

ANALISIS SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA UNTUK POMPA AIR DI KELURAHAN TERONG DLINGO BANTUL DALAM KEGIATAN PEMBERDAYAAN MASYARAKAT OLEH MAHASISWA

**Toto Rusianto^{1*}, Suparni Setyowati Rahayu², Purnawan², Dimas Taufiq Ridho³,
dan Annisa Rizka A. R.⁴**

¹Program Studi Rekayasa Mesin, Universitas AKPRIND Indonesia

²Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas AKPRIND Indonesia

³Program Studi Teknik Sistem Energi, Institut Teknologi Yogyakarta

⁴Direktorat Penelitian Pengabdian kepada Masyarakat Universitas AKPRIND Indonesia

Info Makalah

Kata kunci:

Air bersih

Dlingo

Pompa

Submersibel

Abstrak

Naskah ini memaparkan analisis sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya untuk Pengelola Air Bersih/PAB di Kalurahan Terong Dlingo Bantul sebagai mitra produktif yang berperan penting dalam mendistribusikan air bersih untuk kebutuhan rumah tangga. Air yang dikelola memiliki sumber dengan lokasi di bawah jalan raya dengan elevasi tinggi 40 m. Air dinaikkan menggunakan pompa submersibel 2 HP kapasitas 10 m³/jam, untuk dapat didistribusikan kepada masyarakat. Selama ini pompa menggunakan tenaga listrik dari PLN, dikarenakan daya yang besar maka biaya listrik juga besar. Untuk mengurangi biaya membeli listrik, maka dibangun PLTS untuk mengurangi ketergantungan biaya listrik yang besar. Untuk itu dilakukan analisis kebutuhan komponen utama yang diperlukan membangun PLTS sesuai dengan beban daya pompa tersebut. Hasil analisis dapat ditentukan kebutuhan komponen PLTS antara lain panel surya 600 Wp sejumlah 4 buah, Solar charge controller/SCC dengan beban arus lebih besar atau sama dengan 80 A, Baterai dengan tegangan 12 V kapasitas 200 Ah berjumlah 4 buah dan Inverter dengan tegangan inout 24V DC daya nominal 5.000 VA dan beban arus listrik minimal 70A. Dengan adanya PLTS ini diharapkan masyarakat Kalurahan Terong dapat menikmati kebutuhan air bersih dengan biaya yang lebih ringan.

Corresponding Author:

Toto RusiantNama Corresponding Author

Rekayasa Mesin, Universitas AKPRIND Indonesia, Jl. Kalishak no. 28 Balapan Yogyakarta 55222

E-mail:toto@akprind.ac.id

PENDAHULUAN

Air merupakan sumberdaya alam yang sangat penting bagi kehidupan manusia. Manusia memanfaatkan air untuk berbagai kepentingan, seperti untuk memenuhi kebutuhan hidup sehari-hari, proses produksi, irigasi, pembangkit tenaga listrik, dan lain lain. Namun jika ketersediaan air menjadi sulit, berkurang, atau tidak mencukupi, maka dapat menimbulkan permasalahan. Kesulitan ketersediaan air banyak dialami oleh masyarakat yang tinggal di daerah rawan air, misalnya daerah pegunungan kapur, daerah kering (curah hujan yang rendah). Di Daerah Istimewa Yogyakarta terdapat daerah dimana masyarakat tinggal di pegunungan kapur, dimana pada masa musim kemarau

masyarakat mengalami kendala ketersediaan air. Salah satu daerah tersebut adalah Kelurahan Terong Kapanewon Dlingo Kabupaten Bantul yang berbatasan dengan Kabupaten Gunungkidul. Banyak masyarakat yang bermukim di daerah tersebut jauh dari sumber air, sehingga untuk mendapatkan air membutuhkan tenaga maupun biaya yang tidak sedikit.

Sebagian masyarakat di musim kemarau mengandalkan bantuan air baik dari instansi pemerintah maupun dari instansi lain. Sementara di Dusun Terong 2 Kelurahan Terong, terdapat sumber mata air yang menjadi andalan kebutuhan air bagi masyarakat di daerah tersebut Gambar 1 menunjukkan lokasi sumber air di kalurahan Terong. Selama ini masyarakat disekitar memanfaatkan air dari sumber tersebut dengan menyalurkan melalui pipa air ke masing-masing Rukun Tangga (RT) di sekitarnya menggunakan pompa. Karena letaknya yang cukup jauh berada di daerah rendah untuk menaikkan air dibutuhkan pompa air dengan kapasitas yang besar yaitu sebesar 2 HP (*Horse Power*). Dimana air disedot menggunakan pompa tersebut untuk dinaikkan ke tempat penampungan air di tempat lebih tinggi, untuk kemudian disalurkan melalui pipa ke rumah-rumah warga di sekitarnya. Pengelola Air Bersih Desa Terong sebagai mitra produktif berperan penting dalam mendistribusikan air untuk kebutuhan rumah tangga, air minum dan kebutuhan sehari-hari. Aspek sosial ekonomi kemasyarakatan menunjukkan bahwa pengelolaan dilakukan oleh warga secara swadaya. Distribusi air bersih masih menghadapi kendala, terutama karena keterbatasan tingginya biaya listrik. Pompa air yang digunakan untuk menaikkan air ke tempat penampungan menggunakan energi listrik yang besar sebagai sumber tenaga pompa. Sehingga membutuhkan biaya yang besar untuk penyediaan energi listrik tersebut. Melalui program Pengabdian kepada Masyarakat Universitas AKPRIND Indonesia melalui program kegiatan Kuliah Kerja Nyata/KKN Perberdayaan Masyarakat oleh Mahasiswa/PMM. Dengan program tersebut mahasiswa sebagai penggerak menjadi pendorong dalam ikut memberdayakan masyarakat dalam pengembangan kemandirian energi.



Gambar 1. Lokasi sasaran pelaksanaan Pengabdian kepada Masyarakat dengan Skema Kuliah Kerja Nyata dengan Tema Perberdayaan Masyarakat oleh Mahasiswa (PMM) di Kalurahan Terong Kapanewon Dlingo Kabupaten Bantul.

Dengan dukungan dari Direktorat Jenderal Riset dan Pengembangan, Kementerian Pendidikan Tinggi Riset dan Teknologi, serta Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Universitas AKPRIND Indonesia melalui program hibah PMM yang diketuai oleh Dr. Ir. Toto Rusianto, ST, MT. dengan anggota Ir. Purnawan ST., MT, dan Dimas Taufiq Ridlo, ST., MT., serta sebanyak 25 mahasiswa program KKN melaksanakan Pengabdian kepada Masyarakat yang salah satu programnya pemberdayaan masyarakat dalam penerapan teknologi pengairan berkelanjutan berbasis energi terbarukan di Kelurahan Terong. Program yang cukup berdampak bagi masyarakat adalah penyediaan energi listrik dari sel surya sebagai sumber listrik untuk pompa air. Aksesibilitas terhadap program pemberdayaan oleh mahasiswa cukup terbuka, dengan antusiasme masyarakat yang tinggi terhadap inovasi teknologi ramah lingkungan dan hemat energi [1]. Namun, pengetahuan dan akses terhadap teknologi energi baru terbarukan seperti sel surya masih dirasa kurang. Program ini sangat mendukung dari usaha kelompok masyarakat Pengelola Air Bersih Desa Terong yang diketua oleh Bapak Kamidi, untuk dikembangkan menggunakan energi terbarukan berkelanjutan.

Mahasiswa Universitas AKPRIND memiliki potensi besar untuk mendorong transformasi teknologi ramah lingkungan. Dengan pengetahuan di bangku kuliah mendukung teknologi tersebut yaitu dengan merancang sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Kegiatan pengabdian kepada masyarakat dilakukan bersamaan dengan pelaksanaan Kuliah Kerja Nyata/KKN dengan Skema Perberdayaan Masyarakat oleh Mahasiswa/PMM dengan Tema Implementasi Ekonomi Hijau dan Pengelolaan Air Berbasis Teknologi Tepat Guna untuk Kemandirian Ekonomi dan Pemberdayaan Masyarakat. Diharapkan sistem PLTS yang dirancang dapat menunjang pengoperasian

menggantikan energi listrik PLN untuk menggerakkan pompa air di sumber air Terong sehingga dapat menghemat pemakaian energi listrik. Untuk itu perlu dirancang dan diwujudkan penyediaan PLTS yang sesuai dengan kondisi terpasang dari pompa yang digunakan untuk mendistribusikan air bersih ke masyarakat.

1.1 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Energi terbarukan telah menjadi fokus perhatian dunia seiring dengan pentingnya menjaga lingkungan yang keberlanjutan [2]. Energi surya merupakan salah satu sumber daya paling melimpah di dunia [3]. Sinar matahari dapat dikategorikan berdasarkan panjang gelombang yang menentukan cahaya tampak, inframerah, dan ultraviolet. Energi yang tersedia dari sinar matahari diukur dalam kilowatt per meter persegi. Sumber energi ini berada dalam kondisi baik hingga sangat baik antara 45° Lintang Selatan dan 45° Lintang Utara. Indonesia berada di garis khatulistiwa sehingga memberikan keuntungan yang besar dari energi matahari [4].

Pembangkit Listrik Tenaga Surya PV/photovoltaic mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik dan sudah banyak digunakan untuk memasok daya listrik melalui sel surya [5][6]. Sel surya dapat menghasilkan energi listrik dalam jumlah yang tidak terbatas, bersumber cahaya dari matahari, dan tidak membutuhkan bahan bakar. Sehingga sistem energi sel surya merupakan energi yang bersih dan ramah lingkungan [6], karena tidak menyisakan emisi gas buang dan dapat mengurangi efek emisi rumah kaca [7] [8]. PV surya merupakan salah satu dari empat teknologi energi surya utama, yang lainnya adalah pemusatan tenaga surya, termal surya, dan bahan bakar surya [9][10]. Listrik dihasilkan melalui konversi langsung sinar matahari menjadi listrik oleh sel PV. Cahaya menyinari semikonduktor (misalnya silikon), sehingga menghasilkan pasangan elektron-lubang yang dipisahkan secara spasial oleh medan listrik internal yang menginduksi tegangan dan arus searah ketika terhubung ke beban [11]. Sel PV saling terhubung untuk membentuk modul PV dengan kapasitas daya hingga beberapa ratus watt. Modul PV kemudian digabungkan dengan serangkaian komponen tambahan (misalnya sistem kontrol, baterai, inverter, rak pendukung, sakelar, dan lainnya) [12], yang dikenal sebagai keseimbangan sistem, untuk membentuk sistem PV. Terdapat beberapa jenis teknologi PV, yang dibedakan berdasarkan jenis material yang digunakan pada penyerap sel. Saat ini, semikonduktor silikon kristal merupakan jenis sel PV komersial yang paling umum (dengan pangsa pasar 85-90%), meskipun sel film tipis (pangsa pasar 10-15%) mulai

menantang dominasinya [13]. Selain sel PV terkonsentrasi (CPV), semikonduktor silikon memiliki efisiensi yang lebih tinggi dan masa pakai yang lebih panjang dibandingkan teknologi lain [14], tetapi teknologi film tipis dengan efisiensi lebih rendah lebih murah. Teknologi organik non-silikon yang sedang berkembang memiliki keunggulan karena tidak memerlukan material langka, yang secara drastis menurunkan biaya, dengan mengorbankan efisiensi.

PV terkonsentrasi, yang menggunakan cermin atau lensa untuk memusatkan dan memfokuskan radiasi matahari pada sel efisiensi tinggi, merupakan alternatif dari pembangkit listrik tenaga surya terpusat (CSP), tetapi membutuhkan iradiasi matahari yang lebih baik dan, saat ini, jauh lebih jarang. Karena teknologinya sangat modular, PV sangat cocok untuk pembangkitan terdistribusi, baik di luar jaringan maupun terhubung ke jaringan. Oleh karena itu, pasar PV sering dilihat berdasarkan tempat tujuan akhirnya: perumahan pada bangunan individual listrik rumah tangga [4], komersial/industri [15] dan pasokan di luar jaringan untuk komunitas terpencil atau fasilitas telekomunikasi.

1.2 Komponen PLTS

a. Panel Surya

Kemajuan terbaru dalam teknologi fotovoltaik surya (PV) telah mengubah lanskap energi terbarukan secara signifikan. Sistem PV surya, yang mengubah sinar matahari langsung menjadi listrik menggunakan material semikonduktor, telah berkembang pesat sejak awal. Kemajuan ini telah menghasilkan peningkatan efisiensi, peningkatan material, dan aplikasi yang lebih luas, menjadikan energi surya sebagai alternatif yang lebih layak dan kompetitif dibandingkan sumber energi tradisional dengan biaya murah [16]. Panel surya adalah kumpulan sel surya yang ditata sedemikian rupa agar efektif dalam menyerap sinar matahari. Sedangkan yang bertugas menyerap sinar matahari adalah sel surya. Sel surya sendiri terdiri dari berbagai komponen photovoltaic atau komponen yang dapat mengubah cahaya menjadi listrik. Umumnya sel surya terdiri dari lapisan silikon yang bersifat semikonduktor, metal, anti reflektif, dan strip konduktor metal. Banyaknya sel surya yang disusun untuk menjadi panel surya akan berbanding lurus dengan energi yang dihasilkan. Dalam artian semakin banyak sel surya yang digunakan, maka semakin banyak pula energi matahari yang dikonversi menjadi energi listrik [17]. Ada beberapa jenis sel surya yang telah dimanfaatkan dan dapat ditemui di pasaran, diantaranya adalah Monocrystalline Silicon PV Module, Polycrystalline Silicon PV Module, Amorphous

Silicon PV Module, dan Hybrid Silicon PV Module. Panel surya dapat dihubungkan secara seri maupun paralel tergantung kebutuhan daya yang diinginkan [18].

b. *Solar Charge Controller (SCC)*

Solar Charge Controller merupakan alat yang digunakan untuk menyalurkan energi dari panel surya ke dalam baterai yang berfungsi juga untuk mencegah terjadinya over charging pada baterai [19]. Penggunaan SCC ditujukan agar umur baterai bisa lebih panjang. Selain kemampuan proteksi over charging, SCC juga memiliki kemampuan untuk mengatur arus charging yang dihasilkan panel surya. Ketika proses charging baterai berlangsung, dimana ketika tegangan baterai mendekati batas maksimal yang diatur pada SCC, maka controller akan menurunkan nilai arus charging. Untuk pemilihan kapasitas SCC yang digunakan perlu diperhatikan kemampuan dari arus charging yang dimiliki SCC, nilai kapasitas ini didapatkan dari hasil perkalian jumlah panel surya dengan nilai I_{sc} panel surya. Untuk pengaturan tegangan charging harus memperhatikan jenis baterai yang digunakan sehingga nantinya sesuai dengan jenis baterainya. Apabila memilih tegangan charging yang tidak sesuai dengan jenis baterai akan berakibat pada kerusakan atau degradasi baterai.

c. Baterai

Baterai memiliki fungsi untuk menyimpan energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya dalam bentuk energi arus searah. Energi yang disimpan pada baterai berfungsi sebagai cadangan (back up), yang dipergunakan saat panel surya tidak menghasilkan energi listrik, contohnya saat malam hari atau saat cuaca mendung. Selain itu tegangan keluaran cenderung lebih stabil. Satuan kapasitas energi yang disimpan pada baterai adalah ampere hour (Ah), yang diartikan arus maksimum yang dapat dikeluarkan baterai selama satu jam.

Namun dalam proses pengosongan (discharge), baterai tidak boleh dikosongkan hingga titik maksimumnya. Hal ini dikarenakan agar baterai bertahan lebih lama umur pakainya, atau minimal tidak mengurangi umur pakai yang ditentukan. Batas pengosongan dan baterai disebut dengan istilah depth of discharge (DOD), dinyatakan dalam satuan persen, biasanya sebesar 80%. Pada sistem solar cell, jenis baterai lead-acid lebih banyak digunakan. Hal ini dikarenakan ketersediaan kapasitas (Ah) lebih banyak, lebih murah, dan karakteristik performanya yang sesuai. Pada beberapa kondisi kritis,

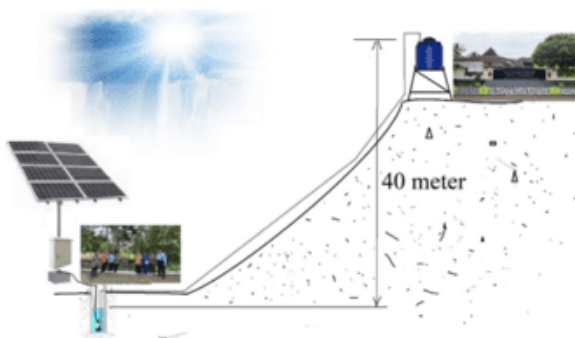
seperti kondisi temperatur rendah digunakan baterai jenis nickel-cadmium, namun lebih mahal dan segi perbiayaannya.

d. Inverter

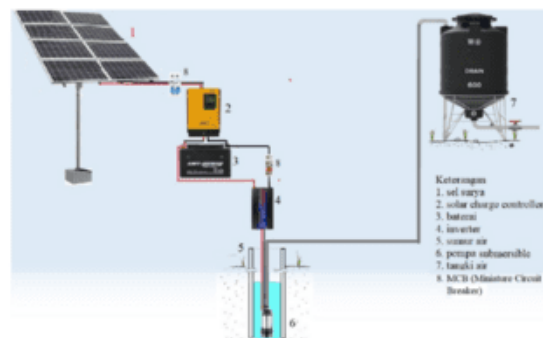
Inverter adalah alat elektronika yang berfungsi untuk mengubah dari sumber tegangan arus searah (DC) menjadi arus bolak-balik (AC) dengan besaran tegangan dan frekuensinya dapat diatur. Input dari inverter ialah sumber – sumber arus DC seperti baterai (accu) atau sel surya (solar cell). Dalam memilih Inverter perlu memperhatikan beberapa hal yaitu memperhatikan kapasitas daya beban yang terpasang, pemilihan inputan DC yang harus sama dengan sumber yaitu DC 12 V atau 24 V, bentuk gelombang keluaran inverter, sine wave maupun square wave untuk tegangan output AC dimana pemilihan ini disesuaikan dengan nilai efisiensi inverter. Rugi – rugi/losses yang terjadi pada inverter biasanya berupa dissipasi daya dalam bentuk panas. Pada umumnya nilai efisiensi inverter berkisar pada 50-90% tergantung dengan beban outputnya. Bila beban output semakin mendekati beban kerja inverter, maka nilai efisiensi pada inverter akan semakin besar dan sebaliknya [7].

METODE

Tempat pelaksanaan pengabdian masyarakat di sumber mata air kelurahan Terong yang berjarak dari jalan Raya Patuk- Dlingo depan kantor kelurahan Terong dengan elevasi ketinggian 40 meter di bawah jalan raya, lihat Gambar 2.



Gambar 2. Kondisi lokasi permukaan sumber air dengan ketinggian 40 m dari penampungan air



Gambar 3. Skema Rangkaian PLTS untuk pompa air

Skema perencanaan PLTS menggunakan panel surya sebagai media untuk

menyerap sinar matahari dan mengubahnya menjadi arus listrik DC. Arus listrik DC melalui SCC akan disimpan di dalam baterai dan dialirkan menuju inverter untuk diubah menjadi arus listrik AC sebagai suplai energi listrik untuk pompa. Skema rangkaian untuk pompa air dapat dilihat pada Gambar 3.

HASIL KEGIATAN

Perhitungan daya pompa

Untuk menghitung daya yang diperlukan untuk menaikkan air setinggi 40 m menggunakan pipa berdiameter 2 inchi atau setara dengan 5,4 cm, debit aliran (Q) = 10 m³/jam (rata-rata) = 0,003 m³/s, daya air yang menjadi beban pompa yang dipengaruhi oleh ketinggian dan debit air sebagai berikut lihat persamaan 1 [20]

$$P = \rho Qgh \quad (1)$$

dimana:

P = Daya beban pompa (watt)

Q = debit aliran (m³/s)

ρ = massa jenis air (1000 kg/m³)

h = ketinggian (m)

g = percepatan gravitasi = 9,81 m/s²)

Daya beban aktual pompa adalah P sebesar 1.177,2 watt, jika efisiensi pompa η = 80% (0,8), maka daya beban aktual pompa adalah sebesar $1177,2/0,8 = 1472$ watt. Pompa air yang tersedia dipasaran yang sesuai dengan perhitungan tersebut memiliki spesifikasi daya 2 hp jenis pompa submersible dengan tinggi angkat 70 m, yang setara dengan yang setara dengan 1492 watt. Spesifikasi pompa tersebut masih memenuhi syarat karena daya pompa lebih besar dari daya beban aktual pompa. Pompa digunakan untuk mengisi tangki air berukuran 10.000 liter = 10 m³, sehingga waktu yang dibutuhkan dapat ditentukan berdasarkan persamaan (2)

$$V = Q \times t \quad (2)$$

Waktu yang dibutuhkan untuk mengisi tangki penampungan air adalah 3.333,33 detik = 0,93 jam, pembulatan desimal menjadi 1 jam. ketersediaan daya PLTS efektif waktu pengisian sekitar peak sun hour (PSH) selama 4 jam/hari, maka debit air yang dapat dihasilkan sebesar 40 m³.

Beban listrik

Beban listrik yang digunakan adalah sistem pengelolaan air menggunakan pompa submersible 2 hp. Beban pompa tersebut akan dipenuhi oleh panel surya dengan kapasitas lebih besar dari beban tersebut, sebagai tambahan untuk kehilangan daya listrik. Pada umumnya daya yang dihasilkan panel surya yang dapat digunakan oleh sumber beban adalah sekitar 80%. Sehingga kebutuhan sumber daya panel surya adalah $1492 \text{ watt}/0,8 = 1.868 \text{ watt}$, beroperasi selama 4 jam sesuai dengan debit air yang dihasilkan 40 m³, maka beban listrik adalah 7.472 Wh.

Perhitungan Kapasitas Modul

Untuk menghitung daya puncak modul surya, data yang dibutuhkan yaitu iradiasi rata-rata harian setempat. Data diambil dari report wilayah yang sudah dilakukan pada Global Solar Atlas. Pada Global Solar Atlas bagian DNI data didapat rata rata harian irradiasi sebesar 3,885 kWh/m² per hari [6]. Sehingga dapat dihitung daya puncak sebagai berikut lihat persamaan (3)

$$kW_{PLTS} = \frac{\text{Total Energi harian}}{\text{Irradiasi rerata matahari di lokasi}} \quad (3)$$

$$kW (p)_{PLTS} = \frac{7.742}{3,885} = 1.923 \text{ WP}$$

Untuk menghitung jumlah modul surya yang akan digunakan, maka diperlukan data beban yang digunakan dan kemungkinan terjadinya kerugian seperti dijabarkan pada perhitungan berikut.

$$E \text{ kerugian} = 20\% \times \text{Eluaran harian rata-rata} = 20\% \times 1.923 = 385 \text{ watt}$$

$$E \text{ beban} = E \text{ beban harian} + E \text{kerugian} = 1.923 + 385 = 2.308 \text{ watt}$$

Setelah diketahui besar energi kebutuhan suplai beban harian sebesar 2.308 watt, maka dapat dihitung jumlah modul surya yang akan digunakan. Dengan memperhatikan ukuran modul panel surya yang ada dipasaran dapat digunakan modul PV 600 Wp, maka jumlah panel dapat diketahui dengan perhitungan berikut. Jumlah panel surya yang dibutuhkan

$$N_{panel} = \frac{E_{beban \text{ harian}}}{E_{PV \text{ panel}}} = \frac{2.308}{600} = 3,8 \text{ buah}$$

Jumlah panel surya yang dibutuhkan adalah 3,8 pembulatan menjadi 4 buah modul panel. Berikut spesifikasi panel surya 600 Wp seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Panel Surya 600 WP

Parameter	Nilai
Tipe Sel	Monocrystalline (PERC/HJT)
Daya Maksimum (Pmax)	600 Wp
Tegangan Maksimum (Vmp)	~41.5 V
Arus Maksimum (Imp)	~16.02 A
Tegangan Circuit Terbuka (Voc)	~49.8 V
Arus Hubung Singkat (Isc)	~16.75 A
Efisiensi Modul	~20.5% - 21.5%
Dimensi (P x L x T)	~2279 x 1134 x 30 mm

Pemilihan *Solar Charge Controller* (SCC)

Berikut ini merupakan perhitungan kebutuhan SCC. Maka modul photovoltaic yang dibutuhkan adalah 4 lembar modul dengan kapasitas 600 Wp. Ditentukan berdasarkan spesifikasi pada panel surya nilai short circuit current (ISC) = 16,75 A

Jumlah modul panel surya = 4 keping

Kebutuhan arus total = $16,02 \times 4 = 64,08$ A

SCC diperlukan 64,08 A $\rightarrow$ 80 A. Maka untuk solar charge yang digunakan yaitu dengan kemampuan 80 A sesuai dengan di pasaran atau lebih besar.

Pemilihan Baterai

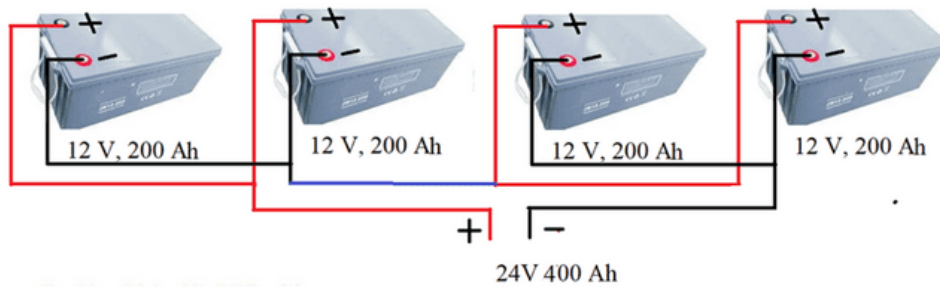
Baterai merupakan salah satu komponen yang dilengkapi dengan penyimpanan cadangan energi listrik. Oleh karena itu sangat penting merencanakan pemilihan baterai yang memiliki spesifikasi sesuai dengan kapasitas panel surya yang digunakan serta beban yang terpasang. Baterai berkapasitas 200 Ah dinilai sudah cukup mampu memenuhi kebutuhan dari beban yang terpakai. Berikut merupakan spesifikasi baterai yang digunakan Power FT12-200 VRLA MF 12V 200Ah, efisiensi 90%. Valve Regulated Lead Acid/VRLA, yaitu baterai yang diatur oleh katup dan terbuat dari timbal asam. Jenis baterai ini dirancang khusus untuk digunakan pada sistem panel surya dan dianggap sebagai baterai terbaik untuk aplikasi panel surya karena efisiensi dan daya tahan yang tinggi.

Daya kebutuhan pompa 1492 watt digunakan selama 4 jam

$P = 1.492 \times 4 = 5.968$ Wh

Kebutuhan baterai = $5.968/2.400 = 2,5$ buah

Kedalaman Pelepasan (DoD) baterai VRLA adalah 70% sehingga kapasitas baterai bekerja 70%, sehingga kebutuhan baterai $2,5/0,7 = 3,57$ buah, pembulatan menjadi 4 buah. Karena baterai memiliki tegangan 12 V 200 Ah dengan daya yang cukup besar maka baterai disusun menjadi 2 paralel dengan 2 seri sehingga kondisi menjadi 24 V 400 Ah (lihat Gambar 4), agar arus tidak terlalu besar yang dapat menimbulkan panas pada kabel.



Gambar 4. Susunan konfigurasi 2 paralel dan 2 seri baterai 12 V 200 Ah berjumlah 4 buah menjadi 24 V 400 Ah.

Pemilihan Inverter

Kapasitas daya inverter harus mampu pada kondisi beban rata-rata dan berdasarkan baterai sebagai penyimpan daya [21] [22]. Berikut perhitungan lengkap untuk menentukan kebutuhan inverter dari sistem dengan beban = 1492 W

Total energi tersimpan (Wh): $24V \times 400Ah = 9.600Wh$

Daya semu (VA) dengan PF = 80%

Daya Inverter $1492 / 0.8 = 1.865$ VA dipilih inverter 2.000-2.500VA, karena digunakan untuk pompa dengan daya lonjakan $\geq 4.000VA$, maka gunakan inverter 5.000 VA. Besar arus listrik pada baterai 24V adalah $1.492 W/24 V = 62,2$ A dipilih inverter dengan arus listrik $\geq 70A$, untuk lebih aman dapat digunakan yang 100 A, berikut Tabel 2 spesifikasi inverte 24 V 5.000 VA

Tabel 2. Spesifikasi Inverter yang Dibutuhkan

Parameter	Nilai Rekomendasi	Catatan
Tegangan Input	24V DC	Sesuai konfigurasi baterai.
Daya Kontinu	5.000VA (1600-2000W)	Headroom untuk start-up motor.
Daya Surge	$\geq 4.000VA$	Untuk lonjakan arus (pompa/kompresor).
Tipe	Pure Sine Wave	Aman untuk elektronik sensitif.
Arus Maks	$\geq 70A$	Karena beban $1492W @24V = 62.2A$.
Proteksi	Overload, short-circuit, thermal	tersedia

Berdasarkan hasil perhitungan di atas maka dapat ditentukan spesifikasi

kebutuhan PLTS untuk pompa air submersibel dengan daya 2 HP. Sfesifikasi kebutuhan komponen tersebut tertera pada Tabel 3.

Tabel 3. Komponen PLTS untuk sumber daya pompa submersible 2 HP

Nama Komponen Utama	sfesifikasi
Panel surya	600 Wp (4 buah)
Solar charge controller/SCC	>80 A
Baterai	12 V 200Ah (4 buah)
Inverter	24V DC, 5.000VA, $\geq 70A$

Untuk PLTS selain komponen utama yang dibutuhkan juga diperlukan komponen pendukung yang juga memiliki peran penting dalam sistem ini. Beberapa komponen pendukung yang dibutuhkan dalam membangun PLTS seperti tertera pada Tabel 4.

Tabel 4. Komponen pendukung PLTS

Nama komponen	fungsi
Kotak panel	Tempat penyimpanan komponen
Kabel DC dan AC	Sebagai penghantar arus listrik antar komponen,
MCB (AC dan DC)	Miniature Circuit Breaker
MC4 Connector:	konektor kabel menghubungkan panel surya
Mounting System (Rangka):	struktur penopang panel surya
Grounding & Lightning Arrester	perlindungan dari petir (opsional)

Dengan telah ditentukannya kebutuhan komponen PLTS untuk pompa air, pelaksanaan pengabdian kepada masyarakat melalui program PMM dalam membantu masyarakat di Kalurahan Terong dalam penyediaan air bersih. Kegiatan tersebut meliputi sosialisasi di masyarakat Kalurahan Terong dan peninjauan penempatan pemasangan PLTS, kegiatan tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Sosialisasi bersama mahasiswa di Balai Desa Terong Dlingo Bantul dan peninjauan pemasangan lokasi PLTS untuk pompa air

Kegiatan pembuatan rangkaian PLTS yang meliputi pembuatan *mounting system* atau rangka untuk tempat panel surya, dilakukan oleh mahasiswa dilaksanakan di laboratorium produksi Teknik Mesin, kegiatan tersebut dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Aktifitas mahasiswa pelaksanaan KKN tema PMM dalam pembuatan rangka PLTS untuk pompa air.

Panel surya dan rangkaian kelistrikan sebagai komponen utama yang merupakan bagian penting dari PLTS, juga dirakit sesuai kebutuhan berdasarkan analisis perhitungan yang telah dilakukan. Kegiatan membuat rangkai kelistrikan dan uji coba panel surya dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Pengerjaan pembuatan rangkaian kelistrikan yang meliputi komponen utama pendukung PLTS dilakukan oleh mahasiswa di laboratorium.

SIMPULAN

Telah dilakukan analisis perhitungan untuk pemasangan PLTS di Kalurahan Terong Kapanewon Dlingo Kabupaten Bantul D.I. Yogyakarta. Dapat ditentukan kebutuhan komponen utama antara lain Panel surya 600 Wp sejumlah 4 buah, Solar charge controller/SCC dengan beban arus lebih besar atau sama dengan 80 A, Baterai dengan tegangan 12 V kapasitas 200Ah berjumlah 4 buah dan Inverter dengan tegangan inout 24V DC daya nominal 5.000VA dan beban arus listrik minimal 70A. Dengan kebutuhan komponen PLTS tersebut diharapkan dapat mensuplai air ke masyarakat disekitar sumber air dengan biaya murah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kementrian Pendidikan Tinggi, Sains dan Teknologi. Direktorat Jenderal Riset Dan Pengembangan, Lembaga Layanan Pendidikan Tinggi Wilayah V, yang mendukung pelaksanaan Kuliah Kerja Nyata bertema Pemberdayaan Masyarakat oleh Mahasiswa/PMM 2025, Direktorat Penelitian Pengabdian kepada Masyarakat Universitas AKPRIND Indonesia di Kalurahan Terong Kapanewon Dlingo Kabupaten Bantul DIY.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ipniansyah and T. Verra Aullia, "Diseminasi teknologi PLTS Atap Rumah Tangga," *Community Empower.*, vol. 6, no. 10, pp. 1915–1919, 2021.
- [2] R. P. Dewi, S. Rahmat, N. A. Ilahi, H. Purnata, and A. A. Musyafiq, "Pemanfaatan Media Trainer Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sebagai Sarana Edukasi Energi Terbarukan Bagi Siswa SD N 01 Banjarwaru," *J. Hilirisasi Technol. Pengabdi. Masy. SITECHMAS*, vol. 5, no. 2, pp. 136–143, 2024.
- [3] F. Pijoh, B. D. P. K, and L. P. Purba, "Pembangkit Listrik Tenaga Surya untuk Energi Ramah Lingkungan yang Berkelanjutan," *Ind. Syst. Eng. Journals*, vol. 2, no. 2, pp. 201–207, 2024.
- [4] Randis and S. Akbar, "Rancang Bangun Sistem Mini Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Portable," *J. Teknol. Terpadu*, vol. 9, no. 1, pp. 65–70, 2021.
- [5] F. S. Hilyana, M. Rahayuningsih, and A. Marianti, "Solar Power Plant Implementation as Renewable Energy in Learning at Wisuda Karya," *J. Environ. Sci. Educ.*, vol. 4, no. 2, pp. 109–114, 2024, doi: 10.15294/jese.v4i2.6059.
- [6] G. P. C. Handani, B. S. Gumilang, and A. Zuroida, "Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) untuk Suplai Daya Sistem Pemberian Pakan Ikan Otomatis," *J. Sist. Kelistrikan*, vol. 9, no. 3, pp. 183–187, 2022.
- [7] W. Syahrir, "Analisis Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Dengan Sistem On Grid Di Gedung Kantor Pelabuhan Pt. Pupuk Kalimantan Timur," *J. Syntax Idea*, vol. 6, no. 1, pp. 470–486, 2023.
- [8] S. Kristiyana, A. Agung, and P. Susastriawan, "Investigation an Effect of Tilt Angle and Water Cooling on Performance of a Photovoltaic Module of a Solar-Powered Vehicle Charging Station," *J. Sol. Energy Res.*, vol. 10, no. 1, pp. 2195–2202, 2025, doi: 10.22059/jser.2025.396549.1578.
- [9] S. N. Nematovich, S. A. Bekmurodovich, and N. Shuhrat, "Research on Facilities of Power Supply of Small Power Capability Consumers of Bukhara Region by using Wind and Solar Energy," *Int. J. Innov. Technol. Explor. Eng.*, vol. 8, no. July, pp. 229–236, 2019.
- [10] R. Rauf and Dkk, *Matahari sebagai Energi Masa Depan Panduan Lengkap*

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Penerbit Yayasan Kita Menulis, 2023.

- [11] H B. Nurjaman and T. Purnama, “Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Sebagai Solusi Energi Terbarukan Rumah Tangga,” *J. Edukasi Elektro*, vol. 06, no. 02, pp. 136–142, 2022.
- [12] M. Rifaldi, N. R. Alham, N. Izzah, M. N. Ihsan, and M. Sugianto, “Analisis Efisiensi Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya sebagai Sumber Energi Baru Terbarukan,” *J. Rekayasa Trop. Teknol. dan Inov.*, vol. 1, no. 1, pp. 16–24, 2023.
- [13] Samsurizal, Kartika T M, M. Fikri, N. Pasra, and Christiono, *Pengenalan Pembangkit Listrik Tenaga Surya*. Institut Teknologi PLN, 2021.
- [14] K. K. Jurayeva, F. I. Khalilova, and T. M. Yokubov, “Calculation Of A Solar Power Station For Low-Power,” *Int. J. Innov. Eng. Res. Technol.*, vol. 8, no. 4, pp. 248–250, 2021.
- [15] Y. D. Herlambang, B. Prasetyo, N. Apriandi, and B. Sutanto, “Unjukkerja Panel Surya Tipe Terapung untuk Pembangkit Listrik Yusuf Dewantoro Herlambang dkk / Jurnal Rekayasa Mesin,” *J. Rek.*, vol. 18, no. 3, pp. 435–444, 2023.
- [16] Suwarti, Margana, W. P. Widyaningsih, B. Prasetyo, and Y. R. Briliyan, “Analisis Arus , tegangan dan Daya pada Automatic Transfer Switch Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya Dengan Kapasitas 1200 WP,” *J. Rekayasa Mesin*, vol. 18, no. 3, pp. 519–526, 2023.
- [17] P. Pawitra, T. Dharma, M. F. Zambak, and P. Harahap, “Analisa Radiasi Sinar Matahari Terhadap Panel Surya 50 WP,” *J. Tek. Elektro*, vol. 4, no. 1, pp. 48–54, 2021.
- [18] M. Rois, A. Haqq, I. Cholissodin, and A. A. Soebroto, “Maximum Power Point Tracking (MPPT) pada Panel Surya dalam Kondisi Berbayang Sebagian dengan Particle Swarm Optimization (PSO),” *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 5, no. 8, pp. 3524–3537, 2021.
- [19] A. W. Hasanah and R. Febryan, “Perancangan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off Grid 6 , 4 Kwp Untuk 1 Unit Rumah Tinggal Energi dan Kelistrikan : Jurnal Ilmiah,” *urnal Ilm. Energi dan Kelistrikan*, vol. 13, no. 1, pp. 20–25, 2021.
- [20] Paryono, Giyono, and T. B. Santoso, “Pemanfaatan Aliran Air untuk Penggerak Turbin Mikrohidro di Desa Kebonangung, Kecamatan Selopampang, Kabupaten Temanggung,” *J. Hilirisasi Technol. Pengabdi. Masy. SITECHMAS*, vol. 3, no. 1, pp. 28–37, 2022.
- [21] E. P. Aji, P. Wibowo, and J. Windarta, “Kinerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dengan Sistem On Grid di BPR BKK Mandiraja Cabang Wanayasa Kabupaten Banjarnegara,” *J. Energi Baru Terbarukan*, vol. 3, no. 1, pp. 15–27, doi: 10.14710/jebt.2022.13158.
- [22] L. A. Gunawan, “Rancang bangun pembangkit listrik tenaga surya portable,” *Tek. Elektro*, vol. 10, no. 1, pp. 65–71, 2021.