

Jurnal Mekanika dan Sistem Termal (JMST)

Journal homepage: <http://e-journal.janabadra.ac.id/index.php/JMST>

Original Article

Pengaruh Tipe Mixer Ejektor dan Sudu Non-Twisted Naca 6412 Terhadap Daya Listrik Turbin Angin Poros Horizontal

Wisnu Aristyawan*, Danar Susilo Wijayanto, Nugroho Agung Pambudi

¹ Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Universitas Negeri Sebelas Maret Surakarta, Jl. Ahmad Yani 200A Pabelan, Surakarta

*Corresponding author:

E-mail: aris.wisnu@rocketmail.com

Abstract – The purpose of this study was to determine the effect of mixer ejector and a non-twisted blade airfoil NACA 6412 toward power output generated in the horizontal axis wind turbine (HAWT). The type of blade used in this experiment is a blunt, rectangular and taper. There are three artificial low wind-speed applied at 2.5 m / s, 3.5 m / s and 4.5 m/s. All the experimental data is carried out by several instruments such as anemometer, tachometer, multimeter and recorded by a data logger. The results showed that the blunt wind turbine blade produces the highest power output at 0.43 W at a wind speed of 4.5 m/s with a rotor rotational speed of 183.4 RPM. While, the lowest power output produced by taper blade power output at of 0.07 W at 87.9 rpm at a wind speed of 2.5 m/s. In the experimental of additional of the mixer ejector, diffuser type produces the highest power output at 0.83 W at a wind speed of 4.5 m/s. The power output increased by 93 % compared to an original wind turbine without the addition of mixer ejector at 0.43 W.

Keywords – Wind turbine; Mixer ejector; NACA 6412; Power output; Horizontal.

1. Pendahuluan

Listrik merupakan kebutuhan esensial bagi setiap aktivitas kehidupan manusia. Kebutuhan ini terus meningkat sehingga penyediaannya secara berkelanjutan harus terus ditingkatkan. Pada kenyataannya, sebagian besar penyediaan energi listrik dipasok oleh energi fosil seperti batubara, gas dan minyak bumi yang eksistensinya cepat atau lambat akan habis dalam beberapa dekade mendatang. Menurut data BPPT dan dewan energi nasional, batu bara dan gas memiliki bauran pada sistem energi nasional masing-masing sebesar 43% (19,1 GW) dan 27% (12 GW), diikuti bahan bakar minyak dengan bauran sekitar 18% (8,1 GW). Energi baru dan terbarukan seperti panas bumi memiliki bauran sekitar 5 % sementara itu pembangkit hydro pada angka 9% (4,2 GW) (BPPT, 2015).

Energi dari bahan bakar fosil tidak dapat diperbaharui sehingga menciptakan ketahanan energi nasional yang lemah. Energi fosil juga menimbulkan bahaya emisi karbon

yang lebih tinggi seperti gas karbon dioksida (CO₂). Gas ini akan terakumulasi di atmosfer, terjebak sebagai gas rumah kaca dan menimbulkan efek pemanasan global. Kandungan pengotor dalam bahan bakar fosil dalam proses pembakaran yang tidak sempurna juga menghasilkan zat sisa yang mengganggu keseimbangan lingkungan dan membahayakan kelangsungan hidup makhluk hidup. Disamping itu, penambangan material bahan bakar ini seperti minyak, gas dan batubara seringkali menyebabkan kerusakan lingkungan di sekitar area pertambangan.

Untuk menghindari berbagai macam kerugian akibat dari penggunaan energi fosil, penggunaan sumber energi baru dan terbarukan merupakan sebuah keharusan untuk meningkatkan ketahanan energi nasional di masa depan. Padahal Indonesia dikaruniai dengan berbagai jenis potensi sumber daya energi yang melimpah seperti panas bumi, angin dan biomassa. Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki sekitar 17.500 pulau dengan garis

pantai lebih dari 81.290 km. Kondisi ini memberikan Indonesia akan potensi energi angin yang sangat besar yaitu sekitar 9,29 GW. Sementara itu total kapasitas yang baru terpasang saat ini sekitar 0,5 MW (Daryanto, 2007). Rendahnya perkembangan energi angin ini dikarenakan 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 tersedia hampir sepanjang tahun, sehingga memungkinkan untuk dikembangkan sistem pembangkit listrik skala kecil yang dapat beroperasi dengan kecepatan angin rendah tersebut.

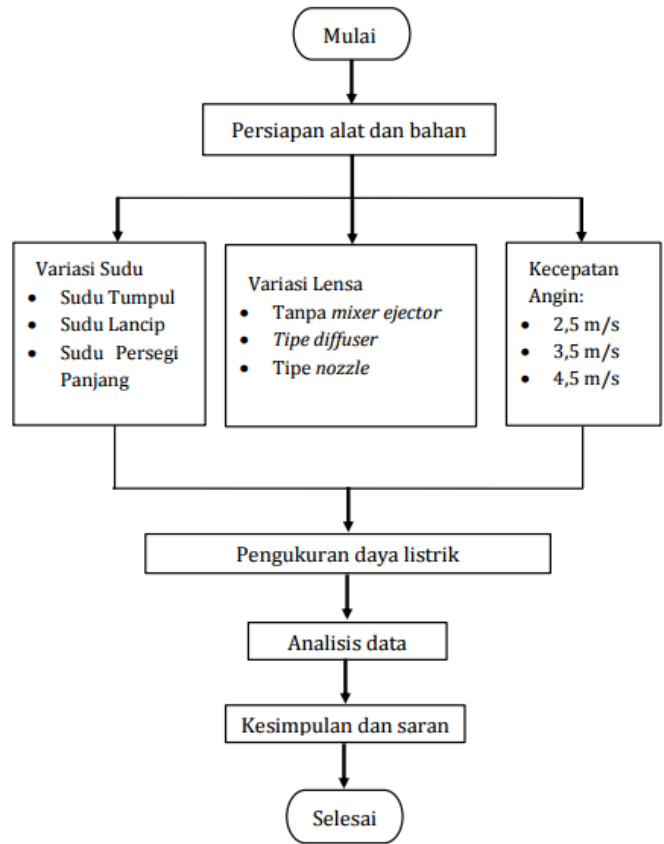
Dalam upaya untuk meningkatkan efisiensi pembangkit tenaga angin, berbagai teknologi telah diuji dengan tujuan meningkatkan efisiensi tenaga angin seperti detektor datar (Kim dan Gharib, 2013; El-Baz et al., 2016) variasi sudut pitch (El-Samanoudy et al., 2010), jumlah sudu di savonius (Mahmoud et al., 2012). Metode lain menggunakan teknologi lensa angin yang jauh akan meningkatkan pembangkitan energi tenaga angin (Abanteriba et al., 2012; Aranake et al., 2015; Ohya et al., 2008; Toshimitsu et al., 2012). Tujuan utama dari lensa angin ini adalah untuk menciptakan daerah tekanan rendah di belakang dan di sekitar sudu. Teknologi baru ini telah diuji dan dikonfirmasi untuk meningkatkan efisiensi pembangkit listrik dengan meningkatkan operasi sudu komputasi dan eksperimen. Penelitian ini adalah untuk mempelajari pengaruh bentuk lensa dengan mixer ejektor dan berbagai bentuk dari sudu turbin tipe NACA 6412 terhadap output daya yang dihasilkan. Variasi angin dengan kecepatan rendah yang sesuai dengan kondisi di Indonesia pada 2.5 m/s, 3.5 m/s dan 4.5 m/s dilakukan pada laboratory aerodynamic.

2. Metode Penelitian

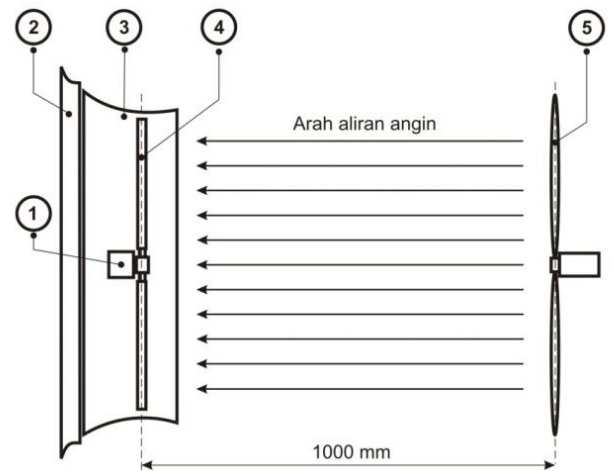
Penelitian eksperimental ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh mixer, variasi sudu NACA 6412 pada variasi kecepatan angin rendah terhadap daya output yang dihasilkan. Ada dua jenis mixer ejektor yang digunakan yaitu tipe diffuser dan nozzle. Sementara itu ada terdapat tiga variasi bentuk sudu yaitu sudu tumpul, sudu lancip, dan sudu persegi panjang. Variasi kecepatan angin yang digunakan adalah 2,5 m/s; 3,5 m/s; dan 4,5 m/s. Instrumen penelitian yang digunakan untuk memperoleh data-data dari variabel bebas adalah sudu turbin dan mixer ejektor. Instrument penelitian yang digunakan untuk memperoleh data dari variabel terikat adalah multimeter, anemometer dan tachometer.

Pada desain penelitian, anemometer digunakan untuk mengukur kecepatan angin buatan seperti ditunjukkan pada Gambar 2. Pada tahap pertama, angin diarahkan pada sudu turbin tanpa mixer ejektor. Untuk experimen tahap berikutnya tipe mixer ejektor difuser dan nozzle dipasang secara bergantian. Selama experimen sebuah tachometer terletak di belakang turbin digunakan untuk mengukur kecepatan sudu akibat dari perbedaan sudu dan tipe lensa.

Sebuah data logger digunakan untuk mengukur dan mencatat kecepatan melalui tachometer di rotasi per menit (RPM) dan output daya untuk setiap kecepatan angin.



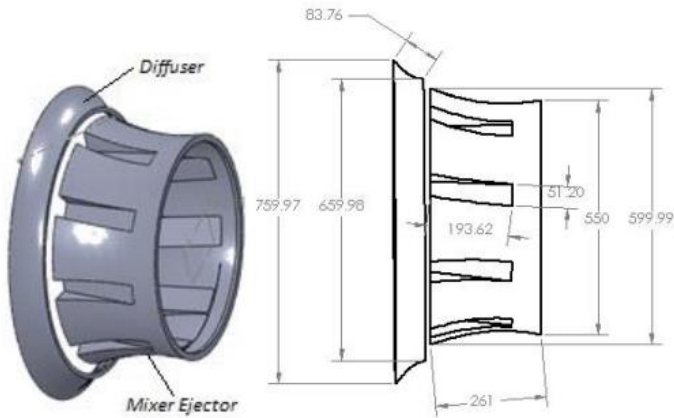
Gambar 1. Alur penelitian.



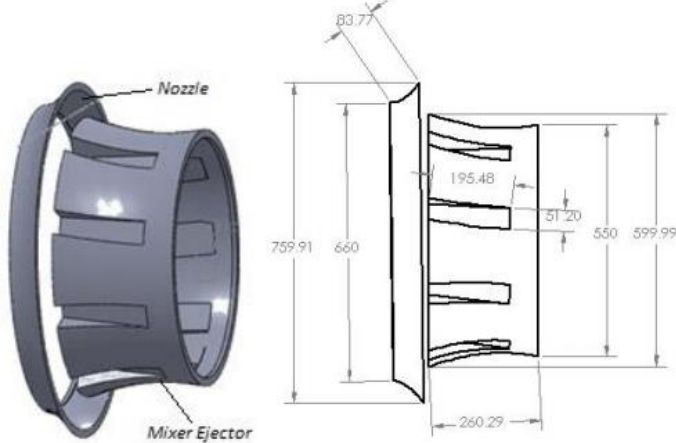
Gambar 2. Skema desain penelitian. Generator DC 12 v (1), diffuser/ nozzle (2), mixer ejektor (3), turbin angin (4), pembuat angin (5).

2.1. Desain Mixer Ejector

Mixer ejector adalah desain tambahan lensa angin yang menggabungkan antara nozzle dan diffuser untuk meningkatkan efisiensi turbin angin konvensional seperti ditunjukkan pada gambar 3 dan 4. Penelitian ini menggunakan dua tingkat lensa angin dengan penambahan nozzle atau diffuser di belakang mixer ejector seperti tampak pada gambar 3 dan gambar 4 berikut.



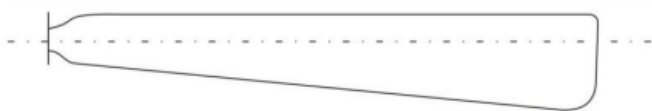
Gambar 3. Mixer ejector dengan diffuser.



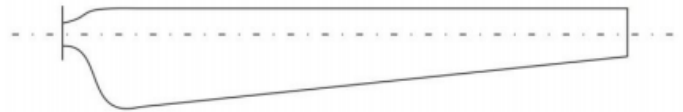
Gambar 4. Mixer ejector dengan nozzle.

2.2. Variasi Bentuk Sudu

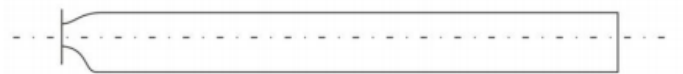
Variasi bentuk sudu adalah pemilihan bentuk sudu untuk mendapatkan turbin angin yang bekerja optimal sesuai kecepatan udara yang melewatinya. Penelitian ini menggunakan tiga variasi bentuk sudu yang berbeda seperti ditunjukkan pada gambar 5, 6 dan 7.



Gambar 5. Desain sudu tumpul.



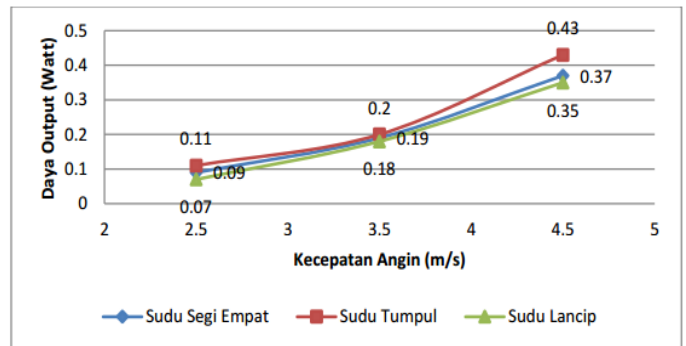
Gambar 6. Desain sudu lancip.



Gambar 7. Desain sudu persegi panjang.

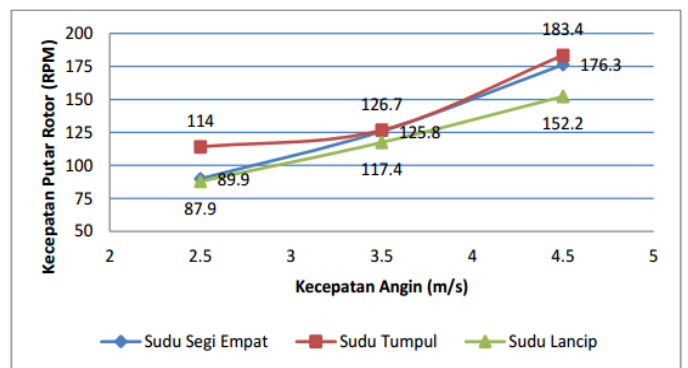
3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Data yang diperoleh menunjukkan bahwa terdapat pengaruh variasi pemilihan bentuk sudu dan variasi penambahan mixer ejector terhadap daya listrik yang dihasilkan turbin angina seperti terlihat pada gambar 8 dan 9.



Gambar 8. Hasil pengukuran rpm terhadap bentuk sudu.

Data hasil pengujian daya listrik turbin angin sumbu horizontal dengan sudu tipe airfoil NACA 6412 terhadap bentuk sudu menunjukkan hasil daya listrik tertinggi oleh sudu tumpul sebesar 0,43 W pada kecepatan angin 4,5 m/s dengan kecepatan putar rotor sebesar 183,4 RPM. Hasil daya listrik terendah diperoleh pada percobaan sudu lancip dengan kapasitas sebesar 0,07 W pada kecepatan angin 2,5 m/s dengan kecepatan putar rotor sebesar 87,9 RPM.



Gambar 9. Perbandingan daya listrik pada kecepatan angin 4,5 m/s.

Berdasarkan hasil turbin angin sudu tumpul dengan penambahan lensa angin mixer ejector dengan diffuser pada kecepatan angin 4,5 m/s memiliki daya listrik tertinggi yaitu sebesar 0,83 W. Daya listrik tersebut meningkat 93% dibanding turbin angin tanpa penambahan lensa angin, yaitu 0,43 W seperti ditunjukkan gambar 9.

4. Kesimpulan

Adanya pengaruh variasi pemilihan bentuk sudu dan variasi penambahan mixer ejector terhadap daya listrik yang dihasilkan turbin angin. Turbin angin poros horizontal sudu tumpul dengan penambahan ejector dan diffuser menghasilkan daya listrik yang paling besar yaitu 0,43 W pada kecepatan angin 4,5 m/s. Sementara itu penambahan lensa angin mixer ejector dengan diffuser pada kecepatan angin 4,5 m/s memiliki daya listrik tertinggi yaitu sebesar 0,83 W. Daya listrik tersebut meningkat 93,0%.

Daftar Pustaka

- Abanteriba, S., Kosasih, B., Tondelli, A. (2012) *Experimental Study of Shrouded Micro-Wind Turbine*, Procedia Eng., vol. 49, pp. 92–98.
- Aranake, A.C., Lakshminarayan, V.K., Duraisamy, K. (2015) *Computational analysis of shrouded wind turbine configurations using a 3-dimensional RANS solver*, Renew. Energy, vol. 75, pp. 818–832.
- Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT). (2015) *Outlook Energy 2015 Indonesia, Pengembangan Energy untuk Mendukung Pembangunan Berkelanjutan*, BPPT.
- Daryanto, Y. (2007) *Kajian Potensi angin Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Bayu*, Balai PPTAGG - UPT-LAGG, Yogyakarta.
- El-Baz, A.R., Youssef, K., Mohamed, M.H. (2016) *Innovative improvement of a drag wind turbine performance*, Renew. Energy, vol. 86, pp. 89–98.
- El-Samanoudy, M., Ghorab, A.A.E., Youssef, S.Z. (2010) *Effect of some design parameters on the performance of a Giromill vertical axis wind turbine*, Ain Shams Eng. J., vol. 1, no. 1, pp. 85–95, Sep. 2010.
- Kim, D., Gharib, M. (2013) *Efficiency improvement of straight-bladed vertical-axis wind turbines with an upstream deflector*, J. Wind Eng. Ind. Aerodyn., vol. 115, pp. 48–52.
- Mahmoud, N.H., El-Haroun, A.A., Wahba, E., Nasef, M.H. (2012) *An experimental study on improvement of Savonius rotor performance*, Alex. Eng. J., vol. 51, no. 1, pp. 19–25.
- Ohya, Y., Karasudani, T., Sakurai, A., Abe, K., Inoue, M. (2008) *Development of a shrouded wind turbine with a flanged diffuser*, J. Wind Eng. Ind. Aerodyn., vol. 96, no. 5, pp. 524–539.
- Toshimitsu, K., Kikugawa, H., Sato, K., Sato, T. (2012) *Experimental Investigation of Performance of the Wind Turbine with the Flanged-Diffuser Shroud in Sinusoidally Oscillating and Fluctuating Velocity Flows*, Open J. Fluid Dyn., vol. 02, no. 04, pp. 215–221.