

ETL DATA WAREHOUSE PADA SISTEM MONITORING BESARAN LISTRIK MENGGUNAKAN PROTOKOL MODBUS TCP

Ferdianto Tangdililing¹⁾, Stefany Yunita Bara'langi²⁾

¹⁾Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Makassar

Alamat e-mail: ferdi82@rocketmail.com

²⁾Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi Universitas Atma Jaya Makassar

Alamat e-mail: fbaralangi@gmail.com

ABSTRACT

This research aims design ETL in data warehouse as a storage of data logging. The source of data warehouse can be diverse both in terms of data storage structure, platform, device and user interface so-called syntactic heterogeneity. Modelling data in this research using a snowflake schema because the data involved is already 3rd Normal Form. This application is powered by software applications built using LabView tools and sensors Schneider 810 power meter will read the input data. The results obtained in this research are ETL can build a data warehouse for the storage of data logging despite syntactic heterogeneity.

Keywords: data warehouse, ETL, Modbus TCP, electrical monitoring, Schneider 810 PM

1. PENDAHULUAN

Data warehouse merupakan teknologi basis data yang dapat mendukung integrasi data dari sumber data yang berbeda dan struktur basis data yang berbeda pula [1]. Kondisi struktur data dan sumber data yang berbeda-beda ini disebut dengan basis data heterogen (*syntactic heterogeneity*). Kemampuan data warehouse inilah yang tidak terdapat basis data sistem informasi biasa. Selain itu kemampuan data warehouse untuk melakukan OLAP dimana data yang tersimpan bersifat *history* sehingga dapat menyimpan data yang berukuran besar.

Dalam membangun data warehouse diperlukan tahapan *Extract, Transform and Load* (ETL). Tahapan ini merupakan langkah awal karena sumber data, platform, spesifikasi perangkat dan antarmuka pengguna sumber dapat berbeda-beda. *Extract* adalah tahap mengambil data dari sumber. *Transform* adalah tahap transformasi pada baris atau kolom tabel sumber. *Load* adalah mengisi data warehouse dengan data yang sudah bersih. Oleh karena sifat data warehouse yang *syntactic heterogeneity* maka kualitas data yang dihasilkan perlu diperhatikan. Kualitas data yang baik adalah akurat, tidak anomali dan integritas data terjamin.

Salah satu pemanfaatan data warehouse adalah akuisisi besaran listrik dari berbagai

sumber. Akuisisi besaran listrik berasal dari tabel arus, tegangan fasa, Modbus dan data real time. Struktur masing-masing tabel berbeda. Komunikasi perangkat yang digunakan juga berbeda baik dari sisi *Remote Terminal Unit* (RTU) dan *Master Terminal Unit* (MTU). Pada penelitian Tangdililing Bara'langi [2] dihasilkan aplikasi data logging yang dapat menampung penggunaan data besaran listrik pada gedung komersil. Aplikasi data logging digunakan di masa depan sebagai referensi analisa. Profil pemakaian energi listrik pada suatu gedung dapat dimonitor dan disimpan selama jangka waktu yang panjang. Data tersebut dapat digunakan untuk memprediksi kebutuhan energi listrik pada gedung tersebut di masa akan datang. Dengan demikian parameter energi listrik disimpan dan dianalisa untuk memprediksi kebutuhan energi listrik.

Aplikasi data logging yang dihasilkan dari penelitian sebelumnya hanya menampung data dari berbagai sumber tanpa mengolah *data history*. *Data history* dapat bermanfaat sebagai monitoring dan analisa *behavior* pemanfaatan listrik pada suatu gedung. Data warehouse sebagai salah satu teknologi yang dapat dimanfaatkan untuk mengolah *data history* memerlukan implementasi ETL. Berdasarkan kekurangan yang terdapat dalam penelitian tersebut maka dalam penelitian ini diimplementasikan ETL dalam aplikasi data logging.

1.1. Rumusan Penelitian

Berdasarkan permasalahan yang telah dipaparkan maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana integrasi data akuisisi besaran listrik.

1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang ingin dicapai adalah: merancang bangun proses ETL agar dapat menghasilkan integrasi data akuisisi besaran listrik.

1.3. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Membantu pengelola gedung untuk memperoleh *data history* tentang pemakaian energi listrik pada gedung.
2. Membantu pengelola gedung dalam mengambil keputusan-keputusan yang terkait dengan efisiensi penggunaan energi listrik.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Pustaka

Penelitian sebelumnya yang memiliki kajian relevan dengan penelitian ini adalah:

1. Pada penelitian Tangdililing, Baralangi [3] yang berjudul Implementasi Protokol Modbus TCP Pada Sistem Monitoring Besaran Listrik Menggunakan Labview dan Power Meter Schneider 810 dibangun RTU dan MTU sebagai media komunikasi perangkat keras dan lunak. Penelitian ini hanya membaca besaran listrik dari panel utama dan meneruskan ke MTU.
2. Pada penelitian Tangdililing, Baralangi [2] yang berjudul Aplikasi Data Logging Besaran Listrik dengan Protokol Modbus TCP Menggunakan PM 810 Schneider dan Labview 9.0, dibangun aplikasi yang menyimpan besaran listrik dari masing-masing RTU ke MTU tanpa mengelola data history.

Penelitian ini berbeda dengan penelitian yang telah dibahas di atas, dalam hal: pada penelitian ini akan dibangun ETL sehingga data yang diakuisisi dari berbagai sumber dapat diintegrasikan ke dalam data

warehouse. Selain itu peneliti ini akan mengelola data history yang diperoleh untuk kepentingan analisa.

Adapun teori yang digunakan sebagai dasar penelitian adalah:

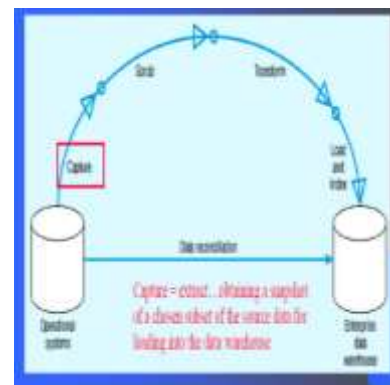
2.2. ETL (Extract, Transform, Load)

Pembersihan data (*data cleaning*) dan teknik integrasi data disediakan untuk menjamin konsistensi struktur data. Pembersihan data dilakukan untuk menghilangkan *missing value*, *outlier*, *noise*, dan *data redundant*. Data warehouse bukan hanya tempat penyimpanan data tetapi juga sebagai alat bantu untuk mengekstrak (*extract*), merubah (*transform*), dan menerima data (*load*) ke penyimpanan serta mengelola dan menerima metadata.

Ekstrak data sebagai langkah awal pengambilan data dari sumber data terbagi atas ekstrak statis dan ekstrak inkremental. Ekstrak statis adalah ekstrak yang berlangsung hanya satu kali diawal. Ekstrak inkremental adalah ekstrak yang terjadi setelah ekstrak terakhir dilakukan. Ekstrak ini dilakukan dalam jangka waktu tertentu.

Transformasi data dapat dilakukan pada level baris (*select*, *join*, dan agregasi data) dan level kolom (satu kolom dan banyak kolom).

Proses *load* terbagi dua yaitu *refresh* dan *update*. *Refresh* adalah mengisi data secara periodik. *Update* adalah hanya mengisi data yang mengalami perubahan. Berikut ini gambar proses ETL:



Gambar 1 Proses ETL

2.3. Model Dimensional

Model dimensional merupakan pemodelan data khusus untuk data warehouse. Model dimensional memodelkan struktur tabel dari sumber dan struktur tabel

yang didefinisikan untuk data warehouse. Komponen model dimensional adalah:

- a. Tabel fakta
Tabel fakta berisi data faktual dan data kuantitatif. Selain itu, tabel fakta berisi kunci primer dari setiap tabel fakta. Kunci primer tersebut akan menjadi kunci tamu dalam tabel fakta.
- b. Tabel dimensional
Tabel dimensional berisi deskripsi tentang subyek organisasi.
Terdapat tiga skema dalam model dimensional, yaitu:
 - 1) *Star schema* merupakan skema yang digunakan untuk data yang belum dinormalisasi.
 - 2) *Snowflake schema* merupakan skema yang digunakan untuk data yang sudah dinormalisasi.
 - 3) *Fact constellation schema* merupakan skema yang digunakan untuk data yang belum dan sudah dinormalisasi.

2.4. Basis Data Heterogen

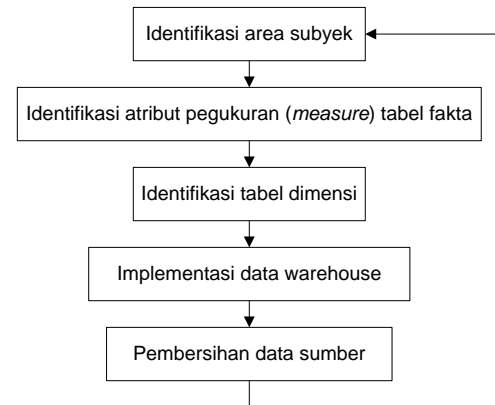
Basis data adalah kumpulan informasi yang disimpan di dalam komputer secara sistematis sehingga dapat diperiksa menggunakan suatu program komputer untuk memperoleh informasi dari basis data tersebut. Basis data dikelompokkan menjadi:

- a. *Syntactic heterogeneity*
Heterogen dalam kelas ini meliputi perangkat keras (bandwidth, CPU, memori), perangkat lunak (sistem operasi, protokol, keamanan), dan antarmuka pengguna (form HTML atau SQL).
- b. *Structural heterogeneity*
Heterogen dalam kelas ini meliputi model data (relasional, XML, data berorientasi obyek), dan skema (atribut, relasi, normalisasi).
- c. *Semantic heterogeneity*
Heterogen dalam kelas ini meliputi penamaan (sinonim, homonim), konflik data (data yang duplikat), dan identitas data.

2.5. Pendekatan Kimball

Pendekatan Kimball merupakan metode perancangan data warehouse yang diawali dengan identifikasi dan perancangan dari tabel dimensi/cabang ke tabel fakta [4]. Pendekatan ini dikenal juga dengan metode bottom-up. Pendekatan Kimball memiliki keunggulan dapat digunakan pada data yang

berdimensi dan cepat menghasilkan prototipe data warehouse. Akan tetapi perlu proses monitoring untuk memastikan konsistensi dimensi dari tabel cabang. Berikut ini adalah tahapan pendekatan Kimball:



Gambar 2 Pendekatan Kimball

2.6. Protokol Modbus TCP

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 [5].

Pesan yang dipertukarkan antara master dan slave disebut *frame*. Ada dua jenis frame Modbus: *Protocol Data Unit (PDU)* dan *Application Data unit (ADU)*.

Pada protokol modbus terdapat empat buah jenis penyimpanan data dengan panjang masing-masing 16 bit [11].

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 3. Penyimpanan Data pada Modbus

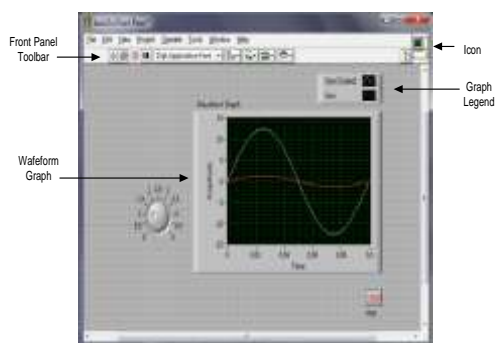
2.7. SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition)

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][7].

2.8. LabVIEW

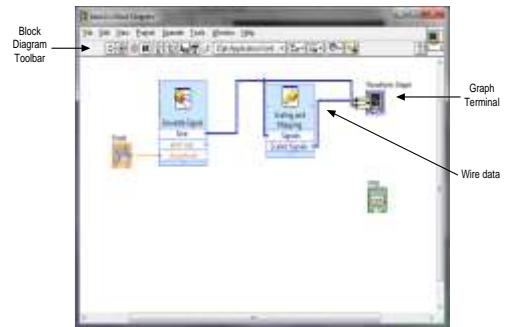
LabVIEW (Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench) adalah *software* yang dikembangkan oleh *National Instrument* pada tahun 1986. Labview merupakan *software* khusus yang dikembangkan dan digunakan untuk pemrosesan dan visualisasi data dalam bidang akuisisi data, kendali dan instrument,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

Lingkungan pemrograman LabVIEW memiliki dua bagian utama yaitu *front panel* dan *block diagram*. Gambar 5 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 sinus tersebut.



Gambar 4 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 5.



Gambar 5 Blok Diagram pada LabVIEW

Pada halaman blok diagram akan menampilkan gambar-gambar fungsi yang dapat digunakan, sedangkan pada blok diagram akan menampilkan gambar-gambar kontrol yang dapat digunakan.

2.9. Power Meter Schneider Tipe PM 810

Power Meter adalah sebuah meteran listrik multifungsi yang dapat berfungsi sebagai instrumentasi digital dan perangkat akuisisi data serta pengontrolan daya. Power Meter PM 810 bisa menggantikan berbagai fungsi relay, transduser dan komponen lainnya serta dilengkapi dengan komunikasi RS485 untuk pengintegrasian ke dalam suatu sistem monitoring dan pengontrolan daya. Power Meter ini dapat digunakan di industri, gedung perkantoran, gedung kampus dan gedung komersial lainnya.



Gambar 6. Power Meter Schneider Tipe PM 810 dan aksesoris.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Proses pengembangan sistem pada penelitian ini menggunakan model waterfall. Alasan pemilihan model ini karena sistem yang ingin dihasilkan harus merinci apa yang dilakukan oleh perangkat lunak sebelum sistem tersebut dikembangkan [6]. Model ini memungkinkan memecah sistem yang besar menjadi beberapa tahapan logis sehingga menghasilkan produk akhir yang siap pakai. Pendekatan ini mampu membuat perangkat lunak yang lebih besar menjadi mudah diatur. Penelitian yang berjudul "ETL Data Warehouse pada Sistem Monitoring Besaran

Listrik menggunakan Protokol Modbus TCP” dilakukan dalam beberapa tahapan yaitu:

1. Mengumpulkan data lapangan yaitu Arus beban puncak, Tegangan, frekuensi dan faktor daya.
2. Melakukan proses pembersihan data
3. Melakukan ekstrak data MTU dan RTU
4. Melakukan proses transformasi data yang telah diekstrak
5. Melakukan proses loading ke data warehouse
6. Merancang model dimensional
7. Menerapkan metode Kimball pada data warehouse
8. Melakukan evaluasi kinerja sistem.

3.1. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mendapatkan dasar teoritis dan juga metode analisis terkini agar diperoleh hasil yang sesuai dengan perkembangan dalam bidang ilmu teknologi informasi dan multimedia. Kegiatan yang dilakukan pada tahapan ini adalah mengumpulkan dan mempelajari artikel, jurnal dan referensi lainnya yang mutakhir berkaitan dengan *Modbus TCP Protocol* [6][7][11], *HMI SCADA* [6][10] dan *DSC LabView* termasuk jurnal penelitian dari IEEE [8][9].

3.2. Pengumpulan Data

Mengumpulkan data yang berkenaan dengan data pendukung dalam proses implementasi aplikasi Modbus TCP pada proses monitoring energi listrik yang akan dibangun. Data yang dikumpulkan mencakup data untuk komunikasi data misalnya jarak panel listrik ke server (laptop) dan ketersediaan infrastruktur jaringan komunikasi lainnya. Pada sisi RTU yaitu power meter dan panel listrik diperlukan informasi konfigurasi peralatan, tata letak peralatan, sensor arus dan sensor tegangan. Khusus sensor arus informasi rasio CT (current transformer) mutlak diperlukan untuk pengaturan pada power meter untuk mendapatkan hasil pengukuran dengan tingkat kesalahan yang rendah.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisa Kebutuhan Sistem

Pada penelitian ini Modul DSC Labview akan mengakuisisi data dari PM810

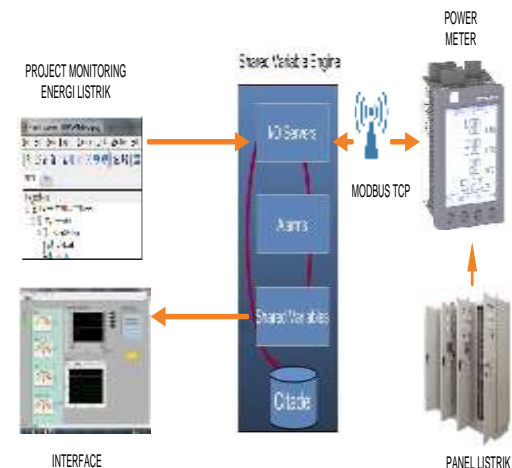
Schneider. Sistem ini akan membantu pengelola gedung atau bagian sarana dan prasarana dalam melakukan monitoring dan evaluasi terhadap penggunaan energi listrik.

Sistem ini akan digunakan dalam aplikasi nyata untuk memonitoring penggunaan energi listrik gedung. PM 810 akan berfungsi sebagai RTU yang akan diakuisisi oleh software LabView sedangkan sebuah komputer akan berfungsi server. Sistem ini akan mengakuisisi data secara real-time dan dapat diakses melalui jaringan wireless. Data dari PM 810 akan diakuisisi oleh komputer server kemudian program aplikasi Labview akan menampilkan pembacaan data secara *real-time*. Aplikasi Labview juga akan menyimpan data pembacaan ke dalam database Citadel.

4.2. Peralatan

Peralatan yang digunakan adalah:

1. Software LabView versi 9.0 dengan
2. Modul DSC Labview
3. Citadel database dari National Instrument
4. Power Meter seri 810 Schneider Electric
5. Ethernet Card Modbus TCP PM 8 ECC Schneider Electric
6. Akses poin



Gambar 7 Arsitektur Sistem

4.3. Identifikasi Tabel Dimensi

Struktur masing-masing tabel dan tampilan antarmuka pengguna berbeda juga berbeda. Data warehouse yang akan dihasilkan dalam penelitian ini tidak mengambil semua atribut dari masing-masing tabel melainkan akan melakukan

filter pada proses ETL bagi atribut yang akan dilanjutkan ke tabel fakta data warehouse. Atribut yang tidak dimasukkan ke tabel fakta tidak berarti dibuang karena penelusuran data tersebut dapat melalui primary key masing-masing tabel dimensi yang menjadi foreign key di tabel fakta. Berikut adalah tabel dimensi yang terlibat dalam penelitian:

Tabel 1. Besaran Listrik

No	Nama	Tipe	Ket
1	Id_Besaran_Listrik	Char	Primary key
2	Arus	Float	Deskriptif
3	Daya_Semu	Float	Deskriptif
4	Arus_Beban_Puncak	Float	Deskriptif
5	Daya_Aktif	Float	Deskriptif
6	Daya_Reaktif	Float	Deskriptif

Tabel 2. Tegangan Fasa

No	Nama	Tipe	Ket
1	Id_Tegangan Fasa	Integer	Primary key
2	Fasa_R	Integer	Deskriptif
3	Fasa_S	Integer	Deskriptif
4	Fasa_T	Integer	Deskriptif
5	Rerata	Integer	Kuantitatif

Tabel 3 Data_RealTime

No	Nama	Tipe	Ket
1	IdData RealTime	Char	Primary key
2	jmlPlot	Integer	Jumlah Plot
3	Jenis_Waktu	DateTime	Jenis waktu

Tabel 4. Data Arus

No	Nama	Tipe	Ket
1	idData_Arus	Char	Primary key
2	Fasa_R	Integer	Fasa R
3	Fasa_S	Integer	Fasa S
4	Fasa_T	Integer	Fasa T

Tabel 5. Data Log

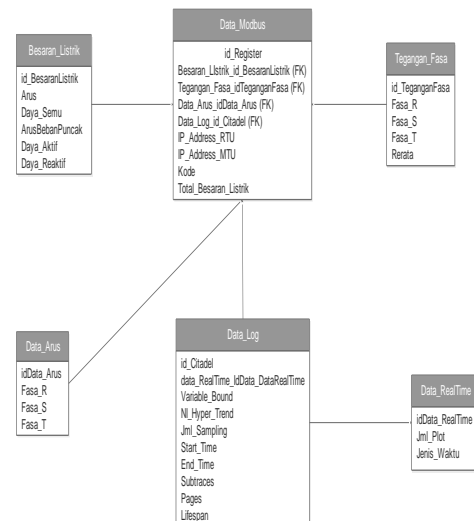
No	Nama	Tipe	Ket
1	Id_Citadel	Char	Primary Key
2	IdData_RealTime	Char	Foreign key
3	Varibel_Bound	Integer	Deskriptif
4	NL_Hyper_Trend	Integer	Deskriptif
5	Jml_Sampling	Integer	Deskriptif
6	Start_Time	Date	Deskriptif
7	End_Time	Date	Deskriptif
8	Subtraces	Integer	Deskriptif
9	Pages	Integer	Deskriptif
10	Lifespan	Integer	Deskriptif

Tabel 1 hingga tabel 5 diperoleh dari aplikasi SCADA dan LABVIEW menggunakan protokol Modbus TCP yang telah dirancang dari penelitian Tangdililing, Baralangi [4]. Struktur masing-masing tabel dan tampilan antarmuka pengguna berbeda juga berbeda. Data warehouse yang akan dihasilkan dalam penelitian ini tidak mengambil semua atribut dari masing-

masing tabel melainkan akan melakukan filter pada proses ETL bagi atribut yang akan dilanjutkan ke tabel fakta data warehouse. Atribut yang tidak dimasukkan ke tabel fakta tidak berarti dibuang karena penelusuran data tersebut dapat melalui primary key masing-masing tabel dimensi yang menjadi foreign key di tabel fakta.

4.4. Pemodelan Data

Pemodelan data dalam penelitian menggunakan model snowflake schema karena struktur data yang dimiliki tabel dimensi sudah dinormalisasi. Tabel dimensi pada penelitian ini sudah dinormalisasi. Tabel dimensi yang sudah dinormalisasi adalah tabel Data_Log sehingga merujuk ke tabel Data_RealTime. Tabel dimensi yang sudah dinormalisasi memudahkan tabel berukuran besar untuk penelusuran data meskipun waktu yang dibutuhkan untuk proses database lama.



Gambar 8 Pemodelan Snowflake

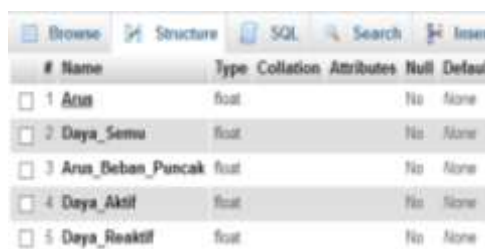
Pada gambar 8 diperlihatkan bahwa semua bentuk kardinalitas yang terjadi dalam aplikasi adalah *one to one relationship*. Tidak ada tabel yang terbentuk seperti pada *many to many relationship*. Pusat dari database adalah data Modbus yang berkomunikasi dengan semua tabel.

Struktur masing-masing tabel dan tampilan antarmuka pengguna berbeda juga berbeda. Data warehouse yang akan dihasilkan dalam penelitian ini tidak mengambil semua atribut dari masing-masing tabel melainkan akan melakukan filter pada proses ETL bagi atribut yang akan

dilanjutkan ke tabel fakta data warehouse. Atribut yang tidak dimasukkan ke tabel fakta tidak berarti dibuang karena penelusuran data tersebut dapat melalui primary key masing-masing tabel dimensi yang menjadi foreign key di tabel fakta.

4.5. Implementasi

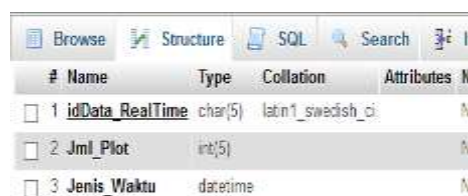
Tampilan antar muka pengguna ditujukan untuk semua pengguna, dalam hal ini bisa dianalogikan misal para *user*, operator atau admin yang ingin melihat informasi besaran listrik yang dimonitor pada sebuah gedung. Proses extract yang terjadi adalah:



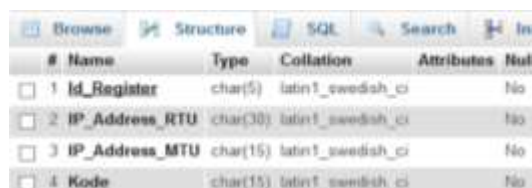
Gambar 9 Proses Extract Transform Besaran Listrik



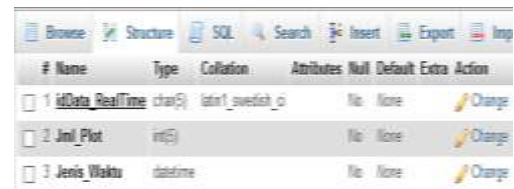
Gambar 10 Proses Extract Transform Data Arus



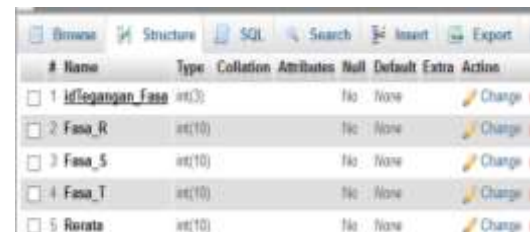
Gambar 11 Proses Extract Transform Data Log



Gambar 12 Proses Extract Transform Data_Modbus

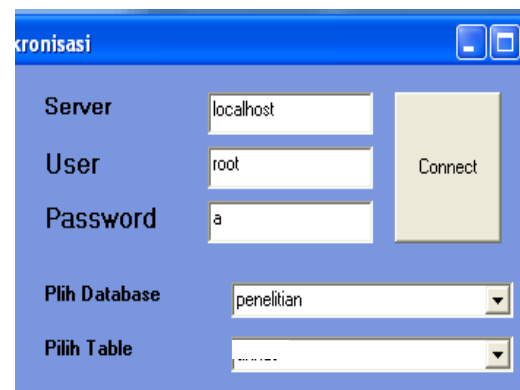


Gambar 13 Proses Extract Transform Data_RealTime



Gambar 14 Proses Extract Transform Tegangan_Fasa

Setelah melakukan proses extract dan transform, peneliti melakukan proses load (mengisi data warehouse). Proses load dilakukan secara otomatis melalui aplikasi sinkronisasi seperti pada gambar 15:



Gambar 15 Aplikasi Sinkronisasi Load

Pada gambar 15 terlihat bahwa pengguna dapat memilih nama database dan tabel yang akan diload ke data warehouse dengan terlebih dahulu memasukkan nama server, user dan password. Setelah itu pengguna klik tombol Connect

Struktur data hasil load data warehouse:

Tabel 6. Data Modbus

No	Nama	Tipe	Ket
1	Id_Register	Char	Primary key
2	Id_Tegangan Fasa	Integer	Foreign key dari tabel Tegangan_Fasa
3	Id_Data_Arus	Integer	Foreign key dari tabel Data_Arus
4	Id_Citadel	Char	Foreign key dari tabel Data_Log

5	IP_Address_RTU	Char	IP RTU
6	IP_Address_MTU	Char	IP MTU
7	Kode	Integer	Kode Protokol Modbus

Data warehouse yang terbentuk selanjutnya diuji sinkronisasinya. Pengujian sinkronisasi dilakukan untuk mengecek bentuk 3rd NF apakah sudah terpenuhi atau belum. Hasil sinkronisasi sukses memenuhi bentuk 3rd NF sehingga peneliti melanjutkan ke tahap selanjutnya konfigurasi database dengan komunikasi protokol.

4.6. Pengujian

Pengujian kinerja sistem dapat dilakukan dengan menguji sistem pada setiap bagian yaitu sensor, protokol Modbus TCP dan antar muka pengguna pada LabView. Indikatornya adalah Labview dapat menampilkan data yang terkirim dari power meter dengan akurat dan jeda waktu dalam batas toleransi. Data awal yang diukur pada saat pengumpulan data menjadi referensi utama dalam menentukan kapasitas dan rasio transformasi dari trafo arus. Protokol Modbus TCP merupakan tujuan utama dari penelitian ini, pengujian dilakukan dalam hal kemampuan *Interoperability* yaitu kemampuan Modbus TCP dalam mengintegrasikan peralatan dari vendor yang berbeda. Dalam hal ini PM 810 buatan Schneider Electric dan Labview buatan National Instrument. Kinerja protokol ini dalam uji dengan melakukan tes komunikasi dari MTU (server) ke RTU (Power Meter)

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa dengan adanya ETL maka data besaran listrik dari berbagai sumber dapat disimpan ke data warehouse guna analisa data history.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Han, Jiawei, Kamber, Micheline. 2001. Data Mining: Concept and Technique. California: Morgan Kaufman
- [2] Tangdililing, Ferdianto. Baralangi, Stefany. 2015. Sistem Akuisisi Data Besaran Listrik Gedung Komersial. Jurnal Ilmiah Tematika. Volume 3 No.2 September 2015: 63-69
- [3] Tangdililing, Ferdianto. Baralangi, Stefany. 2014. Implementasi Protokol Modbus TCP Pada Sistem Monitoring Besaran Listrik Menggunakan LabView dan Power Meter Schneider 810. Jurnal Ilmiah Tematika. Volume 2 No 2: 73-79
- [4] Jeffrey, Hoffer. 2016. Data Mining: Concept and Technique. 12th edition. USA: Prentice Hall.
- [5] Chen, Chou, Paul., Lei, Sastry Duri Hui. 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] Ashraf, Muhammad Noman., Khalid, Syed Annus, et al. 2009. Implementation of Intranet-SCADA using LabVIEW based Data Acquisition and Management. IEEE, International Conference on Computing, Engineering and Information
- [8] Sutan, Sana. 2010. Implementation of Hvac System Through Wireless Sensor Network. IEEE. Second International Conference on Communication Software and Networks.
- [9] Argawal, Yuvraj., Balaji, Bharatan., 2010. Occupancy-Driven Energy Management for Smart Building Automation. BuildSys 2010, Zurich Switzerland
- [10] Simbolon, Zulfan Khairil. 2008. Real Time Monitoring Besaran Listrik untuk Manajemen Energi Gedung Berbasis Web. Tesis Magister. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada
- [11] <http://modbus.org> [Accessed 5 Juli 2015][Online]