

PLTS UNTUK PERALATAN LISTRIK RUMAH TANGGA DI MAKASSAR

Tadjuddin¹, Bakhriar², Lidemar Halide³

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

ABSTRACT

The specific objective of the research is to produce a prototype of a household-scale solar electric energy source. Meanwhile, the general objective of the research is to encourage the achievement of the PNUP research strategic plan to become a center of excellence in generating innovation, especially in the issue of the Energy Sector. with the topic "Development of alternative energy to support the agro-industry sector and increase the efficiency of energy use". With this prototype, it is expected to be able to take advantage of the potential of local energy resources, so as to reduce the use of PLN electrical energy for household electrical equipment loads so that in the end it has an impact on reducing routine expenses, especially for PLN electricity bills every month, because this load is detached or does not depend on PLN electricity network.

Keywords: *PLTS, household electrical appliances- 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, namun kontribusinya 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. Pada Penelitian lain (**Tadjuddin, Bakhtiar, ahmad Gaffar**) bahwa tegangan keluaran tenaga surya/ solar cell mencapai maksimum dari pukul 11.00- 13.00.

Penelitian ini Tujuan awalnya adalah untuk menganalisis kapasitas solar cell, kapasitas baterai, kapasitas BCR dan inverter untuk peralatan listrik rumah tangga dan Selanjutnya membuat sebuah prototype untuk melakukan pengamatan tegangan keluaran PLTS dengan daya beban yang berbeda.

Bentuk bentuk sistem Instalasi[6],[7]

Secara garis besar system Instalasi dibagi atas :

- a. Sistem Instalasi Mandiri (*Stand Alone*)
- b. sistem Instalasi terhubung jaringan.(grid connected)

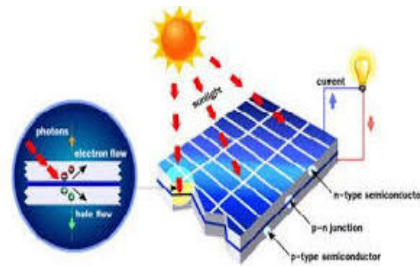
2.2.Komponen Utama PLTS

Ada beberapa komponen penting pada PLTS yaitu :

- a. **Panel 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).Sel surya adalah perangkat semi konduktor yang terdiri dari diode tipe p-n (p-n) junction yang mampu mengubah energi cahaya menjadi energi listrik, perubahan energi tersebut disebut sebagai efek fotovoltaiik. Sel surya umumnya memiliki ketebalan minimum 0,3 mm. Jika bahan semi konduktor jenis N disambungkan dengan jenis P, akan terjadi difusi elektron bebas dari jenis N ke yang jenis P sehingga timbul tegangan kontak yang menghalangi difusi

¹ Korespondensi penulis: Tadjuddin, 085280608720, Tadjuddin02@gmail.com

lebih lanjut dan terjadilah ketimbangan dimana gaya difusi telah diimbangi oleh gaya medan listrik oleh adanya tegangan kontak tersebut, berikut adalah ilustrasi cara kerja dari sel surya itu sendiri pada gambar .1.



Gambar .1. Ilustrasi Cara Kerja Sel Surya

Jika sebuah sel surya terkena sinar matahari, yang berarti dikenai foton cahaya, maka foton cahaya itu dapat mementalkan elektron valensi menjadi elektron bebas yang lalu mengganggu ketimbangan dan difusi elektron melintas persambungan pun berkelanjutan yang kalau kedua ujung bahan itu dipersambungkan maka akan mengalir arus listrik dari difusi elektron bebas tersebut dan seolah-olah dialirkan oleh sumber daya yang e.m.f-nya sebesar apa yang boleh disebut e.m.f fotovoltaiik. Efek fotovoltaiik ini dapat dipakai untuk mengukur intensitas cahaya selaku fotometer atau fotosel, dapat dipakai juga untuk pembangkit tenaga listrik berdasarkan penyinaran fotodiode yaitu diode semikonduktor yang khusus dirancang untuk keperluan itu, dengan cahaya matahari, yang lalu dikenal sebagai sel surya (solar cell).

b. Bare Control Regulator =BCR).

BCR atau Charge controller, adalah alat untuk mengelola atau mengatur proses pen-charge-an kedalam baterai. Secara sederhananya berfungsi BCR untuk memompa listrik dari panel solar cell ke baterai. U lebih jelasnya perhatikan gambar 2. berikut:



Gambar 2. Battery Control Regulator (BCR)

- c. **Baterai.** Baterai digunakan untuk menyimpan energi 12 volt dc dari panel solar cel. Baterai adalah peralatan yang sangat penting bagi suatu pembangkit listrik tenaga surya. Baterai dapat menyimpan energi listrik yang diterima pada siang hari, dan dapat digunakan pada malam hari untuk melayani beban atau peralatan listrik (terutama untuk penerangan), berikut adalah gambar baterai yang ditunjukkan pada gambar .3 berikut:



Gambar. 3 Baterai

d. Inverter

Inverter adalah peralatan listrik yang dapat mengubah arus DC menjadi arus AC yang bisa dimanfaatkan sesuai spesifikasi peralatan elektrik rumah tangga (120 atau 240 V_{ac}, 50 atau 60 Hz). Peralatan ini termasuk peralatan yang rumit terutama untuk pemakaian daya yang besar karena terdiri dari rangkaian-rangkaian *thyristor*. Pada terminal outputnya keluar tegangan bolak-balik sinusoida. Inverter banyak terdapat di pasaran dengan ukuran bervariasi mulai dari 250 Watt hingga 8000 Watt, berikut pada gambar .4 yang merupakan contoh inverter.



Gambar 4. Inverter.

2. METODE PENELITIAN

Dengan makin berkurangnya ketersediaan sumber daya energy fosil khususnya minyak bumi, yang sampai saat ini masih merupakan tulang punggung dan komponen utama penghasil energy listrik di Indonesia, serta makin meningkatnya kesadaran akan usaha untuk melestarikan lingkungan, mengharuskan kita berfikir untuk mencari suatu alternative penyediaan dan pemanfaatan energy yang memiliki karakter :

- a. Mampu mengurangi ketergantungan terhadap pemakaian energy fosil khususnya minyak bumi.
- b. Mampu menyediakan energy listrik dalam skala local/ regional.
- c. Mampu memanfaatkan potensi sumber daya energy setempat.
- d. Cinta lingkungan dalam arti proses produksi dan pembuangan hasil produksi tidak merusak/mengganggu lingkungan hidup sekitarnya

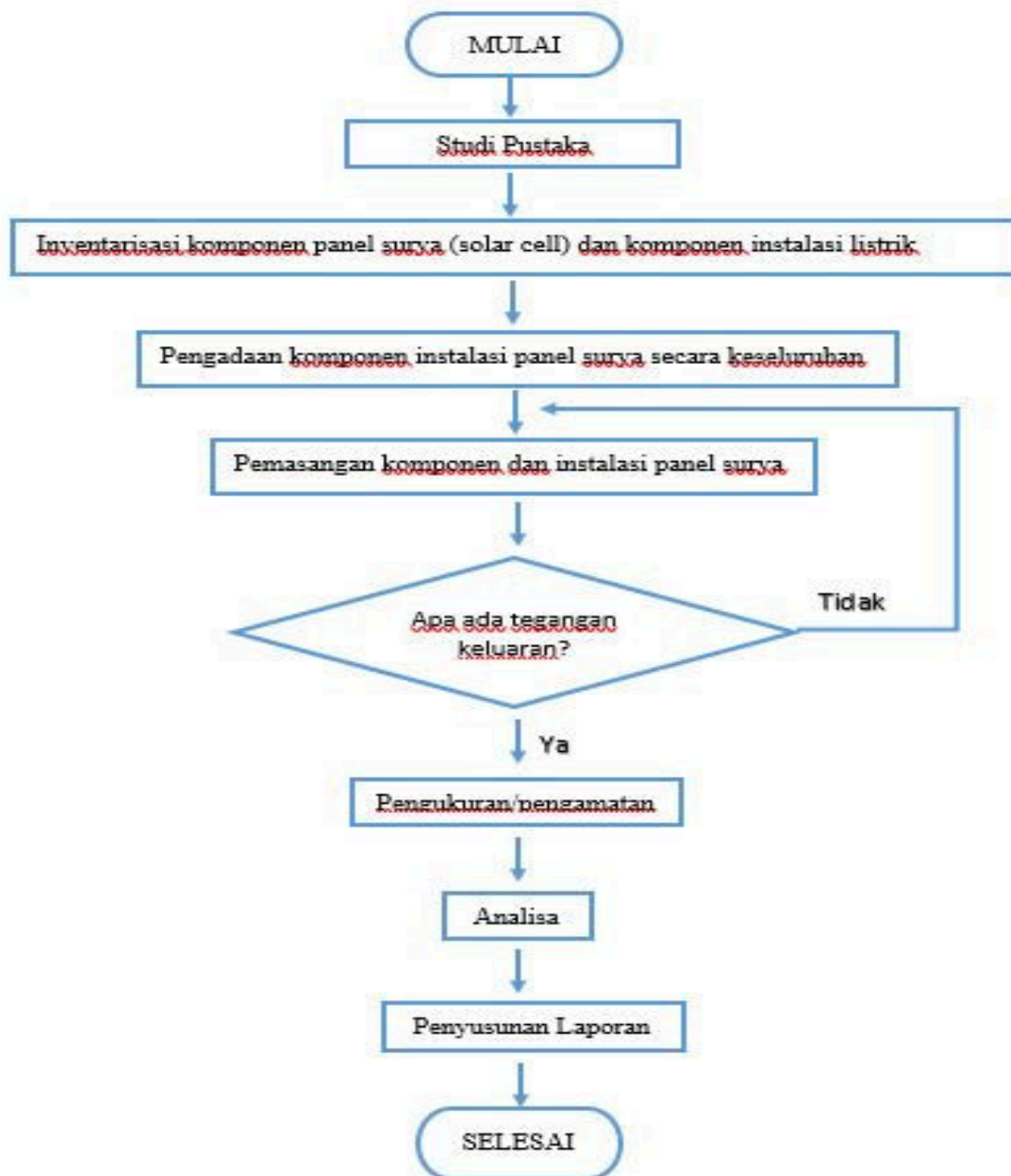
4.1 Tempat Penelitian.

Pembuatan prototype LTS Untuk Peralatan listrik rumah tangga ini dilaksanakan di bengkel program studi teknik listrik Jurusan Elektro Politeknik Negeri ujung pandang. Selanjutnya unbtuk pengukuran dan pengamatan dilanjutkan/ diselesaikan di rumah ketua pelaksana kegiatan ini

2.2 Prosedur Penelitian.

Adapun Langkah/ tahapan pelaksanaan penelitian adalah:

1. Pengumpulan data/ informasi tentang jenis dan Kapasitas Peralatan Listrik Rumah tangga yang banyak diPakai di Makasar.
2. Merancang tata letak Peralatan/ komponen.
3. Pengadaan panel solar Cell- baterai- BCR, Inverter, komponen instalasi listrik lainnya.
4. Pemasangan komponen panel solar cell dan komponen instalasinya.
5. Melakukan pengukuran / pengamatan tegangan keluaran dri PLTS., seperti gambar 5 berikut.



Gambar 5. Flow chart Penelitian

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum membuat prototype terlebih dahulu dilakukan analisis terhadap kebutuhan panel surya, baterai, BCR dan Inverter yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan Peralatan listrik rumah tangga kondisi sebenarnya bila sepenuhnya menggunakan solar cell. Adapun tahapan analisisnya adalah sebagai berikut :

5.1 Analisa dan 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 dengan lamanya waktu penyalaan dengan persamaan :

$$W = P.t \text{ (Wh)} [2],[5],[6],[8],[9] .$$

Dari perhitungan pemakaian peralatan listrik yang digunakan dikalikan dengan lama pemakaian didapatkan pemakaian rata beban perhari.

Pada penelitian ini Peralatan Listrik rumah tangga adalah Beban beban yang secara umum di gunakan dalam rumah tangga sebagaimana terlihat pada tabel5.1 berikut:

Tabel 5.1. Data Peralatan listrik Rumah tangga.

No	Nama Peralatan	Daya (watt)	Jumlah	Lama menyala (jam).	Energi listrik total (Wh)
1	AC 1PK	736	1	24	17.664
2	Tv	50	1	24	1.200
3	Lampu di Ruang keluarga	24	1	24	576
	Lampu penerangan luar	15	1	24	360
	Total	825	1		19800

dari tabel 5.1 diatas diketahui bahwa pemakaian energy listrik rata-rata perhari sebesar 19800 wH atau 19,8kWh. 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 :

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

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

$$Et = 19800 + (15\% \times 19800) \text{ Jadi Energi total adalah } Et = 22770\text{Wh} = 22.77\text{kWh}$$

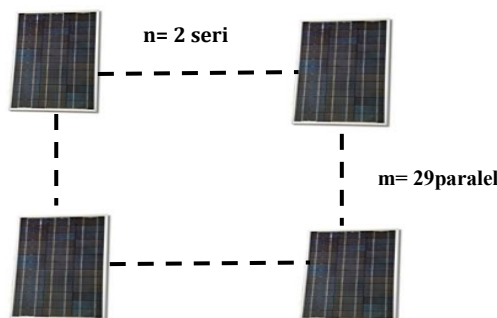
5.2. Analisa dan Perhitungan Kapasitas Solar cell / Panel Surya [7],[8],[9],[10]

Untuk menentukan kapasitas daya panel surya yang dibutuhkan sangat tergantung dari besarnya energy listrik beban yang akan diplai dan radiasi harian yang tersedia 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] :

$$Kap. Daya = \frac{22770}{4,5} \times 1,1 = 5566. \cong 6000\text{Wp}$$

Dengan demikian kapasitas daya panel surya pada penelitian ini adalah 6000 Wp/ Bila digunakan panel surya 100 Wp/ 12 volt (yang ada tersedia di pasaran) maka dibutuhkan panel surya/solar cell sebanyak 60 buah. Dihubung seri 2 (dua) buah kemudian 29 set dihubung parallel seperti pada gambar 6 Berikut.



Gambar 6. Susunan Panel Surya/solar cell

5.3 Analisa dan Perhitungan Kapasitas Baterai

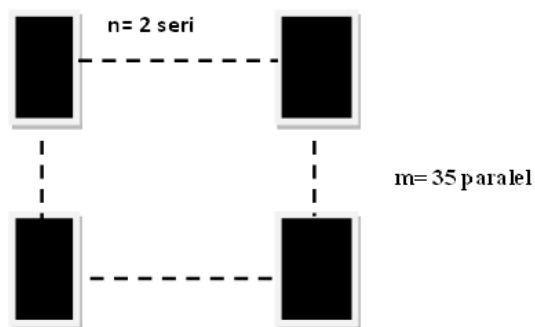
Baterai berfungsi sebagai penyimpan listrik dc yang dibangkitkan oleh panel surya dan BCR. Parameter yang terkait dengan penyimpanan listrik dalam baterai adalah tegangan dan Ampere Hour (Ah). Bila satuan energy (dalam Wh) dikonversikan menjadi AH yang sesuai satuan kapasitas baterai adalah sebagai berikut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

$$AH = \frac{Et}{Vs} = \frac{22770}{12} = 1897,5$$

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

$$Cb = \frac{Ahxd}{DoD} = \frac{1897,5}{0,80} = 2371,875 \cong 2400Ah \text{ (dibulatkan)}$$

sehingga kapasitas baterai yang dibutuhkan adalah: baterai adalah 2400 Ah. Dalam rancangan ini digunakan baterai 100 Ah/12V, sehingga diperlukan sebanyak 24 buah. Dipasang seri 2 buah, kemudian diparalel 35 set seperti terlihat pada gambar 5.2 berikut:



Gambar 7. Susunan Baterai

5.4 Analisa dan Perhitungan kapasitas BCR

Baterai Charge Regulator (BCR) berfungsi sebagai titik pusat sambungan ke beban, modul sel surya dan baterai. 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 daya beban maksimal 810 Watt tegangan sistem 12 volt, maka kapasitas arus yang mengalir pada BCR adalah: $I = P/V = 810/12 = 67,5 \sim 70$ Ampere. Jadi kapasitas BCR yang digunakan adalah 70 A/12V.

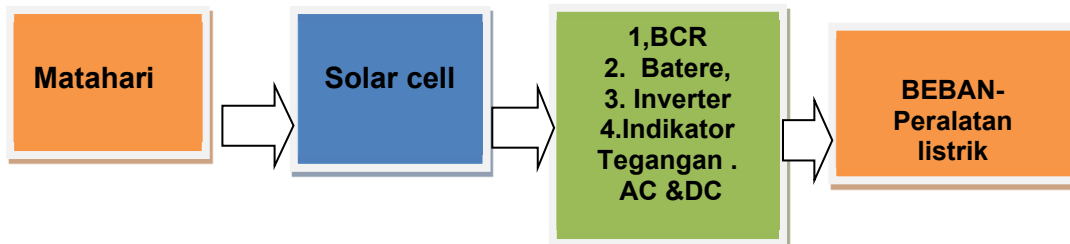
5.5. Analisa dan Perhitungan Kapasitas Inverter

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 baterai dan perkembangan sistem PLTS dikemudian hari.

Spesifikasi inverter harus sesuai dengan BCR yang digunakan dan beban maksimal yang akan dilayani yaitu 810W serta memerhitungkan 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 1000Watt.

Pada penelitian ini rancang bangun yang dapat direalisasikan adalah PLTS dengan :

Adapun blok diagram sistem PLTS tersebut adalah seperti terlihat pada gambar 5.3 sebagai berikut:



Gambar8. Lok diagram Sistem PLTS

a). Pengujian Tegangan Keluaran PLTS

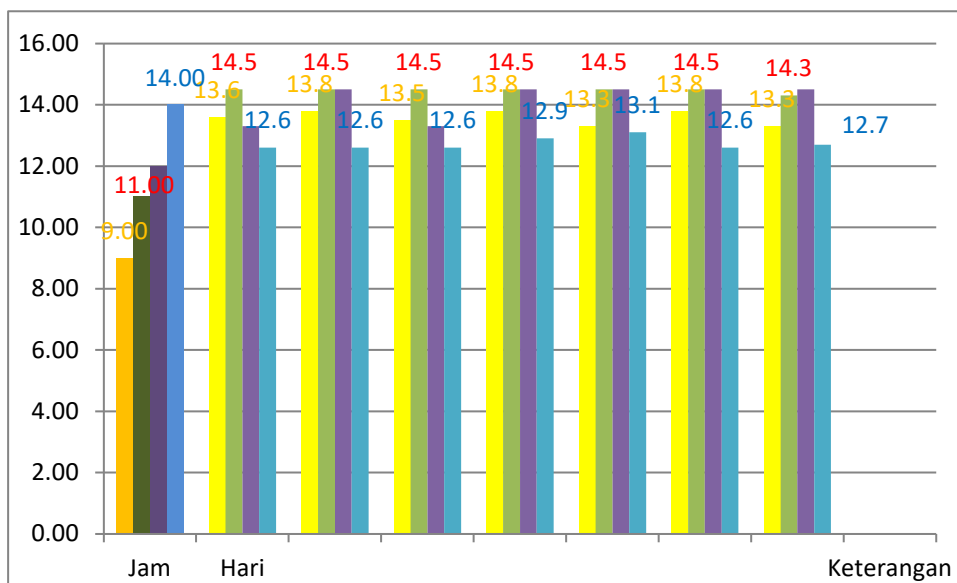
Apun hasil Pengukuran /Pengamatan tegangan keluaran dari PLTS adalah sebagai berikut:

Tabel 5.2. Tegangan Keluaran (volt dc),solar cell 2x 100 Wp/12volt , baterai 100 H/12volt
Daya total 15 watt.

No	Waktu/jam								Keterangan
	08.00	09.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	
1	13,1	13,7	14,4	13,6	14,5	14,5	14,5	12,7	
2	13,3	13,8	14,5	14,5	14,5	14,5	12,6	12,6	
3	23,3	13,4	13,7	14,3	14,5	12,7	12,6	12,7	
4	13,4	13,7	14,3	14,5	14,4	12,7	12,7	12,6	
5	13,2	13,8	14,5	14,5	14,5	14,5	12,6	12,6	
6	13,5	13,3	13,5	14,5	14,5	13,3	14,5	12,9	
7	13,2	13,8	14,5	14,5	14,5	14,5	12,6	12,6	

Tabel 5.3. Tegangan Keluaran (volt dc).solar cell 2x 100 Wp/12volt , baterai 100 Ah/2volt
Daya total 24 watt

No	Waktu								Keterangan
	08.00	09.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	
1	13,1	13,6	14,4	14,5	13,3	14,1	12,6	12,7	
2	13,2	13,8	14,5	14,5	14,5	14,5	12,6	12,6	
3	13,3	13,5	14,5	14,5	13,3	14,5	12,9	12,8	
4	13,2	13,8	14,5	14,5	14,5	14,5	12,6	12,6	
5	13,5	13,3	13,5	14,5	14,5	13,3	14,5	12,9	
6	13,2	13,8	14,5	14,5	14,5	14,5	12,6	12,6	
7	13,2	13,8	14,5	14,5	14,5	14,5	12,6	12,6	



Gbr. 9. Kurva Tegangan Luaran PLTS dengan Daya 24 watt

6. KESIMPULAN

Hasil penelitian “PLTS untuk Peralatan listrik rumah tangga dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Peralatan listrik rumah tangga pada penelitian ini total daya adalah 825 watt yang ekuivalen dengan 19,77kWH, yaitu beban/ peralatan listrik rumah tangga yang menyalanya 24 jam dalam sehari semalam.
- Untuk memenuhi kebutuhan Peralatan listrik rumah tangga ini dibutuhkan
 - ✓ panel surya(solar cell) sebanyak 60 buah dengan kapasitas 100Wp/
 - ✓ Batere 12 volt 100 AH sebanyak 72 buah,
 - ✓ BCR 70 A/12 volt
 - ✓ Inverter 12 volt dc/ 220 oltac dengan daya 1000 watt.
- Rancang bangun atau proto type yang dapat direalisasikan pada penelitian ini adalah PLTS dengan 2 buah: solar cell 100 Wp/12 volt, batere 100 AH/12 volt, BCR 20A/12 volt dan invsolar cell erter 12volt dc /220 volt ac dengan daya 1000watt.
- Tegangan keluaran PLTS mencapai maksimum sebesar 14,5 volt dc terjadi pada pukul 11.00-13.00 yang berarti bahwa Intensitas gelombang elektromagnetis yang diancarkan oleh matahari mencapai maksimum.

7. DAFTAR PUSTAKA.

- [1] Badan Standarisasi Nasional (BSN), “SNI 0225:2011 Persyaratan Umum Instalasi Listrik Indonesia (PUIL 2011).BSN, Jakarta Menteri Ketenagakerjaan RI, “Peraturan Menteri Ketenagakerjaan 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 sumber 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 PandangVol.6 no.1.S.G. Ramadhan, Ch. Rangkuti :” Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya di Atap gedung Harry Hartanto Universitas Trisakti, Seminar Nasional Cedekiawan 2016.
- [9] 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.
- [10] Bakhtiar, Tadjuddin, , “Pemilihan CCR Pembangkit Listrik Tenaga Surya. Prosiding seminar Nasional Hasil Penelitian Politeknik Negeri Ujung Pandang Makassar, 2020.
- [11] Tadjuddin, Bakhtiar, Ahmad Gaffar: Rancang Bangun Pemanfaatan tenaga surya sebagai sumber energi listrikbeban rutin minimum kategori 900 VA di Makassar. Prosiding seminar Nasional Hasil Penelitian Politeknik Negeri Ujung Pandang Makassar, 2019.
- [12] Bakhtiar, Tadjudin, : Peningkatan efisiensi pengisian baterei, listrik tenaga surya. Prosiding seminar Nasional Hasil Penelitian Politeknik Negeri Ujung Pandang Makassar, 2020.

8. UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan selesainya kegiatan ini tim Pelaksana menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang, atas dukungan dana melalui DIPA PNUP tahun 2021.
2. P3M Politeknik Negeri Ujung Pandang, atas bimbingan dan arahnya.
3. Jurusan Elektro dan Program studi teknik listrik Politeknik Negeri Ujung Pandang, atas izin penggunaan fasilitas laboratorium/ bengkel.