

# **RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PIKOHIDRO**



## **TUGAS AKHIR**

**Disusun Oleh :**  
**Nama : Didik Santoso**  
**Nim : 0952004**



**PROGRAM STUDI TEKNIK LISTRIK D-III**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**  
**2012**

BRITISH INFORMATION SERVICES PERSONNEL  
OF THE ROYAL AIR FORCE

SECRET

CLASSIFICATION : SECRET  
CONTROL : SECRET  
FORM : SECRET

BRITISH INFORMATION SERVICES PERSONNEL  
OF THE ROYAL AIR FORCE  
SECRET

## LEMBAR PERSETUJUAN

### Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro

#### TUGAS AKHIR

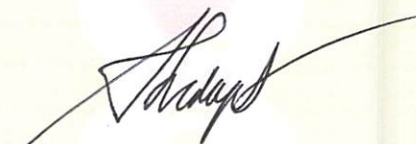
Disusun dan diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh  
Gelar Diploma III Teknik Listrik

Disusun Oleh :

**DIDIK SANTOSO**

Nim : 09.52.004

Mengetahui  
Ketua Program Studi  
Teknik Listrik D-III



Ir. H. Taufik Hidayat, MT

NIP.Y : 1018700151

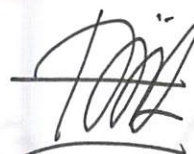


Dosen Pembimbing 1

Ir. H. Taufik Hidayat, MT

NIP.Y : 1018700151

Dosen Pembimbing 2



Lauhil Mahfudz Hayusman, ST. MT

PROGRAM STUDI TEKNIK LISTRIK D-III  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
2012



PT. 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) 551331 (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 : DIDIK SANTOSO  
NIM : 09.52.004  
JURUSAN : TEKNIK LISTRIK D III  
JUDUL TUGAS AKHIR : RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA  
PIKOHIDRO

Dipertahankan di hadapan Tim Penguji Tugas Akhir Jenjang Program Diploma Tiga (D III),  
pada :

Hari/Tanggal : Jum'at / 10 – 08 – 2012

Dengan nilai :

**Panitia Ujian Tugas Akhir**

**Ketua**

**Ir. H. Taufik Hidayat, MT**  
NIP.P 1018700151

**Sekretaris**

**Ir. Eko Nurcahyo, MT**  
NIP.P 10128700172

**Anggota Penguji I**

**Ir. Eko Nurcahyo, MT**  
NIP.P 10128700172

**Anggota Penguji II**

**M. Ibrahim Ashari, ST, MT**  
NIP.P 1030100358

## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Segala puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT. Karena atas nikmat, karunia dan ridho-Nya, penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang merupakan salah satu kewajiban untuk menyelesaikan jenjang pendidikan Diploma-III jurusan Teknik Listrik di Institut Teknologi Nasional Malang.

Kesuksesan dalam penulisan laporan ini tidak lain karena adanya bantuan, dukungan dan motifasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ir. Soeparno Djiwo, MT selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang
2. Bapak Ir. Taufik Hidayat, MT selaku Kajar D-III Teknik Listrik dan juga sebagai dosen pembimbing 1
3. Bapak Lauhil Mahfudz Hayusman, ST. MT selaku dosen pembimbing 2
4. Bapak dan Ibu dosen pengajar yang telah memberikan ilmu pelajaran kepada penulis di Institut Teknologi Nasional Malang..
5. Rekan-rekan seperjuangan yang selama ini saling membantu dan kompak dalam menempuh perkuliahan dan penyelesaian Tugas Akhir.
6. Kedua Otang Tua tercinta atas dukungan, do'a dan segala pengorbanan yang telah diberikan baik secara moril maupun materil.
7. Semua pihak yang terlibat dalam penyelesaian laporan Tugas Akhir ini.

Semoga laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat dan banyak pengetahuan. Penulis menyadari, dalam penyusunan laporan ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik serta saran yang membangun dari para pembaca.

Malang, Agustus 2012

Penulis

# Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro

Oleh :

Didik Santoso (0952004)  
Jurusan Teknik Listrik D-III  
Fakultas Teknologi Industri, ITN, MALANG  
Jln. Karang Ploso, Kampus II, Malang,  
E-mail : santosslanker\_89@gmail.com

## ABSTRAK

Didik Santoso 2012 “ *Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro* “ Tugas Akhir Teknik Listrik ITN MALANG

Listrik adalah suatu sumber energi yang paling banyak digunakan sekarang ini karena memiliki banyak fungsi, diantaranya dalam menunjang kehidupan manusia, listrik digunakan menjalankan atau menyalakan alat-alat elektronik dan alat-alat lainnya yang tergantung dari listrik. Salah satu sumber energi terbarukan yang sangat berpotensi di Indonesia adalah pemanfaatan energi air, misalnya PLTPH.

PLTPH beroperasi dengan cara memanfaatkan beda ketinggian air yang menghasilkan debit air. Debit air berfungsi untuk menggerakkan turbin yang akan digunakan untuk menggerakkan alternator supaya menghasilkan listrik. Pada tugas akhir ini telah dibuat PLTPH dengan memanfaatkan pompa air dengan debit 0,6 lt/s. Dengan debit air seperti itu ternyata turbin tidak mampu berputar secara maksimal. Sehingga energi listrik yang dihasilkan oleh alternator tidak begitu besar. Pembangkit dapat melayani beban lampu 10 watt. Kurang maksimalnya daya yang dihasilkan di karenakan kesalahan dalam pemakaian pompa air yang debitnya terlalu kecil. Sehingga putaran alternator menjadi rendah dan daya yang dihasilkan juga ikut kecil.

**Kata Kunci :** Alternator, PLTPH, Turbin

## DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL TUGAS AKHIR.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN DAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	ii
BERITA ACARA.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii

### BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan.....	2
1.5. Manfaat.....	3
1.6. Metodologi.....	3
1.7. Tinjauan Pustaka.....	4
1.8. Sistematika Penulisan.....	4

### BAB II LANDASAN TEORI

2.1. Pengertian PLTA Skala Piko.....	6
2.2. Alternator.....	6
1. Carbon Brush.....	8

2.	IC Regulator.....	8
3.	Dioda Rectifier.....	9
2.3.	Turbin Air.....	13
2.3.1.	Pengelompokkan Turbin.....	13
2.3.1.1.	Turbin Impuls.....	13
2.3.1.2.	Turbin Reaksi.....	16
2.3.2.	Pemilihan Turbin.....	17
2.3.3.	Kriteria Pemilihan Jenis Turbin.....	18
2.4.	Penghubung Mesin Penggerak Dengan Generator.....	20
2.4.1.	Sistem Pereduksi Putaran.....	24
2.5.	Bearing.....	27
2.6.	Inverter 500 watt.....	28
2.7.	Komponen-Komponen Listrik.....	28
a.	Resistor.....	28
b.	Dioda.....	29
c.	Kapasitor.....	31
d.	Transistor.....	32

### **BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN**

3.1.	Diagram Blok Sistem.....	35
3.2.	Perancangan Pikohidro.....	36
3.2.1.	Pemilihan Aternator.....	36
1.	Carbon Brush.....	37
2.	IC Regulator.....	38
3.	Dioda Rectifier.....	39



3.2.2. Pemilihan Kran Air.....	42
3.2.3. Pemilihan dan perhitungan sistem multiplikasi.....	42
3.2.4. Perancangan dan Pembuatan Turbin Pelton.....	43
3.2.4.1 Prinsip Kerja Turbin Pelton.....	44
3.2.4.2 Perencanaan Turbin.....	45
3.2.4.3 Perancangan dan Penempatan Sudu.....	46
a. Penentuan jumlah sudu.....	46
b. Penentuan sudut tiap sudu.....	47
3.2.4.4 Pembuatan Turbin.....	47
a. Pemotongan plat besi.....	48
b. Pemotongan pipa pembuat sudu.....	48
c. Pengelasan sudu-sudu.....	48
d. Pengelasan bearing pada turbin.....	49
e. Pemasangan turbin pada as.....	49

## **BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA**

4.1. Pengujian pengaruh posisi buka kran terhadap debit air dan putaran turbin.....	51
4.1.1. Tujuan pengujian.....	51
4.1.2. Alat.....	51
4.1.3. Prosedur pengujian.....	51
4.1.4. Hasil pengujian.....	52

4.2. Pengujian perbandingan putaran turbin dengan alternator pada pengkonversi sederhana.....	52
4.2.1. Tujuan pengujian.....	53
4.2.2. Alat.....	53
4.2.3. Prosedur pengujian.....	53
4.2.4 Hasil pengujian.....	53
4.3. Pengujian pengaruh tegangan output inverter dan rpm alternator pada saat diberi beban.....	54
4.2.1. Tujuan pengujian.....	54
4.2.2. Alat.....	54
4.2.3. Prosedur pengujian.....	54
4.2.4. Hasil pengujian.....	55

**BAB V PENUTUP**

5.1. Kesimpulan.....	56
5.2. Saran-saran.....	56

.

<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>57</b>
----------------------------	-----------

**LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Pengelompokan turbin.....	13
Tabel 2.2. Daerah operasi turbin.....	17
Tabel 2.3. Kecepatan spesifik beberapa turbin.....	19
Tabel 3.1. Perbandingan putaran turbin dan alternator dengan sistem multiplikasi.....	43
Tabel 3.2. Kecepatan spesifik turbin.....	45
Tabel 4.1. Pengaruh posisi buka kran terhadap debit air.....	52
Tabel 4.2. Menunjukkan perbandingan putaran turbin dengan alternator pada pengkonversi sederhana.....	53
Tabel 4.3. Menunjukkan hasil pengukuran tegangan otuput inverter dan rpm dengan diberi beban.....	55

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Komponen alternator.....	7
Gambar 2.2.	Carbon brush.....	8
Gambar 2.3.	IC regulator.....	8
Gambar 2.4.	Dioda rectifier.....	9
Gambar 2.5.	Bagian dalam alternator.....	10
Gambar 2.6.	Rangkaian rotor.....	10
Gambar 2.7.	Hubungan stator-rotor.....	11
Gambar 2.8.	Rangkaian dioda - rectifier.....	12
Gambar 2.9.	Pengatur tegangan.....	12
Gambar 2.10.	Turbin pelton.....	14
Gambar 2.11.	Turbin turgo.....	15
Gambar 2.12.	Turbin crossflow.....	16
Gambar 2.13.	Sketsa turbin francis.....	16
Gambar 2.14.	Turbin kaplan.....	17
Gambar 2.15.	Grafik pemilihan turbin.....	20
Gambar 2.16.	Pereduksi sederhana.....	21
Gambar 2.17.	Pereduksi 2 tingkat.....	21
Gambar 2.18.	Pereduksi 4 tingkat.....	21
Gambar 2.19.	Pereduksi menggunakan gear box.....	21
Gambar 2.20.	Gear box type helical.....	22
Gambar 2.21.	Gear box type worm.....	22
Gambar 2.22.	Bearing.....	27
Gambar 2.23.	Inverter 500 watt merk BTE.....	28

Gambar 2.24. Dioda.....	30
Gambar 2.25. Kapasitor.....	31
Gambar 2.26. Transistor.....	33
Gambar 3.1. Blok Diagram Proses Transformasi Energi pada PLTPH.....	35
Gambar 3.2. Desain konstruksi PLTPH.....	35
Gambar 3.3. Alternator.....	36
Gambar 3.4. Carbon brush.....	37
Gambar 3.5. IC regulator.....	38
Gambar 3.6. Dioda rectifier.....	39
Gambar 3.7. Bagian dalam alternator.....	39
Gambar 3.8. Rangkaian rotor.....	40
Gambar 3.9. Hubungan stator - rotor.....	40
Gambar 3.10. Rangkaian dioda - rectifier.....	41
Gambar 3.11. Pengatur tegangan.....	41
Gambar 3.12. Sudut tiap sudu.....	47
Gambar 3.13. Rancang turbin.....	49
Gambar 3.14. Pemasangan turbin.....	49

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar belakang**

Energi adalah salah satu tantangan yang kita hadapi pada masa yang akan datang. Dewasa ini minyak bumi (bahan bakar fosil) merupakan sumber utama pemakaian energi di dalam negeri. Penggunaannya terus meningkat, sedang jumlah persediaan terbatas. Dalam situasi seperti ini sumber energi terbarukan khususnya sumber daya air menjadi alternatif yang sangat penting untuk dikedepankan dan dikembangkan. Tidak sedikit diberbagai pelosok desa di Indonesia dalam taraf hidup dibawah garis kemiskinan, tetapi memiliki potensi sumber daya air yang memadai untuk pembangkit energi listrik alternatif. Perlu diyakini dengan adanya pembangkit energi listrik tenaga air, akan merangsang pertumbuhan ekonomi pedesaan terutama industri kecil dan rumah tangga.

Seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, kebutuhan hidup manusiapun semakin meningkat. Meningkatnya kebutuhan hidup manusia secara otomatis meningkat pula kebutuhan penyediaan sumber energi listrik. Dikhawatirkan pemenuhan energi listrik ini makin lama makin berkurang dan semakin mahal, sehingga diperlukannya pemanfaatan sumber daya alam dan segala sesuatu yang dimungkinkan dapat digunakan sebagai penghasil energi listrik. Salah satu sumber energi yang sangat cocok di Indonesia adalah Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro (PLTPH). PLTPH adalah salah satu Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) kapasitas kurang dari 5 Kilo Watt (KW).. Jika potensi PLTPH dapat di kembangkan maka paling tidak kebutuhan energi total Indonesia tahun 2015 dapat disumbang dari PLTPH. Jika studi potensi dan pengembangan PLTPH dapat diintensifkan, maka prosentase sumbangan PLTPH terhadap kebutuhan energi nasional akan meningkat.

Permasalahan yang timbul adalah bagaimana caranya supaya energi yang dihasilkan oleh air dapat dimanfaatkan dengan maksimal. Sehingga diperlukannya

perancangan dan pembuatan turbin, dan sistem multiplikasi yang akan dibuat supaya pembangkit bisa menghasilkan listrik yang diinginkan.

### **1.2 Rumusan masalah**

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dapat diambil rumusan masalah yaitu :

- a. Bagaimana memilih jenis turbin yang akan dipakai.
- b. Bagaimana merancang dan membuat turbin yang sesuai dengan debit air yang keluar dari pompa sehingga mempengaruhi kecepatan putaran dari turbin itu sendiri.

### **1.3 Batasan masalah**

Penulis menyadari, atas keterbatasan waktu, pengetahuan dan ilmu tentang pembangkit listrik tenaga air. Oleh karena itu dalam penulisan Tugas Akhir ini penulis memberikan batasan-batasan pembahasan masalah yang nantinya agar tidak menimbulkan melebarnya topik bahasan, yang akan menambah kerumitan dan menyimpang dari hasil pembuatan Tugas Akhir ini.

Oleh karena itu ditentukan batasan- batasan masalah sebagai berikut:

- a. Pemilihan alternator mobil sebagai pembangkit energi listrik.
- b. Pemakaian inverter sebagai pengkonversi tegangan rendah dari sumber DC ke tegangan tinggi AC.
- c. Pengukuran debit air dengan menggunakan cara manual yaitu mengisi air ke dalam jerigen. Setiap liter air yang keluar dibagi waktu.
- d. Penggunaan kran air sebagai pemancar pengganti nozzle.

### **1.4 Tujuan**

Tujuan dari Tugas Akhir dengan judul “Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro” adalah:

1. Memenuhi persyaratan dalam penyelesaian studi pada Program Studi Diploma III Teknik Listrik Fakultas Teknologi Industri di ITN Malang.

2. Menerapkan ilmu-ilmu yang telah diperoleh dari bangku kuliah Program Studi Diploma III Teknik Listrik Fakultas Teknologi Industri di ITN Malang.
3. Mengembangkan wawasan ilmu pengetahuan dan teknologi pada diri mahasiswa.
4. Mengaplikasikan antara pengetahuan teoritis yang telah didapat di bangku kuliah dengan kenyataan yang telah ada di lapangan.

### **1.5 Manfaat**

Manfaat yang dapat diperoleh dari pembuatan Tugas Akhir ini adalah sebagai pembangkit listrik mandiri yang dapat dimanfaatkan oleh masyarakat untuk mensuplai listrik bagi rumahnya sendiri.

### **1.6 Metodologi**

Untuk mencapai tujuan di atas maka ditempuh langkah-langkah sebagai berikut :

#### **1. Pengumpulan Data**

Data yang diperoleh untuk pembuatan tugas akhir ini adalah dengan melakukan browsing tentang pembangkit listrik tenaga piko hidro yang ada di internet dan membaca buku tentang pembangkit tenaga air.

#### **2. Studi Pustaka**

Mempelajari secara teoritis dan praktis tentang pikohidro, perhitungan turbin dan alternator mobil, serta alat penunjang lainnya.

#### **3. Perencanaan sistem**

Melakukan perancangan sistem tugas akhir secara umum, yaitu pemilihan turbin, merancang dan membuat turbin agar putaran turbin dapat memenuhi putaran alternator yang harus tercapai.

#### **4. Pembuatan alat**

Membuat alat bagian perbagian dimulai dari kontruksi penunjang hingga kontruksi utama.



#### 5. Pengujian alat

Melakukan pengujian alat, dengan menganalisa terhadap kecepatan putaran turbin dan alternator beserta tegangan output dari pembangkit.

#### 6. Penyempurnaan alat

Perbaiki terhadap ketidak sempurnaan alat dan terhadap bagian dari pembangkit yang mengalami kekurangan atau kerusakan.

#### 7. Penyempurnaan buku

Menyimpulkan hasil perancangan dan pembuatan serta penyempurnaan buku agar sesuai dengan hasil pengujian, sehingga tersusunlah buku laporan Tugas Akhir.

### 1.7 Tinjauan Pustaka

Di era yang modern dan semakin berkembang pesatnya kehidupan manusia, akan berdampak pada keinginan untuk hidup yang lebih nyaman. Bagi kehidupan masyarakat yang modern, listrik merupakan kebutuhan primeryang harus selalu terpenuhi. Hal ini bisa kita lihat dalam kehidupan sehari-hari yang tidak bisa terlepas dari ketergantungan akan listrik. Listrik sangat bermanfaat untuk kebutuhan rumah tangga, industri, jasa, fasilitas umum dsb. Dalam kebutuhan rumah tangga listrik bermanfaat, antara lain untuk penerangan dan untuk menyalakan peralatan elektronik. Sedangkan pada fasilitas umum listrik banyak dimanfaatkan untuk penerangan jalan raya, terutama pada wilayah pedesaan yang terkadang jauh dari jangkauan untuk mengakses pasokan listrik.

Adanya kebutuhan yang mengharuskan supplay daya secara kontinyu sehingga energi listrik tidak hanya dipasok dari PLN tetapi dari penghasil energi alternatif yang lainnya. Pembangkit energi alternatif ini dapat berasal dari alternator mobil yang dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik dengan memanfaatkan sumber daya alam yang ada.

### 1.8 Sistematika Penulisan

Untuk lebih mengarahkan pada permasalahan dan membuat keteraturan dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini sesuai dengan yang diharapkan , maka dibuatlah susunan dari beberapa bab adalah sebagai berikut :

**BAB I            PENDAHULUAN**

Berisikan tentang latar belakang permasalahan, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penulisan Tugas Akhir, tujuan, manfaat, metodologi penyusunan dan sistematika penyusunan.

**BAB II            LANDASAN TEORI**

Berisikan tentang pendekatan teoritis baik yang bersumber dari acuan pustaka maupun analisis penulis sendiri, dan disertai pertimbangan pemilihan bahan.

**BAB III           PERANCANGAN DAN PEMBUATAN**

Berisi tentang perhitungan, proses awal pembuatan dengan tahapan-tahapan dalam pembuatan Tugas Akhir..

**BAB V            PENGUJIAN DAN ANALISA**

Menguraikan tentang hasil yang diperoleh dari alat setelah dilaksanakannya pengujian.

**BAB VI            PENUTUP**

Menguraikan tentang kesimpulan dan saran dari Tugas Akhir yang telah diuraikan dan dibahas diatas.

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1. Pengertian PLTA Skala Piko**

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: antara 5kW – 100 kW
6. Pico-hydro : daya yang dikeluarkan 5kW

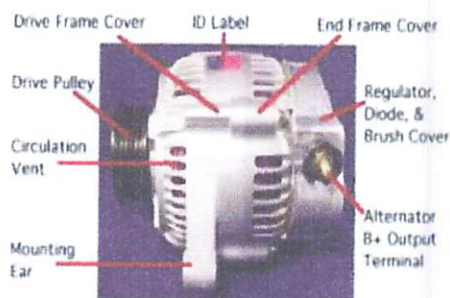
Pembangkit listrik tenaga air skala piko merupakan pembangkit listrik yang menghasilkan keluaran daya listrik tidak lebih dari 5 kW.

#### **2.2 Alternator**

Alternator atau biasa disebut dengan dynamo ampere adalah peranti yang berfungsi sebagai generator yang menghasilkan arus listrik alternating current (AC) dan sekaligus mengubahnya menjadi arus direct current (DC). Komponen ini juga menjadi pembangkit energi listrik yang diisikan ke accu/ aki.

Sistem pengisian mempunyai 3 komponen penting yakni *Aki*, *Alternator* dan *Regulator*. Alternator ini berfungsi bersama-sama dengan Aki untuk menghasilkan listrik ketika mesin dihidupkan. Hasil yang dihasilkan oleh alternator adalah tegangan AC. Yang kemudian dikonversi/diubah menjadi tegangan DC

## KOMPONEN ALTERNATOR



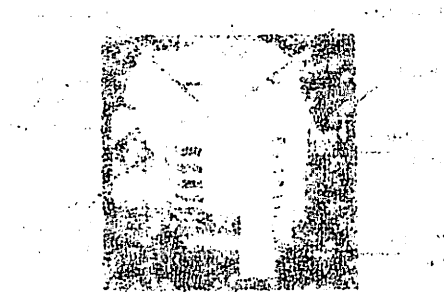
**Gambar 2.1** Komponen Alternator

Alternator terdiri dari :

- a. Gabungan kutub magnet yang dinamakan Rotor.
- b. Gulungan kawat magnet yang dinamakan stator.
- c. Rangkaian dioda yang dinamakan rectifier.
- d. Alat pengatur voltase yang dinamakan regulator.
- e. Dua kipas dalam ( internal Fan) untuk menghasilkan sirkulasi udara

Jika bagian atas alternator dibuka :

1. Carbon Brush yang menempel dengan bagian atas rotor ( Slip Ring).
2. Regulator yang mengontrol tegangan output alternator.
3. Rangkaian dioda (rectifier) yang mengkonversi (mengubah) voltase AC menjadi voltase DC.
4. Slip Ring (bagian dari rotor) dihubungkan dengan setiap dari Field winding.



Gambar 2.4 Komponen Alternatif

1. Komponen utama

- a. Komponen utama yang paling penting
- b. Komponen utama yang paling penting
- c. Komponen utama yang paling penting
- d. Komponen utama yang paling penting
- e. Komponen utama yang paling penting

2. Komponen pendukung

- 1. Komponen pendukung yang paling penting
- 2. Komponen pendukung yang paling penting
- 3. Komponen pendukung yang paling penting
- 4. Komponen pendukung yang paling penting

## 1. Carbon Brush



**Gambar 2.2** Carbon Brush

Dua slip ring yang berada di setiap bagian atas rotor. Slip ring dihubungkan dengan field winding dimana carbon brush dapat bergerak, dan ketika arus mengalir melalui field winding Lewat slip ring, akan ada arus magnet disekitar rotor. 2 buah arang yang diposisikan sejajar yang akan menempel dengan slip ring. Carbon brush disolder atau Diikat dengan baut.

## 2. IC Regulator



**Gambar 2.3** IC Regulator

Fungsi IC regulator **dinamo ampere** ini adalah mengatur besarnya arus listrik yang dibangkitkan dan disalurkan pada sistem kelistrikan mobil. Mengapa perlu IC regulator? Suplai listrik yang dihasilkan oleh sebuah **dinamo ampere** bervariasi tergantung kebutuhan, misalnya kebutuhan listrik untuk menyalakan lampu2, ac mobil, audio mobil, instrument mobil bahkan komputer mobil. Kebutuhan listrik mobil bervariasi oleh sebab itu IC regulator bertugas mengatur berapa besar arus listrik yang akan di suplai. Biasanya sebuah dinamo amper



Gambar 2.2 Carbon Brush

Dua slip ring yang berada di setiap bagian atas rotor Slip ring dihubungkan dengan field winding dimana carbon brush dapat bergerak, dan ketika arus mengalir melalui field winding lower slip ring akan ada arus magnet di sekitar rotor. Jika arus yang dibutuhkan seperti yang akan mendapat dengan slip ring carbon brush disolder akan dikait dengan bus.

### 3 IC Regulator



Gambar 2.3 IC Regulator

Fungsi IC regulator adalah mengatur atau stabil mengatur besarnya arus listrik yang dibangkitkan dan disalurkan pada sistem ketahanan mobil. Mengapa perlu IC regulator? Suplai listrik yang dihasilkan oleh sebuah dynamo sangat bervariasi tergantung kebutuhan, misalnya kebutuhan listrik untuk menyalakan lampu, ac mobil, audio mobil, instrument mobil bahkan komputer mobil. Kebutuhan listrik mobil bervariasi oleh sebab itu IC regulator berfungsi mengatur supaya besar arus listrik yang akan di suplai. Biasanya sebuah dynamo amper

toyota starlet memiliki kemampuan membangkitkan atau menyuplai arus listrik antara 35 hingga 40 amper. Pada mobil era tahun 80-an dimana **dinamo ampere** belum menggunakan IC regulator, biasanya yang mengatur arus listrik adalah "cut out", dinamakan cut out karena memang alat ini akan memutuskan pembangkit listrik saat listrik pada aki sudah penuh. Kekurangan dari cut out ini adalah kurang akurat mengatur suplai arus listrik dan sering rusak karena mengandalkan kontak mekanis yang serign cepat aus seperti platina.

Regulator adalah otak dari sistem pengisian. Regulator mengatur keduanya baik itu voltase aki dan voltase stator, dan tergantung dari kecepatan putaran mesin, regulator akan mengatur Kemampuan kumparan rotor untuk menghasilkan output Alternator.

Regulator dapat diganti baik itu internal regulator atau eksternal. Dewasa ini rata rata semuanya sudah memakai internal regulator.

Dewasa ini rata rata semuanya sudah memakai internal regulator

Kesimpulan:

1. IC Regulator adalah otak dari sistem pengisian.
2. Regulator mengatur keduanya baik itu voltase aki dan voltase stator, dan tergantung dari kecepatan putaran mesin.
3. Regulator akan mengatur Kemampuan kumparan rotor untuk menghasilkan output Alternator.
4. Regulator dapat diganti baik itu internal regulator atau eksternal.

### 3. Diode Rectifier



Gambar 2.4 Diode Rectifier



toron startet memiliki kemampuan menanggung beban atau menyuplai arus listrik antara 35 hingga 40 ampere. Pada mobil era tahun 80-an dimana dimana amperes belum menggunakan IC regulator, biasanya yang mengatur arus listrik adalah "cut out", dinamakan cut out karena memang alat ini akan memutus pembangkit listrik saat listrik pada aki sudah penuh. Kemampuan dari cut out ini adalah kurang akurat mengatur suplai arus listrik dan sering rusak karena mengabdikan kontak mekanis yang sering cepat aus seperti platina.

Regulator adalah otak dari sistem pengisian. Regulator mengatur bebannya baik itu voltase aki dan voltase stator, dan tergantung dari kecepatan putaran mesin, regulator akan mengatur kemampuan komparasi rotor untuk menghasilkan output Alternator. Regulator dapat diganti baik itu internal regulator atau eksternal. Dewasa ini rata-rata semuanya sudah memakai internal regulator.

Dewasa ini rata-rata semuanya sudah memakai internal regulator.  
Kesimpulan:

1. IC Regulator adalah otak dari sistem pengisian.
2. Regulator mengatur bebannya baik itu voltase aki dan voltase stator, dan tergantung dari kecepatan putaran mesin.
3. Regulator akan mengatur kemampuan komparasi rotor untuk menghasilkan output Alternator.
4. Regulator dapat diganti baik itu internal regulator atau eksternal.

3. Diode Rectifier



Gambar 2.4 Diode Rectifier

Rangkaian Dioda bertanggung jawab atas konversinya tegangan AC ke tegangan DC. 6 atau 8 diode digunakan untuk mengubah tegangan stator AC ke tegangan DC. Setengah dari diode tersebut digunakan dalam kutub positif dan setengahnya lagi dalam kutub negatif.

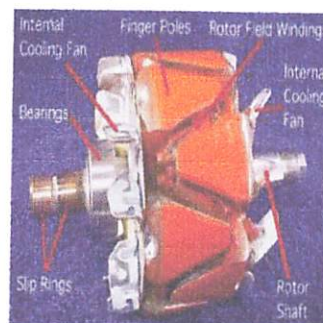
#### BAGIAN DALAM ALTERNATOR



**Gambar 2.5** Bagian Dalam Alternator

Rotor yang diantaranya terdiri dari kutub kutub magnet yang berputar mengelilingi didalam stator. Putaran Rotor menciptakan arus magnet disekelilingnya. Gulungan (stator) mengembangkan tegangan yang dikarenakan magnet yang berputar maka arus akan diinduksi melalui terminal stator.

#### Rangkaian Rotor



**Gambar 2.6** Rangkaian Rotor

Rotor terdiri dari kutub kutub magnet, inti field winding dan slip ring.

Beberapa model/tipe termasuk mensupport lahar dan satu atau dua kipas didalamnya. Rotor digerakkan atau diputar didalam alternator dengan putaran tali kipas mesin.

Rangkaian Diode penangkas jawab atas konversinya tegangan AC ke tegangan DC. 6 atau 8 diode digunakan untuk mengubah tegangan stator AC ke tegangan DC. Sebaran dari diode tersebut digunakan dalam kutub positif dan negatifnya lagi dalam kutub negatif.

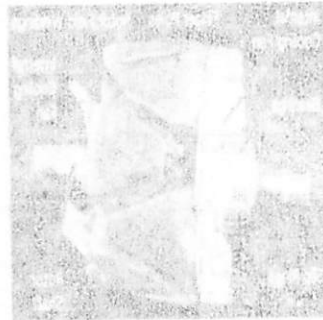
#### BAGIAN DALAM ALTERNATOR



Gambar 2.5 Bagian Dalam Alternator

Rotor yang berputar terdiri dari kutub kutub magnet yang berputar menghasilkan medan stator. Putaran Rotor menciptakan arus magnet dikecilnya (gelangan (stator) menghasilkan tegangan yang dikumpulkan magnet yang berputar maka arus akan diinduksi melalui terminal stator.

#### Rangkaian Rotor



Gambar 2.6 Rangkaian Rotor

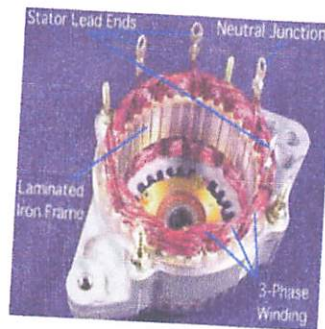
Rotor terdiri dari kutub kutub magnet ini field winding dan slip ring. Beberapa model tipe terminal menggunakan tabar dan satu dan kipro dibaliknya. Rotor digetarkan atau diputar didalam alternator dengan bantuan tali kipro mesin.

Rotor yang terdiri kutub magnet, field winding, dan Slip ring, bagian bagian ini padat bersambungan pada sumbu rotor, field winding dihubungkan kepada slip ring dimana carbon brush dapat bergerak.

Ada dua lahar yang terdapat di rotor, satu di bagian bawah slip ring, dan satunya berada dibagian atas sumbu rotor.

Field Winding Rotor Menciptakan lapangan magnet yang disebabkan oleh arus yang mengalir melewati slip ring. Magnet tersebut disatu disisi menjadi kutub selatan, dan disisi lain menjadi kutub utara.

Hubungan Stator – Rotor



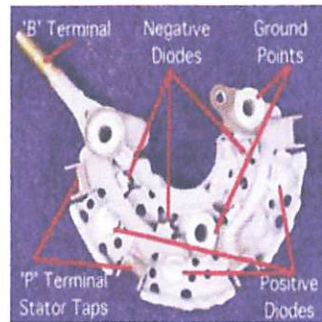
**Gambar 2.7** Hubungan Stator – Rotor

Hubungan putaran rotor berputar didalam stator :

Arus magnet alternator yang berasal dari dari putaran rotor menginduksi tegangan kepada stator. Kekuatan dan kecepatan dari putaran arus magnet yang dihasilkan rotor akan berakibat terhadap tegangan induksi kepada stator.

Stator mempunyai 3 fase gulungan yang diisolasi kepada stator, gulungan tersebut terhubung antara satu dengan yang lainnya. Setiap fase ditempatkan diposisi yang berbeda dibandingkan dengan yang lain. Gulungan yang diisolasi itu menghasilkan medan magnet.

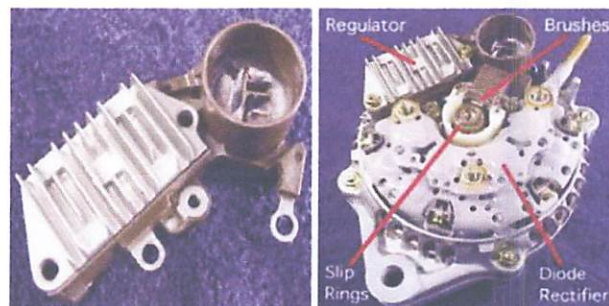
## Rangkaian Diode – Rectifier



**Gambar 2.8** Rangkaian Diode – Rectifier

Diode digunakan sebagai penyearah tegangan. Diode mengubah tegangan AC menjadi tegangan DC sehingga aki menerima listrik yang benar.

## Pengatur Tegangan



**Gambar 2.9** Pengatur Tegangan

Regulator akan mengatur tingkat / level sistem pengisian tegangan. Ketika sistem pengisian tegangan dibawah dari yang ditentukan, regulator akan meningkatkan arus listrik tegangan, yang akan berakibat terciptanya arus magnet yang kuat, hasilnya akan meningkatnya output alternator.

Ketika sistem pengisian tegangan diatas yang ditentukan, regulator akan menurunkan arus listrik tegangan, dan membuat arus magnet menjadi lemahhasilnya output alternator yang semakin Kecil.

Regulator mengatur tegangan aki, dan juga mengatur arus yang mengalir ke rangkaian rotor. Rangkaian rotor menghasilkan arus magnet. Tegangan yang

dihasilkan diinduksi di stator. Rangkaian rectifier mengubah tegangan stator AC menjadi tegangan DC yang digerakkan oleh putaran mesin.

## 2.3 Turbin Air

Turbin air dikembangkan pada abad 19 dan digunakan secara luas untuk pembangkit tenaga listrik.. Turbin air mengubah energi potensial air menjadi energi mekanis. Energi mekanis diubah dengan generator listrik menjadi tenaga listrik.

### 2.3.1 Pengelompokan Turbin

Berdasarkan prinsip kerja turbin dalam mengubah energi potensial air menjadi energi mekanis, turbin air dibedakan menjadi dua kelompok yaitu turbin impuls dan turbin reaksi. Pada Tabel 2.1 menunjukkan pengelompokan turbin.

**Tabel 2.1** Pengelompokan turbin

	High Head	Medium head	Low head
Turbin Impuls	<a href="#">Pelton</a> <a href="#">Turgo</a>	<a href="#">Crossflow</a> <a href="#">Multi-Jet</a> <a href="#">Pelton</a> <a href="#">Turgo</a>	<a href="#">Crossflow</a>
Turbin Reaksi		<a href="#">Francis</a>	<a href="#">Propeller</a> <a href="#">Kaplan</a>

#### 2.3.1.1. Turbin Impuls

Energi potensial air diubah menjadi energi kinetik pada nozle. Air keluar nozle yang mempunyai kecepatan tinggi membentur sudu turbin. Setelah

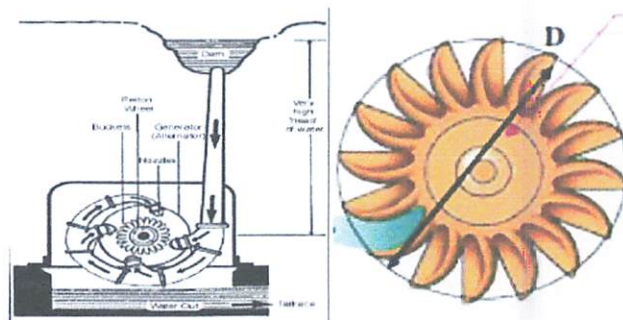
membentur sudu arah kecepatan aliran berubah sehingga terjadi perubahan momentum (impulse). Akibatnya roda turbin akan berputar. Turbin impuls adalah sama dengan turbin tekanan karena aliran air yang keluar dari nozle tekanannya adalah sama dengan tekanan atmosfer sekitarnya. Semua energi tinggi tempat dan tekanan ketika masuk ke sudu jalan turbin dirubah menjadi energi kecepatan.

#### a. Turbin Pelton

Turbin pelton merupakan turbin impuls. Turbin Pelton terdiri dari satu set sudu jalan yang diputar oleh pancaran air yang disemprotkan dari satu atau lebih alat yang disebut nozle. 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 dua bagian yang simetris. Sudu dibentuk sedemikian sehingga pancaran air akan mengenai tengah-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 sehingga terjadi konversi energi kinetik menjadi energi mekanis. Turbin Pelton untuk pembangkit skala besar membutuhkan head lebih kurang 150 meter tetapi untuk skala mikro head 20 meter sudah mencukupi.

Gambar 2.10 merupakan bentuk dari turbin pelton.



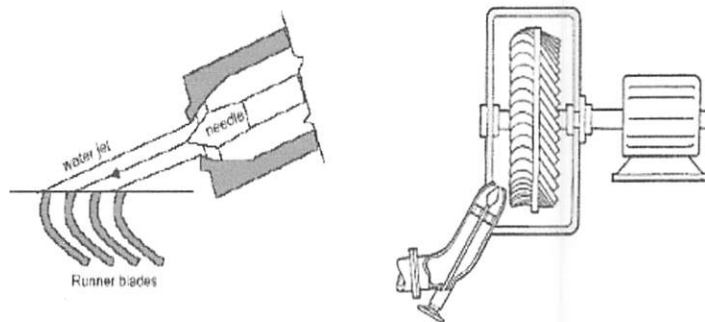
**Gambar 2.10** Turbin Pelton

([plta-pembangkit-listrik-tenaga-air-part.html](http://plta-pembangkit-listrik-tenaga-air-part.html))

#### b. Turbin Turgo

Turbin turgo dapat beroperasi pada head 30 m s/d 300 m. Seperti turbin pelton turbin turgo merupakan turbin impulse, tetapi sudunya berbeda. Pancaran

air dari nozzle membentur sudu pada sudut  $20^\circ$ . Kecepatan putar turbin turgo lebih besar dari turbin pelton. Akibatnya dimungkinkan transmisi langsung dari turbin ke generator sehingga menaikkan efisiensi total sekaligus menurunkan biaya perawatan. Pada Gambar 2.11 menunjukkan bentuk turbin turgo.



**Gambar 2.11** Turbin Turgo

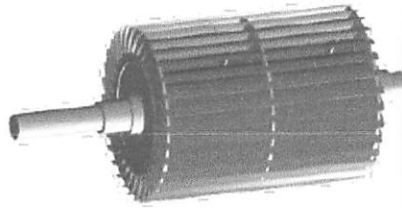
([plta-pembangkit-listrik-tenaga-air-part.html](http://plta-pembangkit-listrik-tenaga-air-part.html))

### c. Turbin Crossflow

Turbin cross-flow merupakan jenis turbin yang dikembangkan oleh Anthony Michell (Australia), Donat Banki (Hongaria) dan Fritz Ossberger (Jerman). Michell memperoleh hak paten atas desainnya pada 1903. Turbin jenis ini pertama-tama diproduksi oleh perusahaan Weymouth. Turbin ini juga sering disebut sebagai turbin Ossberger, yang memperoleh hak paten pertama pada 1922. Perusahaan Ossberger tersebut sampai sekarang masih bertahan dan merupakan produsen turbin crossflow yang terkemuka di dunia.

Turbin crossflow dapat dioperasikan pada debit 20 liter/s hingga 10 m<sup>3</sup>/s dan head antara 1 m s/d 200 m. Turbin crossflow menggunakan nozzle persegi panjang yang lebarnya sesuai dengan lebar runner. Pancaran air masuk turbin dan mengenai sudu sehingga terjadi konversi energi kinetik menjadi energi mekanis. Air mengalir keluar membentur sudu dan memberikan energinya (lebih rendah dibanding saat masuk) kemudian meninggalkan turbin. Runner turbin dibuat dari beberapa sudu yang dipasang pada sepasang piringan paralel. Gambar 2.12 merupakan bentuk turbin crossflow.





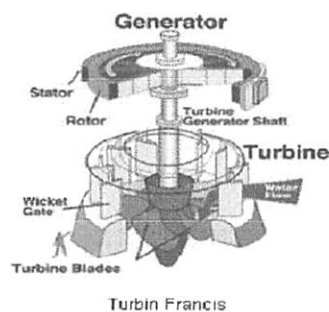
**Gambar 2.12** Turbin crossflow  
([plta-pembangkit-listrik-tenaga-air-part.html](#))

### 2.3.1.2 Turbin Reaksi

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.

#### a. Turbin Francis

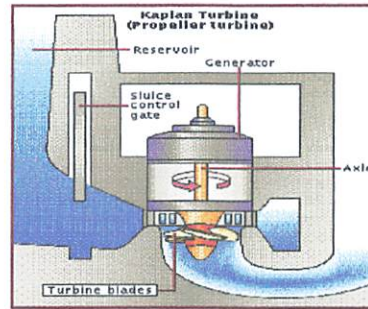
Turbin Francis merupakan salah satu turbin reaksi. Turbin dipasang diantara sumber air tekanan tinggi di bagian masuk dan air bertekanan rendah dibagian keluar. Turbin Francis menggunakan sudu pengarah. Sudu pengarah mengarahkan air masuk secara tangensial. Sudu pengarah pada turbin Francis dapat merupakan suatu sudu pengarah yang tetap ataupun sudu pengarah yang dapat diatur sudutnya. Untuk penggunaan pada berbagai kondisi aliran air penggunaan sudu pengarah yang dapat diatur merupakan pilihan yang tepat. Gambar 2.13 menunjukkan sketsa dari turbin Francis.



**Gambar 2.13** Sketsa turbin Francis  
([plta-pembangkit-listrik-tenaga-air-part.html](#))

## b. Turbin Kaplan & Propeller

Turbin Kaplan dan propeller merupakan turbin rekasi aliran aksial. Turbin ini tersusun dari propeller seperti pada perahu. Propeller tersebut biasanya mempunyai tiga hingga enam sudu. Gambar 2.14 merupakan bentuk dari turbin Kaplan.



**Gambar 2.14** Turbin kaplan

(PLTA (Pembangkit Listrik Tenaga Air) « [taksekedarmenulis.htm](http://taksekedarmenulis.htm))

### 2.3.2 Pemilihan Turbin

Daerah aplikasi berbagai jenis turbin air relatif spesifik. Pada beberapa daerah operasi memungkinkan digunakan beberapa jenis turbin. Pemilihan jenis turbin pada daerah operasi yang overlapping ini memerlukan perhitungan yang lebih mendalam. Pada dasarnya daerah kerja operasi turbin menurut Keller dikelompokkan menjadi :

- Low head power plant
- Medium head power plant
- High head power plant

Tabel 2.2 merupakan daerah operasi turbin.

**Tabel 2.2** Daerah operasi turbin

Jenis Turbin	Variasi Head (m)
Kaplan dan Propeller	$2 < H < 20$
Francis	$10 < H < 350$
Pelton	$50 < H < 1000$
Turgo	$50 < H < 250$

### 2.3.3 Kriteria Pemilihan Jenis Turbin

Pemilihan jenis turbin dapat ditentukan berdasarkan kelebihan dan kekurangan dari jenis-jenis turbin, khususnya untuk suatu desain yang sangat spesifik. Pada tahap awal, pemilihan jenis turbin dapat diperhitungkan dengan mempertimbangkan parameter-parameter khusus yang mempengaruhi sistem operasi turbin, yaitu :

- a. Faktor tinggi jatuhan air efektif (Net Head) dan debit yang akan dimanfaatkan untuk operasi turbin merupakan faktor utama yang mempengaruhi pemilihan jenis turbin, sebagai contoh : turbin pelton efektif untuk operasi pada head tinggi, sementara turbin propeller sangat efektif beroperasi pada head rendah.
- b. Faktor daya (power) yang diinginkan berkaitan dengan head dan debityang tersedia.
- c. Kecepatan (putaran) turbin yang akan ditransmisikan ke generator. Sebagai contoh untuk sistem transmisi direct couple antara generator dengan turbin pada head rendah, sebuah turbin reaksi (propeller) dapat mencapai putaran yang diinginkan, sementara turbin pelton dan crossflow berputar sangat lambat (low speed) yang akan menyebabkan sistem tidak beroperasi. Ketiga faktor di atas seringkali diekspresikan sebagai "kecepatan spesifik,  $N_s$ ", yang didefinisikan dengan formula :

$$N_s = \frac{N \cdot \sqrt{P}}{H^{5/4}} \text{ rpm}$$

Dimana :

$N_s$  = kecepatan spesifik

$N$  = kecepatan putaran turbin (rpm)

$P$  = maksimum turbin output (kW)

$H$  = head efektif (m)

Output turbin dihitung dengan formula :

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

Dimana :

Pout turbin = daya Turbin (kW)

$\rho$  = massa jenis fluida ( $\text{kg/m}^3$ )

Q = debit air ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

h = efektif head (m)

g = gaya gravitasi ( $\text{m/s}^2$ )

$\eta_{\text{turbin}}$  = efisiensi turbin

= 0.8 - 0.85 untuk turbin pelton

= 0.8 - 0.9 untuk turbin francis

= 0.7 - 0.8 untuk turbin crossflow

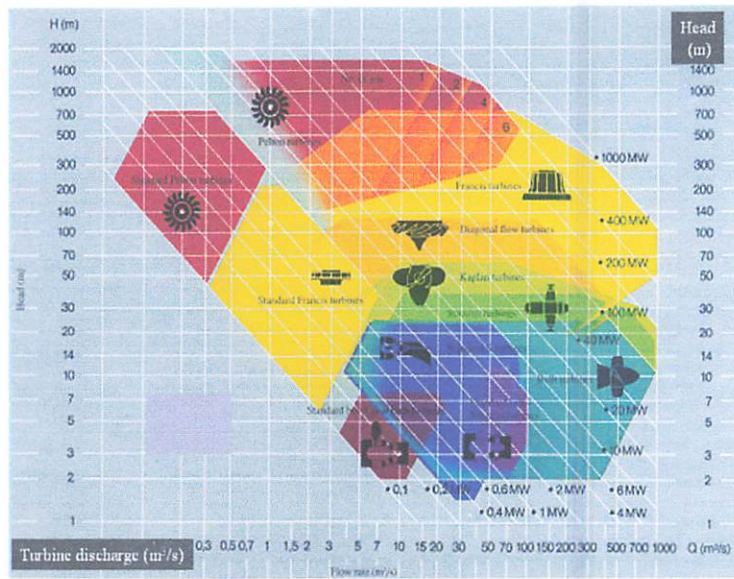
= 0.8 - 0.9 untuk turbin propeller/Kaplan

Kecepatan spesifik setiap turbin memiliki kisaran (range) tertentu berdasarkan data eksperimen. Kisaran kecepatan spesifik beberapa turbin air ditunjukkan pada Tabel 2.3

**Tabel 2.3** Kecepatan spesifik beberapa turbin

Turbin Pelton	$12 \leq N_s \leq 25$
Turbin Francis	$60 \leq N_s \leq 300$
Turbin Crossflow	$40 \leq N_s \leq 200$
Turbin Propeller	$250 \leq N_s \leq 1000$

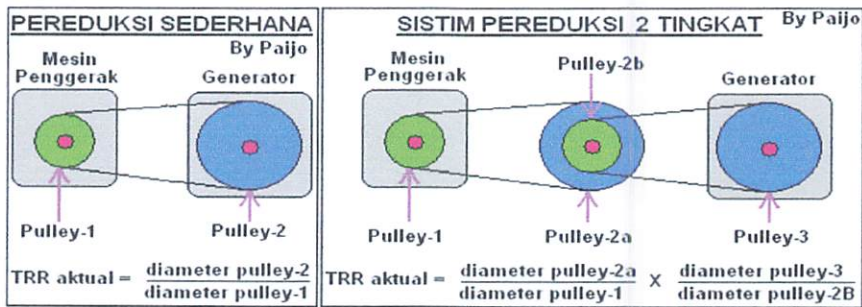
Dengan mengetahui kecepatan spesifik turbin maka perencanaan dan pemilihan jenis turbin akan menjadi lebih mudah. Dengan mengetahui besaran kecepatan spesifik maka dimensi dasar turbin dapat diestimasi (diperkirakan). Pada Gambar 2.15 menunjukkan Grafik pemilihan tipe turbin.



**Gambar 2.15** Grafik pemilihan tipe turbin  
([plta-pembangkit-listrik-tenaga-air-part.html](http://plta-pembangkit-listrik-tenaga-air-part.html))

## 2.4 Penghubung Mesin Penggerak Dengan Generator

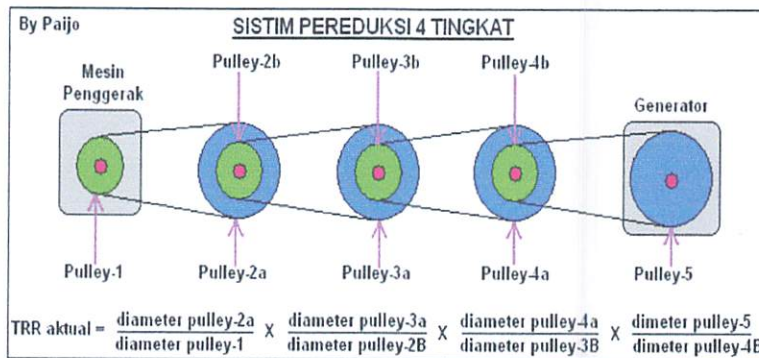
Agar dapat menghasilkan listrik yang berkualitas tinggi ( tegangan dan frekuensinya stabil ), maka generator harus bekerja pada kecepatan putar ( rpm ) tertentu sesuai rekomendasi pabrik. Agar dapat berputar, generator harus dihubungkan dengan mesin penggerak yang dapat berupa motor bakar, turbin air, turbin uap, kincir angin, kincir air, dsb. Agar pembangkit listrik memiliki kinerja dan efisiensi maksimal, perlu didesain sedemikian rupa sehingga mesin penggerak maupun generator bekerja pada kecepatan putar ideal ( peak speed ) masing-masing. Untuk mencapai keadaan ideal tersebut, diperlukan jenis penghubung yang sesuai dengan perbandingan kecepatan antara shaft mesin penggerak dengan shaft generator. Adapun perbandingan kecepatan putar tersebut ada 3 macam yaitu :



Gambar 2.16 Pereduksi sederhana

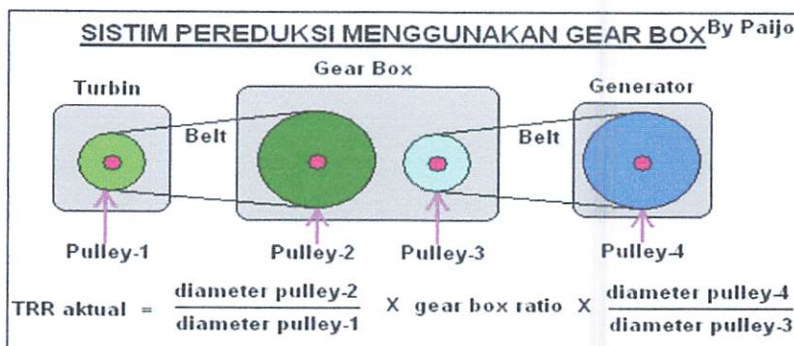
Gambar 2.17 Pereduksi 2 Tingkat

(<http://paijo1965.wordpress.com/2007/02/13/penghubung-mesin-dengan-generator/>)



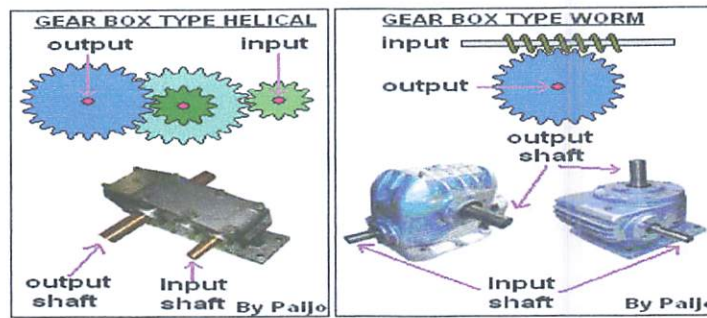
Gambar 2.18 Pereduksi 4 Tingkat

(<http://paijo1965.wordpress.com/2007/02/13/penghubung-mesin-dengan-generator/>)



Gambar 2.19 Pereduksi menggunakan Gear Box

(<http://paijo1965.wordpress.com/2007/02/13/penghubung-mesin-dengan-generator/>)



**Gambar 2.20** Gear Box type Helical      **Gambar 2.21** Gear Box type Worm

(<http://paijo1965.wordpress.com/2007/02/13/penghubung-mesin-dengan-generator/>)

1. Kecepatan putar mesin penggerak sama dengan kecepatan putar generator. Untuk keadaan ini, dapat digunakan sambungan langsung dimana poros mesin penggerak tersambung langsung ( coaxial ) dengan poros generator yang lazim digunakan pada genset motor bensin portable. Alternatif kedua, dapat digunakan direct couple seperti yang digunakan pada mesin pemotong rumput. Alternatif ketiga, dapat digunakan sambungan tidak langsung yaitu sistim pulley-belt atau sistim gear-rantai atau sistim gear to gear ( diameter kedua pulley atau jumlah gigi kedua gir musti sama ).
2. Kecepatan putar mesin penggerak lebih rendah daripada kecepatan putar generator. Untuk keadaan ini, diperlukan sistim multiplikasi putaran sebagai penghubung. Jika perbedaan kecepatan putar tersebut tidak terlalu jauh ( lebih dari 1 : 3 ), dapat digunakan sistim multiplikasi tunggal yang cukup sederhana. Adapun sistim multiplikasi tersebut dapat berupa sistim pulley-belt yang terdiri dari sebuah pulley besar pada shaft mesin penggerak dan sebuah pulley kecil pada shaft generator yang dihubungkan oleh sebuah belt. Alternatif kedua, dapat berupa sistim gear-rantai yang terdiri dari sebuah gear ( sproket ) besar pada shaft mesin penggerak dan sebuah gear ( sproket ) kecil pada shaft generator yang dihubungkan oleh sebuah rantai. Alternatif ketiga, dapat berupa sistim gear to gear yang terdiri dari sebuah gear besar pada shaft mesin penggerak dan sebuah gear kecil pada shaft generator yang saling bersinggungan. Jika perbedaan kecepatan putar tersebut cukup jauh ( kurang dari 1 : 3 ), perlu digunakan sistim multiplikasi bertingkat yang cukup rumit.

Untuk keperluan itu, dapat digunakan gear box type HELICAL sebagai salah satu alternatif yang banyak dipakai. Sedangkan gear box type WORM tidak dapat dipakai untuk sistim multiplikasi karena bersifat irreversibel ( tidak dapat dibalik ). Alternatif lain, dapat juga digunakan sistim pulley-belt bertingkat atau sistim gear-rantai bertingkat. Adapun banyaknya tingkat, tergantung dari Total Multiplication Ratio ( TMR ) yang diperlukan.

3. Kecepatan putar mesin penggerak lebih tinggi daripada kecepatan putar generator. Untuk keadaan ini, diperlukan sistim pereduksi putaran sebagai penghubung. Jika perbedaan kecepatan putar tersebut tidak terlalu jauh ( kurang dari  $3 : 1$  ), dapat digunakan sistim pereduksi tunggal yang cukup sederhana. Adapun sistim pereduksi tersebut dapat berupa sistim pulley-belt yang terdiri dari sebuah pulley kecil pada shaft mesin penggerak dan sebuah pulley besar pada shaft generator yang dihubungkan oleh sebuah belt. Alternatif kedua, dapat berupa sistim gear-rantai yang terdiri dari sebuah gear ( sproket ) kecil pada shaft mesin penggerak dan sebuah gear ( sproket ) besar pada shaft generator yang dihubungkan oleh sebuah rantai. Alternatif ketiga, dapat berupa sistim gear to gear yang terdiri dari sebuah gear kecil pada shaft mesin penggerak dan sebuah gear besar pada shaft generator yang saling bersinggungan. Jika perbedaan kecepatan putar tersebut cukup jauh ( lebih dari  $3 : 1$  ), perlu digunakan sistim pereduksi bertingkat yang cukup rumit. Untuk keperluan itu, dapat digunakan gear box baik yang type HELICAL maupun type WORM sebagai salah satu alternatif yang banyak dipakai. Alternatif lain, dapat juga digunakan sistim pulley-belt bertingkat atau sistim gear-rantai bertingkat. Adapun banyaknya tingkat, tergantung dari Total Reduction Ratio ( TRR ) yang diperlukan. Pada sebagian besar pembangkit listrik, kecepatan putar mesin penggerak tidak sama dengan kecepatan putar generator. Oleh karena itu, salah satu hal yang harus dilakukan dalam perencanaan sistim pembangkit listrik adalah menjembatani perbedaan kecepatan putar ( rpm ) ideal antara shaft generator dengan shaft turbin. Untuk itu, perlu dibuat desain suatu sistim pereduksi atau sistim multiplikasi yang berfungsi mentransformasi kecepatan putar ideal shaft turbin menjadi kecepatan ideal shaft generator tanpa banyak kehilangan daya.



Secara prinsip, sistim pereduksi atau sistim multiplikasi adalah semua sistim mekanik mulai dari pulley atau gear yang terpasang pada shaft turbin, kemudian gear box ( jika ada ), sampai dengan pulley atau gear yang terpasang pada generator. Jadi bukan hanya gear box saja yang merupakan bagian dari sistim pereduksi atau sistim multiplikasi putaran. Demikian juga sebaliknya, sistim pereduksi atau sistim multiplikasi putaran tidak selalu berupa gear box. Adapun perbedaan antara sistim pereduksi dan sistim multiplikasi adalah pada transformasi kecepatan yang dihasilkannya. Sistim pereduksi mentransformasikan kecepatan putar tinggi menjadi kecepatan putar yang lebih rendah. Sedangkan sistim multiplikasi mentransformasikan kecepatan putar rendah menjadi kecepatan putar yang lebih tinggi. Sistim pereduksi digunakan jika kecepatan putar mesin penggerak ( termasuk turbin ) lebih tinggi daripada kecepatan putar generator. Situasi seperti itu lazim ditemui pada PLTA, PLTU, PLTGU, dan PLTP. Sedangkan sistim multiplikasi digunakan jika kecepatan putar mesin penggerak lebih rendah daripada kecepatan putar generator. Situasi seperti itu lazim ditemui pada PLTMH yang menggunakan kincir lintasan sebagai tenaga penggerak. Dalam artikel ini hanya akan dibahas tentang sistim pereduksi saja. Adapun sistim multiplikasi akan dibahas dalam artikel tersendiri jika ada yang request.

#### **2.4.1 Sistem Pereduksi Putaran**

Sistim pereduksi putaran yang dibahas di bawah ini dapat diterapkan pada semua jenis pembangkit listrik maupun pada proyek lainnya yang memerlukan sistim pereduksi putaran secara umum. Untuk dapat menentukan jenis pereduksi yang paling tepat dengan kebutuhan, perlu diketahui dulu data teknis dari mesin penggerak dan generator yaitu antara lain :

- a. Kecepatan putar mesin penggerak ( rpm ) yang memberikan efisiensi konversi tertinggi ( peak speed ). Kalau diinginkan, boleh juga bukan peak speed ( biasanya diatasnya peak speed ) dengan maksud untuk memperoleh output daya yang lebih besar namun harus rela mengorbankan sedikit efisiensi.

- b. Kecepatan putar generator ( rpm ) yang direkomendasikan oleh pabrik. Kecepatan putar generator musti mengikuti standar dengan toleransi sekitar 2-5 % saja. Jika terlalu tinggi atau terlalu rendah melewati batas toleransinya, maka kualitas listrik yang dihasilkan akan berkualitas rendah ( tegangan dan frekuensinya tidak sesuai standar ).
- c. Daya yang yang dihasilkan mesin penggerak ( watt atau HP ) pada kecepatan kerja yang ditetapkan pada bagian a di atas
- d. Daya dari generator ( watt atau HP ) pada kecepatan kerja yang di rekomendasikan pabrik pada bagian b di atas Setelah semua data bagian a-b-c-d tersebut di atas telah lengkap, maka langkah selanjutnya adalah melakukan analisis dan kalkulasi dengan mengikuti langkah-langkah berikut :

1. Memastikan bahwa daya mesin penggerak ( data c ) musti 5-10 % lebih besar dari pada daya generator ( data d ) agar sistem dapat bekerja normal sesuai harapan. Hal itu disebabkan oleh kehilangan daya akibat adanya slip dan atau gesekan pada sistim mekanik seperti bearing, gear, belt, rantai, dsb. Kehilangan daya tersebut bisa mencapai 5-10 persen dari daya total. Jika ternyata daya mesin penggerak tidak lebih besar daripada daya generator, maka musti dilakukan penggantian / perubahan rencana. Alternatif pertama adalah memperbesar daya mesin penggerak jika memungkinkan. Alternatif kedua adalah mengganti generator dengan daya yang lebih kecil.
2. Menghitung Total Reduction Ratio ( TRR ) ideal yang diperlukan berdasarkan data a dan b di atas.
3. Setelah mendapatkan TRR ideal, langkah selanjutnya adalah mendesain rangkaian sistim pereduksi yang memiliki TRR aktual yang sama dengan TRR ideal. Jika tidak bisa diperoleh yang betul-betul sama, maka bisa digunakan TRR aktual sedikit di atas TRR ideal denan toleransi maksimal 5 %.

Adapun pemilihan jenis sistim pereduksi yang akan digunakan, perlu mempertimbangan besar kecilnya TRR dengan pedoman sebagai berikut :

- Jika TRR kurang dari 3, dapat digunakan sistim pereduksi sederhana ( lihat gambar ). Adapun sistim pereduksi tersebut dapat berupa sistim pulley-belt

yang terdiri dari sebuah pulley kecil pada shaft mesin penggerak dan sebuah pulley besar pada shaft generator yang dihubungkan oleh belt. Alternatif kedua, dapat berupa sistim gear-rantai yang terdiri dari sebuah gear ( sproket ) kecil pada shaft mesin penggerak dan sebuah gear ( sproket ) besar pada shaft generator yang dihubungkan oleh rantai.

- Jika TRR lebih dari 3, perlu digunakan sistim pereduksi bertingkat yang lebih rumit. Untuk keperluan itu, dapat digunakan sistim pereduksi bertingkat baik sistim pulley-belt maupun sistim gear-rantai. Adapun banyaknya tingkat, tergantung dari TRR yang diperlukan. Jika TRR kurang dari 3, cukup satu tingkat. Jika TRR antara 3 dan 9, bisa 2 tingkat. Jika TRR antara 9 dan 27, bisa 3 tingkat. Dan jika TRR lebih dari 9, perlu dipertimbangkan penggunaan gear box agar tidak terlalu rumit. Adapun gear box yang dapat digunakan dapat dipilih yang type HELICAL maupun type WORM. Selain harus memilih rasio yang tepat, pemilihan gear box juga wajib memperhitungkan kekuatan yang harus dipikulnya agar tahan lama dan efisien. Gear box yang terlalu kecil, akan cepat rusak. Kalau terlalu besar, boros biaya dan tidak efisien karena banyak kehilangan daya. Mengenai type gear box, yang type HELICAL relatif lebih aman dari pada type WORM jika digunakan untuk memutar beban yang mempunyai momentum anguler yang besar seperti generator. Karena bersifat irreversibel, gear box type WORM bisa rontok jika belt penghubung turbin dan gear box putus ketika sedang berputar kencang . Hal itu disebabkan oleh momentum anguler generator yang akan memaksa bagian output gear box untuk tetap berputar selama beberapa saat sebelum momentumnya habis dan berhenti. Hal itu tidak akan terjadi pada gear box type HELICAL jika belt tersebut putus karena bersifat reversible. Sifat irreversible pada gear box type WORM disebabkan oleh konstruksi gearnya yang berbentuk seperti mekanik pemutar senar gitar. Dengan konstruksi seperti itu, pemutar dapat menggerakkan penggulung senar, tapi penggulung senar tidak bisa menggerakkan pemutar dan jika dipaksa bisa rontok. Gear box pada mobil apapun, semuanya type HELICAL, jadi pasti aman dipakai untuk dinamo. Tetapi dapat dipakai hanya jika rasionya cocok.

## 2.5 Bearing

*Bearing* (bantalan) adalah suatu komponen yang berfungsi untuk mengurangi gesekan pada *machine* atau komponen-komponen yang bergerak dan saling menekan antara satu dengan yang lainnya. Bantalan merupakan salah satu bagian dari elemen mesin yang memegang peranan cukup penting karena fungsi dari bantalan yaitu untuk menumpu sebuah poros agar poros dapat berputar tanpa mengalami gesekan yang berlebihan.



**Gambar 2.22** Bearing  
(<http://www.anakunhas.com>)

Pada umumnya bantalan dapat diklasifikasikan menjadi 2 bagian yaitu.

1. Berdasarkan gerakan bantalan terhadap poros

- Bantalan luncur
- Bantalan gelinding

2. Berdasarkan arah beban terhadap poros

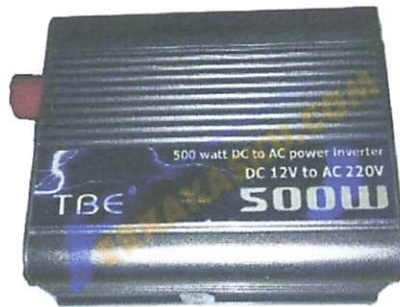
- Bantalan radial
- Bantalan aksial

Fungsi *bearing*:

- Mengurangi gesekan, panas dan aus.
- Menahan beban *shaft* dan *machine*.
- Menahan *radial load* dan *thrust load*

## 2.6 Inverter 500 Watt

Rangkaian inverter adalah peralatan yang sangat berguna yang dapat mengkonversi tegangan rendah dari sumber DC ke tegangan tinggi AC. Rangkaian inverter yang paling umum adalah 12V ke 220V inverter. Mungkin hal itu karena baterai umumnya memiliki tegangan 12V. Rangkaian inverter ini biasanya menarik arus dari baterai 12 DC. Baterai ini harus dapat memberikan aliran arus yang cukup besar. Arus ini kemudian diubah menjadi 220VAC alternatif berbentuk gelombang persegi sehingga kita bisa menggunakan peralatan listrik yang bekerja pada 220V dari sumber 12V.



**Gambar 2.23 Inverter 500watt merk BTE**

## 2.7 Komponen-Komponen Elektronika

### a. Resistor

Resistor adalah komponen elektronika yang berfungsi untuk menghambat arus listrik dan menghasilkan nilai resistansi tertentu. Kemampuan resistor dalam menghambat arus listrik sangat beragam disesuaikan dengan nilai resistansi resistor tersebut.

Resistor memiliki beragam jenis dan bentuk. Diantaranya resistor yang berbentuk silinder, smd (*Surface Mount Devices*), dan *wirewound*. Jenis jenis resistor antara lain komposisi karbon, metal film, *wirewound*, smd, dan resistor dengan teknologi film tebal.

Resistor yang paling banyak beredar di pasaran umum adalah resistor dengan bahan komposisi karbon, dan metal film. Resistor ini biasanya berbentuk silinder dengan pita pita warna yang melingkar di badan resistor. Pita pita warna ini dikenal sebagai **kode resistor**. Dengan mengetahui kode resistor kita dapat mengetahui nilai resistansi resistor, toleransi, koefisien temperatur dan reliabilitas resistor tersebut. Tutorial ini akan menjelaskan kode kode resistor yang banyak beredar di pasaran.

### RESISTOR DENGAN KODE WARNA

Resistor yang menggunakan kode warna ada 3 macam, yaitu:

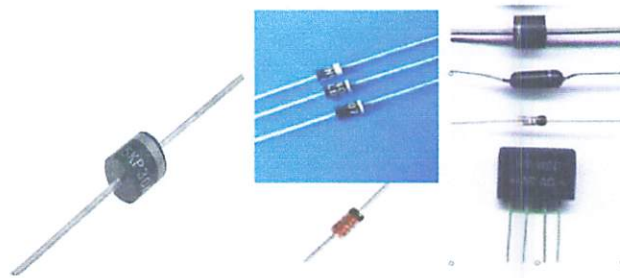
1. Resistor dengan 4 pita warna dengan 1 pita warna untuk toleransi.
2. Resistor dengan 5 pita warna dengan 1 pita warna untuk toleransi.
3. Resistor dengan 5 pita warna dengan 1 pita warna untuk toleransi dan 1 pita warna untuk reliabilitas

#### b. Dioda

Fungsi Dioda dalam komponen elektronika adalah sebagai, Untuk penyearah arus, Sebagai catu daya, Sebagai penyaring atau pendeteksi dan Untuk stabilisator tegangan. Dioda adalah komponen aktif yang memiliki dua terminal yang melewatkan arus listrik hanya satu arah.

Dioda memiliki dua elektroda aktif dimana isyarat listrik dapat mengalir, dan kebanyakan diode digunakan karena karakteristik satu arah yang dimilikinya. Dioda varikap (*VARIABLE CAPAcitor*/kondensator variabel) digunakan sebagai kondensator terkendali tegangan.

Dalam dunia otomotif, fungsi dioda sangat di perlukan pada sistem pengisian alternator/dinamo isi dimana tegangan AC yang di bangkitkan oleh alternator di searahkan menjadi tegangan DC oleh dioda sebagai sumber suplay tegangan ke beban serta sebagai charger accu/aki dengan 12 volt melalui IC regulator alternator.



**Gambar 2.24** Dioda

**Jenis dioda** juga bermacam-macam, seperti Dioda silicon, Dioda germanium, Dioda zener dan LED (Light Emitting Dioda). *Fungsi dioda* ini sangat berlainan, karena memiliki perbedaan pada aspek fisik baik ukuran geometrik, tingkat pengotoran, jenis elektrode ataupun jenis pertemuan

Selain sebagai penyerah arus, fungsi dioda juga bisa di gunakan sebagai detector yaitu untuk mendeteksi sinyal-sinyal kecil. Dioda zener dipakai sebagai stabilisator tegangan catu daya sedangkan dioda LED (Light Emitting Dioda) yaitu dioda yang dapat memancarkan cahaya biasanya dipakai sebagai lampu control.

Sebagian besar jenis dioda seringkali disebut karakteristik menyearahkan. *Fungsi dioda* paling umum adalah untuk memperbolehkan arus listrik mengalir dalam suatu arah (disebut kondisi panjar maju) dan untuk menahan arus dari arah sebaliknya (disebut kondisi panjar mundur). Itu sebabnya, dioda dapat dianggap sebagai versi elektronik dari katup pada transmisi cairan.

**Karakteristik dioda** atau kurva I–V, berhubungan langsung dengan perpindahan dari pembawa melalui yang dinamakan lapisan penipisan atau daerah pemiskinan yang terdapat pada pertemuan p-n di antara semikonduktor.

Pada diode p-n, arus mengalir dari sisi tipe-p (anode) menuju sisi tipe-n (katode), tetapi tidak mengalir dalam arah sebaliknya. Itu lah yang dinamakan Dioda semikonduktor. Tipe lain dari diode semikonduktor adalah diode Schottky yang dibentuk dari pertemuan antara logam dan semikonduktor.

### c. Kapasitor

Pengertian Kapasitor adalah komponen elektronika yang digunakan untuk menyimpan muatan listrik yang terdiri dari dua konduktor dan di pisahkan oleh bahan penyekat (bahan dielektrik) tiap konduktor di sebut keping. Kapasitor atau yang sering disebut kondensator merupakan komponen listrik yang dibuat sedemikian rupa sehingga mampu menyimpan muatan listrik.

Prinsip sebuah kapasitor pada umumnya sama galnya dengan resistor yang juga termasuk dalam kelompok komponen pasif, yaitu jenis komponen yang bekerja tanpa memerlukan arus panjar. Kapasitor terdiri atas dua konduktor (lempeng logam) yang dipisahkan oleh bahan penyekat (isolator). Isolator penyekat ini sering disebut sebagai bahan (zat) dielektrik.

Di bawah ini, gambar dan bentuk dari komponen kapasitor dan pengertian kapasitor.



**Gambar 2.25** Kapasitor

Zat dielektrik yang digunakan untuk menyekat kedua penghantar komponen tersebut dapat digunakan untuk membedakan jenis kapasitor. Beberapa pengertian kapasitor yang menggunakan bahan dielektrik antara lain berupa kertas, mika, plastik cairan dan lain sebagainya.

Kegunaan kapasitor dalam rangkaian elektronika sangat di perlukan terutama untuk mencegah loncatan bunga api listrik pada rangkaian yang mengandung kumparan, menyimpan muatan atau energi listrik dalam rangkaian, memilih



panjang gelombang pada radio penerima dan sebagai filter dalam catu daya (power supply).

**Fungsi Kapasitor** adalah sebagai penyimpan arus/tegangan listrik. Untuk arus DC kapasitor berfungsi sebagai isolator/penahan arus listrik, sedangkan untuk arus AC Kapasitor berfungsi sebagai konduktor/melewatkan arus listrik. Dalam penerapannya kapasitor digunakan sebagai filter/penyaring, perata tegangan DC yang di gunakan untuk mengubah tengangan AC ke DC,pembangkit gelombang ac atau oscilator dan sebagainya.

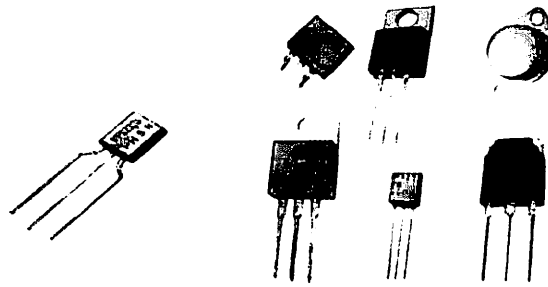
Di antara artikel tentang *pengertian kapasitor*, anda juga bisa melihat artikel tentang jenis kapasitor. **Jenis kapasitor** sendiri terbagi atas berbagai macam, di antaranya adalah Menurut Polaritasnya, Bahan Pembuatannya dan Ketetapan Nilainya. Selain memiliki jenis, bentuk kapasitor juga berbagai macam seperti kapasitor kertas (besar kapasitas 0,1 F), kapasitor elektrolit (besar kapasitas 105 pF), kapasitor variabel (besar kapasitas bisa di ubah-ubah hingga maksimum 500 pF

#### d. Transistor

Pengertian Transistor adalah sebagai piranti komponen elektronika yang terbuat dari bahan semikonduktor dan mempunyai tiga elektroda (triode) yaitu dasar (basis), pengumpul (kolektor) dan pemancar (emitor). Rangkaian ini berfungsi sebagai penguat sinyal, penyambung (switching) dan stabilisasi tegangan.

Transistor berasal dari bahasa transfer yang artinya pemindahan dan resistor yang berarti pengambat. Jadi *pengertian transistor* dapat di kategorikan sebagai emindahan atau peralihan bahan setengah penghantar menjadi penghantar pada suhu tertentu.

Di bawah ini, gambar dan bentuk fisik dari Pengertian Transistor



**Gambar 2.26** Transistor

Fungsi dari transistor bermacam-macam, di mana dapat juga berfungsi semacam kran listrik, dimana berdasarkan arus inputnya (BJT) atau tegangan inputnya (FET), memungkinkan pengaliran listrik yang sangat akurat dari sirkuit sumber listriknya

Tegangan yang di satu terminalnya misalnya Emitor dapat dipakai untuk mengatur arus dan tegangan yang lebih besar daripada arus input Basis, yaitu pada keluaran tegangan dan arus output Kolektor.

Transistor pertama kali di temukan oleh William Shockley, John Barden, dan W. H Brattain pada tahun 1948. Dan mulai di pakai dalam praktek pada tahun 1958. Ada 2 jenis transistor, yaitu transistor tipe P – N – P dan transistor jenis N – P – N.

Transistor merupakan komponen yang sangat penting dalam sebuah rangkaian elektronika. Seperti halnya dalam rangkaian analog yang di gunakan dalam amplifier (penguat). Dalam sebuah rangkaian-rangkaian digital , transistor di gunakan sebagai saklar berkecepatan tinggi. Beberapa pengertian transistor juga dapat dirangkai sedemikian rupa sehingga berfungsi sebagai logic gate, memori dan fungsi rangkaian-rangkaian lainnya.

Cara kerja transistor pada umumnya hampir sama dengan resistor, yang memiliki tipe-tipe dasar modern. Ada dua tipe dasar modern, yaitu bipolar junction transistor (BJT atau transistor bipolar) dan field-effect transistor (FET), yang masing-masing bekerja secara berbeda.

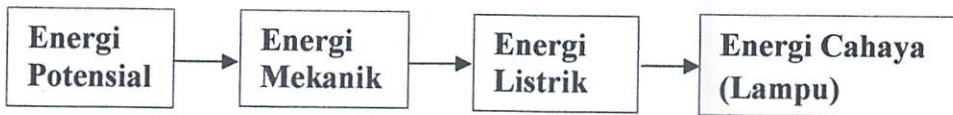
Transistor juga memiliki jenis-jenis yang berbeda-beda. Secara umum transistor dapat dibeda-bedakan berdasarkan banyak kategori, seperti Materi semikonduktor, Kemasan fisik, Tipe, Polaritas, Maximum kapasitas daya, Maximum frekuensi kerja, Aplikasi dan masih banyak jenis lainnya

## BAB III

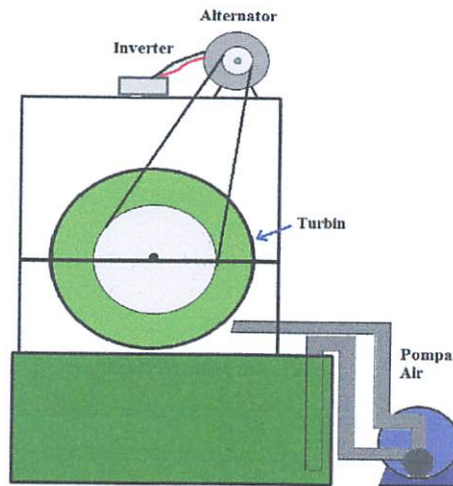
### PERANCANGAN DAN PEMBUATAN

#### 3.1 Diagram Blok Sistem

Pada bab ini akan dibahas tentang perencanaan sebuah alat yang meliputi diagram blok rangkaian dan desain sistem pikohidro yang digunakan pada Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro.



**Gambar 3.1** Blok Diagram Proses Transformasi Energi pada PLTPH



**Gambar 3.2** Desain konstruksi PLTPH

Dari cara sistem bekerja keseluruhan, maka dapat diuraikan fungsi umum tiap-tiap blok adalah sebagai berikut :

- a. Setelah pompa air nyala, air akan mengalir melalui pompa dengan debit  $0,6 \times 10^{-3} \text{ (m}^3/\text{s)}$ .
- b. Turbin berputar karena gaya dorong air mampu untuk memutar turbin yang ada.



- c. Alternator berputar sehingga menghasilkan energi listrik yang dihasilnya tegangan DC yang kemudian akan diubah menjadi tegangan AC melalui inverter.

## 3.2 Perancangan Piko hidro

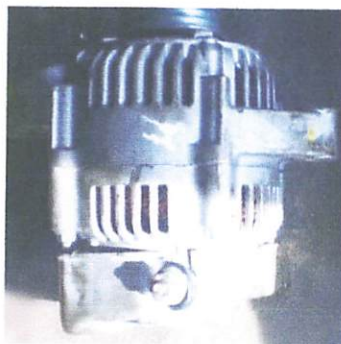
### 3.2.1 Pemilihan Alternator

Dalam rancang bangun piko hidro, generator merupakan mesin listrik yang berfungsi untuk merubah energi mekanik dalam bentuk putaran menjadi energi listrik. Pemilihan generator dilakukan agar biaya pembuatan dapat ditekan, agar pemilihan turbin bisa sederhana dan sistem multiplikasi untuk perbandingan putaran turbin dengan generator mudah ditentukan. Disamping itu juga daya yang dihasilkan oleh generator bisa digunakan untuk melayani kebutuhan energi listrik rumah.

Alternator atau biasa disebut dengan dynamo ampere adalah peranti yang berfungsi sebagai generator yang menghasilkan arus listrik alternating current (AC) dan sekaligus mengubahnya menjadi arus direct current (DC). Komponen ini juga menjadi pembangkit energi listrik yang diisikan ke accu/ aki.

Sistem pengisian mempunyai 3 komponen penting yakni *Aki*, *Alternator* dan *Regulator*. Alternator ini berfungsi bersama-sama dengan Aki untuk menghasilkan listrik ketika mesin dihidupkan. Hasil yang dihasilkan oleh alternator adalah tegangan AC. Yang kemudian dikonversi/diubah menjadi tegangan DC

#### KOMPONEN ALTERNATOR



**Gambar 3.3** Alternator

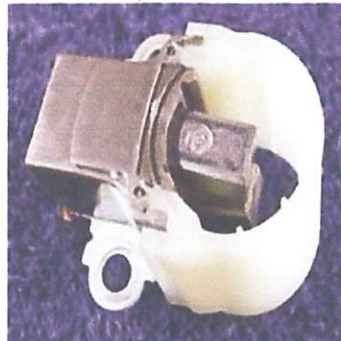
Alternator terdiri dari :

- a. Gabungan kutub magnet yang dinamakan Rotor.
- b. Gulungan kawat magnet yang dinamakan stator.
- b. Rangkaian dioda yang dinamakan rectifier.
- c. Alat pengatur voltase yang dinamakan regulator.
- d. Dua kipas dalam ( internal Fan) untuk menghasilkan sirkulasi udara.

Jika bagian atas alternator dibuka :

1. Carbon Brush yang menempel dengan bagian atas rotor ( Slip Ring).
2. Regulator yang mengontrol tegangan output alternator.
3. Rangkaian dioda (rectifier) yang mengkonversi (mengubah) voltase AC menjadi voltase DC.
4. Slip Ring (bagian dari rotor) dihubungkan dengan setiap dari Field winding.

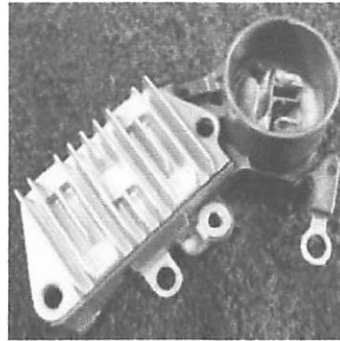
#### 1. Carbon Brush



**Gambar 3.4** Carbon Brush

Dua slip ring yang berada di setiap bagian atas rotor. Slip ring dihubungkan dengan field winding dimana carbon brush dapat bergerak, dan ketika arus mengalir melalui field winding Lewat slip ring, akan ada arus magnet disekitar rotor. 2 buah arang yang diposisikan sejajar yang akan menempel dengan slip ring. Carbon brush disolder atau Diikat dengan baut.

## 2. IC Regulator



**Gambar 3.5** IC Regulator

Fungsi IC regulator **dinamo ampere** ini adalah mengatur besarnya arus listrik yang dibangkitkan dan disalurkan pada sistem kelistrikan mobil. Mengapa perlu IC regulator? Suplai listrik yang dihasilkan oleh sebuah **dinamo ampere** bervariasi tergantung kebutuhan, misalnya kebutuhan listrik untuk menyalakan lampu2, ac mobil, audio mobil, instrument mobil bahkan komputer mobil. Kebutuhan listrik mobil bervariasi oleh sebab itu IC regulator bertugas mengatur berapa besar arus listrik yang akan di suplai. Biasanya sebuah dinamo amper toyota starlet memiliki kemampuan membangkitkan atau menyuplai arus listrik antara 35 hingga 40 amper. Pada mobil era tahun 80-an dimana **dinamo ampere** belum menggunakan IC regulator, biasanya yang mengatur arus listrik adalah "cut out", dinamakan cut out karena memang alat ini akan memutuskan pembangkit listrik saat listrik pada aki sudah penuh. Kekurangan dari cut out ini adalah kurang akurat mengatur suplai arus listrik dan sering rusak karena mengandalkan kontak mekanis yang serign cepat aus seperti platina.

Regulator adalah otak dari sistem pengisian. Regulator mengatur keduanya baik itu voltase aki dan voltase stator, dan tergantung dari kecepatan putaran mesin, regulator akan mengatur Kemampuan kumparan rotor untuk menghasilkan output Alternator.

Regulator dapat diganti baik itu internal regulator atau eksternal. Dewasa ini rata rata semuanya sudah memakai internal regulator.



Dewasa ini rata-rata semuanya sudah memakai internal regulator

Kesimpulan:

- a. IC Regulator adalah otak dari sistem pengisian.
  - b. Regulator mengatur keduanya baik itu voltase aki dan voltase stator, dan tergantung dari kecepatan putaran mesin.
  - c. Regulator akan mengatur Kemampuan kumparan rotor untuk menghasilkan output Alternator.
  - d. Regulator dapat diganti baik itu internal regulator atau eksternal.
3. Diode Rectifier



**Gambar 3.6** Diode Rectifier

Rangkaian Dioda bertanggung jawab atas konversinya tegangan AC ke tegangan DC. 6 atau 8 diode digunakan untuk mengubah tegangan stator AC ke tegangan DC. Setengah dari diode tersebut digunakan dalam kutub positif dan setengahnya lagi dalam kutub negatif.

#### BAGIAN DALAM ALTERNATOR



**Gambar 3.7** Bagian Dalam Alternator

with high fidelity and in the same way as you would expect to see it.

1/10/2014

the first of the two is the one that is the most common.

the second is the one that is the most common in the world.

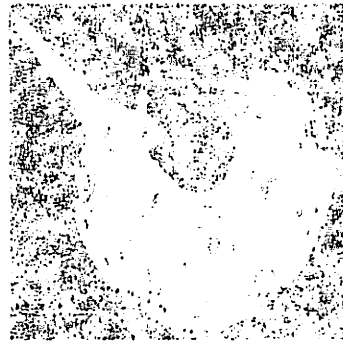
the third is the one that is the most common in the world.

the fourth is the one that is the most common in the world.

the fifth is the one that is the most common in the world.

the sixth is the one that is the most common in the world.

1/10/2014



the first of the two is the one that is the most common.

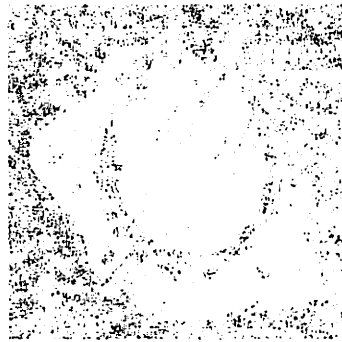
the second is the one that is the most common in the world.

the third is the one that is the most common in the world.

the fourth is the one that is the most common in the world.

the fifth is the one that is the most common in the world.

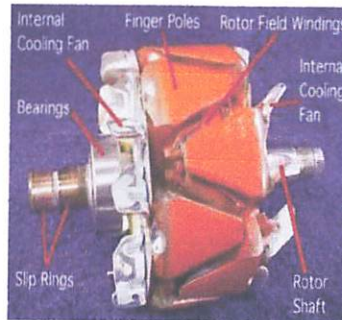
the sixth is the one that is the most common in the world.



the first of the two is the one that is the most common.

Rotor yang diantaranya terdiri dari kutub kutub magnet yang berputar mengelilingi didalam stator. Putaran Rotor menciptakan arus magnet disekelilingnya. Gulungan (stator) mengembangkan tegangan yang dikarenakan magnet yang berputar maka arus akan diinduksi melalui terminal stator.

### Rangkaian Rotor



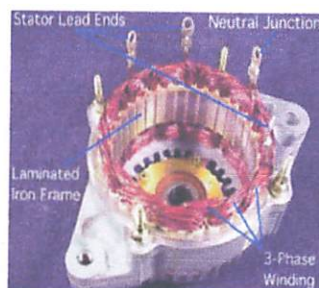
**Gambar 3.8** Rangkaian Rotor

Rotor terdiri dari kutub kutub magnet, inti field winding dan slip ring.

Beberapa model/tipe termasuk mensupport lahar dan satu atau dua kipas didalamnya. Rotor digerakkan atau diputar didalam alternator dengan putaran tali kipas mesin. Rotor yang terdiri kutub kutub magnet, field winding, dan Slip ring, bagian bagian ini padat bersambungan pada sumbu rotor, field winding dihubungkan kepada slip ring dimana carbon brush dapat bergerak.

Ada dua lahar yang terdapat di rotor, satu di bagian bawah slip ring, dan satunya berada dibagian atas sumbu rotor. Field Winding Rotor Menciptakan lapangan magnet yang disebabkan oleh arus yang mengalir melewati slip ring. Magnet tersebut disatu disisi menjadi kutub selatan, dan disisi lain menjadi kutub utara.

### Hubungan Stator – Rotor



**Gambar 3.9** Hubungan Stator – Rotor

... yang ... ..  
... ..  
... ..  
... ..



Gambar 1. Struktur mikrostruktur

... ..  
... ..  
... ..  
... ..  
... ..

... ..  
... ..  
... ..  
... ..  
... ..

Gambar 2. Struktur mikrostruktur



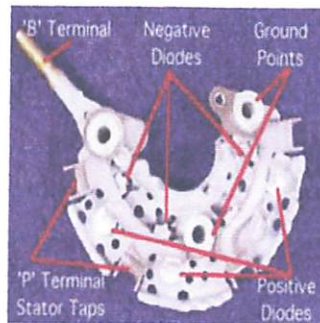
Gambar 3. Struktur mikrostruktur

Hubungan putaran rotor berputar didalam stator :

Arus magnet alternator yang berasal dari dari putaran rotor menginduksi tegangan kepada stator. Kekuatan dan kecepatan dari putaran arus magnet yang dihasilkan rotor akan berakibat terhadap tegangan induksi kepada stator.

Stator mempunyai 3 fase gulungan yang diisolasi kepada stator, gulungan tersebut terhubung antara satu dengan yang lainnya. Setiap fase ditempatkan diposisi yang berbeda dibandingkan dengan yang lain. Gulungan yang diisolasi itu menghasilkan medan magnet.

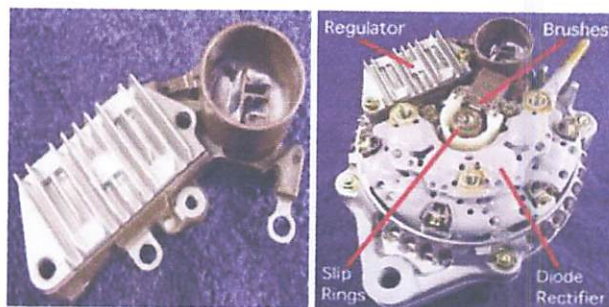
Rangkaian Diode – Rectifier



**Gambar 3.10** Rangkaian Diode – Rectifier

Diode digunakan sebagai penyearah tegangan. Diode mengubah tegangan AC menjadi tegangan DC sehingga aki menerima listrik yang benar.

Pengatur Tegangan



**Gambar 3.11** Pengatur Tegangan

Regulator akan mengatur tingkat / level sistem pengisian tegangan. Ketika sistem pengisian tegangan dibawah dari yang ditentukan, regulator akan



meningkatkan arus listrik tegangan, yang akan berakibat terciptanya arus magnet yang kuat, hasilnya akan meningkatnya output alternator.

Ketika sistem pengisian tegangan diatas yang ditentukan, regulator akan menurunkan arus listrik tegangan, dan membuat arus magnet menjadi lemahhasilnya output alternator yang semakin Kecil.

Regulator mengatur tegangan aki, dan juga mengatur arus yang mengalir ke rangkaian rotor. Rangkaian rotor menghasilkan arus magnet. Tegangan yang dihasilkan diinduksi di stator. Rangkaian rectifier mengubah tegangan stator AC menjadi tegangan DC yang digerakkan ole putaran mesin.

### **3.2.2 Pemilihan Kran Air**

Kran air adalah alat yang berfungsi untuk membuka dan menutup aliran air. Pada alat ini kami memilih kran air yang difungsikan sebagai pemancar sama seperti nozzle. Pemilihan kran air sebagai pengganti dari fungsi nozzle yaitu untuk memudahkan dalam mengatur debit air dengan cara mengatur posisi buka-tutup dari kran itu sendiri. Pengaturan posisi buka dari kran di lakukan secara manual.

### **3.2.3 Pemilihan dan perhitungan sistem multiplikasi**

Berdasarkan dari perhitungan perbandingan kecepatan putaran dari turbin dan alternator. Maka kami memilih sistem multiplikasi sebagai pengkonversi putaran dari turbin (mesin penggerak) ke alternator. Karena untuk meringankan turbin sehingga dapat memutar alternator, maka perbandingan antara pulley pada alternator dengan pulley pada turbin dibuat tidak terlalu besar. Karena putaran pada alternator harus lebih tinggi daripada putaran pada turbin. Pada perancangan ini kami melakukan percobaan dengan memakai sistem multiplikasi sederhana.

Perbandingan putaran dari sistem multiplikasi sederhana dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Perbandingan putaran turbin dan alternator dengan sistem multiplikasi sederhana

Pulley pada turbin	Pulley Alternator
Diameter 30 cm	Diameter 6 cm
1 kali putaran	5 kali putaran

Jika putaran generator harus 1500 rpm, maka jika memakai sistem multiplikasi sederhana maka putaran minimal turbin harus 300 rpm. Dalam kenyataannya jika memakai sistem multiplikasi sederhana maka turbin tidak bisa berputar dengan kecepatan yang diinginkan. Hal tersebut dikarenakan kami memakai penghubung v-belt pada pengkonversi putaran turbin ke alternator. Sedangkan kalau turbin dikopel langsung pada alternator maka turbin bisa berputar akan tetapi kecepatannya rendah. Jika mampu mencapai tetapi putaran yang diperoleh tidak stabil hal ini dikarenakan pancaran air tidak secara maksimal bisa memutar turbin dikarenakan debit air yang terlalu kecil dan energi yang diperlukan untuk memutar turbin harus besar.

### 3.2.4 Perancangan dan Pembuatan Turbin Pelton

Perancangan dan pembuatan turbin kami dasarkan pada debit air yang keluar dari pompa air. Air yang keluar dari pompa kami berdasarkan spesifikasi dari pabrikannya adalah 0,6 l/s melewati pipa  $\frac{3}{4}$  “.

Berdasarkan data yang sudah kami peroleh, maka kami memilih pemodelan turbin pelton dikarenakan turbin ini adalah turbin impuls. Turbin impuls adalah turbin yang memanfaatkan 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 sama dengan turbin tekanan 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.

Turbin Pelton terdiri dari satu set sudu jalan yang diputar oleh pancaran air yang disemprotkan dari satu atau lebih alat yang disebut nozle. 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 dua bagian yang simetris. Sudu dibentuk sedemikian sehingga pancaran air akan mengenai tengah-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 sehingga terjadi konversi energi kinetik menjadi energi mekanis. Karena pembuatan turbin ini rumit dan memerlukan keahlian maupun ketelitian yang tinggi disamping itu juga biaya yang tidak sedikit, maka kami merancang turbin dengan memodifikasi bentuk sudunya. Dengan asumsi sudu akan selalu terkena tekanan dari pancaran air yang keluar dari kran.

#### **3.2.4.1 Prinsip Kerja Turbin Pelton**

Turbin pelton merupakan turbin impuls. Turbin Pelton terdiri dari satu set sudu jalan yang diputar oleh pancaran air yang disemprotkan dari satu atau lebih alat yang disebut nozle. 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 dua bagian yang simetris. Sudu dibentuk sedemikian sehingga pancaran air akan mengenai tengah-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 sehingga terjadi konversi energi kinetik menjadi energi mekanis.

Tabel 3.2 Kecepatan spesifik turbin

Turbin Pelton	$12 \leq N_s \leq 25$
Turbin Francis	$60 \leq N_s \leq 300$
Turbin Crossflow	$40 \leq N_s \leq 200$
Turbin Propeller	$250 \leq N_s \leq 1000$

### 3.2.4.2 Perencanaan Turbin

Dengan debit yang sudah diketahui, kita dapat menentukan dimensi turbin berdasarkan volume air yang dapat ditampung oleh tiap sudu pada turbin dengan perhitungan sebagai berikut :

Diketahui :

Debit air (pompa air) = 36 l/min = 0,6 l/s =  $0,6 \times 10^{-3} \text{ (m}^3/\text{s)} = 0,0006 \text{ (m}^3/\text{s)}$

Diameter pipa = 3/4"

Daya yang dihasilkan oleh turbin dengan data tersebut dapat dihitung. Karena pada percobaan ini kami memakai pompa yang mengabaikan ketinggian (head) dan kecepatan gravitasi maka kedua hal tersebut tidak saya masukkan dalam rumus perhitungan. Sehingga daya output turbin dapat dihitung dengan rumus perhitungan :

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

Karena pada percobaan kami memakai pompa air, jadi dalam perhitungan kami mengabaikan gaya gravitasi dan head maka perhitungan menjadi :

$$\begin{aligned} P_{\text{out turbin}} &= \rho \times Q \times \eta_{\text{turbin}} \\ &= 1000 \times 0,0006 \times 0,85 \\ &= 0,4505 \text{ Kw} \\ &= 450 \text{ W} \end{aligned}$$

Dimana :

$P_{out}$  turbin = daya Turbin (kW)

$\rho$  = massa jenis fluida ( $\text{kg/m}^3$ )  
= air ( $1000 \text{ kg/m}^3$ )

$Q$  = debit air ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

$\eta_{turbin}$  = efisiensi turbin  
= 0.8 - 0.85 untuk turbin pelton

### 3.2.4.3 Perancangan dan Penempatan Sudu

Sudu merupakan bagian dari turbin yang berfungsi sebagai penangkap pancaran / gaya dorong air dari kran, sehingga sudu-sudu turbin terkena gaya potensial air yang bisa memutar turbin. Agar gaya dorong dari air dapat mengenai sudu turbin secara maksimal kami mengasumsikan bahwa sudu harus berbentuk lengkung ( $\frac{1}{2}$  lingkaran).

Adapun langkah-langkah perancangan sudu sebagai berikut:

#### a) Penentuan jumlah sudu

Jumlah sudu turbin dapat menentukan kecepatan dari putaran turbin. Penentuan jumlah sudu turbin dapat dihitung dengan rumus perhitungan sebagai berikut :

$$Z = \frac{\pi \times DLT}{2 \times D(\text{nozzle})}$$

$$= \frac{3,14 \times 16,24}{2 \times 1,2}$$

$$= 18,2 \text{ buah sudu}$$

Banyaknya jumlah suatu sudu sangat menentukan kecepatan putaran dari turbin itu sendiri. Karena semakin banyak jumlah sudu yang ada, maka gaya dorong air akan semakin banyak yang menekan sudu-sudu turbin tanpa ada senggang waktu yang lama. Oleh sebab itu disini kami memakai jumlah sudu 24 buah.

Dengan pertimbangan berbagai alasan :

- Jarak antar sudu
- Dimensi sudu
- Diameter pancaran air

#### b) Penentuan sudut tiap sudu

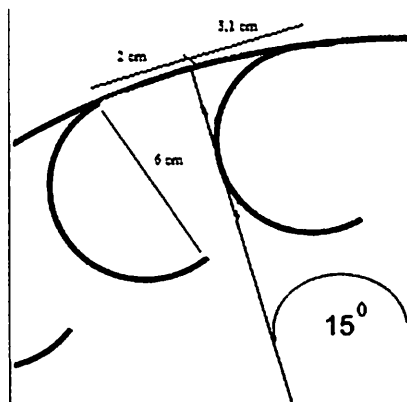
Pembentukan sudut ini juga dapat mempengaruhi kesamaan gaya dorong antar sudu dan torsi yang dihasilkan oleh turbin. Dengan menentukan sudut ini maka letak sudu pada turbin tidak lurus  $90^\circ$  dengan as. Penentuan sudut pada turbin dapat dihitung dengan rumus sederhana :

$$\begin{aligned} \text{Sudut} &= \frac{360^\circ}{Z} \\ &= \frac{360^\circ}{24} \\ &= 15^\circ \end{aligned}$$

Dimana :

$360^\circ$  = sudut mutlak lingkaran

Z = jumlah sudu



Gambar 3.12 Sudut tiap sudu

#### 3.2.4.4 Pembuatan Turbin

Setelah perhitungan-perhitungan di atas maka proses pembuatan turbin dapat dilakukan. Ada beberapa tahapan yang kami lakukan dalam pembuatan turbin yaitu :

- a. Pemotongan plat besi.
- b. Pemotongan pipa pembuat sudu.
- c. Pengelasan sudu-sudu.
- d. Pengelasan bearing pada turbin.
- e. Pemasangan turbin pada as.

Hal-hal di atas bukan merupakan standart langkah pembuatan turbin. Langkah ini kami lakukan berdasarkan keperluan dan kemudahan dalam pembuatan turbin.

- a. Pemotongan plat besi.

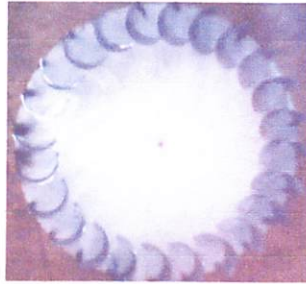
Plat besi yang kami gunakan merupakan bekas dari sebuah panel dengan ketebalan 1 mm. Sebelum melakukan pemotongan, kami menggambar lingkaran dulu pada plat tersebut. Dengan titik tengah sebagai tempat pengelasan bearing pada saat nanti turbin dipasang pada as. Gambar lingkaran yang kami buat berdiameter 40 cm. Dimana plat besi berbentuk lingkaran ini kami akan gunakan sebagai tempat mengelas sudu-sudu turbin dan chasingnya.

- b. Pemotongan pipa pembuat sudu.

Pipa besi dipotong sesuai dengan ukuran yaitu panjang 6 cm. Pemotongan dilakukan dengan menggunakan gerinda demi mempercepat proses pemotongan batangan besi. Setelah itu potongan pipa besi dibelah menjadi dua bagian.

- c. Pengelasan sudu-sudu.

Setelah sudut dan titik diketahui, sudu kami las tepat pada tanda  $20^\circ$  yang sudah dibuat pada plat besi yang sedang dipotong dalam bentuk lingkaran tadi. Proses pengelasan membutuhkan kesabaran dan ketelitian agar hasilnya bagus sesuai dengan yang diinginkan. Gambar hasil pengelasan sudu-sudu pada plat besi ditunjukkan ada gambar 3.13 dibawah ini.



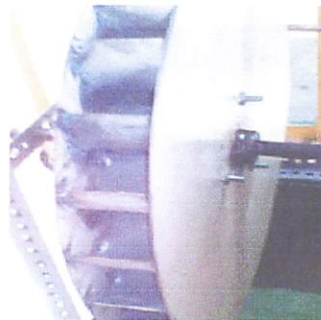
**Gambar 3.13** Rancang Turbin

d. Pengelasan bearing pada turbin.

Setelah pengelasan sudu-sudu pada plat besi selesai. Langkah selanjutnya ialah melubangi titik tengah plat besi dengan di bor. Pengelasan bearing pada poros plat besi harus kuat dan presisi. Disamping itu bearing harus tetap berfungsi yaitu mengurangi gesekan turbin dengan as pada saat turbin berputar. Sehingga turbin dapat berputar maksimal karena rugi gesekan tidak begitu besar.

e. Pemasangan turbin pada as.

Fungsi as (bantalan) adalah untuk menompang turbin agar tetap pada posisi normalnya. Sebuah putaran pada poros pastilah terjadi gesekan pada saat proses perputaran itu terjadi. Oleh sebab itu kami memberi bearing pada turbinnya terlebih dahulu. Tujuannya ialah untuk mengurangi biaya pengeluaran dibandingkan memakai pillow block pada as.



**Gambar 3.14** Pemasangan turbin

## **BAB IV**

### **PENGUJIAN dan ANALISA**

Dalam penerapan tugas akhir yang telah dibuat akan diuji dan dianalisa hasil dari alat tersebut atau perbandingan dari nilai-nilai perhitungan dengan nilai hasil percobaan meliputi antara lain :

1. Pengujian pengaruh posisi buka kran terhadap debit air.
2. Pengujian perbandingan putaran turbin dengan alternator pada pengkonversi sederhana.
3. Pengujian pengaruh tegangan output inverter dan rpm alternator pada saat diberi beban .

#### 4.1 Pengujian pengaruh posisi buka kran terhadap debit air

Pada pembuatan pikohidro yang sudah dilakukan memakai modifikasi turbin pelton sebagai pengkonversi energi potensial yang dimiliki oleh air menjadi energi mekanik dan kemudian alternator yang mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Pada pengujian ini, di ujung pipa pesat dipasang sebuah kran yang berfungsi untuk mengatur debit air untuk menggerakkan turbin. Ada tiga posisi pada pengaturan debit air, yaitu posisi 1 kran terbuka sekitar  $\frac{1}{2}$  dan posisi 2 kran terbuka penuh. Pengukuran debit dimana dilakukan dengan cara menampung air pada sebuah jerigen dengan waktu tertentu.

Rumus :

$$\text{Debit} = \frac{\text{volume} \times 10^{-3}}{\text{waktu}}$$

Dimana :

$$\text{Debit} = l/t \times 10^{-3} \text{ (m}^3\text{/s)}$$

$$\text{volume} = \text{liter (l)}$$

$$\text{waktu} = \text{sekon(s)}$$

##### 4.1.1 Tujuan pengujian

Untuk mengetahui perbandingan debit air dan putaran turbin akibat pengaruh dari posisi buka kran yang berbeda-beda.

##### 4.1.2 Alat

- Jerigen
- HP

##### 4.1.3 Prosedur pengujian

- a. Mengoperasikan pompa dengan posisi kran terbuka penuh.
- b. Memasukkan air ke jerigen sampai volume yang sudah ditentukan bersamaan dengan memulai waktu penghitungan dengan menggunakan fasilitas stopwatch pada hp, setelah jerigen penuh langsung hentikan stopwacthnya.



- c. Masukkan waktu yang telah ditempuh sampai volume air pada jerigen yang sudah ditentukan terpenuhi pada tabel hasil pengujian.
- d. Menghitung debit air sesuai rumus diatas.
- e. Ulangi prosedur b,c,d sampai beberapa posisi buka dari kran selesai.

#### 4.1.4 Hasil pengujian

Dari pengujian pengaruh posisi buka kran terhadap debit air maka didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 4.1 Pengaruh posisi buka kran terhadap debit air .

Posisi Kran	Waktu t (s)	Volume L	Debit Q (m <sup>3</sup> /s)
2	8.5	5	0,58 x 10 <sup>-3</sup>
1	17,5	5	0,28 x 10 <sup>-3</sup>

Data pada Tabel 4.1 menunjukkan bahwa posisi buka kran berpengaruh terhadap debit air. Sehingga dengan berkurangnya debit air mengakibatkan berkurangnya kecepatan putaran pada turbin. Pada posisi kran terbuka penuh (100 %) waktu yang dibutuhkan untuk mengisi ember dengan volume 5 liter adalah .... detik, pada posisi 1 dan 2 dengan volume yang sama dibutuhkan waktu yang lebih lama untuk mengisi penuh jerigen.

#### 4.2 Pengujian perbandingan putaran turbin dengan alternator pada pengkonversi sederhana.

Pada pembuatan pembangkit pikohidro yang sudah dilakukan memakai sistem konversi sederhana. Dengan modifikasi turbin pelton sebagai pengkonversi energi potensial yang dimiliki oleh air menjadi energi mekanik dan kinetik menjadi energi listrik sehingga sesuai yang diinginkan. Pada pengujian ini,

kecepatan putaran pada turbin akan dilakukan pengukuran dan membandingkannya dengan kecepatan putaran pada alternator. Pada saat kran dibuka penuh. Pengukuran kecepatan putaran turbin dengan alternator dapat dilakukan dengan menggunakan alat pengukur putaran yaitu tachometer.

#### 4.2.1 Tujuan pengujian

Untuk mengetahui kecepatan putaran turbin yang digunakan apakah dapat memenuhi putaran alternator melalui perbandingan 1 : 5.

#### 4.2.2 Alat

- Tacho meter

#### 4.2.3 Prosedur pengujian

- Mengoperasikan pompa dengan posisi kran terbuka penuh.
- Pengukuran kecepatan putaran pada turbin menggunakan tachometer.
- Pengukuran kecepatan putaran pada alternator menggunakan tachometer.
- Masukkan data hasil pengukuran ke tabel.

#### 4.2.4 Hasil pengujian

Dari pengujian kecepatan putaran turbin dengan alternator pada pengkonversi sederhana. maka didapatkan hasil sebagai berikut.

Tabel 4.2 Menunjukkan perbandingan putaran turbin dengan alternator pengkonversi sederhana.

Alat yang diukur	Rpm
Turbin	127
Alternator	635

Data pada Tabel 4.2 menunjukkan bahwa pengkonversian putaran turbin dapat meningkatkan putaran pada alternator. Karena kecepatan putaran dari alternator cukup besar. Sehingga alternator dapat menghasilkan listrik walaupun

dalam jumlah daya yang kecil. Sehingga dengan semakin besarnya perbedaan perbandingan diameter antara turbin dengan generator pada sistem multiplikasi akan meningkatkan pula putaran pada generator. Tetapi akan dibutuhkan juga tenaga yang lebih besar untuk memutar turbin pembangkit.

### **4.3 Pengujian pengaruh tegangan output inverter dan rpm alternator pada saat diberi beban.**

Pada pembuatan pembangkit pikohidro yang sudah dilakukan memakai sistem pengkonversi putaran sederhana dengan modifikasi turbin pelton, sebagai pengkonversi energi potensial yang dimiliki oleh air menjadi energi mekanik dan kinetik menjadi energi listrik. or sesuai yang diinginkan. Pada pengujian ini, besarnya tegangan output dari inverter akan dilakukan pengukuran dan membandingkannya dengan kecepatan putaran pada alternator. Pada saat kran dibuka penuh. Pengukuran kecepatan putaran alternator dapat dilakukan dengan menggunakan alat pengukur putaran yaitu tachometer.

#### **4.3.1 Tujuan pengujian**

Untuk mengetahui pengaruh pembebanan terhadap tegangan output dari inverter dan pengaruh rpm pada alternator pada debit air tertentu.

#### **4.3.2 Alat**

- Tacho meter
- Voltmeter
- Lampu 5 watt 2 (buah)

#### **4.3.3 Prosedur pengujian**

- a. Mengoperasikan pompa dengan posisi kran terbuka penuh.
- b. Pengukuran kecepatan putaran pada turbin dan alternator dengan menggunakan tachometer.
- c. Pengukuran besarnya tegangan pada alternator dengan menggunakan Voltmeter.

d. Masukkan data hasil pengukuran ke tabel .

#### 4.3.4 Hasil pengujian

Dari pengujian pengaruh tegangan output inverter dan rpm alternator pada saat diberi beban, maka didapatkan hasil sebagai berikut.

Tabel 4.3 Menunjukkan hasil pengukuran tegangan output inverter dan rpm generator pada saat diberi beban.

<b>Beban</b>	<b>Tegangan output inverter (Volt)</b>	<b>Rpm Alternator</b>
<b>Tanpa beban</b>	<b>220</b>	<b>635</b>
<b>Lampu 5 watt</b>	<b>218</b>	<b>624</b>
<b>Lampu 10 watt</b>	<b>216</b>	<b>613</b>

Data pada Tabel 4.3 menunjukkan bahwa penambahan beban pada percobaan akan mempengaruhi daya output dari inverter. Disamping itu juga akan mempengaruhi kecepatan putaran dari alternator mobil yang dipakai.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Setelah dilakukan proses perencanaan, pembuatan dan pengujian alat serta dari data yang didapat dari perencanaan dan pembuatan rancang bangun pembangkit listrik tenaga piko hidro, maka dapat diambil kesimpulan bahwa :

1. Turbin sebagai alat pengkonversi energi potensial air yang keluar dari pompa menjadi energi gerak (putaran) yang ditransmisikan ke putaran alternator menggunakan sistem mutipikasi sederhana dapat meningkatkan putaran dari alternator..
2. Dengan debit air  $0,58 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$  turbin hanya bisa berputar maksimal sekitar 127 rpm tetapi tidak stabil.
3. Pembebanan pada pembangkit berpengaruh terhadap putaran alternator, semakin besar beban yang ada maka putaran alternator akan menurun.
4. Putaran turbin berpengaruh terhadap putaran alternator, jika rpm rendah maka daya outputan alternator juga rendah.
5. Permasalahan utama yang mengakibatkan daya output alternator sangat kecil ialah karena putarannya terlalu rendah.

#### **5.2 Saran-saran**

Alat ini merupakan konstruksi dari pmbangkit tenaga listrik pikohidro yang sederhana. Yang berdasarkan hasil karya pribadi dan dikembangkan berdasarkan kemampuan yang terbatas. Karya ini hanya simulasi yang sama sekali jauh berbeda dari sesungguhnya. Oleh sebab itu penulis mengharapkan saran-saran dari para pembaca yang bisa membangun dan memotifikasi lagi

### **Daftar Pustaka**

1. Abdul Kadir, Pengantar Teknik Tenaga Listrik, LP3ES,1993
2. Dietzel, Fritz. 1990, Turbin, Pompa dan Kompresor, Jakarta : Penerbit Erlangga
3. Paryatno, Wibowo,2007. Turbin Air, Jakarta : Graha Ilmu
4. Trevor Linsley, Instalasi Listrik Dasar, Penerbit Erlangga, 2004
5. Browsing internet : [www.google.com](http://www.google.com)



## PERSETUJUAN PERBAIKAN TUGAS AKHIR

Dari hasil ujian Tugas Akhir Teknik Listrik Diploma Tiga (D-III) yang diselenggarakan pada :



Hari : Jum'at

Tanggal : 10 Agustus 2012

Telah dilakukan perbaikan tugas akhir oleh :

1. Nama : Didik Santoso
2. NIM : 09.52.004
3. Program Studi : Teknik Listrik D-III
4. Judul Tugas : Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro

Perbaikan meliputi :

NO	Materi Perbaikan	Paraf
1	Penulisan tabel 3.2 pada hal 36 dibetulkan	
2	Penulisan Bab V / kesimpulan, rata kanan	
3		
4		

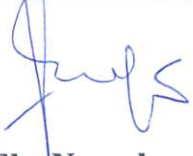
**Dosen Pembimbing 1**

**Ir. H. Taufik Hidayat, MT**  
NIP.P 1018700151


**Dosen Pembimbing 2**

  
**Lauhil Mahfudz H, ST, MT**

**Anggota Penguji I**

  
**Ir. Eko Nurcahyo, MT**  
NIP.P 10128700172

**Anggota Penguji II**

  
**M. Ibrahim Ashari, ST, MT**  
NIP.P 1030100358



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

## Formulir Perbaikan Tugas Akhir

Dalam pelaksanaan Ujian Tugas Akhir Jenjang D-III , Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Elektro, maka perlu adanya perbaikan Tugas Akhir untuk mahasiswa :

Nama : Dede Samsu  
NIM : 052004  
Jurusan : Teknik \_\_\_\_\_


Adapun perbaikan-perbaikan tersebut meliputi antara lain :

Penulisan tabel 3.2. hal 36 dibetulkan.

kesimpulan <sup>bab V</sup> ~~per~~ Penulisan harus rata kanan.

Malang, 10 agst 2012-

Dosen Penguji,

  
(M. Ibrahim Asmuli)