

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO (PLTMH)

Salsalina Br Ginting¹⁾

1) Program Studi Teknik Mesin, Institut Teknologi Indonesia

E-mail: gintingsalsalina2@gmail.com

Abstrak

Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) merupakan salah satu bentuk pemanfaatan energi terbarukan yang menggunakan potensi aliran air untuk menghasilkan energi listrik dalam skala kecil. Perancangan dan pembuatan PLTMH bertujuan untuk menyediakan sumber listrik yang ramah lingkungan, efisien, dan sesuai dengan kondisi geografis Indonesia yang memiliki banyak sungai dan sumber air. Dalam proses perancangan, dilakukan tahap survei potensi lokasi untuk mengetahui debit dan tinggi jatuh air (head), perhitungan daya, serta penentuan jenis kincir air dan generator yang sesuai. Proses pembuatan meliputi instalasi pipa pesat, pemasangan kincir air, generator, serta sistem kontrol dan distribusi daya. Hasil uji coba menunjukkan bahwa sistem PLTMH mampu menghasilkan daya listrik yang stabil dan dapat memenuhi kebutuhan dasar masyarakat di daerah pedesaan. Dengan demikian, penerapan PLTMH dapat menjadi solusi efektif dalam mendukung program energi terbarukan nasional dan kemandirian energi di wilayah terpencil. Pengembangan dan penerapan teknologi ini juga berperan penting dalam peningkatan kesejahteraan masyarakat serta pengurangan ketergantungan pada energi fosil.

Kata kunci: PLTMH, energi terbarukan, turbin air, mikrohidro, listrik pedesaan.

Pendahuluan

Listrik memegang peranan yang penting dalam kehidupan sehari-hari. Dapat dikatakan bahwa listrik telah menjadi sumber energi utama dalam setiap kegiatan baik di rumah tangga maupun industri. Mulai dari peralatan dapur hingga mesin pabrik-pabrik besar bahkan pesawat terbang, semua memerlukan listrik. Umumnya listrik diperoleh dari mengubah energi kinetik melalui generator menjadi listrik. Energi kinetik untuk menggerakkan generator bisa diperoleh dari uap yang dihasilkan dari pembakaran sumber energi fosil, seperti minyak, batubara, dan gas atau bisa juga dari aliran air atau dari aliran udara. Intinya adalah energi listrik dihasilkan dari perubahan sumber energi lain.

Sumber-sumber energi untuk listrik memiliki kelebihan dan kekurangan. Sumber energi fosil mudah diperoleh namun bersifat polusif dan cadangannya terbatas. Sementara sumber energi aliran air tak terbatas, namun tidak selalu ada. Kebutuhan listrik di Indonesia saat ini sebagian besar di supply dari sumber energi fosil.

Menyadari permasalahan yang ada di Indonesia, perlu dilakukan suatu cara pencarian sumber tenaga listrik yang mudah dan sederhana yang dapat diusahakan dengan memanfaatkan potensi alam yang ada. Salah satu cara tersebut adalah dengan menciptakan pembangkit listrik mikro hidro. Penggunaan energi mikro hidro merupakan salah satu solusi untuk daerah yang masih belum terjangkau listrik PLN. Sumber daya alam Indonesia yang kaya akan air membuat energi listrik dengan mikro hidro sangat potensial sekali untuk dikembangkan. Adapun pembagian PLTA dengan kapasitas kecil pada umumnya adalah sebagai berikut:

1. PLTA Mikro < 100 KW
2. PLTA Mini 100 – 999 KW
3. PLTA Kecil 1000 – 10000 KW

Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH), biasa disebut Mikrohidro, adalah suatu pembangkit listrik skala kecil yang menggunakan tenaga air sebagai penggerak, misalnya saluran irigasi, sungai atau air terjun alam, dengan cara memanfaatkan tinggi terjunnya (head, dalam meter) dan jumlah debit airnya. (PLTMH) di lokasi tersebut. Pembangkit listrik yang direncanakan untuk dibangunlah dengan menggunakan kincir air (water wheel) sebagai penggerak mulanya (Prime Mover), atau disebut juga sebagai pembangkit listrik tenaga air dengan tipe kincir.

Tujuan

Adapun tujuan pembuatan makalah ini adalah:

1. Menerapkan prinsip kerja Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) secara teoritis menjadi aktualnya di lapangan.
2. Mengoptimalkan potensi air yang tersedia untuk menghasilkan daya, berupa energi listrik.
3. Merancang turbin air yang sesuai dengan energi potensial air yang tersedia, dan memiliki efisiensi yang baik.
4. Merancang variasi puli (pulley) untuk menaikkan putaran poros generator.
5. Menerapkan prinsip kerja generator secara teoritis menjadi aktualnya di lapangan.

Manfaat

Adapun manfaat dari makalah ini adalah:

- a. Untuk membantu masyarakat yang daerah tempat tinggalnya tidak terjangkau oleh listrik.
- b. Agar mahasiswa dapat mengaplikasikan langsung jika sarana dan prasarana memadai.
- c. Memahami lebih dalam tentang sistem perancangan dan pembuatan pembangkit listrik tenaga mikro hidro.
- d. Memperkenalkan sistem pembangkit listrik tenaga air kepada masyarakat atau bagi yang membutuhkan.

Metodologi Penelitian

Dalam perancangan pembuatan pembangkit listrik tenaga mikro hidro ini, pengumpulan data diperoleh melalui kepustakaan, yakni mengambil data dari buku-buku referensi yang berhubungan tentang pembangkit listrik tenaga mikro hidro, berdasarkan teori yang diterapkan selama perkuliahan, bimbingan dari dosen pembimbing, dan dari internet.

Adapun dasar dalam perancangan dan pembuatan pembangkit listrik tenaga mikro hidro dengan kincir air ini meliputi beberapa hal yaitu :

1. Prinsip kerja pembangkit listrik tenaga mikro hidro
2. Daya yang dihasilkan air
3. Efisiensi kincir
4. Menaikkan putaran
5. Prinsip kerja generator

Pembahasan**Prinsip Kerja PLTMH**

PLTMH bekerja berdasarkan prinsip konversi energi potensial air menjadi energi listrik. Air yang memiliki ketinggian tertentu dialirkan melalui pipa pesat (penstock) menuju kincir. Energi kinetik dari aliran air akan memutar kincir air yang terhubung dengan poros generator, sehingga menghasilkan listrik. Komponen utama PLTMH meliputi:

1. Bendungan atau bak penenang – menampung dan mengatur debit air.
2. Pipa pesat (penstock) – mengalirkan air menuju kincir dengan tekanan tinggi.
3. Kincir air – mengubah energi air menjadi energi mekanik.
4. Generator – mengubah energi mekanik turbin menjadi energi listrik.
5. Sistem kontrol dan distribusi – mengatur tegangan dan menyalurkan listrik ke beban

Perbedaan Turbin Air dan Kincir Air

Adapun perbedaan kincir dan turbin adalah:

1. Kincir air ditemukan pada tahun 1824, sedangkan turbin air dikembangkan setelahnya.
2. Kincir air merupakan dasar pengembangan Turbin air.
3. Kincir air biasanya dipergunakan untuk mengembangkan produksi di pedesaan, sedangkan turbin air biasanya dimanfaatkan pada PLTA.
4. Kincir terbuat dari bahan sederhana, sedangkan turbin air menggunakan beberapa alat yang lebih rumit.
5. Kincir air memiliki konstruksi yang sederhana sedangkan turbin air sedikit lebih rumit.

6. Kincir air tidak menimbulkan pencemaran.
7. Kincir air biasanya memiliki biaya serendah mungkin dan melepaskan ketergantungan terhadap penggunaan diesel, sedangkan turbin air membutuhkan biaya yang lebih tinggi.
8. Selain digunakan untuk pembangkit listrik, kincir air juga dapat digunakan sebagai irigasi dalam bidang pertanian.
9. Kincir air memiliki tipe: *Overshot Water Wheel*, *Breast Water Wheel*, *Impuls Water Wheel*, *Sagebien Water Wheel*, *Poncelet Water Wheel* dan *Reaction Water Wheel*.
10. Turbin air diklasifikasikan menjadi dua jenis: Turbin reaksi (Francis, Kaplan, Propeller, Bulb, Tube, Straflo, Tyson) dan Turbin Impuls (Pelton, Turgo, Michell-Banki (juga dikenal sebagai turbin crossflow atau ossberger)).
11. Daya yang dihasilkan kincir air lebih kecil dibandingkan daya yang dihasilkan oleh turbin air.
12. Kincir memanfaatkan air terjun saja sedangkan turbin dapat memanfaatkan air dibendungan.
13. Perbedaan dasar antara turbin air awal dengan kincir air adalah komponen putaran air yang memberikan energi pada poros yang berputar.
14. Kincir air memiliki konstruksi yang sederhana sedangkan turbin air sedikit lebih rumit

Tahapan Perancangan PLTMH

1. Studi Potensi Lokasi
Melakukan survei aliran sungai untuk mengetahui debit air (Q) dan tinggi jatuh air (H).
Menghitung daya teoritis:

$$P = 9,81 \times Q \times H \times \eta \quad (1)$$

dengan η = efisiensi sistem (biasanya 60–80%).

2. Desain Kincir dan Generator
Desain kincir air (*Overshot Water Wheel*, *Breast Water Wheel*, *Impuls Water Wheel*, *Sagebien Water Wheel*, *Poncelet Water Wheel* dan *Reaction Water Wheel*) disesuaikan dengan debit dan head dan penentuan kapasitas generator berdasarkan kebutuhan daya listrik masyarakat.
3. Perancangan Mekanik dan Sistem Pipa
 - Menentukan panjang dan diameter pipa pesat.
 - Menentukan posisi kincir untuk meminimalkan kehilangan energi akibat gesekan.
4. Sistem Distribusi dan Kontrol
 - Mengatur kestabilan tegangan dan frekuensi.
 - Menyediakan panel pengaman dan pengendali otomatis

Proses Pembuatan dan Uji Coba

Setelah perancangan selesai, dilakukan tahap pembuatan komponen dan perakitan:

1. Pembuatan kincir air dan instalasi pipa pesat.
2. Pemasangan kincir air, generator, dan sistem kontrol.
3. Pengujian sistem dengan air sungai untuk memastikan kincir air berputar dan listrik dihasilkan stabil.
4. Evaluasi performa sistem dan penyesuaian desain bila diperlukan.
5. Hasil uji coba menunjukkan bahwa PLTMH dapat menghasilkan listrik dengan kapasitas sesuai perhitungan teoritis, cukup untuk penerangan dan kebutuhan dasar masyarakat sekitar

Kesimpulan dan Saran

Perancangan dan pembuatan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) merupakan langkah nyata dalam pemanfaatan energi air sebagai sumber energi terbarukan. Melalui tahapan perencanaan yang tepat mulai dari survei potensi, desain mekanik, hingga pengujian system PLTMH dapat dioperasikan secara efisien untuk memenuhi kebutuhan listrik masyarakat pedesaan.

Pemerintah, akademisi, dan masyarakat perlu bekerja sama dalam pengembangan PLTMH, baik dari segi pendanaan, pelatihan teknis, maupun pemeliharaan agar sistem ini dapat beroperasi berkelanjutan dan memberi manfaat jangka panjang.

Daftar Pustaka

- [1] B.L. Theraja., 2005. *Electrical technology*. S.chand and Company LTD. New Delhi.
- [2] Techno Art. *Macam-macam Generator AC*. 30 Agustus 2016. <http://artikel-teknologi.com/macam-macam-generator-ac/>
- [3] Charlos, Albert. *Membuat Pembangkit Listrik Tenaga Air dengan Kincir Air*. 16 Juni 2016. m.tribunnews.com
- [4] Faizal, Wan Muhammad., dan Febrian Oni. *Rancangan dan Bangun Kincir Dan Pulley Sebagai Penunjang Kinerja PLTMH*. 16 Juni 2016. <http://ejournal.polbeng.ac.id/index.php/IP/article/download/129/128>.
- [5] Kadir, Abdul.1987. *Energi Sumber Daya, Inovasi, Tenaga Listrik dan Potensi Ekonomi*. Cetakan ketiga. Universitas Indonesia. Jakarta.
- [6] Khurmi, R.s., 1994. *Hydraulics, Fluid Mechanics and Hydraulic Machines*. S.Chand and Company LTD. New Delhi-110 055.
- [7] Khurmi, R.s.,1967. *Engineering mechanic*. S.Chand and Company LTD. New Delhi-110 055.
- [8] Modi, P.N., Seth, S.M., 1982, *Hydraulic and Fluid Mechanics*. Edisi Kelima. Printed by Deepak Printing Service at Kang Printers, 1092 New Post Office Road, Gandhi Nagar, Delhi-1100 031.
- [9] My life within. *Turbin Air*. 16Juni 2016. Rahmanta13.wordpress.com/2011/05/20/turbin-air/
- [10] Nyanyuk. *Menghitung Torsi dan Daya Mesin*. 24Agustus 2016. <http://esemkaindonesia.blogspot.co.id/2014/05/menghitung-torsi-dan-daya-mesin.html>