

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

4.1.1 Data Hasil Pengujian

Di bawah ini adalah data hasil pengujian pengaruh besar sudut kelengkungan sudu terhadap unjuk kerja kincir air tipe sudu lengkung dengan aliran *undershot* pada putaran 50 rpm.

Tabel 4.1 Hasil pengambilan data pengujian kincir air sudu lengkung dengan besar sudut kelengkungan sudu 10°.

No	Q (m ³ /jam)	Q (m ³ /det)	h (m)	Gaya Pengereman F(N)	A (m ²)	Vs (m/det)
1	20	0,00556	0,013	3,8333	0,0040	1,3785
2	22	0,00611	0,0153	4,1667	0,0047	1,2884
3	24	0,00667	0,018	5,05	0,0055	1,1947
4	26	0,00722	0,022	5,6333	0,0068	1,0589
5	28	0,00778	0,025	6,35	0,0077	1,0035
6	30	0,00833	0,028	6,4667	0,0086	0,9600

Tabel 4.2 Hasil pengambilan data pengujian kincir air sudu lengkung dengan besar sudut kelengkungan sudu 15°.

No	Q (m ³ /jam)	Q (m ³ /det)	h (m)	Gaya Pengereman F (N)	A (m ²)	Vs (m/det)
1	20	0,00556	0,013	4,6667	0,0040	1,3785
2	22	0,00611	0,0153	4,8833	0,0047	1,2884
3	24	0,00667	0,018	5,4333	0,0055	1,1947
4	26	0,00722	0,022	5,7167	0,0068	1,0589
5	28	0,00778	0,025	6,45	0,0077	1,0035
6	30	0,00833	0,028	6,6	0,0086	0,9600

Tabel 4.3 Hasil pengambilan data pengujian kincir air sudu lengkung dengan besar sudut kelengkungan sudu 20°

No	Q (m ³ /jam)	Q (m ³ /det)	h (m)	Gaya Pengereman F (N)	A (m ²)	Vs (m/det)
1	20	0,00556	0,013	4,75	0,0040	1,3785
2	22	0,00611	0,0153	4,9833	0,0047	1,2884
3	24	0,00667	0,018	5,8833	0,0055	1,1947
4	26	0,00722	0,022	6,0667	0,0068	1,0589
5	28	0,00778	0,025	6,6666	0,0077	1,0035
6	30	0,00833	0,028	6,8333	0,0086	0,9600

Tabel 4.4 Hasil pengambilan data pengujian kincir air sudu lengkung dengan besar sudut kelengkungan sudu 10°

No	Debit (m ³ /det)	Kecepatan air (m/det)	Gaya pengereman F (N)	Torsi (Nm)	Rasio U/Vs	Daya air (Watt)	Daya poros (Watt)	Efisiensi (%)
1	0,0055	13,785	3,8333	0,249	0,272	5,278	0,934	17,71
2	0,0061	12,884	4,1667	0,270	0,304	5,072	1,065	21,01
3	0,0066	11,947	5,05	0,328	0,349	4,758	1,369	28,78
4	0,0072	10,589	5,6333	0,366	0,399	4,049	1,550	38,29
5	0,0077	10,035	6,35	0,412	0,438	3,916	1,816	46,37
6	0,0083	0,9600	6,4667	0,420	0,485	3,840	1,959	51,03

Tabel 4.5 Hasil pengambilan data pengujian kincir air sudu lengkung dengan besar sudut kelengkungan sudu 15°

No	Debit (m ³ /det)	Kecepatan aliran (m/det)	Gaya pengereman F (N)	Torsi (Nm)	Rasio U/Vs	Daya air (Watt)	Daya poros (Watt)	Efisiensi (%)
1	0,0055	13,785	4,6667	0,303	0,307	5,278	1,285	24,35
2	0,0061	12,884	4,8833	0,317	0,340	5,072	1,393	27,47
3	0,0066	11,947	5,4333	0,353	0,377	4,758	1,594	33,50
4	0,0072	10,589	5,7167	0,371	0,440	4,049	1,732	42,78
5	0,0077	10,035	6,45	0,419	0,481	3,916	2,025	51,71
6	0,0083	0,9600	6,6	0,429	0,533	3,840	2,197	57,20

Tabel 4.6 Hasil pengambilan data pengujian kincir air sudu lengkung dengan besar sudut kelengkungan sudu 20°

No	Debit (m ³ /det)	Kecepatan aliran (m/det)	Gaya pengereman F (N)	Torsi (Nm)	Rasio U/Vs	Daya air (Watt)	Daya poros (Watt)	Efisiensi (%)
1	0,0055	1,3785	4,75	0,308	0,323	5,278	1,378	26,11
2	0,0061	1,2884	4,9833	0,323	0,359	5,072	1,499	29,56
3	0,0066	1,1947	5,8833	0,382	0,402	4,758	1,836	38,60
4	0,0072	1,0589	6,0667	0,394	0,467	4,049	1,952	48,20
5	0,0077	1,0035	6,6666	0,433	0,513	3,916	2,239	56,97
6	0,0083	0,9600	6,8333	0,444	0,561	3,840	2,394	62,34

4.1.2 Pengolahan Data

Perhitungan data dilakukan untuk mendapatkan nilai dari rasio U/Vs, daya air (WHP), daya poros (BHP), dan efisiensi dari kincir air tipe sudu lengkung pada aliran *undershot* dengan variasi besar sudut kelengkungan sudu. Sebagai contoh perhitungan dari data hasil penelitian, diambil pada debit 20 m³/jam dengan variasi besar sudut kelengkungan 10°.

Berikut ini adalah data yang diperoleh pada saat pengujian kincir air :

- Debit aliran air (Q) : 20 m³/jam = 0,00556 m³/jam
- Ketinggian permukaan air (h) : 0,013 m
- Kecepatan putar kincir air : 50 rpm
- Gaya pengereman : 3,833 N
- Radius kincir (R) : 100 mm
- Lengan *pulley* (l) : 0,065 m
- Massa jenis air (ρ) : 1000 kg/m³

Berikut ini adalah contoh dari perhitungan pengolahan data :

1. Kecepatan aliran air (Vs)

$$Q = A \times V_s$$

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

$$V_s = \frac{0,00556}{0,31 \times 0,013}$$

$$V_s = 1,3785 \text{ [m/s]}$$

2. Torsi (T)

$$T = F \times l$$

$$T = 6,8333 \times 0,065$$

$$T = 0,2491 \text{ [N.m]}$$

3. Rasio U/V_s

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

$$\frac{U}{V_s} = \frac{2\pi \times n \times R}{60 \times V_s}$$

$$\frac{U}{V_s} = \frac{2 \times 3,14 \times 50}{60 \times 1,3785} \times 0,1 = 0,3074$$

4. Daya Air (*Water Horse Power*)

$$WHP = \frac{1}{2} \times \rho \times Q \times V_s^2$$

$$WHP = \frac{1}{2} \times 1000 \times 0,00556 \times (1,3785)^2$$

$$WHP = 5,2788 \text{ Watt}$$

5. Daya Poros (*Brake Horse Power*)

$$BHP = T \times \omega$$

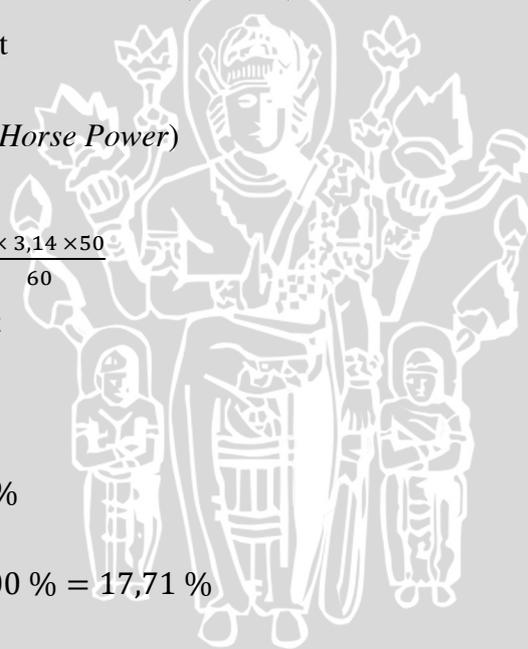
$$BHP = 0,2491 \times \frac{2 \times 3,14 \times 50}{60}$$

$$BHP = 0,9349 \text{ Watt}$$

6. Efisiensi (η)

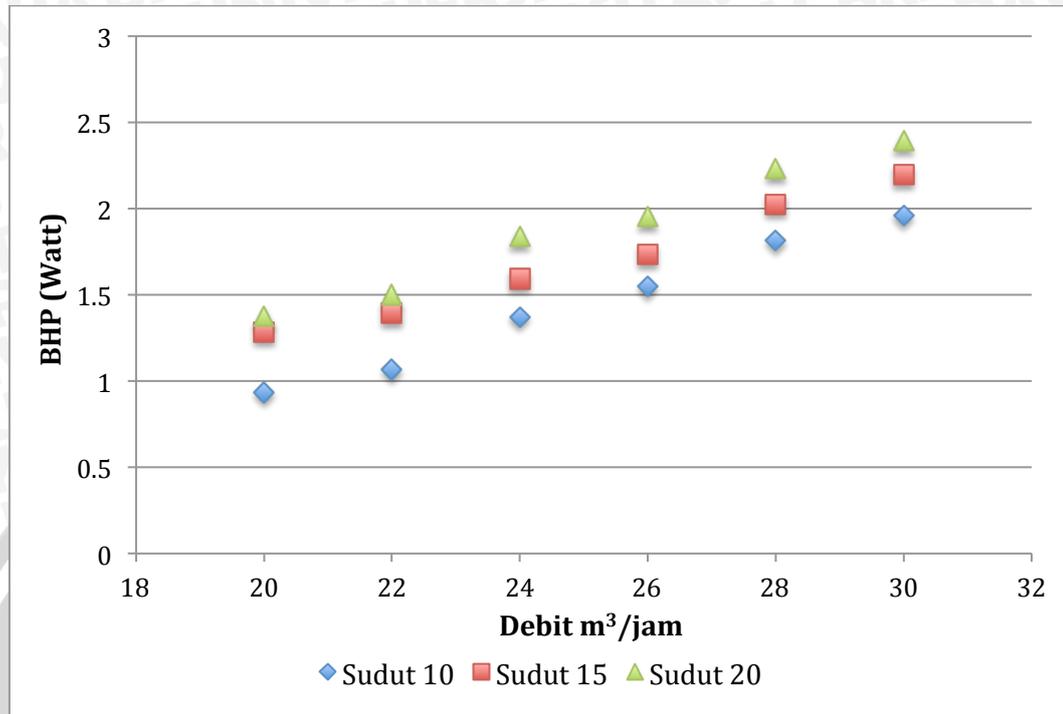
$$\eta = \frac{BHP}{WHP} \times 100 \%$$

$$\eta = \frac{0,03768}{0,05964} \times 100 \% = 17,71 \%$$



4.2 Pembahasan

4.2.1 Hubungan Antara Debit Air (Q) Terhadap Daya Poros (BHP)



Gambar 4.1 Grafik Hubungan Antara Debit air (Q) Terhadap Daya Poros (BHP) pada Variasi Besar Sudut Kelengkungan Sudu Kincir Air

Pada grafik diatas terlihat bahwa semakin tinggi debit aliran air maka daya poros yang dihasilkan kincir air juga semakin tinggi pada semua variasi besar sudut lengkung kincir air. Hal ini terjadi karena meningkatnya torsi yang disebabkan oleh meningkatnya gaya pada sudu. Peningkatan debit aliran air akan memperbesar gaya hambat dan gaya seret, sehingga gaya yang bekerja pada sudu kincir air menjadi meningkat.

Pada grafik juga menunjukkan bahwa pada besar sudut lengkung sudu kincir air yang sama akan mengalami peningkatan daya poros seiring bertambahnya debit aliran yang tersedia. Hal ini disebabkan karena torsi yang dihasilkan akan meningkat sehingga menghasilkan gaya pengereman yang semakin meningkat akibat meningkatnya massa alir fluida. Hal ini sesuai dengan persamaan

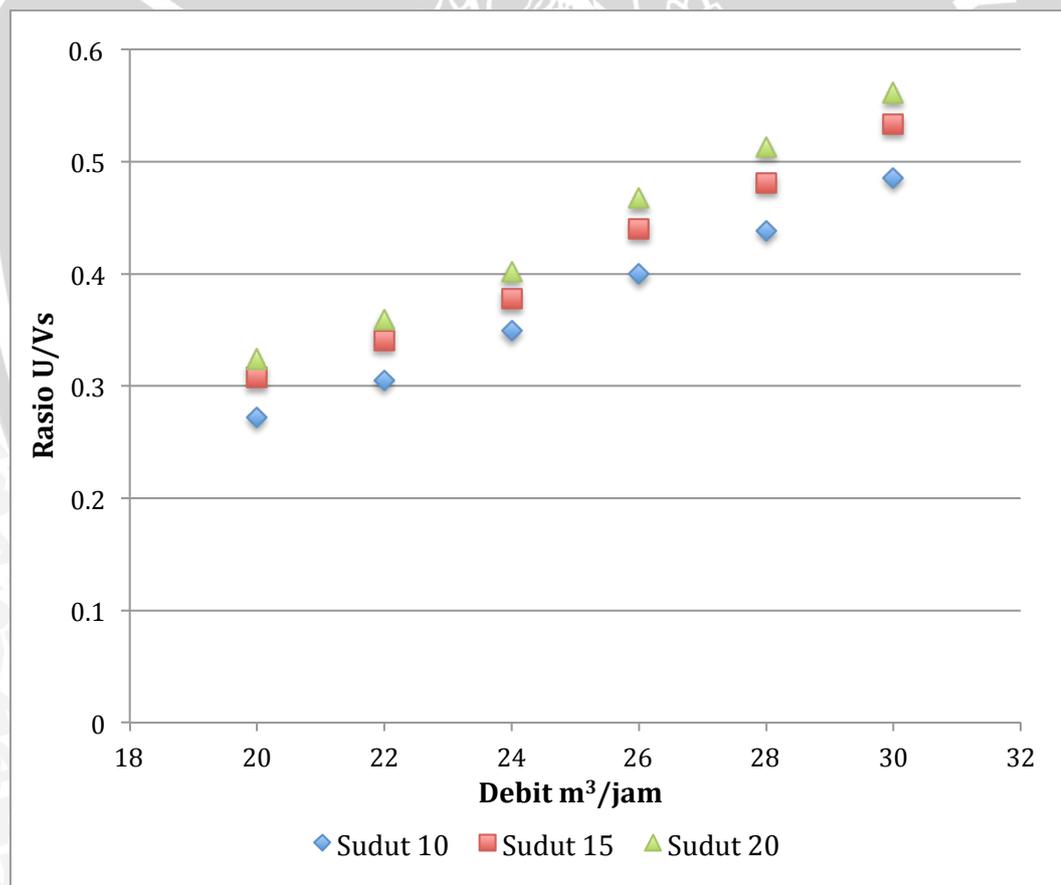
$$F = \dot{m} \cdot v \quad (3-1)$$

$$\dot{m} = \rho \cdot A \cdot v \quad (3-2)$$

Pada grafik juga menunjukkan bahwa pada debit air yang sama, semakin besar sudut kelengkungan sudu maka akan berpengaruh pada daya poros yang dihasilkan, seperti yang terlihat pada grafik. Hal tersebut terjadi karena pada debit aliran yang sama, semakin besar sudut kelengkungan sudu maka daya poros (BHP) yang dihasilkan akan semakin besar karena torsi yang dihasilkan meningkat akibat besarnya luasan penampang sudu, hal ini akan mempengaruhi dari besarnya masa alir yang akan menumbuk sudu-sudu kincir.

Pada grafik juga ditunjukkan BHP tertinggi adalah pada variasi besar sudut kelengkungan sudu 20° yaitu sebesar 2.39 Watt pada debit $30 \text{ m}^3/\text{jam}$ selanjutnya pada variasi besar sudut 15° sebesar 2,19 Watt pada debit $30 \text{ m}^3/\text{jam}$ dan variasi besar sudut 10° sebesar 1,95 Watt pada debit $30 \text{ m}^3/\text{jam}$.

4.2.2 Hubungan Antara Debit Air (Q) Terhadap Rasio U/Vs



Gambar 4.2 Grafik Hubungan Antara Debit Air (Q) Terhadap Rasio U/Vs pada Variasi Besar Sudut Kelengkungan Sudu Kincir Air

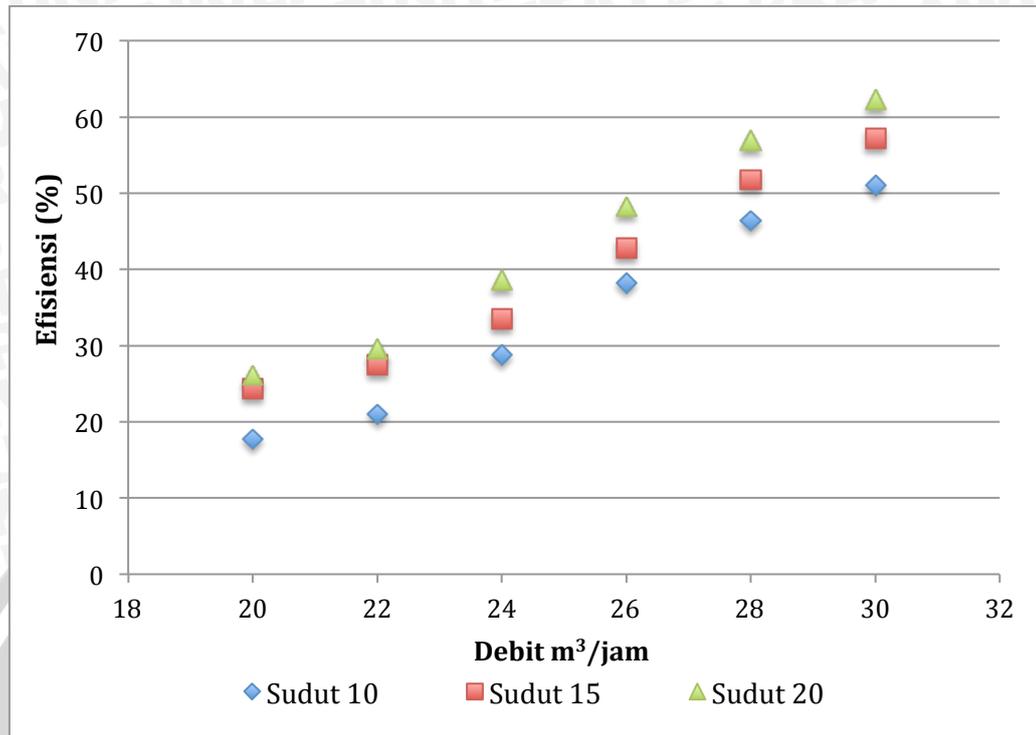
Pada grafik diatas terlihat bahwa semakin bertambahnya debit aliran air maka semakin bertambah pula perbandingan rasio U/Vs yang tersedia. Hal ini dapat terjadi karena meningkatnya rasio U/Vs dipengaruhi oleh besarnya debit aliran yang tersedia.

Pada grafik terlihat bahwa pada debit yang sama semakin besar sudut kelengkungan sudu maka rasio U/Vs yang didapatkan akan mengalami peningkatan. Hal tersebut terjadi karena momen impuls yang terjadi pada sudu-sudu kincir semakin besar yang tentunya akan berpengaruh pada kecepatan tangensial yang akan didapatkan kincir air.

Pada grafik juga menunjukkan bahwa pada sudut kelengkungan sudu yang sama semakin besar debit aliran akan menyebabkan meningkatnya rasio U/Vs yang tersedia. Hal ini disebabkan karena semakin meningkatnya debit aliran akan mengakibatkan menurunnya kecepatan aliran yang ada karena perbedaan perbandingan antara bertambahnya luasan penampang air dengan bertambahnya debit aliran tidak sebanding. Hal tersebut tentu saja akan mengakibatkan meningkatnya rasio U/Vs yang dihasilkan.

Pada grafik ditunjukkan bahwa rasio U/Vs terbesar pada variasi sudut lengkung sudu 20° pada debit $30 \text{ m}^3/\text{jam}$ sebesar 0,56 selanjutnya pada variasi sudut lengkung sudu 15° pada debit $30 \text{ m}^3/\text{jam}$ sebesar 0,53, dan sudut lengkung sudu 10° pada debit $30 \text{ m}^3/\text{jam}$ sebesar 0,48.

4.2.3 Hubungan Antara Debit Air (Q) Terhadap Efisiensi



Gambar 4.3 Grafik Hubungan Antara Debit Air (Q) Terhadap Efisiensi pada Variasi Besar Sudut Kelengkungan Sudu Kincir Air

Pada Grafik diatas menunjukkan bahwa semakin besar debit aliran air maka efisiensi kincir airpun juga akan semakin meningkat. Hal tersebut terlihat dari kecenderungan grafik ketiga variasi besar sudut lengkung sudu yang selalu meningkat seiring bertambahnya debit air.

Pada semua variasi besar sudut lengkung sudu akan didapatkan efisiensi yang maksimal jika debit air semakin besar. Hal ini disebabkan karena semakin besar debit air maka masa aliran akan semakin besar, begitu pula fluida yang menumbuk sudu kincir, sehingga torsi yang dihasilkan juga akan bertambah dan daya poros akan meningkat. Jika daya poros meningkat maka efisiensi juga akan meningkat karena daya poros berbanding lurus dengan efisiensi.

Pada grafik juga menunjukkan bahwa pada debit air yang sama semakin besar sudut lengkung sudu kincir maka efisiensi yang didapatkan akan semakin besar. Hal tersebut terjadi karena semakin besar sudut lengkung sudu kincir maka luasan penampang akan semakin besar. Hal ini akan berpengaruh pada banyaknya masa alir fluida yang dapat menumbuk sudu-sudu kincir.

Pada grafik menunjukkan bahwa efisiensi kincir air tertinggi adalah pada variasi besar sudut lengkung sudu 20° yaitu sebesar 62,34% pada debit aliran $30 \text{ m}^3/\text{jam}$, selanjutnya sudut lengkung sudu 15° yaitu sebesar 51,71% pada debit $30 \text{ m}^3/\text{jam}$ dan sudut lengkung sudu 10° sebesar 51,03% pada debit $30 \text{ m}^3/\text{jam}$. Hal tersebut terjadi karena adanya pemindahan daya air yang maksimal pada besar sudut lengkung sudu 20° .

