

EFISIENSI KINCIR AIR TIPE *BREASTSHOT* PADA PROTOTIPE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO

Novrianto¹, Syafriyudin², dan Prastyono Eko Pambudi³
Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri
Institut Sains & Teknologi AKPRIND
Jl. Kalisahak No. 28, Balapan, Yogyakarta, Indonesia
novri387@gmail.com¹, dien@akprind.ac.id², praspep59@gmail.com³

ABSTRACT

Waterwheel is the main component in the process of converting microhydro power. The amount of energy converted by the waterwheel depends on the shape of the blade model, the location of the installation and the position of the nozzle. The purpose of this study is to identify characteristic waterwheels that produce optimal efficiency. The factor that must be considered in the waterwheel other than the energy of the place (Head) is the heavy influence of the water flowing into the blades. Water flowing into and out of the waterwheel does not have more pressure than just atmospheric pressure.

Keywords : *Waterwheel, microhydro power plant, efficiency*

INTISARI

Kincir air adalah komponen utama dalam proses konversi energi tenaga mikrohidro. Jumlah energi yang dikonversi oleh kincir air tergantung pada bentuk model bladanya, lokasi memasang dan posisi *nozzle*. Tujuan dalam penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi kincir air karakteristik yang menghasilkan efisiensi yang optimal. Faktor yang harus diperhatikan pada kincir air selain energi tempat (*Head*) adalah pengaruh berat air yang mengalir masuk ke sudu-sudunya. Air yang mengalir kedalam dan keluar dari kincir air tidak memiliki tekanan lebih hanya tekanan atmosfer saja.

Kata kunci – Kincir air, Pembangkit PLTMH, efisiensi

I. PENDAHULUAN

Kebutuhan energi listrik di Indonesia masih belum mencukupi, sebagai contoh adalah pemadaman listrik secara bergilir yang masih saja kita rasakan di berbagai wilayah di Indonesia bahkan pada wilayah terpencil jaringan energi listrik belum menjangkau. Hal ini menunjukkan bahwasannya pasokan energi listrik yang disediakan pemerintah melalui perusahaan PLN masih belum mencukupi kebutuhan masyarakat. Padahal listrik kini menjadi kebutuhan pokok bagi manusia, sebagaimana kita ketahui bersama aktivitas kehidupan kita saat ini sangat bergantung dengan teknologi yang sumber tenaganya berasal dari energi listrik.

Manurut Inra Sumahawijaya, salah satu program pemerintah dalam pemanfaatan energi terbarukan ini adalah program Kawasan/Desa Mandiri Energi, khususnya di daerah daerah

terpencil yang belum dialiri listrik. Yang dimaksud dengan Desa Mandiri Energi adalah Desa yang dapat menyediakan energi dari desa itu sendiri dan dapat membuka lapangan kerja dan mengurangi kemiskinan serta memberikan kegiatan-kegiatan yang bersifat produktif.

Ketertarikan pembangkit listrik terhadap sumber energi seperti minyak solar, gas alam dan batu bara yang hampir mencapai 75%, mendorong dikembangkannya energi terbarukan sebagai upaya untuk memenuhi pasokan listrik. Salah satunya adalah pada pembangkit listrik tenaga mikro hidro dengan memanfaatkan potensi air yang ada. Prinsip kerja PLTMH adalah dengan cara merubah energi potensi air menjadi energi listrik.

Salah satu jenis energi baru terbarukan adalah tenaga air skala kecil atau sering disebut dengan mikrohidro atau disebut juga Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH). Disebut

mikro karena daya yang dihasilkan tergolong kecil (masih dalam hitungan ratusan Watt hingga beberapa kW). Tenaga air ini biasanya berasal dari saluran sungai, saluran irigasi, air terjun alam, atau bahkan sekedar parit asal airnya kontinu. Prinsip kerjanya adalah memanfaatkan tinggi terjunnya air dan juga jumlah debit air.

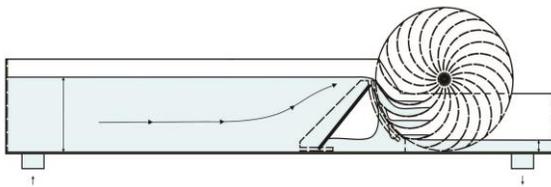
Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro ini adalah salah satu pembangkit yang cukup sederhana dibandingkan dengan yang lainnya yang dimana menggunakan energi air untuk menjadi energi kinetik yang dihasilkan dari putaran kincir air. Ada beberapa bagian pada pembangkit listrik mikrohidro ini, salah satunya terdapat pada kincir. Pentingnya penggunaan kincir pada sistem pembangkit ini sangat berpengaruh pada daya listrik yang keluar dari alat pembangkit tersebut.

Dengan latar belakang tersebut penulis tertarik untuk melakukan penelitian dan perancangan dengan judul **“Efisiensi Kincir Tipe Breastshot Pada Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro”**.

II. METODOLOGI

A. Perancangan Sistem

Perancangan ini merupakan suatu penelitian yang bertujuan untuk membandingkan kincir air pada prototipe PLTMH yang ada pada Lab Teknik Elektro Institut Sains & Teknologi AKPRIND pada penelitian sebelumnya. Dalam perancangan kincir air tipe breastshot ini terdapat berbagai macam komponen untuk pembuatannya seperti sudu, jari-jari dan dinding kincir, berbedan dengan kincir pada penelitian sebelumnya, kincir yang akan dibuat ini menggunakan bahan besi plat galvanis setebal 1 mm.

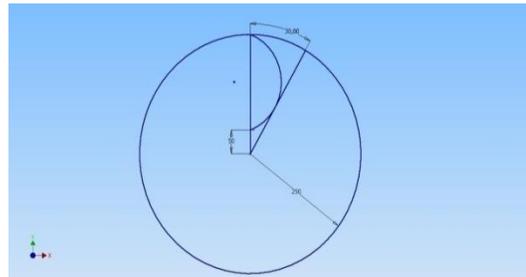


Gambar 1. Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Listrik

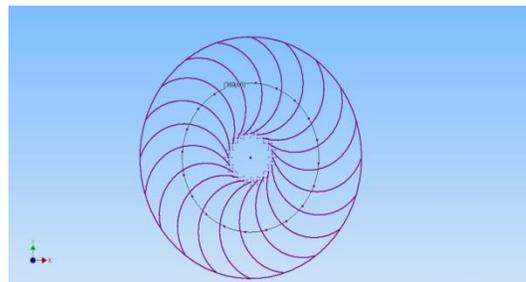
Kincir air tipe *breastshot* ini merupakan objek penelitian sehingga penelitian ini dapat berjalan. Ada beberapa bagian yang diperlukan dalam perancangan kincir tersebut. Berikut bagian-bagian kincir yang dibuat:

1. Sudu Kincir

Sudu kincir merupakan komponen terpenting dalam perancangan kincir air, sudu merupakan bagian yang akan menerima energy yang diberikan oleh jatuh air sehingga kincir dapat berputar. Sudu kincir air tipe breastshot ini dibuat dengan kemiringan 30° sebanyak 20 buah dibuat dengan bahan besi plat galvanis dengan luas $35\text{cm} \times 15\text{cm}$ dengan ketebalan plat 1mm. berikut design dari pembetukan sudu kincir tersebut.



Gambar 2. Bentuk Sudu Kincir.



Gambar 3. Tampak Desain Kincir Dengan 20 Sudu

2. Dinding Kincir

Dinding kincir ini merupakan bagian digunakan sebagai penyangga sudu dan sebagai penghalang agar air tidak keluar melalui sisi kiri atau kanan kincir (tertampung) sehingga dapat mendorong sudu, tenaga dari air tersebutlah yang dapat sepenuhnya digunakan sebagai energi. Dinding kincir ini juga dibuat menggunakan bahan besi plat galvanis setebal 1 mm dengan diameter 50 cm

3. Poros Kincir

Poros kincir ini berguna sebagai penopang seluruh beban kincir yang dipasang pada bagian tengah kincir secara horizontal untuk meneruskan tenaga bersama-sama dengan putaran. Selain dapat menopang kincir, poros ini juga

berguna untuk memutar kincir yang akan di transmisikan menjadi suatu energi.



Gambar 4. Poros Pada Kincir

4. Dudukan Kincir

Dudukan kincir ini merupakan bagian yang digunakan sebagai penyangga semua beban keincir, dudukan kincir ini juga berguna untuk menjaga agar kincir tidak bergerak maju atau mundur karena efek dari putaran kincir tersebut



Gambar 5. Tampak Bentuk Dudukan Kincir

B. Rumus Yang Digunakan

1) Debit Air

Debit air adalah jumlah volume air yang mengalir persatuan waktu dapat diperoleh dengan persamaan (Wibowo, 2002)

$$Q = V \cdot A \quad (1)$$

Q = Debit air

V = Kecepatan air

A = Luas penampang terbasahi

$$A = H \cdot L \quad (2)$$

H = Tinggi air pada saluran

L = Lebar saluran

$$V = \frac{P}{t} \quad (3)$$

P = Panjang saluran

t = waktu

2) Daya Air

Daya total yang dimiliki air (Streeter, Victor.L and Wylie, E. Benjamin, 1996)

$$P_{air} = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H \quad (4)$$

ρ = Massa jenis air

g = Gravitasi

Q = Debit air

H = Tinggi air pada saluran

3) Torsi Kincir

Torsi kincir dapat dihitung dengan persamaan (Streeter, Victor.L and Wylie, E. Benjamin, 1996) :

$$T = F \cdot r \quad (5)$$

F = Gaya fluida yang mengenai sudu kincir

r = jari jadi kincir

4) Daya Kincir

Pada umumnya perhitungan untuk menghitung daya kincir dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut (Streeter, Victor.L and Wylie, E. Benjamin, 1996) :

$$P_{Kincir} = T \cdot \omega \quad (6)$$

T = Torsi kincir

ω = Kecepatan sudu kincir

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi \cdot n_{kincir}}{60} \quad (7)$$

n = Rotasi pada kincir

5) Efisiensi Kincir

Efisiensi kincir adalah perbandingan antara daya yang dihasilkan oleh kincir (P_{kincir}) dengan daya yang disediakan oleh air (P_{air}) sehingga didapatkan persamaan sebagai berikut (Streeter, Victor.L and Wylie, E. Benjamin, 1996) :

$$\eta = \frac{P_{Kincir}}{P_{Air}} 100\% \quad (8)$$

η = Koefisien daya

P_{Kincir} = Daya yang dihasilkan kincir

P_{Air} = Daya yang dihasilkan air

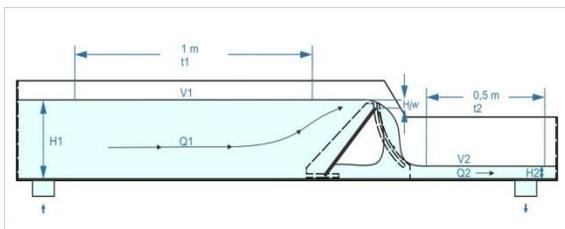
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Penelitian.

Data penelitian pada prototype kincir air tipe breastshot ini didapatkan dengan melakukan pengukuran terhadap kecepatan aliran air saluran irigasi pada prototype PLTMH tersebut, kemudian melakukan pengamatan menggunakan alat ukur tachometer dan alat ukur prony brake untuk mengamati putaran kincir dan berat beban pada kincir.

Penelitian ini juga dilihat dari tinggi *jumping water* yang terpasang pada PLTMH tersebut, variasi sudut *jumping water* pada prototype PLTMH ini adalah 10° , 20° , 30° , 40° ,

50° untuk mengetahui tinggi jatuh air mana yang memiliki pengaruh besar pada putaran kincir air tipe breastshot tersebut.



Gambar 6. Saluran Irigasi Air Pada Prototipe PLTMH Tanpa Kincir

Tabel 1. Tinggi Air dan Waktu Tempuh Pelampung.

Sudut (derajat)	H1 (m)	H2 (m)	t1 (s)	t2 (s)	L (m)
10	0,09	0,03	13	1,55	0,16
20	0,14	0,03	20	2,33	0,16
30	0,185	0,03	19	2,48	0,16
40	0,22	0,03	15	2,82	0,16
50	0,245	0,03	19	2,67	0,16

Tabel 2. Data Pengamatan Rpm Kincir Menggunakan Alat Ukur Tachometer Dengan Beban Bandul

Berat (gram)	Kecepatan Putar Kincir (RPM)				
	100	200	300	400	500
0	15,2	19	25,9	22	19,6
100	14,6	18,9	23,6	22,9	17,6
200	14	20,3	23,3	21,7	16
300	13,9	19,8	23,3	21,7	17,3
400	13,3	18,3	22,8	21,2	16
500	12,7	18	22,3	20	16,2
600	12,5	15,7	22,2	20,3	15,1
700	13,9	17,4	21,3	20,2	15,2
800	13,3	17,4	21,3	19,3	14,5
900	12,1	18	20,6	19,1	14,3
1000	12,7	17,5	20,8	19	14,2

Tabel 3. Data Pengamatan Rpm Kincir Menggunakan Alat ukur Prony Brake dengan Beban Bandul

Berat (gram)	Kecepatan Putar Kincir (RPM)				
	100	200	300	400	500
0	15.26	15.26	24.13	22.37	19.61
100	14.21	14.21	23.57	21.85	18.26
200	14.27	14.27	23.22	21.84	17.82
300	13.89	13.89	23.03	21.76	17.7
400	13.63	13.63	22.67	20.92	16.57
500	13.26	13.26	22.43	20.39	15.78
600	13.24	13.24	22.16	20.24	15.13
700	13.08	13.08	22.13	19.99	14.66
800	12.87	12.7	21.91	19.7	14.51
900	12.43	12.54	21.56	19.31	14.3
1000	12.27	12.27	21.17	19.15	14.16

Tabel 4. Berat Beban Pada Kincir Air

Berat bandul (gram)	Berat Beban Kincir Yang Tercatat pada Alat Ukur Prony Brake (gram)				
	100	200	300	400	500
50	48	78	76	75	107
100	149	145	175	148	178
200	341	344	362	337	369
300	498	525	552	548	502
400	609	733	719	754	757
500	855	919	919	882	873
600	1029	1091	1099	1111	1048
700	1156	1280	1277	1303	1191
800	1419	1440	1456	1489	1411
900	1068	1672	1686	1675	1566
1000	1719	1837	1874	1779	1765

Tabel-tabel diatas merupakan data hasil pengamatan yang telah dilakukan untuk mendapatkan analisa data yang diinginkan, urutan pengamatan mulai dari sudut *jumping water* 10° hingga 50°, selain variasi sudut *jumping water*, dilakukan juga pengamatan dengan variasi beban kincir menggunakan bandul yang memiliki variasi beban dari 50 gram hingga 1000 gram.

4.2 Pengolahan Data dan Hasil Perhitungan

Berikut merupakan pengolahan data hasil pengamatan dengan menggunakan rumus-rumus yang telah ditentukan guna mendapatkan nilai/hasil yang diinginkan, perhitungan yang akan dilakukan meliputi kecepatan aliran air, luas penampang terbasahi,

debit air, torsi, daya air dan efisiensi kincir dari. Dari data yang ada pada tabel 1 hingga 4 akan dilakukan perhitungan sebagai berikut ini :

1. Kecepatan aliran air pada sudut *jumping water* 10⁰ didapatkan dari persamaan 2.3

$$\begin{aligned} V1 &= \frac{l1}{t1} \\ &= \frac{1}{13} \\ &= 0,0769 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Kecepatan aliran V2

$$\begin{aligned} V2 &= \frac{l2}{t2} \\ &= \frac{0,5}{1,55} \\ &= 0,322 \text{ m/s} \end{aligned}$$

2. Luas penampang terbasahi pada sudut *jumping water* 10⁰ didapatkan dari persamaan 2.2

$$\begin{aligned} A1 &= H1 \times \text{Lebar saluran.} \\ &= 0,09 \times 0,16 \\ &= 0,0144 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A2 &= H2 \times \text{Lebar saluran} \\ &= 0,03 \times 0,16 \\ &= 0,0048 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

3. Debit Air
Debit air pada sudut *jumping water* 10⁰ didapatkan dari persamaan 2.1

$$\begin{aligned} Q1 &= A1 \times V1 \\ &= 0,0144 \times 0,0769 \\ &= 0,001107 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q2 &= A2 \times V2 \\ &= 0,0048 \times 0,322 \\ &= 0,00154 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

4. Menghitung daya air yang tersedia pada sudut *jumping water* 10⁰ didapatkan dari persamaan 2.4

$$\begin{aligned} P(\text{air}) &= \rho \cdot g \cdot Q_1 \cdot H_1 \\ &= 1000 \times 9,81 \times 0,001107 \times 0,09 \\ &= 0,977 \text{ Kw} \end{aligned}$$

5. Menghitung Torsi Kincir pada sudut *jumping water* 10⁰ didapatkan dari persamaan 2.5

$$\begin{aligned} F &= 1000 \times 0,0144 \times (0,0769)^2 \\ &= 0,0851 \text{ N} \end{aligned}$$

$$T = 0,0851 \times 0,25$$

$$= 0,0212 \text{ N.m}$$

6. Menghitung Kecepatan Sudu Air pada sudut *jumping water* 10⁰ didapatkan dari persamaan 2.7

$$\begin{aligned} \omega &= \frac{2 \cdot \pi \cdot n(\text{kincir})}{60} \\ &= \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 14,21}{60} \\ &= 1,4873 \text{ rad/s} \end{aligned}$$

7. Menghitung Daya Kincir pada sudut *jumping water* 10⁰ didapatkan dari persamaan 2.6

$$\begin{aligned} P(\text{kincir}) &= T \cdot \omega \\ &= 0,0212 \times 1,4873 \\ &= 0,0315 \text{ Kw} \end{aligned}$$

8. Menghitung Efisiensi pada sudut *jumping water* 10⁰ didapatkan dari persamaan 2.8

$$\begin{aligned} \eta &= \frac{P(\text{kincir})}{P(\text{air})} \times 100\% \\ &= \frac{0,0315}{0,977} \times 100\% \\ &= 3,22 \text{ \%} \end{aligned}$$

Setelah melakukan perhitungan menggunakan data data pada tabel 1 hingga tabel 4, dengan menggunakan rumus-rumus yang telah ditentukan. Pengolahan data tersebut akan disediakan pada tabel-tabel berikut ini :

Tabel 5. Hasil Perhitungan Debit Aliran Air

Sudut (derajat)	V1 (m/s)	V2 (m/s)	A1 (m ²)	A2 (m ²)	Q1 (m ³ /s)	Q2 (m ³ /s)
10	0,0769	0,322	0,0144	0,0048	0,001107	0,00154
20	0,05	0,214	0,0224	0,0048	0,00112	0,00102
30	0,0526	0,201	0,0296	0,0048	0,00153	0,00096
40	0,0667	0,177	0,0352	0,0048	0,00234	0,00084
50	0,0526	0,187	0,0392	0,0048	0,00206	0,00089

Tabel 6. Hasil Perhitungan pada Sudut *Jumping Water* 10⁰

Berat (gram)	ω (rad/s)	Torsi (N.m)	Daya Kincir (watt)	Daya Air (watt)	Efisiensi (persen)
100	14,873	0,0212	0,0315	0,977	3,23
200	14,935	0,0212	0,0316	0,977	3,22
300	14,517	0,0212	0,0307	0,977	3,14
400	14,266	0,0212	0,0302	0,977	3,09
500	13,878	0,0212	0,0294	0,977	3,01
600	13,857	0,0212	0,0293	0,977	3
700	1,369	0,0212	0,029	0,977	2,97
800	1,347	0,0212	0,0285	0,977	2,92
900	1,301	0,0212	0,0275	0,977	2,82
1000	12,842	0,0212	0,0272	0,977	2,78

Tabel 7. Hasil Perhitungan pada Sudut *Jumping Water* 20°

Berat (gram)	ω (rad/s)	Torsi (N.m)	Daya Kincir (watt)	Daya Air (watt)	Efisiensi (persen)
100	24,669	0,02	0,0493	2,776	1,77
200	2,43	0,02	0,0486	2,776	1,75
300	2,41	0,02	0,0482	2,776	1,73
400	23,747	0,02	0,0474	2,776	1,7
500	23,476	0,02	0,0469	2,776	1,69
600	23,194	0,02	0,0464	2,776	1,67
700	23,162	0,02	0,0463	2,776	1,66
800	22,932	0,02	0,0458	2,776	1,65
900	22,566	0,02	0,0451	2,776	1,62
1000	22,157	0,02	0,0443	2,776	1,59

Tabel 9. Hasil Perhitungan pada Sudut *Jumping Water* 40°

Berat (gram)	ω (rad/s)	Torsi (N.m)	Daya Kincir (watt)	Daya Air (watt)	Efisiensi (persen)
100	2,006	0,014	0,03	1,538	1,82
200	19,468	0,014	0,03	1,538	1,77
300	1,911	0,014	0,026	1,538	1,73
400	1,905	0,014	0,026	1,538	1,73
500	1,892	0,014	0,026	1,538	1,72
600	18,683	0,014	0,026	1,538	1,7
700	1,841	0,014	0,026	1,538	1,67
800	1,835	0,014	0,026	1,538	1,67
900	1,815	0,014	0,025	1,538	1,65
1000	1,797	0,014	0,025	1,538	1,63

Tabel 8. Hasil Perhitungan pada Sudut *Jumping Water* 30°

Berat (gram)	ω (rad/s)	Torsi (N.m)	Daya Kincir (watt)	Daya Air (watt)	Efisiensi (persen)
100	22,901	0,04	0,0916	5,05	1,81
200	2,286	0,04	0,0914	5,05	1,81
300	22,775	0,04	0,0911	5,05	1,8
400	21,896	0,04	0,0875	5,05	1,73
500	21,341	0,04	0,0853	5,05	1,69
600	21,184	0,04	0,0847	5,05	1,67
700	20,922	0,04	0,0836	5,05	1,65
800	20,619	0,04	0,0824	5,05	1,63
900	20,211	0,04	0,0808	5,05	1,60
1000	20,043	0,04	0,0801	5,05	1,58

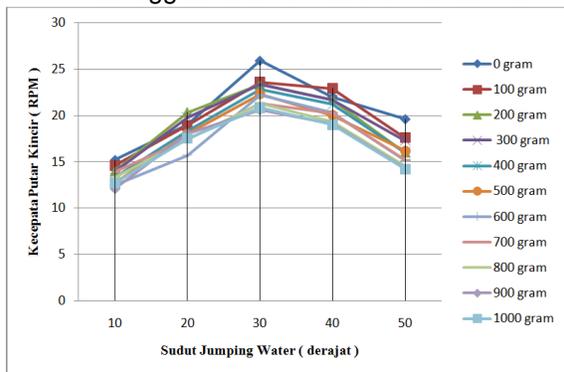
Tabel 10. Hasil Perhitungan pada Sudut *Jumping Water* 50°

Berat (gram)	ω (rad/s)	Torsi (N.m)	Daya Kincir (watt)	Daya Air (watt)	Efisiensi (persen)
100	19,112	0,026	0,0496	49,511	1,1
200	18,651	0,026	0,0484	49,511	0,98
300	18,526	0,026	0,0481	49,511	0,97
400	17,343	0,026	0,04509	49,511	0,91
500	16,516	0,026	0,0429	49,511	0,87
600	15,836	0,026	0,0411	49,511	0,83
700	15,344	0,026	0,0398	49,511	0,81
800	15,187	0,026	0,0394	49,511	0,8
900	14,967	0,026	0,039	49,511	0,78
1000	1,482	0,026	0,0385	49,511	0,77

4.3 Grafik Hasil Penelitian

Tahap selanjutnya adalah menganalisis data dengan bandingan data hasil olahan yang telah didapatkan dengan variasi yang telah ditentukan. Perbandingan ini dibuat dengan menggunakan media grafik. Berikut ini grafik-grafik perbandingan yang telah didapat dari analisis perhitungan yang telah dihitung :

1. Grafik hubungan sudut *jumping water* terhadap putaran kincir yang telah divariasikan dengan beban bandul menggunakan alat ukur Tachometer.

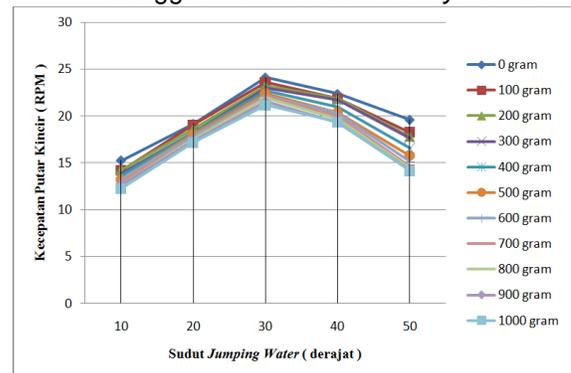


Gambar 7. Grafik Kecepatan Putar kincir Menggunakan Alat Ukur Tachometer (RPM).

Pada gambar 7 dari sudut *jumping water* 10^0 hingga 30^0 terlihat mengalami kenaikan, ini disebabkan oleh jatuh air yang mulai tepat mengenai bagian tengah sudu kincir, semakin besar debit air yang mengenai sudu air, semakin besar daya yang diberikan air

terhadap kincir makan semakin kencang pulang putaran kincir, namun penurunan dialami pada sudut *jumping water* 30^0 hingga 50^0 , ini diakibatkan oleh jatuh jatuh air yang kurang maksimal mengenai sudut kincir, penyebabnya ialah laju loncat air yang sedikit terhalang oleh sudu kincir (tertampung) sehingga laju jatuh air dekat dan kurang menjangkau kincir.

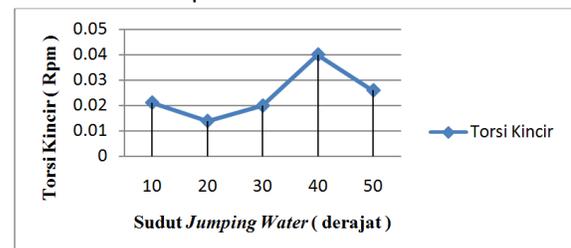
2. Grafik hubungan sudut *jumping water* terhadap putaran kincir yang telah divariasikan dengan beban bandul menggunakan alat ukur Prony Brake.



Gambar 8. Kecepatan Putar Kincir Menggunakan Alat Ukur Prony Brake (RPM)

Sama halnya pada grafik 7, grafik 8 juga mengalami hal yang sama, namun perbedaan pada grafik ini hanya pada alat ukur yang digunakan, jika pada grafik 7 menggunakan alat ukur *tachometer*, namun grafik gambar 8 menggunakan alat ukur *prony brake*.

3. Grafik hubungan sudut *jumping water* terhadap torsi.

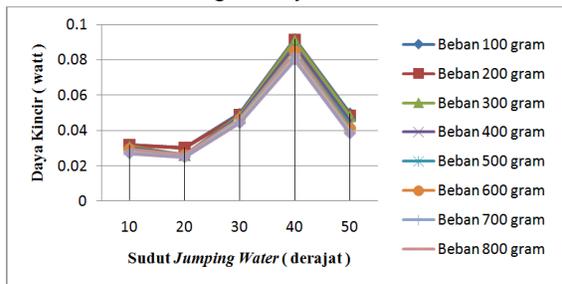


Gambar 9. Graffik Torsi pada Kincir

Pada gambar grafik 9, dapat dilihat grafik gradien torsi yang mana pada sudut 10^0 terhadap sudut 20 mengalami penurunan yang diakibatkan oleh kecilnya debit air yang

mengenai sudu kincir sehingga torsi pada kincir menurun, kemudian pada sudut 30 dan 40 mengalami kenaikan karena sejumlah debit air mulai mengenai sudu kincir yang dapat mendorong kincir dan mengakibatkan torsi pada kincir meningkat, pada sudut 50 kembali mengalami penurunan akibat kurang tepatnya air terhadap sudu kincir sehingga tidak mampu meningkatkan torsi pada kincir.

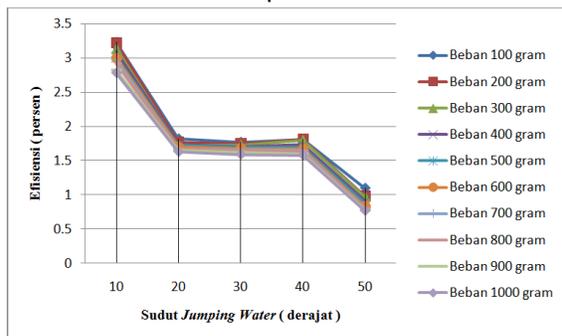
4. Grafik hubungan antara sudut *jumping water* dengan daya kincir



Gambar 10. Grafik Daya Kincir

Pada grafik gambar 10 diatas terlihat pada sudut 10⁰ menuju ke 20⁰ mengalami penurunan, kemudian dari sudut 20⁰ mengalami kenaikan hingga pada sudut 40⁰, namun kembali turun pada sudut 50⁰, jika dilihat dari beban yang diberikan pada kincir menggunakan bandul, semakin berat beban yang diberikan, maka daya kincir akan semakin menurun.

5. Grafik hubungan antara sudut *jumping water* terhadap efisiensi.



Gambar 11. Grafik Efisiensi Kincir Terhadap Sudu *Jumping Water*

Pada gambar 11 diatas dapat dilihat bahwa pada sudut 10⁰ memiliki efisiensi yang paling besar, ini diakibatkan daya air yang besar mengenai bagian bawah pada kincir (undershot), namun pada grafik gradiennya

menurun drastis, seperti yang kita ketahui bahwa efisiensi adalah daya kincir yang dibagi daya air, maka diduga daya air yang besar namun tidak tepat mengenai kincir sehingga daya kincir rendah yang mengakibatkan penurunan. Namun pada grafik gradient 30⁰ mengalami kenaikan, kemudian pada sudut 40⁰ tidak begitu mengalami perubahan lalu pada sudut 50⁰ mengalami penurunan kembali karena kurang maksimalnya daya kincir terhadap daya air.

IV. KESIMPULAN

1. Telah Berhasil dibuat kincir air tipe breastshot dengan bentuk sudu 30⁰ dan jumlah sudu 20 buah
2. kecepatan aliran air sangat berpengaruh terhadap putaran kincir dengan variasi beban bandul, jika kecepatan aliran air yang diberikan terhadap sudu kincir, maka semakin besar juga putaran kincir.
3. semakin besar beban bandul yang diberikan kepada kincir, maka semakin rendah juga putaran kincir pada masing-masing sudut *jumping water*.
4. sudut *jumping water* sangat mempengaruhi putaran kincir, dimana *jumping water* tersebutlah yang mengatur tinggi dan jarak jatuh air terhadap kincir air tersebut.
5. dari hasil penelitian, didapatkan nilai efisiensi tertinggi pada sudut *jumping water* 10⁰ dengan berat beban bandul 100 gram yaitu 3,23%, dan nilai efisiensi terendah berada pada sudut *jumping water* 50 dengan beban 1000 gram yaitu 0,77%

V. UCAPAN TERIMAKASIH

Selama menyelesaikan penyusunan skripsi ini penulis telah banyak bantuan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu, dengan segala kerendahan hati, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang turut membantu selama proses penelitian dan penyusunan laporan ini.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- Arumpalam, M; Maskell, S;. (2002). A tutorial on particle filters for online nonlinear/non-Gaussian Bayesian tracking. *IEEE Transactions on Signal Processing*, 50(2), 150.
- Rinaldy; Akhiar, J; hendri, A:. (2014). Model Fisik Kincir Air sebagai Pembangkit Listrik. *Jurnal FTEKNIK*, Vol. 1, No. 2
- Sukasah henry, O; Daud, A; Hakki, H;. (2013). Analisis Perubahan Dimensi Kincir terhadap Kecepatan Aliran Air. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, Vol. 1, No. 1
- Sihaloho, B;. (2017). Unjuk Kerja Kincir Air Breastshot dengan Sudu 120 Derajat. Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma.
- Sudianto Sihombing, E; (2009). Pengujian Sudu Lengkung Prototipe Turbin Air Terpung pada Aliran Sungai. Medan: Universitas Sumatra Utara.
- Streeter; Victor, L; Wylie, E;. (1996). Mekanika Fluida. Jakarta: Erlangga
- Wibowo, W;. (2002). Kincir Air Pembangkit Listrik. Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma.
- Wayan Budiaersana Saputra, I; Ibi Weking, A; Jasa, L; (2017). Rancang Bangun Pemodelan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Menggunakan Kincir Overshot Wheel. *Jurnal Teknologi Elektro*, Vol. 16. No. 02
- Triswanto, H; Heru Adiwibowo, A;. (2017). Uji Eksperimental Pengaruh Sudut Kelengkungan dengan Sudu Tipe U terhadap Kinerja turbin Reaksi Aliran Vortex. *Jurnal Teknik Mesin*, Vol. 05. No. 02, hh 139-146.