

# Implementasi Mikrohidro untuk Penerangan Kincir Air di Sambigede

Siti Sendari\*, Mahfud Jiono, Soraya N. Mustika, Aldo Z. A. Zulkarnain, Dian S. Wibowo, Aji J. T. Waridno, Faj'run Ni'am

Universitas Negeri Malang; Jl. Semarang 5 Malang 65145, telp/fax +62341-588077  
Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Malang

Corresponding email: siti.sendari.ft@um.ac.id

## Abstrak

*Mikrohidro atau yang dimaksud dengan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH), adalah suatu pembangkit listrik skala kecil yang menggunakan tenaga air sebagai tenaga penggerak seperti, saluran irigasi, sungai atau air terjun alam dengan cara memanfaatkan tinggi terjunan (head) dan jumlah debit air. Pada dasarnya, mikrohidro memanfaatkan energi potensial jatuhnya air (head). Salah satu bentuk pengaplikasian mikrohidro adalah pemasangan Implementasi Mikrohidro untuk Penerangan Kincir Air di Sambigede. Tujuan dari implementasi mikrohidro ini adalah untuk memberikan penerangan untuk kincir air yang memfilter sampah di Desa Sambigede sekaligus memberikan penerangan di area sekitarnya. Metode yang digunakan dalam implementasi ini adalah dengan memanfaatkan energi mekanik yang dihasilkan oleh kincir air yang kemudian diterapkan pulley dan belt yang terhubung ke generator listrik, generator listrik tersebut akan dapat menghasilkan energi yang cukup untuk memberikan penerangan kincir air dan sekitarnya. Alasan mengapa implementasi ini diterapkan di Desa Sambigede adalah untuk meningkatkan penerangan kincir air yang tergolong salah satu objek penting di Sambigede dan meningkatkan penerangan di Desa Sambigede yang tergolong minim.*

**Kata kunci**— Pengabdian masyarakat, Mikrohidro, Penerangan desa, Generator listrik

## Abstract

*Microhydro or what is meant by Microhydro Power Plant, is a small-scale power plant that uses hydropower as its driving force, such as irrigation canals, rivers or natural waterfalls by utilizing the head and the amount of water discharge. Basically, microhydro utilizes the potential energy of falling water (head). One of the forms of microhydro application is the installation of Microhydro Implementation for Waterwheel Lighting in Sambigede. The purpose of implementing this microhydro is to provide lighting for the waterwheel that filters waste in Sambigede Village while providing lighting in the surrounding area. The method used in this implementation is by utilizing the mechanical energy produced by the waterwheel which is then applied to a pulley and belt connected to an electric generator, the electric generator will be able to produce sufficient energy to provide lighting for the waterwheel and its surroundings. The reason why this implementation is implemented in Sambigede Village is to improve the lighting of the waterwheel which is one of the important objects in Sambigede and to increase the lighting in Sambigede Village which is classified as minimal.*

**Keywords**— Community service, Microhydro, Village lighting, Electric generator

## 1. PENDAHULUAN

Mikrohidro atau yang dimaksud dengan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH), adalah suatu pembangkit listrik skala kecil yang menggunakan tenaga air sebagai tenaga penggerak seperti, saluran irigasi, sungai atau air terjun alam dengan cara memanfaatkan tinggi terjunan (head) dan jumlah debit air (Anonim, 2008). Mikrohidro merupakan sebuah istilah yang terdiri dari kata mikro yang berarti kecil dan hidro yang

berarti air. Secara teknis, mikrohidro memiliki tiga komponen utama yaitu air (sebagai sumber energi), turbin dan generator.

Salah satu sumber listrik yang dapat dikembangkan adalah dengan menggunakan energi terbarukan, salah satunya adalah menggunakan tenaga mikrohidro dalam bentuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro/PLTMH (Mahmud et al., 2012). Penggunaan teknologi hidroelektrik yang pertama adalah dengan menggunakan kincir air di Sungai Fox Wisconsin pada tahun 1882 untuk dua pabrik kertas

dan rumah (Singh, 2009). Energy yang dihasilkan dari PLTMH berasal dari gerakan air karena perbedaan elevasi dan debit yang cukup (Kougias et al., 2014). Mikrohidro mendapatkan energi dari aliran air yang memiliki perbedaan ketinggian tertentu. Pada dasarnya, mikrohidro memanfaatkan energi potensial jatuhnya air (head). Semakin tinggi jatuhnya air maka semakin besar energi potensial air yang dapat diubah menjadi energi listrik (Anonim, 2008). Di samping faktor geografis (tata letak sungai), tinggi jatuhnya air dapat pula diperoleh dengan membendung aliran air sehingga permukaan air menjadi tinggi (Anonim, 2003). Air dialirkan melalui sebuah pipa pesat kedalam rumah pembangkit yang pada umumnya dibangun di bagian tepi sungai untuk menggerakkan turbin atau kincir air mikrohidro. Energi mekanik yang berasal dari putaran poros turbin akan diubah menjadi energi listrik oleh sebuah generator. Mikrohidro bisa memanfaatkan ketinggian air yang tidak terlalu besar, misalnya dengan ketinggian air 2.5 meter dapat dihasilkan listrik 400 watt. Beberapa keuntungan yang terdapat pada pembangkit listrik tenaga listrik mikrohidro adalah sebagai berikut (O, 1995) :

- Dibandingkan dengan pembangkit listrik jenis yang lain, PLTMH ini cukup murah karena menggunakan energi alam.
- Memiliki konstruksi yang sederhana dan dapat dioperasikan di daerah terpencil dengan tenaga terampil penduduk daerah setempat dengan sedikit latihan.
- Tidak menimbulkan pencemaran.
- Dapat dipadukan dengan program lainnya seperti irigasi dan perikanan.
- Dapat mendorong masyarakat agar dapat menjaga kelestarian hutan sehingga ketersediaan air terjamin.

Besarnya daya hidrolik ( $P_h$ ) yang merupakan potensi sumber daya energi air pada suatu wilayah, ditentukan melalui persamaan (U, 2001):

$$P_h = Q \cdot \rho \cdot g \cdot h \text{ Watt} = 9,81 \cdot Q \cdot h \text{ (kW)} \quad (1)$$

Persamaan (1) digunakan apabila PLTMH menggunakan turbin. Jika menggunakan kincir maka persamaan (1) berubah menjadi persamaan (2).

$$P_h = 9,81 \cdot Q \cdot h + 1/2 Q V^2 \text{ (kW)} \quad (2)$$

Keterangan:

$P_h$  = daya hidrolik (kW)

$Q$  = debit air ( $m^3/s$ )

$\rho$  = massa jenis air (= 1000  $kg/m^3$ )

$g$  = gravitasi bumi (= 9,81  $m/s^2$ )

$h$  = tinggi jatuh air (m)

$V$  = kecepatan air menumbuk sudu (m/s)

Jika efisiensi pipa pesat ( $\eta_{pp}$ ) dan efisiensi turbin ( $\eta_{tb}$ ) diketahui, maka besarnya daya mekanik turbin dapat ditentukan dari persamaan [6]:

$$P_{tb} = \eta_{tb} \cdot \eta_{pp} \cdot P_h \text{ (kW)} \quad (3)$$

Apabila antara turbin/kincir dengan generator terdapat perangkat sistem transmisi mekanik ( $\eta_{tm}$ ), dan efisiensi generator ( $\eta_g$ ) diketahui, maka dapat ditentukan besarnya daya keluaran elektrik dari generator, melalui persamaan:

$$P_{out} = \eta_{tm} \cdot \eta_g \cdot P_{tb} \text{ (kW)} \quad (4)$$

$$P_{out} = \eta_{total} \cdot Q \cdot g \cdot h \text{ (kW)} \quad (5)$$

Dalam hal ini,  $\eta_{total}$  adalah efisiensi total sistem mulai dari turbin sampai dengan generator

$$\eta_{total} = \eta_{pp} \cdot \eta_{tb} \cdot \eta_{tm} \cdot \eta_{ng}$$

Generator listrik adalah mesin yang digunakan untuk menghasilkan energi listrik dari sumber energi mekanik. Prinsip kerja dari generator listrik adalah induksi elektromagnetik (Gertshen et al., 1996). Dimana Induksi elektromagnetik adalah gejala timbulnya arus listrik pada penghantar listrik akibat dari adanya perubahan medan magnet di sekeliling penghantar (Abdullah, 2017).

Data dari BPS Indonesia pada tahun 2018 mengatakan bahwa di Jawa Timur terdapat 5.520 jumlah desa yang masih bergantung pada listrik negara (PLN) dan 2.646 jumlah desa mandiri (tanpa bergantung PLN), serta 9 desa tanpa listrik sama sekali untuk sumber penerangan jalan utama desa [9]. Hal tersebut tentu menggugah pikiran masyarakat untuk mewujudkan desa listrik mandiri dengan implementasi mikrohidro untuk Desa Sambigede yang memiliki potensial perairan yang cukup baik.

Belt adalah bahan fleksibel yang melingkar tanpa ujung, yang digunakan untuk menghubungkan secara mekanis dua poros yang berputar. Sabuk digunakan sebagai sumber penggerak, penyalur daya yang efisien atau untuk memantau pergerakan relatif. Sabuk dilingkarkan pada katrol. Dalam sistem dua pulley, belt dapat mengendalikan pulley secara normal pada satu arah atau menyilang. Belt digunakan sebagai sumber penggerak contohnya adalah pada konveyor di mana belt secara kontinu membawa beban dari satu titik ke titik lain (Wikipedia, 2021).

Maka dari itu dibuatlah Implementasi Mikrohidro untuk Penerangan Kincir Air di Sambigede. Tujuan dari implementasi mikrohidro ini adalah untuk memberikan penerangan untuk kincir air yang memfilter sampah di Desa Sambigede sekaligus memberikan penerangan di area sekitarnya. Terdapat contoh implementasi mikrohidro/pikohidro, kincir air, generator listrik DC sebelumnya yang

melatar belakangi ide pengabdian masyarakat di berbagai daerah, ide mikrohidro tersebut muncul di desa-desa kecil yang memiliki aliran sungai kecil dan membutuhkan aliran listrik karena susahnya menghubungkan aliran listrik (Supardi et al., 2015), dengan itu muncul gagasan untuk menerapkan teknologi mikrohidro ini di Desa Sambigede.

2. METODE

Pelaksanaan implementasi ini terdiri dari pembantuan pemasangan kincir air filter sampah, pengukuran kecepatan putaran kincir air, perhitungan pulley dan belt, belanja bahan, pembuatan pulley dan belt, pembuatan tiang lampu penerangan, pemasangan tiang lampu di lokasi, pemasangan generator dan rangkaian listrik(baterai, kabel, inverter, regulator, dll.) dan lampu.

Pemasangan Kincir Air

Dalam hal itu anggota yang hadir ikut membantu membawa kincir air dari kendaraan menuju lokasi pemasangan. Pemasangan kemudian dilanjutkan dengan meletakkan kincir tersebut di tumpuan yang telah dibuat sebelumnya oleh kelompok desa. Setelah mengunci kincir air tersebut di tumpuan, kincir air telah bekerja dengan sesuai yang diinginkan (lihat Gambar 1).



Gambar 1. Pemasangan Kincir Air



Gambar 2. Observasi kincir air

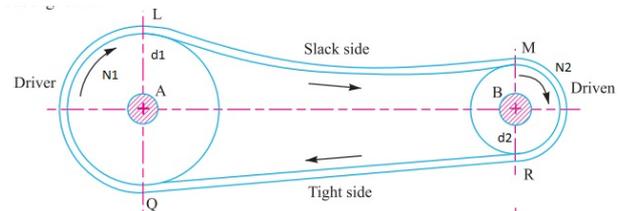
Observasi Lebih Lanjut

Tahap kedua adalah observasi oleh anggota. Dalam observasi tersebut anggota menghitung kecepatan kincir air menggunakan tachometer dengan cara disorotkan ke bearing kincir air

sekaligus menghitung dimensi kincir air dan lebar pengairannya (lihat Gambar 2).

Perhitungan Pulley dan Belt

Tahap ketiga ada perhitungan pulley dan belt. Dikarenakan putaran dari kincir air yang tidak memungkinkan untuk menghidupi generator, maka digunakan prinsip metode pulley dan belt.



Gambar 3. Mekanisme pulley dan belt.

Persamaan pulley dan belt didapat dari persamaan (6) untuk mendapatkan diameter pulley yang dibutuhkan dengan persamaan (7).

$$l = \pi dN \tag{6}$$

$$d_1 N_1 = d_2 N_2 \tag{7}$$

Dimana l adalah rumus dasar Velocity Ratio, d adalah diameter pulley ditambah tebal belt, dan N adalah Velocity Ratio. Dengan persamaan (2), perbandingan pulley driver dan driven dapat diperoleh dengan rasio 13:3 dengan menggunakan 2 coupling dan 6 pulley. Dengan coupling dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (3).

$$d_2 N_2 = d_3 N_3 \tag{3}$$

d2 dan d3 adalah 2 buah pulley ter-coupling, begitu juga dengan pulley d4 dan d5 [(Khurmi & Gupta, n.d.). Dari metode coupling dan belt tersebut, generator dapat menghasilkan 1800 RPM lebih yang semula hanya sekitar 20-30 RPM.

Pembuatan Pulley dan Belt

Pada alat ini terdapat sebuah generator dc berdaya maksimal sebesar 500 watt. Untuk mencapai daya maksimal generator dibutuhkan kecepatan maksimal kurang lebih sebesar 1800 rpm. Tetapi untuk titik aman generator digunakan putaran kurang lebih sebesar 700 – 900 rpm. Untuk membuat putaran tersebut dibutuhkan sebuah Coupling menggunakan pulley dan van belt dengan dimensi pulley yang terpasang pada generator sebesar 3 inch dan yang terpasang pada kincir air sebesar 16 inch.

Rangkaian penyetabil tegangan atau voltage regulator dipasang pada rangkaian kelistrikan untuk mencegah terjadinya lonjakan tegangan saat debit air naik yang menyebabkan kincir berputar semakin cepat. Rangkaian inverter dc to ac 300watt dipasang pada rangkaian kelistrikan untuk mengubah Arus keluaran generator yang semula berbentuk DC 12V menjadi Arus AC 220V sebagai

suplai listrik bagi lampu penerangan. Sebelum listrik dari inverter terhubung ke lampu penerangan dipasang sebuah MCB 1A sebagai pengaman jika terjadi korsleting pada lampu penerangan.

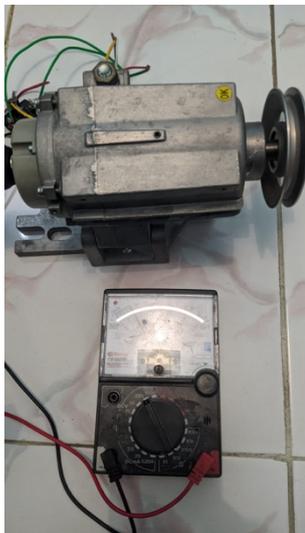
**Pembuatan Tiang Lampu Penerangan**

Tahap keenam adalah pembuatan tiang lampu sebagai fondasi pencahayaan lampu guna menerangi tempat sekitar kincir air dan generator. Tiang lampu penerangan ini memiliki tinggi ± 3 meter dan terbuat dari besi hollow.



**Gambar 4.** Tiang lampu penerangan

Untuk pemasangan tiang akan ditempatkan di sebelah generator. Dengan didekatkannya tiang dengan generator maka dapat mengurangi biaya untuk kabel penghubung lampu dengan generator.



**Gambar 5.** Generator Permanent Neodymium Magnet 300 watt

**Pemasangan Generator di Lokasi**

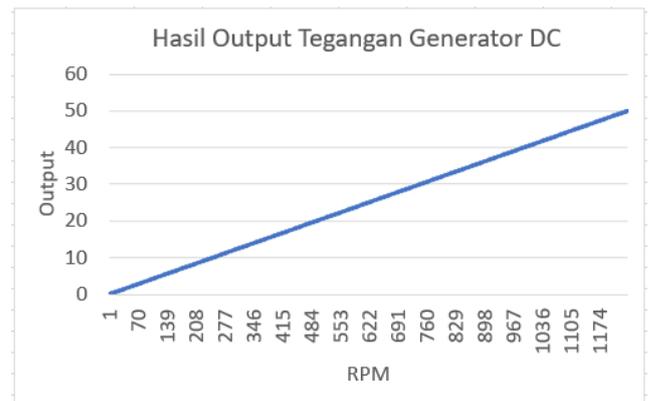
Generator yang akan digunakan bertipe M2-50-G. Generator ini memiliki keluaran daya listrik sebesar 500 watt dengan tegangan sebesar 315V DC. Kecepatan putaran generator mencapai 2500 rpm. Generator yang digunakan ditunjukkan pada Gambar

3. Generator terhubung dengan kincir menggunakan belt dan rasio pulley yang telah ditentukan dengan titik poros antara generator dan kincir air sejauh 75cm. Uji coba menggunakan rasio pulley tersebut dapat menghasilkan putaran sekitar 812 rpm pada generator yang menghasilkan tegangan keluaran sebesar 15V DC yang kemudian distabilkan dengan rangkaian Regulator menjadi 12volt. Dengan debit air sungai normal kincir air dapat memberikan torsi yang cukup untuk menggerakkan generator sehingga generator dapat menghasilkan daya listrik kurang lebih sebesar 380 watt. Untuk daya listrik yang dihasilkan generator tersebut dapat digunakan untuk menyalakan bohlam 220V 20watt kurang lebih sebanyak 18 buah sebagai penerangan jalan.

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Setelah metode-metode telah sepenuhnya dijalankan, maka Implementasi Mikrohidro untuk Penerangan Kincir Air dapat terealisasi dengan baik. Hasil yang didapatkan yaitu putaran kincir air sebagai energi mekanik terhadap generator menghasilkan daya listrik yang cukup untuk penerangan. Walaupun putaran kincir air tidak terlalu kencang, namun dengan adanya bantuan pemasangan pulley maka dapat menggerakkan generator untuk menghasilkan listrik.

Untuk keluaran tegangan listrik dari generator dapat menghasilkan sebesar 50V dengan putaran maksimal sebesar 1240 rpm. Tegangan ini bisa berubah-ubah tergantung dari putaran generator. Dan pergerakan keluaran pada generator bergerak secara linier ditunjukkan pada Gambar 4.



**Gambar 6.** Keluaran tegangan generator

Uji coba penggunaan rasio pulley menghasilkan putaran sekitar 812 rpm pada generator yang menghasilkan tegangan keluaran sebesar 15V DC yang kemudian distabilkan menggunakan rangkaian Regulator menjadi 12 Volt. Dengan debit air sungai normal, kincir air dapat memberikan torsi yang cukup untuk menggerakkan generator sehingga generator dapat menghasilkan daya listrik kurang lebih sebesar 380 Watt.

#### 4. SIMPULAN

Maka dapat disimpulkan untuk menyalakan lampu DC pada sekitar kincir air dapat dilakukan secara teori. Dengan teori tersebut lampu DC yang dialiri listrik dari generator yang ditenagai oleh kincir air dapat menyala. Dengan adanya teori tersebut desa akan terbantu dengan adanya listrik tambahan yang menambah penerangan pada tempat yang masih gelap dan sulit dijangkau. Kekurangan pada teori ini karena menggunakan motor DC dengan harga yang cukup murah maka tidak dapat memaksimalkan teori yang akan diimplementasikan. Akan tetapi dikarenakan keadaan tidak terduga kincir air mengalami kerusakan dan tidak dapat mengimplementasikan teori yang diinginkan. Dengan demikian program kerja ini dapat diteruskan oleh selanjutnya agar dapat menyelesaikan program kerja ini sampai tuntas. Serta dapat membangun Desa Sambigede menjadi lebih baik.

#### DAFTAR RUJUKAN

- Abdullah, M. (2017). Fisika Dasar II. In *Fisika Dasar II*. Institut Teknologi Bandung.
- Anonim. (2003). *Pedoman pengelolaan pengoperasian dan pemeliharaan PLTMH Leuwi Kiara, Kabupaten Tasikmalaya*. Dinas Pertambangan Dan Energi Bandung.
- Anonim. (2008). *Manual pembangunan pembangkit listrik tenaga Mikrohidro*. IBEKA-JICA.
- Gertshen, C., Kneser, H. O., & Vogel, H. (1996). *Fisika: Listrik Magnet dan Optik*. Jakarta: Pusat Pembinaan Dan Pengembangan Bahasa.
- Khurmi, R., & Gupta, J. (n.d.). *A textbook of machine design (S.I. Units)*. Eurasia Publishing House (PVT.) LTD.
- Kougias, I., Patsialis, T., Zafirakou, A., & Theodossiou, N. (2014). Exploring the potential of energy recovery using micro hydropower systems in water supply systems. *Water Utility Journal*, 7.
- Mahmud, K., Tanbir, M. A. T., & Islam, M. A. (2012). Feasible micro hydro potentiality exploration in hill tracts of Bangladesh. *Global Journal of Research Engineering*, 12(9-F).
- O, P. (1995). *Tenaga Air*. Erlangga.
- Singh, D. (2009). Micro hydro power resource assessment handbook. *Asian and Pacific Centre for Transfer of Technology Of the United Nations – Economic and Social Commission for Asia and the Pacific (ESCAP)*.
- Supardi, A., Prasetya, D. A., & Aklis, N. (2015). Karakteristik keluaran generator induksi 1 fase pada sistem pembangkit pikohidro. *Simposium Nasional Teknologi Terapan (SNTT)*3.
- U, W. (2001). *Sumber daya energi alternatif*. Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
- Wikipedia. (2021). *Belt (mechanical)*. Wikipedia. [https://en.wikipedia.org/wiki/Belt\(mechanical\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Belt(mechanical))