

RANCANG BANGUN PEMANFAATAN TENAGA SURYA SEBAGAI SUMBER ENERGI LISTRIK BEBAN RUTINMAKSIMUM KATEGORI 900 VA DI MAKASSAR

Tajjuddin¹, Bakhtiar², Ahmad Gaffar³

1,2,3 Dosen Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang Makassar

ABSTRACT

This study aims to determine the number and capacity of solar cells and batteries, the capacity of the BCR and inverter needed for the maximum routine load requirements of 900VA category customers. This activity begins with collecting maximum routine load data for customers as samples; prepare all component and equipment; install solar panels, and make measurements or observations. The results of this study show that the maximum routine load for 900 VA is 830 watts or equivalent to 19.420 kWh. To meet these need 60 solar cells with capacity of 100 Wp/12 volts, BCR 70 A/12 volts and 12/220 volts inverter 1000 watt. When a 50 watt tv or a 15 watt lamp is connect to the circuit voltage drops between 0,2 to 0,3 volts.

Key word : Solar cell, maximum load, prototype

1. PENDAHULUAN

Tenaga surya (PLTS) sudah tersedia, tinggal kemauan untuk melaksanakannya. Marzan A. Iskandar (Kepala BPPT) [5] menyatakan meskipun potensi energi surya di Indonesia sangat besar [2],[8], namun kontribusinya melalui sel surya dalam penyediaan energi nasional masih sangat rendah. Sampai tahun 2011, tercatat total aplikasinya baru mencapai sekitar 17 MWp. Jika dibandingkan dengan kapasitas terpasang pembangkit listrik di Indonesia sebesar 33,7 GW, maka kontribusi tenaga surya untuk pembangkit listrik baru mencapai sekitar 0,05% [1].

PT.PLN (Persero) Wilayah Sulawesi Selatan, Tenggara dan Barat atau Sultanbatara pada tanggal 18 Oktober 2011 pada jam 19.30 terjadi beban puncak 661,0MW sehingga dilakukan pemadaman bergilir sebesar 93,3 MW. Jumlah pelanggan kualifikasi social di PLN wilayah Sulselrabar mencapai 28.707 pelanggan atau 1,7% dari total jumlah pelanggan yang ada, sedangkan pelanggan kualifikasi rumah tangga dengan daya antara 450 VA sampai 900 VA jumlah pelanggannya mencapai 1.364.970 pelanggan atau 79 % Sementara untuk daya 1300 VA jumlah pelanggannya mencapai 225.325 pelanggan atau 13,2 % dari keseluruhan pelanggan [2] (**FAJAR, News, Oktober 2011**). Disamping itu, PLN juga menghimbau seluruh pelanggan agar terus menerapkan perilaku hemat listrik dengan mematikan minimal 2 titik lampu yang berdaya 50 watt. Dengan asumsi jumlah pelanggan 1,5 juta sambungan, listrik yang bisa dihemat bisa mencapai 75 MW, terutama pada saat beban puncak pada pk.1700 sampai 22.00malam. untkapnya [2] (**Bugis pos, 26 Januari 2013**).

Rancangan pemanfaatan teknologi solar cell telah dilakukan sebelumnya (penelitian Hibah Bersaing tahun 2013) [2] menghasilkan kapasitas solar cell, controller, baterai dan beban penerangan di daerah Tikka kecamatan lakabata kabupaten Soppeng untu 37 KK. Daya terpasang PLTS terpusat sesuai hasil rancangan adalah 56,4 KW, dengan menggunakan panel solar cell 12 volt/100 WP yang disusun seri 4 buah kemudian parallel sebanyak 141 set. Untuk penyimpanan energy listrik yang dihasilkan pada siang hari diperlukan baterai 12 volt/100 Ah sebanyak 144 buah kemudian diparalelkan sebanyak 136 set. Inverter yang diperlukan untuk mengubah sumber DC menjadi AC adalah 48 V DC /220 V AC dengan daya 4 KWM (Bakhtiar, 2013). Salah satu kendala utama dalam penerapan pembangkit listrik tenaga matahari adalah harga awal atau investasi yang masih relatif mahal.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kapasitas solar cell, kapasitas baterai, kapasitas BCR dan inverter yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan beban rutin maksimum bagi pelanggan dengan daya 900VA.

A. Bentuk sistem Instalasi [6],[7]

i. Sistem Instalasi Mandiri (*Stand Alone*)

¹ Korespondensi penulis: Tajjuddin, Telp. 085280608720, tajjuddin02@gmail.com

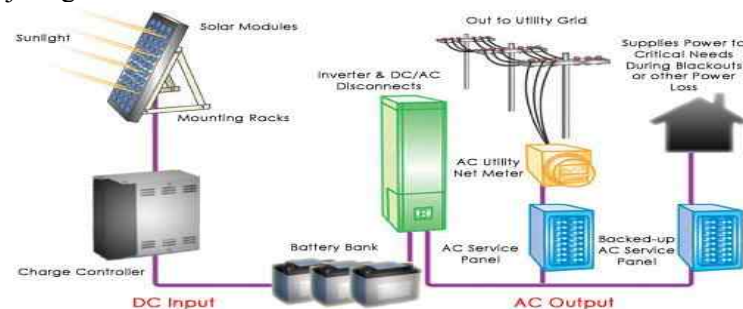
Sistem instalasi mandiri adalah instalasi PV di mana tidak dihubungkan dengan sumber listrik dari jaringan umum. Oleh karena itu, pada sistem ini pemenuhan kebutuhan beban sangat tergantung pada PV



Gambar 1. Sistem Instalasi Mandiri dengan beban ac dan dc [6],[7].

ii. Sistem Instalasi terhubung Jaringan (*Grid Connected*)

Sistem terhubung jaringan merupakan sistem instalasi yang dihubungkan dengan sumber listrik dari jaringan listrik umum. Di Indonesia jaringan ini disediakan oleh PLN. Pada sistem ini tidak terlalu diperlukan adanya baterai karena pada saat sistem kekurangan daya, maka untuk memenuhi kekurangan daya beban tersebut disuplai dari listrik jaringan yang ada[8],[9]. Sistem PV akan bekerja pada saat siang hari dengan ketersediaan intensitas surya yang memenuhi. Sedangkan kekurangan daya pada saat malam hari atau cuaca mendung, disuplai dari jaringan.



Gambar 2. Sistem Photovoltage terhubung dengan jaringan [6],[7].

B. Komponen Utama PLTS [2],[5],[7],[8],[9]

Ada beberapa komponen penting pada PLTS yaitu :

- a. **Panel surya/ Solar Cell.** Sistem tenaga matahari diawali dengan panel solar cell. Ukuran standar panel ini adalah 80 x 60 cm yang dapat menghasilkan 50 WattPeak (Wp), Artinya bisa menghasilkan hingga 50 watt listrik pada penyinaran matahari penuh di siang hari).
- b. **Charge Controller.** Charge controller adalah alat untuk mengelola atau mengatur proses pen-charger-an kedalam baterai. Secara sederhananya adalah berfungsi untuk memompa listrik dari panel solar cell ke baterai. Fungsi lainnya adalah untuk mengontrol dan memonitor bagian dari baterai serta mengatur proses pen-charger-an yang tepat disaat yang tepat pula.
- c. **Baterai/aki.** Baterai/aki digunakan untuk menyimpan energi 12 volt DC dari panel solar cell.
- d. **Inverter.** Secara opsional, inverter bisa ditambahkan untuk merubah 12 volt DC dari baterai ke 220 volt AC untuk digunakan oleh peralatan listrik yang hanya menerima input energi dari 220 volt AC saja.
- f. **Lampu,TV/Radio,Taperecorder, sebagai beban.**

2. METODE PENELITIAN

Dengan semakin meningkatnya kesadaran untuk melestarikan lingkungan, mengharuskan kita berfikir untuk mencari suatu alternative penyediaan dan pemanfaatan energy yang memiliki karakter :

- a. Mampu mengurangi ketergantungan terhadap pemakaian energy minyak bumi.
- b. Mampu menyediakan energy listrik dalam skala lokal regional.
- c. Mampu memanfaatkan potensi sumber daya energy setempat.

d. Cinta lingkungan dalam arti proses produksi dan pembuangan hasil produksi tidak merusak dan mengganggu lingkungan sekitarnya.

2.1 Tempat Penelitian.

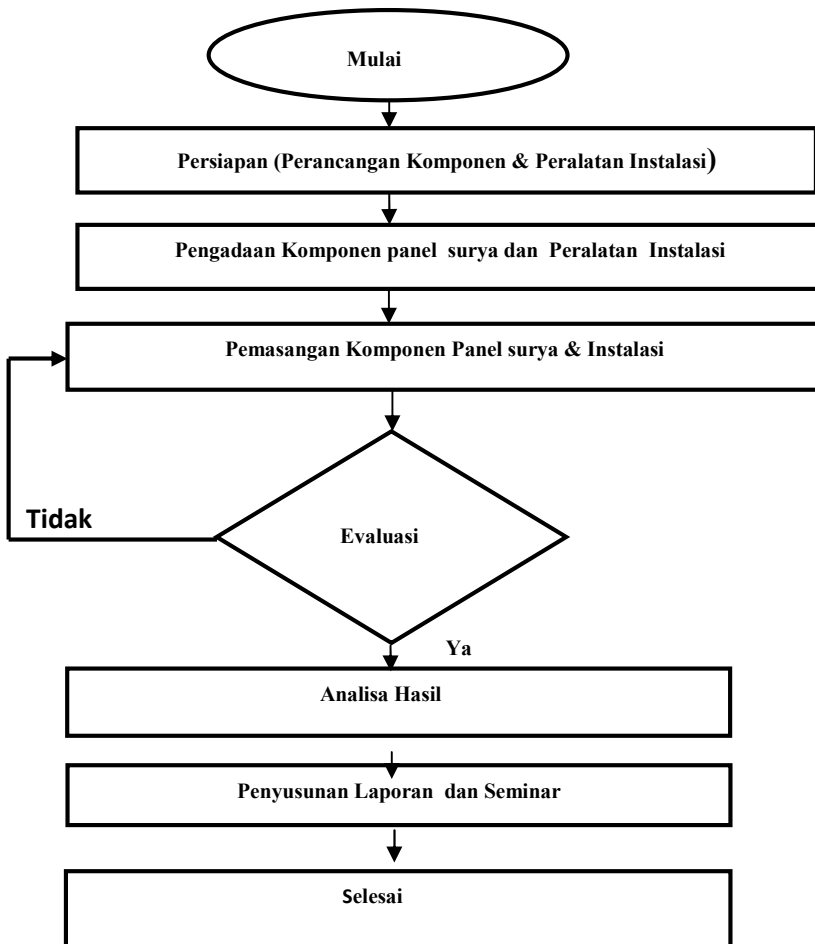
Rancang Bangun pemanfaatan tenaga surya atau matahari ini dilaksanakan di laboratorium/bengkel teknik listrik jurusan Elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang. Untuk pengukuran dan pengamatan dilakukan di rumah ketua pelaksana kegiatan penelitian ini sebagai pelanggan P.T PLN (Persero) wilayah Sulawesi Selatan, Tenggara dan Barat (SULSELRABAR) dengan daya terpasang 900 VA.

2.2 Prosedur Penelitian.

Langkah langkah pelaksanaan penelitian adalah:

1. Pengumpulan data , kebutuhan beban rutin maksimum bagi pelanggan PLN dengan daya terpasang 900 VA (sampel). Beban rutin maksimum yang dirancang disesuaikan dengan panel surya yang tersedia di pasaran dan juga disesuaikan dengan ketersediaan dana institusi melalui UPPM PNUP.
1. Persiapan : menganalisis kebutuhan panel surya, baterai, BCR dan inverter dantata letaknya
2. Pengadaan komponen dan peralatan (panel surya, batere dan inverter, kabel instalasi, MCB, saklar).
3. Melakukan pemasangan instalasi panel surya secara lengkap
4. Melakukan pengukuran/pengamatan.
5. Analalisa hasil pengukuran

Diagram alir penelitian adalah seperti pada gambar berikut:



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini pembahasan diuraikan dsn dikelompokkan sebagai berikut :

3.1 Perhitungan Beban

Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) membutuhkan perencanaan mengenai kebutuhan daya yang digunakan. Untuk menghitung besar kebutuhan energi listrik adalah dengan mengalikan besar daya beban dan waktu penyalaan, $W = P.t$ (Wh) [2],[5],[6],[8],[9].

Dari perhitungan pemakaian peralatan listrik yang digunakan dikalikan dengan lama pemakaian didapatkan rata rata pemakaian kebutuhan rata rata beban perhari. Berikut ditampilkan tabel contoh kebutuhan daya rata rata perhari pelanggan dengan daya terpasang 900 VA

Pada penelitian ini Beban Rutin maksimum adalah beban listrik yang jam menyalanya 12 jam atau lebih dalam sehari semalam sebagaimana terlihat pada tabel 1 berikut:

Tabel 1. Data Beban Rutin Pelanggan 900 VA

No	Nama Peralatan	Daya (w)	Jumlah	Jam Nyala	Total (Wh)
1	Lampu Penerangan Luar	15	1	12	180
2	Televisi 20 inci	50	1	20	1000
3	Lampu di Ruang keluarga	20	1	18	360
4	Pemanas	45	1	24	1080
5	Dispenser	500	1	24	12000
6	Kulkas	200	1	24	4800
		830			19420

3.2. Beban yang disuplai PLTS [2],[3],[4],[5]

Dari tabel 1 diatas diketahui bahwa pemakaian energy listrik rata-rata perhari sebesar 19420 Wh atau 19,42kWh. Kebutuhan energy listrik tersebut ditambahkan dengan asumsi ada rugi rugi yang terjadi pada sistem, yang menurut Mark Hankin yang menggunakan peralatan baru nilainya 15%. Dengan demikian besarnya energy yang dibutuhkan (Et) adalah :

$$Et = \text{Kebutuhan Energi Listrik} + \text{kerugian sistem} \dots \dots \dots (1)$$

$$Et = \text{Kebutuhan Energi Listrik} + (15\% \times \text{Kebutuhan Energi Listrik})$$

$$Et = 19420 + (15\% \times 19420). \text{ Jadi Energi total adalah } Et = 22333 \text{ Wh}$$

3.3 Menentukan Kapasitas Daya Panel Surya [7],[8],[9],[10]

Untuk menentukan kapasitas daya panel surya yang dibutuhkan sangat tergantung dari besarnya energy listrik beban yang akan diplai dan radiasi harian yang tsrsedia di lokasi. Jam matahari ekivalen pada suatu tempat ditentukan berdasarkan peta isolasi dunia yang diperoleh dari situs resmi NASA (National Aeronautic and Space Administration atau yang dikeluarkan oleh Solarex (solarex 1996). Berdasarkan peta isolasi matahari dunia diperoleh ESH = 4,5 untuk Sulawesi [2],[3],[9]. Faktor penyesuaian pada kebanyakan instalasi PLTS adalah AF= 1,1 (Mark Hankis, 1991 Small Solar Electric System for Africa page 68).

Kapasitas daya panel surya yang dihasilkan adalah [2], [7],[8][9],[10] :

$$Kap \quad . \quad Daya = \frac{22333}{4,5} \times 1,1 = 6000 \quad Wp$$

Dengan demikian kapasitas daya panel surya pada penelitian ini adalah 6000 Wp/12 volt. Bila digunakan panel surya 100 Wp/ 2 volt (yang ada tersedia di pasaran) maka dibutuhkan panel surya/solar cell sebanyak 60 buah

3.4. Menentukan Kapasitas Batere

Batere berfungsi sebagai penyimpan listrik dc yang dibangkitkan oleh panel durya dan BCR Parameter yang terkait dengan penyimpanan listrik dalam batere adalah tegangan dan Ampere Hour (Ah). Bila satuan energy (dalam wH) dikonversikan menjadi AH yang sesuai satuan kapasitas batere adalah sebagai berikut [2], [9], [10]:

$$AH = \frac{Et}{Vs} = \frac{22333}{12} = 1861 \quad Ah$$

Hari otonomi yang ditentukan adalah 3 hari, artinya batere dapat menyimpan dan menyalurkannya. Selama 3 hari. Besarnya deep of discharge (DoD) pada batere adalah 80 % (Mark Harkins, 1991, 68) sehingga kapasitas batere yang dibutuhkan adalah:

$$C_b = \frac{Ahxd}{DoD} = \frac{1861 \times 3}{0,80} = 7000 \text{ Ah}$$

Kapasitas batere adalah **7000 Ah**. Dalam rancangan ini digunakan batere 12 volt 100 Ah, sehingga diperlukan

sebanyak 70 buah.

3.5. Menentukan kapasitas BCR

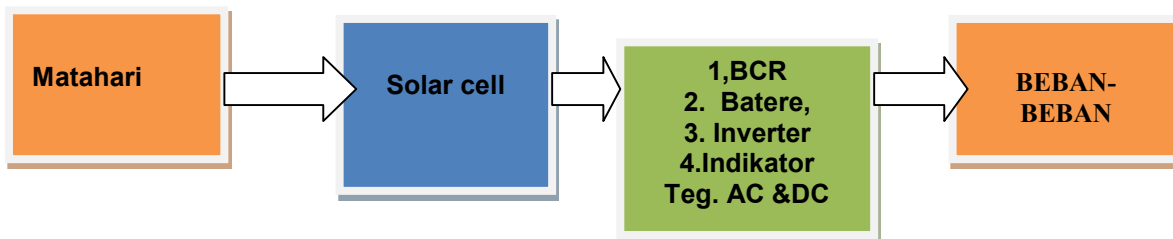
Batere Charge Regulator (BCR) berfungsi sebagai titik pusat sambungan ke beban, modul sel surya dan batere. Fungsi kedua adalah sebagai pengatur sistem agar penggunaan listriknya aman dan efisien, sehingga semua komponen sistem aman dari bahaya akibat perubahan level tegangan. Untuk menetapkan ukuran BCR digunakan istilah total Ampere (A) dan Voltage (V). Beban sistem PLTS mengambil energy listrik pada BCR. Kapasitas arus yang mengalir pada BCR dapat ditentukan dengan mengetahui beban maksimal. Dengan beban maksimal 830 Watt tegangan sistem 12 volt, maka kapasitas arus yang mengalir pada BCR adalah : $I = P/V = 830/12 = 69,1 = 70$ Ampere. Jadi kapasitas BCR yang digunakan adalah 70 A/12Volt

3.6. Menentukan Kapasitas Inverter

Hal yang perlu diperhatikan adalah kapasitas atau spesifikasi inverter harus sesuai dengan besarnya beban dan besarnya tegangan pada sisi pelanggan. Hal lain yang menjadi perhatian adalah spesifikasi inverter yang ada di pasaran. Untuk menghitung kapasitas atau spesifikasi inverter dilakukan dengan mengalikan 130% beban desain, hal ini dimaksudkan memerhitungkan rugi rugi pada batere dan perkembangan sistem PLTS dikemudian hari.

Spesifikasi inverter harus sesuai dengan BCR yang digunakan dan beban maksimal yang akan dilayani yaitu 830W serta memperhitungkan efisiensi inverter, yang mana inverter biasanya yang tersedia dipasaran efisiensinya sekitar 75%. Berdasarkan hasil perhitungan BCR diperoleh tegangan 12 volt DC, sehingga tegangan input dari inverter adalah 12 volt DC dan tegangan keluaran inverter 220 volt AC dengan daya 1000W.

Pada penelitian ini rancang bangun yang dapat direalisasikan adalah Panel surya surya dengan masing masing buah solar cell 100 Wp, baterei 100 Ah/12 volt, BCR 12 volt dan inverter 220 volt 1000 watt. Adapun blok diagram dari rancangan sistem PLTS tersebut adalah sebagai berikut.



Gambar 4. Blok Diagram Sistem PLTS

Adapun hasil pengukuran adalah sebagaimana terlihat pada tabel berikut:

Tabel 2. Karakteristik tegangan keluaran solar cell 100 Wp, baterei 100 Ah Dengan beban : tv 50 watt, lampu 14,5 watt dan 15 watt

Tegangan keluaran (volt dc)							
No. urt	Tanggal	09.00-10.00	10.00-11.00	11.00-12.00	12.00-13.00	13.00-14.00	14.00-15.00
1	25-05-2019	12,4	12,6	12,6	12,6	12,5	12,5
2	26-05-2019	12,5	12,7	12,8	12,6	12,5	12,5
3	27-05-2019	12,6	12,8	12,6	12,6	12,5	12,5
4	28-05-2019	12,5	12,8	13,0	13,0	13,0	13,0
5	29-05-2019	12,6	13,1	12,8; 13,3	12,5 13,2	13,4	13,1; 13,2

6	30-05-2019	12,8	12,8 13,2	13,2 13,4	13,1		
7	31-05-2019	23,0; 12,8	12,5; 12,4	12,9	12,9	12,9	12,8; 12,6

1. Pada (5) saat Tv 50 watt dihubungkan ke rangkaian, tegangan turun dari 13,1 menjadi 12,8 volt. Tegangan naik lagi menjadi 12,9 volt pada pk. 11.05 atau membutuhkan waktu pengisian hampir/mendekati satu jam. Saat beban 14,5 watt dihubungkan ke rangkaian (no.6), tegangan 13,2 volt turun menjadi 13,0 volt dan karena cuaca mendung tegangan turun menjadi 12,8 volt. Teaat gangan normal kembali pada pk. 11.30 menjadi 13,2 volt.
2. Pada saat Tv 50 watt dilepas dari rangkaian, tegangan naik dari 12,9 menjdi 13,2 volt pada pk 11.16 wita. Karena pengisian batere tetap berlangsung ternyata pada pk. 11.45 Tegangan naik menjadi 13,3 volt. Pada sat beban 14,5 watt dilepas dari rangkaian tegangan naik dari 13,2 volt menjadi 13,4 volt pada pk. 11.52 wita.
3. Dalam keadaan tidak berbeban tetapi karena perubahan cuaca (mendung), tegangan turun menjadi 12,5 volt. Beberapa saat kemudian cuaca kembali cerah, seiring dengan itu tegangan naik lagi menjadi 13,2 volt Pada pk.12,57 wita.
4. Berkurangnya terik matahari sehingga tegangan turun dapat diartikan bahwa gelombang elektromagnetik yang dipancarkan oleh matahari sudah berkurang.
5. Tegangan keluaran solar cell maksimum antara pk. 11.00 – 14.00

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisa sebelumnya maka dapat di tarik beberapa kesimpulan yaitu sebagai berikut:

- i. Untuk memenuhi kebutuhan beban rutin bagi pelanggan dengan daya 900 VA tersebut dibutuhkan panel surya(solar cell) dengan kapasitas 6000 wp, atau sebanyak 60 buah dengan kapasitas 100Wp/12volt, Baterei dengan kapaditas 7000 AH atau Baterei 100 AH/12 volt sebanyak 70 buah, BCR 70 A/12 volt, 1 buah serta inverter 12 volt dc/ 220 oltac dengan kapasitas 1000 watt, 1 buah.
- ii. Rancang bangun yang dapat direalisasikan pada penelitian ini adalah PLTS dengan masing-masing 1 buah: solar cell 100 Wp/12 volt, batere 100 Ah/12 volt, BCR 20A/12 volt dan inverter 12 /220 volt 1000watt.
- iii. Pada saat beban tv 50 watt atau lampu 14,5 watt dihubungkan ke rangkaian tegangan baterei turun antara 0,2 sampai 0,3 volt. Demikian juga sebaliknya bila beban tersebut dilepas dari rangkaian tegangan naik 0,2 sampai 0,3 volt. Hak ini menunjukkan bahwa tegangan tidak stabil.
- iv. Tegangan keluaran solar cell adalah antara (12,3 -13,5) volt dc atau antara 216-220) volt ac

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Badan Standarisasi Nasional (BSN),“SNI 0225:2011 Persyaratan Umum Instalasi Listrik Indonesia (PUIL 2011).BSN, Jakarta Menteri Ketenagakerjaan RI, “Peraturan Menteri Ketenaga kerjaan RI No 31 Tahun 2015 tentang Perubahan atas peraturan Menteri Tenaga Kerja No Per.02/Men/1989 tentang pengawasan instalasi penyalur petir”
- [2]. Bakhtiar, Tadjuddin, Ruslan, “Rancang Bangun Pemanfaatan Solar Cell sebagai umber Energi Listrik Pada saat Beban Puncak PLN.Makassar, 2016.
- [3]. Fahmi Farhat, Yulianto Prihatin dan Ignasius : “Perancangan Sistem penjejak Matahari berbasis Mikrokontroler”. Politeknik Negeri Ujung Pandang, Tugas Akhir 2013.
- [4]. Neidle, M. ” Teknologi Instalasi Listrik ”, Erlangga, Jakarta, 1999 Van Harten,P, Setiawan,E, “ Instalasi Listrik Arus Kuat 3” , Bina Cipta, Bandung, 1992.
- [5]. Dirjen Listrik dan Pemanfaatan Energi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2001
- [6]. Johni Custer,Jefri Lianda :” Analisa Pemanfaatan Tenaga Surya Sebagai Sumber Energi pada Perumahan kategori R1 900VA di Pulau Bengkalis, Jurnal Politeknik Negeri Bengkalis.
- [7]. M.Sahori : Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sebagai Catu daya Lampu Lalu Lintas di Pekanbaru, Universitas Islam Sulta Syarif Riau 2011.

- [8]. Rasyid, Ahmad, Thaha Sarma (2019) : Desain Pembangkit Listrik Tenaga surya Pada Tambak Udang Sebagai Penggerak Aerator. *Jurnal Penelitian Intek Politeknik negeri Ujung Pandang* Vol.6 no.1.
- [9]. S.G. Ramadhan, Ch. Rangkuti :” Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya di Atap gedung Harry Hartanto Universitas Trisakti, Seminar Nasional Cedekiawan 2016.
- [10]. Yoman S Kumara :“Pembangkit listrik Tenaga Surya Skala Rumah Tangga Urban dan Ketersediaannya di Indonesia, *Jurnal Teknologi Elektro* vol.9 no.1 Januari – Juni 2010.

Ucapan Terima Kasih

Pelaksana kegiatan ini meyampaikan ucapan terima kasih kepada Direktur, Pembantu Direktur I, Ka. P3M dan Kajar Teknik Elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang atas terlaksanya kegiatan ini dengan dana DIPA Politeknik Negeri Ujung Pandang tahun 2019.