

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Kajian Teori

Penelitian ini membutuhkan beberapa studi literatur yang dibutuhkan sebagai referensi untuk pengembangan bagi penulis. Adapun teori yang dibahas diantaranya panel surya, *Solar Charge Controler* (SCC), baterai/aki, *inverter*, pompa DC, dan *peltier* KIT yang dijelaskan pada uraian berikut.

2.2.1 Modul PV

Modul PV atau secara umum disebut juga panel surya adalah sebuah perangkat dalam sistem PLTS yang dapat mengkonversi cahaya/radiasi matahari menjadi energi listrik. Ketika disinari matahari, sebuah sel surya dapat menghasilkan tegangan DC sebesar 0,5 V sampai 1 V. Modul PV memiliki 28 hingga 36 sel surya, pada saat kondisi penyinaran standar secara total sel surya tersebut menghasilkan tegangan DC sebesar 12 V [5]. ACTRO-PI menggunakan 2 modul PV berjenis *mono-crystalline* dengan kapasitas masing-masing sebesar 50 Wp. Pemilihan modul PV berjenis *mono-crystalline* dikarenakan memiliki tingkat efisiensi sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan modul PV berjenis *poly-crystalline* [1]. Gambar 2.1 menunjukkan modul PV 50 Wp yang digunakan pada ACTRO-PI.



Gambar 2.1 Modul PV 50 Wp

2.2.2 Solar Charger Controller

Solar charge controller (SCC) termasuk komponen pendukung didalam sistem PLTS yang memiliki fungsi agar aki/baterai yang digunakan dapat otomatis mengisi dan menjaga serta mengontrol pengisian pada panel surya agar tidak terjadi

pengisian daya berlebih atau *overcharge*. Secara umum, ada 2 tipe SCC yang digunakan dalam sistem PLTS yakni SCC tipe *Pulse Width Modulation* (PWM) dan SCC tipe *Maximum Power Point Tracking* (MPPT). Prinsip kerja dari SCC tipe PWM yaitu menentukan lebar pulsa dari nyala dan padam elektrik serta dihasilkan *sinewave electrical form*. Hal ini berarti total 1 periode pulsa pada PWM ialah tetap, data penyebutan PWM juga menggunakan perbandingan antara *pulse* positif terhadap total *pulse*. Prinsip kerja dari SCC MPPT yakni bekerja dengan melacak keberadaan titik daya maksimum modul PV. SCC (*Solar Charge Controller*) juga memiliki fungsi menjaga usia baterai [5]. SCC yang digunakan sistem ACTRO-PI berjenis PWM. Gambar 2.2 merupakan SCC yang digunakan pada ACTRO-PI.



Gambar 2.2 SCC (*Solar Charge Controller*)

2.2.3 Baterai/Aki

Baterai/aki merupakan komponen esensial dalam sistem panel surya yang memiliki fungsi untuk menyimpan hasil perubahan sinar matahari dari panel dan diubah menjadi energi listrik berbentuk energi kimia. Aki memiliki beberapa jenis yaitu aki kering dan aki basah. Pada ACTRO-PI digunakan aki berjenis *deep cycle battery* dengan kapasitas 12 V 20 Ah dengan tipe *Valve Regulated Lead Acid* (VRLA). Yang dimaksud dengan baterai VRLA yaitu baterai timbal-asam dengan elektrolit tetap sehingga hidrogen dan oksigen dapat bergabung kembali. Baterai VRLA memiliki konstruksi tertutup dengan katup pelepas tekanan untuk mencegah gas keluar. Alasan menggunakan aki tipe ini adalah karena memiliki ketahanan pemakaian yang lama, siklus pengisian baterai yang baik, dan aki tipe ini bebas perawatan [6]. Gambar 2.3 merupakan baterai/aki yang digunakan pada ACTRO-PI.



Gambar 2.3 Baterai 12 V 20 Ah

2.2.4 Inverter

Inverter merupakan komponen pendukung pada sistem panel surya yang memiliki fungsi untuk mengkonversi arus DC ke AC. Pada ACTRO-PI *inverter* ini digunakan untuk mengubah tegangan dari aki/baterai yaitu 12 V DC menjadi 220 V arus AC [5]. Keluaran *inverter* dihubungkan ke *power supply* yang digunakan untuk menyuplai daya pada komponen-komponen ACTRO-PI. Gambar 2.4 merupakan *inverter* yang digunakan pada ACTRO-PI.



Gambar 2.4 Inverter 300 W

2.2.5 Pompa Air DC

Pompa air merupakan komponen yang berfungsi untuk memindahkan cairan dari dataran rendah ke dataran yang lebih tinggi dan memindahkan air/cairan dari suatu tempat ke tempat lainnya. Pada pengoperasiannya pompa air menggunakan prinsip perbedaan tekanan dari sisi bagian yang dihisap dan menggunakan energi listrik untuk mendorong air yang dipindahkan. Pompa memiliki dua tipe suplai daya

yaitu pompa AC dan pompa DC. ACTRO-PI menggunakan pompa berjenis DC yang bertujuan untuk penyesuaian kebutuhan ketika penyiraman secara otomatis pada modul PV dimana dibutuhkan pompa dengan skala tidak terlalu besar dan dapat langsung dihubungkan dengan baterai/aki [7]. Gambar 2.5 merupakan pompa air DC yang digunakan pada ACTRO-PI.



Gambar 2.5 Pompa Air DC

2.2.6 KIT *Peltier Cooling System*

Peltier merupakan suatu alat listrik yang dapat menghasilkan temperatur dingin pada satu sisi dan sisi disebelahnya menghasilkan temperatur panas bila dialiri arus listrik. Untuk temperatur panas yang dihasilkan hasil penyerapan dari *peltier* dapat dibuang dengan memasang *heatsink* dan kipas. *Peltier* banyak diaplikasikan pada alat yang membutuhkan pendingin seperti dispenser, sistem pendingin AC mini, dan lain-lain [7].

Temperatur air pada bak penampungan dapat meningkat yang disebabkan oleh beberapa faktor yaitu suhu lingkungan yang meningkat, bak penampungan air yang terpapar sinar matahari, dan air yang digunakan untuk penyiraman modul PV menyerap panas dari modul PV. Untuk menurunkan suhu air pada bak penampungan, maka diperlukan *peltier* KIT. Gambar 2.6 merupakan *Peltier* KIT yang digunakan pada ACTRO-PI.



Gambar 2.6 KIT *Peltier Cooling System*

2.2. Kajian Pengetahuan Pendukung yang Relevan

Pada penelitian yang berjudul “Pengaruh Perubahan Intensitas Matahari Terhadap Daya Keluaran Panel Surya” dilakukan pengukuran dengan menggunakan lux meter dan multimeter. Pengambilan sampel dilakukan selama 6 hari dimulai dari pukul 06.00 sampai 18.00, pengukuran menggunakan baterai 65Ah dan panel surya dengan kapasitas 50 Wp. Hasil yang didapatkan menunjukkan bahwa nilai lux paling tinggi berada pada pukul 11.00 sampai 13.00 dengan nilai lux sebesar 98.000 lux–116.200 lux dan daya maksimal yang dihasilkan sebesar 14,80 W pada rentang intensitas tersebut, yang membuktikan bahwa intensitas cahaya yang diserap mempengaruhi energi listrik yang dihasilkan modul PV [8].

Penelitian mengenai *Battery Charge Control Unit* (BCCU) pada aplikasi *Solar Home System* (SHS). Penelitian dilakukan dengan tujuan untuk melakukan proteksi pada baterai dari kondisi *overcharge*, *over voltage*, dan juga untuk menstabilkan tegangan *output* serta memonitoring level tegangan. Tegangan *output* diatur pada nilai 14 V agar baterai tidak mengalami tegangan berlebih. Tegangan maksimal baterai pada program arduino uno ditetapkan sebesar 13.7 V-13.8, dengan menentukannya sebagai tegangan referensi yang nantinya akan dibaca oleh sensor tegangan [9].

Penelitian mengenai perbandingan nilai efisiensi pada konversi energi modul PV tipe *polycrystalline* dengan modul PV tipe *monocrystalline*. Tujuan penelitian ini yaitu untuk menentukan pemilihan panel surya yang tepat untuk kota Pangkalpinang, proses pengambilan 5 data perbandingan panel surya dilakukan selama 30 hari dengan menggunakan panel surya berkapasitas 250 Wp dengan

merek yang sama. Penelitian ini memperoleh hasil bahwa modul PV *monocrystalline* lebih baik dengan perbedaan energi yang diperoleh sebesar 4,9 % dibandingkan modul PV *polycrystalline* [10].

Penelitian yang berjudul “Perancangan Realisasi Kebutuhan Kapasitas Baterai Untuk Beban Pompa Air 125 Watt Menggunakan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)”. Rangkaian penelitian yaitu dengan melakukan pemantauan awal, perhitungan terhadap kebutuhan serta kapasitas dari komponen PLTS, perangkaian komponen, uji coba alat, dan pengujian untuk pengambilan data. Pengujian beban dilakukan untuk menentukan kapasitas komponen PLTS. Pompa air 125 W dinyalakan selama 1 jam dengan tegangan keluaran sebesar 220 VAC dan arus sebesar 1,3 A. Setelah diperoleh total beban perjamnya maka dapat ditentukan kapasitas modul PV yang digunakan yaitu sebesar 69,1 Wp, kapasitas baterai sebesar 60 Ah. Pengambilan data dilakukan pada wilayah ITENAS selama tiga hari dari jam 07.00 hingga 17.00 WIB. Diperoleh rata-rata nilai tertinggi yaitu sebesar 2593 W/m² pada pukul 11.00 dengan kondisi cuaca cerah. Nilai rata-rata data terendah diperoleh sebesar 2144 W/m² pada kondisi cuaca berawan. Dilakukan pengujian *voltage drop* terbesar yaitu 5,04 % terjadi pada pukul 13.00 dalam kondisi beban maksimal. Adapun nilai dari efisiensi maksimum modul PV sebesar 22,87%. Rentang tegangan *inverter* yaitu sebesar 12,08 V sampai 12,66 V, jika tegangan kurang dari atau melebihi rentang tersebut maka *inverter* akan memutuskan suplai daya dan berhenti bekerja. Diperoleh rata-rata nilai efisiensi sebesar 46,78 % [11].

Telah dilakukan penelitian mengenai efektifitas pompa air *Direct Current* (DC) energi surya. Penelitian ini memiliki tujuan pemanfaatan energi surya sebagai suplai daya pada sistem pompa air, yang nantinya dapat diaplikasikan secara luas di Indonesia. Penelitian diterapkan pada modul PV 100 Wp dan pompa air DC. Metode penelitian yang dilakukan yaitu dengan metode eksperimen dimana peneliti mengambil dan menguji data intensitas matahari, pengujian sudut panel surya pada sudut 300, 600, dan 900. Pengujian kapasitas baterai 24 Volt 50 Ah, pengujian jatuh tegangan pada kondisi cuaca cerah dan mendung, serta pengujian pompa air. Hasil dari penelitian ini diperoleh data intensitas cahaya matahari di wilayah Kali

Ketiwon, Dampyak Kabupaten Tegal dengan nilai rata – rata intensitas matahari selama dua hari pada pukul 08.00 sampai 16.00 WIB sebesar 844,6 W/m², untuk persentase jatuh tegangan dengan beban pompa air 60 W pada sistem modul PV terbesar pada cuaca mendung 3,1 % dan jatuh tegangan terkecil pada kondisi cuaca cerah sebesar 1,76 %. Sementara untuk pengujian kapasitas baterai yang dicoba selama 1 jam terukur arus pada 10 menit pertama 82,89 A dan 10 menit keenam 82,17 A yang merupakan sisa kapasitas baterai setelah pemakaian pengujian. Pada pengujian sudut panel surya didapatkan arus dan tegangan yang stabil pada sudut 600 dengan nilai rata–rata 19,52 V dan 1,94 A, sedangkan nilai rata–rata efisiensi pompa selama pengujian sebesar 68 %, maka untuk kebutuhan kapasitas baterai dan panel surya 100 Wp dengan beban pompa air 60 watt sudah benar [12].

Telah dilakukan penelitian mengenai analisis pengaruh intensitas cahaya matahari, suhu permukaan, dan sudut pengarah terhadap kinerja panel surya. Dilakukan variasi waktu dengan sudut 90° dan suhu permukaan modul PV relatif sama sehingga diperoleh nilai intensitas yang berbeda. Suhu divariasikan dengan sudut pengarah tetap 90° serta nilai intensitas yang relatif sama. Dengan memvariasikan sudut pengarah diperoleh nilai intensitas cahaya dan suhu yang sama. Hasil dari penelitian ini adalah kinerja panel surya dapat dipengaruhi oleh intensitas sinar matahari, suhu permukaan, dan arah. Daya yang dihasilkan panel surya berbanding lurus dengan besarnya *impact factor*. [13].

Telah dilakukan penelitian yang berjudul “*Comparison of Monocrystalline and Polycrystalline Solar Modules*”. Penelitian ini membahas perbandingan antara panel surya *monocrystalline* dengan *polycrystalline*. Perbandingan berdasarkan mikrostruktur, makrostruktur, dan sifat fisikokimia. Diperoleh kesimpulan bahwa sel *silicon monocrystalline* memiliki keunggulan struktur kisi yang sempurna, kemurnian material yang tinggi, energi batas butir rendah, resistansi interlan lemah, dan efisiensi yang tinggi. Hasil pembangkit listrik sebenarnya dari *monocrystalline* lebih tinggi dari *polycrystalline* dengan jumlah modul yang sama [14].