

PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK *HYBRID VAWT* DAN *SOLAR CELL* SECARA OTOMATIS UNTUK PENERANGAN LAMPU JALAN

Herri Darsan*¹, Dwi Prabowo², Maldi Saputra³, Murhaban⁴

^{1,4} Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Teuku Umar, Indonesia

e-mail: *¹herri.darsan@utu.ac.id, *²dwiprabowo0802@gmail.com ,

*³maidisaputra@utu.ac.id, *⁴murhaban@utu.ac.id

Abstrak

Penerangan jalan Raya merupakan hal yang penting bagi aktivitas transportasi terutama dalam kondisi malam hari. Perancangan pembangkit Hybrid ini memiliki prinsip kerja yaitu memanfaatkan hembusan angin dari kendaraan yang melintas untuk memutar sudu turbin dan panas radiasi matahari yang diserap melalui panel surya dengan system penjejak matahari. Data parameter yang mempengaruhi dalam perancangan Pembangkit Hybrid adalah variasi jumlah sudu turbin, sudut turbin, kecepatan angin, tinggi rotor penggerak turbin, massa jenis udara dan panas radiasi matahari. Tujuan masalah dalam Merancang sistem pembangkit Hybrid VAWT dengan sudut optimal turbin dan Solar Cell secara otomatis hingga dapat memenuhi kebutuhan energi listrik untuk penerangan lampu jalan. Metode penelitian yang digunakan dalam perancangan melalui tiga tahapan yaitu review literatur, Perancangan Desain Teknis dan persiapan alat kerja dan bahan. Hasil perancangan didapatkan bahwa turbin angin vertikal tipe u yang optimal untuk penerangan jalan tol dengan jumlah sudu 3 buah dan besar sudut optimal 90°, diameter rotor sebesar 400 mm, ketinggian rotor sebesar 1000 mm untuk kecepatan rata-rata angin sebesar 13.9 m/s. dan Panas matahari rata rata 28°C dengan rata-rata suhu panel sebesar 55.3°C menggunakan Timer switch sebagai sistem penjejak matahari. Perancangan pada pembangkit, menghasilkan Daya turbin sebesar 0,93 V sampai 1.17 V pada putaran 122 Rpm sampai 214 Rpm. Dan pada panel surya menghasilkan tegangan panel sebesar 19.59 V dan tegangan rata rata pada baterai sebesar 14 V. Energi listrik yang disimpan mampu menyalakan dua buah lampu LED dengan daya sebesar 15 Watt dan bertahan selama 12 jam/hari.

Kata kunci : *Pembangkit Tenaga Hybrid, Sudut Optimal, Timer switch..*

Abstract

Road lighting is important for transportation activities, especially at night. The design of this Hybrid plant has a working principle that is utilizing wind gusts from a passing vehicle to turn the turbine blade and the heat of solar radiation that is absorbed through the solar panel with the sun tracking system. Parameter data that influence in the design of Hybrid Generations are variations in the number of turbine blades, turbine angle, wind speed, turbine drive rotor height, density of air and heat of solar radiation. The purpose of the problem in Designing Hybrid VAWT generating systems with the optimal angle of the turbine and Solar Cell automatically to be able to meet the electrical energy requirements for street lighting. The research method used in design through three stages, namely literature review, Technical Design and preparation of work tools and materials. The design results show that the optimal type u vertical wind turbine for toll road lighting with 3 blades and an optimal angle size of 90 °C, rotor diameter of 400 mm,

rotor height of 1000 mm for average wind speed of 13.9 m / s. and Average solar heat of 28 °C with an average panel temperature of 55.3 °C using the Timer switch as a solar tracking system.

The design of the plant, produces turbine power of 0.93 V to 1.17 V at 122 rpm to 214 rpm. And the solar panel produces a panel voltage of 19.59 V and an average voltage on the battery of 14 V. The stored electrical energy is able to light two LED lights with a power of 15 Watt and last for 12 hours / day

Keywords— Hybrid Power Generation, Optimal Angle, Timer Switch

1. PENDAHULUAN

Peningkatan aktivitas transportasi pada malam hari dapat dilakukan dengan faktor pendukung yaitu penerangan jalan. Penerangan jalan mampu mendukung tingkat kenyamanan dan keselamatan para pengguna jalan terutama untuk keamanan terlebih jalan-jalan di dalam kota yang memiliki rata-rata tingkat lalu lintas cukup tinggi [1]. Pada umumnya, penerangan jalan raya menggunakan teknologi *solar cell* dengan memanfaatkan penyerapan energi radiasi matahari yang dikonversikan menjadi energi listrik. Namun *Solar Cell* ini masih saja kurang efisien karna hanya memanfaatkan panas matahari yang suplainya tidak menentu, dengan kekurangan tersebut maka diperlukan teknologi energi alternatif atau penambahan teknologi yang lain untuk memenuhi kebutuhan sumber listrik sistem penerangan jalan tersebut. Penggabungan Energi Angin dan energi matahari merupakan sumber energi terbarukan yang dapat dijadikan

sebagai sumber energi alternatif penerangan jalan dikarenakan energi angin dan energi matahari tidak memerlukan bahan bakar untuk menghasilkan energi listrik dan ruang instalasi yang kecil. Sumber energi angin yang terbanyak pada jalan raya terletak pada jalan dua jalur dikarenakan selain aliran angin alami, aliran angin yang berasal dari kendaraan yang melintas pada jalan tol menjadi sumber yang sangat potensial. Tingginya kecepatan angin yang berasal dari pergerakan kendaraan pada jalan raya menghasilkan gangguan yang kuat pada udara dan mengirimkan energi untuk membangun pemanfaatan energi dalam bentuk energi angin lokal. Dan penyerapan energi matahari dapat membantu menyuplai energi listrik pada panel surya. [2]

2. METODE PENELITIAN

2.1 Metode Perancangan

Melakukan perancangan sistem penerangan jalan umum dengan menggunakan sumber daya listrik kombinasi dari panel surya dan turbin angin Savonius. Perancangan pembangkit listrik *hybrid* yang digunakan untuk penerangan jalan umum melalui dua tahapan metode yaitu review literature dan Perancangan Desain Teknis. Energi yang dihasilkan dari sinar matahari dan hembusan angin yang dikonversi menjadi sebuah energi listrik dan disimpan didalam batrai yang dapat digunakan sebagai energi listrik penerangan jalanan umum.

2.2 Tempat Dan Waktu Pelaksanaan

Perancangan ini dilakukan di laboratorium Teknik Mesin Universitas Teuku Umar. Adapun waktu perancangan selama 4 (empat) bulan.

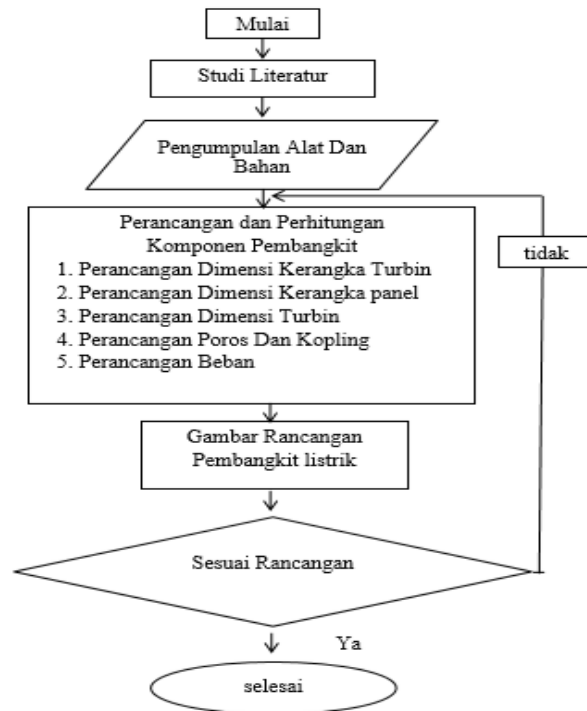
2.3 Perancangan Desain Teknis

Dalam merancang pembangkit listrik *hybrid*, di desain menggunakan perangkat software *solidwor k2013*, sebagai rancangan dasar menentukan ukuran dan bentuk komponen alat pembangkit listrik *hybrid*. Adapun komponen yang akan dilakukan perancangan desain adalah sebagai berikut:

- Perancangan Bentuk Kerangka
- Perancangan Panel Surya
- Perancangan Turbin Angin
- Perencanaan Beban

2.4 Diagram Alir

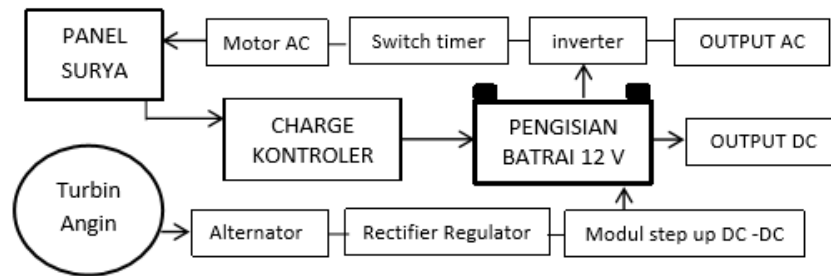
Diagram alir dari Perancangan Pembangkit Listrik *Hybrid VAWT Dan Solar Cell Secara Otomatis Untuk Penerangan Lampu Jalan* adalah sebagai berikut :



Gambar 1: Diagram Alir Penelitian

2.5 Perancangan Pembangkit Listrik *Hybrid*

Perancangan perangkat keras disini akan menjelaskan diagram blok dari perancangan pembangkit listrik tenaga surya yang dikombinasikan dengan pembangkit listrik tenaga angin. Adapun diagram blok dari perancangan dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

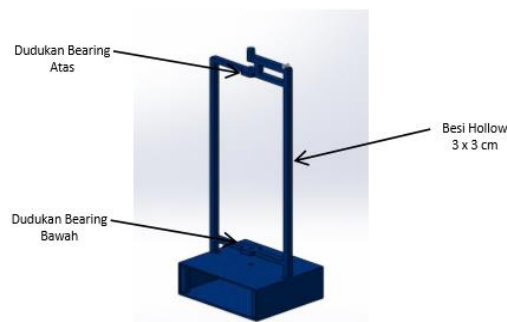


Gambar 2: Diagram Blok Perancangan Sistem

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perancangan Kerangka

Kerangka adalah bagian utama dari pembangkit listrik ini sebagai penopang segala komponen komponen yang di desain, selain sebagai tempat dari pada komponen kerangka didesain sebaik mungkin agar mendapatkan hasil kerja yang baik pula dari pembangkit yang di rancang dan juga dari perancangan kerangka yang baik akan mendapatkan keefisiensi yang baik pula pada pembangkit yang dirancang. Desain kerangka ini meliputi desain dudukan generator, desain dudukan sudu turbin dan dudukan panel surya. Desain kerangka ini berbentuk segi empat menggunakan besi hollow 30 mm x 30 mm. penggunaan besi hollow dengan ukuran tersebut didasarkan pada tingkat keamanan dan kesesuaian pada perancangan kerangka yang akan di buat, selain ringan besi hollow juga sangat kuat dengan beban yang di topangnya pada saat kincir angin pada pembangkit sedang bekerja. Sebagai rangka box komponen dirancang dengan ukuran P 500 mm x L 500 mm x T 200 mm , karena besarnya atau lebarnya pembangkit harus disesuaikan pada kondisi trotoar tempat bekerjanya pembangkit ini, Lebar penggunaan trotoar pada penempatan pembangkit ini sebesar 600 mm. Lalu perancangan selanjutnya pada rangka box di sambung dengan kerangka turbin angin dengan besi hollow ukuran 30 mm dengan panjang 1250 mm. ketinggian kerangka turbin angin didasari pada tingginya tingkat udara yang dihasilkan pada laju kendaraan dari atas permukaan jalan. Selanjutnya ditambah kerangka panel surya di atasnya setinggi 200 mm, panjang dari kerangka panel surya yang di desain untuk dapat membuat mekanisasi pada panel surya yang dirancang bergerak selalu menghadap sudut 90 derajat terhadap matahari. jadi total keseluruhannya 1650 mm. Berikut adalah gambar bentuk kerangka turbin angin pembangkit listrik *hybrid*.



Gambar 3: Perancangan Kerangka

3.2 Perancangan Panel Surya

Panel surya adalah sumber pembangkit listrik yang pertama dari Desain perancangan ini. Jadi untuk menentukan kapasitas panel surya dapat di hitung dengan cara sederhana di bawah ini.

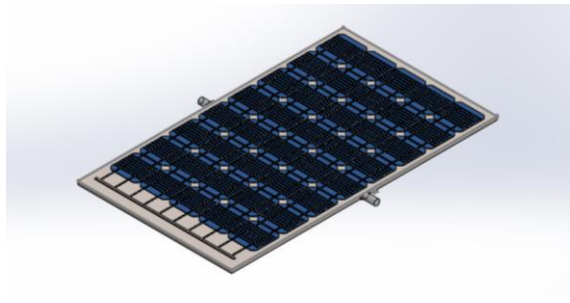
Tabel 3 1 Perencanaan Beban

No.	Nama Barang	Amper	Satuan	Waktu nyala	Total
1.	Lampu LED	15 Watt	2	12 jam	30 Watt

Jadi, $30 \text{ Watt} \times 12 \text{ Jam} = 360 \text{ Wh}$ jumlah arus listrik selama 12 jam kerja. Di asumsikan beban total di malam hari adalah 70 % dari total bebannya. $360 \text{ Wh} \times 70 \% = 252 \text{ Wh}$. Untuk menentukan kapasitras batrai atau Besar daya tampung batrai yang harus disiapkan sebesar : $252 \text{ Wh} : 12 \text{ V} = 21 \text{ Ah}$, jadi direkomendasikan penyimpanan batrai di atas 21 Ah agar dapat memenuhi kebutuhan listrik dan untuk dapat menampung arus yang lebih besar disini di gunakan batrai 21Ah 12V. atau diatasnya.

Untuk menentukan kapasitas panel surya yang diperlukan adalah dengan mengasumsikan efektifitas matahari untuk panel surya adalah selama 8 jam bersinar per hari maka: $252 \text{ Wh} : 8 \text{ Jam} = 31.5 \text{ Wp}$

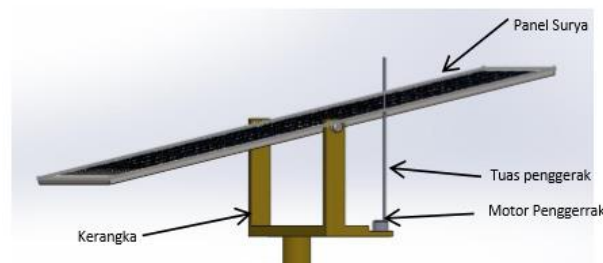
Untuk memenuhi kebutuhan listrik yang diperlukan sehingga dapat selalu stand by dan sifat dari perancangan ini hybrid atau gabungan jadi panel surya yang digunakan adalah panel surya pabrikan 30 Wp. Dengan spesifikasi panel surya maxsium Power Voltage (V_{mp}) 17.8 Volt dan maximum power current (I_{mp}) 1.68 Amper. Berikut gambar panel surya kapasitas 30 Wp.



Gambar 4: Desain Panel Surya 30 Wp

3.3 Sistem Mekanik

Penggunaan Motor *Swing AC split* 220 VAC 4 W 5Rpm pada rumah motor yang digunakan untuk menggerakkan mekanisasi yang akan Menggerakkan panel surya mengikuti arah pergerakan matahari. Berikut gambar dari system mekanik yang digunakan.



Gambar 5: Desain Sistem Mekanik

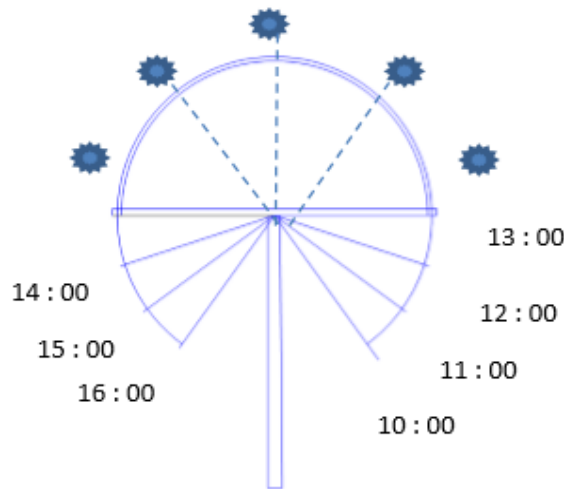
3.4 Sistem Elektronik

Sistem Elektronik adalah rangkaian *driver motor stepper* yang didalamnya juga dilakukan pemrograman untuk menentukan jadwal pergeseran atau rotasi motor agar motor dapat dengan tepat mengarahkan panel surya menghadap pada posisi maksimal radiasi matahari.

Pembahasan terhadap hasil penelitian dan pengujian yang diperoleh disajikan dalam bentuk uraian teoritik, baik secara kualitatif maupun kuantitatif. Hasil percobaan sebaiknya ditampilkan dalam berupa grafik atau pun tabel. Untuk grafik dapat mengikuti format untuk diagram dan gambar. Sistem elektronik dirancang agar dapat memberikan pergerakan atau rotasi motor 18 derajat per step nya setiap 60 menit.

Tabel: Perhitungan Sudut Pergeseran Sudut *Stepper*

NO	WA
1	$36^\circ = 10.00 - 11.00$ WIB
2	$54^\circ = 11.00 - 12.00$ WIB
3	$72^\circ = 12.00 - 13.00$ WIB
4	$90^\circ = 13.00 - 14.00$ WIB
5	$-72^\circ = 14.00 - 15.00$ WIB
6	$-54^\circ = 15.00 - 16.00$ WIB
7	$-36^\circ = 16.00 - 17.00$ WIB

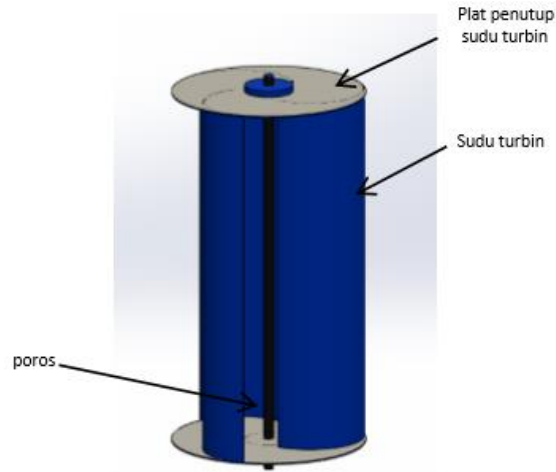


Gambar 7: Sudut kemiringan

3.5 Perancangan Turbin Angin

Turbin angin merupakan pembangkit listrik kedua dalam perancangan pembangkit *hybrid* ini. Desain turbin angin menggunakan jenis turbin angin u dengan sumbu vertical atau di sebut *Vertikal Axix wind*

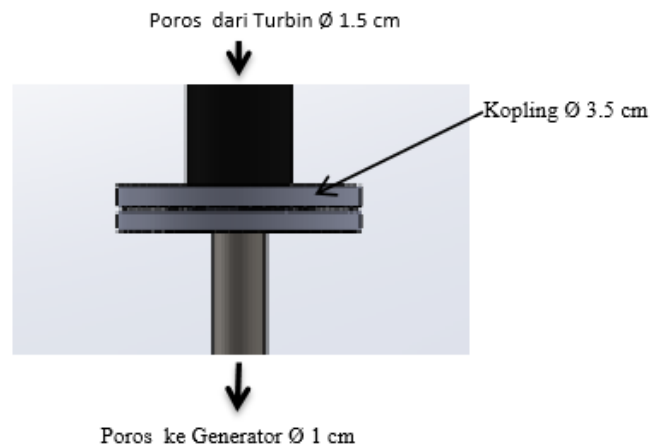
turbine (VAWT). Berikut Desain kincir angin sumbu vertikal dibuat dengan 3 (tiga) buah blade yang model konstruksinya dibuat secara portabel, sehingga dapat dirakit.



Gambar 7: Desain Turbin Angin

3.6 Perancangan Poros Dan Kopling

Elemen mesin ini adalah bagian yang sangat penting, selain poros berfungsi sebagai tempat kedudukan sudu, poros juga berfungsi sebagai alat penghubung utama terjadinya perubahan energi, dari energi kinetik menjadi energi listrik yang sebelumnya melalui generator. Berikut perancangan poros dan kopling.



Gambar 8: Poros dan Kopling

Agar untuk memudahkan proses pabrikan maka gambar perancangan dapat di buat sebaik mungkin dengan menampilkan posisi gambar dari tampak kanan, kiri maupun depan dan belakang dari perancangan. Berikut gambar perancangan Kopling.

3.7 Perancangan Beban

Perencanaan beban adalah semua komponen pendukung dari pembangkit dan sekaligus sebagai beban listrik yang akan di aliri arus listrik. Beban pemakaian lampu (P_{beban}) dilakukan pada rentangan waktu (T) selama 12 jam sesuai dengan jumlah lampu yang digunakan (N). Perhitungan pembebanan penerangan listrik berdasarkan penyimpanan energi yang ditempatkan pada bagian akumulator untuk pemakaian selama 12 jam. Penentuan waktu selama 12 jam berdasarkan sistem penerangan yang digunakan pada malam hari. Daya total (P_{total}) yang dibutuhkan oleh lampu merupakan hasil penjumlahan dari beban pemakaian lampu, dengan kerugian sistem yang ditimbulkan pada umumnya sebesar 15% dari total beban pemakaian lampu. Daya beban pemakaian lampu dan daya total keseluruhan dapat ditentukan dengan Persamaan 2 dan 3 .

$$P_{beban} = (P_{lampu} \cdot T) \cdot N \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

P_{beban} : Jumlah daya pemakaian pada lampu (watt)

P_{lampu} : Daya lampu (watt)

T : Rentang waktu pemakaian beban (jam)

N : jumlah beban

$$P_{beban} = (P_{lampu} \cdot T) \cdot N \quad P_{beban} = (15 \times 12) \cdot 2$$

$$P_{beban} = 360 \text{ watt}$$

$$P_{total} = P_{beban} + \text{rugi sistem} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :

P_{total} : Jumlah daya yang di gunakan (watt)

P_{beban} : Jumlah daya pemakaian pada lampu (watt)

rugi system : daya yang lepas diasumsiknan 15%

$$P_{total} = P_{beban} + (15\% \cdot P_{beban}) \quad P_{total} = 360 \text{ watt} + (15\% \times 360)$$

$$P_{total} = 360 \text{ watt} + (54) = 414 \text{ watt}$$

Hasil daya total yang diketahui dapat menentukan besaran arus beban yang mengalir ke dalam lampu mengikuti perhitungan 3.

$$I = \frac{P_{total}}{V} \dots\dots\dots(3)$$

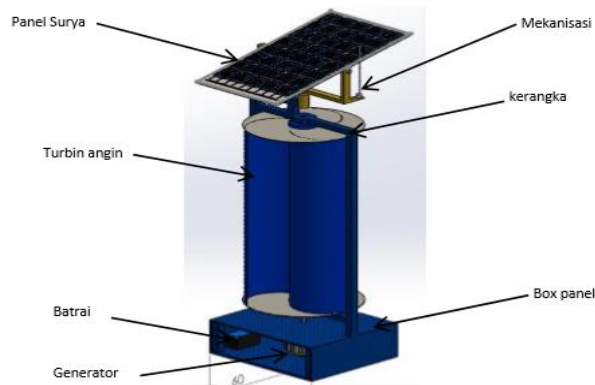
Keterangan :

I : Arus yang mengalir (amper)

P_{total} : Jumlah daya yang di gunakan (watt)

V :Tegangan btari (Baterai)

$$I = \frac{414 \text{ watt}}{12 \text{ V}} = 34.5 \text{ Amper}$$



Gambar : 9 Desain Pembangkit Hybrid

4. KESIMPULAN

Hasil dari penelitian Perancangan Pembangkit Listrik *Hybrid VAWT Dan Solar Cell Secara Otomatis Untuk Penerangan Lampu Jalan* adalah sebagai berikut :

1. Perancangan Turbin Angin Sumbu Vertikal (VAWT) model Savonius dirancang bangun dengan menggunakan 3 buah blade dan generator magnet permanen (Alternator sepeda motor) dan Panel surya 30 Wp dengan kapasitas batrai 21 Ah 12 V.
2. Pengujian dengan pengukuran tegangan generator pada kecepatan putaran rotor generator 122 rpm sampai dengan 214 rpm dihasilkan tegangan keluaran sebesar 0.93 V sampai dengan 1.17 V Hal ini menunjukkan bahwa perancangan turbin yang dilakukan dapat menambah efisiensi dari turbin dengan hasil pengukuran yang didapat lebih besar dan kemudian tegangan di naikan menjadi 14 V dengan *Modul Step Up*
3. Pengukuran pada Panel surya dengan panas radiasi matahari antara 26 °C sampai 32°C menghasilkan tegangan panel sebesar 19.59 V dan 19.92 V dan tegangan rata-rata pada batrai sebesar 14 Volt. Artinya dengan besar arus yang didapat dari pembangkit cukup untuk memenuhi kebutuhan energy listrik pada penerangan lampu jalan.

5. SARAN

Berikut ini ada beberapa saran penulis pada penelitian ini :

1. Tegangan Generator yang di hasilkan sebesar 1.17 V, masih kurang untuk melakukan pengecasan batrai untuk menghasilkan daya yang besar, sehingga direkomendasikan menggunakan generator magnet permanen dengan kapasitas daya 400 Watt 12 V dengan 600 rpm, dan pada poros menggunakan roda gigi dengan perbandingan 3:1 yang menghasilkan putaran 643 rpm, sehingga daya yang dihasilkan dapat lebih besar.
2. Perawatan turbin angin sebaiknya dilakukan 1 bulan sekali terutama pada sisi pelumasan (bantalan poros dan roda gigi) dan mengecek kekencangan baut bila terdapat baut yang kendur dan Untuk menghidupkan beban dengan kapasitas daya yang besar serta waktu pemakaian lebih lama dalam pemakaian, bisa menggunakan panel surya dengan daya diatas 30 Wp dan baterai dengan kapasitas lebih besar dari 21 Ah. 12 V.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Fajrin, A. N. (2012). Perancangan Prototipe Sistem Penjejak Matahari Untuk Mengoptimalkan Penyerapan Energi Surya Pada Solar Cel. *Jurusan Teknik Elektro*.
- [2] Ismail. (2017). Optimasi Perancangan Turbin Angin Vertikal Tipe Darrieus Untuk Penerangan Di Jalan Tol . *Seminar Nasional Sains dan Teknologi 2017*.
- [3] Julisman, A. (2017). Prototipe Pemanfaatan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Pada Sistem Otomasi Atap Stadion Bola. *KITEKTRO: Jurnal Online Teknik Elektro*.
- [4] Nasution, R. Y. (juli 2015). Perancangan Dan Implementasi Tuner Gitar Otomatis Dengan Penggerak Motor Servo Berbasis Arduino. *Jurnal Elektro Telekomunikasi Terapan*.
- [5] Pratiwi. (2019). Rancang Bangun Charge Controller Panel Surya Dengan Menggunakan Sistem Fast Charging. *Artikel*.
- [6] Prihananto, D. (2017). Uji Eksperimental Pengaruh Sudut Kemiringan Sudu, Posisi Vertikal Turbin Cross Flow Dan Sudut Pengarah Aliran (Guide Vane) Terhadap Daya Poros Yang Dihasilkan Pada Sistem Pemulihan Energi Terintegrasi Dengan Menara Pendingin. *Skripsi*.
- [7] Putranto, A. (2011). Rancang Bangun Turbin Angin Vertikal Untuk Penerangan Rumah Tangga. *Tugas Akhir*.
- [8] Saputra, M. A. (n.d.). Inovasi Peningkatan Efisiensi Panel Surya Berbasis Fresnel Solar Concentrator Dan Solar Tracker.
- [9] Sulaiman Ali, M. S. (2015). Analisis Pembangkit Listrik Hybrid Untuk Kawasan. *Jurnal Mekanova*.
- [10] Sumiati, R. (juni 2012). Pengujian Turbin Angin Savonius Tipe U Tiga. *Jurnal Teknik Mesin*.