

**PERENCANAAN POMPA SENTRIFUGAL UNTUK PENSTABILAN ALIRAN AIR PADA
PENGISIAN BAK PENAMPUNGAN FEEDING TURBIN MIKROHIDRO SKALA
LABORATORIUM**

Sunarno

¹ Dosen Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Tama Jagakarsa, Jl. TB Simatupang No. 152
Tanjung Barat – Jakarta Selatan , 12530

Sun2rn0@gmail.com

<https://orcid.org/000-0002-54844052>

Feby Aliyana

² Mahasiswa Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Tama Jagakarsa, Jl. TB Simatupang No.
152 Tanjung Barat – Jakarta Selatan , 12530

ABSTRAK

Energi erat kaitannya dengan alam dan teknologi. Dari alam energi dihasilkan, dan dengan teknologi energi dapat digunakan secara optimal. Saat ini kebutuhan energi sangatlah meningkat, hal ini di perngaruhi adanya peningkatan perrtambahan penduduk dan aktivitas manusia. Air merupakan salah satu potensi untuk pengembangan energi terbarukan, seperti PLTA (Pembangkit Listrik Tenaga Air). Pembuatan PLTA pasti memerlukan anggaran yang besar, dan butuh riset yang tidak sederhana. Jika rumah tangga memiliki sumber energi sendiri maka penggunaan energi yang dihasilkan oleh pembangkit listrik tenaga besar dapat dialokasikan sepenuhnya pada kebutuhan sehari-hari dan sebagainya. Penelitian ini bertujuan untuk merancang suatu alat pembangkit listrik dengan kapasitas kecil, sebagai alternatif sumber energi untuk konsumsi rumah tangga khususnya masyarakat pada umumnya. Pada rancangan yang dibuat, pompa dipasang untuk mensirkulasikan laju aliran air.

Kata kunci: Sumber energi, Pompa, Laju aliran air.

ABSTRACT

Energy is closely related to nature and technology. Energy is produced from nature, and with energy technology it can be used optimally. Currently the need for energy is increasing, this is influenced by an increase in population growth and human activities. Water is one of the potentials for the development of renewable energy, such as hydropower (hydropower). The construction of a hydropower plant requires a large budget, and requires extensive research. If households have their own energy sources, the use of energy produced by large power plants can be fully allocated to daily needs and so on. This study aims to design a power generator with a small capacity, as an alternative source of energy for household consumption, especially for the general public. In the design made, a pump is installed to circulate the water flow rate.

Keywords: Energy source, Pump, Water flow rate.

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pemanfaatan energi terbarukan telah menjadi fokus utama dalam upaya mengurangi ketergantungan terhadap sumber energi fosil yang terbatas dan mengurangi dampak negatifnya terhadap lingkungan. Salah satu sumber energi terbarukan yang menjanjikan adalah energi mikrohidro, yang memanfaatkan aliran air untuk menghasilkan listrik. Penggunaan mikrohidro dapat dilakukan dalam skala kecil, seperti pada

pengaturan laboratorium, untuk tujuan pembelajaran, riset, dan pengembangan teknologi.

Dalam sistem mikrohidro, pompa sentrifugal memainkan peran penting dalam menjaga stabilitas aliran air yang mengisi bak penampungan feeding turbin mikrohidro. Pompa sentrifugal bertugas memompa air dari sumber aliran menuju bak penampungan agar dapat terus menerus memenuhi kebutuhan aliran air yang dibutuhkan oleh turbin Pelton.

Aliran air yang stabil penting dalam pengoperasian turbin Pelton, karena turbin ini mengubah energi kinetik air menjadi energi mekanik untuk menggerakkan generator listrik. Jika aliran air tidak stabil, dapat mengakibatkan fluktuasi daya dan kinerja yang tidak konsisten pada turbin, yang pada gilirannya akan mempengaruhi keluaran listrik yang dihasilkan.

Dengan memperhatikan pentingnya stabilitas aliran air, perencanaan pompa sentrifugal yang tepat menjadi faktor krusial dalam sistem mikrohidro skala laboratorium. Perencanaan pompa sentrifugal melibatkan pemilihan jenis pompa yang sesuai, perhitungan kebutuhan aliran dan tekanan, serta desain sistem pipa yang efisien.

Selain itu, aspek lain yang perlu dipertimbangkan dalam perencanaan pompa sentrifugal adalah efisiensi energi. Pompa sentrifugal yang efisien akan mengoptimalkan penggunaan energi listrik yang dibutuhkan untuk memompa air, sehingga sistem mikrohidro dapat beroperasi secara ekonomis dan berkelanjutan.

Dalam rangka mencapai tujuan tersebut, penelitian dan perencanaan pompa sentrifugal untuk penstabilan aliran air pada pengisian bak penampungan feeding turbin mikrohidro skala laboratorium sebagai alat pembangkit listrik tenaga mikrohidro dengan turbin Pelton sangat penting untuk dilakukan.

Dalam perencanaan tersebut, beberapa faktor yang perlu dipertimbangkan antara lain:

1. Kebutuhan aliran air: Penentuan kebutuhan aliran air yang stabil merupakan langkah awal dalam perencanaan pompa sentrifugal. Hal ini melibatkan analisis terhadap kapasitas turbin Pelton, efisiensi hidrolis, dan kebutuhan daya yang diinginkan. Selain itu, juga perlu mempertimbangkan faktor-faktor eksternal seperti kebutuhan air untuk keperluan lain dalam laboratorium.
2. Kebutuhan tekanan: Setiap turbin Pelton memiliki kebutuhan tekanan yang spesifik untuk mencapai kinerja yang optimal. Perencanaan pompa sentrifugal harus memperhitungkan tekanan yang diperlukan untuk mengisi bak penampungan dengan aliran air yang cukup dan stabil sesuai dengan kebutuhan turbin.
3. Jenis pompa sentrifugal: Ada berbagai jenis pompa sentrifugal yang tersedia, seperti pompa sentrifugal horizontal, vertikal, atau multistage. Pemilihan jenis pompa yang tepat akan sangat mempengaruhi kinerja keseluruhan sistem. Misalnya, pompa sentrifugal multistage dapat digunakan jika

diperlukan tekanan yang tinggi.

4. Efisiensi energi: Efisiensi energi merupakan faktor penting dalam perencanaan pompa sentrifugal. Pompa sentrifugal yang efisien akan mengurangi konsumsi energi listrik yang dibutuhkan, sehingga sistem mikrohidro dapat beroperasi secara ekonomis dan berkelanjutan. Perencanaan harus mempertimbangkan faktor-faktor seperti efisiensi hidrolis, efisiensi mekanik, dan kebutuhan daya pompa.
5. Desain sistem pipa: Desain sistem pipa yang efisien sangat penting dalam menjaga stabilitas aliran air. Perencanaan harus memperhatikan diameter pipa, panjang pipa, dan kehilangan tekanan dalam sistem. Desain yang baik akan meminimalkan kemungkinan terjadinya turbulensi, pergeseran aliran, atau penurunan tekanan yang dapat mempengaruhi kinerja turbin Pelton.

Dengan melakukan perencanaan pompa sentrifugal yang tepat, sistem mikrohidro skala laboratorium dapat mencapai stabilitas aliran air yang diperlukan untuk mengoptimalkan kinerja turbin Pelton. Hal ini akan berdampak positif pada efisiensi energi, kualitas listrik yang dihasilkan, dan pengembangan teknologi mikrohidro yang lebih lanjut.

Dalam keseluruhan konteks ini, perencanaan pompa sentrifugal untuk penstabilan aliran air pada pengisian bak penampungan feeding turbin mikrohidro skala laboratorium adalah langkah penting dalam menciptakan sistem mikrohidro yang efisien, berkelanjutan, dan memiliki potensi untuk diaplikasikan dalam skala yang lebih besar di masa depan.

B. Rumusan Masalah

Adapun perumusan masalah dalam penelitian kali ini adalah bagaimana merencanakan sistem kerja pompa pada pengisian bak penampungan air untuk *feeding* turbin *mikrohidro* pada alat pembangkit listrik tenaga *mikrohidro* skala laboratorium?

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pompa

Pompa adalah sebuah perangkat mekanis yang digunakan untuk memindahkan cairan atau fluida dari satu tempat ke tempat lain. Fungsinya adalah menciptakan aliran fluida dengan tekanan yang cukup untuk mengatasi hambatan atau perbedaan ketinggian yang ada dalam system.

Pompa bekerja dengan prinsip dasar bahwa energi yang diberikan ke fluida akan

menghasilkan tekanan yang mendorong fluida tersebut bergerak. Pompa dapat digerakkan oleh berbagai sumber energi, seperti motor listrik, mesin pembakaran dalam, tenaga air, atau tenaga manusia.

Ada beberapa jenis pompa yang umum digunakan, termasuk pompa sentrifugal, pompa piston, pompa roda sekrup, dan pompa vakum, antara lain. Setiap jenis pompa memiliki prinsip kerja dan karakteristik yang berbeda, tetapi tujuannya tetap sama, yaitu memindahkan cairan dari satu tempat ke tempat lain.

Pompa sentrifugal menggunakan prinsip gaya sentrifugal yang dihasilkan oleh impeller untuk memindahkan cairan. Pompa piston menggunakan gerakan naik-turun piston untuk menghasilkan aliran. Pompa roda sekrup menggunakan rotasi sekrup untuk memindahkan cairan, sedangkan pompa vakum menciptakan perbedaan tekanan untuk menghisap cairan.

Pompa digunakan dalam berbagai aplikasi, baik di industri, pertanian, perumahan, maupun dalam sistem transportasi cairan. Contohnya termasuk penggunaan pompa dalam sistem penyediaan air, sistem perpipaan, pendinginan mesin, pengolahan limbah, dan masih banyak lagi.

Dalam perencanaan pompa, faktor-faktor seperti kapasitas pompa (flow rate), tekanan yang dibutuhkan, jenis fluida yang akan dipindahkan, keefektifan energi (efficiency), serta spesifikasi teknis dan desain pompa harus diperhatikan. Selain itu, pemilihan pompa yang sesuai dengan kebutuhan aplikasi juga sangat penting untuk memastikan kinerja yang optimal.

Secara umum, pompa berperan penting dalam memindahkan cairan dalam berbagai industri dan kegiatan manusia. Dengan memahami prinsip kerja dan jenis-jenis pompa yang ada, serta memilih pompa yang tepat untuk kebutuhan spesifik, kita dapat menjaga aliran fluida yang stabil, efisien, dan dapat diandalkan.

1. Klasifikasi Pompa berdasarkan prinsip kerja

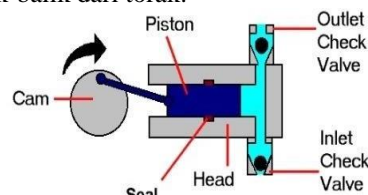
Dalam pemakaian sehari-hari, secara umum pompa dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

a. Pompa desak (Positif Displacement pump)

Pompa jenis ini digunakan untuk suatu sistem pemompaan yang mempunyai head statis dan kapasitas yang dihasilkan oleh pompa ini tidak terus-menerus. Jadi, pompa ini memberikan hasil secara berkala. Jenis pompa ini antara lain:

b. Pompa torak (*reciprocating*)

Pompa ini bekerja berdasarkan gerakan bolak-balik dari torak.

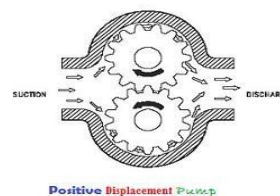


Gambar 1: Pompa Reciprocating

c. Pompa Gear

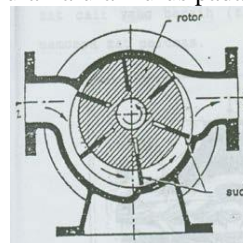
Pompa ini terdiri dari sebuah rumah pompadengan sambungan isap dan sambungan kempa dan didalamnya berputar dua buah roda gigi.

Gambar 2: Pompa Rotary



d. Pompa dinding

Pompa yang memiliki poros tunggal ini bekerja dengan sebuah rotor berbentuk silinder yang diberi aluran-aluran lurus pada kelilingnya.



Gambar 3: Pompa dinding

e. Pompa dinamik

Prinsip kerja dari pompa ini berdasarkan prinsip sentrifugal yang menggunakan momen putar untuk membaangkitkan momen rotasi. Ditinjau dari mekanika fluida fenomena yang berlangsung pada pompa ini berlaku aliran mampat (compressible), dimana densitas fluidanya besar dan konstan dan perbedaan tekanan yang dihasilkan biasanya cukup besar sehingga konstruksi-konstruksi peralatannya harus lebih kuat. Pompa dinamik dibagi 2 jenis antara lain: Pompa Sentrifugal dan Pompa Aliran Aksial.

B. Pompa Sentrifugal

Pompa sentrifugal adalah alat mekanis yang digunakan untuk memompa cairan dengan menggunakan prinsip gaya sentrifugal yang dihasilkan oleh putaran impeller. Pompa ini terdiri dari beberapa komponen utama, seperti impeller,

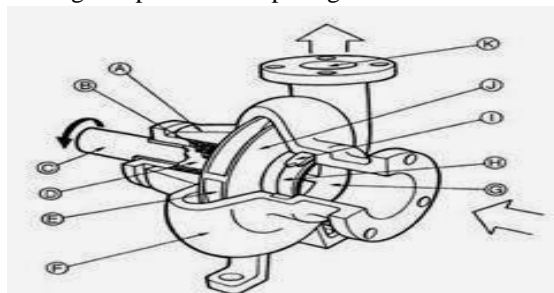
saluran fluida (volute atau casing), inlet, dan outlet.

Pompa sentrifugal dapat digerakkan oleh motor listrik, mesin pembakaran dalam, atau sumber daya lainnya. Gerakan rotasi impeller yang dihasilkan oleh tenaga dari motor atau mesin tersebut memaksa cairan masuk melalui inlet dan dikeluarkan melalui outlet.

Keuntungan utama dari penggunaan pompa sentrifugal adalah kemampuannya untuk memompa cairan dengan kapasitas yang relatif besar. Pompa sentrifugal dapat menghasilkan aliran yang kontinu dan stabil dengan tekanan yang diinginkan. Selain itu, pompa sentrifugal juga dapat mengatasi variasi beban dengan baik dan memiliki kemampuan untuk memompa cairan dengan partikel-partikel padat yang terlarut.

Pompa sentrifugal telah banyak digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk sistem penyediaan air, sistem irigasi, industri, dan energi mikrohidro. Dalam konteks energi mikrohidro, pompa sentrifugal berperan penting dalam menjaga stabilitas aliran air untuk mengoptimalkan kinerja turbin dan memastikan pembangkit listrik mikrohidro beroperasi dengan efisien dan andal.

Secara umum bagian-bagian utama pompa sentrifugal dapat dilihat seperti gambar berikut:



Gambar 4: Bagian-bagian Pompa Sentrifugal

- (A) *Stuffing Box* berfungsi untuk menerima kebocoran pada daerah dimana poros pompa menembus casing.
- (B) *Packing* Digunakan untuk mencegah dan mengurangi bocoran cairan dari casing pompa melalui poros.
- (C) *Shaft* (poros)
Poros berfungsi untuk meneruskan momen puntir dari penggerak selama beroperasi dan tempat kedudukan impeller dan bagian-bagian berputar lainnya.
- (D) *Shaft sleeve*
Berfungsi untuk melindungi poros dari erosi, korosi dan keausan pada *stuffing box*.
- (E) *Vane* *Sudu* dari impeller sebagai tempat berlalunya cairan pada impeller
- (F) *Casing*

Merupakan bagian paling luar dari pompa yang berfungsi sebagai pelindung elemen yang berputar, tempat kedudukan diffuser (*guidevane*), *inlet* dan *outlet nozzle* serta tempat memberikan arah aliran dari impeller dan mengkonversikan energi kecepatan cairan menjadi energi dinamis (*single stage*).

- (G) *Eye of Impeller* Bagian sisi masuk pada arah isap impeller.
- (H) *Impeller*

Impeller merupakan komponen yang memiliki bentuk seperti kipas dan terletak di pusat pompa. Putaran impeller menghasilkan gaya sentrifugal yang mengarahkan cairan ke luar dari pusat rotasi. Impeller biasanya terdiri dari baling-baling atau bilah-bilah yang dirancang secara khusus untuk menghasilkan aliran yang optimal sesuai dengan kebutuhan sistem.

Impeller berfungsi untuk mengubah energi mekanis dari pompa menjadi energi kecepatan pada cairan yang dipompakan secara kontinu, sehingga cairan pada sisi isap secara terus menerus akan masuk mengisi kekosongan akibat perpindahan dari cairan yang masuk sebelumnya.

- (I) *Chasing Wear Ring*
Chasing Wear Ring berfungsi untuk memperkecil kebocoran cairan yang melewati bagian depan impeller maupun bagian belakang impeller, dengan cara memperkecil celah antara casing dengan impeller.
- (J) *Discharge Nozzle*

Discharge Nozzle berfungsi untuk mengeluarkan cairan dari impeller. Didalam nosel ini sebagian head kecepatan aliran

METODE PENELITIAN

A. Tempat Penelitian

Tempat penelitian dan perancangan dilakukan di rumah yang berlokasi di Jl. Pinang RT 002 RW 009 No.78, Kelurahan Cipayung, Depok Jawa Barat.

B. Waktu Penelitian

Waktu penelitian dan perencanaan pompa dan instalasi perpipaan pada alat pembangkit listrik tenaga mikrohidro skala laboratorium dilaksanakan pada bulan September 2020 sampai dengan selesai.

C. Alat dan Bahan Perancangan

Pada uji coba penelitian ini terdapat beberapa kondisi pada alat PLTA skala laboratorium yang akan di uji. Beberapa kondisi tersebut dapat mempengaruhi data yang akan didapatkan pada uji coba alat PLTA skala laboratorium. Beberapa kondisi tersebut seperti

posisi komponen yang di letakkan pada uji coba penelitian ini, diantaranya :

1. Pembuatan Rangka

Kerangka penopang alat PLTA ini disusun dari besi siku berlubang yang memiliki ketebalan 3 mm dan *hollow aluminium* 2 x 5 cm. Rangka besi siku berlubang selain ringan juga dipilih untuk memudahkan merakit besi menjadi sebuah kerangka alat hanya dengan menyambung menggunakan baut dan siku pengaman. Sementara *hollow aluminium* 2 x 5 cm digunakan untuk menjadi tulang pengikat agar ketika beban bak penampung atas maksimal rangka tidak mengalami deformasi bentuk.

Besi siku kemudian dipotong menjadi beberapa bagian :

- 4 buah besi siku sepanjang 270 cm digunakan untuk menjadi tiang dari kerangka alat.
- 8 buah besi siku sepanjang 100 cm dan 60 cm digunakan untuk menghubungkan ke 4 tiang di bagian bawah dan atas yang masing-masing memerlukan besi 2 x 100 dan 2 x 60, lalu menjadi penahan bak di 60 cm dari kedua ujungnya yang masing-masing memerlukan besi 2 x 100 dan 2 x 60 yang yang dirangkai bentuk bujur sangkar.
- 4 buah *hollow aluminium* 2 x 5 cm sepanjang 200 cm yang digunakan untuk menjadi tulang pengikat, dirakit dengan posisi diagonal di sisi yang panjangnya 100 cm bagian depan dan belakang rangka, berfungsi untuk menahan deformasi pada rangka utama.
- 4 buah *hollow aluminium* 2 x 5 cm sepanjang 60 cm yang digunakan untuk menahan gaya normal dari beban alat. Dirakit melintang sejajar di bagian rangka samping dengan jarak antara instalasi 35 cm agar beban terbagi secara merata.

Dari data-data pembuatan rangka tersebut dapat dianalisa bahwa: Rute air yang akan digunakan tidak terlalu luas dan head yang dibutuhkan pompa tidak perlu terlalu besar.



Gambar 5: Instalasi Kerangka Alat

2. Bak Penampung

Terdiri dari bak penampung atas dan bak penampung bawah. Bak penampung Atas berfungsi sebagai sumber air utama yang akan dijatuhkan untuk menggerakkan turbin dan generator, bak penampung berada di titik paling tinggi alat. Bak penampung yang digunakan pada bak penampung atas dengan model Box 90 liter Size (PxLxT) : 71 x 48.5 x 35.5 cm.

Sedangkan bak penampung air yang di jatuhkan untuk menggerakkan generator, bak berada di posisi paling bawah alat untuk kemudian menjadi *suction* dari pompa untuk dinaikan kembali ke bak penampung atas guna mensirkulasi air. Bak penampung yang digunakan pada bak penampung bawah dengan model Box 90 liter Size (PxLxT) : 71 x 48.5 x 35.5 cm



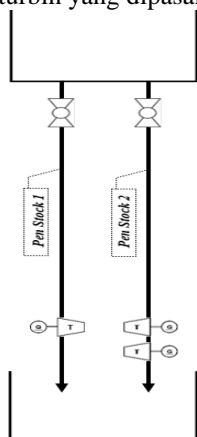
Gambar 6: Bak Penampung Atas dan Bawah

3. Jalur Pipa

Dalam perencanaan ini digunakan tipe pipa akrilik dengan ukuran besar (21 mm x 25 mm) dan ukuran kecil (16 mm x 20 mm). pipa ini digunakan sebagai sistem

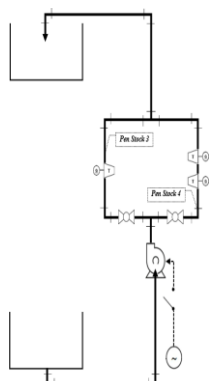
pengaliran air dari bak penampung atas menuju turbin, dan saluran yang akan digunakan untuk pompa. Pipa akrilik digunakan agar aliran fluida dapat terlihat dari luar.

Untuk jalur pipa air jatuh menggunakan pipa ukuran 21 mm x 25 mm sepanjang 180 cm dipasang 2 buah pipa dengan panjang yang sama dan di ujung pipa paling bawah dipasang 1 turbin tunggal dan 2 turbin yang dipasang seri.



Gambar 7: Sketsa P&ID Instalasi Pipa Air Jatuh

Untuk jalur pipa air naik ke atas menggunakan pipa ukuran 16 mm x 20 mm untuk *suction* dan *discharge* pompa. Panjang pipa *suction* 210 cm dipasang berbentuk L tanpa ada hambatan turbin. Sementara untuk *discharge* pompa terdapat hambatan berupa 3 buah turbin yang dipasang secara seri dan paralel untuk memperbesar daya yang dihasilkan turbin dan mengurangi *flowrate* dari output pompa itu sendiri.



Gambar 8: Sketsa P&ID Instalasi Pipa Air Naik

4. Flow Rate Turbin

Dari data yang diberikan oleh perancang alat pembangkit listrik tenaga *mikrohidro* turbin yang akan digunakan dalam perancangan adalah Turbin GOSO F50-12V dengan spesifikasi :

Tabel 1: Spesifikasi Turbin GOSO F50-12V

Tegangan Keluaran	12V
Arus Keluaran	220mA
Ukuran Inlet	20mm
Ukuran Outlet	20mm
Resistensi Isolasi	13 - 55 ohm
Outlet Tekanan Maksimum	1.2Mpa
Mulai Tekanan Air	0.05Mpa
Dimensi Turbin p x l x t	8,8 cm x 5,8 cm x 3,9 cm



Gambar 9: Tipe Turbin GOSO F50-12V

5. Tinggi Air Jatuh

Tinggi rangka yang diizinkan untuk pembuatan alat pembangkit listrik tenaga *mikrohidro* maksimal 300 cm. Tinggi rangka yang digunakan oleh perancang alat 270 cm, diletakan bak penampung dibagian bawah dan atas dengan posisi sejajar tinggi bak penampung atas dan bawah 36 cm dengan total 72 cm. Dibagian bawah pipa air jatuh terdapat 2 buah turbin yang terpasang seri dengan tinggi 18 cm. Kondisi optimal alat pembangkit listrik tenaga *mikrohidro* dijalankan dengan volume air di bak penampung atas sebanyak 70 liter dengan ketinggian di bak penampung atas 20 cm dari permukaan bak. Dari data di atas dapat di simpulkan ketinggian air jatuh sebagai berikut $270 \text{ cm} - 72 \text{ cm} - 18 \text{ cm} + 20 \text{ cm} = 200 \text{ cm}$. Dengan demikian di dapatkan data ketinggian air jatuh sampai meyetuh turbin sebesar 200 cm.

D. Data Yang Diperlukan Dalam Menentukan Pompa

1. Penempatan Turbin Air Jatuh

Posisi turbin air jatuh yang ditentukan oleh perancang diletakkan dibagian paling bawah dari pipa air jatuh (*penstock* 1 dan 2). Setelah rangka alat dirakit, dipasang bak penampung air atas dan bawah secara sejajar. Bak penampung air atas dihubungkan dengan pipa akrilik ukuran 21 mm x 25 mm sepanjang 180 cm dipasang 2 buah dari permukaan bak penampung atas mengarah ke bak penampung bawah.



Gambar 9: Instalasi Turbin dan Generator

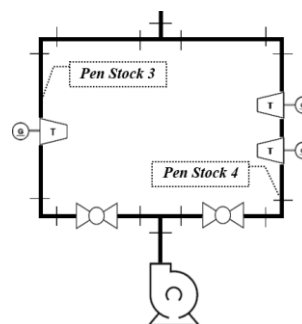
3 buah turbin dipasang tunggal dan seri di kedua pipa tersebut, lalu bak penampung atas di isi sebanyak 70 liter dan dijaga agar kapasitas air yang ada di bak penampung atas tetap berada di 70 liter. Ketika air mengalir dari bakpenampung atas melalui *penstock* 1 dan 2, setelah air melewati turbin *flowrate* air dihitung menggunakan alat ukur *flowmeter* yang dipasang dibagian bawah turbin.

Didapatkan hasil *flowrate* air jatuh pada *penstock* 1 dengan turbin tunggal sebesar 3,912 *lpm*. Didapatkan hasil *flowrate* air jatuh pada *penstock* 2 dengan 2 turbin yang dipasang secara seri sebesar 3,754 *lpm*.

Setelah uji coba dilakukan pada *penstock* 1 dan 2 diperoleh data *flowrate* untuk laju aliran air jatuh saat kondisi alat bekerja maksimum (bak penampung air atas berisi 70 liter) adalah sebesar 3,912 *lpm* pada turbin tunggal dan sebesar 3,754 *lpm* pada turbin yang di pasang secara seri. Jadi total *flowrate* air jatuh pada kondisi optimal alat pembangkit listrik tenaga *mikrohidro* sebesar 7,666 *lpm*. Dari data tersebut diketahui bahwa debit air dari pompa yang akan digunakan tidak boleh kurang dari 8 *lpm*.

2. Penempatan Turbin Pada Ouput Pompa

Tekanan output paling tinggi pada pompa terdapat di *discharge* pompa. Oleh karena itu untuk menunjang kinerja turbin pada titik maksimal, perancang alat meletakkan 3 buah turbin pada *discharge* pompa yang dipasang secara seri paralel dengan rancangan sebagai berikut:



Gambar 10: Sketsa P&ID Perencanaan Turbin Pada Output Pompa

Dari hasil rancangan tersebut terdapat beberapa titik beban yang akan mengurangi *flowrate* akhir dari pompa yang akan digunakan. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa output pompa yang akan digunakan tidak boleh kurang dari 8 *lpm* setelah melewati beban turbin.

E. Menentukan Tipe Pompa

Dari data yang sudah didapatkan diatas untuk menghemat daya listrik alat pembangkit listrik tenaga mikrohidro, maka tipe pompa yang di izinkan tidak lebih besar \leq dari 120 watt. Dan daya output pompa tidak boleh terlalu jauh dari total flow rate air jatuh, serta pompa yang di izinkan untuk perancangan adalah pompa sentrifugal.

Dalam memilih suatu pompa yang nantinya digunakan pada suatu instalasi terlebih dahulu harus diketahui data-data pendukung yang akan digunakan untuk merancang suatu pompa.

F. Pemilihan Pompa

Pompa air merupakan salah satu peralatan rumah tangga yang sudah umum digunakan baik itu di industri, perhotelan, ataupun di masyarakat (domestik). Untuk pompa air skala rumah tangga (domestik) terdapat dua macam pompa air yaitu Pompa Air Sumur Dangkal. Untuk menentukan pilihan dalam menggunakannya kita harus tahu type dan spesifikasinya.

Berdasarkan data yang telah diberikan oleh perancang alat pembangkit listrik tenaga *mikrohidro* dan data yang telah didapatkan melalui uji coba dan observasi pada alat pembangkit listrik tenaga *mikrohidro*. Maka pompa yang paling sesuai dengan kebutuhan adalah pompa Panasonic GL-75JXK. Pompa tersebut digunakan pada alat ini guna untuk menstabilkan laju aliran air dalam *feeding* turbin *mikrohidro*.



Gambar 11: Pompa Panasonic GL-75JXK

Daya Input Motor	75 watt
Daya input	120 watt
Daya hisap	9 m
Daya dorong	8 m
Kapasitas Maksimal	16 lpm
Jumlah Kutub	2
Inlet	¾ inch
Outlet	¾ inch
Total head maximum	17 m
Rotor	Motor Listrik
Motor	Induksi / 1 fasa
Sumber Tegangan	220 V – 50 Hz
Arus Masukan	0.7 Ampere
impeller	Closed impeller
poros	Tunggal
Dimensi	217,5 x 160,5 x 194 mm
Kaki pompa	Horizontal
Otomatis	Non Otomatis

Tabel 2: Spesifikasi Pompa Panasonic GL-75JXK

Dengan data spesifikasi diatas pompa panasonic GL-75JXK dinilai sesuai untuk menjaga kestabilan laju aliran air pada alat pembangkit listrik tenaga *mikrohidro*. Daya input pada pompa ini sebesar 120 watt dengan 3 rute kabel keluaran yaitu kabel pentahanan (*massa*), kabel *fasa*, kabel netral dengan diagram kelistrikan sebagai berikut :



Gambar 12: Diagram Kelistrikan Pompa

ANALISA DAN PEMBAHASAN HASIL

A. Analisa Pemilihan Pompa Dari Data Yang Didapatkan

Setelah melakukan analisa terhadap beberapa data yang disediakan oleh perancang, proses pemilihan pompa akan dibatasi hanya pada pompa sumur dangkal dengan kapasitas pompa 10 – 20 lpm dan input power pompa tidak lebih dari 120 watt. Setelah itu dilakukan kembali analisa dari data yang diperlukan melalui uji coba dan perhitungan. Beberapa data tersebut meliputi:

1. Ketinggian air jatuh

Dari data-data yang sudah dianalisis diatas didapatkan hasil ketinggian air jatuh dari:

- Permukaan air pada posisi 70 liter di bak penampung air atas
- Tinggi permukaan air dari permukaan bak penampung atas 20 cm
- Tinggi rangka yang digunakan 270 cm
- Tinggi turbin yang dipasang seri 18 cm
- Tinggi bak penampung atas 36 cm
- Tinggi bak penampung bawah 36 cm

Dari data diatas dapat disimpulkan ketinggian air jatuh sebesar 200 cm, didapatkan dari tinggi rangka – tinggi bak penampung bawah – tinggi turbin dipasang seri – tinggi bak penampung atas + tinggi air di bakpenampung atas.

2. Penempatan turbin air jatuh

Ketika air jatuh dari atas ke bawah dengan gaya gravitasi tekanan paling tinggi terdapat bagian paling bawah dari air jatuh tersebut. Oleh karena itu pemasangan turbin diletakan dipaling bawah pipa air jatuh.

Terdapat 2 instalasi pipa air jatuh pada alat pembangkit listrik tenaga *mikrohidro*.

3. Perhitungan *flowrate* air jatuh

Untuk menghitung perbedaan *flowrate* air maka salah satu pipa dipasang turbin tunggal dan yang satu nya lagi dipasang turbin secara seri. Ketika turbin air jatuh sudah dipasang, dilakukan pengukuran pada kedua pipa air jatuh. Lalu didapatkan hasil *flowrate* air jatuh pada pipa air jatuh yang terpasang turbin tunggal sebesar 3,912 *lpm*. *Flowrate* air jatuh pada pipa air jatuh yang terpasang turbin seri sebesar 3,754 *lpm*. Total *flowrate* air jatuh setelah melewati turbin adalah 7,666 *lpm*.

4. Penempatan turbin air naik

Setelah melakukan analisa berdasarkan data-data yang didapatkan diatas, dapat disimpulkan bahwa *flowrate* air naik pada salah 1 jalur perpipaan yang melalui pompa 7 – 9 *lpm*. Berdasarkan kebutuhan pompa dari data *flowrate* dan head maksimum dari pompa air sumur dangkal, pompa sumur air dangkal yang akan dipilih memiliki *flowrate* 10 – 20 *lpm*. Dikarenakan *flowrate* air naik memiliki toleransi 7 – 9 *lpm* maka dibutuhkan beberapa hambatan beban untuk menurunkan *flowrate* pompa tersebut. Dari pernyataan tersebut perancang meletakkan turbin sebanyak 3 buah diarea *discharge* pompa dengan system pemasangan seri paralel.

B. Analisa Dari Data Aktual Uji Coba

Dari observasi langsung dan analisa data yang di dapat sebelumnya, perhitungan *flowrate* air jatuh pada pipa air jatuh yang di pasang turbin tunggal menggunakan rumus sebagai berikut:

Dimana :

$$Q = \frac{V}{T}$$

Q = Debit Air

V = Volume Air

T = Waktu yang dibutuhkan

Pengujian secara teoritis pada pipa air jatuh yang di pasang turbin tunggal, yaitu :

$$Q = \frac{3,9 \text{ Liter}}{60 \text{ detik}}$$

= 0,065 Liter Per Detik

Pengujian secara teoritis pada pipa air jatuh yang di pasang turbin secara seri,yaitu:

$$Q = \frac{3,7 \text{ Liter}}{60 \text{ detik}}$$

= 0,0616 Liter Per Detik

Pengujian secara teoritis pada pipa air naik melalui pompa yang dipasang turbin tunggal, yaitu:

$$Q = \frac{8 \text{ Liter}}{60 \text{ detik}}$$

= 0,13 Liter Per Detik

Pengujian secara teoritis pada pipa air naik melalui pompa yang dipasang turbin secara seri, yaitu :

$$Q = \frac{7 \text{ Liter}}{60 \text{ detik}}$$

= 0,116 Liter Per Detik

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil Perencanaan Pompa Sentrifugal Untuk Penstabilan Aliran Air Pada Pengisian Bak Penampungan Feeding Turbin Mikrohidro Skala Laboratorium menggunakan metode observasi langsung, analisa dan eliminasi dapat ditarik kesimpulan yang berlandaskan rumusan masalah sebagai berikut :

1. Dengan menggunakan metode observasi langsung, analisis data dan metode eliminasi pemilihan pompa pada alat pembangkit listrik tenaga *mikrohidro* dapat diwujudkan.
2. Dari hasil metode observasi penulis didapatkan hasil beberapa data untuk memperkecil skala pemilihan pompa.
3. Setelah data-data dari hasil observasi lengkap dilakukan kembali analisis dan perhitungan untuk mendapatkan beberapa data tambahan dengan desain P&ID.
4. Dengan metode eliminasi penulis lebih mudah dalam menentukan pompa yang akan digunakan, dan pompa yang dipilih adalah Panasonic GL- 75JXX.

Perencanaan pompa untuk *feeding* turbin *mikrohidro* dapat diwujudkan dengan sangat

memuaskan dan tingkat kelayakan yang tinggi, meskipun dalam proses uji coba alat terdapat beberapa kendala yang menghambat

B. Saran

Sehubung dengan perencanaan pompa sentrifugal ini yang hanya digunakan untuk penstabilan aliran air pada pengisian bak penampungan *feeding* turbin *mikrohidro* skala laboratorium dan pemilihan pompa memiliki tingkat kelayakan yang tinggi untuk direalisasikan. Maka perlu dilakukan proses instalasi dan pengujian yang berkelanjutan.

Berikut ini beberapa saran yang dapat disampaikan pada perencanaan pompa sentrifugal di alat Pembangkit Listrik Tenaga *Mikrohidro* Skala Laboratorium :

1. Diperlukan prosedur pengujian yang lebih rinci dalam tahapan pengujian alat ini.
2. Sebelum menghidupkan pompa diwajibkan untuk melakukan *priming* pada pompa terlebih dahulu.
3. Untuk proses pengujian pompa harus dihidupkan selama 5 menit terlebih dahulu untuk mencapai kondisi normal pada saat pengujian.
4. Untuk proses uji coba pompa pada alat disarankan mengisi bak penampung air atas sebanyak 70 liter dan bak penampung air bawah sebanyak 50 liter.
5. Dalam proses instalasi pastikan untuk menghindari kebocoran di setiap sambungan agar tidak mengurangi daya pompa.
6. Perawatan komponen dan kebersihan dilakukan secara berkala.
7. Alat pembangkit listrik skala laboratorium ini pada dasarnya dibuat dengan mengacu pada kemampuan daya tampung ukuran pada laboratorium.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin,Arie Sarifudin. “Perancangan Alat Uji Kerugian Tekanan Aliran Fluida (Air) Pada Sambungan Dan Perbedaan Valve Dengan Metode VDI2221”. (Jakarta : Universitas Tama Jagakarsa, 2017).
- Anxel C. Urugal, (2003). “*Mechanical Design an Integreated Approach*”. New York : Mc Graw Hill Inc.
- Josep, Shigley E. dan Mitchell D, Larry. (1984). “*Perencanaan Teknik Mesin*”. Jakarta : Erlangga.
- Pahl, G Dan W,Beitz, 2015 “*Enginering Design*”, London : *The Design Council*.
- Pahl,G Dan W.Beitz. VDI 2221 ; 1999” *System Approuch to The Development And Design System And Products*”.
- Sularso dan Suga, Kiyokatsu, (2004). “*Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin*”. Jakarta : Pradnya Paramita.