

**POLITEKNIK NEGERI MANADO**

**JURNAL**

**TEKNIKA**



**JURNAL  
TEKNIKA**

Edisi 13

Nomor 1

Halaman  
1-118

MANADO  
Mei 2013

ISSN  
1412-4882

EDISI 13, No. 1 Mei 2013

**Jurnal**

# **TEKNIKA**

adalah wadah informasi berupa hasil-hasil penelitian dan karya tulis konseptual Teknik Rekayasa. Jurnal Teknika terbit pertama kali Agustus 2001 dengan frekwensi terbit dua kali dalam setahun pada bulan Mei dan November.

**Ketua Penyunting:**

Tampanatu P. F. Sompie, ST., MEng. Mgmt.

**Wakil Ketua Penyunting:**

Novatus Senduk, ST.

**Penyunting Pelaksana:**

Francie Petrus, ST., MT.

Syanne Pangemanan, ST., M.Eng.

Ir. Paul M. Rumagit, MT.

Julianus G. Daud, ST., MT.

**Penyunting Ahli:**

Prof. Dr. Ruddy Tenda (Unsrat)

Prof. Ir. Bonny F. Sompie, MS. (Unsrat)

Dr. Ir. Robert J. M. Mandagi, M.Sc. (Unsrat)

**Lay Out :**

Mycle M. Wala, ST.

**Pelaksana Tata Usaha:**

Jaine Y. Lapijan, SE.

**Alamat Penyunting dan Tata Usaha:** UPT. Buku Ajar dan PMP Politeknik Negeri Manado Kampus Politeknik Desa Buha Manado 95252

**Dicetak di Percetakan-Penerbit Politeknik Negeri Manado. Isi diluar tanggung jawab Percetakan**

**JURNAL****TEKNIKA**

**APLIKASI ENKRIPSI PENGIRIMAN SUARA MENGGUNAKAN ALGORITMA SERPENT (1-11)**

Maksy Sendiang (*Politeknik Negeri Manado*)

**PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) GRID CONNECTED MENGGUNAKAN PROGRAM APLIKASI PVSYSY BAGI UPT PTI POLITEKNIK NEGERI MANADO (12-24)**

Antonius P.G. Manginsela (*Politeknik Negeri Manado*)

**PELACAkan KONTRIBUSI ALIRAN DAYA DARI GENERATOR KE BEBAN DAN PERCABANGAN SALURAN TRANSMISI (25-36)**

Samsu Tuwongkesong (*Politeknik Negeri Manado*)

**DECISION SUPPORT SYSTEMS TO SELECTION AREA INVESTMENT BASED APPROACH REGIONAL POTENTIAL USING THE ANALYTIC HIERARCHY PROCESS (AHP) METHOD ON THE WEB WASED (37-48)**

Steven J. Runtuwene, Fanny J. Doringin (*Politeknik Negeri Manado*)

**ANALISIS DEFLEKSI PADA BALOK STATIS TERTENTU UNTUK BAHAN PELAT ORTHOTROPIS BAJA DENGAN STAINLESS STEEL (49-61)**

Harry O. Wensen (*Politeknik Negeri Manado*)

**DESAIN MODEL KOLAM OLAKAN EFEKTIF On The Web Wased (62-73)**

Djoige Onibala (*Politeknik Negeri Manado*)

**STUDI KEANDALAN SISTEM TENAGA LISTRIK AKIBAT PELEPASAN PEMBANGKIT DAN PELEPASAN SALURAN BERBASIS ANALISIS KONTINGENSI (74-85)**

Johan F. Makal (*Politeknik Negeri Manado*)

**KRITIK ARSITEKTUR TERHADAP BENTUK DESAIN GEDUNG PASCASARJANA UNSRAT ( Dalam Tinjauan Kritik Normatif : Kritik Doktrinal ) (86-95)**

Wilma O.E.N. Walangitan (*Pascasarjana Unsrat*)

**PENJADWALAN DAN SISTEM DISTRIBUSI DAYA PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA DIESEL DI SULAWESI UTARA DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA GENETIK (96-106)**

Josephin Sundah (*Politeknik Negeri Manado*)

**HUBUNGAN MOMEN-KURVATUR PADA BALOK BETON BERTULANG (107-118)**

Seska Nicolaas (*Politeknik Negeri Manado*)

**POLITEKNIK NEGERI MANADO**



**JURNAL**

***TEKNIKA***

**JURNAL  
TEKNIKA**

Edisi 13

Nomor 1

Halaman  
1-118

MANADO  
Mei 2013

ISSN  
1412-4882

**Jurnal**

# **TEKNIKA**

adalah wadah informasi berupa hasil-hasil penelitian dan karya tulis konseptual Teknik Rekayasa. Jurnal Teknika terbit pertama kali Agustus 2001 dengan frekwensi terbit dua kali dalam setahun pada bulan Mei dan November.

**Ketua Penyunting:**

Tampanatu P. F. Sompie, ST., MEng. Mgmt.

**Wakil Ketua Penyunting:**

Novatus Senduk, ST.

**Penyunting Pelaksana:**

Francie Petrus, ST., MT.

Syanne Pangemanan, ST., M.Eng.

Ir. Paul M. Rumagit, MT.

Julianus G. Daud, ST., MT.

**Penyunting Ahli:**

Prof. Dr. Ruddy Tenda (Unsrat)

Prof. Ir. Bonny F. Sompie, MS. (Unsrat)

Dr. Ir. Robert J. M. Mandagi, M.Sc. (Unsrat)

**Lay Out :**

Mycle M. Wala, ST.

**Pelaksana Tata Usaha:**

Jaine Y. Lapian, SE.

**Alamat Penyunting dan Tata Usaha:** UPT. Buku Ajar dan PMP Politeknik Negeri Manado Kampus Politeknik Desa Buha Manado 95252

**Dicetak di Percetakan-Penerbit Politeknik Negeri Manado. Isi diluar tanggung jawab Percetakan**

**JURNAL****TEKNIKA**

APLIKASI ENKRIPSI PENGIRIMAN SUARA MENGGUNAKAN ALGORITMA SERPENT (1-11)

Maksy Sendiang (*Politeknik Negeri Manado*)

PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) GRID CONNECTED MENGGUNAKAN PROGRAM APLIKASI PVSYST BAGI UPT PTJ POLITEKNIK NEGERI MANADO (12-24)

Antonius P.G. Manginsela (*Politeknik Negeri Manado*)

PELACAKAN KONTRIBUSI ALIRAN DAYA DARI GENERATOR KE BEBAN DAN PERCABANGAN SALURAN TRANSMISI (25-36)

Samsu Tuwongkesong (*Politeknik Negeri Manado*)

DECISION SUPPORT SYSTEMS TO SELECTION AREA INVESTMENT BASED APPROACH REGIONAL POTENTIAL USING THE ANALYTIC HIERARCHY PROCESS (AHP) METHOD ON THE WEB WASED (37-48)

Steven J. Runtuwene, Fanny J. Doringin (*Politeknik Negeri Manado*)

ANALISIS DEFLEKSI PADA BALOK STATIS TERTENTU UNTUK BAHAN PELAT ORTHOTROPIS BAJA DENGAN STAINLESS STEEL (49-61)

Harry O. Wensen (*Politeknik Negeri Manado*)

DESAIN MODEL KOLAM OLAKAN EFEKTIF On The Web Wased (62-73)

Djoige Onibala (*Politeknik Negeri Manado*)

STUDI KEANDALAN SISTEM TENAGA LISTRIK AKIBAT PELEPASAN PEMBANGKIT DAN PELEPASAN SALURAN BERBASIS ANALISIS KONTINGENSI (74-85)

Johan F. Makal (*Politeknik Negeri Manado*)

KRITIK ARSITEKTUR TERHADAP BENTUK DESAIN GEDUNG PASCASARJANA UNSRAT ( Dalam Tinjauan Kritik Normatif : Kritik Doktrinal ) (86-95)

Wilma O.E.N. Walangitan (*Pascasarjana Unsrat*)

PENJADWALAN DAN SISTEM DISTRIBUSI DAYA PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA DIESEL DI SULAWESI UTARA DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA GENETIK (96-106)

Josephin Sundah (*Politeknik Negeri Manado*)

HUBUNGAN MOMEN-KURVATUR PADA BALOK BETON BERTULANG (107-118)

Seska Nicolaas (*Politeknik Negeri Manado*)

# PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) GRID CONNECTED MENGGUNAKAN PROGRAM APLIKASI PVSYSY BAGI UPT PTI POLITEKNIK NEGERI MANADO

Antonius P.G. Manginsela

(Staf Pengajar Teknik Elektro Politeknik Negeri Manado)

**Abstract;** As to the function of UPT PTI of Manado State Polytechnic, require a constant source of electricity throughout the day / week / year (7/24) are absolute, while the power supply is often an obstacle in the operation of information technology infrastructure in Manado State Polytechnic. Use of alternative energy sources of solar power in the planning and implementation must also pay attention to aspects of the load, the geography of the location to the aspect components - components that will be used as well as the characteristics and capacity. The result of UPT-PTI load analysis power required by 26.927 kWh per day. By using planning software PVsyst in consider to taking into account various parameters of planning and PLTS components. Characteristics of a solar module with a capacity of 200 Wp batteries used by 30 units with a capacity of 100 Ah, battery charge regulator (BCR) with a current capacity of 500 A and an inverter with a power capacity of 12 kW. If all components are installed in compliance with the specifications, then this solar system designed will be able to serve the needs of the full power for 24 hours without having to use a diesel generator.

**Keywords;** PVSyst, PLTS, Grid Connected .

**Abstrak;** Kebutuhan akan sumber listrik yang konstan sepanjang hari/minggu/tahun (7/24) di UPT PTI sesuai dengan tugas pokok dan fungsinya adalah mutlak, sedangkan suplai tenaga listrik sering menjadi kendala dalam pengoperasian infrastruktur teknologi informasi di Politeknik Negeri Manado. Alternatif penggunaan sumber energy tenaga surya dalam perencanaan dan implementasinya harus pula memperhatikan aspek beban, kondisi geografi lokasi hingga aspek komponen – komponen yang akan digunakan serta karakteristik dan kapasitasnya. Analisa beban UPT PTI Politeknik Negeri Manado membutuhkan daya sebesar 26,927 kWh perharinya. Dengan menggunakan software PVsyst dilakukan perencanaan dengan memperhitungkan berbagai parameter perencanaan dan komponen PLTS. Karakteristik modul surya yang digunakan berkapasitas 200 Wp baterai sebanyak 30 unit dengan kapasitas 100 Ah, baterai charge regulator (BCR) dengan kapasitas arusnya sebesar 500 A dan inverter dengan kapasitas daya 12 kW. Apabila setiap komponen terpasang telah memenuhi spesifikasi, maka sistem PLTS ini akan mampu melayani kebutuhan daya secara penuh selama 24 Jam tanpa harus menggunakan generator diesel.

**Kata-kata Kunci;** PVSyst, PLTS, Grid Connected.

## PENDAHULUAN

Kebutuhan suplai listrik yang konstan atau tidak pernah putus bagi UPT Pengembangan Teknologi Informasi (UPT-PTI) adalah mutlak. Karena tugas pokok dan fungsi dari UPT sebagai penyedia fasilitas teknologi informasi bagi Kampus Politeknik Negeri Manado yang memerlukan suplai listrik 24 Jam selama 7 Hari dalam seminggu dan dalam 52 minggu dalam setahun. Kebutuhan ini diperlukan untuk digunakan oleh peralatan-peralatan utama infrastruktur teknologi informasi seperti komputer server yang melayani berbagai layanan on-line akademik maupun peralatan pendukung

fungsi jaringan yaitu modem, switch dan router. Dimana pengguna-pengguna layanan ini menggunakannya secara online baik didalam kampus maupun diluar kampus untuk berbagai kebutuhan seperti email, elektronik jurnal, e-learning atay pembelajaran jarak jauh, pendaftaran mahasiswa baru, portal student dan portal sim akademik [1].

Disisi lain, suplai listrik di Politeknik Negeri Manado saat ini menggunakan sumber daya PLN dan Generator. Kondisi objektif yang terjadi selama kurun waktu 2009-2012 suplai listrik dari kedua sumber tersebut tidaklah konstan dan bisa terhenti sewaktu-waktu. Terhentinya suplai listrik ini bisa terjadi dari PLN dalam jangka waktu yang lama bisa lebih dari dua jam dan suplai pengganti dari Generator sering tidak mampu untuk mensuplai hingga ke UPT PTI pada saat jam perkuliahan, karena suplai listrik diutamakan untuk kebutuhan penerangan kelas dan mesin-mesin praktek bengkel. Penggunaan sumber listrik cadangan dari UPS atau *Un-Interruptible Power Supply* yang ada di UPT PTI tidak bisa diharapkan dapat menjamin suplai listrik lebih dari dua jam, mengingat kemampuan UPS tersebut dan kondisi saat ini yang juga sudah rusak ringan. Penggantian UPS yang rusak, juga tidak mampu menjawab permasalahan kebutuhan suplai listrik di UPT PTI, karena kemampuan dan spesifikasi UPS memang hanya terbatas hanya mampu mensuplai peralatan selama dua jam atau efektifnya satu setengah jam.

Dari kebutuhan dan kendala suplai listrik diatas, maka alternatif-alternatif sumber daya listrik harus ditemukan sehingga dapat menjamin pelaksanaan tugas pokok dan fungsi UPT. Penyediaan *generator set* tersendiri bagi UPT-PTI adalah salah satu alternatif sumber daya pengganti yang dapat menjadi pilihan.

Tetapi didalam operasional sehari-hari akan mempunyai ketergantungan pada bahan bakar minyak solar yang semakin hari semakin mahal dan mendapatkannya kadang susah khusus untuk solar non-subsidi. Selain itu penggunaan *generator-set* dalam operasionalnya, akan membawa dampak pada beberapa aspek seperti lingkungan dengan asap dan suara bising, interferensi dan harmonisasi dari pembangkit listrik yang terletak di dekat ruang server dapat mengganggu fungsi dan operasional peralatan infrastruktur teknologi informasi serta akan timbul pula permasalahan dalam perawatan mesinnya yang dalam jangka waktu tertentu perlu dilakukan perawatan berjangka seperti penggantian suku-cadang maupun *over-haul*.

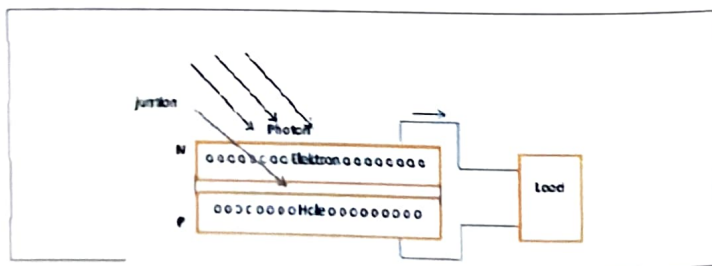
Alternatif lain yang mungkin dalam mengatasi permasalahan jaminan kontinuitas



suplai listrik bagi UPT-PTI adalah menggunakan suplai dari sumber-sumber energi terbarukan yang saat ini komponen-komponen pembangkit listrik energi terbarukan sangat mudah ditemukan dipasaran dengan berbagai pilihan yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan energy listrik. Sumber energi non-bbm (fosil) seperti angin, energi matahari juga menjadi salah satu sumber energi yang ramah lingkungan karena tidak menghasilkan polusi dan suara bising yang tidak diinginkan didalam lingkungan kampus. Pilihan penggunaan pembangkit listrik energy dari panas matahari merupakan alternatif terbaik secara kasat mata dapat digunakan dibandingkan dengan sumber energy dari angin, karena dilokasi kampus, panas matahari tersedia sepanjang waktu dibandingkan dengan sumber energy lain seperti angin maupun air.

Pemanfaatan energi terbarukan dengan memanfaatkan tenaga radiasi matahari dengan menggunakan sel surya yang berfungsi untuk mengubah energi matahari menjadi energi listrik disebut Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Cahaya matahari terdiri atas foton atau partikel energi surya yang kemudian dikonversi menjadi energi listrik. Energi yang diserap oleh sel surya, oleh ditempatkan pada elektron sel surya untuk dikonversi menjadi energi listrik. Pada sel surya terdapat dua sambungan antara dua lapisan tipis yang terbuat dari bahan semi konduktor, masing-masing lapisan diketahui sebagai semikonduktor jenis P dan semikonduktor jenis N.

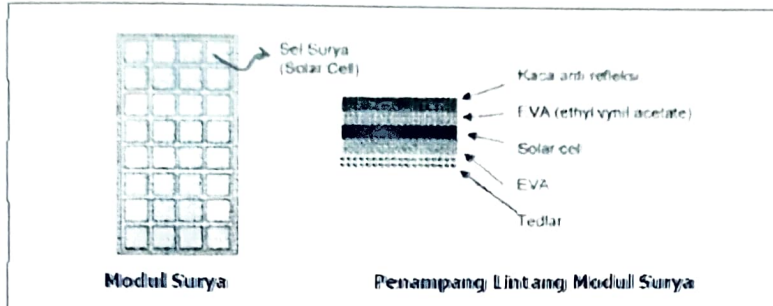
Pada saat foton mengenai sel surya maka energi yang diserap dari foton akan diberikan ke elektron untuk melepaskan diri dari semikonduktor N. Terlepasnya elektron ini meninggalkan lubang atau *hole* pada daerah yang ditinggalkan oleh elektron yang disebut dengan fotogenerasi elektron-hole. Dikarenakan pada sambungan PN terdapat medan listrik E, elektron hasil fotogenerasi tertarik kearah semikonduktor N begitu juga dengan hole yang tertarik ke arah semikonduktor P. Jika kedua semi konduktor tersebut dihubungkan dengan sebuah kabel dan diberi beban seperti ditunjukkan pada gambar 1 akan menghasilkan arus listrik dan mengalir melalui kabel tersebut [2].



Gambar 1. Prinsip kerja sel surya atau *Photo Voltaic* (PV) [2]

## KARAKTERISTIK SEL SURYA

Modul Surya ( Photovoltaic), berfungsi mengubah energi matahari menjadi arus listrik DC yang diteruskan ke alat BCU untuk selanjutnya disimpan pada baterai. Modul surya terdiri dari beberapa sel surya (Solar cell) yang disambung secara seri untuk menghasilkan system tegangan tertentu [3]. Apabila dilihat secara melintang, modul surya terdiri dari beberapa lapisan seperti terlihat pada gambar dibawah ini:



**Gambar 2. Gambar Penampang dan bagian-bagian sel surya [3]**

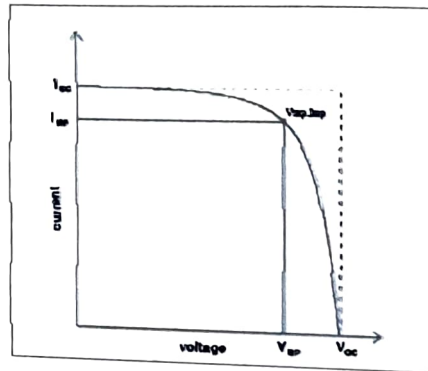
Sebagaimana diketahui sel surya atau *Photo Voltaic* adalah suatu komponen elektronika yang dapat mengubah energi surya menjadi energi listrik dalam bentuk arus searah (DC). Modul surya adalah unit rangkaian lengkap (dilapisi bahan kedap air dan tahan terhadap perubahan cuaca), tersusun dari sejumlah sel surya yang dirangkai secara seri dan paralel. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan tegangan dari arus yang dihasilkan sehingga cukup untuk pemakaian system catudaya beban.

Bila foton yang terdiri dari jutaan partikel berenergi tinggi akibat radiasi sinar matahari menumbuk atom silikon dari sel surya dan menghasilkan energi yang cukup mendorong elektron terluar keluar dari orbitnya, maka akan timbul elektron-elektron bebas yang siap mengalir di ujung-ujung terminal sel surya. Kemudian bila beban seperti lampu dipasang di antara terminal negatif dan positif dari sel surya, maka elektron-elektron akan mengalir sebagai arus listrik searah yang dapat menghidupkan lampu tersebut, Energi matahari tersedia terus-menerus, maka arus listrik akan dialirkan ke beban terus menerus.

Semakin besar radiasi matahari yang mengenai sel surya, maka semakin besar pula arus yang dihasilkan oleh sel surya tersebut. Sel surya akan selalu memproduksi energi listrik bila disinari oleh matahari. Penyinaran matahari dalam satu hari sangat bervariasi. Hal ini dikarenakan sinar matahari memiliki intensitas yang besar ketika siang hari dibandingkan dengan pagi hari. Untuk mengetahui kapasitas daya yang dihasilkan, dilakukanlah pengukuran terhadap arus (I) dan tegangan (V) pada gususan sel surya

yang disebut modul [4]. Untuk mengukur arus maksimum, maka kedua terminal dari modul dibuat rangkaian hubung singkat sehingga tegangannya menjadi nol dan arusnya maksimum.

Dengan menggunakan Ampere meter akan didapatkan sebuah arus maksimum yang dinamakan *short circuit current* atau  $I_{sc}$  Pengukuran terhadap tegangan (V) dilakukan pada terminal positif dan negatif dari modul sel surya dengan tidak menghubungkan sel surya dengan komponen lainnya. Pengukuran ini dinamakan *open circuit voltage* atau  $V_{oc}$  [5]. Hasil pengukuran arus (I) dan tegangan (V) ini dapat digambarkan dalam sebuah grafik yang disebut kurva I-V seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Kurva I-V pada modul sel surya

Pada kurva I-V terdapat hal-hal yang sangat penting yaitu:

- Maximum Power Point (Vmp dan Imp)*, yaitu maximum Power Point (Vmp dan Imp) Pada kurva I-V, adalah titik operasi yang menunjukkan daya maksimum yang dihasilkan oleh panel sel surya [5];
- Open Circuit Voltage (Voc)*, Open Circuit Voltage Voc, adalah kapasitas tegangan maksimum yang dapat dicapai pada saat tidak adanya arus [6];

$$V_{oc} = \frac{kT}{q} \ln \left( \frac{I_{sc}}{I_s} + 1 \right) \quad (1)$$

Dimana :

- k = konstanta boltzmann ( $1.30 \times 10^{-16}$  erg)
- q = konstanta muatan elektron ( $1.602 \times 10^{-19}$  C)
- T = suhu dalam Kelvin
- Is = Arus saturasi

- Short Circuit Current (Isc)*, adalah maksimum arus keluaran dari panel sel surya yang dapat dikeluarkan dibawah kondisi dengan tidak ada resistansi atau hubung singkat [1]; Untuk mengetahui Arus hubung singkat dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini .

$$I_{sc} = qG(L_n + L_p) \quad (2)$$

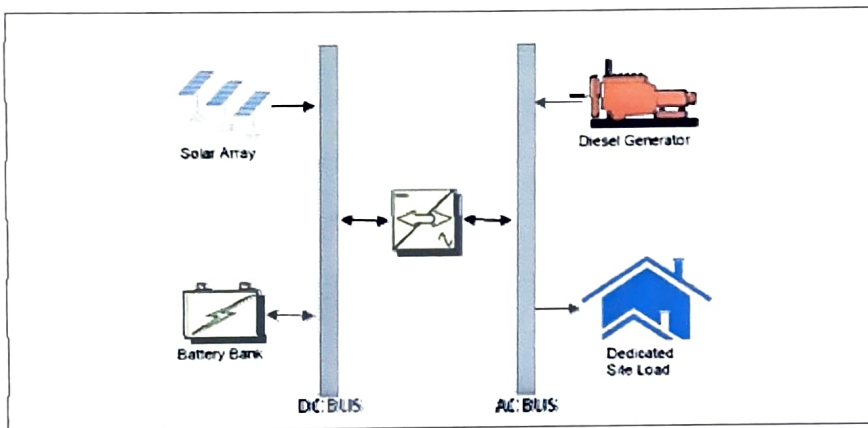
G = tingkat generasi  
 $L_n$  = panjang difusi elektron  
 $L_p$  = panjang difusi hole

d). **Fill Factor (FF)**, merupakan parameter yang menentukan daya maksimum dari panel sel surya [6]. Besarnya FF dapat dihitung dengan rumus :

$$FF = \frac{V_{mp} \cdot I_{mp}}{V_{oc} \cdot I_{sc}} \quad (3)$$

### SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA GRID CONNECTED

Sistim pembangkit listrik tenaga hibrid (PLT adalah suatu sistim pembangkit listrik dengan menggunakan beberapa sumber energi, seperti misalnya sumber energi matahari dengan diesel, sumber energi matahari-angin-mikrohidro [7]. Blok diagram Sistem PLTH dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 4, Sistem pembangkit listrik tenaga hibrida [7]

Pada sistem hibrida sumber energi matahari dengan pembangkit diesel dirancang untuk pengoptimasian sistem diesel guna memenuhi kebutuhan beban yang bervariasi sebagai fungsi waktu. Pada PLTS ini, sumber energi listrik yang dihasilkan oleh Modul Surya (PV) pada siang hari akan disimpan dalam baterai. Proses pengisian energi listrik dari PV ke baterai diatur oleh *Solar Charge Controller* agar tidak terjadi *over charge*. Besar energi yang dihasilkan oleh PV sangat tergantung kepada intensitas penyinaran matahari yang diterima oleh PV dan *efisiensi* modul surya /*cell*.

Sebagai contoh jika intensitas matahari maksimum mencapai 1000 Watt/m<sup>2</sup>, dengan efisiensi cell 14% maka daya yang dapat dihasilkan oleh PV adalah sebesar 140 Watt/

m2. Selanjutnya energi yang tersimpan dalam baterai digunakan untuk menyuplai beban melalui Inverter saat dibutuhkan. Inverter mengubah tegangan DC pada sisi baterai menjadi tegangan AC pada sisi beban.

*Grid-connected PV with battery backup* adalah penggunaan Modul Surya (Photovoltaic Module) sebagai penghasil listrik yang ramah lingkungan dan bebas emisi. Sistem ini juga berfungsi sebagai cadangan energi listrik untuk menjaga kontinuitas operasional peralatan-peralatan elektronik. Jika suatu saat terjadi kegagalan pada suplai listrik PLN (Pemadaman listrik) maka peralatan-peralatan elektronik dapat beroperasi secara normal dalam jangka waktu tertentu tanpa adanya gangguan. [7]

Kelebihan-kelebihan sistem *Grid-connected PV with battery backup* adalah menyediakan daya listrik sesuai dengan kebutuhan, secara teknis handal, layanan purna jual relatif mudah diperoleh dan biaya investasi (Rp/kW) relatif lebih murah.

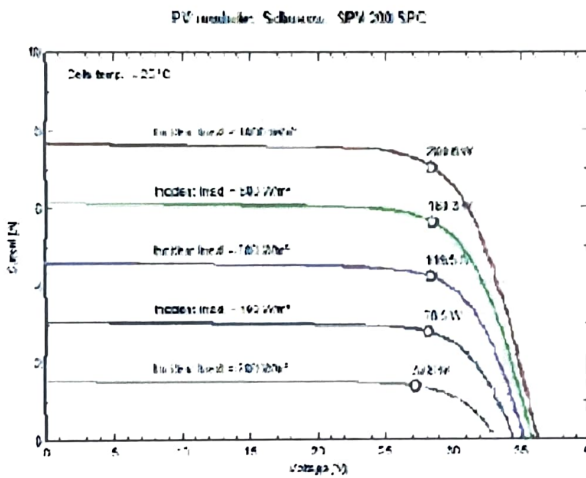
Pada umumnya komponen-komponen dalam sistem Fotovoltaik terdiri dari [8]: a) Modul PV; b) Baterai/Accu; c) Alat pengatur baterai (BCR); d) Inverter; e) Aksesori: pengkabelan, konektor, sakelar, sikring, pentanahan dan rangkaian proteksi

Berikut adalah langkah-langkah dalam mendisain sistem tenaga surya termasuk sistem PLTH:

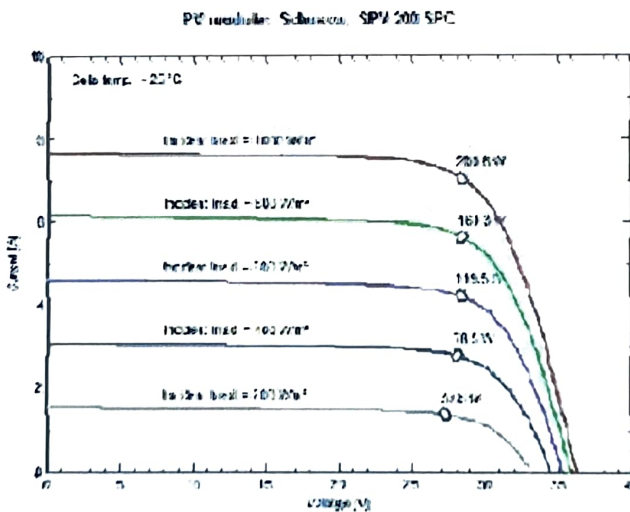
- 1) Menentukan jenis beban dan menghitung kebutuhan energi maksimum per hari (Wh/day), dengan membuat tabel beban yang menjelaskan kebutuhan daya dan lama pemakaian tiap beban per jam per hari;
- 2) Survei lokasi untuk menentukan radiasi, sudut-matahari, dan bayangan (yang mungkin bisa menghalangi jatuhnya sinar matahari ke permukaan modul surya) untuk instalasi modul PV;
- 3) Menghitung kapasitas panel surya sesuai kebutuhan energi dan rata-rata radiasi matahari;
- 4) Menghitung kapasitas baterai untuk menyimpan energi sebesar kebutuhan energi selama hari otonomi (autonomy day) dimana matahari diasumsikan tidak bersinar pada hari tersebut. Autonomy day biasanya ditentukan selama 3 hari, yaitu asumsi bahwa selama 3 hari matahari tidak bersinar karena cuaca yang buruk;
- 5) Memilih komponen yang lulus kualifikasi dan sesuai dengan kebutuhan sistem, seperti BCR dan inverter (jika terdapat beban AC);
- 6) Membuat perencanaan instalasi dengan daftar (list) yang lengkap untuk peralatan (tool) dan aksesoris yang diperlukan.

## PEMILIHAN MODUL SEL SURYA

Untuk melihat karakteristik dari modul sel surya maka digunakan program aplikasi PVSYSYST yaitu perangkat lunak yang dirancang khusus [7] untuk perencanaan listrik tenaga surya (PLTS). Sedangkan modul PV yang dipilih adalah modul yang tersedia di pasaran yang mempunyai kapasitas terbesar. Setelah dilakukan penelusuran melalui berbagai laman internet maka dipilih beberapa modul dari beberapa merk. Modul sel surya yang dipilih adalah modul sel surya jenis polikristal yang berkapasitas 200 Wp. Ada beberapa parameter keluaran yang dihasilkan oleh Software Pvsyst seperti: hubungan I – V terhadap radiasi matahari (Gambar 3), hubungan I-V terhadap suhu (Gambar 4) berikut ini.



Gambar 3, Grafik hubungan I – V terhadap radiasi matahari



Gambar 4, Grafik hubungan I-V terhadap suhu.

Pada Gambar 3 menunjukkan besarnya arus sangat dipengaruhi oleh besarnya radiasi

matahari. Sehingga pada modul 200 watt peak terlihat radiasi matahari sebesar 1000 W/m<sup>2</sup> akan menghasilkan arus sebesar 7,68 A dan tegangan sebesar 36,2 V. Sedangkan besar arus dan tegangan yang dihasilkan oleh beberapa variasi radiasi matahari ditunjukkan dalam Tabel 1.

Pada Gambar 4 terlihat bahwa suhu juga mempengaruhi tegangan yang dihasilkan modul sel surya. Semakin tinggi suhu maka semakin rendah tegangan yang dihasilkan. Data hasil simulasi pengaruh hubungan I-V terhadap suhu dapat dilihat pada Tabel 2. Dengan menggunakan data masukan Voc dan Isc dari Tabel 1 kedalam software Pvsyst, akan menghasilkan parameter modul surya dengan kapasitas 200 Wp. Adapun parameter tersebut ditunjukkan pada Tabel 3.

**Tabel 1, Hubungan I-V Terhadap Radiasi**

Radiasi (w/m <sup>2</sup> )	Arus (A)	Tegangan (V)	Daya (W)
200	1,54	33,1	37,8
400	3,07	34,4	78,5
600	4,61	35,2	119,5
800	6,14	35,8	160,3
1000	7,68	36,2	200,6

**Tabel 2, Hubungan I-V Terhadap Temperatur**

Temperatur (oC)	Arus (A)	Tegangan (V)	Daya (W)
70	7,89	31,7	168,8
55	7,82	33,2	179,5
40	7,75	34,7	190,1
25	7,68	36,2	200,6
10	7,61	37,7	210,8

**Tabel 3, Parameter Modul Sel Surya 200 Wp**

Vmp (V)	Imp (A)	Voc(V)	Isc (A)	Panjang modul (mm)	Lebar modul (mm)
28,9	6,93	36,2	7,68	1595	955

Perhitungan daya pada modul surya

Daya maksimal pada modul :

$$P_{max} = V_{df} \cdot I_{sc} \cdot FF$$

(4)

Untuk menghitung nilai FF digunakan persamaan 3 dan hasilnya dapat dihitung se-

bagai berikut:

$$FF = \frac{28,8 \times 6,92}{36,2 \times 7,68}$$
$$= 0,72$$

$$P_{max} = 36,2 \times 7,68 \times 0,72$$

$$= 200,17 \text{ Watt}$$

$$P_{In} = (\text{intensitas cahaya}) \times (\text{luas area modul})$$

$$= 1000 \text{ W/m}^2 \times 1,52 \text{ m}^2$$

$$= 1520 \text{ W}$$

Efisiensi :

$$\eta = \frac{P_{max}}{P_{in}} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{200,17 \text{ W}}{1520 \text{ W}} \times 100$$

$$= 13,16\%$$

(5)

Untuk perencanaan pemasangan PLTH pada UPT PTI Politeknik Negeri Manado diperlukan data rata-rata penyinaran matahari supaya daya yang dihasilkan maksimal dan sesuai dengan sistem yang dibutuhkan. Data rata-rata penyinaran matahari untuk daerah Manado, Sulawesi Utara dan sekitarnya termasuk lokasi Buha, tempat kampus Politeknik Negeri Manado adalah seperti dalam tabel 4.

**Tabel 4 Data Rata-Rata Penyinaran Matahari 2012 [9]**

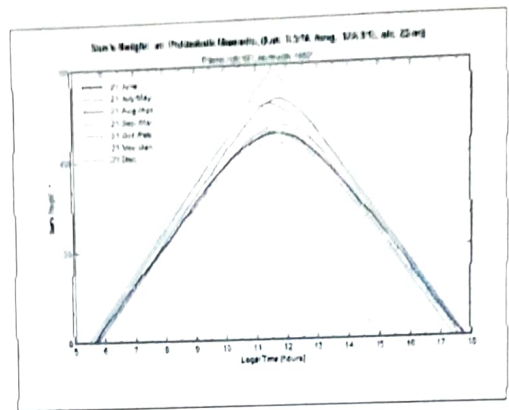
Bulan	% penyinaran
Mei	61%
Juni	69%
Juli	61%
Agustus	39%
September	50%
Oktober	49%
November	31%
Desember	41%
Januari	50%
Februari	63%
Maret	50%
April	48%

Berdasarkan Data Stasiun Kmatologi BMG Manado 2011 – 2012 lamanya penyinaran matahari dalam satu hari diperkirakan 8 jam. Sehingga besarnya insolasi matahari dapat dihitung dengan mengalikan persentase penyinaran dengan lamanya penyinaran matahari. Data hasil perhitungan insolasi matahari ditunjukkan pada Tabel 5.



**Tabel 5, Data Insolasi Matahari 2011-2012 [9]**

Nama Bulan	Insolasi matahari (h/jam)
Mei	4,88
Juni	5,52
Juli	4,88
Agustus	3,12
September	4
Oktober	3,92
November	2,48
Desember	3,28
Januari	4
Februari	5,04
Maret	4
April	3,84
Rata-rata	4,08



**Gambar 5, Rata-rata Derajat Ketinggian Matahari**

**PERHITUNGAN KOMPONEN-KOMPONEN**

1). Menentukan total beban;

Perencanaan panel terpadu hanya untuk memenuhi kebutuhan beban penggunaan UPT-PTI. Jumlah total kebutuhan energi setelah dihitung total pemakaian energi (ET) perhari adalah 26.927,2 Wh

**Tabel 6, Perbandingan Nilai Komponen Antara Perhitungan Dengan Yang Tersedia Dipasaran**

Komponen PLTS	Kapasitas berdasarkan hitungan	Kapasitas yang tersedia di pasaran
Modul Sel Surya	11943,5 W	12000 W
Baterai	1402,3 Ah	1500 Ah
BCR	497,6 A	500 A
Inverter	11943,5 W	12000 W

2). Perhitungan kapasitas daya modul surya;

Untuk menentukan kapasitas daya modul surya diambil berdasarkan harga minimum insolasi matahari [5]. Untuk kondisi penyinaran matahari di Banda aceh untuk insolasi matahari terendah yaitu 2,48h (Tabel 5)

$$\begin{aligned}
 P_{\text{modul surya}} &= \frac{ET}{\text{Insolasi Matahari}} \times 1,1 \\
 &= \frac{26.927,2 \text{ Wh}}{2,48 \text{ h}} \times 1,1 \\
 &= 11943,5 \text{ W}
 \end{aligned}
 \tag{6}$$

Sehingga energi yang dihasilkan oleh modul sel surya diperoleh dari perkalian besar daya yang dihasilkan modul dikali dengan nilai insolasi matahari [5].

3). Perhitungan kapasitas baterai;

$$\begin{aligned}
 AH &= \frac{ET}{V_s} \\
 &= \frac{24827,2}{24V} \\
 &= 1121,9Ah \quad (7)
 \end{aligned}$$

Dikarenakan besarnya *deep of discharge (DOD)* pada baterai 80 % maka kapasitas baterai yang dibutuhkan adalah :

$$\begin{aligned}
 C_b &= \frac{AH \times I}{DOD} \\
 &= \frac{1121,9Ah \times 1}{0,8} \\
 &= 1402,3 Ah \quad (8)
 \end{aligned}$$

4). Perhitungan besar arus baterai charger regulator (BCR);

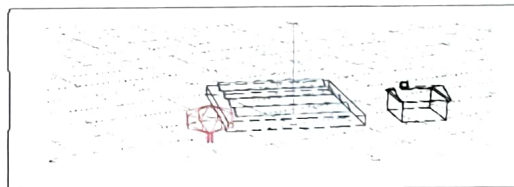
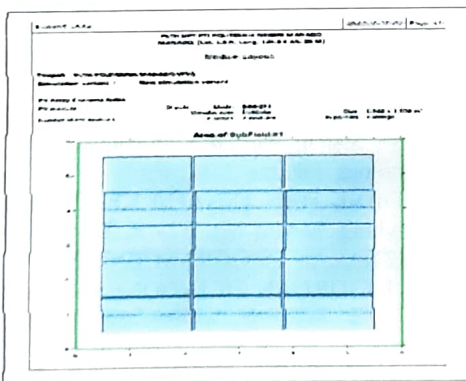
$$\begin{aligned}
 I_{maks} &= \frac{P_{maks}}{V_s} \\
 &= \frac{11943,5}{24V} \\
 &= 497,6A \quad (9)
 \end{aligned}$$

5). Perhitungan kapasitas Inverter;

Inverter yang dipakai adalah inverter yang kapasitasnya sama dengan daya maksimal modul surya. Daya maksimal modul surya berdasarkan perhitungan adalah 11.943,5 W atau 12 KW

6). Lay-Out Konstruksi.

Salah satu fitur dari program aplikasi PVSYST adalah menampilkan secara 2 ataupun 3 dimensi lay-out dari modul-modul sel surya beserta dengan sudut-sudut kemiringannya untuk mendapatkan penyinaran matahari sepanjang tahun sesuai dengan lokasi yang diinginkan [10]. Hasil simulasi konstruksi dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 6 (a) dan (b) Penataan Layout Modul Sel Surya

## KESIMPULAN

Dengan menggunakan data yang tepat mengenai iklim suatu lokasi dapat ditentukan besarnya kebutuhan kapasitas modul surya dan komponen-komponen untuk konstruksi Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid maupun tenaga Surya sendiri. Dalam perancangan sistem PLTH untuk UPT PTI di Politeknik Negeri Manado, digunakan data insolasi matahari terendah. Berdasarkan data Staklim BMG Manado 2011-2012 yaitu pada bulan November yang besarnya 2,48 h.

Untuk perencanaan pemasangan PLTH pada UPT PTI dengan kebutuhan daya per hari sebesar 26927Wh dibutuhkan 60 modul surya dan 30 unit baterai dengan total kapasitas 1500 Ah, BCR berkapasitas 500 A dan inverter berkapasitas 12 kW.

Energi yang dihasilkan modul surya perhari tergantung pada insolasi matahari. Untuk insolasi tertinggi menghasilkan energi sebesar 65928 Wh dan insolasi terendah menghasilkan energy 29620 Wh.

## DAFTAR PUSTAKA

- U.-P. P. N. Manado, "Laporan UPT-PTI Tahun 2012," UPT-PTI Politeknik Negeri Manado, Manado, 2012.
- Anonymouse, "Melihat prinsip kerja sel surya," 2001. [Online]. Available: <http://energisurya.wordpress..> [Accessed 2 Maret 2013].
- A. -. P. WIN, "Solar Home System," P.T Warna Indotech Nusatama, 05 November 2012. [Online]. Available: <http://www.indocorners.com/solarhomesystem.html>. [Accessed 2 Maret 2013].
- Anonymouse, "Mengenal sel surya sebagai energi alternatif," Litbang Dephan, 27 12 2001. [Online]. Available: <http://buletinlitbang.dephan.go.id..> [Accessed 2 3 2003].
- David, "Tugas akhir Pemodelan dan simulasi fotovoltaiic," Jurusan Teknik Elektro,Fakultas teknik, Uni versitas Kristen Petra, Jakarta., 2008, .
- S. B. Cristiana Honsberg, Photovoltaic Devices, System and Aplication PVCDROM 1.0., Sydney,Australia, 1999.
- A. W. R. *Usman Effend*, *PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) - MODEL APLIKASI PLTS*, Bandung: P4TK Kemendikbud, Bidang Mesin dan Teknik Industri Bandung, September 2008.
- PT PLN Persero, "Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik PT PLN (Persero) 2011 - 2020," PT PLN (Persero), Jakarta, 2011.
- S. & M. Syukri, "Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Terpadu Menggunakan Software PVSYST Pada Komplek Perumahan di Banda Aceh," *Jurnal Rekayasa ElektriKa* , , vol. Vol. 9, no. No. 2, pp. 77-80, Oktober 2010.
- BP Solar , BP-350 The 50 Watt Photovoltaic Module, London: BP Solar - [www.bpsolar.com](http://www.bpsolar.com), 2003.
- Pt Azet Surya Lestari, "PLTS - Skala Menengah-Besar (Hybrid, Grid-Interractive)," 26 Pebruari 2006. [Online]. Available: <http://www.tokosurya.com>. [Accessed 2 Maret 2013].
- A. Sudradjat, "Riset Intensif Penerangan Rumah Perdesaan Surya Sistem AC Di Kabupaten Tulang Bawang, Lampung," Kementerian Negara Riset Dan Teknologi, Jakarta, 2012.
- I. PUSAT PEN GEMBANGAN DAN PEMBERDAYAAN PENDIDIK DAN TENAGA KEPENDIDIKAN (PPPPTK) Bidang Mesin dan Teknik Industri Bandung, Modul No. ET- PLTS-S01-10 MODEL APLIKASI PLTS, Bandung: PROYEK PENGENALAN PROGRAM ENERGI BANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS, 2008.