

PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI POMPA TANPA TENAGA LISTRIK UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA POMPA BERBASIS MICROCONTROLLER

Design And Implementation Of Pump Without Power Electricity For Power Power Plant Based On Microcontroller

Dhova Afasel¹, Ir. Agus Ganda Permana, M.T², Tengku Ahmad Riza, S.T, M.T³

^{1,2,3}Prodi D3 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Ilmu Terapan, Telkom University

¹dhova.the@gmail.com, ²agus.ganda123@gmail.com, ³tengkuriza@tass.telkomuniversity@ac.id

Abstrak

Air adalah hal yang penting bagi kehidupan, lebih penting lagi jika air yang sudah didapat bisa memberikan manfaat lain. Listrik termasuk kebutuhan penting bagi rumah tangga. Kenyataannya telah menunjukkan bahwa ada banyak daerah di pedesaan yang mengalami kesulitan listrik. Sehingga salah satu pemanfaatan air dengan cara membangun Pembangkit Listrik Tenaga Pompa (PLTP) bisa membantu masyarakat yang memiliki kondisi listrik mati di rumah.

Sistem kerja Pompa Tektonik diawali dengan aliran air dan sumber melalui pipa pemasukan atau pipa penghubung dan keluar ke katup limbah. Gaya tekan air yang masuk kedalam pompa akan mendorong katup pompa keatas sehingga tertutup dan menghentikan aliran air dalam pipa pemasukan. Penghentian aliran air secara tiba-tiba akan menghasilkan tekanan tinggi dalam pompa. Tekanan tinggi dalam pompa akan mengatasi tekanan dalam ruang udara pada katup penghantar sehingga air dan sumber mengalir lagi dari pipa penghubung. Perputaran ini berlangsung berulang-ulang dengan frekuensi yang sangat cepat sehingga air mengalir melalui pipa pemasukan dan pengeluaran secara kontinyu. Sehingga jika digabung menggunakan turbin bisa membangkitkan energi listrik. Istilah ini disebut hidroelektrik.

Hasil dari pengujian alat adalah pompa dapat bekerja tanpa harus tenaga listrik menghantar air dari bak input menuju toren air sebesar 6 liter/ menit. Tegangan yang dihasilkan turbin yang dipasang pada pembangkit listrik tenaga pompa yaitu 13,07 volt. Ketika diberikan beban yaitu lampu dengan lampu 5 watt, turbin bisa menghidupkan lampu dan tegangan 2,2 volt. tingkat efisiensi berdasar perhitungan rankine 15% dan berdasar perhitungan D-aubuisson 21%.

Kata Kunci : Air, pompa air, hidram, pompa tektonik

Abstract

Water is important for life, more importantly if the water that has been obtained can provide other benefits. Electricity is an important necessity for households. The reality has shown that there are many areas in the countryside that have electrical difficulties. So one of the utilization of water by build a Pump Power Plant that can help people who have electrical conditions difficulties at house.

The working system of the Tectonic Hydride Pump begins with the flow of water and the source through an inlet pipe or connecting pipe and out to the waste valve. The water pressing force entering the pump will push the pump valve up so that it is closed and stop the flow of water in the feeding pipe. A sudden stop of the water flow will produce high pressure in the pump. The high pressure in the pump will overcome the pressure in the air chamber on the conducting valve so that water and the source flows from the connecting pipe. This rotation takes place repeatedly with a very fast frequency so that water flows through the pipes of income and expenditure continuously. So if combined using a turbine can generate electrical energy. This term is called hydroelectric.

The result of test the equipment is that the pump can work without need for electricity to deliver water from the input tub to the toren of water is 6 liters/ minute. The voltage generated by the turbine installed in the pump power plant is 13.07 volts. When given a load that is a lamp with a 5 watt lamp, the turbine can turn on the lamp and the voltage is 2.2 volts. The efficiency level is based on the rankine calculation is 15% and based on a 21% D-aubuisson calculation.

Keywords: *Water, water pumps, hydrants, tectonic pumps*

1. Pendahuluan

Air adalah hal yang penting bagi kehidupan, lebih penting lagi jika air yang sudah didapat bisa memberikan manfaat lain seperti energi listrik[3]. Ini juga yang di butuhkan oleh orang-orang, khususnya untuk yang tinggal dilokasi yang masih mendapatkan situasi sering mati listrik. Listrik termasuk kebutuhan yang penting bagi rumah tangga. Sayangnya tidak semua mendapatkan energi listrik dengan mudah.

Terdapat beberapa jurnal yang melakukan penelitian tentang pompa tektonik salah satunya "ANALISA PERENCANAAN POMPA HIDRAULIK RAM" oleh Muhammad rizki mulia[2]. Yang hanya tertuju pada cara kerja dari pompa hidraulik ram dan proses pembuatan, serta estimasi harga pada produksi satu pompa hidraulik ram. Sebagai salah satu upaya untuk memberikan manfaat lain dari penggunaan dari pompa hidraulik ram, maka difokuskan sebagai pembangkit listrik tenaga pompa sesuai dengan judul "PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI POMPA TANPA TENAGA LISTRIK UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA POMPA BERBASIS MICROCONTROLLER" yaitu aliran air dari pompa akan dimanfaatkan menjadi energi listrik

Konversi energi merupakan suatu proses perubahan dimana bentuk energi dari yang satu menjadi bentuk energi lain yang dibutuhkan. Atas dasar kenyataan itu, perlu dihadirkan sebuah strategi yang dapat membuat energi listrik dari energi yang belum di usahakan manusia secara terus menerus sehingga energi tersebut tidak akan habis dan masih bisa dimanfaatkan oleh

generasi penerus. Sejalan dengan permasalahan yang diungkapkan di atas, tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang pompa tanpa tenaga listrik untuk menciptakan energi listrik tenaga pompa yang akan dimonitor melalui perangkat microcontroller.

2. Dasar Teori

2.1 Pompa Hidrolik Ram Otomatis

Hidrolik Ram Otomatis atau HIDRAM ini adalah pompa air yang bekerja tanpa menggunakan motor (bahan bakar), akan tetapi bisa bekerja karena dijalankan oleh tenaga air itu sendiri^[1]. Alat ini dapat bekerja dengan sendirinya (otomatis) siang malam. Dengan memanfaatkan sejumlah besar tenaga air yang jatuh dari ketinggian tertentu maka pompa ini akan bekerja menaikkan air ke tempat yang lebih tinggi.

Keuntungan dari pemakaian pompa HIDRAM ini dibandingkan dengan pompa lainnya ialah tidak diperlukannya bahan bakar dan bahan pelumas, serta sederhana dan mudah dibuatnya.

Adapun komponen-komponen utama pada pembuatan pompa tektonik adalah sebagai berikut:

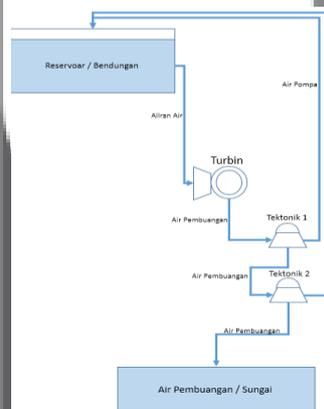
Base Pompa	Plat	Tabung Pompa
Bingkai Pompa	Katup Pompa	Resin
Pipa	Baut-Mur	Klep Otomatis
Rangka besi As, per dan gula-gula karet besi	Water Cencors, LCD 16x2, dan Arduino	Turbin

Pipa Galvanis

PATEL Tektonik bekerja dengan sistim pemanfaatan tekanan dinamik atau gaya air yang timbul karena adanya aliran air dari sumber air ke PATEL. Gaya tersebut dipergunakan untuk menggerakkan katup yang bekerja dengan frekuensi tinggi, sehingga diperoleh gaya besar untuk mendorong air ke atas.

2.2 Pompa Air Tanpa Energi Listrik

Pompa Air Tanpa Energi Listrik (PATEL) adalah suatu alat yang digunakan untuk memompa atau menaikkan air dari tempat rendah ke tempat yang lebih tinggi dengan cara kerja yang sederhana dan efektif sesuai dengan persyaratan teknis dan operasionalnya.



Gambar II-2. Diagram Alir Pompa Tektonik Untuk PLTA *Feedback System*.

2.3 Pompa Tektonik untuk Pembangkit Tenaga Listrik

Pembangkit Listrik Tenaga Pompa (PLTP) adalah salah satu pembangkit yang memanfaatkan pompa untuk mengalirkan air kemudian diubah menjadi energi listrik. Energi listrik yang dibangkitkan ini biasa disebut sebagai hidroelektrik. Pembangkit listrik ini bekerja dengan cara merubah energi air yang mengalir (dari Pompa Tektonik atau Hisano) menjadi energi mekanik (dengan bantuan turbin air) dan dari energi mekanik menjadi energi listrik (dengan bantuan generator). Kemudian energi listrik tersebut dialirkan melalui jaringan-jaringan yang telah dibuat, hingga akhirnya energi listrik tersebut sampai ke rumah. Betul-betul alat yang efisien, efektif dan ramah lingkungan.

Penerapan pompa Tektonik sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Pompa (PLTP) Tektonik terdiri dari beberapa bagian yaitu:

2.3.1 Pompa dan Turn

Berfungsi bak menampung dan mengalirkan air dalam jumlah besar untuk menciptakan tinggi jatuh air agar tenaga yang dihasilkan juga besar.

2.3.2 Turbin

Berfungsi mengubah aliran air menjadi energi mekanik. Air yang jatuh akan mendorong baling-baling sehingga menyebabkan turbin berputar. Perputaran turbin ini dihubungkan ke generator. Turbin air kebanyakan bentuknya seperti kincir angin.

2.3.3 Generator

Dihubungkan dengan turbin melalui gigi-gigi putar sehingga ketika baling-baling turbin berputar maka generator juga ikut berputar. Generator selanjutnya merubah energi mekanik dari turbin menjadi energi listrik.

2.3.4 Jalur Transmisi

Berfungsi mengalirkan energi listrik dari PLTA menuju rumah-rumah dan pusat industri.

2.4 Efisiensi

Efisiensi atau daya guna pompa tektonik perlu diketahui untuk mengetahui tingkat pemakaian yang baik^[1]. Untuk mengetahui efisiensi yang baik, tergantung dari faktor-faktor berikut :

1. Hilangnya *power* dikarenakan gesekan didalam pompa
2. Hilangnya *power* dikarenakan kebocoran pipa
3. Hilangnya *power* kecepatan yang keluar melalui katup *impuls*/ katup limbah

Terdapat dua cara untuk mengetahui efisiensi yaitu :

2.4.1 Rankine

Energi yang masuk adalah energi yang dihasilkan oleh aliran air yang melalui katup limbah. Energi yang keluar (*output*) adalah air yang keluar melalui pipa pengantar (*deliver pipe*) atau hasil pemompaan.

Persamaan efisiensi "rankine" adalah sebagai berikut:

$$M_r = \frac{W_2(H-h)}{(W_1+W_2)h} \times 100\%$$

Keterangan :

M_r = Efisiensi rankine

H = tinggi vertikal antara pompa tektonik dengan lubang pengeluaran (meter)

h = tinggi vertikal antara pipa tektonik dengan tinggi permukaan air dalam bak input (meter)

W_1 = debit air yang terbuang melalui katup limbah (liter/ menit)

W_2 = hasil pemompaan atau debit air (liter/ menit)

2.4.2 D – Aubuisson

Energi yang masuk sama dengan total aliran air yang melalui pipa pemasukan dikalikan dengan jarak vertikal antara permukaan lubang katup limbah dengan tinggi permukaan air dalam bak *input* atau ($W_1 = W_2$) h .

Persamaan "D – Aubuisson" adalah :

$$M_A = \frac{W_2 H}{(W_1 + W_2) h} \times 100\%$$

Keterangan :

M_A = efisiensi D – Aubuisson (%)

H = tinggi vertikal antara pompa tektonik dengan lubang pengeluaran (meter)

h = tinggi vertikal antara pipa tektonik dengan tinggi permukaan air dalam bak input (meter)

W_1 = debit air yang terbuang melalui katup limbah (liter/ menit)

W_2 = hasil pemompaan atau debit air (liter/ menit)

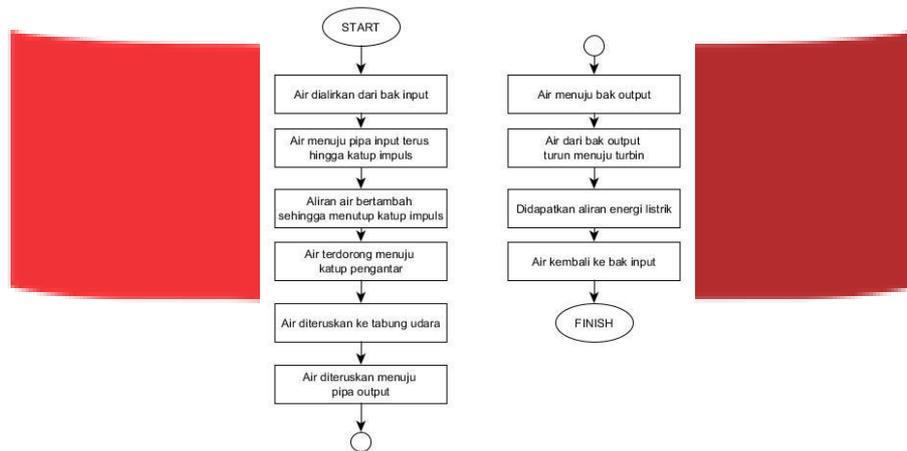
Efisiensi pompa tektonik yang paling bagus adalah 75%, atau sekitar 60 – 75% hal tersebut disebabkan karena adanya beberapa faktor pembatas, yaitu:

1. Gesekan antara air dengan dinding pipa
2. Jalur pipa yang tidak lurus
3. Hilangnya kecepatan bersama dengan terbuangnya air melalui katup limbah
4. Kebocoran-kebocoran pipa
5. Sambungan-sambungan dari pipa yang kurang rapat.

3. Perancangan Sistem

3.1 Blok Diagram Sistem

Berikut adalah penjelasan bagaimana pompa air tanpa listrik akan bekerja pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Blok Diagram Sistem

Gambar diatas memberikan ilustrasi bagaimana pompa tektonik akan bekerja tanpa perlu menggunakan listrik, tetapi langsung dari tekanan air yang menggerakkan pompa tersebut. Pompa hidraulik ram dipasang dilokasi yang rendah dari sumber air^[3]. Air dialirkan ke pompa melalui *drive-pipe* dan keluar lagi lewat *delivery pipe*. Pada dasarnya pompa hidraulik ram digerakkan oleh tekanan aliran air. Untuk mendapatkan tekanan aliran air yang cukup, diperlukan beda tinggi yang cukup. Kemiringan pipa pemasukan juga menentukan besarnya tenaga desak tersebut, demikian pula diameter pipa pemasukannya. Makin besar diameter pipa makin besar pula jumlah air yang mengalir setiap detik.

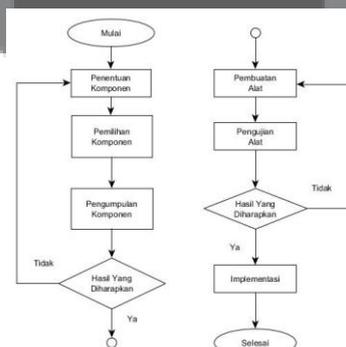
Pada saat kondisi *impulse valve* terbuka, air mulai mengalir kebawah melewati *drive pipe*, sebagian keluar lagi masuk melalui celah di *impulse valve* dan sebagian lagi melewati bagian bawah *impulse valve*. Saat aliran air mencapai kecepatan tertentu, aliran tersebut akan mendorong *impulse valve* naik sehingga celah tertutup. Momentum dari air yang melewati *impulse valve*, memaksa *delivery valve* terbuka dan mendorong air masuk kedalam tank. Air yang sudah masuk kedalam tank menyebabkan udara dalam tank termampatkan sehingga tekanan dalam tank naik. Tekanan itu menyebabkan air didorong keluar melalui *delivery pipe* dan menutup *delivery valve*. Pada saat bersamaan, tertutupnya *delivery valve* membuat aliran air yang masuk dari *delivery pipe* melambat dan timbul aliran balik. Perlambatan aliran sampai kondisi tidak ada aliran sesaat atau kecepatan aliran sama dengan nol, mengakibatkan *impulse valve* turun. Maka siklus akan mulai kembali.

Adapun beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam sistem kerja Pembangkit Listrik Tenaga Pompa yaitu:

1. Ukuran pompa tektonik ditunjukkan oleh besar diameter pipa *input* dari bak *input*.
2. Air yang terbuang dari pompa akan dinaikkan menuju toren air bawah dengan bantuan pompa listrik sumber tenaga surya.
3. Air dari toren air atas akan dialirkan ke turbin untuk menghasilkan daya listrik.
4. Air pembuangan dari turbin akan dikembalikan ke toren air bawah supaya air tidak ada yang terbuang dan bisa digunakan kembali.

3.2 Diagram Alur Kerja

Berikut pada Gambar 3.2 adalah diagram yang mana menjelaskan bagaimana proses pembuatan alat pompa tanpa energi listrik.



Gambar 3.2 Blok Diagram Kerja

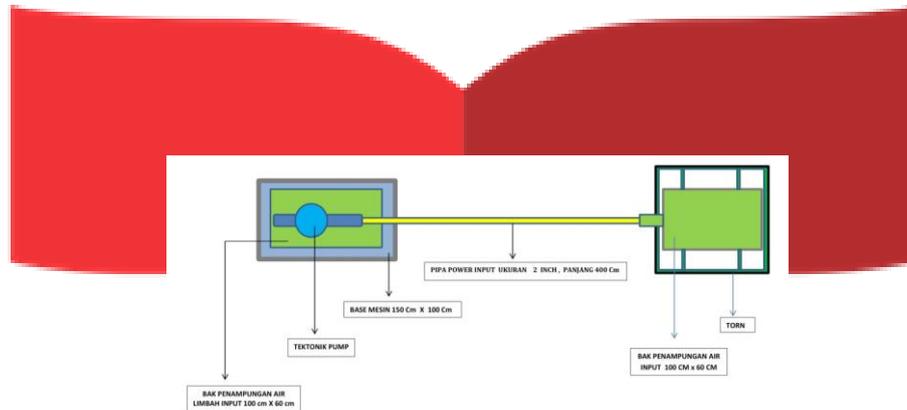
Dimulai dengan menentukan apa saja komponen atau alat yang akan digunakan. Setiap komponen memiliki banyak spesifikasi ukuran yang berbeda, maka ditentukan sesuai yang dibutuhkan. Setiap komponen yang sudah dikumpulkan, digabung menjadi satu. Pembuatan alat dikerjakan dan pengujian agar bekerja sesuai yang dibutuhkan. Jika hasil yang dibutuhkan dapat. Maka diimplementasikan.

3.3 Perancangan Perangkat Keras

3.3.1 Base Pompa

Base Pompa berfungsi untuk landasan pompa sehingga pompa yang sedang bekerja tidak bergeser dari letaknya. Berfungsi seperti fondasi menjadikan pompa tektonik kokoh. Alat dan bahan yang dibutuhkan untuk pembuatan base pompa adalah sebagai berikut:

- a. Semen
- b. Batu
- c. Tanah
- d. Air



Gambar 3.3 Rancangan Base Pompa

Spesifikasi :

- a. Panjang 150 cm
- b. Lebar 100 cm
- c. Tinggi 20 cm

3.3.2 Bak Penampung Air Input

Bak penampung *input* air adalah sebuah bak berbahan plat besi berukuran 120 cm x 60 cm x 30 cm yang memungkinkan memuat kapasitas sebanyak 100 liter air. Air kemudian dialirkan ke pipa penghantar yang berbahan galvanis dengan diameter 2 inci sepanjang 4 meter.

Diperlukan bahan kuat untuk *input* air supaya bisa bertahan dari getaran pompa yang sangat cepat dan juga memperlambat korosi. Karena sistem kerja pompa bersifat terus menerus

3.3.3 Toren Air

Toren air adalah alat yang digunakan untuk mengumpulkan air dengan tujuan tertentu. Air yang menuju toren dapat berasal dari berbagai sumber, contohnya adalah dari pompa air. Manfaat dari toren air salah satunya mengumpulkan air yang digunakan untuk berbagai kebutuhan. Baik itu rumah atau bangunan publik, contohnya masjid, hotel, bandara, sekolah, kampus universitas.

Penggunaan toren air disini akan digunakan untuk mengumpulkan air dari pompa tektonik. Setelah air terkumpul ke dalam toren air, maka air akan digunakan untuk penggerak dari turbin sehingga bisa untuk menghasilkan sumber listrik.



Gambar 3.4 Toren Air

3.3.4 Tiang Torn

Tiang *torn* adalah menara penyimpanan air yang ditinggikan guna digunakan untuk menyimpan air dari ketinggian. Pada ketinggian yang cukup untuk memberikan tekanan pada sistem distribusi air.

Rancangan tower ini dikhususkan sebagai wadah untuk bak output yang mana menggunakan toren air. Dibutuhkan ketinggian yang cukup supaya pompa tektonik bekerja dengan baik. Tinggi dari tiang *torn* yang digunakan adalah 7 meter.

3.3.5 Pipa

Pipa adalah sebuah selongsong bundar yang digunakan untuk mengalirkan fluida cair atau gas. Dalam aplikasi pompa tektonik pipa yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:

1. Pipa berukuran 1 inci

2. Pipa berukuran 2 inci
3. Pipa galvanis berukuran 2 inci
4. Pipa berukuran ½ inci
5. Pipa berukuran ¾ inci

3.3.6 Sambungan Pipa

A. Pipa *Sock*

Socked pipa sering digunakan untuk menyambung batang pipa yang kurang atau terpotang

B. Pipa *Elbow*

Elbow 90° adalah sebuah sambungan pipa yang digunakan untuk membelokkan pipa kekanan atau kekiri, keatas atau kebawah

C. *Sock Drat Luar (SDL)*

Digunakan untuk penyambungan pada drat dalam dan pada batang pipa

D. *Sock Drat Dalam (SDD)*

Digunakan untuk penyambungan pada drat luar seperti kran air dan ke pipa.

E. Pipa T

Sambungan T biasa digunakan untuk pencabangan jalur yang tadinya 2 sumber jalur menjadi 2 sumber jalur.

F. Pipa *Reducer*

Sambungan ini fungsinya adalah menyambungkan dua pipa yang berukuran

G. *G Bolt*

G bolt/ Bold joint adalah sambungan untuk menyambungkan 2 buah pipa galvanis tanpa perlu proses pengelasan dan *flexible*. Serta bisa membuat koneksi antar pipa menjadi miring.

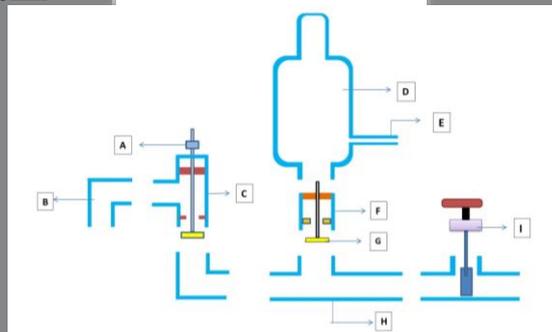
3.3.7 Turbin

Turbin adalah sebuah mesin berputar yang mengambil energi dari aliran fluida. Turbin sederhana memiliki satu bagian yang bergerak. Fluida yang bergerak menjadikan baling-baling berputar dan menghasilkan energi untuk menggerakkan dinamo.

Turbin yang akan digunakan untuk simulasi Pembangkit Listrik Tenaga Pompa memiliki spesifikasi:

- A. 12 Volt
- B. 10 W

3.3.7 Perancangan Pompa Tektonik

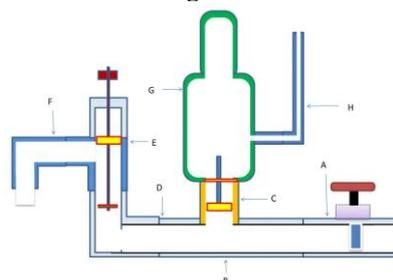


Gambar 3.5 Rancangan Pompa Tektonik

Pompa tektonik terdiri dari:

- a. Klep output limbah power
- b. Pipa pembuangan limbah output
- c. *Casing* klep
- d. Tabung *buffer* udara
- e. Pipa *output* hasil mekanisasi pompa
- f. *Casing* klep input ke tabung udara
- g. Klep input hasil mekanisasi *power*
- h. Pipa penghantar *input* dan *base* tabung udara
- i. *Stop* kran

Adapun panjang dari bagian pompa tektonik adalah sebagai berikut:



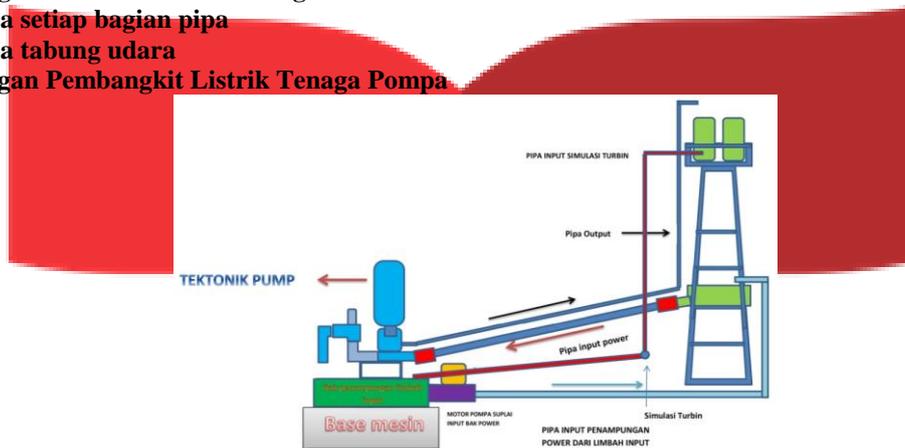
Gambar 3.6 Panjang Bagian Pompa Tektonik

Keterangan:

- A. 60 cm
- B. 85 cm
- C. 40 cm
- D. 25 cm
- E. 35 cm
- F. 25 cm
- G. 40 cm
- H. 40 cm

Dan diameter yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:

- A. 2 inci pada setiap bagian pipa
- B. 6 inci pada tabung udara

3.3.8 Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Pompa

Gambar 3.7 Rancangan Pembangkit Listrik Tenaga Pompa

Keterangan :

- | | |
|--|---------|
| 1. Panjang pipa <i>input power</i> | = 1,3 m |
| 2. Panjang total pipa <i>output</i> | = 11 m |
| 3. Panjang pipa <i>input turbin</i> | = 6 m |
| 4. Tinggi tiang <i>torn</i> | = 7 m |
| 5. Tinggi pipa penampung <i>power</i> dari pipa <i>input limbah</i> | = 2 m |
| 6. Panjang pipa penampung <i>power</i> dari pipa <i>input limbah</i> | = 1,5 m |

Pembangkit Listrik Tenaga Pompa (PLTP) adalah salah satu pembangkit yang memanfaatkan pompa untuk mengalirkan air kemudian diubah menjadi energi listrik. Energi listrik yang dibangkitkan ini biasa disebut sebagai hidroelektrik.

Salah satu penerapan merubah tenaga pompa menjadi energi listrik dengan menggunakan turbin. Turbin merubah aliran air menjadi energi mekanik. Dengan memanfaatkan ketinggian, air yang dijatuhkan akan mendapat tekanan gravitasi sehingga mendapat kekuatan kebawah. Kekuatan dari air yang turun dan menggerakkan turbin dapat dirubah menjadi energi mekanik.

3.3.9 Water Flow Cencor

Sensor air adalah alat yang digunakan untuk mengetahui debit air yang yang melewati pipa instalasi dengan basis *microcontroller*. Diperlukan untuk mengatur kecepatan dari debit air dengan *stop* kran untuk pengaplikasian pada turbin.

4. Implementasi Dan Keluaran**4.1 Implementasi dan Pengujian Pompa Tektonik**

Proses implementasi pompa tektonik dapat dilakukan dengan membeli alat dan bahan langsung dari toko bangunan dan dipasang sesuai dengan rancangan yang sudah ditetapkan. Proses perekatan pompa supaya tidak bocor dan lepas menggunakan lem dan resin. Jika menggunakan lem saja pipa-pipa yang ada pada bagian pompa tektonik akan lepas karena tekanan dari air yang sangat kuat. Jadi, disarankan untuk menggunakan resin. Setelah pompa tektonik selesai, dilanjutkan dengan membuat dudukan supaya bisa tegak berdiri diatas bak buangan, pembuatan dudukan bisa dilakukan ditempat las, dan bak limbah disini menggunakan bahan plat.

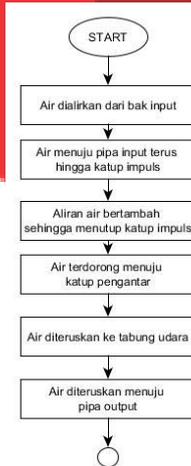
Setelah proses diatas selesai, maka diaplikasikan di base pompa. Seluruh bagian dari bak limbah dikuatkan dengan semen supaya pompa tektonik tidak terlempar disebabkan tekanan dari air.

Bak *input* dihubungkan ke pipa penghantar dengan ukuran 2 inci dengan panjang 1,3 meter. Tabung udara berdiameter 6 inci dan tinggi 40 cm. Pipa *output* berukuran 1 inci karena semakin kecil pipa *output* maka akan semakin tinggi yang dicapai air. Total panjang pipa *output* adalah 11 meter.



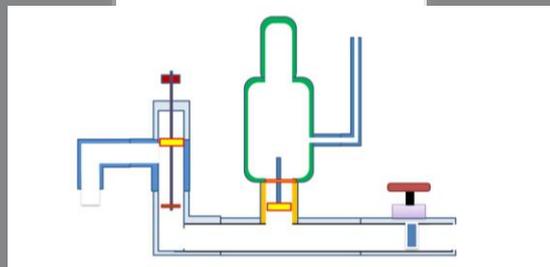
Gambar 4.1 Hasil Rangkaian Pompa Tektonik

Proses implementasi base pompa bisa dilihat pada lampiran A da proses implementasi pompa tektonik bisa dilihat pada lampiran B. Pengujian pompa tektonik dilakukan untuk mengetahui keberhasilan air menuju bak *output*.



Gambar 4.2 Blok Sistem Kerja Pompa Tektonik

Pada proses pengujian alat yang bertujuan untuk mengetahui kinerja pompa tektonik. Pengujian alat dilakukan dengan parameter jarak pipa *input* dan pipa *output*, serta sudut penerimaan dari bak *input* menuju pipa *input* dan pipa *output* menuju bak *output*.



Gambar 4.3 Mesin dan Sistem Teknis Pompa Tektonik

Pompa tektonik bekerja dengan baik ditandai dengan katup limbah mengeluarkan air dan bergerak dengan konstan sehingga menghasilkan getaran pada pompa. Hasilnya bisa dilihat bahwa air sampai ke bak *output*.

4.2 Implementasi dan Pengujian Pembangkit Listrik Tenaga Pompa

Implementasi pembangkit listrik tenaga pompa dengan memasang pipa input dari toren air. Pada saat ketinggian sudah 6 meter dari atas, maka turbin dipasang sebagai sumber energi. Air buangan dari pipa ini akan dilanjutkan ke bak limbah. Turbin dihubungkan dengan keluaran DC. Pengujian Pembangkit listrik tenaga pompa dilakukan dengan mengalirkan air dari bak *output* yang sudah diisi pompa tektonik ke turbin sehingga aliran air pada turbin menghasilkan energi mekanik. Dan kemudian energi mekanik tersebut dirubah menjadi energi listrik. Pada simulasi ini menggunakan beban lampu LED dengan arus AC sebesar 5 watt dan di alihkan ke DC dengan fitting DC-AC E27.

4.3 Keluaran Pompa Tektonik

Pengujian pompa tektonik dilakukan dengan memancing klep limbah dengan menggerakkan secara manual sampai klep bergerak dengan sendirinya. Ketika klep sudah bergerak otomatis maka itu menandakan pompa tektonik sudah bekerja. Kemudian dilanjutkan mengatur panjang klep (katup limbah) dan mengukur volume air yang naik ke pipa *output* dengan melihat *water censor*. Tujuannya adalah untuk menentukan ukuran panjang terbaik yang bisa digunakan pada pompa tektonik. Diuji dengan mengatur klep dari 2 cm sampai 10 cm, dihitung dari ujung atas katup limbah. Sumber air yang dimulai dengan 100 liter dari bak input. Hasil pengukuran dapat dilihat sebagai berikut.

Tabel 4.1 Debit Air Berdasar Panjang Katup Limbah

Panjang Katup Limbah (cm)	Air yang dihantar (liter/menit)
2	6
3	6
4	5
5	5
6	4
7	3
8	0
9	0

Dari hasil yang didapat pada Tabel 4.1, maka ukuran terbaik yang disarankan pengaturan katup limbah adalah 2 cm dan 3 cm. Karena bisa menghantar air dengan kecepatan 6 liter/menit dan toren air atas terisi dengan cepat.

4.4 Keluaran Tegangan Listrik

Pengujian menggunakan turbin sebagai sumber energi listrik. Dan melihat hasil tegangan listrik oleh turbin dengan menggunakan multimeter. Perbandingan dari keluarannya dengan cara ukuran kran air dirubah menjadi $\frac{1}{4}$ buka, $\frac{1}{2}$ buka, $\frac{3}{4}$ buka, dan dibuka penuh.

4.4.1 Rumah

Pengujian turbin dengan lokasi rumah menggunakan kran air dengan sumber toren air dari ketinggian 12 meter. Bertujuan untuk menguji dan menyesuaikan tegangan yang didapatkan turbin sesuai dengan spesifikasi.

1. Tanpa beban

Pada percobaan pertama caranya adalah dengan menyambungkan kran air dengan turbin menggunakan selang. Selang disesuaikan dengan ukuran turbin yaitu diameter $\frac{1}{2}$ inci. Kemudian keluaran dari turbin dihubungkan dengan multimeter untuk melihat tegangan yang dihasilkan. Hasil bisa dilihat sebagai berikut.

Tabel 4.2 Tegangan Listrik Berdasar Ukuran Kran Terbuka Tanpa Beban

Besar Kran Dibuka	Volt
$\frac{1}{4}$ buka	0,998 volt
$\frac{1}{2}$ buka	7,30 volt
$\frac{3}{4}$ buka	9,86 volt
Buka penuh	13,00 volt

Dari hasil diatas bahwa turbin dengan turbin sesuai dengan spesifikasinya yaitu 12 volt dan menghasilkan tegangan 13,00 volt. Turbin bekerja dengan baik

2. Dengan Beban

Percobaan kedua cukup dengan menambahkan beban pada turbin dan caranya masih sama dengan percobaan pertama. Menggunakan beban 5 watt karena turbin hanya mampu mengangkat daya 5 watt saja. Beban disini adalah lampu LED dengan arus AC sebesar 5 watt. Karena keluaran pada lampu adalah AC dan keluaran turbin adalah DC, maka keluaran pada lampu di alihkan ke DC dengan fitting DC-AC E27. Hasil dari percobaan bisa dilihat sebagai berikut.

Tabel 4.3 Tegangan Listrik Berdasar Ukuran Kran Terbuka Dengan Beban

Besar Kran Dibuka	Tegangan Listrik	Keterangan
$\frac{1}{4}$ buka	0,00 volt	Lampu tidak menyala
$\frac{1}{2}$ buka	1,781 volt	Lampu menyala redup
$\frac{3}{4}$ buka	2,009	Lampu menyala terang
Buka penuh	2,174 volt	Lampu menyala terang

Dari hasil percobaan didapatkan lampu berdaya 5 watt dapat hidup oleh turbin dan keadaan kran dibuka penuh adalah keadaan terbaik. Tegangan yang dihasilkan setelah menggunakan beban adalah 2,174 volt. Turbin siap untuk di uji pada pembangkit listrik tenaga pompa.

4.4.2 Pembangkit Listrik Tenaga Pompa

Cara pengujian pembangkit listrik tenaga pompa adalah menghubungkan toren air dengan memasang pipa berdiameter $\frac{1}{2}$ inci panjang 6 meter dengan turbin. Sumber airnya dari toren air yang sudah diisi dengan pompa tektonik kemudian air dari turbin diteruskan ke bak limbah kembali. Untuk mengetahui tegangan yang didapat kembali menggunakan multimeter dan berikut adalah hasil pengukuran

1. Tanpa beban

Pertama sekali memasang stop kran sebelum turbin supaya tidak memboros air yang sudah terisi di toren air. Untuk pengujian turbin hasil tegangan yang didapatkan dilihat dengan menggunakan multimeter.

Tabel 4.4 Tegangan Listrik Berdasar Ukuran Kran Dibuka Tanpa Beban

Besar Stop Kran Dibuka	Volt
$\frac{1}{4}$ buka	5,86 volt
$\frac{1}{2}$ buka	11,50 volt
$\frac{3}{4}$ buka	12,68 volt
Dibuka penuh	13,07 volt

Dari hasil tabel 4.4 bahwa tegangan yang dihasil pembangkit listrik tenaga pompa adalah 13,07 volt. Hasil tersebut lebih besar dari percobaan dirumah. Hal ini disebabkan faktor jalur pipa yang lurus kebawah dari pembangkit listrik tenaga pompa sedangkan dirumah terdapat banyak sekali pipa yang berbelok.

2. Dengan Beban

Beban kembali menggunakan sebuah lampu LED dengan arus AC sebesar 5 watt dan di alihkan ke DC dengan fitting DC-AC E27. Dan hasil pengukuran didapatkan sebagai berikut.

Tabel 4.5 Tegangan Listrik Berdasar Ukuran Kran Dibuka Dengan Beban

Besar Stop Kran Dibuka	Tegangan Listrik	Keterangan
¼ buka	1,1 volt	Lampus tidak menyala
½ buka	1,731 volt	Lampu menyala redup
¾ buka	2,027 volt	Lampu menyala terang
Dibuka penuh	2,2 volt	Lampu menyala terang

Pada simulasi pembangkit listrik tenaga pompa bisa menyalakan lampu 5 watt dengan tegangan 2,2 volt. Untuk mengoptimalkan pembangkit listrik tenaga pompa bisa dengan menggunakan pipa *input* dengan diameter yang lebih besar dari jarak yang lebih tinggi (pada simulasi pada jarak 6 meter). Turbin yang lebih besar sehingga menghasilkan tegangan dan daya yang lebih besar. serta penggunaan jalur transmisi seperti kabel bisa digunakan. Sehingga pembangkit listrik tenaga pompa bisa bekerja optimal seperti harapan penggunaan pada rumah tangga.

4.5 Tingkat Efisiensi

Volume air *input* adalah 100, jadi untuk air yang berhasil naik ke bak *output* adalah 6 liter dan 94 terbuang untuk perhitungan setiap menit. Maka perhitungan efisiensinya sebagai berikut:

1. Rankine

$$M_r = \frac{W_2(H-h)}{(W_1+W_2)h} \times 100\%$$

$$M_r = \frac{6(7-2)}{(94+6)2} \times 100$$

$$M_r = 15\%$$

2. D – Aubuisson

$$M_a = \frac{W_2 H}{(W_1 + W_2) h} \times 100\%$$

$$M_a = \frac{6 \times 7}{(94+6)2} \times 100$$

$$M_a = 21\%$$

Jadi, karena banyaknya faktor pembatas yang terjadi pada pompa jadi belum efisien untuk penggunaan pompa dengan sumber air terbatas. Disarankan untuk penggunaan pompa tektonik ini dengan sumber air tak habis seperti ditempatkan didekat sungai.

5. Kesimpulan Dan Saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari serangkaian pengujian dan analisa nilai pada perangkat, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Pompa tektonik dapat bekerja tanpa harus menggunakan bahan bakar atau aliran listrik dengan *input* air dari ketinggian 2 meter dengan jarak 1,3 meter dari pompa tektonik dan menghantar kan air ke bak *output* sebanyak 6 liter setiap menit dari 100 liter jumlah air awal.
2. Pembangkit Listrik Tenaga Pompa dapat bekerja dan menghasilkan tegangan listrik sebesar 13,07 volt menggunakan turbin tanpa beban.
3. Pembangkit Listrik Tenaga Pompa bisa menghidupkan lampu LED 5 watt arus AC dengan fitting DC AC E27 dengan tegangan sebesar 2,2 volt.
4. Tingkat efisiensi berdasar perhitungan ranike adalah 15% dan berdasar perhitungan D-Aubuisson adalah 21%

5.2 Saran

Pada Proyek Akhir ini terdapat kekurangan saat implementasi, sehingga dapat dilakukan pengembangan untuk proyek kedepannya.

Berikut adalah saran untuk pengembangan Proyek Akhir ini untuk kedepannya:

1. Pompa Tektonik diimplementasikan menggunakan *stainless steel*
2. Menciptakan energi listrik dengan tegangan yang lebih tinggi
3. Menjadikan pompa tektonik lebih efektif pengaplikasiannya berdasar perhitungan rankine dan d – aubuisson.
4. Turbin yang menghasilkan tegangan dan daya lebih besar
5. Ketinggian yang ditambah lagi supaya aliran air menuju turbin besar. Dan turbin bekerja dengan maksimal

6. Daftar Pustaka

- [1] POMPA AIR: HIDRAULIC RAM AUTOMATIC, Institut Teknologi Bandung, 1977
- [2] Rizki Mulia. Muhammad, ANALISA PERENCANAAN POMPA HIDRAULIK RAM, universitas negeri malang, malang
- [3] Permana. Agus Ganda, POMPA TEKTONIK (IRIGASI, TAMBAK, DAN PLTA), Universitas Telkom, 2017