JREEC
JOURNAL RENEWABLE ENERGY ELECTRONICS AND CONTROL
homepage URL : https://ejurnal.itats.ac.id/jreec

Simulasi Lampu PJU Berbasis PV dan *Wind Turbine* Pada Jalan Tambak Cemandi

Randi Windanu[1]

[1] Jurusan Teknik Elektro, *Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya*

INFORMASI ARTIKEL

Jurnal JREEC – Volume 01
Nomer 01, Mei 2021

Halaman: 77 – 84
Tanggal Terbit :
31 Mei 2020

EMAIL

Randiwi2@gmail.com

PENERBIT

Jurusan Teknik Elektro-ITATS
Alamat:
Jl. Arief Rachman Hakim No.100,Surabaya 60117,
Telp/Fax: 031-5997244

ABSTRACT

Public Street Lighting using hybrid power station has become alternative energy which is environmentally friendly as it empowers renewable and unlimited energy from nature exactly from the sun and wind. Juanda area, located on Tambak Cemandi road in Sedati Sidoarjo, is an open road where many salt farmers do their works there and use the wind energy to spin the turbine. Thus, it is expected that the wind will work optimally in the turbine. This simulation used totally 640 watts and had turned on for 11 hours/day. Accordingly, the required energy was 7.040 Wh. The hybrid power station was strung by buck boost converter method. The results of simulation using software PSIM 9.0.3 demonstrated that the total power generated by Hybrid power station could be used for filling the accumulator 12 V 600 Ah for 9 hours. Moreover, it could be used for turning on the Public Street Lighting having 6965.64 Wh. In sum, this simulation obtained total efficiency 96.74%.

Keywords: *Photovoltaic, Wind Turbine, Public Street Lighting, Hybrid Power Station, Buck Boost Converter*

ABSTRAK

Penerangan Jalan Umum dengan menggunakan pembangkit tenaga hybrid merupakan sebuah alternatif yang ramah lingkungan karena menggunakan sumber energi terbarukan dan tak terbatas dari alam, yaitu energi matahari dan energi angin. Daerah Juanda yang terletak di sedati sidoarjo tepatnya di jalan Tambak Cemandi merupakan jalan yang terbuka, dimana terdapat lahan petani garam disekelilingnya yang juga memanfaatkan energi angin untuk memutar kincir pada lahannya, diharapkan nantinya angin berpotensi bekerja secara optimal pada turbin angin. Pada simulasi ini akan menggunakan lampu dengan total daya sebesar 640 *watt* dan menyala selama 11 jam/hari, jadi energi yang dibutuhkan 7.040 Wh. Pembangkit hybrid dirangkai menggunakan metode *buck boost converter*. Hasil simulasi menggunakan software PSIM 9.0.3 daya total yang dihasilkan pembangkit Hybrid ini dibutuhkan untuk mengisi aki 12 V 600 Ah selama 9 jam, selanjutnya digunakan untuk menyalakan lampu PJU dengan total beban 6965,64 Wh. Berdasarkan hasil simulasi maka diperoleh efisiensi daya sebesar 96,74%.

Kata kunci : Photovoltaic, *Wind Turbine*, Penerangan Jalan Umum, Pembangkit Hybrid, *Buck Boost Converter*

PENDAHULUAN

Energi terbarukan adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan energi dari sumber yang tak terbatas, termasuk energi surya energi angin, tenaga air, biomassa (berasal dari tumbuhan), energi panas bumi, dan energi laut. Peningkatan penggunaan energi terbarukan bisa mengurangi pembakaran bahan bakar fosil (batu bara, minyak bumi, dan gas alam).

Energi matahari saat ini merupakan sumber energi yang tak terbatas, alat untuk menubah energi mata hari menjadi energi listrik adalah photovoltaic (PV). Energi angin pun juga demikian, dengan komponen turbin angin (wind turbine) dan generator dapat mengubah energi angin menjadi energi listrik. namun kecepatan angin di indonesia tergolong berpotensi rendah, yaitu hanya berkisar antara 3 – 5 m/s. [1]

Menurut data BMKG stasiun meteorologi Juanda pada januari 2019, lama penyinaran matahari mencapai 10 jam dan kecepatan angin rata rata berkisar 3-6 m/s[16], cahaya matahari dan tenaga angin dapat diperoleh secara optimal ditempat yang terbuka.

Daerah Juanda yang terletak di sedati sidoarjo tepatnya di jalan Tambak Cemandi merupakan jalan yang terbuka, dimana terdapat lahan petani garam disekelilingnya yang juga memanfaatkan energi angin untuk memutar kincir pada lahannya, diharapkan nantinya angin berpotensi bekerja secara optimal pada turbin angin

Potensi tersebut juga dapat memberikan sistem baru yaitu sistem pembangkit hybrid menggunakan pembangkit tenaga surya dan tenaga angin, yang rencananya akan dipasang pada lampu penerangan jalan umum (PJU) tambak cemandi agar dapat menghemat energi, karena lampu PJU pada jalan tersebut masih menggunakan listrik dari PLN.

Perlunya lampu penerangan jalan umum sangat penting bagi masyarakat untuk melakukan aktifitas dijalan raya ketika malam hari, karena dipinggir jalan tersebut tepatnya pada lahan petani garam dan persawahan, penerangan malam hari hanya mengandalkan PJU.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka penelitian yang akan dikembangkan adalah "Simulasi lampu penerangan jalan umum berbasis pembangkit hybrid (tenaga surya dan tenaga angin) pada jalan Tambak Cemandi".

TINJAUAN PUSTAKA

Penerangan Jalan Umum (PJU)

Lampu penerangan jalan adalah fasilitas umum untuk melengkapi jalan yang biasa dipasang di kiri atau kanan jalan dan di tengah (pada bagian median jalan) yang berfungsi untuk menerangi jalan maupun lingkungan pada sekitar jalan yang diperlukan termasuk persimpangan jalan, jalan layang, jembatan, jalan di bawah tanah dan terowongan. Penerangan Jalan Tenaga Surya merupakan sebuah alternatif yang murah dan hemat untuk digunakan sebagai sumber listrik penerangan karena menggunakan sumber energi gratis dan tak terbatas dari alam yaitu energi matahari. Lampu ini secara otomatis dapat mulai menyala pada sore hari dan padam pada pagi hari dengan perawatan yang mudah dan efisien selama bertahun tahun. Lampu Jalan Tenaga Surya menggunakan Lampu LED jenis hi-power yang sangat terang, hemat energi dan tahan lama.

Photovoltaic(PV)

Photovoltaic ditemukan pada abad ke-19 yang merupakan pembangkit energy listrik dari energi matahari. Pada tahun 1950, modul *Photovoltaic* pertama dikembangkan dan digunakan secara komersial**.** Teknologi yang menggunakan semi konduktor, memiliki prinsip dan cara kerja yang sama. Foton dari sinar matahari menangkap elektron didalam PV cell sehingga memberikan energi bagi sebagian elektron untuk melakukan perpindahan dari junction semi konduktor, sehingga menimbulkan "tekanan" energi listrik. Alasan tekanan ini adalah ketidaksamaan listrik, muatan elektron negatif terlalu banyak pada sisi junction dan muatan electron positif juga terlalu banyak pada sisi lainnya. Saat electron mengalir maka tekanan akan berkurang, sehingga terjadi interkoneksi antar sel. Pada saat sel saling terhubung maka terciptalah modul *Photovoltaic*.

Gambar 1. *Modul Photovoltaic*

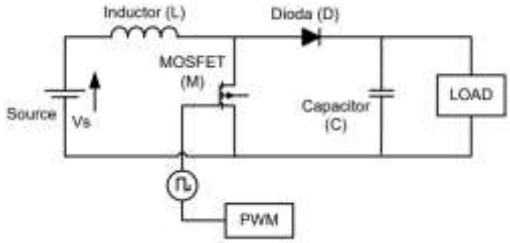
Modul yang tersebar dipasaran memiliki output sekitar 20 volt, dan pengisian sebesar 14 volt, sehingga modul tersebut dapat digunakan mengisi baterai 12 Volt, pada umumnya modul tersebut terdiri dari 36 cell. Output dari modul ini menghasilkan arus DC (searah).

Turbin Angin

Turbin angin adalah suatu modul atau alat yang digunakan untuk mengkonversi energi kinetis angin menjadi energi mekanik berupa putaran,turbin angin bekerja berdasarkan memotong datangnya hembusan angin pada *sudu* blade yang terhubung pada poros. Akibat dari adanya perpotongan tersebut timbullah energi mekanik berupa putaran yang dapat digunakan untuk memutar pompa air,memutar generator yang dapat dimanfaatkan untuk sumber energi listrik.

Buck – Boost Converter

Boost konverter Boost terdiri dari induktor (L), dioda (D), kapasitor (C), dan saklar MOSFET (M). Induktor dan dioda pada boost converter berfungsi sebagai sumber arus dan tegangan. Kapasitor berfungsi untuk membatasi penurunan tegangan output. Rangkaian konverter digunakan untuk menaikkan tegangan input untuk 2 Photovoltaik sekitar 48 Volt. Ketika kondisi sakelar off (M) maka ujung induktor (L) positif,



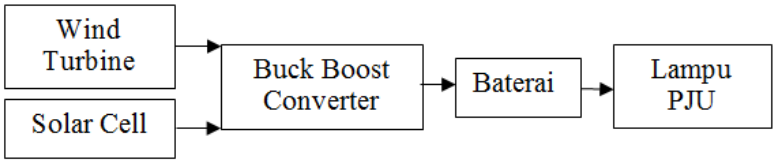
Gambar 2. Boost Converter Sirkuit

Konverter *buck boost* sebagai salah satu regulator mode pensaklaran menghasilkan tegangan keluaran yang lebih kecil atau lebih besar dibanding tegangan masukannya.

METODE

Deskripsi Sistem

Untuk mempermudah dalam pemodelan sistem secara keseluruhan maka diperlukan gambaran suatu penelitian yang digunakan sebagai acuan dasar, berikut blok diagram pada penelitian ini:

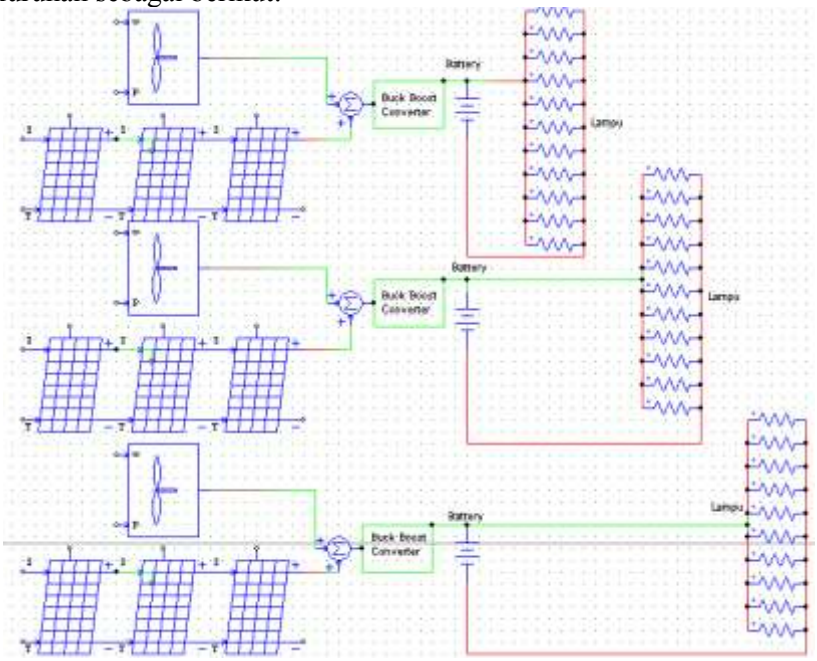


Gambar 3. Blok Diagram

Dapat diketahui bahwa sumber daya awal adalah *photovoltaic* dan generator *wind turbin*, lalu melalui rangkaian *buck boost converter* untuk *charger* baterai, setelah itu baterai langsung dihubungkan ke beban yaitu lampu PJU yang berjumlah 32 lampu.

Rangkaian Simulasi *Hybrid*

Rangkaian PV dan *Wind Turbin* dirangkai dengan *buck boost converter*, sehingga ditemukan rangkaian keseluruhan sebagai berikut:



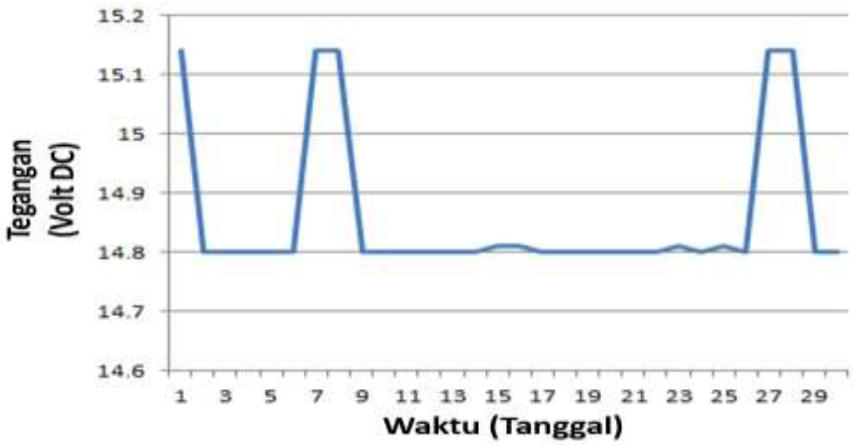
Gambar 4. Rangkaian *Hybrid* Pada PSIM

Wind turbin dan PV masing masing terhubung dengan *buck boost converter* untuk menstabilkan tegangan menuju *battery*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Pembangkit *Hybrid*

Pengujian ini dilakukan dengan memberikan perubahan input pada *Wind Turbin* dan *Photovoltaic* selama 30 hari agar mengetahui output tegangan Vdc yang keluar dari *Wind Turbin* dan *Photovoltaic* pada rangkaian Pembangkit *Hybrid*. Berdasarkan pengujian menunjukan bahwa kecepatan angin mempengaruhi output dari *wind turbine*, sedangkan temperature pada PV tidak mempengaruhi. Buck boost dalam keadaan stabil 14-15 Volt, cukup ideal untuk mengisi baterai 12Vdc. Pada gambar 5 menunjukan perubahan tegangan wind turbin selama 30 hari.



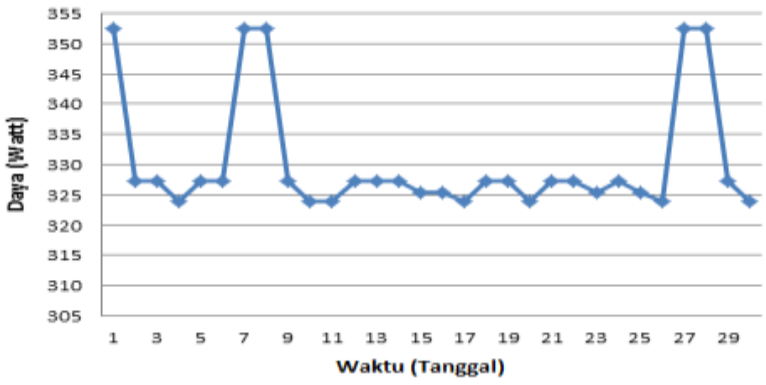
Gambar 5. Grafik Tegangan *Hybrid*

Pada gambar 6 dapat diketahui tegangan *Hybrid* selama 30 hari berkisar antara 14.80 Vdc sampai dengan 15.14 Vdc. Setelah mengetahui tegangan dari pembangkit *Hybrid* maka dapat diketahui daya pembangkit *Hybrid*

Tabel 1. Daya Pembangkit *Hybrid*

Tanggal	Tegangan *Hybrid (Vdc)*	Ampere *Hybrid*	Daya *Hybrid*
01-09-2019	15,51	21,85	352,47 *Watt*
02-09-2019	14,94	21,91	327,33 *Watt*
03-09-2019	14,94	21,91	327,33 *Watt*
04-09-2019	14,86	21,80	323,94 *Watt*
05-09-2019	14,94	21,91	327,33 *Watt*
06-09-2019	14,94	21,91	327,33 *Watt*
07-09-2019	15,51	21,85	352,47 *Watt*
08-09-2019	15,51	21,85	352,47 *Watt*
09-09-2019	14,94	21,91	327,33 *Watt*
10-09-2019	14,86	21,80	323,94 *Watt*
11-09-2019	14,86	21,80	323,94 *Watt*
12-09-2019	14,94	21,91	327,33 *Watt*
13-09-2019	14,94	21,91	327,33 *Watt*
14-09-2019	14,94	21,91	327,33 *Watt*
15-09-2019	14,89	21,85	325,34 *Watt*
16-09-2019	14,89	21,85	325,34 *Watt*
17-09-2019	14,86	21,80	323,94 *Watt*
18-09-2019	14,94	21,91	327,33 *Watt*

Berdasarkan hasil pengujian pada tabel 1 berkisar antara 323,94 *Watt* ampai dengan 352,47 *Watt* dimana kecepatan angin dan temperature sangat berpengaruh pada output *Hybrid.* Berikut pada gambar 7 hasil grafik daya pembangkit setelah dibebani lampu PJU.



Gambar 6: Grafik Daya Pembangkit *Hybrid*

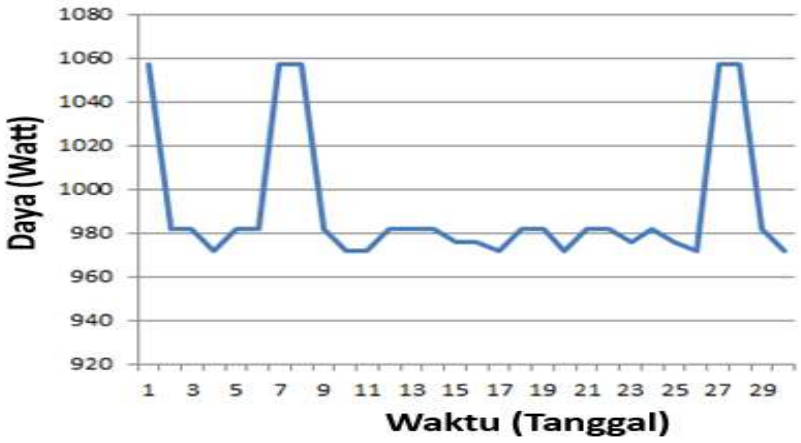
Berdasarkan percobaan simulasi ke 3 pembangkit *Hybrid* tersebut, dapat ditemukan total daya pembangkit yang dihasilkan:

Tabel 2. Daya Total Pembangkit *Hybrid*

Tanggal	*Hybrid* 1	*Hybrid* 2	*Hybrid* 3	TOTAL
01-09-2019	352,47 *Watt*	352,47 *Watt*	352,47 *Watt*	1.057,41 *Watt*

Tanggal	*Hybrid* 1	*Hybrid* 2	*Hybrid* 3	TOTAL
02-09-2019	327,33 *Watt*	327,33 *Watt*	327,33 *Watt*	981,99 *Watt*
03-09-2019	327,33 *Watt*	327,33 *Watt*	327,33 *Watt*	981,99 *Watt*
04-09-2019	323,94 *Watt*	323,94 *Watt*	323,94 *Watt*	971,82 *Watt*
05-09-2019	327,33 *Watt*	327,33 *Watt*	327,33 *Watt*	981,99 *Watt*
06-09-2019	327,33 *Watt*	327,33 *Watt*	327,33 *Watt*	981,99 *Watt*
07-09-2019	352,47 *Watt*	352,47 *Watt*	352,47 *Watt*	1.057,41 *Watt*
08-09-2019	352,47 *Watt*	352,47 *Watt*	352,47 *Watt*	1.057,41 *Watt*
09-09-2019	327,33 *Watt*	327,33 *Watt*	327,33 *Watt*	981,99 *Watt*
10-09-2019	323,94 *Watt*	323,94 *Watt*	323,94 *Watt*	971,82 *Watt*
11-09-2019	323,94 *Watt*	323,94 *Watt*	323,94 *Watt*	971,82 *Watt*
12-09-2019	327,33 *Watt*	327,33 *Watt*	327,33 *Watt*	981,99 *Watt*
13-09-2019	327,33 *Watt*	327,33 *Watt*	327,33 *Watt*	981,99 *Watt*
14-09-2019	327,33 *Watt*	327,33 *Watt*	327,33 *Watt*	981,99 *Watt*
15-09-2019	325,34 *Watt*	325,34 *Watt*	325,34 *Watt*	976,02 *Watt*
16-09-2019	325,34 *Watt*	325,34 *Watt*	325,34 *Watt*	976,02 *Watt*
17-09-2019	323,94 *Watt*	323,94 *Watt*	323,94 *Watt*	971,82 *Watt*
18-09-2019	327,33 *Watt*	327,33 *Watt*	327,33 *Watt*	981,99 *Watt*
19-09-2019	327,33 *Watt*	327,33 *Watt*	327,33 *Watt*	981,99 *Watt*
20-09-2019	323,94 *Watt*	323,94 *Watt*	323,94 *Watt*	971,82 *Watt*
21-09-2019	327,33 *Watt*	327,33 *Watt*	327,33 *Watt*	981,99 *Watt*
22-09-2019	327,33 *Watt*	327,33 *Watt*	327,33 *Watt*	981,99 *Watt*
23-09-2019	325,34 *Watt*	325,34 *Watt*	325,34 *Watt*	976,02 *Watt*
24-09-2019	327,33 *Watt*	327,33 *Watt*	327,33 *Watt*	981,99 *Watt*
25-09-2019	325,34 *Watt*	325,34 *Watt*	325,34 *Watt*	976,02 *Watt*
26-09-2019	323,94 *Watt*	323,94 *Watt*	323,94 *Watt*	971,82 *Watt*
27-09-2019	352,47 *Watt*	352,47 *Watt*	352,47 *Watt*	1.057,41 *Watt*
28-09-2019	352,47 *Watt*	352,47 *Watt*	352,47 *Watt*	1.057,41 *Watt*
29-09-2019	327,33 *Watt*	327,33 *Watt*	327,33 *Watt*	981,99 *Watt*
30-09-2019	323,94 *Watt*	323,94 *Watt*	323,94 *Watt*	971,82 *Watt*

Hasil total pengujian pada tabel 2 berkisar antara 971,82 *Watt* sampai dengan 1.057,41 *Watt,* dimana kecepatan angin dan temperature sangat berpengaruh pada output *Hybrid,* berikut hasil grafik total daya pembangkit setelah dibebani lampu PJU.



Gambar 7. Grafik Total Daya *Hybrid*

KESIMPULAN

Berdasarkan pada hasil pengujian simulasi dan perhitungan daya pemakaian pembangkit *hybrid* yang sudah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan, bahwa berdasarkan perencanaan dan perhitungan kebutuhan lampu PJU sebanyak 32 buah dengan total daya 640 *Watt* dan total energi pemakaian selama 11 jam adalah 7.040 Wh. Berdasarkan hasil simulasi maka diperoleh efisiensi daya sebesar 96,74 %

DAFTAR PUSTAKA

[1] Hasyim Asy'ari, 2013, "Desain Generator Magnet Permanen Kecepatan Rendah Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Angin Atau Bayu (PLTB)", Surakarta, Universitas Muhammadiyah Surakarta.

[2] BSN (Badan Standarisasi Nasional), 2008 "Spesifikasi Penerangan Jalan di Kawasan Perkotaan", Jakarta, Badan Standarisasi Nasional.

[3] Donny T B Sihombing dan Ir. Surya Tarmizi Kasim Msi, 2013 "Perencanaan Sistem Penerangan Jalan Umum dan Taman di Areal Kampus USU Dengan Menggunakan Teknologi Tenaga Surya", Medan, Universitas Sumatera Utara (USU).

[4] Berdasarkan penelitian Achmad Komarudin, 2014 "Desain dan Analisis Proporsional Kontrol Buck – Boost Converter Pada Sistem Photovoltaik", Malang, Politeknik Negeri Malang.

[5] Berdasarkan penelitian Achmad Komarudin, 2014 "Desain dan Analisis Proporsional Kontrol Buck – Boost Converter Pada Sistem Photovoltaik", Malang, Politeknik Negeri Malang.

[6] Sefta Risdiara, Chalililllah Rangkuti, 2018 "Pengujian Sistem Penerangan Jalan Umum Dengan Menggunakan Sumber Daya Listrik Kombinasi Dari *Solar* Panel dan Turbin *Savonius*", Jakarta, Universitas Trisakti.

[7] Nahdia Rupawanti, 2017 "Analisis Dan Efisiensi Daya Instalasi Penerangan Jalan Umum Menggunakan *Solar Cell* di Kabupaten Lamongan", Lamongan, Universitas Islam Lamongan.

[8] Akhilesh P. Patil, 2014 "Simulation of Wind *Solar Hybrid* Systems Using PSIM", *International Journal of Emerging Trends in Electrical and Electronic, Vol. 10, Issue. 3.*

[9] *Solarex*."MSX-60 and MSX-64 *Photovoltaic Module*s", USA, 1998.

[10] Agus Budi Rianto dan Riny Sulistyowati, 2016 "Rancang Bangun Maximum Power Point Tracker Dengan Menggunakan Algoritma Hill Climbing Pada *Photovoltaic*", Surabaya, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya (ITATS)

[11] Hendra Wijanarko, 2016 " Rancang Bangun Pembangkit Listrik Turbin Angin Sumbu Horizontal", Madiun, Politeknik Negeri Madiun.

[12] Joanne Hui, Alireza Bakhshai, Praveen K. Jain "A *Hybrid* Wind-*Solar* Energy System: A New Rectifier Stage Topology" Applied Power Electronics Conference and Exposition (APEC), 2010 Twenty-Fifth Annual IEEE.

[13] Putra Kurniawan Dwi Rukmana, 2018 "Rancang Bangun Rangkaian Sistem DC BUS Dengan Masukan Lebih Dari Satu Jenis Pembangkit Sumber Tegangan", Madiun, Politeknik Negeri Madiun.

[14] Septian Dhimas Prasetyo, 2018 "Rancang Bangun Pembangkit Hibrid Tenaga Angin Dan Sel Surya Untuk Penerangan Jalan Raya", Surakarta, Universitas Muhammadiyah Surakarta

[15] Hari Agus Sujono , Riny Sulistyowati , Achmad Safi'i and Ciptian Weried Priananda "Photovoltaic Farm With Maximum Power Point Tracker Using Hill Climbing Algorithm", Surabaya, Institut Adhi Tama Surabaya.