

TUGAS AKHIR

RANCANG BANGUN PROTOTYPE PEMBANGKIT LISTRIK PICO HIDRO



Disusun Oleh:

**Ferdinandus Rua
Nim : 1552011**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI LISTRIK DIII
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2018**

LEMBAR PERSETUJUAN

TUGAS AKHIR

RANCANG BANGUN PROTOTYPE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PICO HIDRO

*Disusun dan diajukan untuk melengkapi dan memenuhi syarat-syarat guna mencapai gelar
ahli madya Teknik listrik diploma tiga*



Disusun Oleh :

Ferdinandus Rua

NIM : 1552011

Diperiksa dan Disetujui,

Dosen Pembimbing I

(Ir. M. Abdul Hamid, MT)
NIP.Y. 1018800188

Dosen Pembimbing II

(Ir. Choirul Saleh, MT)
NIP.Y. 101880190

Mengetahui,

Program Studi Teknologi Listrik DIII
Ketua

(Ir. Eko Nurcahyo, MT)
NIP.Y.1028700172

RANCANG BANGUN PROTOTYPE PEMBANGKIT LISTRIK PICO HYDRO

Ferdinandus Rua, NIM 1552011

Dosen Pembimbing : Ir. M. Abdul Hamid, MT dan Ir. Choirul Saleh, MT

Konsentrasi Teknik Listrik D-III

Faakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Nasional Malang

Jln. Penggalangan NO 1 Malang

ABSRTAK

Banyak daerah di Indonesia yang belum terjangkau oleh jaringan listrik PLN. Sehingga sebagai jalan alternatif masyarakat penduduk yang belum mendapatkan listrik banyak mempergunakan genset sebagai penerangan mereka di malam hari.

Untuk itu penulis mempunyai ide Raancang Bangun Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Pico Hydro untuk penanggulangan masyarakat yang belum mendapatkan suplay listrik dari PLN. Seiring berkembang nya jaman terciptalah pembangkit berskala kecil yang disebut pico hydro. Pico hydro adalah suatu pembangkit yang berskala kecil. Daya yang dikeluarkan berkisar ratusan watt sampai 5Kw.

Penulis ingin mengetahui cara merancang dan membuat pembangkit Listrik Tenaga Pico Hydro dengan turbin crossflow dan menggunakan generator single phase. Pembangkit Listrik Pico Hydro agar dapat menghasilkan energi sesuai yang di harapkan, dan mengetahui cara kerja dari Pemangkit Listrik Tenaga Pico Hydro.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kita panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena rahmat dan karunianya-lah penulis dapat menyelesaikan penulis tugas akhir ini tepat pada waktunya dengan judul “*Rancang Bangun Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Pico hidro*” dapat terselesaikan.

Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan untuk menyelesaikan Program Studi Teknologi Listrik DIII. Selama mengikuti proses penyelesaian Tugas akhir ini, berbagi pihak telah memberikan fasilitas, membantu, membina, dan membimbing penulis, untuk itu khususnya kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Lalu Mulyadi, MT selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang
2. Bapak Dr. Ir. F. Yudi Limpraptono, ST, MT selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri
3. Bapak Ir. Eko Nurcahyo, MT selaku ketua Jurusan Program Studi Teknologi Listrik DIII Institut Teknologi Nasioanal Malang.
4. Bapak Ir. M. Abdul Hamid, MT selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak Ir. Choirul Saleh, MT selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktu dan tenaga untuk membimbing penulis selama tugas akhir ini.
5. Kedua orang tua penulis yang penulis cintai dan hormati yang telah memberi dukungan baik moral maupun materil
6. Teman-teman seperjuangan, Mahasiswa Jurusan Program Studi Teknologi Listrik DIII Angkatan 2015, yang telah berdiskusi dan bekerjasama dengan penulis selama masa pendidikan.

Penulis menyadari, Tugas Akhir ini masih banyak kelemahan dan kekurangan nya. Karena itu kritik dan saran yang membangun akan diterima dengan senang hati, mudah-mudahan keberadaan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dan menambah wawasan kita, khususnya judul “*Rancang Bangun Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Pico hidro*”.

Malang, Januari 2018

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN.....	
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Manfaat	2
1.6 Sistematika Penulisan.....	2
BAB II LANDASAN TEORI	4
2.1 Pengertian Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro.....	4
2.2 Prinsip kerja PLT Pikohidro	4
2.3 Pengertian Generator	7
2.4 Macam-macam Generator AC Berdasarkan Face	7
2.4.1 Generator AC Fasa Tunggal.....	8
2.4.2 Generator AC Fasa Tiga.....	10
2.5 Prinsip Kerja Dinamo Atau Generator	11
2.6 Pengertian Turbin Air.....	12
2.6.1 Turbin Impuls	12
2.6.2 Turbin Reaksi	13
2.7 Fungsi Turbin	13
2.8 Prinsip Kerja Turbin Air.....	13
2.9 Bagian-bagian Secara Umum Turbin	13
2.10 Jenis-jenis Turbin Air	14
2.10.1 Turbin Pelton.....	14
2.10.2 Turbin Turgo	14
2.10.3 Turbin Crossflow.....	15

2.10.4 Turbin Francis	15
2.10.5 Turbin Kaplan Propeller	16
2.11 Pompa Air.....	17
2.11.1 Jenis-jenis Pompa Air.....	18
2.11 Puli (<i>Pulliey</i>) Tipe V	21
2.11.1 Fungsi Puli.....	21
2.12 Sabuk	21
2.13 Perhitungan Teknis.....	22
BAB III PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT.....	24
3.1 Analisa dan Perencanaan Sistem	24
3.2 Perencanaan Konstruksi Pembangkit	24
3.3 Diagram Blok Perancangan Simulasi Pembangkit Listrik Pikohidro 25	
3.4 Flow Chart	26
3.5 Langkah-langkah Perencanaan	27
3.5.1 Perencanaan Menentukan Kapasitas Peralatan	27
3.5.2 Melakukan Perencanaan Alat	30
BAB IV PENGUJIAN ALAT	33
4.1 Pengujian Dan Analisa Alat	33
4.2 Pengujian Rpm	33
4.2.1 Tujuan.....	33
4.2.2 Peralatan Yang Digunakan	33
4.2.3 Gambar Dari Hasil Pengujian.....	33
4.2.4 Prosedur Pengujian	33
4.2.5 Tabel Hasil RPM	33
4.3 Pengujian Tegangan, Arus Dan Frekuensi Pada Generator	34
4.3.1 Tujuan.....	34
4.3.2 Peralatan Yang Digunakan	34
4.3.3 Gambar Dari Hasil Pengujian.....	34
4.3.4 Prosedur Pengujian	34
4.3.5 Tabel Hasil	34
BAB V PENUTUP.....	36
5.1 Kesimpulan.....	36
5.2 Saran	36
DAFTAR PUSTAKA.....	37

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Perbedaan Gelombang Listrik AC Fasa Tunggal dengan Tiga Fasa...	7
Gambar 2.2 Alternator Dengan Satu Putaran Lilitan Kumparan Sebagai Rotor....	8
Gambar 2.2 Alternator Dengan Satu Putaran Lilitan Kumparan Sebagai Rotor....	8
Gambar 2.4 Alternator Dengan Satu Pasang Kumparan Sebagai Stator.....	9
Gambar 2.5 Alternator Dengan Dua Pasang Kumparan Sebagai Stator.....	9
Gambar 2.6 Koneksi Antar Kumparan Pada Alternator AC.....	10
Gambar 2.7 Kumparan Sebagai Stator Alternator Saling Terhubung dengan Koneksi Y.....	11
Gambar 2.8 Generator AC SINGLE PHASE.....	12
Gambar 2.9 Turbin Pelton.....	14
Gambar 2.10 Turbin Turgo.....	15
Gambar 2.11 Turbin Crossflow.....	15
Gambar 2.12 Turbin Francis.....	16
Gambar 2.13 Turbin Kaplan Propeller.....	17
Gambar 2.14 Cara Kerja Pompa Dragon.....	18
Gambar 2.15 Cara Kerja Pompa Dragon.....	19
Gambar 2.16 Pompa Air Sanyo.....	19
Gambar 2.17 Pompa Air Diesel.....	20
Gambar 2.18 Pompa Air Celup.....	20
Gambar 2.19 Puli Tipe V.....	21
Gambar 2.20 Belt Type v.....	22
Gambar 3.1 Skema Perancangan Simulasi Pembangkit Listrik Pikohidro.....	25
Gambar 3.2 Flow Chart Pembangkit listrik Tenaga Pikohidro.....	26
Gambar 3.3 Skema Perancangan Simulasi Pembangkit Listrik Pikohidro.....	30
Gambar 3.4 Pangkuan Bak Penampung Air.....	31
Gambar 3.5 Pangkuan Generator.....	31
Gambar 3.6 Pemasangan Turbin Pada Pangkuan Bak Penampung Air.....	32
Gambar 3.7 Penyambungan Pipa	32
Gambar 4.1 Pengukuran RPM Pada Turbin Dan Generator.....	33
Gambar 4.2 Pengukuran Tegangan Dan Arus.....	34
Gambar 4.3 Pengukuran Arus Saat Dibebani.....	35

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Hasil Pengukuran RPM.....	33
Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Tegangan Dan Frekuensi.....	34
Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Arus.....	35

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia sebenarnya masih mengalami krisis listrik yang berkepanjangan, sejalan dengan ketidakberdayaan Perusahaan Listrik Negara (PLN) dalam menopang kebutuhan listrik diseluruh nusantara. Krisis listrik ini sebenarnya telah diprediksi banyak ahli energy Indonesia sejak lima tahun yang lalu. Sekarang sering terjadi pemadaman bergilir yang dilakukan oleh Perusahaan Listrik Negara (PLN) nampaknya akan terus berlanjut dimasa yang akan datang.

Melihat kondisi diatas maka perlu dicari strategi baru yang dapat memenuhi kebutuhan energi listrik dengan meningkatkan produksi energy dan sekaligus menciptakan kemudahan distribusi energy listrik ke seluruh pelosok di tanah air. Salah satu sumber energi yang cocok diterapkan di Indonesia adalah pembangkit listrik tenaga pikohidro (PLTPH). PLTMH adalah salah satu pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) low head dengan kapasitas kurang dari 500 Kilo Wat (KW).

Salah satu potensi tenaga air yang belum dimanfaatkan untuk PLTPH adalah dengan cara sistem sirkulasi pada sistem pembangkit listrik mikrohidro, misalnya sumber daya alam yang kita butuhkan dalam membangkitkan listrik ini (AIR) tidak perlu harus dari sungai yang mengalir, kita biasa menggunakan air pada satu wadah yang dapat membangkitkan listrik dengan cara sirkulasi air. Dengan demikian pembangkit tersebut dapat diterapkan dimana saja sekalipun didaerah yang sangat kekurangan air dan dari sistem pembangkit ini kita bisa menghemat air.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang diangkat pada tugas akhir ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang bangun Pembangkit Listrik tenaga Pikohidro (PLTPH) dengan cara sistem sirkulasi air.
2. Apa pengertian dari PLTPH dan perbedaan antara PLTPH tersebut dengan PLTA.
3. Bagaimana prinsip kerja dan komponen-komponen dari PLTPH tersebut.

1.3 Tujuan

Tujuan dari tugas akhir ini adalah untuk merancang pembangkit listrik tenaga pikohidro dengan cara sistem sirkulasi air sehingga pembangkit tersebut dapat diterapkan dimana saja dan menghemat air.

1.4 Batasan Masalah

Agar permasalahan yang dibahas tidak terlalu meluas maka ruang lingkup bahasan adalah sebagai berikut.

1. Cara merancang bangun pembangkit listrik tenaga pikohidro dengan sistem sirkulasi air.
2. Pengertian dari pembangkit listrik tenaga pikohidro.
3. Prinsip kerja pembangkit listrik tenaga pikohidro.
4. Perhitungan teknis dan komponen-komponen dari pembangkit listrik tenaga pikohidro.
5. kelebihan dan kekurangannya.

1.5 Manfaat

Manfaat dari tugas akhir ini adalah agar pembaca dapat mengetahui kelebihan dan kekurangan dari pembangkit listrik tenaga pikohidro, mengerti mengenai pentingnya manfaat dari pembangkit listrik pikohidro, pembaca juga dapat mengetahui mekanisme kerja dan inovasi pembangkit listrik tenaga pikohidro dan memahami pentingnya pembangkit listrik tenaga pikohidro.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika dari pembahasan penulisan tugas akhir tersebut adalah sebagai berikut:

Bab 1: Pendahuluan

Berisikan latarbelakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah dan sistematika penulisan.

Bab 2: Kajian Pustaka

Pengertian tentang pembahasan teori dalam rancang bangun pada pembangkit listrik tenaga pikohidro.

Bab 3: Rancang Bangun PLTPH

Proses rancang bangun pembangkit listrik tenaga pikohidro dengan komponen-komponen PLTPH.

Bab 4: Analisa Sistem dan Hasil Uji Coba

Analisa sistem pembangkit listrik tenaga pikohidro dan hasil uji coba pada pembangkit listrik tenaga pikohidro.

Bab 5: Penutup Berisikan kesimpulan dan saran

Daftar Pustaka

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro

Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro (PLTPH) adalah pembangkit listrik berskala kecil (daya yang dihasilkan tidak lebih dari 5kW), yang memanfaatkan tenaga (aliran) air sebagai sumber penghasil energi. PLTPH termasuk sumber energy terbarukan dan layak disebut clean energy karena ramah lingkungan. Dari segi teknologi, PLTPH dipilih karena konstruksinya sederhana, mudah dioperasikan, serta mudah dalam perawatan dan penyediaan suku cadang. Secara ekonomi, biaya operasi dan perawatannya relatif murah, sedangkan biaya investasinya cukup bersaing dengan pembangkit listrik lainnya. Secara sosial, PLTPH mudah diterima masyarakat luas (bandingkan misalnya dengan Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir). PLTPH biasanya dibuat dalam skala desa di daerah-daerah terpencil yang belum mendapatkan listrik dari PLN. Tenaga air yang digunakan dapat berupa aliran air pada sistem irigasi, sungai yang dibendung atau air terjun. Kondisi air yang bisa dimanfaatkan sebagai sumber daya (resources) penghasil listrik adalah memiliki kapasitas aliran dan ketinggian tertentu dan instalasi. Semakin besar kapasitas aliran maupun ketinggiannya dari instalasi maka semakin besar energi yang bias dimanfaatkan untuk menghasilkan energi listrik. Seperti dikatakan di atas, Pikohidro hanyalah sebuah istilah. Dalam prakteknya, istilah ini tidak merupakan sesuatu yang baku namun bisa dibayangkan bahwa pikohidro pasti menggunakan air sebagai sumber energinya. Yang membedakan antara istilah Mikrohidro dengan Pikohidro adalah output daya yang dihasilkan. Mikrohidro menghasilkan daya lebih rendah dari 100 kW, sedangkan untuk Pikohidro daya keluarannya berkisar antara 1kW sampai 5kW. Lebih dari 5000 kW dapat dikatakan sebagai PLTA.

2.2 Prinsip kerja PLT Pikohidro

PLT Pikohidro pada prinsipnya memanfaatkan beda ketinggian dan jumlah debit air perdetik 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 menghasilkan listrik. Pembangunan PLTPH perlu diawali dengan pembangunan bendungan untuk mengatur aliran air yang akan dimanfaatkan sebagai tenaga penggerak PLTPH. Bendungan ini dapat

berupa bendungan beton atau bendungan beronjong. Bendungan perlu dilengkapi dengan pintu air dan saringan sampah untuk mencegah masuknya kotoran atau endapan lumpur. Bendungan sebaiknya dibangun pada dasar sungai yang stabil dan aman terhadap banjir.

Di dekat bendungan dibangun bangunan pengambilan (intake). Kemudian dilanjutkan dengan pembuatan saluran penghantar yang berfungsi mengalirkan air dari intake. Saluran ini dilengkapi dengan saluran pelimpah pada setiap jarak tertentu untuk mengeluarkan air yang berlebih. Saluran ini dapat berupa saluran terbuka atau tertutup. Di ujung saluran pelimpah dibangun kolam pengendap. Kolam ini berfungsi untuk mengendapkan pasir dan menyaring kotoran sehingga air yang masuk ke turbin relatif bersih. Saluran ini dibuat dengan memperdalam dan memperlebar saluran penghantar dan menambahnya dengan saluran penguras. Kolam penenang (forebay) juga dibangun untuk menenangkan aliran air yang akan masuk ke turbin dan mengarahkannya masuk ke pipa pesat (penstok). Saluran ini dibuat dengan konstruksi beton dan berjarak sedekat mungkin ke rumah turbin untuk menghemat pipa pesat. Pipa pesat berfungsi mengalirkan air sebelum masuk ke turbin. Dalam pipa ini, energi potensial air di kolam penenang diubah menjadi energi kinetik yang akan memutar roda turbin. Biasanya terbuat dari pipa baja yang dirol, lalu dilas. Untuk sambungan antar pipa digunakan flens. Pipa ini harus didukung oleh pondasi yang mampu menahan beban statis dan dinamisnya. Pondasi dan dukungan ini diusahakan selurus mungkin, karena itu perlu dirancang sesuai dengan kondisi tanah.

Turbin, generator dan sistem kontrol masing-masing diletakkan dalam sebuah rumah yang terpisah. pondasi turbin-generator juga harus dipisahkan dari pondasi rumahnya. Tujuannya adalah untuk menghindari masalah akibat getaran. Rumah turbin harus dirancang sedemikian agar memudahkan perawatan dan pemeriksaan. Setelah keluar dari pipa pesat, air akan memasuki turbin pada bagian inlet. Di dalamnya terdapat guided vane untuk mengatur pembukaan dan penutupan turbin serta mengatur jumlah air yang masuk ke runner/blade (komponen utama turbin). Runner terbuat dari baja dengan kekuatan tarik tinggi yang dilas pada dua buah piringan sejajar. Aliran air akan memutar runner dan menghasilkan energi kinetik yang akan memutar poros turbin. Energi yang timbul akibat putaran poros kemudian ditransmisikan ke generator. Seluruh sistem ini harus balance. Turbin perlu dilengkapi casing yang berfungsi mengarahkan air ke runner. Pada bagian bawah

casing terdapat pengunci turbin. Bantalan (bearing) terdapat pada sebelah kiri dan kanan poros dan berfungsi untuk menyangga poros agar dapat berputar dengan lancar.

Daya poros dari turbin ini harus ditransmisikan ke generator agar dapat diubah menjadi energi listrik. Generator yang dapat digunakan pada pikohidro adalah generator sinkron dan generator induksi. Sistem transmisi daya ini dapat berupa sistem transmisi langsung (daya poros langsung dihubungkan dengan poros generator dengan bantuan kopling), atau sistem transmisi daya tidak langsung, yaitu menggunakan sabuk atau belt untuk memindahkan daya antara dua poros sejajar. Keuntungan sistem transmisi langsung adalah lebih kompak, mudah dirawat, dan efisiensinya lebih tinggi. Tetapi sumbu poros harus benar-benar lurus dan putaran poros generator harus sama dengan kecepatan putar poros turbin. Masalah ketidaklurusan sumbu dapat diatasi dengan bantuan kopling fleksibel. Gearbox dapat digunakan untuk mengoreksi rasio kecepatan putaran. Sistem transmisi tidak langsung memungkinkan adanya variasi dalam penggunaan generator secara lebih luas karena kecepatan putar poros generator tidak perlu sama dengan kecepatan putar poros turbin. Jenis sabuk yang biasa digunakan untuk PLTPH adalah V-belt digunakan untuk skala di bawah 20 kW. Komponen pendukung yang diperlukan pada sistem ini adalah pulley, bantalan dan kopling. Listrik yang dihasilkan oleh generator dapat langsung ditransmisikan lewat kabel pada tiang-tiang listrik menuju rumah konsumen.

Untuk pembangkit yang akan saya terapkan ini sedikit berbeda karena Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro ini tidak membutuhkan aliran air sungai, disini pembangkit menggunakan sistem sirkulasi air, jadi pada pembangkit ini tidak membutuhkan air yang begitu banyak untuk menggerakkan turbin seperti pada Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro pada umumnya yang membutuhkan aliran sungai. Pada Pembangkit tersebut hanya membutuhkan beberapa air yang ditampung pada bak penampung bawah dan tandon air yang berada diatas bak penampung bawah, jadi pergerakan air akan dibantu dengan mesin pemompa air agar air yang berada dibawah bak penampung dapat disalurkan keatas tandon sehingga tandon tetap terjaga volume airnya agar tidak berkurang, karena air yang berada diatas tandon nantinya akan disalurkan kembali kebawah untuk menggerakkan turbin.

Selanjutnya untuk buangan air dari turbin tersebut kembali disalurkan ke bak penampung bawah sehingga air yang digunakan untuk memutar turbin tersebut

tidak dibuang begitu saja karena air tersebut akan dipompakan kembali ke atas tendon, jadi sistem inilah yang disebut dengan sistem sirkulasi air karena air yang kita butuhkan ini terus berputar dan volume airnya tidak berkurang sama sekali atau tetap terjaga.

2.3 Pengertian Generator

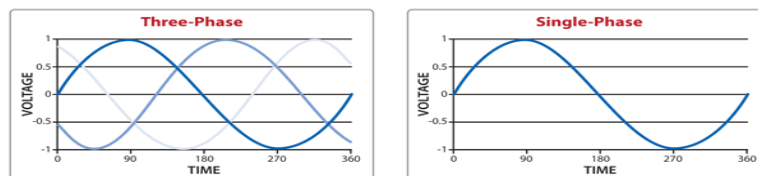
Generator adalah mesin listrik yang mengubah daya mekanis menjadi daya listrik. Generator listrik akan menghasilkan listrik jika digerakan oleh sumber energi mekanik. Semakin besar energi mekanik, maka semakin besar pula putaran yang dialaminya, maka energi listrik yang dihasilkan generator juga akan semakin besar.

1. Bagian-bagian generator

- Stator: bagian yang diam yang mengeluarkan tegangan bolak-balik
- Rotor: bagian yang bergerak di mana terdapat penguat arus DC sehingga jadi magnet yang menginduksi ke stator

2.4 Macam-macam generator AC berdasarkan fase

karakter listrik AC adalah besar voltase yang naik turun membentuk gelombang sinusoidal. Pada suatu sistem listrik AC, gelombang voltase tersebut bisa berjumlah satu atau tiga. Jumlah satu dan tiga ini lebih familiar digunakan di khalayak umum dibandingkan dengan angka yang lain. Jika sistem listrik AC tersebut hanya terdapat satu gelombang voltase, maka hal ini disebut listrik AC satu fasa. Sedangkan jika terdapat tiga gelombang voltase maka disebut dengan listrik AC tiga fasa.



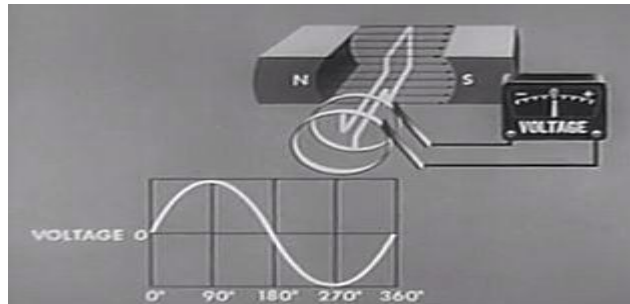
Gambar 2.1 Perbedaan Gelombang Listrik AC Fasa Tunggal dengan Tiga Fasa.

<https://artikel-teknologi.com/macam-macam-generator-ac/3/>

Bagaimana bisa ada dua tipe arus listrik AC di atas adalah berasal dari sumber arus listrik AC tersebut, dalam hal ini adalah generator. Komponen generator yang menentukan jumlah fasa yang dihasilkan tersebut adalah kumparan kawat (*armature*). Jumlah dan susunan kumparan menjadi penentu jumlah fasa yang dihasilkan oleh sebuah generator AC. Berikut akan kita bahas lebih lanjut dua tipe generator ini berdasarkan fasa listrik AC yang ia hasilkan.

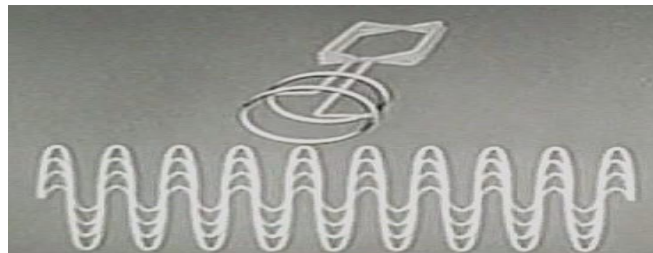
2.4.1 Generator AC Fasa Tunggal.

Generator AC yang menghasilkan listrik fasa tunggal adalah generator yang di dalamnya hanya memiliki satu kumparan kawat (*armature*), atau beberapa kumparan kawat yang tersusun secara seri. Untuk lebih jelasnya mari kita perhatikan beberapa skema generator berikut.



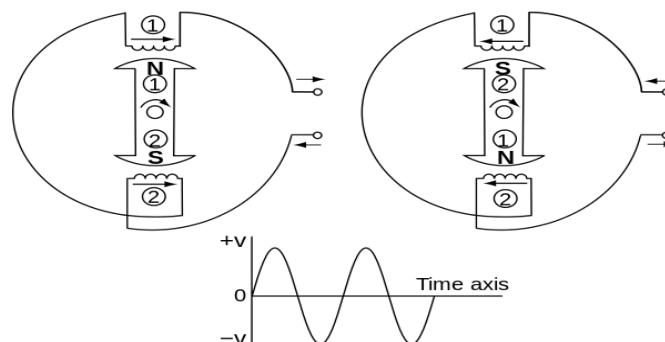
Gambar 2.2 Alternator Dengan Satu Putaran Lilitan Kumparan Sebagai Rotor.

<https://artikel-teknologi.com/macam-macam-generator-ac/3/>



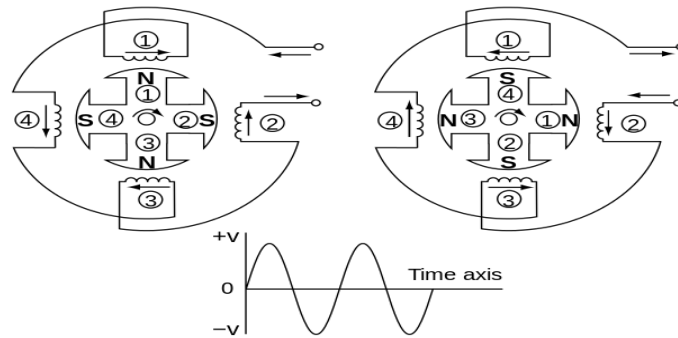
Gambar 2.3 Alternator Dengan Satu Putaran Lilitan Kumparan Sebagai Rotor.

<https://artikel-teknologi.com/macam-macam-generator-ac/3/>



Gambar 2.4 Alternator Dengan Satu Pasang Kumparan Sebagai Stator.

<https://artikel-teknologi.com/macam-macam-generator-ac/3/>



Gambar 2.5 Alternator Dengan Dua Pasang Kumbaran Sebagai Stator.

<https://artikel-teknologi.com/macam-macam-generator-ac/3/>

Keempat jenis generator di atas sama-sama menghasilkan arus listrik AC satu fasa. Gambar (a) adalah sebuah generator AC dengan kumparan kawat sebagai rotor. Nampak pada grafik dibawahnya bahwa dengan satu putaran lilitan kumparan mampu menghasilkan listrik AC fasa tunggal. Gambar (b) juga sama seperti gambar (a), yakni sebuah alternator dengan kumparan sebagai rotor. Hanya saja lilitan kumparan diperbanyak menjadi beberapa kali. Hal ini akan menghasilkan arus listrik AC fasa tunggal dengan frekuensi yang sama seperti gambar (a), namun memiliki nilai voltase yang berlipat ganda sesuai dengan jumlah lilitan kumparan.

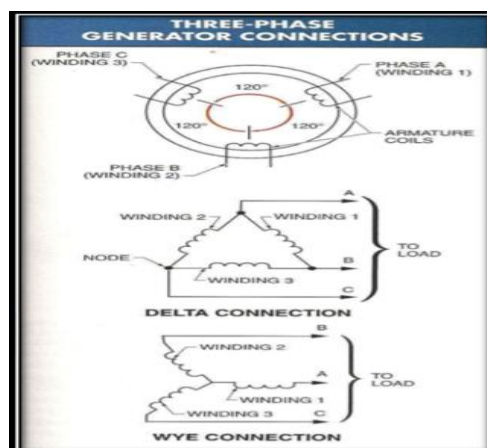
Gambar (c) dan (d) adalah generator AC tipe medan magnet sebagai rotor, sehingga kawat kumparan didesain berada di sisi stator. Nampak pada gambar (c), stator tersusun atas dua sisi kumparan yang saling terhubung secara seri. Selain itu arah putaran lilitan kumparan antara yang satu dengan yang lainnya nampak saling berkebalikan, hal ini dikarenakan tiap-tiap kumparan akan menghadap ke medan magnet dengan kutub yang berbeda. Dengan desain demikian akan membuat arah arus listrik yang terbangkitkan akan selalu searah antara kumparan yang satu dengan yang lainnya.

Generator gambar (d) merupakan pengembangan dari desain (c), dimana kumparan kawat bertambah menjadi empat kumparan dan begitu pula dengan kutub magnet yang juga menjadi empat kutub. Lilitan kumparan saling terhubung secara seri sesuai dengan gambar di atas. Dengan desain semacam ini, untuk setiap 90° putaran rotor, kutub voltase listrik akan berubah arah dari positif ke negatif

ataupun sebaliknya. Sehingga di setiap satu putaran rotor akan tercipta dua gelombang penuh listrik AC. Selain itu karena kumparan dihubungkan secara seri dan output tegangan berupa satu fase, maka besar tegangan listrik total yang dihasilkan oleh generator ini sebanyak empat kali tegangan yang dihasilkan oleh masing-masing kumparan. Dengan kata lain dua kali lebih besar dibandingkan dengan tegangan listrik yang dihasilkan oleh generator (c).

2.4.2 Generator AC Fasa Tiga.

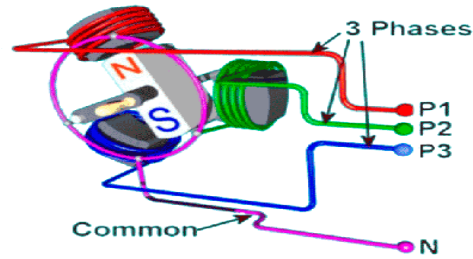
Generator tiga fasa memiliki prinsip kerja yang sama dengan generator satu fasa. Perbedaan paling utama adalah digunakannya tiga kumparan kawat yang saling terhubung dengan konfigurasi khusus. Jika pada alternator satu fasa beberapa kumparan dihubungkan secara seri akan menghasilkan tegangan listrik AC yang lebih besar, maka pada alternator tiga fasa koneksi antar ketiga kumparan kawat akan menghasilkan tiga gelombang voltase listrik AC yang saling mendahului.



Gambar 2.6 Koneksi Antar Kumparan Pada Alternator AC.

<https://artikel-teknologi.com/macam-macam-generator-ac/3/>

Tiga kumparan kawat, baik diposisikan sebagai rotor ataupun stator alternator, disusun sedemikian rupa sehingga diantara ketiganya memiliki jarak sudut 120°. Masing-masing kumparan memiliki dua ujung kawat yang salah satu ujungnya dihubungkan dengan ujung kawat kumparan lainnya dengan bentuk konfigurasi delta (Δ) atau wye (Y) seperti pada gambar di atas. Sedangkan ujung-ujung kawat kumparan lainnya berfungsi sebagai output untuk menyalurkan energi listrik AC yang terbangkitkan keluar generator.



Gambar 2.7 Kumbaran Sebagai Stator Alternator Saling Terhubung dengan Koneksi Y.

<https://artikel-teknologi.com/macam-macam-generator-ac/3/>

Tegangan listrik keluaran alternator AC tiga fasa membentuk tiga buah gelombang sinus jika diproyeksikan ke dalam sebuah grafik. Ketiga gelombang tersebut memiliki frekuensi yang sama persis, namun saling memiliki jarak sepertiga gelombang antara satu gelombang dengan gelombang lainnya. Dibawah ini adalah sebuah animasi proses pembentukan gelombang listrik AC dari sebuah alternator. Titik-titik merah, biru, dan hijau adalah posisi dimana kumparan kawat harus diletakan serta merepresentasikan fase satu, dua, dan tiga.

2.5 Prinsip Kerja Dinamo Atau Generator

Generator bekerja berdasarkan induksi magnet. Pengaruh magnet tetap terhadap kumparan dalam sirkuit tertutup akan menimbulkan arus. Arus ini disebut “arus induksi”.Pengaruh tersebut dapat dilakukan dengan:

- a. Menggerakkan magnet tetap terhadap kumparan
- b. Menggerakkan kumparan terhadap magnet tetap Apabila ada perubahan medan magnet maka akan terjadi induksi.

Selama gerakan, magnet membangkitkan arus induksi dalam kumparan.Kumparan disebut Kumparan Induksi.



Gambar 2.8 Generator AC SINGLE PHASE.

<http://www.karyadelitama.com/brand/tigon-6656?page=5>

Spesifikasi dinamo / generator listrik

Merk	: Tigon
Type	: TA-1000
Output	: 1.0 KW
Speed	: 3000 Rpm
Voltage	: 220 V~
Frequensi	: 50 Hz

2.6 Pengertian Turbin Air

Dalam pembangkit listrik tenaga air (PLTA) turbin air merupakan peralatan utama selain generator. Turbin air adalah alat untuk mengubah energi potensial air 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. Berdasarkan prinsip kerja turbin dalam mengubah energi potensial air menjadi energi kinetik, turbin air dibedakan menjadi dua kelompok yaitu turbin impuls dan turbin reaksi.

2.6.1 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 nozle. Air keluar nozle 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 nozle 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.

2.6.2 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

2.7 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.

2.8 Prinsip Kerja Turbin Air

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 mekanis.

2.9 Bagian-Bagian Secara Umum Turbin

Rotor yaitu bagian yang berputar pada sistem yang terdiri dari :

- Sudu-sudu berfungsi untuk menerima beban pancaran yang disemprotkan Oleh nozzle.
- Poros berfungsi untuk meneruskan aliran tenaga yang berupa gerak putar / yang dihasilkan oleh sudu.
- Bantalan berfungsi sebagai perapat-perapat komponen-komponen dengan tujuan agar tidak mengalami kebocoran pada sistem.

Stator yaitu bagian yang diam pada sistem yang terdiri dari :

- Pipa pengarah/nozzle berfungsi untuk meneruskan aliran fluida sehinggatekanan dan kecepatan alir fluida yang digunakan di dalam sistem besar.
- Rumah turbin berfungsi sebagai rumah kedudukan komponen komponen dari turbin.

2.10 Jenis-Jenis Turbin Air

2.10.1 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 nozzlenya serta effisiensinya.

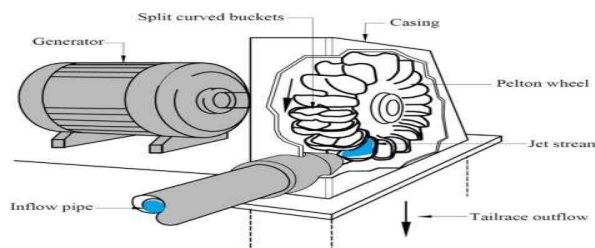


Gambar 2.9 Turbin Pelton.

<http://belajardiesel.blogspot.com/2013/12/turbin.html>

2.10.2 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 2.10 Turbin Turgo.

<http://punyaneazat.blogspot.com/2017/04/jenis-jenis-turbin-air.html>

2.10.3 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 2.11 Turbin Crossflow

<http://cink-hydro-energy.com/id/turbin-crossflow/>

2.10.4 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 (gubernur 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 2.12 Turbin Francis.

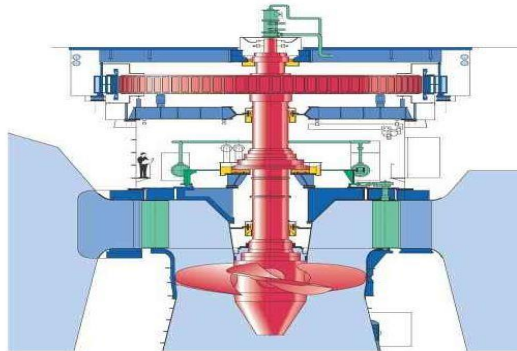
<http://cink-hydro-energy.com/id/turbin-francis/>

2.10.5 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 specific 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 2.13 Turbin Kaplan Propeller.

<https://belajardiesel.wordpress.com/2012/07/01/pembangkit/>

2.11 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.

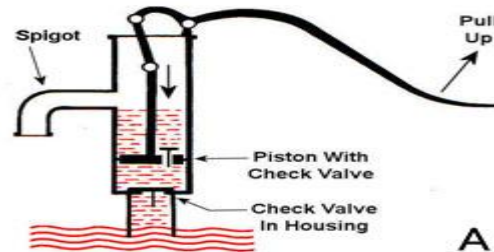
2.11.1 Jenis-jenis Pompa Air

1. Pompa Air Dragon (*Pompa air manual*)

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.

Cara kerja pompa air manual ini pun sederhana seperti gambar berikut. Ketika tuas pompa di tarik ke atas, piston bergerak ke bawah ke dasar ruangan pompa. Air

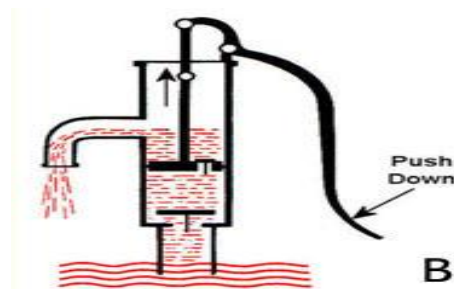
yang ada dalam pompa akan memasuki ruangan di atas piston melalui klep (*valve*) pada piston seperti pada gambar A.



Gambar 2.14 Cara Kerja Pompa Dragon.

<http://sanfordlegenda.blogspot.com/2012/12/Jenis-jenis-pompa-air-berdasarkan-tenaga-penggeraknya.html>

Ketika tuas pompa didorong ke bawah, piston bergerak naik bersamaan dengan tertutupnya klep piston sehingga air yang ada di atas piston ikut terdorong ke atas dan keluar melalui corong pompa. Di saat bersamaan piston akan menyedot air dari dalam sumur dan air memasuki ruangan di bawah piston melalui klep di dasar pompa yang terbuka di saat piston bergerak ke atas, seperti terlihat pada gambar B.



Gambar 2.15 Cara Kerja Pompa Dragon.

<http://sanfordlegenda.blogspot.com/2012/12/Jenis-jenis-pompa-air-berdasarkan-tenaga-penggeraknya.html>

2. Pompa Air Sanyo (*Pompa air listrik*)

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*).



Gambar 2.16 Pompa Air Sanyo.

<http://pompa-plus.blogspot.com/2013/01/contoh-kerusakan-pompa-air-sanyo.html>

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. Karena daya centrifugal ini air tersedot (dari sumur) dan terdorong keluar secara kontinyu melalui sirip-sirip impeller seperti gambar berikut ini.

3. Pompa Air Bensin / Solar (Diesel)

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.



Gambar 2.17 Pompa Air Diesel.

<http://indoteknik.com/v1/pi/engine-water-pump-wb20xh-2/>

4. Pompa Air Celup (Submersible)

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.



Gambar 2.18 Pompa Air Celup.

<http://anadventureinmylife.blogspot.com/2014/12/makalah-pompa-hidrolika-saluran-tertutup.html>

2.11 Puli (*Pulliey*) Tipe V

Puli merupakan suatu alat yang digunakan untuk mempermudah arah gerak tali yang fungsinya untuk mengurangi gesekan. Secara industrialisasi terdapat banyak macam alat ini sudah menjadi bagian dari sistem kerja suatu mesin baik itu mesin industri maupun mesin kendaraan bermotor.

2.11.1 Fungsi Puli (*Pulliey*)

Fungsi puli adalah untuk mengurangi gesekan dan sebagai penghubung mekanis ke penggerak, *Alternator Power Steering*. Cara kerjanya sering digunakan untuk mengubah arah dari gaya yang diberikan, mengirimkan gerak rotasi, memberikan keuntungan mekanis apabila digunakan pada kendaraan.

Puli ini Merupakan jenis yang paling sering digunakan untuk transmisi, puli ini digerakkan oleh *V-Belt*. Karena kemudahannya dan dapat diandalkan. Produk ini telah dipakai selama satu dekade.



Gambar 2.19 Puli Tipe V

<http://cliffindustrial.com/product/c-type-classic-v-belt>

2.12 Sabuk (*Belt*)

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 puli. Dalam sistem dua puli sabuk dapat mengendalikan puli secara normal pada satu arah menyilang. Sabuk digunakan sebagai sumber penggerak. Contohnya adalah pada konveyor dimana sabuk secara mengulang membawa beban dari satu titik ke titik lain.



Gambar 2.20 Belt Type v

<http://cliffindustrial.com/product/c-type-classic-v-belt>

2.13 Perhitungan Teknis

Perhitungan frekuensi

Perhitungan frekuensi dilakukan dengan cara sbagai berikut:

Karena hubungan RPM dan Frekuensi berbanding lurus, maka perhitungannya adalah

$$f = \frac{\text{RPM yang diukur}}{\text{RPM generator}} \times 50\text{Hz}$$

Keterangan:

f = frekuensi.

RPM yang diukur = RPM yang diukur pada saat generator digerakan.

RPM generator = RPM yang ditetapkan pada generator.
50Hz = frekuensi sistem tenaga listrik yang ditetapkan.

Contohnya:

$$f = \frac{742,2}{3000} \times 50Hz = 12,37Hz$$

BAB III

PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT

3.1. Analisa Dan Perancangan Sistem

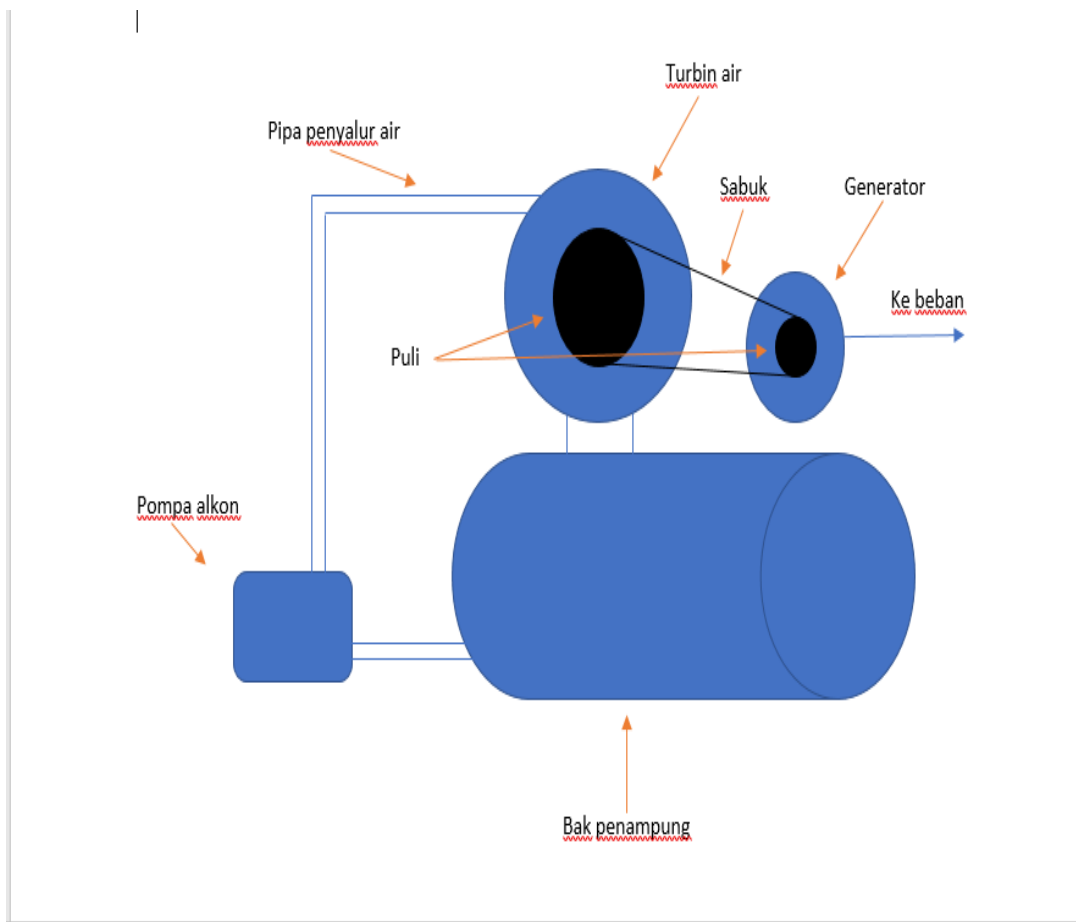
Pada bab ini akan dijelaskan pembuatan rancang bangun simulasi pembangkit listrik tenaga pikohidro dengan sistem sirkulasi air. Perancangan skema alur penyambungan dari bak penampung ke pompa air dan diteruskan ke turbin air yang akan digunakan.

3.2 Perencanaan Konstruksi Pembangkit

Dalam tahap ini sebelum membuat pembangkit listrik, hal pertama kali yang harus dilakukan adalah membuat skema perancangan pembangkit listrik dengan menggunakan diagram blok agar dalam perancangan pembangkit listrik sesuai dengan perencanaan awal sehingga pembangkit listrik tersebut yang dibuat benar-benar jalan sesuai harapan.

Pada perancangan pembangkit listrik ini ada beberapa peralatan yang digunakan diantaranya; bak penampung yang nantinya akan digunakan untuk menampung air, pompa air sebagai alat bantu untuk mengalirkan air dari bak penampung ke turbin, turbin air digunakan sebagai pengubah energi air menjadi energi kinetik, generator sebagai pengubah energi kinetik menjadi energi listrik, ada juga puli berfungsi sebagai untuk mengurangi gesekan dan sebagai penghubung mekanis ke penggerak, *Alternator Power Steering*, dan sabuk sebagai penghubung secara mekanis dua poros yang berputar.

3.3 Diagram Blok Perancangan Simulasi Pembangkit Listrik Pikohidro

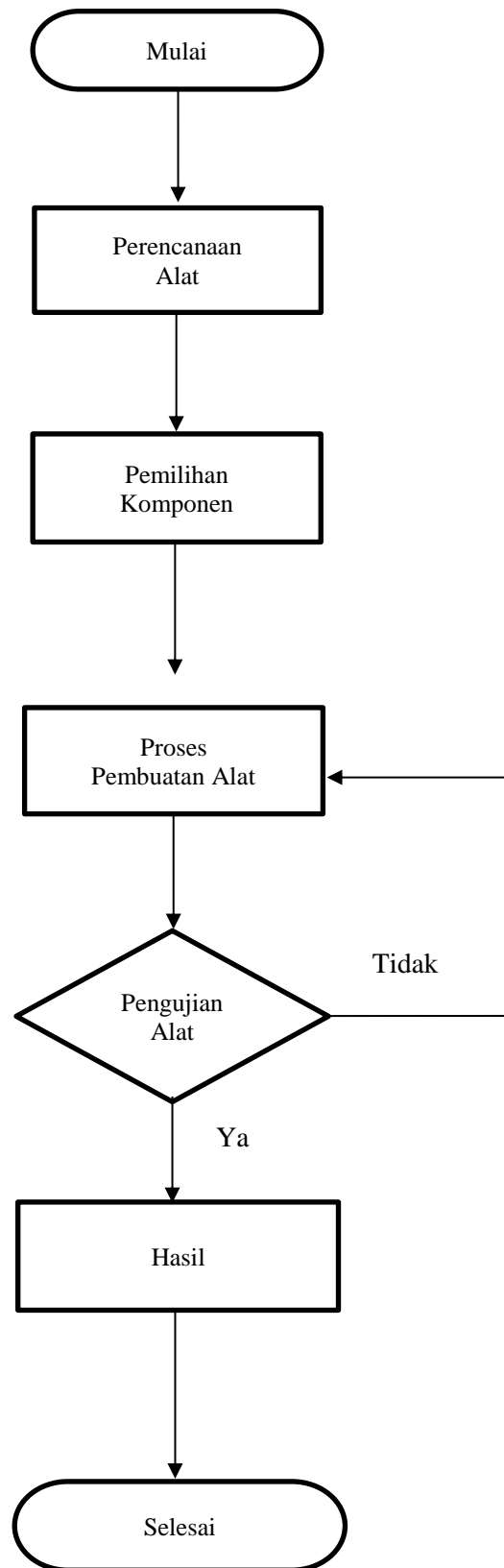


Gambar 3.1 Skema Perancangan Simulasi Pembangkit Listrik Pikohidro.

Adapun prinsip kerja dari skema diagram diatas sebagai berikut:

Saat pompa air dihidupkan maka pompa air akan memompa air dari bak penampung ke turbin air sehingga turbin air akan berputar dan menggerakkan generator dan dari hasil putaran tersebut generator akan menghasilkan listrik. Hasil listrik yang dihasilkan oleh generator bisa langsung ke beban.

3.4 Flow Chart



Gambar 3.2 Flow Chart Pembangkit listrik Tenaga Piko hidro

3.5 Langkah-Langkah Perencanaan

Perencanaan dalam tugas akhir ini terdiri dari dua bagian yaitu perencanaan menentukan kapasitas peralatan yang akan digunakan dan melakukan perancangan alat.

3.5.1 Perencanaan Menentukan Kapasitas Peralatan

Pada perencanaan menentukan kapasitas peralatan yang akan digunakan pada perancangan rancang bangun pembangkit listrik tenaga pikohidro tersebut yaitu dengan mencari spesifikasi peralatan yang akan digunakan.

a. Menentukan kapasitas generator yang akan digunakan dalam melakukan simulasi pembangkit listrik tenaga pikohidro, dalam menentukaan kapasitas dari generator tersebut langsung dilihat pada name plate pada generator. Dibawah ini adalah spesifikasi dari generator yang terdapat pada name platanya.

Merek	: Tigon
Type	: TA-1000
Output	: 1.0 KW
Speed	: 3000 Rpm
Voltage	: 220 V~
Frequensi	: 50 Hz

b. Menentukan turbin yang akan digunakan pada simulasi pembangkit listrik tenaga pikohidro, pada simulasi pembangkit tersebut turbin yang digunakan adalah turbin crossflow karena turbin ini sangat cocok untuk pembangkit listrik tenaga air.

c. Menentukan puli yang akan dipasang pada turbin dan pada generator. Ada puli dengan tipe V dengan perbedaan puli pada turbin dan generator secara fisik, puli pada turbin lebih besar dibandingkan puli pada generator dengan tujuan agar putaran yang dihasilkan akan maksimal. Dibawah ini adalah hasil jari-jari keliling dan luas lingkaran puli yang dipakai pada simulasi pembangkit listrik tersebut:

hasil perhitungan jari-jari puli pada turbin:

Diketahui 35 cm

$$\begin{aligned} r &= \frac{d}{2} \\ &= \frac{35}{2} \\ &= 17,5 \text{ cm} \end{aligned}$$

hasil perhitungan keliling lingkaran puli pada turbin:

$$\text{Diketahui} = 35 \text{ cm}$$

$$\phi = \frac{22}{7}$$

$$k = \phi \times d$$

$$= \frac{22}{7} \times 35$$

$$= 110 \text{ cm}$$

hasil perhitungan luas lingkaran puli pada turbin:

$$\text{Diketahui} = d = 35 \text{ cm}$$

$$l = \frac{1}{4} \times \phi \times (d \times d)$$

$$= \frac{1}{4} \times \frac{22}{7} \times 35 \times 35$$

$$= \frac{1}{4} \times 3850$$

$$= 962,5 \text{ cm}^2$$

hasil perhitungan jari-jari puli pada generator:

$$\text{Diketahui} = d = 5 \text{ cm}$$

$$r = \frac{d}{2}$$

$$= \frac{5}{2}$$

$$= 2,5 \text{ cm}$$

hasil perhitungan keliling lingkaran puli pada generator:

$$\text{Diketahui} = d = 5 \text{ cm}$$

$$\phi = \frac{22}{7}$$

$$k = \phi \times d$$

$$= \frac{22}{7} \times 5$$

$$= 15,7 \text{ cm}$$

hasil perhitungan luas lingkaran puli pada generator:

Dikethui = $d = 5 \text{ cm}$

$$\begin{aligned}l &= \frac{1}{4} \times \phi \times (d \times d) \\ &= \frac{1}{4} \times \frac{22}{7} \times 5 \times 5 \\ &= \frac{1}{4} \times 78,5 \\ &= 19,625 \text{ cm}^2\end{aligned}$$

d. Menentukan belt yang akan digunakan pada simulasi pembangkit listrik tersebut, yaitu belt yang digunakan adalah belt dengan tipe V dan ukuran belt yaitu A 27

e. Menentukan kapasitas pompa air yang akan digunakan pada simulasi pembangkit listrik tersebut, disini pompa air yang digunakan adalah pompa air alkon atau pompa air disel. Dibawah ini adalah spesifikasi pompa air yang dilihat dari name plate pada pompa tersebut:

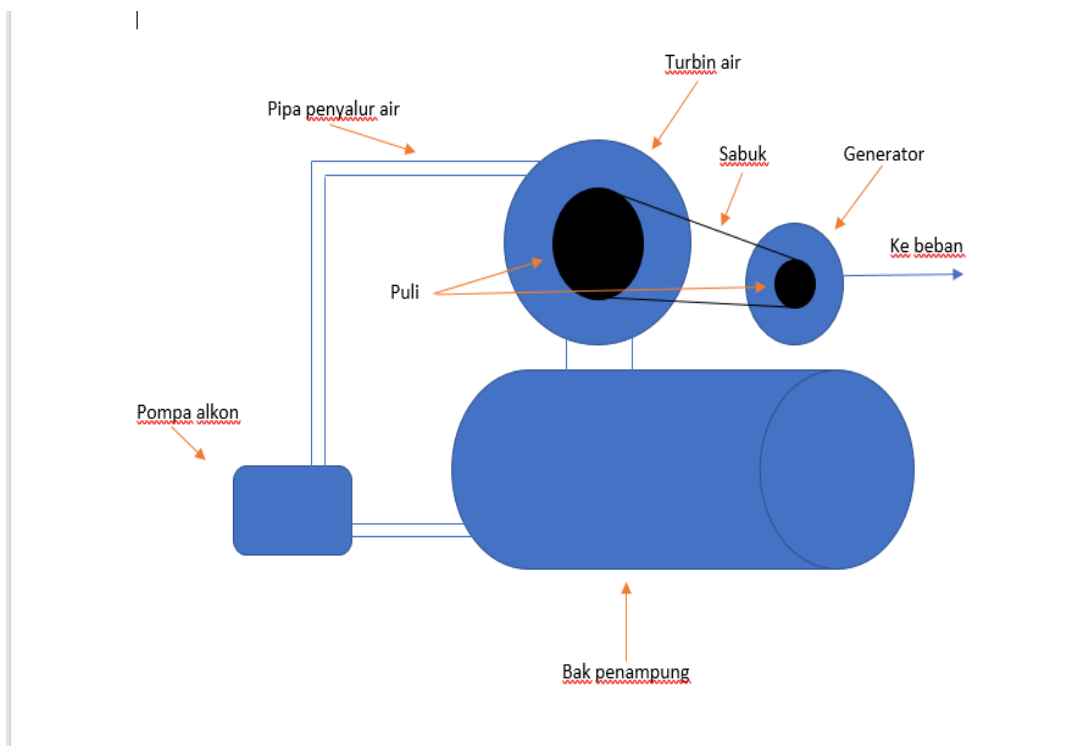
Model	= FGP-20
Garis Tengah Penghubung	= 50mm 2inch
Kapasitas	= $30 \text{ m}^3/h$
Total Head	= 26 m
Tenaga	= 3,8 ps
Kecepatan	= 3600 rpm

f. Menentukan pipa saluran air yang akan digunakan untuk penyaluran air dari bak penampung air ke pompa air dan dari pompa air ke turbin. Pipa saluran air yang dipilih adalah pipa air yang berjenis PVC atau pipa plastic, dengan ukuran yang berbeda yaitu 2 dim yang dipasang dari bak penampung air ke pompa air dan 1 ½ dim dari pompa air ke turbin.

g. Menentukan jenis dan kapasitas bak penampung air yang akan digunakan pada simulasi pembangkit listrik tersebut, bak penampung air yang digunakan adalah bak yang berjenis plastik dan ukuran kapasitas bak tersebut yaitu 120 liter.

3.5.2 Melakukan Perancangan Alat

Pada tahap melakukan perancangan alat simulasi pembangkit listrik tenaga pikohidro tersebut hal yang pertama yang harus diperhatikan adalah, melihat kembali gambar skema simulasi pemangkit listrik tenaga pikohidro yang sudah digambarkan agar perancangan alat tersebut tidak terjadi kesalahan dan sesuai dengan perencanaan skema yang telah direncanakan dari awal pembuatan alat tersebut. Dibawah ini adalah gambaran skema alat simulasi pembangkit listrik tenaga pikohidro.



Gambar 3.3 Skema Perancangan Simulasi Pembangkit Listrik Pikohidro

Langkah selanjutnya dalam tahapan perancangan alat ini adalah membuat pangkuan bak penampung air yang akan digunakan. Pangkuan tersebut dibuat dari kayu yang dirancang dengan ukuran yang sesuai dengan ukuran bak air yang digunakan, agar pangkuan dapat menjaga keseimbangan bak penampung air tersebut tidak terjadi goncangan atau terjadi tumpah air pada saat digunakan nanti. Dibawah ini adalah gambaran pangkuan bak penampung air yang sudah jadi.



Gambar 3.4 Pangkuan Bak Penampung Air

Langkah berikutnya setelah selesai membuat pangkuan bak penampung air yaitu membuat pangkuan generator yang nantinya akan digunakan untuk pemasangan generator yang disejajarkan pada turbin dan juga berfungsi untuk menjaga keseimbangan generator pada saat terjadi putaran. Dari pembuatan pangkuan generator tersebut juga difungsikan untuk mengatur jarak antara turbin dan generator sehingga bisa dihubungkan dengan belt yang sudah ditentukan. Pembuatan pangkuan generator ini dibuat menggunakan kayu yang sama dengan pangkuan bak penampung air, kenapa dipilih menggunakan kayu alasannya karena kayu dapat dengan mudah dan harganya lebih mura dibandingkan dari bahan lain seperti bahan besi baja. Dibawah ini adalah gambar pangkuan generator yang sudah jadi.



Gambar 3.5 Pangkuan Generator

Langkah selanjutnya adalah pemasangan turbin air pada bak penampung dan pemasangan generator tepat sejajar pada turbin yang berada diatas bak penampung, dan selanjutnya dihubungkan kedua puli pada turbin dan generator dengan menggunakan belt. Pada langkah ini dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 3.6 Pemasangan Turbin Pada Pangkuan Bak Penampung Air

Setelah pemasangan turbin dan generator pada bak penampung air langkah selanjutnya adalah, pemasangan pipa saluran air dari bak penampung air ke pompa air dan selanjutnya dari pompa air ke turbin agar air yang dipompa dari bak penampung air nantinya dapat memutar turbin. Lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 3.7 Penyambungan Pipa

BAB IV PENGUJIAN ALAT

4.1 Pengujian Dan Analisa alat

Dalam alat ini akan dilakukan pengujian rpm dari turbin dan generator, keluaran tegangan dan arus yang dihasilkan oleh generator, pengukuran arus saat dibebani dan melakukan perhitungan teknis yaitu perhitungan frekuensi.

4.2 Pengujian Rpm

Dalam pengujian rpm ini dilakukan pada turbin dan generator, yang meliputi tujuan, peralatan yang digunakan, gambar dari hasil pengujian, prosedur pengujian dan table hasil pengujian.

4.2.1 Tujuan

Untuk memastikan rpm sesuai yang dibutuhkan oleh generator

4.2.2 Peralatan yang digunakan

TACO Meter

4.2.3 Gambar dari hasil pengujian



Gambar 4.1 Pengukuran RPM Pada Turbin Dan Generator

4.2.4 Prosedur pengujian

- Hidupkan pompa air
- Menunggu air yang dialirkan memutar turbin
- Mulai pengukuran menggunakan taco meter yang diarahkan pada poros puli turbin dan generator

4.2.5 Tabel Hasil Pengukuran Rpm

Dari hasil pengujian rpm pada turbin dan generator didapatkan data sebagai berikut;

Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Rpm

Rpm	
Turbin	Generator
171,5	742,2

4.3 Pengukuran Tegangan, Arus Dan Perhitungan Frekuensi

Dalam tahapan ini akan dilakukan pengujian tegangan dan arus yang dihasilkan oleh generator, yang meliputi tujuan, peralatan yang digunakan, gambar dari hasil pengujian, prosedur pengujian dan tabel hasil dari pengujian.

4.3.1 Tujuan

Untuk memastikan hasil keluaran tegangan dan arus yang dihasilkan oleh generator tersebut.

4.3.2 Peralatan Yang Digunakan

Ampere meter digital AC

Volt meter

4.3.3 Gambar Dari Hasil Pengukuran



Gambar 4.2 Pengukuran Tegangan Dan Arus

4.3.4 Prosedur Pengujian

- Hidupkan pompa air
- Menunggu turbin berputar menggerakkan generator
- Hidupkan pengaman pada generator
- Melakukan pengukuran

4.3.5 Tabel Hasil Pengujian

Dari hasil pengukuran yang dilakukan pada keluaran generator didapatkan data sebagai berikut;

Table pengukuran hasil tegangan dan frekuensi dari generator

Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Tegangan dan Arus

RPM		Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)
Turbin	Generator		
171,5	742,2	26,2	1,17

Tabel pengukuran arus keluaran generator saat tidak dibeban dan pada saat dibeban serta perhitungan frekuensi

Untuk perhitungan frekuensi dengan cara sebagai berikut:

$$f = \frac{RPM \text{ yang diukur}}{RPM \text{ generator}} \times 50Hz$$

dengan: f = frekuensi.

RPM yang diukur = RPM yang diukur pada saat generator digerakan.

RPM generator = RPM yang ditetapkan pada generator.

50Hz = frekuensi sistem tenaga listrik yang ditetapkan.

Contohnya:

$$f = \frac{740,2}{3000} \times 50Hz = 12,33Hz$$

Untuk melakukan perhitungan frekuensi selanjutnya sama dengan contoh perhitungan diatas.

Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Arus dan Perhitungan Frekuensi Saat Dibebani

RPM		Beban (Wat)	Arus (Ampere)	Frekuensi (Hz)
Turbin	Generator			
170,5	740,2	5 W	1,28 A	12,33
168,5	738,2	10 W	1,53 A	12,30
166,5	736,2	15 W	1,78 A	12,27
164,5	734,5	20 W	1,92 A	12,24



Gambar 4.3 Pengukuran Arus Saat Dibebani

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari pengujian dan Analisa yang sudah dilakukan, maka dapat disimpulkan antara lain :

- Pada saat beban = 0 maka akan terjadi putaran generator 742,2 rpm yang akan menghasilkan tegangan 26,2V dan frekuensi 12,32 Hz
- Pada saat satu beban dipasang maka akan terjadi penurunan putaran generator yaitu 740,2 rpm, arusnya 1,28 A dan frekuensi 12,32 Hz.
- Pada saat penambahan satu beban lagi maka akan terjadi penurunan kembali rpm pada generator sebesar 738,2 rpm, arusnya naikan sekitar 1,53 A dan frekuensi 12,30 Hz.
- Pada saat beban bertambah 15 Watt maka terjadi penurunan kembali pada rpm generator sebesar 736,2 rpm, arusnya 1,78 A dan frekuensi 12,27 Hz.
- Pada saat beban bertambah sebesar 20 Watt maka terjadi penurunan kembali rpm pada generator sebesar 734,5 rpm, arusnya 1,92 A dan frekuensi 12,24 Hz.

5.2 Saran

- Untuk kecepatan putaran generator kurang maksimal dikarenakan turbin yang kurang efisien.
- Akibat dari kecepatan putaran generator yang kurang maksimal tegangan yang di keluarkan oleh generator juga kurang, akibatnya tegangan yang dikeluarkan oleh generator tidak mampu memenuhi target tegangan maksimal dari generator tersebut.
- Untuk pembebanan pembangkit pico hydro ini jika terbebani maka terjadi penurunan rpm.

DAFTAR PUSTAKA

- http://www.litbang.esdm.go.id/index.php?option=com_content&view=article&id=79:mikrohidro&catid=80:ketenagalistrikan-dan-ebtke&Itemid=93. Diakses pada tanggal 1 Januari 2014 pukul 08:50.
- <http://dunia-listrik.blogspot.com/2008/09/panduan-pembangunan-pembangkit-listrik.html>. Diakses pada tanggal 1 Januari 2014 pukul 08:54.
- <http://ebookbrowse.net/makalah-tentang-tenaga-listrik-tenaga-mikrohidro-pdf-d380970459>. Diakses pada tanggal 1 Januari 2014 pukul 18:52.
- www.telimek.lipi.go.id/xdata/docs/ELDA09.pdf. Diakses pada tanggal 1 Januari 2014 pukul 18:57.
- <http://www.omkris.com/2012/03/pembangkit-listrik-tenaga-mikro.html#.UsQCwtIW1Bk>. Diakses pada tanggal 1 Januari 2014 pukul 19:02.
- www.elsppat.or.id/download/file/w8_a6.pdf. Diakses pada tanggal 1 Januari 2014 pukul 19:08.
- <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:http://aulya260202.blogspot.com/2013/03/pembangkit-listrik-tenaga-mikrohidro.html>. Diakses pada tanggal 1 Januari 2014 pukul 19:04.
- <http://shalahuddin-hasan.blogspot.com/2010/11/pembangkit-listrik-micro-hydro-mini.html>. Diakses pada tanggal 2 Januari 2014 pukul 06:20.

LAMPIRAN



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

TT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

**BERITA ACARA UJIAN TUGAS AKHIR
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama : Ferdinandus Rua
N.I.M : 1552011
Program Studi : Teknik Listrik DIII
Judul : **Rancang Bangun *Prototype* Pembangkit Listrik Tenaga *Pico Hydro***

Dipertahankan dihadapan Majelis Penguji Tugas Akhir jenjang Diploma Tiga (DIII)
pada:

Hari : Kamis
Tanggal : 01 Februari 2018
Dengan Nilai : **74,85 (B+)**

Panitia Ujian Tugas Akhir



Ketua Majelis Penguji

Ir. Eko Nurcahyo, MT
NIP.Y.1028700172

Sekretaris Majelis Penguji

Lauhil Mahfudz Hayusman, ST., MT
NIP.P.1031400472

Anggota Penguji

Dosen Penguji I

Ir. Taufik Hidayat, MT
NIP.Y.1018700151

Dosen Penguji II

Bambang Prio Hartono, ST., MT
NIP.Y.1028400082



BAN-PT



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

FORMULIR PERBAIKAN TUGAS AKHIR

Dalam pelaksanaan Tugas Akhir jenjang Diploma III, Program Studi Teknik Listrik jenjang Diploma, maka perlu adanya perbaikan Tugas Akhir mahasiswa di bawah ini :

Nama : Ferdinandus Rua

NIM : 1552011

Prodi : Teknik Listrik DIII

Masa Bimbingan : 2017-2018

JUDUL : Rancang Bangun Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Pico Hydro

NO	Penguji	Tanggal	Uraian	Paraf
1	Penguji I	1/2/2018	1. Perubahan Judul prototype pico hydro 2. Alat tidak jadi	
2	Penguji II	1/2/2018	1. Judul diganti Rancang Bangun Prototype	

Disetujui :

Dosen Penguji I

Ir. Taufik Hidayat, MT

NIP.Y. 1018700151

Dosen Penguji II

Bambang Prio Hartono, ST., MT

NIP. Y. 1028400082

Mengetahui,

Dosen Pembimbing I

Ir. M. Abdul Hamid, MT

NIP. Y. 1028700163

Dosen Pembimbing II

Ir. Choirul Saleh, MT

NIP.Y. 101880190





INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
Kampus I : Jl Bendungan Sigura-gura No. 2
Kampus II : Jl Raya Karanglo Km 2
MALANG

FORMULIR PERBAIKAN TUGAS AKHIR

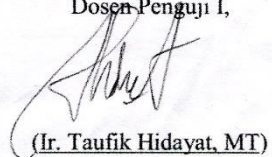
Dalam melaksanakan Ujian Tugas Akhir jenjang Diploma Tiga Fakultas Teknologi Industri Program Studi Teknik Listrik DIII, maka perlu adanya perbaikan Tugas Akhir untuk Mahasiswa:

Nama : Ferdinandus Rua
NIM : 1552011
Program Studi : Teknik Listrik DIII

Adapun perbaikan-perbaikan tersebut sebagai berikut:

- > Usulan perubahan gambar
Prototype protokol
- > Mas tidak jalan

Malang, Februari 2018
Dosen Penguji I,


(Ir. Taufik Hidayat, MT)



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
Kampus I : Jl Bendungan Sigura-gura No. 2
Kampus II : Jl Raya Karanglo Km 2
MALANG

FORMULIR PERBAIKAN TUGAS AKHIR

Dalam melaksanakan Ujian Tugas Akhir jenjang Diploma Tiga Fakultas Teknologi Industri Program Studi Teknik Listrik DIII, maka perlu adanya perbaikan Tugas Akhir untuk Mahasiswa:

Nama : Ferdinandus Rua
NIM : 1552011
Program Studi : Teknik Listrik DIII

Adapun perbaikan-perbaikan tersebut sebagai berikut:

judul diganti
Rancang Bangun Prototype - - - -

Malang, Februari 2018
Dosen Penguji II,

(Bambang Prio Hartono, ST., MT)



T. BNI (PERSERO) Malang
BANK NIAGA MALANG

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No.2 Telp. (0341) 551431 (Hunting) Fax.(0341) 553015 Malang 6514
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

FORMULIR BIMBINGAN TUGAS AKHIR

NAMA : Ferdinandus Rua
N.I.M : 1552011
MASA BIMBINGAN : 6 bulan
UDUL : Rancang Bangun Pembangkit Listrik Mikrohidro

NO	TANGGAL	URAIAN	PARAF PEMBIMBING
1.	9-1-2018	Tambahkan dasar perhitungan dlm.	M
2.		menentukan debit, Tinggi, jenis turbin & Gearbox.	
2	13-1-2018	ACC rumus perhitungan Q, h, P	M
3	15-1-2018	ACC perubahan judul	M
5.	18-1-2018	Rencana pemasangan Generator & Turbin	M
6.	19-1-2018	Buat rencana penujian & Hasil penujian	M
7.	22-1-2018	Buat tabel perhitungan frekuensi	M
8.	25-1-2018	sesuaikan kesimpulan dengan hasil yang	M
9.		didapat	
10.	28-1-2018	ACC hasil penujian penujian alat	M
11.			
12.			

Malang, Februari 2018

(Ir. M. Abdul Hamid, MT)
NIP. Y. 1018800188



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

T. BNI (PERSERO) Malang
BANK NIAGA MALANG


Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No.2 Telp. (0341) 551431 (Hunting) Fax.(0341) 553015 Malang 6514
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

FORMULIR BIMBINGAN TUGAS AKHIR

NAMA : Ferdinandus Rua
N.I.M : 1552011
MASA BIMBINGAN : 6 Bulan
UDUL : Rancang Bangun Pembangkit Listrik Mikrohidro

NO	TANGGAL	URAIAN	PARAF PEMBIMBING
1.	11-1-2018	Ace Jurnal dan Praktikum	ES
2.	17-1-2018	- Kapanas U ₂ di rumah	ES
3.	16-1-2018	- probate Runtan	
4.		wasilah	ES
5.	19-1-2018	- Cesium teori yang	
6.		menyang penemuan	ES
7.			
8.	29-1-2018	Langkapi contoh perhitungan	ES
9.			
10.	26-1-2018	Ace BAB IX	ES
11.			
12.	29-1-2018	Ganti kesimpulan	ES

Malang, Februari 2018


(Ir. Choirul Saleh, MT)
NIP.Y. 101880190