

## Kinerja Roda Air Plat Arus Bawah dengan Variasi Jumlah Sudu

Luther Sule

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin  
Jln. Perintis Kemerdekaan Km 10. Tamalanrea, Makassar 90245  
E-mail : [luther.sule@yahoo.co.id](mailto:luther.sule@yahoo.co.id)

### Abstrak

Energi air merupakan sumber daya alam yang dimiliki oleh negara Indonesia dan listrik merupakan kebutuhan esensial bagi kehidupan manusia. Energi air adalah salah satu energi alternatif yang dapat dikonversi menjadi energi listrik dan bebas polusi demi untuk memenuhi kebutuhan hidup masyarakat. Tenaga yang dihasilkan oleh roda air dapat menggerakkan alternator dan generator untuk menghasilkan energi listrik. Adapun tujuan dalam penelitian ini adalah untuk menganalisis torsi maksimum dan daya roda air maksimum yang dihasilkan roda air pada sudu plat datar dengan variasi debit dan jumlah sudu serta menentukan kinerja terbaik dari roda air berdasarkan hasil pengujian. Penelitian dilakukan di Laboratorium Mesin-Mesin Fluida Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Adapun hasil dari analisis data yang diperoleh untuk sudu plat datar dengan 4 sudu memiliki Torsi (T) 1,3135 Nm, Daya roda air (P out) 1,1104 W, efisiensi ( $\eta$ ) 7,8410 %, sudu plat datar dengan 6 sudu memiliki Torsi (T) 1,8187 Nm, Daya roda air (P out) 1,7132 W, efisiensi ( $\eta$ ) 10,8903 %, sudu plat datar dengan 8 sudu memiliki Torsi (T) 2,0713 Nm, Daya roda air (P out) 1,8084 W, efisiensi ( $\eta$ ) 18,6224 %. Dari penelitian yang telah dilakukan diperoleh bahwa torsi, daya roda air dan efisiensi maksimum terdapat pada sudu plat datar dengan 8 sudu.

**Keywords** : Roda Air Plat.

### Pendahuluan

Energi air adalah energi yang telah dimanfaatkan secara luas di Indonesia yang dalam skala besar telah digunakan sebagai pembangkit listrik. Beberapa perusahaan di bidang pertanian bahkan juga memiliki pembangkit listrik sendiri yang bersumber dari energi air.

Di masa mendatang untuk pembangunan pedesaan termasuk industri kecil yang jauh dari jaringan listrik nasional, energi yang dibangkitkan melalui sistem mikrohidro diperkirakan akan tumbuh secara pesat.

Dalam dekade terakhir ini peningkatan kebutuhan akan energi listrik di Indonesia menunjukkan angka yang begitu besar baik di desa maupun di kota. Untuk mengantisipasi hal tersebut, maka kehadiran tenaga listrik sangat dibutuhkan. Namun masih banyak daerah terpencil yang belum mendapatkan layanan listrik dari Perusahaan Listrik Negara (PLN). Sedangkan kebutuhan masyarakat akan masalah penerangan semakin besar. Hal ini terjadi karena masih terbatasnya pembangkit listrik yang ada dan sulitnya jalur transportasi ke daerah-daerah terpencil. Kenyataan ini juga merupakan salah satu bukti bahwa pembangunan

di beberapa daerah di Indonesia belum memadai seiring dengan kebutuhan masyarakat.

Indonesia dengan wilayahnya yang beriklim tropis dengan curah hujan yang tinggi dan kondisi topografi yang bergunung-gunung dengan aliran sungai yang berpotensi untuk dikembangkan sebagai pembangkit listrik. Potensi ini sebagian besar tersebar di daerah pedesaan, sementara diperkirakan masih banyak penduduk desa yang belum menikmati energi listrik sehingga sangat tepat untuk mengembangkan pembangkit listrik dengan tenaga air dimana biaya pengoperasiannya murah dan disamping itu bebas polusi.

### Metoda Eksperimen & Fasilitas Yang Digunakan

#### A. Waktu dan Tempat Penelitian

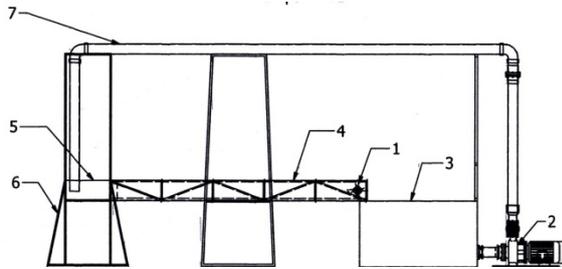
Penelitian ini akan dilaksanakan pada bulan April 2012 bertempat di Laboratorium Mesin-Mesin Fluida Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

#### B. Instalasi Pengujian

Prinsip dari pengujian ini adalah memasang roda air pada saluran yang dibuat dengan ukuran panjang 400 cm, lebar 25,5 cm dan tinggi 30 cm.

Roda air di pasang pada section test yang terbuat dari bahan fiber glass, sehingga head input ( $H_1$ ) dan head output ( $H_2$ ) roda air serta bentuk-bentuk aliran air pada sudu dapat diamati dengan jelas. Poros roda air ditempatkan 20 cm dari ujung saluran dengan ketinggian 16 cm dari dasar saluran. Dapat dilihat pada gambar instalasi (Gambar 16) dibawah ini.

Posisi saluran air ditempatkan pada keadaan horizontal tanpa mengalami perubahan penempatan posisi saluran air. Dimana pada ujung saluran terdapat tangki penampungan air yang berfungsi sebagai tempat penampungan air yang mengalir pada saluran dan untuk meredam fluktuasi tekanan air yang kemudian air akan disalurkan ke pipa menggunakan pompa sentrifugal menuju ke reservoir yang terhubung dengan saluran akan mengalirkan air pada saluran. Pada akhirnya air yang mengalir ini akan memutar sudu roda air yang diletakkan pada ujung saluran.

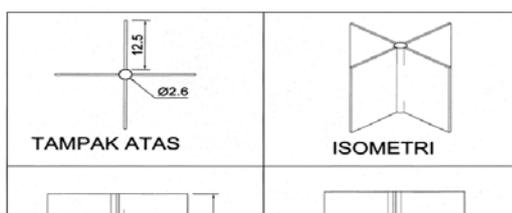


Gambar 1. Instalasi Pengujian  
 (Sumber : Koleksi pribadi, 2012)

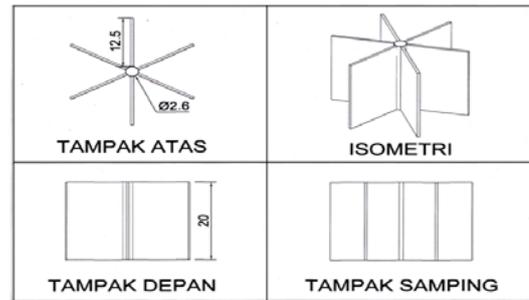
Keterangan Gambar :

1. Roda Air, sebagai alat yang akan di uji dalam penelitian dengan bentuk sudu plat datar.
2. Pompa Sentrifugal, yang terdiri dari motor penggerak dan pompa yang berfungsi memompa air kesaluran melewati pipa, alat ini telah tersedia di Laboratorium Mesin-Mesin Fluida.
3. Penampungan Air, sebagai tempat penampungan air yang digunakan dalam reservoir ke tempat melekatnya Pengujian kincir.
4. Saluran Air, sebagai media pengaliran air dari
5. Reservoir, digunakan untuk menampung air yang kemudian akan disalurkan kembali ke penampungan air melalui saluran.
6. Penopang Reservoir, berfungsi untuk menopang reservoir dan saluran air.
7. Saluran Pipa, digunakan untuk mengalirkan air dari pompa ke reservoir.

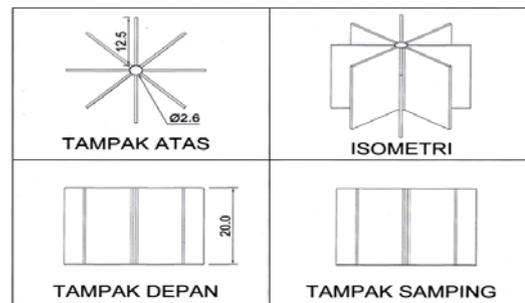
Gbr 2.Sudu yang diuji (4 sudu)



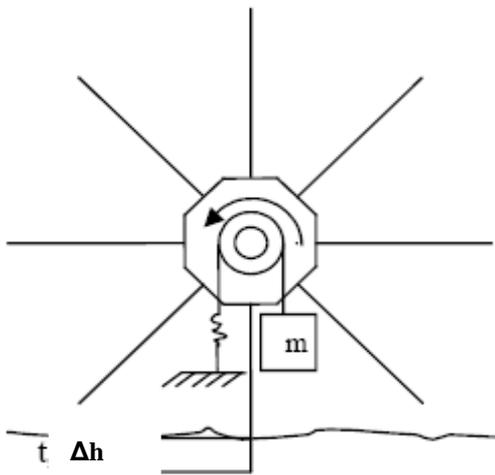
Gbr 3.Sudu yang diuji (6 sudu)



Gbr 4. Sudu yang diuji (8 sudu).



Gbr 5. Posisi dan pengukuran head di sudu.



Gbr.6. Posisi Pengukuran pada sudu

**Skema Numerik**

**1. Debit**

Debit adalah banyaknya air yang mengalir dalam satu sekon satuannya meter kubik per sekon (m<sup>3</sup>/s). Dari ilmu mekanika fluida debit air yang mengalir dari suatu tempat penampungan ditentukan oleh kecepatan aliran dan luas penampang aliran. Maka dapat ditulis dengan persamaan (Frank,W.,1998 ) sebagai berikut:

$$Q = V \cdot A_a \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan;

Q = Debit Air (m<sup>3</sup>/s)

V = kecep. air pada saluran (m/s)

A<sub>a</sub> = Luas Penamp. aliran air (m<sup>2</sup>)

**2. Gaya**

Gaya adalah besarnya usaha yang dibutuhkan tiap jarak yang ditempuh. Menghitung gaya untuk memutar kincir dipengaruhi oleh luas penampang sudu dan kecepatan air pada saluran. Maka dapat dituliskan bentuk persamaan sebagai berikut :

$$F = m \cdot g \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :

F = gaya untuk memutar kincir (N).

m = massa ( kg )

g = gaya gravitasi ( m/s<sup>2</sup> )

**3. Torsi**

Torsi adalah hasil kali gaya dengan lengan. Kincir air merupakan sarana untuk merubah tenaga air menjadi energi gerak putar berupa torsi pada poros kincir. Torsi yang dihasilkan oleh kincir dipengaruhi gaya untuk memutar kincir dan jari-jari kincir. Maka diperoleh persamaan torsi kincir

$$T = F \cdot r \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan :

T = torsi kincir (Nm)

F = gaya (N)

r = jari-jari kincir (m)

**4. Kecepatan sudut**

Kecepatan sudut adalah besarnya sudut yang ditempuh persatuan waktu (rad/s). Poros pada kincir air digunakan sebagai penerus putaran dari kincir terhadap mekanisme lainnya misalnya penggerak untuk generator. Untuk menentukan besarnya daya kincir yang dihasilkan maka perlu kita ketahui nilai dari kecepatan sudut pada kincir itu sendiri. Persamaan yang digunakan dalam menentukan besarnya kecepatan sudut sebagai berikut :

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} \dots\dots\dots(4)$$

**5. Daya air**

Daya air adalah daya yang diberikan air terhadap sudu kincir atau daya yang tersedia pada air yang mengalir. Kincir air menggunakan energi air yang menghasilkan momen putar pada poros. Daya input yang dihasilkan oleh kincir tergantung pada kecepatan air dan debit air yang mengalir. Dari perhitungan kecepatan aliran dan debit air yang mengalir maka diperoleh persamaan daya input kincir yang dapat dituliskan sebagai berikut.

$$P_{air} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot V^3 \dots(5)$$

**6. Daya kincir**

Daya kincir adalah daya yang dihasilkan oleh putaran kincir atau daya yang berguna dari kincir. Daya output yang dihasilkan oleh kincir tergantung pada kecepatan air, luas penampang, dan putaran kincir. Dari perhitungan torsi kincir dan kecepatan sudut kincir maka diperoleh persamaan daya output kincir, yang dapat dituliskan sebagai berikut.

$$P_{kincir} = T \cdot \omega \dots\dots(6)$$

**7. Efisiensi**

Dalam menentukan efisiensi daya dari suatu kincir tergantung pada daya input kincir dan daya output kincir, yang dapat dituliskan dalam bentuk persamaan;

$$\eta = \frac{P_{kincir}}{P_{air}} \cdot 100\% \dots\dots\dots(7)$$

Keterangan :

η = Efisiensi (%)

P<sub>kincir</sub> = daya kincir (Watt)

P<sub>air</sub> = daya air (Watt)

**Hasil dan Pembahasan****Data hasil pengukuran**

Untuk sudu 4 buah.

Debit (Q) ; 0,01469 m<sup>3</sup>/Jam.

NO	Beban (gram)	n (rpm)	H (cm)	
			h1	h2
1	0	74	5	4.9
2	200	44	8	5.8
3	400	37	8.5	5.9
4	600	30	9	6
5	800	28	9.4	5.7
6	1000	25	9.8	5.6
7	1200	23	10.3	5.4
8	1400	20	10.5	5.2
9	1600	18	10.8	5.1
10	1800	16	11	5
11	2000	14	11.2	4.9
12	2200	12	11.5	4.6
13	2400	10	11.8	4.4
14	2600	8	12	4.3
15	2800	6	12.2	4
16	3000	5	12.4	3.8
17	3200	2	12.5	3.5
18	3400	0	12.5	3.2

Untuk sudu 6 buah.

Debit (Q) ; 0,01469 m

NO	Beban (ram)	n (rpm)	H (cm)	
			h1	h2
1	0	72	5	4.9
2	400	35	9.2	5.2
3	800	27	10	5.5
4	1200	23	10.8	6
5	1600	20	11.5	6.2
6	2000	18	11.8	5.8
7	2400	15	12.5	5.7
8	2800	13	12.8	5.5

9	3200	12	13	5.4
10	3600	11	13.5	5.3
11	4000	10	13.8	5.2
12	4400	8	14	5
13	4800	6	14.3	4.9
14	5200	4	14.5	4.7
15	5600	3	14.7	4.5

16	6000	3	14.8	4.2
17	6400	2	14.9	4
18	6800	1	15	3.8
19	7200	0	15	3.5

Untuk sudu 8 buah

Debit (Q) ; 0,01469 m<sup>3</sup>/Jam

NO	Beban (gram)	n (rpm)	H (cm)	
			h1	h2
1	0	76	5	4.9
2	400	42	9.8	5.1
3	800	35	10.7	5.4
4	1200	32	11.3	5.6
5	1600	29	11.8	6
6	2000	26	12.6	5.8
7	2400	23	13.4	5.7
8	2800	21	13.9	5.6
9	3200	20	14.5	5.4
10	3600	19	14.9	5.1
11	4000	17	15.1	5
12	4400	15	15.5	4.8
13	4800	0	15.9	4.3

**Data hasil Perhitungan.**

Untuk sudu 4 buah

Debit (Q) ; 0,01469 m<sup>3</sup>/Jam

NO	T	$\omega$	P kincir	P air disalurkan	$\eta$ efisiensi
	Nm	rad/s	watt	watt	%
1	0	7.745	0	9.7112	0
2	0.050	4.605	0.232	9.7112	2.3958
3	0.101	3.872	0.391	9.7112	4.0294
4	0.151	3.14	0.475	9.7112	4.9006

Untuk sudu 8 buah.

Debit (Q) ; 0,01469 m<sup>3</sup>/Jam

NO	T	$\omega$	P kincir	P air disaluran	$\eta$ efisiensi
7	0.303	2.4073	0.729	9.7112	7.514
8	0.353	2.0933	0.740	9.7112	7.623
9	0.404	1.884	0.761	9.7112	7.841
10	0.454	1.6746	0.761	9.7112	7.841
11	0.505	1.4653	0.740	9.7112	7.623
12	0.555	1.256	0.698	9.7112	7.187
13	0.606	1.0466	0.634	9.7112	6.534
14	0.656	0.8373	0.549	9.7112	5.662

15	0.707	0.628	0.444	9.7112	4.573
16	0.7578	0.523	0.396	9.7112	4.083
17	0.8083	0.209	0.169	9.7112	1.742
18	0.8588	0	0	9.7112	0

Untuk sudu 6 buah.  
Debit (Q) ; 0,01469 m<sup>3</sup>/Jam.

N O	T (Nm)	ω (rad/s)	P kincir (watt)	P air disaluran (watt)	η efisien si (%)
1	0	7.536	0	9.7112	0
2	0.101	3.663	0.3701	9.7112	3.8116
3	0.202	2.826	0.5710	9.7112	5.8807
4	0.303	2.407	0.7297	9.7112	7.5143
5	0.404	2.093	0.8460	9.7112	8.7122
6	0.505	1.779	0.8989	9.7112	9.2567
7	0.606	1.57	0.9518	9.7112	9.8012
8	0.707	1.360	0.9624	9.7112	9.9101
9	0.808	1.256	1.0152	9.7112	10.454
10	0.909	1.151	1.0470	9.7112	10.781
11	1.010	1.046	1.0575	9.7112	10.890
12	0.555	1.256	0.6980	9.7112	7.1876
13	0.606	1.046	0.634	9.7112	6.5341
14	0.656	0.837	0.5499	9.7112	5.6629
15	0.707	0.628	0.4441	9.7112	4.5739
16	0.757	0.523	0.3965	9.7112	4.0838
17	0.808	0.209	0.1692	9.7112	1.7424
18	0.858	0	0	9.7112	0

	(Nm)	rad/s	(watt)	(watt)	%
1	0	7.954	0	9.711	0
2	0.101	4.396	0.444	9.711	4.5739
3	0.202	3.663	0.740	9.711	7.6232
4	0.303	3.349	1.015	9.711	10.454
5	0.404	3.035	1.226	9.711	12.636
6	0.505	2.721	1.374	9.711	14.157
7	0.606	2.407	1.459	9.711	15.028
8	0.707	2.198	1.554	9.711	16.008
9	0.808	2.093	1.692	9.711	17.424
10	0.909	1.988	1.808	9.711	18.622
11	1.010	1.779	1.797	9.711	18.513
12	1.111	1.57	1.745	9.711	17.969
13	1.212	0	0	9.711	0

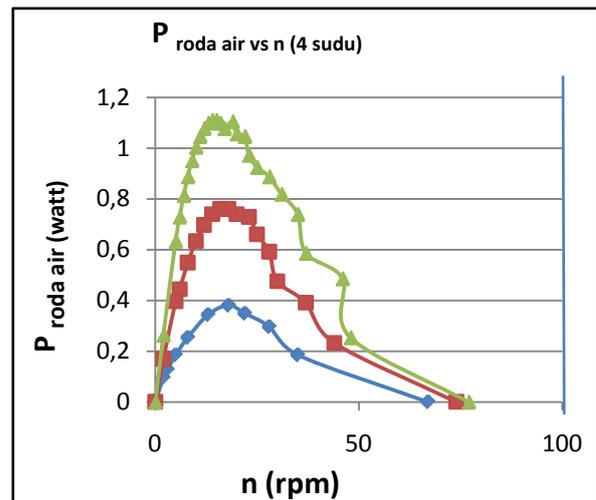
**A. Daya Kincir (Watt) Vs Putaran (rpm)**

Daya (watt) merupakan kemampuan untuk melakukan kerja per satuan waktu sedangkan putaran (rpm) merupakan jumlah atau banyaknya putaran yang terjadi dalam satu menit.

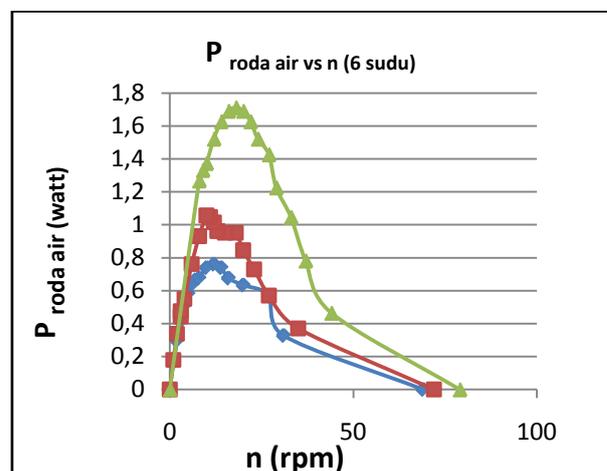
Pada grafik dibawah dapat dilihat perbandingan antara daya roda air dengan putaran pada sudu 4 ,6 dan 8. Besarnya daya roda air dipengaruhi oleh besarnya debit yang mengalir pada saluran dan banyaknya jumlah sudu. dimana daya kincir maksimal diperoleh pada sudu 8 dengan debit II (Q<sub>2</sub>) dengan persamaan daya kincir yaitu :

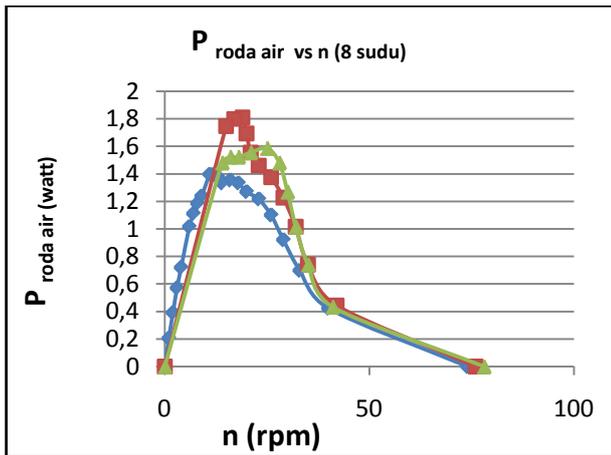
$$P_{kincir} = T \cdot \omega$$

Grafik-grafik hasil pengujian dapat dilihat pada grafik-grafik dibawah ini:



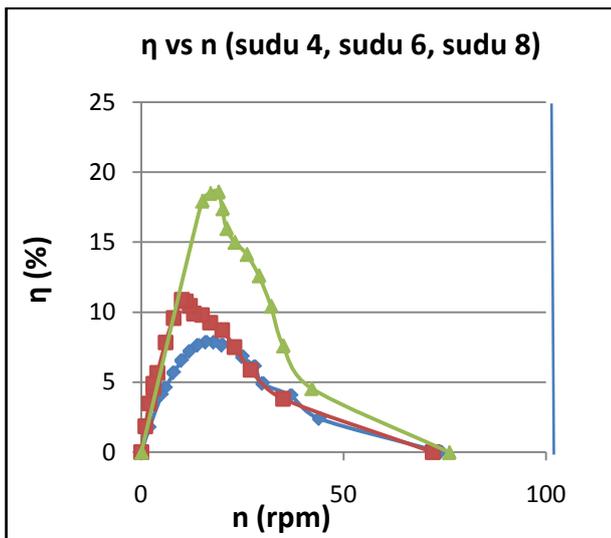
- ▲ Q1 = 0,01297 m<sup>3</sup>/s
- Q2 = 0,01469 m<sup>3</sup>/s
- Q3 = 0,01951 m<sup>3</sup>/s





- ▲ Q1 = 0,01297 m<sup>3</sup>/s
- Q2 = 0,01469 m<sup>3</sup>/s
- Q3 = 0,01951 m<sup>3</sup>/s

Pada grafik dibawah ini terlihat perbandingan antara efisiensi roda air (%) dengan putaran (rpm) pada sudu pelat datar dengan jumlah sudu 4, 6 dan 8 dengan debit konstan (Q) = 0,01469 m<sup>3</sup>/Jam.



**Kesimpulan**

Berdasarkan hasil peneitian yang kami lakukan maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Daya kincir maksimum yang dihasilkan oleh roda air pada sudu plat datar terjadi pada pembukaan debit II (Q<sub>2</sub> = 0,01469 m<sup>3</sup>/s) dengan jumlah sudu 8 sebesar 1,80847 watt.
2. Efisiensi atau kinerja maksimum yang dihasilkan oleh roda air pada sudu plat datar terjadi pada pembukaan debit II (Q<sub>2</sub> = 0,01469 m<sup>3</sup>/s) dengan jumlah sudu 8 sebesar 18,622431 %.

**Ucapan Terima kasih**

Ucapan terima kasih dan penghargaan yang tulus

kepada Panitia SNTTM XI UGM atas diperkenankannya hasil Penelitian ini untuk diikutkan pada SNTTM XI saya yakin paper saya ini belum sempurna penulis mohon kritikan untuk penyempurnaan penulisan ini, juga terima kasih yang tulus kepada pihak Ketua Jurusan dan Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin dan kepada semua pihak hingga paper saya ini boleh selesai.

**Nomenklatur**

Notasi	Keterangan	Satuan
<b>P</b>	Daya	Watt(W)
<b>F</b>	Gaya	Newton (N)
<b>T</b>	Torsi	Nm
<b>Q</b>	Debit	M <sup>3</sup> /s
<b>n</b>	Putaran	rpm
<b>η</b>	Efisiensi	%
<b>ρ</b>	Densitas	Kg/m <sup>3</sup>
<b>P<sub>m</sub></b>	Daya air	watt(W)
<b>P<sub>out</sub></b>	Daya Poros	watt(W)
<b>m</b>	Massa	kg
<b>A</b>	Luas saluran	M <sup>2</sup>
<b>V</b>	Kecepatan aliran	m/s
<b>g</b>	Percepatan grafitasi	9,8 m/s <sup>2</sup>
<b>h</b>	Head	m
<b>D</b>	Diameter poros	m
<b>D<sub>k</sub></b>	Diameter kincir	m
<b>T</b>	Temperatur	°C
<b>E<sub>k</sub></b>	Energi kinetik	Joule (J)
<b>E<sub>p</sub></b>	Energi Potensial	Joule (J)
<b>r</b>	Jari-jari	m
<b>t</b>	Waktu	detik

**Referensi**

1. Arismunandar, W. 2008. *Penggerak Mula Kincir*. Penerbit ITB: Bandung.
2. Anonim. *Types of water turbines /graphs of different manufacturers/* (online), [http://en.hydroresource-project.bg/?page\\_id=281](http://en.hydroresource-project.bg/?page_id=281)
3. Anonim. *Sejarah Perkembangan Kincir Air*(online), <http://en.wikipedia.org/wiki/Waterwheel>.
4. Anonim. *Jenis-Jenis Kincir Air*(online), <http://osv.org/education/water/power>.
5. Kusnaldi. 1999. *Karakteristik Kincir Air*(online), <http://anonime.co.id>
6. Kadir Zahri, M. 2010. *Pengaruh tinggi sudu kincir air terhadap daya dan efisiensi yang dihasilkan* (online), [www.scribd.com/pemanfaatan tenaga air/](http://www.scribd.com/pemanfaatan tenaga air/).
7. Patty, O.F. 1995. *Tenaga Air*. Erlangga: Jakarta.

8. Soemarto, M. 1984. *Kegunaan Kincir Air Untuk Berbagai Kepentingan*(online), <http://anonime.co.id>.
9. Suharsono. 2004. *Kincir Air Pembangkit Listrik: PT Penebar Swadaya: Jakarta*.
10. Suharsono. 2004. *Pengembangan Energi Terbarukan Sebagai Energi Aditif Di Indonesia*(online), <http://energi.lipi.go.id>