PERFORMANSI POMPA AIR DAB TYPE DB-125B YANG DIFUNGSIKAN SEBAGAI TURBIN AIR

Adi Ramadhani Muhammad Arief, G. D. Soplanit, I Nyoman Gede
Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Sam Ratulangi Manado
email: daong.lemong@gmail.com

ABSTRAK

Penggunaan pompa air DAB type DB-125 yang difungsikan sebagai turbin impuls untuk Pembangkit Lisrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) merupakan suatu gagasan dalam mencari energi alternatif sederhana dan mudah dalam perakitannya. Pada umumnya, pompa air digunakan untuk menghisap air dari daerah yang rendah dan menaikkannya pada ketinggian tertentu. Pada aplikasi ini pompa air digunakan sebagai turbin sehingga prinsip kerjanya dibalik, dimana air dari ketinggian tertentu akan menggerakkan pompa, sehingga impeler pompa berputar dan diteruskan untuk memutar generator dan akan menghasilkan energi listrik. Pengujian pompa air DAB type DB-125 sebagai turbin impuls ini dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Sam Ratulangi. Turbin impuls ini digerakkan dengan 3 buah pompa yang dirangkai secara seri dan pararel. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan berbagai ketinggian (head) dan debit (Q), dan darinya dapat ditentukan H dan Q yang menghasilkan daya maksimal.

Debit air dan beban pada dinamometer (W_W) telah ditentukan, karena pada putaran terendah turbin impuls yang dibebankan dengan gaya (Newton) tertentu turbin tidak dapat berputar. Untuk itu debit air awal ditentukan sebesar Q = 33,5 liter/menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada berbagai H dan Q dari putaran turbin yang dikurvakan, daya maksimum berada pada Q = 38 liter/menit, H = 33,5 m, dan n = 910 rpm

Kata kunci : Head, Debit, dan Turbin impuls.

ABSTRACT

The use of water pumps DAB type DB-125 as the impulse turbine functions for Micro Hydro Power Plant Lisrik (PLTMH) is the topic in this research. Water pump is used to suck water and deliver it to a certain height. In this application the water pumps used as turbines where water from a certain height will rotate the impeller pump and produces electricity. The testing is done in the laboratory of mechanical engineering of University of Sam Ratulangi. Turbine is driven by three pumps which are assembled in series and parallel, to get different head and flow (Q).

Water flow and load on dinamometer (W_W) have been set at the lowest rotation of the load on turbine. For the initial set of water flow Q = 33,5 litres/minute. The results showed that the different H and Q from curve turbine rounds, maximum power is at Q = 40 litres/minute, H = 33,5 m, and n = 910 rpm

Keywords: Head, discharge, and impulse turbine.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada masa modern ini, energi sangat dibutuhkan di hampir seluruh segi kehidupan. Energi menjadi syarat mutlak pembangunan suatu negara. Penggunaan energi yang semakin besar saat ini menyebabkan kebutuhan akan ketersediaan energi semakin meningkat. Ada pembangkit listrik tenaga diesel, uap, dan sebagainya, namun semuanya itu membutuhkan bahan bakar, sedangkan dewasa ini cadangan minyak bumi dunia mulai menipis, diperlukan energi alternatif untuk menggantikan ketersediaan cadangan minyak bumi tersebut.

Pemanfaatan pompa sentrifugal sebagai turbin pada pembangkit listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) merupakan alternatif yang bijak untuk mengatasi krisis energi listrik ke pedesaan. Selain itu juga mendukung program pemerintah untuk memanfaatkan energi terbarukan yang ramah lingkungan.

Prinsip dasar kerja pompa juga merupakan kebalikan dari kerja turbin air, dan dapat difungsikan sebagai turbin air jenis impuls. Adapun jenis pompa air yang digunakan dalam penelitian ini adalah pompa air jenis sentrifugal. Pompa sentrifugal difungsikan sebagai turbin air dengan cara membalik putarannya yaitu memasukkan air dari saluran keluar dan mengeluarkan air dari saluran masuk pompa tersebut. Pembuatan mangkok turbin impuls jenis pelton termasuk rumit, sedangkan sudu-sudu pompa sudah tersedia dan dapat diasumsikan sebagai sudu sebuah turbin. Pompa air sangat mudah diperoleh, hal ini didukung dengan tersedianya pompa secara luas di pasaran dan telah diproduksi dalam skala besar.

Dari uraian latar belakang di atas maka penulis tertarik untuk memanfaatkan pompa air DAB type DB-125B yang akan digunakan sebagai turbin impuls jenis pelton, serta menguji bagaimana performa pompa tersebut jika diterapkan sebagai turbin air.

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah:

1. Menguji performa pompa air DAB type DB-125B yang difungsikan sebagai turbin air.
2. Menentukan daya yang dihasilkan oleh turbin berdasarkan uji laboratorium.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Menambah pengetahuan dan wawasan penulis maupun pembaca tentang turbin air khususnya jenis Pelton.
2. Memanfaatkan mesin pompa air DAB type DB-125B menjadi Turbin Impuls.

2. LANDASAN TEORI

Turbin merupakan mesin penggerak, dimana fluida yang digunakan langsung untuk memutar roda turbin. Bagian roda turbin yang berputar dinamakan rotor (*runner*) atau roda turbin, sedangkan bagian yang tidak berputar dinamakan *stator* atau rumah turbin. Poros diikat pada roda turbin, digunakan untuk memutar generator listrik, pompa, kompresor, baling-baling atau mesin lainnya (beban). Roda turbin dapat berputar karena adanya gaya yang bekerja pada sudu, gaya tersebut timbul karena terjadi momentum dari pancaran air kerja yang keluar dari nosel (turbin impuls) atau aliran air mengalir di antara sudu, sehingga akan terjadi perubahan tekanan diantara sudu. Fluida kerja tersebut mengalami proses penurunan tekanan dan mengalir secara kontinu. Fluida kerja itu dapat berupa aliran air, uap air, atau gas. Jika fluida yang digunakan air maka disebut turbin air (Arismunandar, 1997).

Turbin air merupakan pengembangan dari kincir air yang dipergunakan orang berabad-abad yang lampau. Penggunaan turbin air yang paling umum adalah sebagai mesin penggerak untuk pembangkit tenaga listrik, dimana dalam hal ini poros turbin dihubungkan dengan generator untuk menghasilkan daya listrik.

Bila dibandingkan dengan dengan penggunaan berbagai jenis mesin pembangkit tenaga yang lain, maka

penggunaan turbin mempunyai keuntungan-keuntungan antara lain:

- Konstruksinya relatif sederhana, perawatannya mudah dan murah.
- Waktu operasi relatif lama, biaya operasi murah sehingga menguntungkan untuk pemakain yang lama.
- Tidak menyebabkan pencemaran lingkungan.

Sedangkan kekurangan-kekurangan pada penggunan turbin air adalah:

- Biaya investasi awal relatif mahal, karena menggunakan sarana pembantu antara lain: bangunan, waduk, sistem pengaturan, dan sebagainya.
- Hanya dapat digunakan pada daerah yang mempunyai potensi sumber tenaga air.

2.1 PENGGOLONGAN TURBIN

Turbin air diklasifikasikan berdasarkan beberapa hal antara lain sebagai berikut:

1. <u>Berdasarkan prinsip kerja turbin (perubahan momentum fluida kerja)</u>

a) Turbin Impuls (aksi)

Turbin impuls (aksi), turbin dimana dibuat sedemikian sehingga *runner* bekerja karena aliran air, dalam hal ini beda tinggi diubah menjadi kecepatan karena adanya perbedaan tinggi. Pada prinsipnya, energi yang tersimpan dalam tekanan air pertama-tama dikonversi dalam sebuah nosel menjadi energi kinetik dalam bentuk pancaran air kecepatan tinggi, kemudian dikonversi lagi menjadi putaran *runner* saat menyentuh sudu-sudu *runner* melalui perubahan arah aliran air dan perubahan momentum gerak aliran air. Turbin jenis impuls biasanya dapat bekerja di udara terbuka tanpa membenamkan turbin ke dalam air dan hanya memerlukan *casing* untuk mengontrol pancaran aliran air dan pelindung dari kecelakaan kerja. Termasuk dalam jenis turbin impuls adalah turbin Pelton, turbin *Crossflow,* dan turbin Turgo.

b) Turbin Reaksi

Turbin reaksi bekerja karena adanya tekanan aliran air yang menimbulkan gaya tekan pada permukaan sudu-sudu *runner*, tekanan aliran air akan mengalami penurunan saat melewati sudu-sudu *runner* sehingga menyebabkan *runner* dapat berputar. Pada turbin reaksi, posisi *runner* sepenuhnya dibenamkan di dalam air sehingga memerlukan *casing* dengan jarak antara *runner* dengan *casing* sangat kecil, hal ini dimaksud agar tidak banyak tekanan aliran air yang hilang. Kelompok turbin reaksi adalah turbin Francis, turbin Propeler, turbin Kaplan, dan *Pump-As-Turbine* (PAT).

2.2 POMPA SENTRIFUGAL

Pompa digerakkan oleh motor. Daya dari motor diberikan kepada poros pompa untuk memutar impeler yang dipasang pada poros tersebut. Zat cair yang ada dalam impeler akan ikut berputar karena dorongan sudu-sudu. Karena timbulnya gaya sentrifugal, zat cair mengalir dari tengah impeler keluar melalui saluran diantara sudu dan meninggalkan impeler dengan kecepatan yang tinggi.

Zat cair yang keluar dari impeler dengan kecepatan tinggi ini kemudian mengalir melalui saluran yang penampangnya makin membesar (*volute/diffuser*), sehingga terjadi perubahan dari *head* kecepatan menjadi *head* tekanan. Maka zat cair yang keluar dari flens keluar pompa *head* totalnya bertambah besar. Pengisapan terjadi karena setelah zat cair dilemparkan oleh impeler, ruang di antara sudu-sudu menjadi vakum sehingga zat cair akan terisap masuk. Selisih energi per satuan berat atau head total dari zat cair pada flens keluar (tekan) dan flens masuk (isap) disebut *head* total pompa.

2.3 PARAMETER

Pada penelitian ini, parameter yang dihitung dalam menentukan daya dari suatu turbin pelton adalah:

1. *Head*

Pada penelitian ini debit telah ditentukan peneliti, pengambilan data dilakukan berdasarkan kerja dari pompa untuk itu untuk menentukan nilai *head* diperlukan rumus sebagai berikut: (Dietzel & Frietz,1993)

Persamaan:

$$W = W.W.W$$

Sehingga diperoleh,

$$W = \frac{\frac{60.W}{9{,}81}}{W}$$

2. Kecepatan Sudut

$$W = \frac{2\,.\,W.\,W}{60}$$

3. Puntiran (Torsi)

$$W = (W_W - W_W).W$$

4. Daya Mekanik Turbin

$$W_W = W.W$$

5. Efisiensi Turbin

$$W = \frac{W_W}{W_W}.100\%$$

6. Kecepatan Tangensial Turbin

$$W = \frac{W.W.W}{60.1000}$$

3. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Pengambilan data dilakukan di Laboratorium Dasar Teknik Mesin Universitas Sam Ratulangi, dengan menggunakan pompa air type DB-125B yang difungsikan sebagai turbin impuls dan dibantu dengan 3 buah pompa yang dirangkai secara seri dan pararel. Waktu pengambilan data diperkirakan sekitar dua minggu.

3.2 Bahan dan Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Pompa
2. *Tachometer*
3. Meteran
4. *Dinamometer*
5. *flowmeter*
6. *Stopwatch*

1. Turbin Impuls

Sebuah pompa air type DB-125B yang dialihfungsikan sebagai turbin impuls ini sudah tidak memiliki motor. Hal ini dimaksudkan untuk memaksimalkan kinerja dari pompa tersebut. Sebuah puli dipasangkan pada poros pompa untuk dihubungkan ke *dinamometer* dengan menggunakan sabuk rem sebagai penghubung, untuk mengukur berbagai beban (pengereman) pada puli.

Spesifikasi :

- Daya isap : 9 m
- Daya dorong : 24 m
- Dinamometer : 0 - 20N
- Keliling puli : 160 mm
- Daya masukkan : 250 Watt

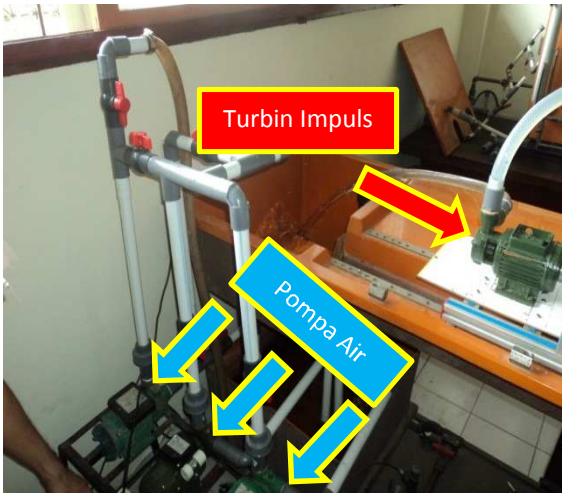
Gambar 1. Turbin impuls

2. Pompa

Pompa ini berfungsi untuk menaikkan air yang berada di drum penampungan bawah menuju ke drum penampungan atas. Pompa yang digunakan dalam penelitian ini adalah berjumlah 3 buah, yang dihubungkan secara seri dan pararel.

Spesifikasi :

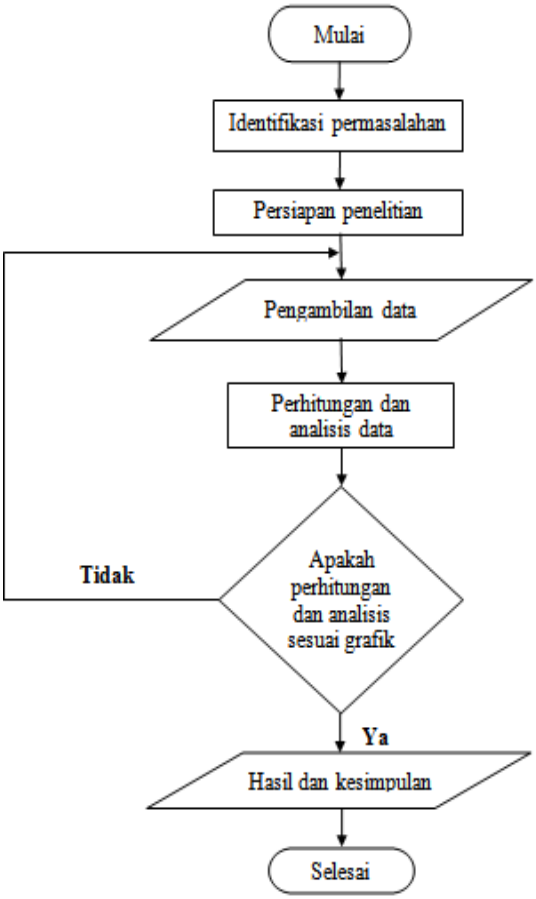
- Daya Pompa : 125 watt
- Tegangan listrik pompa : 220 volt
- Kapasitas air : 45 lit/min
- Total *head* : 47 m



Gambar 2. Pompa air dan Turbin impuls

3.3 Diagram Alir Penelitian

Pada seluruh pelaksanaan penelitian ini, dapat dilihat pada diagram alir di bawah ini:



Gambar 3. Diagram alir penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, pompa air type DB-125B yang akan digunakan sebagai turbin, dan akan dipelajari unjuk kerjanya. Setelah pompa terpasang pada dudukannya dan air dijalankan untuk menggerakkan pompa, maka pompa akan berputar. Namun berapa besar daya belum dapat diketahui. Untuk mengetahui berapa besar daya maka perlu diambil data. Tujuan dari pengambilan data adalah untuk memilih H dan yang Q sesuai, yang dapat menghasilkan daya maksimum, karena pada Q dan H tertentu daya sebaliknya menurun. H dan Q akan membesar sampai pada Q tertentu, maka daya maksimal setelah itu walaupun Q diperbesar maka daya akan menurun lagi. Dengan demikian akan dipilih Q dimana daya maksimum.

4.1 Hasil Pengolahan Data

Hasil pengolahan data diperlihatkan dalam tabel berikut.

Tabel 1. Hasil Perhitungan pada Pengamatan

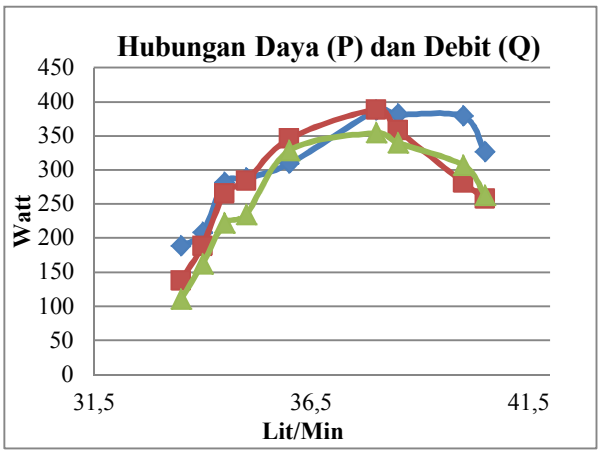
Q (lit/min)	W1 (N)	W2 (N)	n rpm	T (Nm)	v (m/s)	Ω (rad/s)	Pm (watt)	H (m)
33,5lit/min	0	1,2	590	3,06	1,57396	61,7847	189,061	34,5175
	0,4	2,4	430	5,1	1,14713	45,0295	229,65	41,9281
	0,8	2,6	230	4,59	0,61358	24,0855	110,553	20,184
34lit/min	0	1,2	650	3,06	1,73403	68,0678	208,288	37,4685
	0,4	2	590	4,08	1,57396	61,7847	252,081	45,3465
	0,8	2,4	380	4,08	1,01374	39,7935	162,358	29,2062
34,5lit/min	0	1,2	880	3,06	2,34761	92,1534	281,989	49,9915
	0,4	1,8	710	3,57	1,89409	74,351	265,433	47,0564
	0,8	2,4	520	4,08	1,38722	54,4543	222,173	39,3872
35lit/min	0	1,2	900	3,06	2,40096	94,2478	288,398	50,3972
	0,4	1,9	730	3,825	1,94745	76,4454	292,404	51,0972
	0,8	2,4	550	4,08	1,46725	57,5959	234,991	41,0644
36lit/min	0	1	1160	2,55	3,09457	121,475	309,761	52,6267
	0,4	2	810	4,08	2,16087	84,823	346,078	58,7968
	0.8	2.4	770	4.08	2.05416	80.6342	328.988	55.8932
38lit/min	0	1,2	1210	3,06	3,22796	126,711	387,735	62,4071
	0,4	2	910	4,08	2,42764	95,295	388,804	62,579
	0,8	2,4	830	4,08	2,21422	86,9174	354,623	57,0776
38,5lit/min	0	1,1	1300	2,805	3,46806	136,136	381,861	60,6633
	0,4	1,5	1220	2,805	3,25464	127,758	358,361	56,9302
	0,8	2,1	980	3,315	2,61438	102,625	340,203	54,0455
40lit/min	0	1	1420	2,55	3,78818	148,702	379,19	57,9802
	0,4	1,2	1380	2,04	3,68148	144,513	294,807	45,0775
	0,8	1,8	1150	2,55	3,0679	120,428	307,091	46,9558
40,5lit/min	0	0,8	1530	2,04	4,08164	160,221	326,851	49,3603
	0,4	1,1	1450	1,785	3,86822	151,844	271,041	40,9319
	0,8	1,6	1230	2,04	3,28131	128,805	262,763	39,6818

Hubungan Daya terhadap Debit (Q)

Dari hasil pengamatan dan data yang diperoleh diperlihatkan dalam Tabel 1 Pada grafik terlihat tiga buah kurva tipikal, yang umumnya menggambarkan sebuah performansi turbin. Tipikal I yaitu yang berwarna biru ialah untuk beban W_W= 0 N, tipikal II berwarna merah untuk beban

W_W= 0,4 N, dan untuk tipikal III berwarna hijau untuk beban W_W= 0,8 N. Ketika air dijalankan pada berbagai Q maka Q = 38 litre/minute menghasilkan daya W_W= 387 Watt pada tipikal I, daya P_W= 388 Watt pada tipikal II, dan daya P_W= 354 Watt untuk tipikal III.

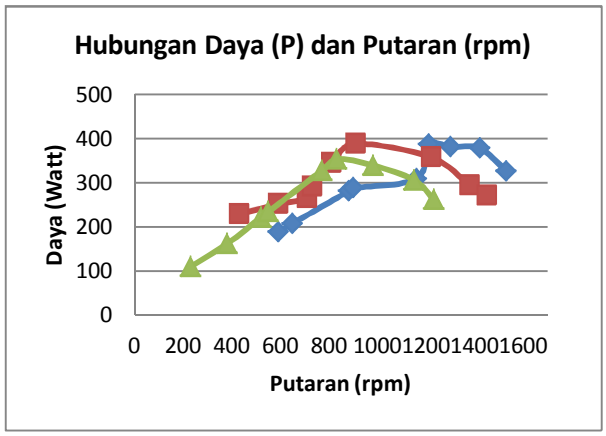
Hasil pengolahan data dan pengamatan yang telah dilakukan sebelumnya, diperlihatkan dalam grafik 1, dimana dapat dilihat pada daya maksimum berada pada Q = 38 lit/min dan daya tidak lagi naik pada debit ke tingkatan selanjutnya, bahkan daya sebaliknya menurun, sebelumnya telah uji dalam hasil perhitungan yang terdapat pada tabel 1 (Hasil Perhitungan Pada Pengamatan), dan dari hasil perhitungan tersebut dapat diperlihatkan dalam bentuk grafik 1 di bawah ini:



Grafik 1. Hubungan Daya Terhadap Debit

Hubungan Daya terhadap Putaran (Rpm)

Hubungan daya terhadap putaran diperlihatkan pada Grafik 2, dimana kurva menunjukkan berbagai putaran dengan daya yang dihasilkan, bisa dilihat dalam Grafik 2 bahwa pada titik tertentu putaran turbin dapat menghasilkan daya yang besar tetapi daya akan menurun pada putaran maksimum turbin. Itu membuktikan bahwa pada kenyataannya putaran maksimum turbin daya yang dihasilkan belum tentu besar. Tipikal I yaitu yang berwarna biru ialah untuk beban W_W= 0 N, tipikal II berwarna merah untuk beban W_W= 0,4N, dan tipikal III yang berwarna hijau untuk beban W_W= 0,8 N. Grafik 2 hampir menyerupai Grafik 1 hanya saja data yang diplot disini adalah menurut daya dan putaran.



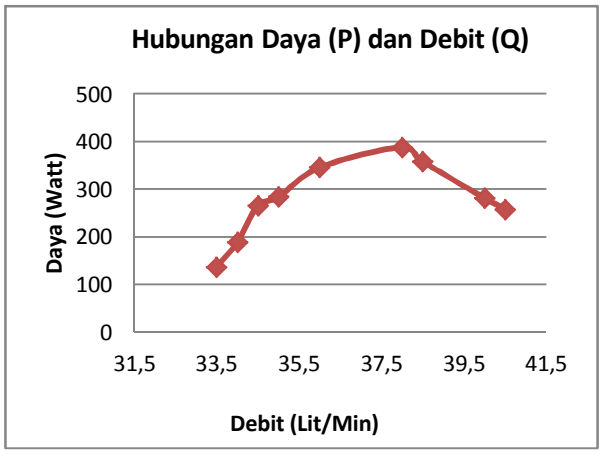
Grafik 2. Hubungan Daya Terhadap Putaran

4.2 PEMBAHASAN

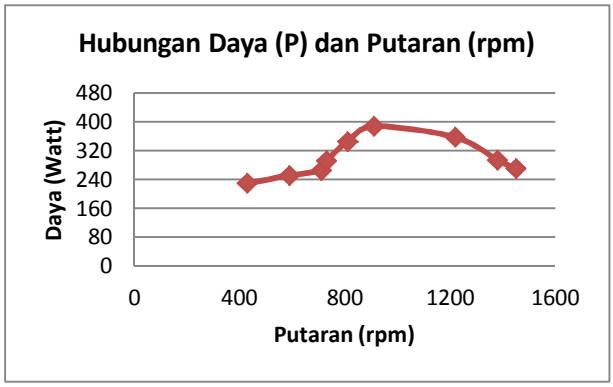
Ketiga kurva, Grafik 1 dan Grafik 2 memperlihatkan hubungan daya terhadap debit dan hubungan daya terhadap putaran, dari grafik tipikal yang diperoleh dipilih kurva pada titik maksimum, yaitu pada Q = 38 lit/min. Dengan berbagai beban yang dipasok maka Pm turbin yang tersedia 387 Watt, 388 Watt, dan 354 Watt. Dari tersebut dipilih daya maksimum pada Q = 38 lit/min, dan H = 62,5 m, maka kisaran daya akan berada dari 354,623 - 388,8035 Watt dan n = 910 rpm. Ini merupakan daya yang disediakan oleh sebuah pompa yang difungsikan sebagai turbin jadi padanya jika air sebanyak 38 lit/min dari ketinggian *head* sebesar 62,5 meter, akan menghasilkan daya 388 Watt atau 0,388 kW. Kurva yang dipilih diperlihatkan pada Grafik 3 dan 4

Tabel 2. Nilai maksimum
Q = 38 litre/minute

W1	0	0,4	0,8
W2	1,2	2	2,4
N	1210	910	830
T = (W2-W1).r	3,06	4,08	4,08
Pm = T.ω	387,7354	388,8035	354,623



Grafik 3. Nilai maksimum daya pada debit Q = 38 lit/min



Grafik 4. Nilai maksimum daya pada putaran n = 910 rpm

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengolahan data dan pengamatan yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan:

1. Pompa air type DB-125B ketika difungsikan sebagai turbin menghasilkan daya yang bervariasi. Dengan pengolahan data dan perhitungan, bisa dilihat daya maksimum yang dihasilkan turbin ini bisa mencapai 388 Watt pada debit Q = 38 lit/min dimana turbin tersebut digerakkan dengan 3 buah pompa air yang dirangkai secara seri dan pararel.
2. Putaran maksimum dari turbin ini adalah sebesar 1530 rpm, akan tetapi putaran tinggi yang dihasilkan turbin ini tidak menjamin turbin dapat menghasilkan daya yang besar. Daya yang besar terdapat pada putaran 910 rpm. Hal ini menjelaskan bahwa pada putaran tertentu maka turbin bisa menghasilkan daya maksimum dan selanjutnya daya bisa menurun (daya kecil) pada putaran maksimum turbin.

5.2 Saran

1. Perhatikan kondisi alat sebelum melakukan penelitian, khususnya adalah alat-alat ukur yang akan digunakan. Lakukan tes awal berulang-ulang kali sebelum pengambilan data untuk memastikan alat-alat tersebut tidak mengalami kerusakan. Hal ini dilakukan agar pengukuran dapat bekerja dengan maksimal.
2. Kepada peneliti selanjutnya diharapkan lebih memperhatikan ketelitian dalam pengambilan data, dan sebaiknya dilakukan secara berulang-ulang agar hasil yang diperoleh bisa maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

Arismunandar, W. 1997. *Penggerak Mula Turbin, Edisi Kedua*. Bandung: ITB

Dandekar M.M dan K.N Sharma, 1991. *Pembangkit Listrik Tenaga Air, terjemahan Setyadi, Bambang dan Sutjiningsih*. Jakarta: UI

Einsering, M. 1994. *Turbin Pelton Mikro, terjemahan Sunanto, Edy. M*. Yogyakarta: Andi offfset

Harvey A, *et al*, 2006. *Mikro Hidro Design Manual*. ITDG publishing Warwickshire UK.

B. S. Anwir. 1994. *Pompa edisi kesatu*. Jakarta: Penerbit BHRATARA.

Japan International Coorperation Agency (JICA) dan Institut Bisnis dan Ekonomi Kerakyatan (IBEKA). 2003. *Manual Pembangunan PLTMH*. Jakarta, Indonesia

Patty O. F, 1995. *Tenaga Air*. Jakarta: Erlangga

Soplanit.G. 2007, *Penuntun Praktikum Turbin Pelton* Jurusan Tekink Mesin Fakultas Teknik Unsrat. Manado

http://luk.staff.ugm.ac.id

http://Rahmata13.files.wordpress.com

http://Wong168.wordpress.com