

## SIMULASI DESAIN HORIZONTAL WIND TURBIN DENGAN AIR FOIL NACA 2410 UNTUK POTENSI LISTRIK DI SULAWESI TENGGARA MENGGUNAKAN SOFTWARE ANSYS 16.0

**Al Ichlas Imran, Kadir, Samhuddin, La Hasanuddin**

Staf Pengajar Teknik Mesin, Universitas Halu Oleo

E-mail: aichlas@gmail.com

### ABSTRAK

Turbin angin merupakan salah satu alat yang memanfaatkan energi angin untuk diubah menjadi energi listrik. Daya yang dihasilkan oleh turbin angin dipengaruhi oleh karakteristik angin dan turbinnya itu sendiri. Penelitian ini bertujuan menganalisa desain *Horizontal Wind Turbin* dengan air foil Naca 2410 untuk potensi listrik di Sulawesi Tenggara menggunakan software ansys 16.0. Turbin angin didesain menggunakan Autodesk Inventor Professional 2014 dan disimulasi menggunakan ansys 16.0. Turbin angin divariasikan dengan jumlah sudu sebanyak 3, 4 dan 5 buah serta kecepatan input sebesar 1, 2 dan 3 m/s. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai daya turbin tertinggi dihasilkan dengan jumlah sudu 3 buah untuk masing-masing kecepatan angin (1; 2; 3)m/s sebesar (16,25; 165,85; 1.128,90) watt, kemudian diikuti turbin angin berjumlah 5 sudu sebesar (1,92; 15,53; 52,04) watt dan turbin angin berjumlah 4 sudu sebesar (1,32; 10,32; 35,37) watt.

**Kata Kunci:** *Turbin angin, sudu, kecepatan, daya*

### ABSTRACT

Wind turbine is one of equipment that utilizes wind energy to be converted into electrical energy. The power generated by the wind turbine is influenced by the characteristics of the wind and the turbine itself. This research aims to analyze the design of Horizontal Wind Turbine with water foil Naca 2410 for electric potential in Southeast Sulawesi using software ansys 16.0. Wind turbines were designed using Autodesk Inventor Professional 2014 and were simulated using ansys 16.0. Wind turbines were varied with the number of blades of 3, 4 and 5 pieces and input speeds of 1, 2 and 3 m/s. The results showed that the highest turbine power value was generated by the number of blades of 3 pieces for each wind velocity (1; 2; 3) m/s (16.25, 165,85; 1,128.90) watt, followed by wind turbine totaling 5 blades of (1.92; 15.53; 52.04) watt and wind turbines totaling 4 blades of (1.32; 10,32; 35,37) watts.

**Keywords:** *Wind turbine, blade, velocity, power*

## 1. PENDAHULUAN

Saat ini penggunaan bahan bakar yang berasal dari minyak bumi semakin mengalami peningkatan yang sangat pesat. Hal tersebut diakibatkan oleh kebutuhan manusia dalam kehidupan sehari-hari. Dimana perkembangan ekonomi dan peningkatan taraf hidup masyarakat, memiliki pengaruh langsung dan tidak langsung terhadap penggunaan energi (Nguyen, 2006)

Konsumsi energi yang begitu besar diikuti dengan berkurangnya ketersediaan minyak bumi di alam. Bahan bakar fosil yang berada di alam merupakan bahan bakar yang tidak dapat diperbaharui. Salah satu bentuk pemanfaatan energi yang banyak dimanfaatkan oleh manusia adalah listrik. Selain berasal dari minyak bumi, energi listrik dapat diperoleh melalui pemanfaatan gelombang

laut, panas bumi, gas alam, turbin air, nuklir, batu bara, tenaga matahari, biomassa dan turbin angin. Salah satu sumber energi yang ketersediaannya sangat berlimpah untuk dimanfaatkan di Indonesia adalah energi angin. Energi angin dapat diubah menjadi energi listrik melalui gerak mekanik dari turbin angin. Selain itu, angin menghasilkan energi yang ramah lingkungan serta sangat cocok dengan kawasan Indonesia yang terdiri dari kepulauan dan laut yang luas.

Provinsi Sulawesi Tenggara merupakan salah satu kawasan timur yang saat ini pembangunannya sedang berkembang namun menjadi salah satu daerah yang mengalami kekurangan energi listrik di Indonesia. Pembangunan energi dan sumber daya mineral di Sulawesi Tenggara diarahkan untuk mengatasi kekurangan daya listrik yang terjadi di daerah ini. Saat ini, potensi energi yang dapat dimanfaatkan selain energi fosil adalah energi yang berasal dari tenaga uap, tenaga surya dan tenaga air. Salah satu sumber energi yang akan di bangun adalah PLTMG di Kota Kendari (50 MW), Kota Bau-Bau (30 MW), Kabupaten Bombana (10 MW) dan Kabupaten Kolaka Utara (5 MW).

PLN telah membangun PLTU kapasitas terpasang 2 X 10 MW, PLTM Rongi 2 X 0,4 MW, PLTM Sabilamdo kapasitas 2 X 1 MW. Energi listrik yang tersedia di Sulawesi Tenggara saat ini besarnya 275,86 MW, sedangkan daya terpasang sebesar 341,46 MW. Tingginya daya terpasang dan rendahnya energi listrik PLN tersebut mengharuskan PLN di beberapa daerah harus melakukan pemadaman bergilir. Selain itu, masih banyak daerah di Sulawesi Tenggara yang belum teraliri listrik (Provinsi Sulawesi Tenggara, 2015). Padahal, menurut Samhuddin, dkk. (2015) telah melakukan prediksi intensitas energi angin, dimana Kawasan Sulawesi Tenggara memiliki potensi pemanfaatan energi angin menjadi energi listrik.

Oleh karena itu, peneliti melakukan analisa desain *Horizontal Wind Turbin* dengan air foil Naca 2410 untuk potensi listrik di Sulawesi Tenggara menggunakan software ansys 16.0. Energi yang

dihasilkan oleh turbin angin dapat dipengaruhi oleh karakteristik angin, geometri turbin dan jumlah sudu-sudu turbin (Aryanto, dkk., 2013), sehingga penelitian ini difokuskan pada variasi jumlah sudu-sudu turbin dan kecepatan angin.

## 2. METODE PENELITIAN

### Lokasi Pengambilan Data Angin

Angin adalah salah satu bentuk energi yang ketersediaannya di alam sangat melimpah. Energi angin dihasilkan oleh perbedaan tekanan sepanjang atmosfer bumi. Perbedaan ini disebabkan sebagian besar oleh perbedaan pemanasan matahari di Permukaan Bumi (Boyle, 1996). Provinsi Sulawesi Tenggara secara geografis terletak dibagian selatan garis khatulistiwa, memanjang dari utara ke selatan diantara 02°46'-06°15'. Lintang selatan dan membentang dari barat ke timur diantara 120°45'-124°45', dimana menurut data Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral bahwa wilayah Provinsi Sulawesi Tenggara memiliki kecepatan angin harian rata-rata 3-5 m/s.

Untuk menguatkan data kecepatan angin tersebut, maka peneliti akan melakukan pengambilan data angin menggunakan alat pengukur kecepatan angin, yaitu anemometer (Gambar 1), berlokasi di Kawasan Teluk Kota Kendari, sepanjang pantai Taipa Kabupaten Konawe Utara dan sepanjang pantai Gong Kabupaten Konawe.



Gambar 1. Anemometer

### Desain Dan Simulasi Turbin Angin

Turbin angin akan didesain menggunakan software menggambar jenis Auto Desk Inventor Professional 2014 (Yuda, 2012). Desain merupakan salah satu proses penting dalam

perancangan mesin. Produk dari desain adalah gambar rancangan yang merupakan produk dari proses perancangan. Sudu-sudu turbin angin akan dirancang menggunakan Naca Airfoil 2410 (Gambar 2).



Gambar 2. Geometri Naca 2410

Turbin angin yang sudah didesain kemudian diimport ke program ansys 16.0 untuk dilakukan simulasi potensi listrik yang bisa dimanfaatkan untuk kawasan Provinsi Sulawesi Tenggara. Ansys adalah salah satu software yang digunakan untuk menganalisa berbagai macam struktur, aliran fluida dan perpindahan panas dari beberapa software analisis yang lain, yaitu Nastran, CATIA, Fluent dan yang lainnya.

Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam proses simulasi menggunakan ANSYS 16.0 adalah:

1. Menjalankan program analysis system jenis *fluid flow (fluent)*.
2. Input geometry yang telah didesain melalui program Autodesk Inventor. Jumlah sudu-sudu akan divariasikan dengan jumlah sebesar 3 sudu, 4 sudu dan 5 sudu.
3. Melakukan settingan input berupa kecepatan angin rata-rata (1 m/s; 2m/s; 3m/s) yang ada di Kawasan Provinsi Sulawesi Tenggara dan settingan output berupa tekanan.
4. Memberikan ukuran mesh terhadap geometri.
5. Melakukan *setup* material, jenis dan waktu *solver*.
6. Memberikan *solution* dan menunjukkan hasil analisisnya.

Perhitungan Daya Turbin (Daryanto, 2013)

Tenaga total aliran angin adalah sama dengan laju energi kinetik aliran datang dengan,  $KE_i$

$$\dot{W}_{tot} = \dot{m} \cdot K \cdot E_i = \dot{m} \frac{V_i^2}{2g_c} \quad (1)$$

Dimana:

$$\begin{aligned} \dot{W}_{tot} &= \text{tenaga total (Watt).} \\ \dot{m} &= \text{laju aliran massa (kg/s).} \\ V_i &= \text{kecepatan aliran (m/s).} \\ g_c &= \text{faktor konversi} = 1,0 \text{ kg/(N.s}^2\text{)}. \end{aligned}$$

Laju aliran massa diberikan oleh persamaan kontinuitas 2,

$$\dot{m} = \rho \times A \times V_i \quad (2)$$

Dimana:

$$\begin{aligned} \rho &= \text{massa jenis angin (kg/m}^3\text{).} \\ A &= \text{luas penampang melintang aliran (m}^2\text{)}. \end{aligned}$$

Sehingga:

$$\dot{W}_{tot} = \frac{1}{2g_c} \rho \times A \times V_i^3 \quad (3)$$

Untuk roda turbin angin tidak dapat tertutup sempurna karena sebab-sebab yang lain, dalam praktiknya turbin hanya dapat mencapai 50-70% dari efisiensi ideal. Efisiensi aktual ( $\eta$ ) adalah perkaliannya dengan  $\eta_{maks}$  dan perbandingan tenaga aktual terhadap tenaga total:

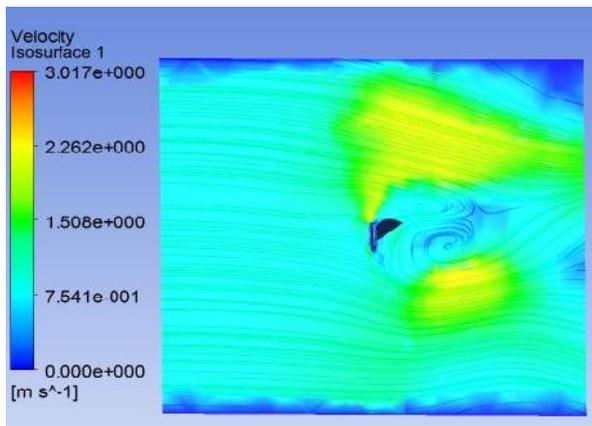
$$\dot{W} = \eta \times \dot{W}_{tot} = \eta \frac{1}{2g_c} \rho \times A \times V^3 \quad (4)$$

Dimana  $\eta$  bervariasi 30-40% untuk turbin aktual.

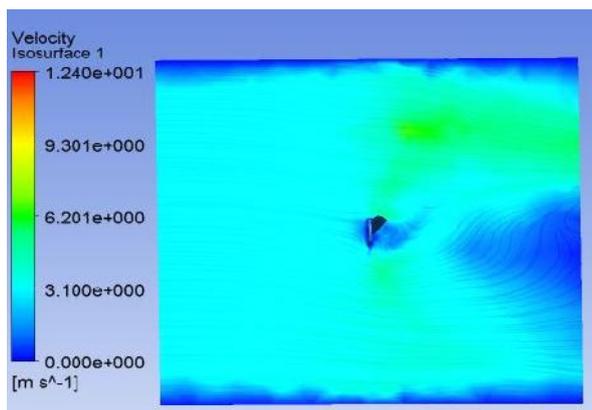
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil simulasi turbin angin untuk kondisi jumlah sudu sebesar 3, 4 dan 5 buah serta variasi kecepatan angin (1; 2; 3) m/s ditunjukkan dalam bentuk kontur warna dan angka. Kontur warna digunakan untuk menampilkan distribusi pola aliran udara dari *inlet* melewati turbin menuju *outlet*, sedangkan angka menunjukkan nilai kecepatan angin maksimum dan minimum yang dihasilkan.

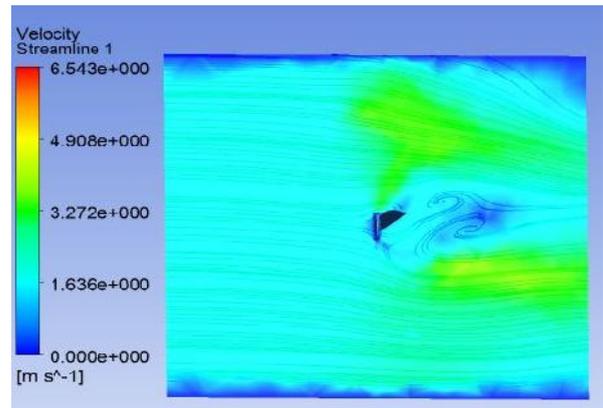
Adapun distribusi pola aliran udara yang dihasilkan proses simulasi turbin angin menggunakan software ansys 16.0 ditunjukkan pada Gambar 3-Gambar 6.



(a)  $V_{input} = 1 \text{ m/s}$

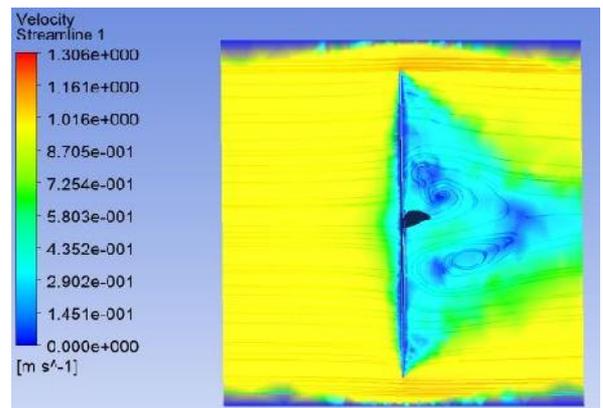


(b)  $V_{input} = 2 \text{ m/s}$

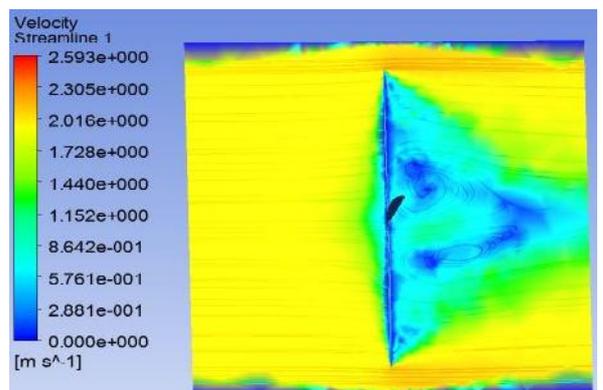


(c)  $V_{input} = 3 \text{ m/s}$

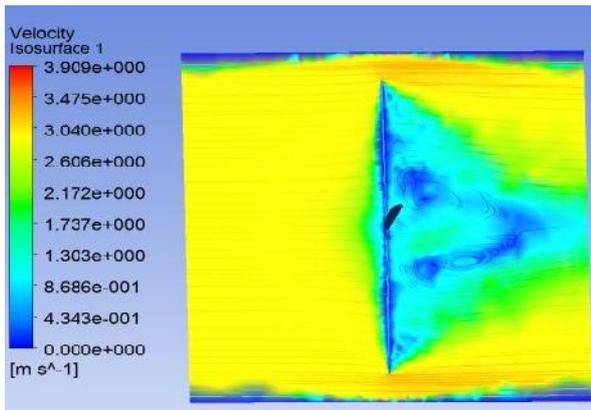
Gambar 3. Nilai kecepatan angin yang dihasilkan simulasi turbin angin berjumlah 3 sudu



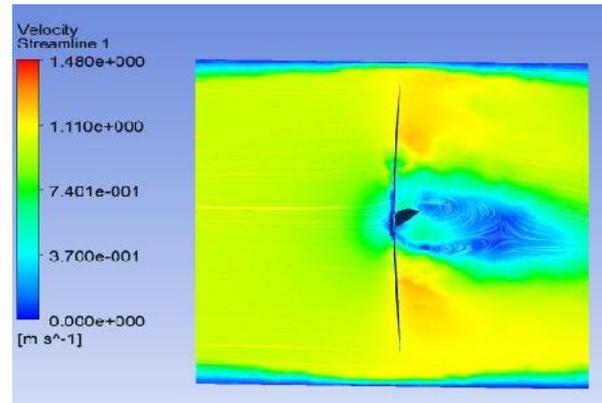
(a)  $V_{input} = 1 \text{ m/s}$



(b)  $V_{input} = 2 \text{ m/s}$

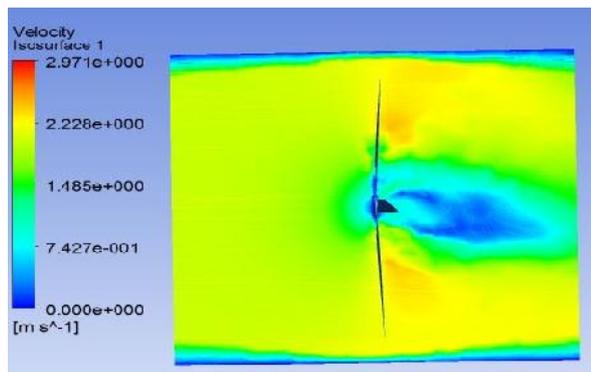


(c)  $V_{input} = 3 \text{ m/s}$

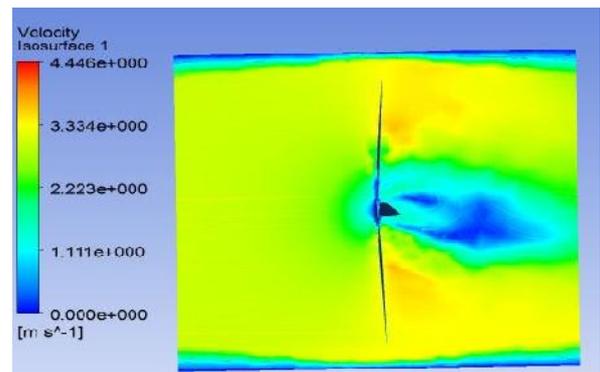


(a)  $V_{input} = 1 \text{ m/s}$

Gambar 4. Nilai kecepatan angin yang dihasilkan simulasi turbin angin berjumlah 4 sudu

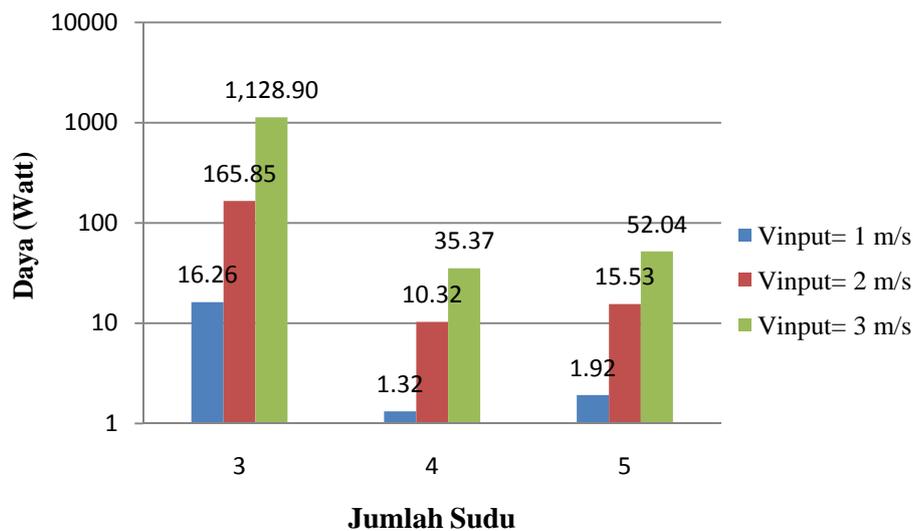


(b)  $V_{input} = 2 \text{ m/s}$



(c)  $V_{input} = 3 \text{ m/s}$

Gambar 5. Nilai kecepatan angin yang dihasilkan simulasi turbin angin berjumlah 5 sudu



Gambar 6. Daya turbin angin yang dihasilkan untuk masing-masing jumlah sudu dan kecepatan angin

Gambar 6 menunjukkan daya yang dihasilkan oleh turbin angin untuk sudu berjumlah 3, 4 dan 5 buah dengan kecepatan input angin untuk masing-masing sudu sebesar (1; 2; 3)m/s. Dari Gambar 6 dapat diketahui bahwa untuk masing-masing sudu, semakin besar nilai kecepatan angin yang diinput maka semakin besar nilai daya yang dihasilkan oleh turbin angin. Selain itu, daya yang dihasilkan oleh masing-masing sudu, nilai terbesar ditunjukkan oleh turbin angin berjumlah 3 sudu sebesar (16,25; 165,85; 1.128,90) watt, kemudian turbin angin berjumlah 5 sudu sebesar (1,92; 15,53; 52,04) watt dan turbin angin berjumlah 4 sudu sebesar (1,32; 10,32; 35,37) watt.

Untuk perbedaan kecepatan input angin, turbin angin berjumlah 3 sudu (Gambar 3) menunjukkan nilai daya tertinggi. Hal ini disebabkan oleh turbin angin dengan jumlah sudu 3 buah memiliki jarak antara sudu dengan yang lainnya lebih besar dibandingkan turbin angin dengan sudu berjumlah 5 dan 4 buah. Aliran udara mengalir dan memberikan tekanan pada permukaan sudu di belakang poros sehingga meningkatkan gaya dorong serta mengurangi gaya hambat pada sudu

turbin. Semakin berkurangnya gaya hambat yang terjadi maka aliran turbulensi yang terbentuk pada turbin relatif kecil sehingga daya turbin yang dihasilkan juga semakin besar (Aryanto, dkk. 2013).

Dari Gambar 4 dan Gambar 5 menunjukkan profil distribusi kecepatan aliran udara yang melewati turbin dengan jumlah sudu sebesar 4 dan 5 buah. Gambar 4 menampilkan udara yang mengalir melewati sudu turbin 4 buah mengalami gaya hambat yang tinggi dibandingkan turbin angin yang mempunyai sudu 5 buah dan diikuti turbin angin berjumlah 3 buah sudu (Gambar 3). Selain itu, aliran turbulensi yang terbentuk lebih besar dibandingkan turbin angin dengan sudu 5 dan 3 buah. Semakin besarnya aliran turbulensi yang terjadi di sekitar areal poros akan menurunkan performa turbin itu sendiri. Hal tersebut mengakibatkan daya yang dihasilkan oleh turbin angin dengan jumlah sudu 4 buah lebih rendah dibandingkan turbin angin dengan jumlah sudu 5 dan 3 buah. Selain itu, peningkatan kecepatan angin untuk masing-masing turbin dengan jumlah sudu yang berbeda maka daya yang dihasilkan juga semakin tinggi.

#### 4. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan dalam penelitian ini adalah nilai daya turbin tertinggi ditunjukkan dengan jumlah sudu 3 buah untuk masing-masing kecepatan angin (1; 2; 3)m/s sebesar (16,25; 165,85; 1.128,90) watt, kemudian diikuti turbin angin berjumlah 5 sudu sebesar (1,92; 15,53; 52,04) watt dan turbin angin berjumlah 4 sudu sebesar (1,32; 10,32; 35,37) watt.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Aryanto, F., Mara, I.M. dan Nuarsa, M., 2013, Pengaruh kecepatan angin dan variasi jumlah sudu terhadap unjuk kerja turbin angin poros horizontal, *Dinamika teknik mesin*, Vol.3 No. 1.
- Daryanto, 2013, *Teknik Konversi Energi*, Satu Nusa, Bandung.
- Nguyen, Q.H., 2006, *Alternatives to grid extension for rural electrification: Decentralized renewable energy technologies in Vietnam*, Energy Policy, November, Elsevier.com.
- Pinem, M.D., 2013, *Analisis Sistem Mekanik ANSYS*, Wahana Ilmu Kita, Bandung.
- Pudjanarsa, A. dan Nursuhad, D., 2008, *Mesin Konversi Energi*, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Pudjanarsa, A. dan Nursuhad, D., 2013, *Mesin Konversi Energi*, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Yuda, Y.F., 2012, *Autodesk Inventor Profesional 2011*, Penerbit Andi, Yogyakarta.