

PENERAPAN TEKNOLOGI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA AIR DENGAN TINGGI TEKAN KECIL DI SALURAN IRIGASI

Rimbawati⁽¹⁾, Rohana⁽²⁾

Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara⁽¹⁾⁽²⁾

Jl. Kapt Mukhtar Basri BA No. 3 Medan

Email : rimbawati.umsu@yahoo.co.id

Abstraks

Untuk memanfaatkan sumber daya air yang ada di saluran irigasi dan menyediakan listrik bagi masyarakat pedesaan yang belum terjangkau listrik PLN telah dikembangkan pembangkit listrik tenaga air kecil. Berbagai jenis turbin pembangkit listrik tenaga air kecil telah diteliti oleh Puslitbang Sumber Daya Air. Salah satu tipe turbin hasil litbang tersebut yaitu turbin modified closed cross flow yang disingkat dengan MdCCF. Tipe ini dikembangkan terutama di saluran irigasi yang memanfaatkan sumber air dengan debit kecil dan dengan tinggi tekan kecil. Pembangkit listrik tipe ini adalah unit yang sederhana, mudah dalam pelaksanaan dan pemasangannya serta mudah pengoperasian dan pemeliharaannya. Tipe ini juga dapat dibuat oleh teknisi menengah pada bengkel-bengkel kecil. Kelebihan penggunaan saluran irigasi sebagai sumber air untuk pembangkit listrik yaitu debit saluran relatif tetap.

Keyword : MdCCF, debit

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang Masalah

Pada bangunan terjun dan bangunan got miring di saluran irigasi tersimpan potensi sumber daya air yang dapat dimanfaatkan untuk pembangkit listrik tenaga air berukuran kecil. Debit saluran irigasi umumnya tetap, sehingga mempunyai kelebihan untuk pembangkit listrik tenaga air dibandingkan dengan sungai-sungai kecil yang debitnya berfluktuasi tinggi. Jika dijumlahkan sumberdaya air yang ada di saluran irigasi untuk membangkitkan tenaga listrik potensinya cukup besar. Listrik dari pembangkit listrik tenaga air ini akan bermanfaat untuk membantu kemajuan pedesaan yang belum terjangkau listrik PLN dalam hal memberi penerangan, sumber tenaga untuk radio, tv, dan industri rumah tangga. Upaya penyediaan tenaga listrik tersebut dapat dilakukan dengan membangun pembangkit listrik tenaga air sederhana, mudah dioperasikan dan pemeliharaannya serta dapat dibuat di bengkel-bengkel kecil.

Tipe pembangkit listrik tenaga air dengan tinggi tekan kecil yang dikembangkan yaitu turbin modified closed cross flow yang disingkat dengan MdCCF. Seri turbin yaitu 225-750, 300 750. Unit ini memerlukan biaya konstruksi tambahan bagi pekerjaan sipilnya, seperti

intake, bak kontrol, saluran penghubung dan saluran keluar. Makalah ini menguraikan desain, pelaksanaan serta contoh penerapan serta pengoperasiannya.

Tujuan

Tujuannya ialah untuk mendesain dan membangun pembangkit listrik tenaga air dengan tinggi tekan kecil yang turbinnya tipe MdCCF seri 225-750, dan seri 300 750. Penggunaan tipe ini terutama pada bangunan terjun dan got miring saluran irigasi.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Ketentuan dan Persyaratan Desain

Ketentuan dalam mendesain yaitu:

- Sumber air pemutar turbin diutamakan berasal dari saluran irigasi.
- Terdapat tinggi terjun aliran yang disyaratkan pada bangunan terjun yang tidak memerlukan pembuatan bendung peninggi muka air yang khusus.
- Penyadapan air untuk memutar turbin dapat dilakukan dari udik bangunan terjun atau got miring dan sesudah dipakai airnya untuk memutar turbin, debit air dialirkan kembali ke saluran irigasi.
- Penggunaan dan pengaturan air pemakaian air saluran irigasi, tidak mengganggu sistem pemanfaatan air saluran irigasi, tidak menghambat air saluran irigasi dan tidak mempersempit penampang basah saluran irigasi.
- Penentuan tata letak dan alinyemen bangunan pembangkit listrik tenaga air ini harus disesuaikan dengan kondisi medan di sekitar bangunan irigasi.

2.2 Syarat hidraulik dan karakter turbin

1. Syarat hidraulik

1. Syarat hidraulik untuk pengoperasian turbin ini yaitu seperti Tabel 1.

Tabel 1. Syarat Hidraulik

Seri	Daya dalam watt	Tinggi Terjun dalam meter	Debit Air Dalam l/dt	Keterangan
MdCCF 225-750	< 2000	1,50 – 2,00	100 - 400	Telah di uji coba
MdCCF 300-750	2000 s.d 2500	2,00 – 3,00	400 - 1000	Diterapkan di irigasi

2. Elevasi muka air hilir turbin; harus berada di bawah outlet turbin sekitar 20 cm sampai dengan 40 cm sehingga tidak mempengaruhi aliran air yang keluar dari turbin.

2. Karakter turbin

1. Turbin kincir air pembangkit listrik tenaga air dengan poros horizontal dilengkapi dengan sudu-sudu dari plat baja yang dilengkungkan dan ditempatkan pada piring-piring sudu berbentuk silinder.
2. Tipe turbin yang dikembangkan yaitu seri 225-750 dan seri 300-750. Angka 225 dan angka 300 merupakan dimensi dari diameter sudu-sudu. Sedangkan angka 750 merupakan dimensi panjang sudu-sudu atau lebar pipa pesat.

2.3 Instalasi pembangkit listrik dan komponennya

1. Komponen turbin tipe MdCCF

1. Sudu-sudu dengan sub-komponennya terdiri atas:

- Daun sudu-sudu; berbentuk lengkung, daun sudu-sudu disatukan dengan piring sudu-sudu dengan pengelasan.
- Piring sudu-sudu; berbentuk piring bulat yang diberi celah alur untuk penempatan daun sudu-sudu dan lubang bulat ditengah untuk penempatan batang sumbu sudu-sudu; piring sudu-sudu ditempatkan pada pipa sudu-sudu dengan pengelasan.
- Pipa sudu-sudu; berbentuk pipa silinder bulat tempat piring sudu-sudu.
- Batang sumbu sudu-sudu; berbentuk batang silinder dimasukkan ke dalam pipa sudu-sudu dan disatukan dengan pasak mur-baut.

2. Kogelager perletakan sudu-sudu

3. Perletakan batang sumbu sudu-sudu pada kogelager.

4. Roda pemindah daya turbin; dipasangkan pada batang sumbu sudu-sudu di luar rumah turbin dengan ikatan pasak mur-baut.

5. Karet penghubung roda turbin dengan roda dinamo; karet tersedia dipasar yang biasa dipasang untuk genset dinamo dengan motor bensin atau solar.

6. Dinamo dan kelengkapannya;

- a). Dinamo yang dipergunakan dengan merek tertentu dan diperoleh di pasar.
- b). Dudukan dinamo dengan pengatur regangan karet.

- c). Roda karet dinamo dapat diperoleh dari pasar.

2. Pipa pesat dan kelengkapannya

1. Kotak sudu-sudu; kotak yang berfungsi sebagai pembatas ruang gerak dan pengarah pipa aliran sesuai memutar sudu-sudu dan pengaku pipa pesat turbin; kotak sudu-sudu terdiri dari dua bagian yakni bagian atas dan bagian bawah.
2. Pipa pesat; merupakan pipa penyalur debit dengan semprotan aliran berkecepatan tinggi untuk memutar sudu-sudu.
3. Saluran penghubung; saluran untuk menyalurkan debit dari bak kontrol ke pipa pesat yang dapat dibuat dari material besi distel di tempat atau dari material beton bertulang.
4. Bak kontrol; merupakan bak terbuka untuk menampung air dari pintu intake sebelum dialirkan melalui saluran penghubung atau langsung ke pipa pesat turbin dan tempat berfluktuasi muka air akibat perubahan beban listrik. Bak dilengkapi dengan pelimpah aliran.

3. Intake, pintu air dan kelengkapannya

1. Intake dan pintunya; intake adalah bagian bangunan untuk memasok debit ke pipa pesat turbin. Intake dilengkapi dengan pintu intake yang berfungsi untuk mengatur besarnya debit yang dipasok untuk memasok dan menutup pengaliran ke turbin.
2. Saringan sampah; strukturnya terdiri dari susunan batang besi yang ditempatkan di udik pintu intake.
3. Alat duga muka air; alat untuk mengetahui elevasi dan ketinggian air yang ditempatkan di saluran irigasi, di udik pintu intake, di hilir pintu intake dan di keluaran turbin.

3. PENERAPAN

Data yang dibutuhkan dalam rangkaian kegiatan yaitu :

1. Debit saluran irigasi, Q_s , dan debit turbin, Q_t telah diketahui.
2. Tinggi air di saluran irigasi, H_u dan tinggi terjunan air, H_t telah diketahui.
3. Gambar situasi bangunan air dan medan sekitarnya telah ada.

4. Data geotek permukaan, kondisi lingkungan sekitar telah ada.
5. Kesiadaan masyarakat sebagai pengelola telah disepakati.

Pemilihan tipe

Lokasi bangunan dipilih di bangunan terjun saluran induk dengan debit sekitar 1400 l/dt dan tinggi terjun sekitar 2,65 meter. Tipe turbin yang dipilih yaitu seri 300 – 750. Jumlah sudu-sudu 24 buah.

Pembuatan turbin

Langkah pembuatan turbin yaitu menyiapkan gambar desain, pembuatan turbin dan komponennya sesuai desain, dilakukan di bengkel secara terurai untuk memudahkan pengangkutan ke lapangan. Dinamo dan perlengkapannya dibeli di pasar.

Pekerjaan sipil

Pekerjaan sipil yang dilakukan sebagai bagian pekerjaan ini yaitu :

1. Pembuatan saluran masuk dari saluran irigasi.
2. Pembuatan intake dan pintu intake serta saringan sampah.
3. Pembuatan saluran keluar dari turbin ke saluran irigasi.
4. Rumah pembangkit.

Pengertian

Istilah berikut berlaku untuk pemakaian pedoman ini yaitu:

1. Pembangkit listrik tenaga air berukuran kecil; merupakan bangunan air yang berfungsi sebagai pembangkit listrik tenaga air berukuran kecil di saluran irigasi dengan menggunakan turbin tipe MdCCF seri 225-750, dan seri 300 – 750.
2. Turbin modified closed cross flow, MdCCF; merupakan kincir air pembangkit tenaga air dengan poros horizontal dilengkapi dengan sudu-sudu dari plat baja yang dilengkungkan dan ditempatkan pada piring-piring sudu-sudu membentuk sudu silinder. Sudu-sudu diputar oleh aliran air yang keluar menyemprot dari pipa pesat dan sudu-sudu berada di dalam aliran tertutup; berfungsi untuk memutar dinamo pembangkit listrik.

3. Instalasi pembangkit listrik tenaga air dengan tinggi tekan kecil; peralatan pembangkit listrik tenaga air berukuran kecil yang terdiri dari turbin, dinamo pemasok air dari sumbernya serta kelengkapan lainnya yang memanfaatkan tinggi tekan kecil pada bangunan terjun dan got miring di saluran irigasi.
4. Bangunan irigasi; merupakan bangunan air yang dibangun di jaringan irigasi seperti bangunan terjun, got miring, bangunan bagi, bangunan persilangan dan pelimpah samping.
5. Saluran irigasi; berupa saluran penyalur air untuk keperluan irigasi pertanian pada daerah irigasi.
6. Debit turbin; banyaknya volume air yang dialirkan melalui turbin dalam satuan waktu.
7. Debit saluran irigasi; debit yang tersedia di suatu ruas saluran irigasi dalam jaringan irigasi.
8. Tinggi terjun untuk memutar turbin dan dinamo; perbedaan antara elevasi muka air yang berada di bak kontrol atau di pipa pesat turbin dan elevasi nozel pipa pesat.
9. Tinggi terjun yang tersedia pada saluran irigasi; perbedaan antara elevasi muka air di saluran irigasi di udik intake bangunan dengan elevasi muka air di saluran irigasi di hilir *outlet* turbin yang tersedia yang dapat dimanfaatkan untuk pembangkit tenaga listrik.
10. Voltase; besarnya tegangan listrik yang dihasilkan diukur dengan voltmeter.
11. Watt; daya listrik yang dihasilkan oleh dinamo yang diputar oleh turbin tipe ini yang merupakan perkalian antara voltase dan ampere.

4. PENGOPERASIAN

4.1 Pengoperasian

Tata cara pengoperasian dilakukan seperti berikut:

1. Buka pintu intake dengan bukaan yang kecil dan perlahan; air mengalir ke intake; pembukaan pintu dengan bukaan yang kecil dimaksudkan untuk menghindari goncangan dan benturan aliran ke turbin.
2. Buka pintu intake dengan bukaan yang lebih besar; sehingga debit air yang mengalir telah mencukupi untuk memutar sudu-sudu, generator/dinamo mulai menghasilkan listrik.

3. Hentikan pembukaan pintu intake beberapa saat dan biarkan komponen turbin bergerak beberapa lama.
4. Selanjutnya amati volt meter. Jika tegangannya masih di bawah 220 volt, perbesar bukaan pintu intake sampai tegangan voltase maksimal tercapai. Jika tegangan melebihi 220 volt maka bukaan pintu diperkecil.
5. Jika tidak dikehendaki aliran listrik ke konsumen maka aliran air ke turbin dihentikan dengan cara menutup pintu intake.

4.2 Pemeliharaan bangunan

Pemeliharaan pembangkit listrik tenaga air ini dilakukan dengan cara pemeliharaan rutin dan pemeliharaan berkala.

Pemeliharaan rutin yaitu:

- Melumasi kogelager.
- Memeriksa seal.
- Mengencangkan baut-baut yang kendur.
- Memeriksa turbin secara keseluruhan.
- Pemeliharaan saringan.

Pemeliharaan berkala yaitu:

- Keausan karet (belt) penghubung; jika aus perlu diganti.
- Perawatan turbin.
- Pemeliharaan saluran seperti pengerukan lumpur dan sebagainya.

5. PENGELOLAAN DAN JARINGAN KABEL LISTRIK

Pengelolaan pembangkit listrik tenaga air kecil ini sebaiknya dilakukan koperasi atau Kelompok Tani. Pengelolaan yang dilakukan yaitu mengelola pembangkit, penarikan jaringan, penarikan iuran dan memelihara bangunan. Jaringan kabel listrik sebaiknya diadakan secara swadaya oleh masyarakat setempat.

6. KESIMPULAN SARAN

1. Pembangkit listrik tenaga air tinggi tekan kecil di saluran irigasi atau di sungai-sungai kecil perlu dikembangkan lebih lanjut terutama di desa-desa yang sumber daya airnya sangat potensial untuk mempercepat pengembangan wilayah dan menunjang pembangunan perdesaan.

2. Berdasarkan pengalaman dalam penerapan bangunan ini, diperoleh gambaran bahwa masyarakat desa dapat dilibatkan dalam pembangunan. Pendekatan pembangunan dengan mengikut sertakan masyarakat akan menghasilkan kelancaran dan kemudahan dalam pembangunannya. Di samping itu masyarakat akan bertanggung jawab dalam pengoperasian dan pemeliharannya.
3. Kendala dalam pembangunan pembangkit listrik ini di pedesaan yang terpencil yaitu tidak tersedianya prasarana transportasi yang memadai sehingga pengangkutan bahan dan peralatan mengalami kesulitan.
4. Disarankan untuk daerah terpencil yang belum terjangkau listrik PLN dan berada dalam daerah jaringan irigasi atau sungai-sungai kecil yang mempunyai terjunan untuk mengembangkan pembangkit listrik tipe ini.

Daftar Pustaka

- Prof. Ir. Abdul Kadir, IPM, *Beberapa Kecenderungan Perkembangan Teknologi Pembangkit Listrik*, Ketua Sekolah Tinggi Teknik Yayasan PLN, Jakarta
- Dr. Ir. Pekik A. Dahono, *Sumber Energi Alternatif (SEA)*, Laboratorium Penelitian Konversi Energi Elektrik, Teknik Elektro ITB
- Paulus, H. & Joseph.L. 1996, *Hidrologi untuk Insinyur*. Jakarta: Erlangga.
- WMO. No.555. 1980. *Technical Regulation Hydrology and International Hydrology Codes*.
<http://www.pplh.or.id>
<http://www.indonesiapower.co.id>
<http://www.pplh.or.id/canedit/koments.php>
www.pikiran-rakyat.com/cetak