

**OPTIMASI DESAIN GENERATOR PHOTOVOLTAIK- DIESEL  
BERDASARKAN LAJU PENANGKAPAN IKAN DAN LIFE CYCLE COST,  
STUDI KASUS BAGAN PERAHU 10 GT  
DI PERAIRAN SAMATE PEMDA RAJA AMPAT, PAPUA BARAT**

Akhmad Nurfauzi \*, Sardono Sarwito \*\*, Sutopo Purwono Fitri\*\*

\*Akademi Perikanan Sorong, Jl. Kapiten Pattimura, Suprau-Tanjung Kasuari, Sorong Barat, Papua Barat

\*\* ITS Surabaya

**ABSTRACT**

Utilization of Gen-set Hibrid Photovoltaik-Diesel ( DC-AC Coupled Battery-Backup Grid-Connecting PV System) is a efforts to minimization operational cost from Stick held dipnet. This case is caused by diesel fuel which has higher price and rare.

This article will discuss about analysis approach as first, calculate impact need of lighting toward rate of catching phototaxis fish. This case use analysis different test (test of t) toward output of optimum catching use 4 underwater lamps which have different of kind. The purpose from this case to analysis genset diesel capacity by usage optimum power of lighting. The method will be used is calculating instrumentation load factor, synchronic factor, and load of genset factor as standard of BKI.

Based on monitoring, selected under water lamp E-CDL 45 W is real different ( $t_{\text{calculate}} 3,4355 > t_{\text{table}} 2,776$ ) which has more optimum catching of fish (6960 Kg) than others. Based on calculating needed daily load capacity 2530 W. It mean the capacity of Genset Hibrid PV array-Diesel 34020 Wh, appropriate with Samate water condition which has low and high temperature (27,1°C and 31,8°C) needed 15 PV-modul @200 W (the voltage and electric current source of pv array are 100 Vdc and 31,6 A), Bank battery 14 units @200 AH/12 V which has output voltage is 24 Vdc, 2 units charge controller (@current input 15 A), 1 unit inverter (voltage input 24 Vdc / output 240 Vac and 3000W), battery charger (input 240 Vac / output 24 Vdc), and MCB (standby load : single phase 220 Vac) 15 A Busbar 45 A.

Economic analysis use Life Cycle Cost (LCC) method toward genset ( diesel dan Hibrid PV array -diesel). From the calculating, nominal of LCC genset Hibrid PVarray-Diesel (Rp.173.421.297,-) lower or cheaper than LCC genset diesel (Rp.223.715.493,-). The net from this case is Rp.50.294.196,- which got for 20 years instrumentations usage.

The last discuss about calculating distance between stick held dipnet and area which can reached to outside lighting lamp (E-CDL 50 W) at height 5 meters toward surface of sea water is 235 m<sup>2</sup>.

Keywords: *Stick held dipnet, Genset Hibrid PV-Diesel, Under water lamp, Load capacity, Life cycle cost*

**1. PENDAHULUAN**

Bagan perahu (stick held dipnet) adalah perahu yang dilengkapi sepasang jaring angkat (terletak sebelah kiri dan kanan) berfungsi untuk menangkap biota laut yang memiliki sifat tertarik dengan cahaya (phototaxis). Sumber cahaya berasal dari generator pembangkit listrik bagan perahu, sejumlah lampu penarik perhatian ikan dipasang diatas permukaan air dan dibawah kedalaman air (under water lamp atau lampu celup bawah air/lacuba).

Saat ini para nelayan bagan perahu di Samate sebagian kecil sudah ada yang memakai *underwater* lamp tipe pijar bening 500 W/220 V, namun sebagian besar belum, karena konsumsi daya lampu yang masih besar juga

pengaruhnya terhadap laju penangkapan ikan belum nampak, khususnya di saat bulan purnama. Kendala lain umumnya adalah kelangkaan dan tingginya harga bahan bakar solar.

Berdasarkan uraian di atas maka perlu dilakukan pengkajian untuk menjawab apakah kapasitas generator-set terpasang sudah optimal mencukupi kebutuhan daya listrik untuk mengoperasikan semua peralatan yang terdapat di bagan perahu pada saat operasi penangkapan ikan sesuai dengan persyaratan peraturan biro klasifikasi dalam hal ini adalah BKI juga kemungkinan kelayakan pemanfaatan energi terbarukan Hibrid Photovoltaik-

Diesel sebagai pengganti sumber penerangan di bagan perahu baik teknis maupun ekonomis.

Hasil akhir penelitian ini diharapkan nantinya dapat memberikan masukan tentang perhitungan kapasitas genset bagan perahu berdasarkan faktor beban penerangan dan peralatan di Bagan Perahu tiga Dara I milik Bapak Marzuki Sorong (sesuai aturan BKI) dimana juga sebagai input dalam merancang desain generator set Hibrid PV-Diesel berikut analisa ekonominya.

## 2. METODE PENELITIAN

Metode-metode yang digunakan untuk mengerjakan penelitian ini adalah pengamatan langsung di lapangan dengan melakukan perhitungan yang meliputi:

- Menetapkan optimasi daya penerangan terhadap laju tangkap ikan pada pengoperasian 4 jenis *underwater lamp* melalui analisa uji beda (uji t).
- Menghitung faktor beban tiap-tiap peralatan pada saat penangkapan ikan berdasarkan data operasional.
- Membandingkan hasil perhitungan berdasarkan data desain dengan data riil (Existing), pengamatan panel ukur serta data perhitungan sesuai tuntutan operasional saat penangkapan.
- Menghitung total kebutuhan daya listrik dan kapasitas genset pada setiap kondisi operasi penangkapan berdasarkan data riil perhitungan sesuai tuntutan operasi dan data desain.
- Menghitung kapasitas kebutuhan daya yang harus disuplai oleh genset Hibrid PV-Diesel sesuai kondisi oceanografi suhu terendah dan tertinggi di perairan Samate dan pemilihan peralatan serta pembuatan *wiring diagram* dan *general arrangement* bagan perahu (Outocad)
- Analisa ekonomi terhadap pemakaian

2 unit desain genset-diesel dan Hibrid PV-diesel menggunakan metode Life Cycle

- Menghitung jarak antar bagan yang paling efektif secara ekonomi menguntungkan.

Untuk membandingkan apakah hasil tangkapan secara signifikan terpengaruh atas pengoperasian 3 jenis lacuba warna putih 23 W, 35 W, 45 W terhadap lacuba bening / pijar 500 W maka digunakan analisa uji beda (Uji t) dengan rumus sebagai berikut:

$$t = \frac{(\bar{B} - 0)}{S_B} = \frac{\bar{B}}{S_B}, \text{ dimana } S_B = \sqrt{\frac{\sum d^2}{n(n-1)}}$$

$$\sum d^2 = \sum (B - \bar{B})^2 = \sum B^2 - \frac{(\sum B)^2}{n}$$

Keterangan:

- $S_B$  = Standar error dua *mean* (lacuba putih dan pijar) yang berhubungan/populasi homogen
- $B$  = Perbedaan hasil tangkapan lacuba pijar 500 W, putih 23 W, 35 W dan 45 W pada setiap pengambilan data.
- $\bar{B}$  = *Mean* (rata-rata) hitung dari beda pengamatan (hasil tangkapan antara lacuba pijar 500 W, putih 23 W, 35 W, 45 W pada setiap pengambilan data).
- $n$  = Jumlah frekuensi pengambilan data (jumlah pasang dalam sampel).

Adapun hipotesa yang diajukan adalah:

$$H_0; \mu_1 \leq \mu_2$$

$$H_A; \mu_1 > \mu_2$$

Keterangan:

- $\mu_1$  = lacuba putih 23 W atau 35 W atau 45 W
- $\mu_2$  = Lacuba pijar 500 W
- $H_0$  = Hasil tangkapan ikan bagan perahu pada lacuba 23/35/45W

-  $H_A$  = Hasil tangkapan ikan bagan perahu pada lacuba pijar 500 W

Dengan tingkat signifikansi 95 %, kaidah yang diambil adalah sebagai berikut :

- a. Apabila  $t_{hitung} \leq t_{tabel}$ , maka terima  $H_0$  dan menolak  $H_A$ , yang berarti perbedaan hasil tangkapan ikan bagan perahu pada lacuba putih 23 W, 35 W, 45 W tidak berbeda nyata terhadap hasil tangkapan ikan dibagan perahu pada lacuba pijar 500 W.
- b. Apabila  $t_{hitung} > t_{tabel}$ , maka tolak  $H_0$  dan terima  $H_A$ , yang berarti terdapat perbedaan yang nyata hasil tangkapan ikan di bagan perahu pada lacuba putih 23 W, 35 W, 45 W, terhadap hasil tangkapan ikan di bagan perahu pada lacuba pijar 500 W.



Gambar 1. *Underwater lamp* jenis E-CDL( 25 W, 35 W dan 45 W) dan Pijar 500 W/220 V

Untuk analisa kebutuhan daya listrik bagan perahu dilakukan dengan membandingkan antara faktor beban genset yang bersumber dari data *Load Factor* (LF) perhitungan atau data *existing* dengan data desain ( LF desain ) dan juga dengan data penunjukkan parameter pada panel ukur genset-diesel. Apabila dalam analisa data ini kapasitas genset-diesel terpasang tidak memenuhi syarat sesuai standar BKI maka dilakukan perhitungan ulang sebagai

pertimbangan untuk pemilihan kapasitas genset yang optimal dan sesuai dengan standar BKI serta sesuai dengan dimensi ruangan yang tersedia di bagan perahu.

Analisa Desain Genset Hibrid PV-diesel dipengaruhi oleh parameter berikut: mkondisi oceanografi perairan Samate suhu terendah/tertinggi, spesifikasi modul, nominal baterai dan kebutuhan daya beban harian (*daily load*).

Analisa ekonomi dilakukan dengan membandingkan biaya yang dikeluarkan kedua genset-diesel dan Hibrid PV-diesel selama kurun waktu ( 20 tahun) umur peralatan dan tingkat bunga yang berlaku dimana perhitungannya didasarkan pada nilai uang saat ini (*present worth/PW*)

Perhitungan jarak/radius efektif antar bagan perahu adalah sama dengan dengan daerah yang di-iluminasi oleh lampu terluar bagan perahu menggunakan rumus penerangan terfokus (*Illuminance at a point*) yaitu Hukum kuadrat terbalik (*kuadrat-invers*).

### 3. PEMBAHASAN

#### 3.1. Diskripsi Daerah Penelitian

Kegiatan pengamatan penelitian dilaksanakan di 4 titik stasiun (Bagan Tiga Dara 1, II, III, dan IV ) dengan frekwensi penangkapan 4 kali masing-masing bagan sehingga terdapat 16 kali data penangkapan di perairan samate posisi S.00° 88'983"– E.131°18'694" dimana Bagan Tiga dara I milik Bapak Marzuki sebagai pembanding dalam perhitungan Kebutuhan daya dan desain genset Hibrid PV-Diesel.

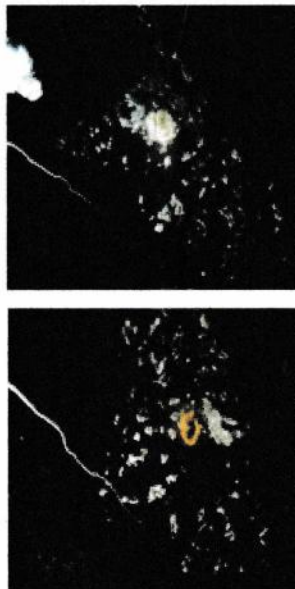
Keadaan oceanografi perairan Samate : Suhu udara terendah ( 27,1°C)/tertinggi (31,8°C) dan suhu rata-rata air laut pada kedalaman 8 meter 30°C(pakai Botol Nansen hasil modifikasi dari pipa paralon), salinitas 1,030 ppt, kecepatan arus rata-rata 0,16 meter/detik

dan kecerahan air pada malam hari menggunakan *underwater lamp* pada kedalaman 8 meter untuk lampu E-CDL 23 W (8 m), E-CDL 35 W (11 m), E-CDL 45 W/220 V (13 m) dan Pijar bening 500 W/220 V (9 m). Kedalaman perairan 15-30 m (data primer penelitian 2011).

### 3.2. Pola Pengoperasian *Underwater Lamp*

Ada tiga tahapan dalam pola penangkapan ikan dengan bagan perahu yaitu *setting* (penurunan jaring), *hauling* (saat posisi jaring ada di bawah permukaan air) dan *towing* (penarikan jaring). Umumnya dalam 1 trip/malam dilakukan 2 kali *towing*.

Untuk menunjang keefektifan cahaya lampu, saat melakukan operasi penangkapan, maka penempatan *underwater lamp* dipasang di haluan bagian tengah tepat dibawah lampu E-CDL 45 W/220 V yang intensitasnya paling besar, pada kedalaman 8 meter.

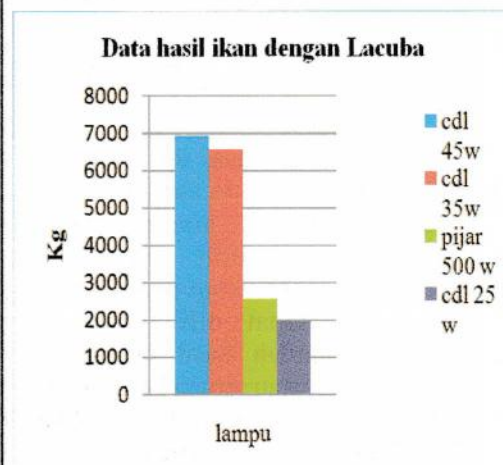


Gambar 2. *Underwater lamp* E DL45W/220V dan pijar-bening 500 W/220 V

### 3.3. Hasil Tangkapan

Berdasarkan hasil penelitian selama 16 kali penangkapan dengan pengoperasian 4 jenis *underwater lamp* jumlah hasil tangkapan sebagaimana disajikan pada gambar 3 Grafik hasil tangkapan.

Dari grafik dibawah dapat dilihat bahwa total hasil penangkapan selama 16 kali adalah sebanyak 597 basket atau  $597 \times 30 \text{ kg} = 17.910 \text{ kg}$ .



Gambar 3. Grafik hasil tangkapan menggunakan 4 jenis *underwater lamp*

Dan dari hasil tangkapan selama empat hari penelitian menunjukkan bahwa ikan jenis fototaxis lebih tertarik dengan lacuba putih CDL 45 W yaitu dengan hasil 232 basket atau  $232 \times 30 \text{ kg} = 6960 \text{ kg}$  (38,9%), kemudian diikuti lacuba putih CDL 35 W sebanyak 219 basket atau 6570 kg (36,7%), Lacuba pijar bening 500 w 86 basket atau 2580 kg (14,4 %) dan paling sedikit Lacuba putih CDL 25W 66 basket atau 1980 kg (11,0 %).

Untuk melihat perbedaan secara signifikan intensitas cahaya *underwater* putih berbeda dengan *underwater* pijar bening 500 W/220 V (sebagai kontrol), dilakukan uji beda (uji t) dengan tingkat

kepercayaan 95 %, dapat dilihat hasil perhitungan pada tabel berikut ini:

Tabel 1. Uji t terhadap *underwater lamp* pijar bening 500W/220V dengan *underwater lamp* putih 45 W, 35 W, 23 W/220V.

| No | Intensitas cahaya (lux) Daya w  | T <sub>hitung</sub> | T <sub>tabel</sub> | Kesimpulan              |
|----|---------------------------------|---------------------|--------------------|-------------------------|
| 1. | Putih 45 w - pijar bening 500 w | 6,79                | 2,776              | Menolak H <sub>0</sub>  |
| 2. | Putih 35 w - pijar bening 500 w | 6,27                | 2,776              | Menolak H <sub>0</sub>  |
| 3. | Putih 23 w - pijar bening 500 w | -4,09               | 2,776              | Menerima H <sub>0</sub> |

Dari tabel di atas, uji t dengan tingkat kepercayaan 95 % terhadap hasil alat tangkap bagan menggunakan *underwater lamp* putih 45W/220V terhadap *under water lamp* pijar bening 500W/220 V dapat dilihat bahwa perbandingan jumlah hasil tangkapan (satuan per basket atau satuan berat (kg)) pada alat tangkap bagan 6960kg/2580kg = 2,7, sedangkan t tabel dengan = 0,05; pada df = 4, t tabel = 2,776. Dengan demikian 6,79 > 2,776 (t<sub>hitung</sub> > t<sub>tabel</sub>), kaidah keputusannya adalah menolak H<sub>0</sub> dan menerima H<sub>1</sub>, sehingga dapat disimpulkan jumlah hasil tangkapan ikan fototaksis dengan menggunakan *underwater lamp* putih 45 W/220V beda secara nyata dengan jumlah hasil

tangkapan dengan *underwater lamp* pijar bening 500W/220V sehingga *underwater lamp* putih 45 W/220V lebih efektif dibandingkan dengan *underwater lamp* pijar bening 500 W/220V

### 3.4. Perhitungan Load Faktor (Faktor beban) berdasarkan Data Operasional

Perhitungan Load Faktor (LF) disesuaikan dengan lama operasi suatu peralatan pada satu kondisi (Sardono S,1990).

$$\text{Load Faktor} = \frac{\text{Total waktu operasi peralatan}}{\text{Total waktu satu kondisi}}$$

Kondisi operasi yang ada dan diterapkan di Bagan perahu hanya satu yaitu saat operasi penangkapan mulai plk 18.00 – 06.00.

### 3.5. Perhitungan Total Kebutuhan Daya Listrik Berdasarkan LF Existing Operasi.

Total kebutuhan daya listrik bagan perahu dihitung berdasarkan hasil perhitungan kebutuhan daya listrik peralatan pada setiap kondisi operasi, dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Diversitas} = 0,7 \times \text{Intermitten load}$$

$$\text{Total Daya} = \text{Continue Load} \times \text{Diversitas}$$

Sesuai data existing operasi, maka diperoleh hasil perhitungan pada tabel 2.

Tabel 2. Load Faktor Peralatan listrik pada Bagan Perahu Tiga Dara I

| Peralatan                 | unit | Arus (A) | Daya (W) | Fishing ground   |             |                 |                  |
|---------------------------|------|----------|----------|--|-------------|-----------------|------------------|
|                           |      |          |          | Work Set   | Load Factor | Daya ( KW)      |                  |
|                           |      |          |          |  |             | Continuous Load | Intermitten load |
| Lighting & Stop kontak    | 4    | 0,454    | 25       | 4  | 1           | 0,1             |                  |
| - L Kamar ABK             | 1    | 0,11     | 25       | 1  | 1           | 0,025           |                  |
| - L Genset = dapur        | 1    | 0,11     | 25       | 1  | 1           | 0,025           |                  |
| - L Indikator             | 1    | 0,11     | 25       | 1  | 1           | 0,025           |                  |
| - L Tanda operasi tangkap | 1    | 0,11     | 25       | 1  | 1           | 0,025           |                  |
| - L Haluan kiri-kanan     | 12   | 1,36     | 25       | 12   | 1           | 0,3             |                  |
| - L Haluan tengah         | 1    | 0,22     | 50       | 1  | 1           | 0,05            |                  |
| - L Lambung kiri kanan    | 6    | 0,20     | 25       | 6  | 0,3         | 0,045           |                  |
| - L Buritan               | 3    | 0,34     | 25       | 1  | 1           | 0,075           |                  |
| - L Fokus                 | 1    | 0,034    | 25       | 1  | 0,3         | 0,0075          |                  |
| - L Dek tempat jaring     | 1    | 0,11     | 25       | 1  | 1           | 0,025           |                  |
| - L Laciuba 45w           | 1    | 0,20     | 45       | 1  | 1           | 0,045           |                  |
| - L Stop kontak           | 5    | 2,27     | 100      | 5  | 1           | 0,8             |                  |
| - Pompa DAB               | 1    | 4,54     | 1000     | 1  | 1           | 1               |                  |
| - L Hasil Tangkapan       | 1    | 0,034    | 25       | 1  | 0,3         | 0,0075          |                  |
| $\Sigma$                  |      |          | 10,09    |  |             | 2,530           |                  |
|                           |      |          |          | Continuous load = 2,530 KW<br>Kapasitas generator = 3,0 KW<br>Faktor Beban Generator = 2,531 / 3,0 x 100% = 84 % |             |                 |                  |

### 3.6. Perhitungan Kapasitas Genset Riil

Setelah Total Kebutuhan Daya listrik untuk setiap kondisi diperoleh, kemudian disesuaikan dengan ketentuan (BKI, 1996):

$$\text{Jumlah beban} = 86 \% \text{ Kapasitas Generator}$$

Maka dihitung kapasitas genset, dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Kapasitas genset} = \frac{\text{Total kebutuhan daya peralatan}}{86}$$

Hasilnya dapat dilihat pada tabel 3 berikut :

Tabel 3. Beban Generator Bagan Perahu Tiga Dara 1

| NO | Peralatan                                      |                     | Fishing ground           |
|----|--|---------------------|--------------------------|
| a  | Machinery part                                 | Continue load (CL)  | 1 kW                     |
|    |  | Intermiten load(IL) |                          |
| b  | Electrical part                                | Continue load       | 1,530 kW                 |
|    |  | Intermiten load     |                          |
| c  | Total penggunaan daya                          | Continue load       | 2,530 kW                 |
|    |  | Intermiten load     |                          |
| d  | Factor diversity 0,7 x Total                   | Intermiten load     |                          |
| e  | Jumlah beban (Total CL + Total IL)             |                     | 2,530 kW                 |
| f  | Kapasitas Generator bekerja( kW x unit)        |                     | 1 x 3,0 kW               |
| g  | Kapasitas yang tersedia dibagan perahu         |                     | 3,0 kW                   |
| h  | Faktor beban generator berdasarkan perhitungan |                     | 2,530/(3,0 x 1) = 0,84 % |

### 3.7. Menghitung Kapasitas generator Hibrid PV array-Diesel

Untuk menghitung kapasitas Generator *photovoltaic* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan ( Abubakar,2006):

$$\begin{aligned} E_{pv \text{ yang dibutuhkan}} &= E_{\text{beban harian rata-rata}} + E_{\text{loss}} \\ &= 2530 + \{ (2530 \times 0,25) \} \\ &= 3162,5 \text{ VA} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas genset hibrid PV-diesel dalam 12 jam} &= 3162,5 \text{ VA} \times 12 \text{ h} \\ &= 34020 \text{ VAh} \end{aligned}$$

### 3.8. Penetapan Jumlah Modul-PV

langkah selanjutnya dipilih spesifikasi PV-modul yang ada di pasaran (tabel 4) dan data radiasi surya harian diperairan Samate.

Tabel 4. Spesifikasi PV-Modul Sun LG200LP

| Power (W) | Voc (V) pad 25 ° C | Isc (A) | Vm pada 25 ° C | Im (A) | NOCT ° C | Temperatur coefficient (% / °C) |                              |                        | Dimensi      |            |
|-----------|--------------------|---------|----------------|--------|----------|---------------------------------|------------------------------|------------------------|--------------|------------|
|           |                    |         |                |        |          | $\frac{\Delta Voc}{\Delta T}$   | $\frac{\Delta Vm}{\Delta T}$ | $\frac{Isc}{\Delta T}$ | Panjang (mm) | Lebar (mm) |
|           |                    |         |                |        |          |                                 |                              |                        |              |            |
| 200       | 30                 | 8,37    | 23,70          | 7,60   | 47±2     | -                               | -0,42                        | 0,053                  | 1318         | 993        |
|           |                    |         |                |        |          | 0,374                           |                              |                        |              |            |

### 3.9. Menghitung temperatur Cell <sub>PV</sub> (Tcell) terhadap efek kombinasi suhu dan irradiansi

Dapat dirumuskan (Roger, et all, 2010 : Performance Cell PV) sebagai berikut :

$$T_{cell} = T_a + \left[ \frac{NOCT - 20}{0,8} \right] \times (G)$$

$$T_{cell} = 31,8^\circ\text{C} + \left[ \frac{46 - 20}{0,8} \right] \times (1) = 63,5^\circ\text{C}$$

Dimana :

NOCT = *nominal operating cell temperature*

**3.10. Menghitung Voc pada temperatur udara terendah (27,1°C): disebut  $V_{oc maks}$**

$$V_{oc maks (27,1)} = V_{oc-stc} \left[ 1 + \left\{ (T_{min} - 25^\circ C) \left( \frac{\Delta V_{oc}}{\Delta T} \right) \right\} \right]$$

$$= 30V \left[ 1 + \left\{ (27,1^\circ C - 25^\circ C) (-0,00374) \right\} \right]$$

$$= 29,76 Vdc$$

Keterangan :

Untuk sumber sirkuit dengan 5 modul (seri) adalah

$$V_{oc maks (27,1)} = 5 \times 29,76 V = 148,8 Vdc$$

**3.11. Menghitung Vm pada temperatur udara tertinggi (Ta=31,8°C): Vm (minimum)**

$$V_{m (min)} = V_{m-stc} \left[ 1 + \left\{ (T_{maks} - 25^\circ C) \left( \frac{\Delta V_m}{\Delta T} \right) \right\} \right]$$

$$V_{m (min)} = (5 \times 23,7) \left[ 1 + \left\{ ((31,8 - 25^\circ C) (-0,0042)) \right\} \right]$$

$$= 118,5 (0,8383) = 99,3 Vdc$$

Dimana : Nilai tegangan modul minimum = 99,3 Vdc, merupakan tegangan operasional dari sistem Hibrid PV-diesel.

**3.12. Menghitung jumlah modul-PV yang dibutuhkan**

**a. Menghitung daya yang dikeluarkan PV-modul sesuai lokasi.**

$$P_{rated modul} = (Modul rating) \times H \times E_{loss}$$

$$= (200) \times 4 \times 0,71 = 570 Wh$$

Dimana :

H : sun peak hours di equator H=4 (SNI 04-6394-2000 : Sun peak hours/H)

E loss : 0,71 adalah faktor koreksi

**b. Menghitung Daya Yang Dikeluarkan  $P_{rated}$  PV-array sesuai Lokasi :**

$$E_{Beban harian pada STC} = P_{rated PV-array} \times H$$

$$P_{rated PV-array} = \frac{34020 Wh}{4} = 8505 Wh$$

Total jumlah modul yang dibutuhkan adalah

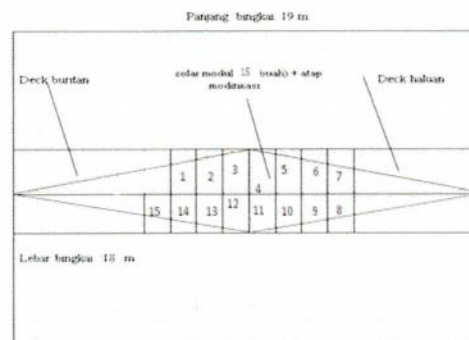
$$= \frac{8505 Wh}{570 Wh} = 14,9 \text{ modul} = 15 \text{ modul.}$$

**3.13. Menghitung Daya Tampung Top Deck Terhadap Jumlah PV-Modul terpasang**

Luas top deck = 5,52 x 3,37 m = 18,60 m

$$\text{jumlah PVmodul yang dibutuhkan (n)} = \frac{L_{top deck}}{L \text{ 1 modul}}$$

$$= \frac{18,60}{1,28} = 14,50 \text{ PVmodul} = 15 \text{ PVmodul.}$$



Gambar 4. Penempatan PV-modul di atap

**3.14. Menghitung Arus-Input Charger Controller, MCB dan Busbar sistem dc**

$$\text{Arus input Charge controller} = \frac{\text{Daily load PVarray}}{V_{sumbeyr pvarr}} = 31A$$

$$\text{MCB / fuse} = 1,56 \times I_{sc} \text{ modul} = 13 A$$

bisa dipakai fuse sebesar 15 A

$$\text{Busbar}_{dc} = 1,56 \times I_{sc} \times 3 \text{ sumber sirkit} = 39 A$$

**3.15. Perancangan sistem Baterai**

**a. Kapasitas bank baterai yang diperlukan**

$$Q_{total} = \frac{P \times t}{V_{charger}} = \frac{34020 \text{ Vah}}{24 V} = 1417,5 Ah$$

b. Kebutuhan Baterai untuk pemenuhan kapasitas ( $n_Q$ )

$$n_Q = \frac{Q_{total}}{Q_{Baterai\ yang\ digunakan}} = 1417,5/200=7$$

c. Kebutuhan baterai untuk pemenuhan tegangan ( $n_v$ )

$$n_v = \frac{V_{charger}}{V_{bateri}} = 24/12 = 2$$

d. Total kebutuhan baterai secara teori ( $n$ )

$$n = n_Q \times n_v = 7 \times 2 = 14 \text{ unit}$$

(paralel-seri, tegangan output baterai 24 v)

Tabel 5. Kebutuhan daya (KW) dan total kapasitas Baterai (Ah)

| Daya (KW) | Kapasitas Baterai Yang Diperlukan (Ah) | $n_Q$ | $n_v$ | $n$ | $N$ | Vm (in) PV-array | Vdc-output Bank Baterai | Vdc Nominal baterai |
|-----------|--|-------|-------|-----|-----|------------------|-------------------------|---------------------|
| 3162,5    | $1417,5 \times 2 = 2835$               | 7     | 2     | 14  | 14  | 100 volt         | 24 volt                 | 12 Volt             |

Perencanaan penempatan baterai adalah sebagai berikut

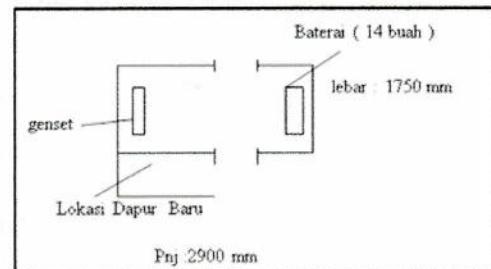
Volume ruangan (VR) minimal adalah :

$$\begin{aligned} VR &= N \times VB \\ &= 14 \times 31076100 \\ &= 4350 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Dari dimensi genset + dapur tersebut diasumsikan tinggi dan lebar ruang tetap, hanya panjang ruang tersebut yang diubah. Besarnya panjang ruang tersebut adalah :

$$p = \frac{V_R}{l \times t} = \frac{435065400}{1750 \times 1450} = 171.45 \text{ mm}$$

dimensi ruangan yang dipakai untuk battery adalah  $p \times l \times t = 1 \times 1,75 \times 1,45 \text{ m}^3$ .



Gambar 6. Dimensi genset + baterai + dapur

### 3.16. Penetapan Inverter

$$\text{jumlah inverter} = \frac{\text{Maksimum daya beban sesuai load faktor}}{\text{MCBac x desain Tegangan standby load}}$$

$$\text{jumlah inverter} = \frac{2530 \text{ VA}}{12,6 \text{ A} \times 220 \text{ v}} = 0,9 \approx 1 \text{ unit inverter}$$

Jadi dibutuhkan 1 unit inverter merk SP 3000 W/24 Vdc/240 Vac dalam sistim Hibrid PV-diesel.

### 3.17. Perencanaan Wiring Diagram dan Gambar General Arrangement

a. Menentukan besarnya arus pada kabel dan MCB pada box combiner 1 phase

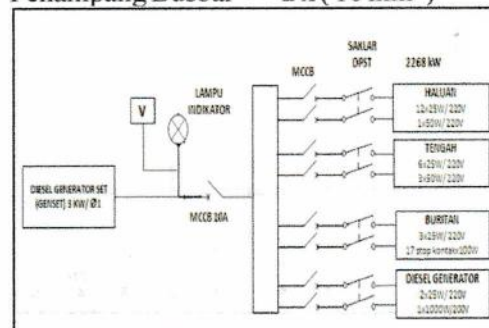
$$I_{\phi} = \frac{P_{R,S,T}}{V_{phase} \cos \theta} = \frac{2710}{220 \times 1,0} = 12,30 \text{ A}$$

penampang kabel 1 phase = DPYC 1,5

b. Menentukan ukuran arus yang mengalir pada busbar 1 phase

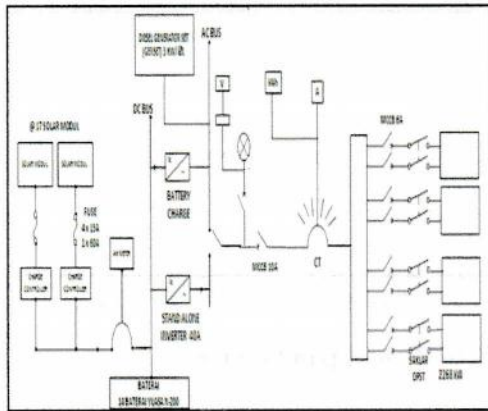
$$I_{SC \text{ busbar}} = 4 \times I_{total} = 4 \times 12,30 = 49,2 \text{ A}$$

$$\text{Penampang Busbar} = 2 \times (10 \text{ mm}^2)$$

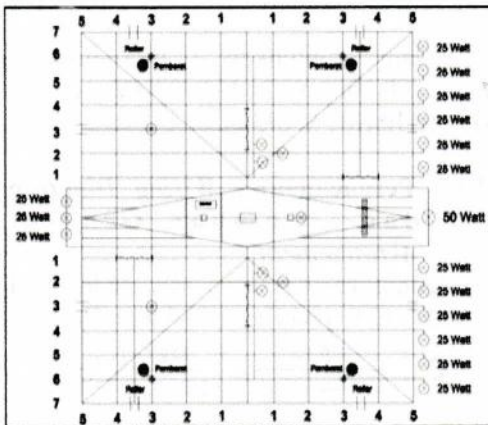


Gambar 7. Wiring Diagram Genset–Diesel (A)

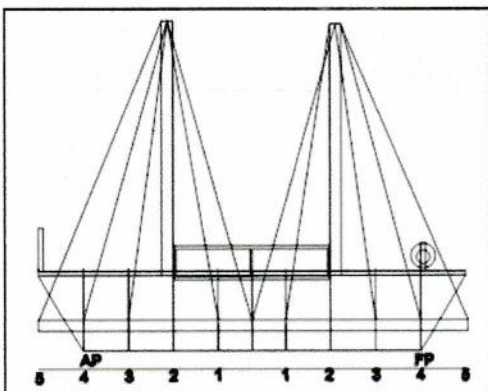




Gambar 8. Wiring Genset Hibrid PV-Diesel(B)



Gambar 9. General Arrangement, (Tampak Atas)



Gambar 10. General Arrangement (Tampak Samping)

### 3.18 Analisa *Life Cycle Cost* Genset Diesel dan Genset Hibrid PV-Diesel

Untuk menghitung nilai ekonomis dari disain kedua genset tersebut digunakan metode *Life Cycle Cost* (LCC) yaitu untuk menghitung seluruh biaya yang dikeluarkan atau diterima selama kedua genset tersebut dioperasikan ( biaya sepanjang umur ) dimana perhitungannya didasarkan pada nilai uang saat ini (*Present Worth = PW*), dan sistem ini didesain untuk 20 tahun

$$LCC = LCC \text{ investasi} + LCC \text{ operasional} + LCC \text{ perawatan} + LCC \text{ disposal}$$

Biaya perawatan dan perbaikan genset Hibrid PV-diesel (annual inspection) dapat ditentukan dari 10 % sampai 15 % total investasi (www.engineering Tool Box). Dan Biaya penggantian komponen untuk peralatan genset Hibrid PV-Diesel meliputi : Baterai (5 tahun, 10 tahun dan 15 tahun), Inverter ( 10 tahun ) dan *Charge-controller* (10tahun),(P.jayarama.,2010).

Tabel 6. *Life Cycle Cost* ( LCC) Desain genset diesel Awal (A)

| No              | Item                        | Genset- Diesel Awal (A) |
|-----------------|-----------------------------|-------------------------|
| 1               | Lama peralatan dioperasikan | 20 tahun                |
| 2               | Tarif/tingkat bunga (i)     | 6.83 %                  |
| 3               | Total biaya investasi (I)   | Rp 20.900.000,-         |
| 4               | Total biaya operasional (O) | Rp. 205.801.788         |
| 5               | Total salvage value (S)     | Rp. - 2.986.295,-       |
| Life Cycle Cost |                             | Rp.223.715.493,-        |

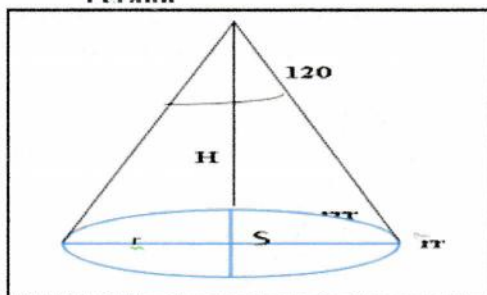
Tabel 7. Membandingkan Nilai *Life Cycle Cost* kedua genset { (A) dan ( B) }

| N0  | Genset- Diesel ( A ) | Genset Hibrid PV-Diesel ( B ) |
|-----|----------------------|-------------------------------|
| n   | 20 Tahun             | 20 Tahun                      |
| i   | 6,83 %               | 6,83 %                        |
| I   | Rp 20.900.000,-      | Rp. 60.486.000                |
| O   | Rp. 205801.189,-     | Rp. 117.411.261               |
| S   | Rp. - 2.986.295,-    | Rp - 4.475.964                |
| LCC | Rp.223.715.493,-     | Rp. 173.421.297               |

Dari tabel 7 di atas nilai *Life Cycle Cost* desain genset Hibrid PV-Diesel (B) masih paling kecil atau murah ( Rp. 173.421.297 < Rp.223.715.493,)

Keuntungan Rp.50.294.196. dapat diraih selama 20 tahun umur peralatannya dengan tingkat bunga 6,83 %.

### 3.19 Mengukur Jarak/Radius Dari Total Intensitas Cahaya Bagan Perahu



Gambar 11. Permukaan(Titik kalkulasi) tidak terletak siku terhadap sumber cahaya

Hukum cosine :

$$E_{\theta} = \frac{I \cos \theta^3}{H^2}$$

Dimana :

- a.  $E_{\theta}$  = iluminasi ( Area permukaan sudut tempa)
- b.  $E$  = iluminasi (Area permukaan normal sesuai hukum kuadrat Invers)
- c.  $\theta$  = Sudut tempa permukaan
- d.  $d$  atau  $r$  = Jarak antara sumber cahaya dengan titik kalkulasi
- e.  $H$  = Ketinggian diatas bidang horizontal (titik kalkulasi berada).

Tabel 8. Spesifikasi lampu pada bingkai terluar( haluan dan buritan).

| No | Type lampu      | E total (lux) | H (m) | r (m)  | S (m <sup>2</sup> ) | E rata (lux) |
|----|-----------------|---------------|-------|--------|---------------------|--------------|
| 1  | E-CDL25w        | 5850          | 2     | 3,464  | 37,67               | 502          |
| 2  | E-CDL50w        | 19.000        | 5     | 6,88   | 235,5               | 912          |
| 3  | lacuba E-CDL45w | 18.000        | -8    | -2,144 | 14,43               | 470,3        |

Perhitungan lampu E-CDL 50W dengan parameter : H = 5 m, Reflektor semi-direct =90%, sudut pancaran (konvergen=120°)

- a.  $E_{50w} = 0,9 \times (4 \pi \times 19.000 \text{ lux}) = 214.776 \text{ lux}$
- b. Radius Lingkaran yang di-iluminasi (r)  
 $r = H \times \text{tg } 120/2 = 8,66 \text{ m}$
- c. Luas daerah yang di-iluminasi ( S ) :  
 $S = \pi r^2 = 3,14 \times (8,66)^2 = 35,48 \text{ m}^2$
- d. illuminasi rata-rata ( E rata-rata )  
 $= 14.776 / 235,48 = 912,0 \text{ lux.}$

Dari tabel 8 diketahui berapa besar jarak atau radius efektif antar bagan adalah sama dengan daerah yang di-iluminasi (S) sebesar 235,48 m<sup>2</sup> dari lampu E-CDL 50W.

## 4.SIMPULAN DAN SARAN

### 4.1 Simpulan

1. Optimasi kebutuhan beban penerangan berdasarkan laju penangkapan ikan melalui pengoperasian *underwater lamp* disimpulkan bahwa tipe E-CDL 45 W/220V beda secara nyata dan hasil tangkap lebih optimal (6950 Kg ikan) dibanding lainnya, dimana dari hasil analisa uji beda ( uji t) menunjukkan  $t_{hitung} : 6,797 > t_{tabel} : 2,776.$
2. Dari perhitungan kebutuhan beban listrik harian (Daily Load) bagan perahu sebesar 2530 VA, dapat ditentukan kapasitas Generator

PV-Diesel = (3162,5 W x 12 jam ) = 34020 Wh.

3. Desain Generator Hibrid PV-Diesel dengan spesifikasi : Tegangan Sumber = 100 Vdc, Arus sumber = 31,6A , Daya PV modul-modul) = 570 Wh dan Daya Total PV-array = 8505 Wh , dibutuhkan modul-PV sebanyak 15 unit akan mampu memberikan energi ke bank baterai ( 14 unit, 7paralel-2 seri dan tegangan output baterai 24 V ) dengan total kapasitas bank baterai = 14175 Ah x 2 = 28350 AH
4. Sistem ini dilengkapi 2 unit komponen *Charge controller* dan 1 unit Inverter , 1 unit *Battery Charge*
5. Pembuatan *wiring diagram (autocad)* direncanakan menggunakan kabel satu phase DPYC-1,5 mm<sup>2</sup>, Busbar (2x10mm<sup>2</sup>) dan Nominal MCB sebesar 10A.
6. Analisa ekonomi menggunakan metode Life Cycle Cost ( LCC ) terhadap 2 desain genset-diesel (Awal) dan genset hibrid PV-Diesel (Baru). Hasil perhitungan menunjukkan nilai LCC genset Hibrid PV-Diesel ( Rp.173.421.297,- ) lebih rendah atau murah dibanding LCC genset-diesel (Rp. 223.715.493,-). Keuntungan Rp.50.294.196,- dapat diraih selama 20 tahun umur peralatannya dengan tingkat bunga 6,83 %.
7. Pembahasan terakhir tentang jarak/radius efektif antar bagan yang dihitung berdasarkan luas daerah yang mampu di-iluminasi oleh lampu bagan *type* E-CDL 50W yang terletak dihaluan bagian tengah pada ketinggian 5 meter terhadap permukaan air laut yaitu sebesar 235

m<sup>2</sup>. Jarak efektif antar bagan seluas 235m<sup>2</sup>, diukur mulai dari keliling bingkai terluar bagan perahu.

#### 4.2 Saran

Penggunaan Genset Hibrid Photovoltaik-Diesel layak dioperasikan sebagai sumber tenaga listrik di bagan perahu dan merupakan alternatif penggunaan energi terbarukan untuk mengurangi dampak kenaikan solar dan sulit memperolehnya dimasa mendatang.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Kadir (2000), " *Distribusi dan Utilisasi Tenaga Listrik* " Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta.
- Abu Bakar Lubis, (2006), " *Listrik Tenaga Surya* ", BPPT Press, Jakarta.
- B.K.I. (1979), *Rules The Classsfiton Of Seagoing Stell Ships , Vol IV , " Rules ForElectric Instalation"*, B.K.I. Pusat, Jakarta.
- Mambriaw, at all, (2006), " *Atlas Sumberdaya Wilayah Pesisir Kabupaten Raja Ampat Provinsi Irian jaya Barat*. Kerja sama Pemda Raja Amapt, Akademi Perikanan Sorong,Ditjen PHKA BKSDA Papua II Sorong Departemen Kehutanan, Eco Papua Alliance raja Ampat, WWF, TNC, CI Indonesia Raja Ampat.
- Manczyk Henry.CPE.CEM, (2003), " *Life Cycle Cost Analysis, Selection of Heating Equipment* ". CRC Press, London.
- Moh. Nasir, (2009), " *Metode Penelitian*", Ghalia Indonesia, Bogor.
- P.Jayarama .R.,(2010), " *Science And Technology Of Photovoltaik* " 2nd edition, BS Pubilcation , India
- Sardono S., (1995), Bahan Kuliah " *Perencanaan Instalasi Listrik Kapal* ", ITS, Surabaya
- Stephen J. Fonash, (2010), " *Solar Cell Device Physics*", Elseiver, Burlington, USA.
- www.engneering Tool Box, ( diakses , tanggal 31 januari 2012)