

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

4.1.1 Data Hasil Pengujian

Data hasil pengujian variasi tinggi sudu terhadap kinerja kincir air tipe sudu lengkung pada putaran 30 rpm.

Tabel 4.1 Hasil pengambilan data pengujian kecepatan aliran air (V_s) dengan lebar sudu 0,3 meter. (Lampiran 1)

No	Q (m^3/s)	h (m)	A (m^2)	V_s (m/s)
1	0,0006	0,0040	0,0012	0,4630
2	0,0011	0,0050	0,0015	0,7407
3	0,0017	0,0060	0,0018	0,9259
4	0,0022	0,0070	0,0021	1,0582

Keterangan :

- Q = Debit air yang mengalir
- h = Tinggi air pada saluran terbuka
- A = Luas permukaan saluran terbuka
- V_s = Kecepatan aliran air

Tabel 4.2 Hasil pengolahan data data kincir air tipe sudu lengkung dengan tinggi sudu 0,05 meter. (Lampiran 2)

No	V_s (m/s)	Q (m^3/s)	F (N)	T (Nm)	Rasio U/ V_s	BHP (Watt)	WHP (Watt)	η (%)
1	0,463	0,0006	1,2	0,12	0,5114	0,0595	0,0126	21,096
2	0,7407	0,0011	3,0667	0,3067	0,3196	0,3048	0,0321	10,5297
3	0,9259	0,0017	4,1333	0,4133	0,2557	0,7144	0,0433	6,0553
4	1,0582	0,0022	6,2	0,62	0,2237	1,2442	0,0649	5,2156

Keterangan :

- V_s = Kecepatan aliran air (m/s)
- Q = Debit air yang mengalir (m^3/s)

- F = Gaya Pengereman (N)
 T = Torsi (Nm)
 BHP = Daya Air (Watt)
 WHP = Daya Poros
 η = Efisiensi (%)

Tabel 4.3 Hasil pengolahan data data kincir air tipe sudu lengkung dengan tinggi sudu 0,06 meter. (Lampiran 3)

No	Vs (m/s)	Q (m ³ /s)	F (N)	T (Nm)	Rasio U/Vs	BHP (Watt)	WHP (Watt)	η (%)
1	0,463	0,0006	1,7667	0,1767	0,5792	0,0595	0,0185	31,058
2	0,7407	0,0011	4,3667	0,4367	0,3620	0,3048	0,0457	14,9933
3	0,9259	0,0017	5,7333	0,5733	0,2896	0,7144	0,06	8,3993
4	1,0582	0,0022	7,7333	0,7733	0,2534	1,2442	0,0809	6,5055

Tabel 4.4 Hasil pengolahan data kincir air tipe sudu lengkung dengan tinggi sudu 0,07 meter. (Lampiran 4)

No	Vs (m/s)	Q (m ³ /s)	F (N)	T (Nm)	Rasio U/Vs	BHP (Watt)	WHP (Watt)	η (%)
1	0,463	0,0006	2,5333	0,2533	0,6470	0,0595	0,0265	44,536
2	0,7407	0,0011	5,6333	0,5633	0,4044	0,3048	0,059	19,3426
3	0,9259	0,0017	7,2667	0,7267	0,3235	0,7144	0,0761	10,6457
4	1,0582	0,0022	9,3667	0,9367	0,2831	1,2442	0,098	7,8795

4.1.2 Contoh Perhitungan

Perhitungan data dilakukan untuk mencari nilai rasio U/Vs, daya poros, daya air dan efisiensi kincir air tipe sudu lengkung dengan variasi tinggi sudu pada sistem aliran overshoot. Sebagai contoh perhitungan dan data pengujian, diambil pada debit 2 m³/jam terhadap kinerja dari kincir air dengan variasi tinggi sudu 0,05 meter. Adapun data yang diambil adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Debit aliran air (Q)} &= 2 \text{ m}^3/\text{jam} = 6 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s} \\ \text{Kecepatan putar kincir (n)} &= 30 \text{ rpm} \end{aligned}$$

Gaya pengereman kincir (F)	= 1,2 N
Ketinggian permukaan air	= 0,004 m
Lebar sudu	= 0,30 m
Radius kincir (Rk)	= 0,0754 m
Masssa jenis air	= 1000 kg/m ³
Radius <i>pulley</i> (Rp)	= 0,1 m

Berikut ini adalah contoh perhitungan pada debit 2 m³/jam.

1. Kecepatan aliran air (Vs)

$$Q = A \times V_s$$

$$V_s = \frac{Q}{A}$$

$$V_s = \frac{0,0006}{0,004 \times 0,3}$$

$$V_s = 0,463 \text{ m/s}$$

2. Torsi (T)

$$T = F \times R_p$$

$$T = 1,2 \times 0,1$$

$$T = 0,12 \text{ Nm}$$

3. Rasio U/Vs

$$\frac{U}{V_s} = \frac{\omega \times R_k}{V_s}$$

$$\frac{U}{V_s} = \frac{\frac{2\pi \times n}{60} \times 0,0754}{0,463}$$

$$\frac{U}{V_s} = 0,5114$$

4. Daya air (WHP)

$$\text{WHP} = \frac{1}{2} \times \rho \times A \times V_s^3$$

$$\text{WHP} = \frac{1}{2} \times 1000 \times (0,004 \times 0,3) \times (0,463)^3$$

$$\text{WHP} = 0,0595 \text{ Watt}$$



5. Daya Poros (BHP)

$$BHP = T \times \omega$$

$$BHP = 0,12 \times \frac{2\pi \times n}{60}$$

$$BHP = 0,0126 \text{ Watt}$$

6. Efisiensi (η)

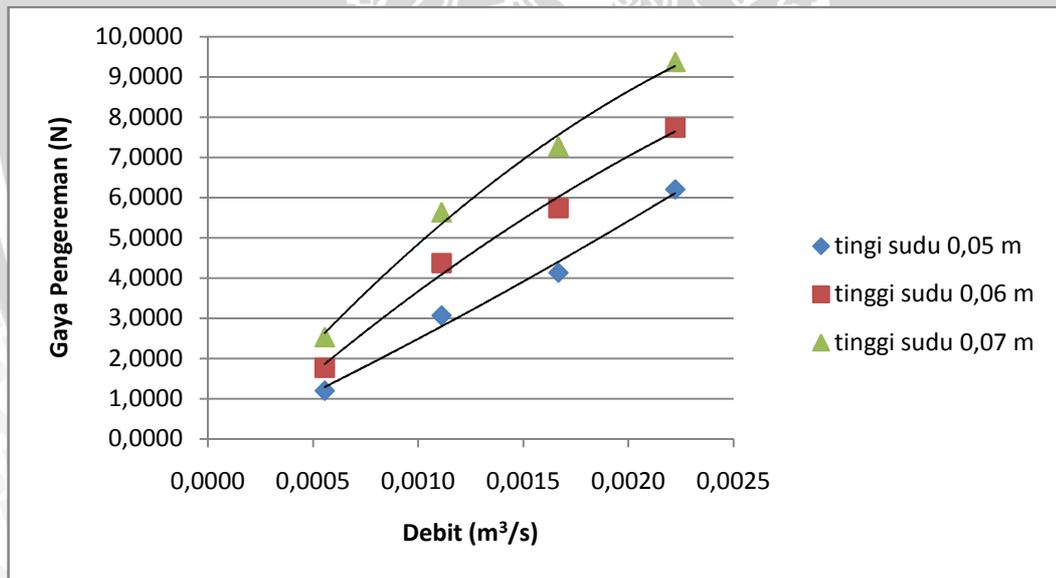
$$\eta = \frac{BHP}{WHP}$$

$$\eta = \frac{0,0126}{0,0595}$$

$$\eta = 21,096 \%$$

4.3 Pembahasan

4.3.1 Hubungan antara debit air yang mengalir terhadap gaya pengereman pada variasi tinggi sudu yang berbeda



Gambar 4.1 Grafik hubungan antara debit air yang mengalir terhadap gaya pengereman pada variasi tinggi sudu yang berbeda

Hubungan antara debit air terhadap gaya pengereman terjadi pada gambar 4.1 di atas. Sumbu absis pada gambar diatas menyatakan debit aliran air, sedangkan sumbu ordinat menyatakan gaya pengereman.

Dari grafik (gambar 4.1) hubungan antara debit terhadap gaya pengereman, dapat dilihat bahwa pada debit yang sama untuk tinggi sudu yang berbeda, gaya pengeremannya juga berbeda. Hal ini dikarenakan pada tinggi sudu yang kecil, titik tangkap air pada sudu lebih kecil dibandingkan dengan tinggi sudu yang besar. Sehingga putaran kincir sebelum diberi pembebanan lebih rendah pada kincir dengan tinggi sudu kecil dibandingkan dengan kincir dengan sudu besar. Jadi dibutuhkan gaya pengereman yang lebih rendah untuk kincir dengan tinggi sudu yang kecil dibandingkan dengan kincir dengan tinggi sudu yang besar.

Pada gambar 4.1 gaya pengereman mengalami kecenderungan meningkat. Hal ini disebabkan dengan meningkatnya debit, maka kecepatan aliran air (V_s) juga ikut meningkat. Dimana debit berbanding lurus dengan kecepatan aliran air, sesuai dengan persamaan berikut :

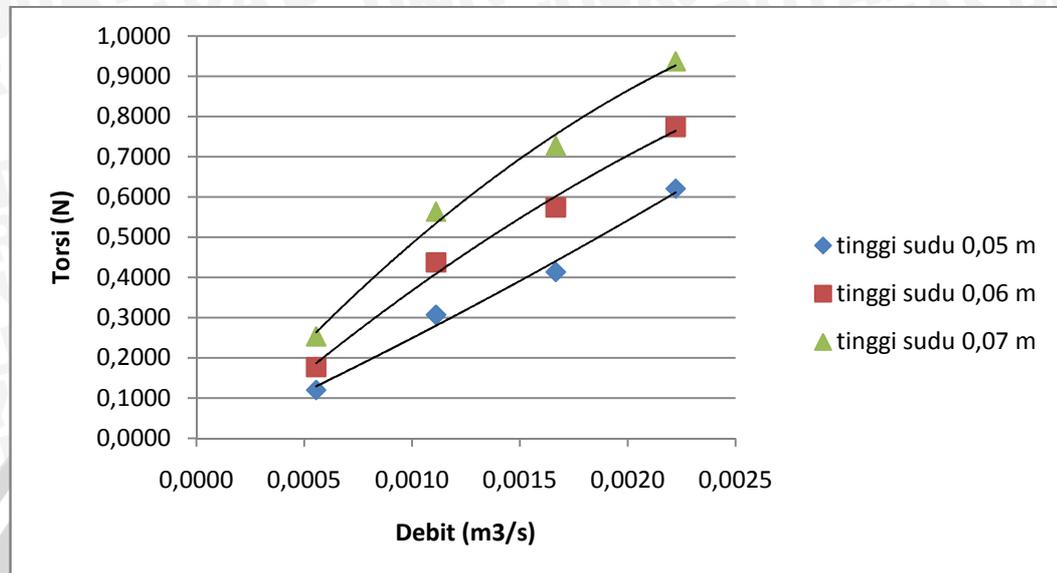
$$Q = A \times V_s$$

$$V_s = \frac{Q}{A}$$

Semakin meningkatnya kecepatan aliran air, maka putaran poros sebelum diberi pembebanan akan meningkat juga. Sehingga gaya pengereman meningkat seiring dengan meningkatnya debit aliran air.

Pada grafik 4.1 menunjukkan bahwa nilai gaya pengereman tertinggi pada masing-masing kincir ketika pada debit $2,2 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$, sedangkan nilai gaya pengereman terendah pada masing-masing kincir ketika pada debit $6,6 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$.

4.3.2 Hubungan antara debit air yang mengalir terhadap torsi pada variasi tinggi sudu yang berbeda



Gambar 4.2 Grafik hubungan antara debit air yang mengalir terhadap torsi pada variasi tinggi sudu yang berbeda

Hubungan antara debit air terhadap torsi pada gambar 4.2 di atas, sumbu absis pada gambar diatas menyatakan debit aliran air, sedangkan sumbu ordinat menyatakan torsi.

Dari grafik (gambar 4.2) hubungan antara debit terhadap torsi, dapat dilihat bahwa pada debit yang sama untuk tinggi sudu yang berbeda, torsinya juga berbeda. Hal ini dikarenakan pada tinggi sudu yang kecil, titik tangkap air pada sudu lebih kecil dibandingkan dengan tinggi sudu yang besar. Sehingga putaran kincir sebelum diberi pembebanan lebih rendah pada kincir dengan tinggi sudu kecil dibandingkan dengan kincir dengan sudu besar. Jadi dibutuhkan gaya pengereman yang kecil untuk kincir dengan tinggi sudu yang kecil dibandingkan kincir dengan tinggi sudu yang besar. Jika gaya pengeremannya kecil maka torsi juga akan kecil dan juga sebaliknya jika gaya pengereman besar maka torsi juga akan besar, sesuai dengan persamaan berikut :

$$T = F \times R_k$$

Pada gambar 4.2 torsi mengalami kecenderungan meningkat. Hal ini disebabkan dengan meningkatnya debit, maka kecepatan aliran air (V_s) juga ikut

meningkat. Dimana debit berbanding lurus dengan kecepatan aliran air, sesuai dengan persamaan berikut :

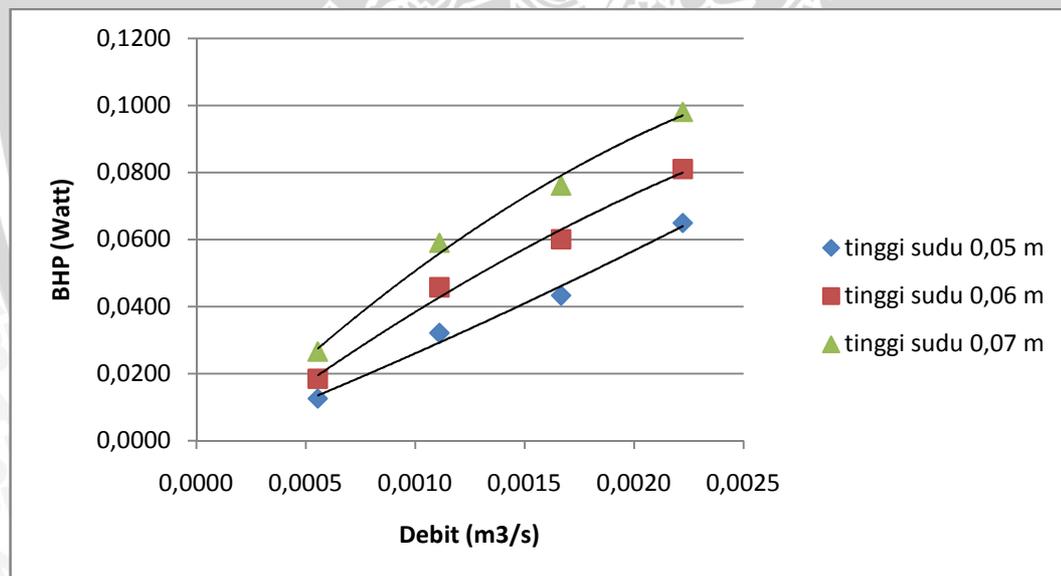
$$Q = A \times V_s$$

$$V_s = \frac{Q}{A}$$

Semakin meningkatnya kecepatan aliran air, maka putaran poros sebelum diberi pembebanan akan meningkat juga. Jadi gaya yang dilakukan untuk pengereman juga meningkat. Sehingga torsi meningkat seiring dengan meningkatnya debit air yang mengalir.

Pada grafik 4.2 menunjukkan bahwa nilai torsi tertinggi pada masing-masing kincir ketika pada debit $2,2 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$, sedangkan nilai torsi terendah pada masing-masing kincir ketika pada debit $6,6 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$.

4.3.3 Hubungan antara debit air yang mengalir terhadap daya poros (BHP) pada variasi tinggi sudu yang berbeda



Gambar 4.3 Grafik hubungan antara debit air yang mengalir terhadap daya poros (BHP) pada variasi tinggi sudu yang berbeda

Hubungan antara debit air terhadap daya poros terjadi pada gambar 4.3 diatas. Sumbu absis pada gambar diatas menyatakan debit aliran air, sedangkan sumbu ordinat menyatakan daya poros (BHP).

Dari grafik (gambar 4.3) hubungan antara debit terhadap daya poros, dapat dilihat bahwa pada debit yang sama dengan tinggi sudu yang berbeda, nilai daya porosnya berbeda. Hal ini dikarenakan pada tinggi sudu yang kecil, titik tangkap air pada sudu lebih kecil dibandingkan dengan tinggi sudu yang besar. Sehingga putaran kincir sebelum diberi pembebanan lebih rendah pada kincir dengan tinggi sudu kecil dibandingkan dengan kincir dengan sudu besar. Jadi dibutuhkan gaya pengereman yang lebih rendah untuk kincir dengan tinggi sudu yang kecil dibandingkan dengan kincir dengan tinggi sudu yang besar. Jika gaya pengeremannya menurun maka torsi juga akan menurun dan juga sebaliknya jika gaya pengereman meningkat maka torsi juga akan meningkat, sesuai dengan persamaan berikut :

$$T = F \times R_k$$

Semakin meningkatnya torsi, maka daya poros yang dihasilkan akan meningkat pula, sesuai dengan persamaan berikut :

$$\text{BHP} = T \omega = F \cdot R_k \cdot \omega$$

Pada gambar 4.3 daya poros mengalami kecenderungan yang meningkat. Hal ini disebabkan dengan meningkatnya debit, maka kecepatan aliran air (V_s) juga ikut meningkat. Dimana debit berbanding lurus dengan kecepatan aliran air, sesuai dengan persamaan berikut :

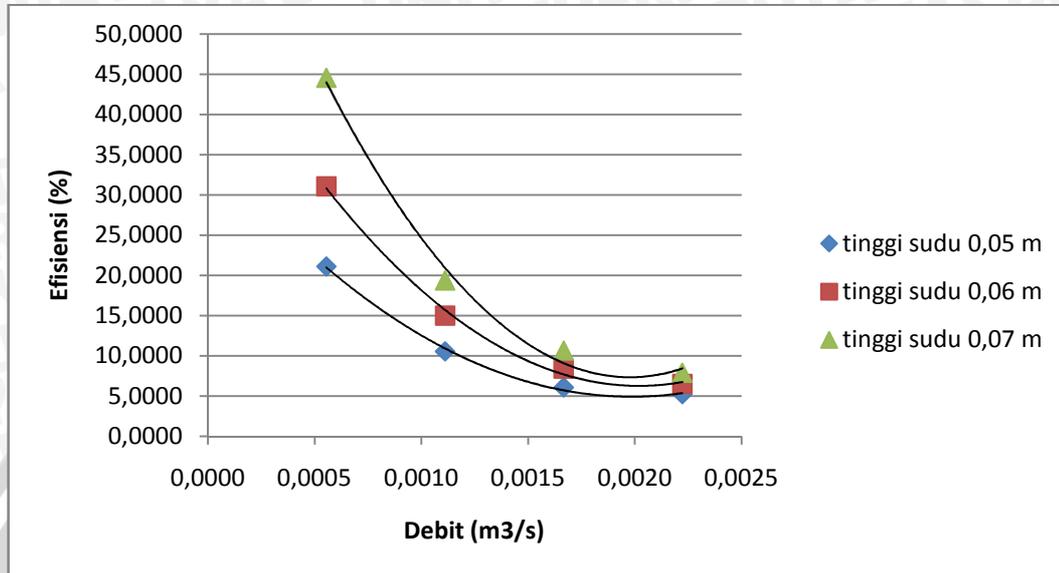
$$Q = A \times V_s$$

$$V_s = \frac{Q}{A}$$

Semakin meningkatnya kecepatan aliran air, maka putaran poros sebelum diberi pembebanan akan meningkat juga. Gaya yang dilakukan untuk pengereman juga meningkat. Sehingga torsi meningkat seiring dengan meningkatnya debit air yang mengalir. Semakin meningkatnya torsi, maka daya poros yang dihasilkan akan meningkat pula. Jadi nilai daya poros akan meningkat seiring dengan meningkatnya debit air.

Pada grafik 4.3 menunjukkan bahwa nilai daya poros (BHP) tertinggi pada masing-masing kincir ketika pada debit $2,2 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$, sedangkan nilai daya poros (BHP) terendah pada masing-masing kincir ketika pada debit $6,6 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$.

4.3.4 Hubungan antara debit air yang mengalir terhadap efisiensi pada variasi tinggi sudu yang berbeda



Gambar 4.4 Grafik hubungan antara debit air yang mengalir terhadap efisiensi pada variasi tinggi sudu yang berbeda

Hubungan antara debit air terhadap efisiensi terjadi pada grafik 4.4 diatas. Sumbu absis pada gambar diatas menyatakan debit aliran air, sedangkan sumbu ordinat menyatakan efisiensi.

Dari grafik (gambar 4.4) hubungan antara debit terhadap efisiensi, dapat dilihat bahwa pada debit yang sama dengan tinggi sudu yang berbeda, efisiensinya sama. Hal ini dikarenakan pada tinggi sudu yang kecil, titik tangkap air pada sudu lebih kecil dibandingkan dengan tinggi sudu yang besar. Sehingga putaran kincir sebelum diberi pembebanan lebih rendah pada kincir dengan tinggi sudu kecil dibandingkan dengan kincir dengan sudu besar. Jadi dibutuhkan gaya pengereman yang lebih rendah untuk kincir dengan tinggi sudu yang kecil dibandingkan dengan kincir dengan tinggi sudu yang besar. Jika gaya pengeremannya menurun maka torsi juga akan menurun dan juga sebaliknya jika gaya pengereman meningkat maka torsi juga akan meningkat, sesuai dengan persamaan berikut :

$$T = F \times R_k$$

Semakin meningkatnya torsi, maka daya poros yang dihasilkan akan meningkat pula, sesuai dengan persamaan berikut :

$$BHP = T \omega = F.R_k.\omega$$

Sedangkan efisiensi merupakan perbandingan antara daya poros (BHP) dengan daya air (WHP). Nilai daya air sendiri akan meningkat seiring dengan meningkatnya debit air, sesuai dengan persamaan berikut :

$$WHP = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot Q \cdot v_s^2$$

Namun nilai daya air ini tidak dipengaruhi oleh variasi dari kincir. Jadi dengan debit yang sama namun berbeda variasi tinggi sudu maka nilai daya air (WHP) sama. Hal ini sesuai dengan persamaan efisiensi berikut :

$$\eta = \frac{BHP}{WHP}$$

Dengan nilai daya air (WHP) yang tetap namun nilai daya poros (BHP) yang meningkat seiring berubahnya variasi, maka dapat dilihat efisiensinya juga akan meningkat.

Pada gambar 4.4 efisiensi mengalami kecenderungan yang menurun. Hal ini disebabkan dengan meningkatnya debit, maka kecepatan aliran air (V_s) juga ikut meningkat. Dimana debit berbanding lurus dengan kecepatan aliran air, sesuai dengan persamaan berikut :

$$Q = A \times V_s$$

$$V_s = \frac{Q}{A}$$

Semakin meningkatnya kecepatan aliran air, maka putaran poros sebelum diberi pembebanan akan meningkat juga. Gaya yang dilakukan untuk pengereman juga meningkat. Sehingga torsi meningkat seiring dengan meningkatnya debit air yang mengalir. Semakin meningkatnya torsi, maka daya poros yang dihasilkan akan meningkat pula. Dengan meningkatnya nilai daya poros (BHP) namun nilai daya air (WHP) juga meningkat seiring bertambahnya debit. Maka efisiensi mengalami kecenderungan yang menurun.

Pada grafik 4.4 menunjukkan bahwa nilai efisiensi tertinggi pada masing-masing kincir ketika pada debit $6,6 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$, sedangkan nilai efisiensi terendah pada masing-masing kincir ketika pada debit $2,2 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan maka dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

- Hasil pengujian dan analisis perhitungan menunjukkan bahwa lebar sudu kincir air mempengaruhi kinerja dari kincir air.
- Semakin tinggi debit aliran air maka nilai rasio U/Vs kincir air akan semakin kecil baik untuk variasi tinggi sudu kecil maupun besar.
- Semakin tinggi debit aliran air maka nilai daya air (WHP) akan semakin besar baik untuk variasi tinggi sudu kecil maupun besar.
- Semakin tinggi debit aliran air maka nilai daya poros (BHP) akan semakin besar baik untuk variasi tinggi sudu kecil maupun besar.
- Semakin tinggi debit aliran air maka nilai efisiensi akan semakin kecil baik untuk variasi tinggi sudu kecil maupun besar.

5.2 Saran

Untuk penelitian lebih lanjut tentang kinerja kincir air, maka peneliti menyarankan beberapa hal sebagai berikut :

- Perlu dilakukan penelitian tentang analisis kinerja kincir air tipe sudu lengkung dengan variasi kemiringan arah datangnya air pada sistem aliran *overshot*.