perangkat listrik dari jarak jauh.
- Meningkatkan efektifitas dan efisiensi biaya, waktu serta tenaga dalam operasional pengendalian sakelar peralatan listrik dari jarak jauh.
- Melakukan penghematan terhadap konsumsi energi listrik.
- Menghemat umur pakai peralatan listrik.
- Menghindari kecurigaan dan prasangka yang tidak baik dari warga sekitar.
- Menghindari kemungkinan terjadinya tindak kejahatan pencurian.

1.5. Metodologi Penelitian

Metode penelitian yang akan digunakan:

- Studi Literatur
Yaitu pengambilan pustaka yang relevan dengan topik utama yang dikaji, sehingga memperoleh landasan teoritik untuk melakukan rancang bangun.
- Metode Pengumpulan Data
Yaitu metode pengumpulan data dan referensi dari media cetak dan media elektronik yang menunjang dalam penyusunan.
- Metode observasi
Yaitu metode pengumpulan data dengan cara melakukan pengamatan langsung terhadap alat dan aplikasi yang akan dibuat.
- Pengumpulan alat dan bahan
Dalam metode ini dilakukan pengumpulan alat dan bahan pokok seperti komputer server, mikrokontroler dengan komponen pendukungnya, Wireless Router, kabel data dan relay.

- Melakukan pengujian terhadap tiap komponen dengan alat uji yang sesuai.
- Perancangan dan realisasi tiap blok sesuai dengan diagram skema yang telah ditentukan.
- Pengujian tiap bagian blok dengan cara memberi masukan dan melihat keluarannya.
- Pembuatan program dan antarmuka website dengan membuat diagram konteks dan Data Flow Diagram (DFD). Pada program mikrokontrol dengan membuat diagram alir algoritma pemrograman.
- Perakitan dan pengujian tiap blok secara bertahap dan berurutan, kemudian pengujian keseluruhan sistem perangkat keras dan perangkat lunak dari perancangan yang telah dibuat.
- Menggunakan arsitektur jaringan komputer WAN (Wide Area Network) dengan teknik routing static. Teknik tersebut dilakukan dengan menggunakan dua buah router nirkabel yang memiliki fasilitas routing static.
- Evaluasi dan pelaporan

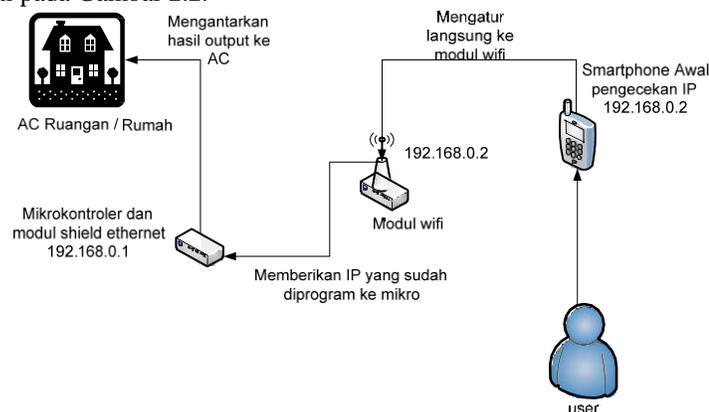
2. Tinjauan Pustaka

2.1. Kendali jarak jauh dengan sms gateway

Teknologi sistem kendali dan kontrol sebuah peralatan secara nirkabel semakin berkembang. Kehadiran teknologi transmisi sinyal radio memegang peranan penting dalam hal ini. Radio merupakan transmisi wireless, yang menangkap impuls elektrik atau sinyal melalui gelombang elektromagnetik (Rafiudin, 2006).

Salah satu pemanfaatan teknologi sinyal radio dalam jaringan komputer adalah Wi-Fi. Wi-Fi merupakan kependekan dari Wireless Fidelity, yaitu sekumpulan standar yang digunakan untuk Jaringan Lokal Nirkabel (Wireless Local Area Networks - WLAN) yang didasari pada spesifikasi IEEE 802.11. saat ini dapat dijumpai beberapa jenis spesifikasi Wi-Fi, yaitu 802.11a, 802.11b dan 802.11g (Sofana, 2013). Wi-Fi ditujukan untuk penggunaan perangkat nirkabel dan Jaringan Area Lokal (LAN).

Secara teknis operasional, Wi-Fi merupakan salah satu varian teknologi komunikasi dan informasi yang bekerja pada jaringan dan perangkat WLAN (wireless local area network). Wi-Fi Alliance adalah sebuah organisasi nonprofit yang mengeluarkan sertifikasi bagi perangkat wireless LAN. Produk-produk yang diberi logo Wi-Fi CERTIFIED telah dibuktikan dapat bekerja atau kompatibel dengan produk buatan vendor lain (Sofana, 2013). Media Wi-Fi dapat digunakan sebagai media kontrol atau kendali perangkat listrik jarak jauh. Rancangan perangkat kendali dengan media wifi tersebut diperlihatkan seperti pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Rancangan Sistem Jaringan Mobile
(Susilo, 2013)

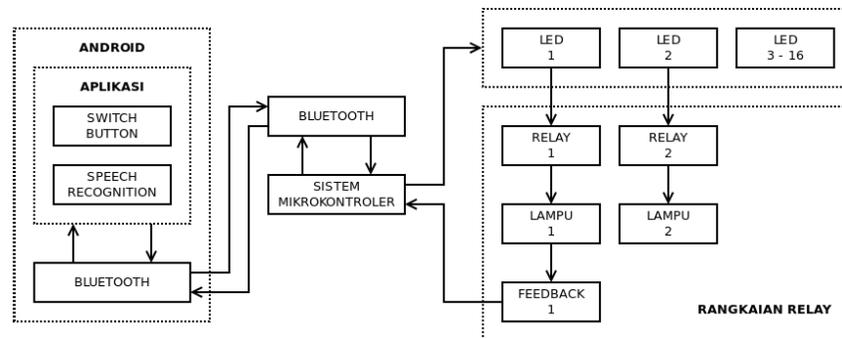
Salah satu kelebihan Wi-Fi yaitu dapat menghubungkan antar perangkat yang memiliki fitur

tersebut tanpa menggunakan media kabel. Misalnya smartfone, komputer desktop, Laptop, printer, kamera digital dan perangkat lainnya, semua dapat terhubung dengan baik tanpa harus melalui media kabel. Akan tetapi media ini masih memiliki kekurangan dari sisi jarak operasional. Wi-Fi hanya bisa beroperasi dalam kisaran jarak puluhan meter. Semakin jauh dari pemancar frekuensi, maka sinyal akan semakin lemah sampai akhirnya sambungan terputus.

2.2. Kendali perangkat jarak jauh menggunakan media Bluetooth

Bluetooth merupakan salah satu alternatif teknologi nirkabel yang berbeda dengan keluarga 802.11. Bluetooth diperkenalkan oleh Ericsson pada tahun 1994, untuk keperluan mobile phone (Sofana, 2013).

Bluetooth dapat dimanfaatkan sebagai media kendali perangkat listrik jarak jauh. Arsitektur media kendali yang dimaksud, diperlihatkan seperti pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Box Diagram Sistem Kendali Smart Lamp melalui Bluetooth dan Speech Recognition (Supriyanto, 2013)

Data yang dikirim dari Ponsel Android akan diterima oleh modul bluetooth yang ada pada sistem mikrokontroler. Data serial tersebut diterjemahkan oleh mikrokontroler menjadi data paralel. Data paralel yang dihasilkan oleh mikrokontroler diteruskan ke relay. Kemudian relay akan meneruskan data yang digunakan untuk menghidupkan atau mematikan lampu (Supriyanto, 2013).

2.3. Mikrokontroler ATmega8535

Mikrokontroler ATmega8535 adalah salah satu jenis mikrokontroler dari keluarga AVR produksi Atmel. ATmega 8535 adalah mikrokontroler 8-bit dengan arsitektur RISC (Reduce Instruction Set Computer). Arsitektur ini memiliki kemampuan untuk mengemas semua instruksi dalam kode 16-bit (16-bit word), dan sebagian besar instruksi dieksekusi dalam 1 (satu) siklus clock. Hal ini berbeda dengan mikrokontroler MCS51 yang memiliki arsitektur CISC (Complex Instruction Set Computing), dimana instruksi membutuhkan 12 siklus clock (Wardhana, 2006).

3. Analisa

3.1 Analisa Perangkat Keras

Berdasarkan studi literatur yang telah dilakukan, maka penulis menentukan kebutuhan perangkat keras yang diperlukan untuk melakukan rancang bangun sistem, yaitu sebagai berikut:

- Sistem minimum mikrokontroler ATmega8535. Penulis menggunakan media protoboard untuk melakukan rangkaian modul tersebut.
- Rangkaian relay yang terdiri dari 1 buah Relay SPDT, 2 buah Transistor c828, 1 buah Dioda IN4002 dan 1 buah Resistor 100K. Kebutuhan tersebut untuk satu buah port Mikrokontroler.
- Power supply, daya 5 Volt untuk mikrokontroler dan 12 Volt untuk rangkaian relay. Dalam hal ini penulis menggunakan power supply PC (Personal Computer) yang memiliki fungsi sesuai dengan kebutuhan.
- Stop kontak listrik 220 Volt untuk sumber daya perangkat listrik sebanyak 8 buah.
- Modul CDC-232 dan kabel USB untuk komunikasi data Mikrokontroler dengan komputer server.
- Modul USB ASP Downloader untuk menulis program ke dalam chip mikrokontroler

- Komputer server yang digunakan oleh penulis adalah laptop dengan spesifikasi Processor Intel Celeron Dualcore, RAM 2 GB, Harddisk 320 GB.
- Wireless Router sebanyak dua buah, keduanya harus memiliki fasilitas static routing

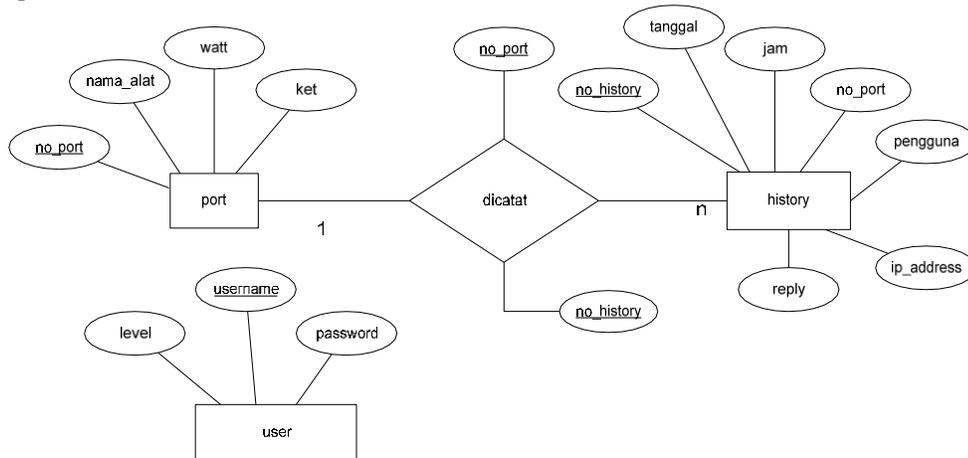
3.2 Analisa Perangkat Keras

Berdasarkan analisa yang telah dilakukan penulis, maka kebutuhan perangkat lunak untuk melakukan rancang bangun sistem kendali perangkat listrik jarak jauh berbasis web menggunakan mikrokontroler ATmega8535 ini adalah sebagai berikut:

- Program editor dan compiler bahasa C untuk membuat program pada chip mikrokontroler. Penulis menggunakan software Codevision AVR versi evaluasi atau gratis.
- Sistem Operasi yang diinstallkan pada komputer server, penulis menggunakan Microsoft Windows 7 Ultimate 32 bit.
- Program Hyperterminal untuk menguji sambungan komunikasi komputer server dengan mikrokontroler.
- Aplikasi Web Server Apache yang telah termasuk di dalamnya program PHP dan database MySQL. Penulis menggunakan paket program XAMPP 1.7.2 untuk windows.
- Aplikasi pembuat desain template web. Penulis menggunakan Adobe Dreamweaver CS6.
- Aplikasi untuk melakukan suntingan file gambar yang akan digunakan pada latar web. Penulis menggunakan Adobe Firework CS5.

3.3 Entity Relationship Diagram

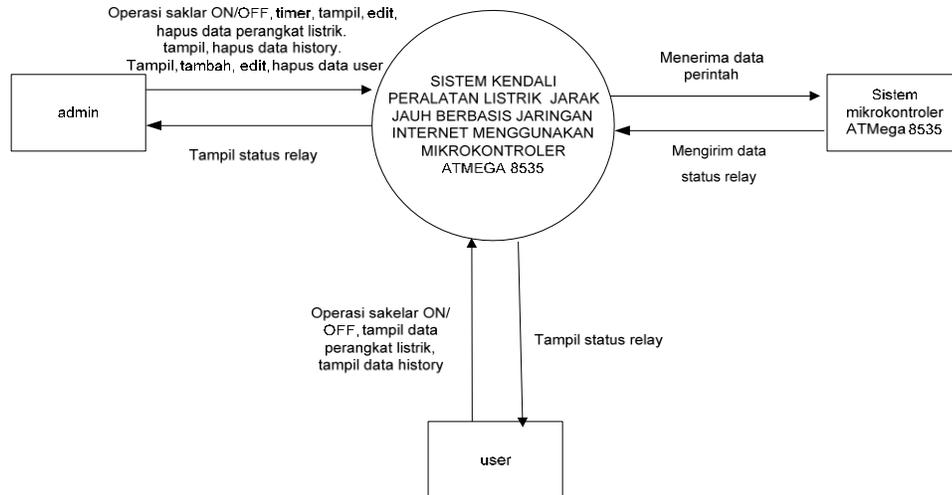
Penulis membuat ERD atau Diagram relasi antar entitas untuk menggambarkan hubungan yang terjadi antar objek dengan sistem. Diagram Relasi antar entitas atau ERD yang dimaksud, diperlihatkan seperti pada Gambar 3.2.



Gambar 3.1 Entity Relationship Diagram (ERD)

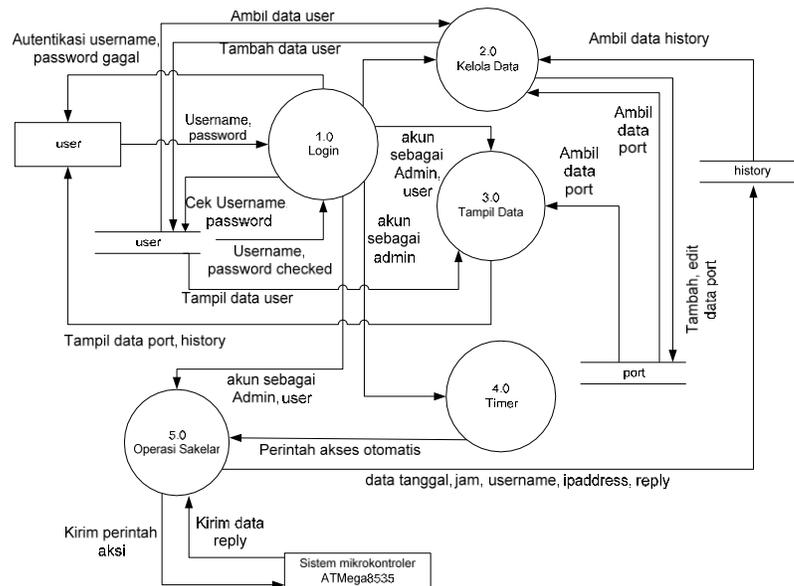
3.4 Model Proses

Penulis membuat diagram konteks untuk menampilkan gambaran umum entitas atau pelaku yang berinteraksi dengan sistem. Diagram konteks yang dimaksud, diperlihatkan seperti pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Diagram Konteks

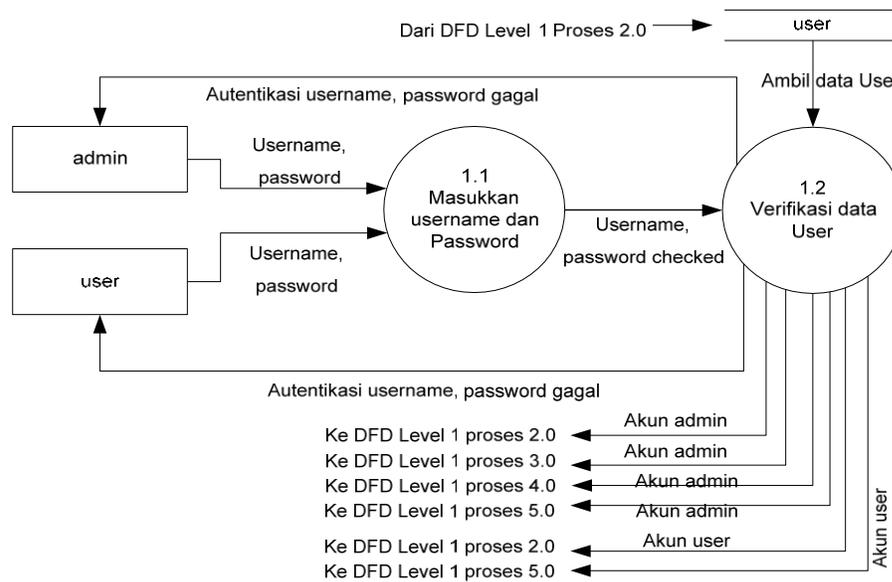
DFD (Data Flow Diagram) menunjukkan diagram aliran data yang terjadi pada perancangan sebuah sistem. Penulis melakukan perancangan DFD dengan turunan prosesnya untuk menggambarkan semua entitas dan proses yang terjadi dalam sistem. Perancangan DFD level 1 menggambarkan aliran data dan proses sistem secara umum, sehingga mempermudah penulis dalam proses perancangan tahap selanjutnya. DFD level 1 yang dimaksud, diperlihatkan pada Gambar 3.4.



Gambar 3.3 DFD Level 1

3.7.2 DFD Level 2 Proses 1

Penulis membuat DFD Level 2 Proses 1 yang merupakan turunan proses Login yang lebih rinci. DFD Level 2 Proses 1 yang dimaksud, diperlihatkan seperti pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 DFD Level 2 proses 1

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Implementasi Pembangunan Server

Antarmuka sistem dengan pengguna menggunakan media program browser, sehingga aplikasi ini bisa dikategorikan sebagai aplikasi berbasis web. Pembuatan antarmuka sistem dilakukan pada sisi komputer server, sehingga untuk memulainya kita memerlukan sebuah komputer yang memiliki fungsi sebagai penyedia layanan web server dan menyimpan data program. Penulis membutuhkan beberapa program untuk merealisasikan kebutuhan tersebut.

1). Program Web Server Apache dan database MySQL

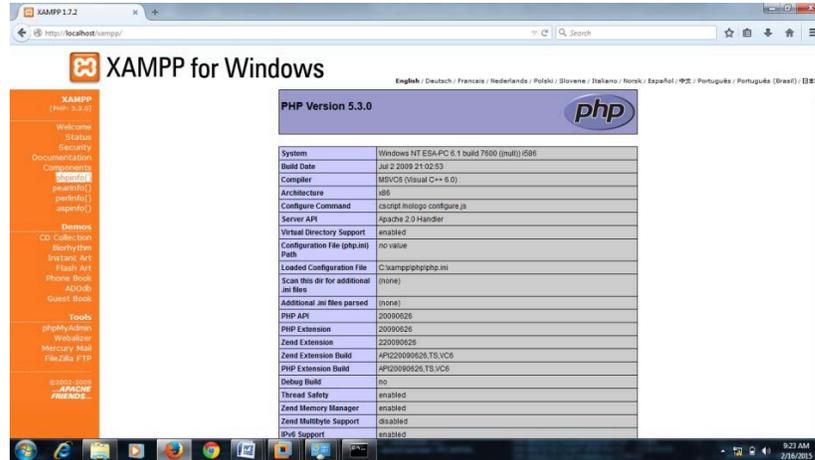
Untuk dapat menggunakan program Web Server Apache dan basis data MySQL penulis menggunakan paket aplikasi XAMPP yang sudah memiliki kelengkapan program yang dibutuhkan. Berikut ini adalah langkah-langkah instalasi paket program XAMPP Server.

2). Instalasi File pustaka phpser++.dll

Bahasa pemrograman berbasis web yang dapat melakukan sambungan kepada port komunikasi serial komputer. Kebutuhan tersebut dapat dipenuhi dengan menggunakan bahasa pemrograman PHP disertai dengan instalasi sebuah modul pustaka. Modul pustaka tersebut adalah berupa file dengan nama phpser++.dll. Hal ini memungkinkan PHP dapat melakukan komunikasi dengan dunia luar melalui port

COM pada sistem operasi Windows.

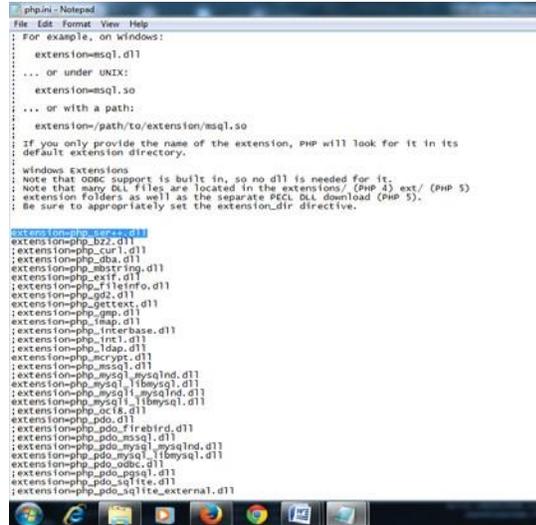
Modul pustaka `phpser++.dll` dapat diunduh secara gratis di <http://www.easyvtools.com/download/download.html>. Modul ini memiliki beberapa versi, sehingga untuk dapat menggunakan pustaka ini dengan benar, maka harus disesuaikan dengan versi PHP yang kita gunakan. Penulis menggunakan PHP versi 5.3.0. Versi Php yang dimaksud, diperlihatkan pada Gambar 4.7.



Gambar 4.1 Versi PHP yang telah terinstal di PC server

Setelah mendapatkan file `phpser++.dll` yang sesuai dengan versi PHP pada Komputer Server, langkah berikutnya adalah menyalin file tersebut ke dalam folder `C:\xampp\php\ext`. Setelah itu, penulis

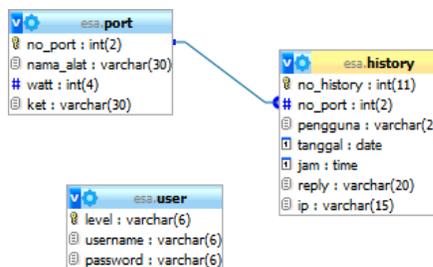
menyunting file php.ini yang terdapat di dalam folder instalasi PHP dengan menambahkan baris teks `extension=php_ser++.dll`. Penyuntingan file php.ini yang dimaksud, diperlihatkan pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Penyuntingan file php.ini

2). Data Base

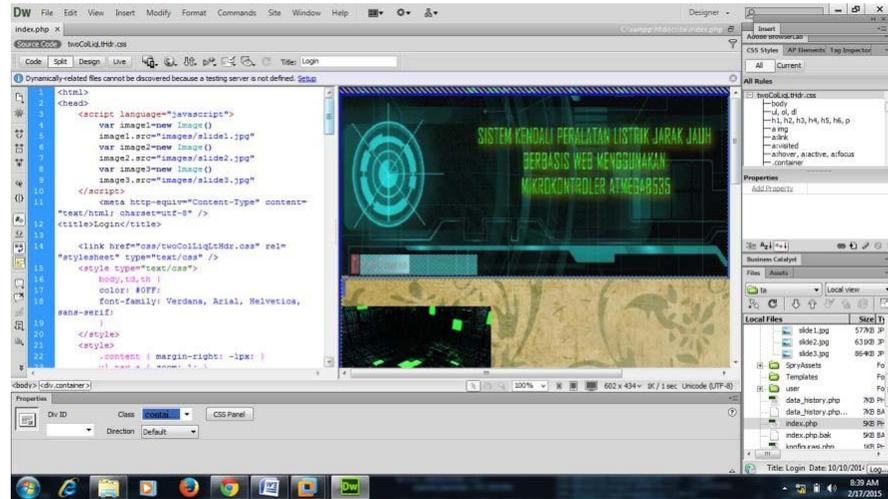
Sebuah aplikasi memerlukan ruang untuk menyimpan data-data yang diperlukan. Hal ini dilakukan untuk kemudahan penggunaan dan keperluan analisa lebih lanjut. Penulis menggunakan aplikasi basis data MySQL untuk menyimpan catatan data peralatan listrik dan histori interaksi pengguna dengan sistem. Gambar 4.3 memperlihatkan hasil pembuatan tabel relasi basis data berdasarkan struktur tabel yang telah dibuat.



Gambar 4.3 Tabel relasi basis data MySQL

4.2 Implementasi antar muka

Penulis menggunakan program Adobe Dreamweaver CS6 untuk merancang desain template web dan melakukan penyuntingan skrip PHP. Hasil dari perancangan desain template tersebut akan diaplikasikan pada seluruh halaman website sistem. Perancangan desain template web yang dimaksud, diperlihatkan pada Gambar 4.4.



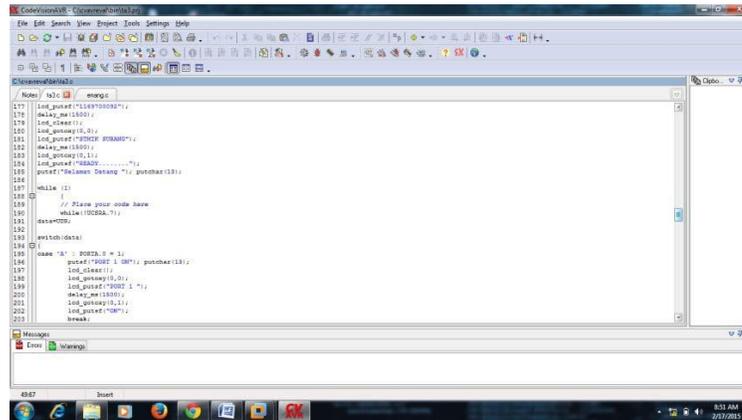
Gambar 4.4 Perancangan desain template web dengan Adobe Dreamweaver

- a. Hasil desain antarmuka halaman login
Desain antarmuka halaman login diperlihatkan pada Gambar 4.5



Gambar 4.5 Antarmuka Halaman login

- b. Hasil desain antarmuka menu utama, diperlihatkan pada Gambar 4.6.

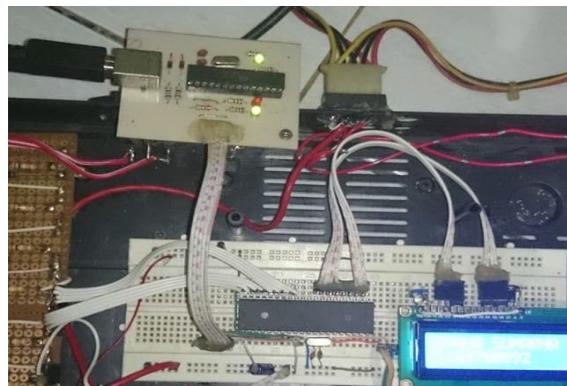


Gambar 4.8 Pembuatan skrip pemrograman mikrokontroler

Setelah proses penyuntingan skrip kode program selesai, penulis menyimpan dan melakukan compile proyek dengan nama ta3.hex, kemudian program proyek tersebut siap untuk diaplikasikan kedalam mikrokontroler.

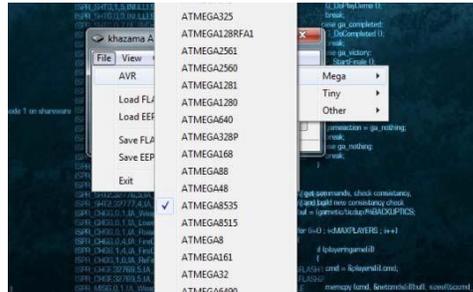
Proses penulisan program ke dalam chip mikrokontroler dapat menggunakan banyak program. Penulis menggunakan program Khazama AVR Burner untuk keperluan tersebut. Program mikrokontroler yang sudah siap download berbentuk file dengan ekstensi .hex. berikut adalah proses download file project ke dalam chip Mikrokontroler.

Untuk memulai proses download, penulis menghubungkan perangkat modul USB ASP Downloader dengan port USB Komputer. Bagian pin SCK, MISO dan MOSI disambungkan dengan bagian yang sama pada kaki-kaki mikrokontroler ATmega8535. Sambungan perangkat modul USB ASP Downloader dengan mikrokontroler yang dimaksud, diperlihatkan Pada Gambar 4.9.



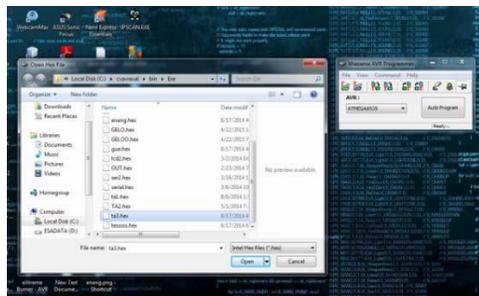
Gambar 4.9 Sambungan Perangkat Modul USB ASP Downloader dengan Mikrokontroler ATmega8535

Langkah berikutnya, penulis menjalankan program Khazama AVR Programmer. Kemudian, penulis memilih jenis mikrokontroler AVR target. Pemilihan jenis mikrokontroler yang dimaksud, diperlihatkan pada Gambar 4.16.



Gambar 4.10 Pemilihan Jenis AVR yang digunakan

Langkah berikutnya adalah pemilihan file proyek dengan memilih menu File kemudian Load Flash File to Buffer. Pemilihan file yang dimaksud, diperlihatkan pada Gambar 4.11.



Gambar 4.11 Pemilihan file ta3.hex pada Program Khazama Programmer

Setelah itu penulis melakukan klik button Auto Program, maka file program telah berhasil dituliskan pada ROM Mikrokontroler. Informasi penulisan program telah berhasil yang dimaksud, ditunjukkan pada Gambar 4.12.



Gambar 4.12 Konfirmasi Proses Penulisan Program telah Berhasil

4.4 Pengujian Nilai Logika Keluaran Mikrokontroler

Pengujian selanjutnya adalah: analisa keluaran nilai logika mikrokontroler. Pengujian ini dilakukan untuk memastikan hasil keluaran pada port mikrokontroler telah layak dan sesuai harapan. Alat ukur

yang digunakan adalah AVO meter (Multitester). AVO meter dapat menampilkan besaran tegangan pada port mikrokontroler, penulis mengatur pada mode Volt Meter.

Ketika perangkat sudah tersambung dengan Komputer Server, dan program hyperterminal telah berjalan, maka program pada mikrokontroler telah siap menerima data perintah untuk seterusnya melakukan aksi tertentu. Data perintah yang dimaksud, diperlihatkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Inisialisasi Karakter Data Perintah Program Mikrokontroler

No	Karakter	Fungsi Logika	No	Karakter	Fungsi Logika
1	A	Port A.0 = 1	9	a	Port A.0 = 0
2	B	Port A.1 = 1	10	b	Port A.1 = 0
3	C	Port A.2 = 1	11	c	Port A.2 = 0
4	D	Port A.3 = 1	12	d	Port A.3 = 0
5	E	Port A.4 = 1	13	e	Port A.4 = 0
6	F	Port A.5 = 1	14	f	Port A.5 = 0
7	G	Port A.6 = 1	15	g	Port A.6 = 0
8	H	Port A.7 = 1	16	h	Port A.7 = 0

Mengacu pada tabel diatas maka penulis melakukan pengujian dengan menggunakan program hyperterminal dan alat ukur AVO Meter. AVO meter diatur pada mode Volt meter untuk mengukur tegangan logika pada kaki mikrokontroler port A. Mengacu pada teori bahwa pada nilai logika low (0), mikrokontroler akan mengeluarkan tegangan standar keluaran minimal 0,7 volt, dan nilai logika high (1) akan mengeluarkan tegangan minimal 5,2 volt, maka pengujian pada tahap ini untuk membuktikan nilai keluaran telah sesuai dengan yang diharapkan. Teknis pengujian tegangan keluaran mikrokontroler diperlihatkan pada Gambar 4.20 dan hasil pengujian tegangan keluaran port mikrokontroler

5. Kesimpulan

Dari hasil pengujian alat berdasarkan perancangan sistem kendali perangkat listrik jarak jauh berbasis web menggunakan mikrokontroler ATMega8535 yang telah diuraikan di atas, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Sistem kendali perangkat listrik jarak jauh berbasis web menggunakan mikrokontroler ATMega8535 yang penulis kerjakan telah berfungsi dengan baik sesuai dengan harapan.

2. Semua jenis topologi jaringan komputer dapat dimanfaatkan sebagai media pengendalian jarak jauh.
3. Bahasa pemrograman PHP dapat dimanfaatkan untuk akses komunikasi serial, sehingga dapat dilakukan sinkronisasi dengan perangkat lain yang menggunakan mikrokontroler untuk tujuan rekayasa perangkat automasi berbasis web.

Pustaka

- Abdurachmin, Erwin, 2011, Rancang Bangun Aplikasi Sistem Kontrol Lampu Berbasis SMS Gateway, Politeknik Negeri Telkom: Bandung.
- Atmel Corporation, 2014, Datasheet mikrokontroler ATmega8535, dalam www.atmel.com/images/doc2502.pdf
- Madcoms, 2012, Adobe Dreamweaver CS6 dan PHP-Mysql untuk Pemula, Penerbit ANDI: Yogyakarta.
- Masoem, Wardani, Kusuma, Ayu, 2012, Perancangan dan Realisasi Sistem Informasi Akademik Menggunakan SMS Pada Jurusan Teknik Elektro, Institut Teknologi Nasional: Bandung.
- Naiwan, P, 2000, Teknik Antar Muka dan Pemrograman Mikrokontroler AT328P dan Mikrokontroler AT328P dan Mikrokontroler AT89C51, Elex Media Komputindo: Jakarta.
- Putra, Dr. Agfianto Eko, C. NNLP Pract, 2008, Apakah mikrokontroler itu?, dalam <http://agfi.staff.ugm.ac.id/blog/index.php/2008/11/apakah-mikrokontroler-itu/>, diakses pada Tgl. 8 Oktober jam 09.10.
- Rochman, F, 2005, Laporan PKLI Jurusan Fisika Fakultas SAINTEK, UIN: Malang.
- Sutarmanto, Nanang, Sistem Kendali Perangkat Listrik Menggunakan Media SMS (Short Message Service), Universitas Sebelas Maret: Surakarta.
- Sofana, Iwan, 2013, Membangun Jaringan Komputer Mudah Membuat Jaringan Komputer (Wire & Wireless) untuk Pengguna Windows dan Linux, Penerbit Informatika: Bandung.
- Susilo, Iyan Indra, 2013, Pembuatan Sistem Mobile Nirkabel untuk Pengendalian AC Ruang Berbasis Mikrokontroler, STMIK Subang: Subang.
- Somantri, Yoyo dan Egi Jul Kurnia, 2012, Sistem Mikrokontroler, dalam http://file.upi.edu/Direktori/FPTK/JUR._PEND._TEKNIK_ELEKTRO/195708051985031
- Sumardi, 2013, Mikrokontroler Belajar AVR Mulai Dari Nol, Graha Ilmu: Yogyakarta.
- Supriyanto, Anggit, 2013, Rancang Bangun Kendali Lampu Menggunakan Mikrokontroler ATmega8535 Berbasis Android Melalui Bluetooth dan Speech Recognition, STMIK AMIKOM: Yogyakarta.
- Tamura, Osamu, 2014, dalam <http://www.recursion.jp/avr/avrcdc/download.html#Membuat%20USB%20to%20Serial%20TTL%20Converter>, diakses 9 Oktober 2014 jam 10:06.
- Wahana Komputer, 2010, Paling dicari: PHP Source Code, Penerbit ANDI: Yogyakarta.
- Wardhana, Lingga, 2006, Belajar Sendiri Mikrokontroler ATMEGA8535, Penerbit ANDI: Yogyakarta.