

SISTEM AKUISISI DATA BESARAN LISTRIK GEDUNG KOMERSIAL

Ferdianto Tangdililing¹, Stefany Yunita Bara'langi²

¹Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Makassar
Alamat Email : ferdianto@lecturer.uajm.com

²Program Studi Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Atma Jaya Makassar
Alamat email : fbaralangi@lecturer.uajm.ac.id

ABSTRACT

Utilization of electrical energy in a building direct impact on carbon emissions. One of them in commercial buildings such as campus, industry and banking. Therefore, it needs building management systems by monitoring electrical quantities. This research aims to build a data acquisition system of electrical quantities in commercial buildings. Real time data acquisition by using the Modbus TCP protocol as a communication media between the RTU and MTU integrated with SCADA. LabView is a software that acts as a software tool to visualize data acquisition. The results is the utilization of the electrical energy of the building can be monitored so that its use more efficient.

Keywords: commercial building, Modbus TCP, monitoring, LabView, SCADA

1. PENDAHULUAN

Gedung merupakan pengguna energi listrik yang cukup besar. Salah satunya adalah gedung komersial. Gedung komersial adalah gedung yang difungsikan untuk tujuan komersial dan mendatangkan keuntungan baik dalam jangka waktu pendek maupun panjang [1]. Tujuan komersial dan menguntungkan dapat dicapai jika gedung dapat memperhatikan beberapa aspek seperti pengelolaan estetika, keamanan dan pertimbangan efisiensi. Salah satu hal yang dapat menunjang efisiensi penggunaan adalah pemanfaatan energi listrik. Efisiensi dalam penggunaan energi listrik merupakan langkah penting dalam mengurangi konsumsi energi dan emisi karbon.

Proses pembangkitan energi listrik merupakan salah satu pengguna energi fosil terbesar khususnya minyak bumi, gas alam dan batu bara. Oleh karena itu pemakaian energi listrik yang efisien akan berdampak langsung pada tingkat konsumsi energi fosil. Salah satu cara yang digunakan untuk mengefisienkan penggunaan energi listrik pada gedung adalah dengan melakukan monitoring terhadap penggunaan energi.

Monitoring energi listrik pada gedung komersial dilakukan dengan akuisisi data besaran listrik yang digunakan. Sistem akuisisi telah dipergunakan oleh industri

besar, mesin pabrik dan kendaraan dengan integrasi antara perangkat keras dan perangkat lunak untuk mengontrol jalannya proses manufaktur [2]. Akuisisi data merupakan cara memperoleh data dari sumber sehingga dapat diolah menjadi informasi yang berguna bagi pengguna.

Penulis telah melakukan penelitian sebelumnya yang termuat dalam Jurnal Ilmiah Tematika tahun 2014 [3]. Penelitian sebelumnya melakukan implementasi protokol Modbus TCP yang berfokus pada arsitektur dan organisasi perangkat komunikasi antara RTU (*remote*) dan MTU (*server*). Protokol Modbus TCP berperan dalam komunikasi data yang akan diakuisi. Selanjutnya peneliti mengembangkan sistem akuisisi data yang akan membaca data *real time* pada gedung komersial. Data besaran listrik, tegangan fasa, data *real time* dan data arus yang ditampung oleh protokol Modbus TCP yang terintegrasi dengan SCADA [3] akan diolah dalam sistem akuisisi data sehingga menghasilkan informasi yang berguna bagi pengelola gedung. Sistem akan membaca data masukan berupa tegangan, arus, frekuensi secara *real time*. Selain itu akan menghitung faktor daya dan konsumsi energi listrik secara *real time* yang dihasilkan dari formula turunan yang diolah oleh sistem.

1.1 Rumusan Penelitian

Bagaimana monitoring pemanfaatan energi listrik pada gedung komersial.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian adalah membangun sistem akuisisi data besaran listrik yang *real time* dari beberapa sumber terintegrasi.

1.3 Batasan Penelitian

- Data yang diakuisi bersifat real time
- Penelitian ini hanya sampai proses akuisisi data tanpa membahas pengolahan data akuisisi lebih lanjut.

1.4 Manfaat Penelitian

- Membantu pengelola gedung untuk memperoleh informasi tentang pemakaian energi listrik pada sebuah gedung.
- Membantu pengelola gedung dalam mengambil keputusan-keputusan yang terkait dengan efisiensi penggunaan energi listrik.

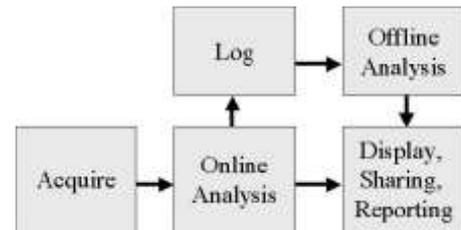
2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Akuisisi Data (*Acquire*)

Pada sistem berbasis PC akuisisi data dilakukan pada pengukuran yang memenuhi persyaratan berikut [8]:

- Sensor adalah perangkat berfungsi untuk mengkonversi parameter fisik menjadi sinyal listrik.
- Konektivitas sinyal menggambarkan komponen perangkat pengukuran berupa sensor yang terhubung ke sistem logging
- Pengkondisian sinyal adalah merupakan proses berkaitan dengan operasi-operasi yang dikenakan pada sinyal guna mengkonversi sinyal tersebut ke bentuk yang sesuai dengan yang diperlukan untuk interface dengan elemen-elemen lain dalam sistem instrumentasi. Ada beberapa jenis pengkondisian sinyal diantaranya:
 - 1) Amplifikasi/penguatan dan Attenuation/pelemahan
 - 2) Sampling
 - 3) Multiplexing

- 4) Filtering/penapisan
 - 5) Linearisasi
- d. Konversi analog ke digital adalah proses mengkonversi sensor parameter fisik menjadi sinyal listrik, konverter digunakan untuk mengubah sinyal analog ini menjadi nilai digital yang dapat diproses oleh komputer.



Gambar 1 Lima Blok Utama dari Sistem Data Logging Berbasis PC

Pada gambar 1 dapat dilihat posisi data akuisisi (*acquire*) sebagai bagian dari blok utama untuk monitoring.

Sistem akuisisi data dapat digunakan untuk mengukur, menyimpan, menampilkan dan menganalisa informasi yang diperoleh dari beberapa sumber.

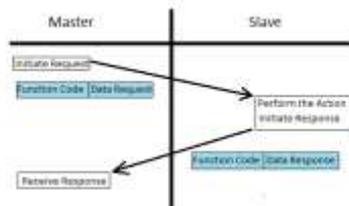
Sistem akuisisi data telah berevolusi selama bertahun-tahun sebagai alat perekam elektromekanis yang mampu mengukur ratusan variabel secara simultan [2]. Sistem pengolahan industri, pabrik, mesin dan kendaraan bermotor adalah contoh pemanfaatan sistem akuisisi data. Perangkat dalam bidang tersebut memanfaatkan sistem akuisisi data karena variabel data yang diolah bersifat dinamis dan dalam jumlah yang besar. Sifat dinamis ini bergantung pada peristiwa dan waktu tertentu.

Awalnya sistem akuisisi data memanfaatkan komputer *mainframe*. Seiring perkembangan kebutuhan data dalam jumlah besar khususnya industri maka dikembangkan protokol Modbus TCP

2.2 Protokol Modbus

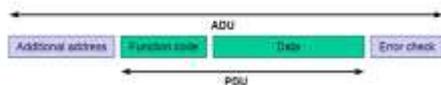
Protokol modbus dibuat oleh perusahaan Modicon tahun 1979 dan sampai sekarang menjadi salah satu protokol komunikasi standar yang dipakai dalam otomatisasi pengelolaan Gedung, proses industri dan lain-lain. Jaringan Modbus terdiri dari master dan beberapa *slave*. Master yang berinisiatif memulai komunikasi antara lain menulis

data, membaca data dan mengetahui status *slave*. Permintaan master disebut juga sebagai *request* atau *query*. *Slave* hanya bersifat pasif/menunggu atau dengan kata lain *slave* hanya merespon jika ada permintaan/*query* dari Master [8].



Gambar 2 Transaksi komunikasi Modbus

Pesan yang dipertukarkan antara master dan *slave* disebut *frame*. Ada dua jenis frame Modbus: *Protocol Data Unit (PDU)* dan *Application Data unit (ADU)*. Frame PDU berisi kode fungsi diikuti oleh data. Kode fungsi merupakan tindakan untuk melakukan dan data merupakan informasi yang akan digunakan untuk tindakan ini. Frame ADU menambahkan lebih sedikit kompleksitas dengan bagian alamat tambahan. Frame ADU juga menyediakan beberapa pengecekan *error*. Baik ADU dan frame PDU mengikuti encoding *Big-Endian*.



Gambar 3 Frame modbus.

2.3 Penyimpanan Data pada Modbus

Pada protokol modbus terdapat 4 buah jenis penyimpanan data dengan panjang masing-masing 16 bit.

Primary Tables	Object Type	Type of
Discrete Input	Single bit	Read-Only
Coils	Single bit	Read-Write
Input Registers	16-bit word	Read-Only
Holding Registers	16-bit word	Read-Write

Gambar 4 Penyimpanan data Modbus

a. Diskrit Input

Diskrit input digunakan untuk mengetahui status relay apakah sedang ON atau OFF. Input relay bersifat read only bagi master dan hanya bisa diubah oleh slave saja. Data tersebut disimpan di register 10001 sampai 19999

b. Coil

Pada awalnya jenis data ini digunakan untuk mengaktifkan coil relay. Nilai jenis data ini ON atau OFF. Coil mempunyai panjang 16 bit, sehingga untuk mengaktifkan ON dengan cara memberi nilai FF00H dan 0000H untuk OFF. Data FF00 dan 00 disimpan di register 00000 sampai 09999

c. Input Register

Input register digunakan untuk menyimpan data analog dengan range nilai 0 ~ 65535. Input register bersifat *read only* bagi master. data ini disimpan di register bernomor 30001 sampai 39999

d. Holding Register

Holding register digunakan untuk menyimpan nilai dengan range 0~65535. Register ini mempunyai alamat register 40001 sampai 49999

2.4 SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*)

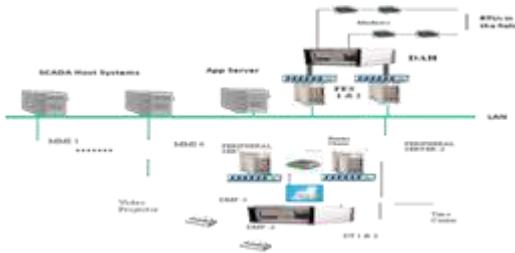
Seiring dengan meningkatnya jumlah informasi yang ada dan tersebar di berbagai tempat, diperlukan adanya suatu teknologi yang mampu menampilkan informasi-informasi itu, dan kemudian menyajikannya kepada *user* dalam bentuk yang mudah untuk dimengerti, misalnya menampilkan informasi di *web* dalam bentuk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

Sebuah jaringan komputer yang terintegrasi dengan peralatan yang dapat membaca sesuatu besaran dari jarak yang jauh adalah bagian dari sistem SCADA. SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*) didefinisikan oleh dua sumber tipikal:

1. SCADA adalah teknologi yang memungkinkan seorang pemakai untuk mengumpulkan data dari sebuah fasilitas yang lebih jauh dan/atau mengirimkan instruksi kendali terbatas pada fasilitas itu [5].
2. SCADA adalah suatu sistem yang beroperasi dengan isyarat kode di atas saluran komunikasi agar dapat mengendalikan peralatan RTU (Remote Terminal Unit). IEEE Std C37.1-2007 (Revision of IEEE Standard C37.1-1994), Definition, Specification and

Analysis of Systems Used for Supervisory Control, Data Acquisition, and Automatic Control [6].

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* [6].



Gambar 5 Arsitektur SCADA

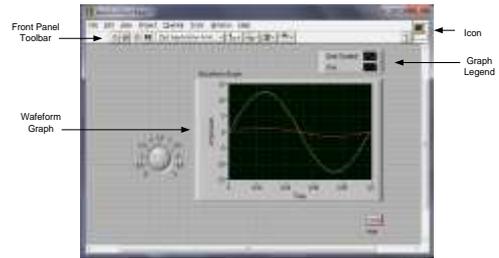
2.5 LabVIEW

LabVIEW (Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench) adalah *software* yang dikembangkan oleh *National Instrument* pada tahun 1986. Labview merupakan *software* khusus yang dikembangkan dan digunakan untuk pemrosesan dan visualisasi data dalam bidang akuisisi data, kendali dan instrument, serta otomatisasi industri [5].

Lingkungan pemrograman LabVIEW memiliki dua bagian utama yaitu *front panel* dan *block diagram*. *Front panel* digunakan untuk berinteraksi dengan pengguna pada saat program dijalankan. Pengguna dapat mengontrol program, mengubah input dan memantau data secara *real time*. Sedangkan blok diagram digunakan untuk membuat rangkaian fungsi-fungsi dengan cara *m e m a s u k k a n* fungsi-fungsi yang diinginkan dan menghubungkannya satu dengan lainnya.

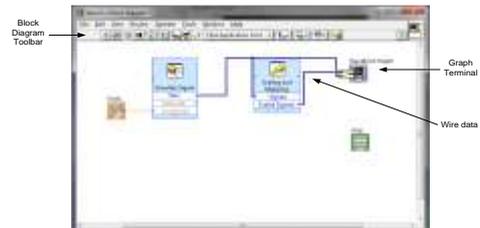
Gambar 6 menunjukkan contoh tampilan *front panel* LabVIEW, dimana pada tampilan kotak segi empat dengan bentuk grafik sinyal sinus adalah besaran tegangan yang terukur dari input simulasi dari internal LabVIEW. Selanjutnya tampilan di samping berupa sebuah *knobs* untuk

mengatur besar nilai amplitudo dari gelombang.



Gambar 6 Front panel pada LabVIEW

Pada blok diagram dapat terlihat gambar fungsi-fungsi yang dihubungkan satu dengan lainnya seperti diagram *flow* yang di dalamnya terdapat fungsi-fungsi yang dapat mengukur dan menghitung serta fungsi lainnya seperti terlihat pada gambar 7.



Gambar 7 Blok diagram pada LabVIEW.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tahapan Penelitian

Penelitian dilakukan dalam beberapa tahapan yaitu:

1. Mengumpulkan data lapangan yaitu arus beban puncak, tegangan, frekuensi dan faktor daya.
2. Mengukur jarak RTU (*remote*) ke MTU (*server*) sebagai pertimbangan dalam pemilihan jenis wireless yang digunakan
3. Mendesain dan membangun jaringan komunikasi RTU ke MTU
4. Melakukan implementasi protokol modbus TCP pada MTU.
5. Membangun sistem akuisisi data berdasarkan langkah nomor 4.
6. Melakukan evaluasi terhadap kinerja sistem.

3.2 Peubah yang diamati

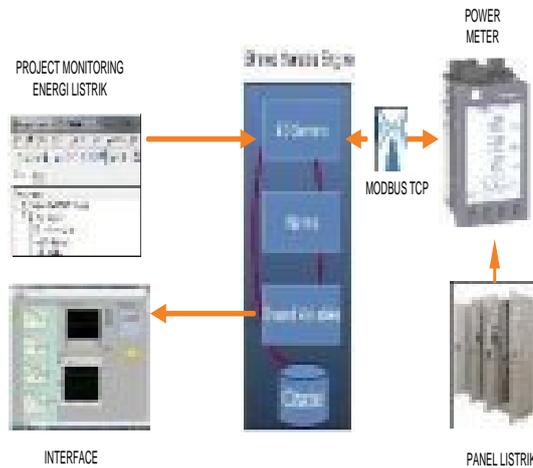
Peubah yang diamati pada penelitian adalah:

1. Tegangan listrik
2. Frekuensi

3. Faktor daya
4. Arus beban puncak

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian dirancang menggunakan sistem jaringan komputer dengan arsitektur sebagai berikut:



Gambar 8 Arsitektur rancangan sistem

3.4 Rancangan Penelitian

Teknik pengumpulan data yang dibutuhkan dalam penelitian adalah:

a. Studi literatur

Kegiatan yang dilakukan adalah mengumpulkan data yang berhubungan dengan sistem akuisisi, gedung komersial, protokol Modbus TCP, SCADA, LabView dan besaran listrik.

b. Implementasi Protokol Modbus TCP

Pada tahap ini penulis menggunakan protokol Modbus TCP yang dihasilkan dari penelitian sebelumnya [3] untuk akuisisi data dari berbagai sumber.

3.5 Alat dan Bahan Penelitian

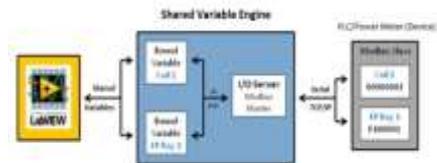
Perancangan dan implementasi aplikasi membutuhkan peralatan sebagai berikut:

1. Software Labview.
2. Power Meter Schneider Tipe PM 810
3. Kabel UTP.
4. Komputer Desktop sebagai Server SCADA
5. Protokol modbus TCP
6. Alat Ukur:

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perancangan Modbus TCP Server I/O dan Shared Variable

Sistem monitoring energi listrik terdiri dari dua bagian utama yaitu pada bagian RTU dan bagian komputer server (MTU). Sistem monitoring ini menggunakan Modbus TCP sebagai protokol komunikasi antara RTU dan MTU. Untuk mengirim data melalui jaringan maka harus menggunakan *Shared Variable* seperti pada gambar berikut [6]



Gambar 9 Shared variable engine

LabVIEW Datalog Supervisory Control (DSC) Modul dan Modul LabVIEW Real-Time menggunakan *Shared Variable Engine* untuk mengelola Modbus I/O Server. Modbus I/O Server menangani protokol tingkat rendah yang diperlukan untuk membangun koneksi dan transmisi data antara master dan *slave*. Modbus *Slave* I/O server membaca data dari atau menulis data ke perangkat Modbus. Misalnya, *Slave* Modbus I/O Server pada *National Instruments* kontroler *Real-Time* dan menggunakan *Modbus I/O server* sebagai perangkat *Modbus slave*. *Shared Variable Engine* mengambil data dari Server I/O sehingga data dapat dibaca/tulis oleh LabVIEW [6][7].



Gambar 10 Modbus i/o server

Setelah membuat proyek Powermeter: powermeter.lvproj maka selanjutnya membangun *Modbus I/O Server*, pada proses ini IP target (PM 810) diinput. Kemudian membuat *Shared variable*, pada penelitian ini menggunakan alamat register PM 810.

4.2 Membangun Aplikasi LabView

Front panel merupakan *user interface* dari VI, pada *front panel* kontrol dan indikator dapat ditampilkan [9]. Objek-objek pada *front panel* akan terlihat oleh pengguna saat program dijalankan dan akan secara otomatis memiliki representasi ikonnya pada *block diagram*. Untuk objek-objek yang membawa data yang masuk dari pengguna ke program maupun data yang keluar dari program ke pengguna.



Gambar 11 Front panel akuisisi arus

Pada gambar 11, *front panel* yang dibangun merupakan representasi dari *block diagram* power meter PM 810, nilai dari *shared Variable* arus akan ditampilkan pada indikator meter secara *real-time*. Meter dari arus akan menampilkan dalam suatu cluster, di mana meter akan menampilkan pembacaan nilai arus secara analog dan pada indikator di sampingnya akan ditampilkan digital. Pada tampilan grafik *real time trend* akan ditampilkan nilai parameter arus secara *real time* dalam interval waktu tertentu untuk memudahkan dalam membandingkan nilai dari parameter arus. Jumlah sampling atau cuplikan data per detik dapat ditentukan dengan mengatur nilai pada control jumlah sampling per detik. Rekaman data dapat ditampilkan pada grafik *Historical Trend* merupakan representasi dari *NI Hyper Trend*, *NI Hyper Trend* akan menampilkan data dari database *Citadel*. Pada *historical trend* pengguna dapat menampilkan data arus berdasarkan tanggal yang diinginkan

4.3 Membangun Database Citadel

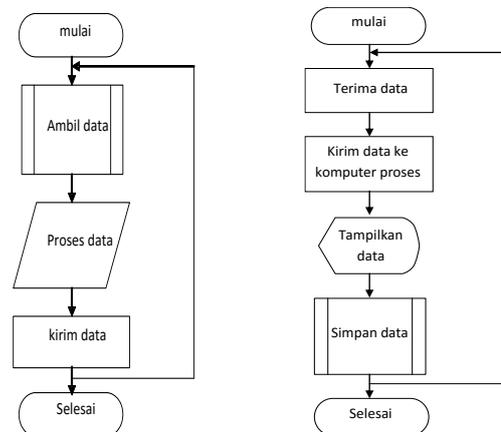
LabVIEW Datalogging and Supervisory Control (DSC) modul menggunakan *National Instruments Citadel database* juga mencakup driver *ODBC Citadel* yang memiliki perintah khusus untuk melakukan transformasi data, sehingga dapat mengambil, memanipulasi, dan menganalisis

data historis secara otomatis dari luar lingkungan LabVIEW.

Database *Citadel* dibangun pada aplikasi *measurement and explorer* dengan menentukan nama dan folder penyimpanan database. *Shared variable* otomatis akan tersimpan dengan menambahkan *project library* ke dalam database setelah mengklik *enable logging* pada *properties shared variable*

PM 810 akan menangani perintah pembacaan data dari sensor kemudian data diproses oleh prosesor power meter. Data akan dikirim menggunakan *Ethernet card* yang terpasang pada PM 8 ECC yaitu *Ethernet card Modbus TCP* yang terhubung ke sebuah *Acces Point*.

Kemudian pada sisi penerima, data akan diterima oleh *shared variable Engine* di mana pada proses ini terdapat Modbus I/O server. Pada aplikasi LabView data akan ditampilkan pada antar muka dan selanjutnya disimpan di database *Citadel*. Untuk menampilkan data dari database *Citadel* digunakan aplikasi *NI Hyper Trend*



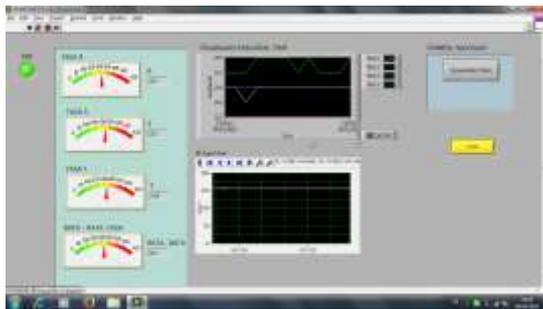
Gambar 12 Flowchart akuisisi data

Hasil rancang bangun kemudian diintegrasikan menjadi sebuah sistem monitoring, kemudian dilakukan pengujian dan dikalibrasi. Pada sisi RTU dilakukan terminasi pada panel listrik, pengkoneksian PM 810 dengan PM 8 EE, setting IP dan pengkoneksian ke *Acces Point*.

Peralatan pada sisi RTU kemudian diakuisisi dari sisi MTU. Hasil akuisisi data setelah dilakukan pembacaan akan dibandingkan dengan hasil pembacaan alat ukur lainnya untuk mengetahui prosentase kesalahan. Proses komunikasi dapat berjalan

dengan baik dan data terkirim ke MTU dengan lancar.

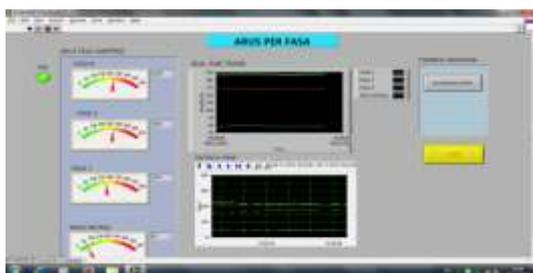
Tampilan antar muka dapat ditampilkan dengan muda dibaca sehingga dapat membantu pengelola gedung dalam memonitor sistem kelistrikan gedung. Pada penelitian mengakuisisi beberapa parameter listrik dan semuanya dalam berjalan dengan baik



Gambar 13 Akuisisi Tegangan Sistem

Adapaun parameter-parameter tersebut adalah:

1. Arus per fasa
2. Tegangan per fasa
3. Tegangan antar fasa
4. Daya Aktif, Daya Reaktif dan Daya Semu total dan tiap fasa
5. THD arus dan tegangan total dan tiap fasa
6. Energi listrik: kWah, kVAR, kVA total dan tiap fasa
7. Faktor daya total dan factor daya tiap fasa



Gambar 14 Akuisisi arus.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil yang diperoleh maka penulis menyimpulkan bahwa sistem akuisisi data besaran listrik yang dihasilkan dapat

membantu pengelola gedung komersial untuk memperoleh informasi berguna dalam memantau penggunaan energi listrik.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Marlina, Endi. 2008. *Panduan Perancangan Bangunan Komersial*. Yogyakarta: Andi Publisher.
- [2] *Measurement Computing Corporation*. 2012. *Data Acquisition Handbook 3rd edition*. USA.
- [3] Tangdililing, Ferdianto, Bara'langi, Stefany Y. 2014. *Implementasi Protokol Modbus TCP pada Sistem Monitoring Besaran Listrik Menggunakan LabView dan Power Meter Schneider PM 810*. *Jurnal Ilmiah Tematika* Vol 2 No.2 Tahun 2014: 33-39.
- [4] Panjaitan, Bonar. 1999. *Teknologi Pengendalian Tenaga Listrik Berbasis SCADA*. Indonesia: Prenhallindo
- [5] Chen, Han, et al. 2009. *The Design and Implementation of a Smart Building Control System*, IEEE International Conference on e-Business Engineering
- [6] IEEE Power Engineering Society "IEEE Standard for SCADA and Automation Systems" Approved 5 December 2007
- [7] Yuvraj Argawal, Bharatan Balaji, 2010. *Occupancy-Driven Energy Management for Smart Building Automation*. Zurich Switzerland: BuildSys
- [8] Anonim. 2014. Data Modbus [Online]. Available at WWW.Modbus.org [Akses pada Desember 2014]
- [9] Anonim. 2014. LabView Datalogging and Supervisory Control Module Developer's Manual [Online]. Available at www.NI.com [Akses pada Desember 2014].