

TUGAS AKHIR

PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PICO HYDRO MENGUNAKAN HIGH PRESSURE CAR WASH PUMP 100 WATT 8 LITER PERMENIT PADA DRUM PLASTIK KAPASITAS 40 LITER

*Diajukan Untuk Memenuhi Tugas-Tugas Dan Syarat-Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (ST) Pada Fakultas Teknik Program Studi Teknik
Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Oleh :

ALVIN SOFIAN
NPM : 1507220024



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2019**

Lembar pengesahan

Tugas akhir ini diajukan oleh :

Nama : Alvin Sofian
Npm : 1507220024
Program studi : Teknik Elektro
Judul skripsi : perancangan pembangkit listrik tenaga pico hydro
8 liter permenit pada drum plastic kapasitas 40 liter
menggunakan high pressure car wash pump 100 watt

Telah berhasil di pertahankan di hadapan tim penguji dan di terima sebagai salah satu syarat yang di perlukan untuk memperoleh gelar sarjana teknik pada program studi teknik elektro, fakultas teknik, universitas muhammadiyah sumatera utara.

Medan 12 oktober 2019

Mengetahui dan menyetujui

Dosen penguji / pembimbing I


Partaonan Harahap, S.T,M.T

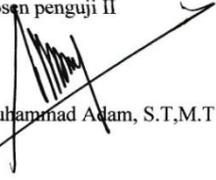
Dosen penguji I


Elvy Syahnur Nst, S.T,M.Pd

Dosen penguji / pembimbing II


Faisal Irsan P, S.T, M.T

Dosen penguji II


Muhammad Adam, S.T,M.T



Faisal Irsan Pasaribu, S.T, M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini

Nama Lengkap : Alvin Sofian
Npm : 1507220024
Fakultas : Teknik
Program studi : Teknik Elektrik



Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan tugas akhir saya yang berjudul :

“PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PICO HYDRO MENGGUNAKAN HIGH PRESSURE CAR WASH PUMP 100 WATT 8 LITER PERMENIT PADA DRUM PLASTIC KAPASITAS 40 LITER”

Dengan sebenar – benar nya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang di teliti dan diulas di dalam naskah skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di salah satu perguruan tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah di tulis atau di terbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis di kutip dalam naskah dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka

Medan, 12 oktober 2019

Saya menyatakan


in Sofian



ABSTRAK

Energi listrik merupakan kebutuhan primer bagi seluruh masyarakat, tetapi masih ada warga daerah terpencil belum menerima listrik. Upaya untuk memenuhi energi listrik dilakukan untuk kemandirian energi, melalui upaya untuk elektrifikasi diri. Dalam penelitian ini, dirancang satu set alat uji picohydro mendekati kondisi nyata, berkaitan dengan kinerja turbin tertentu. Perancangan pembangkit listrik tenaga pico hydro menggunakan high pressure car wash pump 100 watt 8l permenit pada drum plastik kapasitas 40 liter, pengujian dilakukan simulasi di mana energi kinetik air dari pompa drive turbin, turbin energi rotary lebih lanjut akan mendorong generator. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa output daya dan efisiensi meningkat dengan menurunnya nilai kapasitor. Kesesuaian antara variabel perencanaan turbin dan variable eksperimen menghasilkan kinerja yang optimal.

Kata kunci : pltph, turbin, generator

ABSTRACT

Electrical energy is a primary need for the whole community, but there are still remote area residents who have not received electricity. Efforts to meet electrical energy are made for energy independence, through efforts for self-electrification. In this study, a set of picohydro test kits was designed to approach the real conditions, related to the performance of certain turbines. The design of a Pico hydro power plant uses a 100 watt 8l high pressure car wash pump on a 40 liter capacity plastic drum, testing is carried out simulations in which kinetic energy water from the pump drives the turbine, the rotary energy turbine will further drive the generator. The results of this study indicate that the power output and efficiency increase with decreasing capacitor values. The suitability between turbine planning variables and experimental variables produces optimal performance.

Keywords: *PLTPH, turbine, generator*

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikumwr.wb

Puji syukur kehadiran ALLAH SWT atas rahmat dan karunianya yang telah menjadikan kita sebagai manusia yang beriman dan insya ALLAH berguna bagi semesta alam. Shalawat berangkaikan salam kita panjatkan kepada junjungan kita Nabi besar Muhammad.SAW yang mana beliau adalah suritauladan bagi kita semua dan telah membawa kita dari zaman kebodohan menuju zaman yang penuh dengan ilmu pengetahuan.

Tulisan ini dibuat sebagai tugas akhir untuk memenuhi syarat dalam meraih gelar kesarjanaan pada Fakultas Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.Adapun judul tugas akhir ini adalah

“PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PICO HYDRO MENGGUNAKAN HIGH PRESSURE CAR WASH PUMP 100 WATT 8 LITER PERMENIT PADA DRUM PLASTIC KAPASITAS 40 LITER”.

Seleasinya penulisan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis menyampaikan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Agussani M.A.P Selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Teristimewa ucapan terimakasih untuk Ayahanda Sumarlin dan Ibunda Sunarni, yang dengan cinta kasih dan sayang setulus jiwa mengasuh, mendidik dan membimbing dengan segenap ketulusan hati tanpa mengenal kata lelah sehingga penulis bisa seperti saat ini.
3. Bapak Munawar Alfansury Siregar, ST,MT. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
4. Bapak Faisal Irsan Pasaribu, ST,MT. Selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Dan Selaku Pembimbing II

5. Bapak Partaonan Harahap ST, MT. Selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Dan Selaku Pembimbing I.
6. Ibu Elvy Syahnur Nst ST, M.Pd, Selaku Dosen Penguji I
7. Bapak Muhammad Adam ST, MT. Selaku Dosen Penguji II
8. Bapak dan ibu dosen di Fakultas Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Karyawan biro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
10. Teman-teman sejawat dan seperjuangan Fakultas Teknik, khususnya Program Studi Teknik Elektro angkatan 2015 yang selalu member dukungan dan motivasi kepada penulis

Penulis menyadari bahwa tulisan ini masih jauh dari kata sempurna, hal ini disebabkan keterbatasan kemampuan penulis, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik & saran yang membangun dari segenap pihak.

Akhir kata penulis mengharapkan semoga tulisan ini dapat menambah dan memperkaya lembar khazanah pengetahuan bagi para pembaca sekalian dan khususnya bagi penulis sendiri. Sebelum dan sesudahnya penulis mengucapkan terima kasih.

Wassalamu 'alaikum.wr.wb

Medan, 12 OKTOBER 2019

Penulis

ALVIN SOFIAN

1507220024

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
1.7 Sistematika penulisan	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Tinjauan Pustaka Relevan	7
2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Air.....	13
2.3 PLTPH.....	15
2.3.1 Kelebihan PLTPH	17
2.3.2 Kekurangan PLTPH	17
2.4 Komponen Komponen PLTA.....	17

2.4.1 Bendungan (<i>wear</i>) dan <i>intake</i>	17
2.4.2 saluran pembawa (<i>head race</i>)	18
2.4.3 Pipa Pesat	18
2.4.4 Pintu Pengatur	18
2.4.5 rumah pembangkit	18
2.4.6 saluran buang	19
2.5 Turbin Air	19
2.6 Turbin Impuls	20
2.7 Prinsip Kerja Turbin	20
2.8 Komponen –Komponen Turbin	21
2.9 jenis - jenis turbin.....	21
2.9.1 Turbin Impuls.....	21
2.9.2 Turbin Reaksi.....	22
2.9.3 Turbin Crossflow.....	22
2.9.4 Turbin Francis	23
2.9.5 Turbin Kaplan	24
2.9.6 Turbin Targo	25
2.10 Motor DC.....	25
2.10.1 Prinsip Kerja Motor DC.....	27
2.10.2 Jenis Jenis Motor DC.....	28

2.10.3 Motor DC Sumber daya terpisah.....	29
2.10.4 motor dc sumber daya sendiri	29
2.10.5 motor dc tipe shunt	30
2.10.6 motor dc tipe seri	30
2.10.7 motor dc tipe compound	30
2.10.8 bagian bagian motor dc.....	31
2.10.9 mesin pompa	32
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	35
3.1 Lokasi Penelitian	35
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	35
3.2.1 Peraatan penelitian	35
3.2.2 Bahan – Bahan Penelitian.....	36
3.3 Tahapan perancangan alat	37
3.3.1 turbin kincir tub.....	38
3.3.2 generator miniature 220 v.....	39
3.3.3 mini water pump	39
3.3.4 multimeter	41
3.3.5 tachometer	42
3.3.6 rangkaian penyearah.....	42
3.3.7 rangkaian penyimpanan cadangan energy listrik	43
3.4 sistem kerja alat	43

3.5 diagram rangkaian alat kerja	44
3.5.1 baterai	44
3.5.2 mini water pump.....	46
3.5.3 turbin air.....	46
3.5.4 generator	47
3.6 Flowchart penelitian.....	48
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	49
4.1 Hasil penelitian	49
4.2 Pengujian pertama pengukuran arus dan tegangan pada pltph .	49
4.3 Analisa perhitungan.....	50
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	52
5.1 Kesimpulan.....	52
5.2 Saran	52

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Prinsip Pembangkit Listrik Tenaga Air Skala Piko	15
Gambar 2.2	Turbin Pleton.....	22
Gambar 2.3	runner turbin pelton	24
Gambar 2.4	sudu.....	24
Gambar 2.5	rumah turbin pelton.....	25
Gambar 2.6	turbin turgo.....	26
Gambar 2.7	turbin crossflow	26
Gambar 2.8	turbin francis.....	28
Gambar 2.9	turbin Kaplan propeller	29
Gambar 2.10	konstruksi generator sinkron	31
Gambar 3.1	multitester.....	40
Gambar 3.2	tacho meter	40
Gambar 3.3	turbin.....	41
Gambar 3.4	belting	43
Gambar 3.5	ember dengan ukuran 50 cm	44
Gambar 3.6	selang dengan panjang 100 cm.....	44
Gambar 3.7	Flowchart penyusunan tugas akhir	45
Gambar 4.1	grafik pengukuran hari senin.....	48
Gambar 4.2	grafik pengukuran hari selasa.....	48
Gambar 4.3	grafik pengukuran hari rabu	49
Gambar 4.4	grafik pengukuran hari kamis.....	49
Gambar 4.5	grafik pengukuran hari jumat	50
Gambar 4.6	grafik pengukuran hari sabtu	50

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	hasil pengukuran pada hari senin	46
Table 4.2	hasil pengukuran pada hari selasa	46
Table 4.3	hasil pengukuran pada hari rabu	46

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ilmu pengetahuan dan teknologi di era modern ini terus berkembang dengan pesat. Teknologi telah menjadi bagian dari hidup manusia sejak dulu, hal ini telah tercatat dalam lembaran sejarah. Manusia yang memiliki pemikiran untuk membuat seluruh aktifitas hidup menjadi lebih mudah dan praktis membuat banyaknya inovasi keteknologian, oleh karena itu manusia memiliki kecenderungan tidak bisa hidup tanpa bantuan teknologi.

Sebagian besar teknologi modern yang telah ada menggunakan listrik sebagai sumber energi, hal ini dikarenakan energi listrik dapat dikonversikan menjadi energi lain sesuai dengan kebutuhan. Dengan demikian energi listrik secara tidak langsung telah menjadi kebutuhan primer manusia setelah sandang, pangan dan papan.

Seiring berjalannya waktu kebutuhan manusia akan listrik terus meningkat, namun hal tersebut tidak sebanding dengan pembangkit listrik yang ada di Indonesia. Hal tersebut semakin diperparah oleh pasokan listrik di Indonesia yang belum merata di setiap daerah. Indonesia sudah memprogramkan untuk membuat listrik 10.000 Mega Watt, baik itu menggunakan sistem pembangkit listrik tenaga air (PLTA), pembangkit listrik tenaga angin (PLTB), pembangkit listrik tenaga uap (PLTGU), dan yang masih dalam pembahasan yaitu pembangkit listrik tenaga nuklir (PLTN).

Pengembangan mikrohidro selalu memanfaatkan potensi aliran dengan ketinggian tertentu (*head*) kemudian dikonversi menjadi energi listrik melalui turbin dan generator, sehingga muncul persepsi bahwa air yang mengalir dengan ketinggian sangat rendah tidak dapat digunakan sebagai sumber pembangkit (mikrohidro). Saluran irigasi yang letaknya disekitar pemukiman dan kawasan pertanian pada dasarnya juga dapat dimanfaatkan untuk sumber pembangkit sehingga dapat mempunyai nilai tambah selain sebagai sumber pengairan juga sebagai sumber energi berupa PLTMH. Jumlah saluran irigasi yang banyak dan tersebar diseluruh wilayah Indonesia merupakan potensi energi yang perlu dimanfaatkan sehingga dapat menunjang ketahanan energi nasional.

Pembangunan pembangkit listrik tenaga air Piko Hidro merupakan salah satu alternatif untuk membantu masyarakat dalam penyediaan energi listrik. Piko Hidro merupakan pembangkit pemanfaatan energi air skala kecil yaitu dibawah 5 kW. Sistem PLTA-PH dapat diintegrasikan langsung pada aliran sungai dengan head (selisih ketinggian jatuh air) minimal 1 meter. Sistem PLTA-PH tidak membutuhkan bendungan maupun penampung air yang besar, tidak membutuhkan system jaringan transmisi yang panjang. Oleh karena itu kebutuhan akan tenaga ahli teknik sipil, hidrologi maupun teknik elektro bahkan tidak dibutuhkan, sehingga biaya implementasi relatif murah.

Turbin Hidro diklasifikasikan menjadi dua kategori, yakni turbin impuls dan turbin reaksi. Contoh turbin impuls yaitu Turbin Pelton, Kincir Air, Turbin Ossberger (*cross flow turbine*), dan Turbin Turgo. Turbin impuls umumnya beroperasi yang paling baik dengan kepala menengah atau tinggi (diatas 10 m).

Sedangkan contoh turbin reaksi, yaitu Turbin Francis, Turbin Kaplan, dan Turbin *Propeller* (digunakan untuk kepala rendah rentang kurang dari 5m).

Energy listrik yang dihasilkan pada perbedaan putaran arus air pada penelitian ini menggunakan *mini water pump* sebagai sumber penghantar air menuju turbin dengan perubahan semburan air yang dihasilkan melalui *sprayer gun* sebagai penyearah alur air, dengan perubahan putaran *sprayer gun* antara posisi awal semburan awal 0 cm, menengah 2 cm, dan rendah 4 cm. Dari pengujian yang dilakukan tegangan terendah terdapat pada putaran *sprayer gun* pada posisi putaran 4cm yaitu sebesar 27,90V tegangan menengah yang diperoleh pada posisi putaran 2cm yaitu sebesar 39,50V dan tegangan tertinggi terdapat pada putaran *sprayer gun* pada posisi putaran awal 0 cm yaitu sebesar 40,25V. Setiap kecepatanputaran yang dihasilkan dari semburan air memiliki putaran turbin yang berbeda-beda, semakin tinggi kecepatan putaran kincir pada turbin yang dihasilkan dari semburan air *mini water pump* maka akan semakin besar putaran turbinnya.

Berdasarkan latar belakang permasalahan yang telah di uraikan maka peneliti menarik untuk meneliti mengenai “ PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA *PICO-HYDRO* MENGGUNAKAN *HIGH PRESSURE CAR WASH PUMP* 100 WATT 8L PERMENIT PADA DRUM PLASTIK KAPASITAS 40 LITER”

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana merancang pembangkit listrik pico hydro
2. Bagaimana mengetahui tekanan keluaran dari high pressure car wash pump terhadap putaran turbin

1.3 Tujuan Masalah

1. Untuk menganalisis pltph perancangan picohidro
2. Untuk mengukur tekanan yang di high pressure car wash pump terhadap putaran turbin.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Pembangkit listrik picohidro ini dirancang menggunakan high pressure car wash pump 100 watt 8L yang menghasilkan listrik
2. Penelitian ini hanya menghasilkan tekanan keluaran dari high pressure car wash pump

1.5 Manfaat Penelitian

1. Bagi penyusun: dapat menambah pengetahuan, pemahaman, dan keterampilan dalam mempelajari mengenai pembangkit listrik tenaga pikrohidro
2. Bagi mahasiswa: dapat lebih mempermudah dalam mempelajari suatu pembangkitan listrik khususnya pembangkit listrik tenaga pikrohidro.
3. Bagi dunia pendidikan: diharapkan dapat meningkatkan pengetahuan pada bidang kelistrikan khususnya pembangkitan listrik pada pembangkit listrik tenaga pikrohidro.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan skripsi ini terdiri dari 5 bab, diantaranya adalah

1. BAB 1 PENDAHULUAN

Bab 1 ini membahas tentang latar belakang dari penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, dan sistematika penelitian

2. BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab 2 ini membahas landasan teori sebagai hasil dari studi literatur yang berhubungan dengan dengan studi analisis dan yang akan dilakukan dalam penelitian

3. BAB 3 METODEODOLOGI PENELITIAN

Bab 3 ini membahas tentang langkah-langkah dari penelitian serta prosedur dari penelitian

4. BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab 4 ini membahas penjelasan mengenai data dari hasil penelitian dan analisa terhadap seluruh proses yang berlangsung selama penelitian

5. BAB 5 PENUTUP

Bab 5 ini berisi kesimpulan terhadap proses yang berlangsung selama penelitian dan saran yang mendukung penelitian selanjutnya agar dapat memberikan hasil yang lebih baik lagi.

DAFTAR PUSTAKA

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka Relevan

Energi listrik yang disediakan oleh perusahaan listrik Negara (PLN), masih belum dirasakan secara menyeluruh oleh masyarakat terutama masyarakat pedesaan yang terpencil. Besarnya investasi yang dikeluarkan untuk memenuhi kebutuhan listrik di daerah yang terpencil, juga pemakaian listrik yang tidak sebesar daerah perkotaan mengakibatkan pembangunan instalasi listrik kurang diminati oleh para investor. Karena kurang menguntungkannya pada unit bisnis pembangkit listrik, daerah terpencil hingga kini menjadi dampak kurang meratanya pembagian listrik. Namun, karena listrik untuk saat ini sudah menjadi kebutuhan mendasar, maka diperlukan upaya untuk memenuhinya.

Banyak saat ini seperti lembaga suwadaya masyarakat, perkumpulan warga, maupun perseorangan yang sudah berusaha membuat pembangkit listrik tenaga piko hidro (PLTPH) menggunakan kincir air maupun modifikasi alat sebagai turbin air. Mahal dan langkanya turbin skala piko di pasaran, juga pengetahuan masyarakat tentang teknologi turbin air sangat rendah, menjadi kendala perkembangan pemanfaatan potensi piko hidro. Oleh karenanya, untuk memenuhi kebutuhan energi listrik masyarakat tersebut perlu dibuatkan turbin skala piko dengan biaya yang terjangkau juga dalam pembuatan, instalasi dan perawatannya mudah. Saat ini pengembangan turbin air skala piko terus dilakukan guna memperoleh kinerja yang optimal(adly havendri 2017).

Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan penelitian “simulasi perancangan pembangkit listrik tenaga pico hydro menggunakan mini water pump” Setiap kecepatan putaran yang dihasilkan dari semburan air memiliki putaran turbin yang berbeda-beda, semakin tinggi kecepatan putaran kincir pada turbin yang dihasilkan dari semburan air *mini water pump* maka akan semakin besar putaran turbinnya. Putaran turbin terendah didapat pada saat kecepatan putaran air yang dihasilkan pada posisi nilai rpm pada putaran generator sebesar 2401 rpm pada saat posisi putaran 4 cm, putaran turbin menengah di dapat pada saat kecepatan putaran air yang di hasilkan pada posisi nilai rpm putaran generator sebesar 2432 rpm pada saat posisi putaran 2cm dan putaran turbin tertinggi didapat pada saat kecepatan putaran turbin sebesar 2452 rpm pada saat posisi putaran awal yaitu 0 cm. Semakin besar putaran turbin yang dihasilkan maka semakin besar tegangan yang dihasilkan (ali khomsah 2015).

Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan penelitian performa turbin cross flow sudu bambu 5” sebagai penggerak mula generator induksi 3 fasa. dalam penelitian ini, dirancang satu set alat uji picohydro mendekati kondisi nyata, berkaitan dengan kinerja turbin tertentu. generator 3-phase dengan output 1-fase yang digunakan dalam penelitian ini, serangkaian kapasitor c-2c dipasang pada output generator bintang sirkuit. dalam penelitian ini untuk mengetahui kinerja optimal dari sistem picohydro, dua variasi seri kapasitor yang digunakan dalam penelitian ini. turbin crossflow dengan desain sesuai rencana, digunakan sebagai penggerak utama. Pengujian dilakukan simulasi di mana energi kinetik air dari pompa drive turbin, turbin energi rotary lebih lanjut akan mendorong generator. hasil penelitian ini menunjukkan bahwa output daya dan efisiensi

meningkat dengan menurunnya nilai kapasitor. kesesuaian antara variabel perencanaan turbin dan variabel eksperimen menghasilkan kinerja yang optimal, efisiensi maksimum 29,88% dengan daya optimal 85 watt (abdillah zuhud 2016).

Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan penelitian prototipe generator magnet permanen axial ac 1 fasa putaran rendah sebagai komponen pembangkit listrik tenaga piko hidro. pada penelitian ini dirancang sebuah prototype generator magnet permanen aksial ac 1 fasa. generator magnet permanen dipilih karena tidak memerlukan arus eksitasi dc serta sistem pemeliharaan yang relatif mudah. Generator yang dirancang bertipe double sided coreless stator. hasil pengujian diperoleh tegangan rms sebesar 12,13 volt dengan frekuensi 50,2 hz pada pengujian tanpa beban dan 11,93 volt dengan frekuensi 50,1 hz pada pengujian berbeban. beban yang digunakan yaitu 3 buah lampu pijar 24 volt 125 ma terhubung parallel (henanto pandu dewanto 2017).

Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan penelitian Investigasi Eksperimental Pengaruh Konfigurasi Penstock dan Sudut Twist dari Flat Blades pada Kinerja Sistem Pico-Hydro Sederhana. Efek dari konfigurasi penstock dan sudut twist lateral dari blade datar pada kinerja sistem hidro Pico sederhana diperiksa sebagai bagian dari pengembangan yang sedang berlangsung. Dua konfigurasi penstock yang memiliki 2 dan 1 tahap pengurangan area dari 3 menjadi 2 inci dan 3 hingga 2 inci dalam 1 m lebih rendah dari total tinggi mereka digunakan. Pelari turbin dengan bilah pipih dipuntir menyamping dengan sudut 30, 45, 60, 75 dan 90 ° dibuat secara lokal dan kinerja sistem dipelajari. Kecepatan rotasi poros alternator dan turbin diukur dan daya fluida yang tersedia, laju aliran, dan head neto dihitung. Hasilnya menunjukkan bahwa perputaran bilah

90 ° memberikan kinerja terbaik dari sistem yang disederhanakan dalam hal kecepatan rotasi dan akibatnya daya untuk kedua konfigurasi penstock sementara lilitan 30 ° menghasilkan nilai parameter yang paling rendah. Namun, nilai masing-masing untuk konfigurasi 1 relatif lebih tinggi untuk semua sudut twist yang digunakan. Nilai maksimum dari parameter yang diperoleh untuk pengurangan area 2 tahap adalah 1844,7 rpm dan 3636 W sedangkan nilai yang sesuai untuk konfigurasi lainnya adalah 1810,6 rpm dan 2422 W. Kesederhanaan konfigurasi blade datar ditambah dengan kinerja sistem untuk seluruh blade. twist sudut menunjukkan janji yang baik untuk penerapan sistem untuk menghasilkan energi yang bersih dan terdesentralisasi sejalan dengan tren global saat ini bahkan di lokasi tanpa air yang mengalir secara alami (Sutomo Arif Budiman).

Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan penelitian penerapan pembangkit listrik tenaga pikohidro menggunakan komponen bekas dengan pemanfaatan potensi energi terbarukan di desa gelang kecamatan sumberbaru kabupaten jember. Pembangkit listrik tenaga pikohidro merupakan salah satu alternatif pembangkit listrik skala kecil yang dapat diterapkan di daerah pedesaan dimana tersedia aliran sungai yang mempunyai debit air yang kontinu dan tinggi jatuh air yang relative rendah untuk menggerakkan turbin yang dapat menghasilkan daya listrik. Untuk dapat menghasilkan daya listrik dengan potensi yang demikian, diperlukan pembangkit listrik tenaga skala pikohidro. Di Desa Gelang Kecamatan Sumberbaru Kabupaten Jember lokasi geografisnya merupakan sebuah dataran tinggi daerah perkebunan kopi dan teh, yang terdiri dari beberapa dusun dan kampung, diantara kampung dihuni oleh sekelompok warga Kampung Seng dan Kampung Genteng yang sampai saat ini belum

menikmati listrik karena belum terjangkau jaringan listrik PLN. Dari hasil survei, kampung tersebut mempunyai potensi energy terbarukan berupa sungai yang mempunyai debit air kontinyu sepanjang tahun dan dapat dimanfaatkan untuk pembangkit listrik tenaga skala pikohidro. Pada program kemitraan masyarakat ditawarkan solusiya itu memanfaatkan potensi energi terbarukan yang ada pada kampung tersebut untuk menghasilkan daya listrik(hari prasetijo 2014).

Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan penelitian rancang bangun pembangkit listrik pikohidro 1000 va dengan memanfaatkan pembuangan air limbah pada gedung pakarti centre. Pemanfaatan energi tersebut sekaligus dapat ikut serta dalam program pemerintah untuk mengembangkan energi baru terbarukan. jika suatu gedung berpenghuni 700 orang dan masing-masing orang menggunakan air 50 liter per hari maka potensi air buangan adalah sama dengan 35.000 liter. limbah air ini dapat dimanfaatkan untuk pembangkit listrik . pada penelitian ini dilakukan rancang bangun pembangkit listrik pikohidro 1.000 va dengan memanfaatkan buangan air limbah. Alat yang digunakan untuk rancang bangun ini adalah 3 buah nozle, turbin, generator dc, dan batere serta lampu sebagai beban. turbin diputar oleh air yang disemprotkan dari nozzle. ketika digunakan satu, dua dan tiga nozzle, maka efisiensi pada generator masing-masing 65,75%, 65,80% dan 70,74% dengan debit pembuangan air limbah 0,002725 m³/detik. putaran maksimum saat ada beban pengisian batere adalah 160 rpm dan tegangan maksimumnya 26,4 volt. dengan tegangan tersebut cukup untuk pengisian batere 24 volt(risnandar 2011).

2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro

Pada PLTPH energi air digunakan untuk menggerakkan turbin air dan pada porosnya dipasang generator induksi yang dikonstruksi menggunakan motor asinkron dan kapasitor. Tegangan yang dihasilkan generator ditentukan oleh putaran turbin dan nilai kapasitor serta besarnya beban, sehingga untuk mendapatkan tegangan dan frekuensi beban yang stabil diperlukan suatu pengaturan terhadap kinerja turbin (aplikasi fuzzy).

Picohydro adalah istilah yang digunakan untuk instalasi pembangkit listrik yang menggunakan energi air. Kondisi air yang bisa dimanfaatkan sebagai sumber daya (*resources*) penghasil listrik adalah memiliki kapasitas aliran dan ketinggian tertentu dari instalasi. Semakin besar kapasitas aliran maupun ketinggiannya dari instalasi maka semakin besar energi yang bisa dimanfaatkan untuk menghasilkan energi listrik

Berdasarkan *output* yang dihasilkan pembangkit listrik tenaga air dibedakan atas:

1. *Large-hydro* : lebih dari 100 MW.
2. *Medium-hydro* : antara 15 – 100 MW
3. *Small-hydro* : antara 1 – 15 MW
4. *Mini-hydro* : Daya diatas 100 kW, tetapi dibawah 1 MW
5. *Micro-hydro* : Output yang dihasilkan berkisar dari 5 kW sampai 100 kW;
6. *Pico-hydro* : daya yang dikeluarkan berkisar ratusan watt sampai 5 kW

Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro adalah suatu pembangkit yang dapat menghasilkan energi listrik kurang dari 5 kW dan dapat diklasifikasikan sebagai pembangkit listrik berskala kecil. Prinsip pembangkitan tenaga air adalah

suatu bentuk perubahan tenaga dari tenaga air dengan ketinggian dan debit tertentu menjadi tenaga listrik, dengan menggunakan turbin dan generator. Pembangkit listrik tenaga air skala piko pada prinsipnya memanfaatkan beda ketinggian dan jumlah debit air per detik yang ada pada aliran sungai. Aliran air ini selanjutnya menggerakkan turbin, lalu turbin menggerakkan generator dan generator menghasilkan listrik. Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro memiliki berbagai keunggulan sebagai pembangkit listrik berskala kecil, diantaranya yaitu:

1. Energi yang tersedia tidak akan habis selagi siklus dapat kita jaga dengan baik, seperti daerah tangkapan atau *catchment area*, vegetasi sungai dan sebagainya.
2. Proses yang dilakukan mudah dan murah, tidak menimbulkan polusi seperti yang ditimbulkan dari pembangkit listrik tenaga fosil.
3. Dapat di produksi di Indonesia, sehingga jika terjadi kerusakan tidak akan sulit untuk mendapatkan sparepart-nya.
4. Mengurangi tingkat konsumsi energi fosil, langkah ini akan berperan dalam mengendalikan laju harga minyak di pasar Internasional.
5. Ukurannya yang kecil cocok digunakan di daerah pedesaan yang belum terjangkau jaringan aliran listrik PLN.

Tetapi PLTPH juga mempunyai kekurangan, diantaranya :

1. Sumber pembangkit berupa air, besarnya listrik yang dihasilkan PLTPH bergantung pada tinggi jatuhnya air dan volume air. Pada musim kemarau kemampuan PLTPH akan menurun karena jumlah air biasanya berkurang.

2. Ukuran Generator tidak menunjukkan kemampuan produksinya karena semuanya tergantung pada jumlah air dan ketinggian jatuh air sehingga ukuran generator bukan penentu utama kapasitas PLTPH.

Selama lebih dari ratusan tahun sebelum penggunaan teknologi generasi berbasis bahan bakar fosil canggih, umat manusia telah mengandalkan tenaga air untuk pembangkit listrik. Namun, hidroelektrik sebagian besar diabaikan sebagai sumber energi terbarukan karena menyebabkan masalah lingkungan karena kebutuhan untuk membangun bendungan besar. Pembangunan bendungan besar melibatkan perubahan drastis pada lanskap dan lanskap air, dan mengganggu aliran alami sungai kecil serta menyebabkan deforestasi yang meluas, yang memiliki efek rumah kaca yang signifikan. Pico-PLTA didefinisikan sebagai pembangkit energi hijau skala kecil dengan kapasitas kurang dari 5 kW tanpa bergantung pada sumber energi tidak terbarukan. Teknologi pico-hydro biasanya diterapkan melalui pendekatan run-of-river dan pabrik dibangun di atas lahan kecil. Secara umum dianggap sebagai teknologi yang terjangkau untuk pembangkit tenaga listrik untuk masyarakat pedesaan.

Sistem tenaga piko hydro merupakan pembangkit listrik tenaga air yang menghasilkan pembangkit listrik maksimum 5 kW dan biasanya ditemukan di daerah pedesaan dan perbukitan. Piko hidro memiliki 3 komponen utama, yaitu :

1. Aliran air, merupakan komponen utama yang digunakan untuk menggerakkan turbin.

2. Turbin, merupakan komponen yang mengubah energi potensial pada air menjadi daya mekanikal.
3. Generator, merupakan suatu mesin yang mampu mengubah energi mekanik menjadi energi listrik.

2.3 Pembangkit Listrik Tenaga Air

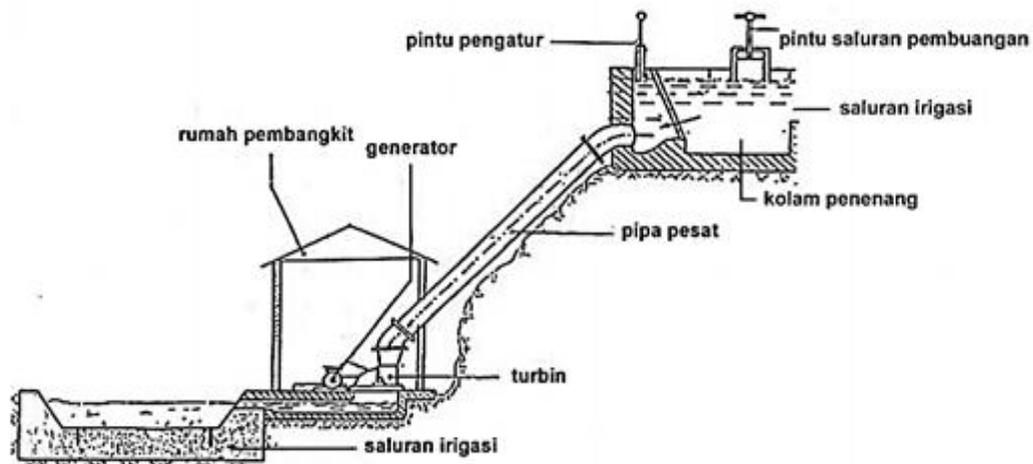
Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) adalah salah satu pembangkit yang memanfaatkan aliran air untuk diubah menjadi energi listrik. Energi listrik yang dibangkitkan ini biasa disebut sebagai hidroelektrik. Pembangkit listrik ini bekerja dengan cara merubah energi air yang mengalir (dari bendungan atau air terjun) 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 pada konsumen.

PLTA ternyata bermacam-macam, mulai yang berbentuk mikro-hidro dengan kemampuan memberikan energi listrik untuk beberapa rumah saja sampai yang berbentuk raksasa seperti Bendungan Karangkates yang dapat menyediakan listrik untuk berjuta-juta orang-orang. Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) terdiri dari beberapa bagian yaitu: Bendungan, berfungsi menampung air dalam jumlah besar untuk menciptakan tinggi jatuh air agar tenaga yang dihasilkan juga besar. Selain itu bendungan juga berfungsi untuk pengendalian banjir. 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.

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. Jalur transmisi, berfungsi mengalirkan energi listrik dari PLTA menuju rumah-rumah dan pusat industri.

2.4 Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) Skala Piko

Pembangkit listrik tenaga air skala piko pada prinsipnya memanfaatkan beda ketinggian dan jumlah debit air per detik yang ada pada aliran air saluran irigasi, sungai atau air terjun. Aliran air ini akan memutar poros turbin sehingga menghasilkan energi mekanik. Energi ini selanjutnya menggerakkan generator dan generator menghasilkan listrik. Prinsip pembangkit listrik tenaga Air skala piko ditunjukkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Prinsip Pembangkit Listrik Tenaga Air Skala Piko

Pada saluran irigasi ini terdapat penyaringan sampah untuk menyaring kotoran yang mengambang diatas air, kolam pengendap untuk mengendapkan kotoran, saluran pembuangan untuk membuang kelebihan air yang mengalir melalui saluran akibat banjir melalui pintu saluran pembuangan. Akhir dari

saluran ini adalah sebuah kolam penenang (*forebay tank*) yang berfungsi untuk mengendapkan dan menyaring kembali air agar kotoran tidak masuk dan merusak turbin. Selain itu kolam penenang ini berfungsi juga untuk menenangkan aliran air yang akan masuk ke dalam pipa pesat. Pipa pesat (*penstock*) ini akan mengalirkan air ke rumah pembangkit (*power house*) yang terdapat turbin dan generator di dalamnya. Besar volume air yang masuk ke pipa pesat diatur melalui pintu pengatur. Turbin pada proses pembangkitan listrik ini berputar karena adanya pengaruh energi potensial air yang mengalir dari pipa pesat dan mengenai sudu-sudu turbin. Berputarnya turbin kemudian akan mengakibatkan generator juga berputar sehingga generator dapat menghasilkan listrik sebagai keluarannya. Besarnya daya listrik sebelum masuk ke turbin secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut.

$$P_{in} \text{ turbin} = \rho \cdot Q \cdot h \cdot g \dots\dots\dots 2.1$$

Sedangkan besar daya output turbin adalah sebagai berikut :

$$P_{out} \text{ turbin} = \rho \times Q \times h \times g \times \eta_{turbin} \dots\dots\dots 2.2$$

Sehingga secara matematis daya real yang dihasilkan dari pembangkit adalah sebagai berikut :

$$P_{real} = \rho \times Q \times h \times g \times \eta_{turbin} \times \eta_{generator} \times \eta_{tm} \dots\dots\dots 2.3$$

Dimana :

$P_{in} \text{ turbin}$ = daya masukan ke turbin (kW)

$P_{out} \text{ turbin}$ = daya keluaran dari turbin (kW)

P_{real} = daya sebenarnya yang dihasilkan (kW)

ρ = massa jenis fluida (kg/m³)

Q = debit air (m^3/s)

h = ketinggian efektif (m)

g = gaya gravitasi (m/s^2)

2.5 Turbin Air

Air yang mengalir mempunyai energi hidrolis yang dialirkan ke suatu turbin. Turbin terdiri dari runner yang dihubungkan dengan poros adalah untuk mengubah energi potensial air menjadi energi mekanis atau daya poros. Turbin bisa dihubungkan langsung dengan generator atau melalui roda-gigi atau *belt* dan *pulley*, tergantung pada putaran turbin yang dihasilkan dan putaran generator yang harus diputar(kode2309)

Turbin merupakan mesin penggerak, dimana fluida yang digunakan langsung untuk memutar turbin. Bagian roda turbin yang berputar dinamakan *rotor (runner)* atau roda turbin, sedangkan bagian yang tidak berputar dinamakan (*stator*) atau rumah turbin. Poros diikat pada roda turbin, digunakan untuk memutar *generator* listrik, pompa, kompresor, baling-baling atau mesin lainnya (beban). Roda turbin dapat berputar karena adanya gaya yang bekerja pada sudu, gaya tersebut timbul karena terjadi momentum dari pancaran air kerja yang keluar dari nosel (turbin *Implus*) atau aliran air mengalir diantara sudu, sehingga akan terjadi perubahan tekan diantara sudu. Fluida kerja tersebut mengalami proses penurunan tekanan dan mengalir secara kontinu. Fluida kerja itu dapat berupa aliran air, uap air, atau gas. Jika fluida yang digunakan air maka disebut turbin air.

Turbin air adalah suatu alat yang mengubah energi air menjadi energi listrik. Energi air yang meliputi energi potensial termasuk komponen tekanan dan

kecepatan aliran air yang terkandung didalamnya merubah menjadi energi kinetik untuk memutar turbin. Prinsip kerja turbin dalam mengubah energi potensial air menjadi energi kinetik dibedakan menjadi dua kelompok yaitu turbin impuls dan turbin reaksi(kodesimulasi).

Turbin air merupakan pengembangan dari kincir air yang dipergunakan orang berabad-abad yang lampau. Penggunaan turbin air yang paling umum adalah sebagai penggerak untuk pembangkit tenaga listrik, dimana dalam hal ini poros turbin dihubungkan dengan generator untuk menghasilkan daya listrik.

Persamaan yang digunakan untuk daya mekanik turbin :

$$P_{in} \text{ turbin} = \rho \times Q \times h \times g \dots\dots\dots 2.4$$

$$P_{out} \text{ turbin} = \rho \times Q \times h \times g \times \eta \text{ turbin} \dots\dots\dots 2.5$$

$$P_{real} = \rho \times Q \times h \times g \times \eta \text{ turbin} \times \eta \text{ generator} \dots\dots\dots 2.6$$

Keterangan :

$P_{in} \text{ turbin}$ = Daya masukan ke turbin (KW)

$P_{out} \text{ turbin}$ = Daya keluaran dari turbin (KW)

P_{real} = Daya sebenarnya yang dihasilkan (KW)

ρ = massa jenis fluida

Q = Debit air (m³/s)

h = Ketinggian efektif (m)

Dalam menentukan bentuk turbin, debit sangat diperlukan untuk mengetahui luas penampang saluran air yang masuk ke dalam turbin tersebut, dimana luas penampang dari saluran air yang masuk ke dalam turbin tergantung dari aliran air.

Hal tersebut sesuai dengan persamaan kontinuitas aliran fluida yang dialirkan pasti akan memiliki kecepatan aliran tertentu, hubungan kecepatan aliran dengan debit dan luas penampang dapat dituliskan dalam persamaan dibawah:

$$Q = A \times V \dots\dots\dots 2.7$$

dimana :

Q = Debit air, m³/s

V = Kecepatan air, m/s

A = Luas penampang, m

Bila dibandingkan dengan penggunaan berbagai jenis mesin pembangkit tenaga lain, maka penggunaan turbin mempunyai keuntungan-keuntungan antara lain

1. Konstruksinya relatif sederhana.
2. Waktu operasi relatif lama, biaya operasi murah sehingga menguntungkan untuk pemakaian yang lama.
3. Tidak menyebabkan pencemaran lingkungan.

Sedangkan kekurangan pada penggunaan turbin air adalah :

1. Biaya investasi awal relatif mahal, karena menggunakan sarana pembantu antara lain : bangunan, waduk, sistem pengaturan, dan sebagainya.
2. Hanya dapat digunakan pada daerah yang mempunyai potensi sumber tenaga air.

Turbin air termasuk dalam kelompok mesin-mesin fluida yaitu, mesin-mesin yang berfungsi untuk merubah energi fluida (energi potensial dan energi kinetis air) menjadi energi mekanis atau sebaliknya. Mesin ini berfungsi untuk

merubah energi fluida menjadi energi mekanis pada poros. misalnya : turbin air, turbin uap, turbin gas, kincir air, kincir angin dan lainnya. Pompa, Kompresor, Blower, fan dan lain-lain berfungsi untuk mengubah energi mekanis pada poros menjadi energi fluida (energi potensial dan energi kinetis).

Menurut Sejarahnya turbin-turbin air yang sekarang berasal dari kincir-kincir air pada zaman abad pertengahan yang dipakai untuk mecah batubara dan pabrik gandum. Salah satu kincir air tersebut dapat dilihat di *Aungrabad*, India yang telah berumur 400-an tahun.

Walaupun banyak terdapan desain turbin hidrolis dengan masing-masing keistimewaannya, secara umum hamper semua turbin dapat diklasifikasikan dalam dua tipe dasar-*turbin impuls* dan *turbin reaksi*. Secara umu turbin impuls merupakan mesin dengan head yang tinggi, dan laju aliran yang rendah, sedangkan turbin reaksi merupakan mesin dengan head yang rendah dan laju aliran yang tinggi.

2.5.1 Bagian – Bagian Turbin Air

- a. Rotor yaitu bagian yang berputar pada sistem yang terdiri dari :
 1. Sudu-sudu berfungsi untuk menerima beban pancaran yang disemprotkan oleh *nozzle*.
 2. Poros berfungsi untuk meneruskan aliran tenaga yang berupa gerak putar \ yang dihasilkan oleh sudu.
 3. Bantalan berfungsi sebagai perapat-perapat komponen-komponen denga tujuan agar tidak mengalami kebocoran pada sistem.
- b. stator yaitu bagian yang diam pada sistem yang terdiri dari :

1. Pipa pengarah / *nozzle* berfungsi untuk meneruskan aliran fluida sehingga tekanan dan kecepatan aliran fluida yang digunakan di dalam sistem besar.
2. Rumah turbin berfungsi sebagai rumah kedudukan komponen-komponen dari turbin

2.6 Turbin Impuls

Turbin impuls adalah turbin air yang cara kerjanya merubah seluruh energi air (yang terdiri dari energi potensial+tekanan+kecepatan) yang tersedia menjadi energi kinetik untuk memutar turbin, sehingga menghasilkan energi kinetik. Energi potensial air diubah menjadi energi kinetik pada nozzle. Air keluar nozzle yang mempunyai kecepatan tinggi membentur sudu turbin. Setelah membentur sudu arah kecepatan aliran berubah sehingga terjadi perubahan momentum (*impulse*). Akibatnya roda turbin akan berputar. Turbin impuls adalah turbin tekanan sama karena aliran air yang keluar dari nozzle tekanannya adalah sama dengan tekanan atmosfer sekitarnya. Semua energi tinggi tempat dan tekanan ketika masuk ke sudu jalan turbin dirubah menjadi energi kecepatan. Contoh turbin impuls adalah turbin Pelton.

2.7 Turbin Reaksi

Turbin reaksi adalah turbin yang cara kerjanya merubah seluruh energi air yang tersedia menjadi energi kinetik. Turbin jenis ini adalah turbin yang paling banyak digunakan. Sudu pada turbin reaksi mempunyai profil khusus yang menyebabkan terjadinya penurunan tekanan air selama melalui sudu. Perbedaan tekanan ini memberikan gaya pada sudu sehingga runner (bagian turbin yang berputar) dapat berputar. Turbin yang bekerja berdasarkan prinsip ini

dikelompokkan sebagai turbin reaksi. Runner turbin reaksi sepenuhnya tercelup dalam air dan berada dalam rumah turbin.

2.8 Jenis – Jenis Turbin

2.8.1 Turbin Pelton

Turbin Pelton termasuk jenis turbin impuls yang merubah seluruh energi air menjadi energi kecepatan sebelum memasuki runner turbin. Perubahan energi ini dilakukan didalam nozzle dimana air yang semula mempunyai energi potensial yang tinggi diubah menjadi energi kinetis. Pancaran air yang keluar dari nozzle akan menumbuk bucket yang dipasang tetap sekeliling runner dan garis pusat pancaran air menyinggung lingkaran dari pusat bucket. Kecepatan keliling dari bucket akibat tumbukan yang terjadi tergantung dari jumlah dan ukuran pancaran serta kecepatannya. Kecepatan pancaran tergantung dari tinggi air di atas nozzle serta effisiensinya. Turbin pelton terdiri dari satu setu sudu jalan yang diputar oleh pancaran air yang disemprotkan oleh nozzle. Turbin pelton adalah salah satu dari jenis turbin air yang paling efisien, turbin pelton adalah turbin yang cocok digunakan untuk head tinggi. Bentuk sudu turbin terdiri dari 2 bagian yang simetris. Sudu dibentuk sedemikian sehingga pancaran air akan mengenai tengah sudu dan pancaran air tersebut akan berbelok ke kedua arah sehingga bisa membalikkan pancaran air dengan baik dan membebaskan sudu dari gaya-gaya samping.



Gambar 2.2 Turbin Pelton

Keuntungan turbin pelton :

1. Daya yang dihasilkan besar.
2. Konstruksi yang sederhana.
3. Mudah dalam perawatan.
4. Teknologi yang sederhana mudah diterapkan di daerah yang terisolir

Kerugian turbin pelton :

Karena aliran air berasal dari atas maka biasanya reservoir air atau bendungan air, sehingga memerlukan investasi yang lebih banyak. Turbin pelton digolongkan ke dalam jenis turbin impuls atau tekanan sama. Karena selama mengalir di sepanjang sudu-sudu turbin tidak terjadi penurunan tekanan, sedangkan perubahan seluruhnya terjadi pada bagian pengarah pancaran atau nosel. Energi yang masuk ke roda jalan dalam bentuk energi kinetik. Pada waktu melewati roda turbin, energi kinetik dikonversikan menjadi kerja poros dan sebagian kecil energi terlepas dan sebagian lagi digunakan untuk melawan gesekan dengan permukaan sudu turbin.

1. Pengenalan turbin pelton

Turbin Pelton termasuk dalam kelompok jenis turbin Impuls.

Karakteristik umumnya adalah pemasukan sebagian aliran air ke dalam

runner pada tekanan atmosfer. Pada turbin Pelton puntiran terjadi akibat pembelokan pancaran air pada mangkok ganda runner. Oleh karena itu maka turbin Pelton juga disebut Turbin Pancaran Bebas. Penyempurnaan terbesar yang dilakukan Pelton (sebagai penemu turbin) yakni dengan menerapkan mangkok ganda simetris. Bentuk ini pada dasarnya masih tetap berlaku. Punggung pembelah membagi jet menjadi dua paruh yang sama, yang dibelokkan menyamping. Pada dasarnya turbin terdiri atas bagian – bagian : Runner, Nosel dan Rumah Turbin.

a. *Runner*

Runner turbin Pelton terdiri atas cakera dan sejumlah sudu yang terpasang disekelilingnya. Cakera dipasang ke poros dengan sambungan pasak. Runner kebanyakan merupakan coran tunggal dari baja dengan kandungan 13% Cr. Runner Pelton terbesar memiliki garis tengah lebih dari 5 meter dan berat lebih dari 40 Ton. Selain itu ada pula runner yang antara cakera dengan sudunya terpisah, dimana pemasangan mangkok ke cakera runner ada bermacam macam cara.



Gambar 2.3 Runner Turbin Pelton

b. Sudu

Pembuatan sudu dari belahan pipa atau konstruksi las dengan bahan plat baja sama sekali tidak dianjurkan, karena kekokohannya kurang dan efisiensinya rendah. Sudu bisa dibuat dari beragam bahan. Demikian pula halnya bila runner dicor sebagai satu kesatuan. Selain bahan dari baja tuang yang mengandung unsur Cr 13% dipakai juga bahan dan cara lain, termasuk besi tuang atau paduan seperti kuningan atau aluminium atau pencetakan injeksi plastik diperkuat dengan serat gelas.



Gambar 2.4 Sudu

c. Nosel

Nosel merupakan bagian dari turbin, didalam nosel tekanan air dirubah menjadi kecepatan. Nosel terdiri atas bagian selubung serupa hidung yang dipasang pada belokan pipa, dan jarum nosel yang bisa digerakkan didalam belokan pipa. Kerucut jarum dan selubung, yang cepat aus, dibuat dari bahan bermutu tinggi serta mudah untuk diganti

d. Rumah turbin

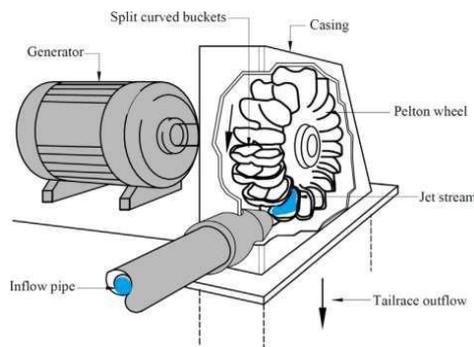
Rumah turbin pelton selain sebagai tempat nosel terpasang, juga berfungsi menangkap dan membelokkan percikan aliran air ke luar sudu hingga runner maupun pancaran tidak terganggu. Rumah turbin dapat dibuat sederhana dengan konstruksi las dari plat baja.



Gambar 2.5 Rumah Turbin Pelton

2.8.2 Turbin Turgo

Turbin turgo Dapat beroperasi pada *head* 30 s/d 300 m. Seperti turbin pelton turbin turgo merupakan turbin impulse, tetapi sudunya berbeda keuntungan kerugian juga sama.



Gambar 2.6 Turbin Turgo.

2.8.3 Turbin *Crossflow*

Turbin *Cross-Flow* adalah salah satu turbin air dari jenis turbin aksi (impulse turbine). Pemakaian jenis Turbin *Cross-Flow* lebih menguntungkan dibanding dengan penggunaan kincir air maupun jenis turbin mikro hidro lainnya. Penggunaan turbin ini untuk daya yang sama dapat menghemat biaya pembuatan penggerak mula sampai 50 % dari penggunaan kincir air dengan bahan yang sama. Penghematan ini dapat dicapai karena ukuran Turbin *Cross-Flow* lebih kecil dan lebih kompak dibanding kincir air



Gambar 2.7 Turbin Crossflow

2.8.4 Turbin Francis

Turbin Francis merupakan salah satu turbin reaksi. Turbin dipasang diantara sumber air tekanan tinggi di bagian masuk dan air bertekanan rendah di bagian keluar. Turbin Francis menggunakan sudu pengarah. Sudu pengarah mengarahkan air masuk secara tangensial.

Turbin francis bekerja dengan memakai proses tekanan lebih. Pada waktu air masuk ke roda jalan, sebagian dari energi tinggi jatuh telah bekerja di dalam sudu pengarah diubah sebagai kecepatan air masuk. Sisa energi tinggi jatuh dimanfaatkan dalam sudu jalan, dengan adanya pipa isap memungkinkan energi tinggi jatuh bekerja di sudu jalan dengan

semaksimal mungkin. Turbin yang dikelilingi dengan sudu pengarah semuanya terbenam dalam air.

Air yang masuk kedalam turbin dialirkan melalui pengisian air dari atas turbin (*schact*) atau melalui sebuah rumah yang berbentuk spiral (rumah keong). Semua roda jalan selalu bekerja. Daya yang dihasilkan turbin diatur dengan cara mengubah posisi pembukaan sudu pengarah. Pembukaan sudu pengarah dapat dilakukan dengan tangan atau dengan pengatur dari oli tekan (*governor* tekanan oli), dengan demikian kapasitas air yang masuk ke dalam roda turbin bisa diperbesar atau diperkecil. Pada sisi sebelah luar roda jalan terdapat tekanan kerendahan (kurang dari 1 atmosfer) dan kecepatan aliran yang tinggi. Di dalam pipa isap kecepatan alirannya akan berkurang dan tekanannya akan kembali naik sehingga air bisa dialirkan keluar lewat saluran air di bawah dengan tekanan seperti keadaan sekitarnya.



Gambar 2.8 Turbin Francis.

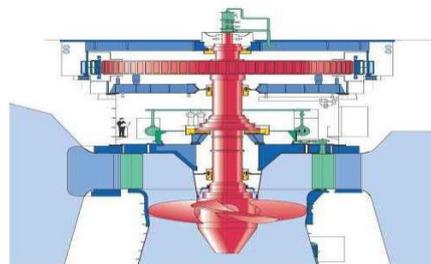
2.8.5 Turbin Kaplan Propeller

Turbin Kaplan termasuk kelompok turbin air reaksi jenis baling-baling (*propeller*). Keistimewaannya adalah sudut sudu geraknya (*runner*) bisa diatur (*adjustable blade*) untuk menyesuaikan dengan

kondisi aliran saat itu yaitu perubahan debit air. Pada pemilihan turbin didasarkan pada kecepatan spesifiknya. Turbin Kaplan ini memiliki kecepatan spesifik tinggi (*high spesific speed*). Turbin kaplan bekerja pada kondisi head rendah dengan debit besar. Pada perancangan turbin Kaplan ini meliputi perancangan komponen utama turbin Kaplan yaitu sudu gerak (*runner*), sudu pengarah (*guide vane*), spiral casing, draft tube dan mekanisme pengaturan sudut bilah sudu gerak.

Pemilihan profil sudu gerak dan sudu pengarah yang tepat untuk menghasilkan torsi yang besar.

Perancangan spiral casing dan draft tube menggunakan persamaan empiris. Perancangan mekanisme pengatur sudut bilah (β) sudu gerak dengan memperkirakan besar sudut putar maksimum sudu gerak berdasarkan jumlah sudu, debit air maksimum dan minimum. Turbin Kaplan ini dirancang untuk kondisi head 4 m dan debit 5 m³/s. Akhirnya dari hasil perancangan turbin Kaplan ini didapatkan dimensi dari komponen utama turbin yang diwujudkan ke dalam bentuk gambar kerja dua dimensi.



Gambar 2.9 Turbin Kaplan Propeller.

2.9 Fungsi Turbin

Turbin berfungsi untuk mengubah energi potensial menjadi energi mekanik. gaya jatuh air yang mendorong baling-baling menyebabkan turbin berputar. Turbin air kebanyakan seperti kincir angin, dengan menggantikan fungsi dorong angin untuk memutar baling-baling digantikan air untuk memutar turbin. Perputaran turbin ini di hubungkan ke generator.

2.10 Prinsip Kerja Turbin

Turbin air mengubah energi potensial air menjadi energi mekanis. Energi mekanis diubah dengan generator listrik menjadi tenaga listrik. Berdasarkan prinsip kerja turbin dalam mengubah energi potensial air menjadi energi mekanik.

2.11 Generator

generator adalah sumber tegangan listrik yang diperoleh melalui perubahan energi mekanik menjadi energi listrik. Generator bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik, yaitu dengan memutar suatu kumparan dalam medan magnet sehingga timbul ggl (gaya gerak listrik) induksi.

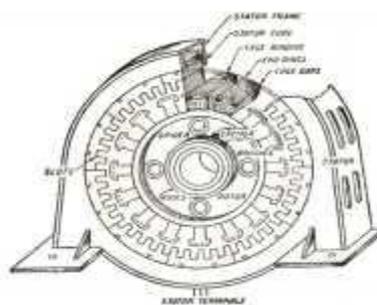
Generator ac ini adalah sebuah motor dc yang telah dimodifikasi dengan cara menambahkan jumlah lilitan didalamnya. Generator ac ini mempunyai tegangan sebesar 7 volt dan arus sebesar 120 mA

Generator mengubah energi mekanik (putaran poros) menjadi energi listrik. Ada dua tipe generator, yaitu generator synchronous dan asynchronous (umumnya disebut *induction generator*). Generator sinkron adalah standar generator yang digunakan dalam pembangkit daya listrik dan digunakan pada kebanyakan power plant. Semua generator harus digerakkan pada putaran konstan

untuk menghasilkan daya yang konstan pada frekuensi 50 Hz. Untuk microhydro umumnya digunakan generator 4 kutub dengan putaran sekitar 1.500 rpm

Generator sinkron dengan definisi sinkronnya, mempunyai makna bahwa frekuensi listrik yang dihasilkannya sinkron dengan putaran mekanis generator tersebut. Rotor generator sinkron yang di putar dengan penggerak mula (*prime mover*) yang terdiri dari belitan medan dengan suplai arus searah akan menghasilkan medan magnet putar dengan kecepatan dan arah putar yang sama dengan putaran rotor tersebut.

Generator sinkron sering kita jumpai pada pusat-pusat pembangkit tenaga listrik (dengan kapasitas yang relatif besar). Misalnya, pada PLTA, PLTU, PLTD dan lain-lain. Selain generator dengan kapasitas besar, kita mengenal juga generator dengan kapasitas yang relatif kecil, misalnya generator yang digunakan untuk penerangan darurat yang sering disebut Generator Set atau generator cadangan. Generator sinkron mengkonversi energi mekanik menjadi energi listrik bolak-balik secara elektromagnetik. Energi mekanik berasal dari penggerak mula yang memutar rotor, sedangkan energi listrik dihasilkan dari proses induksi elektromagnetik yang terjadi pada kumparan-kumparan stator. Pada Gambar 12 dapat dilihat bentuk penampang sederhana dari sebuah generator sinkron.



Gambar 2.10 Konstruksi Generator Sinkron

Secara umum generator sinkron terdiri atas stator, rotor, dan celah udara. Stator merupakan bagian dari generator sinkron yang diam sedangkan rotor adalah bagian yang berputar di mana diletakkan kumparan medan yang di suplai oleh arus searah dari Eksiter. Celah udara adalah ruang antara stator dan rotor.

2.11.1 Konstruksi Generator

generator arus bolak – balik ini terdiri dari empat bagian utaa, yaitu

1. stator

stator merupakan bagian diam dari generator yang mengeluarkan tegangan bolak-balik. Stator terdiri dari badan generator yang terbuat dari baja yang berfungsi melindungi bagian dalam generator. Inti stator yang terbuat dari bahan ferromagnetic yang berlapis-lapis dan terdapat alur – alur tempat meletakkan lilitan stator. Lilitan stator yang merupakan tempat untuk menghasilkan tegangan. Stator tersusun dari plat-plat (seperti yang di pergunakan juga pada jangkar dari mesin arus searah) stator yang mempunyai alur-alur sebagai tempat meletakkan lilitan stator. Lilitan stator berfungsi sebagai tempat terjadinya GGL induksi. Bagian yang diam (stator) terdiri dari beberapa bagian, yaitu :

a. inti stator

bentuk dari inti stator ini berupa cincin laminasi-laminasi yang diikat serapat mungkin untuk menghindari rugi-rugi arus. Pada inti ini terdapat slot-slot untuk menempatkan konduktor dan untuk mengatur arah medan magnet.

b. Belitan stator

Bagian stator yang terdiri dari beberapa batang konduktor yang terdapat di dalam slot dan ujung kumparan. Masing-masing slot dihubungkan untuk mendapatkan tegangan

c. Alur stator

Merupakan bagian stator yang berperan sebagai empat belitan stator ditempatkan

d. Rumah stator

Bagian dari stator umumnya terbuat dari besi tuang yang berbentuk silinder. Bagian belakang dari rumah stator ini biasanya memiliki sirip-sirip sebagai alat bantu dalam proses pendinginan.

2. Rotor

Rotor merupakan bagian bergerak yang menghasilkan medan magnet yang menginduksikan ke stator. Rotor berbentuk kutub sepatu atau kutub dengan celah udara sama rata. Rotor terdiri dari dua bagian umum, yaitu:

a. Inti kutub

b. Kumparan medan

Pada bagian inti kutub terdapat poros dan inti rotor yang memiliki fungsi sebagai jalan atau jalur fluks magnet yang dibangkitkan oleh kumparan medan. Pada kumparan medan ini juga terdapat dua bagian yang diisolasi. Isolasi pada bagian ini harus benar-benar baik dalam hal kekuatan mekanisnya, ketahanannya akan suhu yang tinggi dan ketahanannya terhadap gaya sentrifugal yang besar.

Konstruksi rotor untuk generator yang memiliki nilai putaran relative tinggi biasanya menggunakan konstruksi rotor dengan kutub silindris atau “*cylindrica poles*” dan jumlah kutubnya relative sedikit.

3. Rangka stator

Rangka stator dibuat dari besi tuang. Rangka stator merupakan rumah dari bagian-bagian generator yang lain.

4. *Slip ring* atau cincin geser

Slip ring atau cincin geser dibuat dari bahan kuningan atau tembaga yang dipasang pada poros dengan memakai bahan isolasi. *Slip ring* ini berputar bersama-sama dengan poros dan rotor. Jumlah *slip ring* ada dua buah yang masing-masing *slip ring* dapat menggeser sikat arang yang masing-masing merupakan sikat positif dan sikat negative, berguna untuk mengalirkan arus penguat magnet pada lilitan magnet pada rotor.

2.11.2 Prinsip Dasar Generator

Prinsip dasar generator arus bolak-balik menggunakan hukum faraday yang menyatakan jika sebatang penghantar berada pada medan magnet yang berubah-ubah, maka pada penghantar tersebut akan terbentuk gaya gerak listrik.

Besar tegangan generator bergantung pada:

1. Kecepatan putaran (N)
2. Jumlah kawat pada kumparan yang memotong fluks (Z)
3. Banyak nya fluks magnet yang di bandingkan oleh medan magnet
(f)
4. Konstruksi generator

Jika pada sekeliling penghantar terjadi perubahan medan magnet, maka pada penghantar tersebut akan dibangkitkan suatu gaya gerak listrik (GGL) yang sifatnya menentang perubahan medan tersebut.

2.12 Pompa Air

Pompa adalah suatu alat atau mesin yang digunakan untuk memindahkan cairan dari suatu tempat ke tempat yang lain melalui suatu media perpipaan dengan cara menambahkan energi pada cairan yang dipindahkan dan berlangsung secara terus menerus.

Pompa beroperasi dengan prinsip membuat perbedaan tekanan antara bagian masuk (*suction*) dengan bagian keluar (*discharge*). Dengan kata lain, pompa berfungsi mengubah tenaga mekanis dari suatu sumber tenaga (penggerak) menjadi tenaga kinetis (kecepatan), dimana tenaga ini berguna untuk mengalirkan cairan dan mengatasi hambatan yang ada sepanjang pengaliran.

Spesifikasi pompa dinyatakan dengan jumlah fluida yang dapat dialirkan persatuan waktu (debit atau kapasitas pompa) dan *head* (tinggi energi angkat). Pada umumnya pompa dapat digunakan untuk bermacam-macam keperluan, untuk menaikkan fluida ke sebuah *reservoir*, untuk mengalirkan fluida dalam proses industry, untuk pengairan, irigasi, dan sebagainya. Secara umum pompa sentrifugal banyak digunakan untuk bidang industri, karena pompa sentrifugal ini mempunyai banyak kepentingan seperti pemindahan fluida dari satu tempat ke tempat yang lain.

Pada industri minyak bumi, sebagian besar pompa yang digunakan dalam fasilitas *gathering station*, suatu unit pengumpul fluida dari sumur produksi sebelum diolah dan dipasarkan dengan menggunakan pompa bertipe sentrifugal.

Pada industri perkapalan pompa sentrifugal juga banyak digunakan untuk memperlancar proses kerja di kapal. Dalam pelaksanaan operasinya pompa sentrifugal juga dapat bekerja secara tunggal, seri, dan paralel. Jenis operasi yang digunakan harus sesuai dengan tujuan dan kebutuhan penggunaan instalasi pompa.

2.12.1 Jenis-Jenis Pompa Air

1. pompa air dragon

Sebagai salah satu jenis pompa air manual, pompa air dragon ini merupakan merk pompa air yang sangat terkenal di sekitar tahun 70-an. Terutama untuk daerah-daerah yang belum terjangkau listrik. Sehingga merk pompa air dragon ini menjadi ikon / image di tengah masyarakat kita waktu itu untuk mewakili istilah pompa air manual. Bagi warga yang memiliki sumur air sendiri, pompa air ini menjadi pilihan untuk menggantikan cara tradisional, menimba air dari sumur.

2. Pompa air sanyo

Seiring berkembangnya zaman dan aliran listrik sudah banyak masuk ke daerah-daerah, pompa air tenaga listrik (AC 220V) menjadi pilihan untuk menggantikan pompa air manual. Pompa air merk Sanyo menjadi istilah umum untuk mewakili pompa air tenaga listrik. (*Mungkin saat itu, era 70-an - 80-an yang banyak beredar pompa air merk Sanyo ya*). Sekarang cukup banyak merk pompa air yang beredar dengan teknologi yang berbeda-beda. Namun teknologi yang umum dikenal dengan

Centrifugal Pumps. Yaitu pompa air yang bekerja berdasarkan daya centrifugal yang dihasilkan oleh *impeller* (kipas) yang diputar oleh motor listrik.

3. Pompa air bensin

Pompa air jenis ini menggunakan motor berbahan bakar bensin atau solar. Cara kerjanya pun sama dengan pompa air listrik di atas. Bedanya hanya pada motor penggerak kipas *impeller*-nya yang menggunakan bahan bakar bensin atau solar. Biasanya pompa air jenis ini digunakan untuk memompa air dengan volume debit air yang besar. Ini terlihat dari besarnya ukuran pipa atau selang yang diameternya cukup besar.

4. Pompa air celup

Sesuai namanya, pompa air listrik ini penggunaannya dicelupkan ke dalam air. Penggunaan yang umum adalah pompa air yang dipakai dalam aquarium untuk mengalirkan air ke tempat penyaringan air sehingga air aquarium terjaga kejernihannya untuk waktu yang lebih lama. Cara kerjanya pun sama seperti pompa air listrik di atas (no:2), memanfaatkan daya centrifugal dari perputaran kipas *impeller* untuk mendorong air ke atas. Jenis pompa air celup ini cukup banyak tergantung keperluannya

BAB III

METEODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di rumah Alvin sofian yang berada di jl mangaan VI lingkungan 15 mabar no 91 Medan deli waktu pengambilan data (riset) berlangsung.

3.2 Alat Dan Bahan Penelitian

3.2.1 Peralatan

Adapun peralatan penunjang yang digunakan dari penelitian ini adalah :

1. Voltmeter digunakan untuk mengukur besarnya tegangan suatu rangkaian atau terminal keluaran pada keseluruhan sistem.
2. Tachometer digunakan untuk mengukur kecepatan putaran pada besi as poros turbine.
3. Bor digunakan untuk membuat lubang yang di pelukan pada lembaran *Acrylic*.
4. Lem *Acrylic* digunakan untuk perekat bahan ke media.
5. Tang digunakan untuk memotong maupun mengelupas kabel.
6. Cutter *Acrylic* digunakan untuk memotong lembaran *Acrylic*.
7. Solder digunakan untuk memanaskan timah dan menyambung komponen-komponen bahan yang di perlukan

3.2.2 Bahan – Bahan Penelitian

1. *Mini water pump* / pompa DC sebagai media penyaluran air ke dalam turbin sehingga dapat menggerakkan kincir air pada turbine.

2. Ember dengan ukuran 50 cm sebagai wadah bak tandon penampung air dan media pendukung untuk dudukan turbine *Tub*.
3. Generator AC sebagai media penghasil daya listrik yang di hasilkan dari proses rangkaian kerja dari turbine *Tub* yang di rancang.
4. Kincir Turbine Tub sebagai propeller yang memutar besi as poros yang di satukan dengan as poros pada generator yang di hasilkan dari putaran semburan air dari *mini water pump*.
5. Besi as poros 8 mili meter sebagai pemutar poros as pada *turbine* dan di satukan dengan besi poros as pada generator.
6. Baterai Supply 12 VDC sebagai sumber daya listrik untuk menghidupkan *mini water pump*.
7. Dynamo sebagai penggerak turbin yang mendapatkan aliran dari pompa dc.
8. Turbin dengan ukuran diameter 10 cm x 10 cm
9. Kabel *belting* sebagai penghubung seluruh rangkaian komponen instalasi bahan.
10. Pipa sebagai penghubung selang dari dalam menuju pompa air.
11. Selang dengan panjang 100 cm sebagai wadah penyaluran air dari ember sampai ke *turbine*.

3.2.3 Multitester

Multitester digital digunakan untuk mengukur tegangan, *ampere* yang di hasilkan dari *output* generator. Maka dengan multitester kita dapat mengetahui seberapa besar tegangan DC yang di hasilkan oleh generator setelah mengalami perubahan dari tegangan AC menjadi tegangan DC yang di hasilkan



Gambar 3.1 Multitester

3.2.4 Tacho Meter

Tachometer sebagai media alat ukur kecepatan rotasi yang di hasil kan dari putaran kincir air untuk memutar generator agar dapat mengetahui seberapa besar kecepatan putaran saat adanya beban atau pun tanpa ada nya beban dari putaran generator



Gambar 3.2 Tacho Meter

3.2.5 Turbin Kincir

Turbin Kincir Tub sebagai alat percobaan pada PLTPH untuk memutar kincir air yang dihubungkan dengan poros pada generator miniature 220V dari semburan air yang di keluarkan oleh dorongan air yang alirkan oleh *sprayer gun* hasil dari keluaran air *mini water pump*. Wadah turbin terbuat dari lembaran akrilik yang di desain sedemikian rupa sehingga memiliki lubang besi as poros 8 mili yang terbuat dari pipa soket yang di dalam nya telah di isi dengan 2 buah *bearing* berdiameter as 8 mili meter, untuk meluruskan putaran besi as poros kincir air dengan besi as poros pada generator

3.2.6 Turbin Air

Turbin air adalah alat untuk mengubah energi potensial air menjadi menjadi energi mekanik. Energi mekanik ini kemudian diubah menjadi energi listrik oleh generator. Turbin air dikembangkan pada abad 19 dan digunakan secara luas untuk pembangkit tenaga listrik. Dalam pembangkit listrik tenaga air (PLTA) turbin air merupakan peralatan utama selain generator. Berdasarkan prinsip kerja turbin dalam mengubah energi potensial air menjadi energi kinetik, turbin air dibedakan menjadi dua kelompok yaitu turbin impuls dan turbin reaksi.



Gambar 3.3 Turbin

3.2.7 Mini Water Pump

Mini water pump sebagai penggerak utama untuk memutar kincir pada turbin. *Mini water pump* ini di bebani arus dari baterai 12V untuk menghidupkannya, setelah mesin *mini water pump* hidup maka mesin menarik air dari dalam bak tandon yang berisi air dengan selang *inlet* dan *outlet* yang telah terhubung dengan mesin *mini water pump* dan menyalurkan air serapan menuju *sprayer gun* dan di keluarkan untuk dapat mengarahkan keluaran air dengan tekanan semburan air menuju kincir *Tub* pada *turbin* sehingga dapat berputar dan hasil putaran dari kincir di hubungkan dengan besi as poros berdiameter 8 mili yang telah disatukan dengan as pada generator miniature 220V.

Spesifikasi mini water pump :

Merk : Pro – Farm

Max Pres : 120 PSI (*pounds per square*), tekanan per inci/persegi (8,5 Bar)

Open Flow : 5,0 LPM (*liter per menit*), kemampuan memproduksi angin

Volt : 12V DC, ampere : 3,0 A

Pada penyalur air sampai pada turbin menggunakan selang penghubung dari tabung di hubungkan dengan selang menuju pipa *inlet* pada *mini water pump* dan keluaran pipa *outlet* pada pompa di hubungkan dengan *sprayer gun* menggunakan selang penghubung, selanjutnya *nozel sprayer gun* mengalirkan air menuju kincir turbin.

3.2.8 Generator Miniature

Generator miniature 220V dimanfaatkan *output* 3 phase nya sebagai penghasil tegangan. *Output* dari generator miniature 220V ini tegangan keluaran yang di

hasil kan masih dalam bentuk tegangan AC dan harus di rubah menjadi tegangan DC dengan cara merubah dengan rangkaian *diode rectifier* sehingga menjadi keluaran 1 phase dan telah menjadi tegangan DC.

3.2.9 Belting

Sabuk adalah bahan fleksibel yang melingkar tanpa ujung, yang digunakan untuk menghubungkan secara mekanis dua poros yang berputar. Sabuk digunakan sebagai sumber penggerak, penyalur daya yang efisien atau untuk memantau pergerakan relatif. Sabuk dilingkarkan pada katrol



Gambar 3.4 Belting

3.2.10 Ember

Ember ialah sebuah alat kedap air berbentuk silinder maupun terpotong kedap air dan vertikal, dengan bagian atas terbuka dan bagian bawah yang datar, biasanya dilengkapi dengan timbaan berbentuk setengah lingkaran.



Gambar 3.5 Ember dengan ukuran kedalaman 50 cm

3.2.11 Selang

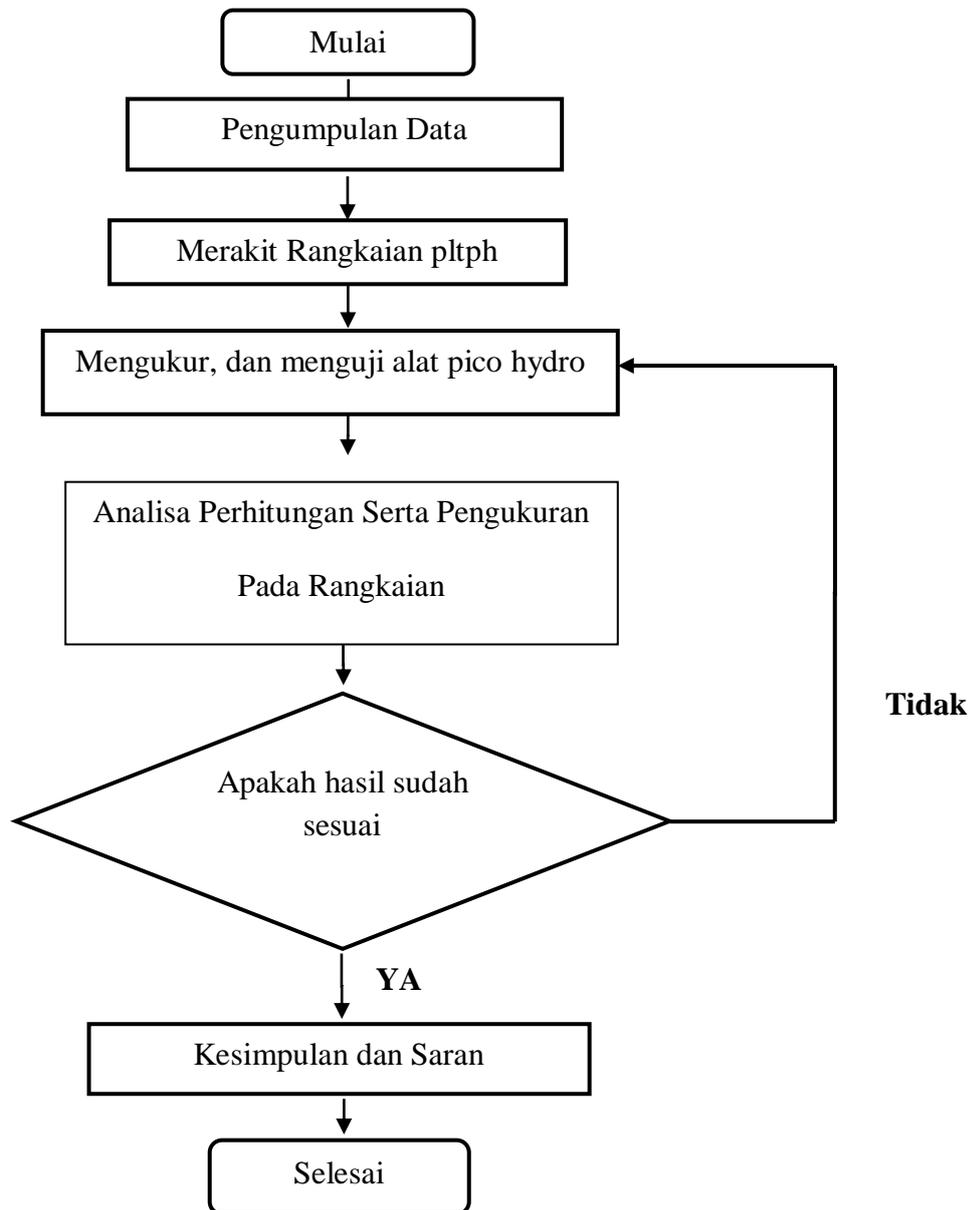
Selang adalah tabung berlubang fleksibel yang dirancang untuk membawa cairan dari satu lokasi ke lokasi lain. Selang kadang juga disebut pipa, atau lebih umum tubing. Bentuk selang biasanya berbentuk silinder. Desain selang didasarkan pada kombinasi aplikasi dan kinerja.



Gambar 3.6 Selang dengan ukuran panjang 100 cm

3.3 Flowchart Penelitian

Adapun diagram alir (*flowchart diagram*) untuk mempermudah memahami perancangan alat ini sebagai berikut



Gambar 3. 7 Flowchart Penyusunan Tugas Akhir

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Pengujian Arus Dan Tegangan

Pengujian arus dan tegangan pada pembangkit listrik tenaga pico hydro.

Hasil pengamatan secara keseluruhan dari penelitian ini ditampilkan dalam bentuk tabel data.

Table 4.1 Hasil pengukuran pada hari senin

Waktu	Teg (volt)	Arus (ampere)	Kecepatan turbin
08.00 – 10.00	2,5	0,08	263,2
10.00 – 12.00	2,5	0,07	262
12.00 – 14.00	2,4	0,06	261,1
14.00 – 16.00	2,5	0,07	262,1
16.00 – 18.00	2,4	0,07	262

Table 4.2 Hasil pengukuran pada hari selasa

Waktu	Teg (volt)	Arus (ampere)	Kecepatan turbin
08.00 – 10.00	2,3	0,05	260
10.00 – 12.00	2,5	0,07	262,1
12.00 – 14.00	2,5	0,08	263
14.00 – 16.00	2,4	0,06	262
16.00 – 18.00	2,3	0,05	260,1

Table 4.3 Hasil pengukuran pada hari rabu

Waktu	Teg (volt)	Arus (ampere)	Kecepatan turbin
08.00 – 10.00	2,4	0,07	259
10.00 – 12.00	2,5	0,08	259,4
12.00 – 14.00	2,5	0,09	261
14.00 – 16.00	2,4	0,07	259
16.00 – 18.00	2,3	0,06	258

Table 4.4 Hasil pengukuran pada hari kamis

Waktu	Teg (volt)	Arus (ampere)	Kecepatan turbin
08.00 – 10.00	2,3	0,06	259
10.00 – 12.00	2,5	0,08	261
12.00 – 14.00	2,6	0,09	261,4
14.00 – 16.00	2,4	0,07	262
16.00 – 18.00	2,4	0,07	260,1

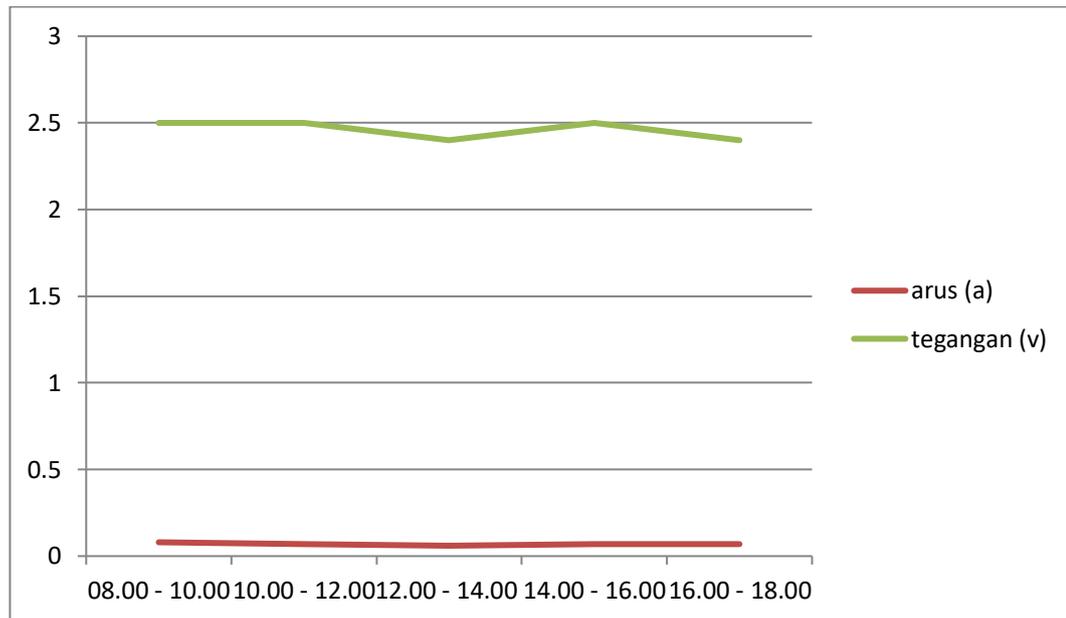
Table 4.5 Hasil pengukuran pada hari jumat

Waktu	Teg (volt)	Arus (ampere)	Kecepatan turbin
08.00 – 10.00	2,5	0,07	260,1
10.00 – 12.00	2,5	0,08	261,3
12.00 – 14.00	2,7	0,09	263
14.00 – 16.00	2,5	0,07	263
16.00 – 18.00	2,4	0,07	260,2

Table 4.6 Hasil pengukuran pada hari sabtu

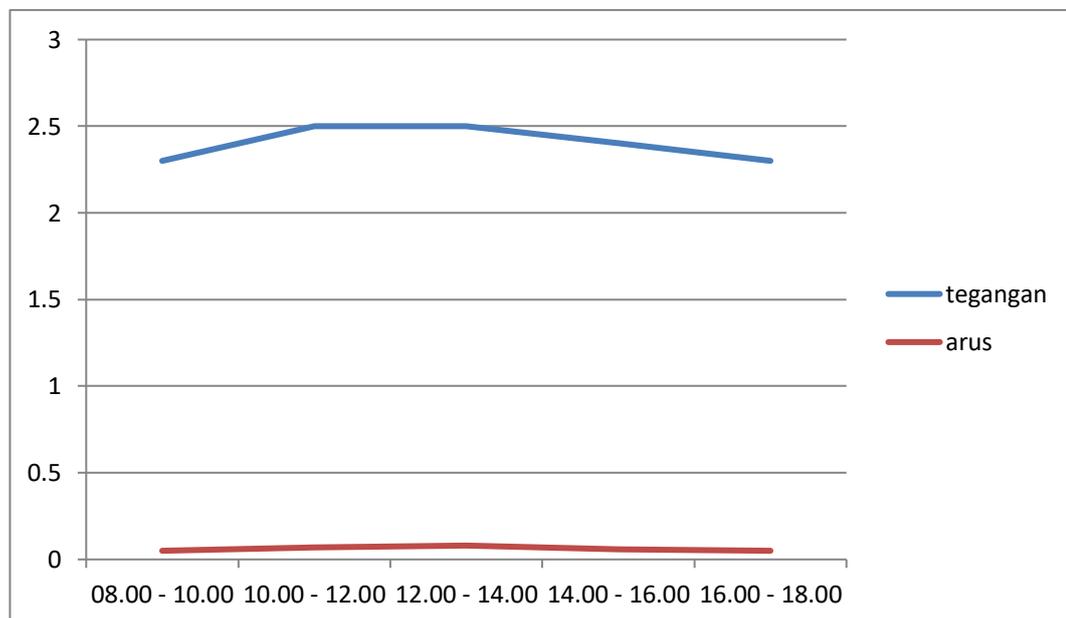
Waktu	Teg (volt)	Arus (ampere)	Kecepatan turbin
08.00 – 10.00	2,2	0,05	258,2
10.00 – 12.00	2,5	0,08	260
12.00 – 14.00	2,6	0,09	262,1
14.00 – 16.00	2,5	0,08	259
16.00 – 18.00	2,4	0,07	258,3

4.1.1 Grafik hasil pengujian arus dan tegangan pada hari senin



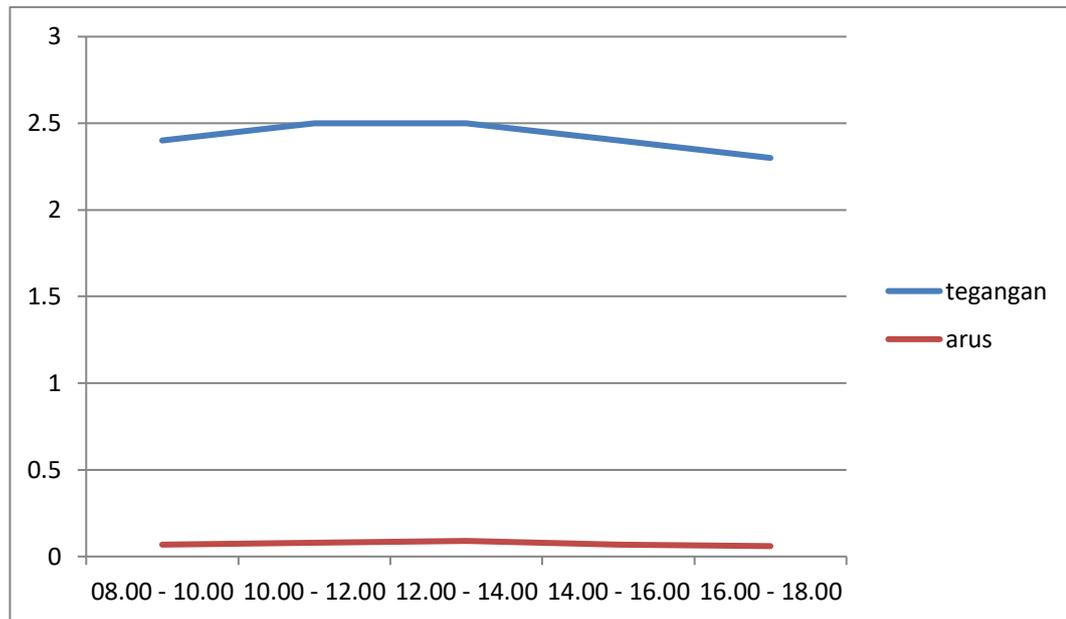
Gambar 4.1 grafik pengukuran hari senin

4.1.2 Grafik hasil pengujian arus dan tegangan pada hari selasa



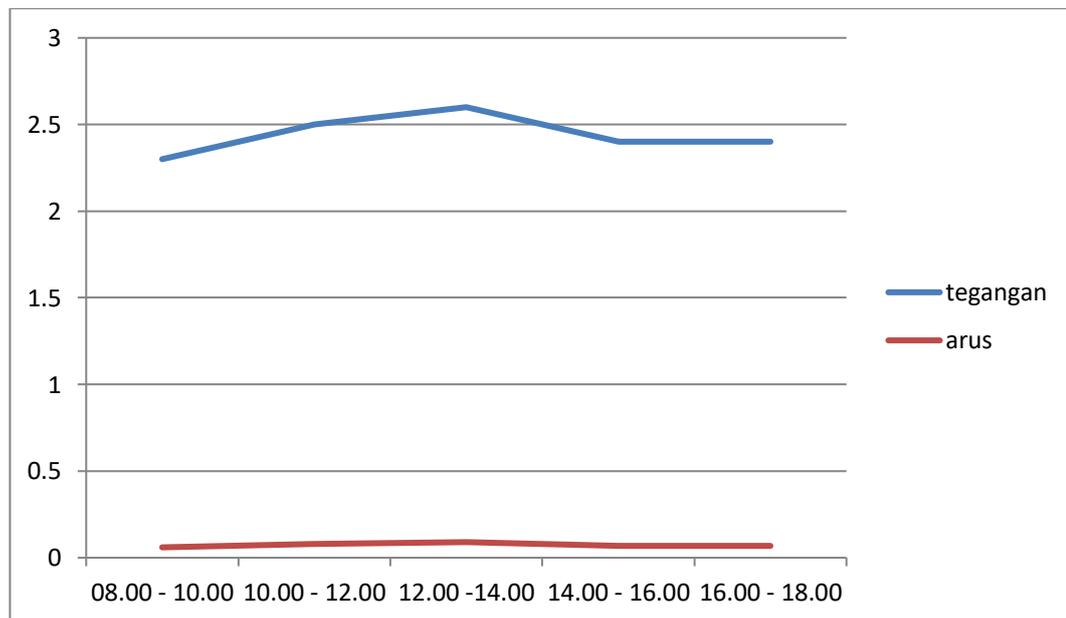
Gambar 4.2 Grafik pengujian hari selasa

4.1.3 Grafik hasil pengujian arus dan tegangan pada hari rabu



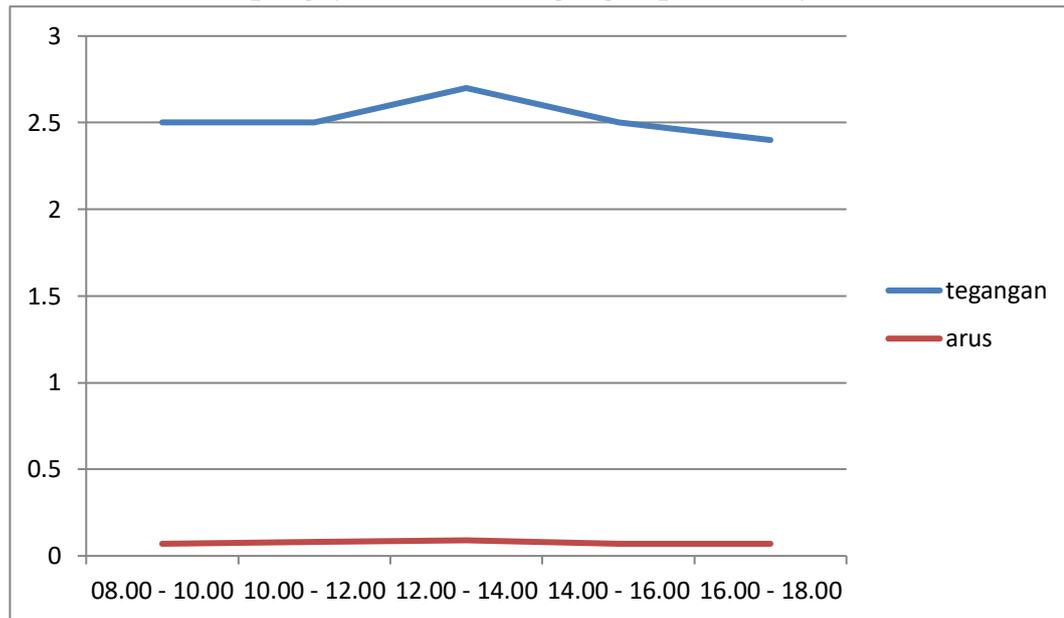
Gambar 4.3 Grafik pengujian hari rabu

4.1.4 Grafik hasil pengujian arus dan tegangan pada hari kamis



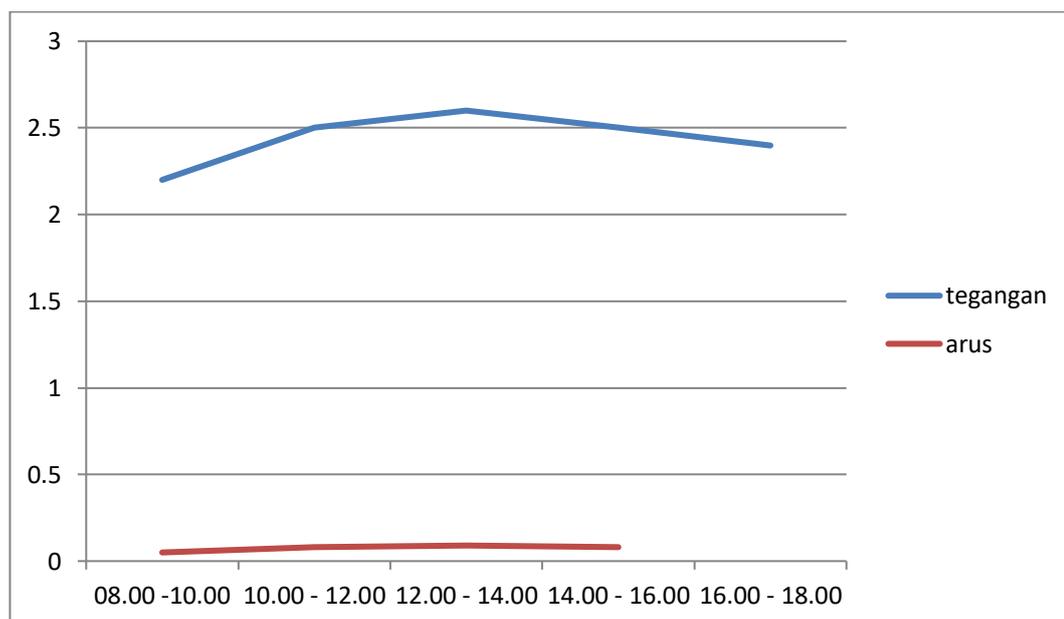
Gambar 4.4 Grafik pengujian hari kamis

4.1.5 Grafik hasil pengujian arus dan tegangan pada hari jumat



Gambar 4.5 Grafik pengujian hari jumat

4.1.6 Grafik hasil pengujian arus dan tegangan pada hari sabtu



Gambar 4.5 Grafik pengujian hari sabtu

4.2 tekanan keluaran dari high pressure car wash pump

Rumus tekanan

$$P_h = p \cdot g \cdot h$$

Keterangan :

P : yaitu berat jenis air (untuk air tawar, $p = 1.000 \text{ kg/m}^3$)

h : yaitu titik kedalaman yang di ukur dari permukaan air

g : yaitu besar percepatan gravitasi (percepatan gravitasi di permukaan bumi sebesar $g = 9,8 \text{ m/s}^2$)

Dik : $P = 1.000 \text{ kg/m}^3$

$h = 50 \text{ cm} = 0,5 \text{ m}$

$g = 9,8 \text{ m/s}^2$

Dit : $P_h \dots ?$

$$P_h = p \cdot g \cdot h$$

$$P_h = 1.000 \times 9,8 \times 0,5$$

$$P_h = 4.900 \text{ Pa}$$

Konversi dari paskal ke psi

$$4.900 \text{ pa} / 8.897.76 = 0,000550700401$$

4.3 simulasi pembangkit listrik pico hydro

Dalam simulasi terlihat tahapan – tahapan pada pembangkit listrik pico hydro. Adapun hasil pengujian dari pengembangan pembangkit listrik tenaga pico hydro dengan memanfaatkan untuk mengetahui nilai keluaran tegangan output generator berdasarkan debit aliran air. Dari pengujian ini, diperoleh data berupa tegangan listrik. Pada pengujian ini, dari turbin air dihubungkan ke generator. selanjutnya dari generator dihubungkan ke baterai guna menyimpan daya yang telah didapat. Ketika tembakan air mengenai sudu turbin yang berjenis kincir dengan bentuk vertical yang mana turbin ini digunakan sebagai prime mover

untuk memutar generator. Setelah generator berputar, maka tegangan dan arus output diukur menggunakan voltmeter dan amperemeter. Dalam hal ini tegangan dan arus output generator berupa tegangan AC.

BAB V

PENUTUP

5.1 kesimpulan

Dalam perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Pico Hydro menggunakan high pressure car wash pump 100 watt 8L permenit pada drum plastic kapasitas 40 liter sebagai penghantar air menuju kincir mempengaruhi tegangan *output* yang dihasilkan pada generator dalam simulasi ini. Putaran antara *nozel sprayer gun* dengan kincir pada turbin maksimal pada saat awal putaran air menghasilkan tegangan 2,5 dengan kecepatan turbin 263,2

Beban mempengaruhi putaran pada generator dan mempengaruhi tegangan *output* yang dihasilkan. Kapasitas daya pada aki sangat mempengaruhi lamanya waktu pada penggunaan baterai untuk mensupply tegangan pada *mini water pump* dalam perancangan simulasi PLTPH dan pada saat berjalannya simulasi baterai hanya sanggup mensupply tegangan untuk menghidupkan *mini water pump*

5.2 Saran

Daya yang terbangkit dari pembangkit listrik piko hidro tergolong kecil untuk itu pendistribusian energi listrik ke konsumen tidak boleh melebihi beban yang diizinkan dan untuk penelitian selanjut nya agar bisa di kembangkan lagi dengan skala yang lebih besar mulai dari alat dan bahan agar bisa mendapatkan hasil yang lebih besar lagi dan lebih maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

1. Adly havendri, teknik mesin “perancangan dan analisis ekonomi pembangunan pembangkit listrik tenaga piko hidro di desa garabak data kabupaten solok sumatera barat.”2017
2. Ali khomsah, jurusan teknik mesin “performa turbin *cross flow* sudu bambu 5” sebagai penggerak mula generator induksi 3 fasa,” 2015
3. Abdillah zuhud, teknik mesin, fakultas teknik “redesign runner turbin pembangkit listrik tenaga *pico hydro* dengan metode *reverse engineering* melalui pendekatan teoritis,” 2016
4. Henanto pandu dewanto, fakultas teknik, “pembuatan dan pengujian turbin propeller dalam pengembangan teknologi pembangkit listrik tenaga air *piko hidro* (plta-ph) dengan variasi debit aliran,” 2017
5. Sutomo arief budiman, “eksperimental bentuk sudu turbin pelton setengah silinder pada variasi sudut keluaran air untuk pembangkit listrik tenaga *picohydro*,” fakultas teknik, universitas merdeka madiun
6. Hari prasetijo, teknik elektro, “prototipe generator magnet permanen axial ac 1 fasa putaran rendah sebagai komponen pembangkit listrik tenaga *piko hidro*,” 2014
7. Risnandar, 2011, “gis untuk menentukan potensi pembangunan *piko-hidro*, politeknik telkom, bandung,” 2011
8. Yusuf ismai, “penerapan pembangkit listrik tenaga piko hidro menggunakan komponen bekas dengan pemanfaatan potensi energi terbarukan di desa gelang kecamatan sumber baru kabupaten jembar”2018

9. Fernandus rua, fakultas teknologi industri “rancang bangun *prototype* pembangkit listrik *pico hydro*,” 2015
10. Filmada ocky saputra 2013, “pembangkit listrik pikohidro di kota metropolitan,”2013
11. Silvester sandy asmara, “studi potensi pembangkit listrik tenaga piko hidro di aliran sungai sekitar bangun mulyo,girikerto, turi, sleman,” 2016
12. Afryantima siregar, teknik elektro, “rancang bangun *prototype* pltph menggunakan turbin *open flume*,” 2015
13. Johan sisco, “rancang bangun pembangkit listrik *picohidro portable*,” teknik elektro fakultas teknik universitas tidar
14. Otong nurshobah, politeknik negri bandung, “pembuatan dan pengujian simulator pembangkit listrik tenaga pikohidro dengan menggunakan generator dynamo lampu sepeda,”2012
15. Dedy susanto, rancang bangun pembangkit listrik tenagapikohidro (pltph) dengan memanfaatkan saluran irigasi di desa kadu beureum kecamatan padarincang kabupaten serang, universitas sultan ageng tirtayasa

LAMPIRAN









