

Kajian Rancangan Dan Permasalahan Instalasi Pengujian Pompa Dan Turbin Model PLMTH Di STT-PLN

Eko Sulisty

Jurusan D3 Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknik – PLN

Email : eko.sulisty@gmail.com

Gita Puspa Artiani

Jurusan Teknik Sipil, Sekolah Tinggi Teknik – PLN

Email : gita_artiani@yahoo.com

Teguh Febriyanto

Jurusan D3 Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknik – PLN

Abstract

In testing the water turbine installation should be able to test various types of water turbines and their characteristics. Known models such as the type of turbine, turbine pelton, francis, propeller / kaplan, and cross flow. pelton turbine is a turbine that has the characteristics of high head and a small discharge, whereas francis turbine for medium and discharge head being, as well as a turbine propeller / kaplan for low head and large discharge. The test installation shall be able to accommodate the needs of characteristics (needs) of each turbine. Besides the problems of installation testing is also required measuring tools to measure / determine the magnitude of the parameter-parameter time of testing, such as the flow of water entering the turbine, a large head of the turbine, the greater the power of the turbine, and the amount of rotation of the turbine when pengujian. Semua case must be thought out and designed to meet the requirements and testing purposes so that the results meet the desired accuracy.

Keywords: Pump, Installation testing MHP, water turbines.

1. PENDAHULUAN

Dewasa ini sektor pendidikan menjadi prioritas utama di Indonesia dan seiring dengan kemajuan teknologi, pendidikan juga semakin berkembang sehingga membutuhkan infrastruktur yang lengkap untuk sebuah institusi pendidikan. Sebuah perguruan tinggi khususnya jurusan teknik mesin membutuhkan instalasi pengujian turbin air yang harus bisa menguji berbagai jenis turbin model seperti, turbin *pelton*, *francis*, *propeller/kaplan*, dan *cross flow*. Dan sebagai alat untuk mengukur besarnya parameter-parameter saat pengujian tetapi tidak semua perguruan tinggi memilikinya dan salah satunya adalah STT PLN.

Dimana diketahui bahwa masing-masing turbin tersebut mempunyai karakteristik yang berbeda-beda, misal turbin pelton adalah turbin untuk Head yang tinggi dan debit yang kecil, sedangkan turbin francis untuk head sedang dan debit air yang sedang, serta turbin

propeller/kaplan untuk head rendah dan debit yang besar.

Untuk meningkatkan pengetahuan, pengalaman dan pengembangan teknologi dibidang konversi energi maka mahasiswa mencoba mengkaji perancangan dan permasalahan instalasi pengujian PLTMH di STT-PLN. Pengkajian ini untuk keperluan laboratorium fenomena dasar mesin, dimana instalasi pengujian tersebut harus bisa mengakomodir keperluan karakteristik (kebutuhan) masing-masing turbin tersebut. Semua hal tersebut harus dipikirkan dan di rancang agar bisa memenuhi syarat-syarat keperluan pengujian sehingga ketelitian yang diinginkan tercapai.

2. KAJIAN LITERATUR

Turbin Air

Pengertian Turbin

Turbin adalah alat untuk mengubah energi air menjadi energi puntir, Energi puntir ini

kemudian akan diubah menjadi energi listrik yang ditransmisikan pada generator. Energi potensial dari air dalam pipa secara terus menerus berubah menjadi energi kinetis, kemudian didalam turbin, energi kinetis ini diubah menjadi energi mekanis. Perubahan energi pada turbin ini dilakukan oleh *runner* (sudu jalan) yang dihubungkan oleh transmisi untuk memutar generator sehingga energi mekanis dapat dirubah menjadi energi listrik. Turbin air ini memiliki beberapa macam dan jenis menurut penggunaannya tergantung dari lokasi dan potensi lokasi yang akan dipasang turbin air tersebut.

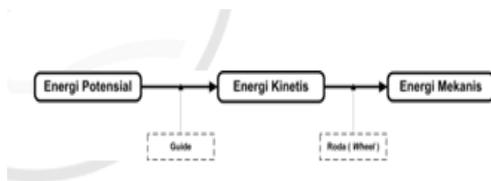
Macam Turbin Air

Turbin air dapat diklasifikasikan berdasarkan beberapa cara, namun yang paling utama adalah klasifikasi turbin air berdasarkan cara turbin air tersebut merubah energi air menjadi energi mekanis yakni :

1. Turbin impuls (aksi)
2. Turbin raksi

Turbin Impuls (aksi)

Turbin impuls adalah turbin air yang cara kerjanya dengan merubah seluruh energi air yang tersedia menjadi energi kinetis untuk memutar turbin, sehingga menghasilkan energi mekanis. Roda turbin berputar pada udara terbuka pada saat air memukul pesangan sudu gerak atau dengan kata lain tidak ada perbedaan teknan pada saat air masuk dan pada saat air meninggalkan turbin. Berikut merupakan diagram alir energi turbin impuls yakni :



Gambar 1. Diagram alir Energi Turbin Impuls

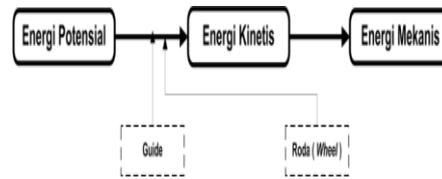
Contoh penggunaan turbin air jenis impuls ini adalah :

1. Turbin Cross Flow
2. Turbin Pelton

Turbin Reaksi

Turbin reaksi adalah turbin air yang cara kerjanya dengan merubah seluruh energi air yang tersedia menjadi energi punter (mekanis). Pada turbin jenis ini, perubahan energi potensial menjadi energi kinetis berlangsung pada guide

dan sisanya pada roda putar (*runner*), sehingga terjadi penurunan tekanan (*pressure drop*) ketika air melewati sudu putar (*runner*). Berikut merupakan diagram alir energi turbin reaksi, yakni :



Gambar 2. Diagram Alir energi Turbin Reaksi

Contoh jenis turbin dari turbin reaksi ini terbagi menjadi dua jenis, yaitu :

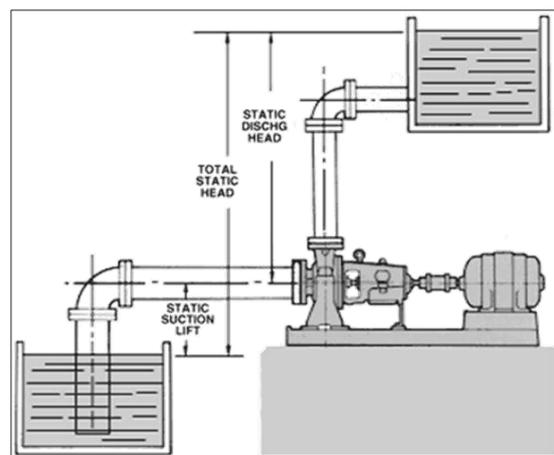
1. Turbin Francis
2. Turbin Kaplan/Propeller

Pengertian Pompa

Pompa adalah sebuah mesin fluida berfungsi untuk memindahkan fluida melalui saluran tertutup dengan mengubah energi mekanis dari penggerak (*driver*) menjadi energi tekan (*pressure*) terhadap fluida sehingga akan terjadi perpindahan fluida dari suatu tempat ke tempat lainnya.

Macam – macam Rangkaian Pompa Pompa Individual

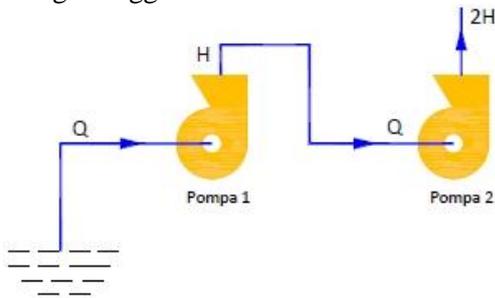
Pompa individual adalah pompa yang bekerja berdasarkan karakteristik tersebut. Jadi, Pompa bekerja sesuai dengan karakteristik H dan Q yang tertera pada plat spesifikasinya.



Gambar 3. pompa individual

Pompa Rangkaian Seri

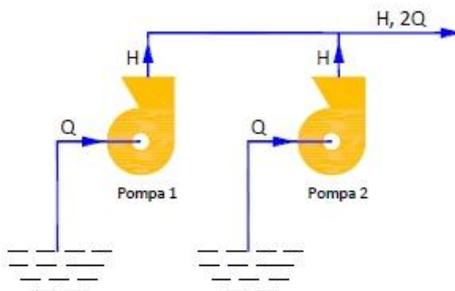
Pompa rangkaian seri adalah pompa kerja ganda atau lebih yang di rangkai seri untuk menambah Head agar tinggi namun debit sama.



Gambar 4. Pompa rangkaian seri

Pompa Rangkaian Paralel

Pompa rangkaian paralel adalah pompa kerja ganda atau lebih yang di rangkai paralel untuk menambah debit yang tinggi namun head tetap.

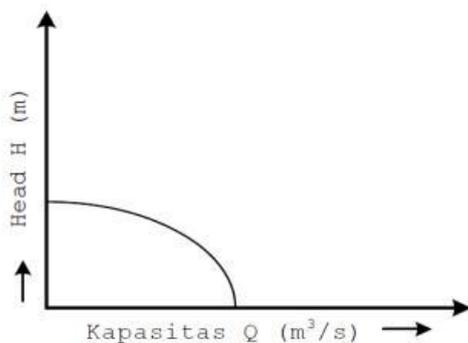


Gambar 5. Pompa rangkaian paralel

Karakteristik Pompa

Pompa Individual

Pompa individual mempunyai karakteristik (H-Q) berdasarkan spesifik pompa tersebut.



Gambar 6. Grafik hubungan antara Head dengan Debit pompa tunggal

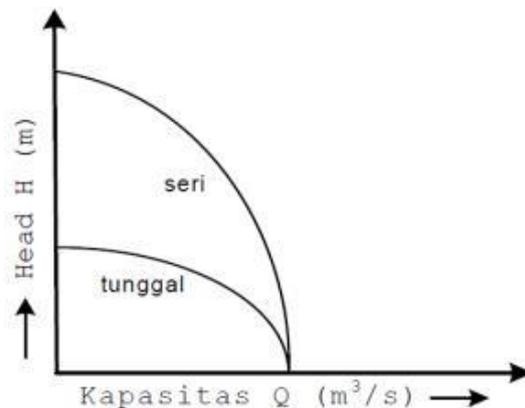
Pompa rangkaian seri

Tujuan pompa dipasang secara seri adalah untuk meningkatkan tekanan pada jaringan pipa. Syarat

utama jika pompa akan dipasang seri adalah pompa-pompa tsb. minimal harus mempunyai kapasitas/debit yang sama ($Q_1 = Q_2 = Q_3$ dst), sedangkan tekanan pompa diijinkan bervariasi. Jadi hasil pompa yang dipasang seri adalah sebagai berikut:

$$Q_{\text{seri}} = Q_1 = Q_2 = Q_3 \text{ dst dan}$$

$$H_{\text{seri}} = H_1 + H_2 + H_3 \text{ dst}$$



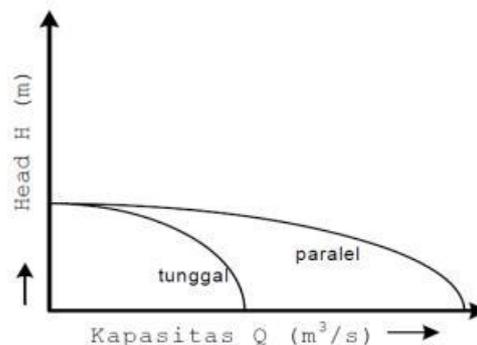
Gambar 7. Grafik hubungan antara Head dengan Debit pompa seri

Pompa rangkaian paralel

Tujuan dari pompa yang dipasang secara paralel adalah untuk menambah kapasitas/debit air dan untuk menghemat listrik dengan mengatur hidup/mati pompa sesuai dengan debit air yang diperlukan. Syarat utama jika pompa akan dipasang paralel adalah semua pompa harus mempunyai tekanan yang sama ($H_1 = H_2 = H_3$ dst), sedangkan kapasitas pompa bisa bervariasi. Jadi hasil pompa yang dipasang secara paralel adalah sebagai berikut :

$$Q_{\text{paralel}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 \text{ dst dan}$$

$$H_{\text{paralel}} = H_1 = H_2 = H_3 \text{ dst}$$



Gambar 8. Grafik hubungan antara Head dengan Debit pompa paralel

Losses Dalam Pipa

Pengertian Losses

Losses adalah kerugian tekanan yang terjadi pada aliran internal. Aliran internal seperti pada pemipaan sangat sering mengalami losses. Losses terjadi karena berbagai hal seperti gesekan fluida dengan dinding pipa dan adanya hambatan pada pipa seperti belokan, percabangan, katup, dan lain sebagainya.

Pada fluida nyata (riil) aliran yang terjadi akan mengalamigesekan dengan dinding pipa, sehingga akan mengalami kehilangan energi. Head loss terdiri dari :

1. Mayor head loss
2. Minor head loss

3. METODE PENELITIAN

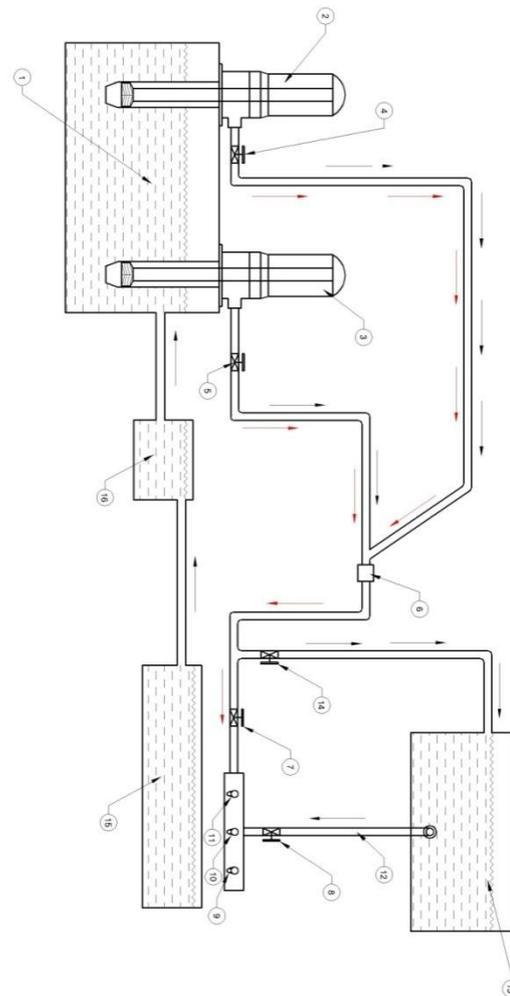
Penelitian ini menggunakan metode perhitungan data secara teoritis dalam pengujian dan membandingkan hasil pengujian pada saat di lapangan sesuai dengan langkah-langkah pengujian. Metode ini bertujuan untuk seberapa besar kemampuan instalasi pengujian untuk memenuhi karakteristik turbin yang terpasang di STT-PLN. Data awal diperoleh dari pengkajian *head* dan debit hasil perhitungan secara teoritis. Data tersebut kemudian kaji ulang pada saat pengujian di lapangan apakah memenuhi dengan teori perhitungan dan juga mengkaji permasalahan yang terjadi di lapangan.

4. ANALISA DAN PEMBAHASAN

Kajian Rancangan

Saat ini di STT-PLN telah membangun PLTMH yang berlokasi di gedung STT-PLN sendiri. Untuk pengoperasiannya PLTMH membutuhkan air sebagai sumber pengerakannya, sedangkan di STT-PLN sumber air tersebut tidak tersedia meskipun dalam skala kecil. Untuk menunjang beroperasinya PLTMH di STT-PLN maka dibutuhkan instalasi dan komponen-komponen pembantu seperti : Pompa air, bak penampung air dengan ketinggian yang cukup dan pipa salurannya. Sebuah instalasi laboratorium turbin model telah terpasang di STT-PLN dengan pompa sentrifugal sebanyak 2 buah yang berfungsi untuk mengisi air bak penampung yang berada di lantai 3 gedung STT-PLN dengan ketinggian ± 11 m, selanjutnya air yang berada di storage tank (bak penampung) dimanfaatkan sebagai penggerak turbin air yang berada di

lantai dasar gedung STT-PLN dan tiga buah turbin model diantaranya turbin pelton, crossflow, dan kaplan. Berikut gambar konsep rancangan instalasi Lab. turbin model di STT-P



Gambar 9. Diagram alir penelitian

Bagian – bagian dari instalasi tersebut adalah sebagai berikut :

- 1) Bak penampungan air untuk pompa (*suction* pompa)
- 2) Pompa 1
- 3) Pompa 2
- 4) Katup pengaman pompa 1 (**K1**)
- 5) Katup pengaman pompa 2 (**K2**)
- 6) *Flow* meter
- 7) Katup pengaman pada pipa menuju turbin (**K3**)
- 8) Katup pengaman pada pipa *penstok*.
- 9) Jenis turbin yang terasng, diantaranya :
 - Turbin *Pelton* dan generator asinkron
 - Turbin *Propeller* dan generator asinkron

- Turbin *Cross Flow* dan generator asinkron
- 10) Pipa *Penstock* (pipa pesat)
- 11) Tangki penampung air atas
- 12) Katup pengaman pada pipa menuju tangki penampung atas (**K5**)
- 13) *Tail race* (saluran pembuangan air)
- 14) Bak pengontrol air.

Dari rancangan instalasi pengujian yang telah dirancang, instalasi tersebut harus mampu memenuhi kebutuhan Head dan Debit masing-masing turbin yang terpasang. Secara teoritis kebutuhan head dan debit masing-masing turbin bisa dipenuhi dengan cara, sebagai berikut :

Pengaturan Head Instalasi Untuk Turbin

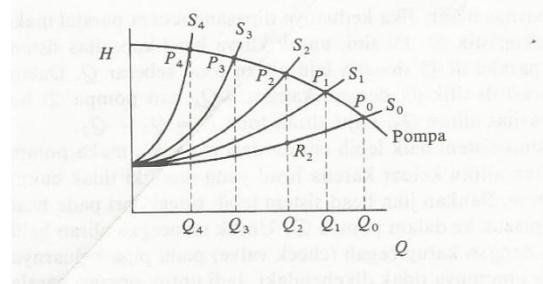
Dalam sebuah instalasi pengujian Head yang perlu di atur. Head yang dibutuhkan turbin dalam instalasi pompa tidak selalu tetap. Karena itu Head harus dapat diatur sesuai kebutuhan. pengaturan Head dapat dilakukan dengan cara merangkai *pompa secara seri* yang bertujuan untuk keperluan head yang tinggi, Tujuan pompa dipasang secara seri yaitu untuk meningkatkan tinggi tekan pada instalasi. Dalam pengaturan *Head* dengan cara merangkai 2 pompa secara seri ini, *Head* yang akan didapat akan jauh lebih tinggi, karena air keluaran dari pompa 1 akan dipompakan kembali oleh pompa 2 sehingga keluaran (discharge) pompa 2 akan mendapatkan Head yang lebih tinggi hingga dua kali lipat.

Pengaturan Debit Instalasi Untuk Turbin

Dalam sebuah instalasi pengujian tak hanya Head yang perlu di atur namun ada hal lainnya yang perlu diatur dalam sebuah pengujian turbin, yaitu pengaturan debit. Laju aliran yang dibutuhkan dalam instalasi pompa tidak selalu tetap. Karena itu Kapasitas aliran harus dapat diatur sesuai kebutuhan. Pengaturan debit dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut :

- 1) Merangkai *pompa secara paralel* yang bertujuan untuk keperluan debit besar, misal Turbin Propeller/Kaplan pengaturan pompa secara paralel ini akan dapat mengatasi kebutuhan debit yang dibutuhkan, karena sebagaimana yang kita ketahui Turbin Kaplan/Propeller itu mempunyai karakteristik debit yang besar namun head yang rendah.
- 2) Pengaturan *bukaan katup* yang bertujuan untuk mengatur banyaknya debit yang

dibutuhkan dengan cara mengatur pembukaan katup. Semakin banyak pembukaan katup yang diberikan semakin banyak debit air yang mengalir dan begitu juga sebaliknya, jika semakin kecil pembukaan katup maka semakin sedikit pula debit air yang mengalir dalam pipa. Misal ketika beroperasi kita membutuhkan debit turbin yang lebih rendah dari spesifikasi pompa dengan bukaan katup 25%, 50%, 75%, dan 100%.



Gambar 10. Gambar Kurva Pengaturan Katup Pompa

- 3) Sistem *pengaturan putaran pompa* yang bertujuan untuk banyaknya debit yang dibutuhkan, seperti pada pengaturan head. Pengaturan putaran pompa sampai batas tertentu juga dapat mengukur debit, dengan mempercepat putaran pompa untuk menambah debit yang dibutuhkan. Dengan putaran pompa *Debit* dalam sebuah instalasi dapat di kendalikan sesuai kebutuhan yang diinginkan. Perubahan *Debit* selalu diikuti dengan perubahan *Head* yang tertera pada spesifikasi pompa, semakin besar putaran pompa semakin besar Head dan Debit yang dikeluarkan pompa.

Dengan Rumus keserupaan :

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{\sqrt{H_1}}{\sqrt{H_2}}$$

Kesimpulan

1. Dari Identifikasi yang dilakukan spesifikasi pompa yang dipakai dalam pengujian tidak ditemukan, untuk penentuan spesifikasi pompa penulis menentukan dari spesifikasi motor pompa yang terpasang pada motor pompa.

2. Kemampuan instalasi secara paralel bisa dilakukan untuk memenuhi kebutuhan debit turbin, namun terjadi perbedaan kemampuan kerja hasil pengujian dengan spesifikasinya.
3. Pada Lab. Pengujian Turbin Model tidak bisa menggunakan pompa rangkaian seri, karena instalasi pengujian tidak di pasang untuk pompa rangkaian seri.
4. Tangki Penampung di Lantai 3 STT-PLN tidak layak digunakan dalam instalasi pengujian karena bahan material yang digunakan mengalami pengikisan akibat adanya korosi pada setiap sisi dinding tangki penampung atas.

Daftar Pustaka

Fritz Dietzel, *Turbin, Pompa dan Kompresor*, Erlangga, Jakarta, 1993.

Giec, K. *Kumpulan Rumus Teknik*, Jakarta : Pradnya Paramita, 1997

Hendrawan, *Pandangan Baru Pada Mekanisme Kerja Turbin Air Lintang*, Skripsi, ITB,1991

Ir. Sularso, MSME, & Prof. DR. Haruo Tahara. *Pompa Dan Kompresor*. Edisi ke-3. Jakarta: PT. Pradnya Paramita. 1987.

Krivchenko, *Hydraulic Machines Turbines and Pumps*, CRC Press, Florida ,1994.

Nechleba, Miroslav, Dr. Techn, M.E. *Hyroulic Turbine*, *Artia Pregel*, Artia Prague, Czechoslovakia, 1957