LAPORAN KERJA PRAKTEK

ANALISIS GENERATOR
PADA PEMBANGKIT LISTRIK

PT. PERKEBUNAN NUSANTARA VIII TAMBAKSARI
UNIT PLTA CINANGLING SUBANG

Laporan ini disusun untuk memenuhi salah satu
syarat kelulusan mata kuliah kerja praktek

Disusun Oleh :
DAVID MABRUR PRANOTO
NIM : 13104011

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS KOMPUTER INDONESIA
BANDUNG
2008

LEMBAR PENGESAHAN

LAPORAN KERJA PRAKTEK

ANALISIS GENERATOR PADA PEMBANGKIT LISTRIK

Laporan Kerja Praktek ini disusun oleh :

NAMA : David Mabrur Pranoto

NIM : 13104011

Berdasarkan kegiatan yang telah dilaksanakan di **PT. PERKEBUNAN NUSANTARA VIII TAMBAKSARI UNIT PLTA CINANGLING SUBANG**, sejak tanggal 8 September 2008 s/d 22 November 2008 yang disetujui oleh :

Bandung, Januari 2009

Menyetujui

Koordinator Kerja Praktek

Tri Rahajoeningroem, MT
NIP : 4127.70.04.015

Ketua Jurusan Teknik Elektro **Pembimbing Perusahaan**

Muhammad Aria, ST
NIP : 4127.70.04.008

_____

LEMBAR PENGESAHAN

LAPORAN KERJA PRAKTEK

ANALISIS GENERATOR PADA PEMBANGKIT LISTRIK

Laporan Kerja Praktek ini disusun oleh :

NAMA : David Mabrur Pranoto

NIM : 13104011

Berdasarkan kegiatan yang telah dilaksanakan di **PT. PERKEBUNAN NUSANTARA VIII TAMBAKSARI UNIT PLTA CINANGLING SUBANG**, sejak tanggal 8 September 2008 s/d 22 November 2008 yang disetujui oleh :

Bandung, Januari 2009

Menyetujui

Dosen Pembimbing

Tri Rahajoeningroem, MT
NIP : 4127.70.04.009

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT. Karena atas nikmat, karunia dan ridho-Nya, penulis dapat melaksanakan dan menyelesaikan laporan kerja praktek yang merupakan salah satu syarat untuk menempuh jenjang pendidikan Strata-I (S-I) di Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer jurusan Teknik Elektro Universitas Komputer Indonesia (UNIKOM) yang dilaksanakan di **PT.PERKEBUNAN NUSANTARA VIII TAMBAKSARI UNIT PLTA CINANGLING SUBANG**. Dan tak lupa pula shalawat serta salam selalu tercurahkan pada junjungan kita Nabi besar Muhammad SAW.

Dari hasil kerja praktek yang telah dilaksanakan di PT. PERKEBUNAN NUSANTARA VIII TAMBAKSARI unit PLTA Cinangling Subang ini, maka pembuatan laporan kerja praktek yang dibuat penulis baik berupa lisan (bimbingan dan pengarahan dari kordinator kerja praktek) maupun tulisan (membaca buku referensi yang tersedia di perusahaan atau pengambilan data melalui media internet sebagai tambahan) penulis mengambil judul **"ANALISIS GENERATOR PADA PEMBANGKIT LISTRIK".**

Kesuksesan dalam melakukan kerja praktek dan penulisan laporan kerja praktek ini bejalan dengan baik karena adanya dukungan dan dorongan dari beberapa pihak.

Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Edi Soeryanto Soegoto. Rektor Universitas Komputer Indonesia
2. Bapak Muhammad Aria, ST. Selaku ketua study elektro
3. Ibu Tri Rahajoeningroem, MT. Selaku dosen pembimbing Kerja Praktek di lingkungan elektro
4. Bagian SDM di PT. PERKEBUNAN NUSANTARA VIII.
5. Bapak Kono selaku pembimbing kerja praktek di PT. PERKEBUNAN NUSANTARA VIII TAMBAKSARI UNIT PLTA CINANGLING SUBANG.
6. seluruh karyawan/karyawati dan staf kantor PT. PERKEBUNAN NUSANTARA VIII dan PT. PERKEBUNAN NUSANTARA VIII TAMBAKSARI UNIT PLTA CINANGLING SUBANG.
7. semua pihak yang terlibat dalam penyelesaian laporan kerja praktek ini.

Penulis menyadari, dalam laporan ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik serta saran dari para pembaca agar laporan ini lebih sempurna lagi.

Semoga pembuatan laporan ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan bagi penulis sendiri pada khususnya.

Bandung, Desember 2008

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL
LEMBAR PENGESAHAN
KATA PENGANTAR i
DAFTAR ISI.....iii

BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang Kerja Praktek 1
1.2 Maksud dan Tujuan Kerja praktek 3
1.3 Manfaat Kerja Praktek 4
1.4 Lokasi dan Waktu Pelaksanaan Kerja Praktek..... 4
1.5 Batasan Masalah 5
1.6 Sistematika Penulisan laporan Kerja Praktek 5
BAB II PROFIL PT. PERKEBUNAN NUSANTARA VIII 7
2.1 Sejarah PT. PERKEBUNAN NUSANTARA VIII 7
2.2.Struktur Organisasi di PT PERKEBUNAN NUSANTARA VIII 8
BAB III PT PERKEBUNAN NUSANTARA VIII TAMBAKSARI UNIT PLTA CINANGLING SUBANG 12
3.1 Skema Pembangkit Listrik 12
3.2 Persamaan dan Konversi.....14
BAB IV ANALISIS GENERATOR PADA PEMBANGKIT LISTRIK 17
4.1 Pemilihan Turbin..... 17
4.2 Kriteria Pemilihan Turbin..... 18
4.3 Pemilihan Generator dan Sistem Kontrol 24

BAB V PENUTUP 26
5.1 Kesimpulan 26
5.2 Saran 27

DAFTAR GAMBAR
DAFTAR TABEL
DAFTAR PUSTAKA

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Kerja Praktek

Generator adalah converter yang sampai sekarang tetap digunakan untuk mengubah energi – energi kimia atau kinetik menjadi energi listrik pada sebuah pembangkit listrik. Baik pembangkit tenaga air, tenaga panas bumi, tenaga uap, dan yang lainnya. Meskipun memiliki bentuk dan model yang beragam, generator memiliki peranan serta fungsi yang sangat penting dalam kelangsungan proses kinerja sebuah pembangkit listrik. Kemampuan generator untuk mengconvert suatu energi menjadi sebuah energi listrik yang sangat bermanfaat, akan ditunjang pula oleh suatu perangkat dan controlling lainnya. Dimana perangkat dan controlling tersebut berpengaruh terhadap kemampuan optimal sebuah generator dalam menjalankan fungsinya. Dengan demikian, diperlukan sebuah generator dengan sistem perangkat dan sistem controlling yang baik. PT. PERKEBUNAN NUSANTARA VIII TAMBAKSARI UNIT PLTA CINANGLING SUBANG merupakan salah satu pembangkit listrik yang berperan untuk memenuhi kebutuhan pasokan listrik di lingkungan perusahaan dan menggunakan generator sebagai alat converternya.

Kerja Praktek merupakan salah satu program kegiatan akademik yang diberikan oleh pihak kampus kepada mahasiswanya untuk dapat mengaplikasikan teori yang didapat dari masing-masing universitas pada saat kegiatan perkuliahan kedalam dunia nyata.

Disini penulis diberi kesempatan dalam melaksanakan Kerja Praktek di salah satu perusahaan yang berada di Subang. **PT. PERKEBUNAN NUSANTARA VIII TAMBAKSARI UNIT PLTA CINANGLING SUBANG** merupakan nama perusahaan tempat pelaksaan kerja praktek yang penulis lakukan. Dari kerja praktek yang dilakukan, penulis dapat mengetahui secara langsung situasi di lapangan. Penulis tidak hanya mendapatkan keterampilan kerja dan pengetahuan tentang dunia kerja, tetapi juga dapat mengaplikasikan sedikitnya ilmu yang di dapat selama kegiatan akademik di kampus kedalam dunia nyata. Dengan adanya proses Kerja Praktek ini, mahasiswa diharapkan dapat menerapkan materi-materi kuliah yang telah diajarkan dikampus, ataupun dapat menyerap berbagai ilmu dan pengalaman dunia kerja yang sesungguhnya, serta dapat mengembangkannya sesuai dengan kondisi pekerjaan yang mereka tempati. Dan dengan pengembangan terhadap materi yang ada, mahasiswa diharapkan dapat memberikan masukan kepada perusahaan-perusahaan itu sendiri, dengan berdasar teori yang didapat, dan bukti yang jelas.

Hikmah yang dapat diperoleh dari pelaksanaan program Kerja Praktek ini yaitu dapat mempersiapkan para mahasiswa dengan bentuk nilai dan karakter yang sesuai dengan tuntutan sebagai sumber daya manusia yang handal. Setelah berhasil dalam menjalankan program Kerja Praktek diperusahaan dengan menguasai bidang-bidang kerja yang telah didapatkan, sudah selayaknya wawasan, keterampilan serta pengetahuan itu dituangkan kedalam bentuk laporan

sehingga semua pihak dari berbagai kalangan yang berkepentingan dapat memperoleh manfaat dari penyampaian informasi tersebut.

1.2 Maksud dan Tujuan Kerja Praktek

Pelaksanaan Kerja Praktek ini bertujuan untuk menggali ilmu pengetahuan di bidang teknologi industri pada umumnya, serta mendapat pengetahuan yang lebih mendalam tentang analisis sistem pengaturan, dan pengawasan kerja generator pada Pembangkit Listrik Tenaga Air yang ada di Unit PLTA Cinangling Subang. Pada pelaksanaan Kerja Praktek di perusahaan tersebut, penulis mendapat banyak pengetahuan tentang sistem kontrol dan dapat melakukan tanya jawab langsung dengan teknisi yang berada disana.

Adapun tujuan dari pelaksanaan Kerja Praktek ini yaitu :

1. mempelajari, mengembangkan dan mendapatkan pengetahuan yang mendalam mengenai ilmu pengetahuan dibidang teknologi terutama dalam bidang pengontrolan
2. mempelajari dan menganalisis perancangan sebuah generator pada suatu Pembangkit Listrik
3. untuk mengetahui fungsi kerja dari generator yang digunakan Pembangkit Listrik
4. mempelajari sistem pengaturan terutama pengaturan generator dan membandingkannya dengan keilmuan yang didapat dari teori.

1.3 Manfaat Kerja Praktek

Melalui kegiatan kerja praktek, mahasiswa dapat menimba pengalaman kerja dari para pegawai tempat kerja praktek baik teknis maupun non teknis. Kerja praktek yang dilakukan oleh penulis secara pribadi dirasakan sangat bermanfaat karena dapat:

1. Menambah pengetahuan tentang sistem pengontrolan khususnya di bidang Pembangkit Listrik Tenaga Air.
2. Memberi pengalaman berharga tentang cara-cara untuk berinteraksi dalam suatu lingkungan kerja.
3. Lebih memahami teori-teori yang telah didapat karena dipraktekan secara langsung.
4. Memberi masukan yang besar dalam upaya peningkatan kualitas pribadi.

1.4 Lokasi dan Waktu Pelaksanaan Kerja Praktek

Kerja Praktek ini penulis lakukan di lingkungan **PT. PERKEBUNAN NUSANTARA VIII TAMBAKSARI UNIT PLTA CINANGLING SUBANG**, sebuah perusahaan yang berada di bawah naungan PT. PERKEBUNAN NUSANTARA VIII (PERSERO). yang bergerak di bidang pembangkit listrik sebagai pemasok kebutuhan listrik di lingkungan perusahaan dan beralamat di Jalan Raya Dawuan, kp Cinangling, Kec. Dawuan, Subang, Jawa Barat. Waktu pelaksanaannya mulai tanggal 8 September 2008 dan berakhir pada tanggal 22 November 2008.

1.5 Batasan Masalah

Pembahasan dari laporan ini hanya seputar analisis pada generator dan perangkat pelengkap yang digunakan. Untuk sistem pengaturan yang lain tidak dibahas secara detail.

1.6 Sistematika Penulisan Laporan Kerja Praktek

Sistematika penulisan yang digunakan dalam penyusunan laporan Kerja Praktek adalah sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Pada bab ini menerangkan tentang Latar Belakang Kerja Praktek, Maksud dan Tujuan Kerja Praktek, Manfaat Kerja Praktek, Lokasi dan Waktu Pelaksanaan Kerja Praktek serta Sistematika Penulisan Laporan Kerja Praktek.

BAB II :PROFIL PT. PERKEBUNAN NUSANTARA VIII

Pada bab ini menerangkan tentang sejarah dan perkembangan perusahaan, serta struktur organisasi PT. PERKEBUNAN NUSANTARA VIII

BAB III :PT. PERKEBUNAN NUSANTARA VIII TAMBAKSARI UNIT PLTA CINANGLING SUBANG

Pada bab ini menerangkan tentang penjelasan skema PLTA

BAB IV : ANALISIS KERJA GENERATOR DAN PERANGKAT PEMBANTU LAINNYA DI PT. PERKEBUNAN NUSANTARA VIII TAMBAKSARI UNIT PLTA CINANGLING SUBANG

Pada bab ini menerangkan tentang Analisis perhitungan dan Instrumentasi dari Sistem Pengontrolan generator.

BAB V : PENUTUP

Pada bab ini akan diuraikan mengenai kesimpulan yang dapat ditarik dari seluruh proses yang terjadi selama melakukan penyusunan Kerja Praktek.

BAB II

PROFIL PT. PERKEBUNAN NUSANTARA

2.1 Sejarah PT. PERKEBUNAN NUSANTARA VIII

Perkebunan Tambaksari didirikan oleh Pamanoekan dan Tjiasem Lands PT, yaitu perusahaan milik bangsa Inggris pada tahun 1812. Perkebunan yang dimiliki Pamanoekan dan Tjiasem Lands meliputi Pekalongan, Bandung, Garut, Cianjur, Subang, Banten, dan Sumatra Selatan yang berkantor pusat di Subang, sedang pemegang saham berkedudukan di London.

Perusahaan ini diambil alih oleh pemerintah Belanda pada tahun 1839 dan dikelola selama 71 tahun. Pada tahun 1902 dilakukan pembukaan perkebunan Bukanegara, kemudian pada tahun 1906 didirikan pabrik the ortodok yang berlokasi di daerah Kasomalang. Pada tahun 1910 pengelolaan perkebunan ini diambil alih oleh pemerintah Inggris dan berakhir pada tahun 1964, yaitu pada saat pemerintahan Indonesia menasionalisasikan perusahaan-perusaahan asing yang ada di Indonesia.

Periode pertama setelah menjadi milik pemerintah Indonesia, perkebunan ini berubah namanya menjadi Perusahaan Perkebunan Negara Dwikora IV (PPN Dwikora IV), dengan kantor direksi berada di Subang (PP Subang). Nama ini digunakan selama 3 tahun yaitu sampai dengan terjadinya perubahan perusahaan menjadi Perseroan Terbatas, dengan nama PT Perkebunan XXX, yang berkantor pusat di jalan Sumatra Nomor 2 Bandung.

PT XXX dilikuidasi menjadi PTP XIII pada tanggal 1 Maret 1979, dan saat itu terjadi penggabungan tiga kebun yaitu Bukanagara, Kasomalang, dan Tambakan dengan nama Perkebunan Tambaksari dengan kantor direksi yang terletak di jalan Ir. H. Juanda Nomor 107 Bandung. Bulan November 1995 sampai dengan 10 Maret 1996 bergabung dalam BUMN Group Jabar dan berganti nama menjadi Perkebunan Tambaksari dengan kantor direksi beralamaat di jalan Sindangsirna Nomor 4 Bandung.

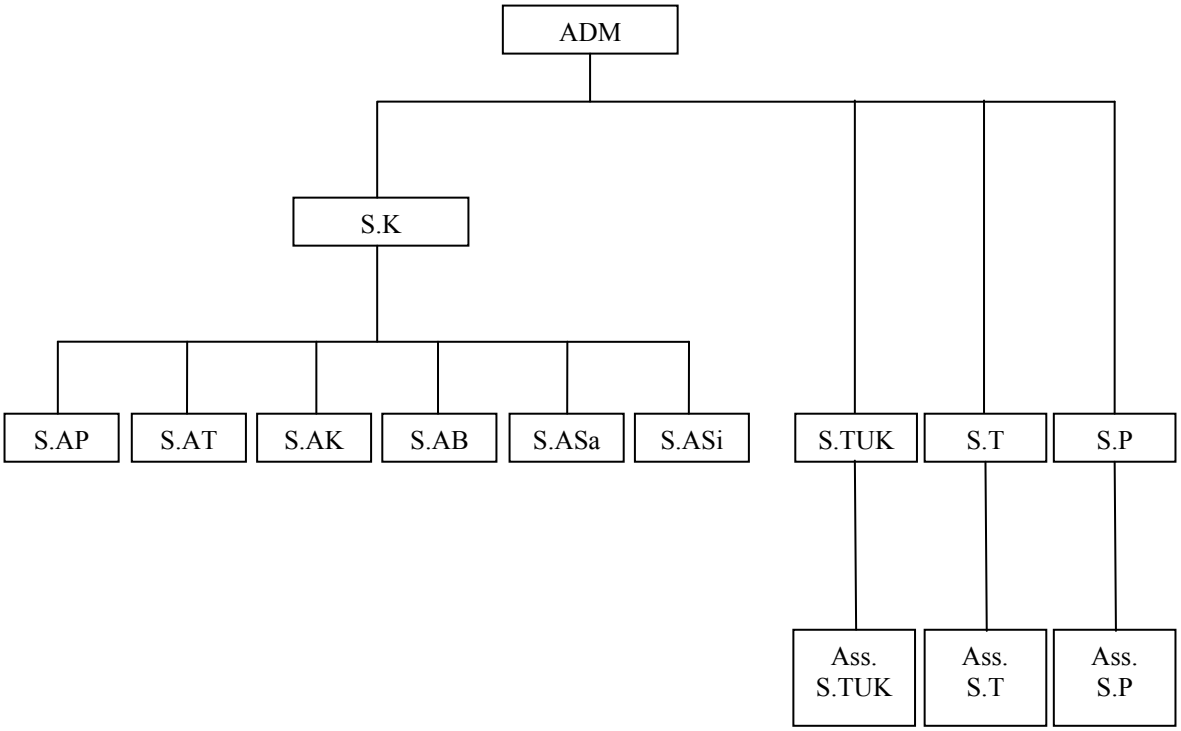
Sejak tanggal 3 Maret 1996 sampai sekarang berdasar akte notaries Harun Kamil, SH No. 41 terjadi penggabungan 3 PTP di wilayah Jabar yaitu PTP XI, PTP XII, dan PTP XIII menjadi PT Perkebunan Nusantara VIII dengan kantor direksi yang terletak di jalan Sindangsirna Nomor 4 Bandung (Anonim, 2002).

2.2 Struktur Organisasi di PT. PERKEBUNAN NUSANTARA VIII

Struktur organisasi perusahaan merupakan suatu kerangka organisasi yang menggambarkan tugas utama yang harus dilakukan oleh segenap unsur organisasi tersebut. Struktur organisasi yang baik harus dapat menciptakan koordinasi yang baik diantara pegawainya, sehingga memudahkan karyawan dalam menjalankan tugasnya. Pembuatan struktur organisasi dimaksudkan untuk memudahkan manajemen perusahaan dalam mencapai tujuan.

Struktur organisasi PT Perkebunan Nusantara VIII Tambaksari terdiri dari seorang Administratur yang bertindak untuk dan atas nama Direksi dalam mengelola kebun Tambaksari dalam batas kewenangannya. Kemudian dibantu oleh staffnya yang terdiri dari Sinder Kepala yang mengepalai beberapa Sinder Kebun, Sinder TUK sebagai kepala bagian pengatur teknis administrasi, Sinder Teknik sebagai kepala bidang teknik, dan Sinder Pabrik sebagai kepala produksi dan pengolahan di pabrik.

Adapun struktur organisasi PT Perkebunan Nusantara VIII Tambaksari adalah sebagai berikut :



Gambar 2.1 Struktur Organisasi PT Perkebunan Nusantara VIII Tambaksari

Keterangan :

ADM : Administratur

S.K : Sinder Kepala

S.AP : Sinder Afdeling Palasari

S.AT : Sinder Afdeling Tambaksari

S.AK : Sinder Afdeling Kasomalang

S.AB : Sinder Afdeling Bukanagara

S.ASa : Sinder Afdeling Sarireja

S.ASi : Sinder Afdeling Sindangsari

S.TUK : Sinder Teknis Urusan Kerja

S.T : Sinder Teknik

S.P : Sinder Pabrik

Ass. S.TUK : Asisten Sinder Teknis Urusan Kerja

Ass. S.T : Asisten Sinder Teknik

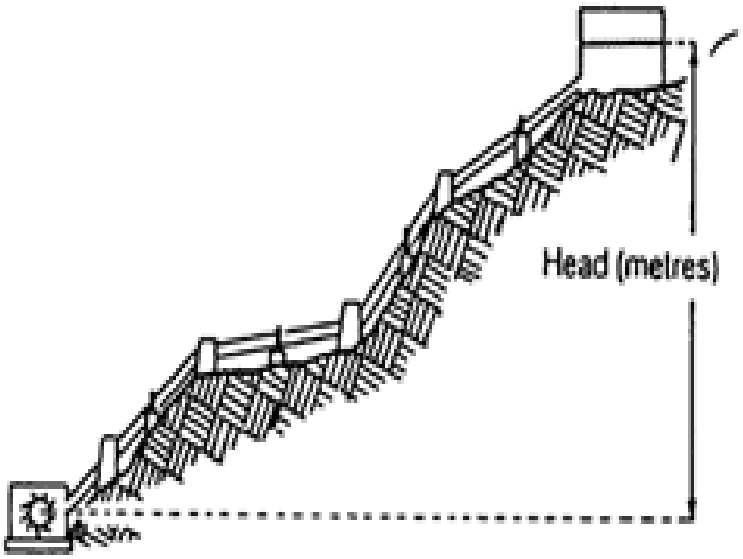
Ass.S.P : Asisten Sinder Pabrik

BAB III

PT PERKEBUNAN NUSANTARA VIII TAMBAKSARI UNIT PLTA CINANGLING SUBANG

3.1 Skema Pembangkit Listrik

Unit PLTA PTPN VIII yang terdapat di Cinangling adalah jenis Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) skala kecil dengan kapasitas sampai 1.000 KW biasa disebut dengan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro, disingkat dengan PLTMH. Pembangkit listrik jenis ini memanfaatkan energi potensial air, sebuah skema hidro memerlukan dua hal yaitu debit air dan ketinggian jatuh (biasa disebut '*head*') untuk menghasilkan tenaga yang bermanfaat. Secara skematis, skema PLTMH ditunjukkan pada Gambar 3.1 berikut.

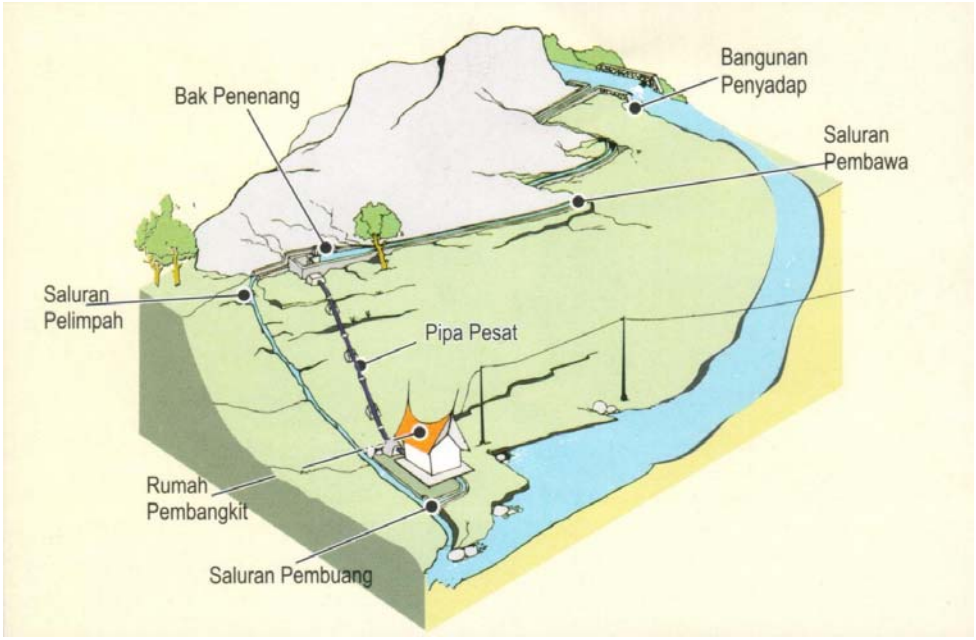


Gambar 3.1 Diagram Skematis PLTMH

Struktur sipil PLTMH, terdiri atas :

1. bendung,
2. bangunan penyadap (*intake*),
3. saluran pembawa (*headrace*),
4. kolam pengendap (*settling basin*),
5. bak penenang (*forebay*),
6. rumah pembangkit (*power house*), dan
7. saluran pembuangan (*tailrace*).

Secara skematis, bagian-bagian penting suatu PLTMH ditunjukkan pada Gambar 3.2 berikut.



Gambar 3.2 Diagram Skematis Bagian Penting PLTMH

3.2 Persamaan dan Konversi

Persamaan konversi pada suatu PLTMH adalah sebagai berikut :

Daya yang masuk = Daya yang keluar + Kehilangan (rugi-rugi)

atau

Daya yang keluar = Daya yang masuk × Efisiensi konversi

Persamaan di atas biasanya digunakan untuk menggambarkan perbedaan yang kecil. Daya yang masuk, atau total daya yang diserap oleh skema hidro, adalah daya kotor, P_{gross}. Daya yang manfaatnya dikirim adalah daya bersih, P_{net}. Efisiensi konversi disebut E_o. Dengan demikian, daya keluar suatu skema PLTMH adalah :

$$P_{net} = P_{gross} \times E_o \quad \text{..... 1}$$

Daya kotor, P_{gross}, tergantung kepada *head* kotor (H_{gross}) dan debit air (Q) serta gravitasi, g, dalam bentuk hubungan sebagaimana ditunjukkan pada persamaan 2 berikut :

$$P_{gross} = H_{gross} \text{ x } Q \text{ x } g \quad \text{..... 2}$$

Dengan demikian, persamaan 1 dapat dirobah menjadi persamaan 3 berikut :

$$P_{net} = H_{gross} \text{ x } Q \text{ x } g \times E_o \quad \text{..... 3}$$

Bila H_{gross} dalam meter (m), Q dalam m^3/detik dan g dalam m/detik^2, maka satuan P_{net} adalah kW.

Efisiensi E_o adalah resultante efisiensi semua komponen PLTMH, yaitu efisiensi konstruksi sipil, efisiensi *penstock*, efisiensi turbin, efisiensi generator, efsisiensi sistem kontrol, efisiensi jaringan distribusi dan efisiensi transformator.

Efisiensi masing-masing komponen tersebut, secara empiris adalah sebagai berikut :

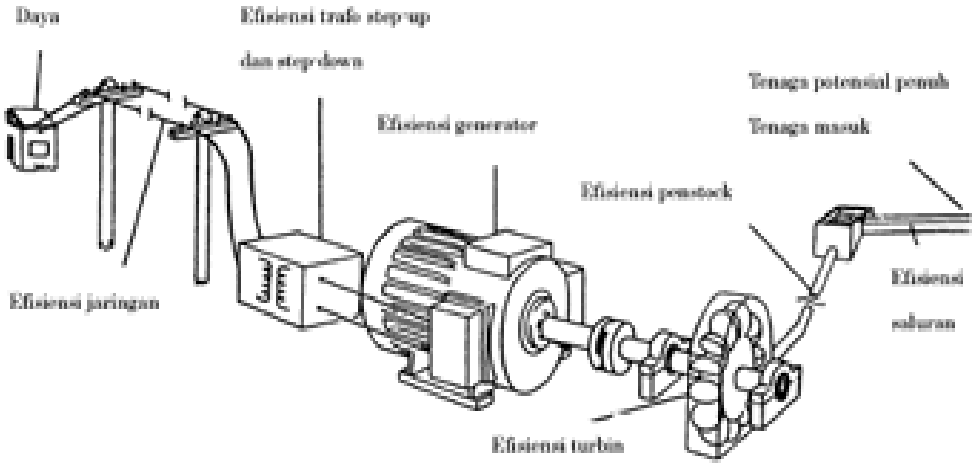
Tabel 3.1. Tabel Efisiensi Komponen

Efisiensi Komponen	**Rumus/Besaran Empirik**
Konstruksi sipil	1.0 - (panjang saluran × 0.002 ~ 0.005)/ H_{gross}
Penstock	0.90 ~ 0.95 (tergantung pada panjangnya)
Turbin	0.70 ~ 0.85 (tergantung pada tipe turbin)
Generator	0.80 ~ 0.95 (tergantung kapasistas generator)
Sistem Kontrol	> 0,97
Jaringan Distribusi	0,90 ~ 0,98 (tergantung panjang jaringan)
Transformator	0,98

Efisiensi konstruksi sipil dan Efisiensi *penstock* biasa diperhitungkan sebagai kehilangan ketinggian *Head Loss* (H_{loss}). Dalam kasus ini, persamaan 3 di atas dapat diubah ke persamaan 4 berikut.

$$P_{net} = g \times (H_{gross}-H_{loss}) \times Q \times (Eo–E_{konstruksi\ sipil}-E_{penstock}) \quad \text{..... 4}$$

Persamaan 4 di atas adalah inti dari semua desain pekerjaan pembangkit listrik hidro. Penggunaan satuan masing-masing besaran haruslah benar agar didapat satuan daya keluaran yang benar. Sebagai ilustrasi mekanik atas persamaan 4 di atas, pada Gambar 3 berikut ditunjukkan diagram skematis dasar perhitungan efisiensi suatu PLTMH.



Gambar 3.3 Diagram Skematis Perhitungan Efisiensi PLTMH

BAB IV

ANALISIS KERJA GENERATOR DAN PERANGKAT PEMBANTU LAINNYA DI PTPN VIII TAMBAKSARI UNIT PLTA CINANGLING SUBANG

4.1 Pemilihan Turbin

Turbin air berperan untuk mengubah energi air (energi potensial, tekanan dan energi kinetik) menjadi energi mekanik dalam bentuk putaran poros. Putaran poros turbin ini akan diubah oleh generator menjadi tenaga listrik. Berdasarkan prinsip kerjanya , turbin air dibagi menjadi dua kelompok :

- Turbin impuls (*cross-flow, pelton dan turgo*), untuk jenis ini tekanan pada setiap sisi sudu geraknya lrunnernya - bagian turbin yang berputar - sama.
- Turbin reaksi (*francis, kaplanlpropeller*)

Daerah aplikasi berbagai jenis turbin air relatif spesifik. Pada beberapa daerah operasi memungkinkan digunakan beberapa jenis turbin. Pemilihan jenis turbin pada daerah operasi yang *overlaping* memerlukan perhitungan yang lebih mendalam. Pada dasarnya daerah kerja operasi turbin menurut Keller2 dikelompokkan menjadi :

a. *Low head power plant* : tinggi jatuhan air (*head*) : S 10 M3,
b. *Medium head power plant* dengan tinggi jatuhan antara *low head* dan *high-head*,
c. *High head power plant* dengan tinggi jatuhan air yang memenuhi persamaan :

$H \geq 100\ (Q)0\text{-}113$

dimana, H =head, m; Q = desain debit, m.

Secara umum hasil survey lapangan mendapatkan potensi pengembangan PLTMH dengan tinggi jatuhan (head) 6 - 60 m, dikategoirikan pada head rendah dan medium. Pada tabel 2 berikut ditunjukkan daerah operasi turbin (dikaitkan dengan *head*).

Tabel 4.1. Tabel Daerah Operasi Turbin

Jenis Turbin	**Variasi Head, m**
Kaplan dan Propeller	2 < H < 20
Francis	10 < H < 350
Peiton	50 < H < 1000
Crossfiow	6 < H < 100
Turgo	50 H < 250

4.2 Kriteria Pemilihan Jenis Turbin

Pemilihan jenis turbin dapat ditentukan berdasarkan kelebihan dan kekurangan masing-masing jenis turbin. Pada tahap awal, pemilihan jenis turbin dapat diperhitungkan dengan mempertimbangkan parameter-parameter khusus yang mempengaruhi sistem operasi turbin.

Parameter-parameter khusus yang mempengaruhi sistem operasi turbin., yaitu :

- 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,
- Faktor daya (*power*) yang diinginkan berkaitan dengan *head* dan debit yang tersedia,
- 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*), hal demikian menyebabkan sistem tidak beroperasi.

Ketiga faktor di atas seringkali diekspresikan sebagai "kecepatan spesifik, N_s", didefinisikan dengan formula seperti ditunjukkan persamaan 16 berikut :

$$Ns = N \times P.H \quad \text{..... 16}$$

dimana :

N = kecepatan putaran turbin (rpm)

P = maksimum turbin output (kW)

H = head efektif (m)

Daya Output turbin dihitung dengan formula:

$$P = 9.81\ xQxHx\ qt \quad \text{..... 17}$$

dimana :

Q = debit air (m^3/detik)

H = efektif *head* (m)

qt = efisiensi turbin

0.8 - 0.85 untuk turbin pelton

0.8 - 0.9 untuk turbin francis

0.7 - 0.8 untuk turbin crossfiow

0.8 - 0.9 untuk turbin propellerlkaplan

Kecepatan spesifik setiap turbin memiliki kisaran (*range*) tertentu berdasarkan data eksperimen. Kisaran kecepatan spesifik beberapa turbin air adalah sebagai berikut :

Tabel 4.2. Kisaran Kecepatan Spesifik Beberapa Turbin Air

Turbin pelton	12≤Ns≤25
Turbin Francis	60≤;Ns≤300
Turbin Crossflow	40≤Ns≤200
Turbin Propeller	250≤Ns≤ 1000

Perencanaan dan pemilihan jenis turbin akan menjadi lebih mudah jika kecepatan spesifik turbin diketahui.

Beberapa formula yang dikembangkan dari data eksperimental berbagai jenis turbin dapat digunakan untuk melakukan estimasi perhitungan kecepatan spesifik turbin, hasilnya adalah :

Tabel 4.3. Perhitungan Kecepatan Spesifik Turbin

Turbin pelton (1 jet)	$Ns = 85.49/H^{0.243}$	(Siervo & Lugaresi, 1978)
Turbin Francis	$Ns = 3763/H^{0.854}$	(Schweiger & Gregory, 1989)
Turbin Kaplan	$Ns = 2283/H^{0.486}$	(Schweiger & Gregory, 1989)
Turbin Crossfiow	$Ns = 513.25/H^{0.505}$	(Kpordze & Wamick, 1983)
Turbin Propeller	$Ns = 2702/H^{0.5}$	(USBR, 1976)

Berdasarkan besaran kecepatan spesifik turbin, dimensi dasar turbin dapat diestimasi.

Pada PLTMH ini, pilihan turbin yang cocok untuk lokasi yang tersedia adalah :

1. Turbin propeller tipe open flume untuk *head* rendah s.d 6 m
2. Turbin crossflow 1 banki-mithell untuk *head* 6 m < H < 60 m.

Pemilihan jenis turbin tersebut berdasarkan ketersediaan teknologi secara lokal dan biaya pembuatan/pabrikasi yang lebih murah dibanding tipe lainnya seperti pelton dan francis. Jenis turbin *crossflow* yang dipergunakan pada pembangkit ini

adalah *crossfiow* T-14 dengan diameter *runner* 0.3 m. Turbin tipe ini memiliki efisiensi maksimum yang baik sebesar 0.74, pada debit 40% efisiensi masih cukup tinggi, di atas 0.6. Turbin *propeller open flume* pabrikasi lokal, efisiensi turbin adalah sekitar 0.75. Penggunaan kedua jenis turbin tersebut untuk pembangkit tenaga air skala mikro (PLTMH), khususnya crossfIlow T-14 telah terbukti handal di lapangan dibanding jenis *crossfiow* lainnya yang dikembangkan oleh berbagai pihak (lembaga penelitian, pabrikan, import).

Putaran turbin *propeller open flume head* rendah ataupun turbin *crossflow* memiliki kecepatan yang rendah. Pada sistem mekanik turbin digunakan transmisi sabuk *flatbelt* dan *pulley* untuk menaikkan putaran menjadi 1500 rpm, sama dengan putaran generator. Efisiensi sistem transmisi mekanik *flat belt* diperhitungkan 0.98. Sementara pada sistem transmisi mekanik turbin *propeller open flume* menggunakan sabuk V, dengan efisiensi 0.95.

Pada Tabel 4.4 berikut ditunjukkan data putaran nominal generator sinkron untuk beberapa jenis generator yang berbeda kutub. Kemudian pada Tabel 4.5 ditunjukkan pula *run-away speed* beberapa jenis turbin.

Tabel 4.4. Putaran Generator Sinkron (rpm)

Jumlah Pole (kutub)	**Frekuensi 50 Hz**
2	3000
4	1500
6	1000

8	750
10	600
12	500
14	429

Tabel 4.5. Run-away speed Turbin, N maks/N

Jenis Turbin	**Putaran Nominal, N (rpm)**	**Runaway speed**
Semi Kaplan (single regulated)	75-100	2-2.4
Kaplan (double regulated)	75-150	2.8-3.2
Small-medium Kaplan	250-700	2.8-3.2
Francis (medium & high head)	500-1500	1.8-2.2
Francis (low head)	250-500	1.8-2.2
Pelton	500-1500	1.8-2
Crossflow	100-1000	1.8-2
Turgo	600-1000	2

4.3 Pemilihan Generator dan Sistem Kontrol

Generator adalah suatu peralatan yang berfungsi mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Jenis generator yang dapat digunakan pada PLTMH ini adalah :

- Generator sinkron, sistem eksitasi tanpa sikat (*brushless exitation*) dengan penggunaan dua tumpuan bantalan (*two bearing*).
- Induction Motor sebagai Generator (IMAG) sumbu vertikal, pada perencanaan turbin propeller open flume
- Spesifikasi generator adalah putaran 1500 rpm, 50 Hz, 3 ∅, 220/380V. Efisiensi generator secara umum adalah :
  - Aplikasi < 10 KVA efisiensi 0.7 - 0.8
  - Aplikasi 10 - 20 KVA efisiensi 0.8 - 0.85
  - Aplikasi 20 - 50 KVA efisiensi 0.85
  - Aplikasi 50 - 100 KVA efisiensi 0.85 - 0.9
  - Aplikasi >. - 100 KVA efisiensi 0.9 - 0.95

Sistem kontrol yang digunakan pada PLTMH ini menggunakan pengaturan beban sehingga jumlah output daya generator selalu sama dengan beban. Apabila terjadi penurunan beban di konsumen, maka beban tersebut akan dialihkan ke sistem pemanas udara (*air heater*) yang dikenal sebagai *ballast load/dumy load*.

Sistem pengaturan beban yang digunakan pada pembangkit ini adalah :

- *Electronic Load Controller* (ELC) untuk penggunaan generator sinkron
- *Induction Generator Controller* (IGC) untuk penggunaan IMAG

Sistem kontrol tersebut telah dapat dipabrikasi secara lokal, dan terbukti handal pada penggunaan di PLTMH. Sistem kontrol ini terintegrasi pada panel kontrol (*switch gear*).

Fasillitas operasi panel kontrol minimum terdiri dari :

- Kontrol start/stop, baik otomatis, semi otomatis, maupun manual
- Stop/berhenti secara otomatis
- *Trip stop* (berhenti pada keadaan gangguan: *over-under voltage*, *over-under* frekuensi.
- *Emergency shut down*, bila terjadi gangguan listrik (misal arus lebih)

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengamatan dan analisis ketika melakukan Kerja Praktek yang dilaksanakan, maka dapat disimpulkan beberapa hal diantaranya yaitu sebagai berikut :

1. Sistem kontrol yang digunakan pada PLTMH ini menggunakan Sistem Kontrol Pengaturan Beban, sehingga jumlah output daya generator selalu sama dengan beban.
2. Melihat dari fungsi kerjanya, semua peralatan yang digunakan bekerja saling berkaitan antara satu dengan yang lainnya. Jika salah satu peralatan mengalami gangguan maka unit secara otomatis akan trip.
3. Spesifikasi generator adalah putaran 1500 rpm, 50 Hz, 3 ∅, 220/380 V. Dengan efisiensi antara 0.85 – 0.9
4. Dari hasil analisis yang diperoleh, generator yang terdapat pada sistem pembangkit ini banyak memiliki kesamaan dengan literatur yang diperoleh dari teori.

5.2 Saran

Melihat kebutuhan daya yang semakin besar dan mahal di era globalisasi, serta melihat guna dan manfaat dari Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) yang dikelola, PT. Perkebunan Nusantara diharapkan lebih mengoptimalkan fungsi kinerja dari Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) ini dalam upaya pelestarian dan pengembangan usahanya.

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur Organisasi PT Perkebunan Nusantara VIII Tambaksari…10

Gambar 3.1. Diagram Skematis PLTMH.....12

Gambar 3.2. Diagram Skematis Bagian Penting PLTMH.....13

Gambar 3.3. Diagram Skematis Perhitungan Efisiensi PLTMH……..16

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Tabel Efisiensi Komponen……15

Tabel 4.1. Tabel Daerah Operasi Turbin……18

Tabel 4.2. Kisaran Kecepatan Spesifik Beberapa Turbin Air……20

Tabel 4.3. Perhitungan Kecepatan Spesifik Turbin……21

Tabel 4.4. Putaran Generator Sinkron (rpm)……..23

Tabel 4.5. Run-away Speed Turbin, N maks/N…….23

DAFTAR PUSTAKA

1. http://www.google.com. Diakses tanggal 10 Oktober 2008.
2. http://id.wikipedia.org/wiki/Turbin. Diakses tanggal 22 Oktober 2008
3. _____, (2007), **Tinjauan Teoritik PLTA,** Bandung.
4. Anonim, (2002), **Selayang Pandang PT Perkebunan Tambaksari,** Subang.