

STUDI EVALUASI KINERJA PLTH Surya-Genset PADA BTS(Base Transceiver Station) PT. Telkomsel DI KECAMATAN LEMBAH BAWANG KABUPATEN BENGKAYANG

Tri Susanto
D01107018

Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik
Universitas Tanjungpura

ABSTRAK - Sistem Hibrid Surya-Genset adalah salah satu pembangkit Alternatif digunakan pada sistem tenaga listrik pada Base Transceiver Station (BTS) Uso. Dimana dalam sistem ini kebutuhan listrik dipenuhi oleh sel surya dan genset dikarenakan keterbatasan PLN untuk memenuhi kebutuhan sistem BTS di daerah-daerah terprncil khususnya di Kecamatan Lembah Bawang, Kabupaten Bengkayang Provinsi Kalimantan Barat. Sistem hibrid atau PLTH dan BTS ini dibangun pada tahun 2012 dan beroperasi pada tahun 2013.

BTS Uso dan sistem pembangkitan ini adalah program dari MENKOMINFO untuk memenuhi sistem telekomunikasi di daerah-daerah terpencil dimana daerah yang belum terjangkau oleh listrik PLN. Adapun beban total dc yang dibutuhkan sistem BTS ini adalah sebesar 720 watt yang didalamnya terdapat antena ZTE dan antena V-sat. Sedangkan beban AC sebesar yang dibutuhkan BTS sebesar 660 Watt yaitu daya yang dikonsumsi oleh Modem.

Dalam sistem perencanaan pembangkitan pada PLTH Surya-Hibrid ini telah direncanakan arus ouput maksimum sebesar 66.4 Adc dan tegangan maksimum 75,96 Vdc. Namun setelah dilakukan pengukuran dan evaluasi yang ada bahwa arus yang output Array terbesar adalah hanya 31,7 Amper, ini terbukti bahwa telah dilakukan perhitungan data yang akurat arus maksimum output Array adalah 42,88 Amper. sedangkan tegangan terbesar output Array adalah 81,2 Volt, jika dilihat tegangan ini telah melebihi tegangan maksimum Array. Standar waktu cadang baterai pada umumnya direncanakan 48 jam suplai, namun telah dilakukan perhitungan waktu cadang baterai hanya mampu mensuplai 23 jam. Untuk pengisian baterai dengan Charge Controller yang ada diperlukan waktu 19 jam, ini membutuhkan waktu yang sangat lama. Setelah dilihat dari hasil evaluasi tersebut bahwa kinerja sitem PLTH

Surya-Hibrid tersebut belum maksimal. Diharapkan dalam perencanaan-perencanaan yang akan datang dapat dilakukan perhitungan-perhitungan yang lebih teliti dan lebih akurat lagi.

1. Pendahuluan

Pertumbuhan penduduk yang terus meningkat mengakibatkan kebutuhan energi pun terus bertambah. Hal ini bertolak belakang dengan ketersediaan energi fosil yang selama ini menjadi bahan bakar utama yang semakin menipis, energi fosil ini sendiri adalah energi yang tidak dapat diperbaharui karena membutuhkan waktu yang sangat lama dalam pembentukannya.

Untuk memenuhi kebutuhan energi yang terus meningkat, pemerintah terus mengembangkan berbagai energi alternatif, diantaranya energi terbarukan. Potensi energi terbarukan, seperti biomassa, panas bumi, energi surya, energi air, dan energi angin sampai saat ini belum banyak dimanfaatkan, padahal potensi energi terbarukan di Indonesia sangat besar.

Untuk pemanfaatan energi matahari pada pembangkitan tenaga listrik skala kecil, maka diperlukan sebuah pengatur tegangan agar tegangan yang dihasilkan konstan. Selain itu diperlukan juga sebuah baterai sebagai media penyimpanan energi. Dari baterai tegangan yang dihasilkan kemudian digunakan untuk menyuplai ke beban.

Lampu taman adalah lampu yang dipasang di taman. Kegunaan lampu taman adalah untuk mempercantik taman dan menerangi taman. Lampu taman umumnya dipasang untuk memperindah taman, dan tidak memerlukan sinar yang terang sehingga penerangan taman tenaga surya adalah solusi terbaik dan efisien dalam penghematan listrik PLN. Dimana dengan menggunakan energi surya yang disimpan pada baterai akan dapat digunakan secara otomatis sebagai penerangan

taman di malam hari tanpa harus menggunakan energi listrik dari PLN.

1. Teori PLTH

Hybrid system atau Pembangkit Listrik Tenaga Hibrid yang disingkat PLTH adalah gabungan atau *integrasi* antara dua atau lebih pembangkit listrik dengan sumber energi yang berbeda. Pada umumnya pembangkit listrik berbasis energi terbarukan dalam pengoperasiannya di *hybrid* dengan pembangkit listrik berbasis energi fosil. PLTH merupakan salah satu alternatif sistem pembangkit yang tepat diaplikasikan pada daerah-daerah yang sukar dijangkau oleh sistem pembangkit besar seperti jaringan PLN. PLTH juga merupakan solusi untuk mengatasi krisis BBM dan ketiadaan listrik di daerah terpencil, pulau-pulau kecil. Tujuan PLTH adalah mengkombinasikan keunggulan dari setiap pembangkit sekaligus menutupi kelemahan masing-masing pembangkit untuk kondisi-kondisi tertentu dan dapat dicapai keandalan suplai, sehingga secara keseluruhan sistem dapat beroperasi lebih ekonomis dan efisien. PLTH ini memanfaatkan energi terbarukan sebagai sumber primer yang dikombinasikan dengan jala-jala PLN yang sudah ada.

Dalam pengoperasian dari sistem pembangkit hibrid ini, ada beberapa hal yang perlu dipertimbangkan antara lain :

- Karakteristik beban atau fluktuasi pemakaian energi (*load profil*) yang mana selama 24 jam distribusi beban tidak merata untuk setiap waktunya. *Load profile* ini sangat mempengaruhi dalam penyediaan energi. Untuk mengatasi permasalahan tersebut maka kombinasi sumber energi antara sumber energi terbarukan dan diesel generator atau PLN adalah jawabannya.
- Karakteristik pembangkitan daya, khususnya dengan memperhatikan potensi energi alam yang ingin dikembangkan.
- Karakteristik kondisi alam itu sendiri, seperti pergantian siang malam, musim dan lainnya.

Pada umumnya PLTH bekerja sesuai urutan sebagai berikut:

- Pada kondisi beban rendah, maka beban disuplai 100% dari baterai dan PV modul, selama kondisi baterai masih penuh sehingga diesel/PLN tidak perlu dioperasikan.
- Untuk beban di atas 75% beban inverter (tergantung seting parameter) atau kondisi baterai sudah kosong sampai level yang disyaratkan, diesel/PLN mulai beroperasi untuk mensuplai beban dan sebagian mengisi baterai sampai beban diesel mencapai 70-80% kapasitasnya (tergantung seting parameter). Pada kondisi ini *hybrid controller* bekerja

sebagai *charger* (merubah tegangan AC menjadi tegangan DC) untuk mengisi baterai.

- Pada kondisi beban puncak baik diesel maupun inverter akan beroperasi dua-duanya untuk menuju paralel sistem apabila kapasitas terpasang Diesel/PLN tidak mampu sampai beban puncak. Jika kapasitas diesel cukup untuk mensuplai beban puncak, maka inverter tidak akan beroperasi paralel dengan genset.

Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui Kinerja PLTH Surya-Genset pada BTS Telkomsel Di kecamatan Lembah Bawang, Kabupaten Bengkayang.

2. Perhitungan Dan Analisa

A. Beban Listrik Pada BTS Telkomsel Lembah Bawang.

Adapun beban yang dilayani oleh catu daya solar sel yaitu beban DC pada BTS ini sebesar 720 Watt yang dihidupkan selama 24 jam, dimana beban dc ini termasuk konsumsi daya Antena ZTE sebesar 480 Watt dan Antena V-sat 240 Watt, jadi beban harian dc adalah sebesar 17280 Wh/hari. sedangkan beban AC hanya terdapat sebuah modem yang dihidupkan selama 24 jam dengan daya 660 watt, besarnya beban harian AC sebesar 15840 Wh/ hari.

Untuk menentukan total beban DC adalah menggunakan persamaan (2.1)

$$\begin{aligned} \text{Total Voltage} &= \frac{\text{Load (Ah/day)} \quad @\text{System}}{\text{Total dc Load(Wh/Day)}} \\ &= \frac{17280}{48} \\ &= 360 \text{ Ah/Day} \end{aligned}$$

Energi Output beban AC = 15840 Wh/hari

$$\begin{aligned} E_{\text{in Inverter}} &= \frac{\text{Energi Output Beban AC}}{\text{Efisiensi Inverter}} \\ &= \frac{15840}{0,94} \\ &= 16851 \text{ Wh/hari} \end{aligned}$$

Untuk menentukan total beban AC pada sistem BTS adalah menggunakan persamaan (2.2)

$$\begin{aligned} \text{Ah/hari beban AC} &= \frac{\text{Energi Input Inverter}}{\text{Tegangan Input Inverter}} \\ &= \frac{15840}{48} \end{aligned}$$

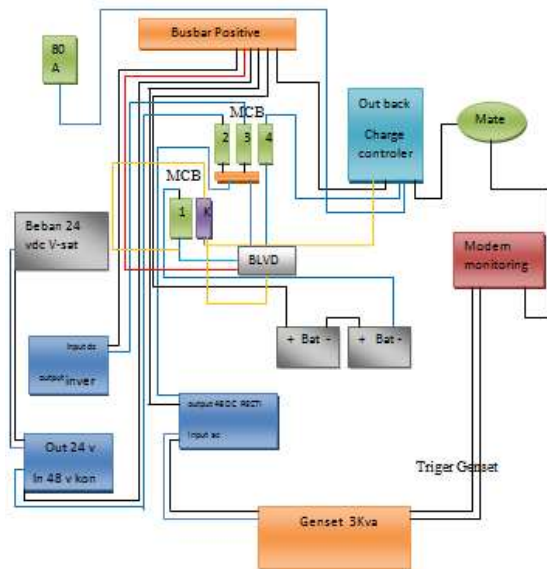
= 351 Ah/hari

Jadi beban total Ah/hari beban listrik dapat dicari dengan persamaan (2.3)

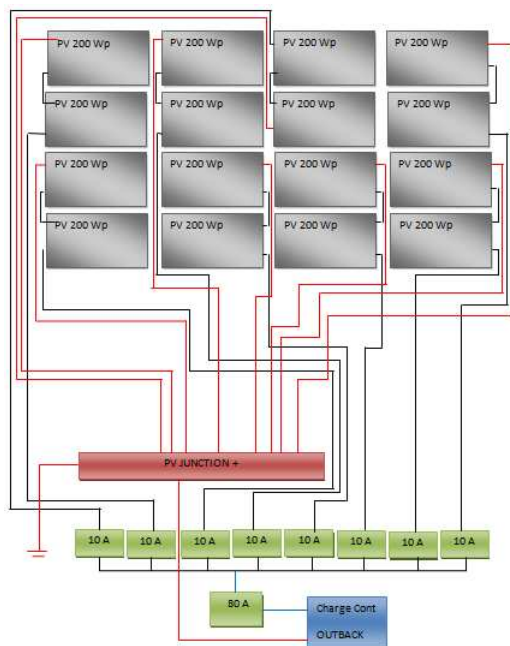
Total beban Ah/hari = Ah/hari beban DC + Ah/hari beban AC

= 360 + 351

= 711 Ah/hari



Gambar 2.1 Rangkaian sistem



Gambar 2.2 Rangkaian PV Array

3. Perhitungan Hasil Pengukuran.

Tabel 3.1 Output Array

Waktu	V Array	I Array
07.00	64,2 Vdc	12,6 A
08.00	65,4 Vdc	19,3 A
09.00	68,8 Vdc	31,7 A
10.00	73,4 Vdc	18,6 A
11.00	80,6 Vdc	17,6 A
12.00	81,0 Vdc	12,6 A
13.00	81,2 Vdc	9,3 A
14.00	76,4 Vdc	4,4 A
15.00	79,6 Vdc	4,1 A
16.00	78,8 Vdc	4,6 A
17.00	58,5 Vdc	1,9 A
18.00	50,6 Vdc	0 A

a. Perhitungan Daya Array dengan Arus terbesar

$$P_{Array} = V_{Array} \cdot I_{Array}$$

$$P_{Array} = 68,8 \cdot 31,7 \text{ Amper.}$$

$$P_{Array} = 2180,96 \text{ Watt.}$$

Jadi sesuai perhitungan, daya yang dihasilkan sebesar 2180,96 Watt sama dengan 2,190 Kw.

b.. Perhitungan Daya Dengan Tegangan Terbesar

$$P_{Array} = V_{Array} \cdot I_{Array}$$

$$P_{Array} = 81,2 \cdot 9,3$$

$$P_{Array} = 755,16 \text{ Watt}$$

Jadi daya yang dihasilkan adalah 755,16 Watt, sama dengan 0,755 Kw.

c. Perhitungan Daya Terbesar String

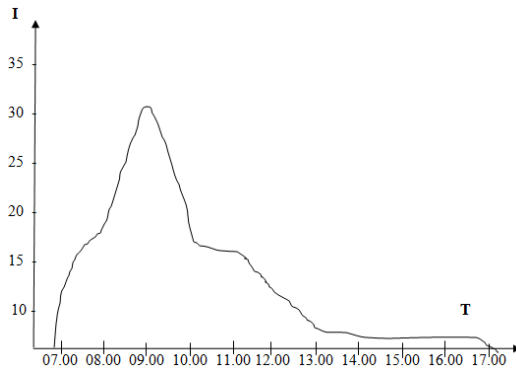
$$P_{string} = \frac{P_{Array}}{8}$$

$$P_{string} = \frac{2180,96}{8}$$

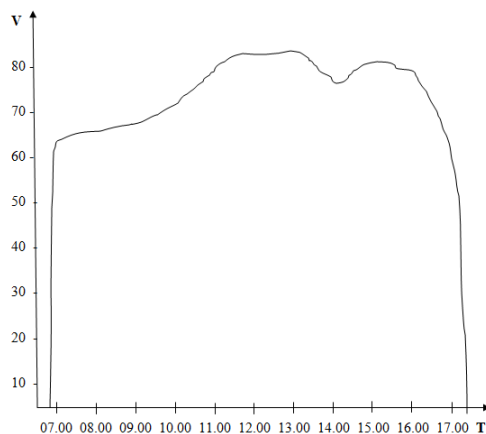
$$P_{string} = 272,62 \text{ Watt}$$

Jadi daya terbesar yang dihasilkan oleh modul dalam satu string adalah 272,62 Watt.

1. Kurva Arus PV vs waktu



2. Kurva Tegangan PV Array Vs Waktu



d. Penitunan Kapasitas Care Controller

Untuk menentukan kapasitas *chargecontroller* adalah menggunakan persamaan (2.18).

$$I_{max PV} = I_{mpp} \cdot \text{jumlah modul (N seri)}$$

$$= 5,36 \cdot 8 \text{ (string)}$$

$$= 42,88 \text{ Amper}$$

$$I_{KCC} = I_{max Array} \cdot 125\%$$

$$= 42,88 \cdot 125 = 53,6 \text{ Amper.}$$

e. Penitunan Kapasitas Baterai

$$N_{Bat \text{ seri}} = \frac{\text{Tegangan Sistem}}{V_{Bat}}$$

Diketahui:

$$V_{Sistem} = 48 \text{ Volt}$$

$$V_{Bat} = 2 \text{ Volt}$$

$$N_{Bat} = \frac{48}{2}$$

$$= 24$$

Jadi jumlah baterai yang digunakan pada sistem adalah 24 buah Baterai seri.

f. Perhitungan Kapasitas Total Penyimpanan

$$\text{Total Storage Capacity} = \frac{\text{Usable Storage Capacity (Ah)}}{(\text{MDOD})}$$

$$= \frac{490}{0,80}$$

$$= 612,5 \text{ Ah}$$

Jadi kapasitas penyimpanan baterai adalah 612,5 Ah

g. Perhitungan Energi Baterai dan Arus Beban

Menentukan energi baterai adalah dengan persamaan (2.15).

$$E_{Bat} = V_{Bat} \cdot Ah_{Bat} \cdot N_{Bat} \cdot \text{DOD}\%$$

$$= 2 \cdot 24 \cdot 490 \cdot 0,80$$

$$= 18816 \text{ Wh.}$$

Jadi energi baterai adalah sebesar 14112 Wh

Arus beban = Arus Beban DC + Arus beban AC

$$= \frac{720}{48} + \frac{660}{220}$$

$$= 17 \text{ A}$$

h. Perhitungan Waktu cadang Baterai

Untuk menentukan waktu cadang baterai adalah dengan persamaan (2.16).

$$\begin{aligned} \text{Discharge Time} &= \frac{\text{Kapasitas Nominal Baterai} \times \text{DOD}\%}{\text{Total Arus Beban}} \\ \text{Discharge Time} &= \frac{490 \times 0,80}{17} \\ &= 23 \text{ jam.} \end{aligned}$$

i. Perhitungan Kapasitas Inverter

Sesuai dengan data spesifikasi *inverter* yang ada maka beban DC yang masuk pada inverter dapat ditentukan dengan persamaan (2.17).

$$\begin{aligned} \text{DC Load} &= \frac{\text{AC Load}}{\text{Inverter Efficiency}} \\ &= \frac{15840}{0,94} \\ &= 16851 \text{ Wh/day} \end{aligned}$$

Jadi beban DC yang di butuhkan inverter sebesar 16851 Wh/day

4. Kapasitas Genset

Pada sistem ini, genset yang digunakan dengan kapasitas daya sebesar 2,8 Kw dan daya maksimum 3 Kw. Adapun tegangannya 220 Volt. Dimana genset sudah diseting untuk beroperasi dalam 1 jam untuk memback up.

a. Perhitungan Rating Arus Genset

Untuk menentukan rating arus genset dapat dengan menggunakan persamaan (2.21).

$$\begin{aligned} I &= \frac{P}{V} \\ I &= \frac{2800}{220} \\ &= 12,7 \text{ Amper.} \end{aligned}$$

Jadi rating arus pada genset adalah 12,7 Amper

$$\begin{aligned} G &= \frac{\text{Total storage Capacity (Ah)} \times \text{System voltage (V)}}{\text{Charge Time (h)} \times \text{Charger Efficiency}} \\ &= \frac{817 \times 48}{1 \times 0,80} \\ &= 49020 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Maka daya yang di keluarkan oleh genset pada saat beroperasi dalam satu jam adalah sebesar 49020 Watt sama dengan 49 Kw.

5. Pembahasan

Pada pembahasan ini, dimana perencanaan arus maksimum modul dalam satu string yang ingin dicapai oleh pihak perencana adalah 10 Amper. Dengan menggunakan modul kapasitas 200 Wp dan tegangan Nominal 24 Volt, jika menggunakan persamaan $I = \frac{P}{V}$, maka $I = \frac{200 \times 2}{48} = 8,3$ Amper, maka output dari setiap string pada sistem dipasang MCB 10 Amper dan ouput dari 8 *string* dipasang MCB 80 Amper. Namun setelah dilakukan pengukuran dan persamaan untuk menghitung *output array* bahwa arus maksimum array adalah 42,88 Amper. hasil tersebut adalah setelah dilakukan dengan persamaan $I_{mpp} \times Nstring$, dimana I_{mpp} modul adalah 5,36 dan jumlah *string* ada 8 *string* maka, $5,36 \times 8 = 42,88$ Amper. Jadi Arus maksimum *Array* yang sebenarnya sesuai rangkaian modul yang terpasang dimana modul terdapat 16 modul dengan kapasitas daya 200 Wp, tegangan maksimum 37,98 per modul dan arus maksimum 5,36 Amper, setiap 2 modul tepasang seri, arus maksimumnya adalah 42,88 Amper. Namun pembuktian juga dalam hasil pengukuran bahwa arus terbesar adalah 31,7 Amper.

Pada sistem ini memang seharusnya waktu cadang baterai dapat menyuplai minimal dari pukul 16.00 sampai pukul 07.00 dimana tidak terdapat lagi sinar matahari, maka waktu cadang tidak boleh kurang dari 15 jam. Namun setelah dilakukan perhitungan dengan persamaan-persamaan yang digunakan, baterai dapat menyuplai dengan waktu cadang 23 Jam. Pada umumnya pada sistem ini direncanakan waktu cadang baterai untuk menyuplai sistem BTS adalah selama 2 hari sama dengan 48 jam.

Dengan adanya genset dengan kapasitas daya 2,8 Kw atau sama dengan 2800 Watt, dan tegangan 220 Volt dan *rating* arus 12,7 amper untuk membackup selama satu jam *running* maka daya yang dikeluarkan genset dengan efisiensi charger 0,80 adalah 49020 Watt sama dengan 49 Kw. Genset sudah diseting untuk *running* selama 1 jam untuk mengisi baterai.

Kesimpulan

1. Modul surya dengan kapasitas daya 200 Wp, dengan $V_{mak} = 37,98$ V dan $I_{mak} = 5,36$ A, dimana terdapat 16 modul membentuk suatu array, setiap 2 modul terpasang seri dan pada kondisi cuaca sangat cerah dapat menghasilkan tegangan terbesar dari array adalah dengan nilai 81,2 V pada waktu pukul 13.00, sedangkan arus terbesar dengan nilai 31,7 Amper pada waktu pukul 09.00.

2. Pada sistem ini output setiap string dipasang MCB 10 Amper dan setelah 8 string diparalelkan outputnya dipasang MCB 80 Amper adalah dengan maksud arus maksimum setiap string adalah hasil dari perhitungan $I = \frac{200 \times 2}{24 \times 2} = 8,3$ Amper, jika demikian Arus maksimum Array $8,3 \times 8 = 66,7$ Amper. Namun setelah dilakukan perhitungan dengan persamaan $I_{\text{mak Array}} = I_{\text{mak Array}} \times N_{\text{string}}$, maka $I_{\text{mak Array}} = 5,36 \times 8 = 42,88$ Amper, kemudian setelah dilakukan pengukuran bahwa nilai arus terbesar keluaran array adalah 31,7 Amper.
3. Dengan beban total listrik sebesar 711 Ah/hari yang dibutuhkan sistem BTS, dimana baterai dengan kapasitas 490 Ah dan tegangan nominal 2 Volt per blok, sebanyak 24 blok baterai yang digunakan dan dipasang secara seri, hanya mampu menyulai waktu cadang selama 23 Jam, sedangkan pada umumnya baterai harus menyulai kebutuhan BTS dalam waktu cadang selama 48 jam.
4. Keluaran *Charge controller* sudah diseting dengan set *Absorbing* 56,4 Volt, itu terbukti dengan hasil pengukuran output dari cahrg controller tegangan keluarannya tidak lebih dari 56,4 Volt.
5. Kapasitas genset dengan rating daya 2,8 Kw, tegangan 220 Volt dan arus 12,7 Amper pada saat membackup dengan waktu setingan *running* satu jam, dapat menghasilkan daya 49020 Watt atau sebesar 49 Kw,

Referensi

- Abdul Kadir, 1995, *Energi Sumber Daya Inovasi Tenaga Listrik dan Potensi Daerah*, Universitas Indonesia Press, Jakarta.
- Benjamin S, Blanchard, Wolter J. Fabrychy, 1990, *System Engineering And Analysis*, Second edition, printice HallInternational Editions.
- Creecraft, D.A. Gorham, J.J Sparks, 1993, *Electronics*, Chapman & Hall.
- Fadillah, *Generator*, Artikel, 2012
- Fitria Yulinda, *Rancangan Bangun Simulasi Sistim Hybrid Tenaga Surya dan Tenaga Angis Sebagai Catu Daya Base Transceiver Station (BTS) 3G*, Fakultas Teknik Program Teknik Elektro Depok, 2009
- Gilbert M. Masters, *Renewable And Efficien Electric Power System*, Stanford University
- Hera Arwoko, 1997, *Efisiensi Baterai Daya Dari Solar Sel*, Unitas, Jakarta.
- http://elektronika-dasar.web.id/artikel-elektronika/inverter-dc-ke-ac/#chitika_close_button
- <http://kebutuhan-listrik-pariwisata.com>
- Joseph Edward Shigley, Charles R. Mischhe, 1989, *Mechanical Engineering Design Fifth Edition*, Mc Graw Hill.
- Kininger. F, *Photovoltaic System Tecnology*, Universitas Kassel, Germany, 2003
- M. Firdaus, *Studi Perencanaan pembangkit Listrik Tenaga Surya Sebagai Alternatif Catu Daya untuk Sistem Base Transceiver Station (BTS)*, Skripsi Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura, Pontianak 2008
- Malvino, Barmawi M.dan Tjia, M.O,1986. *Prinsip-Prinsip Elektronika*, PT. Erlangga, Jakarta.
- Tarigan Drs, M.Eng Sc, *Dasar Sistem Sel Fotovoltaik*, LIPI, 1983
- Tim penyusun, *Modul Teknik Dasar Rectfier dan Inverter*, Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta, 2003
- Wibeng Diputra, *Simulator Alogaritma*, Fakultas Teknik Universitas Indonesia, 2008
- Yadi Muhammad, *Analisis Peningkatan Kualitas Jaringan Telekomunikasi Melalui perangkat Base Transceiver Station (BTS) Flexi Multiradio (FMR) Pada Nokia Siemens Networks(NSN)*, Skripsi Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura, Pontianak 2012
- Yandri ST.MT, *Terjemahan Solarexpert*, Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura, Pontianak 2007

