

# Pompa Air Aquarium Menggunakan *Solar Panel*

Muhammad Irwansyah\*, Didi Istardi, M.Sc.#

#*Teknik Elektronika, Politeknik Negeri Batam  
Parkway Street, Batam Center, Batam 29461, Indonesia*

E-Mai: irwan\_ajah121@yahoo.com

#Politeknik Negeri Batam

\**Dosen Pembimbing*

*Prakway Street, Batam Center, Batam 29461, Indonesia*

E-mail : istardi@polibatam.ac.id

## Abstrak

Aplikasi ini dibuat untuk salah satu pengematan penggunaan supply daya listrik dengan menggunakan *solar panel* sumber utama, dengan aplikasi ini dapat diharapkan mampu dalam pemakaian listrik lebih dapat terjangkau dan kemudian penggunaan dalam menggunakan pompa air aquarium adalah salah satu bila mana terjadi pemadaman listrik maka *back up* menggunakan *solar panel* dan *inverter* salah satu mengubah dc ke ac untuk menghidupkan pompa air aquarium tersebut, karena siklus air dalam aquarium tidak boleh padam dikarenakan oksigen dalam air akan berkurang.

Pompa air aquarium menggunakan solar panel dirancang dengan cara menggunakan beberapa alat yaitu :*solar panel*, *control charger*, baterai atau aki, dan *inverter*, berupa alat utama untuk menghidupkan pompa air aquarium tersebut.

Alat yang dibuat dari empat bagian utama, bagian pertama yaitu solar panel untuk sumber utama dari energi matahari menjadi tegangan awal dc, bagian kedua yaitu control charger untuk salah satu pengecasan pada baterai atau penyimpanan daya yang dihasilkan dari *solar panel* tersebut, bagian ketiga yaitu *inverter* salah satu pengubah tegangan dc dari battery ke ac 220vac dengan bantuan trafo *step up* untuk menjadi tegangan 220 vac dan frekuensi 50 Hz, serta bagian ke lima yaitu pompa air aquarium sebagai salah beban utama dalam aplikasi tersebut.

**Kata Kunci : solar panel, charger, inverter**

## I. PENDAHULUAN

Energi baru dan terbarukan mulai mendapat perhatian sejak terjadinya krisis energi dunia yaitu pada tahun 70-an dan salah satu energi itu adalah energi surya. Cahaya matahari jumlahnya melimpah dan bahkan untuk Negara tropis, Penyinaran matahari hampir sepanjang tahun. Oleh karena itu pembangkit listrik tenaga surya sangat cocok untuk diaplikasikan di Indonesia.

Tenaga surya memiliki beberapa keuntungan antara lain energinya tersedia secara cuma-cuma, Perawatannya mudah dan tidak ada komponen yang bergerak sehingga tidak menimbulkan suara/kebisingan, Serta mampu bekerja secara otomatis. Akan tetapi tenaga surya juga memiliki kendala yaitu energi yang dihasilkan tergantung pada intensitas cahaya matahari yang tidak tersedia 24 jam sehari sehingga diperlukan suatu media penyimpanan energi berupa baterai sebagai sumber pada saat intensitas cahaya menurun atau bahkan tidak ada sama sekali.

Proses pengisian baterai diatur dengan *baterai charger*. Tegangan yang dihasilkan oleh modul *fotovoltaik* berupa tegangan DC maksimal tegangan 21.09 Volt dc. Apabila digunakan untuk menyuplai pompa air aquarium maka diperlukan peralatan tambahan untuk mengkonversi tegangan DC menjadi AC. Untuk menyesuaikan tegangan AC tersebut maka ditambah trafo. Pada tugas akhir ini merancang inverter

jenis *pushpull* untuk diaplikasikan pada sistem pompa air aquarium *fotovoltaik* dengan spesifikasi tegangan input DC 12V dari baterai, tegangan output 220 V AC frekuensi 50 Hz dengan keluaran berbentuk gelombang kotak (*square wave*). [5]

## II. DASAR TEORI

### 2.1 Solar Cell

*Solar cell* terdiri dari silikon, silikon mengubah intensitas sinar matahari menjadi energi listrik, saat intensitas cahaya berkurang (berawan, hujan, mendung) energi listrik yang dihasilkan juga akan berkurang. Dengan menambah *solar cell* (memperluas) berarti menambah konversi tenaga surya. Sel silikon di dalam *solar cell* panel yang disinari matahari/ surya, membuat photon bergerak menuju electron dan menghasilkan arus dan tegangan listrik. Sebuah sel silikon menghasilkan kurang lebih tegangan 0.5 Volt. Jadi sebuah panel surya 12 Volt terdiri dari kurang lebih 36 sel surya (untuk menghasilkan 17 Volt tegangan maksimum). *Solar cell* panel module memiliki kapasitas keluaran: Watt hour. *Solar cell* 50 WP 12 V, memberikan keluaran daya sebesar 50 Watt per hour dan tegangan adalah 12 Volt. Untuk perhitungan daya yang dihasilkan per hari adalah 50 Watt x 5 jam.

### 2.2 Baterai Charger

*Battery Charger* merupakan otak pengaturan sistem *charging* dari *solar Cell* yang didesain multi fungsi. Charger bisa difungsikan sistem normal atau auto load. Pada posisi normal tegangan keluaran load tetap bekerja walaupun pada saat pengisian dari *solar cell* maupun tanpa pengisian. Posisi auto load tegangan keluaran load tidak akan bekerja selama tegangan/ arus dari *solar cell* mengisi baterai. *Solar Charger* biasanya terdiri dari : 1 masukan ( 2 terminal ) yang terhubung dengan keluaran panel sel surya, 1 keluaran ( 2 terminal ) yang terhubung dengan baterai/ aki dan 1 keluaran ( 2 terminal ) yang terhubung dengan beban (load).

### 2.3 Inverter

*Inverter* merupakan suatu alat yang dipergunakan untuk mengubah tegangan searah menjadi tegangan bolak-balik dan frekuensinya dapat diatur. *Inverter* ini sendiri terdiri dari beberapa sirkuit penting yaitu sirkuit *converter* (yang berfungsi untuk mengubah daya komersial menjadi dc serta menghilangkan *ripple* yang terjadi pada arus ini) serta sirkuit inverter (yang berfungsi untuk mengubah arus searah menjadi bolak-balik dengan frekuensi yang dapat diatur-atur). *Inverter* juga memiliki sebuah sirkuit pengontrol.

Dan juga *Inverter* adalah perangkat elektronika yang dipergunakan untuk mengubah tegangan DC (*Direct Current*) menjadi tegangan AC (*Alternating Current*). Keluaran suatu *inverter* dapat berupa tegangan AC dengan bentuk gelombang sinus (*sine wave*), gelombang kotak (*square wave*) dan sinus modifikasi (*sine wave modified*). Sumber tegangan masukan *inverter* dapat menggunakan baterai, tenaga surya, atau sumber tegangan DC yang lain. *Inverter* dalam proses mengubah tegangan DC menjadi tegangan AC membutuhkan *multivibrator*.

### 2.4 Baterai

*Baterai* adalah obyek kimia penyimpan arus listrik. Dalam sistem *solar cell*, energi listrik dalam baterai digunakan pada malam hari dan hari mendung. Karena intensitas sinar matahari bervariasi sepanjang hari, baterai memberikan energi yang konstan.

*Baterai* tidak seratus persen *efisien*, beberapa energi hilang seperti panas dari reaksi kimia, selama *charging* dan *discharging*. *Charging* adalah saat energi listrik diberikan kepada baterai, *Discharging* adalah pada saat energi listrik diambil dari baterai. *Satu cycle* adalah *charging* dan *discharging*. Dalam sistem *solar cell*, satu hari dapat merupakan contoh *satu cycle* baterai (sepanjang hari *charging*, malam digunakan/ *discharging*).

### 2.5 Pompa Air Aquarium

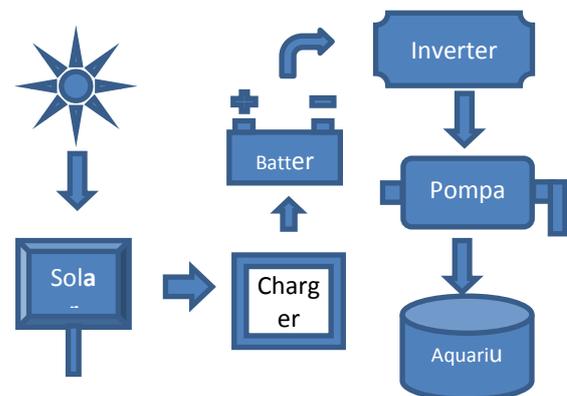
Pompa adalah mesin atau peralatan mekanis yang digunakan untuk menaikkan cairan dari dataran rendah ke dataran tinggi atau untuk mengalirkan cairan dari daerah bertekanan rendah ke daerah yang bertekanan tinggi dan juga sebagai penguat laju aliran pada suatu sistem jaringan perpipaan. Hal ini dicapai dengan membuat suatu tekanan yang rendah pada sisi masuk atau *suction* dan tekanan yang tinggi pada sisi keluar atau *discharge* dari pompa.

Pompa juga dapat digunakan pada proses-proses yang membutuhkan tekanan *hidraulik* yang besar. Hal ini bisa dijumpai antara lain pada peralatan-peralatan berat. Dalam operasi, mesin-mesin peralatan berat membutuhkan tekanan *discharge* yang besar dan tekanan isap yang rendah. Akibat tekanan yang rendah pada sisi isap pompa maka fluida akan naik dari kedalaman tertentu, Sedangkan akibat tekanan yang tinggi pada sisi *discharge* akan memaksa *fluida* untuk naik sampai pada ketinggian yang diinginkan dan pada penggunaan pompa pada saat ini adalah pompa Air Aquarium yang digunakan untuk daerah indor saja.

## III. PERANCANGAN SISTEM

*Solar cell* sebagai masukan dapat mengalirkan tegangan maksimal sebesar 21.9 Vdc kepada *baterai charger* yang berfungsi sebagai pengisian untuk aki 12 V/4AH, Dan dari aki menuju *inverter* yaitu salah satu mengubah tegangan DC pada aki ke AC, Kemudian setelah dari *inverter* yaitu beban pompa air aquarium 1 buah sebagai keluaran.

Adapun gambaran umum tentang alat dapat dilihat pada blok diagram :



Gambar 3.1 : Gambar Diagram Blok Alat

### 3.1 Solar Cell

Modul *solar cell* ada beberapa jumlah *sel fotovoltaik*, dan berikut adalah spesifikasi *solar cell* tersebut:

|                                   |                |
|-----------------------------------|----------------|
| Maximum Power (+10% / -5%) (Pmax) | : 30 W         |
| Maximum Power Voltage (Vpm)       | : 17.28 V      |
| Maximum Power Current (Ipm)       | : 1.74 A       |
| Open voltage (VOC)                | : 21.6 V       |
| Short circuit (ISC)               | : 1.91 A       |
| Jumlah Sel fotovoltaik            | : 36           |
| Material Sel fotovoltaik          | : Silikon biru |
| Efisiensi                         | : 3 %          |

### 3.2 Perancangan Mekanik

Perancangan mekanik pada alat ini menggunakan plat aluminium atau hollow yaitu hanya untuk salah satu kedudukan pada *solar cell* tersebut dan perancangan box

rangkaian serta perancangan aquarium tersebut dapat di uraikan.

Bentuk dan dimensi dari masing-masing device dapat di lihat dari keterangan di bawah ini :

1. Perancangan Mekanik Aquarium

Dimensi Aquarium :

- Panjang : 42.5 cm
- Lebar : 19.5 cm
- Tinggi : 25.5 cm

Yang mana dalam pembuatan mekanik aquarium tersebut tersebut menggunakan *device kaca murni*.

2. Perancangan Rangka Mekanik Solar Cell

Dimensi Rangka Mekanik :

- Tinggi tiang depan : 27 cm
- Tinggi tiang belakang : 50 cm
- Panjang : 54.5 cm
- Lebar : 54.5 cm
- Tebal hollow : 3.5 cm

Yang mana dalam pembuatan rangka mekanik kedudukan *solar cell* ini menggunakan plat holow yaitu plat alumunium yang tidak mudah berkarat dan gampang di bentuk.



Gambar 3.2 Gambar Rangka Kedudukan Solar Cell

3. Perancangan Kotak Bok Rangkaian

Dimensi Kotak Box :

- Panjang : 35.4 cm
- Lebar : 16.5 cm
- Tinggi : 18.5 cm

Yang mana dalam box tersebut terdiri dari 2 buah device rangkaian berserta alat lainya yang memiliki fungsi kerja saling berkaitan, adapun dari *device-device* tersebut adalah :

1. Rangkaian *inverter*
2. Rangkaian *charger*
3. Trafo 5 A
4. Stop kontak

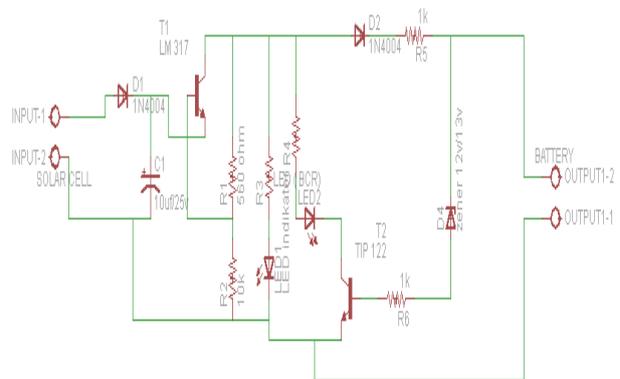
5. Baterai 12 V 3.5 AH

3.3 Perancangan Rangkaian

Perancangan dan pembuatan sistem pompa air aquarium menggunakan *solar cell* ini mempunyai beberapa unsur dari masing-masing saling berhubungan, sehingga dapat alat berfungsi dengan baik, dari beberapa unsur tersebut adalah : *battery charger regulator, inverter*. Serta penjabaran dari setiap *device* tersebut adalah :

1. Perancangan Rangkaian Charger

Pada rangkaian gambar 3.3 dapat dijelaskan bahwa masukan pertama adalah penerima masukan dari *solar cell* kemudian melalui dioda sebagai penyearah tegangan masuk setelah melalui dioda T1 LM 317 sebagai regulator tegangan dan R2 serta R3 adalah pembagi tegangan keluaran T1 *regulator*, Serta fungsi D2 adalah bila mana tegangan pada baterai sudah mencapai pada puncaknya maka arus tidak mengalir ke rangkaian *regulator* tersebut, Kemudian fungsi D3 zener 12 V adalah *cut off* membaca tegangan pada baterai saat mencapai 12 V ke atas maka D3 akan aktif dan memutus arus mengalir melalui sisi positif D3 untuk dan kaki *base* TIP 122 mendapatkan arus maka kaki *collector* TIP 122 mendapatkan tegangan untuk menyalakan LED 2.



Gambar 3.3 Gambar Schematic Rangkaian Charger

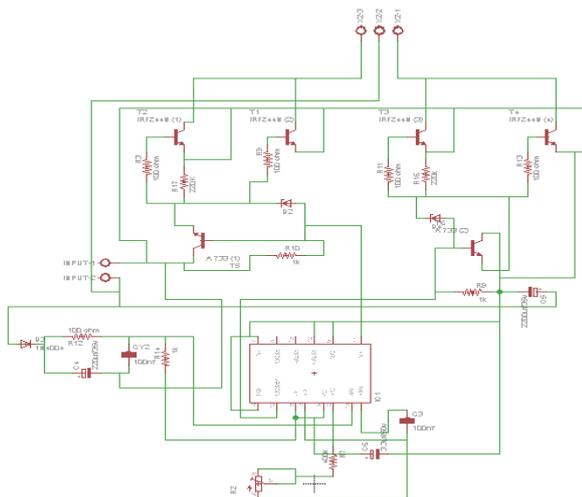
2. Perancangan Rangkaian Inverter

Perancangan sistem sangat di butuhkan dalam pembuatan proyek akhir ini, dan pada perancangan sistem alat ini daapt di lihat pada gambar 3.4.

Pada inverter ini memiliki komponen utama atau sistem yang dibutuhkan yaitu pada ic 4047, fungsi dari ic ini adalah sebagai pembentuk gelombang pulsa atau disebut dengan *multivibrator* yaitu menghasilkan frekuensi 50 Hz.

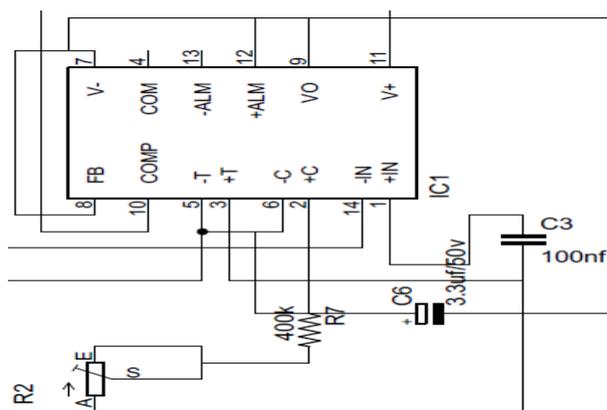
- C5 2200uf/35v *capasitor polar* sebagai berfungsi sebagai *filter* pada sebuah rangkaian *inverter* masukan dari baterai, Yang dimaksud disini adalah kapasitor sebagai *ripple filter*, Disini sifat dasar kapasitor yaitu dapat menyimpan muatan listrik yang berfungsi untuk memotong tegangan *ripple*.

- D3 1N4004 yaitu pada rangkaian *inverter* ini sebagai penyearaah dan dioda di sini juga sebagai penahan arus balik ke baterai.
- T5 dan T6 A733 sebagai pembangkit pulsa *sinus soidal* dari IC 4047 sebagai *multivibrator* dan kemudian A733 mendapatkan pulsa da frekuensi berubah menjadi 50 Hz dan gelombang yang di hasilkan belum sepenuhnya sempurna maka di perlukan Transistor IRFZ44N sebagai penaik gelombang sinus soidal.



Gambar 3.4 Gambar Schematic Rangkaian Inverter

Pada inverter ini memiliki komponen utama atau sistem yang dibutuhkan yaitu pada ic 4047, fungsi dari ic ini adalah sebagai pembentuk gelombang pulsa atau disebut dengan *multivibrator* yaitu menghasilkan frekuensi 50 Hz.



Gambar 3.5 : Gambar Rangkaian Pengatur Frekuensi Pada Inverte IC 4047

#### IV. PENGUJIAN DAN ANALISA SISTEM

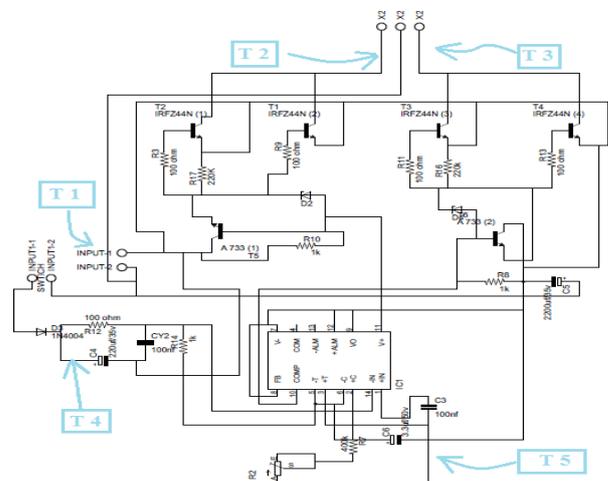
### 4.1 Pengukuran

Pengukuran pada alat ini dilakukan untuk mendapatkan data dan untuk mengetahui kinerja dari sebuah sistem yang telah dirancang. Kemudian hasil dari pengolahan alat tersebut dibandingkan dengan data kuantitatif maupun teori yang berhubungan dengan prinsip kerja alat tersebut, Hal tersebut dilakukan untuk mengetahui kinerja sistem yang telah ada, apakah sesuai dengan spesifikasialat yang telah dibuat atau tidak.

Besaran listrik yang di ukur adalah tegangan (Volt atau V), arus (Amper atau I) tahanan (Ohm atau  $\Omega$ ) dan besaran lainya yang di ukur adalah nilai frekuensi (*Hertz*), Pengukuran besaran-besaran ini menggunkan *instrument* pengukuran.

*Instrument* pengukuran yang digunakan adalah *multimeter* untuk mengukur besaran listrik tahanan arus dan tegangan, serta *oscilloscope* digunakan untuk mengukurfrekuensi dan perioda.

#### 4.1.1 Pengukuran Rangkaian Charger



Gambar 4.1 Gambar Pengukuran Masukan Sampai Keluaran Rangkaian Charger

Pengukuran rangkaian *charger* dilakukan dengan menggunakan *multimeter*, Pada bagian *charger* ini ada beberapa point yang harus diukur diantaranya adalah masukan awal melalui dioda 1N4004 pada test point 1, Keluaran LM 317 sebagai *regulator* pada test point 2, Dan keluaran dari *charger* baterai saat melalui D2 dan R6 pada test point 3 , kemudian arus keluaran *charger* ke baterai pada test point 4, Setelah itu tegangan pada sisipositif dioda *zener* pada saat berbeban baterai pada tes point 5, Kemudian arus keluaran dari panel surya ke *charger* pada test point 6.

Tabel 4.1 Hasil Pengukuran pada Rangkaian Charger

Keluaran *solar cell* 21 V, Saat cuaca berubah-ubah bisa saja tegangan keluaran *solar cell* juga berubah. Dan saat kondisi pengukuran dalam kondisi berbeban baterai dengan tegangan awal 11.7 Vdc

#### 4.1.2 Pengukuran Rangkaian Inverter

Pengukuran rangkaian *inverter* dilakukan dengan menggunakan *multimeter*, Pada bagian rangkaian *inverter* ini, ada beberapa point yang harus di ukur diantaranya adalah masukan awal melalui sumber positif baterai dioda 1N4004 dan C5 2200uf/35v sebagai *filter* tegangan masuk dari baterai pada test point 1, Keluaran pada sisi sebelah T2 yaitu 15.3 VAC karena keluaran sudah melalui transistor sebagai penguat tegangan dan frekuensi sudah mencapai 50 Hz pada test point 2, Keluaran dari T3 tidak jauh berbeda dari T2.

Transistor penguat tegangan dengan frekuensi sudah 50 Hz pada test point 3, Tegangan sudah melewati dioda 1N4004 yaitu saat diukur menggunakan *multimeter* 11.3 VDC dikarenakan pada masukan awal baterai 12.11 VDC pada test point 4, Dan setelah itu pada T5 yaitu pengukuran menggunakan *OSC* dan gelombang yang di hasilkan kotak.

#### 4.2 Pengujian

Pengujian dilakukan untuk mengetahui kinerja dari sebuah rangkaian yang telah kita buat dan digunakan, Penulis menguji berdasarkan blok-blok sistem yang terdapat pada Tugas Akhir yang telah penulis rancang. Diantaranya rangkaian *charger*, rangkaian *inverter*.

##### 4.2.1 Pengujian Rangkaian Charger

Pengujian ini dilakukan dengan memberikan tegangan masukan dari *solar cell* dan kemudian tegangan masukan *solar cell* maksimal 22 Volt DC setelah itu dioda 1N4004 sebagai penyearah masukan DC dan juga disana juga terdapat IC LM 317 sebagai *regulator* dan masukan serta keluaran *rating* LM 317 maksimal 40 Volt DC sesuai *datasheet*, Dan tergantung masukan awal berapa maka  $V_{out}$  LM 317.

##### 4.2.2 Pengujian Rangkaian Inverter

Pengujian rangkaian *inverter* ini dengan melakukan masukan awal yaitu baterai/aki 12 V DC, Kemudian dari

keluaran *inverter* ada beberapa titik, Yaitu Titik 1, Titik CT, Titik 2, Berarti titik 1 yaitu keluaran 13.1 V AC, Titik 2 CT berarti terhubung dengan positif dan titik 2 13.1 Volt AC dan kemudian keluaran *inverter* ini digunakan lagi sisi primer trafo *step up*, Maka sisi *skunder* dari trafo ini keluaran adalah 220 Volt AC dan sisi 0 Volt AC.

#### 4.3 Analisa

##### 4.3.1 Analisa Charger

Pada titik pengukuran test point 1 (TP1) yang diukur diantaranya adalah masukan melalui dioda 1N4004 dan masukan setelah melewati dioda maka akan terpotong tegangan 0.7 Volt dc. Sedangkan titik pengukuran 2 (TP2) adalah keluaran LM 317 sebagai *regulator* pada rangkaian tersebut dan tegangan mencapai 18 Volt dc.

Selanjutnya pada pengukuran ke 3 (TP3) adalah bagian tegangan yang sudah melewati 1N4004 dan ada resistor tahanan R5, Kemudian pada test point ke 4 (TP4) arus keluaran saat berbeban baterai yang keluar 5.6 mA dan sesuai dengan tegangan keluaran yang berbeda-beda dan maka arus keluaran juga berbeda.

##### 4.3.2 Analisa Inverter

Untuk power suplai *inverter* dibutuhkan tegangan 12 – 15 Volt Dc. Namun pada rangkaian ini menggunakan suplai tegangan masukan 12 Volt Dc. Dari beberapa pengujian yang dilakukan dapat dikatakan bahwa rangkaian *inverter* bekerja, semakin besar beban yang diterima maka semakin juga drop tegangan yang terjadi. Serta faktor eror yang didapat pada *inverter* ini adalah salah satunya penyebab pada trafo, Karena trafo memiliki rugi daya. Berikut ini rugi daya yang terdapat pada trafo.

#### V. PENUTUP

Berdasarkan rancang bangun pompa air aquarium menggunakan spesifikasi *solar cell* sebagai energi utama dapat disimpulkan sebagai berikut :

- Pencahayaan berubah-ubah dengan maksimum open voltage tegangan 21.6 Volt dan tegangan saat kondisi mendung 17 volt dc dapat menyebabkan tegangan yang dihasilkan *solar cell* menurun.
- Pompa air aquarium 20 watt dapat hidup menggunakan *inverter* dan baterai 12 V 3.5 AH

| NO | Titik Pengukuran | Nilai Tegangan dan Arus |          |
|----|------------------|-------------------------|----------|
|    |                  | DC Volt                 | Amper DC |
| 1  | TP 1             | 20.2                    |          |
| 2  | TP 2             | 18.9                    |          |
| 3  | TP 3             | 11.7                    |          |
| 4  | TP 4             |                         | 5.6 mA   |
| 5  | TP 5             | 0.44                    |          |
| 6  | TP 6             |                         | 32.3 mA  |

jam 40 menit.

- Efisiensi yang didapat pada *inverter* 27 % dan efisiensi pada *charger* 27 % serta inverter yang digunakan square wave atau gelombang kotak.
- Sesuai dengan gelombang keluaran trafo sisi skunder 110 volt ac yg didapat gelombang kotak, dan tidak cocok untuk berbeban motor listrik dengan efisiensi pada inverter 27 %.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Owen Bishop, *Dasar – Dasar Elektronika .Electronics – A First Course*, Jakarta: Erlangga, 2004.
- [2] <http://elektronika-dasar.web.id/?s=pengertian+inverter>, di akses pada tanggal 03 Juni 2013
- [3] Darul Ikhsan, “Pembangkit Listrik Tenaga Surya Untuk Penerangan Taman Menggunakan Led Superbright,” Buku Tugas Akhir Diploma III, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Batam, 2012.
- [4] Rahmat Syukri, “Meteran Air Digital,” Buku Tugas Akhir Diploma III, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Batam, 2012.
- [5] Arie Septayudha, ” perancangan inverter jenis *push-pull* dan *on/off battery charger regulator* (bcr) pada aplikasi fotovoltaik sebagai sumber energi untuk pompa air atau penerangan”. Buku Tugas Akhir S1, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik – Universitas Diponegoro.
- [6] Ariono Abdulkadir, *Sistem Ketenagalistrikan Jilid 2 .Energi Baru, Terbarukan, Dan Konservasi Energi*, Bandung : Penerbit ITB, 2011
- [7] Suriadi Dan Mahdi , “Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Terpadu Menggunakan Software PVSYST Pada Komplek Perumahan di Banda Aceh” *Jurnal Rekayasa Elektrika* Vol. 9, No. 2, Oktober 2010