PERENCANAAN TURBIN ANGIN SOVANIUS S UNTUK PENERANGAN JALAN

Dudung Hermawan[1)], M Ersyad Fahmi[2)], Henry Permana[3)]
[1,2,3)] Program Studi Teknik Mesin Universitas Islam As-Syafi'iyah, Jakarta
Corresponding Author: dudung6234@gmail.com

Diterima : September 2022 *Revisi: Oktober 2022* *Disetujui: Oktober 2022* *Terbit: Oktober 2022*

ABSTRAK

Tujuan penelitian adalah menghasilkan pembangkit energi listrik alternatif yang tidak bisa dijangkau di suatu tempat. Metode penelitian ini meliputi hal berikut: pengumpulan data, perancangan dan pembuatan alat, pembuatan sistem keseluruhan, serta pengujian alat. Analisis dan kesimpulan. Hasil pengujian menunjukan sistem pembangkit listrik tenaga angin dengan turbin angin tipe vertikal telah dapat menghasilkan tegangan output generator 15,1Vdc tanpa beban dengan kecepatan angin 5,9 m/s, pada putaran sudu 129 Rpm. Sedangkan untuk output dengan beban lampu Dc 50 W mampu menghasilkan tegangan sebesar 10,1Vdc dengan kecepatan angin 5,9 m/s dan di putaran gerator 129 Rpm.daya yang di hasilkan oleh turbin angin sebesar 10,26Watt pada area penangkapan 10 m. Rata –rata arus pengisian aki adalah 0,792 ampere, mampu mencharge aki 12V 60Ah dari tegangan 12,2 V ke tegangan 11,8 selama kurang lebih 2 jam. Tegangan dan arus sebesar itu sudah bisa untuk mengisi aki yang nantinya akan dimanfaatkan sebagai sumber arus untuk penerangan jalan umum.

Kata Kunci : *Sumber Listrik, Pembangkit Listrik, Turbin Angin***.**

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Angin adalah aliran udara dalam jumlah yang sangat bersar diakibatkan oleh rotasi bumi dan juga karena adanya perbedaan tekanan udara di sekitar dalam jumlah banyak. Perbedaan tekanan ini mengakibatkan adanya pergerakan aliran massa udara dari daerah yang bertekanan tinggi menuju daerah bertekanan rendah. Angin sangat memegang peran penting bagi kehidupan manusia di muka bumi ini antara lain membantu proses nelayan tradisonal melaut, menggerakan awan dan lain lain.

Kebanyakan tenaga angin modern dihasilkan dalam bentuk listrik dengan mengubah rotasi dari pisau turbin menjadi arus listrik dengan menggunkan generator listrik. Pada turbin angin energy angin digunakan untuk memutar peralatan mekanik untuk melakukan kerja fisik. Tegana angin bayak jumlahnya dan tidak akan habis tersebar luas di Indonesia.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian Turbin Angin tipe Savonius S vertikal sebagai berikut: pertama merancang turbin yang mampu bekerja pada kecepatan angin rendah dengan kondisi angin yang tidak stabil; Kedua, menambahkan beban berupa lampu pada tahap akhir proses pengujian turbin. Ketiga, merancang turbin dan meneliti dalam skala laboratorium sebagi acuan untuk mengembangkan turbin angin skala industri.

2. STUDI PUSTAKA

Turbin angin adalah kincir angin yang digunakan untuk membangkitkan tenaga listrik. Turbn angin ini pada awalnya dibuat untuk mengakomodasi kebutuhan para petani dalam melakukan penggingan padi, keperluan irigasi. Turbin angin terdahulu banyak di gunakan di Denmark, Belanda, dan Negara –negara Eropa lainya dan lebih di kenal dengan bahasa *windmill.* Kini turbin angin lebih bayak digunakan untuk mengakomodasi kebutukan listrik masyarakat, dengan menggunakan pinsip konversi energi dan menggunakan sumber daya alam yang dapat diperbaharui yaitu angin. Walapun sampai saat ini pengunakan turbin angin masih belum dapat menyaingi pembangkit listrik konvenional, turbin angin masih lebih dikembangkan oleh para ilmuan karena dalam waktu dekat manusia akan dihadapkan dengan masalah kekurangan sumber daya alam tak terbaharui sebagai bahan dasar untuk membangkitkan listrik.

2.2 Pontensi Pemanfaatan Angin

Energi angin sudah sejak lama dimanfaatan untuk membantu aktifitas manusia dengan memanfaatan energy kinetik yang telah dikonversi. Salah satu pemenfaatan energi angin ini yaitu dikonversikan menjadi energy listrik dengan melalui Tahapan-tahapan. Terdapat dua tahap dalam pemanfaatan energi angin menjadi energi listrik yaitu diawali dengan pemenfaatan energy kinetik dari angin untuk memutar Baling-baling kemudian dihubungkan dengan rotor generator sehingga rotor generator berputar dan akan menghasilkan keluaran energi listrik berdasarkan aliran kecepatan angin kemudian diklasifikasikan menjadi beberapa klasifikasi. Klasifikasi ini sangat berpengaruh dalam desain dalam proses konversi menjadi energi listrik dengan kecepatan angin yang kecil lambat maka listik yang dihasilkan akan kecil dan sebaliknya jika kecepatan angin besar maka listrik yang dihasilkan akan besar. Parameter dalam melakukan penelitian pemanfaatan potensi energy angin sebagai berikut:

2.2.1 Daya Energi Angin

Daya angin merupakan nilai besaran yang dihasilkan dari variasi kecepatan angin pada lokasi penelitian yang memutar Baling- baling pada turbin angin. Daya angin dapat diketahui dengan rumus sabagai berikut:

$$Pv = ½\ \rho.A.\ v^3 \ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

Keterangan :

Pv = Daya Angin (Watt)

ρ = Densitas Udara (Kg/m^2)

A = Luas Rotor (m^2)

V = Kecepatan Angin (m/s)

Sedangakan untuk luas dari hembusan sapuan angin dapat dihitung dengan rumus:

$$A = \pi r^2 \quad \ldots\ldots \quad (2)$$

Keterangan :

A = Luas Sapuan Angin (m/s)

R = Jari-jari Lingkaran Blade (m)

2.2.2. Energi Listik

Energi listrik yang dihasilkan dari suatu pembangkit dengan memanfaatkan energi angin yaitu berdasarkan dari spesifikasi turbin serta kecepatan maksimal putaran angin terhadap turbin. Berdasarkan kecepatan rated kecepatan *cut in* dan keepatan *cut off*. Dari kecepatan *rated* ini sudah dapat diperkirakan hasil nilai daya suatu turbin angin, sedangkan dengan adanya kecepatan *cut in* dan *cut off* dapat diketahui seberapa lama turbin dapat menghasilkan daya terhadap kecepatan angin tertentu persamaan sebagai berikut :

$$P = Pt\ X\ \frac{(V^3 - V^3)}{V_0^3\ .\ V_c^3} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (3)$$

Keterangan :

P = Daya Listrik (Watt)

P_t = Rating Daya Turbin (Watt)

V = Kecepatan Angin (m/s)

V_c = Kecepatan Angin *Cut in* (m/s)

V_0 = Kecepatan Angin *Cut Off* (m/s)

2.3 Turbin Angin Vertikal

Turbin angin pada awalnya dipergunakan untuk membatu keperluan pertanian seperti irigasi. Sekarang turbin angin bayak dibangun untuk dimanfaatkan menghasilkan energy listrik. Salah satu turbin yaitu turbin angin sumbh vertical yang memiliki keunggulan yang tidak perlu diarahkan ke mata angin.

Pada turbin angin sumbu vertical terdapat empat macam klasifikasi jenis turbin berdasarkan nama dan bentuknya yakin trubin angin *savonius,* turbin *darrius* dan tubin *H-darrius* dan *helix shape.*Turbin angin savonius merupan turbin angin yang tidak memerukan biaya yang tinggi dan dalam proses pembuatan tidak terlalu sulit dikarenakan kontruksinya yang sederhana. Turbin angin *sovanius* dalam mengkonversikan energy angin menjadi energy listrik yaitu dengan prinsip aeridinamika dalam mengkonversikan aliran energy angin melewati blade.

Dalam turbin angin sumbu *vertical* hal penting dalam proses konversi energy mekanik turbin yang akan dihubungkan dengan rotor generator yaitu penggunakan

poros yang kuat karena poros ini digunakan sebagi kedudukan blade serta penghubung pada rotor generator. Perhitungan poros ini dapat diketahui dengan persamaan :

$$Pd = fc \ . \ P \quad \text{..... (3)}$$

$$Pd = \frac{T}{(3{,}14.ds^3/16)} + \frac{5{,}1 \ .T}{ds^3} \quad \text{... ... ... (} \qquad (4)$$

Dengan Keterangan :

P_d = Daya Rencana (kW)
f_c = Faktor Koreksi
P = Daya Nominal
T = Momen Rencana (kg.mm)
T_d = Tegangan Geser (kg.mm)
d_s =Diameter Poros (mm)

Selanjutnya poros turbin dapat dihitung dengan persamaan :

$$\text{ds} = \frac{5{,}1 \cdot}{Td} \ K_t \ C_b \ T)^{1/3} \text{.....} \qquad (5)$$

Keterangan :

d_s = Diameter Poros (mm)
K_t = Faktor Koreksi
C_b = Faktor Pemakaian
T = *Moment* Rencana (kg.mm)
T_d = Tegangan Geser (kg.mm ^{2})

2.4 Turbin Angin Savonius S

Turbin angin savonius termasuk dalam katagori turbin angin dengan sumbu vertical dengan poros tegak dengan rotornya. Turbin angin savonius pertama kali ditemukan oleh Sigurd Johannes seorang insinyur dari Filindia pada tahun 1922. Turbin angin savonius bekerja dengan gaya drag yaitu melawan arah gerakan dari Baling-baling turbin tersebut berdasarkan gerakan tersebut akan timbul daya dorong pada sudu turbin sehingga turbin dapat berputar. Turbin angin tipe savonius terbagi menjadi dua katagori yaitu turbin angin savonius tipe U sangan bentuk silinder dan turbin angin savonius S. Tubin angin savonius memiliki beberapah keunggulan dan beberapah kekurangan. Untuk luas sapuan angin terhadap luas penampang turbin savonius dapat dihitung dengan persamaan:

$$A = h \ . \ D \quad \text{.....} \qquad (6)$$

Ketarangan :

A : Luas sudu turbin (m^2)
h : Tinggi turbin (m)
D : Diameter Turbin (m)

2.5 Prinsip Kerja Turbin Angin Savonius S

Energi angin yang memutar turbin angin kemudian memutar blade turbin, lalu diteruskan untuk memutar rotor pada generator. Genetaor merubah energi gerak

menajdi energi listrik dengan teori medan elektromagnektik , yaitu poros pada generator dipasang dengan material *ferromagnetic* permanen. Setelah itu pada bagian sekeliling poros terdapat stator yang bentuk fisiknya adalah Kumparan-kumparan kawat tembaga. Ketika poros generator mulai berputer maka terjadi perubahan fluks akan dihasilkan tegangan dan arus listrik. Tegangan dan arus listrik yang dihasilkan disalurkan melalui kabel jaringan listrik.

3. METODE PENELITIAN

Tahap proses perancangan dimulai dengan studi literature sebagai pendukung dalam memperkuat hasil perhitungan dan juga sebagai pembanding dengan perancangan sebelumnya, Selanjutnya dalam perancangan mesin turbin angi, dilakukan beberapa tahap yang sangat penting, sehingga dalam merancang tidak mengalami kesalahan yang fatal, tahap-tahap dalam perancangan antara lain;.Menentukan kebutuhan, Pemilihan mekanisme, Perhitungan beban mekanis, Pemilihan bahan, Menuntukan ukuran, Modifikasi, Pembuatan gambar kerja dan proses manufaktur dan perakitan.

4.. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan spesifikasi sistem yang telah dijelaskan sebelumnya,selanjutnya akan dilakukan pengujian terhadap sistem. Bertujuan untuk membuktikan apakah sistem yang di buat berjalan dengan baik atau tidak.

4.1 Pengujian Kecepatan Angin

Setiap waktu angin memiliki kecepatan yang selalu berubah-ubah,oleh karena nya perlu dilakukan pengambian data kecepatan angin secara berulang-ulang. Setelah itu dilakukan perhitungan kecepatan angin rata-rata, agar didapatkan kecepatan angin secara tepat.

Tabel 1 Kecepatan Angin

No	Waktu (WIB)	Kecepatan Angin (m/s)
1	13.00	3,2
2	13.05	3
3	13.10	3,5
4	13.15	3,8
5	13.20	4,1
6	13.25	3,9
7	13.30	3,5
8	13.35	3,1
9	13.40	3,1
10	13.45	3,2

11	13.50	3,4
12	13.55	3,6
13	14.00	3,7
14	14.05	4,9
15	14.10	5,1
16	14.15	5,6
17	14.20	5,9
18	14.25	4,7
19	14.30	4,9
20	14.35	5
Rata-rata angin		2,985

Dari data pengujian yang diperoleh Rata-rata kecepatan angin pada rentang waktu 13:00 sampai 14:35 adalah 2,985m/s.Total daya energi angin untuk radius area penangkapan 10 m^2 adalah:

$W = ½.\rho.A.v^3$ $= ½.10\ m^2.2{,}98\ m^3/s$

W = 1329,851 Joule (7)

Keterangan :

W = Energi angin (Joule)

ρ = Kerapatan udara (Kg/m^3)

A = Area penangkapan angin (m^2)

V = Kecepatan angin (m/s)

4.2 Prosedur Pengujian

Pengujuan turbin angin sovanius dilakukan dengan menggunakan angin alami. Pengambilan data dilakukan di pondok pesantren an nur bekasi utara. Perhitungan waktu dan mencatat data, kecepatan angin per menit pada ujung sidu, kecepatan putar poros per menit,arus yang keluar dari generator dan tegangan yang keluar dari generator. Pengambilan data dilakukan selama 95 menit secara terus-menerus dan pada setiap 5 menit dicatat dan kecepatan angin,rpm,arus dan tegangan yang keluar dari generator dan contorller.

4.3 Pengujian Generator

Data pengujian output dari genetator seperti berikut:

Tabel 2 Pengujian Generator

No	Waktu (Wib)	Kecepatan angin (m/s)	Sudu (rpm)	Tegangan (V)
1	13.00	3,2	81	10,2
2	13.05	3	71	9,3
3	13.10	3,5	87	11,3
4	13.15	3,8	93	12,5

5	13.20	4,1	98	12,7
6	13.25	3,9	94	12,6
7	13.30	3,5	87	11,3
8	13.35	3,1	75	9,5
9	13.40	3,1	75	9,5
10	13.45	3,2	81	9,8
11	13.50	3,4	84	11
12	13.55	3,6	87	11,4
13	14.00	3,7	90	11,6
14	14.05	4,9	113	13,8
15	14.10	5,1	119	14,2
16	14.15	5,6	126	14,9
17	1420	5,9	129	15,1
18	14.25	4,7	100	13,2
19	14.30	4,9	113	13,8
20	14.35	5	115	14

Dari data diatas didapatkan untuk mencapai tegangan 15,1 V dibutuhkan keceptan angin 5,9m/s dan kecepatan putar sudu 129 rpm, tegangan tertinggi yang dihasilkan adalah 15.1V pada kecepatan angin 5,9m/s.Pada kurva di atas dapat diliat semakin tingginya nilai kecepatan angin maka voltase yang dihasilkan oleh generator pun akan semakin besar.

4.4 Pengujian Generator Dengan Beban

Beban yang digunakan 1 lampu dengan tegangan 12V DC, 50W

Tabel 3 Pengujian Generator Dengan Beban

No	Waktu (Wib)	Kecepatan Angin (m/s)	Sudu (rpm)	Tegangan (V)	Tegangan dengan beban (V)
1	13:00	3,2	81	10,2	5,2
2	13;05	3	71	9,3	4,3
3	13.10	3,5	87	11,3	6,3
4	13.15	3,8	93	12,5	7,5
5	13.20	4,1	98	12,7	7,7
6	13.25	3,9	94	12,6	7,6
7	13.30	3,5	87	11,3	6,3
8	13.35	3,1	75	9,5	4,5
9	13.40	3,1	75	9,5	4,5
10	13.45	3,2	81	9,8	4,8
11	13.50	3,4	84	11	6
12	13.55	3,6	87	11,4	6,4

13	14.00	3,7	90	11,6	6,6
14	14.05	4,9	113	13,8	8,8
15	14.10	5,1	119	14,2	9,2
16	14.15	5,6	126	14,9	9,9
17	14.20	5,9	129	15,1	10,1
18	14.25	4,7	100	13,2	8,2
19	14.30	4,9	113	13,8	8,8
20	14:35	5	115	14	9

Dari hasil perhitungan daya masing-masing data, diperoleh untuk daya yang dihasilkan generator pada beban lampu berdaya 50Watt terjadi ketika angin berkecepatan 5.9m/s dan putaran sudu sebesar 129 rpm.

4.5 Pengujian Turbin Angin

Dengan melihat hasil data tabel perhitungan untuk mengetahui daya maksimal atau energi yang dikeluarkan oleh generator berdasarkan sapuan angin dengan diameter sidu 0.5 m. dimana v =5,9m/s (diperoleh dari kecepatan angin tertinggi)

$P = 1/2\ V^3\ D^2$ (8)

$P= 1/2\ .5{,}9^3 \times 1^2$

P= 1/2 .205,379 .1

P= 10,26 Watt

Keterangan:

P = Daya atau energi (Watt)

V= Kecepatan aliran udara (m/s)

D = Diameter Sidu

4.6 Pengujian Pengisian Aki

Data diperoleh pada pukul 10:00 – 14:00 dan tagangan aki tidak pada kondisi kosong,yaitu pada tegangan 10.8.Aki memiliki kapasitas sebesar 12 Volt 60Ah.

Tabel 1 Pengujian Pengisian Aki

No	V Out Generator	V Out Terminal Aki	Kecepatan Angin (m/s)	Arus
1	11,4	9,8	4,5	0,6
2	15	10,6	4,6	0,56
3	20	11,3	5,8	0,84
4	18,6	11,3	5,4	0,68
5	19,8	11,5	5,9	0,87
6	23,4	11,5	6,1	0,96
7	25,6	11,6	6,2	0,99
8	19,3	11,6	5,3	0,79
9	18,6	11,7	5,6	0,73

10	20,3	11,8	7	0,9
	Rata-rata	11,27	5,64	0,792

Dari data diatas diperoleh rata–rata pengisian adalah 0,792A. Dari pengamatan yang dilakukan, pengisian aki pada pembangkit listrik tenaga angin ini dimulai dari angin dengan kecepatan 7 m/s dengan output tegangan sebesar 20,3V. Untuk lama pengisian aki dari kondisi kosong sampai keadaan penuh dapat dihitung melalui persamaan :

T Ah = Ah / A (9)

T = 60 Ah / 0,792 A

T = 75,757 hour

5. KESIMPULAN

Berdasarkan dari proses perancangan design dan speksifikasi, pembuatan dan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Turbin angin ini secara teori dapat menghasilkan daya mekanik 10,26Watt pada kecepatan angin 5,9 m/s.
2. Turbin angin sovanius dapat mengisi aki yang dihasilkan oleh generator ke baterai pada V Out generator 18,6 V daya ini cukup untuk mengisi baterai 12V
3. Putaran minimum dihasilkan turbin angin sovanius dua tingkat dengan putaran sudu 81 rpm dan daya yang di bangkitkan adalah 10,2V pada kecepatan angin 3,2m/s.

DAFTAR PUSTAKA

Hendra A. 2012, "Pengaruh Jumlah Sudu Terhadap Unjuk Kerja Turbin Angin Sovanius", Skripsi, Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya,

Muhammad Dzikri. 2017. "Perancangan Turbin Angin Tipe Sovanius Sumbu Vertikal 6 Sudu" Penerbit Bina Cipta, Bandung.

Nugroho, dkk. 2011 "Analisis Pengisian Baterai Pada Rancang Bangun Turbin Angin Poros Vertikal Tipe Savonius Untuk pencatuan Beban Listrik" Skripsi, Teknik Mesin Universitas Indonesia. Jakarta

Sugiarto. 2011." Uji Eksperimental Pengaruh Profil Dan Jumlah Sudu Pada Variasi Kecepatan Angin Terhadap Daya Dan Putaran Turbin Angin Sovanius Menggunakan Sudu Pengarah Dengan Luas Sapuan Rotor 0,90 m^2". Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Sumatra Utara,.Medan.

Sumiati, R.,2012, "Pengujian Turbin Angin Savonius Tipe U Tiga Sudu di Lokasi Pantai Air Tawar Padang", Skripsi, Teknik Mesin Politeknik Negeri Padang.

M.Haydarul. H, Nugroho. G, Musyafa A. "Rancang Bangun Turbin Angin Vertikal Jenis Savonius dengan Variasi Jumlah Blade Terintegrasi Circular Shield untuk Memperoleh daya Maksimum", Jurnal Teknik POMITS.2013:7(7):1-6 Sadaaki, K Isao dan T.Jiro, 2003,Patent No.JP. 2003293938.

Suryatmo, 1984. "Teknik Listrik Motor Dan Generator Arus Bolak- Balik", Penerbit Bina Cipta, Bandung

Pujowidodo Hariyotejo," Pengembangan Generator Mini dengan menggunakan Magnet Permanen", Tesis Pasca Sarjana Departeman Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Jakarta