

ANALISIS RUGI DAYA TRANSFORMATOR 100 kVA GARDU RUFUI PANTAI DI PT.PLN (PERSERO) WILAYAH PAPUA DAN PAPUA BARAT AREA SORONG

Ir. Johannes Ohoiwutun, MT
Jurusan Teknik Elektro
Politeknik Katolik Saint Paul Sorong
johnhoiwutun@gmail.com

ABSTRAK

Analisa rugi daya transformator 100 kVA Gardu Rufeui Pantai di PT.PLN (Persero) Area Sorong PLN adalah salah satu BUMN yang mengelola ketenagalistrikan nasional yang senantiasa dituntut untuk meningkatkan pelayanan kepada masyarakat agar listrik dapat tersalur dengan baik dan secara kontinuitas berkesinambungan. Dalam operasi dan pemeliharaan distribusi merupakan pekerjaan yang pokok dan penting agar usia, manfaat suatu peralatan dan bahan dapat di perpanjang dan digunakan sebagaimana mestinya, salah satunya dengan meminimalisir rugi daya yang terjadi pada transformator sehingga diperoleh pendistribusian tegangan ke pelanggan yang maksimal. Dengan melakukan analisis dan membandingkan energi yang disalurkan dan yang terpakai di pelanggan dapat diketahui rugi daya pada suatu transformator.

Kata Kunci : Gardu, Transformator

PENDAHULUAN

Latar belakang

Transformator adalah suatu peralatan listrik yang termasuk dalam klasifikasi mesin listrik statis dan berfungsi untuk menyalurkan tenaga / daya listrik dari tegangan tinggi ke tegangan rendah atau sebaliknya, dengan frekuensi yang sama.

Pada bidang industri, transformator di gunakan sebagai penaikan tegangan (transformator step-up) dan digunakan sebagai penurun tegangan (transformator step-down). Transformator tersebut biasanya dihubungkan ke beban-beban. Pada transformator keadaan beban, daya yang keluar dari transformator (daya output transformator) tidak pernah 100 %. Karena terdapat rugi-rugi pada saat penyaluran ke beban, baik rugi yang disebabkan arus mengalir pada kawat tembaga, rugi yang disebabkan fluks bolak-balik yang mengakibatkan daya yang keluar (daya output) dan transformator ke beban tidak sama dengan daya

yang masuk (daya input) dari transformator ke beban tidak sama dengan daya yang masuk (daya input) ke transformator.

Untuk itu perlu dilakukan perhitungan efisiensi transformator untuk mengetahui rugi tembaga pada trafo pada saat pembebanan. Oleh sebab itulah pada penelitian ini penulis mengambil judul analisis transformator 100 kVA gardu Rufeui pantai. Alasan mengapa transformator 100 kVA gardu Rufeui pantai yang dipilih dari beban transformator tersebut yang tidak seimbang mengakibatkan terjadi rugi-rugi daya transformator tersebut. Berdasarkan hasil pengukuran gardu Rufeui pantai yang dilakukan pada waktu beban puncak pada waktu siang pada jam 08:00-12:00 dan dilakukan pengukuran di waktu malam hari pada jam 19:00-10:00.

Perumusan Masalah

Dalam penelitian ini penulis membahas bagaimana menganalisis rugi-rugi daya pada transformator 100 kVA di gardu Rufeui Pantai ?

Batasan Masalah

Dengan adanya batas masalah penulis dapat membatasi permasalahan yang di bahas adalah analisis rugi-rugi pada transformator 100 kVA pada gardu Rufeii Pantai meliputi antara lain:

- 1) Mengetahui besarnya rugi tembaga pada transformator pada saat berbeban.
- 2) Mengetahui besarnya daya *input* yang di hasilkan oleh transformator.

Tujuan dan Manfaat

Tujuan

Tujuan penulisan penelitian ini adalah menganalisis rugi-rugi daya transformator 100 kVA gardu Rufeii Pantai.

Manfaat

Manfaat dari penyusunan penelitian analisis rugi daya transformator 100 kVA gardu Rufeii Pantai antara lain:

- 1) Sebagai bahan masukan untuk PT.PLN (Persero) Area Sorong mengenai masalah rugi daya pada transformator 100 kVA gardu Rufeii pantai .
- 2) Sebagai ilmu pengetahuan untuk masyarakat yang belum mengerti tentang rugi daya pada transformator.
- 3) Sebagai bahan masukan untuk mahasiswa dan masyarakat awam yang ingin membahas masalah rugi daya pada transformator 100 kVA gardu Rufeii Pantai.

LANDASAN TEORI

TRANSFORMATOR

Transformator adalah alat statis yang digunakan untuk mentransfer energy dari satu rangkaian AC ke rangkaian lain. Transfer energy tersebut kemungkinan menaikkan atau menurunkan tegangan, namun frekuensinya akan sama pada kedua rangkaian. Jika transformasi

terjadi dengan kenaikan tegangan disebut *transformator step-up*, sebaliknya disebut *transformator step-down*. Tanpa transformator, distribusi daya menjadi tidak praktis.

Prinsip kerja transformator didasarkan pada induksi bersama. Induksi bersama terjadi ketika medan magnet di sekitar satu penghantar memotong melintang penghantar yang lain, menginduksikan tegangan di dalamnya.



Gambar 1. Transformator 100 kVA

Jenis dan batas kerja Transformator

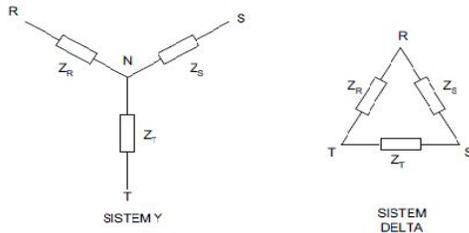
Transformator diklasifikasikan menurut pemakaian.

- *Transformator daya* biasanya menunjuk pada transformator yang lebih besar digunakan untuk merubah level tegangan dan arus untuk memenuhi persyaratan rangkaian. Transformator daya dirancang untuk operasi pada frekuensi lin AC 50 – 60 Hz.
- *Transformator suplai daya* digunakan untuk merubah tegangan lin AC menjadi tegangan lain yang lebih cocok.
- *Transformator distribusi yang didinginkan minyak* digunakan untuk menurunkan tegangan sistem pemakaian menjadi tegangan standar industri.
- *Transformator instrumen* digunakan bersama dengan instrument pengujian dan pengukuran.
- *Transformator tegangan* digunakan untuk menurunka tegangan system pada tegangan kerja dari instrumen.

- *Transformator arus* mensuplai instrumen dengan arus kecil yaitu sebanding dengan arus utama.
- *Ototransformator* digunakan dimana diperlukan kenaikan atau penurunan tegangan kecil. Ototransformator adalah:

Sistem Y Dan Delta

Sistem Y merupakan sistem sambungan pada sistem tiga fasa yang menggunakan empat kawat, yaitu fasa R, S, T dan N. Sistem sambungan tersebut akan menyerupai huruf Y, yang memiliki empat titik sambungan yaitu pada ujung-ujung huruf dan pada titik pertemuan antara tiga garis pembentuk huruf. Sistem Y dapat digambarkan dengan skema berikut.



Sistem hubungan atau sambungan Y, sering juga disebut sebagai hubungan bintang. Sedangkan pada sistem yang lain yang disebut sebagai sistem Delta, hanya menggunakan fasa R, S dan T untuk hubungan dari sumber ke beban, sebagaimana gambar diatas. Tegangan efektif antar fasa umumnya adalah 380 V dan tegangan efektif fasa dengan netral adalah 220 V.

Gardu Distribusi

Merupakan salah satu komponen dari suatu sistem distribusi PLN yang berfungsi untuk menghubungkan jaringan ke Konsumen atau untuk mendistribusikan tenaga listrik pada konsumen atau pelanggan, baik itu pelanggan tegangan menengah maupun pelanggan tegangan rendah.

Pengertian Gardu Distribusi tegangan Listrik yang paling di kenal adalah sebuah bangunan Gardu Listrik.

Yang berisi atau terdiri dari instalasi Perlengkapan Hubung Bagi Tegangan Menengah (PHB-TM) untuk memasok kebutuhan tenaga listrik bagi para pelangga baik dengan tegangan menengah (TM 20 kV) maupun Tegangan rendah (TR 220/380 Volt)



Gambar 2. Gardu Distribusi

Dalam Gardu Distribusi ini biasanya digunakan Transformator distribusi yang berfungsi untuk menurunkan tegangan listrik dari jaringan distribusi tegangan tinggi menjadi tegangan terpakai. Pada jaringan distribusi tegangan rendah (step down transformator) ; misalkan tegangan 20 kV menjadi tegangan 380 volt atau 220 volt. Sedangkan tranformator yang digunakan untuk menaikkan tegangan listrik (step up transformator), hanya digunakan pada pusat pembangkit tenaga listrik agar tegangan yang disistribusikan pada suatu jaringan panjang (long line) tidak mengalami penurunan tegangan (voltage drop) yang berarti yaitu tidak melebihi ketentuan voltage drop yang di perkenankan 5% dari tegangan semula. Dalam Gardu Distribusi ini terdapat macam-macam komponen dan jenis-jenis bagian dari sistem distribusi tegangan listrik, yang tentunya akan saya bahas.

METODOLOGI KEGIATAN DAN PERANCANGAN SISTIM

Perancangan Sistem



Gambar 3. Transformator Distribusi Rufe Pantai 100 kVA

Data pembahasan yang dikumpulkan berdasarkan data-data kuantitatif yang di peroleh dari pengujian transformator melalui alat-alat ukur. Kemudian membandingkan dan menganalisa penyebab terjadinya *rugi-rugi / losse* pada transformator 100 kVA Gardu RUFEL PANTAI.

Metode Analisis

Data pembahasan yang di kumpulkan berupa data-data kuantitatif yang di peroleh dari lapangan melalui penggunaan alat ukur terhadap transformator 100 kVA Rufe Pantai, kemudian membandingkan antara perhitungan secara terori dan praktek, baru dapat di analisis menggunakan beberapa rumus seperti di bawah ini :

Perhitungan Arus Beban Transformator

Daya transformator bila di tinjau dari sisi tegangan tinggi (primer) dapat di rumuskan sebagai berikut:

$$S = \sqrt{3} \cdot V \cdot I$$

Dimana:

S = daya transformator (kVA)

V = tegangan sisi primer transformator (kV)

I = arus jala-jala (Ampere)

Sehingga untuk menghitung arus beban transformator (*Ful load*) dapat menggunakan rumus:

$$IFL = S / \sqrt{3} \cdot V$$

Dimana:

IFL = arus beban penuh (Ampere)

S = daya transformator (kVA)

V = tegangan sisi sekunder transformator (kV)

Losse (Rugi-Rugi)

$$PN = IN \cdot RN$$

Dimana :

PN = *losses* pada penghantar netral trafo (watt)

IN = arus yang mengalir pada netral trafo (Ampere)

RN = tahanan penghantar netral transformator (Ω)

Sedangkan *losses* yang diakibatkan karena arus netral yang mengalir ke tanah (*ground*) dapat dihitung dengan perumusan sebagai berikut:

$$PG = IG \cdot RG$$

Dimana:

PG = *losses* akibat arus netral yang mengalir ke tanah (watt)

IG = arus netral yang mengalir ke tanah (Ampere)

RG = tahanan pembumian netral transformator (Ω)

Penyaluran dan Susut Daya

$$P = 3 \cdot [V] \cdot [I] \cdot \cos \phi$$

Dengan:

P = daya pada ujung kirim

V = tegangan pada ujung kirim

$\cos \phi$ = factor daya

Daya yang sampai ke ujung di terima akan lebih kecil dari P karena terjadi penyusutan dalam saluran.

$$[I_r] = a [I]$$

$$[I_s] = b [I]$$

$$[I_t] = c [I]$$

Dengan Ir, Is, It berturut-turut adalah arus di fasa R, S, dan T.

$$P = (a+b+c) \cdot [V] \cdot [I] \cdot \cos \phi$$

$$a+b+c=3$$

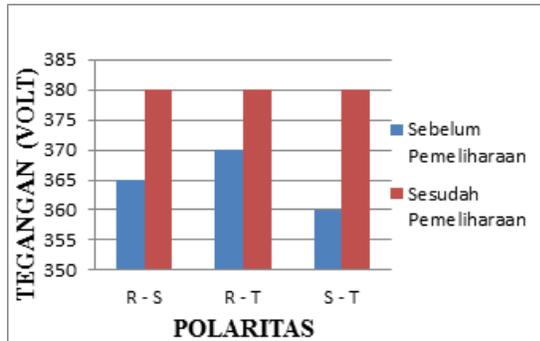
Dimana pada keadaan seimbang $a=b=c=1$

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Jaringan tegangan rendah bermula dari sisi tegangan rendah Pada transformator distribusi, yaitu suatu jaringan distribusi tegangan rendah dengan beberapa jurusan saluran udara tegangan rendah. Untuk memperkecil rugi-rugi energi dalam sistem tenaga listrik yang merupakan kehilangan energi yang tidak dapat dimanfaatkan dengan rumus dasar perhitungan Loses :

$$\text{Loses} = \frac{\text{KWh distribusi} - \text{KWh pakai} \times 100\%}{\text{KWh distribusi}}$$

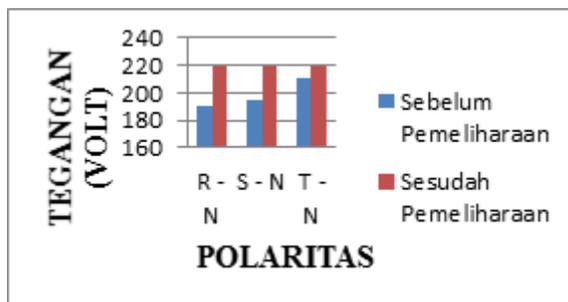
Data Pengukuran



Grafik 4. Pengukuran Tegangan Pangkal U/Line (Phase – Phase)

Tabel 1. Hasil Pengukuran Pangkal U/Line (Phase – Phase)

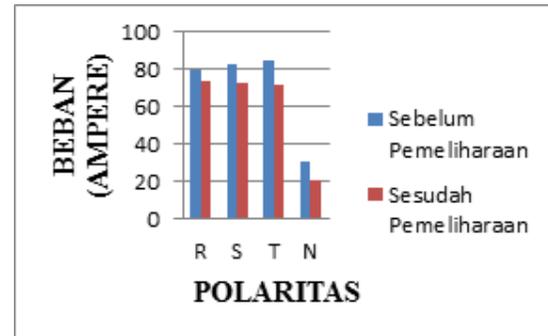
Kegiatan	JAM (WIT)	R -S	R -T	S - T
sebelum Pemeliharaan	19:30	365 V	370 V	360 V
Sesudah pemeliharaan	19:31	380 V	380 V	380 V



Garafik 5. Pengukuran Tegangan Ujung (Phase - Netral)

Tabel 2. Pengukuran Tegangan Ujung (Phase - Netral)

Kegiatan	JAM (WIT)	R -N	S -N	T - N
sebelum Pemeliharaan	19:30	190 V	195 V	210 V
Sesudah pemeliharaan	19:31	220 V	220 V	220 V



Grafik 5. Pengukuran Beban Trafo

Tabel 3. Hasil Pengukuran Beban Trafo

Kegiatan	JAM (WIT)	R	S	T	N
sebelum Pemeliharaan	19:30	80 A	83 A	85 A	31 A
Sesudah pemeliharaan	19:31	74 A	73 A	72 A	21 A

Perhitungan Rugi –Rugi Sebelum Pemeliharaan

Pembacaan KWh meter pada konsumen dan pada KWh Meter pada gardu Rufeii pantai yang dilakukan pada tanggal 24 Oktober sampai 27 Oktober 2016. Untuk mengetahui Perhitungan rugi – rugi energi JTR sebelum pemeliharaan adalah sebagai berikut :

- Jumlah Pembacaan KWh meter Pada 274 = 2041.3 KWh
- Jumlah Pembacaan KWh meter yang dibangkitkan , dalam hal ini KWh meter pada gardu Rufeii Pantai sebelum perbaikan.

Tabel 4. Pembacaan KWh Meter Gardu Rufeii Pantai Sebelum Pemeliharaan

Pembacaan awal	pembacaan akhir	Selisih pembacaan akhir dan awal	Selisih sesungguhnya dengan CT 150 / 5
42,66	122,15	79,49	2384,7
Jumlah			2384,7

Keterangan

Selisih Sesungguhnya didapat dengan mengalikan nilai ratio CT dari selisih pembacaan akhir dan awal dikali dengan ratio dari CT 150 / 5 = 30

Jadi tabel 3.6 jumlah pembacaan KWh meter pada Trafo adalah sebesar 2384,7

C. Rugi – Rugi energi pada saluran adalah selisih total energi yang dibangkitkan dengan total energi yang diterima kurang total energi yang dibangkitkan. Total energi yang dibangkitkan adalah total hasil pembacaan KWh meter pada trafo dan total energi yang diterima adalah total hasil pembacaan KWh meter pada 274 pelanggan. Berdasarkan persamaan (2.12) diatas prosentase rugi – rugi energi pada saluran adalah :

$$\Delta P \text{ KWh} = \frac{KWh \text{ dibangkitkan (1)} - KWh \text{ diterima (1)}}{KWh \text{ dibangkitkan (1)}} \times 100\%$$

$$\Delta P \text{ KWh} = \frac{2384,7 - 2041,3}{2384,7} \times 100$$

$$= \frac{343,4}{2384,7} \times 100$$

$$= 14,40 \%$$

Prosentase rugi – rugi energi pada saluran yang terjadi sebelum perbaikan adalah sebesar 14,40 %. Prosentase rugi – rugi sebesar 14,40 % tersebut diakibatkan oleh beberapa gangguan antara lain : kabel hantaran yang terlalu kecil, jaringan loss kontak pada konektor atau sambungan baik pada tiang, dak standart maupun di terminal blok KWh meter

Perhitungan Rugi –Rugi Sesudah Pemeliharaan

Untuk perhitungan rugi – rugi energi JTR setelah perbaikan adalah sebagai berikut :

A. Jumlah pembacaan KWh meter pada 274 adalah 31211,6 KWh

B. Jumlah pembacaan KWh meter yang dibangkitkan. Dalam hal ini KWh meter Pada gardu Rufeii Pantai setelah perbaikan.

Tabel 5. Pembacaan KWh Meter Gardu Rufeii Pantai Sesudah Pemeliharaan

Pembacaan awal	pembacaan akhir	Selisih pembacaan akhir dan awal	Selisih sesungguhnya dengan CT 150 / 5
279,3	392,9	113,6	3408
Jumlah			3408

Keterangan :

Selisih sesungguhnya didapat dengan mengalikan nilai dari selisih pembacaan akhir dan pembacaan awal.

Jadi dari tabel 3.7 jumlah pembacaan KWh meter pada trafo adalah sebesar 3408

C. Berdasarkan Jumlah Pembacaan presentase rugi – rugi pada saluran setelah perbaikan adalah :

$$\Delta P \text{ KWh} = \frac{KWh \text{ dibangkitkan (1)} - KWh \text{ diterima (1)}}{KWh \text{ dibangkitkan (2)}} \times 100$$

$$\Delta P \text{ KWh (2)} = \frac{3408 - 3121,6 \text{ KWh}}{3408} \times 100$$

$$= \frac{286,4}{3408} \times 100$$

Prosentase rugi – energi pada saluran yang terjadi setelah perbaikan mengalami penurunan yaitu menjadi 8,40%.

Prosentase penekanan rugi – rugi energi dapat diperhitungkan sebagai berikut :

1. Rugi – rugi energi sebelum perbaikan = $\Delta P \text{ KWh (1)}$ = 14,4 %
2. Rugi – rugi energi setelah perbaikan = $\Delta P \text{ KWh (2)}$ = 8,4 %
3. Prosentase penekanan rugi – rugi energi ($\Delta P \text{ KWh}$) dirumuskan sebagai :

$$\Delta P \text{ KWh} = \frac{Rugi \text{ energi sebelum perbaikan} - Rugi \text{ energi setelah perbaikan}}{Rugi - rugi energi sebelum perbaikan} \times 100 \%$$

$$= \frac{14,40 - 8,40}{14,40} \times 100$$

$$= \frac{6}{14,40} \times 100$$

$$= 41,6\%$$

Jadi penekanan rugi – rugi energi setelah perbaikan sebesar 41,6 %

Dari hasil perhitungan sebelum dan sesudah pemeliharaan akan didapat diagram dan tabel sebagai berikut :

1. Tabel 4.2.1 dan grafik 4.1.2 pengukuran tegangan pangkal U/line (phasa-phasa).
2. Tabel 4.2.1 dan grafik 4.2.2 pengukuran tegangan ujung (phase-netral).
3. Tabel 4.2.1 dan grafik 4.2.2 pengukuran beban trafo.

Dari hasil survey tersebut diatas menjadi acuan untuk pelaksanaan pemeliharaan untuk penurunan losis, namun dalam hal ini kami lebih mengutamakan untuk penurunan losies, namun dalam hal ini kami lebih mengutamakan untuk menaikkan tegangan ujung (SUTR) dan perubahan sambungan rumah dari saluran masuk pelayanan (SMP) menjadi saluran masuk pelayanan (SMP) menjadi saluran luar pelayanan (SLP).

Dari sisi perbaikan tegangan hasil tersebut diatas perubahan tegangan pada ujung SUTR 202V berubah menjadi 205V tegangan pangkal (fphase-fphase) dari 365V menjadi 380V dan tegangan naik sebesar 1,48 % pada waktu pukul 19:30 wit. Khusus untuk sambungan rumah dari sambungan SMP dirubah menjadi saluran SLP ditiurunkan ± 5 pelanggan (SMP), tanpa melalui alat ukur (KWh meter). Pentanahan setelah diadakan perbaikan diperoleh rata-rata 23,87 ohm dari hasil sesudah pemeliharaan 14,4% sesudah pemeliharaan 8,4%. Maka didapat hasil penurunan losis 14,4% sesudah pemeliharaan 8,4%. Maka didapat hasil penurunan losses 14,4% - 8,4% = 6%. Adapun standart yang diharapkan oleh perusahaan adalah 8,4% = 6%. Adapun standart yang diharapkan oleh

perusahaan adalah ±10%. Sehingga penurunan tersebut 6% memenuhi target dari perusahaan.

Tabel 6. Hasil Pemeliharaan Untuk Penurunan Rugi-Rugi JTR (Losses)

No	Nama Unit	Gardu	Kap.trafo (KVA)	Panj.Jar dis (JTR) meter	JLH PLG	LOSSES		penurunan	Waktu
						sebelum	sesudah		
1	PT PLN (Pesero) Wilayah Papua & Papua Barat Area Sorong	Rufei Pantai	100	880	274	14,4	8,4	6%	4 hari

Untuk menekan losis maka diupayakan :

- a. Dalam pemasangan maupun penyambungan pada penghantar supaya dilaksanakan sesuai dengan petunjuk pelaksanaan yang telah ditetapkan
- b. Pengisian data raya card agar dilaksanakan secara up to date dan ditangani secara khusus.
- c. Untuk pengadaan material sambungan rumah (SR) supaya memiliki standart kualitas dan mutu yang baik.

PENUTUP

Kesimpulan

Setelah membahas sistem penyaluran dan permasalahannya maka secara garis besar dapat disimpulkan :

1. Penyebab terjadinya susut tegangan dalam penyaluran tenaga listrik dari gardu distribusi ke konsumen antara lain : kabel terlalu kecil, jaringan loss kontak pada konektor atau sambungan, di tiang, dak standart dan terminal blok KWh meter.
2. Untuk mengurangi rugi – rugi pada gardu distribusi Rufei pantai Sorong dilakukan dengan pemeliharaan pada jaringan yaitu dengan mengganti kabel SR (sambungan rumah) sampai ke tiang, mengganti atau mengencangkan konektor pada sambungan dan terminal blok KWh meter.
3. Sebelum pemeliharaan susut tegangan yang terjadi 14,4 %, setelah pemeliharaan, susut

tegangan menjadi 8,4 % sehingga penekanan rugi – rugi 41,6% dan terjadi penurunan sebesar 6% sesuai dengan standar atau target

Saran

1. Agar pemeliharaan dilaksanakan secara berkala sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan
2. Penyediaan alat kerja dan material untuk mendukung tugas pemeliharaan harus lengkap.
3. Pembacaan KWh meter dan pemerataan beban supaya lebih teliti sehingga beban tetap seimbang.

DAFTAR PUSTAKA

BSN (2000). *Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000*. Jakarta: Yayasan PUIL.

Kadir, Abdul (1998). *Transmisi Tenaga Listrik*. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia.

Marsudi, Djiteng (2005). *Pembangkitan Energi Listrik*. Jakarta: Penerbit Erlangga.

NN (2005). *Instalasi Listrik I*. Makassar: Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Ujung Pandang.

PLN (2008). *Prajabatan D3 Pembidangan Bidang Pembangkitan TPL* Bogor: PT. PLN Jasa Diklat Unit Pendidikan dan Pelatihan Bogor.

Zam, Efvy Zamidra (2002). *Mudah Menguasai Elektronika*. Indah Surabaya.

www.  ANSWERS (Internet)