

STUDI PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA DENGAN KAPASITAS 250 WP

Puhrani Burhan ¹⁾, Sunu Hasta Wibowo ²⁾, M. Ali Watoni ³⁾

email: purhaniburhan@poliban.ac.id, sunuhastawibowo@poliban.ac.id,
aliwatoni@poliban.ac.id

^{1,2,3} Pengajar Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Banjarmasin

Ringkasan

Listrik sangat dibutuhkan oleh seluruh lapisan masyarakat, baik masyarakat perkotaan maupun masyarakat tingkat daerah pedesaan bahkan daerah terpencil sekalipun yang belum terjangkau oleh listrik PLN.

Pemerintah maupun pihak swasta telah berupaya agar ketersediaan listrik bagi masyarakat terus terjaga keberlangsungannya, dengan membangun berbagai macam jenis pembangkit tenaga listrik, namun ada satu hal yang paling umum masalah yang dihadapi masyarakat terhadap pelayanan listrik, dimana banyak daerah-daerah terpencil belum terjangkau oleh jaringan listrik karena alasan banyak kendala yang dihadapi, seperti kendala geografis, biaya investasi yang besar serta kepadatan penduduk pedesaan yang harus dipertimbangkan.

Dengan merancang pembangkit listrik tenaga surya berskala kecil (250 wp) ini merupakan salah satu alternative solusi untuk menghadapi masalah yang terjadi ditengah-tengah masyarakat yang berhubungan dengan kebutuhan listrik.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang sebuah pembangkit listrik tenaga surya berkapasitas 250 wp, sehingga nantinya dapat digunakan untuk ketersediaan tenaga listrik pada daerah yang belum terjangkau listrik oleh Perusahaan Listrik Negara (PLN)., adapun tahapan yang dilakukan untuk mencapai tujuan penelitian adalah dimulai dengan tinjauan pustaka, identifikasi masalah, perumusan masalah, pengumpulan data, proses perancangan, hasil dan pembahasan dan kesimpulan. Tingkat kesiapan terapan teknologi (TKT) pada penelitian ini berada pada tingkat skala 5 yaitu: Pembahasan prinsip dasar PLTS, dalam perancangan menggunakan rumusan-rumusan yang relevan, kegiatan menggunakan fasilitas laboratorium serta komponen yang digunakan sudah relevan dengan ketersediaan yang ada pada lingkungan.

Luaran yang ditargetkan serta kontribusi terhadap ilmu pengetahuan dalam kegiatan penelitian ini adalah publikasi ilmiah pada Jurnal Nasional Politeknik Negeri Banjarmasin atau seminar ilmiah Poliban

Kata Kunci : Panel Surya, SCC, Batrei, Inverter

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pada jaman modern sekarang ini hubungan manusia dengan tenaga listrik sangat erat sekali, baik dimasyarakat pada tingkat perkotaan maupun masyarakat tingkat daerah pedesaan bahkan daerah terpencil sekalipun yang belum terjangkau oleh listrik PLN. dimana penggunaan tenaga listrik sudah meluas ditengah-tengah kehidupan masyarakat seperti halnya pada industri, pusat-pusat bisnis (mall-mall, pusat-pusat perbelanjaan), tempat-tempat sosial (tempat ibadah, rumah sakit), dan rumah tinggal.

Agar penyediaan tenaga listrik tetap terjaga untuk menjamin ketersediaan tenaga listrik bagi kebutuhan masyarakat, maka telah dibangun bermacam-macam jenis pembangkit tenaga listrik oleh pemerintah maupun pihak swasta, seperti halnya ; Pembangkit Listrik Tenaga Uap , Pembangkit Listrik Tenaga Gas, Pembangkit Listrik Tenaga Diesel, Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap, Pembangkit Listrik Tenaga Air, Pembangkit Listrik Tenaga Surya dan lain sebagainya. Dengan telah dibangun bermacam-macam jenis pembangkit tersebut di beberapa wilayah, namun ada satu hal yang paling umum masalah yang dihadapi masyarakat terhadap pelayanan listrik, Banyak daerah-daerah terpencil belum terjangkau oleh jaringan listrik PLN karena alasan banyak kendala yang dihadapi, seperti kendala geografis, biaya investasi mahal serta kepadatan penduduk pedesaan yang harus dipertimbangkan.

Karena begitu penting nya untuk ketersediaan tenaga listrik pada daerah yang belum terjangkau listrik oleh Perusahaan Listrik Negara (PLN), maka dengan merancang pembangkit listrik tenaga surya berskala kecil (250 wp) ini diharapkan merupakan salah satu alternatif solusi untuk

menghadapi masalah yang terjadi ditengah-tengah masyarakat yang berhubungan dengan kebutuhan listrik.

Melalui penelitian ini menawarkan alternatif lain dalam penyediaan tenaga listrik, dengan merancang pembangkit listrik tenaga Surya berskala kecil dengan kapasitas daya 250 wp, tegangan bolabali 220 volt dan hanya berlaku untuk sistem satu phase atau untuk beban penerangan.

Alasan memilih Pembangkit Listrik Tenaga Surya pada penelitian ini, bahwa energy matahari sangat mudah didapat karena Indonesia Negara tropis, biaya pembuatan sangat terjangkau bagi masyarakat kebanyakan serta ramah lingkungan, sehingga berpotensi produk dimanfaatkan oleh masyarakat secara luas.

Luaran yang ditargetkan serta kontribusi terhadap ilmu pengetahuan dalam kegiatan penelitian ini adalah publikasi ilmiah pada Jurnal Nasional Politeknik Negeri Banjarmasin atau seminar ilmiah Poliban.

Rumusan Masalah.

Berdasarkan latar belakan diatas, maka rumusan masalah yang akan dicapai adalah bagaimana merancang pembangkit listrik tenaga Surya berkapasitas 250 wp, 220 volt.

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian dengan judul Studi Perancangan sebuah pembangkit listrik tenaga surya berkapasitas 250 wp, tegangan 220 volt ini adalah :

- a. Untuk mengetahui komponen-komponen utama sebuah PLTS dan system kerjanya
 - b. Untuk memahami dasar-dasar dalam perancangan sebuah pembangkit tenaga Surya
- agar nantinya dapat sebagai acuan untuk perancangan PLTS yang berkapasitas lebih besar.

Manfaat Penelitian.

- a. Bahan pembelajaran matakuliah energi baru terbarukan
- b. Dapat diterapkan sebagai sumber listrik cadangan, apabila sumber listrik PLN terjadi pemadaman
- c. Dapat diterapkan untuk ketersediaan tenaga listrik pada daerah yang belum terjangkau listrik oleh Perusahaan Listrik Negara (PLN).

2. KAJIAN PUSTAKA

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

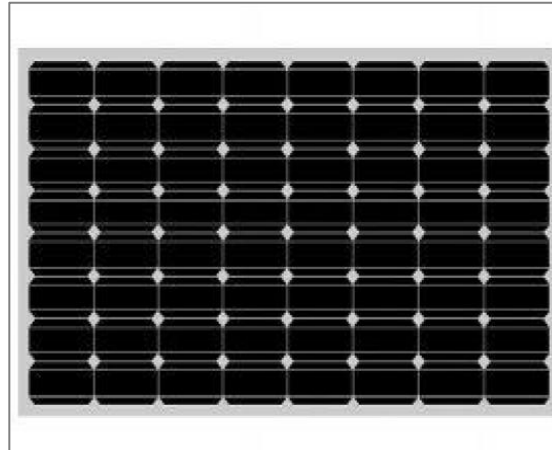
Pembangkit listrik tenaga surya adalah konversi energi dari energi surya atau matahari menjadi energi listrik , secara langsung memakai fotovoltaiik dan secara tidak langsung memakai tenaga surya terkonsentrasi atau kombinasi keduanya. Pembangkit listrik tenaga surya merupakan salah satu aplikasi yang memanfaatkan energi matahari sebagai sumber energi listrik , dengan menggunakan teknologi sel surya (fotovoltaiik) untuk mengkonversi cahaya radiasi matahari menjadi energy listrik. Sel surya yang disusun dalam sebuah rangkaian disebut sebagai sel surya. Kapasitas panel surya yang diukur dalam watt peak , dihasilkan berdasarkan beberapa banyak jumlah sel surya yang dirangkai menjadi sebuah panel surya. Selanjutnya panel surya disusun dan dikoneksikan secara seri dan parallel untuk membangun sebuah pembangkit listrik tenaga surya.

Komponen PLTS

Adapun komponen pembangkit tenaga surya untuk menghasilkan listrik arus bolak-balik adalah sebagai berikut:

a. Panel Surya

Panel surya adalah alat yang terdiri dari sel surya yang mengubah cahaya menjadi listrik. Mereka disebut surya atau Matahari atau "sol" karena Matahari merupakan sumber cahaya terkuat yang dapat dimanfaatkan. Panel surya sering kali disebut sel photovoltaiik, photovoltaiik dapat diartikan sebagai cahaya listrik. Panel surya dapat ditunjukkan pada Gambar 1



Gambar 1 Panel Surya

b. Solar Charge Controller (SCC)

Solar Charge Controller adalah peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah yang diisi ke baterai dan dari baterai ke beban. *Solar charge controller* berfungsi:

- 1) untuk mengatur agar tidak terjadi kelebihan pengisian karena baterai sudah penuh.
- 2) untuk melindungi dan melakukan otomatisasi tegangan pada pengisian baterai agar tegangan tidak melampaui batas yang dapat mengakibatkan sel baterai rusak.
- 3) memproteksi agar tidak terjadi arus balik saat malam hari. Gambar dari pada SCC ditunjukkan pada Gambar 2



Gambar 2. SCC

c. Inverter

Power Inverter atau biasanya disebut dengan *Inverter* adalah suatu rangkaian atau perangkat elektronika yang dapat mengubah arus listrik searah (DC) ke arus listrik bolak-balik (AC) pada tegangan dan frekuensi yang dibutuhkan sesuai dengan perancangan rangkaiannya. Sumber-sumber arus listrik searah atau arus DC yang merupakan *Input* dari *Power Inverter* tersebut dapat berasal dari Baterai, Aki maupun Sel Surya (*Solar Cell*). Penggunaan *inverter* ini akan sangat bermanfaat apabila beban yang terhubung membutuhkan sumber listrik arus bolak-balik (AC), seperti peralatan rumah tangga: Televisi, Kipas Angin, Komputer, Kulkas, Mesin Cuci yang pada umumnya memerlukan sumber listrik arus bolak-balik.

d. Aki

Aki atau *Storage Battery* adalah sebuah sel atau elemen sekunder dan merupakan sumber arus listrik searah yang dapat mengubah energi kimia menjadi energi listrik. Aki merupakan komponen utama PLTS *off-grid* system yang berperan penting sebagai tempat penyimpanan energi listrik yang diperoleh dari panel surya, Aki menghasilkan listrik dalam satuan *Ampere hour* (Ah) dan mempunyai nilai tegangan nominal (12 Volt, 24 Volt, 36 Volt).

Kapasitas baterai dapat dinyatakan dengan persamaan dibawah ini:

$$Ah = \text{Kuat Arus (Ampere)} \times \text{Waktu (Hours)}$$

Keterangan:

Ah = Kapasitas Baterai aki
I = Arus (A)

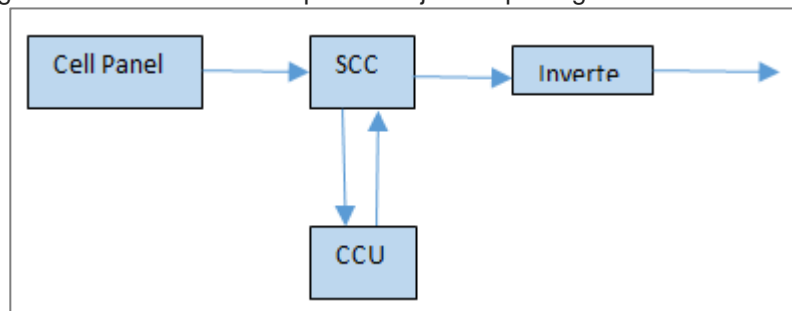
3. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan merancang sebuah pembangkit listrik tenaga surya berkapasitas 250 wp, 12 volt-dc yang biasa dikenal dengan Pembangkit Listrik Tenaga surya (PLTS).

Prinsip kerja PLTS dengan panel surya adalah mengubah radiasi sinar matahari menjadi energi listrik menggunakan panel *photovoltaic* atau panel surya. Adapun prosesnya adalah sbb:

- saat radiasi sinar matahari mengenai bahan semikonduktor yang kemudian menghasilkan energi kinetik dan menyebabkan pelepasan elektron ke pita konduksi yang mengalir menjadi arus listrik searah (DC). Sel-sel semikonduktor tersebut melepaskan elektron-elektronnya saat dihangatkan oleh energi panas matahari. Sinar matahari mengenai sel silikon diteruskan secara berurur-turut ke semikonduktor tipe n dan tipe p
- Sinar matahari yang membawa radiasi dan cahaya memberi energi bergerak (kinetik) dari sambungan semikonduktor n dan p
- Energi kinetik bergerak bebas melepaskan elektron ke pita konduksi
- Pita konduksi mengalirkan arus listrik searah (DC)
- Arus listrik yang dihasilkan panel surya kemudian disimpan oleh aki, arus ini dapat diatur secara otomatis oleh *solar charge controller* (SCC) untuk pengisian baterai.
- Untuk menghasilkan arus listrik AC maka diperlukan *inverter*.

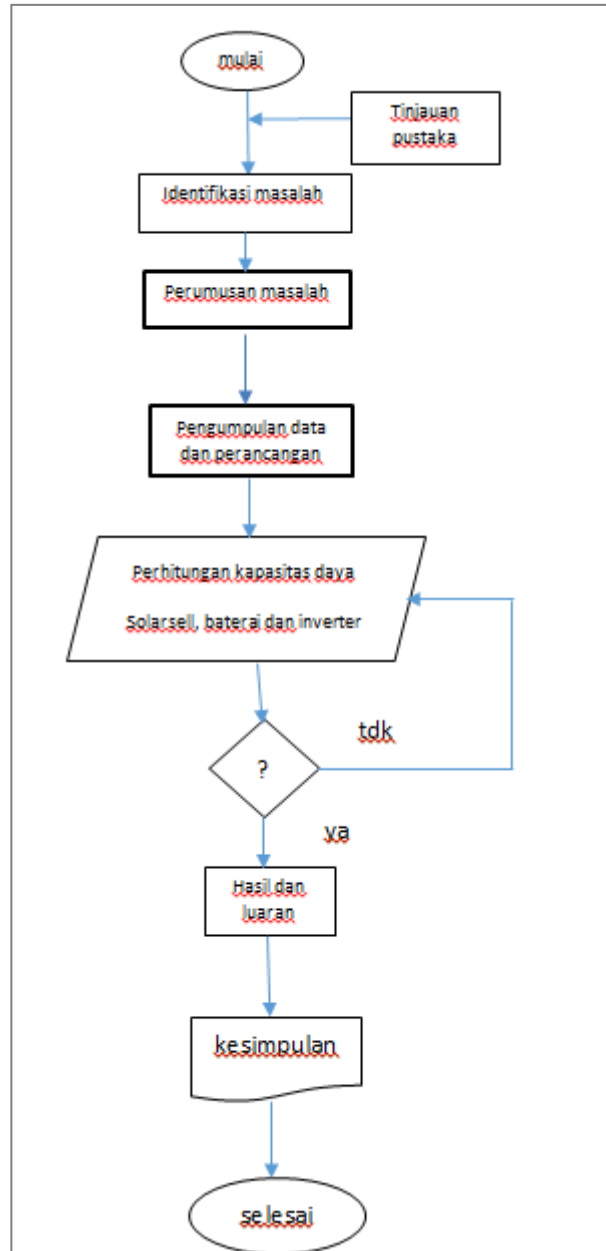
Blok diagram dari sistem PLTS seperti ditunjukkan pada gambar 3 dibawah ini.



Gambar 3 Blok Diagram PLTS

Diagram alir penelitian

Diagram alir penelitian ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4 Diagram Alir

Varibel Penelitian.

Dalam Penelitian ini factor atau variable yang diamati adalah variable kuantitatif berupa besaran listrik yaitu besaran arus, dan besaran tegangan

Tempat dan waktu penelitian.

Adapun tempat yang dilakukan dalam penelitian di laboratorium mesin listrik Politeknik Negeri Banjarmasin, dengan alasan bahwa laboratorium tersebut sudah cukup memadai untuk melakukan penelitian dengan peralatan yang sangat mendukung untuk melakukan penelitian, sedangkan waktu penelitian dilakukan mulai bulan Mei 2022 sampai dengan bulan Oktober 2022.

Metode Pengumpulan data

Agar dalam penelitian ini diperoleh data yang objektif dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah maka pengumpulan data dilakukan dengan cara:

- a. Sumber Pustaka.
Data yang diperlukan didapatkan dari sumber buku-buku literatur yang berhubungan dan mendukung dalam penelitian ini.
- b. Observasi
Pengamatan melibatkan semua indera (penglihatan, pendengaran, perasa dll). Pencatatan hasil dapat dilakukan dengan bantuan alat rekam elektronik
- c. Data yang diperlukan.
Data yang dipakai untuk mendukung penelitian ini antara lain:
 - 1) Data luas panel Surya.
 - 2) Intensitas cahaya matahari
 - 3) Data kapasitas Aki.
 - 4) Inverter
 - 5) kapasitas beban

Metode Analisa Data.

Yang dilakukan didalam Analisa data ini adalah setelah data yang dihasil melalui pengumpulan data dilapangan kemudian data tersebut diolah melalui perhitungan-perhitungan menggunakan rumus-rumus yang berlaku yang mana tujuannya untuk mengubah data hasil penelitian menjadi informasi yang dapat digunakan untuk mengambil kesimpulan penelitian. Kegiatan analisa data tersebut meliputi: persiapan, pengumpulan data dan perancangan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan PLTS

Langkah-langkah dalam perancangan PLTS dilakuan dimulai dengan menentukan:

- a. Menentukan kapasitas panel surya
- b. Menentukan Kapasitas baterai.
- c. Menentukan besaran watt dari inverter
- d. Kebutuhan solar charger control

Menentukan kapasitas panel surya

Didalam perancangan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) ini direncana kan panel surya yang diperlukan dengan kapasitas daya sebesar 250 wp, 12 Volt-dc. Daya panel surya 250 wp sama dengan 0,25 kw, maka diperoleh energi sebesar:

$$0,25 \text{ kw} \times 5 \text{ jam} = 1250 \text{ wh}$$

Selanjutnya dilakukan proses konversi daya 250 wp, 12 Voll dc dari panel surya ke tegangan ac keluar Inverter, didalam proses konversi energy ada perkiraan daya yang hilang sekitar 20 %, angka 20 % yang hilang karena terjadi pada kabel dan komponen-komponen didalam inverter, maka setelah konversi daya yang keluar inverter atau yang diterima beban hanya sebesar 80 %.

$$\begin{aligned} 0,25 \text{ kw} (250 \text{ wp}) \times 80 \% &= 0,20 \text{ kw} \\ &= 200 \text{ watt} \end{aligned}$$

Menentukan Kapasitas baterai.

Baterai yang digunakan untuk mem-*backup* kebutuhan listrik 200 watt, dengan nilai 12 Volt 200Ah, sehingga kemampuan daya baterai dapat :

$$P = V \times I .$$

$$P = 12 \times 200 = 2400. \text{ Artinya, baterai tersebut memiliki kapasitas daya sebesar 2400 Watt.}$$

Sehingga lama kemampuan baterai untuk melayani beban 200/hour watt adalah:

$$2400 \text{ watt}/200/\text{hour} = 12 \text{ jam}$$

Menentukan besaran watt dari inverter

Power Inverter atau inverter merupakan sebuah komponen daya listrik yang mengubah daya listrik DC daya listrik AC menggunakan transformator switching, dan kontrol sirkuit yang tepat. inverter tidak memproduksi daya listrik sendiri, daya disediakan oleh sumber listrik DC.

Inverter yang digunakan menggunakan inverter merk tesla 300 watt dirancang untuk memenuhi kebutuhan daya listrik 200 Watt dengan tegangan kerja 220 V-ac

Untuk menentukan besaran kapasitas daya inverter yang digunakan, terlebih dahulu mengetahui kebutuhan daya beban (Watt) yang ingin kita backup. Dimana total kebutuhan listrik sebesar 200 Watt/hour, maka pilihlah tipe inverter dengan daya 300 Watt/hour. Inverter ini sebaiknya lebih besar dari beban/jam, tapi tak boleh kurang dari beban/jam besaran Watt yang ada.

Kebutuhan solar charger control

Untuk menentukan kebutuhan solar charger control maka kita harus memahami spesifikasi dari panel yang kita gunakan. Untuk panel yang kami gunakan dengan spesifikasi sebagai berikut:

- a. $P_m = 250 \text{ wp}$
- b. $V_{pm} = 18,61 \text{ V}$
- c. $V_{oc} = 22,09 \text{ V}$
- d. $I_{mp} = 8,05 \text{ A}$
- e. $I_{sc} = 8,53 \text{ A}$

Setelah kita mengetahui spesifikasinya, kemudian kita lihat I_{sc} nya.

Daya SCC = jumlah panel x I_{sc}

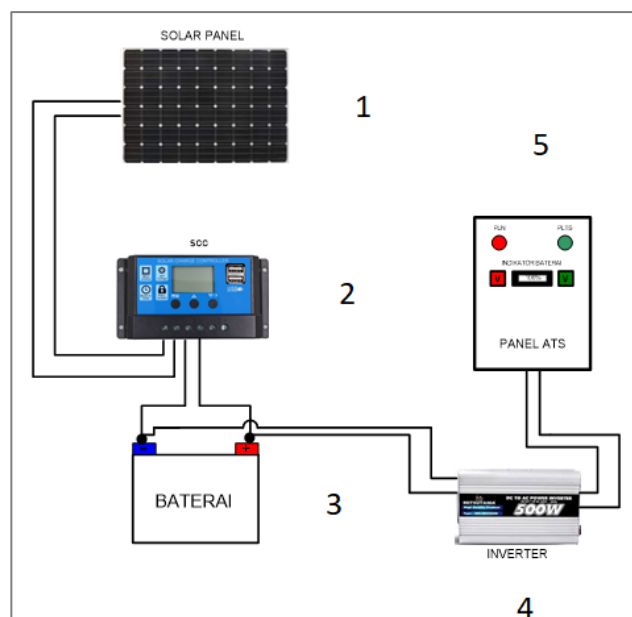
Daya SCC = $2 \times 8,53 \text{ A}$

Daya SCC = $17,06 \text{ A}$

Jadi SC C yang

Tabel 5.1 Hasil perhitungan

| NO | ALAT | KAPASITAS | DAYA | WAKTU | ENERGI |
|----|------------|-----------|--------|----------|---------|
| 1 | Solar sell | 250 wp | 250 w | 5 jam | 1250 wh |
| 2 | baterai | 200Ah | 2400 w | 12 jam | |
| 3 | Inverter | 300-400 w | 300 w | | 1000 wh |
| 4 | baterai | | 200 w | 5 jam/hr | |



Gambar 5 Rangkaian PLTS

Ket:

- a. Panel surya
- b. SCC
- c. Baterai
- d. Inverter
- e. Beban.

5. KESIMPULAN DAN SARAN-SARAN

Kesimpulan

Dari Hasil Penelitian Ini Dapat Disimpulkan Bahawa

- a. Kemampuan Energ dari pada Solar sell hanya sebesar 1250 wh/hari
- b. Kapasitas baterAi 2400 watt, dapat digunakan selama 12 jam
- c. Kapasitas inverter 300 w > 200 w
- d. Kemampuan beban (energi) 1000 wh

Saran

Besar kapasitas Inverter sebaiknya lebih besar dari pada beban yang digunakan.

6. DAFTAR PUSTAKA

1. Asosiasi Propesionalis Elektrical, 2007. Uji Keahlian Bidang Teknik Tenaga Listrik
2. Frank D Petruzella, 2001. Elektronik Industri. Penerbit Andi Yogyakarta
3. Gonen Turan. Electric Power Distribusi System Engineering. McGraw-Hill Book Co-Singapura.
4. IEEE Loss Evaluation Guide For Power Transformer and Reactor, New York. 1991
5. Joko Achyanto. Msc. EE. 1997. Mesin-Mesin Listrik. Penerbit Erlangga.
6. Willian D. Stevenson. JR, 1981. Analisa Sistem Tenaga, Edisi III, Terjemahan
7. Budiono Mismail, Lembaga Penerbitan Universitas Brawijaya Malang,
8. Willian D. Stevenson. JR, 1983. Analisa Sistem Tenaga, Edisi III, Terjemahan Kamal Idris, Lembaga Penerbitan Universitas Brawijaya Malang,
9. Dietzel F dan Sriyono D, 1990, Turbin, Pompa dan Kompresor, Penerbit Erlangga, Jakarta. Evans R.A., 2003, Waterpower
10. Maher P. and Smith N., 2001, Pico Hydro For Village Power: A Practical Manual for Schemes up to 5 kW in Hilly Areas.
11. URL:\www.evans.eu.com Klunne W., 2001, Micro Hydropower Basics,
12. URL: http:\www.microhydro.com