



## **BAB III**

### **PERENCANAAN DAN PEMASANGAN ALAT**

#### **3.1 Perencanaan**

Dalam pembuatan suatu alat perlu adanya sebuah perencanaan yang menjadi acuan dalam proses pembuatannya, sehingga kesalahan yang mungkin timbul dapat ditekan dan dihindari.

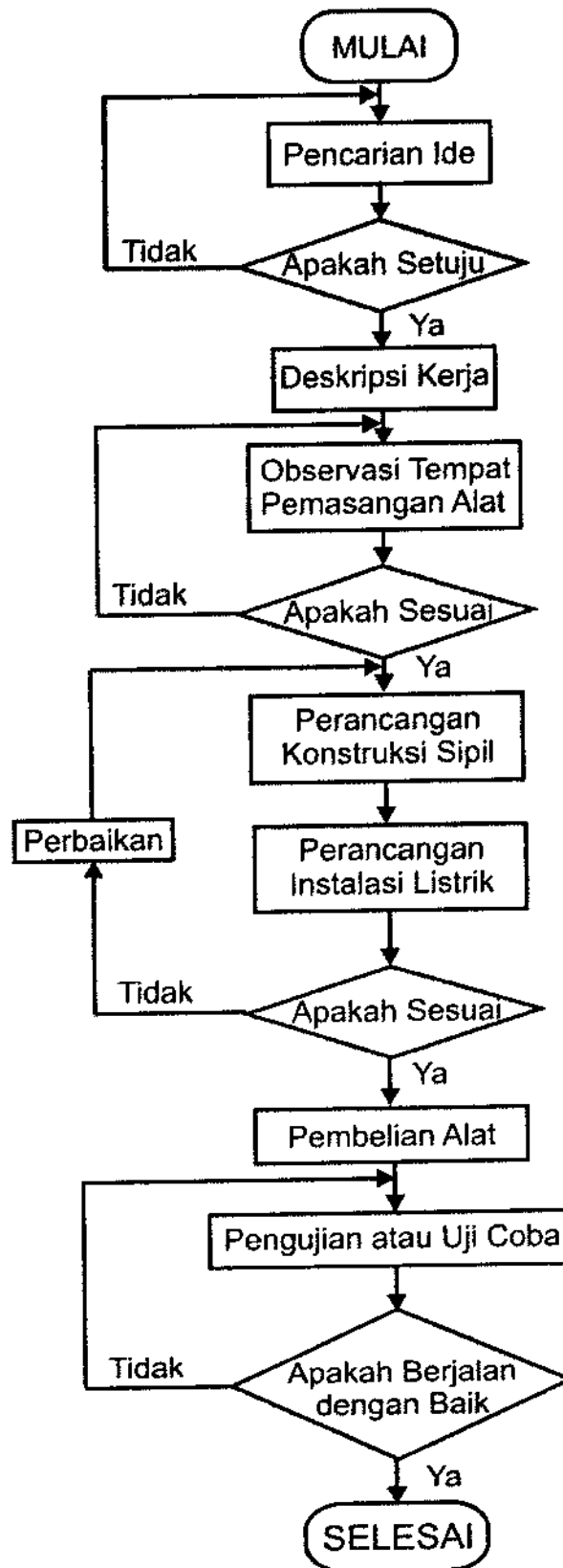
##### **3.1.1 Tujuan Perencanaan**

Tujuan utama dari tahap perencanaan adalah untuk menyiapkan segala sesuatu yang diperlukan dalam merealisasikan pengatur beban otomatis dalam bentuk prinsip kerja yang akan dibangun berdasarkan panduan yang telah didapat dengan memperhatikan dan menimbang aspek yang berkaitan dengan pembuatan alat tersebut. Adapun tujuan dari perencanaan pemasangan alat adalah :

1. Menentukan deskripsi kerja dari alat yang direncanakan
2. Menentukan bahan-bahan yang diperlukan dalam pemasangan alat
3. Mengatur tata letak alat yang direncanakan
4. Membuat konstruksi sipil sesuai dengan buku panduan
5. Meminimalisir kesalahan dalam proses pemasangan alat

##### **3.1.2 Diagram Alir Perencanaan**

Ada beberapa tahapan yang ditempuh dalam proses perencanaan pembuatan Pembangkit Listrik Tenaga Picohydro (PLTPH) yang dituangkan dalam diagram alir berikut, yaitu :



Gambar 3.1 Diagram Alir Perencanaan

## 3.2 Perancangan Konstruksi Sipil Pembangkit Listrik Picohydro (PLTPH)

### 3.2.1 Perancangan Bendungan

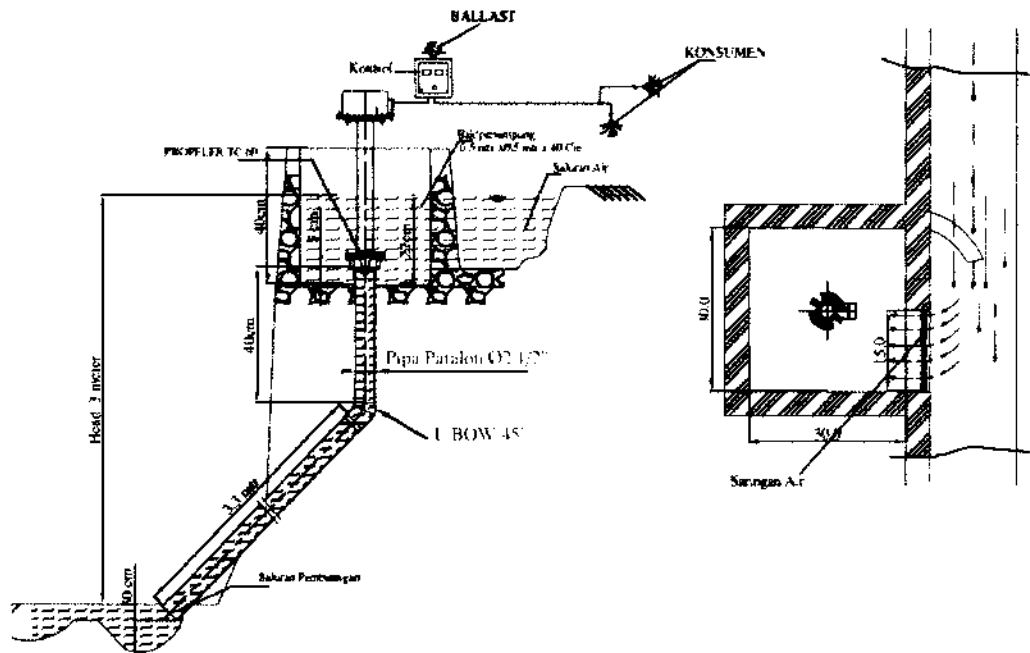
Bendungan merupakan hal yang sangat penting dalam proses pembuatan pembangkit listrik tenaga air. Bendungan berfungsi untuk menbendung air dan menyalurkan air ke bak penampung. Dalam pembuatannya bendungan harus didesain sangat kokoh, sehingga apabila terjadi dorongan air yang sangat besar bendungan tidak mengalami kerusakan. Bendungan didirikan pada saluran air yang bertempat di belakang Lab. Elektro FPTK UPI. Bendungan memiliki spesifikasi sebagai berikut :

1. Tinggi bendungan adalah 1 m.
2. Lebar bendungan adalah 40 cm.
3. Panjang bendungan adalah 2 x 60 cm.
4. Bendungan dapat dibuka dan ditutup dengan menggunakan plat besi yang berukuran 100 x 40 cm.
5. Disisi kiri bendungan terdapat saluran pipa yang disalurkan ke bak penampung.



Gambar 3.2 *Bendungan pada saluran air di belakang lab FPTK UPI.*

Spesifikasi konstruksi sipil menurut buku panduan dari pabrik pembuat turbin dan generator diperlihatkan pada gambar 3.3 dibawah ini.



Gambar 3.3 Perancangan denah dan konstruksi sipil PLTPH

### 3.2.2 Perancangan Bak Penampung

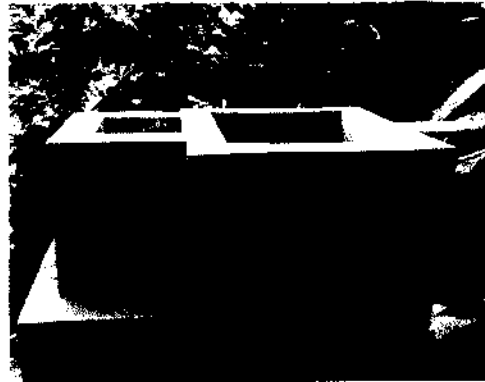
Bak penampung adalah bak untuk menampung air sementara sebelum air disalurkan ke bak penempatan turbin. Dalam bak penampung juga harus dibuat bak yang digunakan untuk penempatan turbin. Bak penempatan turbin adalah bak yang digunakan untuk menempatkan turbin, bak ini dirancang berbeda dengan bak penampung. Karena turbin yang digunakan adalah turbin dengan jenis propeller, maka pada dasar bak penempatan turbin ini diberi lubang yang berdiameter 2,5 inci. Lubang yang digunakan untuk menempatkan turbin harus sesuai dengan besarnya diameter turbin. Pemasangan turbin pada bak tersebut harus sesuai dengan ukurannya dan tidak ada air yang bocor pada saluran pipa

pembuangan. Hal tersebut dapat mengakibatkan turbin tidak beroperasi dengan maksimal.

Penempatan bak penampungan yaitu dibelakang Lab. Elektro FPTK UPI.

Bak penampung memiliki spesifikasi sebagai berikut :

1. Terdiri dari 2 bak, satu bak penampung air dan yang kedua untuk penempatan turbin.
2. Bak penampung air memiliki ketinggian dari tanah 120cm, bak dirancang untuk menampung air hingga batas maksimal 60 cm, begitu pula dengan bak untuk penempatan turbin air.
3. Lebar dalam bak penampung air adalah 70 x 70 cm dengan tinggi 60 cm, sedangkan lebar dalam bak penempatan turbin adalah 40 x 40 cm dan tinggi 60 cm.
4. Pada bak penampung diberi lubang untuk mengalirkan air dari bak penampung ke bak penempatan turbin.
5. Pada dasar bak penempatan turbin terdapat pipa berukuran 2,5 inci untuk mengalirkan air dari bak ke saluran air. Ketinggian head dari bak ke saluran air pembuangan adalah 3 m, dengan rincian 40 cm tegak lurus dan 3,3 m miring dengan sudut kemiringan  $45^{\circ}$ . Pipa saluran ini pada ujung pipa yang menuju saluran air harus terendam, ini disebabkan agar air memiliki daya hisap yang tinggi.



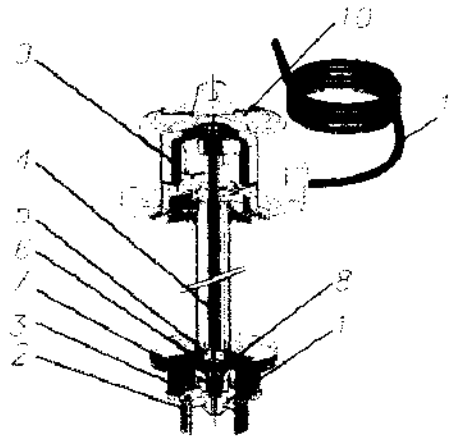
Gambar 3.4 *Bak Penampung dan Bak Penempatan Turbin*

### **3.3 Komponen Penting Pada Pembangkit Listrik Tenaga Picohydro**

#### **3.3.1 Turbin**

Dalam proses perancangan sistem kelistrikan pada pembangkit pikohidro yang berkapasitas 100 VA, penulis akan mengutarakan dahulu spesifikasi turbin yang digunakan. Turbin yang digunakan ini berjenis Propeller Open Flume, turbin ini berputar antara kisaran 2700 Rpm. Turbin ini berdiameter 2,5 inci dan memiliki 5 sudu yang sudut kemiringannya  $\pm 35^\circ$ .

Pemasangan turbin ini adalah dicelupkan ke dalam bak penempatan turbin yang berada didasar bak terdapat lubang berdiameter 2,5 inci. Penempatan turbin ini harus tepat dan tidak boleh miring ataupun ada kebocoran pada penempatannya karena akan menyebabkan air lebih banyak yang terbuang sehingga turbin tidak berputar semaksimal mungkin. Turbin ini disambung langsung dengan generator sehingga memiliki efisiensi yang tinggi, selain itu keuntungan digunakannya sambungan langsung ini adalah untuk memudahkan proses pemeliharaan.

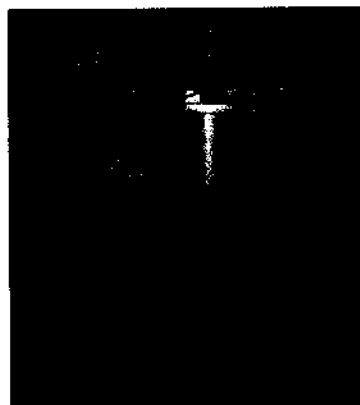


Gambar 3.5 *Turbin Propeller Open Flume*

Komponen penting dari gambar turbin diatas :

- |                               |                     |
|-------------------------------|---------------------|
| 1. Propeller fix blade        | 7. Mekanikal seal   |
| 2. Housing propeller          | 8. Rumah bearing    |
| 3. Fix guide vane             | 9. Generator        |
| 4. Shaft                      | 10. Tutup generator |
| 5. Bearing standart 6200-2HRS | 11. Kabel generator |
| 6. Seal                       |                     |

Adapun bentuk turbin propeller open flume yang digunakan dalam perencanaan pembangkit listrik picohydro ini diperlihatkan pada gambar 3.6.

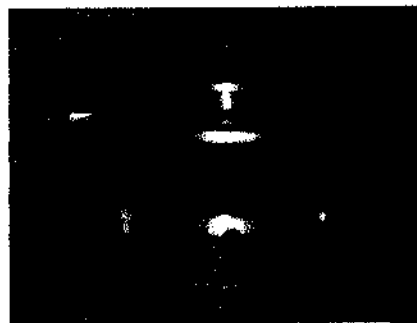


Gambar 3.6 *Bentuk Fisik Turbin Propeller Open Flume*



### 3.3.2 Generator

Untuk menghasilkan listrik pada Pembangkit Listrik Picohydro ini digunakan generator. Generator pada perancangan ini langsung dihubungkan dengan turbin. Sehingga kerja turbin dengan generator adalah sama berputarnya. Penyambungan langsung ini memiliki beberapa kelebihan yaitu untuk mengurangi terjadinya kerusakan pada sambungan apabila menggunakan sambungan seperti gear atau belt. Kelebihan lain yang dimiliki pada sambungan langsung ini adalah untuk memudahkan proses perawatannya. Generator ini dapat menghasilkan listrik sampai 100 VA, tergantung pada debit air yang dapat menggerakkan turbinnya.

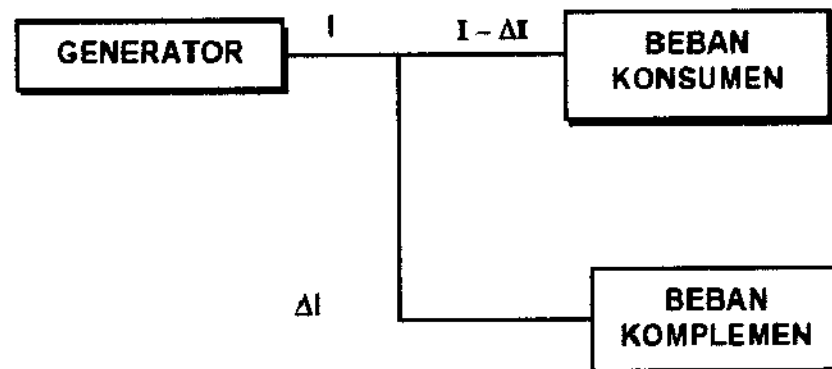


Gambar 3.7 *Generator Berkapasitas 100 Watt*

### 3.4 Prinsip Kerja Pengatur Beban Otomatis

Prinsip kerja dari pengatur beban otomatis adalah pengontrol beban komplemen pada Pembangkit Listrik Tenaga Air dengan kapasitas sesuai yang dibutuhkan di lapangan. Jika daya air yang masuk ke turbin dibuat selalu tetap sehingga daya penggerak turbin selalu tetap, maka frekuensi dan respon generator akan menjadi fungsi dari beban. Agar frekuensi yang dihasilkan oleh generator besarnya selalu tetap, maka besar beban dari generator harus selalu tetap. Untuk

itu diperlukan beban tiruan yang besar bebannya dapat diatur sesuai dengan pengurangan beban dari Pembangkit Listrik Tenaga Air. Beban tiruan ini disebut beban komplemen. Pada suatu kondisi beban tertentu (misal pada beban sebesar 75% beban penuh), daya air yang masuk ke turbin diatur sehingga diperoleh putaran generator yang dikehendaki. Jika pada beban konsumen terjadi penurunan beban sebesar  $\Delta I$ , maka beban komplemen akan dilewati arus yang rata-ratanya akan sebesar penurunan arus akibat turunnya beban konsumen ( $\Delta I$ ). Dengan demikian generator akan dibebani dengan total beban yang selalu konstan. Diagram blok dari uraian tersebut seperti ditunjukkan pada gambar 3.8.



Gambar 3.8 *Diagram Blok Pembagian Daya Beban Komplemen*

Oleh karena daya yang masuk ke turbin dibuat tetap dan beban yang dirasakan oleh generator juga selalu tetap, maka putaran generator senantiasa juga tetap. Dengan kata lain, jika debit air konstan maka generator harus dibebani dengan daya konstan agar putaran generator selalu tetap. Oleh karena beban konsumen tidak selalu konstan, maka untuk menjaga kestabilan putaran turbin generator diperlukan beban komplemen yang besarnya diatur oleh Pengatur Beban Otomatis sedemikian rupa sehingga :

$$\text{Beban Konsumen} + \text{Beban Komplemen} = \text{Kapasitas Nominal Generator}$$

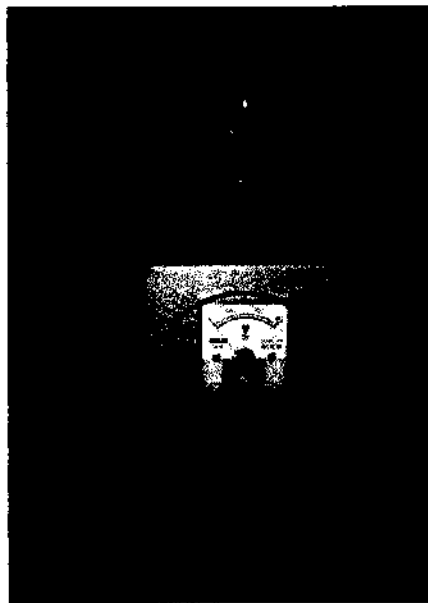
### 3.5 Konstruksi dan Instalasi Pengatur Beban Otomatis

Secara garis besar konstruksi Pengatur beban otomatis terdiri dari :

1. Bentuk fisik
2. Instalasi elektrik dan pengatur beban otomatis PLTPH
3. Instalasi rangkaian didalam Panel dan PCB

#### 3.5.1 Bentuk fisik

Adapun bentuk fisik dari pengatur beban otomatis diperlihatkan pada gambar 3.7 berikut.



Gambar 3.9 *Bentuk Fisik Pengatur Beban Otomatis*

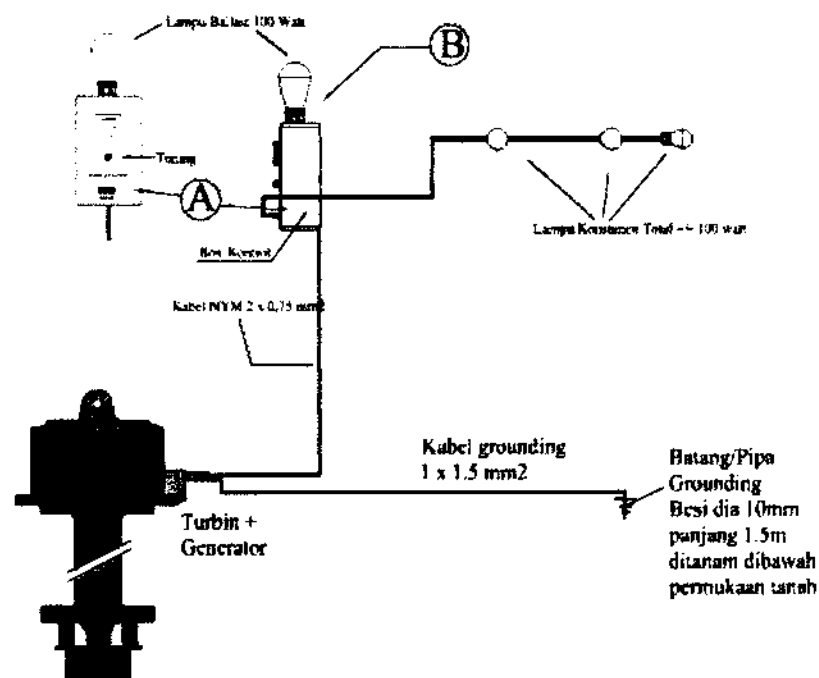
Keterangan gambar 3.9 :

1. Beban Balast atau Komplemen
2. Staker atau sambungan dari generator
3. Voltmeter mengukur tegangan dari generator
4. Pontensio meter untuk tuning beban
5. Lampu indicator beban ballast
6. Lampu indicator beban seimbang atau beban konsumen

7. Fuse
8. Tegangan keluaran untuk beban konsumen.

### 3.5.2 Instalasi elektrik dan pengatur beban otomatis PLTPH

Sebelum generator dan turbin dipasang pada bak penampungan tahap pertama yang harus diperhatikan adalah instalasi elektriknya. Pemasangan atau instalasi elektrik dan pengatur beban otomatis harus sesuai panduan dari buku pemasangan agar meminimalisir kesalahan dalam pemasangan. Adapun instalasi elektrik dan pengatur beban otomatis ditunjukkan pada gambar 3.10.



Gambar 3.10 Instalasi elektrik dan Pengatur Beban Otomatis

#### 3.5.2.1 Petunjuk instalasi elektrik

1. hubungkan soket kabel dari turbin (laki) dengan soket kabel dari box control (perempuan). Standar kabel turbin yang tersedia NYM 2x0.75mm<sup>2</sup> dengan panjang hanya 2 m, apabila kabel tidak mencukupi gunakan minimal standar diameter dan bahan kabel yang sama untuk memperpanjang.

- 2 Pasang fitting lampu untuk beban ballast pada soket yang terletak pada control bagian atas (B) pasang lampu ballast 100 watt.
- 3 Jumlah total beban lampu konsumen kurang-lebih 100 watt. Penggunaan beban melebihi kapasitas tersebut akan menyebabkan tegangan menurun (lampu lebih redup). Hubungkan beban lampu konsumen pada soket yang terletak pada bagian depan/bawah kontrol (A).
- 4 Hubungkan body turbin ke batang/pipa grounding (*grounding bar*) dengan menggunakan kabel tembaga minimal  $1 \times 1.5 \text{ mm}^2$ .
- 5 Grounding bar dapat terbuat dari batang tembaga diameter  $\frac{1}{2}$  inci atau cukup dengan pipa besi diameter 20 mm sepanjang 1.5 m minimal. Batang ini ditanam sekitar bak turbin dan lebih baik pada tempat basah.
- 6 Kabel grounding dan grounding bar merupakan sebuah kewajiban sebagai tindakan mencegah kecelakaan akibat kebocoran arus. Jangan meremehkan akan kemungkinan terjadinya kebocoran arus karena bekerja pada tegangan 220 volt dan pada lingkungan basah.

### 3.5.2.2 Petunjuk pengoperasian

- 1 Bangunan sipil (bak turbin) telah terbangun sesuai spesifikasi yang ditentukan seperti pada gambar
- 2 Instalasi elektrik telah terpasang kecuali dengan benar lampu konsumen pada pengoperasian awal
- 3 Kabel grounding wajib terpasang
- 4 Buka pintu air jika tersedia
- 5 Pasang turbin TC-60 pada lubang dudukannya dalam bak ketika telah terjadi hisapan yang cukup kuat dari pipa. Pastikan tidak terjadi kebocoran sepanjang saluran pipa buang, karena daya yang dikeluarkan akan kecil. Kebocoran pipa dapat juga diketahui dari kondisi air keluar pipa yang berbuih sebagai pertanda udara masuk kedalam pipa atau turbin
- 6 Turbin akan langsung berputar dan generator akan langsung menghasilkan listrik yang dapat diketahui dari nyala lampu ballast yang semakin terang, tegangan mencapai 200-220 volt.

- 7 Periksa ketinggian nyata antara muka air atas dengan muka air bawah. Jika tidak tercapai 3 meter daya listrik yang dihasilkan kurang dari spesifikasi yang ada
- 8 Pastikan jaringan lampu konsumen telah terpasang dengan baik (tidak terjadi hubungan pendek)
- 9 Hubungkan lampu konsumen dengan total daya kurang lebih 100 watt (sesuai dengan spesifikasi sistem) atau masih diperkenankan melebihi daya tersebut dengan catatan akan terjadi penurunan tegangan yang mengakibatkan intensitas cahaya lampu redup
- 10 Hidup matikan lampu konsumen, apabila tegangan masih cukup stabil pada 200-220 volt dan lampu ballast berubah intensitasnya maka sistem telah bekerja dengan baik
- 11 Apabila lampu ballast redup atau sama sekali tidak menyala dapat dimungkinkan terjadi beberapa hal sebagai berikut: terdapat sampah, sekering putus, kebocoran pada pipa, lampu ballast putus, terjadi hubungan pendek, terjadi kerusakan pada turbin dan terjadi kerusakan pada kontrol
- 12 Apabila kontrol rusak, dapat dioperasikan secara manual dengan menghubungkan secara langsung soket kabel turbin ke konsumen. Pada operasi manual tegangan tidak akan stabil ketika beban konsumen berubah-ubah (dihidup nyalakan).

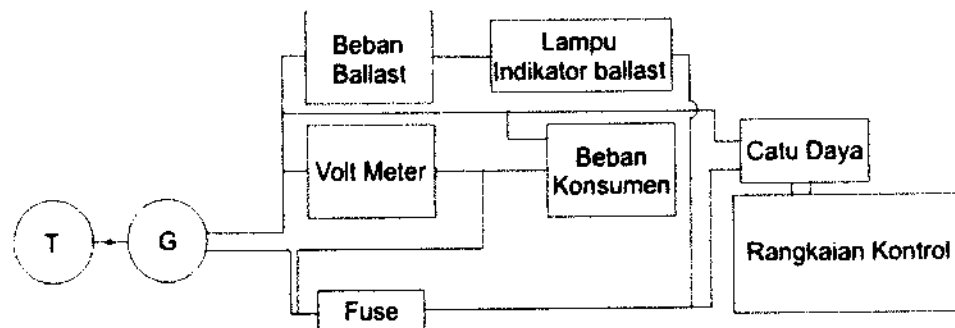
### **3.5.2.3 Petunjuk tuning pada pengatur beban otomatis**

- 1 Pada panel control dilengkapi dengan potensiometer untuk keperluan tuning yang disesuaikan dengan kondisi masing-masing
- 2 Tuning cukup dilakukan satu kali di awal pengoperasian
- 3 Cara melakukan tuning: ketika sistem telah bekerja, hidupkan semua lampu konsumen. Perhatikan apabila lampu ballast masih menyala putar potensiometer secara perlahan kekiri atau kekanan hingga padam
- 4 Tuning yang tepat dapat dilihat ketika sekitar 20 s/d 30 watt lampu konsumen dinyalakan, lampu ballast mulai menyala.

- 5 Apabila hingga 40 watt lampu konsumen telah menyala sementara lampu ballast masih padam, berarti potensio diputar terlalu kekiri, putar potensio searah jarum jam sampai lampu ballast menyala.

### 3.5.3 Instalasi rangkaian di dalam panel dan Printed Circuit Board (PCB)

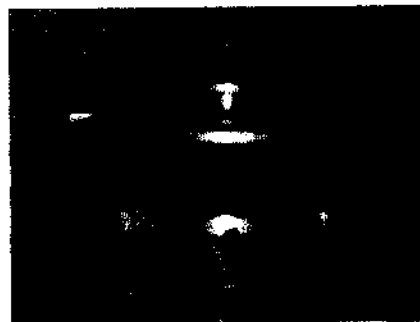
PCB pada pengatur beban otomatis 100 watt terdiri dari control linier satu fasa. Sensor untuk kontrol linier diambil dari output generator. Instalasi di dalam panel pengatur beban otomatis diperlihatkan pada gambar 3.11 dan gambar 3.12. Di atas PCB kontrol linier, dipasang berbagai jenis komponen elektronis. Adapun tata letak komponen kontrol linier tersebut seperti diperlihatkan pada Gambar 3.13. Perlu diperhatikan bahwa setiap selesai pemasangan jenis komponen, timah solder harus melekat pada jalur yang benar. Untuk itu perlu memperhatikan *bottom layer PCB* kontrol linier seperti ditunjukkan pada Gambar 3.14.



Gambar 3.11 Diagram Instalasi di dalam panel pengatur beban otomatis

### 3.3.2 Generator

Untuk menghasilkan listrik pada Pembangkit Listrik Picohydro ini digunakan generator. Generator pada perancangan ini langsung dihubungkan dengan turbin. Sehingga kerja turbin dengan generator adalah sama berputarnya. Penyambungan langsung ini memiliki beberapa kelebihan yaitu untuk mengurangi terjadinya kerusakan pada sambungan apabila menggunakan sambungan seperti gear atau belt. Kelebihan lain yang dimiliki pada sambungan langsung ini adalah untuk memudahkan proses perawatannya. Generator ini dapat menghasilkan listrik sampai 100 VA, tergantung pada debit air yang dapat menggerakkan turbinnya.



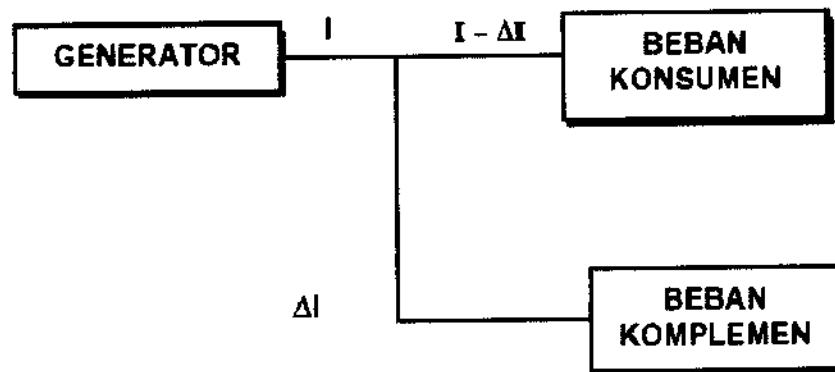
Gambar 3.7 *Generator Berkapasitas 100 Watt*

### 3.4 Prinsip Kerja Pengatur Beban Otomatis

Prinsip kerja dari pengatur beban otomatis adalah pengontrol beban komplemen pada Pembangkit Listrik Tenaga Air dengan kapasitas sesuai yang dibutuhkan di lapangan. Jika daya air yang masuk ke turbin dibuat selalu tetap sehingga daya penggerak turbin selalu tetap, maka frekuensi dan respon generator akan menjadi fungsi dari beban. Agar frekuensi yang dihasilkan oleh generator besarnya selalu tetap, maka besar beban dari generator harus selalu tetap. Untuk



itu diperlukan beban tiruan yang besar bebannya dapat diatur sesuai dengan pengurangan beban dari Pembangkit Listrik Tenaga Air. Beban tiruan ini disebut beban komplemen. Pada suatu kondisi beban tertentu (misal pada beban sebesar 75% beban penuh), daya air yang masuk ke turbin diatur sehingga diperoleh putaran generator yang dikehendaki. Jika pada beban konsumen terjadi penurunan beban sebesar  $\Delta I$ , maka beban komplemen akan dilewati arus yang rata-ratanya akan sebesar penurunan arus akibat turunnya beban konsumen ( $\Delta I$ ). Dengan demikian generator akan dibebani dengan total beban yang selalu konstan. Diagram blok dari uraian tersebut seperti ditunjukkan pada gambar 3.8.



Gambar 3.8 *Diagram Blok Pembagian Daya Beban Komplemen*

Oleh karena daya yang masuk ke turbin dibuat tetap dan beban yang dirasakan oleh generator juga selalu tetap, maka putaran generator senantiasa juga tetap. Dengan kata lain, jika debit air konstan maka generator harus dibebani dengan daya konstan agar putaran generator selalu tetap. Oleh karena beban konsumen tidak selalu konstan, maka untuk menjaga kestabilan putaran turbin generator diperlukan beban komplemen yang besarnya diatur oleh Pengatur Beban Otomatis sedemikian rupa sehingga :

***Beban Konsumen + Beban Komplemen = Kapasitas Nominal Generator***

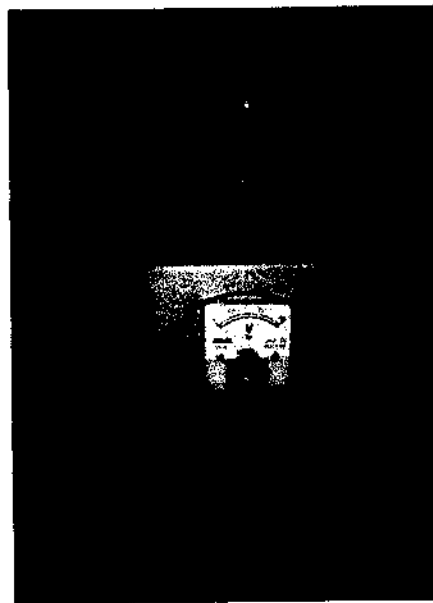
### **3.5 Konstruksi dan Instalasi Pengatur Beban Otomatis**

Secara garis besar konstruksi Pengatur beban otomatis terdiri dari :

1. Bentuk fisik
2. Instalasi elektrik dan pengatur beban otomatis PLTPH
3. Instalasi rangkaian didalam Panel dan PCB

#### **3.5.1 Bentuk fisik**

Adapun bentuk fisik dari pengatur beban otomatis diperlihatkan pada gambar 3.7 berikut.



**Gambar 3.9** *Bentuk Fisik Pengatur Beban Otomatis*

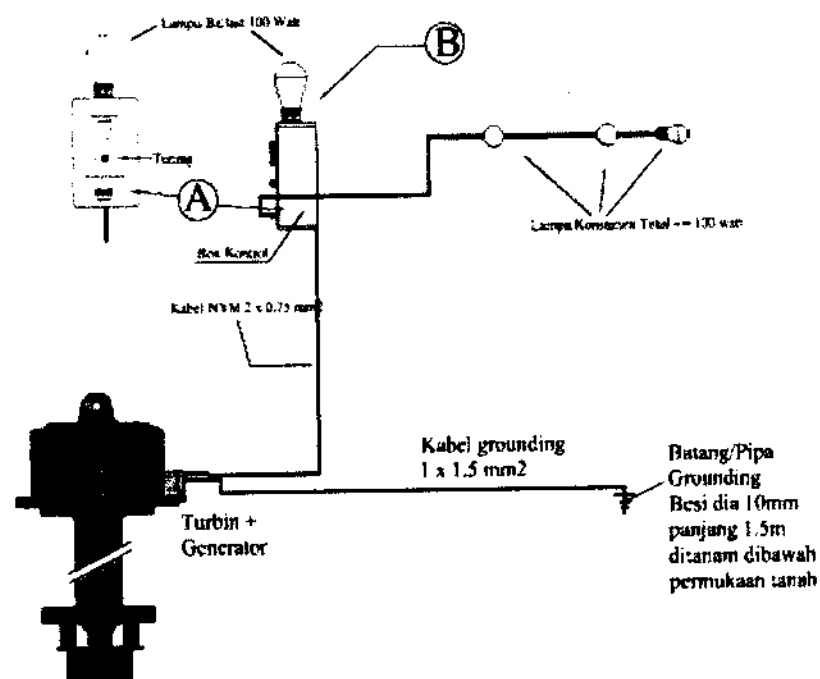
Keterangan gambar 3.9 :

1. Beban Balast atau Komplemen
2. Staker atau sambungan dari generator
3. Voltmeter mengukur tegangan dari generator
4. Pontensio meter untuk tuning beban
5. Lampu indicator beban ballast
6. Lampu indicator beban seimbang atau beban konsumen

7. Fuse
8. Tegangan keluaran untuk beban konsumen.

### 3.5.2 Instalasi elektrik dan pengatur beban otomatis PLTPH

Sebelum generator dan turbin dipasang pada bak penampungan tahap pertama yang harus diperhatikan adalah instalasi elektriknya. Pemasangan atau instalasi elektrik dan pengatur beban otomatis harus sesuai panduan dari buku pemasangan agar meminimalisir kesalahan dalam pemasangan. Adapun instalasi elektrik dan pengatur beban otomatis ditunjukkan pada gambar 3.10.



Gambar 3.10 Instalasi elektrik dan Pengatur Beban Otomatis

#### 3.5.2.1 Petunjuk instalasi elektrik

1. hubungkan soket kabel dari turbin (laki) dengan soket kabel dari box control (perempuan). Standar kabel turbin yang tersedia NYM 2x0.75mm<sup>2</sup> dengan panjang hanya 2 m, apabila kabel tidak mencukupi gunakan minimal standar diameter dan bahan kabel yang sama untuk memperpanjang.

- 2 Pasang fitting lampu untuk beban ballast pada soket yang terletak pada control bagian atas (B) pasang lampu ballast 100 watt.
- 3 Jumlah total beban lampu konsumen kurang-lebih 100 watt. Penggunaan beban melebihi kapasitas tersebut akan menyebabkan tegangan menurun (lampu lebih redup). Hubungkan beban lampu konsumen pada soket yang terletak pada bagian depan/bawah kontrol (A).
- 4 Hubungkan body turbin ke batang/pipa grounding (*grounding bar*) dengan menggunakan kabel tembaga minimal  $1 \times 1.5 \text{ mm}^2$ .
- 5 Grounding bar dapat terbuat dari batang tembaga diameter  $\frac{1}{2}$  inci atau cukup dengan pipa besi diameter 20 mm sepanjang 1.5 m minimal. Batang ini ditanam sekitar bak turbin dan lebih baik pada tempat basah.
- 6 Kabel grounding dan grounding bar merupakan sebuah kewajiban sebagai tindakan mencegah kecelakaan akibat kebocoran arus. Jangan meremehkan akan kemungkinan terjadinya kebocoran arus karena bekerja pada tegangan 220 volt dan pada lingkungan basah.

### 3.5.2.2 Petunjuk pengoperasian

- 1 Bangunan sipil (bak turbin) telah terbangun sesuai spesifikasi yang ditentukan seperti pada gambar
- 2 Instalasi elektrik telah terpasang kecuali degan benar lampu konsuen pda pengoperasian awal
- 3 Kabel grounding wajib terpasang
- 4 Buka pintu air jika tersedia
- 5 Pasang turbin TC-60 pada lubang dudukannya dalam bak ketika telah terjadi hisapan yang cukup kuat dari pipa. Pastikan tidak terjadi kebocoran sepanjang saluran pipa buang, karena daya yang dikeluarkan akan kecil. Kebocoran pipa dapat juga diketahui dari kondisi air keluar pipa yang terbuih sebagai pertanda udara masuk kedalam pipa atau turbin
- 6 Turbin akan langsung berputar dan generator akan langsung menghasilkan listrik yang dapat diketahui dari nyala lampu ballast yang semakin terang, tegangan mencapai 200-220 volt.

- 7 Periksa ketinggian nyata antara muka air atas dengan muka air bawah. Jika tidak tercapai 3 meter daya listrik yang dihasilkan kurang dari spesifikasi yang ada
- 8 Pastikan jaringan lampu konsumen telah terpasang dengan baik (tidak terjadi hubungan pendek)
- 9 Hubungkan lampu konsumen dengan total daya kurang lebih 100 watt (sesuai dengan spesifikasi sistem) atau masih diperkenankan melebihi daya tersebut dengan catatan akan terjadi penurunan tegangan yang mengakibatkan intensitas cahaya lampu redup
- 10 Hidup matikan lampu konsumen, apabila tegangan masih cukup stabil pada 200-220 volt dan lampu ballast berubah intensitasnya maka sistem telah bekerja dengan baik
- 11 Apabila lampu ballast redup atau sama sekali tidak menyala dapat dimungkinkan terjadi beberapa hal sebagai berikut: terdapat sampah, sekering putus, kebocoran pada pipa, lampu ballast putus, terjadi hubungan pendek, terjadi kerusakan pada turbin dan terjadi kerusakan pada kontrol
- 12 Apabila kontrol rusak, dapat dioperasikan secara manual dengan menghubungkan secara langsung soket kabel turbin ke konsumen. Pada operasi manual tegangan tidak akan stabil ketika beban konsumen berubah-ubah (dihidup nyalakan).

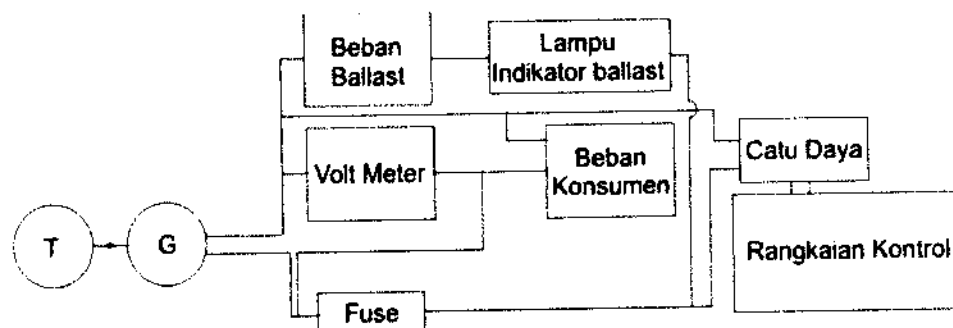
### **3.5.2.3 Petunjuk tuning pada pengatur beban otomatis**

- 1 Pada panel control dilengkapi dengan potensiometer untuk keperluan tuning yang disesuaikan dengan kondisi masing-masing
- 2 Tuning cukup dilakukan satu kali diawal pengoperasian
- 3 Cara melakukan tuning: ketika sistem telah bekerja, hidupkan semua lampu konsumen. Perhatikan apabila lampu ballast masih menyala putar potensiometer secara perlahan ke kiri atau ke kanan hingga padam
- 4 Tuning yang tepat dapat dilihat ketika sekitar 20 s/d 30 watt lampu konsumen dinyalakan, lampu ballast mulai menyala.

- 5 Apabila hingga 40 watt lampu konsumen telah menyala sementara lampu ballast masih padam, berarti potensio diputar terlalu kekiri, putar potensio searah jarum jam sampai lampu ballast menyala.

### 3.5.3 Instalasi rangkaian di dalam panel dan Printed Circuit Board (PCB)

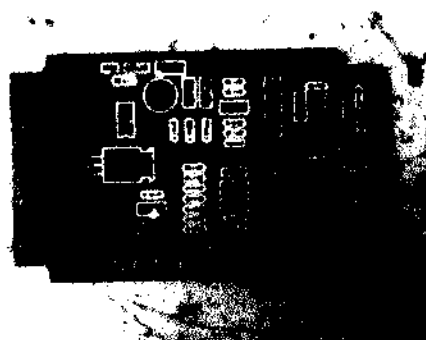
PCB pada pengatur beban otomatis 100 watt terdiri dari control linier satu fasa. Sensor untuk kontrol linier diambil dari output generator. Instalasi di dalam panel pengatur beban otomatis diperlihatkan pada gambar 3.11 dan gambar 3.12. Di atas PCB kontrol linier, dipasang berbagai jenis komponen elektronis. Adapun tata letak komponen kontrol linier tersebut seperti diperlihatkan pada Gambar 3.13. Perlu diperhatikan bahwa setiap selesai pemasangan jenis komponen, timah solder harus melekat pada jalur yang benar. Untuk itu perlu memperhatikan *bottom layer PCB* kontrol linier seperti ditunjukkan pada Gambar 3.14.



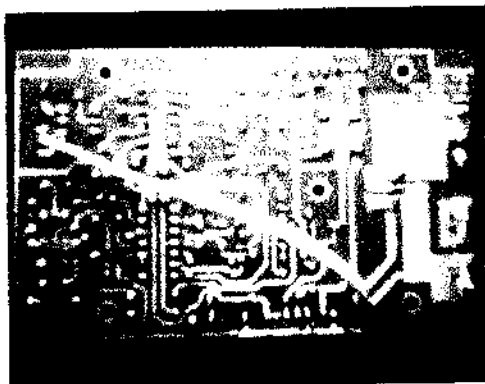
Gambar 3.11 Diagram Instalasi di dalam panel pengatur beban otomatis



Gambar 3.12 *Instalasi di dalam panel pengatur beban otomatis*



Gambar 3.13 *Tata letak komponen kontrol linier*



Gambar 3.14 *Bottom layer PCB kontrol linier*