

## PERANCANGAN POMPA AIR TENAGA SURYA GUNA MEMINDAHKAN AIR BERSIH KE TANGKI PENAMPUNG

Budi Hartono<sup>1</sup>  
Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin  
Universitas Ibnu Chaldun  
bo3di.hartono@gmail.com

Purwanto<sup>2</sup>  
Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin  
Universitas Muhammadiyah Jakarta  
87Purwanto@gmail.com

### ABSTRAK

*Air bersih merupakan kebutuhan pokok setiap manusia, baik untuk minum, memasak, mandi, mencuci dan lain-lain. Maka setiap kehidupan tidak dapat dipisahkan dari kebutuhan air. Ketersediaan air yang mudah merupakan cermin kehidupan yang baik dan dapat meningkatkan mutu taraf ekonomi masyarakat. Jaman sekarang untuk mengambil air dari sumber air cukup mudah yaitu menggunakan pompa air karena cukup efisien dan mudah mendapatkan pompa air sesuai kebutuhan masing-masing, akan tetapi masalah yang sering muncul adalah sumber penggerak pompa air tersebut yaitu ketersediannya listrik terlebih untuk daerah pelosok yang belum tersentuh jaringan listrik negara. Di wilayah Indonesia yang dilewati garis katulistiwa, ketersediaan sinar matahari sangat melimpah dan gratis. Maka ini dapat digunakan sebagai sumber energi listrik untuk menggerakkan pompa air tersebut dengan seperangkat panel solar cell. Dengan perancangan pompa air tenaga surya ini dihasilkan daya 988 Wattpeak (Wp) dari solar cell sehingga dapat untuk memenuhi kebutuhan air bersih harian sebesar 15 m<sup>3</sup>/hari.*

**Kata kunci :** Air bersih, pompa air, solar cell.

### ABSTRACT

*Clean water is a basic need of every human being, whether for drinking, cooking, bathing, washing and others. Then every life can not be separated from the water needs. Availability of water is a reflection of the good life and can improve the quality standard of the local economy. Today to take water from a water source that is easy enough to use the water pump because it is efficient and easy to get a water pump according to the needs of each, but the problem that often arises is the driving source of the water pump is the availability of electricity especially for rural areas untouched state electricity grid. In the Indonesia region passed the equator, the availability of sunlight is abundant and free. This then can be used as a source of electrical energy to drive the water pump proficiency level with a set of solar cell panels. With the design of solar water pumps 988 Wattpeak (Wp) generated power of the solar cell so that it can to meet the needs of clean water daily for 15 m<sup>3</sup>/day.*

**Keywords:** Water, water pump, solar cell.

## 1. PENDAHULUAN

Air merupakan salah satu kebutuhan dasar manusia, baik dari kebutuhan sehari-hari seperti minum, memasak, maupun keperluan sanitasi dan kebutuhan untuk pertanian. Ketersediaan air yang cukup bagi masyarakat terkadang menjadi masalah, terutama untuk daerah yang ketersediaan sumber air terbatas atau sumber air tanah jauh dari tempat tinggal. Meskipun dijamin sekarang pilihan pompa air sudah tersedia dan mudah di dapatkan, akan tetapi ketersediaan tenaga penggerak yang menjadi masalah, terutama untuk daerah yang belum terjangkau jaringan Perusahaan Listrik Negara (PLN). Walaupun sudah terdapat jaringan Perusahaan Listrik Negara (PLN) tetapi biaya pengoperasian pompa air semakin hari semakin besar. Untuk mencegah hal tersebut diperlukan solusi, salah satunya adalah menggunakan teknologi listrik tenaga surya.

Di wilayah tropis cahaya matahari dapat diperoleh secara cuma-cuma sepanjang tahun. Salah satunya di Kecamatan Dlingo, Kabupaten Bantul, Terletak antara 07° 44' 04" LS dan 110° 12' 34" BT. Disana saat musim kemarau cahaya matahari dapat diperoleh sepanjang hari, dan di wilayah tersebut sebagian besar saat musim kemarau sumber air tanah hanya diperoleh di beberapa tempat saja, tetapi kebutuhan air bersih warga harus selalu tercukupi untuk keperluan sehari-hari. Adapun kebutuhan air bersih dalam perancangan pompa air tenaga surya guna memindahkan air bersih ke tangki penampung untuk mencukupi kebutuhan air bersih warga sebanyak 250 kapita dengan masing-masing sebesar 60 liter/kapita/hari.

Pemanfaatan cahaya matahari untuk sumber energi listrik penggerak pompa air adalah energi terbarukan dan

ramah lingkungan. Sistem kerja dari pompa air tenaga surya adalah pompa mendapatkan energi listrik dari panel surya untuk memompa air pada ketinggian (*Head*) dan jarak yang dibutuhkan. Pada waktu pagi sampai sore hari saat intensitas cahaya cukup, panel surya akan mengubah energi matahari menjadi energi listrik, kemudian di simpan ke *battery* sebagai sumber energi listrik untuk pompa air.

## 2. METODE PENELITIAN

Metode yang dilakukan disini adalah metode perhitungan unit pompa nya dan disesuaikan dengan kapasitas yang diinginkan

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Menghitung kerugian gesek pada pipa

a). Pipa hisap (*Suction pipe*)

-*Head* kerugian untuk pipa lurus

$$h_f = \frac{10,666 (0,001.67 \text{ m}^3/\text{s})^{1,85}}{(130)^{4,85} (0,032 \text{ m})^{4,85}} \times 9 \text{ m}$$

$$= 1,525 \text{ m}$$

-*Head* kerugian untuk belokan pipa 90°

$$f = 0,131$$

$$+ 1,847 \left( \frac{32}{2 \times 32} \right)^{3,5} \left( \frac{90}{90} \right)^{0,5}$$

$$= 0,294$$

$$h_f = 0,294 \frac{(2 \text{ m/s})^2}{2 \times 9,81 \text{ m/s}^2}$$

$$= 0,06 \text{ m}$$

-*Head* kerugian untuk saringan hisap

$$h_f = 1,97 \frac{(2 \text{ m/s})^2}{2 \times 9,81 \text{ m/s}^2}$$

$$= 0,4 \text{ m}$$

-Total kerugian *head* pipa hisap

$$\text{Kerugian } head \text{ pipa hisap}$$

$$= 1,525 \text{ m} + 0,06 \text{ m} + 0,4 \text{ m}$$

$$= 1,985 \text{ m}$$

b). Pipa keluaran (*Discharge pipe*)

-*Head* kerugian untuk pipa lurus

$$h_f = \frac{10,666 (0,001.67 \text{ m}^3/\text{s})^{1,85}}{(130)^{1,85} (0,032 \text{ m})^{4,85}} \times 30$$

$$= 5,1 \text{ m}$$

-Head kerugian untuk belokan pipa 90°  
Untuk belokan (*elbow*) 90°, pipa keluaran direncanakan terdapat 4 belokan 90°, maka:

$$\text{Kerugian belokan } 90^\circ = 4 \times 0,06 \text{ m}$$

$$= 0,24 \text{ m}$$

-Head kerugian untuk belokan pipa 45°

$$f = 0,131 + 1,847 \left( \frac{32}{2 \times 48} \right)^{3,5} \left( \frac{45}{90} \right)^{0,5}$$

$$= 0,159$$

$$h_f = 0,159 \frac{(2 \text{ m/s})^2}{2 \times 9,81 \text{ m/s}^2}$$

$$= 0,032 \text{ m}$$

Karena direncanakan terdapat 2 belokan 45°, maka: = 2 x 0,032 m  
= 0,064 m

-Total kerugian *head* untuk pipa *discharge* adalah:

$$\text{Kerugian pipa } discharge$$

$$= 5,1 \text{ m} + 0,24 \text{ m} + 0,064 \text{ m}$$

$$= 5,404 \text{ m}$$

c). Total semua *head* kerugian pipa  
Maka total semua kerugian pipa ( $h_l$ ) ialah:

$$h_l = \text{Total kerugian pipa hisap} + \text{Total kerugian pipa } discharge$$

$$= 1,985 \text{ m} + 5,404 \text{ m}$$

$$= 7,4 \text{ m}$$

### 3.2 Menghitung *head* pompa

Yang dimaksud tinggi pemompaan atau *head* total pompa adalah jarak antara ujung isap pipa sampai ujung keluarnya air ditambah kerugian-kerugian aliran. Besarnya *head* total pemompaan ( $H$ ) harus dihitung untuk menentukan ukuran pompa dan motor.

Setelah semua kerugian *head* diketahui, maka dapat dihitung *head* total pompa:

$$H = 25 \text{ m} + 0 + 7,4 \text{ m}$$

$$+ \frac{(2 \text{ m/s})^2}{2 \times 9,81 \text{ m/s}^2}$$

$$= 25 \text{ m} + 7,4 \text{ m} + 0,204 \text{ m}$$

$$= 32,604 \text{ m} \approx 33 \text{ m}$$

### 3.3 Pemeriksaan Terhadap Kavitasasi

a). Menghitung NPSHa

NPSH yang tersedia ialah *head* yang dimiliki oleh zat cair pada sisi isap pompa, dikurangi dengan tekanan uap jenuh zat cair ditempat tersebut .

Maka:

$$h_{sv} = \frac{10.322 \text{ kgf/m}^2}{995,7 \text{ kgf/m}^3}$$

$$- \frac{432,5 \text{ kgf/m}^2}{995,7 \text{ kgf/m}^3}$$

$$6 \text{ m} - 1,985 \text{ m}$$

$$= 10,376 \text{ m} - 0,434 \text{ m} -$$

$$6 \text{ m} - 1,985 \text{ m}$$

$$= 1,957 \text{ meter}$$

a). Menghitung NPSHr

$$H_{svN} = \left( \frac{1460}{1.200} \right)^{4/3} \times (0,1 \text{ m}^3/\text{min})^{2/3}$$

$$= 0,28 \text{ m}$$

Agar pompa dapat bekerja tanpa mengalami kavitasasi maka harus dipenuhi persyaratan sebagai berikut :

***NPSH yang tersedia > NPSH yang diperlukan***

Bedasarkan perhitungan NPSH diatas didapat NPSHa lebih besar dari NPSHr, maka pompa dinyatakan aman dari kavitasasi.

### 3.4 Menghitung Daya hidrolis

Setelah *head* total pompa diketahui maka langkah selanjutnya menghitung daya hidrolis rata-rata yang diperlukan pompa ( $P_h$ ) untuk mengangkat air bersih tersebut.

$$\text{Maka, } P_h = \rho_w g H Q$$

$$\begin{aligned}
 &= 1000 \text{ kg/m}^3 \times 9,81 \text{ m/s}^2 \times 33 \text{ m} \times \\
 &0,00167 \text{ m}^3/\text{s} \\
 &= 540,6 \text{ kg.m}^2/\text{s}^3 \\
 &= 540,6 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

### 3.5 Menghitung Daya Poros

Menghitung  $n_s$ :

$$\begin{aligned}
 n_s &= 1460 \frac{\sqrt{0,1 \text{ m}^3/\text{min}}}{(33 \text{ m})^{3/4}} \\
 &= 34
 \end{aligned}$$

Dengan debit aliran air  $0,1 \text{ m}^3/\text{min}$  dengan  $n_s = 34$  berdasarkan gambar grafik 4.2 didapat efisiensi pompa  $\eta_p$  sebesar  $0,58$ . Maka selanjutnya menentukan besar daya poros ( $P_p$ ) dengan menggunakan persamaan:

$$\begin{aligned}
 \text{Maka, } P_p &= \frac{P_h}{\eta_p} \\
 &= \frac{540,6 \text{ W}}{0,58} \\
 &= 932 \text{ Watt} \\
 &\approx 0,932 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

### 3.6 Menghitung daya motor listrik

Setelah menghitung daya poros pompa selanjutnya menghitung daya *input* motor ( $P_m$ ) yang harus disediakan untuk menjalankan pompa tersebut, dapat dicari dengan persamaan:

$$\begin{aligned}
 \text{Maka, } P_m &= \frac{P_p(1 + \alpha)}{\eta_t} \\
 &= \frac{0,932 \text{ kW} (1 + 0,2)}{0,9} \\
 &= 1,243 \text{ kW} \\
 &\approx 1,3 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

### 3.7 Menghitung ukuran inverter

*Inverter* adalah alat untuk mengubah arus DC menjadi AC, hal ini dilakukan karena arus yang tersimpan dalam *battery* adalah arus DC sementara arus beban atau motor penggerak pompa ialah arus AC. Adapun ketentuan rating *inverter* yang digunakan dalam melayani *supply* daya

ke beban dari suatu sistem pembangkit tenaga listrik yaitu adanya penambahan sekitar  $20\% - 25\%$  dari kapasitas daya yang akan dilayani.

Pada umumnya efisiensi inverter adalah berkisar antara  $50\% - 90\%$  tergantung dari tipe inverter dan *output*nya. Apabila beban *output inverter* mendekati beban kerja yang tertera maka efisiensinya semakin besar.

Dalam perancangan ini daya beban yang harus dilayani adalah sebesar  $1,3 \text{ kW}$ , oleh karena itu *inverter* yang digunakan adalah sebesar  $\pm 1,5 \text{ kW}$ .

### 3.8 Menghitung kebutuhan Battery

a). Kapasitas *Battery*

$$\begin{aligned}
 \text{Ah} &= \frac{3.250 \text{ Wh}}{12 \text{ V}} \\
 &= 270,8 \text{ Ah}
 \end{aligned}$$

b). Kapasitas *battery* yang melibatkan efisiensi

$$\begin{aligned}
 &\text{kerja inverter} \\
 &= 270,8 \text{ Ah} + [(100\% - 0,6) \cdot 270,8 \text{ Ah}] \\
 &= 270,8 \text{ Ah} + 100 \text{ Ah} \\
 &= 379,12 \text{ Ah}
 \end{aligned}$$

c). Kapasitas minimal *battery* yang dibutuhkan

$$\begin{aligned}
 \text{Ah}_{\min} &= \frac{379,12 \text{ Ah} \times 2}{0,6} \\
 &= 1.264 \text{ Ah}
 \end{aligned}$$

d). Jumlah *Battery*

Karena dalam perancangan dipilih *battery*  $12\text{V } 100\text{Ah}$ , maka untuk menentukan jumlah *battery* adalah:

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah Battery} &= \frac{1.264 \text{ Ah}}{100 \text{ Ah}} \\
 &= 12,64 \\
 &\approx 13 \text{ Battery}
 \end{aligned}$$

### 3.9 Menghitung kebutuhan solar cell

a). Luas area *photovoltaic array*

$$\begin{aligned}
 &\text{Area array} \\
 &= \frac{E_L}{G_{av} \cdot \eta_{PV} \cdot TCF \cdot \eta_{output}}
 \end{aligned}$$

$$= \frac{3,25 \text{ kWh}}{4,22 \text{ kWh/m}^2 \times 0,13 \times 0,977 \times 0,8}$$

$$= \frac{3,25 \text{ kWh}}{0,429 \text{ kWh/m}^2}$$

$$= 7,6 \text{ m}^2$$

b). Daya yang dibangkitkan photovoltaic array

$$P_{\text{Wattpeak}} = \text{Area array} \cdot \text{PSI} \cdot \eta_{\text{pv}}$$

$$= 7,6 \text{ m}^2 \times 1.000 \text{ W/m}^2 \times 0,13$$

$$= 988 \text{ Watt}$$

c). Jumlah modul surya yang dibutuhkan

$$\text{Jumlah modul surya} = \frac{P_{\text{Watt peak}}}{P_{\text{MPP}}}$$

$$= \frac{988 \text{ Watt}}{100 \text{ Watt}}$$

$$= 9,88$$

$$\approx 10 \text{ unit}$$

Berikut tabel spesifikasi modul surya merek Sunny Power yang akan dipakai dalam perancangan pompa air tenaga surya:

Tabel 1 Spesifikasi modul surya *Silicon Monocrystalline Sunny Power*

| Spesifikasi Teknik                 | Keterangan  |
|------------------------------------|---|
| Maximum power ( $P_m$ )            | 100 W   |
| Power measurement tolerance        | $\pm 5\%$   |
| Nominal voltage                    | 12 V DC   |
| Voltage at max power ( $V_{mp}$ )  | 17,4 V  |
| Current at max power ( $I_{mp}$ )  | 5,75 A  |
| Short circuit current ( $I_{sc}$ ) | 6,33 A  |
| Open circuit voltage ( $V_{oc}$ )  | 21,6 V  |
| Operating temperature              | $-40^\circ\text{C}$ to $+85^\circ\text{C}$  |
| Maximum system voltage             | 1000 V  |
| Maximum series fuse rating         | 8 A   |
| Number of cells and connections    | 36 = 4 x 9 pcs  |
| Solar cell (mm)                    | 125 x 125   |
| Dimension of module (mm)           | 1200 x 540 x 30   |
| Standard Test Condition (STC)      | Irradiance 1000 $\text{W/m}^2$ , Module temperature $25^\circ\text{C}$ , AM = 1,5 |
| Weight                             | 8,5 kg  |
| NOCT                               | $48^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$  |
| Power temperature coefficient      | $-(0,5 \pm 0,05)\%/\text{K}$  |

d). Sudut kemiringan pemasangan panel surya Dalam pemasangan panel surya ditentukan sudut kemiringan berdasarkan garis lintang dilokasi tersebut, karena diwilayah perancangan terletak antara  $07^\circ$  Lintang Selatan dan  $110^\circ$  Bujur Timur, maka dari Tabel 4.3

didapat sudut kemiringan sebesar  $15^\circ$  menghadap keutara, karena wilayah perancangan terletak diselatan garis khatulistiwa.

Tabel 2 Sudut kemiringan array Posisi kemiringan instalasi panel surya

| Garis Lintang   | Sudut Kemiringan |
|-----------------|------------------|
| 0 - $15^\circ$  | $15^\circ$       |
| 15 - $25^\circ$ | $25^\circ$       |
| 25 - $30^\circ$ | $30^\circ$       |
| 30 - $35^\circ$ | $40^\circ$       |
| 35 - $40^\circ$ | $45^\circ$       |
| 40 - $90^\circ$ | $65^\circ$       |

#### 4.KESIMPULAN

Bedasarkan perencanaan serta perhitungan dapat disimpulkan, bahwa dengan intensitas matahari rata-rata paling rendah dibulan januari sebesar  $4,22 \text{ kWh/m}^2/\text{hari}$  dilokasi pendirian pompa air tenaga surya guna memindahkan air bersih ke tangki penampung dapat memindahkan air bersih  $15 \text{ m}^3/\text{hari}$  untuk kebutuhan harian warga dengan kerja pompa selama 2,5 jam. Ini sangat bermanfaat disaat sumber air jauh dari rumah warga terlebih saat musim kemarau, dan lebih efisien dalam penyediaan air bersih. Dengan penambahan aki untuk menyimpan energi listrik maka pompa dapat beroperasi saat cuaca mendung atau hari-hari kurang cerah. Jadi pemanfaatan energi surya untuk pemompaan air bersih sangat cocok digunakan oleh warga dikecamatan Dlingo, Bantul, Yogyakarta, dan untuk wilayah tropis lainnya sebagai salah satu alternatif dari ketergantungan energi listrik PLN.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Kenna, J., Gillet, B., 1985, *Solar Water Pumping : A Handbook*, IT Publications, London.

2. Quaschnig, V, 2005, *Understanding Renewable Energy Systems*, Earthscan, London.
3. Sari, P.D., Nazir, R., 2015, *Optimalisasi Desain Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid Diesel Generator : Photovoltaic Array Menggunakan Homer*, vol 4 : 3-7.
4. Sick, F., Erge, T, *Photovoltaics In Buildings : A Design For Architects And Engineers*, XYZ Publishing Company, Freiburg.
5. Sitompul, D., Hadi, K., 1984, *Prinsip-Prinsip Konversi Energi*, Erlangga, Jakarta.
6. Sularso, Tahara, H., 2004, *Pompa dan Kompresor : Pemilihan, Pemakaian dan Pemeliharaan*, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
7. Thomas, M.G., 1987, *Water Pumping The Solar Alternative*, SNL, United States of America.