

ANALISA PENGARUH KECEPATAN PUTAR YANG DIHASILKAN *TURBINE CYCLONE* TERHADAP DAYA *GENERATOR* SEBAGAI PEMBANGKIT LISTRIK SKALA RENDAH

Apolinaris Epa¹⁾ Margianto²⁾ Sujatmiko³⁾

Program Strata Satu Teknik Mesin Universitas Islam Malang¹⁾

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Mesin Universitas Islam Malang^{2,3)}

Jl. MT Haryono 193 Malang 65145

E-Mail: Ringin_hmm@yahoo.com

ABSTRAK

The main purpose of Ringin this research is to get performance turbines on a wind farm that is great to know the influence of the speed of the generated power against dial and large minimum speed to be able to produce power. Testing with variable test i.e. chimney height 80 cm 100 cm, 120 cm and variations of air temperature 45 °C, 50 °C, 55 °C. Research parameters measured is to get round the turbine, the generator voltage generator, round, strong currents. The test result data is processed to get a power generator. Processing is then presented in the form of graphics, the best generator Performance is the highest output power. From the author's research proved that the existence of the influence between the chimney and the high temperature difference against a revolving turbine speed. The higher the chimney and air temperature obtained power, torque and efficiency round increasing anyway. The rate of rotation of the turbine Cyclone higher on high chimney size 120 cm at temperatures of 55 degrees that produce the rate of rotation of the runner of 139.5 Rpm and also generate electric power of 5.471 Watts while the value of efficiency (η) high earned the most rounds is as much 58.784%

Key word: turbine cyclone, power output, torque, efficiency

PENDAHULUAN

Perkembangan dan kemajuan bidang teknologi pada saat ini sangat pesat. Manusia terus berlomba – lomba untuk menentukan dan menciptakan suatu teknologi yang paling muktahir, yang bertujuan untuk memenuhi kebutuhan manusia yang terus bertambah untuk mencapai suatu kesejahteraan hidup yang lebih baik.

Adapun kebutuhan manusia akan penggunaan energi kian meningkat sehingga para ahli mulai mengembangkan sumber energi yang lain yang *renewable*, disini meliputi energi angin, energi potensial air, energi panas bumi, energi panas matahari dan energi lain sebagainya. Salah satu energi *renewable* dan mempunyai beberapa kelebihan khususnya tidak mengakibatkan pencemaran udara atau

pengotoran lingkungan dan sangat cocok digunakan untuk masyarakat seperti yang diberikan oleh mesin penggerak lain, misalnya motor bakar, turbin uap, ketel uap dan sebagainya.

Turbin angin adalah suatu pesawat yang tergolong mesin penggerak utama atau *prime mover engine* dengan menggunakan angin. Dimana tenaga dari kinetik angin, kemudian di ubah menjadi energi mekanis pada sudu – sudu jalan, sehingga diperoleh gerak rotasi untuk memutar poros dari *generator* yang selanjutnya generator membangkit listrik.

Sejarah penggunaan energi angin dimulai sejak abad ke-17 SM dan tersebar diberbagai negara seperti Persia, Babilonia, Mesir, China dan di benua Eropa dengan berbagai bentuk rancang

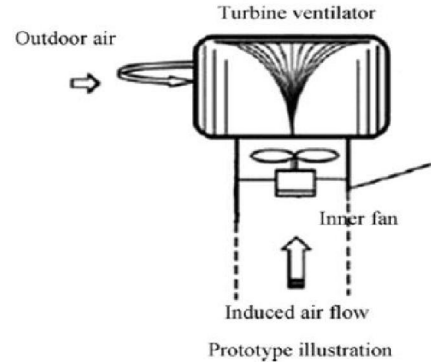
bangun.

Perkembangan energi angin di Indonesia untuk saat ini masih tergolong rendah. Salah satu penyebabnya adalah karena kecepatan angin rata-rata di wilayah Indonesia tergolong kecepatan angin rendah, yaitu berkisar antara 3 m/s hingga 5 m/s sehingga sulit untuk menghasilkan energi listrik dalam skala besar. Meskipun demikian, potensi angin di Indonesia tersebar hampir sepanjang tahun, sehingga memungkinkan untuk dikembangkan sistem pembangkit listrik skala kecil. Turbin yang sesuai untuk kecepatan angin rendah adalah *turbine cyclone*, Turbin ini memiliki rotor yang besar pada kecepatan angin rendah (Kamal, 2008).

Turbine Ventilator (*cyclone*) merupakan turbin angin dengan sumbu vertikal yang memiliki gabungan fungsi dari turbin angin dan kipas hisap. *Turbine ventilator* menggunakan energi angin sebagai pengganti kipas ventilasi bertenaga listrik. Alat ini sering digunakan di atap yang berfungsi sebagai ventilasi pada bangunan perumahan dan industri. Energi angin yang berhembus pada sudu turbin ventilator akan menghasilkan drag force dan menyebabkan turbin ventilator berputar. Rota si ini menghasilkan tekanan negatif di dalam turbin ventilator sehingga udara terhisap dari dasar saluran. Udara memasuki turbin secara aksial melalui dasar saluran dan keluar secara radial. Pada saat udara diam, pada ketinggian tertentu, turbin ventilator juga dapat mensirkulasikan udara dengan efek *bouyancy*.

Chi-ming Lai (2003) telah menunjukkan pola aliran udara di sekitar turbin ventilator. Aliran udara dibagi menjadi dua stream ketika melalui ventilator. Satu aliran dalam arah rotasi dan menjadi gaya putar, sementara lainnya berada di arah yang berlawanan dan meredam rotasi ventilator. Sudu yang berotasi melempar partikel udara yang dihisap keluar dan mengkombinasikan kedua aliran udara diatas, yang mana konvergen di daerah *wake* pada sisi yang berlawanan dari angin yang berhembus. Pada kajian yang sama, diuji tiga ukuran ventilator berdiameter 6, 14 dan 20 *inchi* dengan kecepatan angin antara 10 dan 30 m/s . **Lai** menemukan bahwa semakin besar diameter

ventilator akan menyebabkan nilai *ventilation rate* semakin besar sebagaimana diharapkan. ditunjukkan pada gambar 2.4



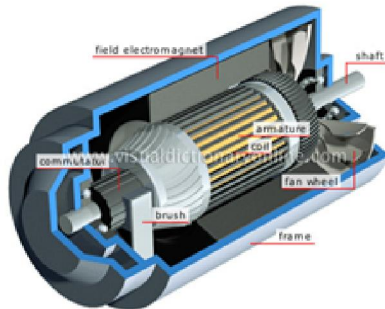
Gambar 2.4 Turbine ventilator dengan inner fan (Lai 2003)

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi besarnya putaran turbin ventilator, yaitu besarnya debit ventilasi yang mengalir pada pipa cerobong turbin ventilator dan besarnya kecepatan *freestream* udara yang mengalir menuju turbin ventilator, sehingga **Lai, C.M. (2003)** melakukan modifikasi dengan penambahan *inner fan*, yang tujuannya untuk mendapatkan debit ventilasi dan putaran turbin ventilator yang besar, dan akan mempengaruhi besarnya daya yang dihasilkan untuk diaplikasikan sebagai pembangkit listrik.

Generator

Michael Faraday (1791-1867), seorang ilmuwan berkebangsaan Inggris, membuat *hipotesis* (dugaan) bahwa medan magnet seharusnya dapat menimbulkan arus listrik. Berdasarkan percobaan, ditunjukkan bahwa gerakan magnet di dalam kumparan menyebabkan jarum *galvanometer* menyimpang. Jika kutub utara magnet digerakkan mendekati kumparan, jarum *galvanometer* menyimpang ke kanan. Jika magnet diam dalam kumparan, jarum *galvanometer* tidak menyimpang. Jika kutub utara magnet digerakkan menjauhi kumparan, jarum *galvanometer* menyimpang ke kiri. Penyimpangan jarum *galvanometer* tersebut menunjukkan bahwa pada kedua ujung kumparan terdapat arus listrik. Peristiwa timbulnya arus listrik seperti itulah yang disebut *induksi elektromagnetik*. Adapun

beda potensial yang timbul pada ujung kumparan disebut gaya gerak listrik (GGL) induksi.



Gambar 2.9 bagian generator DC

Terjadinya GGL induksi dapat dijelaskan sebagai berikut. Jika kutub utara magnet didekatkan ke kumparan. Jumlah garis gaya yang masuk kumparan makin banyak. Perubahan jumlah garis gaya itulah yang menyebabkan terjadinya penyimpangan jarum galvanometer. Hal yang sama juga akan terjadi jika magnet digerakkan keluar dari kumparan. Akan tetapi, arah simpangan jarum galvanometer berlawanan dengan penyimpangan semula. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penyebab timbulnya GGL induksi adalah perubahan garis gaya magnet yang dilingkupi oleh kumparan.

Generator atau pembangkit listrik yang sederhana, Dinamo digunakan untuk menyalakan lampu. Caranya ialah bagian atas dinamo (bagian yang dapat berputar) dihubungkan ke turbin dengan menggunakan *pulley dan belt*. Pada proses itulah terjadi perubahan energi gerak menjadi energi listrik. Dinamo sepeda intinya adalah sebuah magnet yang dapat berputar dan sebuah kumparan tetap. bila turbin berputar dan pada dinamo akan memutar sehingga turbin akan memutar magnet biasanya dinamo dapat menghasilkan tegangan 6 sampai 12 Volt.

Pulley dan belt

Pulley dan belt sangatlah berperan penting sebagai sistem penggerak untuk menghubungkan poros turbin dengan poros generator, pada pulley menggunakan perbandingan 2:1 yang mana pulley berdiameter 100 mm terpasang pada poros turbin dan pada poros generator berdiameter 50 mm

Daya.

rata-rata

Daya rata-rata sesaat didefinisikan sebagai hasil perkalian tegangan dan arus sesaat, dan ditulis sebagai

$$p = vi$$

Brake Horse Power (BHP)

Brake Horse Power adalah daya dari turbin yang diukur setelah mengalami pembebanan yang disebabkan oleh generator, gearbox, pompa ataupun perangkat tambahan lainnya. *Brake* yang dimaksud adalah suatu peralatan yang digunakan untuk memberikan beban pada turbin sehingga putarannya dapat terjaga secara konstan. Dalam percobaan nantinya *BHP* diukur dengan menggunakan generator listrik. Dengan mengukur besarnya tegangan yang dihasilkan, dapat diketahui besarnya daya generator ($P_{generator}$). Besarnya *BHP* dapat dihitung setelah didapatkan harga $P_{generator}$ dengan rumus sebagai berikut :

$$BHP = \frac{P_{generator \text{ listrik}}}{\eta_{generator}}$$

Dimana :

$BHP = \text{Brake Horse Power (Watt)}$

$P_{generator \text{ listrik}} = \text{daya motor listrik (watt)}$

$\eta_{generator} = \text{Efisiensi generator (\%)}$, (asumsi 0,65%)

Torsi (T)

Torsi biasa disebut juga momen atau gaya yang menyatakan benda berputar pada suatu sumbu. Torsi juga bisa didefinisikan ukuran keefektifan gaya tersebut dalam menghasilkan putaran atau rotasi mengelilingi sumbu tersebut.

Besar torsi dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$T = \frac{P_{generator}}{2\pi \cdot n_{generator}/60}$$

dimana:

T = Torsi (Nm)

$P_{generator}$ = Daya generator (Watt)

$n_{generator}$ = Putaran generator (rpm)

Efisiensi Putaran Turbine

Efisiensi (η) merupakan perbandingan antara efek manfaat yang digunakan dengan pengorbanan yang dilakukan.

$$\eta = \frac{N_{usefull}}{N_{input}} \times 100$$

dengan:

η : Efisiensi (%)

N_{input} : Putaran tanpa beban (Rpm)

$N_{usefull}$: Putaran dengan beban (Rpm)

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Lab. Fakultas Teknik Mesin Universitas Islam Malang

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen (*experimental research*). Pengambilan data dilakukan dengan mengukur banyak putaran turbin (rotasi per menit, rpm)

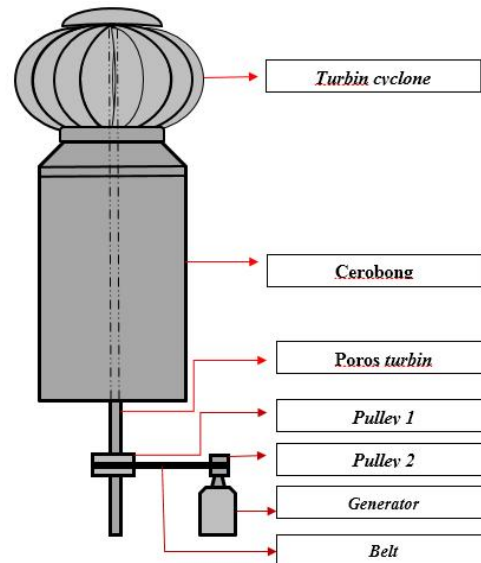
Variabel Penelitian

Variabel Bebas variabel bebas dalam penelitian ini adalah variasi tingg cerobong: 80 cm, 100 cm, 120 cm serta variasi suhu udara: 45°C, 50°C dan 55°C.

Variabel Terikat

Variabel terikat dalam penelitian ini: putaran poros (n), dan daya listrik (*volt x amper*).

Skema penelitian ini ditunjukkan pada skema berikut ini



Gambar Mekanisme pengukuran daya

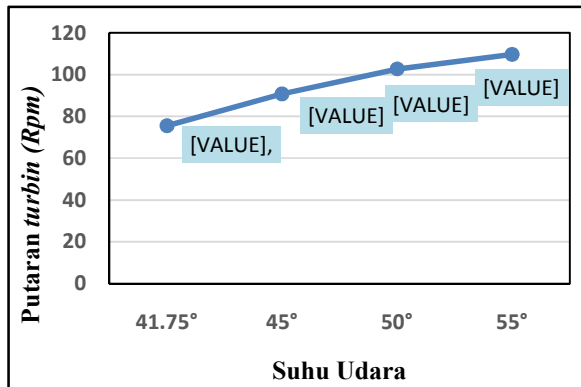
Pada proses pengambilan data, poros *turbine ventilator* dihubungkan pada *generator DC*, kemudian *generator* tersebut dihubungkan dengan lampu. Ketika *turbine ventilator* dipanaskan pada pipa cerobong maka turbin akan menghasilkan putaran karena ada terhubung pada *generator* akan sama dengan putaran *turbine ventilator* sehingga *generator* tersebut menghasilkan listrik.

HASIL PENGUJIAN

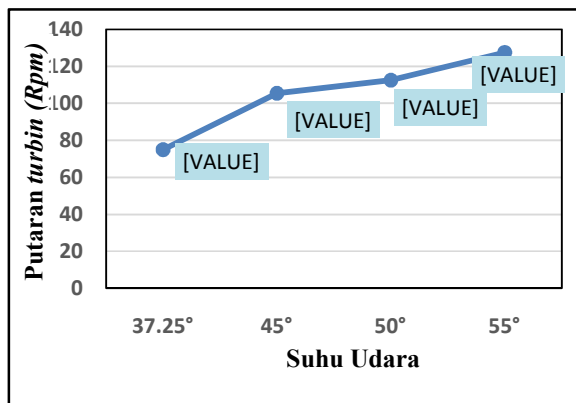
No	Tinggi cerobong (cm)	Suhu udara (°C)	Putaran (Rpm)	Daya (watt)
1	80 cm	41,75 ⁰	75	0,007125
		45 ⁰	90,75	0,3325
		50 ⁰	102,75	1,098
		55 ⁰	109,75	2,071
2	100 cm	37,25	75,5	0,008075
		45 ⁰	101,5	0,969
		50 ⁰	112,5	2,4375
		55 ⁰	127,75	3,718
3	120 cm	35 ⁰	76	0,0076
		45 ⁰	107	1,785
		50 ⁰	126	3,74
		55 ⁰	139,5	5,471

Tabel hasil pengujian *turbin cyclone* pada setiap tinggi cerobong

Grafik hubungan antara suhu udara terhadap Putaran yang dihasilkan.

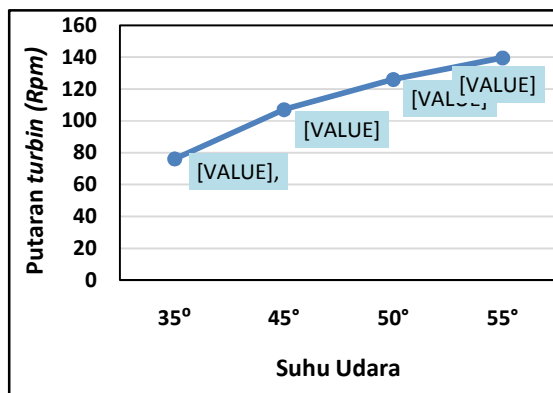


Grafik hubungan antara suhu udaraterhadap laju putaran padatinggi



cerobong berukuran 80 cm

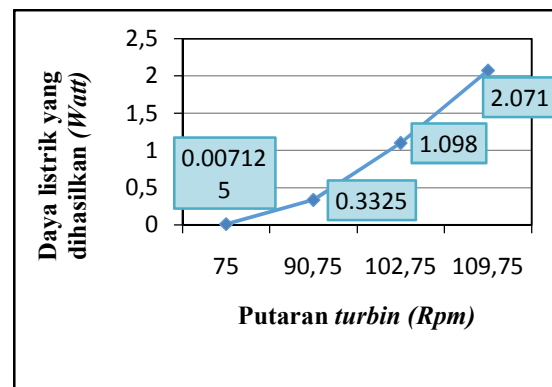
Grafik hubungan antara suhu udaraterhadap laju putaran *Turbin Cyclone* padatinggi cerobong berukuran 100 cm.



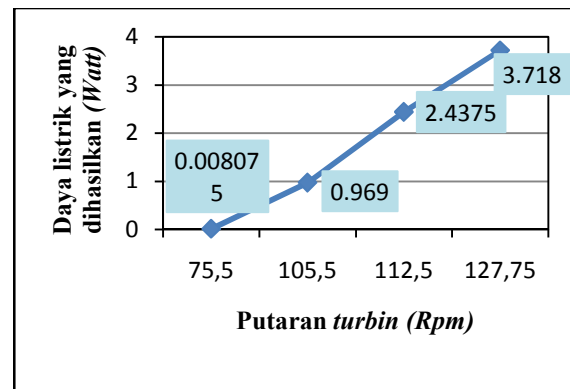
Grafik hubungan antara suhu udaraterhadap laju putara n padatinggi cerobong berukuran 120 mm.

Bisa dilihat dari setiap perbedaan suhu udara yaitu 41,75°, 45°, 50°, dan 55°, semakin besar temperatur maka laju putaran yang dihasilkan turbin padatinggi cerobong 80 cm akan semakin cepat laju putarnya. Dan pada tinggi cerobong 120 cm kali ini suhu udara 55° yang menghasilkan nilai kecepatan laju putaran yang lebih tinggi yaitu sebesar 139,5 Rpm sedangkan yang terendah adalah suhu udara 37,25° yaitu menghasilkan nilai kecepatan laju putaran sebesar 75 Rpm yang merupakan kecepatan minimum turbin untuk menghasilkan daya listrik

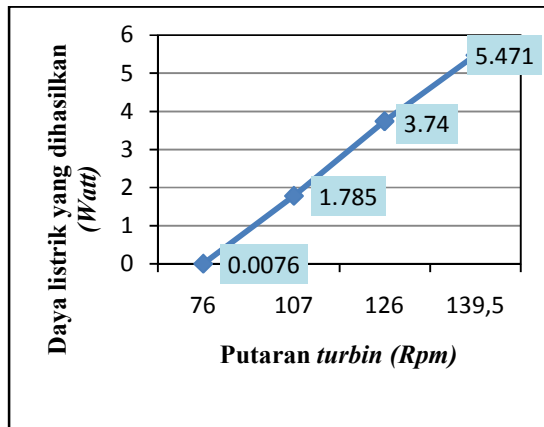
Grafik hubungan antara putaran terhadap daya listrik yang dihasilkan



Grafik hubungan antara laju putaran terhadap daya listrik padatinggi cerobong berukuran 80 cm.



Grafik hubungan antara laju putaran terhadap daya listrik padatinggi cerobong berukuran 100 cm.



Grafik hubungan antara laju putaran terhadap daya listrik ik pada tinggi cerobong berukuran 120 cm

Dari gambar grafik hubungan antara laju putaran terhadap daya listrik yang dihasilkan yang terlihat di atas, nilai paling tinggi terdapat pada tinggi cerobong 120 cm dengan suhu udara 55°, yaitu menghasilkan daya listrik sebesar 5,471 Watt, dan kecepatan laju putaran 139,5 Rpm. Nilai daya listrik minimum yang dihasilkan oleh Turbin Cyclone terendah pada tinggi cerobong 80 cm menghasilkan daya listrik sebesar 0,007125 Watt dengan laju putaran runner sebesar 75,5 Rpm.

Kesimpulan

- Dari hasil penelitian dapat diketahui adanya pengaruh antara tinggi cerobong dan beda suhu udara terhadap kecepatan putaran turbin. Semakin tinggi cerobong dan suhu udara diperoleh daya, torsi, dan efisiensi putaran yang semakin meningkat pula.
- Laju putaran Turbin Cyclone yang lebih tinggi pada ukuran cerobong tinggi 120 cm pada suhu udara 55°, yaitu menghasilkan laju putaran runner sebesar 139,5 Rpm dan juga menghasilkan daya listrik sebesar 5,471 Watt.
- Sementara untuk nilai efisiensi (η) putaran paling tinggi yang diperoleh adalah sebanyak 58,784 %

Daftar Pustaka

- Bueche, F. J.; 1988; Fisika; Erlangga, Jakarta.
- Daryanto, 2007, "Kajian Potensi Angin Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Bayu". Balai PPTAGG-LAGG, Yogyakarta.
- Khan, N., Su, Y. & Riffat, S. B., 2008. A Review on Wind Driven Ventilation Techniques, *Energy and Buildings* 40 (2008) 1586–1604.
- Lai, C. M., 2003, *Experiments on the Ventilation Efficiency of Turbine Ventilators Used for Building and Factory Ventilation*, *Energy and Buildings* 35 (2003) 927–932.
- Lai, C. M., 2005, *Prototype Development of The Rooftop Turbine Ventilator Powered by Hybrid Wind and Photovoltaic*, *Energy and Buildings* 38 (2006) 174–180.
- Parsons, Robert A. 1997. ASHRAE Handbook. Colorado : USA www.energi.lipi.go.id www.wikipedia.org
- Marnoto, Tjukup. 2010. *Perancangan Kincir Angin Axis Vertikal Tipe Baru untuk Generator Listrik Tenaga Angin*. Jogjakarta: Universitas Pembangunan Nasional Veteran.
- Anonim. 2012. *Cyclone Turbin Ventilator Otomatis* diakses dari www.cycloneventilator.com pada tanggal 22 Februari 2012.
- Culp, Archie W., 1991. *Prinsip-Prinsip Konversi Energi* Jakarta: Erlangga. Terjemahan: *Principles of Energy Conversion*. 1979. McGraw-Hill, Ltd
- Anwar, M. S., 2008. *Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Angin Pada Stasiun Pengisian Accu Mobil Listrik*. Tugas Sarjana. Surabaya: ITS