

ANALISIS TEKANAN POMPA TERHADAP DEBIT AIR

Siswadi

Abstrak: Dengan ketersediannya ilmu mekanika fluida maka spesifikasi teknis yang berkaitan dengan aplikasi tekanan pompa terhadap debit air sangat langka, oleh sebab itu perlu dibuatkan model *prototype* turbin air untuk dapat dilakukan pengujian-pengujian tersebut, untuk mendapatkan parameter yang berpengaruh pada pengoperasian pompa air. Pada penelitian ini telah dilakukan perancangan pompa air dan yang diaplikasikan dengan pompa air sekaligus pembuatannya. Berdasarkan pemikiran itu dilakukan pembuatan trainer dan pengujiannya untuk mendapatkan energi listrik dalam skala kecil. Dengan memanfaatkan energi air sebagai sumber energinya dan turbin sebagai penggerak pompa untuk mendapatkan debit air. Di dalam hasil penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut : tekanan pompa berpengaruh terhadap debit air, semakin besar tekanan yang diberikan pada debit air terapung maka debit air akan semakin besar. Tekanan pompa dapat mempengaruhi debit air pada v-notch.

Kata kunci: tekanan, pompa, mekanika fluida, debit air

Salah satu sumber energi terbaru yang sangat berpotensi di negara kita adalah pemanfaatan energi air. Pemanfaatan energi tersebut dilakukan secara meluas diseluruh Indonesia, tepatnya di pulau-pulau besar yang ada di negara kita. Apabila pemanfaatan energi tersebut dilakukan, maka peluang untuk keluar dari krisis tenaga listrik akan semakin besar.

Energi air adalah suatu tenaga yang dihasilkan oleh aliran air. Energi yang dimiliki air dapat dimanfaatkan dan digunakan dalam wujud mekanis maupun energi listrik. Pemanfaatan energi air banyak dilakukan dengan menggunakan kincir air atau turbin air, dimana aliran sungai atau air terjun berfungsi sebagai penggerak sehingga dapat menghasilkan suatu energi listrik. Sejak awal abad 18, kincir air telah banyak dimanfaatkan sebagai penggerak gilingan gandum, penggergajian kayu dan mesin tekstil. Sampai sekarang penggunaan kincir masih banyak digunakan, khususnya untuk pembangkit tenaga listrik. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui dan memahami tentang mesin turbin air serta mengetahui tinggi air yang melewati sudut V pada reservoir atas.

TINJAUAN PUSTAKA

Air merupakan sumber energi yang murah dan relatif mudah di dapat, karena pada air tersimpan energi potensial (pada air jatuh) dan energi kinetik (pada air mengalir). Tenaga air (Hydropower) adalah energi yang diperoleh dari air yang mengalir. Energi yang dimiliki air dapat dimanfaatkan dan digunakan dalam wujud energi mekanis maupun energi listrik. Pemanfaatan energi air banyak dilakukan dengan menggunakan kincir air atau turbin air.

Besarnya tenaga air yang tersedia suatu sumber air bergantung pada besarnya head dan debit air. Dalam hubungan dengan reservoir air maka head adalah beda ketinggian antara muka air pada reservoir dengan muka air keluar dari kincir air / turbin air. Total energi yang tersedia dari suatu reservoir air adalah merupakan energi potensial air yaitu:

$$E_p = mgh \dots\dots\dots 1$$

Dimana : E_p = adalah energi potensial air (joule) ; m = adalah massa air ; h = adalah head (m) ; g = adalah percepatan gravitasi (m/s^2) . Selain memanfaatkan air

jatuh hydropower dapat diperoleh dari aliran air rata. Dalam hal ini energi yang tersedia merupakan energi kinetik.

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 \dots\dots\dots 2$$

Di mana : E adalah energi kinetis air (Joule) ; v adalah kecepatan aliran air (m/s)

Klasifikasi Pompa

Pompa adalah suatu alat yang digunakan untuk memindahkan suatu cairan dari suatu tempat ke tempat lain dengan cara menaikkan tekanan cairan tersebut. Kenaikan tekanan cairan tersebut digunakan untuk mengatasi hambatan-hambatan pengaliran. Hambatan-hambatan pengaliran itu dapat berupa perbedaan tekanan, perbedaan ketinggian atau hambatan gesek. Secara umum pompa dapat diklasifikasikan menjadi 2 bagian yaitu :

a. Pompa Reciprocating

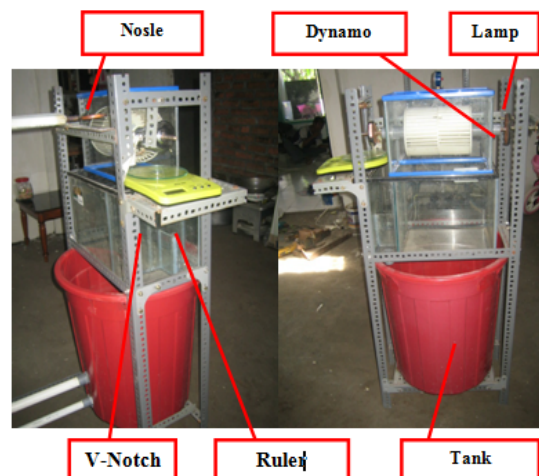
Pompa Reciprocating adalah pompa pompa dimana energi mekanik dari penggerak pompa diubah menjadi energi aliran dari cairan yang dipompa dengan menggunakan elemen yang bergerak bolak-balik di dalam silinder. Ketika volume silinder membesar akibat gerakan piston atau plunyer maka tekanan dalam silinder akan turun dan relative lebih kecil daripada tekanan pada sisi isap, sehingga fluida pada sisi isap akan masuk ke dalam pompa. Sebaliknya ketika volume silinder mengecil akibat gerakan piston atau plunyer maka tekanan dalam silinder akan naik sehingga fluida akan tertekan keluar. Pompa reciprocating mempunyai tekanan yang tinggi sehingga mampu melayani system dengan head yang tinggi. Tekanan yang dihasilkan tidak tergantung pada kapasitas tetapi tergantung pada daya penggerak dan kekuatan bahan.

b. Pompa Rotari

Pompa rotari adalah pompa perpindahan positif dimana energi mekanis ditansmisikan dari mesin penggerak ke cairan dengan menggunakan elemen yang berputar (rotor) di dalam rumah pompa (casing). Pada waktu rotor berputar di dalam rumah pompa, akan terbentuk kantong-kantong yang mula-mula volumenya besar (pada sisi isap) kemudian volumenya berkurang (pada sisi tekan) sehingga fluida akan tertekan keluar.

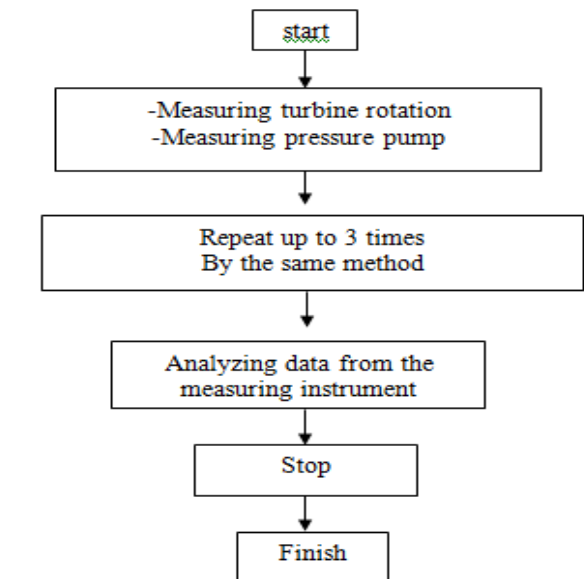
Metode Pengujian

Dalam penelitian ini, eksperimen dilakukan pada Trainer Mekanika Fluida yang bisa dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 1. Instalasi turbin air

Penelitian ini dititik beratkan pada pengamatan percobaan secara langsung di alat dan studi literatur. Secara umum, langkah dan prosedur eksperimen ini secara berurutan dapat dijelaskan dan digambarkan dalam flowchart sebagai berikut :



Gambar 2. Prosedure of Experiments

Alat yang dipakai dalam pengujian ini adalah trainer mesin mekanika fluida yang mempunyai spesifikasi sebagai berikut; Kerangka besi,,: Tebal =1 mm, lebar=4 x 4 mm, panjang =3 m. dan Pompa air: Volt=: 220 V/50 Hz, 0,4 A, putaran=1500 rpm. Pipa PVC=3/4" dan 1". Bak penampung air. Kincir air: panjang =200 mm, diameter=150 mm. Poros kincir: Panjang =400mm, diameter=12mm.

Kemudian beberapa instrumen pengukuran yang digunakan adalah :

Tachometer

Tachometer adalah sebuah instrumen atau alat yang mampu untuk mengukur kecepatan putaran dari poros atau piringan,seper ti yang terdapat pada sebuah motor atau mesin lainnya. Alat ini biasanya menampilkan revolutions perminute (RPM) pada sebuah pengukur skala analog, namun yang versi tampilan digital juga sudah semakin populer. Tachometer juga sebagai alat Pengukur Kecepatan Putaran Mesin, Mekanisme alat ini mempunyai *connector cable* yang dihubungkan dengan kabel busi sepeda motor (cukup dijapitkan).



Gambar 3. Tacho Meter

Pressure gauge

Pressure gauge atau disingkat PG adalah alat instrumentasi yang berfungsi sebagai indikator atau penunjuk besarnya tekanan dari fluida yang ada dalam perpipaan atau alat proses. Untuk mempermudah bagian operasi atau operator memonitor besarnya tekanan operasi, maka biasanya pada pressure gauge diberi batas bawah (minimum) dan batas atas (maksimum). Kedua batas tadi menunjukkan kondisi normal tekanan. Dan apabila seorang operator pada saat melakukan pencatatan data pada log sheet menemukan data di luar batas di atas, maka dengan mudah ia bias mengenali adanya kondisi tidak normal atau tidak stabil.



Gambar 4 Pressure Gauge

Pada penelitian turbin air ini *pressure gauge* berfungsi sebagai pengukur tekanan aliran air yang masuk melalui pipa yang menuju ke turbin. Pressure gauge diidentifikasi penggunaannya sesuai dengan buku informasi model pressure gauge yang digunakan dalam pengukuran sesuai dengan SOP dan perlu dirawat juga disimpan pada tempat sesuai dengan buku informasi penyimpanan pressure gauge.

Valve

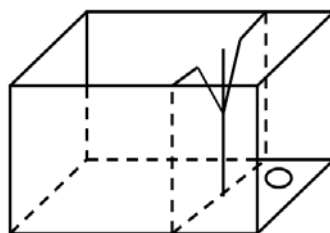
Valve merupakan komponen yang berfungsi mengatur keluar masuknya air yang mengalir melalui pipa, pembukaan pipa tergantung pada kebutuhan penelitian yang akan dilaksanakan, semakin besar putaran tuas kran maka akan semakin deras air yang mengarah pada turbin air. Apabila putaran valve ditutup maka pompa akan mati karena air tidak dapat mengalir dan laju turbin pun akan berhenti.

Dinamo

Dinamo merupakan komponen yang dipergunakan untuk berbagai aktifitas ataupun kegiatan tertentu, pada sepeda motor listrik dari dinamo bisa langsung untuk menyalakan lampu dan juga mengisi baterai. Selain jadi lebih ringan, karena memanfaatkan rasio gir di ujung kabel dalam tromol sepeda, juga putarannya bisa lebih besar, tinggal menambahkan rangkaian untuk menstabilkan dan membatasi arus agar pengisian baterai bisa optimal.

V-notch

V-notch berfungsi sebagai penampung air yang jatuh dari putaran turbin dengan bentuk persegi panjang yang didalamnya ada penyekat air membentuk huruf V untuk mengetahui berapa debit air yang dialirkan pompa per detik, Setiap air yang jatuh kedalam bak penampung selalu melalui v-notch yang memudahkan dalam penelitian pengamatan debit air.



Gambar 5 V-Notch

Mistar ukur / Penggaris

Penggaris adalah sebuah alat pengukur dan alat bantu gambar untuk menggambar garis lurus. Terdapat berbagai macam penggaris, dari mulai yang lurus sampai yang berbentuk segitiga (biasanya segitiga siku-siku, sama kaki dan segitiga siku-siku 30°–60°). Dalam pengamatan turbin air, penggaris digunakan sebagai pengukur jumlah debit air yang berada pada bagian depan v-notch. Sehingga air yang berada pada ruang penampung dapat diketahui berapa banyak air pada ruangan tersebut. Besarnya nilai yang ditunjukkan oleh penggaris sesuai dengan tinggi air yang berada pada V-Notch, sehingga dapat diketahui berapa air yang dikeluarkan oleh nosel pada tiap detiknya.

Bak Penampung

Bak penampung digunakan sebagai tempat penyimpanan air juga sebagai titik akhir jatuhnya air dari proses perputaran turbin air, besar kecilnya bak tergantung pada kebutuhan pemakaian instalasi dan juga menyesuaikan empat yang akan dibuat penelitian yang akan dilakukan. Debit air yang ada pada bak penampung harus di atas batas pipa yang masuk ke pompa, banyaknya air yang berada pada bak juga dipengaruhi oleh kecepatan putaran turbin air, semakin cepat putaran turbin maka akan semakin banyak air yang berada pada bak penampung.

PEMBAHASAN

Dalam pengujian ini, data yang diamati adalah tekanan pompa yang menghasilkan putaran turbin terhadap debit air yang melalui sudut V. data yang diperoleh dari penelitian ini adalah tekanan pompa dan debit air, pada proses penghitungan dari pembacaan alat ukur pressure gauge dan mistar. Proses penghitungan ini merupakan konversi dari data hasil pengukuran pada pembacaan pressure gauge dan pada mistar, yang kemudian diplot dalam suatu table dan grafik agar mudah dianalisa. Data yang diambil menggunakan peralatan ukur *pressure gauge* dan lainnya, karena keterbatasan alat ukur maka data yang diambil kurang lengkap, namun dapat kita asumsikan. Adapun data yang dipakai contoh perhitungan dan perbandingan.

Sebelum percobaan turbin air dihidupkan selama 10 sampai 15 menit agar mencapai putaran kerja normal, selanjutnya mengukur tekanan pompa dengan kecepatan yang berbeda-beda, kemudian mengukur debit air yang melalui sudut V, dan waktu yang dipergunakan dapat ditulis sesuai tabel berikut ini:

Tabel 1. Eksperimen-1: Tekanan dan Putaran

Bukaan Katup (X)	Pipa Ø 1" dengan Nosel Ø 10,9 mm	
	Tekanan (Psi)	Putaran (Rpm)
1	9,1	342
2	5	439
3	2,8	456
4	2,5	528
5	2,3	462

Berdasarkan eksperimen pertama variabel tekanan terhadap putaran (tabel 1) maka nilai yang sudah di rata-rata dari 5 kali percobaan dihasilkan bahwa bukaan katup pertama dengan tekanan 9,1 psi menghasilkan kecepatan putaran turbin 342 rpm. Bukaan katup kedua dengan tekanan 5 psi dihasilkan kecepatan putaran turbin 439 rpm. Bukaan katup ketiga dengan tekanan 2,8 psi maka dihasilkan kecepatan putaran turbin 456 rpm. Bukaan katup keempat dengan tekanan 2,5 psi maka dihasilkan kecepatan

putaran turbin 528. Buka an katup kelima dengan tekanan 2,3 psi maka dihasilkan kecepatan putaran turbin 462 rpm.

Tabel 2. Eksperimen-1: Tekanan dan Debit Air

Buka an Katup (X)	Pipa Ø 1" dengan Nosel Ø 10,9 mm	
	Tekanan (Psi)	debit Air(cm ³)
1	9,1	20,93
2	5	21,5
3	2,8	9,8
4	2,5	6,5
5	2,3	6,9

Berdasarkan eksperimen pertama variabel tekanan terhadap debit air (tabel 2) maka nilai yang sudah di rata-rata dari 5 kali percobaan dihasilkan bahwa buka an katup pertama dengan tekanan 9,1 psi menghasilkan debit air 20,93 cm³. Buka an katup kedua dengan tekanan 5 psi menghasilkan debit air 21,5 cm³. Buka an katup ketiga dengan tekanan 2,8 psi menghasilkan debit air 9,8 cm³. Buka an katup keempat dengan tekanan 2,5 psi menghasilkan debit air 6,5 cm³. Buka an katup kelima dengan tekanan 2,3 psi menghasilkan debit air 6,9 cm³.

Tabel 3. Eksperimen-2: Tekanan dan Putaran

Buka an Katup (X)	Pipa Ø 1" dengan Nosel Ø 6,3 mm	
	Tekanan (Psi)	Putaran (Rpm)
1	13	790
2	9,8	722
3	9,5	786
4	9,5	794
5	9,5	793

Berdasarkan eksperimen kedua variabel tekanan terhadap putaran (tabel 3) maka nilai yang sudah di rata-rata dari 5 kali percobaan dihasilkan bahwa buka an katup pertama dengan tekanan 13 psi menghasilkan kecepatan putaran turbin 790 rpm. Buka an katup kedua dengan tekanan 9,8 psi menghasilkan kecepatan putaran turbin 722 rpm. Buka an katup ketiga dengan tekanan 9,5 psi menghasilkan kecepatan putaran turbin 786 rpm. Buka an katup keempat dengan tekanan 9,5 psi menghasilkan kecepatan putaran turbin 794 rpm. Buka an katup kelima dengan tekanan 9,5 psi , menghasilkan kecepatan putaran turbin 793 rpm.

Tabel 4. Eksperimen-2: Tekanan dan Debit Air

Buka an Katup (X)	Pipa Ø 1" dengan Nosel Ø 6,3 mm	
	Tekanan (Psi)	Debit air (cm ³)
1	13	39
2	9,8	34,3
3	9,5	14,25
4	9,5	23,75
5	9,5	33,25

Berdasarkan eksperimen kedua variabel tekanan terhadap debit air (tabel 4) maka nilai yang sudah di rata-rata dari 5 kali percobaan dihasilkan bahwa buka an katup pertama dengan tekanan 13 psi menghasilkan debit air 39 cm³. Buka an katup kedua dengan tekanan 9,8 psi menghasilkan debit air 34,3 cm³. Buka an katup ketiga dengan tekanan 9,5 psi menghasilkan debit air 14,25 cm³. Buka an katup keempat dengan tekanan 9,5 psi menghasilkan debit air 23,75 cm³. Buka an katup kelima dengan tekanan 9,5 psi menghasilkan debit air 33,25 cm³.

Tabel 5. Eksperimen-3: Tekanan dan Putaran

Bukaan Katup (X)	Pipa Ø 3/4" dengan Nosel Ø 10,9 mm	
	Tekanan (Psi)	Putaran (rpm)
1	9,8	226
2	2,5	362
3	2	418
4	2	399
5	2	384

Berdasarkan eksperimen ketiga variabel tekanan terhadap putaran (tabel 5) maka nilai yang sudah di rata-rata dari 5 kali percobaan dihasilkan bahwa bukaan katup pertama dengan tekanan 9,8 psi menghasilkan kecepatan putaran turbin 226 rpm. Bukaan katup kedua dengan tekanan 2,5 psi menghasilkan kecepatan putaran turbin 362 rpm. Bukaan katup ketiga dengan tekanan 2 psi menghasilkan kecepatan putaran turbin 418 rpm. Bukaan katup keempat dengan tekanan 2 psi menghasilkan kecepatan putaran turbin 399 rpm. Bukaan katup kelima dengan tekanan 2 psi menghasilkan kecepatan putaran turbin 384 rpm.

Tabel 6. Eksperimen-3: Tekanan dan Debit Air

Bukaan Katup (X)	Pipa Ø 3/4" dengan Nosel Ø 10,9 mm	
	Tekanan (Psi)	Debit air (cm ³)
1	12,3	43,05
2	10	25
3	9,5	23,75
4	9,5	29,45
5	9,5	28,5

Berdasarkan eksperimen ketiga variabel tekanan terhadap debit air (tabel 6) maka nilai yang sudah di rata-rata dari 5 kali percobaan dihasilkan bahwa bukaan katup pertama dengan tekanan 12,3 psi menghasilkan debit air 43,05 cm³. Bukaan katup kedua dengan tekanan 10 psi menghasilkan debit air 25 cm³. Bukaan katup ketiga dengan tekanan 9,5 psi menghasilkan debit air 23,75 cm³. Bukaan katup keempat dengan tekanan 9,5 psi menghasilkan debit air 29,45 cm³. Bukaan katup kelima dengan tekanan 9,5 psi menghasilkan debit air 28,5 cm³.

Tabel 7. Eksperimen-4: Tekanan dan Putaran

Bukaan Katup (X)	Pipa Ø 3/4" dengan Nosel Ø 6,3mm	
	Tekanan (Psi)	Putaran (rpm)
1	12,3	673
2	10	843
3	9,5	851
4	9,5	862
5	9,5	853

Berdasarkan eksperimen keempat variabel tekanan terhadap putaran (tabel 7) maka nilai yang sudah di rata-rata dari 5 kali percobaan dihasilkan bahwa bukaan katup pertama dengan tekanan 12,3 psi menghasilkan kecepatan putaran turbin 673 rpm. Bukaan katup kedua dengan tekanan 10 psi menghasilkan kecepatan putaran turbin 843 rpm. Bukaan katup ketiga dengan tekanan 9,5 psi menghasilkan kecepatan putaran turbin 85 rpm. Bukaan katup keempat dengan tekanan 9,5 psi menghasilkan kecepatan putaran turbin 862 rpm. Bukaan katup kelima dengan tekanan 9,5 psi menghasilkan kecepatan putaran turbin 853 rpm.

Tabel 8. Eksperimen-4: Tekanan dan Debit Air

Bukaan Katup (X)	Pipa Ø 3/4" dengan Nosel Ø 6,3mm	
	Tekanan (Psi)	Debit Air(cm ³)
1	12,3	43,05
2	10	25
3	9,5	23,75
4	9,5	29,45
5	9,5	28,5

Berdasarkan eksperimen keempat variabel tekanan terhadap debit air (tabel 8) maka nilai yang sudah di rata-rata dari 5 kali percobaan dihasilkan bahwa bukaan katup pertama dengan tekanan 12,3 psi menghasilkan debit air 43,05 cm³. Bukaan katup kedua dengan tekanan 10 psi menghasilkan debit air 25 cm³. Bukaan katup ketiga dengan tekanan 9,5 psi menghasilkan debit air 23,75 cm³. Bukaan katup keempat dengan tekanan 9,5 psi menghasilkan debit air 29,45 cm³. Bukaan katup kelima dengan tekanan 9,5 psi menghasilkan debit air 28,5 cm³.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil beberapa eksperimen dalam penelitian ini dapat disimpulkan bahwa besaran variabel tekanan pompa berpengaruh terhadap besaran putaran turbin. besaran variabel tekanan pompa juga berpengaruh terhadap besaran debit air yang dihasilkan. Semakin besar tekanan pompa yang diberikan maka debit air yang dihasilkan semakin banyak. tekanan pompa berpengaruh terhadap debit air, semakin besar tekanan yang diberikan pada debit air terapung maka debit air akan semakin besar. Tekanan pompa dapat mempengaruhi debit air pada v-notch.

DAFTAR PUSTAKA

- Daugherty, R.Z., Franzini, J.J., Finnere. 1989. *Fluid Mecanics with Engineering Application*, Mc.GrawHill Book Company, Singapore.
- Haimerl, LA. 1960. *The Crossflow Turbine*. Jerman Barat.
- Lal, Jagdish. 1975. *Hidrulic machine*, New Delhi : Metropolitan book co private l^{ed}.
- Sularso. 2006. *Pompa dan Kompresor*, Pradnya Paramita, Jakarta.
- <http://www.chemistry.about.com>, *Properties Fluids*, Los Amos National Laboratory.