

Pengujian Tiga Tipe Blade Turbin Angin Horizontal Pada Sudut 12° Dengan Kecepatan 3-5 m/s Menggunakan Naca 6408

Muhammad Halil^{1*}, Erizal¹, Lelawati¹)

¹ Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Prof Dr Hazairin Bengkulu
*corresponding email.: muhammadhalil87@gmail.com

Abstrak

Energi terbarukan merupakan energi yang akhir-akhir ini banyak digunakan untuk menggantikan energi yang berasal dari fosil, selain energi terbarukan bersifat tidak terbatas dan dapat diperbaharui lagi, hal ini menjadi salah satu keunggulan dari energi terbarukan. Sumber energi terbarukan dapat berasal dari sinar matahari, aliran sungai dan angin. Diantara beberapa pilihan tersebut, Indonesia memiliki potensi angin yang bagus. Indonesia memiliki potensi angin yang bagus. Dimana perbedaan tekanan udara akan menghasilkan hembusan angin sehingga dapat dibuat alat rekayasa angin untuk memanfaatkannya seperti kincir angin. Kincir angin dapat mengubah angin menjadi energi listrik dengan prinsip angin akan menggerakkan sudu-sudu kincir angin yang terhubung dengan poros generator tersebut dihasilkanlah energi listrik dari putaran kincir angin. oleh sebab itu angin dapat untuk mennggerakkan turbin angin. Pengujian di lakukan pada turbin angin poros horizontal dengan menggunakan 3 tipe blade Naca 6408 Taper, Inverse Taper, dan Taperlees diameter turbin 1000 mm, kemiringan turbin $\alpha = 12^\circ$ pengujian dilakukan dengan kecepatan aliran angin 3 sampai 5 m/s Dari hasil pengujian di dapat Koefisien Daya dan Koefisien Torsi kecepatan angin 3,3 m/s tertinggi pada tipe blade inverse taper nilai $C_{Tmax} = 0,177$, Koefisien Daya $C_{Pmax} = 0,285$.

Kata Kunci: Tipe Blade Naca 6408, Poros Horizontal, Energi Terbarukan

PENDAHULUAN

Dunia sekarang dibayangi oleh masalah krisis energi, sumber daya energi yang selama ini banyak digunakan adalah jenis energi yang tidak dapat diperbaharui, sumber energi ini akan habis dan manusia harus beralih ke sumber energi terbarukan. Energi dari angin sangat bergantung pada massa jenis udara (sekitar $1,225 \text{ kg/m}^3$), kecepatan angin, dan ukuran rotor. Angin dengan kecepatan tinggi akan membawa massa udara yang besar pula, dan energi kinetik tiap kilogram udara yang dihasilkan tergantung pada hasil pangkat tiga dari kecepatan anginnya. Sehingga, energi angin naik secara dramatis sejalan meningkatnya kecepatan angin. Energi yang bisa ditangkap dalam suatu waktu adalah rata-rata daya dikalikan dengan banyaknya jam. Ini tergantung dengan kondisi dari lokasi pemasangan turbin angin itu sendiri.

Di Indonesia, kecepatan angin berkisar antara 2 m/s hingga 6 m/s. Dengan karakteristik kecepatan seperti itu, Indonesia dinilai cocok untuk menggunakan pembangkit listrik tenaga angin skala kecil (10 kW) dan menengah (10-100 kW) untuk penggunaan energi seperti misalnya, lampu, pompa air, alat-alat elektronik, dan lain-lain. Pusat tenaga angin sebagian besar masih berada di Nusa Tenggara Timur yang memiliki kecepatan rata-rata angin hingga lebih dari 5 m/s. Ditunjukkan bahwa potensi energi angin di Indonesia mencapai 9,286 MW berdasarkan data dari *Indonesia Energy Outlook and Statistics 2004*^[1].

Energi terbarukan merupakan energi yang akhir-akhir ini banyak digunakan untuk menggantikan energi yang berasal dari fosil, selain energi terbarukan bersifat tidak terbatas dan dapat diperbaharui lagi, hal ini menjadi salah satu keunggulan dari energi terbarukan. Sumber energi terbarukan dapat berasal dari sinar matahari, aliran sungai dan angin. Diantara beberapa pilihan tersebut, Indonesia memiliki potensi angin yang bagus. Dimana perbedaan tekanan udara akan menghasilkan hembusan angin sehingga dapat dibuat alat rekayasa angin untuk memanfaatkannya seperti kincir angin. Kincir angin dapat mengubah angin menjadi energi listrik dengan prinsip angin akan menggerakkan sudu-sudu kincir angin yang terhubung dengan poros generator tersebut dihasilkanlah energi listrik dari putaran kincir angin.

Pengembangan teknologi, penerapan dan standarisasi sistem dan komponen rotor turbin angin perlu terus dilaksanakan untuk memberi kontribusi pada pemenuhan target pemakaian energi baru dan terbarukan sebesar 15% pada tahun 2025 (ARN 2006-2009). Pembangkit listrik tenaga angin mampu menjawab permasalahan kelangkaan energi dan dapat mengurangi dampak dari peningkatan suhu bumi akibat emisi gas *carbonmonoxide* (CO) dari konsumsi harian manusia secara berlebihan dalam berbagai bidang. Sementara itu, pembangkit listrik tenaga angin merupakan teknologi yang sangat jarang dimanfaatkan oleh masyarakat. Teknologi pembangkit listrik tenaga angin yang dapat dimanfaatkan oleh turbin angin bergantung pada tipe bladenya yang mampu mengekstrak tenaga angin dengan kecepatan tertentu.

Menurut data dari *World Wind Energy Association* (1997 – 2010), kapasitas kincir angin yang terpasang diseluruh dunia mengalami peningkatan yang pesat dari tahun ke tahun dalam kurun waktu 13 tahun terakhir yang laju pertumbuhannya dapat dilihat pada grafik berikut ini :



Gambar 1. Grafik Kincir Angin Hingga Tahun 2010 Sumber : *World Wind Energy Association*(1997-2010)

Hal ini menunjukkan bahwa kincir angin merupakan salah satu energi terbarukan yang menjanjikan dan Indonesia merupakan salah satu Negara yang memiliki potensi angin yang cukup baik untuk dapat memanfaatkan kincir angin sebagai sumber energi terbarukan karena menurut Bidang Konversi Energi Dirgantara (2006), Indonesia memiliki potensi angin sebesar 3 – 5 m/s.

Pada tahun 1300 Masehi, turbin angin horizontal pertama merintis jalan pengembangan turbin angin, pertama hanya untuk menggiling biji-bijian sebelum kemudian digunakan untuk keperluan irigasi. Kincir angin membantu mereka dalam irigasi dimana air akan di pompa dari Belanda untuk dikirim ke Perancis. Turbin angin pertama kali digunakan untuk pembangkit listrik di Juli 1887 di Skotlandia. Turbin angin ini memiliki sumbu horizontal yang terdiri dari 3 *propeller* dari tiga blade berbentuk simetris dan cembung ke belakang dan sisi yang dilalui angin berbentuk simetris . Berdasarkan prinsip aerodinamis, rotor turbin ini memanfaatkan gaya angkat (*lift*) saat mengekstrak energi dari aliran angin yang melalui sudu turbin. Setiap turbin angin yang memanfaatkan potensi

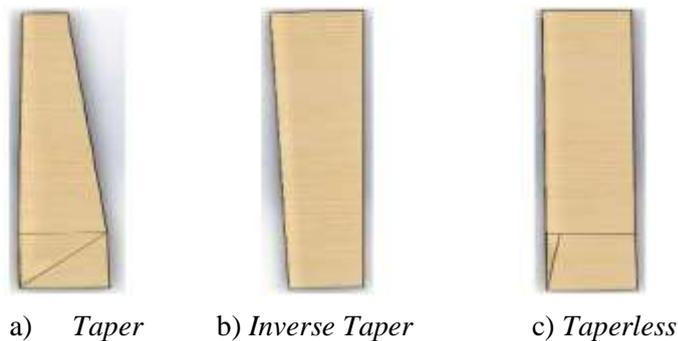
angin dengan gaya angkat memiliki efisiensi yang tinggi karena kecepatan blade dapat meningkat tiga kali lipat dari kecepatan angin yang melaluinya. Dengan memanfaatkan gaya angkat turbin angin horizontal memiliki putaran dan daya yang cukup baik dibandingkan jenis turbin angin vertikal, rotor turbin angin horizontal beroperasi pada *tip speed ratio* tinggi.

METODELOGI PENELITIAN

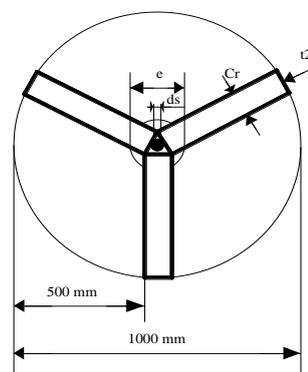
Dalam penelitian ini menggunakan pengambilan data yang berisikan data primer yang diambil dari experiment di laboratorium. Selain itu juga penulis juga menerapkan Metode Litelatur yaitu dengan mempelajari literatur dari jurnal Ilmiah baik nasional maupun internasional sebagai bahan referensi untuk menyelesaikan penelitian serta Metode Observasi Langsung yaitu dengan cara meneliti langsung alat yang digunakan untuk mendapatkan data yang diperlukan.

Adapun tujuan dalam pengujian ini adalah :

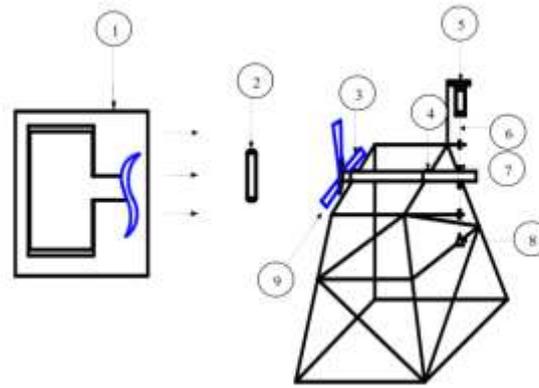
1. Menghitung koefisien daya C_p dan koefisien torsi C_T turbin terhadap tipe blade Taper Naca 6408 pada kecepatan angin 3 sampai 5 m/s.
2. Menghitung koefisien daya C_p dan koefisien torsi C_T turbin terhadap tipe blade Taperless Naca 6408 pada kecepatan angin 3 sampai 5 m/s.
3. Menghitung koefisien daya C_p dan koefisien torsi C_T turbin terhadap tipe blade Inverse Taper Naca 6408 pada kecepatan angin 3 sampai 5 m/s.



Gambar 2. Desain tipe blade NACA 6408



Gambar 3. Blade turbin angin horizontal



Gambar 4. Skema penelitian turbin angin horizontal dengan perbedaan tipe blade : (1) Kipas Angin ; (2) Anemometer ; (3) Blade ; (4) Bantalan ; (5) Neraca pegas ; (6) Tali ; (7) Pully ; (8) beban ; (9) Turbin angin

$$\lambda = \frac{U}{U_0} \quad (1)$$

dimana U dan U_0 adalah kecepatan aliran bebas dan kecepatan tangensial dari rotor Turbin, masing-masing Kecepatan aliran angin diukur dengan anemometer digital.

Torsi pengereman efektif diukur dengan menggunakan neraca pegas digital. Maka koefisien torsi dan daya adalah sebagai berikut :

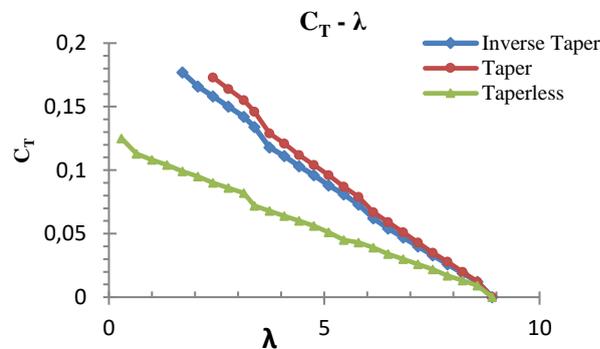
$$T = 9,81 (W - S) \cdot \left(\frac{D_b + D_r}{2} \right) \quad (2)$$

$$C_p = C_T \cdot \lambda \quad (3)$$

$$C_T = \frac{C_p}{\lambda} = \frac{T}{\frac{1}{2} \rho v^2 A r} \quad (4)$$

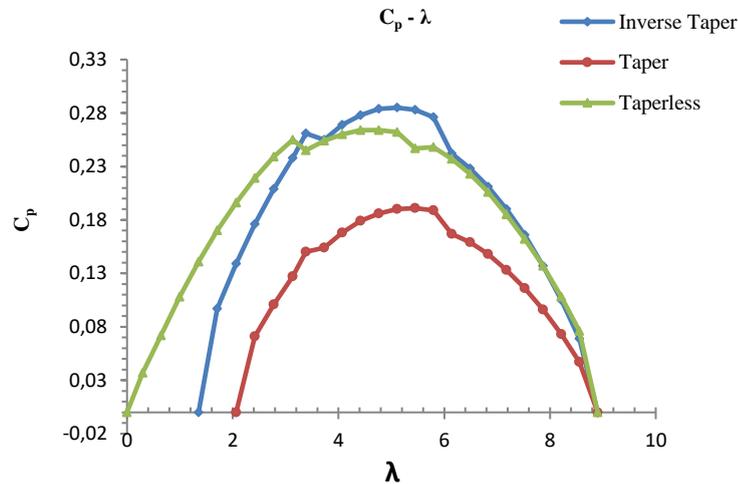
HASIL DAN PEMBAHASAN

Perbandingan hasil grafik koefisien torsi C_T dan koefisien daya C_p pada kecepatan angin 3,3 m/s. Pada gambar 5. ditampilkan grafik koefisien torsi dengan tipe blade taperless menunjukkan nilai $C_{Tmax} = 0,125$, tipe blade taper menunjukkan nilai $C_{Tmax} = 0,173$ dan tipe blade inverse taper menunjukkan nilai $C_{Tmax} = 0,177$ disini terlihat terjadi peningkatan nilai torsi setiap perubahan tipe blade. Kenaikan C_T ini pengaruh dari bentuk geometri dari setiap tipe blade yang semakin membuat blade dapat mengekstrak angin dengan baik



Gambar 5. Perbandingan grafik koefisien torsi turbin angin poros horizontal dengan 3 perubahan tipe blade pada kecepatan angin 3,3 m/s Sudut $\alpha = 12$

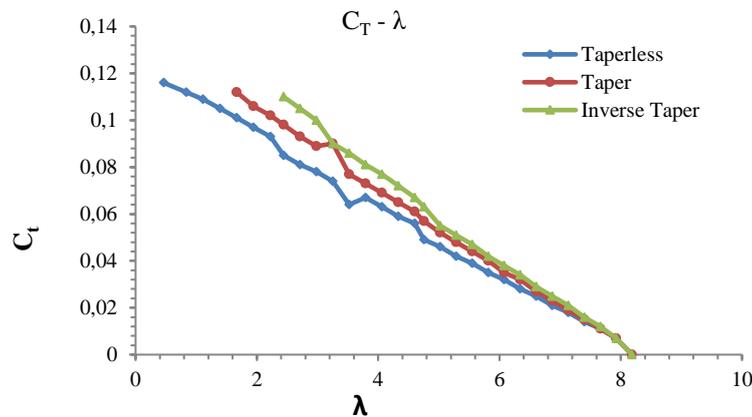
Pada gambar 5. ditampilkan grafik koefisien daya dengan tipe blade taperless didapat nilai $C_{Pmax} = 0,264$, pada tipe blade taper didapat nilai $C_{Pmax} = 0,19$ lebih kecil dari daya yang dihasilkan dari tipe blade taperless dan pada tipe blade inverse taper didapat nilai $C_{Pmax} = 0,285$ terjadi kenaikan dibandingkan tipe blade taperless dan taper.



Gambar 6. Perbandingan grafik koefisien daya pada kecepatan angin 3,3 m/s Sudut $\alpha = 12^\circ$

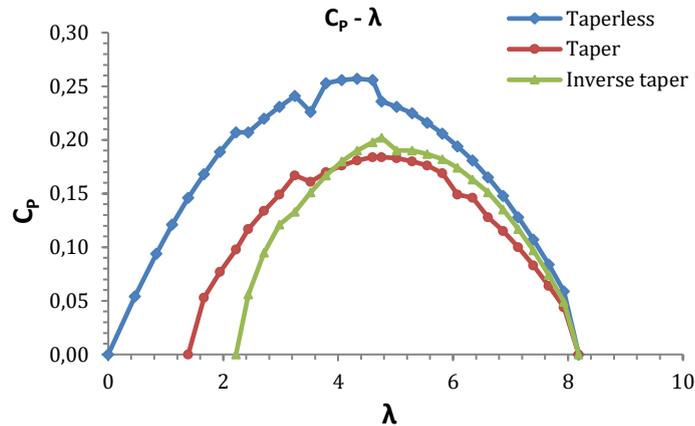
4. Perbandingan Hasil Grafik Tip Speed Ratio λ terhadap Koefisien Torsi C_T dan Koefisien Daya C_P Pada Kecepatan Angin 4,2 m/s

Pada gambar 7. ditampilkan grafik koefisien torsi tipe blade taperless menunjukkan nilai torsi maksimum $C_{Tmax} = 0,116$, pada tipe blade taper koefisien torsi maksimum $C_{Tmax} = 0,112$ dan pada tipe blade inverse taper koefisien torsi maksimum $C_{Tmax} = 0,11$ lebih kecil dibandingkan tipe blade taperless dan taper.



Gambar 7. Perbandingan grafik koefisien torsi turbin dengan 3 perubahan tipe blade pada kecepatan angin 4,2 m/s Sudut $\alpha = 12^\circ$

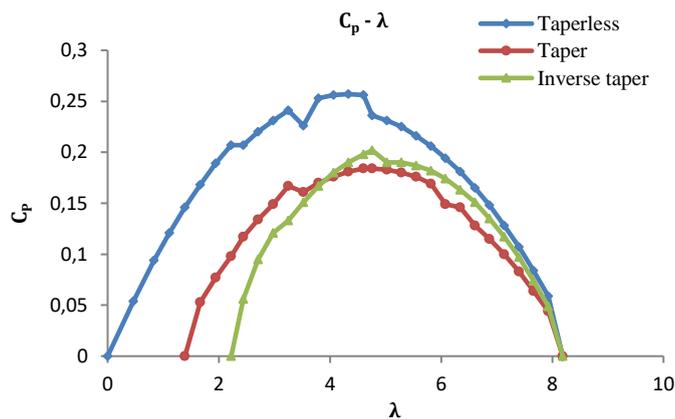
Pada gambar 8. ditampilkan perbandingan grafik koefisien daya tipe blade taperless $C_{P_{max}} = 0,257$, pada tipe blade taper nilai yang dihasilkan $C_{P_{max}} = 0,184$ dan tipe blade inverse taper nilai yang dihasilkan $C_{P_{max}} = 0,202$ terlihat bahwa koefisien daya pada tipe blade taperless lebih tinggi dibandingkan dengan blade tipe taper dan inverse taper.



Gambar 8. Perbandingan grafik koefisien daya pada kecepatan angin 4,2 m/s dengan $\alpha = 12^\circ$

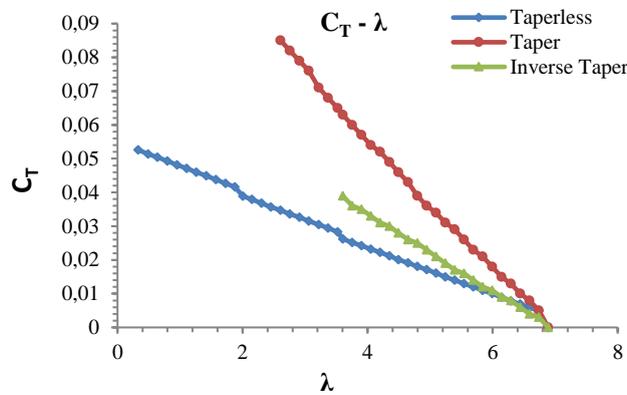
5. Perbandingan Hasil Grafik Tip Speed Ratio λ dan Koefisien Daya C_P Pada Kecepatan Angin 5,2 m/s

Perbandingan grafik koefisien daya tipe blade taperless $C_{P_{max}} = 0,257$, pada tipe blade taper nilai yang dihasilkan $C_{P_{max}} = 0,184$ dan tipe blade inverse taper nilai yang dihasilkan $C_{P_{max}} = 0,202$ terlihat bahwa koefisien daya pada tipe blade taperless lebih tinggi dibandingkan dengan blade tipe taper dan inverse taper.



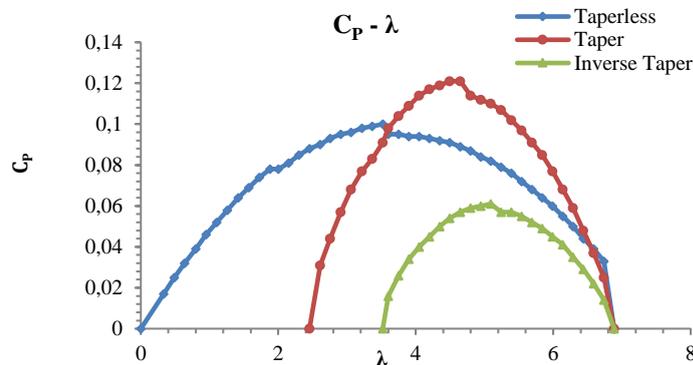
Gambar 9. Perbandingan grafik koefisien daya pada kecepatan angin 4,2 m/s dengan $\alpha = 12^\circ$

Gambar 10. Menampilkan perbandingan koefisien torsi maksimum pada tipe blade taperless $C_{Tmax} = 0,0526$, pada tipe blade taper $C_{Tmax} = 0,085$ dan pada tipe blade inverse taper $C_{Tmax} = 0,039$.



Gambar 10. Perbandingan grafik koefisien torsi turbin angin poros horizontal dengan 3 tipe blade pada kecepatan angin 5,2 m/s dengan $\alpha = 12^\circ$

Gambar 11. menampilkan perbandingan koefisien daya maksimum pada tipe blade taperless $C_{Pmax} = 0,099$, pada tipe blade taper $C_{Pmax} = 0,121$ dan pada tipe blade inverse taper $C_{Pmax} = 0,057$.



Gambar 11. Perbandingan grafik koefisien daya pada kecepatan angin 5,2 m/s dengan $\alpha = 12^\circ$

KESIMPULAN

Perbedaan 3 tipe blade pada turbin angin dapat meningkatkan kecepatan aliran angin, karena blade masing-masing mempunyai bentuk geometri yang berbeda yang menyebabkan meningkatnya gaya lift (C_l) pada blade sehingga dapat meningkatkan koefisien daya C_p dan koefisien torsi C_T . Blade taperless kecepatan angin rata-rata 4 m/s blade tipe ini baik digunakan untuk kecepatan angin yang tergolong sedang dengan nilai $C_{Pmax} = 0,257$ $C_{Tmax} = 0,116$, Efisiensi maksimum $\eta_{max} = 25,691$ % dan daya turbin $P_T = 7,955$ Watt. Blade taper kecepatan angin rata-rata 5 m/s blade tipe ini baik digunakan untuk kecepatan angin yang tergolong tinggi dengan nilai $C_{Pmax} = 0,121$ $C_{Tmax} = 0,085$, Efisiensi maksimum $\eta_{max} = 12,092$ % dan daya turbin $P_T = 7,184$ Watt. Blade inverse taper kecepatan angin rata-rata 3 m/s blade tipe ini baik digunakan untuk kecepatan angin yang tergolong rendah dengan nilai $C_{Pmax} = 0,285$ $C_{Tmax} = 0,177$, Efisiensi maksimum $\eta_{max} = 28,545$ % dan daya turbin $P_T = 4,202$ Watt. Efisiensi tertinggi maksimum adalah tipe blade inverse taper pada kecepatan angin

rendah yaitu 3,3 m/s $\eta_{\max} = 28,545 \%$, kecepatan angin 4,2 m/s $\eta_{\max} = 20,245 \%$, dan kecepatan angin 5,2 m/s $\eta_{\max} = 6,11 \%$. Dari uraian diatas maka kita dapat mengetahui karakteristik masing-masing blade pada kecepatan angin tertentu menggunakan Naca 6408 dengan sudut kemiringan 12° .

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurahman, Luthfi Humaidi.2015. *Studi pembangkit listrik tenaga angin di desa Ciheras Cipatujah Tasikmalaya ditinjau dari aspek pembangkitan energi*. Universitas pendidikan Indonesia. Bandung.
- Bono, Gatot Suwoto, Margana, Sunarwo.2015. *Karakteristik turbin angin poros horizontal dengan variasi bingkai sudu flat untuk pembangkit listrik tenaga angin*. Jurusan Mesin Politeknik Negeri Semarang. Semarang.
- Budhi Prasetyo.2015. *Turbin angin sumbu horizontal tipe TSD 500 pada beban konstan*. Program Studi Teknik Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Semarang. Semarang.
- Erwin Pratama, Novi Caroko, Wahyudi.2015. *Pengaruh variasi sudut blade aluminium tipe falcon terhadap unjuk kerja kincir angin Horizontal Axis Wind Turbin dengan kapasitas 500 Watt*. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Yogyakarta.
- Fandhi X Vananda, Iskandar R.2014. *Pengujian karakteristik turbin angin propeller tiga sudu sebagai energi alternatif dikecamatan Linggo saribaganti Kabupaten Pesisir Selatan*. Universitas Andalas Fakultas Teknik Jurusan Mesin. Jakarta.
- Firman Aryanto, I Made Mara, Made Nuarsa.2013. *Pengaruh kecepatan angin dan variasi jumlah sudu terhadap unjuk kerja turbin angin poros horizontal*. Jurusan Teknik Mesin Fakultas teknik Universitas Mataram. Mataram.
- Gilar Natayuda.2017. *analisa aerodinamika dan kinerja turbin angin tipe sumbu horizontal menggunakan computational fluid dynamics*. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik. Bandung.
- Hugh Piggot. *Wind power workshop building your own wind turbine*.
- I Kade Wiratama, I Made Mara, L Edsona Forgan Prina.2014. *Pengaruh jumlah blade dan variasi panjang chord terhadap performasi turbin angin sumbu horizontal (TASH)*. Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mataram. Mataram.
- Ismail, Taufik arahman.2012. *Perancangan turbin sumbu horizontal tiga sudu dengan kapsitas 3 kW*. Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Pancasila Srengseng Sawah. Jakarta.
- Inayah N Zahra.2016. *Dasar-dasar perancangan bilah*. Lentera Bumi Nusantara. Ciheras.
- Kaprawi, Santoso, D. and Radentan, A. 2013. Performance of Combined Water Turbine with Semielliptic Section of the Savonius Rotor. *International Journal of Rotaring Machinery*. Vo
- Vito Andika Permana, Ismoyo Haryanto.2015. *Perancangan awal sudu turbin dengan kapasitas 3200 Watt*. Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro. Diponegoro.
- San Paul.2016. *Wind Turbine Blade Desain*. Kidwind Project.
- Statistik Ketenaga Listrik.2016. *Direktorat jendral ketenaga listrik kementerian energi dan sumber daya mineral*