

REAL TIME MONITORING BESARAN LISTRIK UNTUK MANAJEMEN ENERGI GEDUNG KOMERSIAL BERBASIS WEB

Zulfan Khairil Simbolon
Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe
Jl. B.Aceh – Medan Km. 280,3 Lhokseumawe- NAD
Phone: 064542670, 08126538848, fax: 064542785
email: zulfan69@gmail.com

ABSTRACT

Monitoring of electrical energy parameter, such as voltage, current, active power, reactive power, power factor, and frequency, shall be done to guarantee quality of services for electric energy users. Energy management must be done to support decision making concerning to energy efficiency and cost, particularly for commercial building. Such effort is often called as demand side management.

This research is aimed at developing a real-time measurement system which is capable of monitoring electrical energy parameter for commercial buildings. Real-time monitoring system developed in this study employs an ADC hardware named Multifunction NI DAQ 6008 (maximum 8 analog input, 12 bits, 10 kS/s) and LabVIEW 8.2 software. Both hardware and software manufactured by National Instruments are used to carry out data acquisition at the remote terminal unit (RTU). Acquired data is sent to the database server by LogSender application program. Here, JRealTimeChartView application developed in Java programming language is embedded into HTML tags to make the real-time presentation of the acquired data in graph format on the web page. Data saved in the database server is then processed to make daily, monthly, and yearly reports. The reports are presented on the web using an application named GrafikBebanBesaran which is also embedded into HTML tags.

Data acquisition of voltage at RTU is done by reducing voltage from AC 220 volt to AC 3 volt used step down transformer and hereinafter is put into analog input at NI DAQ 6008, while for data acquisition of electric current is used by Current Transformer 50/5A. Induction current yielded by CT is put into analog input at NI DAQ 6008. Obtained data, calibrated to become data like the original data using software LabVIEW. This research yields measurement data of electrical energy parameters saved at a server database. This database contains data of electrical energy parameters sent from RTU. The data are applied to yield electrical energy parameters graphed in real-time. The data also applied to make daily, monthly, and yearly reports in the form of graphs.

Keywords: LabVIEW, database, real-time monitoring, web, energy management

REAL TIME MONITORING BESARAN LISTRIK UNTUK MANAJEMEN ENERGI GEDUNG KOMERSIAL BERBASIS *WEB*

Zulfan Khairil Simbolon
Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe
Jl. B.Aceh – Medan Km. 280,3 Lhokseumawe- NAD
Phone: 064542670, 08126538848, fax: 064542785
email: zulfan69@gmail.com

Abstract

Monitoring of electrical energy parameter, such as voltage, current, active power, reactive power, power factor, and frequency, shall be done to guarantee quality of services for electric energy users. Energy management must be done to support decision making concerning to energy efficiency and cost, particularly for commercial building. Such effort is often called as demand side management.

This research is aimed at developing a real-time measurement system which is capable of monitoring electrical energy parameter for commercial buildings. Real-time monitoring system developed in this study employs an ADC hardware named Multifunction NI DAQ 6008 (maximum 8 analog input, 12 bits, 10 kS/s) and LabVIEW 8.2 software. Both hardware and software manufactured by National Instruments are used to carry out data acquisition at the remote terminal unit (RTU). Acquired data is sent to the database server by LogSender application program. Here, JRealTimeChartView application developed in Java programming language is embedded into HTML tags to make the real-time presentation of the acquired data in graph format on the web page. Data saved in the database server is then processed to make daily, monthly, and yearly reports. The reports are presented on the web using an application named GrafikBebanBesaran which is also embedded into HTML tags.

Data acquisition of voltage at RTU is done by reducing voltage from AC 220 volt to AC 3 volt used step down transformer and hereinafter is put into analog input at NI DAQ 6008, while for data acquisition of electric current is used by Current Transformer 50/5A. Induction current yielded by CT is put into analog input at NI DAQ 6008. Obtained data, calibrated to become data like the original data using software LabVIEW. This research yields measurement data of electrical energy parameters saved at a server database. This database contains data of electrical energy parameters sent from RTU. The data are applied to yield electrical energy parameters graphed in real-time. The data also applied to make daily, monthly, and yearly reports in the form of graphs.

Keywords: LabVIEW, database, real-time monitoring, web, energy management

PENDAHULUAN

Salah satu energi yang mendapat perhatian khusus adalah energi listrik. Pemakaian energi listrik pada konsumen hanya dapat diukur dengan melihat jumlah pemakaian daya rata-rata yang tertera pada alat ukur KWH meter, padahal selain daya rata-rata ada beberapa besaran listrik yang tidak tercatat di KWH yang dapat menggambarkan jumlah daya dan kualitas daya yang dipakai oleh konsumen, seperti tegangan, arus, daya aktif, daya reaktif, faktor daya, dan frekuensi. Pengukuran besaran listrik dapat menggunakan *hardware* dan *software*. *Hardware* yang digunakan dapat dibuat sendiri atau produk jadi misalnya NI DAQ 6008, dan *software* dapat menggunakan *LabVIEW*.

Seiring dengan meningkatnya jumlah informasi yang ada dan tersebar di berbagai tempat, diperlukan adanya suatu teknologi yang mampu menampilkan informasi-informasi itu, dan kemudian menyajikannya kepada *user* dalam bentuk yang mudah untuk dimengerti, misalnya menampilkan informasi di *web* dalam bentuk grafik. Selanjutnya informasi tersebut juga dapat dijadikan sebagai sebuah laporan yang dapat diolah untuk kepentingan analisis selanjutnya.

Besaran listrik pada RTU dapat ditampilkan dalam bentuk data maupun grafik, sehingga seorang manajer gedung tidak selalu harus mengecek langsung ke suatu gedung untuk melihat kondisi energi listrik, akan tetapi dapat mengontrol dan memonitor secara *remote* dari meja kerjanya dengan menggunakan sistem yang berbasis *web*.

Untuk melakukan *real time monitoring* besaran listrik di sebuah gedung diperlukan aplikasi untuk mengirimkan data dari RTU ke *server*, aplikasi untuk menampilkan data tersebut di *browser* dalam bentuk grafik secara *real time*.

Bagaimana caranya mengambil data besaran listrik pada sebuah gedung.

Tinjauan Pustaka

Topologi *monitoring* sistem daya listrik secara *real time*, dimana penelitian ini lebih ditekankan pada topologi *monitoring* sistem agar mudah mengambil langkah yang tepat. Langkah yang diambil berupa pengontrolan dan proteksi terhadap komponen sistem tenaga listrik, seperti generator, transformator daya, saluran transmisi, dan beban (Kezunovic, 2006).

(Choo dan Kubis, 2008) mengatakan gangguan daya meningkat pada fasilitas-fasilitas pelanggan yang mempunyai peningkatan secara signifikan, karena meningkatnya penggunaan peralatan energi yang efisien seperti *power supply switch-mode*, *inverter* untuk *variabel speed drive*, dan lainnya. *Monitoring* dan pengumpulan data gangguan-gangguan daya untuk studi kualitas daya harus dilakukan. Untuk memahami masalah kualitas daya lebih baik memerlukan suatu pemantauan data yang menyeluruh dengan menggunakan sistem yang digunakan untuk menandai variasi-variasi kualitas gangguan-gangguan dan daya. Penggunaan *software LabVIEW* dan modul yang diproduksi oleh *National Instrumen* dapat dibuat *monitoring* secara *real time* besaran-besaran listrik seperti, tegangan, arus, daya, harmonik, frekuensi. Mereka melakukan penelitian dengan menggunakan komputer desktop dan belum dikoneksikan ke jaringan computer.

(Lam, 2002) melakukan penelitian tentang sistem manajemen data untuk aplikasi *navigasi traffic* menggunakan *Mobile Agent Teknologi*. Penelitian ini melakukan *monitoring* secara *real time* dengan mengkalkulasikan dan

CARA PENELITIAN

Penelitian ini diawali dengan melakukan kajian pustaka tentang real-time monitoring dan mempelajari cara pemrograman LabVIEW. Data yang dihasilkan software LabVIEW berupa data teks satu baris yang setiap pengambilan data baru maka data yang lama akan hilang. Selanjutnya menentukan arsitektur sistem, dan pemilihan bahasa pemrograman yang digunakan untuk membuat aplikasi pengirim data dari RTU ke server dan aplikasi tampilan grafik real-time di web browser. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah bahasa Java (JSE) dan didukung dengan JFreeChart untuk menampilkan grafik real-time di web browser. Server yang digunakan pada penelitian ini adalah Wamp server (PHP, MySQL, dan Apache server).

mengkomunikasikan data-data *traffic* secara *real time*.

Arsitektur tipikal sistem SCADA terdiri dari: *Human Machine Interface (HMI)*, *Master Terminal Unit (MTU)*, *Remote Terminal Unit (RTU)*, dan *Field Data Element/Plant*. Komunikasi dari MTU ke RTU atau sebaliknya dapat menggunakan komunikasi melalui *radio communication*, *wired network*, *PSTN*, *intranet/internet*, atau *wireless network* (Kruz, 2006).

Pada penelitian ini akuisisi data menggunakan hardware NI USB 6008 dan *software LabVIEW* yang diproduksi oleh *National Instrument*, kemudian hasil akuisisi data tersebut dikirim ke *database* server menggunakan bahasa pemrograman Java.

Data yang dihasilkan oleh *LabVIEW* berupa data teks satu baris yang dipisahkan oleh sebuah *semicolon (;)* antara satu data dengan data lainnya. Setiap data yang diakuisisi disimpan ke dalam sebuah *file* kemudian untuk akuisisi berikutnya akan menimpa data yang telah disimpan sebelumnya, sehingga sebelum data tersebut ditimpa harus dilakukan pengambilan data tersebut untuk dimasukkan ke dalam *database* MySQL.

Data besaran listrik yang disimpan di *database* MySQL akan ditampilkan di *browser* dalam bentuk grafik secara *real time*. Pengertian *real time* pada penelitian ini adalah data yang dikirimkan dari RTU ke *server* dan kemudian ditampilkan di *browser* dalam tenggat waktu 1 (satu) detik. Penetapan waktu satu detik dalam penelitian ini dapat diterapkan, karena perubahan beban yang terjadi pada sistem tenaga listrik berlangsung dalam waktu yang tidak terlalu cepat.

Selanjutnya data yang dihasilkan oleh program di LabVIEW dianalisa, kemudian dibaca oleh program aplikasi LogSender dan dikirimkan ke server. Di server data disimpan dalam sebuah *database* pada tabel besaran listrik. Data yang tersimpan diambil dengan bahasa Java untuk ditampilkan dalam bentuk grafik real-time di web browser. Data pada tabel besaran listrik juga digunakan untuk menampilkan laporan harian, bulanan, dan tahunan dalam bentuk grafik yang ditampilkan di web browser.

Peralatan yang Digunakan

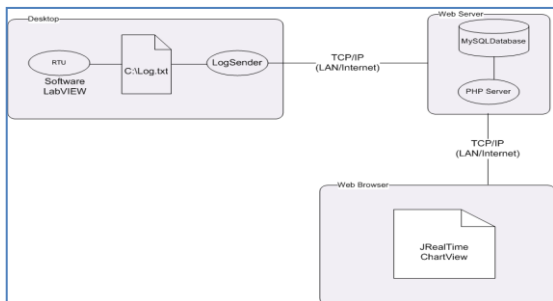
Komputer Notebook dengan prosesor Intel Core 2 Duo processor T5550 (1,83 GHz, 667 MHz FSB, 2 MB L2 cache), Sistem operasi Windows XP Professional SP2, Apache Web Server 2.0.59, PHP version 5.2.3, MySQL Database version 5.0.41 dan

phpMyAdmin 2.10.2, JFree Chart 1.0.9 untuk mendukung pembuatan grafik di *java platform*, dan Software LabVIEW versi 8.2.

Bahan yang Digunakan

Bahan yang digunakan untuk membuat sistem *real time monitoring* besaran listrik ini adalah transformator stepdown, trafo arus (CT), NI USB 6008, sebuah database besaran listrik, file Java Aplikasi, file gambar dan icon yang digunakan sebagai penanda navigasi dan menjadi ciri khas untuk modul - modul tertentu. File - file digunakan sebagai kelengkapan dalam pembuatan file aplikasi pengirim data dari RTU ke server maupun program applet untuk tampilan di Web.

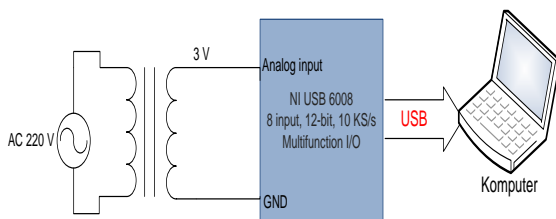
Arsitektur sistem



Gambar 1 Arsitektur Sistem Real-time Monitoring Besaran Listrik Berbasis Web

Pengambilan Data Tegangan

Untuk mengambil data besaran tegangan digunakan rangkaian berupa transformator *step-down* dari tegangan AC 220 V menjadi tegangan AC 3 V, tegangan tersebut dimasukkan ke *input analog* NI USB 6008. Peralatan NI USB 6008 dapat membaca data masukan analog maksimum sebesar 10 V. *Output* NI USB 6008 adalah saluran USB yang dimasukkan ke *input* USB komputer. Gambar selengkapnya seperti pada gambar 2.

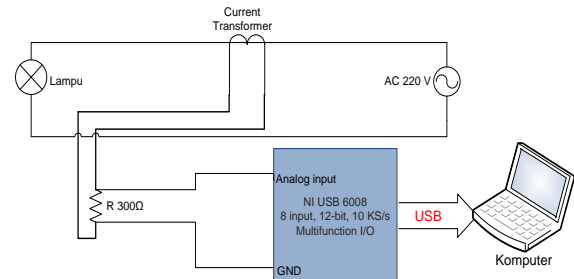


Gambar 2. Diagram Rangkaian Pengambilan Data Tegangan

Pengambilan Data Arus

Untuk mendapatkan data arus diperlukan sebuah transformator arus (CT) 50A/5. Penggunaan

CT adalah untuk mendapatkan arus induksi dari tegangan yang mengalir pada kawat fase yang dimasukkan melalui tengah kumparan CT. Bila arus mengalir sebesar 50A pada kawat fase, maka arus induksi yang dihasilkan sebesar 5A. Rangkaian pengambilan data arus ditunjukkan seperti gambar 3.



Gambar 3 Diagram Rangkaian Pengambilan Data Arus

Pengambilan Besaran Listrik yang Lain

Untuk besaran faktor daya, daya rata-rata, daya aktif, dan daya reaktif dapat dilakukan pemrograman di LabVIEW dengan perhitungan. Besaran Frekuensi dapat langsung diukur dengan menggunakan pemrograman LabVIEW.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang diakuisisi melalui NI USB 6008 dibaca oleh program Lab VIEW dengan menggunakan blok DAQ Assistance kemudian dilakukan pemisahan arus dan tegangan dengan menggunakan fungsi split. Data ini kemudian digunakan untuk menghitung daya, faktor daya, dan frekuensi dengan menggunakan program Lab VIEW. Data-data yang terukur pada sisi RTU disimpan dalam sebuah file pada *c:\log.txt* yang setiap detiknya akan berubah sesuai dengan perubahan pada jala-jala listrik. Setiap perolehan data yang baru akan menghapus data yang sebelumnya, sehingga diperlukan untuk mengamankan data yang tersimpan sebelum data tersebut ditimpa dengan data yang baru.

Sebuah program aplikasi membaca file log yang ada di lokasi *path c:\log.txt*. Aplikasi ini menghasilkan sebuah halaman *Login* untuk memasukkan nama *user* dan *password* yang sebelumnya sudah didaftarkan oleh *administrator*.

Setelah *Login*, maka maka program langsung dijalankan yaitu membaca file *log.txt* yang dihasilkan oleh software LabView. Pada layar komputer akan ditampilkan tabel yang berisi *datalog* yang dikirimkan ke *server* setiap detiknya.

Pada sisi *server*, data tersebut akan langsung dimasukkan ke dalam *database* MySQL dengan bantuan *library* MySQL *connector*, dimana MySQL *connector* akan memberikan akses kepada JAVA untuk dapat mengakses *database* MySQL.

LogSender merupakan program Swing GUI yang bertugas mengirimkan data *file log* hasil keluaran RTU ke *database* pusat tempat *datalog* besaran listrik disimpan. Aplikasi ini memiliki *thread* yang berjalan tiap detik, yang berfungsi untuk mengirimkan isi *file* c:\log.txt ke *server*.

Dengan menspesifikasikan waktu 1000 milisekon pada konstruktor, maka isi dari *method* **actionPerformed**, yaitu **readLog()** akan dijalankan satu detik sekali. Fungsi **readLog()** adalah fungsi yang membaca file c:\log.txt dan memecahnya (*split*) ke berbagai variabel besaran yang sesuai.

Di dalam fungsi **readLog**terdapat kode utama pemecahan file adalah berikut ini:

```
private String[] hasil =
filestring.split(",");
```

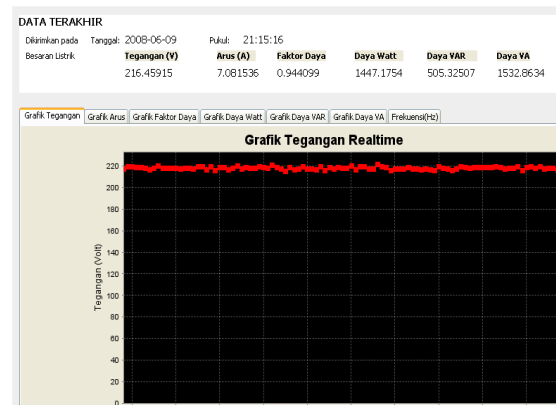
Dengan memanggil fungsi *split*, maka variabel hasil yang berupa *array*, akan berisi dengan semua nilai yang dipisahkan oleh semi kolon. Kemudian nilai-nilai ini siap untuk dikirimkan ke *server database*.

id_datalog	jam_server	tanggal	jam_rtu	tegangan	arus	faktor_daya	daya_watt	daya_var	daya_va	frekuensi
8533	2008-06-09 21:03:19	2008-06-09	21:03:19	217.101	7.07897	0.941637	1447.23	517.084	1536.03	50.0006
8534	2008-06-09 21:03:20	2008-06-09	21:03:20	219.111	7.06024	0.939351	1446.96	547.195	1546.97	49.9993
8535	2008-06-09 21:03:21	2008-06-09	21:03:21	215.922	7.04464	0.952253	1448.46	464.405	1521.09	50.0003
8536	2008-06-09 21:03:22	2008-06-09	21:03:22	218.988	7.09157	0.933201	1446.59	557.046	1590.13	50
8537	2008-06-09 21:03:23	2008-06-09	21:03:23	216.997	7.09103	0.943488	1447.05	508.286	1533.73	49.9991
8538	2008-06-09 21:03:24	2008-06-09	21:03:24	217.289	7.09531	0.938905	1446.92	532.309	1541.73	50.0001
8539	2008-06-09 21:03:25	2008-06-09	21:03:25	215.767	7.09611	0.945146	1447.12	500.135	1531.11	49.9998
8540	2008-06-09 21:03:26	2008-06-09	21:03:26	220.092	7.09026	0.933108	1447.91	557.988	1551.7	50
8541	2008-06-09 21:03:27	2008-06-09	21:03:27	219.108	7.09863	0.930765	1447.68	568.67	1555.37	49.9992
8542	2008-06-09 21:03:28	2008-06-09	21:03:28	217.056	7.04264	0.946896	1445.94	496.001	1528.64	50.0002
8543	2008-06-09 21:03:29	2008-06-09	21:03:29	218.318	7.07728	0.934825	1444.4	548.679	1545.1	49.9978

Gambar 4 Datalog yang Dikirim dari Komputer RTU

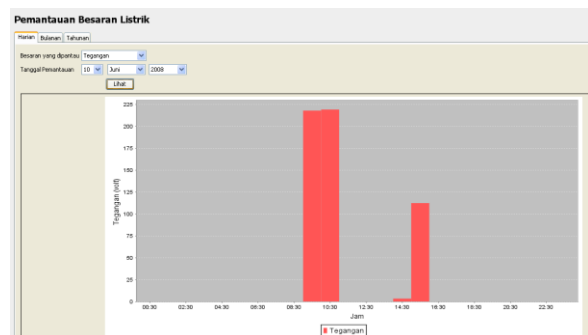
Datalog ini yang selanjutnya akan dijadikan sebagai sumber data untuk ditampilkan di halaman web dalam bentuk grafik garis. Grafik yang ditampilkan berupa data waktu perdetik pada sumbu X (*horizontal*) dan data besaran listrik (tegangan, arus, factor daya, daya watt, daya VAR, daya VA, dan frekuensi) ditampilkan pada sumbu Y (*vertical*). Tampilan grafik *realtime* di browser seperti terlihat pada gambar 5.

Selain tampilan grafik yang *realtime*, pada penelitian ini juga dihasilkan laporan yang berisi laporan perhari, laporan perbulan, dan laporan pertahun yang ditampilkan dalam bentuk grafik batang dari hasil rata-rata data pada tabel *datalog*.



Gambar 5. Tampilan Grafik di Web

Laporan perhari dapat dipilih untuk tanggal, bulan, dan tahun saat data diambil. Data-data perhari dikelompokkan berdasarkan jam kemudian nilainya adalah rata-rata dari data pada jam tersebut. Laporan perbulan dapat dipilih untuk bulan dan tahun pengambilan data. Data perbulan dikelompokkan berdasarkan bulan pada data tanggal dan dirata-ratakan menurut bulan yaitu Januari, Februari, dan seterusnya sampai Desember. Laporan pertahun dapat dipilih berdasarkan tahun pengambilan data. Data yang diambil dikelompokkan untuk satu tahun dan dirata-ratakan. Bentuk tampilan laporan ini seperti terlihat pada gambar 6.



Gambar 6. Grafik Laporan Pemantauan Besaran Listrik

KESIMPULAN

1. Data yang dikirimkan dari komputer RTU sama dengan data yang ditampilkan pada *grafik real-time*.
2. *Real-time* dalam tenggat waktu satu detik dapat dipenuhi oleh sistem.
3. Fungsi *real time monitoring* pada Java bisa diberikan oleh kombinasi antara *applet* yang di-embed pada browser dan basis data yang di-update secara terus-menerus. Kombinasi ini

menciptakan lingkungan *real time* yang interaktif.

4. Kemudahan implementasi solusi bagi permasalahan menotoring besaran listrik secara *real time*, disebabkan luasnya ruang lingkup pustaka Java dan kemudahan mengintegrasikan berbagai pustaka tersebut.
5. Besaran listrik yang ditampilkan dalam bentuk grafik di web adalah besaran angka yang datanya diambil dari basis data besaran listrik.
6. *Monitoring* besaran listrik secara *real time* ini dapat menampilkan besaran tegangan, arus, daya, faktor daya dan frekuensi.
7. Dengan menampilkan data terkini pada *website* akan dapat diketahui apakah listrik di RTU off atau aplikasi *LogSender* yang tidak *running*.

DAFTAR PUSTAKA

- Dugan, C.R.; McGranaghan, M.F.; and Beaty, H.W. 1996. *Electrical Power Systems Quality*. McGraw-Hill, Inc. New York.
- Hariyanto, Bambang. 2007. *Esensi-esensi Bahasa Pemrograman Java*. Edisi dua. INFORMATIKA Bandung. Bandung.
- Huang, S.J. and Lin, C.C., 2002. Application of ATM-Based Network for an Integrated Distribution SCADA-GIS Sistem. *IEEE Trans. Power Syst*, 17: 80-86.
- Kezunovic, Mladen. 2006. Monitoring of Power Sistem Topology in Real-Time. *Proceedings of the 39th Hawaii Int. Conference on Sistem Sciences*. Hawaii.
- Krutz, Ronald L. 2006. *Securing SCADA System*. Wiley Publishing, Inc. Canada.
- LabView 8.2 Help [computer program]. 2006. Version 8.2. National Instruments.
- Marsudi, D. 2006. *Operasi Sistem Tenaga Listrik*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Nordman, M.; Lehtonen, M.; Holmstrom, J.; Ramstedt, K.; and Hamalainen, P. 2003. A TCP/IP Based Communication Architecture for Distribution Network Operation and Control, *17th International Conference on Electricity Distribution (CIRED)*. Barcelona.
- Pandjaitan, B. 1999. *Teknologi Sistem Pengendalian Tenaga Listrik Berbasis SCADA*. Prenhallindo. Jakarta.
- Raharjo, Budi.; Heryanto, Imam.; and Haryono, Arif. 2007. *Mudah Belajar Java*. INFORMATIKA Bandung. Bandung.
- Yu, Q.; Chen, B.; and Cheng, H.H. 2004. Web Based Control Sistem Design and Analysis:

Design, Implementation, and Salient Features. *IEEE Control System Magazine*.