

SKRIPSI

**“PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA AIR
SISTEM POMPA HIDRAM”**



ABDUL MUTHOALIB ZAKARIA T.

EVI SETIAWAN

10582 1601 15

10582 1521 15

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

2019/2020

PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA AIR SISTEM POMPA HIDRAM

Skripsi

Diajukan sebagai salah satu syarat

Untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Elektro

Jurusan Teknik Elektro

Fakultas Teknik

Disusun dan diajukan

Oleh :

ABDUL MUTHOALIB ZAKARIA T.

EVI SETIAWAN

10582 1601 15

10582 1521 15

PADA

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

MAKASSAR

2020

22/02/2020

1 & p
Smb. Alumni

R/ 020/ELT/2020

ZAK

P¹



HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi syarat ujian guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) Program Studi Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Judul Skripsi : **PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA AIR SISTEM POMPA HIDRAM**

Nama : 1. Abdul Mutholib Zakaria Tonapa
2. Evi Setiawan

Stambuk : 1. 105 82 1601 15
2. 105 82 1521 15

Makassar, 8 Februari 2020

Telah Diperiksa dan Disetujui
Oleh Dosen Pembimbing;

Pembimbing I

Pembimbing II

Rizal Ahdiyat Duyo, S.T.,M.T

Adriani, S.T.,M.T

Mengetahui,

Ketua Jurusan Elektro



Adriani, S.T., M.T.

NBM : 1044 202



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ
PENGESAHAN

Skripsi atas nama **Abdul Mutholib Zakaria Tonapa** dengan nomor induk Mahasiswa 10582160115 dan **Evi Setiawan** dengan nomor induk Mahasiswa 10582152115 dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor: 0003/SK-Y/2020/1091004/2020, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Sabtu tanggal 8 Februari 2020.

Panitia Ujian : Makassar, 14 Jumadil Akhir 1441 H
8 Februari 2020 M

1. Pengawas Umum

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar
Prof. Dr. H. Abdul Rahman Rahim, SE., MM.

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Prof. Dr. Ir. H. Muh. Arsyad Thaha, M.T.

2. Penguji

a. Ketua : Dr. Eng. Ir. H. Zulfajri Basri Hasanuddin, M.Eng.

b. Sekertaris : Andi Abd Halik Lateko Tj, S.T.,M.T.

3. Anggota : 1. Dr. Ir. Hj. Hafsah Nirwana, M.T.

2. Dr. Umar Katu, S.T.,M.T.

3. Rahmania, S.T.,M.T.

Mengetahui :

Pembimbing I

Rizal Ahdiyat Duyo, S.T.,M.T.

Pembimbing II

Adriani, S.T.,M.T.

Dekan



Ir. Hamzah Al Imran, S.T., M.T.,IPM

NBM : 855 500

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT atas berkat limpahan rahmat, karunia dan hidayahNya-lah sehingga kami mampu menyusun dan menyelesaikan Skripsi dengan judul “PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA AIR SISTEM POMPA HIDRAM” ini sesuai dengan apa yang kami harapkan. Shalawat dan salam tak lupa pula kita panjatkan atas junjungan Nabi Besar Muhammad SAW sebagai uswatun hasanah dan rahmatanlil, alamin.

Adapun Skripsi ini kami laksanakan sebagai salah satu syarat menyelesaikan studi di Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar. Skripsi ini dibuat berdasarkan pada data yang penulis peroleh selama melakukan penelitian, baik data yang diperoleh dari studi literatur, hasil percobaan maupun hasil bimbingan dari dosen pembimbing.

Oleh karena itu, kami menyampaikan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan kontribusinya selama proses Skripsi ini berlangsung hingga pembuatan laporannya terutama kepada:

1. Bapak Ir. Hamzah Ali Imran, S.T., M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
2. Bapak Amrullah Mansida, ST., MT, selaku Wakil Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

3. Ibu Adriani, S.T., M.T, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
4. Bapak Rizal Ahmad Duyo, S.T., M.T, Selaku pembimbing I dan Ibu Adriani, S.T., M.T, Selaku pembimbing II yang telah memberikan waktu, arahan serta ilmunya selama membimbing penulis.
5. Para Dosen dan Staf yang telah membantu penulis selama melakukan studi di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
6. Saudara-saudara serta rekan-rekan Reaksi 2015 dan terkhususnya Teknik Listrik yang telah banyak membantu penulis selama menyelesaikan studi dan skripsi ini.
7. Terspesial untuk kedua Orang Tua, Kakak serta Keluarga yang tiada henti-hentinya memanjatkan doa dan memberikan motivasi baik secara moril maupun materil untuk kami.

Terlepas dari itu semua, kami menyadari sepenuhnya bahwa masih banyak terdapat kekurangan baik dari segi susunan kalimat maupun tata bahasa serta teknik penyajiannya.

Maka dari itu dengan tangan terbuka kami menerima segala bentuk kritikan dan saran yang sifatnya membangun dari pembaca agar kedepannya kami dapat menyusun laporan yang jauh lebih baik lagi.

Akhir kata, semoga Skripsi yang kami buat mampu memberikan sejuta manfaat kepada pembaca demi kemajuan ilmu pengetahuan alam. *Billahi fisabilhaq fastabiqul khaerat*

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Makassar, 22 Januari 2020

Penulis



PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA AIR SISTEM POMPA HIDRAM

Abdul Muthoalib Zakaria Tonapa¹, Evi Setiawan².
Jurusan Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Makassar
Jl. Sultan Alauddin No. 259, Kota Makassar, Sulawesi Selatan, 90221
Thalibcuakep03@gmail.com

ABSTRAK

Energi erat kaitannya dengan alam dan teknologi, Dari alam energi dihasilkan dan dengan teknologi energi dapat digunakan secara optimal. Saat ini kebutuhan energi sangat meningkat, hal ini di pengaruhi adanya peningkatan pertambahan penduduk dan aktivitas manusia. Air merupakan salah satu potensi untuk pengembangan energi terbarukan, seperti PLTA (Pembangkit Listrik Tenaga Air) yang di terapkan pada sungai dan waduk. Pembuatan PLTA pasti memerlukan anggaran yang besar dan butuh riset yang tidak sederhana, serta harus meninjau aspek lingkungan agar tidak mengganggu mekanisme alam. Jika rumah tangga memiliki sumber energi sendiri maka penggunaan energi yang dihasilkan oleh pembangkit listrik tenaga besar dapat dialokasikan sepenuhnya pada kebutuhan industri, pendidikan dan proyek yang membutuhkan energy dalam skala besar. Penelitian ini bertujuan untuk merancang suatu alat pembangkit listrik dengan kapasitas kecil, sebagai alternatif sumber energi untuk konsumsi rumah tangga khususnya dipedesaan. Pada rancangan yang dibuat, pompa hidram dipasang sebagai bagian penting untuk memperpanjang durasi pembangkitan listrik oleh turbin dan generator. Pada pembuatan pompa hidram terdapat 3 variasi uji yang terdiri dari panjang pipa inlet (2.6m), tinggi pipa outlet (2.5,3.2 dan 3.7m) serta diameter pipa outlet ($\frac{3}{4}$ ""). Hasil penelitian menunjukkan bahwa, rata-rata kinerja optimum pembangkit listrik tenaga air sistem pompa hidram pada penelitian ini di dapatkan pada ketinggian reservoir 2.7(m) dan tegangan yang dihasilkan sebesar 7.3(volt). Dengan diameter turbin 46(cm), pipa inlet berdiameter $\frac{3}{4}$ " dan debit masuk turbin sebesar 7.2(liter/menit) generator dapat membangkitkan energi listrik sebesar 7.3(volt).

Kata Kunci: energi, pompa hidram, turbin, pipa inlet, debit.

ABSTARCT

Energy was close to nature and technology. From nature, energy was produced and technology made energy can be used optimally. Nowadays, energy needs are greally increased, this is influenced by an increase in population growth and human activity. Water is one of potential sources for the development of renewable energy, such as hydropower (hydroelectric power plant) which is applied to rivers and reservoirs. Making hydropower certainly requires a large budget, and need research that is not simple, and must review the environmental aspects so as not to disturb the natural mechanism. If the household has its own energy source, the use of energy produced by large power plants can be allocated entirely to the needs of industry, education and so many projects that needs energy in large scale. This study aims to design a small-capacity power plant, as an alternative energy source for household consumption, especially in the country. In the design, the hydram pump is installed as an important part of extending the duration of electicity generation by turbine and generator. In making hydram pump, there are 3 variations of the test consisting of the inlet pipe length (2.6 meters), height of outlet pipe are (2.5, 3.2 and 3.7 meters) and outlet pipe diameters $\frac{3}{4}$ ". The results show that the average optimal performance hydroelectric power plant system hydram pumpin this study was obtained in the reservoir height is 2.7 meters and the resulting voltage is equal to 7.3 volt. With a turbine diameter 46 centimeters, pipe inlet diameter $\frac{3}{4}$ " and a turbin inlet discharge of 7.2 liters/minutes the generator can generate electrical energy of 7.3 volt.

Keywords: energy, hydram pump, turbine, inlet pipe, discharge

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
KATA PENGANTAR	ii
ABSTRAK	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Tujuan Penelitian.....	2
D. Manfaat Penelitian.....	3
E. Batasan Masalah.....	3
F. Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Energi.....	5
1. Energi Hidrolik	5
2. Energi Listrik	6
B. Konversi Energi.....	8
1. Perubahan Energi Panas Jadi Energi Listrik.....	8
2. Konversi Energi Elektromekanik.....	9
C. Pompa Hidram.....	9
1. Cara Kerja Pompa Hidram	10

2. Prinsip Dasar Pompa Hidram.....	12
3. Palu Air (Water Hammer).....	13
D. Efisiensi Pompa Hidram	13
E. Pembangkit Listrik Tenaga Air	14
BAB III METODE PENELITIAN	
A. Waktu & Tempat Penelitian	16
B. Data Parameter & Variabel Penelitian	16
C. Alat dan Bahan	17
D. Skema Penelitian.....	18
E. Langkah Penelitian.....	21
BAB IV HASIL & PEMBAHASAN	
A. Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Air Sistem Pompa Hidram	22
1. Desain Skema Panel PLTA Sistem Pompa Hidram.....	22
2. Skema Mekanisme PLTA Sistem Pompa Hidram.....	26
B. Hasil Penelitian	27
BAB V KESIMPULAN & SARAN	
A. Kesimpulan.....	33
B. Saran	34
DAFTAR PUSTAKA	35
LAMPIRAN	37

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bagian-bagian Pompa Hidram	10
Gambar 3.1 Sketsa Instalasi Pompa Hidram.....	18
Gambar 3.2 Diagram Mekanisme Kerja Alat	20
Gambar 3.3 Desain Rangkaian Pembangkit Listrik.....	20
Gambar 3.4 Langkah Penelitian.....	21
Gambar 4.1 Panel Pembangkit Listrik Tenaga Air Sistem Pompa Hidram.....	22
Gambar 4.2 Generator.....	23
Gambar 4.3 Voltmeter.....	24
Gambar 4.4 Converter Stepup.....	24
Gambar 4.5 Saklar.....	25
Gambar 4.6 Arduino.....	25
Gambar 4.7 Dinamo Air.....	26
Gambar 4.8 Mekanisme PLTA Sistem Pompa Hidram	26
Gambar 4.9 Grafik Hasil Pengujian Pompa Hidram.....	28
Gambar 4.10 Grafik Pengujian Debit Air Terhadap Tinggi Reservoir	29
Gambar 4.11 Grafik Pengujian Tegangan Terhadap Tinggi Reservoir	30
Gambar 4.12 Grafik Tegangan yang dihasilkan Terhadap Beban.....	31

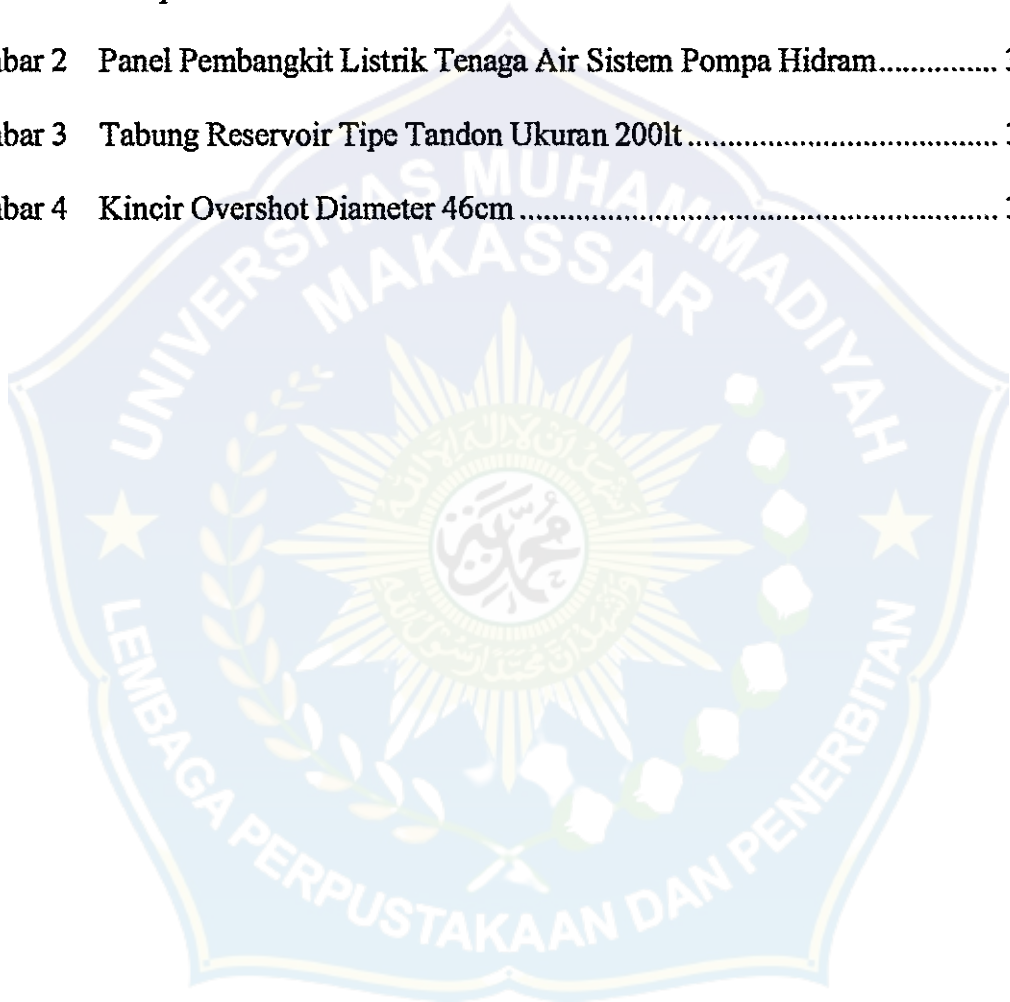
DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Alat dan Bahan PLTA Sistem Pompa Hidram.....	17
Tabel 4.1 Pengujian Pompa Hidram	27
Tabel 4.2 Pengujian Kincir	28
Tabel 4.3 Tegangan yang dihasilkan Terhadap Beban	31



DAFTAR LAMPIRAN

Gambar 1	Pompa Hidram.....	37
Gambar 2	Panel Pembangkit Listrik Tenaga Air Sistem Pompa Hidram.....	37
Gambar 3	Tabung Reservoir Tipe Tandon Ukuran 200lt	38
Gambar 4	Kincir Overshot Diameter 46cm	38



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Energi erat kaitannya dengan alam dan teknologi. Dari alam energi dihasilkan, dan dengan teknologi energi dapat digunakan secara optimal. Saat ini kebutuhan energi sangat meningkat, hal ini dipengaruhi adanya peningkatan pertumbuhan penduduk dan aktivitas manusia. Ketidak-seimbangan permintaan dan penawaran pertumbuhan penduduk dan pesatnya industrialisasi dunia, mengakibatkan tersedotnya cadangan energi, khususnya energi fosil yang merupakan sumber energi utama dunia. Air merupakan salah satu potensi untuk pengembangan energi terbarukan, seperti PLTA (Pembangkit Listrik Tenaga Air) yang diterapkan pada sungai dan waduk.

Pengembangan energi terbarukan yang lebih sederhana harus digalakkan untuk memenuhi kebutuhan energi, setidaknya untuk memenuhi kebutuhan energi domestik rumah tangga. Jika rumah tangga memiliki sumber energi sendiri maka penggunaan energi yang dihasilkan oleh pembangkit listrik tenaga besar dapat dialokasikan sepenuhnya pada kebutuhan industri, pendidikan dan lain sebagainya. Pompa hidram merupakan salah satu teknologi untuk menaikkan air dari elevasi tertentu menuju elevasi di atasnya dengan memanfaatkan sifat air itu sendiri. Mekanisme pompa hidram ialah memasukkan air ke dalam sistem yang telah dibuat sehingga menimbulkan water hammer di dalam sistem, sehingga air akan saling menabrak dan menimbulkan tekanan.

Apabila mekanisme pompa hidram diterapkan pada sebuah sistem yang akan memutar turbin, air yang dialirkan oleh pompa hidram ke elevasi yang tinggi akan memutar sebuah turbin. Pada penelitian ini dirancang bagaimana bentuk pompa hidram yang efisien dalam menaikkan air, mencari hubungan antara efisiensi debit hidram dengan daya yang dapat dihasilkan sesuai dengan data-data yang didapat dari mengoperasikan pembangkit. Kemudian membuat standard operasional mekanisme alat sehingga energi dapat digunakan.

Berdasarkan latar belakang di atas, maka di dalam tugas akhir ini penulis akan "*Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Air Sistem Pompa Hidram*", sehingga diharapkan dapat memberikan manfaat dalam meningkatkan penguasaan di bidang peningkatan pemakaian energi baru terbarukan.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut :

- a. Berapa debit kebocoran air yang di hasilkan oleh pompa hidram?
- b. Berapa nilai debit air untuk memutar tekanan pada kincir?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari Tugas Akhir ini adalah :

- a. Mengetahui debit kebocoran air yang di hasilkan oleh pompa hidram.
- b. Mengetahui nilai debit air untuk dapat memutar tekanan pada kincir.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat yang bisa didapat pada penulisan Tugas Akhir ini diantaranya :

- a. Menambah pengetahuan dibidang teknik elektro khususnya pada perancangan pembangkit listrik tenaga air sistem pompa hidram skala rumah.
- b. Peneliti dapat menganalisa debit kebocoran air yang dihasilkan oleh pompa hidram.
- c. Peneliti dapat menganalisa nilai debit air untuk memutar tekanan pada kincir.

E. Batasan Masalah

Agar dalam penulisan Tugas Akhir ini dapat sesuai sasaran dan tujuan yang diharapkan, maka diadakan pembatasan masalah. Adapun batasan-batasan masalah tersebut diantaranya :

- a. Perhitungan debit air yang dibutuhkan untuk memutar kincir.
- b. Perhitungan Air yang dihasilkan oleh pompa hidram tiap menitnya.

F. Sistematika Penulisan

BAB I. PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang penelitian, perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini memuat teori mengenai hal-hal yang berkaitan dengan penelitian.

BAB III. METODE PENELITIAN

Bab ini berisi uraian tentang persiapan analisis mencakup pembuatan alat, pengumpulan data hingga pelaksanaan analisis.

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan tentang hasil dari penelitian, alat dan perhitungan serta pembahasan terkait judul penelitian.

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini merupakan penutup yang berisi tentang kesimpulan dan saran terkait judul penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

Berisi tentang daftar sumber referensi penulis dalam memilih teori yang relevan dengan judul penelitian.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Energi

Menurut Undang-Undang Republik Indonesia No. 30 Tahun 2007, Energi adalah kemampuan untuk melakukan kerja yang dapat berupa panas, cahaya, mekanika, kimia dan elektromagnetika. Energi erat kaitannya dengan alam dan teknologi. Dari alam energi dihasilkan dan dengan teknologi energi dapat digunakan secara optimal. Saat ini kebutuhan energi sangat meningkat, hal ini dipengaruhi adanya peningkatan pertumbuhan penduduk dan aktivitas manusia. Ketidak-seimbangan permintaan dan penawaran pertumbuhan penduduk dan pesatnya industrialisasi dunia, mengakibatkan tersedotnya cadangan energi, khususnya energi fosil yang merupakan sumber energi utama dunia.

1. Energi Hidrolik (Hydraulic Energy)

Energi hidrolik (*hydraulic energy*) adalah kemampuan air untuk melakukan usaha. Sedangkan usaha merupakan jumlah energi yang bekerja per satuan waktu. Ada dua macam :

a) Energi Kinetik

Energi kinetik adalah energi akibat dari aliran air dalam pipa dirumuskan :

$$EK = \frac{v^2}{2} \cdot g \quad (2.1)$$

Dimana :

EK = Energi Kinetik Hidrolis (joule)

V = Kecepatan Aliran (m/dt)

g = Percepatan Gravitasi (m^2/dt)

b) Energi Potensial

Energi potensial adalah energi yang dihasilkan oleh tekanan yang bekerja dalam air atau energi yang di hasilkan oleh adanya selisih ketinggian (elevasi).

i. Energi Potensial Tekanan

Energi potensial tekanan merupakan energi yang dimiliki oleh partikel-partikel air yang berada dalam tekanan yang bersesuaian. Dirumuskan :

$$E_p = P/W \quad (2.2)$$

Dimana :

E_p = energi potensial tekanan (joule)

P = tekanan (kg/m^2)

W = berat volume air (V_w)

2. Energi Listrik

Energi listrik merupakan suatu energi yang berasal dari muatan listrik yang menimbulkan medan listrik statis atau Bergeraknya elektron pada konduktor (pengantar listrik) atau ion (positif atau negatif) pada zat cair atau gas (Okky, 2017). Listrik mempunyai satuan Ampere yang disimbolkan dengan A dan tegangan listrik yang disimbolkan dengan V dengan satuan volt dengan ketentuan kebutuhan pemakaian daya listrik Watt yang disimbolkan dengan W . Energi listrik bisa diciptakan oleh sebuah energi lain dan bahkan sanggup memberikan suatu energi yang nantinya bisa dikonversikan pada energi yang lain.

Jika di dalam sebuah rangkaian diberi beda potensial V sehingga mengalirkan suatu muatan listrik sejumlah Q dan arus listrik sebesar I , maka energi listrik yang diperlukan,

$$W = Q V \text{ dengan } Q = I t \quad (2.3)$$

Keterangan :

W = Energi listrik (Joule) I = Arus Listrik (Ampere)

Q = Muatan listrik (Coulomb) t = waktu (detik)

V = Beda potensial (Volt)

W merupakan energi listrik dalam satuan joule, di mana 1 joule adalah energi diperlukan untuk memindahkan satu muatan sebesar 1 coulomb dengan beda potensial 1 volt. Sehingga 1 joule = coulomb $\times$ volt. Sedangkan pada muatan per satuan waktu adalah kuat arus yang mengalir maka energi listrik bisa ditulis, Karena $I = Q/t$ maka didapatkan perumusan :

$$W = (I.t).V \quad W = V I t \quad (2.4)$$

Jika persamaan tersebut dihubungkan dengan hukum Ohm ($V = I.R$) maka diperoleh perumusan:

$$W = I^2 R \text{ atau } W = \frac{V^2}{R} t \quad (2.5)$$

Dari persamaan-persamaan menunjukkan bahwa besarnya suatu energi listrik tergantung pada muatan, beda potensial, arus listrik, hambatan, dan waktu. Semakin besar muatan, kuat arus, beda potensial dan waktu, semakin besar pula sebuah energinya. Sedang untuk hambatan, semakin besar hambatan, energinya semakin kecil.

B. Konversi Energi

Konversi Energi dalam pengetahuan teknologi dan fisika dapat diartikan sebagai kemampuan melakukan kerja. Energi di dalam alam adalah suatu besaran yang kekal (hukum termodinamika pertama). Energi tidak dapat diciptakan dan tidak dapat dimusnahkan, tetapi dapat dikonversikan / berubah dari bentuk energi yang satu ke bentuk energi yang lain, misalnya pada kompor di dapur, energi yang tersimpan dalam minyak tanah diubah menjadi api. Selanjutnya jika api digunakan untuk memanaskan air dalam panci, energi berubah bentuk lagi menjadi gerak molekul - molekul air. Perubahan bentuk energi ini disebut konversi. Sedangkan perpindahan energi disebabkan adanya perbedaan temperatur yang disebut kalor. Energi juga dapat dipindahkan dari suatu sistem ke sistem yang lain melalui gaya yang mengakibatkan pergeseran posisi benda. Transfer energi ini adalah kemampuan suatu sistem untuk menghasilkan suatu kerja yang pengaruh/berguna bagi kebutuhan manusia secara positif.

1. Perubahan Energi Panas Jadi Energi Listrik

Termoelektrik yang mengubah energi panas menjadi tenaga listrik adalah salah satu proses penggunaan elektron yang mana berperan sebagai fluida yang memiliki fungsi sebagai kuantum magnetisasi atau yang dinamakan sebagai magnon. Beberapa penelitian yang menyebutkan bahwa termodinamika yang berbasis magnon sampai saat ini masih selalu dilakukan dengan menggunakan filter atau bahan film yang sangat tipis sehingga energi atau tegangan yang dihasilkan pun juga sangat rendah atau hanya dalam skala yang sangat kecil.

Namun, dengan adanya perkembangan penggunaan bahan bakar limbah karbondioksida yang dihasilkan dari kendaraan bermotor maka saat ini partikel dan material komposit juga semakin bertambah dengan dukungan komposit dari bahan platinum dan juga nikel sehingga tegangan yang dihasilkan pun lebih besar dibandingkan dengan magnon sebelumnya.

2. Konversi Energi Elektromekanik

Konversi energi listrik menjadi energi mekanik (motor) dan sebaliknya dari energi mekanik menjadi energi listrik (generator) berlangsung melalui medium medan magnet. Energi yang akan diubah dari satu ke lain sistem, sementara akan tersimpan pada medium medan magnet untuk kemudian dilepaskan menjadi energi sistem lainnya. Dengan demikian medan magnet di sini selain berfungsi sebagai tempat penyimpanan energi juga sekaligus sebagai medium untuk mengkopel proses perubahan energi.

C. Pompa Hidram

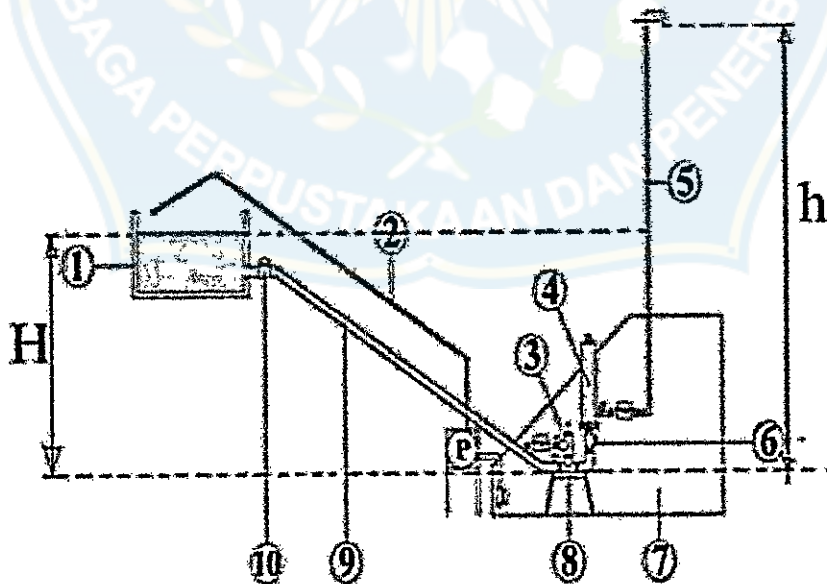
Pompa adalah peralatan mekanis untuk merubah energi mekanik dari mesin penggerak pompa menjadi energi tekan fluida yang dapat membantu memindahkan fluida ke tempat yang lebih tinggi elevasinya (Munson, 2005).

Pompa hidram merupakan suatu alat yang digunakan untuk menaikkan air dari tempat rendah ke tempat yang lebih tinggi secara otomatis dengan energi yang berasal dari air itu sendiri yaitu karena adanya tinggi air jatuh yang digunakan untuk menekan katup pada pompa hidram dan mengakibatkan water hammer ketika air diberhentikan secara tiba-tiba, maka perubahan momentum

massa fluida tersebut akan meningkatkan tekanan secara tiba-tiba pula. Peningkatan tekanan fluida ini digunakan untuk mengangkat sebagian fluida tersebut ke tempat yang lebih tinggi (International Development Research Centre, 2005)

1. Cara Kerja Pompa Hidram

Pompa hidram merupakan alat untuk menaikkan air ke tempat yang lebih tinggi atau pompa energi yang penggerakannya tidak menggunakan bahan bakar minyak ataupun listrik, tetapi secara otomatis dengan energi kinetik yang berasal dari air itu sendiri. Dengan demikian air dialirkan dari sumber atau suatu tampungan kedalam pompa hidram melalui pipa *inlet* dengan posisi pompa yang lebih rendah dari sumber air tampungan tersebut. Bagian-bagian pompa hidram dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 2.1 Bagian - Bagian Pompa Hidram
(Afif, 2016)

Keterangan gambar pompa hidram:

1. Tangki air (reservoir)
2. Pipa sirkulasi
3. Katup buang / katup limbah
4. Tabung udara
5. Pipa penghantar
6. Katup penghantar
7. Tangki penampung
8. Dudukan pompa
9. Pipa inlet
10. Katup pemasukan
11. H = Tinggi permukaan reservoir
12. h = Tinggi pipa penghantar

Dari keterangan gambar diatas, air mengalir ke badan pompa dan air sebagian keluar melalui katup buang dengan cukup cepat, maka tekanan dinamik yang dihasilkan air bergerak ke atas mendorong katup buang sehingga katup buang akan tertutup secara tiba-tiba dan katup buang tersebut menghentikan aliran air dalam pipa *inlet*.

Air yang terhenti akibat katup buang tertutup mengakibatkan tekanan besar yang terjadi secara tiba-tiba di dalam pompa hidram. Tekanan air yang besar atau "*water hammer*" dalam badan pompa, sebagian air masuk ke dalam tabung udara yang berfungsi meratakan perubahan tekanan yang terjadi, melalui katup penghantar air di dalam tabung tidak bisa kembali lagi ke pompa karena katup searah yang menghalangi kembalinya air ke dalam pompa, sehingga air dalam

tabung tersebut akan keluar melalui pipa penghantar (*outlet*) yang menghasilkan air ke atas menuju ketinggian tertentu.

2. Prinsip Dasar Pompa Hidram

Dari keterangan Gambar 2.1 tersebut, air mengalir ke badan pompa dan air sebagian keluar melalui katup buang dengan cukup cepat, maka tekanan dinamik yang dihasilkan air bergerak ke atas mendorong katup buang sehingga katup buang akan tertutup secara tiba-tiba dan katup buang tersebut menghentikan aliran air dalam pipa *inlet*.

Air yang terhenti akibat katup buang tertutup mengakibatkan tekanan besar yang terjadi secara tiba-tiba di dalam pompa hidram. Tekanan air yang besar atau "*water hammer*" dalam badan pompa, sebagian air masuk ke dalam tabung udara yang berfungsi meratakan perubahan tekanan yang terjadi, melalui katup penghantar air di dalam tabung tidak bisa kembali lagi ke pompa karena katup searah yang menghalangi kembalinya air ke dalam pompa, sehingga air dalam tabung tersebut akan keluar melalui pipa penghantar (*outlet*) yang menghasilkan air ke atas menuju ketinggian tertentu (Afif, 2016).

Cara kerja pompa hidraulik ram automatic merupakan proses perubahan energi kinetis aliran air menjadi tekanan dinamik dan akibatnya menimbulkan palu air (*water hammer*) sehingga tekanan tinggi dalam pipa. Dengan mengusahakan supaya katub pembuang (*waste valve*) dan katup air keluar (*delivery valve*) terbuka dan tertutup secara bergantian, maka tekanan dinamik diteruskan sehingga tekanan inersia yang terjadi dalam pipapemasukan memaksa air naik ke pipa penghisap (Santoso, 2016).

3. Palu Air (Water Hammer)

Palu air terjadi karena adanya air dari reservoir dialirkan melalui pipa secara tiba-tiba dihentikan oleh suatu penutupan katup, maka energi potensial akan berubah menjadi energi kinetik, sehingga serangkaian gelombang tekanan positif dan negatif akan bergerak maju mundur di dalam pipa sampai terhenti akibat gesekan.

Pompa hidram bekerja berdasarkan palu air, ketika suatu aliran fluida dalam pipa dihentikan secara tiba-tiba misalnya dengan menutup katup dengan sangat cepat, sehingga akan membentur katup dan menimbulkan tekanan yang melonjak disertai fluktuasi tekanan di sepanjang pipa untuk beberapa saat. Sebagian gelombang tekanan tersebut akan menjadi arus balik ke arah reservoir dan ini berarti terjadi penurunan tekanan pada sistem pompa sehingga klep penghantar tertutup kembali sedangkan klep limbah membuka kembali. Akibat dari pembebasan gelombang tekanan tersebut kembali lagi arus massa air dari reservoir menuju pompa akan menekan naik klep limbah sehingga terjadi penutupan tiba-tiba yang mengakibatkan terjadi proses palu air. Proses yang terjadi berulang-ulang inilah yang mendorong naik air ke pipa penghantar untuk kemudian diteruskan ke bak penampung (Fane, 2012).

D. Efisiensi Pompa Hidram

Menurut Mulyamah (1987) efisiensi merupakan suatu ukuran dalam membandingkan rencana penggunaan masukan dengan penggunaan yang direalisasikan atau perkataan lain penggunaan yang sebenarnya. Ada dua metode dalam perhitungan efisiensi hidram, yaitu :

1. Menurut D' Aubuisson

$$\eta A = \frac{q h}{(Q+q)H} \quad (2.6)$$

Dimana:

ηA = Efisiensi Hidram Menurut D' Aubuisson

q = debit hasil (m^3/s)

Q = debit limbah (M^3/s)

h = head keluar (m)

H = head masuk (m)

2. Menurut Rankine

$$\eta R = \frac{q (H-h)}{(Q+q)H} \quad (2.7)$$

Dimana :

ηR = Efisiensi Hidram Menurut Rankine

q = Debit Hasil (m^3/s)

Q = Debit Limbah (M^3/s)

h = Head Keluar (m)

H = Head Masuk (m)

E. Pembangkit Listrik Tenaga Air

Pembangkitan tenaga air adalah suatu bentuk perubahan tenaga dari tenaga air dengan ketinggian dan debit tertentu menjadi tenaga listrik, dengan menggunakan turbin air dan generator. Daya (power) yang dihasilkan dapat dihitung berdasarkan rumus berikut :

$$P = \rho.Q.h.g \quad (2.8)$$

Dimana :

P = Daya Keluaran Secara Teoritis (watt)

ρ = Massa Jenis Fluida (kg/m^3)

Q = Debit Air (m^3/s)

h = Ketinggian Efektif (m)

g = Gaya Gravitasi (m/s^2)

Daya yang keluar dari generator dapat diperoleh dari perkalian efisiensi turbin dan generator dengan daya yang keluar secara teoritis. Sebagaimana dapat dipahami dari rumus tersebut di atas, daya yang dihasilkan adalah hasil kali dari tinggi jatuh dan debit air, oleh karena itu berhasilnya pembangkitan tenaga air tergantung daripada usaha untuk mendapatkan tinggi jatuh air dan debit yang besar secara efektif dan ekonomis.

Besarnya daya yang dihasilkan merupakan fungsi dari besarnya debit sungai dan tinggi terjun air. Besarnya debit yang dipakai sebagai debit rencana, bisa merupakan debit minimum dari sungai tersebut sepanjang tahunnya atau diambil antara debit minimum dan maksimum, tergantung fungsi yang direncanakan PLTA tersebut. Besarnya daya dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$P = \rho \times Q \times g \times H \times \eta \quad (2.9)$$

Dimana :

ρ = Densitas Air (kg/m^3)

η = Efisiensi Keseluruhan PLTA

Q = Debit Air (m^3/s)

h = Tinggi Terjun Air Efektif (m)

(Tugiono, Subuh dkk. 2016)

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu : November 2019 hingga Januari 2020

Tempat : Desa Tarailu, Kota Mamuju, Sulawesi Selatan

B. Data (Parameter) dan Variabel Penelitian

Variabel yang diteliti pada penelitian ini adalah data energi listrik yang dihasilkan oleh pembangkit listrik, data debit air tambahan yang terpakai saat pengoperasian berlangsung dengan membuat grafik hubungan antara jumlah energi dan efisiensi penerapan pompa hidram pada pembangkit listrik terhadap pemakaiannya untuk rumah tangga. Membandingkan penggunaan air dengan daya yang dihasilkan.

Efektifitas kinerja dari pompa hidram dipengaruhi beberapa parameter, antara lain tinggi jatuh, diameter pipa, jenis pipa, karakteristik katub buang, panjang pipa inlet dan panjang pipa pada katub pembuangan. Pompa hidram juga memiliki kelebihan lain yaitu konstruksinya sederhana, tidak memerlukan pelumasan, dapat bekerja kontinyu selama 24 jam sehari tanpa berhenti dan tidak menimbulkan kebisingan, pengoperasiaannya mudah, biaya pembuatan dan perawatan mudah, hemat energi dan ramah lingkungan.

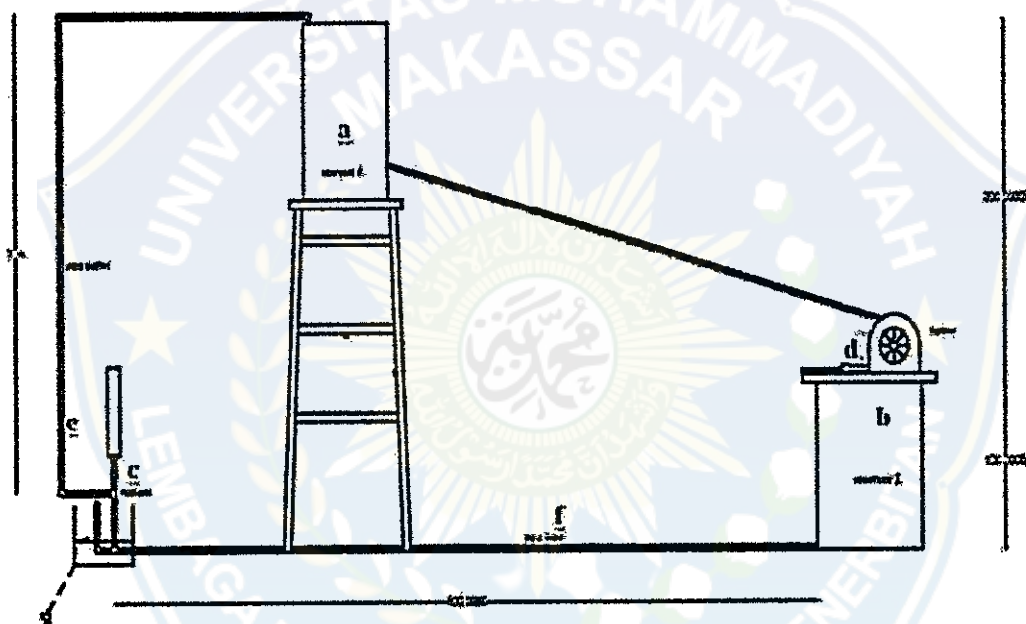
C. Alat dan Bahan

Tabel 3.1. Alat dan Bahan PLTA Sistem Pompa Hidram

No.	Nama Alat dan Bahan	Jumlah
1	Pipa PVC $\frac{3}{4}$ (320 cm)	1 buah
2	Pipa PVC $\frac{3}{4}$ (260 cm)	1 buah
3	Pipa PVC $\frac{3}{4}$ (8 cm)	3 buah
4	Pipa PVC $\frac{3}{4}$ (12 cm)	2 buah
5	Pipa PVC $\frac{3}{4}$ (30 cm)	2 buah
6	Pipa PVC $\frac{1}{2}$ (270 cm)	1 buah
7	Kran Stop $\frac{3}{4}$	2 buah
8	Nipple PVC $\frac{3}{4}$	5 buah
9	Tee Stuck PVC $\frac{3}{4}$	2 buah
10	Elbow PVC $\frac{3}{4}$	2 buah
11	Elbow $\frac{1}{2}$	2 buah
12	Kincir Overshot diameter 46 cm	1 buah
13	Reservoir	3 buah
14	Generator 12volt 6watt	1 buah
15	Voltmeter	1 buah
16	Converter stepup	1 buah
17	Saklar	2 buah
18	Arduino	1 buah
19	Dinamo Air	1 buah

D. Skema Penelitian

Kincir yang akan digerakkan oleh air yang mengalir mendapatkan energi gerak yang akan diubah menjadi energi listrik melalui generator. Sketsa instalasi alat pembangkit listrik tenaga air sistem pompa hidram dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1.Sketsa instalasi pompa hidram (Dharma Teguh Pribadi,2018)

Keterangan Gambar 3.1:

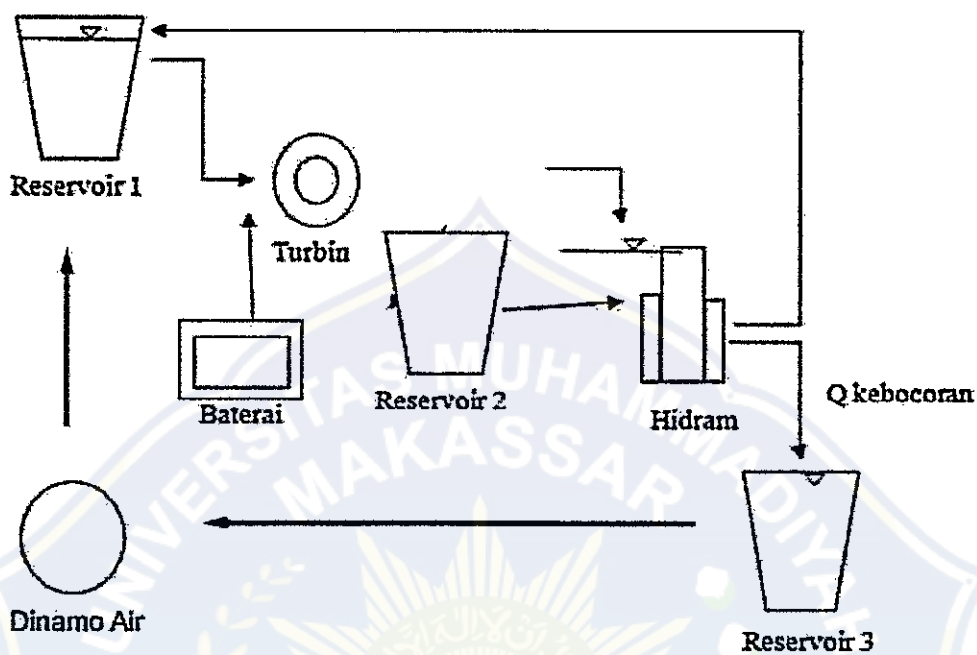
- | | |
|------------------------------|--|
| a = reservoir 1 (200 liter) | d = turbin (diameter 46cm) |
| b = reservoir 2 (1200 liter) | e = pipa outlet hidram (diameter $\frac{3}{4}$) |
| c = hidram | f = pipa inlet hidram (diameter $\frac{3}{4}$) |

Komponen-komponen yang digunakan dalam alat ini adalah kerangka kincir, sudu, *pully*, *v-belt*, aki, pompa hidram dan bola lampu. Kincir memiliki diameter 46 cm, jenis sudu yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis sudu

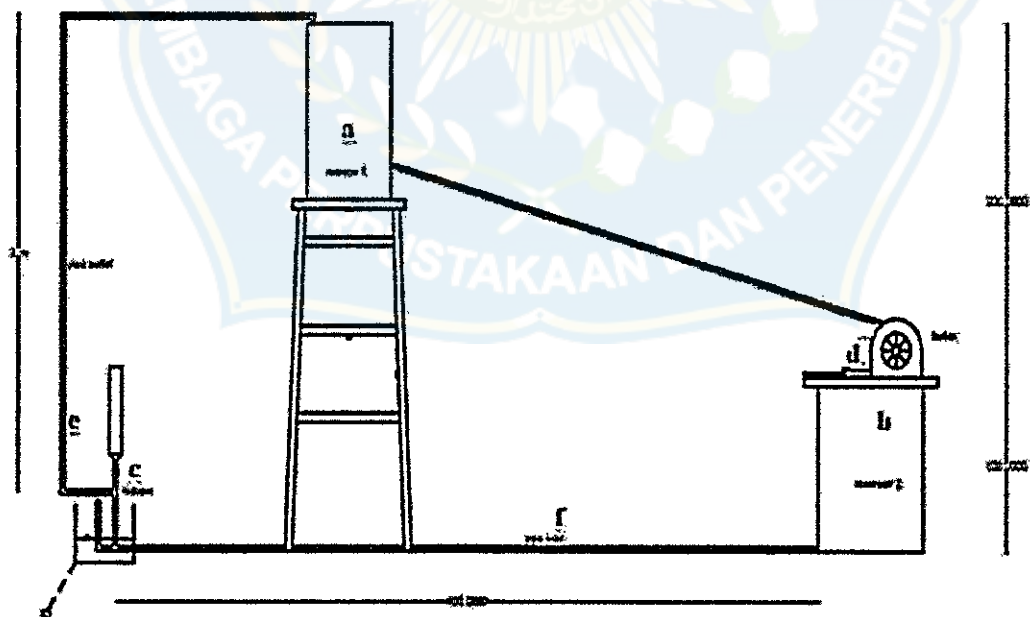
turbin pleno, dan yang membedakan sudu tersebut dengan sudu tipe lain adalah sudu ini memiliki cekungan yang memiliki sudut 450 sehingga dapat menampung air yang keluar dari pancaran air sehingga sudu akan mendapat beban yang lebih besar dan dapat berputar secara maksimal.

Jenis kincir yang di gunakan adalah jenis kincir tipe *overshot*. Tipe kincir *overshot* ini dapat digunakan pada daerah yang memiliki ketinggian sehingga kincir dapat diputar dengan memanfaatkan energi yang dihasilkan oleh air yang jatuh kepermukaan kincir. Tipe kincir ini lebih efisien digunakan dibandingkan kincir lainnya. Hal ini sesuai dengan literatur Wahyono (2007), keuntungan menggunakan tipe kincir *overshot* adalah tingkat efisiensi yang tinggi dapat mencapai 85%, tidak membutuhkan aliran yang deras, konstruksi yang sederhana, mudah dalam perawatan, dan teknologi yang sederhana mudah diterapkan di daerah yang terisolir.

Pemilihan bahan dan spesifikasinya akan mempengaruhi kinerja alat yang dirancang. Bahan-bahan teknik yang dipilih pada alat ini harus memenuhi persyaratan yang diinginkan yaitu kokoh dan mampu mendukung kinerja alat serta mudah diperoleh. Pada alat ini kerangka alat yang digunakan adalah besi. Besi yang dipakai dalam alat ini adalah besi ringan sehingga tidak terlalu berat untuk digerakkan dan tahan terhadap beban yang ditimbulkan oleh air yang jatuh dari pipa.



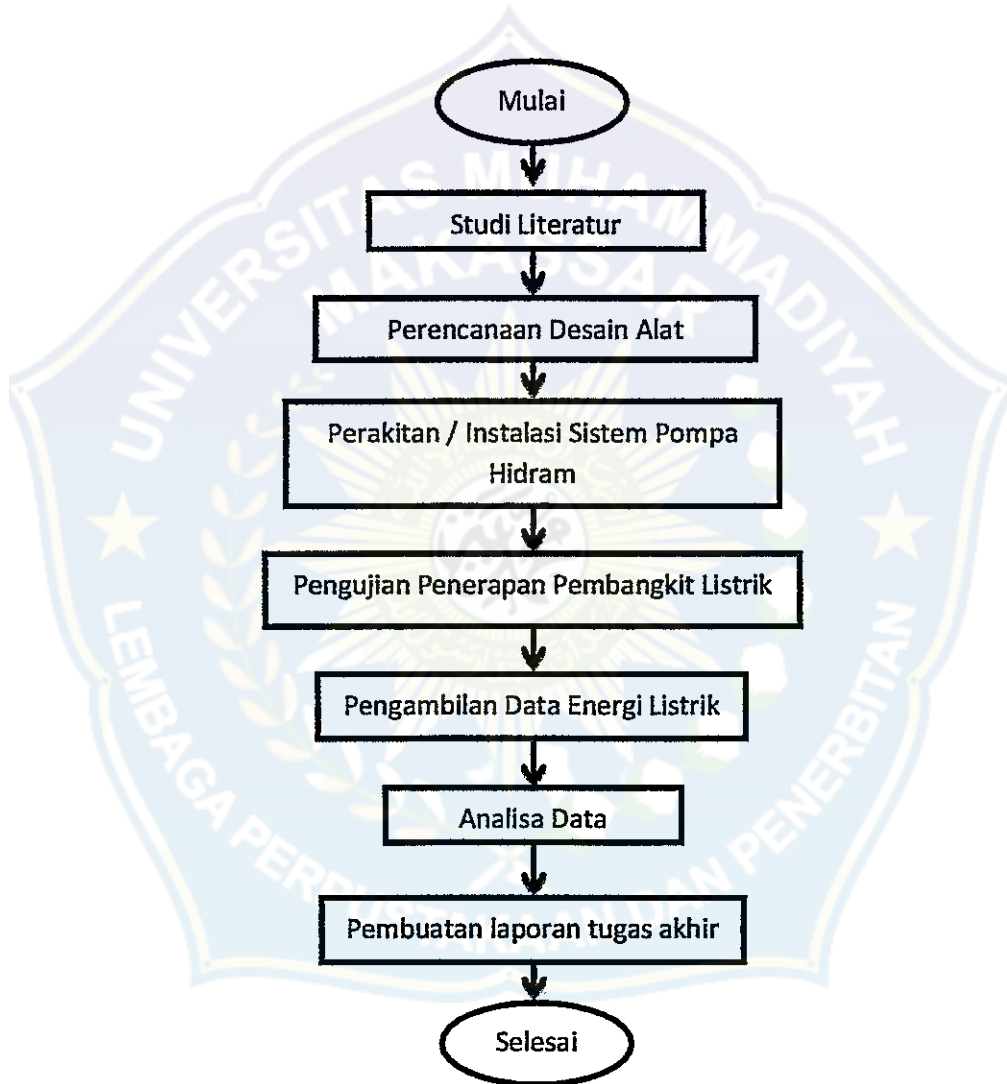
Gambar 3.2 Diagram Mekanisme Kerja Alat (Dharma Teguh Pribadi,2018)



Gambar 3.3 Desain Rangkaian Pembangkit Listrik (Dharma Teguh Pribadi,2018)

E. Langkah Penelitian

Secara garis besar tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini diperlihatkan pada Gambar berikut :



Gambar 3.4. Langkah penelitian

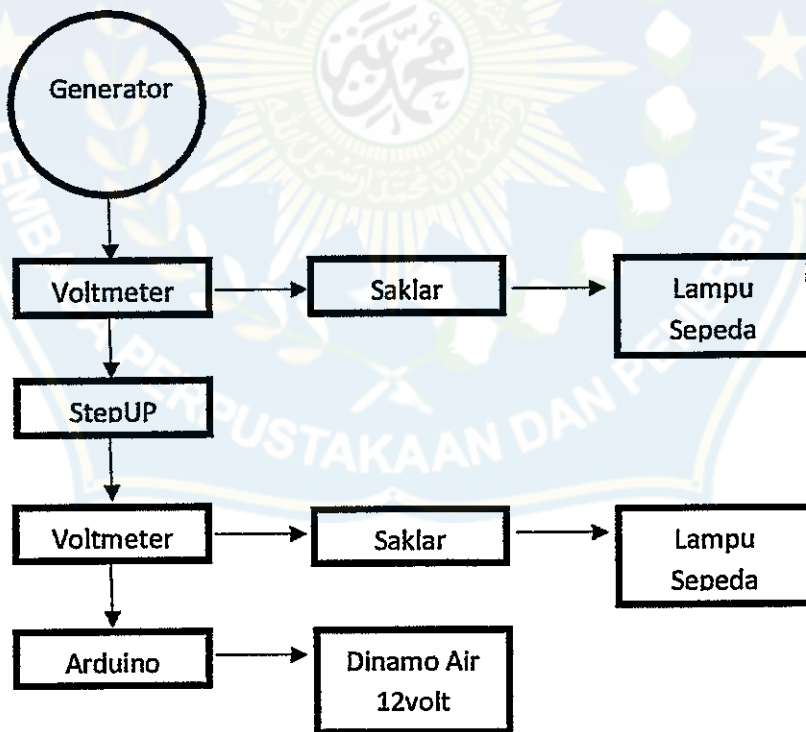
BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Air Sistem Pompa Hidram

Dalam penelitian ini kami merancang pembangkit listrik tenaga air dengan sistem pompa hidram yang terdiri dari beberapa komponen, yaitu: Kincir, Generator 12volt 6watt, Pompa hidram, Panel kontrol, Dinamo air 12 volt, dan Reservoir.

1. Desain Skema Panel PLTA Sistem Pompa Hidram



Gambar 4.1.

Panel Pembangkit Listrik Tenaga Air Sistem Pompa Hidram

Dari gambar 4.1, generator yang digunakan yaitu generator 12 volt 6 watt. tegangan yang dihasilkan oleh generator di naikkan menjadi 12 volt menggunakan converter stepup dc to dc, kemudian di salurkan ke beban yaitu lampu sepeda ontel 0,5 & 1 watt. Penggunaan voltmeter untuk membaca tegangan yang dihasilkan oleh generator dan penggunaan arduino adalah untuk mengontrol dinamo air pada pompa hidram.

a) Generator



Gambar 4.2. Generator

Generator digunakan untuk menghasilkan tegangan, generator yang kami gunakan adalah generator sepeda ontel dimana tegangan maksimumnya 12 volt 6watt.

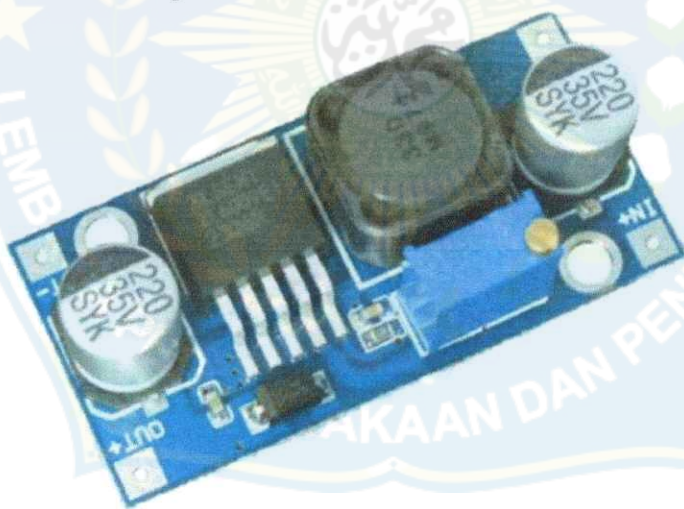
b) Voltmeter



Gambar 4.3. Voltmeter

Voltmeter berfungsi untuk membaca/menampilkan hasil tegangan yang dihasilkan oleh generator.

c) Converter StepUP



Gambar 4.4. Converter Stepup

Converter stepup digunakan untuk menemukan voltase yang sesuai dengan voltase dari sebuah alat yang dibuat.

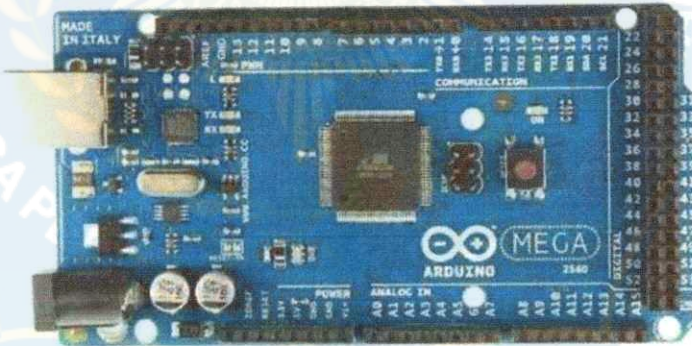
d) Saklar



Gambar 4.5. Saklar

Saklar berfungsi sebagai memutus dan menyambungkan dari sumber arus ke beban.

e) Arduino



Gambar 4.6. Arduino

Arduino digunakan untuk mengontrol, menjalankan atau mematikan dinamo air.

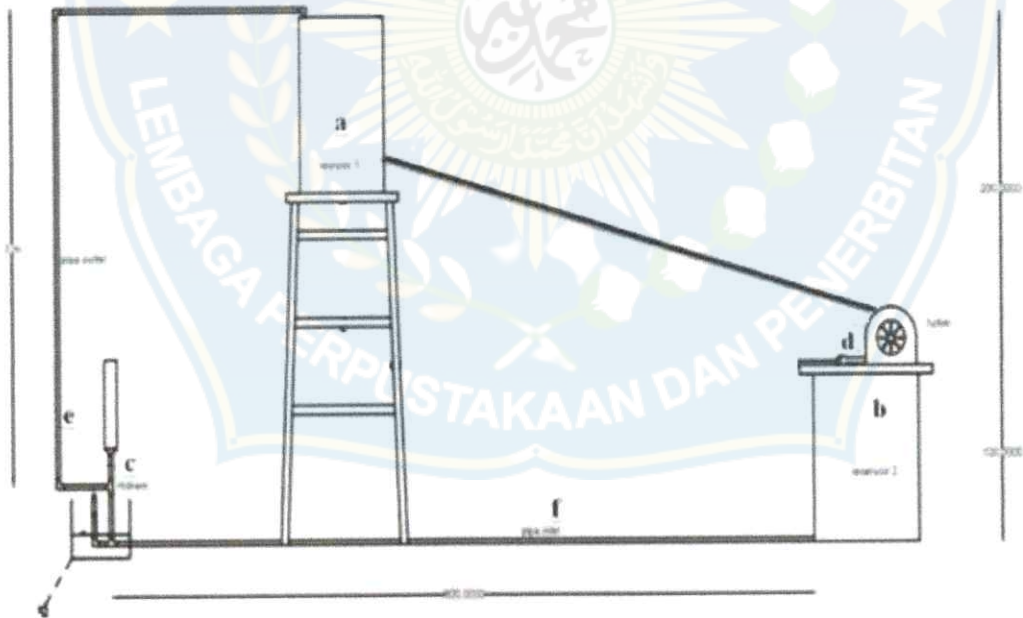
f) Dinamo Air



Gambar 4.7. Dinamo air

Dinamo air digunakan untuk menaikkan air yang ada di reservoir III hasil kebocoran dari pompa hidram.

2. Skema Mekanisme Pembangkit Listrik Tenaga Air Sistem Pompa Hidram



Gambar 4.8. Mekanisme Pembangkit Listrik Tenaga Air

Sistem Pompa Hidram

Dari gambar 4.9. dapat dilihat bahwa air yang di tampung di Reservoir I (a) yang berkapasitas 200 liter kemudian air dialirkan melalui pipa berdiameter $\frac{3}{4}$ ke kincir dengan diamter kincir 46 cm. kemudian di tampung di reservoir II (b) yang

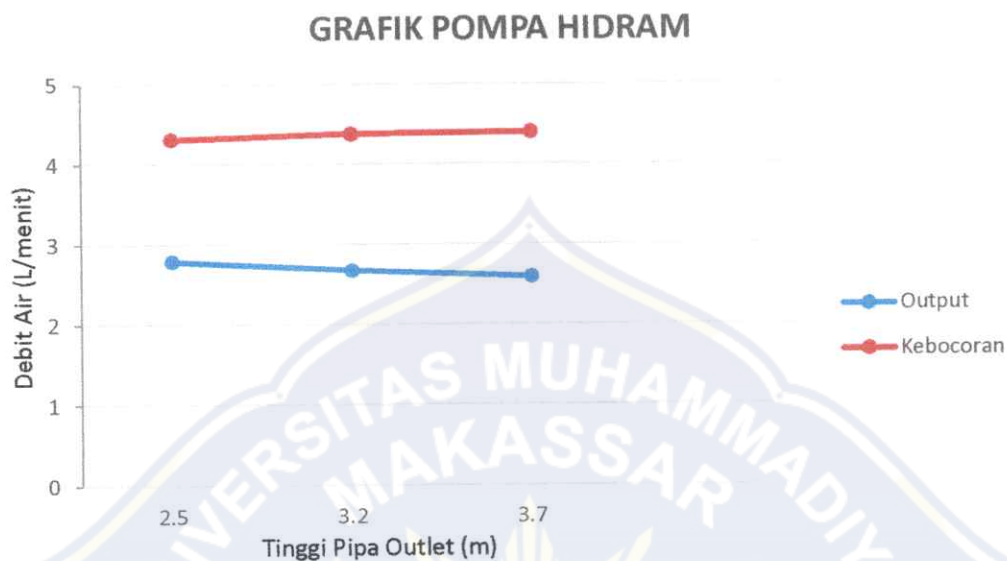
berkapasitas 1.200 liter , kemudian air yang ditampung di reservoir II (b) dinaikkan ke reservoir I (a) menggunakan pompa hidram.

B. Hasil Penelitian

Tabel 4.1. Tabel Pengujian Pompa Hidram

Percobaan	Panjang Pipa Inlet (m)	Tinggi Pipa Outlet (m)	Diameter Pipa Outlet (inci)	Output (liter/menit)	Kebocoran (liter/menit)
I	2.6	2.5	$\frac{3}{4}$	2.80	4.32
II	2.6	3.2	$\frac{3}{4}$	2.73	4.38
III	2.6	3.7	$\frac{3}{4}$	2.60	4.42

Berdasarkan data hasil percobaan pada tabel 4.1 kami menggunakan 3 percobaan dan dapat dilihat perbedaan debit air yang dihasilkan dan tingkat kebocoran terhadap ketinggian pipa outlet dan dapat dilihat grafik antara tinggi pipa outlet, output dan kebocoran. Debit kebocoran terbesar pada pompa hidram yaitu berada pada percobaan III sebesar 4.42 (liter/menit) terdapat pada tinggi reservoir di 3.7 (m) dan output air yang dapat di alirkan ke reservoir I sebesar 2.60 (liter/menit) sedangkan debit kebocoran terkecil yaitu berada pada percobaan I sebesar 4.32 (liter/menit) terdapat pada tinggi reservoir 2.5 (m) dan output air yang dapat dialirkan ke reservoir I sebesar 2.80 (liter/menit).



Gambar 4.9. Grafik Hasil Pengujian Pompa Hidram.

Dari gambar 4.9 diketahui bahwa semakin tinggi pipa outlet maka debit air yang dihasilkan oleh pompa hidram akan semakin kecil dan tingkat kebocoran semakin tinggi karena adanya tekanan di pipa outlet karena semakin besar tekanan pada pipa outlet.

Tabel 4.2. Tabel Pengujian Kincir

Percobaan	Tinggi Reservoir (m)	Panjang Pipa (m)	Tinggi Kincir (m)	Debit Air (liter/menit)	Tegangan (volt)
I	1.5	3.2	1.5	5.83	3.2
II	2	3.2	1.5	6.43	5.2
III	2.7	3.2	1.5	7.20	7.3

Berdasarkan hasil penelitian pada tabel 4.2 dari 3 percobaan dapat disimpulkan bahwa tinggi reservoir sangat mempengaruhi tegangan yang dihasilkan karena semakin tinggi reservoir maka semakin besar debit air yang mengalir ke kincir. Efisiensi debit terbesar yang digunakan pada kincir yaitu sebanyak 7.2 (liter/menit) dengan tinggi reservoir 2.7 (m) dan tegangan yang dihasilkan sebesar 7.3 (volt) sedangkan efisiensi debit terkecil yang digunakan kincir yaitu sebanyak 5.83 (liter/menit) dengan tinggi reservoir 1.5 (m) dan tegangan yang dihasilkan sebesar 3.2 (volt).



Gambar 4.10. Grafik pengujian debit air terhadap tinggi reservoir

Dari gambar 4.10. diketahui bahwa semakin tinggi reservoir maka debit air semakin besar debit air yang mengalir ke kincir.

GRAFIK PENGUJIAN TEGANGAN TERHADAP TINGGI RESERVOIR



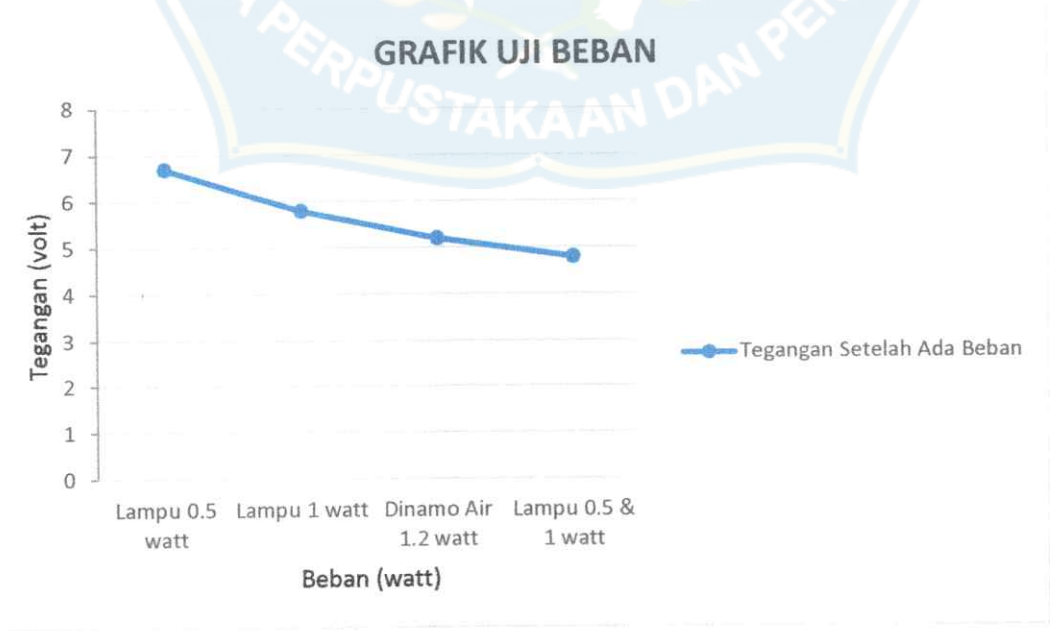
Gambar 4.11. Grafik pengujian tegangan terhadap tinggi reservoir

Dari gambar 4.11. diketahui bahwa semakin tinggi reservoir maka tegangan yang dihasilkan oleh generator semakin besar karena debit air yang mengalir ke kincir sehingga kincir berputar lebih cepat.

Tabel 4.3. Tabel Tegangan yang dihasilkan terhadap beban

Tegangan tanpa beban (volt)	Beban				Tegangan setelah ada beban (volt)
	Lampu I (0.5 watt)	Lampu II (1 watt)	Dinamo Air (1.2 watt)	Total (watt)	
7.3	✓	-	-	0.5	6.7
7.3	-	✓	-	1	5.8
7.3	-	-	✓	1.2	5.2
7.3	✓	✓	-	1.5	4.8

Berdasarkan hasil percobaan pada tabel 4.3. dapat dilihat perubahan tegangan yang dihasilkan oleh generator ketika diberi beban. Tegangan awal sebesar 7.3 volt lalu di beri beban yang berbeda-beda diantaranya lampu 0.5 watt, lampu 1 watt dan dinamo air 1.2 watt, tegangan akhir tertinggi yang dihasilkan pada beban lampu 0.5 (watt) dengan besar daya 6.7 (volt).



Gambar 4.12. Grafik tegangan yang dihasilkan terhadap beban

Dari gambar 4.12. diketahui bahwa, semakin besar beban maka tegangan yang dihasilkan akan semakin kecil. Karena output listrik yang di hasilkan dari kincir yang berupa 3.2 volt sangat kecil dan tidak dapat menyalakan beban lampu (0.5 watt) maka dari itu kita menggunakan stepup dengan menaikkan tegangan tanpa beban sebesar 7.3 volt.

Berdasarkan perhitungan dan analisa yang telah kami lakukan didapat bahwa semakin tinggi pipa outlet maka debit air yang dihasilkan oleh pompa hidram akan semakin kecil dan tingkat kebocoran semakin tinggi. Kemudian semakin tinggi reservoir maka debit air semakin besar begitupun dengan tegangan yang dihasilkan semakin besar. Juga besarnya suatu beban maka tegangan yang dihasilkan pun akan semakin kecil.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian yang berjudul Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Air Sistem Pompa Hidram dapat di tarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Debit kebocoran terbesar pada pompa hidram yaitu pada ketinggian reservoir 3.7 (m) sebanyak 4.42 (liter/menit) dan output air yang dapat di alirkan ke reservoir I sebesar 2.60 (liter/menit) sedangkan debit kebocoran terkecil yaitu terdapat pada ketinggian reservoir 2.5 (m) sebanyak 4.32 (liter/menit) dan output air yang dapat dialirkan ke reservoir I sebesar 2.80 (liter/menit).
2. Debit air terbesar yang digunakan pada kincir yaitu sebanyak 7.2 (liter/menit) dengan tinggi reservoir 2.7 (m) dan tegangan yang dihasilkan sebesar 7.3 (volt) sedangkan debit ait terkecil yang digunakan kincir yaitu sebanyak 5.83 (liter/menit) dengan tinggi reservoir 1.5 (m) dan tegangan yang dihasilkan sebesar 3.2 (volt).
3. Rata-rata kinerja optimum pembangkit listrik tenaga air sistem pompa hidram pada penelitian ini di dapatkan pada ketinggian reservoir 2.7 (m) dan tegangan yang dihasilkan sebesar 7.3 (volt).
4. Berdasarkan perhitungan daya generator yang dihasilkan setelah diberi beban mampu menyalakan lampu 0.5 (watt) dengan daya akhir yg dihasilkan 6.7 (volt).

B. Saran

Setelah melihat hasil penelitian dan menyadari kemungkinan adanya kekurangan dalam penelitian ini, maka kami selaku penulis dapat memberikan saran sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan penelitian selanjutnya dengan variasi diameter pipa yang berbeda-beda sebagai perbandingan untuk kinerja pompa hidram.
2. Pada penelitian selanjutnya disarankan menggunakan bahan penyusun pompa hidram yang lebih kuat seperti besi atau kuningan agar dapat menahan tekanan yang besar.
3. Perlu dilakukan investigasi umur alat yang didesain.
4. Pada proses pelaksanaan percobaan perlu diperhatikan waktu dan pengukuran volume air agar didapatkan hasil percobaan yang akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] [IDRC] International Development Research Centre.2005. *Designing a Hydraulic Ram Pump*. USA
- [2] Munson, Bruce R., Young, Donald F., Okiishi, Theodore H.2005. *Fundamentals of Fluid Mechanics 5th edition*. John Wiley & Son, Inc. Canada.
- [3] Tugiono, Subuh dkk.2006. *Hidrolika I*. Beta Offset. Yogyakarta.
- [4] Edi Santoso, Gatut Priyo Utomo, Ninik Martini, 2016, *Analisa pengaruh panjang pipa inlet dan panjang pegas katub buang terhadap performance pompa hidram*, Jurnal Hasil Penelitian LPPM Untag, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
- [5] Mubarak, Afif. 2016. *Pengaruh Variasi Panjang Pipa Inlet Terhadap Efisiensi Pompa Hidram*. Jurnal Program Studi Teknik Mesin. Fakultas Teknik. Universitas Muhammadiyah Surakarta. Solo. D 200 100 118. (19).
- [6] Didin S. Fane, Rudy Sutanto, I Made Mara, *Pengaruh konfigurasi tabung kompresor terhadap unjuk kerja pompa hidram*. Jurnal Dinamika Teknik Mesin ISSN: 2088-088X. Universitas Mataram.
- [7] Pribadi, Dharma Teguh. 2018. *Rancangan pembangkit listrik tenaga air menggunakan pompa hidram untuk kebutuhan rumah tangga*. Jurnal Ilmiah Teknik Sipil. Medan. 16(1): 1&4.
- [8] Simanjuntak Hadriyanus, dkk. 2015. *Rancang Bangun Alat Pembangkit Listrik Tenaga Air Irigasi*. Jurnal Ilmiah Teknik Pertanian, Medan. Vol 02, No. 04, hal 211 - 224.

[9] Panjaitan Daniel Ortega, Tekad Sitepu. 2015. *Rancang Bangun Pompa Hidram dan Pengujian Pengaruh Variasi Tinggi Tabung Udara dan Panjang Pipa Pemasukan Terhadap Unjuk Kerja Pompa Hidram*. Jurnal e-Dinamis, Medan. Volume II, No. 2.

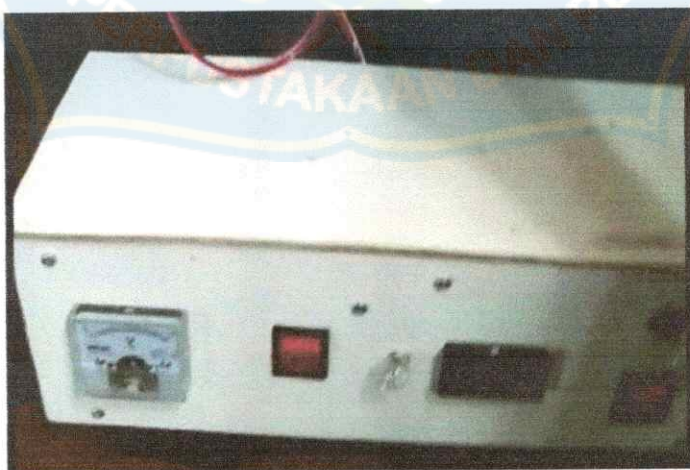


LAMPIRAN

A. Dokumentasi Perancangan PLTA Sistem Pompa Hidram



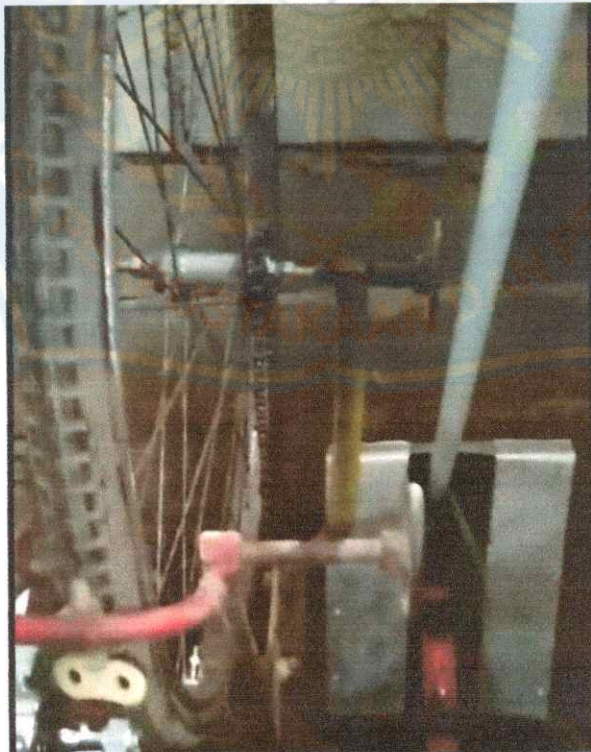
Gambar 1. Pompa Hidram



Gambar 2. Panel Pembangkit Listrik Tenaga Air Sistem Pompa Hidram



Gambar 3. Tabung Reservoir Tipe Tandon Ukuran 200lt



Gambar 4. Kincir Overshot Diameter 46 cm