BAB II
TEORI PENUNJANG

2.1 Monitoring Energi Listrik

Monitoring adalah suatu proses pengumpulan dan menganalisis informasi dari penerapan suatu program termasuk mengecek secara reguler untuk melihat apakah kegiatan/program itu berjalan dengan baik sehingga masalah yang dilihat/ditemui dapat diatasi. Sedangkan energi listrik adalah energi yang berasal dari muatan listrik yang menyebabkan medan listrik statis atau gerakan elektron dalam konduktor (pengantar listrik) atau ion (positif atau negatif) dalam zat cair atau gas. Energi listrik dinamis dapat diubah menjadi energi lain dengan tiga komponen dasar, sesuai dengan sifat arus listriknya. Jadi energi listrik adalah energi utama yang dibutuhkan oleh peralatan listrik.

Untuk kepraktisan dalam penerapan sistem monitoring energi listrik, sistem ini memilih pemakaian Web untuk melakukan proses monitoring. Dengan adanya sistem monitoring energi listrik berbasis Web ini maka proses monitoring akan lebih mudah karena dapat dilakukan kapan saja dan dimana saja, hal ini didukung dengan adanya infrastruktur Internet yang semakin berkembang. Selain berbasis Web, sistem ini juga merupakan pengembangan dari alat kWh meter yang sudah ada, hanya saja sistem monitoring energi listrik mengoptimalkan penggunaan mikrokontroler Arduino yang sudah umum di pasaran.

Sebuah sistem monitoring energi listrik mengintegrasikan perangkat listrik di sebuah rumah atau sebuah ruangan dengan satu sama lain. Sistem monitoring energi listrik juga berfungsi sebagai manajemen energi yang merupakan teknik untuk memonitor, menganalisa dan mengontrol aliran energi yang ada dalam sebuah sistem sehingga efisiensi penggunaan energi yang maksimal dapat tercapai. Manajemen energi adalah aktifitas dalam menggunakan energi dengan bijaksana dan efektif untuk memaksimalkan keuntungan (*minimize costs*) dan meningkatkan kondisi yang kompetitif (Cape Hart dkk,1997).

2.2 Daya Listrik

Daya listrik atau dalam bahasa Inggris disebut dengan *Electrical Power* adalah jumlah energi yang diserap atau dihasilkan dalam sebuah sirkuit/rangkaian. Sumber energi seperti tegangan listrik akan menghasilkan daya listrik sedangkan beban yang terhubung dengannya akan menyerap daya listrik tersebut.

Arus merupakan kecepatan muatan terhadap waktu atau muatan yang mengalir dalam satuan waktu dengan simbol "I" (dari kata Perancis: intensite), dengan kata lain arus adalah muatan yang bergerak. Selama muatan tersebut bergerak maka akan muncul arus tetapi ketika muatan tersebut diam maka arus pun akan hilang. Muatan akan bergerak jika ada energi dari luar yang mempengaruhinya. Sedangkan tegangan atau seringkali orang menyebut dengan beda potensial dalam bahasa Inggris *voltage* adalah kerja yang dilakukan untuk menggerakkan satu muatan pada elemen atau komponen dari satu terminal ke terminal lainnya, atau pada kedua terminal akan mempunyai beda potensial jika kita menggerakkan/memindahkan muatan sebesar satu *coulomb* dari satu terminal ke terminal lainnya.

Sedangkan berdasarkan konsep usaha, yang dimaksud dengan daya listrik adalah besarnya usaha dalam memindahkan muatan per satuan waktu atau lebih singkatnya adalah jumlah energi listrik yang digunakan tiap detik. Berdasarkan definisi tersebut, perumusan daya listrik adalah sebagai berikut :

$$\mathbf{P(t)} = \frac{\mathbf{W(t)}}{\mathbf{t}} \qquad (2.1)$$

atau

$$\mathbf{P(t)} = \mathbf{V(t)} \,.\, \mathbf{I(t)} \qquad (2.2)$$

$$\mathbf{P(t)} = \mathbf{I^2(t)} \,.\, \mathbf{R} \qquad (2.3)$$

$$\mathbf{P(t)} = \frac{\mathbf{V^2\,(t)}}{\mathbf{R}} \qquad (2.4)$$

$$\mathbf{P} = \sum_{\mathbf{k=1}}^{\mathbf{N}} \mathbf{P_k(t)} \qquad (2.5)$$

Dimana :

P = Daya Listrik dengan satuan Watt (W)

W = Energi dengan satuan Joule (J)

t = waktu dengan satuan detik (s)

V = Tegangan Listrik dengan Satuan Volt (V)

I = Arus Listrik dengan satuan Ampere (A)

R = Hambatan dengan satuan Ohm (Ω)

Satuan turunan Watt yang sering dijumpai diantaranya adalah :

1 miliWatt = 0,001 Watt

1 kiloWatt = 1.000 Watt

1 MegaWatt = 1.000.000 Watt

2.3 Perangkat Keras Monitoring Energi Listrik

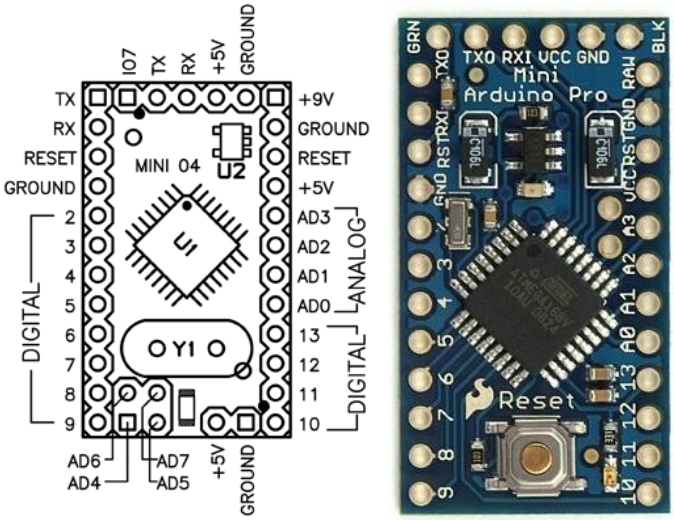
Dalam sistem monitoring energi listrik dibutuhkan beberapa perangkat keras yang merupakan bagian fisik dari sistem ini. Berikut akan dijelaskan tentang fungsi dan dasar teori dari perangkat-perangkat yang digunakan, seperti mikrokontroler, *router*, sensor arus, relay, dan USB to serial.

2.3.1 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah suatu alat elektronika digital yang mempunyai masukan dan keluaran serta kendali dengan program yang bisa ditulis dan dihapus dengan cara khusus, cara kerja mikrokontroler sebenarnya membaca dan menulis data. Dengan penggunaan mikrokontroler ini maka sistem elektronik akan menjadi lebih ringkas, rancang bangun sistem elektronik akan lebih cepat karena sebagian besar dari sistem adalah perangkat lunak yang mudah dimodifikasi, serta pencarian gangguan lebih mudah ditelusuri karena sistemnya yang kompak. Mikrokontroler adalah versi mini atau mikro dari sebuah komputer karena mikrokontroler sudah mengandung beberapa periferal yang langsung bisa dimanfaatkan, misalnya port paralel, port serial, komparator, konversi digital ke analog (DAC), konversi analog ke digital dan sebagainya hanya menggunakan sistem minimum yang tidak rumit atau kompleks.

Pada sistem ini digunakan mikrokontroler jenis Arduino ProMini dengan chip mikrokontroler Atmega328. Berikut adalah spesifikasi Arduino ProMini :

- Catu daya : 5VDC - 12VDC
- Berbasis mikrokontroler : ATmega328 (*frekuensi clock 16 MHz*)
- Digital I/Os : 14 pin (*of which 6 provide PWM output*)
- Analog Input : 8 pin (*of which 4 are broken out onto pins*)
- Port antarmuka : Serial UART
- Port pemograman : Serial / USB (FTDI *Basic Breakout Board*)
- *Analog to Digital Conversion* (ADC)
- Flash Memory : 32 KB (*of which 2 KB used by bootloader*)
- Dimensi : 18mm x 33mm.



Gambar II.1 Arduino ProMini

2.3.2 Router

Router adalah perangkat yang menghubungkan dua atau lebih jaringan bersama-sama. *Router* kelas konsumen dan *router* untuk bisnis yang lebih besar dan perusahaan sangat berbeda dalam hal fungsi. Secara umum *router* berfungsi sebagai pembagi koneksi, sebagai penghubung antar dua atau lebih jaringan untuk meneruskan data dari satu jaringan ke jaringan lainnya. Namun *router* berbeda

dengan *Switch*, karena *Switch* hanya digunakan untuk menghubungkan beberapa komputer dan membentuk LAN (*Local Area Network*). Sedangkan *router* digunakan untuk menghubungkan antar satu LAN dengan LAN yang lainnya.

Router dirancang untuk menyediakan jaringan lokal serta konektivitas Internet nirkabel. *Router* menyediakan kedua koneksi Internet kabel dan nirkabel. Sebuah *router* nirkabel yang tidak digunakan untuk Internet nirkabel ini dikenal sebagai jalur akses, atau AP. *Router* menyiarkan sinyal konektivitas Internet, yang memungkinkan perangkat nirkabel seperti tablet PC, sistem video game, ponsel pintar dan komputer laptop untuk terhubung tanpa kabel. Untuk membuat sistem monitoring energi listrik ini penulis memilih TP-Link TL-MR3020 sebagai *router* yang digunakan. Berikut merupakan spesifikasi *router* TP-Link TL-MR3020 :

HARDWARE FEATURES	
Interface	1 10/100Mbps WAN/LAN Port, USB 2.0 Port untuk 3G modem, sebuah Port mini USB untuk power supply.
Button	Quick Setup Security Button, Reset Button, Mode Switch
External Power Supply	5VDC/1.0A
Dimensions(W x D x H)	2.9 x 2.6 x 0.9 in. (74 x 67 x22 mm)

WIRELESS FEATURES	
Wireless Standards	IEEE 802.11n, IEEE 802.11g, IEEE 802.11b
Frequency	2.4-2.4835GHz
Wireless Modes	3G Router, Travel Router (AP), WISP Client Router
Wireless Security	Support 64/128 bit WEP, WPA-PSK/WPA2-PSK, Wireless MAC Filtering

SOFTWARE FEATURES	
DHCP	Server, DHCP Client List, Address Reservation
Port Forwarding	Virtual Server, Port Triggering, DMZ, UPnP
Access Control	Parental Control, Host List, Access Schedule, Rule Management
Security	Firewall, MAC filtering, Denial of Service (DoS)



Gambar II.2 Router TP-Link MR3020

2.3.3 Sensor Arus

Pengukuran atau pendeteksian arus listrik merupakan salah satu dari parameter utama yang diperlukan dalam kelistrikan. Misalkan untuk pengukuran arus yang besar, pengukuran daya dan sebagai parameter proteksi. *Current Transformer* atau CT adalah salah satu tipe trafo instrumentasi yang menghasilkan arus di sekunder dimana besarnya sesuai dengan ratio dan arus primernya. Ada 2 standart yang paling banyak diikuti pada CT yaitu : IEC 60044-1 (BSEN 60044-1) & IEEE C57.13 (ANSI), meskipun ada juga standart Australia dan Canada.

CT umumnya terdiri dari sebuah inti besi yang dililiti oleh konduktor beberapa ratus kali. Output dari skunder biasanya adalah 1 atau 5 Ampere, ini ditunjukan dengan ratio yang dimiliki oleh CT tersebut. Misal 100:1, berarti sekunder CT akan mengeluarkan output 1 Ampere jika sisi primer dilalui arus 100 Ampere. Jika 400:5, berarti sekunder CT akan mengeluarkan output 5 Ampere jika sisi primer dilalui arus 400 Ampere. Dari kedua macam output tersebut yang paling banyak ditemui, dipergunakan dan lebih murah adalah yang 5 Ampere.

Transformer arus (CT) merupakan sensor yang digunakan untuk mengukur arus AC. Dapat digunakan untuk mengukur seluruh arus listrik di sebuah bangunan. Sensor ini bentuknya *non-invasive* sehingga dapat digunakan tanpa perlu mengubah *wiring existing* terlebih dahulu. Cara kerjanya yaitu koil induksi yang mendeteksi perubahan medan magnet yang terjadi di sekeliling konduktor pembawa arus. Dengan mengukur jumlah arus yang dibangkitkan oleh koil kita dapat menghitung jumlah arus yang melewati konduktor tersebut.

Berikut ini merupakan spesifikasi dari sensor arus *(Current Transformer Non-Invasive)* :

- Model : SCT-013-000
- Bahan inti : ferrit
- Bahan eksternal : plastik
- Panjang kabel : 1.5 m
- Input Current : 0 ~ 100A AC
- Output Mode : 0 ~ 50mA
- Non-linearitas : ± 3%
- Putar Ratio : 100A: 0.05A
- Temperatur Kerja : -25 ° C ~ + 70 ° C
- Kekuatan Dielektrik (antara shell dan output) : 1000V AC / 1min 5mA
- Terbuka Ukuran : 13mm x 13mm



Gambar II.3 Sensor Arus

2.3.4 Relay

Relay adalah saklar (*switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen elektromekanikal yang terdiri dari 2 bagian utama yakni Elektromagnet (Coil) dan Mekanikal (seperangkat Kontak Saklar). Relay menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontak saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi.

Beberapa fungsi relay yang telah umum diaplikasikan kedalam peralatan elektronika diantaranya adalah :

a. Relay digunakan untuk menjalankan fungsi logika (*Logic Function*)
b. Relay digunakan untuk memberikan fungsi penundaan waktu (*Time Delay Function*)
c. Relay digunakan untuk mengendalikan sirkuit tegangan tinggi dengan bantuan dari signal tegangan rendah.
d. Ada juga relay yang berfungsi untuk melindungi motor ataupun komponen lainnya dari kelebihan tegangan ataupun hubung singkat



Gambar II.4 Relay

2.3.5 USB to Serial

Komputer bekerja dengan perangkat yang berbeda dalam rangka untuk melakukan berbagai tugas. Perangkat ini terhubung ke komputer dalam jumlah yang berbeda dari cara yang dapat berupa melalui port serial yang berisi pin kecil atau melalui port USB. Namun, sebagian besar perangkat yang kompatibel dengan komputer di pasar hanya datang dengan satu port dan tidak keduanya. Karena ini adalah penting bahwa pengguna memiliki kabel yang mengkonversi port dan membuat perangkat yang kompatibel. Salah satu kabel ini adalah *USB to Serial Converter*.

USB to serial digunakan untuk mengubah data dari data paralel yang berada pada *router* menjadi data serial. Tujuan dari perubahan ini karena data serial lebih mudah diproses oleh mikrokontroler dan komunikasi serial lebih sedikit dalam pengkabelan.



Gambar II.5 USB to Serial

2.4 Perangkat Lunak Monitoring Energi Listrik

Dalam sistem monitoring energi listrik berbasis Web ini juga dibutuhkan beberapa perangkat lunak seperti sistem operasi OpenWrt dan HTML. Berikut akan dijelaskan tentang dasar teori dari perangkat lunak yang digunakan dalam membangun sistem ini.

2.4.1 Sistem Operasi OpenWrt

OpenWrt merupakan distribusi linux yang khusus ditujukan untuk *embedded device*. OpenWrt dibangun dengan fitur lengkap dan sistem operasi yang mudah dimodifikasi untuk sebuah *router*. Komponen utama dari OpenWrt adalah sama dengan yang digunakan oleh linux pada umumnya seperti kernel linux, uClibs, BusyBox Shell Interpreter dan paket manager. Semua komponen tersebut dipaket ulang agar bisa digunakan untuk *router* yang memiliki kapasitas penyimpanan terbatas.

Beberapa *embedded device* yang mampu menjalankan OpenWrt antara lain *router*, *smartphone*, tablet, dan laptop. Namun, OpenWrt bisa juga dijalankan dalam sebuah komputer biasa sebagai sistem operasi. Beberapa fitur yang dimiliki oleh OpenWrt antara lain :

1. Paket Manager Opkg. Opkg merupakan paket manager yang mirip dengan dpkg pada linux debian atau pacman pada linux lainnya.
2. Repository OpenWRT memiliki repository dengan lebih dari 2000 paket yang dibuat khusus agar sesuai dengan spesifikasi sebuah *router*.

3. Sysupgrade Fitur Sysupgrade memungkinkan pengguna untuk menginstall firmware baru tanpa merubah konfigurasi dari firmware yang lama.
4. Wireless Router dengan OpenWRT sebuah *router* mampu dimaksimalkan fiturnya menjadi Wireless Repeater, Wireless Access Point dan Wireless Bridge.
5. Perangkat keras USB OpenWRT mendukung beberapa perangkat keras berbasis USB diantaranya adalah modem GSM/CDMA, printer *sharing*, flashdisk, webcam, USB Audio.

2.4.2 Bahasa Pemograman Web

Pemrograman Web atau dalam bahasa inggris *Web programming* terdiri dari dua kata yaitu pemrograman dan Web. Pemrograman adalah kumpulan instruksi atau perintah tertulis yang dibuat oleh manusia secara logis untuk memerintahkan komputer agar melakukan langkah atau proses tertentu dalam menyelesaikan suatu masalah. Pemrograman biasanya menghasilkan sebuah perangkat lunak baru yang dapat dijalankan dengan mudah oleh orang lain tanpa harus mengetahui tahapan-tahapan detail dalam melakukan tugas tersebut. Sedangkan kata Web, dapat diartikan sebagai halaman atau media informasi yang dapat diakses dengan perangkat lunak *browser* melalui jaringan komputer atau Internet.

Dari penjelasan di atas dapat disimpulkan bahwa pemrograman Web adalah proses membuat aplikasi komputer yang dapat digunakan/ditampilkan dengan bantuan *browser*. Contoh hasil pemrograman Web seperti Flickr, Gmail, Google Maps, dan juga Facebook. Keunggulan aplikasi berbasis Web sebagai berikut:

1. Kita dapat menjalankan aplikasi berbasis Web dimanapun kapanpun tanpa harus melakukan penginstalan.
2. Terkait dengan isu lisensi (hak cipta), kita tidak memerlukan lisensi ketika menggunakan *web-based application*, sebab lisensi telah menjadi tanggung jawab dari Web penyedia aplikasi.
3. Dapat dijalankan di siistem operasi manapun. Tidak perduli apakah kita menggunakan linux, windows, aplikasi berbasis Web dapat dijalankan asalkan kita memiliki *browser* dan akses Internet.

4. Dapat diakses lewat banyak media seperti komputer dan *handphone* yang sudah sesuai dengan standard WAP.
5. Tidak perlu spesifikasi komputer yang tingggi untuk menggunakan aplikasi berbasis Web ini, sebab sebagian besar proses dilakukan di Web *server* penyedia aplikasi berbasis Web ini.

Dengan pemrograman Web, halaman Web yang semula hanya menampilkan informasi, dapat lebih interaktif seperti bisa memberi komentar dan menyimpannya, bisa kirim gambar, bisa melakukan pencarian data, atau dengan kata lain bisa lebih memahami apa yang sedang anda perlukan. Pada sistem ini digunakan bahasa pemograman HTML dan Javascript untuk membuat aplikasi berbasis Web atau Website.

HTML (*HyperText Markup Language*) yaitu bahasa pemrograman standar yang digunakan untuk membuat sebuah halaman Web, yang kemudian dapat diakses untuk menampilkan berbagai informasi di dalam sebuah penjelajah Web Internet (*browser*) . HTML dapat juga digunakan sebagai link antara file-file dalam situs atau dalam komputer dengan menggunakan *local host*, atau link yang menghubungkan antar situs dalam dunia Internet. Supaya dapat menghasilkan tampilan wujud yang terintegerasi pemformatan hiperteks sederhana ditulis dalam berkas format ASCII sehingga menjadi halaman Web dengan perintah-perintah HTML. HTML merupakan sebuah bahasa yang bermula bahasa yang sebelumnya banyak dipakai di dunia percetakan dan penerbitan yang disebut *Standard Generalized Markup Language* (SGML). Sekarang ini HTML merupakan standar Internet yang dikendalikan dan didefinisikan pemakaiannya oleh *World Wide Web Consortium* (W3C).

Javascript merupakan bahasa pemrograman komputer yang dinamis. Biasanya sering digunakan pada Web *browser* untuk menciptakan halaman Web yang menarik, interaktif, serta menerapkan berbagai fungsi pada halaman Web. Javascript tidak memerlukan sebuah *compiler* agar kode yang ada di dalamnya bisa dijalankan. Kode dari Javascript langsung diterjemahkan oleh Web *browser*. Untuk dapat menjalankan Javascript, Web *browser* harus *support* Javascript.

Semua Web *browser* yang ada pada masa sekarang ini umumnya sudah mendukung Javascript. Javascript biasanya ditulis pada dokumen HTML atau dengan membuat file terpisah yang kita hubungkan dengan dokumen HTML. Untuk penulisan Javascript di dalam dokumen HTML, penulisan scriptnya bisa kita tulis di dalam tag <head> </head> atau di dalam tag <body></body>. Cara penulisannya ada dengan menuliskan tag <script type="text/javascript> *Kode Javascript* </script>. Sedangkan apabila kita menggunakan file Javascript yang terpisah, kita bisa menambahkan tag <script type="text/javascript" src="filejavascript.js"></script>.

2.5 HyperText Transfer Protocol (HTTP)

Dalam pengertian HTTP menetapkan bagaimana pesan diformat dan ditransmisikan, dan apa tindakan dari Web *server* dan *browser* sebagai respon pada berbagai perintah. Oleh karena protokol adalah seperangkat aturan dan prosedur untuk komunikasi pada jaringan dan juga HTTP adalah sebuah protokol, maka HTTP di dalam dirinya sendiri adalah seperangkat aturan dan prosedur yang digunakan untuk berkomunikasi melalui *World Wide Web*. Jadi HTTP adalah sebuah protokol untuk melakukan akses antara *client* dan *server*. *Client* dan *server* masing-masing saling menerima dan menjawab *request* keduanya.

Client merupakan sembarang sistem atau proses yang melakukan suatu permintaan data atau layanan ke *server* sedangkan *server* adalah, sistem atau proses yang menyediakan data atau layanan yang diminta oleh *client*. *Client-Server* adalah pembagian kerja antara *server* dan *client* yg mengakses *server* dalam suatu jaringan. Jadi arsitektur *client-server* adalah desain sebuah aplikasi terdiri dari *client* dan *server* yang saling berkomunikasi ketika mengakses *server* dalam suatu jaringan.

2.6 Website

Website atau situs dapat diartikan sebagai kumpulan halaman yang menampilkan informasi data teks, data gambar diam atau gerak, data animasi, suara, video dan atau gabungan dari semuanya, baik yang bersifat statis maupun

dinamis yang saling terkait dimana masing-masing dihubungkan dengan jaringan-jaringan halaman (*hyperlink*). Dalam sisi pengembangannya, Website statis hanya bisa diupdate oleh pemiliknya saja, sedangkan Website dinamis bisa diupdate oleh pengguna maupun pemilik. Untuk membaca dan menampilkan halaman sebuah Website diperlukan Web *browser*. Contoh Web *browser* yang cukup populer seperti Mozilla Firefox, Google Chrome, Internet Explorer, Opera, Safari dan lain-lain.

Manfaat dan kegunaan memiliki sebuah Website sangatlah banyak, di antaranya sebagai media promosi, media komunikasi, media interaksi, dan media bisnis. Pada Tugas Akhir ini Website berfungsi sebagai media informasi untuk memonitoring sekaligus mengendalikan energi listrik tiap rungan dalam satu rumah sehingga pemilik rumah dapat mengaksesnya lebih efisien dengan jaringan Internet. Berikut adalah manfaat Website secara umum :

a) Menyediakan informasi-informasi yang bisa dengan mudah diakses, dilihat, dan diketahui oleh orang banyak
b) Informasi tersebut bisa diakses selama 24 jam non stop
c) Menjangkau daerah yang luas karena media Internet yang memungkinkan akses dari seluruh belahan dunia
d) Mudah dikelola, dengan memilih jasa pembuatan Website yang baik, anda bisa memperoleh sarana update informasi yang mudah dioperasikan.