

# Kendali *Supply* Beban Pada Sistem Pembangkit *Hybrid*

<sup>1</sup>Hartawan Abdillah, <sup>2</sup>A.N. Afandi, <sup>3</sup>Aldilla Qurrata A'yun, <sup>4</sup>Sulton Ari wibowo

<sup>1</sup> Pascasarjana Teknik Elektro, Universitas Negeri Malang, Malang

<sup>2</sup> Teknik Elektro, Universitas Negeri Malang, Malang

<sup>3</sup> Teknik Informatika, Universitas Islam Negeri Malang, Malang

<sup>4</sup> Teknik Elektro, Universitas Negeri Malang, Malang

<sup>1</sup>abdillahhartawan@gmail.com, <sup>2</sup>an.afandi@um.ac.id, <sup>3</sup>aldillaqurrataayun@gmail.com, <sup>4</sup>sultonariwibowo66@gmail.com

## Article Info

### Article history:

Received December 7<sup>th</sup>, 2019

Revised January 16<sup>th</sup>, 2020

Accepted February 6<sup>th</sup>, 2020

### Keyword:

Hybrid Generator  
PLTS  
PLTB  
Load Supply Control

## ABSTRACT

The Solar Power Plant is hybridized with other generating systems, namely the Wind Power Plant is one of the promising alternative energies in Indonesia. Power plant hybridization is using two or more power plants with different energy sources. Generally combined and supplied with PLN or Genset, in order to obtain synergies that provide economic and technical benefits (reliability of the supply system). The hybrid generator will maximize its use if supported by its load control. Use of efficient electrical energy is balanced with the use of the load released. Hybrid plants will not occur. Based on tests that have been carried out the intensity of sunlight affects the power produced by solar cells. The highest sunlight intensity when testing is during the day at 567 Lux with a voltage value of 21.22 V and current of 0.30 A, while the lowest intensity of sunlight is at 17.00 with the intensity of sunlight 56 Lux with a voltage value of 5.5 V and current 0.15 A

Copyright © 2020 Jurnal FORTECH.  
All rights reserved.

*Abstrak*— Pembangkit Listrik Tenaga Surya dihibridasi dengan sistem pembangkit yang lain yaitu Pembangkit Listrik Tenaga Angin menjadi salah satu energi alternatif yang menjanjikan di Indonesia. Hibridasi pembangkit listrik adalah menggunakan dua atau lebih pembangkit listrik dengan sumber energi yang berbeda, umumnya dikombinasikan dan disupply dengan PLN atau Genset sehingga diperoleh sinergi yang memberikan keuntungan ekonomis maupun teknis (keandalan sistem supply). Pembangkit Hybrid akan maksimal pemakaiannya jika disertai dengan kendali bebannya. Kendali beban bertujuan mengatur pemakaian energi listrik secara efisien agar energi listrik yang dibangkitkan seimbang dengan penggunaan beban yang dikeluarkan sehingga Pembangkit Hybrid tidak akan terjadi *Black Out*. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan intensitas cahaya matahari mempengaruhi daya yang dihasilkan oleh sel surya. Intensitas cahaya matahari tertinggi saat pengujian yaitu pada siang hari sebesar 567 Lux dengan nilai tegangan 21.22 V dan arus 0.30 A, sedangkan intensitas cahaya matahari terendah pada sore pukul 17.00 dengan intensitas cahaya matahari 56 Lux dengan nilai tegangan 5.5 V dan arus 0.15 A.

Kata Kunci— Pembangkit Hybrid, PLTS, PLTB, Kendali *Supply* Beban

## I. PENDAHULUAN

Energi terbarukan seperti energi matahari, angin, gelombang laut, panas bumi, dan lainnya belum dimanfaatkan secara optimal. Energi angin dan energi surya merupakan energi alternatif yang mempunyai prospek baik karena selalu

tersedia di alam, dan merupakan sumber energi yang bersih dan terbarukan kembali [1]. Berdasarkan fenomena ini energi terbarukan seperti tenaga surya dan angin menjadi salah satu energi alternatif yang menjanjikan untuk Indonesia [2]. Energi listrik yang dihasilkan oleh Pembangkit Listrik Tenaga Surya dan Pembangkit Listrik Tenaga Angin sangat dipengaruhi oleh intensitas radiasi cahaya matahari dan kecepatan angin yang diterima oleh sistem [3]. Untuk ketersediaan dan pemanfaatan energi listrik dari tenaga surya dan angin diperlukan hibridasi dengan sumber PLN atau genset jika terjadi *Black Out* [4]. Kombinasi dari keempat sumber energi listrik tersebut dikenal dengan Pembangkit Hybrid.

Pembangkit Hybrid akan maksimal pemakaiannya jika disertai dengan kendali bebannya. Penggunaan beban yang tidak terkendali di Gedung Fakultas Teknik Elektro Universitas Negeri Malang menjadi suatu masalah, penggunaan beban yang berlebihan akan berpengaruh pada pembangkit hybrid tersebut, kendali beban bertujuan mengatur pemakaian energi listrik secara efisien agar penggunaan energi listrik dapat dikendalikan dan penggunaannya tidak berlebihan.

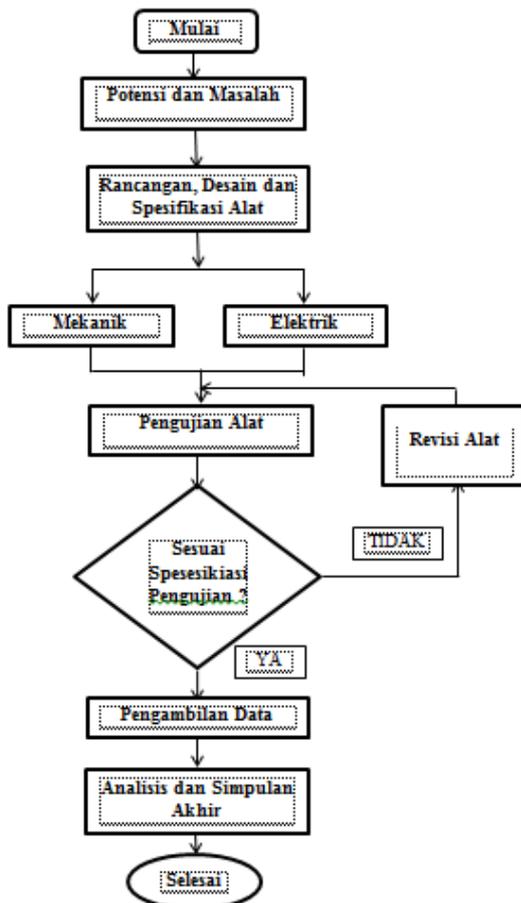
Gedung Fakultas Teknik Elektro Universitas Negeri Malang memiliki tiga tempat penggunaan beban yaitu beban didalam gedung (*indoor load*), diluar gedung (*outdoor load*) dan *illegal load*, beban ilegal bisa terdapat didalam atau diluar gedung, beban ini diketahui apabila penggunaan beban didalam atau diluar gedung penggunaannya melebihi batas yang telah ditentukan. Maka kendali beban akan dibagi

menjadi tiga bagian: (1) Kendali beban (*Indoor Load*), (2) kendali beban (*Outdoor Load*), (3) kendali beban (*Illegal Load*), masing – masing beban akan ditentukan kapasitas dan dibatasi penggunaanya.

Dalam permasalahan tersebut paper ini bertujuan untuk merancang dan membuat Kendali Supply Beban Pada Sistem Pembangkit Hybrid agar energi listrik yang dibangkitkan seimbang dengan penggunaan beban yang dikeluarkan.

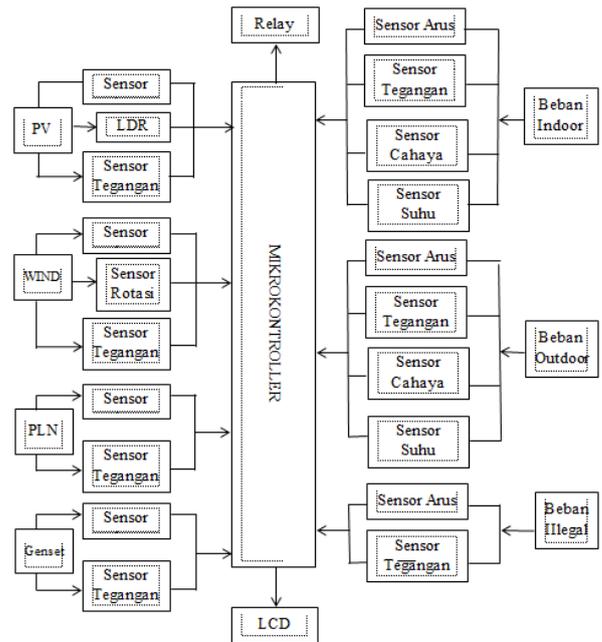
**II. METODE PENELITIAN**

Tahap penelitian paper kendali supply beban pada sistem pembangkit hybrid meliputi flow chart pada gambar dibawah ini.



Gambar 1 : Flow Chart Pembuatan alat

**A. Perancangan Elektrik**  
1. Diagram Blok

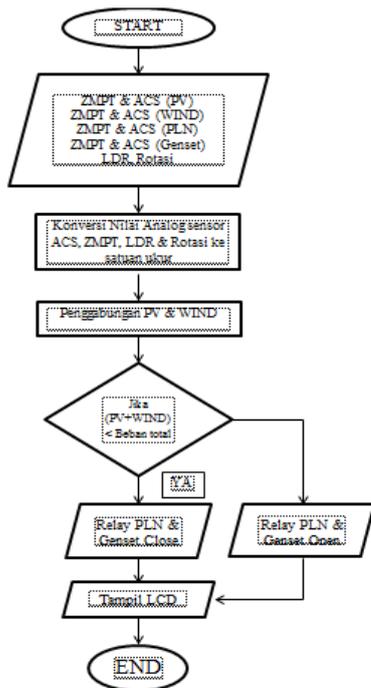


Gambar 2 : Diagram Blok

Adapun penjelasan dari proses kerja diagram blok pada Gambar adalah sebagai berikut:

1. Panel Surya berfungsi sebagai alat pengkonversi energi yang digunakan untuk mengisi baterai. Panel Surya dipasang diatas baterai agar mendapatkan sinar matahari secara maksimal, untuk kapasitas Panel 500 watt.
2. Wind turbin alat pengkonversi yang memanfaatkan hembusan angin sebagai sumber penghasil listrik. Alat utamanya adalah generator, generator tersebut maka dapat dihasilkan arus listrik dari gerakan blade/baling-baling yang bergerak karena hembusan angin, untuk kapasitas panel 500 Watt
3. PLN dan genset merupakan sumber dari kombinasi pembangkit hybrid, sebagai sumber energi cadangan, untuk kapasitas PLN dan Genset 900 Watt, 50 Hz.
4. Sensor tegangan dan arus mengkonversi nilai analog ke satuan ukur dan membaca daya ketika daya PV dan Wind kurang dari beban yang telah ditentukan maka sensor tegangan dan arus mengirim sinyal ke mikrokontroller. Sensor LDR berfungsi mengukur Intensitas dari cahaya matahari. Sensor rotasi berfungsi mengukur kecepatan pada turbin angin.
5. Relay On/Off berfungsi pemutus arus ketika terjadi beban lebih dan sebagai switch antara sumber dari PV dan Wind dengan PLN dan genset pada sistem hybrid. LCD sebagai monitoring daya dari PV, Wind, PLN dan Genset serta daya pada beban.

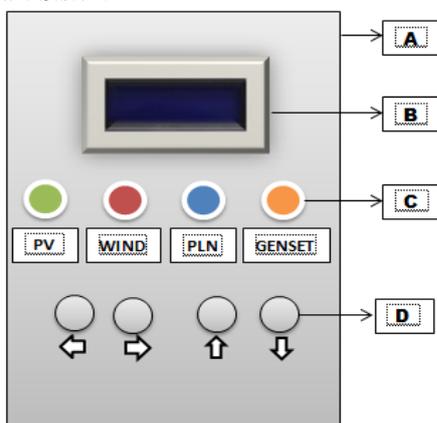
B. Flowchart Sistem



Gambar 3 : Flowchart Sistem

Pada pertama kali alat dijalankan atau *start* awal yaitu inisialisasi sensor tegangan, sensor arus, LDR dan sensor rotasi, setelah inisialisasi sensor – sensor proses konversi nilai analog sensor tegangan, sensor arus, LDR dan sensor rotasi ke satuan ukur agar nilai tersebut dibaca dan ditampilkan di LCD, kemudian penggabungan sumber energi antara sel surya (PV) dengan turbin angin (WT) penggabungan ini merupakan proses hybridasi, selanjutnya jika energi yang dihasilkan sel surya (PV) dan turbin angin (WT) kurang dari beban total, jika Ya maka relay PLN otomatis *close* maka energi dari sel surya (PV) dan turbin angin (WT) digantikan oleh PLN dan Genset, jika tidak maka relay PLN open maka energi yang dipakai masih dari energy sel surya (PV) dan turbin angin (WT), kemudian nilai ukur akan ditampilkan di LCD.

C. Flowchart Sistem



Gambar 4 : Perancangan Mekanik

Adapun penjelasan perancangan mekanik Sistem Pembangkit Hybrid diatas adaah sebagai berikut :

Panel Box, Panel box berukuran 60x40 cm yaitu tempat peletakan elektrik seperti mikrokontroller, lampu indikator dan Push Button. LCD, berfungsi untuk menampilkan daya dari sel surya, turbin angin, PLN, genset dan daya dari beban selain itu menampilkan nilai ukur dari intensitas cahaya matahari, kecepatan putaran turbin dan nilai dari intensitas cahaya, suhu dan kelembapan yang ada pada beban. Push button, sebagai tombol arah kanan, kiri, atas dan bawah pada LCD.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Alat

Pengujian alat dilakukan ketika semua komponen pada alat telah terhubung sesuai dengan blok diagram sistem yang telah dirancang dan mekanik untuk pendukung sistem yang telah dibuat, pengujian yang dilakukan hanya menggunakan sumber energi surya dan PLN. Tahapan metode pengujian meliputi: Pengujian tiap blok rangkaian meliputi blok input sensor arus ACS172, sensor tegangan ZMPT101B, sensor cahaya, sensor rotasi kemudian blok kontroller pada arduino mega 2560, dan blok outputan berupa kontak relay yang berada pada beban. Pengujian dilakukan dengan sistem secara keseluruhan.

1. Pengujian tiap blok

pengujian sensor arus ACS 712 dan sensor tegangan ZMPT 101B yaitu dapat terlihat bahwa lampu indikator yang terdapat pada kedua sensor menyala, dan hasil pengukuran yang ditampilkan di LCD dengan pembacaan nilai arus dan tegangan menggunakan beban lampu 5 Watt dapat terukur. Nilai pembacaan nilai arus dan tegangan dapat dilihat pada Gambar 1



Gambar 1 : Pengujian Sensor Arus ACS 712 Dan Sensor Tegangan ZMPT 101b

Pada gambar pengujian sensor arus ACS 712 dan sensor tegangan ZMPT 101B diatas dapat dilihat pengukuran pada tegangan PLN dengan nilai tegangan 204,75 V dan nilai arus sebesar 0,03 A serta nilai beban padai lampu sebesar 5 Watt yang ditampilkan di LCD pada beban 1. Pengujian sensor arus dan tegangan menggunakan PLN sebagai sumber pengujian. Pengujian sensor arus dan tegangan juga melakukan pengambilan sampel pengukuran setiap satu menit. Sampel pengukuran setiap satu menit dapat dilihat pada Tabel 1 pengukuran setiap satu menit.

Tabel 1. Data Parameter

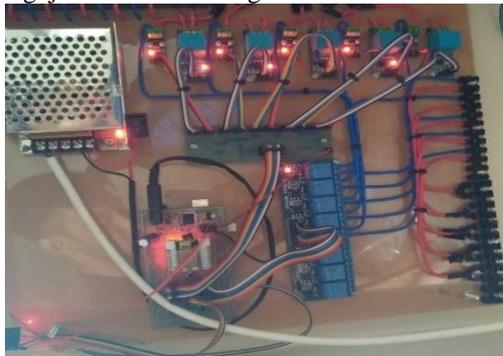
No	PLN			Load 1		
	Voltage	Current	Daya	Voltage	Current	Daya
1	204,75	0,03	6,14	204,75	0,03	6,14
2	202,31	0,03	6,07	202,31	0,03	6,07
3	201,09	0,03	6,03	201,09	0,03	6,03
4	202,31	0,03	6,07	202,31	0,03	6,07
5	201,09	0,03	6,03	201,09	0,03	6,03
6	202,31	0,03	6,07	202,31	0,03	6,07
7	201,09	0,03	6,03	201,09	0,03	6,03
8	202,31	0,03	6,07	202,31	0,03	6,07
9	199,86	0,03	6,00	199,86	0,03	6,00

Pengujian pengukuran menggunakan sensor tegangan ZMPT 101B dan sensor arus ACS 712 pada alat diatas yang ditampilkan di LCD pada gambar 1 menunjukan nilai tegangan yang terukur senilai 204,75 V sedangkan arus dengan nilai pengukuran 0,03 A selanjutnya pengujian akan dibandingkan dengan mengukur dengan menggunakan AVO meter. Nilai pembacaan nilai tegangan dengan menggunakan AVO meter dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 : Pembacaan Nilai Tegangan dengan Menggunakan AVO Meter

2. Pengujian dilakukan dengan sistem secara keseluruhan



Gambar 3 : Pengujian Sistem

Pada pengujian yang ditampilkan gambar diatas mikrokontroller di *supply* dengan power *supply* sebagai catu daya dengan tegangan 5 V. Relay, sensor arus dan sensor tegangan dihubungkan ke mikrokontroller arduino mega dan dapat dilihat pada gambar diatas lampu indikator dari mikrokontroller, sensor arus, sensor tegangan dan relay meyalakan menandakan komponen berfungsi dengan baik. Pengujian selanjutnya yaitu menguji blok sistem keseluruhan dan LCD akan menampilkan nilai tegangan, arus dan intensitas cahaya matahari dari sumber energi surya dan PLN kemudian tegangan dan arus dari ke tiga beban yaitu beban indoor, beban outdoor dan beban illegal.

Tabel 2 : Hasil Pengujian Pengukuran Arus Dan Tegangan Pada Tanggal 26/01/2019

No	Date & Time	Tegangan	Arus	Daya	Kondisi	Cahaya
1	1/26/2019 7:00	20.68	0.37	7.6516	1	565
2	1/26/2019 8:00	20.52	0.84	17.236	1	545
3	1/26/2019 9:00	20.2	0.87	17.574	1	517
4	1/26/2019 10:00	19.77	0.37	7.3149	1	502
5	1/26/2019 11:00	19.39	0.44	8.5316	1	431
6	1/26/2019 12:00	20.03	0.44	8.8132	1	525
7	1/26/2019 13:00	19.93	0.44	8.7692	1	520
8	1/26/2019 14:00	19.93	0.44	8.7692	1	520
9	1/26/2019 15:00	20.41	0.44	8.9804	1	539
10	1/26/2019 16:00	19.93	0.44	8.7692	1	520
11	1/26/2019 17:00	17.13	0.44	7.5372	1	415

Pengukuran tegangan dan arus pada panel surya dengan menggunakan AVO meter dan tang ampere dapat dilihat pada Gambar 4



Gambar 4 : Pembacaan Nilai Tegangan dan Arus dengan Menggunakan Avo Meter, Tang Amper serta LCD

Berdasarkan pengujian pengukuran pada solar cell diatas pada hari ke 1 pada tanggal 26/1/2019 antara jam 07.00 WIB sampai dengan jam 17.00 WIB, dapat terlihat bahwa tegangan tertinggi yaitu sebesar 20.68 V pada jam 07.00 WIB

dengan intensitas cahaya matahari sebesar 565 Lux, sedangkan tegangan terendah sebesar 17.13 V pada jam 17.00 WIB dengan intensitas cahaya matahari sebesar 415 Lux.

Tabel 3 : Hasil Pengujian Pengukuran Arus Dan Tegangan Pada Tanggal 27/01/2019

No	Date & Time	Tegangan	Arus	Daya	Kondisi	Cahaya
1	1/27/2019 7:00	20.79	0.41	8.523	1	565
2	1/27/2019 8:00	20.30	0.15	3.045	1	522
3	1/27/2019 9:00	19.28	0.15	2.892	1	510
4	1/27/2019 10:00	20.46	0.15	3.069	1	540
5	1/27/2019 11:00	20.2	0.22	4.444	1	506
6	1/27/2019 12:00	20.25	0.22	4.455	1	537
7	1/27/2019 13:00	20.14	0.22	4.4308	1	524
8	1/27/2019 14:00	20.57	0.3	6.171	1	541
9	1/27/2019 15:00	19.44	0.22	4.2768	1	508
10	1/27/2019 16:00	19.82	0.07	1.3874	1	511
11	1/27/2019 17:00	16.01	0.22	3.522	1	395

Berdasarkan pengujian pengukuran pada solar cell diatas pada hari ke 2 pada tanggal 27/1/2019 antara jam 07.00 WIB sampai dengan jam 17.00 WIB, dapat terlihat bahwa tegangan tertinggi yaitu sebesar 20.79 V pada jam 07.00 WIB dengan intensitas cahaya matahari sebesar 565 Lux, sedangkan tegangan terendah sebesar 16.01 V pada jam 17.00 WIB dengan intensitas cahaya matahari sebesar 395 Lux.

Tabel 4 : Hasil Pengujian Pengukuran Arus Dan Tegangan Pada Tanggal 28/01/2019

No	Date & Time	Tegangan	Arus	Daya	Kondisi	Cahaya
1	1/28/2019 7:00	20.89	0.15	3.133	1	527
2	1/28/2019 8:00	19.93	0.15	2.989	1	525
3	1/28/2019 9:00	20.09	0.22	4.419	1	540
4	1/28/2019 10:00	20.36	0.22	4.479	1	552
5	1/28/2019 11:00	20.14	0.30	6.042	1	531
6	1/28/2019 12:00	21.22	0.30	6.366	1	567
7	1/28/2019 13:00	19.87	0.37	7.351	1	488
8	1/28/2019 14:00	18.48	0.37	6.837	1	407
9	1/28/2019 15:00	10.6	0.28	2.968	1	227
10	1/28/2019 16:00	6.5	0.32	2.08	1	113
11	1/28/2019 17:00	5.5	0.15	0.825	1	56

Berdasarkan pengujian pengukuran pada solar cell diatas pada hari ke 3 pada tanggal 28/1/2019 antara jam 07.00 WIB sampai dengan jam 17.00 WIB, dapat terlihat bahwa tegangan tertinggi yaitu sebesar 21.22 V pada jam 07.00 WIB

dengan intensitas cahaya matahari sebesar 557 Lux, sedangkan tegangan terendah sebesar 5.5 V pada jam 17.00 WIB dengan intensitas cahaya matahari sebesar 56 Lux.

Kondisi atmosfer bumi atau cuaca yaitu berawan, mendung, jenis partikel debu udara, asap, uap air udara, kabut dan polusi sangat menentukan hasil maximum arus listrik dari deretan sel surya yang akan mempengaruhi proses konversi dari energi panas matahari menjadi energi listrik atau daya yang dihasilkan oleh sel surya tersebut. [5] Selain keadaan atmosfer posisi matahari terhadap panel juga berpengaruh pada daya yang akan dihasilkan oleh panel, namun pada pengujian keseluruhan yang dilakukan diatas yaitu pengujian dengan mengacu pada pengaruh intensitas cahaya matahari terhadap tegangan dan arus yang dihasilkan oleh sel surya, daya yang dihasilkan tersebut dapat dilihat dari intensitas cahaya matahari pada saat pagi, siang dan sore hari.

Data hasil pengukuran pengujian sel surya diatas menunjukkan intensitas cahaya tertinggi selama pengujian yaitu terjadi pada pengujian hari ke 3 pukul 12.00 dengan intensitas cahaya matahari sebesar 567 Lux serta dengan nilai tegangan 21.22 V dan arus 0.30 A, sedangkan intensitas cahaya matahari terendah pada hari ke 3 pukul 17.00 dengan intensitas cahaya matahari 56 Lux memiliki nilai tegangan 5.5 V dan arus 0.15. Dari data hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa intensitas cahaya matahari mempengaruhi daya yang dihasilkan oleh sel surya.

**IV. KESIMPULAN**

Kesimpulan dari Kendali *Supply* Beban Pada Sistem Pembangkit Hybrid sebagai berikut. Energi terbarukan seperti energi surya dan energi angin menjadi energi alternatif di masa depan jika pemanfaatannya dapat digunakan secara baik. Penggunaan beban secara berlebihan dapat mempengaruhi proses pembangkitan dari energi surya dan energi angin maka diperlukan kendali beban agar beban yang dibangkitkan seimbang dengan beban yang digunakan. Data pengujian kendali *supply* beban pada sistem pembangkit hybrid tersebut menunjukkan bahwa intensitas cahaya matahari mempengaruhi daya yang dihasilkan oleh energi surya. Kedepannya, penelitian ini dapat dikembangkan dengan menambahkan dengan sistem *Internet Of Thing* (IOT) agar dapat memonitor dan mengambil data dengan mudah.

**V. DAFTAR PUSTAKA**

[1] M. Najib Habibie, Achmad Sasmito, Roni Kurniawan. 2011. *Kajian Potensi Energi Angin di Wilayah Sulawesi dan Maluku*. Jurnal Meteorologi Dan Geofisika Volume 12 Nomor 2 - September 2011

[2] Supranto.2015.*Teknologi Tenaga Surya*. Yogyakarta: Global Pustaka Utama.

[3] Ibrahim Nawawi. 2017. *Sistem Tenaga Angin Sekala Kecil Pada Bangunan Bertingkat*. Universitas Tidar Magelang.

- [4] Permana Adi Ditto, Unggul Wibawa, Teguh Utomo, 2012. *Studi Analisis Pembangkit Listrik Hybrid (Diesel Angin) di Pulau Karimun Jawa*. Universitas Brawijaya
- [5] Hasyim Asy'ari1, Jatmiko, Angga. 2012. Intensitas Cahaya Matahari Terhadap Daya Keluaran Panel Surya. *Simposium Nasional RAPI XI FT UMS – 2012*. Universitas Muhammadiyah Surakarta.