

BAB IV.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Data yang diperoleh dari hasil running model fisik akan disajikan pada Bab ini secara sistematis dan selanjutnya dilakukan pembahasan.

4.1 Optimalisasi Model Pra Running

Sebelum running dimulai, dilakukan uji model. Pada saat uji model ini, model (sistem) tidak dihubungkan dengan dinamo. Langkah-langkah yang dilakukan untuk uji model, yaitu :

4.1.1 Pengujian Awal

Pengujian awal dilakukan dengan cara memfungsikan semua alat yang telah diatur sesuai dengan skema. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja dari turbin. Dari pengujian tersebut diperoleh data kecepatan putaran dinamo dan turbin, seperti yang terlihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4. 1. Kecepatan putaran turbin tanpa dihubungkan dengan dinamo pada kondisi bukaan Stopkran full (12 putaran)

No	Kecepatan Putaran Pully Turbin (rpm)	Kecepatan Putaran Sumbu Turbin (rpm)
1	193,2	173,88
2	199,9	179,91
3	201,8	181,62
4	201,8	183,54
5	202,1	181,89
Rata-rata	199,76	180,17

Ket : Posisi Pully dan sumbu turbin dapat dilihat pada gambar 3.4

Tabel 4. 2 Kecepatan putaran turbin dan dinamo pada kondisi bukaan Stopkran full (12 putaran)

No	Kecepatan putaran turbin (rpm)		Kecepatan putaran dinamo (rpm)
	Pully turbin	Sumbu turbin	
1	50,20	45,18	420
2	51,26	46,13	431
3	51,16	46,06	430
4	51,48	46,33	433,3
5	51,29	46,16	431,3
Rata-rata	51,08	45,97	429,12

Berdasarkan pada tabel di atas dapat dilihat bahwa kecepatan rata-rata putaran dinamo 429,12 rpm. Pada kondisi ini dinamo belum dapat berfungsi, oleh karena itu perlu dilakukan perubahan pada pully turbin. Diameter pully turbin diubah dari 21,33 cm menjadi 42 cm, hal ini bertujuan untuk memperbesar putaran yang terjadi pada dinamo. Dinamo baru berfungsi apabila kecepatan putarannya 1500 – 1800 rpm.

4.1.2 Pengukuran debit

Seperti yang telah diuraikan pada Bab III bahwa pengukuran debit dilakukan dengan cara mengukur volume yang keluar pada saluran pembawa dan waktu. Setelah didapat kedua data tersebut, debit dihitung

$$Q = \frac{Vol}{t}$$

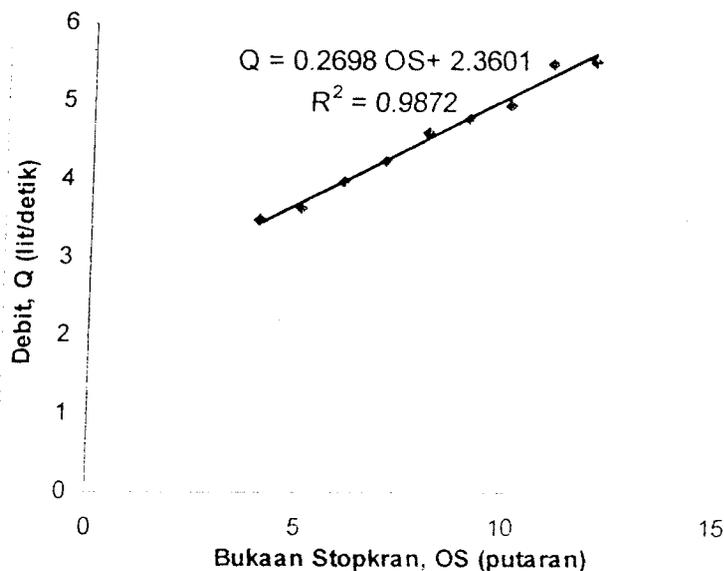
dengan rumus $Q = \frac{Vol}{t}$

Tabel 4. 3. Data debit yang diukur pada saat uji model

Bukaan (putaran)	Vol (liter)	waktu (detik)	Debit (liter/dtk)	$Q_{rata-rata}$ (liter/dtk)
4	112,5	32,33	3,480	3,484
	100	29,32	3,411	
	90,5	25,42	3,560	
5	84	22,83	3,679	3,643
	100	26,98	3,706	
	72,5	20,46	3,543	
6	107,5	26,98	3,984	3,964
	95,5	24,87	3,840	
	121,5	29,86	4,069	
7	122	28,65	4,258	4,237
	110	25,46	4,321	
	125	30,26	4,131	
8	160,5	38,43	4,176	4,599
	151,5	30,56	4,957	
	156	33,45	4,664	
9	133,5	27,84	4,795	4,782
	129	26,76	4,821	
	140,25	29,65	4,730	
10	174	35,22	4,940	4,959
	160,5	32,25	4,977	
	151,5	30,55	4,959	
11	147	26,85	5,475	5,490
	165	29,82	5,533	
	156	28,56	5,462	
12	187,5	34,9	5,372	5,513
	174	31,25	5,568	
	187,5	33,5	5,597	

Pengukuran debit di atas dilakukan dengan kondisi tinggi jatuh air adalah 4,70 meter. Sedangkan untuk bukaan Stopkran 1 (satu) putaran, 2 (dua) putaran, dan 3 (tiga) putaran tidak dilakukan pengukuran, karena pada kondisi tersebut turbin belum berputar.

Pada tabel diatas terdapat hubungan antara bukaan stopkran dengan debit. Apabila bukaan stopkran semakin, maka debitnya juga akan semakin besar. Hal ini dapa dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 4. 1. Grafik hubungan antara bukaan Stop kran dengan debit

Trendline yang digunakan adalah linear, karena paling memenuhi syarat dalam persamaan regresi ($R^2 \approx 1$). Apabila R^2 makin mendekati 1 maka nilai data-data yang ada pada grafik akan semakin valid.

4.1.3 Pengukuran kecepatan putaran turbin

Pengukuran kecepatan putaran turbin dilakukan di dua tempat, yaitu di sumbu dan pully turbin. Pengukuran ini dilakukan dengan menggunakan alat Tachometer. Hasil pengukuran ditampilkan seperti tabel 4.4 dengan bukaan Stopkran 4 putaran. Sedangkan untuk bukaan 4 putaran, 5 putaran, dan seterusnya dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 4. 4. Kecepatan putaran (*rpm*) turbin pada saat uji model untuk bukaan Stopkran 4 putaran.

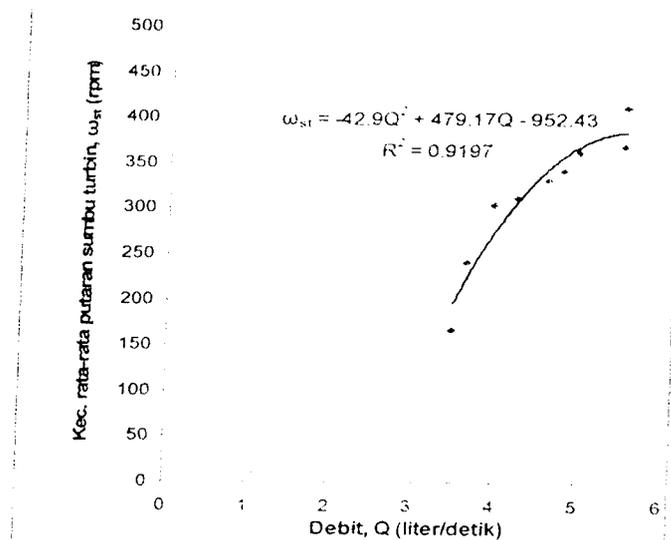
No	Kecepatan Putaran Pully Turbin (<i>rpm</i>)	Kecepatan Putaran Sumbu Turbin (<i>rpm</i>)
1	201	187
2	190	160
3	181	175
4	180	178
5	184	170
6	183	163
7	178	181
8	201	173
9	197	173
10	192	156
11	184	135
12	185	176
13	183	162
14	177	160
15	182	170
16	180	158
17	183	160
18	185	163
19	183	175
20	184	167
rata-rata	185,65	167,1

Tabel 4. 5. Kecepatan rata-rata putaran (*rpm*) turbin pada saat uji model (tanpa dihubungkan dengan dinamo)

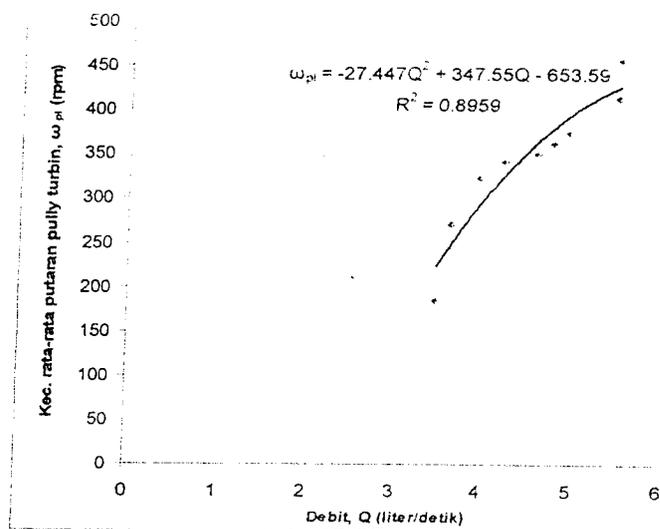
No	Bukaan Stopkran (putaran)	Debit (liter/detik)	Kec. Putaran rata-rata Sumbu Turbin (<i>rpm</i>)	Kec. Putaran rata-rata Pully Turbin (<i>rpm</i>)
1	4	3,484	167,10	185,65
2	5	3,643	240,55	271,7
3	6	3,964	304,00	324,00
4	7	4,237	311,85	343,00
5	8	4,599	332,05	351,95
6	9	4,782	342,35	363,20
7	10	4,959	363,20	374,70
8	11	5,490	369,20	414,35
9	12	5,513	411,45	458,15

Pada tabel 4.5 di atas terdapat perbedaan nilai kecepatan putaran di sumbu dan pully turbin. Hal ini disebabkan karena adanya perbedaan diameter antara sumbu dan pully turbin.

Hubungan debit dan kecepatan putaran turbin terlihat pada gambar-gambar di bawah ini :



Gambar 4. 2. Grafik hubungan antara debit dan kec. rata-rata putaran sumbu turbin pada saat uji model



Gambar 4. 3. Grafik hubungan antara debit dan kec. rata-rata putaran pully turbin pada saat uji model (tanpa dihubungkan dengan dinamo)

Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa hubungan antara debit dan kecepatan putaran turbin adalah semakin besar debit yang mengalir, semakin besar pula kecepatan putaran yang terjadi pada turbin.

Trendline yang digunakan adalah polinomial, karena paling memenuhi syarat dalam persamaan regresi ($R^2 \approx 1$). Apabila R^2 makin mendekati 1 maka nilai data-data yang ada pada grafik akan semakin valid. Pada sumbu turbin nilai $R^2 = 0,9197$ lebih baik daripada pully turbin yaitu $R^2 = 0,8959$. Hal ini disebabkan karena pada saat pengukuran kecepatan putaran pada pully turbin lebih sulit dilaksanakan, sehingga menyebabkan data yang diperoleh menghasilkan penyimpangan yang lebih besar.

4.2 Running Model

Pada running model dilakukan beberapa variasi debit, bukaan stopkran. Running model bertujuan untuk mengetahui voltase yang dapat dihasilkan model. Pengukuran yang dilakukan, yaitu pengukuran kecepatan putaran turbin, kecepatan putaran dinamo, dan voltase yang dihasilkan.

4.2.1 Running model menggunakan dinamo I (3000 Watt, 220 volt)

Running model dengan menggunakan dinamo I dilakukan setelah dilakukan perubahan pada pully turbin. Running ini bertujuan untuk mengetahui kinerja turbin setelah dilakukan perubahan pada diameter pully turbin. Perubahan tersebut dapat dilihat pada gambar berikut :



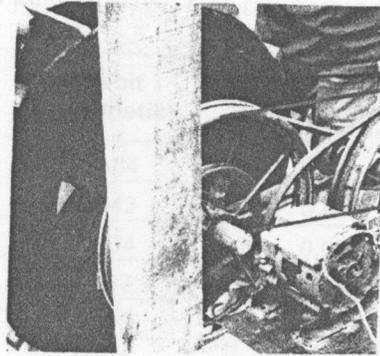
Gambar 4. 4. Pully turbin sebelum dan sesudah dilakukan perubahan (diperbesar)

4.2.2 Pengukuran kecepatan putaran turbin

Proses pengukuran kecepatan putaran turbin pada saat *running* model sama dengan pengukuran kecepatan turbin pada saat uji model. Pengukuran dilakukan di dua tempat yaitu di sumbu dan pully turbin. Tempat pengukuran dapat dilihat pada gambar berikut :

Tabel 4. 7 Kecepatan

No	Bukaan Stopkran (putaran)	Kec. rata-rata Putaran Pully Turbin (rpm)
1	4	5,00
2	5	0,00
3	6	117,55
4	7	120,85
5	8	124,55
6	9	128,00
7	10	



Gambar 4. 5. Sumbu dan pully turbin

Hasil pengukuran ditampilkan seperti tabel 4.6 dengan bukaan Stopkran 7 (tujuh) putaran. Sedangkan untuk bukaan 8 (delatan) putaran, 9 (sembilan) putaran, dan seterusnya dapat dilihat pada lampiran.

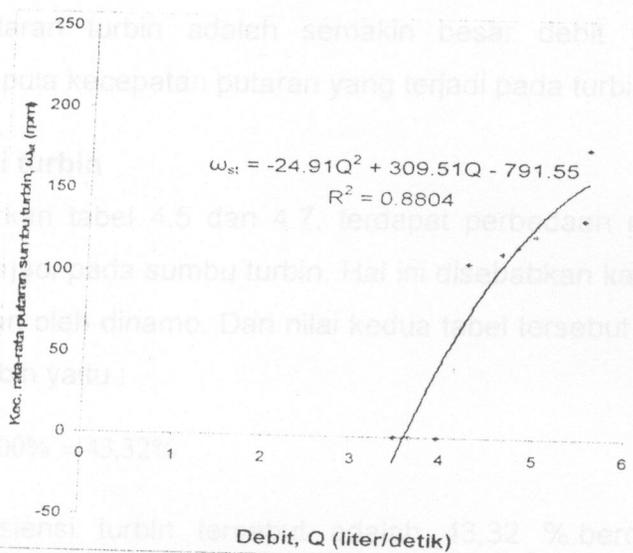
Tabel 4. 6 Kecepatan putaran (rpm) turbin pada saat *running* model menggunakan dinamo I untuk bukaan Stopkran 7 putaran.

No	Pully Turbin	Sumbu Turbin
1	122	103
2	120	108
3	115	104
4	114	106
5	112	108
6	117	108
7	116	103
8	123	106
9	120	104
10	124	110
11	111	105
12	117	107
13	116	108
14	120	106
15	114	108
16	116	108
17	117	110
18	116	110
19	118	108
20	123	108
Rata-rata	117,55	106,90

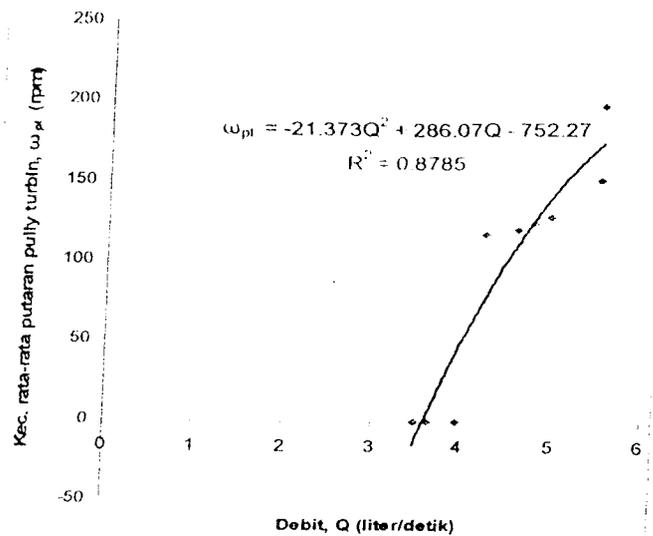
Tabel 4. 7 Kecepatan putaran (*rpm*) rata-rata turbin pada saat *running* model

No	Bukaan Stopkran (putaran)	Debit (liter/detik)	Kec. rata-rata Putaran Sumbu Turbin (rpm)	Kec. rata-rata Putaran Pully Turbin (rpm)
1	4	3,484	0,00	0,00
2	5	3,643	0,00	0,00
3	6	3,964	0,00	0,00
4	7	4,237	106,90	117,55
5	8	4,599	113,75	120,65
6	9	4,782	117,50	124,55
7	10	4,959	124,50	128,60
8	11	5,490	134,90	151,80
9	12	5,513	178,25	198,60

Berdasarkan tabel di atas dapat digambarkan hubungan antara debit dan kecepatan putaran (*rpm*) turbin. Seperti yang terlihat pada gambar berikut ini :



Gambar 4. 6. Grafik hubungan antara debit dan kec. putaran rata-rata sumbu turbin pada saat *running* model



Gambar 4. 7.. Grafik hubungan antara debit dan kec. putaran rata-rata sumbu turbin pada saat running model

Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa hubungan antara debit dan kecepatan putaran turbin adalah semakin besar debit yang mengalir, semakin besar pula kecepatan putaran yang terjadi pada turbin.

4.2.3 Efisiensi turbin

Berdasarkan tabel 4.5 dan 4.7, terdapat perbedaan nilai kecepatan putaran yang terjadi pada sumbu turbin. Hal ini disebabkan karena pengaruh dari pembebanan oleh dinamo. Dari nilai kedua tabel tersebut dapat dihitung efisiensi dari turbin yaitu :

$$\frac{178,25}{411,45} \times 100\% = 43,32\%$$

Maka efisiensi turbin tersebut adalah 43,32 %.berdasarkan nilai tersebut turbin belum cukup efisien untuk digunakan. Oleh karena itu turbin perlu dimodifikasi agar turbin dapat berfungsi lebih sempurna, sehingga dapat menghasilkan kecepatan putaran yang diinginkan.

4.2.4 Pengukuran kecepatan putaran (rpm) dinamo I (3000 Watt, 220 volt)

Pengukuran ini bertujuan untuk mengetahui kecepatan putaran yang terjadi pada dinamo. Pengukuran kecepatan putaran (rpm) dilakukan pada sumbu dinamo, yaitu dengan menggunakan tachometer. Untuk 1 (satu)

putaran bukaan stopkran dilakukan 20 (dua puluh) kali pengambilan data. Hasil pengukuran ditampilkan seperti tabel 4.8 dengan bukaan Stopkran 7 (tujuh) putaran. Sedangkan untuk bukaan 8 (delapan) putaran, 9 (sembilan) putaran, dan seterusnya dapat dilihat pada lampiran.

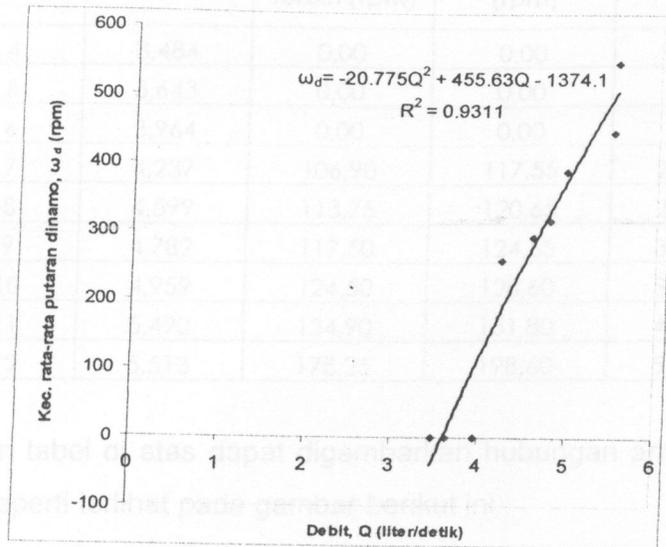
Tabel 4. 8. Kecepatan putaran (*rpm*) dinamo pada saat *running* model menggunakan dinamo I untuk bukaan Stopkran 7 putaran.

No	Kecepatan Putarn dinamo (rpm)
1	261
2	259
3	262
4	263
5	260
6	258
7	257
8	256
9	258
10	259
11	264
12	265
13	254
14	253
15	258
16	257
17	251
18	256
19	254
20	253
Rata-rata	257,90

Tabel 4. 9. Tabel kecepatan putaran (*rpm*) rata-rata dinamo pada saat *running* model menggunakan dinamo I

No	Bukaan Stopkran (putaran)	Debit (liter/detik)	Kec. Putaran rata-rata dinamo (rpm)
1	4	3,484	0,00
2	5	3,643	0,00
3	6	3,964	0,00
4	7	4,237	257,90
5	8	4,599	292,25
6	9	4,782	318,10
7	10	4,959	390,25
8	11	5,490	446,65
9	12	5,513	548,60

Berdasarkan tabel di atas dapat digambarkan hubungan antara debit dan kecepatan putaran (rpm) dinamo. Seperti yang terlihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 4. 8.. Grafik hubungan antara debit dan kec. rata-rata putaran dinamo pada saat running model.

Berdasarkan grafik di atas dapat dilihat bahwa debit yang mengalir pada model berbanding lurus dengan kecepatan putaran dinamo. Semakin besar debit yang mengalir, maka kecepatan putaran dinamo akan semakin besar.

4.2.5 Pengukuran Voltase

Pengukuran voltase bertujuan untuk mengetahui voltase yang dihasilkan model. Pengukuran ini dilakukan dengan menggunakan Voltmeter.

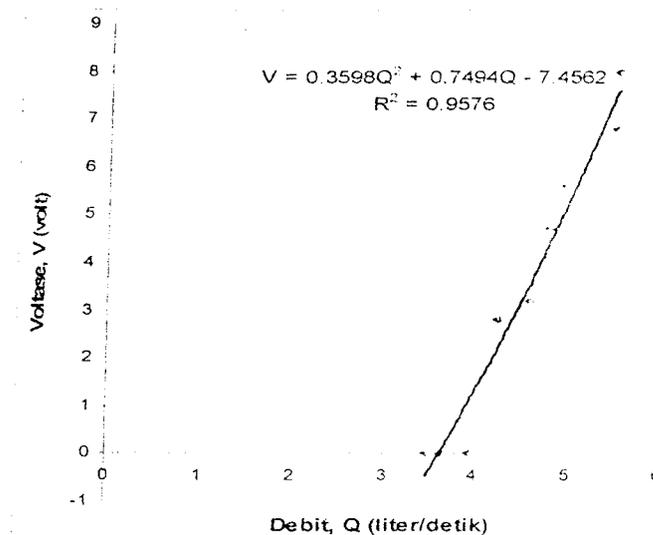


Gambar 4. 9. Pengukuran voltase

Tabel 4. 10. Voltase yang dihasilkan saat *running* menggunakan dinamo I (3 kW)

No	Bukaan Stopkran (putaran)	Debit (liter/detik)	Kec. Rata-rata Putaran Sumbu Turbin (rpm)	Kec. rata-rata Putaran Pully Turbin (rpm)	Kecepatan rata-rata putaran dinamo (rpm)	Voltase (volt)
1	4	3,484	0,00	0,00	0,00	0
2	5	3,643	0,00	0,00	0,00	0
3	6	3,964	0,00	0,00	0,00	0
4	7	4,237	106,90	117,55	257,90	2,8
5	8	4,599	113,75	120,65	292,25	3,2
6	9	4,782	117,50	124,55	318,10	4,7
7	10	4,959	124,50	128,60	390,25	5,6
8	11	5,490	134,90	151,80	446,65	6,8
9	12	5,513	178,25	198,60	548,60	8

Dari tabel di atas dapat digambarkan hubungan antara debit dengan voltase, seperti terlihat pada gambar berikut ini :



Gambar 4. 10.. Grafik hubungan antara debit dan voltase.

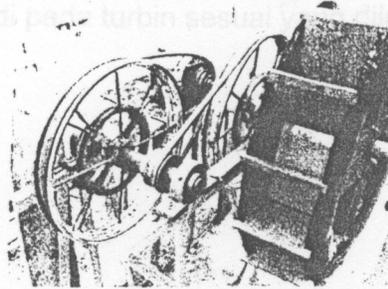
Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa voltase maksimum yang dapat dihasilkan adalah 8 volt. Pada kondisi ini daya belum dapat dihasilkan. Daya akan dihasilkan apabila voltase mencapai 110 – 220 volt. Hal ini disebabkan karena kecepatan putaran (rpm) yang diinginkan dinamo belum tercapai.

4.2.6 Running model menggunakan dinamo II (300 watt, 110 volt)

Sebelum dilakukan running dengan menggunakan dinamo II, terlebih dahulu dilakukan perubahan diameter pada pully operan. Hal ini bertujuan

untuk memperbesar putaran yang terjadi pada dinamo. Diameter pully diperbesar dari 21,33 cm menjadi 42 cm .

1. D Setelah dilakukan perubahan pada diameter pully, maka dilakukan running model. Pada saat running dilakukan pengukuran voltase. Voltase maksimum yang diperoleh dari hasil pengukuran adalah 80 volt. Pada kondisi ini lampu belum dapat menyala, karena voltase dan kecepatan putaran yang diinginkan belum tercapai. Lampu akan menyala apabila voltase mencapai 110 volt dan kecepatan putarannya 1500 rpm.



Gambar 4. 11. *Running* dengan menggunakan Dinamo II

4.2.7 Hubungan antara Penghitungan Daya secara Teori dan Daya yang Dihasilkan pada saat Penelitian

Secara teoritis daya yang dapat dihasilkan model ini dengan spesifikasi debit yang mengalir pada model adalah 5,513 liter/detik, efisiensi turbin adalah 43,32 %, dan tinggi jatuh air adalah 4,7 m dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$P = 9,8 \eta Q H$$

Dengan

$$P = \text{daya} , W$$

η = efisiensi turbin, %

Q = debit, m³/dtk

H = tinggi jatuh air, m

Jadi :

$$P = 9,8 \times 0,4332 \times 0,005513 \times 4,7$$

$$= 0,11 \text{ kW}$$

$$= 110 \text{ watt}$$

Secara teoritis didapat bahwa daya yang dihasilkan adalah 110 watt. Sedangkan yang terjadi pada saat penelitian adalah daya belum dapat

terukur karena tegangan yang dihasilkan lebih kecil dari spesifikasi dinamo. Hal ini disebabkan karena beberapa hal :

1. Debit yang mengalir pada model belum dapat memutar turbin secara maksimal. Oleh karena itu, perlu dilakukan perubahan pada diameter pipa pembawa menjadi lebih besar. Hal ini bertujuan untuk memperbesar debit yang mengalir pada model.
2. Turbin yang digunakan belum cukup efisien untuk digunakan. Oleh karena itu, turbin perlu dimodifikasi. Hal ini diharapkan agar kecepatan putaran yang terjadi pada turbin sesuai yang diinginkan.