

Pemanfaatan Aliran Air untuk Penggerak Turbin Mikrohidro di Desa Kebonagung, Kecamatan Selopampang, Kabupaten Temanggung

Paryono¹, Giyanto¹, Teguh Budi Santoso²

¹Teknik Mesin, Politeknik Negeri Semarang

²Akuntansi, Politeknik Negeri Semarang

Kata kunci:

aliran air
budidaya tanaman
hortikultura
green house
mikrohidro
turbin cross flow

Abstrak

Pembangkit Listrik Tenaga (PLT) Mikrohidro atau sering disebut mikrohidro merupakan salah satu pembangkit listrik skala kecil terbarukan yang menggunakan tenaga air sebagai tenaga penggerak seperti, saluran irigasi, sungai atau air terjun dengan cara memanfaatkan ketinggian jatuh (*head*) dan jumlah debit air. Desa Kebonagung merupakan salah satu desa di Kecamatan Selopampang, Kabupaten Temanggung yang memiliki aliran air cukup deras dan hanya dimanfaatkan untuk kebutuhan irigasi. Berdasarkan analisis geografis dan hidrolisis, aliran sungai di Desa Kebonagung memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai pembangkit energi terbarukan yaitu mikrohidro. Pemanfaatan aliran air untuk PLT Mikrohidro ini menggunakan turbin tipe *cross flow* dengan kapasitas desain sebesar 2 kW, ketinggian desain 10 meter dan debit desain sebesar 30 liter/sekon. Pembuatan PLT Mikrohidro ini memiliki tujuan yaitu mendukung program pengembangan pertanian mandiri dan berkelanjutan kelompok tani “Tanitun Mligitani” di Desa Kebonagung melalui penyediaan pasokan energi listrik yang murah dan ramah lingkungan untuk memenuhi kebutuhan operasional, monitoring dan kontrol budidaya tanaman hortikultura metode *green house*. Dampak ekonomi yang ditimbulkan akibat penerapan teknologi PLT Mikrohidro ini yaitu mampu meningkatkan pendapatan, ekonomi dan kesejahteraan anggota kelompok tani melalui penurunan biaya produksi, peningkatan kuantitas, kualitas, dan daya saing produksi budidaya tanaman hortikultura. Sementara itu, dampak sosial yang ditimbulkan yaitu kelompok tani dan masyarakat sekitar menjadi lebih peduli (*aware*) terhadap pentingnya sumber energi listrik terbarukan dan teknologi pemanfaatan energi bersih, ramah lingkungan, dan berkelanjutan. Selain itu, kelompok tani dan masyarakat juga menjadi mengenal teknologi PLT Mikrohidro baik dari cara kerja, proses pembuatan, perawatan, dan keberlanjutan pengelolaannya.

Corresponding Author:

Paryono

Teknik Mesin, Politeknik Negeri Semarang

Jl. Prof. Sudarto, Tembalang, Kec. Tembalang, Kota Semarang, Jawa Tengah 50275

E-mail: paryono356@gmail.com

PENDAHULUAN

Kebonagung merupakan salah satu desa di Kecamatan Selopampang bagian tenggara, Kabupaten Temanggung. Desa Kebonagung dilewati sungai dengan aliran air yang cukup deras dengan kemiringan sekitar 10 - 40 derajat. Gambar 1 berikut merupakan gambaran kondisi aliran sungai di Desa Kebonagung yang dimanfaatkan penduduk desa

untuk memenuhi kebutuhan irigasi area lahan pertanian yang luasnya mencapai 1,8 hektar, termasuk area pertanian dan area budidaya tanaman hortikultura dengan metode *green house*. Selain untuk memenuhi kebutuhan irigasi, aliran air sungai di Desa Kebonagung ini memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai pembangkit energi terbarukan, yaitu Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLT Mikrohiro).



(a) Kondisi Aliran Sungai

(b) Saluran Irigasi

Gambar 1 Gambaran kondisi aliran sungai di Desa Kebonagung

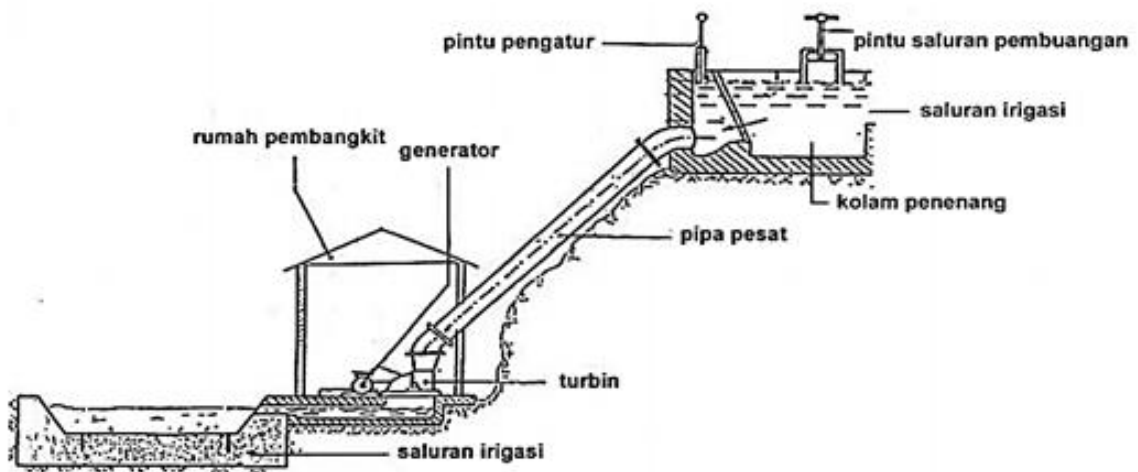
Pembangkit Listrik Tenaga (PLT) Mikrohidro atau sering disebut mikrohidro merupakan salah satu pembangkit listrik skala kecil terbarukan yang menggunakan tenaga air sebagai tenaga penggerak seperti, saluran irigasi, sungai atau air terjun dengan cara memanfaatkan ketinggian jatuh (*head*) dan jumlah debit air. PLT Mikrohidro memiliki prinsip dasar yaitu memanfaatkan energi potensial (ketinggian) dan energi kinetik (kecepatan atau laju aliran air) untuk memutar turbin dan menghasilkan daya hidrolisis. Daya hidrolisis yang dihasilkan oleh turbin air ini akan diubah menjadi energi listrik melalui generator AC yang kemudian akan disalurkan ke beban. Sementara itu, besarnya daya yang dapat dibangkitkan PLT mikrohidro dipengaruhi oleh dua faktor utama yaitu **Head (ketinggian air)** dan **Debit air (volume air per detik)**, dengan rumus sebagai berikut:

$$Power (P) = \rho \cdot Q \cdot g \cdot H \cdot \eta$$

- Keterangan:** P = daya listrik (kW)
 ρ = massa jenis air (1000 kg/m³)
 g = gravitasi (9.8 m/dt²)

- h = ketinggian jatuh (m)
 η = efisiensi turbin & generator (60%-80%)
 Q = debit (m^3/dt)

Parameter atau variable utama yang paling berpengaruh adalah h dan Q , artinya jika salah satu sudah memiliki potensi yang bagus, maka satu yang lainnya tidak perlu besar (tetapi harus ada). Sedangkan variable yang lain bersifat konstanta. Sehingga pertimbangan utama dalam desain dan optimasi desain PLT Mikrohidro di Desa Kebonagung adalah memaksimalkan potensi debit atau ketinggian jatuh yang ada di daerah tersebut. Gambaran umum desain PLT Mikrohidro yang akan diimplementasikan di Desa Kebonagung pada penelitian ini disampaikan pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Gambaran umum desain sistem PLT Mikrohidro Desa Kebonagung

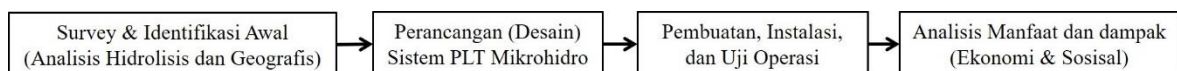
Desa Kebonagung memiliki visi jangka panjang dibidang pertanian yaitu “menjadi desa percontohan pertanian modern yang berkelanjutan dan terintegrasi dengan pariwisata dan edukasi”. Visi tersebut selaras dan mendukung salah satu misi Kabupaten Temanggung yaitu “membangun sektor pertanian yang berkelanjutan dan berkesejahteraan, dengan meningkatkan efisiensi, mendorong inovasi pertanian, menciptakan pertanian modern, memfasilitasi bibit berkualitas secara mandiri, membangun sektor pertanian yang berdaya guna untuk meningkatkan taraf hidup warga. Dalam rangka mewujudkan visi tersebut, Desa Kebonagung memiliki kelompok tani kreatif dan produktif yang mendukung program pengembangan berkelanjutan di sektor pertanian, yaitu: “Tanitun Mligitani” yang bergerak fokus pengembangan di bidang tanaman hortikultura melalui inovasi budidaya sayuran organik dengan metode *green house*. Permasalahan utama kelompok tani ini yaitu tidak ada pasokan energi listrik dari

PLN disekitar lahan-lahan petani untuk budidaya sayuran organik dalam green house. Hal ini dikarenakan letak lahan petani terlalu jauh dari kampung (± 500 m) dan menghambat kegiatan pengembangan budidaya sayuran organik. Kebutuhan pasokan energi pada *green house* digunakan untuk kebutuhan penerangan (lampu), pengairan (pompa), peralatan kontrol, dan pendukung lainnya. Berdasarkan analisis kebutuhan diperoleh bahwa beban total energi listrik pada *green house* sekitar 2000 watt atau 2 kW. Kebutuhan pasokan energi listrik tersebut harus dipenuhi untuk mendukung pengembangan berkelanjutan budidaya tanaman hortikultura dalam *green house*.

Tujuan dari pengabdian ini adalah untuk menyediakan pasokan energi listrik yang murah dan ramah lingkungan di Desa Kebonagung melalui penerapan teknologi PLT Mikrohidro. guna memenuhi kebutuhan operasional, monitoring dan kontrol budidaya tanaman hortikultura metode *green house*. Dengan adanya penerapan teknologi PLT Mikrohidro ini diharapkan mampu meningkatkan pendapatan, ekonomi dan kesejahteraan anggota kelompok tani melalui penurunan biaya produksi, peningkatan kuantitas, kualitas, dan daya saing produksi budidaya tanaman hortikultura.

METODE

Pengabdian ini dilaksanakan di Desa Kebonagung, Kecamatan Selopampang, Kabupaten Temanggung, Jawa Tengah. Metode dimulai dari survey dan identifikasi awal lokasi PLT Mikrohidro serta rencana pemanfaatannya. Selanjutnya berdasarkan hasil survey dan analisis awal tersebut dilanjutkan ke tahap perancangan sistem PLT Mikrohidro sesuai dengan kebutuhan. Tahap selanjutnya yaitu pembuatan, pemasangan atau instalasi, dan pengujian sistem PLT Mikrohidro. Sedangkan tahapan akhir dari kegiatan ini adalah tahap pengambilan data dan analisis manfaat dan dampak (ekonomi dan sosial) dari penerapan teknologi PLT Mikrohidro. Diagram alir dari kegiatan pengabdian ini disampaikan sebagai berikut.



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

HASIL KEGIATAN

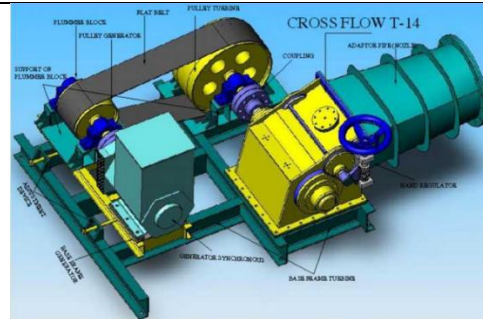
Data hasil dan pembahasan pada kegiatan pengabdian ini dikelompokkan menjadi 2 (dua) yaitu data analisis sistem PLT Mikrohidro dan data analisis manfaat dan dampak dari penerapan sistem PLT Mikrohidro.

A. Analisis Sistem PLT Mikrohidro

Berdasarkan hasil survey dan analisis potensi (hidrologis) dan analisis kebutuhan kelompok tani, maka spesifikasi desain rancangan kapasitas PLT Mikrohidro, spesifikasi turbin, generator, dan kontroler yang akan diimplementasikan pada pengabdian ini adalah sebagai berikut.

Tabel 1 Spesifikasi Desain PLT Mikrohidro Desa Kebonagung

Spesifikasi Desain PLT Mikrohidro	
Design flow (Q)	30 l/s
Design Head (Q)	10 meter
Efisiensi Sistem	65%
Kapasitas Desain	2 kW
Spesifikasi Turbin	
Tipe Turbine	Cross-flow
Diameter Runner	160 mm
Lebar Runner	60 mm
Diameter pipa penstock	6 inch
Kecepatan Putar Turbin	573 / 750 rpm
Spesifikasi Generator	
Tipe Generator	Synchronous, tipe brush
Phase & Frekuensi	1 phase & 50 Hz
Kapasitas Generator	3 kW
Kecepatan Putar Generator	1500 rpm
Spesifikasi Kontroler	
Digital Electronic Load Controller (DLC), 1P, 230V, 50 Hz, kapasitas 2kW	
Included Air heater ballast load, industrial standard. 230V, 50 Hz, kapasitas 3kW	



Gambar Desain PLT Mikrohidro



Gambar Produk Turbin Mikrohidro



Panel Kontrol dan ballast load

Selain spesifikasi sistem mekanikal dan elektrikal yang sudah disampaikan di atas, juga disampaikan hasil konstruksi sipil penunjang sistem PLT Mikrohidro yang diimplementasikan pada kegiatan pengabdian ini. Konstruksi sipil penunjang sistem PLT Mikrohidro ini meliputi:

- 1) Bendung/*intake* sistem PLT Mikrohidro yang terdiri dari: bak penenang dan pengendap, sistem pengalih atau pelimpah, dan bak penampung utama yang dilengkapi dengan penyaring (*filter*) dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Konstruksi sipil bendung/*intake*

- 2) Rumah pembangkit (*power house*) sistem PLT Mikrohidro berisi turbin *crossflow* dan kontrol arus listrik konstruksi rumah dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Rumah pembangkit (*power house*)

- 3) Pipa Pesat (*penstock*) yang merupakan saluran atau terowongan yang menghubungkan bak penampung air ke turbin di rumah pembangkit listrik (*power house*). Berdasarkan hasil perhitungan matematis secara teoritis dan survey kondisi hidrologis lokasi instalasi sistem PLT Mikrohidro diperoleh spesifikasi pipa pesat yaitu: panjang pipa pesat ± 28 meter dan diameter pipa pesat 6 inch. Seperti terlihat pada gambar 6.



Gambar 6. Pipa Pesat

- 4) Pelatihan Pengoperasian, pelatihan diberikan kepada kelompok tani TANITUN MLIGITANI supaya dapat mengoperasikan dan merawat turbin, kegiatan pelatihan seperti terlihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Pelatihan Pengoperasian dan Perawatan Mikrohidro

B. Analisis Manfaat dan Dampak Penerapan PLT Mikrohidro

Analisis manfaat dan dampak baik secara ekonomi maupun sosial dari penerapan PLT Mikrohidro di Desa Kebonagung ini yaitu:

- 1) **Dampak Ekonomi;** Penerapan TTG PLT Mikrohidro kapasitas 2 kW memiliki potensi untuk menurunkan biaya produksi budidaya tanaman hortikultura (penyiraman tanaman sebelumnya menggunakan mesin diesel (genset) yang membutuhkan biaya operasional yang cukup tinggi dan sekarang bisa menggunakan pompa listrik (sumber energi dari PLT Mikrohidro) dengan biaya operasional gratis. Selain itu, kelompok tani Tanitun Mligitani yang menjadi mitra juga memiliki potensi untuk meningkatkan kuantitas, kualitas, dan daya saing produksi tanaman hortikultura; dan meningkatkan pendapatan, ekonomi serta kesejahteraan anggota kelompok tani Tanitun Mligitani.
- 2) **Dampak Sosial;** Penerapan PLT Mikrohidro menyebabkan terjadinya perubahan sosial pada mitra dan masyarakat desa Kebonagung terhadap pentingnya sumber energi listrik dan teknologi pemanfaatan energi bersih, ramah lingkungan, dan berkelanjutan. Dampak sosial yang dirasakan diantaranya adalah mitra dan masyarakat menjadi mengenal teknologi PLT Mikrohidro baik dari cara kerja, proses pembuatan, perawatan, dan keberlanjutan pengelolaannya. Selain itu, program penerapan PLT mikrohidro yang rencana keberlanjutannya akan diintegrasikan dengan program pertanian mandiri dan wisata edukasi akan menjadi salah satu ikon kebanggaan masyarakat di Desa Kebonagung, sehingga dapat meningkatkan citra desa dan daya tarik masyarakat luas.

Selain itu, proses penerapan teknologi PLT Mikrohidro di Desa Kebonagung ini memiliki beberapa hambatan yang disebabkan karena beberapa faktor diantaranya yaitu:

- 1) **Pandemi Covid-19** yang menyebabkan koordinasi dan mobilitas kegiatan pelaksanaan program sedikit terganggu. Proses koordinasi dengan kelompok tani mitra hanya bisa dilakukan terbatas dan harus memenuhi protokol kesehatan.
- 2) **Akses jalan ke lokasi** tempat penerapan PLT Mikrohidro sulit, karena lokasi terletak di sebuah bukit dan melewati sungai yang tidak ada fasilitas penyeberangannya (jembatan). Hal ini menyebabkan mobilitas bahan, peralatan dan personil ke lokasi tempat penerapan PLT Mikrohidro terhambat.

- 3) **Cuaca** di Desa Kebonagung (Lokasi penerapan PLT Mikrohidro) sering hujan lebat (musim penghujan), sehingga menghambat proses pembuatan PLT Mikrohidro (terutama proses pembangunan struktur sipil penunjang PLT Mikrohidro)

KESIMPULAN

Pembangkit Listrik Tenaga (PLT) Mikrohidro atau sering disebut mikrohidro merupakan salah satu pembangkit listrik skala kecil terbarukan yang menggunakan tenaga air sebagai tenaga penggerak seperti, saluran irigasi, sungai atau air terjun dengan cara memanfaatkan ketinggian jatuh (*head*) dan jumlah debit air. PLT Mikrohidro yang diimplementasikan di Desa Kebonagung ini menggunakan jenis turbin tipe *cross flow* yang memiliki kapasitas sebesar 2 kW dengan ketinggian 10 meter dan debit sebesar 30 liter/sekon. Penerapan PLT Mikrohidro ini bertujuan untuk mendukung program pengembangan pertanian mandiri dan berkelanjutan kelompok tani “Tanitun Mligitani” di Desa Kebonagung melalui penyediaan pasokan energi listrik yang murah dan ramah lingkungan dalam rangka memenuhi kebutuhan energi listrik untuk operasional, monitoring dan kontrol budidaya tanaman hortikultura metode *green house*. Dampak ekonomi yang ditimbulkan akibat penerapan teknologi PLT Mikrohidro ini yaitu mampu meningkatkan pendapatan, ekonomi dan kesejahteraan anggota kelompok tani melalui penurunan biaya produksi, meningkatkan kuantitas, kualitas, dan daya saing produksi budidaya tanaman hortikultura. Sementara itu, dampak sosial yang ditimbulkan yaitu kelompok tani dan masyarakat sekitar menjadi lebih peduli (*aware*) terhadap pentingnya sumber energi listrik terbarukan dan teknologi pemanfaatan energi bersih, ramah lingkungan, dan berkelanjutan. Selain itu, kelompok tani dan masyarakat juga menjadi mengenal teknologi PLT Mikrohidro baik dari cara kerja, proses pembuatan, perawatan, dan keberlanjutan pengelolaannya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Erliza Yuniarti, 2012. *Rancangan Parameter Turbin Crossflow Generator Sikron Pada PLTMH Talang Lintang* Berkala Teknik Vol. 2 No. 4 Maret 2012
- [2] Bachtiar, Asep Neris. 1988. *Perencanaan Turbin Air Penggerak Generator Listrik Pedesaan*. Tugas Akhir. Padang.

- [3] Bernat, Syukri. 2006. *Dasar-Dasar Merencana Turbin Air*. Makasar: Bintang Lamumpatue
- [4] Heri Irawan, Mujiburrahman. 2019. *Perancangan Turbin Air Tipe Crossflow Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro*, Jurnal Teknik Mesin UNISKA Vol. 4 No.1 Mei 2019
- [5] IMIDAP. 2010. *Modul Pelatihan Studi Kelayakan Pembangunan Mikrohidro*. Jakarta: Direktorat Jenderal Listrik dan Pemanfaatan Energi, Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral.
- [6] Soetikno, H., Anggono, T., Heriansyah, A.2002. *Komponen Dasar dalam Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Mini-Mikrohidro*. Jakarta: Publikasi P3TEK, Vol. 1.
- [7] Sugiri, Agus. 2011. *Pengaruh Jumlah Sudu Jalan Terhadap Efisiensi Turbin Aliran Silang (Cross-Flow)*. Bandar Lampung: Universitas Lampung, Jurnal Mechanical. Vol. 2.