

PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO (PLTMH)

Eri Suherman*

Abstrak

PLTMH adalah istilah yang digunakan untuk pembangkit listrik tenaga air yang biasanya memproduksi hingga 120 kW. Pembangkit ini dapat memberikan listrik ke sebuah komunitas kecil terisolasi, pedesaan atau kadang-kadang terhubung ke jaringan tenaga listrik. Terdapat banyak PLTMH di seluruh dunia, khususnya di negara berkembang karena mereka dapat menyediakan sumber hemat energi tanpa pembelian bahan bakar. PLTMH dapat diintegrasikan dengan sistem fotovoltaik tenaga surya, tenaga angin dan sebagainya

Keywords : PLTMH, Pembangkit, Daya Listrik

1. PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan social, budaya dan ekonomi serta informasi, maka listrik telah menjadi salah satu Kebutuhan pokok bagi masyarakat terpencil khususnya masyarakat pedesaan. Menurut data dari Direktorat Jenderal Listrik dan Pemanfaatan Energi (DJLPE) pencapaian rasio elektrifikasi baru mencapai 88 % dari total sekitar 66.000 desa pada tahun 2008. Potensi air belum dimanfaatkan secara optimal yaitu sekitar 450 MW untuk mikrohidro baru termanfaatkan sekitar 230 MW sampai pada tahun 2008. Oleh karena itu perlu lebih diseminasikan PLTMH ini kepada masyarakat dalam rangka pemanfaatan energi air di pedesaan.

2. SISTEM PLTMH

Sebuah PLTMH memiliki komponen-komponen paling tidak adalah sebagai berikut :

- Bangunan *intake* dan bendung sebagai perlengkapannya
- Bangunan pengendap pertama serta perlengkapannya
- Saluran pembawa serta perlengkapannya
- Bangunan pengendap kedua dan foerebay serta perlengkapannya
- Penstock serta perlengkapannya atau draft tube
- Rumah turbin (Power House)
- Turbin Air dan sistim transmisi mekaniknya
- Kontrol beban dan control turbin serta variasinya

- Generator Listrik
- Sistem jaringan dan distribusi listrik dan
- Sistem keselamatan dalam semua komponen di atas
- Sambungan rumah hingga pada pembatas atau meter

Jenis turbin tidak dibatasi, namun penggunaan kincir air serta pemanfaatan energy air tanpa tekanan tidak dimasukkan dalam defeniisi sistim PLTMH.

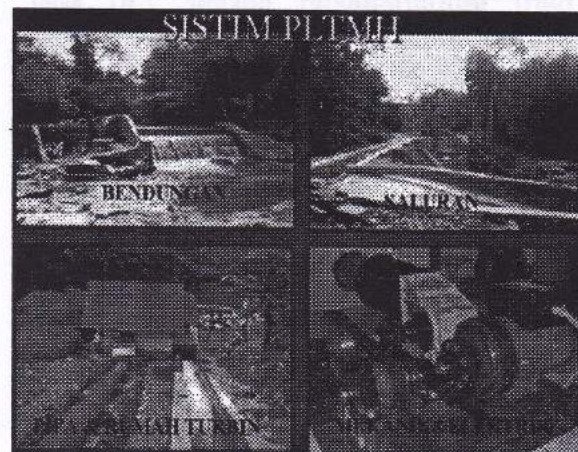


Gambar 1. Lay out PLTMH

Tabel 1. Penjelasan gambar PLTMH

Mercu Bendung	Bangunan yang berada melintang sungai yang berfungsi untuk membelokkan arah aliran air
Bangunan Pengambilan (<i>intake</i>)	Bangunan yang berfungsi mengalirkan/membawa air dari <i>intake</i> ke <i>forebay</i>
Bak Penampungan (<i>forebay</i>)	Bangunan yang mempunyai potongan melintang (luas penampang basah) lebih besar dari <i>headrace</i> yang berfungsi untuk

Saringan (<i>trash Rack</i>)	memperlambat aliran air Terbuat dari plat besi yang berfungsi menyaring sampah-sampah atau puing-puing agar tidak masuk ke dalam bangunan selanjutnya
Saluran Pembuangan (<i>Spillway</i>)	Bangunan yang memungkinkan agar kelebihan air di dalam <i>Headrace</i> untuk melimpah kembali ke sungai
Pipa Pesat (<i>Penstock</i>)	Pipa bertekanan yang membawa air dari <i>Forebay</i> ke dalam <i>Power House</i>
Rumah Pembangkit (<i>Power House</i>)	Bangunan yang di dalamnya terdapat turbin, generator dan peralatan kontrol
Jatikan Transmisi	Terdiri dari tiang, kabel dan aksesoris lainnya (termasuk trafo jika diperlukan) yang berfungsi mengalirkan energi listrik dari <i>Power House</i> ke konsumen



Gambar 2. Bagian-bagian sistem PLTMH

Ketersediaan air sangat diperlukan ini bisa dari air gunung atau sungai. Biasanya PLTMH tidak memiliki bendungan dan reservoir, hanya mengandalkan aliran minimal air yang tersedia sepanjang tahun. Kadang-kadang ada *reservoir* buatan pabrik-kolam atau lainnya yang tersedia dan dapat diadaptasi untuk produksi listrik. Struktur *Trash Rack* diperlukan untuk menyaring kotoran mengambang dan ikan, menggunakan layar atau *array* untuk mencegah benda besar. Di daerah beriklim sedang struktur ini harus menahan es juga. *Trash Rack* ini memiliki pintu untuk memungkinkan sistem yang akan dikeringkan untuk pemeriksaan dan pemeliharaan.

Air ditarik dari sumber harus bergerak sepanjang kanal listrik atau pipa (penstock) ke turbin. Jika sumber air dan turbin terpisah jauh, pembangunan *penstock* mungkin merupakan bagian terbesar dari biaya konstruksi. Di daerah pegunungan, akses untuk rute dari *penstock* bisa memberikan tantangan yang besar. Pada turbin, katup pengendali dipasang untuk mengatur aliran dan kecepatan turbin. Turbin mengkonversi aliran dan tekanan air menjadi energi mekanik, air muncul dari turbin kembali ke anak sungai alami sepanjang saluran *tailrace*. turbin menyala generator, yang kemudian dihubungkan ke beban listrik; kemudian terhubung ke sistem sebuah bangunan tunggal dalam instalasi sangat kecil, atau mungkin terhubung ke sistem distribusi masyarakat untuk beberapa rumah atau bangunan

3. KAPASITAS PLTMH

Kapasitas system yang diatur adalah maksimal 120 kW. Hal ini mengadopsi pedoman teknis dari India dan Nepal serta mempertimbangkan kemampuan produksi di dalam negeri. Tidak dibatasi sistim turbin yang dipergunakan apakah itu cross flow, propeller, pelton, turgo, axial flow, pump as turbine atau turbin lain yang memenuhi criteria proyek. Sebagai pedoman untuk mengetahui daya yang dihasilkan dapat dipakai rumus persamaan sebagai berikut:

$$P = g \times Q \times H \times \eta$$

Dimana:

- H = Tinggi jatuhan efektif (m)
- Q = Debit air (m³/det)
- P = Daya yang dihasilkan (KW)
- g = grafitasi (m/det²)
- η = Efisiensi total

4. KRITERIA KELAYAKAN

Kriteria kelayakan adalah syarat minimum yang dimiliki secara alamiah oleh suatu lokasi potensi PLTMH untuk dapat dibangun, seperti adanya :

- Sumber mata air atau *catchment area* yang memenuhi standar kelayakan hidrologi
- Terdapat aliran sungai dengan debit air (minimal 1s/d 3 meter/detik) yang cukup dan diperkirakan dapat memenuhi standar kelayakan hidrologi.

- Secara kasar dan kasat mata di lokasi potensi terdapat potensi komponen dari system skema PLTMH seperti wilayah sungai yang bisa dibangun bendungan, *intake*, bak pengendap, saluran pembawa dengan *gradient* tertentu
- Kondisi dan stabilitas tanah layak untuk didirikan bangunan
- Akses ke lokasi PLTMH dapat digambarkan dengan skema yang jelas
- Bangunan PLTMH yang akan didirikan tidak mengganggu lingkungan.

5. PENGATURAN

Biasanya, kontroler otomatis mengoperasikan katup *inlet* turbin untuk menjaga kecepatan yang konstan (dan frekuensi) ketika terjadi perubahan beban pada generator. Dalam sistem yang terhubung ke *grid* dengan berbagai sumber, kontrol turbin memastikan bahwa energi selalu mengalir keluar dari generator ke sistem. Frekuensi kebutuhan arus bolak balik dihasilkan sesuai frekuensi standar utilitas lokal. Dalam beberapa sistem, jika beban berguna pada generator tidak cukup tinggi, beban bank dapat secara otomatis terhubung ke generator untuk menghilangkan energi yang tidak diperlukan oleh beban.

Sebuah generator induksi selalu beroperasi pada frekuensi *grid* terlepas dari kecepatan rotasi, semua yang diperlukan adalah untuk memastikan bahwa didorong oleh turbin lebih cepat dari kecepatan sinkron sehingga menghasilkan daya yang diperlukan. Jenis lain generator memerlukan sistem kontrol kecepatan untuk pencocokan

frekuensi.

Dengan ketersediaan elektronika daya modern sering lebih mudah untuk mengoperasikan generator pada frequency yang diinginkan dan keluaran melalui *inverter* yang menghasilkan daya pada frekuensi *grid*. Elektronika daya sekarang memungkinkan penggunaan alternator magnet permanen yang memproduksi arus liar menjadi stabil. Pendekatan ini memungkinkan kecepatan rendah / turbin air dengan tinggi terjun rendah menjadi kompetitif, mereka dapat berjalan pada kecepatan yang terbaik untuk ekstraksi energi, dan frekuensi daya dikendalikan oleh elektronik.

Tabel 2. Spesifikasi Jenis Peralatan Elektro Mekanik

Elektro Mekanik	Deskripsi	<10 kW
	Dengan brush/ brushless	Disaran-kan brushless
	Efisiensi generator	>60%
Kontrol	Kontrol	IGC/ELC direkomendasi-kan ELC
	Ballast/ Dummy Load	Pemanas air atau pemanas udara
	Switchge-gear dan earth fault protection	MCB/MCCB untuk proteksi over current Earth Leakage Circuit Breaker (ELCB) perlu disediakan
	Monitoring dan proteksi	Arus, Tegangan, dan Frekuensi
	Metering	Produksi energy, Kwh meter dan meter lain yang diperlukan

Efisiensi	Total berdasarkan uji lapangan dengan dasar debit actual saat komisioning	Lebih besar dari 40%
Turbin	Jenis	Cross flow, Pelton, Propeller dan lain-lain yang sesuai
Generator	Jenis	Sinkron atau Induksi Satu fase atau tiga fase
	Tegangan dan frekuensi terminal rekomendasi	220/240 V, 1 fase, 50Hz
	Flywheel/ roda gila	Perlu roda gila untuk operasi sendiri (isolated)

6. MEKANIKAL DAN ELEKTRIKAL

Beberapa jenis turbin air dapat digunakan dalam PLTMH, pemilihan tergantung dari tinggi jatuhan air, volume aliran, dan faktor-faktor seperti ketersediaan pemeliharaan lokal dan transportasi peralatan ke lokasi. Tabel berikut adalah spesifikasi untuk pemilihan mekanikal dan elektrikal

7. PENUTUP

- Mengingat sumber daya air yang melimpah maka PLTMH ini layak dibangun agar potensi energy ini tidak terbuang sia-sia.
- Dengan banyaknya pembangunan PLTMH di daerah pedesaan akan berakibat terhadap pertumbuhan ekonomi di daerah tersebut
- Daya listrik yang diproduksi oleh PLTMH dapat digunakan sebagai penggerak roda ekonomi di pedesaan

KEPUSTAKAAN

1. Ashden Awards. "Micro-hydro". <http://www.ashdenawards.org/micro-hydro>. Retrieved 2009-06-29.
2. Gorlov A.M., Development of the helical reaction hydraulic turbine. Final Technical Report, The US Department of Energy, August 1998, The Department of Energy's (DOE) Information Bridge: DOE Scientific and Technical Information.
3. <http://www.vlh-turbine.com>
<http://www.vlh-turbine.com/EN/html/History.htm>
4. Pedoman studi kelayakan PLTMH, IMIDAP, DJLPE, 2008

*) Dosen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Darma Persada