

PERANCANGAN SISTEM POMPA AIR DC DENGAN PLTS 20 kWp TIANYAR TENGAH SEBAGAI SUPLAI DAYA UNTUK MEMENUHI KEBUTUHAN AIR MASYARAKAT BANJAR BUKIT LAMBUH

Kadek Bayu Kusuma¹, Cok Gede Indra Partha², I Wayan Sukerayasa³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana, Bali.

Email : kadekbayukusuma@gmail.com¹ , cokindra@unud.ac.id² , sukerayasa@unud.ac.id³

Abstrak

Kabupaten Karangasem khususnya di Kecamatan Kubu Desa Tianyar Tengah Banjar Bukit Lambuh termasuk daerah yang masih kekurangan air bersih, sehingga masyarakat desa masih menggandakan pembelian air bersih melalui truk tangki dengan harga yang tinggi. Di Banjar Bukit Lambuh terdapat PLTS 20 kWp Tianyar Tengah yang terbengkalai sejak tahun 2016 akibat tidak adanya perusahaan daerah yang mengelola dan merawat PLTS sehingga komponen sebagian PLTS sudah rusak. Terbengkalainya PLTS 20 kWp menjadikan rencana Dinas Tenaga Kerja dan Energi Sumber Daya Mineral (ESDM) Provinsi Bali untuk mengalih fungsikan PLTS sebagai sumber listrik bagi pompa air yang mengangkat air dari sumber bak penampungan dengan kapasitas air 72.000 liter ke tandon air berkapasitas 30.000 liter yang berada di dekat PLTS untuk memenuhi kebutuhan air warga di Desa Tianyar Tengah Banjar Bukit Lambuh. Pompa air yang dipilih bertipe DC submersible Lorentz PS2-4000 C-SJ3-32 dengan total head 108,6 meter dan panjang pipa sejauh 1.640 meter serta membutuhkan daya sebesar 2,96 kW yang disuplai dari PLTS 20 kWp Tianyar Tengah dengan panjang kabel sejauh 1.640 meter dan tegangan jatuh sebesar 8,183 volt, sehingga pompa dapat beroperasi selama 7 jam dengan debit air 4,2 m³/h menghasilkan 29.400 liter air yang dapat memenuhi kebutuhan air warga Desa Banjar Bukit Lambuh sebesar 23.328 liter per hari.

Kata kunci : Kebutuhan Air, Perancangan, Pompa Air DC, PLTS.

Abstract

Karangasem Regency, especially in Kubu Subdistrict, Tianyar Tengah Village, Banjar Bukit Lambuh, is an area that still lacks clean water, so that villagers still rely on purchasing clean water through tank trucks at high prices. Around Banjar Bukit Lambuh, there is a 20 kWp Central Tianyar PLTS which has been abandoned since 2016 due to the absence of regional companies that manage and maintain the PLTS so that some components of the PLTS are damaged. The abandonment of the 20 kWp PLTS makes the Bali Provincial Manpower and Energy Department (ESDM) Department plan to transfer the function of PLTS as a source of electricity for water pumps that lift water from reservoirs with a water capacity of 72,000 liters to a 30,000 liter water reservoir which is near the PLTS to meet the water needs of residents in the Middle Tianyar Village Banjar Bukit Lambuh. The selected water pump type Lorentz PS2-4000 C-SJ3-32 submersible DC with a total head of 108.6 meters and a pipe length of 1,640 meters and requires power of 2.96 kW supplied from PLTS 20 kWp Tianyar Tengah with a cable length of 1,640 meters and voltage drop of 8,183 volts, so that the pump can operate for 7 hours with 4.2 m³ / h water discharge producing 29,400 liters of water that can meet the water needs of residents of Banjar Bukit Lambuh Village by 23,328 liters per day.

Keywords: Water Needs, Design, DC Water Pumps, PLTS.

1. PENDAHULUAN

Kabupaten Karangasem khususnya di Kecamatan Kubu termasuk daerah yang masih kekurangan air bersih, penduduk di Kecamatan Kubu masih banyak yang membeli air dengan biaya yang cukup besar (rata-rata Rp.375.000/Bln/KK). Hal ini tentunya akan sangat membebani kehidupan masyarakat dengan kondisi ekonomi yang sebagian besar tergolong rendah. Mengingat jumlah keluarga miskin di Kabupaten Karangasem masih cukup tinggi yaitu 40.299 KK atau 38,23% dari jumlah penduduk Kabupaten Karangasem, Kecamatan Kubu khususnya Desa Tianyar Tengah Banjar Bukit Lambuh terdapat 321 KK yang masih kekurangan air bersih dan masih mengandalkan pembelian air dari truk tangki dengan harga yang relatif tinggi [1]. Di sebelah utara Desa Bukit Lambuh terdapat Banjar Munti Desa Barat yang memiliki sumber air sendiri berupa sumur bor bernama sumur bor Abian yang dikelola langsung oleh warga Banjar Munti Desa Barat. Tahun 2010 pembangunan sumur bor Abian sudah rampung dan warga Desa Bukit Lambuh sudah pernah mendapatkan pasokan air dari sumur bor Abian melalui bak penampungan air yang terdapat di batas Banjar dinas Munti Desa Barat dan Banjar dinas Bukit Lambuh namun karena adanya masalah interen tentang iuran pembagian air sumur bor antar desa akhirnya pipa hubung inti penyaluran ke bak penampung antar banjar dinas dirusak oleh sebagian oknum yang tidak bertanggung jawab, sampai kasus ini dibawa ke jalur hukum. Hingga saat ini sumur bor Abian sudah tidak lagi melayani kebutuhan air Banjar Bukit Lambuh akibat kerusakan pipa hubung inti ke bak penampungan.

Banjar Bukit Lambuh memiliki PLTS yang sudah dihibahkan oleh ESDM dari tahun 2015 dengan daya sebesar 20 kWp yang saat itu ditujukan sebagai sumber listrik utama bagi warga Desa Banjar Bukit Lambuh, namun karena tidak adanya PERUSDA yang dibentuk untuk mengelola dan merawat PLTS tersebut yang mengakibatkan rusaknya sebagian besar komponen-komponen pada PLTS seperti 90 modul surya yang kotor akibat debu vulkanik gunung agung dan sebagian MPPT rusak. Kelistrikan warga banjar Bukit Lambuh sudah menggunakan listrik dari PLN yang sudah masuk sampai banjar Bukit Lambuh dari bulan Maret 2016

sebagai sumber energi listrik utama, sehingga sampai sekarang PLTS 20 kWp Tianyar Tengah Terbengkalai. Terbengkalainya PLTS 20 kWp Tianyar Tengah terciptanya rencana dari pihak ESDM Provinsi Bali untuk memperbaiki dan mengalih fungsikan PLTS 20 kWp Tianyar Tengah.

Pemanfaatan PLTS sebagai sumber energi alternatif di Indonesia sudah semakin meningkat dari tahun ke tahun. Pemanfaatan PLTS di Indonesia sudah beragam baik bersekala kecil hingga sekala besar. Pemanfaatan PLTS skala besar antara lain PLTS 5 MW Kupang [2], PLTS 1 MW Karangasem dan PLTS 1 MW Bangli [3]. Pemanfaatan PLTS di Bali juga sudah berkembang. Berdasarkan RUEN Bali diharapkan mampu membangun PLTS dg total kapasitas 108 MW pd tahun 2025 [4]. Namun demikian total PLTS di Bali masih jauh dari target dan bahkan baru sekitar 1% dari sistem kelistrikan Bali [5]. Namun berdasarkan kajian CORE bahwa Bali akan mampu memenuhi target PLTS kalau dilihat dari potensi wilayah dan ketersediaan atap bangunan [6]. Beberapa aplikasi PLTS di Bali antara lain PLTS 1 MW Bangli [7], PLTS 158 kW kantor Gubernur Bali [8], PLTS 24 kWp di Indonesia Power [9], PLTS 26 kWp sebagai bagian dari mikrogrid Universitas Udayana [10], PLTS atap PLN Bali [11], PLTS atap bangunan sekolah 2 kWp di SD 5 Pedungan Bali [12], dan pemanfaatan SHS yg tersebar di seluruh Bali.

Pemanfaatan PLTS juga sudah mulai dilakukan untuk bidang pertanian sebagai catu daya pompa irigasi misalnya pompa irigasi PLTS di desa Tusan. Secara umum kinerja pompa air tenaga surya dapat berjalan baik apabila mendapatkan radiasi matahari yang cukup [13]. Radiasi matahari di Desa Tianyar Tengah relatif tinggi sehingga implementasi pompa air tenaga surya memiliki potensi yang sangat menjanjikan, berdasarkan permasalahan tersebut maka dilakukan penelitian studi pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) sebagai sumber listrik bagi pompa air DC yang akan menggangkat air

dari bak penampungan yang bersumber dari sumur bor Abian ke tandon air yang ada di PLTS. untuk kebutuhan air makan dan minum warga di Desa Tianyar Tengah, tepatnya di Banjar Bukit Lambuh.

2 Tinjauan Pustaka

2.1 Energi

Energi bisa diartikan sebagai kemampuan melakukan kerja, disebut demikian karena setiap kerja yang dilakukan sekecil apapun dan seringnya apapun tetap membutuhkan energi. Menurut KBI energi didefinisikan sebagai daya atau kekuatan yang diperlukan untuk melakukan berbagai proses kegiatan. Energi berdasarkan sumbernya dibagi menjadi 2 yaitu :

a. Energi Takterbarukan

Energi takterbarukan adalah sumber energi tersebut tidak tersedia secara terus menerus, tidak berkelanjutan, dan pada saatnya sumber energi tersebut akan habis. Energi tak terbarukan digolongkan ke dalam jenis adalah sumber energi fosil seperti minyak bumi dan batubara. Kekurangan lain dari energi fosil ini adalah harganya yang semakin melambung tinggi dari waktu ke waktu seiring bertambahnya populasi manusia.

b. Energi Terbarukan

Energi terbarukan adalah energi yang bersumber dari alam dan secara berkelanjutan dapat terus diproduksi tanpa harus menunggu waktu jutaan tahun layaknya energi berbasis fosil. Sumber alam yang dimaksud dapat berasal dari matahari, panas bumi (*geothermal*), angin, air (*hydropower*) dan berbagai bentuk dari biomassa. Sumber energi tersebut tidak dapat habis dan dapat terus diperbarukan. Pemanfaatan energi terbarukan yang paling giat dikembangkan saat ini oleh pemerintah Indonesia adalah energi surya karena sebagai negara tropis yang dilewati garis katulistiwa, Indonesia mempunyai intensitas radisai matahari yang merata sehingga potensi energi surya di Indonesia cukup besar. Potensi energi surya di Indonesia khususnya di Bali memiliki tingkat iradisai yang cukup tinggi sebesar 5.263 Wh/m² [14]. Hal ini menjadikan Bali sebagai tempat potensial untuk dikembangkannya PLTS.

2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Pembangkit listrik tenaga surya adalah pembangkit listrik yang mengubah energi surya menjadi energi listrik. Pembangkitan listrik bisa dilakukan dengan dua cara yaitu :

a. PLTS Dengan Pemusatan Energi Surya (*Concentrated Solar Power*).

Sistem pemusatan energi surya *Concentrated Solar Power* (CSP) menggunakan lensa atau cermin dan sistem pelacak untuk memfokuskan energi matahari dari luasan area tertentu ke satu titik. Panas yang terkonsentrasikan lalu digunakan sebagai sumber panas untuk pembangkitan listrik biasa yang memanfaatkan panas untuk menggerakkan generator.

b. PLTS dengan *Photovoltaic*

Modul surya (*photovoltaic*) adalah sejumlah sel surya yang dirangkai secara seri dan paralel, untuk meningkatkan tegangan dan arus yang dihasilkan sehingga cukup untuk pemakaian sistem catu daya beban.

PLTS 20 kWp Tianyar Tengah menggunakan modul surya atau (*photovoltaic*) sebagai sumber pembangkit untuk mengubah energi surya menjadi energi listrik dengan total 99 buah modul surya yang terpasang.

2.3 Komponen PLTS

Komponen inti dari sistem PLTS meliputi: modul surya, solar charge controller, baterai, inverter dan beban. Gambar 1 menunjukkan bagian-bagian dari PLTS 20 kWp Tianyar Tengah.



Gambar 1. Komponen-komponen PLTS 20 kWp Tianyar Tengah

Single line diagram sistem PLTS ini masih menghasilkan arus listrik AC, pada jurnal ini dimodifikasi menghasilkan listrik arus DC untuk menggerakkan pompa motor DC.



Gambar 2. Pompa Air Lorentz PS2-4000 C-SJ3-32

2.4 Pompa Air

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. Prinsip kerja pompa adalah dengan melakukan penekanan dan penghisapan terhadap fluida. Pada sisi hisap pompa (suction), elemen pompa akan menurunkan tekanan dalam ruang pompa sehingga akan terjadi perbedaan tekanan antara permukaan fluida yang dihisap dengan ruang pompa.

2.5 Motor DC

Motor DC (Direct Current) adalah peralatan elektromekanik dasar yang berfungsi untuk mengubah tenaga listrik menjadi tenaga mekanik. Motor DC merupakan jenis motor yang menggunakan tegangan searah sebagai sumber tenaganya. Dengan memberikan beda tegangan pada kedua terminal tersebut, motor akan berputar pada satu arah, dan bila polaritas dari tegangan tersebut dibalik maka arah putaran motor akan terbalik pula. Polaritas dari tegangan yang diberikan pada dua terminal menentukan arah putaran motor sedangkan besar dari beda tegangan pada kedua terminal menentukan kecepatan motor [15].

2.6 Pompa Air Motor DC

Pompa air tipe Lorentz PS2-4000 C-SJ3-32 ditunjukkan oleh gambar 2. merupakan jenis pompa air DC sumersible pump yang dimana pompa daya jenis ini membutuhkan daya maksimal 4,0 kW Watt Peak (Wp), dengan tegangan input voltage maksimal 375 V, Optimum Vmp > 230 V, dan Motor current maksimal 16 A. Dengan daya angkat air dari ketinggian 0 (nol) meter sampai dengan maksimal 220 m, kapasitas kecepatan angkatan air sebesar 4,2 m³/h.

2.7 Perhitungan Kebutuhan Air Permukiman

Berdasarkan acuan dari hasil pengkajian Puslitbang Permukiman Dep. Kimpraswil tahun 2003, maka perhitungan total kebutuhan air dapat dihitung berdasarkan standar tabel nilai kebutuhan air yang dikelompokkan menurut jumlah penduduk :

Tabel 1 Nilai kebutuhan air yang dikelompokkan dari jumlah penduduk

Kategori Kota	Keterangan	Jumlah Penduduk (orang)	Kebutuhan air (l/hari/orang)
1	Kota Metropolitan	Diatas 1 juta	190
2	Kota Besar	500.00 sd 1 juta	170
3	Kota Sedang	100.000 sd 500.000	150
4	Kota Kecil	20.000 sd 100.000	130
5	Desa	10.000 s/d 100.000	100
6	Desa Kecil	3.000 sd 10.000	60

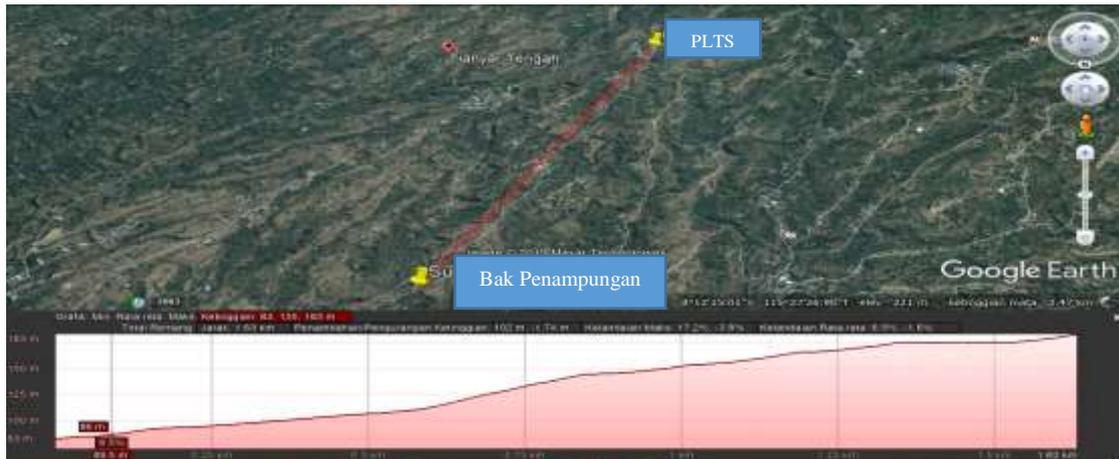
Sumber: Kimpraswil, 2003.

Nilai kebutuhan air pada Tabel 1 masih berlaku untuk pemakaian air mulai dari kebutuhan MCK, menyiram maupun kebutuhan makan dan minum [16]. Untuk perhitungan kebutuhan air makan dan minum menurut Permentrian Kesehatan RI No.:986/Menkes/Per/XI/1992 didapat rumus kebutuhan air makan dan minum sebagai berikut [17]:

$$Q \text{ (makan dan minum)} = 30 \% \times \text{Kebutuhan air} \dots\dots\dots (2.1).$$

2.8 Tinggi Total Head

Tinggi head total didapat melalui ketinggian pembangkit listrik tenaga surya terhadap sumber air bak penampungan, melalui google earth didapat ketinggian 183 meter dari permukaan laut ke PLTS dan dari permukaan laut ke sumber air bak penampungan didapat 83 meter jadi tinggi head dari bak penampungan ke PLTS ialah 100 meter jadi pompa yang dibutuhkan ialah minimum head 100 meter di tunjukkan dalam gambar 3.



Gambar 3. Grafik ketinggian garis lurus total head melalui google earth

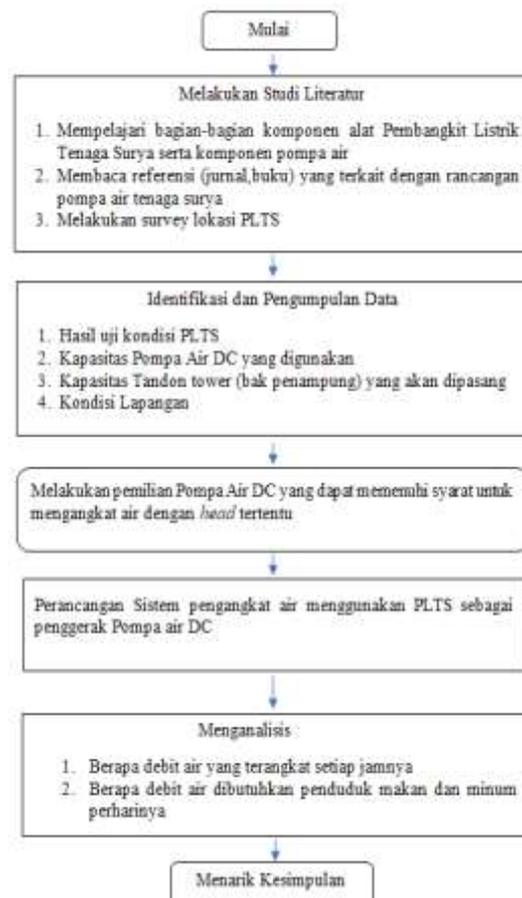
3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini mengungkapkan bagaimana teknologi tenaga surya, sebagai sumber energi listrik dapat dipakai pada sistem pemompaan air untuk keperluan mengangkat air yang akan ditampung di tandon penampungan di PLTS 20 kWp Tianyar Tengah.

3.1 Tahapan Penelitian

1. Pada tahap awal ini mengumpulkan data-data referensi yang dibutuhkan berupa artikel-artikel terkait (paper atau jurnal), buku dan informasi lainnya yang membahas dan meneliti tentang Perancangan dan pembuatan sistem pompa air tenaga surya.
2. Melakukan survei untuk mengidentifikasi permasalahan dan menghimpun data di lapangan.
3. Pemilihan jenis pompa air yang akan digunakan untuk mampu memenuhi kebutuhan mengangkat air dari sumber sumur bor sampai ke bak penampung, sehingga dapat dihitung besar daya listrik yang akan diperlukan.
4. Perancangan sistem pompa air tenaga surya, mempelajari model sistem pompa air tenaga surya, membuat model perancangan dari pengumpulan data sebelumnya.
5. Menganalisa daya yang terpakai oleh pompa air, dan melakukan penyuluhan berupa sistem kerja dan perawatan peralatan sistem pompa air tenaga surya kepada masyarakat Bajar Bukit Lambuh Desa Tianyar Tengah.
6. Menarik kesimpulan, diharapkan dengan dibuatnya sistem pompa air DC tenaga surya untuk memenuhi kebutuhan air

makan dan minum sehingga Warga Banjar Bukit Lambuh Desa Tianyar Tengah dapat menikmati air bersih dengan mudah.



4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Sistem Operasi PLTS 20 kWp Tianyar Tengah

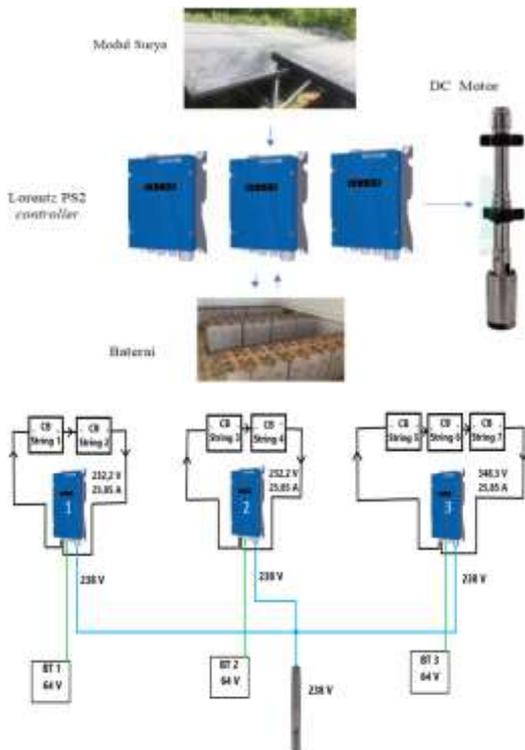
PLTS 20 kWp Tianyar Tengah terletak di Kecamatan Kubu Desa Tianyar Tengah Banjar Bukit Lambuh. PLTS 20

kWp Tianyar Tengah merupakan kategori PLTS skala kecil dengan kapasitas daya 20 kWp jenis sistem terpusat tidak terkoneksi dengan jaringan PLN (off-grid) dengan sistem penyimpanan baterai. Gambar 4. menunjukkan PLTS 20 kWp Tianyar Tengah.



Gambar 4. PLTS Tianyar Tengah kapasitas daya 20 kWp

Single line diagram dan skema modifikasi rangkaian yang terpasang di PLTS 20 kWp di Desa Tianyar Tengah Banjar Bukit Lambuh dengan menggunakan DC controller sebagai pengganti dari inverter ditunjukkan dengan gambar 5.

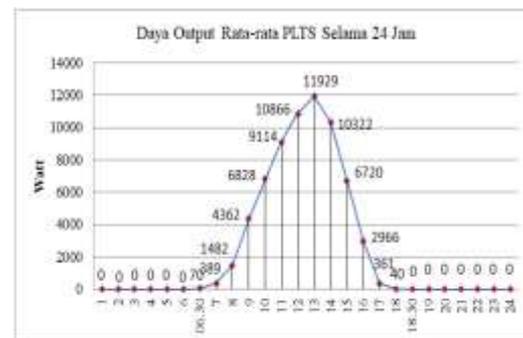


Gambar 5. Single line Diagram PLTS Tianyar dan Skema rangkaian

Model	PS2-4000
Power	4000 W
Input Optimum Voltage	> 230 V
Input Voltage max	375 V
Input Current max	26 A
Input Battery	64 V
Output Voltage	238 V

4.2 Daya yang Dihasilkan PLTS 20 kWp Tianyar Tengah

Daya yang dihasilkan PLTS 20 kWp Tianyar Tengah didapat dari datalogger pada controler PLTS Tianyar Tengah. Gambar 6 menunjukkan grafik pendapatan daya output rata-rata PLTS selama 24 jam.



Gambar 6. Grafik Daya Output Rata-rata PLTS Selama 24 jam

Tabel 2. Spesifikasi DC controller PS2-4000

4.3 Perancangan sistem Pompa Air

4.3.1 Sumber Air

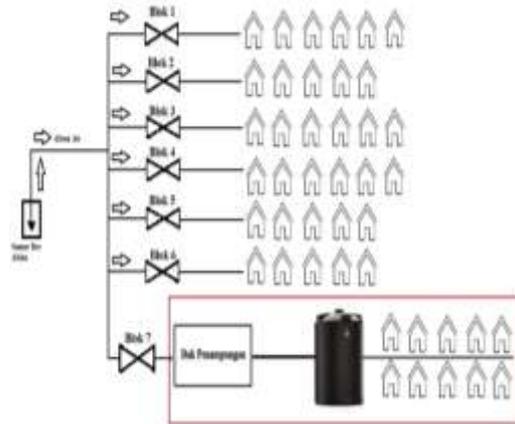
Banjar Bukit Lambuh merupakan salah satu banjar dari 9 banjar yang ada di Desa Tianyar Tengah, sampai saat ini warga di Bukit Lambuh tidak memiliki sumber air sendiri dan harus membeli air untuk mencukupi kebutuhan air bersih. Di Utara banjar Bukit Lambuh Terdapat Banjar Munti Desa Barat yang memiliki Sumber air berupa Sumur bor yang di dialirkan ke warga-warga Banjar Munti Desa Barat, Spesifikasi pompa sumur bor Abian Jenis/Tipe Grundfos Submersible/SP46-8/C, Debit 10 lt/d, Head Maks 66 m, Daya 11 kW. Dengan melakukan wawancara kepada ketua kepengurusan sumur bor Banjar Munti Desa Barat kebutuhan air mereka tercukupi dan tidak kekurangan air dari sumber air sumur bor di banjar mereka. Gambar 7 menunjukkan sumber air sumur bor Abian.



Gambar 7. Sumber Air Sumur Bor Abian

Rencana perancangan sistem pengangkat air ini bermaksud untuk mengambil sebagian air dari sumur bor Abian di Banjar Munti Desa Barat yang dialirkan ke Bak penampung ber volume 82.430 liter yang sudah pernah terpasang di daerah perbatasan Banjar Bukit Lambuh dengan cara penambahan blok pelanggan dari sistem sumur bor Abian dari semula berjumlah 6 blok dengan 6 jam waktu pompa air bekerja, sehingga dengan penambahan blok 7 pompa air sumur bor abian akan bekerja selama 8 jam. Gambar 8 menunjukkan sistem pompa air sumur bor

abian dan gambar 9 menunjukkan bak penampungan.



Gambar 8. Sistem Pompa Air Sumur Bor Abian

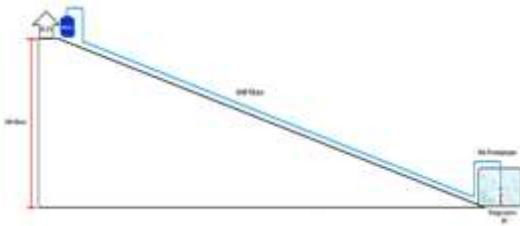


Gambar 9. Bak Penampungan Air

Blok 7 akan terbuka selama 2 jam dan menghasilkan 72.000 liter air untuk mengisi bak penampungan yang terdapat di perbatasan Banjar Bukit Lambuh. Biaya listrik yang ditanggung untuk penambahan blok pelanggan dan pemeliharaan sistem pompa air Abian akan dibagi dengan jumlah KK Banjar Bukit Lambuh sebanyak 324 KK. Total Tagihan listrik blok 7 perbulannya diketahui sebesar Rp 340.720 didapat dari hasil perbandingan pembayaran listrik dari sistem sumur bor Abian di bulan September 2019. Tagihan listrik yang dibayarkan perKK Banjar Bukit Lambuh setiap bulannya sebesar Rp 1.051

4.3.2 Perancangan Sistem Pipa Pompa Air dan Perhitungan Losses Head total

Rencana pemasangan sistem pipa pada pompa air DC sangat menentukan besarnya head total pompa dan pompa yang dipilih, pada gambar 10 menunjukkan rancangan sistem perpipaan pada pompa air.



Gambar 10. Rancangan Sistem Perpipaan Pada Pompa Air

Diketahui head 100 meter, rencana sistem perpipaan pompa motor DC ini menggunakan pipa berjenis PVC dengan panjang 1640 meter, diameter sebesar 2 inci dan 6 buah sambungan katup (*fitting*) siku PVC berjenis *Threaded Regular 90°*. Pemilihan tandon air yang digunakan kapasitasnya harus lebih besar dari kebutuhan air masyarakat Desa Tianyar Tengah Banjar Bukit Lambuh sebesar 23.328 liter per harinya maka tandon yang dipilih berkapasitas 30.000 liter

Head losses adalah head atau kerugian-kerugian dalam aliran pipa yang terdiri atas mayor losses dan minor losses [18].

$$H = H_f + H_m \dots \dots \dots (1)$$

Perhitungan Minor Losses :

- (Q) = Debit air
- (V) = Kecepatan aliran air
- (nf) = Jumlah fitting
- (k) = Koefisien kerugian Pada fitting 1,5 (Elbow, Threaded Regular 90°)
- (g) = Gravitasi Bumi

$$H_m = n f \cdot k \frac{v^2}{2g} = 6 \cdot 1,5 \frac{(0,572)^2}{2 \cdot 9,81}$$

$$= 0,15 \text{ m}$$

Perhitungan Mayor Losses :

- (L) = Panjang Pipa
- (D) = Diameter Pipa
- f (Faktor Gesek) ditentukan dengan diagram moody = 0,009

$$H_f = f \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

$$= 0,009 \frac{1640 \text{ m}}{5,08 \cdot 10^{-2} \text{ m}} \cdot \frac{(0,572 \text{ m/sec})^2}{2 \cdot 9,81 \text{ m/s}^2}$$

$$= 0,009 \frac{938,08}{0,996}$$

$$= 8,47 \text{ m}$$

$$\text{Head losses } (H_1) = H_f + H_m = 8,47 \text{ m} + 0,15 \text{ m} = 8,62 \text{ m}$$

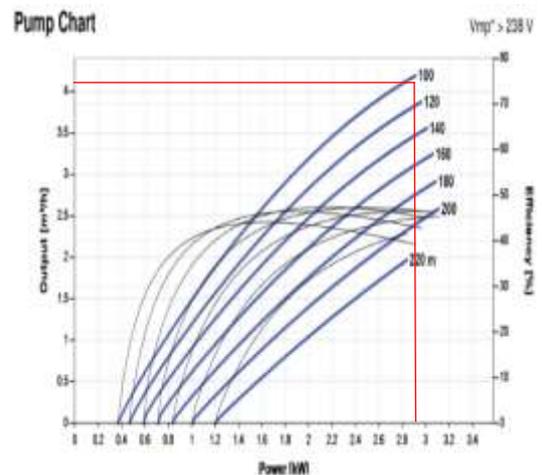
$$H = 100 + 0 + 8,62 + \frac{(0,572)^2}{2 \cdot 9,81}$$

$$= 108,62 + 0,0166$$

$$= 108,63 \text{ meter}$$

Maka pompa air yang dibutuhkan untuk mengangkat air dengan kondisi-kondisi diatas adalah minimal sebesar 108,63 m.

Pompa motor DC yang dipilih jenis sumersible tipe Lorentz PS2-4000 C-SJ3-32 dengan head maksimum 220 meter menggunakan controller PS2-4000 dengan grafik gambar 11.



Gambar 11 Grafik Daya Pompa PS2- 4000 Terhadap Output Flowrate Total Head dan Efisiensi

Grafik Daya Pompa PS2-4000 diketahui jika total Head 108,6 meter akan membutuhkan daya sebesar 2,96 kW dengan output flowrate yang didapat 4,2 m³/h dan efisiensi motor 45%. Daya 2,96 kW yang dibutuhkan pompa dapat disuplai PLTS selama 7 jam dari jam 09:00 sampai 16:00 dan banyaknya air yang didapatkan total selama 7 jam beroperasi adalah 29.400 liter. Pompa air Lorentz PS2-4000 C-SJ3-32 dapat dipilih karena dapat memenuhi kebutuhan air dari warga Desa Tianyar Tengah Banjar Bukit Lambuh sebesar 23.328 liter /hari.

4.3.3 Perhitungan Jatuh Tegangan

Jatuh tegangan sistem fase tunggal maka dapat digunakan rumus 2 berikut.

$$V_{dc} \frac{[2 \cdot I \cdot R_c \cdot L]}{1000} \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

- V_{dc} = Jatuh tegangan DC (v)
- I = Arus beban benuh atau arus nominal saat strat (A)
- R_{dc} = Resistansi DC hantaran (Ω /km)
- L = Panjang hantaran (m)

Tabel 3. Kabel Tembaga 1-Fase R_{DC} dan R_{AC}

Diketahui :

$$I = \frac{P}{V}$$

$$= \frac{2900}{220}$$

$$= 13,2 \text{ A}$$

$$R_{dc} = 0,189 \text{ } \Omega/\text{km (tembaga)}$$

$$L = 1640 \text{ m}$$

Maka untuk drop tegangannya adalah,

$$V_{dc} = \frac{2 \cdot 13,2 \cdot 0,189 \cdot 1640}{1000} = \frac{8.183}{1000}$$

$$= 8,183 \text{ Volt}$$

4.3.4 Kebutuhan Air

Desa Tianyar memiliki Jumlah penduduk sebanyak 11.143 jiwa untuk detail jumlah penduduk di Banjar Bukit Lambuh dapat dilihat dari tabel 3. [19].

Tabel 3. Data Penduduk Desa Tianyar

Wilayah	Jumlah Penduduk	Jumlah KK
Tianyar	11.143	2.785
Tianyar Tengah	4.714	1.178
Bukit Lambuh	1.296	324

Mengarah dari Tabel 1 bisa didapatkan kebutuhan air bersih warga Banjar Bukit Lambuh per hari, yaitu :
 Jumlah Penduduk = 1.296 orang
 Standart Kebutuhan Air Bersih Daerah Pedesaan = 60 liter/orang
 Standart Kebutuhan Air Bersih (makan dan minum) Daerah Pedesaan dari perhitungan 2.1 (Permentrian Kesehatan RI No.:986/Menkes/Per/XI/1992) = 60 x 30% = 18 liter

Kebutuhan Air Perhari Bersih (makan dan minum) = 324 x 4 x 18 liter = 23.328 liter
 Kebutuhan Air Perbulan = 23.328 x 30 = 699.840 liter

Sumber air yang didapat dari blok 7 menuju bak penampungan air yaitu sebesar 72.000 liter/3 hari atau 720.000 liter/bulan, maka kebutuhan air bersih untuk makan dan minum warga Desa Tianyar Tengah Banjar Bukit Lambuh sebanyak 324 KK dapat terpenuhi 100%.

5. SIMPULAN

Setelah melakukan observasi dan

KABEL TEMBAGA 1-FASE R_{DC} , R_{AC} (Sumber data kabel produk 4 besar, Okonite, Pirelli)			
Ukuran kabel tembaga		R_{DC}	R_{AC}
mm2	wire	Ohm/km	Ohm/km
50	19/1.78	0.379	0.485
70	19/2.14	0.262	0.335
95	19/2.52	0.189	0.242

perencanaan di PLTS 20 kWp Desa Tianyar Tengah Banjar Bukit Lambuh dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Daya output terbesar yang didapatkan PLTS Tianyar Tengah selama setahun dari bulan Februari 2015 sampai Januari 2016 adalah pada bulan Agustus tahun 2015 dengan rata-rata sebesar 6018 watt.
2. Sumber air yang tersedia dari sumur bor Abian Banjar Munti Desa Barat yang dialirkan ke bak penampungan dengan jumlah volume Air yang dialirkan sebesar 720.000 liter/bulannya, kemudian air dari bak penampungan akan diangkat naik menggunakan pompa air motor DC yang berjenis Lorentz PS2-4000 C-SJ3-32 dengan Controller PS2-4000 selama 7 jam beroperasi menggunakan daya output rata-rata selama 24 jam dari PLTS. Panjang kabel yang dibutuhkan sejauh 1.640 meter dengan drop tegangan sebesar 8,183 volt. Tinggi head total dari bak penampungan ke tandon sebesar 108,63 meter dan dengan panjang

pipa sejauh 1.640 meter berdiameter 2 inci menghasilkan debit air yang mampu diangkat sebesar 29.400 liter/harinya yang artinya sudah melewati kebutuhan air makan dan minum rata-rata warga Desa banjar Bukit Lambuh yaitu sebesar 23.328 liter/harinya.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alvan Hidayat, T, & dkk, 2014, 'Studi Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih Untuk Kecamatan Kubu Kabupaten Karangasem, Jurnal Teknik Pengairan Universitas Brawijaya Malang.
- [2] I.N S. Kumara, M. Ashari, A. S. Sampeallo, A. A. G. A Pawitra (2017), Simulated Energy Production and Performance Ratio of 5 MW Grid Connected Photovoltaic under Tropical Savannah Climate in Kupang Timor Island of Indonesia, International Journal of Engineering and Technology Innovation, vol. 7, no. 2, 2017, pp. 117 – 129, <http://ojs.imeti.org/index.php/IJETI/article/view/181>
- [3] Kumara, I. N. S., Ariastina, W. G., Sukerayasa, I. W., & Giriantari, I. A. D. (2013, October). 1 MWp grid connected PV systems in the village of Kayubihhi Bali; Review on location's characteristics and its technical specifications. In 2013 International Conference on Information Technology and Electrical Engineering (ICITEE) (pp. 306-311). IEEE.
- [4] Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2017 Rencana Umum Energi Nasional.
- [5] I.N.S. Kumara, I. A. D. Giriantari, W. G. Ariastina, "On The Potential and Progress Of Renewable Electricity Generation in Bali," 2014 6th Int. Conf. Inf. <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=7007944&isnumber=7006983>
- [6] I.N.S. Kumara, I. A. D. Giriantari, W. G. Ariastina, W. Sukerayasa, N. Setiawan, C. G. I. Partha, "Peta Jalan Pengembangan PLTS Atap: Menuju Bali Mandiri Energi, Center For Community Based Renewable Energy (CORE) Universitas Udayana, Greenpeace Indonesia, Bali,2019." [10.31219/osf.io/83yxv](https://doi.org/10.31219/osf.io/83yxv)
- [7] Setiawan, I. A., Kumara, I. S., & Sukerayasa, I. W. (2014). Analisis Unjuk Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) Satu MWP Terinterkoneksi Jaringan di Kayubihhi, Bangli. Majalah Ilmiah Teknologi Elektro, 13(1).
- [8] Wicaksana, M.R.; Kumara, I.N.S.; Giriantari, I.A.D. Unjuk Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya Rooftop 158 Kwp Pada Kantor Gubernur Bali. Jurnal SPEKTRUM, [S.I.], v. 6, n. 3, p. 107-113, sep. 2019. ISSN2684-9186, <https://doi.org/10.24843/SPEKTRUM.2019.v06.i03.p15>
- [9] Vidhia Kumara, Ketut; Satya Kumara, I Nyoman; Aristina, Wayan Gede. Tinjauan Terhadap Plts 24 Kw Atap Gedung Pt Indonesia Power Pesanggaran Bali. Jurnal SPEKTRUM, [S.I.], v. 5, n. 2, p. 26-35, dec. 2018. ISSN 2684-9186, <https://doi.org/10.24843/SPEKTRUM.2018.v05.i02.p04>.

- [10] Gunawan, N. Surya; Kumara, I. N. Satya; Irawati, Rina. Unjuk Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) 26,4 Kwp Pada Sistem Smart Microgrid Unud. *Jurnal SPEKTRUM*, [S.l.], v. 6, n. 3, p. 1-9, sep. 2019, <https://doi.org/10.24843/SPEKTRUM.2019.v06.i03.p01>.
- [11] I.P.E. Saskara, I.N.S. Kumara, I.W. Suerayasa, Comparison of PV Rooftop Energy Production at Denpasar City Office Building, Proceeding ICSGTEIS 2018
- [12] Kristiawan, H.; Kumara, I.N.S.; Giriantari, I.A.D.. Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap Gedung Sekolah di Kota Denpasar. *Jurnal SPEKTRUM*, [S.l.], v. 6, n. 4, p. 66-70, dec. 2019. ISSN 2684-9186. Available at:<<https://ojs.unud.ac.id/index.php/spektrum/article/view/55330>
- [13] Oya, I, Giriantari & Satya, 2019. 'Perancangan Sistem Pompa Irigasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Untuk Pertanian Subak Semaagung', *Jurnal SPEKTRUM* Vol. 6, No. 3.
- [14] AAG Maharta, 2016. 'Analisis Perbandingan Output Daya Listrik Panel Surya Sistem Tracking Dengan Solar Reflector' Karya Ilmiah <https://simdos.unud.ac.id/>.
- [15] Penangsang, O, & dkk, 2014, 'Pemanfaatan Pompa Air PLTS Untuk Pemenuhan Ketersediaan Air Penyiram Tanaman Pada Program Ecogarden Sdit Al Uswah', *Jurnal Pengabdian Masyarakat Lppm ITS*, Vol. 2 No. 1.
- [16] Anonim 2003. Puslitbang Permukiman Departemen. Kimpraswil
- [17] Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia. Nomor 416/Menkes/PER/IX/1990.
- [18] Sularso & dkk, 2000. Buku 'Pompa dan Kompresor', PT Pradya Paramita, Vol 7
- [19] Anonim 2008. Kecamatan Kubu Dalam Angka. BPS dan BAPPEDA Kabupaten Karangasem.