

PEMILIHAN *SOLAR CHARGE CONTROLLER (SCC)* PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA

Bakhtiar¹⁾, Tadjuddin¹⁾

¹⁾ Dosen Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

ABSTRAK

The peak load occurs because the use of electrical energy in Indonesia is generally dominated by household customers, who at almost the same time use electricity for lighting, watching TV, air conditioning, fans, cooking and other activities. To minimize the use of electrical energy produced by PT. PLN at the time of peak load, already has an appeal to save by using electrical equipment as needed, however, there is still a large amount of electricity consumption seen from the characteristics of the daily load. Therefore, it requires the active participation of PLN customers is looking for alternative sources of alternative electrical energy, and research in the previous years, namely 2015 and 2016, has carried out a hybrid design of PLN and PLTS at peak load times and has been implemented in consumers with installed power of 900 VA. Furthermore, in 2017, 2018 and 2019, the control system for the transfer from PLN to PLTS or vice versa was carried out and added the installed power of PLTS so that the operation time could be longer and efforts to improve battery charging efficiency with a variety of controllers. In this research, what is done is to test several Solar Charge Controllers (SCC) when charging electricity from the solar panel to the battery. This test is carried out on 3 different SCRs with the electricity supply produced by one panel PV 12 V 100 Wp with a measurement time range of 10.00 to 14.00. This characteristic test is important to choose the SCR that will be used when designing and implementing a Solar Power Plant.

Kata Kunci : *Pemilihan, SCC, Pengisian, Baterai*

1. PENDAHULUAN

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 30 Tahun 2007 tentang Energi pasal 20 ayat 2 dijelaskan bahwa penyediaan energi oleh pemerintah dan/atau pemerintah daerah diutamakan di daerah yang belum berkembang, daerah terpencil, dan daerah perdesaan dengan menggunakan sumber energi setempat, khususnya sumber energi terbarukan. Pasal 30 ayat 1 dijelaskan pendanaan kegiatan penelitian dan pengembangan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 29 difasilitasi oleh pemerintah dan pemerintah daerah sesuai dengan kewenangannya. Ayat 2 dijelaskan bahwa pendanaan kegiatan penelitian dan pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi energi, sebagaimana dimaksud pada ayat 1 antara lain bersumber dari Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara, Anggaran Pendapatan dan Belanja Daerah, dan dana dari swasta.

Dengan diterbitkannya Undang-Undang tentang Energi, dasar hukum pengembangan energi baru dan terbarukan menjadi lebih kuat karena secara khusus diamankan dalam Undang-Undang tersebut. Saat ini yang perlu mendapat perhatian adalah penelitian dan pengembangan energi baru dan terbarukan yang dapat menunjang pengembangan industri nasional yang mandiri serta dukungan pendanaan agar pengembangan energi alternatif dapat dipercepat. Kebutuhan masyarakat akan energi listrik terus bertumbuh setiap tahunnya. Dalam waktu yang akan datang kebutuhan listrik akan terus meningkat seiring dengan adanya peningkatan dan perkembangan baik dari jumlah penduduk, jumlah investasi, perkembangan teknologi termasuk didalamnya perkembangan dunia pendidikan untuk semua jenjang pendidikan. Guna memenuhi pertumbuhan kebutuhan listrik yang semakin meningkat, pemerintah terus berupaya untuk mengembangkan teknologi dan membangun pembangkit-pembangkit tenaga listrik yang sesuai dengan asumsi pertumbuhan ekonomi dan proyeksi kebutuhan listrik.

Investasi di bidang energi terbarukan yang rendah juga dapat mempengaruhi keberlanjutan pasokan energi nasional. Beberapa hambatan yang menyebabkan rendahnya investasi di bidang energi terbarukan antara lain biaya investasi awal yang sangat tinggi sehingga mengakibatkan harga energi terbarukan tinggi dan tidak kompetitif, minat swasta di bidang energi terbarukan yang masih rendah dan kemampuan teknologi industri dalam negeri yang masih rendah.

Upaya-upaya pencarian sumber energi alternatif selain fosil menyemangati para peneliti di berbagai negara untuk mencari energi lain yang kita kenal sekarang dengan istilah energi terbarukan. Energi terbarukan dapat didefinisikan sebagai energi yang secara cepat dapat diproduksi kembali melalui proses alam. Energi terbarukan meliputi energi air, panas bumi, matahari, angin, biogas, serta gelombang laut. Beberapa kelebihan

¹ Korespondensi penulis: Bakhtiar, HP 089669835835, bakhtiar.listrik@poliupg.ac.id

energi terbarukan antara lain: Sumbernya relatif mudah didapat, dapat diperoleh dengan gratis, minim limbah, tidak mempengaruhi suhu bumi secara global, dan tidak terpengaruh oleh kenaikan harga bahan bakar.

Pemerintah sebenarnya telah menyiapkan berbagai peraturan untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil (misalnya: Kebijakan Umum Bidang Energi (KUBE) tahun 1980 dan Keputusan Menteri Pertambangan dan Energi No 996.K/43/MPE/1999 tentang prioritas penggunaan bahan bakar terbarukan untuk produksi listrik yang hendak dibeli PLN). Namun sayang sekali, pada tataran implementasi belum terlihat adanya usaha serius dan sistematis untuk menerapkan energi terbarukan guna substitusi bahan bakar fosil.

Merupakan suatu kenyataan bahwa kebutuhan akan energi, khususnya energi listrik di Indonesia, makin berkembang menjadi bagian tak terpisahkan dari kebutuhan hidup masyarakat sehari-hari seiring dengan pesatnya peningkatan pembangunan di bidang teknologi, industri dan informasi. Namun pelaksanaan penyediaan energi listrik yang dilakukan oleh PT. PLN (Persero), selaku lembaga resmi yang ditunjuk oleh pemerintah untuk mengelola masalah kelistrikan di Indonesia, sampai saat ini masih belum dapat memenuhi kebutuhan masyarakat akan energi listrik secara keseluruhan.

Perusahaan Listrik Negara Cabang Manakarra, Kabupaten Mamuju, Sulawesi Barat, terpaksa memberlakukan **pemadaman secara bergilir** selama dua jam **untuk mengurangi beban puncak** di wilayah itu. "Pemadaman bergilir dilakukan hingga batas waktu yang belum ditentukan. Ini kami lakukan karena terlalu banyak penggunaan energi listrik saat beban puncak terjadi," kata Kepala PLN Cabang Manakarra, Mamuju Alimuddin di Mamuju, Minggu. Menurutnya, pemadaman bergilir dilakukan pada beberapa titik untuk daerah perkotaan yakni pemadaman di wilayah Kelurahan Karema, Kelurahan Simkep dan beberapa wilayah lainnya. "Sudah beberapa hari terakhir ini kami lakukan pemadaman pada malam hari sehingga beberapa wilayah harus gelap gulita pada saat puncak penggunaan listrik yakni mulai pukul 20.00-22.00 Wita," katanya. (ANTARA News, 23 Oktober 2011)

Press release General Manager PT. PLN Wilayah Sulselrabar tanggal 16 Januari 2017 menyampaikan bahwa telah terjadi gangguan pada PLTU Bosowa Energy unit 1 dan 2 di Jeneponto pada hari Minggu 15 Januari 2017 pukul 22.11 WITA. Akibat gangguan tersebut, Senin 16 Januari 2017 sistem kelistrikan Sulbagsel mengalami defisit sehingga PLN akan melakukan pengaturan beban (pemadaman) sampai dengan PLTU Jeneponto unit 1 dan 2 beroperasi. Sehingga PLN menghimbau kepada pelanggan rumah tangga untuk menggunakan energi listrik dengan baik, mematikan lampu sebanyak 2 titik lampu masing-masing setara 50 Watt secara khusus pada **Waktu Beban Puncak (WBP) pukul 17.00 – 22.00 WITA**. Sehingga diperoleh penghematan kurang lebih 90 MW. (Press Release PT. PLN Wilayah Sulselrabar, 16 Januari 2017)

Merupakan suatu kenyataan bahwa kebutuhan akan energi, khususnya energi listrik di Indonesia, makin berkembang menjadi bagian tak terpisahkan dari kebutuhan hidup masyarakat sehari-hari seiring dengan pesatnya peningkatan pembangunan di bidang teknologi, industri dan informasi. Namun pelaksanaan penyediaan energi listrik yang dilakukan oleh PT. PLN (Persero), selaku lembaga resmi yang ditunjuk oleh pemerintah untuk mengelola masalah kelistrikan di Indonesia, sampai saat ini masih belum dapat memenuhi kebutuhan masyarakat akan energi listrik secara keseluruhan.

Selain itu, makin berkurangnya ketersediaan sumber daya energi fosil, khususnya minyak bumi, yang sampai saat ini masih merupakan tulang punggung dan komponen utama penghasil energi listrik di Indonesia, serta makin meningkatnya kesadaran akan usaha untuk melestarikan lingkungan, menyebabkan kita harus berpikir untuk mencari alternatif penyediaan energi listrik yang memiliki karakter; dapat mengurangi ketergantungan terhadap pemakaian energi fosil, khususnya minyak bumi; dapat menyediakan energi listrik dalam skala lokal regional; mampu memanfaatkan potensi sumber daya energi setempat, serta; cinta lingkungan, dalam artian proses produksi dan pembuangan hasil produksinya tidak merusak lingkungan hidup disekitarnya.

Hasil penelitian pemanfaatan energi terbarukan (energi matahari) untuk menyuplai beban pada Waktu Beban Puncak, bila diterapkan pada pelanggan PT. PLN Sulselrabar, bila ditinjau dari sisi PT. PLN maka perbedaan beban puncak dan beban terendah tidak lagi begitu besar sehingga tidak diperlukan pembangkit yang khusus menyuplai saat WBP yang biasanya menggunakan pembangkitan dengan bahan bakar minyak. Dari sisi pelanggan dengan menggunakan PLTS pada saat WBP maka ketergantungan dari PT. PLN yang biasa melakukan pemadaman bergilir sudah tidak terpengaruh lagi. Secara nasional bisa membantu pemerintah untuk memperkenalkan penggunaan energi terbarukan sehingga penggunaan bahan bakar fosil (minyak, gas, batubara dll) untuk pembangkitan tenaga listrik dapat diperkecil.

Sistem *hybrid* PLTS dengan listrik PLN (*grid connected*) atau sumber pembangkit listrik yang lain dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis, yaitu tanpa baterai dan yang menggunakan baterai. Sistem hibrid

PLTS dengan listrik PLN dapat diterapkan pada rumah dipertanian, serta menganalisis faktor yang mempengaruhi besarnya energi listrik yang dihasilkan sel surya berkaitan dengan waktu kerja sistem PLTS. PLTS akan memasok energi listrik sekitar 30% dari beban keseluruhan peralatan listrik rumah tangga, sedangkan 70% listrik sisanya dari PLN. (Liem dkk, 2008)

Keterbatasan kemampuan pembangkitan tenaga listrik PT. PLN yang melayani beban di Sulawesi Selatan, Sulawesi Barat dan Sulawesi Tenggara menyebabkan sering terjadi pemadaman bergilir utamanya pada saat beban puncak sekitar jam 17.00 sampai 22.00. Untuk meminimalisir pemakaian energi listrik yang dihasilkan oleh PT. PLN pada saat beban puncak diperlukan sumber energi listrik pengganti. Pada penelitian ini didesain dan diimplementasikan pemanfaatan solar cell untuk mengganti sumber PT. PLN pada saat terjadi beban puncak untuk daya terpasang 900 VA. Langkah awal dilakukan pengukuran pemakaian energi listrik pada saat beban puncak yakni jam 17.00 sampai jam 22.00, diperoleh hasil energi listrik yang terbesar adalah 2200 Wh. Berdasarkan pemakaian energi listrik tersebut maka diperlukan panel solar cell 12 V, 100 Wp sebanyak 14 buah, baterai penyimpanan energi listrik 12 V, 100 Ah sebanyak 8 buah, pengontrolan pengisian baterai 24 V, 30 A dan inverter 24 V/ 220 V, 1000 W. (Bakhtiar, Ruslan, Tadjuddin 2016)

Pemakaian energi listrik untuk mendesain PLTS didasarkan pemakaian energi listrik pada waktu beban puncak jam 17.00 sampai jam 22.00 dan hasil pengukuran selama 1 minggu diperoleh pemakaian energi listrik terbesar adalah 2.800 Wh. Pengembangan kontrol yang dilakukan adalah menggunakan dua sumber suplai pada kontrolnya yaitu PLN dan PLTS, sehingga keandalan sistem menjadi lebih baik. Jika salah satu sumber bermasalah atau off maka ada sumber alternatif yang bisa digunakan untuk menyuplai pengontrolannya sehingga kontinuitas pelayanan ke beban tidak terganggu. Selain itu sistem kontrolnya dilengkapi dengan pengontrolan secara manual, supaya sumber PLTS bisa digunakan di luar waktu beban puncak jika terjadi pemadaman oleh jaringan PLN atau sebaliknya sumber PLN bisa digunakan menyuplai beban pada waktu puncak jika sumber PLTS mengalami gangguan. Kapasitas panel yang terpasang bisa menyuplai beban pada waktu beban puncak sebesar 50,82 % dan kapasitas baterai penyimpanan energi listrik dapat menyuplai beban pada waktu beban puncak sebesar 82,30 %. (Bakhtiar, Tadjuddin 2017)

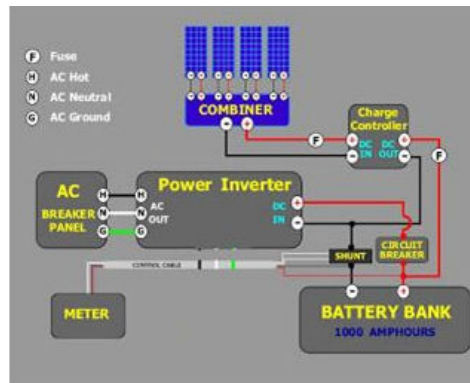
Pemanfaatan energi matahari untuk menghasilkan listrik di Pesantren Alam Indonesia Barru untuk keperluan penerangan, pompa air, kegiatan usaha, kegiatan wisata alam serta membantu Pemerintah untuk memperkenalkan pemanfaatan energi terbarukan. Dalam kegiatan pengabdian masyarakat Produk Teknologi yang di Desiminasikan ke Masyarakat (PTDM) telah dilaksanakan beberapa kegiatan yaitu : Pelatihan kepada santri Laki-laki untuk memberikan gambaran PLTS antara lain Komponen, Fungsi Peralatan, Instalasi PV, Instalasi Listrik dan Perawatan PLTS; Pelatihan kepada santri Wanita untuk memberikan gambaran Kewirausahaan, Manajemen Usaha, Manajemen Produksi dan Pemasaran Produk; Mendesain, Membuat dan Menerapkan Pembangkit Listrik Tenaga Surya untuk kegiatan di Masjid dengan spesifikasi : Panel PV 12V 100 Wp, 6 buah; Kontroller 12 V 40 A, 1 buah; Baterai 12 V 100 Ah 4 buah, Lampu Sorot 220 V 50 W, 4 buah; Mendesain, Membuat dan Menerapkan Pembangkit Listrik Tenaga Surya untuk kegiatan pengembangan Usaha dengan spesifikasi : Panel PV 12V 100 Wp, 6 buah; Kontroller 12 V 40 A, 1 buah; Baterai 12 V 100 Ah 4 buah, Lampu Sorot 20 W 2 buah, Pengaduk Sabun 220 V 700 W, 1 buah. (Bakhtiar, Ruslan, Gunawan 2019)

2. METODE PENELITIAN

Makin berkurangnya ketersediaan sumber daya energi fosil, khususnya minyak bumi, yang sampai saat ini masih merupakan tulang punggung dan komponen utama penghasil energi listrik di Indonesia, serta makin meningkatnya kesadaran akan usaha untuk melestarikan lingkungan, menyebabkan kita harus berpikir untuk mencari alternatif penyediaan energi listrik yang memiliki karakter : dapat mengurangi ketergantungan terhadap pemakaian energi fosil, khususnya minyak bumi; dapat menyediakan energi listrik dalam skala lokal regional; mampu memanfaatkan potensi sumber daya energi setempat; cinta lingkungan, dalam artian proses produksi dan pembuangan hasil produksinya tidak merusak lingkungan hidup disekitarnya.

Untuk memenuhi kebutuhan energi yang terus meningkat dikembangkan berbagai energi alternatif, di antaranya energi terbarukan. Potensi *energi terbarukan*, seperti: biomassa, panas bumi, energi surya, energi air, energi angin dan energi samudera, sampai saat ini belum banyak dimanfaatkan, padahal potensi *energi terbarukan* di Indonesia sangatlah besar, penelitian yang dilakukan saat ini adalah penerapan penggunaan energi terbarukan yaitu energi matahari untuk menghasilkan listrik yang dimanfaatkan untuk menggantikan sumber PLN pada saat terjadi beban puncak pada jaringan.

SCC adalah peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah yang diisi ke **baterai** dan diambil dari baterai ke beban. Solar charge controller mengatur overcharging (kelebihan pengisian karena baterai sudah penuh) dan kelebihan tegangan dari **panel surya**. Kelebihan tegangan pengisian akan mengurangi umur **baterai**. SCC biasanya terdiri dari : 1 *input* (2 terminal) yang terhubung dengan *output* panel sel surya, 1 *output* (2 terminal) yang terhubung dengan baterai/aki dan 1 *output* (2 terminal yang terhubung dengan beban). Posisi SCC pada sistem PLTS diperlihatkan gambar 1 di bawah.



Gambar 1 Diagram Hibrid PLN-PLTS

Pada malam hari, panel surya tidak menghasilkan arus, karena tidak terdapat lagi sumber energi, yaitu matahari. Otomatis arus berhenti mengalir, arus yang terdapat dalam baterai dapat mengalir terbalik ke panel surya, dan hal ini dapat merusak sistem panel surya anda. SCC berfungsi untuk menghentikan kondisi arus terbalik ini. SCC berfungsi mengatur arus dari beban saat beban tersambung ke SCC. Terminal beban pada SCC dapat digunakan untuk koneksi langsung beban ke SCC, namun SCC masih bisa beroperasi seperti biasa jika tidak ada beban yang terhubung langsung dengannya.

Langkah atau prosedur penelitian ini adalah membuat rancangan model atau posisi pengukuran arus dan tegangan panel PV, kontroller dan baterai. Pengukuran arus dan tegangan ini dilakukan dari jam 10.00 sampai jam 14.00 dengan selang waktu 60 menit dengan sumber energi listrik dari 1 panel PV 100 Wp. Pengukuran ini dilakukan pada tiga merk CCR, 2 buah tipe PWM dan 1 buah tipe MPPT dengan kapasitas masing-masing 12 V, 20 A. Sedangkan baterai penyimpanan energi listriknya mempunyai kapasitas 12 V 100 Ah.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Solar Charger Controller (SCC) pada sistem panel surya atau *Battery Control Unit* (BCU) atau *Battery Control Regulator* (BCR)) adalah bagian yang cukup penting. Peran utama SCC adalah melindungi dan melakukan otomatisasi pada pengisian baterai. Hal ini bertujuan untuk mengoptimalkan sistem dan menjaga agar masa pakai baterai dapat dimaksimalkan. Fungsi kontrol pengendali CCR antara panel surya dan baterai jika tidak berfungsi baik panel akan melakukan pengisian baterai melebihi tegangan daya yang dapat ditampung baterai, sehingga dapat merusak sel yang terdapat di dalam baterai. Mengisi daya baterai secara berlebihan dapat mengakibatkan baterai meledak. SCC dapat mendeteksi saat tegangan baterai terlalu rendah. Bila tegangan baterai turun di bawah tingkat tegangan tertentu, SCC akan memutuskan beban dari baterai agar daya baterai tidak habis. Penggunaan baterai dengan kapasitas daya yang habis, akan merusak baterai. Bahkan baterai dapat menjadi tidak dapat digunakan kembali.

Solar charge controller yang digunakan dalam penelitian ini menerapkan teknologi PWM dan MPPT untuk mengatur fungsi pengisian baterai dan pembebasan arus dari baterai ke beban. Seperti yang telah disebutkan di atas SCC yang baik biasanya mempunyai kemampuan mendeteksi kapasitas baterai. Bila baterai sudah penuh terisi maka secara otomatis pengisian arus dari panel surya berhenti. Cara deteksi adalah melalui level tegangan baterai, SCC akan mengisi baterai sampai level tegangan tertentu, kemudian apabila level tegangan drop, maka baterai akan diisi kembali.

Pengukuran dilakukan dengan menggunakan sumber suplai dari panel surya 1 buah dengan tegangan 12 V dan daya 100 Wp. Output SCC dihubungkan ke barterai 12 V kapasitas 100 Ah 1 buah. SCC yang digunakan dalam penelitian ini adalah 2 unit SCC tipe PWM dan 1 unit SCC tipe MPPT.



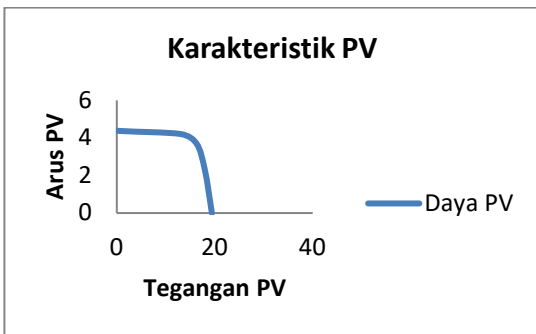
Gambar 2. Pengukuran Arus Tegangan

Hasil pengukuran tegangan dan arus pada sisi input dan output SCC pada saat pengisian ke baterai diperlihatkan tabel 1 di bawah.

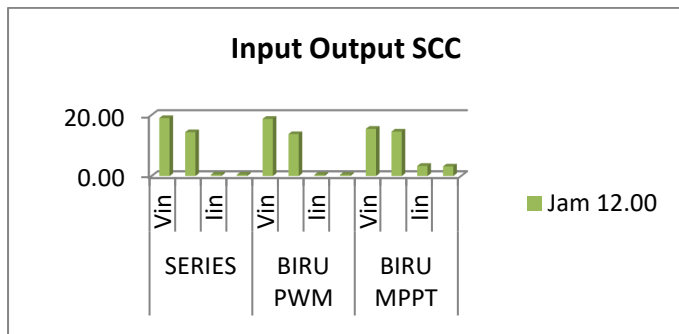
Tabel 1 Pengukuran arus tegangan input output SCC

Waktu	Panel PV		Aki	SERIES				BIRU PWM				BIRU MPPT			
	Voc	Isc	Teg	Vin	Vout	lin	lout	Vin	Vout	lin	lout	Vin	Vout	lin	lout
10.00	19.76	2.81	12.58	18.35	14.38	0.83	0.76	18.71	13.69	0.52	0.41	14.87	14.35	2.63	2.58
11.00	19.58	3.98	12.86	18.72	14.36	0.53	0.47	18.75	13.70	0.45	0.37	15.04	14.50	2.94	2.88
12.00	19.44	4.37	13.23	18.99	14.35	0.49	0.43	18.72	13.74	0.39	0.42	15.45	14.56	3.31	3.14
13.00	19.82	3.82	13.27	18.95	14.29	0.48	0.41	18.91	13.70	0.63	0.46	16.07	14.38	3.07	3.01
14.00	19.40	3.67	13.31	18.37	14.34	0.50	0.43	18.89	13.72	0.47	0.38	16.25	14.47	2.87	2.62

Untuk menggambarkan karakteristik panel PV diperlukan data Voc dan Isc. Dari tabel 1 dapat digambarkan karakteristik panel PV pada jam 11.00 seperti gambar 3.



Gambar 3. Karakteristik Panel PV



Gambar 4. Input Output SCC

Efisiensi masing-masing SCC ditentukan dengan terlebih dahulu menentukan daya input dan daya outputnya. Yang mana daya input adalah perkalian antara tegangan input dengan arus input, daya output adalah perkalian antara tegangan output dengan arus output. Sedangkan Efisiensi adalah daya output dibagi dengan daya input dikali 100 %. Hasilnya seperti tabel 2, 3 dan 4 berikut.

Tabel 2. Efisiensi SCC Series

Waktu	Panel PV		Aki	SERIES						
	Voc	Isc	Teg	Vin	Vout	lin	lout	Pin	Pout	Eff
10,00	19,76	2,81	12,58	18,35	14,38	0,83	0,76	15,23	10,93	71,76
11,00	19,58	3,98	12,86	18,72	14,36	0,53	0,47	9,92	6,75	68,03
12,00	19,44	4,37	13,23	18,99	14,35	0,49	0,43	9,31	6,17	66,31
13,00	19,82	3,82	13,27	18,95	14,29	0,48	0,41	9,10	5,86	64,41
14,00	19,40	3,67	13,31	18,37	14,34	0,50	0,43	9,19	6,17	67,13

Tabel 3. Efisiensi SCC Biru PWM

Waktu	Panel PV		Aki	BIRU PWM						
	Voc	Isc	Teg	Vin	Vout	lin	lout	Pin	Pout	Eff
10,00	19,76	2,81	12,58	18,71	13,69	0,52	0,41	9,73	5,61	57,69
11,00	19,58	3,98	12,86	18,75	13,70	0,45	0,37	8,44	5,07	60,08
12,00	19,44	4,37	13,23	18,72	13,74	0,39	0,42	7,30	5,77	79,04
13,00	19,82	3,82	13,27	18,91	13,70	0,63	0,46	11,91	6,30	52,90
14,00	19,40	3,67	13,31	18,89	13,72	0,47	0,38	8,88	5,21	58,72

Tabel 4. Efisiensi SCC Biru MPPT

Waktu	Panel PV		Aki	BIRU MPPT						
	Voc	Isc	Teg	Vin	Vout	lin	lout	Pin	Pout	Eff
10,00	19,76	2,81	12,58	14,87	14,35	2,63	2,58	39,11	37,02	94,67
11,00	19,58	3,98	12,86	15,04	14,50	2,94	2,88	44,22	41,76	94,44
12,00	19,44	4,37	13,23	15,45	14,56	3,31	3,14	51,14	45,72	89,40
13,00	19,82	3,82	13,27	16,07	14,38	3,07	3,01	49,33	43,28	87,73
14,00	19,40	3,67	13,31	16,25	14,47	2,87	2,62	46,64	37,91	81,29

4. KESIMPULAN

Dari hasil pembahasan di atas dapat disimpulkan sebagai berikut :

- 1) Hasil pengukuran dan analisa output baik tegangan, arus dan daya maka SCC tipe MPPT Biru menunjukkan lebih besar dibandingkan dengan SCC yang lainnya.
- 2) Daya pengisian paling besar panel PV ke baterai terjadi pada jam 12.00, untuk SCC tipe MPPT Biru besarnya 45,72 W.
- 3) Indikator yang lain dalam pemilihan SCC adalah Efisiensi pengisian ke batrerai. Hasil analisa menunjukkan bahwa SCC tipe MPPT Biru lebih baik dibandingkan dengan SCC yang lainnya.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aryuanto, Yusuf, 2009. *Pengembangan Sistem Scada (Supervisory Control and Data Acquisition) pada Pembangkit Listrik Tenaga Hibrida*. Institut Teknologi Nasional, Malang.
- [2] Bakhtiar, Ruslan, Tadjuddin, 2015. *Rancang Bangun Pemanfaatn Solar Cell Sebagai Sumber Energi Listrik pada Saat Beban Puncak PLN*. Laporan Penelitian Hibah Bersaing Ristek-Dikti.
- [3] Bakhtiar, Ruslan, Tadjuddin, 2016. *Pengembangan Pemanfaatn Solar Cell Sebagai Sumber Energi Listrik pada Saat Beban Puncak PLN*. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Industri IV, Politeknik ATI Makassar.
- [4] Bakhtiar, Tadjuddin, 2017. *Optimalisasi Hibrid PLTS-PLN Waktu Beban Puncak*. Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian, Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- [5] Fitriana, Ira, 2007. *Pemanfaatan Teknologi Sel Surya Pada Kja di Pulau Nguan*. BPPT Jakarta.
- [6] Marsudi, D., 2005. *Pembangkitan Energi Listrik*. Erlangga Jakarta.
- [7] SNI, 2000. *Peraturan Umum Instalasi Listrik Indonesia*. LIPI Jakarta.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Ditjen Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi yang telah mendukung dan membiayai kegiatan ini melalui dana Rutin PNUP sehingga bisa terlaksana sesuai target yang direncanakan. Hal yang sama kami ucapkan terima kasih kepada Direktur dan Asisten Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang, Ketua P3M beserta staff, Ketua Jurusan Teknik Elektro beserta jajarannya yang telah memberikan kesempatan kepada kami untuk menggunakan sarana dan prasarana yang ada di Laboratorium Teknik Listrik sampai akhir kegiatan ini.