

Volume 11, Nomor 1, Februari 2020

ISSN: 1979 - 5858

JURNAL

FLYWHEEL

JURNAL ILMIAH MATERIAL , KONVERSI ENERGI & MANUFaktur

JURUSAN TEKNIK MESIN - INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

JURNAL FLYWHEEL

Jurnal Ilmiah Material, Konversi Energi & Manufaktur

Volume 11, Nomor 1, Februari 2020

ISSN 1979-5858

Penanggung Jawab :

Ketua Jurusan Teknik Mesin

Pemimpin Umum :

Kepala Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat
Institut Teknologi Nasional Malang

Pemimpin Redaksi :

Dr. I Komang Astana Widi, ST. MT.

Anggota Redaksi :

Gerald Pohan, ST. M.Eng.
Arif Kurniawan, ST. MT.

Penyunting Ahli :

Prof. Dr. I Nyoman Gede Wardana
Prof. Dr. Ir. Anne Zulfia, MSc.
Dr. Ir. Esa Haruman, Msc.
Prof. Dr. Ir. Wahyono Suprpto, MT.
Dr. Ir. Yudy Surya Irawan, MSc.

Sekretaris :

Febi Rahmadianto, ST. MT.

Administrasi :

Sibut, ST. MT.
Asroful, ST. MT.
Tutut Nani P. SS.,SPd.,M.Pd.
Endah Kusuma R. S.Si.,M Kes.

Penerbit :

Alamat Sekretariat/Redaksi :

Jurusan Teknik Mesin S1
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang Kampus II
Jln. Karanglo Km. 2 Malang – Jawa Timur
Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634

Website :

<http://ejournal.itn.ac.id/index.php/flywheel>
Email : aswidi@lecturer.itn.ac.id

DAFTAR ISI

1. Komparasi Penggunaan Jumlah Busi Dan Putaran Mesin Terhadap Kinerja Mesin Bensin Satu Silinder
Yuniarto Agus Winoko, Achmad Fajarat Mauladhana 1-5
2. Peningkatan Kinerja Turbin Angin Vertikal Tipe Darrieus dengan menggunakan Wind Gate
Asroful Anam, Mochtar Asroni, Teguh Rahardjo 6-9
3. Analisa Uji Tarik Dan Impak Komposit *Epoxy* Rami -Agave – Karbon dengan Campuran *Epoxy*-Karet Silikon (30%, 40%, 50%)
I Komang Astana Widi, Wayan Sujana, Gerald Pohan, Putu Suwendra Saskara 10-14
4. Implementasi Alat Perajang Rumput Gajah di Desa Mentaraman Kabupaten Malang
Mujiono, Sujianto, Hardianto 15-17
5. Karakteristik Kekuatan Tarik Dan Morfologi Biokomposit Pelepeh Pisang Raksasa
Djoko Hari Praswanto, Soeparno Djiwo, Eko Yohanes Setyawan 18-22
6. Studi Nitridisasi Besi Tuang Kelabu pada Temperatur 650 °C (1,2,3 Jam)
Wayan Sujana, I Komang Astana Widi, Teguh Rahardjo, Sussetyo D. 23-26
7. Analisa Pengaruh Variasi *Pressing Welding Time* Terhadap Karakteristik Sifat Mekanik Dan Sifat Fisis Pada Proses *Resistance Spot Welding (Rsw)* Material Plat Galvanis
Aladin Eko P., Achmad Taufik 27-32
8. Pengaruh Variasi *Electric Current* Pada Proses *Die Sinking Edm* Terhadap Nilai Kekasaran Permukaan, Kekerasan Dan Struktur Mikro Pada Baja Aisi 1050
Ir. Achmad Taufik, Gerald Adityo Pohan, Aladin Eko P. 33-36
9. Pengaruh Variasi Arus Listrik Wire Straightness Terhadap Penyimpangan Ukuran Dan Kekasaran Alur Pemotongan Profil Roda Gigi Baja Karbon Sedang Dari Hasil Wire (EDM)
Anang Subardi, Aladin Eko P. 37-41

JURNAL FLYWHEEL TEKNIK MESIN diterbitkan 2 (dua) kali setahun yaitu pada bulan Februari dan September oleh Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang sebagai media Informasi dan Forum Kajian masalah ilmu bidang Teknik Mesin. Redaksi mengundang para ahli, Praktisi dan siapa saja yang berminat untuk menyumbang tulisan yang belum pernah diterbitkan dalam media cetak lain.

Peningkatan Kinerja Turbin Angin Vertikal Tipe Darrieus dengan menggunakan Wind Gate

Asroful Anam¹, Mochtar Asroni², Teguh Rahardjo³

^{1,2,3}Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang,
Jl. Raya Karanglo Km 2 Malang, telp. 0341-417636/fax. 0341-417634
e-mail: ¹asrofulan@gmail.com

ABSTRAK

Salah satu upaya meningkatkan kinerja turbin angin adalah merekayasa kecepatan angin agar dapat dimanfaatkan secara optimal karena kecepatan angin yang tinggi lebih dapat meningkatkan putaran rotor dibandingkan kecepatan yang rendah. Tetapi hal tersebut memerlukan suatu kajian teori dan eksperimen untuk menjawab pernyataan tersebut, sehingga dilakukanlah penelitian dengan judul “Peningkatan Kinerja Turbin Angin Vertikal Tipe Darrieus dengan Menggunakan Wind Gate”. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan jenis Naca 4309 dan variasi jumlah blade 1, 2, 3, dan 4. Pemilihan turbin angin tipe vertikal jenis darrieus didasarkan atas beberapa hal, diantaranya adalah turbin angin vertikal dengan tipe darrieus sangat cocok di gunakan pada daerah yang kecepatan anginnnya tidak terlalu tinggi dan tidak membutuhkan tower serta investasi awal pada pembangkit tersebut tidak semahal tipe horisontal. Kemudian penggunaan wind gate dimaksudkan agar hembusan angin menumbuk sudu-sudu turbin dapat lebih terarah dengan berbagai fluktuasi kecepatan angin yang bervariasi. Lokasi penelitian adalah di pantai Sendiki Desa Tambakrejo, Kecamatan Sumbermanjing, Kabupaten Malang. Dari data hasil penelitian pada kecepatan 3,7 m/s; 5,5 m/s, 5,6 m/s 7,2 m/s; dan 7,8 m/s menunjukkan bahwa kinerja turbin paling tinggi pada kecepatan angin 5.6 m/s dengan efisiensi 39.84% dan daya 39.45 watt pada putaran poros 111 rpm.

Kata Kunci : Kecepatan angin, kinerja turbin, wind gate

I. PENDAHULUAN

Kecepatan angin adalah kecepatan fluida angin berhembus atau berpindah dari satu titik ke titik yang lain persatuan waktu. Pada pemanfaatan angin untuk pembangkit listrik alternatif, kecepatan angin menjadi salah satu unsur penting untuk mendapatkan kinerja suatu turbin yang digunakan karena kecepatan angin yang tinggi lebih dapat meningkatkan putaran rotor dibandingkan kecepatan yang rendah. Tetapi hal tersebut memerlukan suatu kajian eksperimen untuk menjawab bahwa kecepatan angin dapat meningkatkan kinerja suatu turbin karena kecepatan angin yang sama pada beberapa daerah yang memiliki potensi energi angin belum tentu berlaku untuk satu jenis turbin yang digunakan.

Suatu daerah yang memiliki potensi energi angin harus dikaji tingkat kelayakan dan

penggunaan jenis turbin yang cocok digunakan, semisal menggunakan turbin berporos horizontal atau vertikal. Pada pemilihan turbin berdasarkan poros juga perlu di cermati tipe yang sesuai dengan karakteristik angin pada daerah-daerah yang akan dipasang pembangkit listrik alternatif yang memanfaatkan angin dan tentunya juga melalui proses kajian eksperimen atau pengujian karena setiap daerah, semisal Negara Indonesia memiliki banyak daerah-daerah berpotensi energi angin yang besar karena Indonesia termasuk dalam negara maritime dengan garis pantai lebih dari 81.290 km dengan potensi energi angin yang sangat besar yaitu 9,3 GW tetapi total kapasitas pembangkit yang baru terpasang untuk memanfaatkan potensi angin tersebut saat ini masih 0,5 MW (Daryanto,2007). Sehingga pemanfaatan potensi angin pada pembangkit

listrik perlu dikembangkan guna memenuhi kebutuhan energi listrik masyarakat, terutama masyarakat di daerah-daerah yang tidak sepenuhnya memperoleh sumber energi listrik pemerintah yang masih menggunakan bahan bakar fosil.

Sejak tahun 2010/2011 sampai sekarang pemerintah Indonesia, melalui kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) telah mengembangkan pemanfaatan sumber energi angin pada pembangkit listrik di beberapa daerah seperti Jawa, Sumatra, dan Nusa Tenggara. Hal ini merupakan upaya pemerintah memenuhi kebutuhan listrik masyarakat serta mengurangi pemanasan global akibat penggunaan energi fosil. Pengembangan pembangkit listrik tenaga angin yang sering dikenal sebagai pembangkit listrik tenaga bayu tidak hanya dikembangkan oleh perusahaan pembangkit listrik pemerintah, tetapi juga dikembangkan oleh praktisi dan akademisi perguruan tinggi melalui kajian-kajian eksperimen guna mendapatkan kinerja turbin angin yang lebih optimal dengan harapan output energi listrik yang dihasilkan juga lebih besar dari turbin yang sudah ada.

Pengembangan pembangkit listrik tenaga angin oleh kalangan akademisi merujuk roadmape penelitian yang tidak menyimpang dari rambu-rambu yang diharapkan oleh pemerintah, sehingga hasil-hasil eksperimen yang dilakukan pada akademisi dapat mendukung program-program pemerintah dalam upaya mendapatkan turbin angin yang optimal guna memenuhi energi masyarakat, bahkan teknologi pembangkit listrik tenaga angin hasil riset para akademisi dapat langsung di contoh atau di aplikasikan langsung oleh masyarakat.

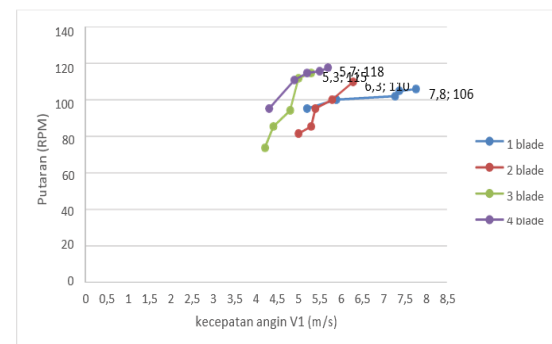
Berdasarkan uraian diatas, kami sebagai akademisi hendak berpartisipasi dalam mengembangkan turbin angin untuk mendapatkan turbin angin yang lebih optimal dari sebelumnya, dengan judul penelitian adalah **“Peningkatan Kinerja Turbin Angin Vertikal Tipe Darrieus dengan Menggunakan Wind Gate”** Pemilihan turbin angin vertikal dengan tipe darrieus sebagai bahan kajian penelitian didasarkan atas beberapa hal, diantaranya adalah turbin angin vertikal dengan tipe darrieus sangat cocok di gunakan pada daerah yang kecepatan anginnya tidak terlalu tinggi dan membutuhkan tower serta pinvestasi awal pada pembangkit tersebut tidak setinggi turbin angin berporos horizontal (Dwiyanto, 2015). Kemudian penggunaan wind gate pada pengujian turbin ini bermaksud agar hembusan angin menumbuk sudu-sudu

turbin dapat lebih terarah dengan berbagai fluktuasi kecepatan angin yang bervariasi (Anam, A, 2018). Lokasi penelitian adalah di pantai Sendiki Desa Tambakrejo, Kecamatan Sumbermanjing, Kabupaten Malang. Rencana penelitian ini juga merupakan partisipasi peneliti dalam mewujudkan rencana strategis pemerintah tahun 2015-2019 dalam pemanfaatan energi baru dan energi terbarukan.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan jenis Naca 4309 dan jumlah blade 4. Pemilihan turbin angin tipe vertikal jenis darrieus didasarkan atas beberapa hal, diantaranya adalah turbin angin vertikal dengan tipe darrieus sangat cocok di gunakan pada daerah yang kecepatan anginnya tidak terlalu tinggi dan tidak membutuhkan tower serta investasi awal pada pembangkit tersebut tidak semahal tipe horisontal. Kemudian penggunaan wind gate dimaksudkan agar hembusan angin menumbuk sudu-sudu turbin dapat lebih terarah dengan berbagai fluktuasi kecepatan angin yang bervariasi. Lokasi penelitian adalah di pantai Sendiki Desa Tambakrejo, Kecamatan Sumbermanjing, Kabupaten Malang. Dari data hasil penelitian pada kecepatan 3,7 m/s; 5,5 m/s, 5,6 m/s 7,2 m/s; dan 7,8 m/s.

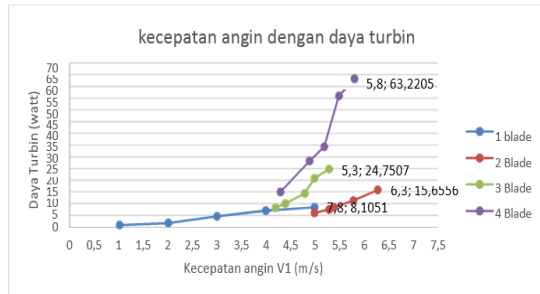
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN



Grafik 1 Hubungan kecepatan angin (m/s) dan kecepatan putaran (Rpm)

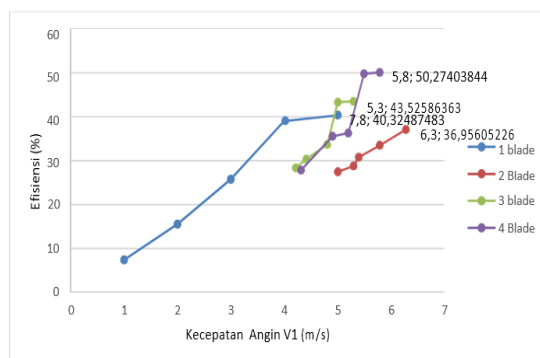
Pada Grafik 1, menunjukkan bahwa kecepatan angin masuk V1 (m/s) pada blade 1,2,3 dan 4 adalah 7,8 m/s, 6,3 m/s, 5,3 m/s. 5,7 ms, dan kecepatan putaran pada blade 1,2,3 dan 4 menghasilkan rpm yaitu 106 rpm, 110 rpm, 115 rpm, dan 118 rpm. Dapat disimpulkan blade paling maksimal yaitu blade 4. Pada grafik diatas kecepatan angin

berbanding lurus dengan teori (Hendra Dermawan, 2009), yaitu angin masuk harus lebih besar dan angin dibelakang turbin mengalami penurunan dan rpm semakin kencang. Hal ini disebabkan karena semakin banyak jumlah blade maka luas daerah sapuan blade juga semakin besar dan dilanjutkan ke putaran rotor menjadi lebih maksimal.



Grafik 2 Hubungan kecepatan angin (m/s) dan Daya turbin (watt)

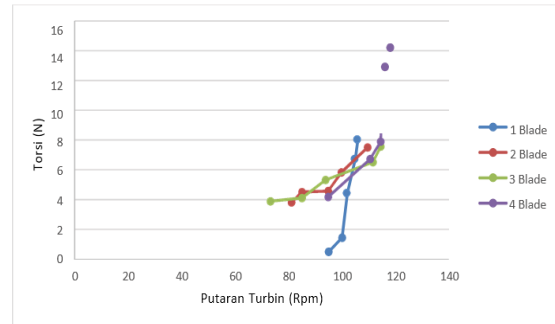
Pada Grafik 2, menunjukkan bahwa kecepatan angin dengan daya turbin menghasilkan data kecepatan angin masuk pada blade 1,2,3 dan 4 adalah 5,8 m/s , 6,3 m/s, 5,3m/s, 5,8m/s. Dan daya turbin yang paling tinggi yaitu pada pengujian blade 4 yaitu 63,2205 watt dengan kecepatan angin masuk 5,8 m/s. disimpulkan semakin banyak penggunaan blade maka juga sangat berpengaruh terhadap daya,karena daya yang dihasilkan berpengaruh pada diameter blade yang besar akan mempengaruhi harga daya turbin dan pada teori Darmawan Hendra (2009) hampir sama dengan grafik pengujian saya diatas. besaran diameter rotor 4 blade lebih besar dari dibanding diameter yang dimiliki oleh 1,2,3 dan blade 3.



Grafik 3 Hubungan kecepatan angin (m/s) dan Efisiensi (%)

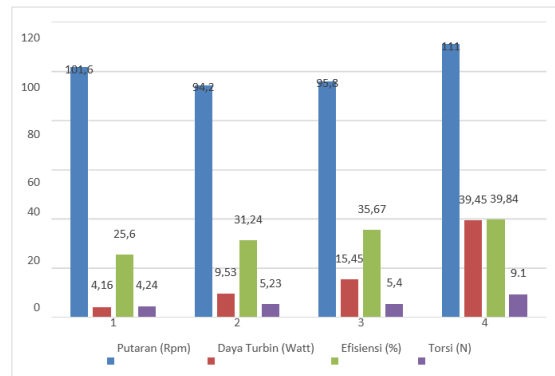
Pada Grafik 3, menunjukkan bahwa kecepatan angin dan jumlah blade yang semakin besar, maka Efisiensi yang dihasilkan juga semakin besar, seperti pada blade 4 yaitu 50,27% dan kecepatan angina 5,8 m/s. blade

3,2 dan 1 menghasilkan efisiensi dan kecepatan angin v1 yaitu 43, 52%, 5,3 m/s, 36,95%, 6,3 m/s, 40,32%, 5,40 m/s. Dapat disimpulkan bahwa nilai efisiensi di pengaruhi oleh V1 dan V2, jika V1 tinggi maka nilai efisiensi naik dan berbanding terbalik pada V2 jika naik maka nilai efisiensi turun.



Grafik 4 Hubungan putaran turbin (rpm) dan torsi (N)

Pada Grafik 3, menunjukkan bahwa torsi mengalami kenaikan seiring dengan kecepatan putaran. Putaran dan torsi yang menghasilkan data yang paling tinggi pada blade 4 dengan putaran 118 Rpm dan torsi 14,21 N. Pada pengujian blade 1,2 dan 3 mengalami kenaikan, dengan menghasilkan putaran 106 Rpm, 110Rpm, 115 Rpm dan menghasilkan torsi 4,24 N, 7,55 N, 7,61 N.



Grafik 5. Hubungan Jumlah Blade Terhadap Putaran, Torsi, Daya Turbin dan Efisiensi

Pada Grafik 5, menunjukkan bahwa kecepatan putaran yang paling tinggi atau maksimal dari pada blade 1,2 dan 3 adalah putaran pada jumlah blade 4 mencapai 39.45 Watt. Jika dilihat dari grafik diatas peningkatan jumlah blade berbanding lurus dengan daya yang dihasilkan. Hal tersebut dikarenakan besaran diameter rotor 4 blade lebih besar dibanding diameter yang dimiliki oleh 1,2 dan 3 blade, sehingga luasan sapuan blade (A) juga lebih besar sehingga daya angin yang dapat diserap oleh blade lebih besar dan harag diameter blade tidak

terbatas, dalam arti bahwa besaran diameter blade dapat mulai dari 1 meter hingga ratusan meter, tergantung dari kebutuhan daya yang direncanakan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil perhitungan data dan analisa mengenai turbin angin Darrieus tipe H dengan variasi jumlah blade tipe airfoil 4309, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Penggunaan wind gate dapat meningkatkan kinerja turbin.
2. Putaran poros yang paling besar dimiliki oleh jumlah blade 4 yaitu mencapai putaran 154.8 Rpm dengan kisaran kecepatan angin 5.14 m/s.
3. Nilai efisiensi paling tinggi dimiliki oleh jumlah blade 4 pada masing-masing sudu yang mencapai 39.84% pada kisaran kecepatan angin masuk, 3.22 m/s.
4. Hasil penelitian pengaruh jumlah blade terhadap daya turbin poros vertikal tipe H menunjukkan Daya turbin maksimal dimiliki oleh blade berjumlah 4 pada masing-masing sudu mencapai 39.45 watt dengan kecepatan angin rata-rata 7.8 m/s.

Sedangkan saran-saran yang kami harapkan adalah:

1. Adanya penelitian lebih lanjut terhadap turbin angin vertical jenis Darrieus tipe H ini guna pengembangan serta pemanfaatan energi angin yang lebih maksimal sebagai energi alternatif terbarukan yang ramah lingkungan.
2. Peneliti-peneliti selanjutnya untuk melakukan perencanaan konstruksi yang matang, supaya kendala-kendala sewaktu penelitian dapat diminimalisir.

REFERENSI

- Abdul Kadir, 1996, "Pembangkit Tenaga Listrik", Jakarta, Universitas Indonesia.
- Arsad, A. M., dan F. Hartono., 2009, "Pembuatan Kode Desain dan Analisis Turbin Angin Sumbu Vertikal Darrieus Tipe H", *Jurnal Teknologi Dirgantara* Vol. 7 No. 2, pp. 93-100.
- Anam, A., dan Sujana I. W., 2018, "Pengaruh Parameter Efisiensi dan Daya Terhadap Kinerja Turbin Angin Vertikal Darrieus Tipe H Naca 4309", *Jurnal Energy* Vol. 8 No. 2, pp. 1-7
- Darmawan, dan Hendra, 2011, "Perancangan Turbin Angin Tipe Savonius L Sumbu Vertikal", Teknik Elektro UMRAH, Tanjung Pinang KEPRI.
- Daryanto, Y., 2007, "Kajian Potensi Angin untuk Pembangkit Listrik Tenaga Bayu", Yogyakarta: BALAI PPTAGG – UPT-LAGG.
- Dwiyantoro, Arip B., dan Suphandani, V., dan Rahman, 2015, "Studi Eksperimental Tentang Karakteristik Turbin Angin Sumbu Vertikal Jenis Darrieus – Savonius", *Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XIV*, Banjarmasin.
- Jagadish V. S., 2016, "Design and Analysis of Vertical Axis Savonius Wind Turbine", *International Journal of Engineering and Technology*, Vol. 8 No. 2, pp. 1069-1076.
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), 2017, "Peta Potensi Energi Angin dan Integration of Wind Energy in Power Systems".
- Mulyadi, dan Muhamad, 2010, "Analisis Aerodinamika Pada Sayap Pesawat Terbang Dengan Menggunakan Software Berbasis Computational Fluid Dynamics(CFD)", Jurusan Teknik Mesin Universitas Gunadarma.
- Sanjeev, and Kr. Singh, 2015, "CFD Analysis of Wind Concentrator", *International Journal of Mechanical and Industrial Technology*, Vol. 2, No. 2, pp. 51-78.