



**ANALISA PERANCANGAN KWH METER DIGITAL
4 KAWAT BERBASIS SISTEM SCADA PADA
PELANGGAN TEGANGAN MENENGAH
20 kV DI PT. PLN (PERSERO) APJ
SURABAYA SELATAN**

SKRIPSI

**RIANTA DWIJA MULYANA
NIM : 071910201095**

**PROGRAM STUDI STRATA-1 TEKNIK ELEKTRO
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2011**



**ANALISA PERANCANGAN KWH METER DIGITAL
4 KAWAT BERBASIS SISTEM SCADA PADA
PELANGGAN TEGANGAN MENENGAH
20 kV DI PT. PLN (PERSERO) APJ
SURABAYA SELATAN**

SKRIPSI

**diajukan guna melengkapi skripsi dan memenuhi syarat-syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Elektro (S1)
dan guna mencapai gelar Sarjana Teknik**

**RIANTA DWIJA MULYANA
NIM : 071910201095**

**PROGRAM STUDI STRATA-1 TEKNIK ELEKTRO
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2011**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini aku persembahkan untuk :

1. Allah SWT yang memberiku kesempatan untuk mensyukuri segala pemberian-Nya. Serta dua orang terbaik dalam hidupku, Ayahanda Tarmidi dan Ibunda Pum Atmiarti tercinta, terima kasih atas segala yang telah diberikan untukku. Kasih sayang dan doa kalian telah membuatku bangga dilahirkan di dunia ini. Karena kalian adalah motivasi terbesarku saat kuliah. Semoga aku dapat menjadi anak yang senantiasa berbakti.
2. Saudaraku satu-satunya : Mbak Nurmita Rizky Aziza. Terima kasih atas dorongan semangat yang kau berikan. Maaf jika aku banyak salah.
3. Big Family : Pakdhe Pri, Pakdhe Sugeng, Tante Wuri, Tante Yunam, Tante Beni, Budhe Wiwin, Om Agung, Mas Yopi dan Nenekku di Ngawi. Terima kasih atas bantuan yang telah diberikan kepadaku selama kuliah. Aku tidak akan pernah melupakannya. Semoga aku dapat membalas semua kebaikan ini kelak.
4. Teman-temanku anak Tetro '07 dan teman-temanku di kosan Manggis, terima kasih atas suka cita yang kalian berikan selama aku kuliah di Jember. Semoga kita dapat terus menjaga ikatan almamater ini.
5. Teman-temanku alumnus Semkanisa : Faisal, Memong, Andrik, Bejo, Toni, Ilham, Chulli, Dadang. Aku bangga jadi teman kalian!!
6. Dua murid lesku tersayang : Melissa dan Albert. Kalian bagaikan adikku sendiri. Terima kasih karena telah menjadi murid yang baik selama ini. Berbaktilah kepada orangtua dan jadilah orang yang sukses kelak.
7. Dosen-dosenku : Pak Gozali, Pak Samsul dan Pak Narko, terima kasih atas bimbingannya selama aku skripsi dan terima kasih untuk Pak Azmi selaku dosen pembimbing akademik yang telah banyak memberi arahan dalam penyelesaian skripsi ini, serta memberi banyak ilmu selama perkuliahan.
8. Pembimbingku selama penelitian di PLN : Bapak Budi Prayogo, terima kasih atas ilmu dan bantuan yang diberikan. Semoga saya dapat bekerja di PLN suatu saat nanti dan menjadi pegawai yang rendah hati seperti anda. ☺

MOTTO

*“Berusahalah untuk tidak menjadi manusia yang berhasil,
tapi berusahalah menjadi manusia yang berguna”*
(Albert Einstein)

“Pengetahuan tidaklah cukup, maka kita harus mengamalkannya. Niat tidaklah cukup, maka kita harus melakukannya.”
(Johann Wolfgang von Goethe)

*“Orang Yang Selalu Mendekatkan diri Pada Tuhan,
Tidak Akan Mudah Merasa Hidupnya Tertekan.”*
(Aa Gym)

*“Jalani segala sesuatu dengan mengharap ridho Allah
SWT.”*
(Rianta Dwija Mulyana)

*“Jangan pernah menyerah dgn keadaan yg tidak
memberimu kesempatan untuk mendapatkan apa yg
kamu impikan,
tapi menyerahlah terhadap sifat yg membuatmu
menyerah dengan keadaan”*
(Rianta Dwija Mulyana)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

NAMA : RIANTA DWIJA MULYANA

NIM : 071910201095

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah dengan judul **“Analisa Perancangan KWH Meter Digital 4 Kawat Berbasis Sistem SCADA Pada Pelanggan Tegangan Menengah 20 kV di PT. PLN (Persero) APJ Surabaya Selatan ”** adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan itu tidak benar.

Jember, 24 Februri 2011

Yang menyatakan,

Rianta Dwija Mulyana

NIM 071910201095

SKRIPSI

**ANALISA PERANCANGAN KWH METER DIGITAL
4 KAWAT BERBASIS SISTEM SCADA PADA
PELANGGAN TEGANGAN MENENGAH
20 kV DI PT. PLN (PERSERO) APJ
SURABAYA SELATAN**

Oleh

Rianta Dwija Mulyana

NIM. 071910201095

Pembimbing

Dosen Pembimbing I : H. R. B. Moch. Gozali, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing II : H. Samsul Bachri M., S.T., MMT.

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul : “*Analisa Perancangan KWH Meter Digital 4 Kawat Berbasis Sistem SCADA Pada Pelanggan Tegangan Menengah 20 kV di PT. PLN (Persero) APJ Surabaya Selatan*” telah diuji dan disahkan oleh Jurusan Teknik

Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember pada :

Hari : Kamis

Tanggal : 24 Februari 2011

Tempat : Laboratorium Jaringan Komputer, Jurusan Teknik Elektro,
Fakultas Teknik, Universitas Jember.

Tim Penguji

Pembimbing Utama (Ketua penguji),

Pembimbing Pendamping (Sekretaris),

H. R. B. Moch. Gozali, S.T., M.T.
NIP. 19690608 199903 1 002

Penguji I,

H. Samsul Bachri M., S.T., MMT.
NIP. 19640317 199802 1 001

Penguji II,

Dr. Azmi Saleh, S.T., M.T.
NIP. 19710614 199702 1 001

Suprihadi Prasetyono, S.T., M.T.
NIP. 19700404 199601 1 001

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Teknik,
Universitas Jember

Ir. Widyono Hadi, M.T.
NIP. 19610414 198902 1 001

ABSTRAK

SCADA saat ini merupakan teknologi yang sangat handal untuk diaplikasikan sebagai tele-metering. Perencanaan KWH Meter digital berbasis SCADA pada pelanggan tegangan menengah 20 kV ini dipilih pada PLN APJ Surabaya Selatan, dimana KWH Meter yang banyak digunakan saat ini adalah Landis & Gyr tipe ZMC405C. Namun perangkat tersebut dirasa kurang handal seiring dengan berkembangnya teknologi saat ini.

KWH Meter ZMD405CT menawarkan fitur yang lebih modern, efektif dan efisien untuk dapat digunakan PLN pada masa datang. Perancangan SCADA pada ZMD405CT tidak menggunakan banyak kabel, sehingga efisien dalam hal biaya. Sementara itu, perangkat lunak untuk akuisisi data harus seimbang dengan perangkat KWH meter yang akan digunakan, agar akurasi pengukuran energi listrik pada sisi pelanggan dapat terjamin.

Kata Kunci :

KWH Meter Digital 4 Kawat, SCADA, ZMC405C, ZMD405CT

ABSTRACT

Nowadays, SCADA is a very powerful technology to be applied as a tele-metering. Planning of Digital KWH Meter based on SCADA at 20 kV medium voltage customer is selected in the PLN APJ South Surabaya, in which KWH Meters widely used at present is the Landis & Gyr ZMC405C type. But it is less reliable devices along with the development of technology today.

KWH Meter ZMD405CT offers more modern, effective and efficient features to be used by PLN in the future. The design of SCADA in ZMD405CT doesn't need a lot of cable, so it is efficient in terms of cost. Meanwhile, the software for data acquisition must be balanced with the KWH which will be used, in order electrical energy measurement accuracy on the customer side can be guaranteed.

Keywords :

Digital 4 Wire KWH Meter, SCADA, ZMC405C, ZMD405CT

RINGKASAN

Analisa Perancangan KWH Meter Digital 4 Kawat Berbasis Sistem SCADA Pada Pelanggan Tegangan Menengah 20 kV di PT. PLN (Persero) APJ Surabaya Selatan; Rianta Dwija Mulyana, 071910201095; 2011; Jurusan Teknik Elektro; Fakultas Teknik Universitas Jember.

PLN APJ Surabaya Selatan saat ini menggunakan KWH meter tipe ZMC405C untuk mengukur energi listrik pada pelanggan tegangan menengah 20 kV. KWH meter ini merupakan metering yang dapat mengukur daya aktif dan daya reaktif secara *real-time* pada sistem SCADA. Beberapa fitur yang terdapat pada ZMC405C diantaranya : mempunyai kemampuan menyediakan data secara *real time*, mempunyai kemampuan untuk mendiagnosis *anti tempering* (anti pencurian listrik), dan dapat menampilkan nilai billing antara lain : KWH, KVARH, KW, KVA, ataupun MVA, MWH dan MVRH.

Rangkaian listrik dari KWH meter digital ZMC405C memiliki 4 kawat dimana 3 kawat merupakan phase (L1,L2,L3) dan 1 kawat merupakan netral (N). KWH ini mendapat masukan dari 3 CT (*current trafo*) dan 3 PT (*potential trafo*). Prinsip kerjanya : arus I1, I2, I3 dari CT dan tegangan U1, U2, U3 dari PT masuk ke *measuring system* yang berupa *current sensors* dan *voltage dividers*, kemudian arus dan tegangan akan dikonversikan ke sinyal digital lewat *A/D converter*. Sinyal digital diproses sebagai data hasil pengukuran, hasil pemrosesan sinyal ditampilkan pada *display* maupun disimpan oleh EEPROM untuk dikirim lewat media komunikasi agar data dapat dilihat dari jarak jauh.

Sedangkan dari hasil penelitian, penerapan KWH meter ZMC405C berbasis SCADA dapat disimpulkan sebagai berikut : Daya listrik yang dipakai oleh pelanggan akan dicatat pada EEPROM, lalu data tersebut di-download RTU yang berada pada sisi pelanggan. Kemudian RTU mengirim data via kabel ke RTU Branch dan setelah itu data di forward menuju master station PLN untuk dipantau.

Terdapat 8 sampling pelanggan tegangan menengah di area Surabaya Selatan yang dianalisa. Besar daya kontrak pelanggan-pelanggan tersebut berada diatas 240 kVA. Setelah itu dilakukan perhitungan untuk menentukan besar CT dan faktor kali KWH meter pada masing-masing pelanggan. Faktor kali ini digunakan untuk menentukan beban daya sebenarnya pada pelanggan.

Sementara itu, PLN APJ Surabaya Selatan berencana untuk menggunakan KWH meter ZMD045CT sebagai KWH meter pengganti ZMC405C pada pelanggan tegangan menengah. Hal ini dilakukan untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi kinerja alat ukur energi listrik baik di sisi pelanggan maupun di sisi PLN. Hal utama yang membedakan ZMC405C dengan ZMD405CT adalah adanya unit komunikasi modem internal yang terdapat pada ZMD405CT.

Dengan demikian, desain monitoring data yang akan digunakan yaitu berbasis SCADA dengan unit komunikasi nirkabel/*wireless*. Dari segi ini, PLN akan menghemat pengeluaran karena tidak perlu melakukan instalasi kabel jaringan. KWH meter yang akan digunakan pelanggan akan disisipi sebuah SIM Card jaringan GSM untuk digunakan pada modem internal KWH tersebut. PLN dapat melakukan proses akuisisi data tanpa perlu memikirkan jarak/posisi KWH tersebut dari master station. Karena selama terdapat BTS (tower) dari provider di sekitar situ, maka sejauh apapun jarak pelanggan tidak akan menjadi masalah.

Namun demikian, terdapat beberapa kekurangan jika menggunakan sistem ini. Tidak hanya keamanan data yang harus dijaga, namun juga dalam hal *real time data acquisition* yang belum terjamin kehandalannya. Jika jaringan telekomunikasi dari provider sedang mengalami gangguan/*maintenance*, maka data tidak dapat diakuisisi secara *real time*.

Dari permasalahan tersebut, maka solusi yang dapat diambil oleh PLN yaitu memprogram sistem perangkat lunak untuk mengakuisisi data KWH meter pada waktu yang ditentukan. Dalam hal ini, perangkat lunak hanya akan mengakuisisi data pada pukul 0.00 wib atau tiap jam 12 malam (ketika jaringan telekomunikasi mengalami beban minimum). Dengan demikian, meskipun data tidak dapat diakuisisi secara *real-time*, namun kontinuitas data dan kehandalan sistem dapat terjamin.

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis diberi kemudahan, kesabaran, kekuatan serta hasil yang terbaik dalam menyelesaikan skripsi yang berjudul: “*Analisa Perancangan KWH Meter Digital 4 Kawat Berbasis Sistem SCADA Pada Pelanggan Tegangan Menengah 20 kV di PT. PLN (Persero) APJ Surabaya Selatan*” yang disusun guna memenuhi salah satu syarat menyelesaikan program studi teknik elektro dan mencapai gelar sarjana teknik pada Fakultas Teknik Universitas Jember.

Skripsi ini dapat terselesaikan karena adanya bantuan serta dorongan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ir. Widyono Hadi, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik,
2. Bapak Sumardi, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro yang telah memberi kemudahan bagi penulis hingga skripsi ini dapat selesai tepat waktu;
3. Bapak Dr. Azmi Saleh, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi S1 sekaligus Dosen Penguji I yang telah menguji dengan sabar dan bijak serta memberi banyak masukan kepada penulis agar skripsi ini menjadi lebih bermakna;
4. Bapak H.R.B. Moch. Gozali, S.T., M.T., dan Bapak H. Samsul Bachri M., ST., MMT., selaku Dosen Pembimbing, serta Bapak Widjonarko S.T., M.T., atas bantuan, bimbingan, semangat dan ilmu yang telah banyak beliau berikan. Sehingga skripsi ini dapat menjadi lebih lengkap dan bernilai;
5. Bapak Suprihadi Prasetyono, ST., M.T., selaku Dosen Penguji II yang telah menguji dan memberikan pengarahan dengan sabar;
6. Bapak Budi Prayogo, yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberi bimbingan dan pengarahan selama penulis melaksanakan penelitian di PLN;
7. Seluruh Pegawai dan Karyawan di lingkungan Fakultas Teknik Universitas Jember, terima kasih atas segala bantuan dan kemudahan fasilitasnya;
8. Kedua orang tuaku dan kakakku Mbak Mita, Nenekku di Ngawi dan seluruh keluarga besar di Nganjuk. Terima kasih telah menjadi keluarga terbaik untukku. Semangat ini ada karena motivasi dari kalian;

9. Teman-teman warga kosan manggis, Ardhana, Anjar, Dayat, Anang dan Rendra yang telah menjadi keluarga penulis selama menuntut ilmu di bangku kuliah;
10. Sahabat-sahabatku sekaligus rekan Assdos Lab. Konversi Energi, Andik Hikmawan dan Rengga Elga. Terima Kasih telah menjadi assdos yang kompak bersama penulis serta memberi dukungan motivasi untuk penulis;
11. Kakak angkatan sekaligus mantan assdos Lab. Konversi Energi, mas Alfian. Terima kasih atas bantuan dan arahan selama penulis menyusun skripsi ini;
12. Teman-teman Fakultas Teknik Universitas Jember, khususnya Teknik Elektro angkatan 2007 yang telah memberikan kenangan dan warna tersendiri dalam kehidupan perkuliahan penulis;
13. Teman-teman yang telah hadir di seminar proposal dan seminar hasil skripsi. Terima Kasih atas kehadiran, dukungan dan doanya;
14. Adik-adik angkatan Fakultas Teknik Universitas Jember, terima kasih telah menjadi teman dan penghormatannya kepada penulis selama menjadi Asisten Laboratorium Konversi Energi Listrik;
15. Seluruh pihak yang belum sempat disebutkan diatas yang telah menyalurkan bantuan kepada penulis dalam penulisan skripsi ini baik secara langsung maupun tidak langsung.

Semoga doa, bimbingan, dan semangat yang telah diberikan kepada penulis mendapat balasan dari Allah SWT. Segala kritik dan saran yang bersifat konstruktif akan membantu Penulis dalam setiap langkah menuju arah perbaikan. Akhirnya, penulis mengharapkan karya ilmiah ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Jember, 24 Februari 2011

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBINGAN	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
RINGKASAN	x
PRAKATA	xii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xx

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Dan Manfaat	3
1.4.1 Tujuan	3
1.4.2 Manfaat	3
1.5 Sistematika Pembahasan	3

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 KWH Meter.....	4
2.1.1 Prinsip Kerja KWH Meter	4
2.1.2 Perhitungan Biaya KWH Meter	7
2.2 Proses Kerja KWH Meter Digital Landis & Gyr tipe ZMC405C.....	7

2.2.1 <i>Current Sensor</i> (Pembagi arus).....	7
2.2.2 <i>Voltage Divider</i> (Pembagi tegangan).....	9
2.2.3 Analog to Digital Converter.....	9
2.2.4 Signal Processing.....	10
2.2.5 EEPROM Memory.....	13
2.2.6 Billing Data.....	14
2.2.7 Papan display (LCD).....	17
2.3 Daya Listrik Sistem 1 fasa dan 3 fasa.....	17
2.4 Transformator.....	18
2.4.1 Transformator Satu Fasa.....	18
2.4.2 Transformator Tiga Fasa.....	19
2.4.3 Transformator INSTRUMENT.....	21
2.4.4 Transformator Arus.....	21
2.4.5 Transformator Tegangan.....	21
2.5 Konversi Analog ke Digital.....	22
2.6 Sistem SCADA.....	24
 BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Tempat Dan Waktu Penelitian.....	29
3.2 Alat dan Bahan.....	29
3.3 Parameter-parameter Penelitian.....	30
3.4 Diagram Alir Penelitian.....	30
3.5 Analisis penelitian.....	31
 BAB 4 ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Analisa Sistem Operasional KWH Meter Digital dan Penerapannya Pada Pelanggan Tegangan Menengah.....	35
4.1.1 Analisa Pemilihan CT dan Perhitungan Faktor Kali pada KWH Meter Pelanggan Tegangan Menengah.....	37
4.2 Analisa Sistem Kerja SCADA Pada PLN APJ Surabaya Selatan dengan KWH Meter ZMC405C.....	41

4.2.1 Analisa Penerapan Sistem SCADA Untuk Pelanggan Tegangan Menengah dengan KWH Meter ZMC405C	42
4.2.2 Sistem SCADA Untuk Akuisisi Data dan Pengendalian	44
4.3 Analisa Perancangan KWH Meter Digital 4 Kawat Berbasis Sistem SCADA Untuk Pelanggan Tegangan Menengah.....	46
4.3.1 Analisa Penggunaan KWH Meter digital ZMD405CT	47
4.3.1.1 Analisa sistem SCADA menggunakan jalur komunikasi kabel pada KWH meter ZMD405CT	51
4.3.1.2 Analisa sistem SCADA menggunakan metode nirkabel pada KWH meter ZMD405CT	52
4.4 Desain Sistem Monitoring Data pada KWH meter ZMD405CT	54
4.4.2 Hasil Pengujian Sistem Monitoring Data berbasis Desktop	55
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	59
5.2 Saran	60
DAFTAR PUSTAKA	61
LAMPIRAN	62

DAFTAR GAMBAR

2.1	KWH Meter Digital	4
2.2	Sistem Kerja KWH Meter Digital	4
2.3	Skema Hubungan Kumparan Pada KWH Meter	5
2.4	Prinsip Dasar KWH Meter	6
2.5	Hardware Meter Digital ZMC405C.....	7
2.6	Rangkaian <i>Current Sensor</i>	8
2.7	Range Pengukuran	8
2.8	Rangkaian Pembagi Tegangan	9
2.9	Pengolahan menjadi data digital	10
2.10	Pemrosesan Sinyal	11
2.11	Perhitungan Daya Nyata dari harga efektif U dan I	12
2.12	Pengukuran Power Factor	12
2.13	Energy Register	13
2.14	Delapan Harga Pengukuran	13
2.15	Proses Penampilan Display.....	14
2.16	Slot penyimpanan data pada <i>energy registers</i>	14
2.17	Empat Kuadran Pengukuran.....	15
2.18	LCD Display	17
2.19	Transformator Satu Fasa	18
2.20	Bentuk inti trafo 3 fasa	19
2.21	Hubungan belitan trafo tiga fasa	20
2.22	Beban terhubung Bintang	20
2.23	Beban terhubung Delta	20
2.24	Transformator Arus	21
2.25	Transformator Tegangan	22
2.26	Konverter A/D menggunakan DAC	22
2.27	Logic Diagram Konverter A/D tipe Counter	23
2.28	Rangkaian Pengubah Digital ke Analog.....	23
2.29	Diagram SCADA pada master station.....	25

3.1	Flowchart Penelitian	30
3.2	Single Line Diagram ZMC405C berbasis SCADA.....	32
3.3	Diagram Perancangan KWH meter ZMD405CT Secara Nirkabel.....	33
4.1	Skematik diagram KWH meter digital ZMC405C.....	35
4.2	Skema 4 kawat dan vektor diagram KWH meter	36
4.3	Alur sistem operasional KWH meter digital berbasis SCADA.....	36
4.4	Skema sistem KWH meter digital berbasis SCADA.....	41
4.5	Diagram kerja sistem SCADA PLN	42
4.6	Overview RTU.....	43
4.7	Kabel UTP untuk transfer data dan penampang melintangnya	43
4.8	Arsitektur perangkat-perangkat SCADA pada master station.....	44
4.9	Pemutusan hubungan listrik akibat gangguan metering.....	45
4.10	Skema rangkaian relay.....	45
4.11	Diagram perancangan sistem SCADA pada ZMD405CT.....	46
4.12	KWH meter Landis & Gyr ZMD405CT	47
4.13	Unit komunikasi pada KWH meter ZMD405CT	47
4.14	KWH meter ZMD405CT dengan <i>terminal cover</i> yang dibuka.....	48
4.15	Terminal <i>layout</i> (tampak depan) pada ZMD405CT	49
4.16	Diagram koneksi 3 fasa 4 kawat pada tegangan menengah.....	50
4.17	Kanal data sederhana antara dua terminal	51
4.18	Topologi jaringan komunikasi data menggunakan RS-485.....	52
4.19	Akuisisi data melalui transmisi jaringan telekomunikasi	53
4.20	Skema desain sistem akuisisi data.....	54
4.21	Tampilan awal saat program di- <i>double click</i>	55
4.22	Tampilan validasi saat gagal melakukan <i>dialling number</i>	55
4.23	Program siap dijalankan setelah validasi nomor SIM Card.....	55
4.24	Tool bar yang terdapat di bagian atas.....	56
4.25	Tampilan program saat di- <i>running</i>	56
4.26	Detail akuisisi data yang ditampilkan melalui grafik	57
4.27	Pilihan menu untuk mencetak hasil akuisisi data	58
4.28	Pencetakan <i>Data and Statistic</i>	58

DAFTAR TABEL

2.1	Tabel Pengukuran Daya Aktif	16
2.2	Tabel Pengukuran Daya Reaktif	16
2.3	Tabel Kalkulasi Daya Nyata	17
3.1	Jadwal kegiatan penelitian	29
4.1	Sampling data CT dan PT pelanggan tegangan menengah dengan KWH meter digital berbasis SCADA	40



DAFTAR LAMPIRAN

1. **LAMPIRAN A** : Data-data referensi dari PLN APJ Surabaya Selatan.....
2. **LAMPIRAN B** : Foto-foto Hasil Survei Lapangan.....
3. **LAMPIRAN C** : Data spesifikasi KWH meter digital ZMC405C & ZMD405CT
4. **LAMPIRAN D** : Keterangan pada LCD display KWH meter ZMC405C ..
5. **LAMPIRAN E** : Data Karakteristik Kabel UTP
6. **LAMPIRAN F** : Pengawatan pada sistem 3 phase 4 kawat.....
7. **LAMPIRAN G** : Listing Program Akuisisi Data KWH Meter menggunakan software Borland Delphi 6.0

