

Rancang Bangun Pembangkit Listrik Portable Tenaga Surya dan Angin Dengan Sistem Hybrid Untuk Tempat Pengungsian Bencana Alam

¹*Dandi Widhi Ramadhan*, ²*Yusuf Ismail Nakhoda*, ³*Ni Putu Agustini*

^{1,2,3}*Program Studi Teknik Elektro, Institut Teknologi Nasional Malang*

INFORMASI

Kata kunci:

*Portable
Renewable Energy
Disaster*

*Portable
Renewable Energy
Disaster*

ABSTRACT

Sometime ago in Palu City and its surroundings had a Tsunami, which is known as natural disaster. When it occurred, all the electricity and communication networks were damaged. As the result all of the electricity, lighting, and communication were paralyzed or totally collapse. When the SAR (Search and Rescue) team conducted a search operation for the victims, they were experiencing multiple problems, such as the lack of lighting and communication networks. Likewise, the people who were moved to the refugee camps also complained about those things as well. Inspired by this, the writer has the idea to utilize photovoltaic (solar panels) or known as solar power plants and can be hybridized with wind power plants which is one of the solutions when natural disasters occur and the entire fuel supply oil (BBM) is hampered, which takes a long time to get to the location of the natural disaster. Based on this portable model, the tool is expected to be brought to a natural disaster refuge site and it is easily operated by the community so that it doesn't need experts to operate it. By the existence of an environmentally friendly power plant can help the refugees as well as the SAR team conducting search operations at the disaster site.

Beberapa waktu lalu Kota Palu dan sekitarnya mendapat musibah bencana alam yaitu Tsunami. Disaat terjadi Tsunami semua jaringan listrik dan komunikasi rusak dan porakporanda, hasilnya semua listrik, penerangan, dan komunikasi lumpuh atau mati total. Disaat tim SAR (Search and Rescue) melakukan operasi pencarian korban yang terkena bencana sempat mengalami kendala, yaitu minimnya penerangan dan jaringan komunikasi. Sama halnya dengan masyarakat yang mengungsi di pengungsian mengeluhkan kurangnya penerangan, jaringan listrik, serta jaringan komunikasi. Terinspirasi dari hal tersebut penulis memiliki gagasan untuk memanfaatkan Photovoltaic (panel surya) atau yang dikenal dengan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) dan dapat dihybrid dengan pembangkit listrik tenaga bayu (PLTB) yang menjadi salah satu solusi disaat terjadi bencana alam dan seluruh pasokan bahan bakar minyak (BBM) ikut terhambat, hingga membutuhkan waktu lama untuk menuju ke lokasi bencana alam. Dengan model portable diharapkan dapat di bawa ke lokasi pengungsian bencana alam serta mudah dioperasikan oleh masyarakat umum sehingga tidak membutuhkan tenaga ahli untuk mengoperasikannya. Sehingga dengan adanya pembangkit listrik ramah lingkungan ini dapat membantu para pengungsi serta tim SAR yang melakukan operasi pencarian korban di tempat bencana. sia

* Corresponding author.

E-mail address: dwidhiramadhan@gmail.com

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi pembangkitan energi listrik khususnya energi terbarukan saat ini sudah cukup maju seiring dengan meningkatnya perkembangan teknologi, industri, dan informasi. Namun pada kenyataannya kemajuan itu belum semua diterapkan dan dirasakan oleh masyarakat, sehingga penggunaan energi alternatif di Indonesia belum bisa merata. Pertumbuhan warga sangat pesat dan disertai dengan pertumbuhan perumahan, keduanya mengakibatkan penyediaan listrik harus meningkatkan kapasitas daya lebih dari apa yang tersedia sekarang (Nakhoda and Saleh, 2020)

Melalui pendekatan terhadap masyarakat seperti promosi, sosialisasi, dan edukasi, maka pembangkitan energi terbarukan lambat laun akan terwujud. Salah satunya sistem pembangkit paling murah dan mudah didapatkan yang mungkin bisa dimiliki oleh masyarakat umum, yaitu sumber daya energi terbarukan dengan memanfaatkan sumber energi dari alam seperti matahari, angin, dan air. Energi listrik yang dihasilkan selain bisa digunakan untuk masyarakat umum bisa juga digunakan untuk tempat pengungsi serta tim SAR (*Search and Rescue*) saat ada bencana alam.

Pada tanggal 28 September 2018, Kota Palu dan sekitarnya mendapat musibah bencana alam yaitu Tsunami. Disaat terjadi Tsunami semua jaringan listrik dan komunikasi rusak dan porakporanda, hasilnya semua listrik, penerangan, dan komunikasi lumpuh atau mati total. Disaat tim SAR (*Search and Rescue*) melakukan operasi pencarian korban yang terkena bencana sempat mengalami kendala, yaitu minimnya penerangan dan jaringan komunikasi. Sama halnya dengan masyarakat yang mengungsi di pengungsian mengeluhkan kurangnya penerangan, jaringan listrik, serta jaringan komunikasi.

Salah satu pembangkit energy terbarukan yang banyak diguakan adalah *Photovoltaic* (panel surya) atau yang dikenal dengan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) (Honsberg et al., 2009; Roal, 2015; Ruskardi, 2015;). Memanfaatkan PLTS yang digabungkan dengan pembangkit listrik tenaga bayu (PLTB) adalah salah satu solusi yang baik. Dimana disaat terjadi bencana alam seluruh pasokan bahan bakar minyak (BBM) ikut terhambat dan membutuhkan waktu lama untuk menuju ke lokasi bencana alam. Dengan demikian maka sumber energi yang dapat dimanfaatkan adalah sumber energi baru terbarukan.

Terinspirasi dari hal tersebut, penulis memiliki suatu implementasi sistem pembangkit listrik energi baru terbarukan berupa pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) dan pembangkit listrik tenaga bayu (PLTB) yang portable atau mudah di bawa kemana saja khususnya disaat terjadi bencana alam dan untuk pembangkit tersebut mudah dioperasikan oleh masyarakat umum sehingga tidak perlu membutuhkan tenaga ahli untuk mengoperasikannya. Sehingga dengan adanya pembangkit listrik ramah lingkungan ini dapat membantu para pengungsi serta tim SAR yang melakukan operasi pencarian korban di tempat bencana. Mungkin disuatu saat alat ini dapat memenuhi kebutuhan listrik untuk jaringan komunikasi.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi yang digunakan dalam pembuatan skripsi Rancang Bangun Pembangkit Listrik *Portable* Tenaga Surya dan Angin Dengan Sistem *Hybrid* Untuk Tempat Pengungsian Bencana Alam adalah :

1. Kajian Literatur.
2. Perancangan Pembuatan Alat.
3. Pelaksanaan Penelitian

A. Studi Literatur

Studi literatur adalah proses pencarian informasi serta referensi dari semua aspek yang berhubungan dengan rancang bangun pembangkit listrik *portable* tenaga surya dan angin dengan sistem *hybrid* untuk tempat pengungsian bencana alam. Adapun yang perlu dikaji serta dicari sebagai referensi adalah sebagai berikut:

- Karakteristik dan prinsip kerja komponen utama.
- Karakteristik dan prinsip kerja komponen pendukung.

B. Perancangan Pembuatan Alat

Alat dan Bahan

Dalam penelitian ini digunakan berbagai jenis bahan, mulai dari bahan utama sampai dengan komponen pendukung, serta alat pendukung untuk penyelesaian dalam pembuatan mulai dari perancangan sampai *finishing*. Adapun alat dan bahan yang digunakan tersebut adalah sebagai berikut:

Komponen Utama

Pada bagian ini terdapat komponen yang paling utama, komponen ini adalah komponen yang berfungsi untuk membangkitkan energi listrik dan menyimpan energi listrik. Adapun komponen-komponen tersebut adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Daftar Komponen Utama

No	Nama
1	<i>Photovoltaic</i> (Panel Surya)
2	<i>Wind Turbine</i>
3	Baterai

Komponen Pendukung

Pada bagian ini terdapat komponen pendukung yaitu komponen elektronika. Komponen elektronika berfungsi untuk mendukung sistem kerja dari pembangkit listrik. Adapun komponen-komponen tersebut adalah sebagai berikut:

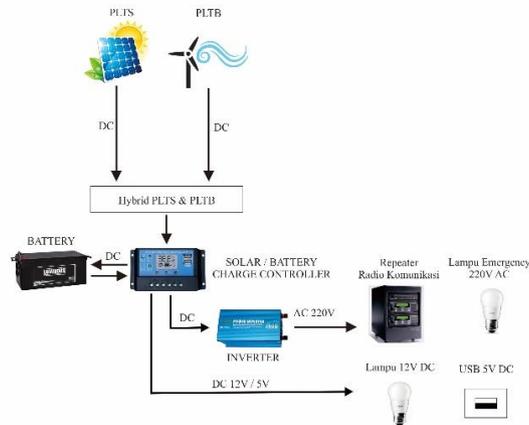
Tabel 2. Daftar Komponen Pendukung

No	Nama
1	Battery Control Unit
2	Inverter
3	Tempat Fuse
4	Fuse
5	MCB (Miniature Circuit Breaker)
6	Terminal Blok
7	Switch
8	Relay
9	Stop Kontak
10	Kabel
11	Baterai Level Meter

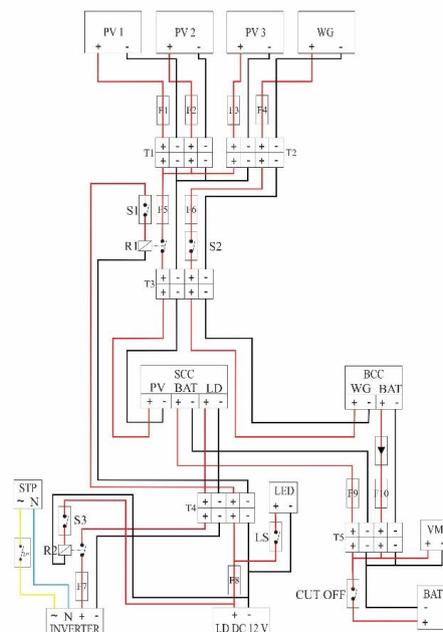
Prinsip Kerja

Photovoltaic berguna sebagai penyerap energi matahari yang nantinya akan menghasilkan energi listrik berupa tegangan DC (Direct Current). Wind generator berguna sebagai pembangkit listrik yang merubah tenaga bayu menjadi energi listrik berupa arus DC. Kemudian arus listrik dari kedua sumber pembangkitan ini di hubungkan ke rangkaian solar / battery charge controller dan listrik digunakan untuk mengisi baterai.

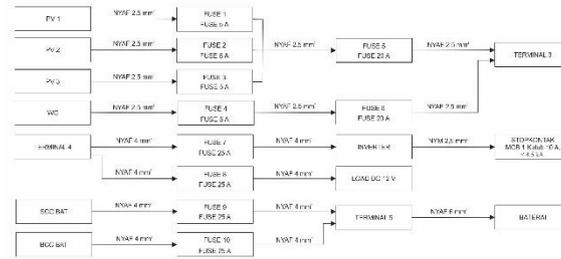
Outputan dari solar / battery charge controller akan dihubungkan ke stop kontak 12 V DC dan ke inverter guna mengkonversi arus DC menjadi arus AC (Alternating Current). Setelah itu tegangan 220 V AC di salurkan melalui stop kontak 220 V AC.



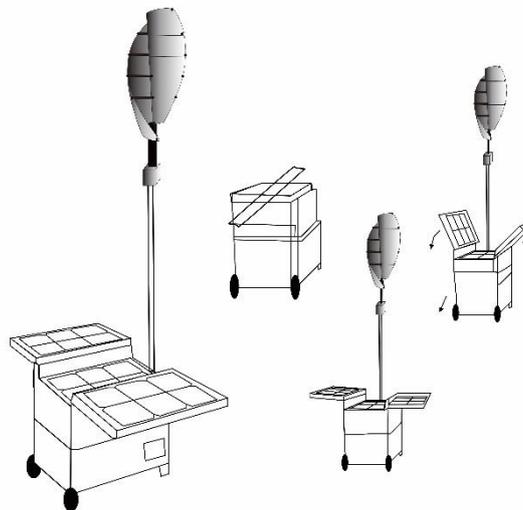
Gambar 1. Skema Rancang Bangun Pembangkit Listrik Portable Tenaga Surya dan Angin Sistem Hybrid untuk Tempat Pengungsian Bencana Alam.



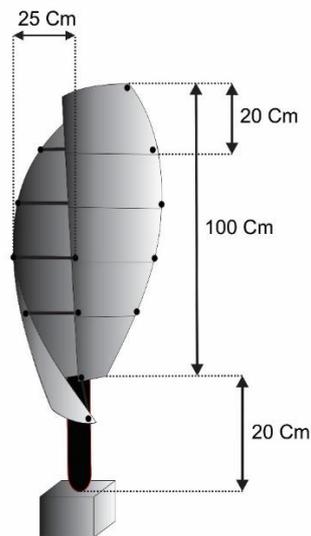
Gambar 2. Diagram Alur Kabel Rancang Bangun Pembangkit Listrik Portable Tenaga Surya dan Angin Sistem Hybrid untuk Tempat Pengungsian Bencana Alam.



Gambar 3. Diagram Protekksi Rancang Bangun Pembangkit Listrik *Portable* Tenaga Surya dan Angin Sistem *Hybrid* untuk Tempat Pengungsian Bencana Alam.



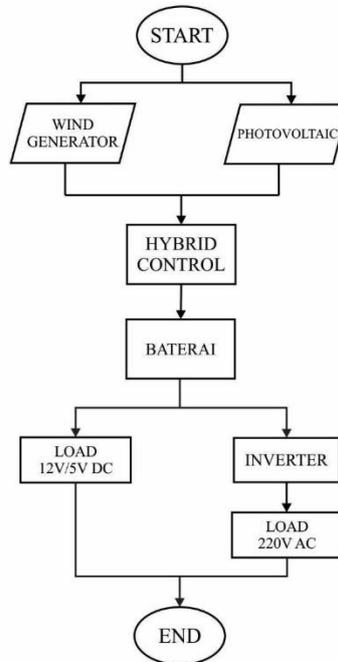
Gambar 4. Konsep Box Rancang Bangun Pembangkit Listrik *Portable* Tenaga Surya dan Angin Sistem *Hybrid* untuk Tempat Pengungsian Bencana Alam.



Gambar 5. *Blade Wind* Turbin Rancang Bangun Pembangkit Listrik *Portable* Tenaga Surya dan Angin Sistem *Hybrid* untuk Tempat Pengungsian Bencana Alam.



Gambar 6. Pembangkit Listrik *Portable* Tenaga Surya dan Angin Sistem *Hybrid* untuk Tempat Pengungsian Bencana Alam



Gambar 7. *Flowchart* Rancang Bangun Pembangkit Listrik *Portable* Tenaga Surya dan Angin Sistem *Hybrid* untuk Tempat Pengungsian Bencana Alam.

C. Pelaksanaan Penelitian

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dalam pembuatan rancang bangun alat ini dilakukan di beberapa tempat yaitu:

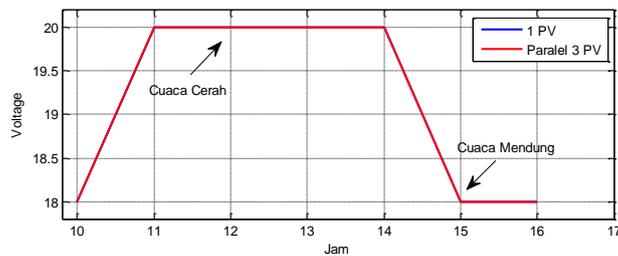
- Lokasi tempat yang luas dan terbuka, penelitian dilakukan di lapangan yang luas dan terbuka kurang lebih selama 1 minggu (7 Hari). Tujuan penelitian ini dilakukan untuk mengetahui secara langsung proses pembangkitan listrik yang dihasilkan.
- Laboratorium *Renewable Energy* Teknik Elektro S-1 ITN Malang. Tempat penelitian kedua dilakukan di Laboratorium *Renewable Energy* Teknik Elektro S-1 ITN. Waktu penelitian dilakukan selama proses pembuatan alat berlangsung sampai dengan selesai, penelitian dilakukan berdasarkan proses kerja alat.

III. ANALISIS HASIL DAN DATA

Hasil data pengukuran solar cell

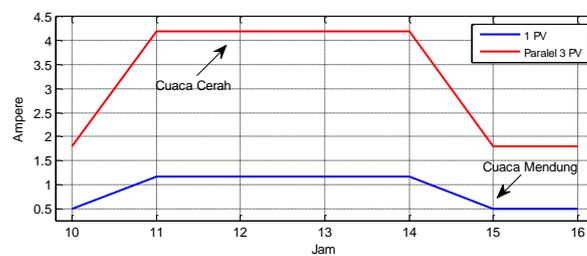
Tabel 3. Data Pengukuran Solar Cell

Jam	Cuaca	Solar Cell 1		Solar Cell 2		Solar Cell 3		Paralel	
		Arus (I)	Tegangan (V)	(I)	(V)	(I)	(V)	(I)	(V)
10:00	Mendung	0,5	18	0,5	18	0,5	18	1,8	18
11:00	Cerah	1,16	20	1,16	20	1,16	20	4,2	20
12:00	Cerah	1,16	20	1,16	20	1,16	20	4,2	20
13:00	Cerah	1,16	20	1,16	20	1,16	20	4,2	20
14:00	Cerah	1,16	20	1,16	20	1,16	20	4,2	20
15:00	Mendung	0,5	18	0,5	18	0,5	18	1,8	18
16:00	Mendung	0,5	18	0,5	18	0,5	18	1,8	18



Grafik 1. Data Pengukuran Tegangan Pada Solar Cell

Berdasarkan Grafik 1 dapat dilihat bahwa intensitas cahaya matahari (Cuaca) mempengaruhi tegangan pada solar cell. Pada jam 11:00 sampai dengan jam 14:00 nilai tegangan yang dihasilkan mencapai 20 Volt, sedangkan pada jam 15:00 sampai dengan 16:00 nilai tegangan yang dihasilkan 18 Volt. Semakin banyak cahaya matahari yang diperoleh maka semakin besar nilai tegangan yang dihasilkan. Pada rangkaian paralel tegangan tidak berubah (Sama dengan tidak diparalel).



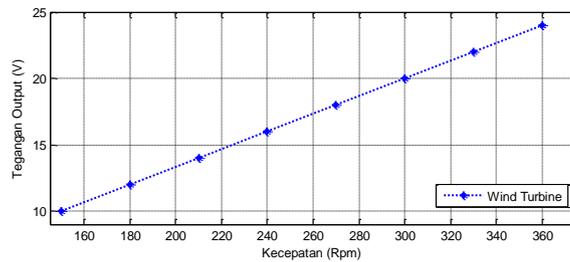
Grafik 2. Data Pengukuran Arus Pada Solar Cell

Berdasarkan grafik 2 dapat dilihat bahwa intensitas cahaya matahari (Cuaca) dan jenis hubungan paralel mempengaruhi arus pada solar cell. Pada jam 11:00 sampai dengan jam 14:00 nilai arus yang dihasilkan pada hubungan tanpa paralel mencapai 1,16 Amper, jam 15:00 sampai dengan 16:00 nilai arus yang dihasilkan pada hubungan tanpa paralel 0,5 Amper. Sedangkan jika dihubungkan paralel nilai arus yang dihasilkan pada jam 11 sampai dengan jam 14:00 adalah 20 Amper, sangat terlihat jelas untuk peningkatan nilai arus.

Hasil data pengukuran wind turbine.

Tabel 4. Data Pengukuran Wind Generator.

Wind Turbin	
Kecepatan Generator (Rpm)	Tegangan (V) DC
150	10
180	12
210	14
240	16
270	18
300	20
330	22
360	24



Grafik 3. Data Pengukuran Kecepatan dan Tegangan *Wind Turbine*

Berdasarkan grafik 3 dapat dilihat bahwa kecepatan generator mempengaruhi nilai tegangan yang dihasilkan. Pada kecepatan 150 Rpm nilai tegangan yang dihasilkan 10 Volt DC, sedangkan pada kecepatan 360 Rpm nilai tegangan yang dihasilkan mencapai 24 Volt DC. Generator ini bisa disebut dengan generator rpm rendah, dimana hanya memerlukan kecepatan yang pelan untuk menghasilkan tegangan normal DC yaitu 12 Volt.

Hasil data pengukuran tegangan dan arus pada *inverter*

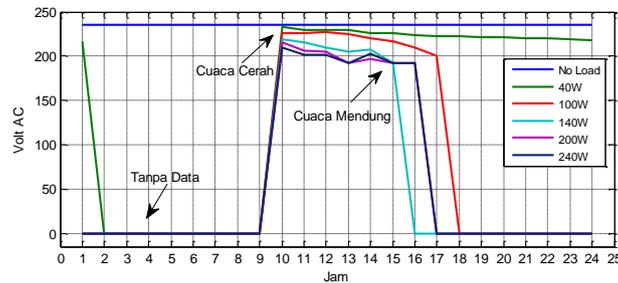
Tabel 5. Data Pengukuran Tegangan dan Arus Pada *Inverter*

Jam	Inverter					
	Daya (Watt)					
	0			40		
Cuaca	Arus (I)	Tegangan (V)	Cuaca	Arus (I)	Tegangan (V)	
10:00	-	0	235	Cerah	0,1	233
11:00	-	0	235	Cerah	0,1	230
12:00	-	0	235	Cerah	0,1	230
13:00	-	0	235	Cerah	0,1	229
14:00	-	0	235	Mendung	0,1	226
15:00	-	0	235	Cerah	0,1	226
16:00	-	0	235	Mendung	0,1	224
17:00	-	0	235	Mendung	0,1	223
18:00	-	0	235	Malam	0,1	222
19:00	-	0	235	Malam	0,1	221
20:00	-	0	235	Malam	0,1	221
21:00	-	0	235	Malam	0,1	220
22:00	-	0	235	Malam	0,1	220
23:00	-	0	235	Malam	0,1	219
0:00	-	0	235	Malam	0,1	218
1:00	-	0	235	Malam	0,1	217
2:00	-	0	235	-	-	-
3:00	-	0	235	-	-	-
4:00	-	0	235	-	-	-
5:00	-	0	235	-	-	-
6:00	-	0	235	-	-	-
7:00	-	0	235	-	-	-
8:00	-	0	235	-	-	-
9:00	-	0	235	-	-	-

Jam	Inverter					
	Daya (Watt)					
	100			140		
Cuaca	(I)	(V)	Cuaca	(I)	(V)	
10:00	Cerah	0,4	226	Cerah	0,6	219
11:00	Cerah	0,4	226	Mendung	0,6	216
12:00	Cerah	0,4	227	Mendung	0,6	210
13:00	Cerah	0,4	225	Mendung	0,6	205
14:00	Cerah	0,4	220	Cerah	0,6	207
15:00	Mendung	0,4	217	Mendung	0,6	192

16:00	Mendung	0,4	210	-	-	-
17:00	Mendung	0,4	200			
18:00	-	-	-			
19:00	-	-	-			
20:00	-	-	-			
21:00	-	-	-			
22:00	-	-	-			
23:00	-	-	-			
0:00	-	-	-			
1:00	-	-	-			
2:00	-	-	-			
3:00	-	-	-			
4:00	-	-	-			
5:00	-	-	-			
6:00	-	-	-			
7:00	-	-	-			
8:00	-	-	-			
9:00	-	-	-			

Jam	Inverter					
	Daya (Watt)					
	200			240		
	Cuaca	Arus (I)	Cuaca	Cuaca	Arus (I)	Tegangan (V)
10:00	Cerah	0,9	Cerah	Cerah	0,9	216
11:00	Cerah	0,8	Cerah	Cerah	0,8	206
12:00	Cerah	0,8	Cerah	Cerah	0,8	205
13:00	Mendung	0,8	Mendung	Mendung	0,8	192
14:00	Cerah	0,8	Cerah	Cerah	0,8	197
15:00	Mendung	0,8	Mendung	Mendung	0,8	192
16:00	Mendung	0,8	Mendung	Mendung	0,8	192
17:00	-	-	-	-	-	-
18:00	-	-	-	-	-	-
19:00	-	-	-	-	-	-
20:00	-	-	-	-	-	-
21:00	-	-	-	-	-	-
22:00	-	-	-	-	-	-
23:00	-	-	-	-	-	-
0:00	-	-	-	-	-	-
1:00	-	-	-	-	-	-
2:00	-	-	-	-	-	-
3:00	-	-	-	-	-	-
4:00	-	-	-	-	-	-
5:00	-	-	-	-	-	-
6:00	-	-	-	-	-	-
7:00	-	-	-	-	-	-
8:00	-	-	-	-	-	-
9:00	-	-	-	-	-	-



Grafik 4. . Data Pengukuran Tegangan dan Arus Pada *Inverter*

Berdasarkan grafik 4 dapat dilihat bahwa nilai beban dan cuaca dapat mempengaruhi tegangan *output* pada *inverter* yang digunakan. Pada nilai beban 240 Watt nilai tegangan yang dihasilkan oleh *inverter* sebesar 219 Volt pada jam 10:00 dengan cuaca cerah dan 192 Volt pada jam 15:00 dengan cuaca mendung. Sedangkan, pada nilai beban 40 Watt nilai tegangan yang dihasilkan oleh *inverter* lebih stabil sebesar 233 Volt pada jam 10:00 dengan cuaca cerah dan 226 Volt pada jam 15:00 dengan cuaca cerah. Semakin besar nilai beban yang digunakan semakin cepat habis kapasitas baterai yang dimiliki, pada beban 240 Watt mampu bertahan selama 6 jam dengan fluktuasi cuaca sedangkan pada beban 40 Watt mampu bertahan selama 16 jam dengan fluktuasi cuaca.

Perhitungan Kapasitas Baterai

$$P_{\text{baterai}} = 12 \text{ V} \times 100 \text{ Ah}$$

$$P_{\text{baterai}} = 1200 \text{ Wh}$$

Perhitungan Kapasitas Baterai Berdasarkan Beban

$$I_{\text{BC}} = \frac{50 \text{ W}}{12 \text{ V}}$$

$$I_{\text{BC}} = 4,16 \text{ Ah}$$

Perhitungan Kapasitas Baterai Berdasarkan Beban dan DOD

$$I_{\text{BCDOD}} = \frac{4,16 \text{ Ah}}{0,8}$$

$$I_{\text{BCDOD}} = 5,2 \text{ Ah}$$

Berdasarkan perhitungan diatas, dengan baterai berkapasitas 100 Ah mampu menyuplai beban 50 Watt selama 19,23 Jam. Jika, dengan beban 500 Watt maka hanya mampu selama 1,9 Jam. Beban 500 Watt dapat bertahan hingga 13,4 Jam jika memiliki baterai berkapasitas 700 Ah.

IV. KESIMPULAN

Dalam penelitian “Rancang Bangun Pembangkit Listrik *Portable* Tenaga Surya dan Angin dengan Sistem *Hybrid* untuk Tempat Pengungsian Bencana Alam”, di dapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada pengukuran *solar cell* didapatkan hasil semakin besar intensitas cahaya matahari maka didapatkan semakin besar arus dan tegangannya, untuk perolehan data pada pengukuran *solar cell* didapatkan tegangan tertinggi 20V dan arus 1,16A pada cuaca cerah.
2. Pada pengukuran *wind turbine* didapatkan hasil semakin besar kecepatan angin maka didapatkan semakin besar tegangan yang dihasilkan. Untuk perolehan data pada pengukuran *wind turbine* didapatkan tegangan tertinggi yaitu 24V dengan kecepatan angin 360Rpm.
3. Dengan sistem *hybrid* memiliki kelebihan pendapatan sumber tegangan dari 2 sumber berbeda, dimana pada alat ini sumber pertama dihasilkan oleh *solar cell* dan sumber kedua dihasilkan oleh *wind turbine*. Sehingga jika salah satu sumber pembangkit listrik tidak bekerja maka akan dibantu oleh pembangkit listrik kedua atau digunakan secara bergantian sesuai dengan kondisi alam di lapangan.
4. Dengan digunakannya model *portable* pada alat ini maka akan mempermudah proses transportasi serta perpindahan alat yang akan digunakan di tempat pengungsian bencana alam.

DAFTAR PUSTAKA

Mario Roal, “Peningkatan Efisiensi Energi Menggunakan Baterai Dengan Kendali Otomatis Penerangan Ruang Kelas Berbasis PLTS,” *J. Elkha*, vol. 7, no. Jurnal ELKHA Vol.7, No 2, Oktober 2015, pp. 12–19, 2015.

Ruskardi, “Kajian Teknis dan Analisis Ekonomis PLTS Off-Grid Solar System Sebagai Sumber Energi Alternatif,” *J. Tek. Elektro*, vol. 7, no. 1, pp. 1–6, 2015, [Online]. Available: <http://jurnal.untan.ac.id/index.php/Elkha/article/download/9409/9298>.

S. Honsberg, Christiana & Bowden, “Photovoltaic: Device, Systems, and Application PVCROM 1.0.” .2009.

Y. I. Nakhoda and C. Saleh, “The Effect of Air Gap Distance Variation Between Stator and Rotor in Permanent Magnet Generator With Low Rotation Multi-Disc Axial Flux,” *JEEMecs (Journal Electr. Eng. Mechatron. Comput. Sci.)*, vol. 3, no. 1, pp. 55–64, 2020, doi: 10.26905/jeemecs.v3i1.3999.