

## PENGEMBANGAN DESAIN PROTOTYPE TURBIN ANGIN SUMBU VERTIKAL SAVONIUS UNTUK LAMPU PENERANGAN JALAN UMUM BERDAYA 30 WATT

<sup>1)</sup>Riki Effendi, <sup>2)</sup>Franka Hendra, <sup>3)</sup>Iyang R

<sup>1)3)</sup>Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta  
Jl. Cempaka Putih Tengah 27 Jakarta Pusat, DKI Jakarta, Indonesia

<sup>2)</sup>Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Pamulang  
Jl. Surya Kencana No. 1 Pamulang, Tangerang Selatan

\*E-mail: [riki.effendi@ftumj.ac.id](mailto:riki.effendi@ftumj.ac.id), [frank\\_orion\\_dec@yahoo.co.id](mailto:frank_orion_dec@yahoo.co.id)

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk pengembangan desain Turbin Angin Sumbu Vertikal (VAWT) Savonius untuk lampu penerangan jalan umum berdaya 30 watt. Lampu Penerangan Jalan Umum (PJU) adalah lampu yang digunakan untuk penerangan jalan sehingga mempermudah penglihatan dengan lebih jelas jalan/medan yang akan dilalui pada malam hari. Energy listrik yang digunakan PJU disuplai dan dibiayai PLN. Turbin ini diharapkan dapat dipergunakan untuk membantu mengurangi beban PLN dalam mensuplai energi untuk Lampu PJU. Berdasarkan data BMKG *kecepatan angin* rata-rata di Stasiun Meteorologi Kemayoran sebesar 3 m/s, sehingga dapat dimungkinkan untuk dimanfaatkan sebagai sumber energy alternatif. Generator yang digunakan adalah yang bertegangan 12 volt dengan arus DC. Semakin tinggi *kecepatan angin* maka semakin cepat putaran yang dihasilkan dan akan semakin besar daya yang dihasilkan. Dengan besarnya daya yang dihasilkan maka arus yang dihasilkan makin tinggi dan proses pengisian *baterai* jadi lebih cepat. Arus yang diperlukan sebesar 1,65 ampere dan arus maksimum sebesar 6,6 ampere. Dengan arus tersebut mampu mencharge *baterai* 12 volt 33 ah dan mampu digunakan untuk beban lampu 30 watt dalam satu malam.

Kata kunci: VAWT, savonius, kecepatan angin, baterai

### ABSTRACT

*This research aims to develop the design of Savonius Vertical Axis Wind Turbine (VAWT) for 30 watt public street lighting. Public Street Lighting (PJU) lights are lights that are used for street lighting so as to facilitate vision with clearer paths / terrain to be passed at night. Energy electricity used by PJU is supplied and financed by PLN. This turbine is expected to be used to help reduce the burden of PLN in supplying energy for PJU lamps. Based on BMKG data the average wind speed at the Kemayoran Meteorological Station is 3 m / s, so that it can be used as an alternative energy source. The generator used is a 12 volt voltage with a DC current. The higher the wind speed, the faster the rotation is generated and the greater the power produced. With the amount of power produced, the current generated is higher and the battery charging process is faster. The required current is 1.65 amperes and the maximum current is 6.6 amperes. With the current is able to charge a 12 volt 33 ah battery and can be used to load 30 watt lights in one night.*

Keywords: VAWT, savonius, wind speed, battery

### PENDAHULUAN

Sejak revolusi industri, penggunaan bahan bakar meningkat secara tajam, oleh sebab itu diperlukan sumber energi yang dapat memenuhi semua kebutuhan. Salah satu sumber energi yang banyak digunakan adalah energi fosil. Sayangnya energi ini termasuk energi yang tidak dapat diperbaharui dan jika energi fosil ini habis maka diperlukan sumber-sumber energi baru. Selain itu penggunaan energi fosil juga berdampak negatif terhadap lingkungan, baik secara langsung maupun tidak langsung seperti pemanasan global yang berdampak pada kerusakan ekologi. Untuk mengatasi ketergantungan terhadap energi fosil, maka perlu dilakukan konversi, konservasi, dan pengembangan sumber-sumber energi baru terbarukan.

Pada era modernisasi kebutuhan akan listrik adalah kebutuhan vital. Sekarang ini energi listrik sebagian besar masih dihasilkan dari konversi energi mineral bumi yang bersifat tidak dapat diperbaharui dalam jangka waktu yang singkat dan menghasilkan polusi yang tidak baik untuk keseimbangan alam dan kesehatan. Energi Listrik banyak digunakan untuk Penerangan salah satunya Penerangan Jalan Umum (PJU).

Dalam Pelaksanaannya Penerangan Jalan Umum ini masih bergantung kepada PLN untuk memenuhi kebutuhan

*Seminar Nasional Riset dan Teknologi, Jakarta 13 Oktober 2018*

Listriknnya yang berdaya sebesar  $\pm 30$  watt per 1 unit Lampu.

Dari hal tersebut penulis memilih sumber energi terbarukan yaitu energi angin. Energi ini merupakan energi yang bersih dan dalam proses produksinya tidak mencemari lingkungan dan merupakan sumber daya alam yang dapat diperoleh secara cuma-cuma yang jumlahnya melimpah dan tersedia terus-menerus sepanjang tahun.

Turbin angin merupakan sebuah alat yang digunakan dalam sistem konversi energi angin (SKEA). Turbin Savonius merupakan jenis Turbin angin dengan sumbu vertikal. Penulis memilih savonius karena turbin ini dapat beroperasi pada kecepatan angin rendah maupun tinggi dan tidak terpengaruh oleh arah angin. Maka dengan ini penulis ingin pengembangan desain Turbin Angin Sumbu Vertikal (VAWT) Savonius untuk lampu penerangan jalan umum berdaya 30 watt.

## STUDI LITERATUR

### Dasar Teori

Energi angin merupakan energi terbarukan yang sangat fleksibel. Energi angin dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan misalnya pemompaan air untuk irigasi, pembangkit listrik, pengering dan lain-lain.

Angin merupakan udara yang bergerak disebabkan adanya perbedaan tekanan. Udara akan mengalir dari daerah bertekanan tinggi ke daerah bertekanan lebih rendah. Kecepatan angin biasanya diukur dengan anemometer. Sedangkan untuk menunjukkan arah angin bisa menggunakan alat *windsocks*.

Udara yang memiliki massa  $m$  dan kecepatan  $v$  akan menghasilkan energi kinetik sebesar:

$$E = \frac{1}{2} mv^2$$

Volume udara per satuan waktu (debit) yang bergerak dengan kecepatan  $v$  dan melewati daerah seluas  $A$  adalah:

$$V = Va$$

Massa udara yang bergerak dalam satuan waktu dengan kerapatan  $\rho$ , yaitu:

$$m = \rho V = \rho vA$$

Sehingga energi kinetik angin yang berhembus dalam satuan waktu (daya angin) adalah:

$$P_w = \frac{1}{2} (\rho Av)(v^2) = \frac{1}{2}(\rho Av^3)$$

Dengan:

$P_w$  = Daya angin [watt]

$\rho$  = Density udara [1,225 kg/m<sup>3</sup>]

$A$  = Luas Penampang [m<sup>2</sup>]

$v$  = Kecepatan udara [m/s]

Besar daya di atas adalah daya yang dimiliki oleh angin sebelum dikonversi atau sebelum melewati turbin angin. Dari daya tersebut tidak semuanya dapat dikonversi menjadi energi mekanik oleh turbin.

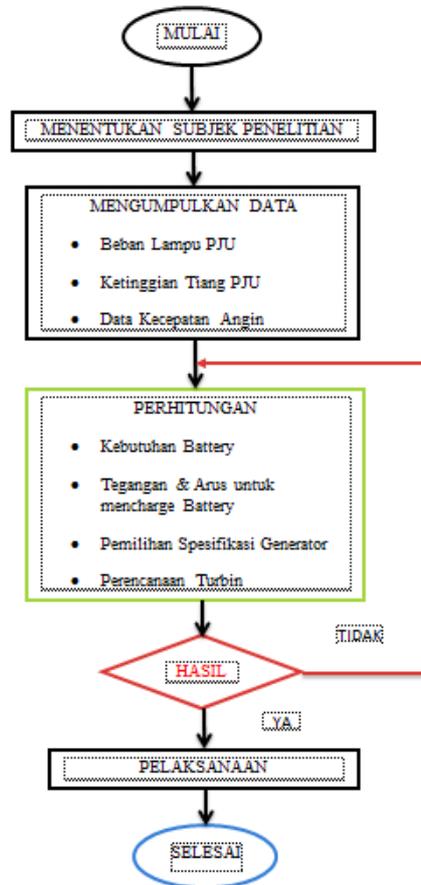
### Teknik Pengumpulan Dan Pengolahan Data

Penulis melakukan tahapan-tahapan awal demi terlaksananya penelitian sesuai diagram alir penelitian.

1. Melakukan kajian Teoritis dengan menggunakan literatur atau referensi yang berkaitan dengan objek yang sedang direncanakan.
2. Memperoleh data Kecepatan angin di wilayah Jakarta bisa melalui BMKG atau melakukan pengukuran manual dengan Anemometer.
3. Merencanakan Desain Turbin Angin.
4. Melakukan perhitungan dalam perencanaan Turbin Angin.

## METODOLOGI PENELITIAN

### Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Perencanaan Kebutuhan Battery Dan Charge Controller

#### A. Battery

Berdasarkan data Beban Lampu PJU sebesar 30 [watt] 12 [volt] dan pemakaian dalam semalam sebesar 330 [watt] selama 11 jam pemakaian, diperlukan Battery dengan spesifikasi :

Satuan Arus Baterai adalah Ah (Ampere hour)

V Battery = 12 [volt]

$$\begin{aligned}
 I \text{ Battery} &= \frac{P \text{ beban lampu}}{V \text{ battery}} \\
 &= \frac{30 \text{ [watt]}}{12 \text{ [volt]}} \\
 &= 2.5 \text{ [Ah]}
 \end{aligned}$$

Jadi arus pemakaian Battery selama 11 jam adalah = 11 x 2.5 [Ah] = 27,5 [Ah]

Defisiensi Battery sebesar 20 %

$$27,5 \text{ [Ah]} \times 120 \% = 33 \text{ [Ah]}$$

*Seminar Nasional Riset dan Teknologi, Jakarta 13 Oktober 2018*

Jumlah minimum kapasitas Battery yang dibutuhkan adalah :

$$= 12 \text{ [Volt]} 33 \text{ [Ah]}$$



Gambar 2. Battery 12 [V] 33 [Ah].

#### B. Charge Controller

Diperlukan charge controller untuk mengontrol pengisian arus listrik ke dalam battery agar tidak merusak battery karena pengisian yang berlebihan (over charging). Untuk mencharge Battery dengan spesifikasi 12 [volt] 33 [Ah], arus charger battery yang dibolehkan sebesar 20 % dari nilai arus battery.

$$33 \times 20 \% = 6,6 \text{ Ampere}$$

Jadi arus yang dibolehkan maksimum sebesar 6.6 ampere agar Battery tidak cepat rusak.

Waktu pengisian ditentukan sepanjang waktu yaitu selama 24 [jam], Diketahui tegangan standart charger Battery 12 [Volt].

$$I = \frac{33 \text{ Ah}}{24 \text{ h}} = 1,375 \text{ [Ampere]}$$

Ditambahkan 20% untuk diefisiensi Battery

$$I = 1,2 \times 1,375 = 1,65 \text{ [Ampere]}$$

Jadi untuk kebutuhan mengisi Battery selama 24 jam adalah charger dengan spesifikasi : arus output sebesar 1,65 [ampere] dan tegangan 12 [volt].

Berdasarkan perhitungan pengisian battery arus yang diperlukan sebesar 1,375 [Ampere] dan arus maksimum yang diperbolehkan sebesar 6,6 [Ampere].



Gambar 3. Charger Controller 12 V.

#### Pemilihan Spesifikasi Generator

*Seminar Nasional Riset dan Teknologi, Jakarta 13 Oktober 2018*

Generator adalah bagian dari pada Turbin Angin yang menghasilkan listrik. Sebagian besar generator mengandung arus searah (DC). Dalam merencanakan generator ada dua opsi, yaitu dengan merancang generator atau memilih generator yang siap pakai yang sudah ada dipasaran. Generator yang dipilih adalah generator magnet permanen dengan tegangan 12 [volt].



Gambar 4. Generator Magnet Permanen.

Tabel 1. Data Spesifikasi Generator Magnet Permanen

V	DC 12 Volt
P	50 [watt]
Ratio Inertia	0,000018 [kg.m <sup>2</sup> ]
Massa	0,9 [kg]

*Menghitung arus yang dapat dihasilkan dari Generator.*

Arus dapat dihitung dari persamaan :

$$\begin{aligned}
 P &= V \times I \\
 I &= \frac{P}{V} \\
 &= \frac{50 \text{ [watt]}}{12 \text{ [volt]}} \\
 &= 4,16 \text{ [Ampere]}
 \end{aligned}$$

Jadi arus yang dihasilkan generator sebesar 4,16 [ampere] dapat mengisi battery, dan generator dengan spesifikasi tersebut dapat digunakan.

#### ***Perhitungan dimensi Turbin***

Pada Pemilihan spesifikasi generator didapat nilai P dan  $\eta$  yaitu :

$$P_{generator} = 50 \text{ [watt]}$$

$$\eta_{generator} = 250 \text{ [rpm]}$$

***Seminar Nasional Riset dan Teknologi, Jakarta 13 Oktober 2018***

dikarenakan nilai putaran generator tinggi maka diperlukan / digunakan roda gigi untuk mentransmisikan putaran. Dipilih roda gigi reduksi 1 : 5

Direncanakan :

$$P = 50 \text{ [watt]} / 5 = 10 \text{ [watt]} \text{ diasumsikan dari daya generator}$$

$$V = 3 \text{ [m/s]} \text{ diasumsikan dari kecepatan angin rata-rata di BMKG}$$

$$\rho_{\text{ angin}} = 1,225 \text{ [kg/m}^3\text{]}$$

Persamaan Daya angin Pada Turbin

$$P = C_p \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot v^3$$

Luasan pada sudu Turbin

$$P = C_p \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot v^3$$

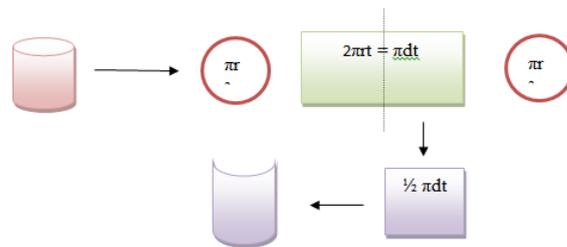
$$A = \frac{2 \cdot P}{C_p \cdot \rho \cdot v^3}$$

$$A = \frac{2 \cdot 10}{0,2 \cdot 1,225 \cdot 3^3}$$

$$A = \frac{20}{6,615}$$

$$A = 3,02 \text{ [m}^2\text{]}$$

Dengan diketahui luasan penampang untuk sudu turbin berjumlah 4 sudu senilai 3,02 [m<sup>2</sup>]. Dan karena turbin savonius dengan bentuk sudu U, maka persamaan yang dipakai adalah luasan Tabung.



Gambar 5. Skema Persamaan Luasan Susu Bentuk U Setengah Tabung

$$A = \pi dt \text{ (satu Tabung)}$$

$$A = \frac{1}{2} \pi dt \text{ (setengah Tabung)}$$

Jumlah sudu 4 senilai 3,02 [m<sup>2</sup>]

$$A = 4 \times \frac{1}{2} \pi dt$$

$$dt = \frac{2 \cdot A}{4 \cdot \pi}$$

$$dt = \frac{2 \cdot 3,02}{4 \cdot \pi}$$

$$dt = 0,48 \text{ [m}^2\text{]}$$

Mencari nilai diameter dan tinggi dari pada sudu:

$$d = \frac{1}{2} t$$

$$dt = 0,48$$

$$\frac{1}{2} t \times t = 0,48$$

$$t^2 = \frac{0,48}{\frac{1}{2}}$$

$$t^2 = 0,96$$

$$t = 0,98 \text{ [m]}$$

$$d = \frac{1}{2} t$$

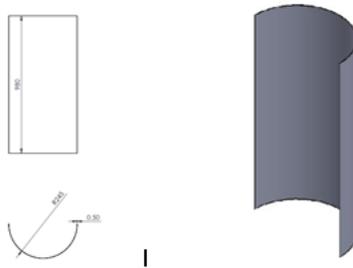
$$d = \frac{1}{2} \times 0,98$$

$$d = 0,49 \text{ [m]}$$

dimensi didapat tinggi 0,98 [m] dan diameter 0,49 [m].

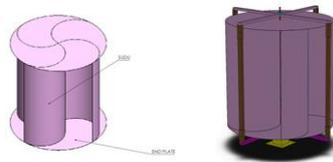
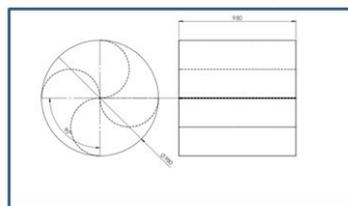
**Seminar Nasional Riset dan Teknologi, Jakarta 13 Oktober 2018**

Turbin savonius 4 sudu diperoleh dimensi sudu yaitu bahan plate aluminium tebal 0,5 [mm] lebar 769.7 [mm] dan panjang 980 [mm] dibentuk setengah lingkaran dengan radius 245 dan dimensi end plate bahan aluminium tebal 0,5 [mm] dengan ukuran diameter 980 [mm].



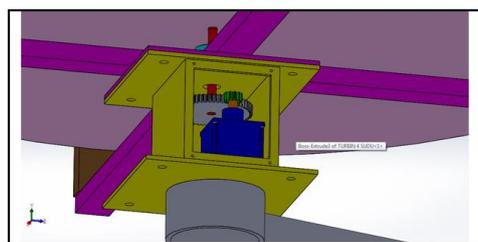
Gambar 6. Dimensi Sudu Turbin Savonius

Dari 4 unit sudu tersebut dirakit/dibentuk menjadi turbin savonius seperti berikut:

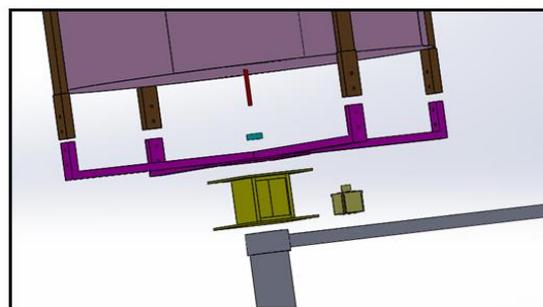


Gambar 7. Desain Turbin Savonius

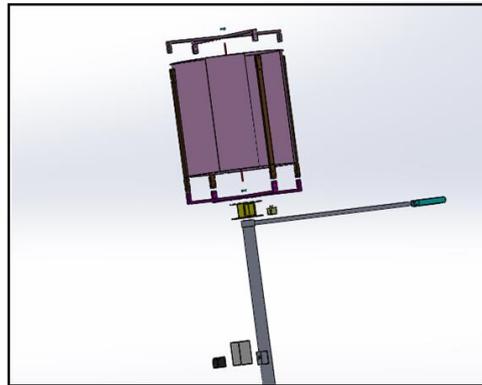
*Hasil Desain Model*



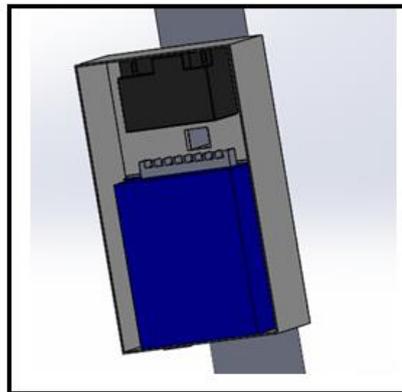
(8a)



(8b)



(8c)



(8d)

Gambar 8. Hasil Desain Model Turbin

#### *Daya Masukan Dan Keluaran Pada Turbin*

Daya masukan pada turbin didefinisikan sebagai perkalian antara mass flow rate, dengan energi kinetik perunit massa angin dimana dapat dihitung dengan data kecepatan angin rata-rata perbulan dalam satu tahun yang diperoleh dari BMKG, dikalikan dengan kerapatan angin pada waktu tertentu dan nilai luasan penampang dari pada sudu turbin.

Tabel 2. Daya Masukan Turbin

Bulan	$V$ angin rata-rata (m/s)	$\rho$ udara (kg/m <sup>3</sup> )	$A$ (m <sup>2</sup> )	$P_w$ (watt)
Januari	3,4	1,225	3,02	72,70
Februari	2,7	1,225	3,02	36,41
Maret	2,8	1,225	3,02	40,61
April	2,7	1,225	3,02	36,41
Mei	2,6	1,225	3,02	32,51
Juni	2,6	1,225	3,02	32,51
Juli	3,5	1,225	3,02	79,31
Agustus	3,2	1,225	3,02	60,61
September	3,2	1,225	3,02	60,61
Oktober	3,1	1,225	3,02	55,11
November	3,0	1,225	3,02	49,94
Desember	3,6	1,225	3,02	86,30
<b>Average</b>				<b>53,59</b>

Daya masukan turbin dapat dihitung dengan persamaan

$$P_w = \frac{1}{2}(\rho A v^3)$$

Perhitungan daya masukan pada bulan Desember di Stasiun Meteorologi Kemayoran BMKG

Dimana telah diketahui:

$$\rho \text{ udara} = 1,225 \text{ [kg/m}^3\text{]}$$

$$v \text{ angin bulan desember} = 3,6 \text{ [m/s]}$$

dimana luasan penampang turbin savonius tipe U / setengah tabung untuk satu sudu adalah:

$$A = \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot d \cdot t$$

Dimana sudu turbin berjumlah 4, maka:

$$A = 4 \times (\frac{1}{2} \cdot \pi \cdot d \cdot t)$$

Diketahui pada perencanaan dimensi turbin:

$$d = 0,49 \text{ [m]}$$

$$t = 0,98 \text{ [m]}$$

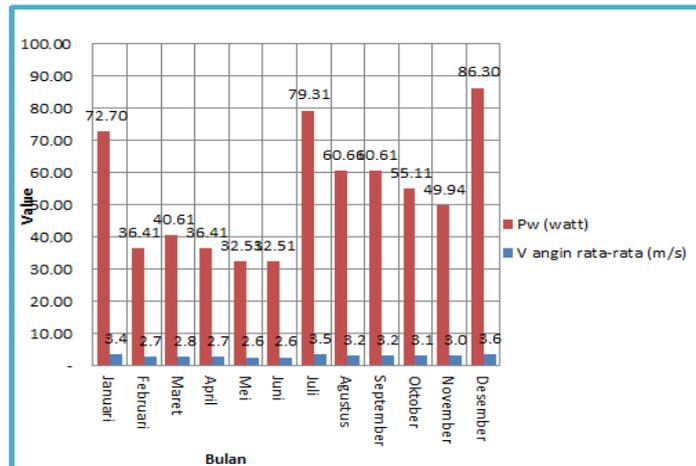
maka,

$$\begin{aligned} A &= 4 \times \frac{1}{2} \times \pi \times d \times t \\ &= 4 \times \frac{1}{2} \times \pi \times 0,49 \times 0,98 \\ &= 3,02 \text{ [m}^2\text{]} \end{aligned}$$

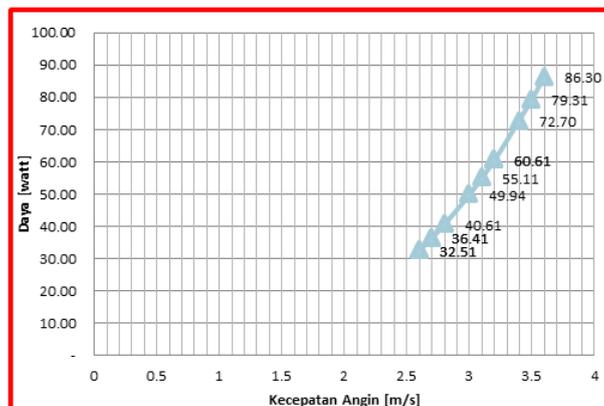
Daya masukan pada bulan desember 2015

$$\begin{aligned} P_w &= \frac{1}{2} (\rho \cdot A \cdot v^3) \\ &= \frac{1}{2} (1,225 \text{ kg/m}^3 \times 3,02 \text{ m}^2 \times (3,6 \text{ m/s})^3) \\ &= 86,30 \text{ [watt]} \end{aligned}$$

Dari perhitungan daya masukan yang berbeda dari bulan Januari sampai dengan bulan Desember, didapatkan nilai daya masukan turbin rata-rata sebesar 53,59 [watt].



Gambar 9. Grafik Nilai Daya dan Kecepatan Angin



Gambar 10. Graik Hubungan Kecepatan Angin dan Daya

Dari Grafik diketahui bahwa kecepatan angin berpengaruh terhadap besarnya daya masukan yang dihasilkan. Semakin meningkatnya kecepatan angin akan menyebabkan semakin besar momentum angin yang menumbuk penampang sudu turbin tiap detiknya, sehingga gaya drag yang dihasilkan juga semakin meningkat, akibat dari peningkatan gaya drag ini akan menyebabkan peningkatan putaran pada poros turbin.

Sedangkan untuk mencari Daya keluaran dan putaran pada Turbin tidak lepas dari parameter Cp dan TSR. Dari grafik dapat diperoleh nilai maksimum Cp dari turbin angin savonius yaitu sebesar 0,2.

Daya keluaran Turbin dapat diperoleh dari daya masukan turbin dikalikan dengan nilai Cp.

$$\begin{aligned}
 P_t &= P_w \cdot C_p \\
 &= 53,59 \times 0,2 \\
 &= 10.718 \text{ [watt]}
 \end{aligned}$$

Dari daya yang dihasilkan kemudian ditingkatkan dengan gear rasio 1 : 5 menjadi sebesar 53,59 [watt]. Dan Putaran Turbin didapat dengan :

$$\begin{aligned}
 \eta_{generator} &= \frac{P_{generator} \cdot 60}{T \cdot 2\pi} \\
 \eta_{generator} &= \frac{53,59 \cdot 60}{1,91 \cdot 2\pi} \\
 \eta_{generator} &= 267,9 \text{ [rpm]}
 \end{aligned}$$

Jadi arus yang dihasilkan sebesar 4,16 [ampere] dapat mengisi battery. Dengan ini daya maupun arus yang dihasilkan dari perencanaan turbin angin savonius ini mampu diaplikasikan menggantikan penggunaan daya listrik dari PLN untuk lampu PJU. Hanya saja untuk pengisian baterai membutuhkan waktu yang cukup lama, dan diperlukan kecepatan angin yang konstan.

**Perbandingan Biaya Pembuatan versus Biaya Listrik PLN**

Analisa Pembuatan Turbin Angin Berbanding dengan Biaya yang ditanggung PEMDA menggunakan Listrik dari PLN.

**Biaya Pembuatan Alat**

Tabel 3. Rincian Biaya Pembuatan Turbin

MATERIAL	QTY	SAT	PRICE	TOTAL
GENERATOR DC	1	Unit	1,000,000	1,000,000
ACCU 12V 330AH	1	Unit	850,000	850,000
CHARGE ACCU 12 V	1	Unit	750,000	750,000
ACCESORIES(KABEL,DLL)	1	Lump	500,000	500,000
				<b>3,100,000</b>
<b>BIAYA PEMBUATAN TURBIN &amp; RANGKA SERTA PENGECATAN</b>				
PLATE ALUMUNIUM	3	sheet	200,000	600,000
AS/ROUND BAR	2	meter	50,000	100,000
HOLLOW & HOME BEARING	1	Lump	1,000,000	1,000,000
PLATE BAJA & PANEL	1	Lump	500,000	500,000
GEAR RASIO	1	SET	300,000	300,000
BEARING	2	Pcs	35,000	70,000
BOLT&NUT M10	8	Pcs	18,000	144,000
BOLT&NUT M8	16	Pcs	14,000	224,000
				<b>3,838,000</b>
<b>BIAYA TAK TERDUGA</b>	1	Lump	500000	<b>500,000</b>
<b>TOTAL BIAYA</b>				<b>7,438,000</b>

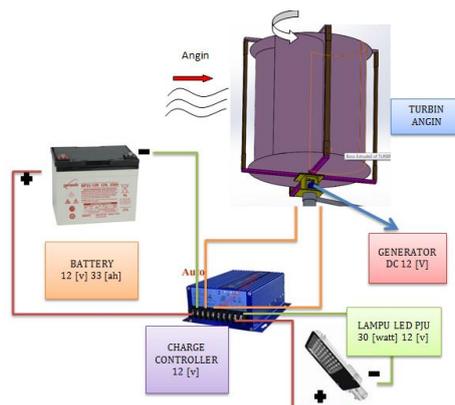
### Pembiayaan dengan Listrik PLN

Tabel 4. Pembiayaan dengan menggunakan Listrik PLN

No	Tahun	Beban Lampu pemakaian selama 11 Jam [wh]	Beban/malam [kwh]	Beban/tahun [kwh]	Tarif per kwh [Rp]	Biaya/tahun [Rp]
1	2017	330	0.33	120.45	1,467.28	176,734
2	2018	330	0.33	120.45	1,555.32	187,338
3	2019	330	0.33	120.45	1,648.64	198,578
4	2020	330	0.33	120.45	1,747.55	210,493
5	2021	330	0.33	120.45	1,852.41	223,122
6	2022	330	0.33	120.45	1,963.55	236,510
7	2023	330	0.33	120.45	2,081.36	250,700
8	2024	330	0.33	120.45	2,206.25	265,742
9	2025	330	0.33	120.45	2,338.62	281,687
10	2026	330	0.33	120.45	2,478.94	298,588
11	2027	330	0.33	120.45	2,627.68	316,503
12	2028	330	0.33	120.45	2,785.34	335,494
13	2029	330	0.33	120.45	2,952.46	355,623
14	2030	330	0.33	120.45	3,129.60	376,961
15	2031	330	0.33	120.45	3,317.38	399,578
16	2032	330	0.33	120.45	3,516.42	423,553
17	2033	330	0.33	120.45	3,727.41	448,966
18	2034	330	0.33	120.45	3,951.05	475,904
19	2035	330	0.33	120.45	4,188.11	504,458
20	2036	330	0.33	120.45	4,439.40	534,726
<b>Total Biaya Selama 20 Tahun</b>						<b>6,501,260</b>

Dengan diketahui Biaya Pembuatan Turbin Angin dibandingkan dengan Nilai Pembiayaan menggunakan Listrik PLN diperoleh hasil Pembiayaan Listrik PLN memang lebih Rendah. Hanya saja penulis mempertimbangkan kemajuan yang didapatkan dari penelitian yaitu bahwa Turbin Angin masih bisa dijadikan rujukan sebagai penghasil energy terbarukan agar tidak bergantung kepada energy fosil. Selain itu Energy Angin jauh lebih ramah lingkungan dibandingkan Energy fosil yang masih banyak dampak negatifnya terhadap lingkungan.

#### Skema Turbin Angin



Gambar 10. Skema Turbin Angin

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perencanaan dan perhitungan pada penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

- Perencanaan dipilih menggunakan baterai karena kecepatan angin bersifat fluktuatif atau tidak konstan tersedia sepanjang waktu.

- Kecepatan angin sangat besar pengaruhnya pada perencanaan turbin, semakin tinggi kecepatan angin maka semakin cepat putaran yang dihasilkan dan akan semakin besar daya yang dihasilkan.
- Semakin besar daya yang dihasilkan maka arus yang diperoleh makin tinggi dan proses pengisian baterai menjadi lebih cepat, namun jika arus yang dihasilkan rendah maka pengisian baterai akan memakan/memerlukan waktu yang cukup lama.
- Dengan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa pemanfaatan energi angin cukup potensial dijadikan sumber energi untuk Penerangan Jalan Umum.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Adityo Putranto dkk. 2011. *Rancang Bangun Turbin Angin Vertical untuk Penerangan Rumah Tangga*. Semarang. (Jurnal).
- [2]. Ahmad Farid. 2013. *Optimasi Turbin Angin Savonius Dengan Variasi Celah dan Perubahan Jumlah Sudu*. Universitas Pancasakti Tegal. (Jurnal).
- [3]. Bilalodin dan Sugito. 2010. *Optimasi Prototipe Turbin Angin Menggunakan Metode Conjugate Gradien*. Berkala Fisika, Purwokerto. (Jurnal).
- [4]. Marizka Lustia Dewi. 2010. *Analisis kerja Turbin Angin Poros Vertical*. Surakarta . (Jurnal).
- [5]. PNPM Kementerian Dalam Negeri. 2010. *Energi yang Terbarukan*. Jakarta. (Buku)
- [6]. Ruzita Sumiati dan Aidil Zamri. 2013. *Rancang Bangun Miniatur Turbin Angin Pembangkit Listrik untuk Media Pembelajaran*. Padang. (Jurnal).
- [7]. Sularso, dan Suga, k. 1997. *Dasar Perencanaan Pemeliharaan Elemen Mesin*. Padya Paramitha, Jakarta. (Buku).
- [8]. Tatas Ardhy Prihanto. *Sistem Penyimpanan Baterai dan Pendistribusian energi Listrik PLTH Pandasimo Bantul*. Semarang. (Jurnal).
- [9]. Wisjnu P. Marsis dkk. 1993. *Survai Lokasi dan Penentuan Tempat Pengukuran Potensi Angin Di Sekitaran DKI Jakarta*. Lapan, Jakarta (Buku)
- [10]. Y. Daryanto. 2007. *Kajian Potensi Angin untuk Pembangkit Listrik Tenaga Bayu*. Yogyakarta. (Jurnal).