

**ANALISA PENGARUH KESALAHAN URUTAN FASA
DARI TEGANGAN DAN ATAU POLARITAS ARUS
TERHADAP PENGUKURAN ENERGI LISTRIK**

TUGAS AKHIR

***Diajukan Sebagai Syarat Dalam Menempuh
Ujian Sidang S1 Program Studi Teknik Tenaga Elektrik
Jurusan Pendidikan Teknik Elektro FPTK-UP***



**Oleh :
Tedi Sutarji
NIM : 06 10 88 9**

**PROGRAM STUDI TEKNIK TENAGA ELEKTRIK
JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS PENDIDIKAN TEKNOLOGI DAN KEJURUAN
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
2008**

LEMBARAN PENGESAHAN

**ANALISA PENGARUH KESALAHAN URUTAN FASA
DARI TEGANGAN DAN ATAU POLARITAS ARUS
TERHADAP PENGUKURAN ENERGI LISTRIK**

TUGAS AKHIR

Menyetujui,

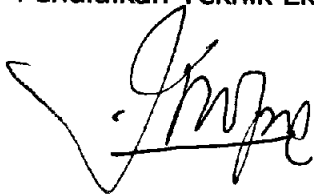
Pembimbing Tugas Akhir



Ir. Soenaryo. S

Mengetahui,

Ketua Jurusan
Pendidikan Teknik Elektro



Drs. Tasma Sucita, ST, MT
NIP. 131 930 255

Ketua Program Studi
Teknik Tenaga Elektrik



Wasimudin Surya S, ST, MT
NIP. 132 163 105

ABSTRAK

Meter kWh merupakan satu-satunya alat yang dipergunakan sebagai sarana transaksi jual beli energi listrik oleh PT. PLN (Persero) dengan pelanggan / pengguna tenaga listrik.

Kesalahan pengawatan pada sistim pengukuran energi listrik baik disengaja maupun tidak disengaja akan dapat merugikan disatu pihak dan menguntungkan dipihak lainnya.

Dalam penulisan tugas akhir ini dibahas seberapa besarnya penyimpangan kesalahan pengukuran energi listrik pada sistim pengukuran tidak langsung sebagai akibat kesalahan urutan fasa dari tegangan dan atau polaritas arus. Melalui manipulasi berbagai bentuk kesalahan pengawatan pada meter kWh mengakibatkan adanya besaran energi listrik yang tidak terukur dari semestinya, sehingga akan merugikan pihak pengusaha dalam hal ini PT. PLN (Persero).

Dari sekian banyak bentuk kesalahan urutan fasa dari tegangan dan atau polaritas arus pada pengawatan sistim pengukuran energi listrik, penyimpangan kesalahan terkecil adalah 33,12 % untuk beban lagging maupun leading. Sedangkan penyimpangan kesalahan terbesar bisa mencapai 215,37 %.

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmaanirrahim

Puji syukur penulis ucapka kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan keistiqomahan kepada penulis untuk dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul “*Analisis Pengaruh Kesalahan Urutan Fasa Dari Tegangan Dan Atau Polaritas Arus Terhadap Pengukuran Energi Listrik*”

Pembuatan tugas akhir ini bertujuan untuk memenuhi salah satu syarat dalam penyelesaian studi sehingga dapat menempuh ujian program Strata I di jurusan Pendidikan Teknik Tenaga Elektrik Jurusan Pendidikan Teknik Elektro Fakultas Pendidikan Tenologi dan Kejuruan Universitas Pendidikan Indonesia.

Terwujudnya Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan dan dorongan semua pihak baik bantuan moril maupun materil yang tidak ternilai harganya, karena itu dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang tulus kepada :

1. Bapak **Drs. Tasma Sucita, ST, MT** selaku Ketua Jurusan Teknik Tenaga Elektrik FPTK Universitas Pendidikan Indonesia.
2. Bapak **Wasimudin Surya S, ST, MT** Selaku Ketua Program S-I Teknik Tenaga Elektrik FPTK Universitas Pendidikan Indonesia.
3. Bapak **Ir. Soenaryo. S** Selaku Pembimbing yang telah memberikan arahan dan bimbingan kepada penulis dalam penyelesaian tugas akhir ini.

4. Seluruh Dosen dan Staf Karyawan Jurusan Pendidikan Teknik Elektro FPTK Universitas Pendidikan Indonesia.
5. Dan semua pihak yang telah membantu penyelesaian proyek akhir ini yang tak dapat disebutkan satu persatu.

Semoga segala amal baik yang telah diberikan dapat diterima di sisi Allah SWT dan mendapatkan balasan dengan pahala yang berlipat ganda.

Penulis menyadari bahwa dalam Tugas Akhir ini banyak terdapat kekurangan dan kesalahan, yang hanya semata-mata kesalahan penulis, bagai sebuah pribahasa yang mengatakan *Tak ada gading yang tak retak*, karenanya penulis mohon maaf atas segala kekurangan yang ada pada laporan ini, saran dan kritik yang membangun sangat penulis nantikan. Harapan penulis semoga tulisan ini dapat bermanfaat. Amin.

Alhamdulillahirabbil'alamiin

Bandung, Maret 2008

Penulis



DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Pembatasan Masalah	2
1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian	3
1.4 Metoda Penelitian	3
1.5 Sistematika Pembahasan	4
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Umum	6
2.2 Meter kWh	6
2.2.1 Prinsip dasar / kerja meter kWh	6
2.2.2 Jenis meter kWh berdasarkan jumlah fasa	9
2.2.3 Meter kWh khusus	11

2.2.4	Persyaratan listrik	12
2.2.4.1	Arus dasar standard dan arus maksimum	12
2.2.4.2	Tegangan standar	13
2.2.5	Konstanta meter kWh atau faktor perkalian	13
2.3	Transformator pengukuran	14
2.3.1	Prinsip kerja transformator	15
2.3.2	Transformator arus	18
2.3.3	Transformator tegangan	19

BAB III PENGUKURAN

3.1	Sistim Fasa Banyak	21
3.1.1	Umum	21
3.1.2	Sistim tiga fasa	24
3.2	Daya Listrik dalam Sistim Tiga Fasa	26
3.3	Pengukur Daya Listrik pada Sistim Tiga Fasa	28
3.3.1	Pengukur Daya Satu Fasa	29
3.3.2	Pengukur Daya Tiga Fasa	30
3.4	Pengawatan Meter kWh	37
3.5	Energi Listrik Terukur Dengan Pengawatan Yang Benar	41
3.5.1	Beban Tiga Fasa Seimbang	41
3.5.2	Beban Tiga Fasa Tidak Seimbang	42
3.6	Energi Listrik Terukur Akibat Kesalahan Pengawatan	43

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Kumparan Tegangan Tersambung Salah dan Kumparan Arus Tersambung Benar	45
4.1.1 Kumparan Tegangan Mendapat Tegangan dengan Urutan Fasa RTSN, Kumparan Aus mendapat Arus Dengan Urutan Fasa dan Polaritas yang Benar	45
4.1.2 Kumparan Tegangan Mendapat Tegangan dengan Urutan Fasa STRN, Kumparan Arus Mendapat Arus Dengan Urutan Fasa dan Polaritas yang Benar	50
4.1.3 Kumparan Tegangan Mendapat Tegangan dengan Urutan Fasa TRSN, Kumparan Arus Mendapat Arus Dengan Urutan Fasa dan Polaritas yang Benar	56
4.1.4 Kumparan Tegangan Tersambung Benar dan Kumparan Arus Tersambung Salah	61
4.1.4.1 Kumparan Tegangan Mendapat Tegangan dengan Urutan Fasa RSTN, Kumparan Arus Mendapat Arus Dengan Urutan Fasa yang Benar tetapi Polaritas Arus Fasa R Terbalik	61

4.1.4.2	Kumparan Tegangan Mendapat Tegangan dengan Urutan Fasa RSTN, Kumparan Arus Mendapat Arus Dengan Urutan Fasa yang Benar tetapi Polaritas Arus Fasa R dan S Terbalik	65
4.1.4.3	Kumparan Tegangan Mendapat Tegangan dengan Urutan Fasa RSTN, Kumparan Arus Mendapat Arus Dengan Urutan Fasa yang Benar tetapi Polaritas Arus Ketiga Fasanya Terbalik	69
4.1.4.4	Kumparan Tegangan Mendapat Tegangan dengan Urutan Fasa RSTN, Kumparan Arus Mendapat Arus Dengan Urutan Fasa RTS dan Polaritas Arus Fasa S dan T Terbalik	71
4.1.4.5	Kumparan Tegangan Mendapat Tegangan dengan Urutan Fasa RSTN, Kumparan Arus Mendapat Arus Dengan Urutan Fasa STR dan Polaritas Arus Ketiga Fasa Terbalik	75
4.2	Penyimpangan Kesalahan Secara Umum	79
4.2.1	Penyimpangan Kesalahan Pada Meter kWh dengan Kumparan Tegangan Tersambung RTSN	80
4.2.2	Penyimpangan Kesalahan Pada Meter kWh dengan Kumparan Tegangan Tersambung STRN	81

4.2.3	Penyimpangan Kesalahan Meter kWh dengan Kumparan Tegangan Tersambung TRSN	81
4.2.4	Penyimpangan Kesalahan Meter kWh dengan Polaritas Arus Fasa R Terbalik	82
4.2.5	Penyimpangan Kesalahan Meter kWh dengan Kumparan Arus Tersambung Fasa R dan S Terbalik Polaritasnya	82
4.2.6	Penyimpangan Kesalahan Meter kWh dengan Kumparan Arus Tersambung Pada Polaritas Ketiga Fasanya Terbalik	83
4.2.7	Penyimpangan Kesalahan Meter kWh dengan Kumparan Arus Tersambung RTS dan Polaritas Arus Fasa S dan T Terbalik	83
4.2.8	Penyimpangan Kesalahan Meter kWh dengan Kumparan Kumparan Arus Tersambung STR dan Polaritas Arus Fasanya Terbalik	84

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	86
5.2 Saran	87
DAFTAR PUSTAKA	89
LAMPIRAN	90



DAFTAR GAMBAR

- Gambar 2.1. Prinsip suatu meter penunjuk energi elektrik Arus BB (Jenis Induksi)
- Gambar 2.2. Arus-arus Eddy pada suatu piringan
- Gambar 2.3. Meter kWh 1 Fasa 2 kawat
- Gambar 2.4. Meter kWh 3 Fasa 4 Kawat
- Gambar 2.5. Meter kWh 3 Fasa 3 Kawat
- Gambar 2.6. Prinsip suatu Transformator
- Gambar 2.7. Rangkaian Trafo Arus
- Gambar 2.8. Rangkaian Trafo Tegangan
- Gambar 3.1. Diagram Fasa Tunggal
- Gambar 3.2. Rangkaian Fasa Tunggal
- Gambar 3.3. Rangkaian Sistem Satu Fasa dan Phasor harga Efektif
- Gambar 3.4. Rangkaian 3 buah Fasa tunggal dan diagram phasornya
- Gambar 3.5. Hubungan Bintang
- Gambar 3.6. Hubungan segitiga
- Gambar 3.7. Hubungan V, I dan Z
- Gambar 3.8. Blok diagram kumparan wattmeter
- Gambar 3.9. Rangkaian pengukuran daya 1 Fasa
- Gambar 3.10. Rangkaian pengganti pengukuran daya 1 fasa
- Gambar 3.11. Pengukuran daya 3 fasa hubungan Y

Gambar 3.12. Pengukuran daya 3 fasa pada hubungan

Gambar 3.13. Pengukuran daya 3 dengan netral mengambang

Gambar 3.14. Rangkaian sebuah watt meter

Gambar 3.15. Diagram phasor V & I

Gambar 3.16. Pengukuran daya 3 dengan 2 wattmeter

Gambar 3.17. Meter kWh fasa tiga empat kawat dengan trafo arus

Gambar 3.18. Diagram Vektor dengan urutan fasa tegangan dan Polaritas arus yang benar

Gambar 4.1. Kumparan Tegangan tersambung RTSN

Gambar 4.2. Diagram vector bila kumparan tegangan tersambung RTSN

Gambar 4.3. Diagram vector bila kumparan tegangan tersambung RTSN dan beban seimbang leading

Gambar 4.4. Pengawatan dengan kumparan tegangan tersambung dengan urutan fasa STRN

Gambar 4.5. Diagram vector pengawatan dengan kumparan tegangan tersambung STRN

Gambar 4.6. Diagram vector bila kumparan tegangan tersambung STRN beban seimbang leading

Gambar 4.7. Pengawatan dengan kumparan tegangan tersambung dengan urutan fasa TRSN

Gambar 4.8. Diagram vector dengan kumparan tegangan tersambung TRSN, beban seimbang lagging

- Gambar 4.9. Diagram vector bila kumparan tegangan tersambung TRSN dengan beban seimbang leading
- Gambar 4.10. Pengawatan dengan polaritas arus fasa R terbalik
- Gambar 4.11. Diagram vector meter kWh dengan polaritas arus fasa R terbalik, beban seimbang lagging
- Gambar 4.12. Diagram vector bila polaritas arus fasa R terbalik dan beban seimbang leading
- Gambar 4.13. Pengawatan dengan polaritas arus fasa R dan S terbalik
- Gambar 4.14. Diagram vector pengawatan dengan polaritas arus fasa R dan S terbalik, beban seimbang lagging
- Gambar 4.15. Diagram vector pengawatan dengan polaritas arus fasa R dan S terbalik, beban seimbang leading
- Gambar 4.16. Pengawatan dengan polaritas arus ketiga fasanya terbalik
- Gambar 4.17. Diagram vector pengawatan dengan polaritas arus ketiga fasanya terbalik, beban lagging
- Gambar 4.18. Rangkaian pengawatan dengan polaritas arus fasa S dan T terbalik
- Gambar 4.19. Diagram vector untuk pengawatan dengan polaritas arus fasa S dan T terbalik pada beban lagging
- Gambar 4.20. Diagram vector untuk pengawatan dengan polaritas arus S dan T terbalik, urutan fasa RTS pada beban leading

- Gambar 4.21. Rangkaian untuk pengawatan dengan kumparan arus tersambung pada urutan fas STR yang polaritasnya terbalik untuk ketiga fasanya
- Gambar 4.22. Diagram vector dari pengawatan dengan kumparan arus tersambung pada urutan STR yang polaritas untuk ketiga fasanya terbalik pada beban lagging
- Gambar 4.23. Diagram vector dari pengawatan dengan kumparan arus tersambung STR (ketiga fasanya terbalik polaritas) pada beban leading

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Arus Dasar Standard an Arus Maksimum

Tabel 2.2. Tegangan Acuan Standar

Tabel 5.1 Daftar Prosentase Energi Elektrik Yang Tidak Terukur



DAFTAR PUSTAKA

- Berahim, Hamzah, Ir. "Pengantar Teknik Tenaga Listrik", Yogyakarta : Andi,
1991
- Cooper, William D, " Instrumentasi Elektronika dan Teknik Pengukuran".
Edisi ke-2, Jakarta, Erlangga, 1994.
- PPMK, "Pengukuran Pembatasan dan Perlengkapannya", Jakarta : Perum
PLN SPLN 55 : 1984.
- PPMK, "kWh Meter Arus Bolak-Balik Kelas 0,5 ; 1 dan 2 Bagian 1
;Pasangan Dalam", Jakarta : Perum PLN SPLN 57 : 1991.
- PPMK, "Transformator Arus", Jakarta : Perum PLN SPLN 76 : 1987.
- PPMK, "Transformator Tegangan", Jakarta : Perum PLN SPLN 77 : 1987.
- Sapiie, Soedjana, DR dan Nishino, Osamu, DR. "Pengukuran dan Alat-alat
ukur listrik", Jakarta : PT. Pradnya Paramita, 1979.
- Sutrisno, "Elektronika Teori dan Penerapannya", Bandung : ITB, 1986
- Theraja, B>L, "A Text Book Of Electrical Technoligy", New Delhi : Nirja
Construction and development Co (P) Ltd, 1980.
- Zuhal,"Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronuka Daya", Jakarta : PT.
Gramedia Utama, 1995.