

STUDI KELAYAKAN POTENSI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO DI DESA SETREN KECAMATAN SLOGOIMO KABUPATEN WONOGIRI

Ari Maghfur Dimiyati
PT. DINAMIKA ELEKTRIK MANDIRI
Rukan Graha Mas, Blok B No. 26
Jl. Perjuangan Kebon Jeruk, Jakarta Barat 11530
ari_maghfur@de-mandiri.com

ABSTRAKSI

Energi listrik memiliki peranan yang sangat penting dalam usaha meningkatkan mutu kehidupan dan pertumbuhan ekonomi di Indonesia. Keterbatasan penyediaan energi listrik merupakan salah satu hambatan dalam pembangunan dan pengembangan masyarakat khususnya di daerah pedesaan. Secara umum di daerah daerah pegunungan mempunyai potensi energi air yang besar. Pembangkit listrik mikrohidro adalah salah satu pembangkit energi listrik terbarukan, efisien, praktis, dan ramah lingkungan.

Saat ini energi kelistrikan di desa Setren belum bisa dinikmati oleh semua masyarakat desa setren, hal ini masih dijumpai 7 rumah yang belum berlangganan energi listrik ke PLN, biaya merupakan faktor utama yang dikeluhkan oleh masyarakat tersebut. Jika dilihat kondisi melimpahnya air yang ada di desa setren sepanjang tahun maka perlu kajian terkait potensi air untuk dibangun pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMh). Maka dari itu penelitian ini bertujuan melakukan studi kelayakan PLTMh.

Metode penelitian ini terdiri dari beberapa tahap yaitu survey lokasi untuk mengumpulkan data primer dari warga sekitar. Tahap berikutnya adalah mengukur debit air dengan cara mengukur kecepatan air, dan pengukuran head, dan tahap akhir adalah mendesain dan menganalisa potensi kapasitas PLTMh yang dapat dibangun.

Hasil survey yang diperoleh selama melakukan studi kelayakan PLTMh di desa Setren, Kecamatan Slogohimo, Kabupaten Wonogiri memperoleh hasil yang sesuai, pada lokasi tersebut memiliki potensi yang layak untuk di bangun pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMh). Potensi yang ada mampu menghasilkan daya berkapasitas 1 x 20 Kw. PLTMh yang dirancang menggunakan Crossflow dan Generator Induksi berkapasitas 25 Kw.

Kata kunci : PLTMh, Mikrohidro, debit, generator, head..

1. PENDAHULUAN

Penggunaan PLTMh sebagai energi alternatif yang *cost friendly*, *user friendly*, *environmenfriendly*, dan *material friendly* diharapkan dapat lebih besar lagi pemanfaatannya menjadi solusi atas kurangnya aksesibilitas masyarakat pedesaan terhadap PLTMh dapat dikembangkan untuk sumber energi listrik terbarukan dari sumber air di samping teknis untuk penerangan rumah tangga atau industri rumah tangga/pengolahan produksi.

Atas dasar inilah maka perlu dilakukan studi kelayakan PLTMh di Kabupaten Wonogiri tepatnya Desa Setren, Kecamatan Slogohimo, yang pelayanan penyediaan kelistrikan oleh pihak PLN masih kurang. Penelitian ini berisi pembahasan suatu perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMh), mulai dari

pengukuran dan perhitungan debit, tinggi terjun air, perhitungan daya keluaran, pemilihan turbin, pemilihan generator.

Penelitian ini untuk mengkaji berapa kapasitas PLTMh yang dapat dibangun di Desa Setren, Kecamatan Slogohimo, Kabupaten Wonogiri.

Studi kelayakan PLTMh di sungai Sorosido Dukuh Pekuluran Desa Sidoharjo Kecamatan Doro Kabupaten Pekalongan. Hasil penelitian tersebut menyebutkan bahwa dari data hidrografi dan topografi sungai ini dapat dirancang mampu menghasilkan listrik sekitar 30 KVA dengan tinggi terjun 10 m dan mampu menerangi seluruh dukuh Pekuluran dengan 62 kepala keluarga bahkan untuk pengembangan perekonomian penduduk (Sudarga, 2003).

Studi Kelayakan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMh) Menggunakan

Turbin Francis di Bendungan Banjir Kanal Barat Semarang. Penelitian ini digunakan untuk memberikan satu kontribusi sebagai salah satu pemanfaatan turbin air untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro serta untuk merencanakan suatu pembangkit listrik tenaga air mikro yang dapat dimanfaatkan dan diaplikasikan. Hasil penelitian pada data dilapangan (Head = 8 meter dan Debit air 0.98 m³/detik) maka didapat daya yang dihasilkan turbin Francis sebesar 39.63 kW. Dari hasil yang didapat maka pada bendungan banjir kanal barat ini bisa dipasang Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (Mochamad).

Implementasi Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMh) di Pesantren Latansa Kampung Parakan Santri Kabupaten Lebak- Banten. Kegiatan pengabdian masyarakat pembangunan PLTMh ini adalah bagian dari upaya penyediaan sumber listrik bagi masyarakat, sekaligus dapat menjadi ajang riset terapan, yang skala pembangunan dan pengembangannya dapat disesuaikan dengan kebutuhan (Endy).

Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMh) adalah pembangkit listrik berskala kecil (kurang dari 200 kW), yang memanfaatkan tenaga (aliran) air sebagai sumber penghasil energi. PLTMh termasuk sumber energi terbarukan dan layak disebut clean energy karena ramah lingkungan. Dari segi teknologi, PLTMh dipilih karena konstruksinya sederhana, mudah dioperasikan, serta mudah dalam perawatan dan penyediaan suku cadang. Secara ekonomi, biaya operasi dan perawatannya relatif murah, sedangkan biaya investasinya cukup bersaing dengan pembangkit listrik lainnya. Secara sosial, PLTMh mudah diterima masyarakat luas (bandingkan misalnya dengan Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir). PLTMh biasanya dibuat dalam skala desa di daerah-daerah terpencil yang belum mendapatkan listrik dari PLN. Tenaga air yang digunakan dapat berupa aliran air pada sistem irigasi, sungai yang dibendung atau air terjun.

PLTMh pada prinsipnya memanfaatkan beda ketinggian dan jumlah debit air per detik yang ada pada aliran air saluran irigasi, sungai atau air terjun. Aliran air ini akan memutar poros turbin sehingga menghasilkan energi mekanik. Energi ini selanjutnya menggerakkan generator dan menghasilkan listrik. Skema prinsip kerja PLTMh terlihat pada gambar 1. Pembangunan PLTMh perlu diawali dengan pembangunan bendungan untuk mengatur aliran air yang akan dimanfaatkan sebagai tenaga penggerak PLTMh. Bendungan ini dapat berupa bendungan beton atau bendungan beronjong. Bendungan perlu dilengkapi dengan pintu air dan saringan sampah untuk mencegah masuknya kotoran atau endapan lumpur. Bendungan sebaiknya dibangun pada dasar sungai yang stabil dan aman terhadap banjir.

Di dekat bendungan dibangun bangunan pengambilan (*intake*). Kemudian dilanjutkan dengan pembuatan saluran penghantar yang berfungsi mengalirkan air dari *intake*. Saluran ini dilengkapi dengan saluran pelimpah pada setiap jarak tertentu untuk mengeluarkan air yang berlebih. Saluran ini dapat berupa saluran terbuka atau tertutup. Di ujung saluran pelimpah dibangun kolam pengendap. Kolam ini berfungsi untuk mengendapkan pasir dan menyaring kotoran sehingga air yang masuk ke turbin relatif bersih. Saluran ini dibuat dengan memperdalam dan memperlebar saluran penghantar dan menambahnya dengan saluran penguras. Kolam penenang (*forebay*) juga dibangun untuk menenangkan aliran air yang akan masuk ke turbin dan mengarahkannya masuk ke pipa pesat (*penstok*). Saluran ini dibuat dengan konstruksi beton dan berjarak sedekat mungkin ke rumah turbin untuk menghemat pipa pesat. Pipa pesat berfungsi mengalirkan air sebelum masuk ke turbin. Dalam pipa ini, energi potensial air di kolam penenang diubah menjadi energi kinetik yang akan memutar roda turbin. Biasanya terbuat dari pipa baja yang dirol, lalu dilas. Untuk sambungan antar pipa digunakan *flens*. Pipa ini harus didukung oleh pondasi yang

mampu menahan beban statis dan dinamisnya. Pondasi dan dudukan ini diusahakan selurus mungkin, karena itu perlu dirancang sesuai dengan kondisi tanah. Turbin, generator dan sistem kontrol masing-masing diletakkan dalam sebuah rumah yang terpisah. Pondasi turbin-generator juga harus dipisahkan dari pondasi rumahnya. Tujuannya adalah untuk menghindari masalah akibat getaran. Rumah turbin harus dirancang sedemikian agar memudahkan perawatan dan pemeriksaan.

Setelah keluar dari pipa pesat, air akan memasuki turbin pada bagian inlet. Di dalamnya terdapat *guided vane* untuk mengatur pembukaan dan penutupan turbin serta mengatur jumlah air yang masuk ke *runner/blade* (komponen utama turbin). *Runner* terbuat dari baja dengan kekuatan tarik tinggi yang dilas pada dua buah piringan sejajar. Aliran air akan memutar *runner* dan menghasilkan energi kinetik yang akan memutar poros turbin. Energi yang timbul akibat putaran poros kemudian ditransmisikan ke generator. Seluruh sistem ini harus *balance*. Turbin perlu dilengkapi *casing* yang berfungsi mengarahkan air ke *runner*. Pada bagian bawah *casing* terdapat pengunci turbin. Bantalan (*bearing*) terdapat pada sebelah kiri dan kanan poros dan berfungsi untuk menyangga poros agar dapat berputar dengan lancar. Daya poros dari turbin ini harus ditransmisikan ke generator agar dapat diubah menjadi energi listrik. Generator yang dapat digunakan pada mikrohidro adalah generator sinkron dan generator induksi. Sistem transmisi daya ini dapat berupa sistem transmisi langsung (daya poros langsung dihubungkan dengan poros generator dengan bantuan kopling), atau sistem transmisi daya tidak langsung, yaitu menggunakan sabuk atau belt untuk memindahkan daya antara dua poros sejajar.

Keuntungan sistem transmisi langsung adalah lebih kompak, mudah dirawat, dan efisiensinya lebih tinggi. Tetapi sumbu poros

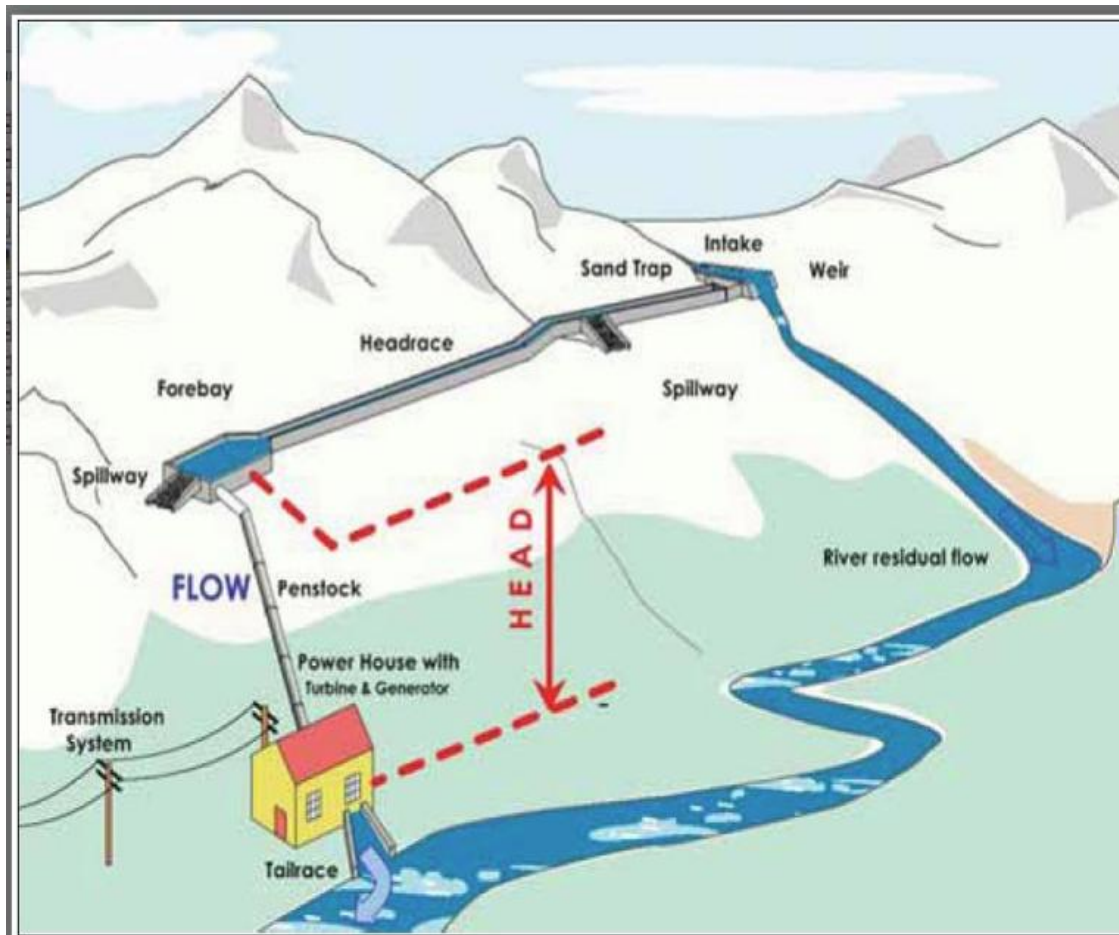
harus benar-benar lurus dan putaran poros generator harus sama dengan kecepatan putar poros turbin. Masalah ketidaklurusan sumbu dapat diatasi dengan bantuan kopling fleksibel. *Gearbox* dapat digunakan untuk mengoreksi rasio kecepatan putaran. Sistem transmisi tidak langsung memungkinkan adanya variasi dalam penggunaan generator secara lebih luas karena kecepatan putar poros generator tidak perlu sama dengan kecepatan putar poros turbin. Jenis sabuk yang biasa digunakan untuk PLTMh skala besar adalah jenis *flat belt*, sedang *V-belt* digunakan untuk skala di bawah 20 kW. Komponen pendukung yang diperlukan pada sistem ini adalah *pulley*, bantalan dan kopling. Listrik yang dihasilkan oleh generator dapat langsung ditransmisikan lewat kabel pada tiang-tiang listrik menuju rumah konsumen.

Secara Umum lokasi rencana PLTMh ini dipilih sesuai dengan kriteria sebagai berikut:

- a. Mempunyai ketersediaan debit yang cukup.
- b. Terdapat besarnya tinggi jatuh.
- c. Kondisi topografi yang memungkinkan untuk penempatan fasilitas bangunan.
- d. Berada tidak jauh dari daerah pelayanan
- e. Tidak mempengaruhi sistim pengairan yang sudah ada

Untuk penempatan lokasi bangunan pada PLTMh ini direncanakan sebagai berikut:

- a) *Intake* disesuaikan dengan hasil *survey*.
- b) Dari *intake* air dialirkan melalui pengahantar berupa saluranterbuka direncanakan sesuai saluran air yang sudah ada.
- c) Letak pipa pesat direncanakan sekitar 50 meter disebelah hilir intake untuk menenangkan aliran dibuatkan kolam penenang.
- d) *Power house* ditempatkan didepan bagian bawah *penstock* dengan tinggi jatuh lebih kurang 6 meter.



Gambar 1. Skema Mikrohidro

Turbin merupakan komponen dalam sebuah PLTMh, yang berfungsi untuk mengubah energi air (potensial, tekanan dan kinetik) menjadi energi mekanik dalam bentuk putaran poros. Putaran gagang dari roda ini dapat digunakan untuk memutar berbagai macam alat mekanik (penggilingan biji, pemeras minyak) atau untuk mengoperasikan generator listrik.

Bagian – Bagian dari Turbin :

- a Turbin Unit (Turbin, Adapter pipe, dismantling joint)
- b Base Frame
- c Transmisi Daya Mekanik (Gearbox/Pulley Set/Coupling/Bearing Support)
- d Aksesoris (Pressure gauge, Saklar Pengaman benda berputar, tools)
- e Spare Parts

Generator merupakan suatu alat atau piranti yang dapat mentransformasikan (mengubah) energi mekanik menjadi energi

listrik, secara praktis biasanya menggunakan generator AC 3 Phase.

Selama ini pembangkit listrik tenaga air skala kecil yang dibangun oleh masyarakat belum menerapkan kontrol yang dapat menyebabkan ketidakstabilan tegangan maupun frekuensi ketika beban berubah. Hal ini dapat diatasi dengan menggunakan *Elektronik Load Controller* (ELC). Kontrol elektronik ini berfungsi untuk menjaga kestabilan voltage dan frekuensi listrik yang dihasilkan dari sebuah PLTMh sehingga memenuhi persyaratan standard keamanan kelistrikan. Kontrol berfungsi menjaga agar turbin dan generator terbebani secara konstan meskipun beban pada pemakai daya listrik berubah – ubah sehingga akan mempertahankan putaran generator dan turbin. Alat ini akan bekerja menyeimbangkan antara beban terpasang dengan tiruan yang dibuat, beroperasi berdasarkan daya yang disalurkan pada pemakai daya listrik.

Bagian – bagian dari Sistem Kontrol :

- a Panel Kontrol ELC
- b Balasst / Dummy Load
- c Switch Gear/Cubicle
- d Syschronizing
- e Governor Flow Control

Dam pengalih berfungsi untuk mengalihkan air melalui sebuah pembuka dibagian sisi sungai (“intake” pembuka) ke dalam sebuah bak pengendap (Settling Basin). Sebuah bendungan biasanya dilengkapi dengan pintu air untuk membuang kotoran dan endapan. Perlengkapan lainnya adalah penjebak/saringan sampah. PLTMh, umumnya adalah pembangkit tipe *run of river*, sehingga bangunan intake dibangun berdekatan dengan bendungan dengan memilih dasar sungai yang stabil dan aman terhadap banjir.

Bak pengendap digunakan untuk memindahkan partikel – partikel pasir dari air. Fungsi dari bak pengendap adalah sangat penting untuk melindungi komponen berikutnya dari dampak pasir.

Saluran pembawa mengikuti kontur dari sisi bukit untuk menjaga elevasi dari air yang disalurkan. Saluran pembawa dapat dibuat dengan bentuk terowongan, saluran terbuka atau saluran tertutup. Konstruksi saluran pembawa dapat berupa pasangan batu kali atau hanya berupa tanah yang digali. Pada saluran pembawa perlu dilengkapi dengan saluran pelimpah, ini untuk menjaga jika terjadi banjir maka kelebihan air akan terbangun melalui saluran tersebut.

Fungsi dari bak penenang adalah untuk mengatur perbedaan keluaran air antara sebuah penstock dan headrace, dan untuk memisahkan akhir kotoran dalam air seperti pasir, kayu – kayuan.

Pipa pesat berfungsi untuk mengubah energy potensial air dibak penenang menjadi energi kinetik air di dalam pipa pesat, dan kemudian mengarahkan energi kinetik tersebut untuk memutar roda pengerak turbin air. Penstock atau pipa pesat merupakan pipa yang mengantarkan air bertekanan menuju turbin.

Langkah awal sebelum menentukan debit air, maka perlu mencari kecepatan aliran air dihitung dengan persamaan 1.

$$\text{Kecepatan (V)} = \frac{s}{t} \dots \dots \dots (1)$$

dengan : V = Kecepatan aliran (m/s)
 s = Jarak (m)
 t = Waktu (s)

Minsalnya, data di suatu lokasi diketahui sebagai berikut s = 20 m, t = 10 detik.

Maka, hasil kecepatannya (V) adalah:

$$\begin{aligned} V &= \frac{s}{t} \\ &= \frac{20}{10} \\ &= 10 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Kapasitas debit air mempengaruhi terhadap kapasitas daya listrik yang mampu dihasilkan oleh PLTMh, untuk menghitung debit air sungai ditunjukkan pada persamaan 2 dan 3.

$$Q = L \times D \times V \left(\frac{m^3}{det} \right) \dots \dots \dots (2)$$

$$Q = V \times A \left(\frac{m^3}{det} \right) \dots \dots \dots (3)$$

dengan : Q= Besar debit (m³/det)
 V= Kecepatan aliran (m/det)
 A= Luas penampang basah sungai (m²)
 L= Lebar Sungai (m)
 D= Tinggi muka air (m)

Potensi daya mikrohidro dapat dihitung dengan persamaan 4

$$\text{daya (P)} = 9.8 \times Q \times H_n \times \text{Eff} \dots \dots (4)$$

dengan: P = Daya (W)
 Q = debit aliran (m³/s)
 Hn = Head net (m)
 9.8 = konstanta gravitasi
 Eff = efisiensi keseluruhan.

Misalnya, diketahui data di suatu lokasi adalah sebagai berikut: Q = 300 m³/s, Hn = 12 m dan Eff = 0,5.

Maka, besarnya potensi daya (P) adalah:

$$\begin{aligned} P &= 9.8 \times Q \times H_n \times h \\ &= 9.8 \times 300 \times 12 \times 0.5 \\ &= 17.640 \text{ W} \\ &= 17,64 \text{ kW} \end{aligned}$$

2. METODE PENELITIAN

Tahapan-tahapan penelitian ini adalah sebagai berikut.

a. Survey Lokasi

Survey lokasi dilakukan untuk memperoleh data-data dan informasi primer terkait dengan berbagai aspek lokasi Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro.

b. Pengumpulan Data Sekunder

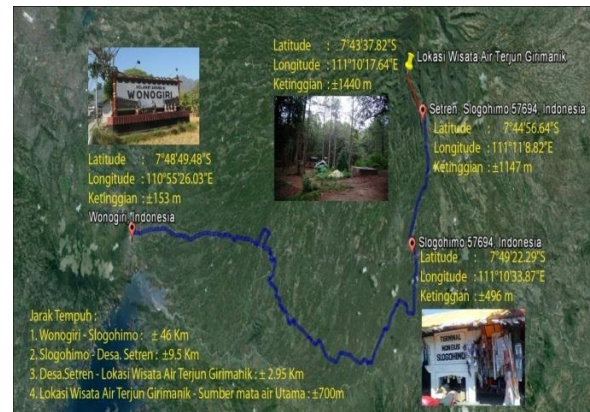
Sebagian data dan informasi adalah diperoleh dari sumber-sumber sekunder, seperti pilihan teknologi, informasi pasar, dan lain-lain. Oleh karena itu akan dilakukan juga kegiatan pengumpulan data sekunder.

2.1 Aspek Lokasi

Lokasi Pembangkit listrik merupakan salah satu faktor yang menentukan kelayakan pembangunan Pembangkit listrik akibat interaksi antara pembangkit dan lingkungannya. Pada umumnya pada saat pembangunan dan pengoperasian pembangkit akan membutuhkan dukungan sumber daya dari lingkungannya terutama prasarana, utilitas dan tenaga kerja. Sebaliknya keberadaan pembangkit juga akan memberikan dampak sosial, ekonomi, dan lingkungan hidup terhadap masyarakat sekitar. Dalam studi kelayakan ini dilakukan kajian aspek lokasi terkait dengan daya dukung lingkungan terhadap keberadaan pabrik, serta dampak yang mungkin ditimbulkan oleh pengoperasian pembangkit. Kajian aspek lokasi meliputi: letak geografis, kondisi topografi, akses dan ketersediaan utilitas.

2.2 Letak Geografis

Letak geografis lokasi wisata Girimanik ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2 lokasi wisata Girimanik

Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMh) direncanakan menempati lokasi di Desa Setren, Kecamatan Slogohimo, Kabupaten Wonogiri, Jawa Tengah. Kabupaten Wonogiri sebagai salah satu kabupaten di Provinsi Jawa Tengah terletak antara $7^{\circ} 32' - 8^{\circ} 15'$ Lintang Selatan dan $110^{\circ} 41' - 111^{\circ} 18'$ Bujur Timur. Wonogiri beriklim Tropis, mempunyai 2, musim penghujan dan musim kemarau dengan temperatur rata-rata $24^{\circ}\text{C} - 32^{\circ}\text{C}$. Kabupaten ini berada 32 km di sebelah selatan Kota Solo, berbatasan dengan Provinsi Jawa Timur di sebelah timur dan Samudera Indonesia di sebelah barat. Keadaan alamnya sebagian besar terdiri dari pegunungan yang berbatu gamping, terutama di bagian Selatan, termasuk jajaran Pegunungan Seribu yang merupakan mata air dari Bengawan Solo.

Kecamatan Slogohimo sendiri merupakan salah satu kecamatan andalan penghasil Pendapatan Asli Daerah (PAD) Wonogiri. Apalagi jika ditilik dari letak geografis, maka wilayah Slogohimo menjadi daerah persimpangan yang cukup ramai. Jika ke timur, akan menuju wilayah Kecamatan Purwantoro yang menjadi daerah perbatasan dengan wilayah Jawa Timur, sementara jika ke selatan akan menembus wilayah Jawa Timur pula. Potensi alam pegunungan menjadi salah satu sumber penghasil devisa domestik, yakni air terjun Girimanik yang berada di Desa Setren. Daerah ini bisa dikatakan menyerupai daerah Tawangmangu Kabupaten Karanganyar, hanya daerah Setren belum begitu dikenal oleh masyarakat luas. Namun jika ditilik dari kondisi alam, keindahan dan kesejukannya sama dengan

wilayah Tawangmangu yang dingin. Oleh karena itu, sejak tahun 2000, Pemerintah Kabupaten Wonogiri mencoba mengembangkan wisata alam pegunungan air terjun Girimanik. Di pegunungan Girimanik juga terdapat wisata spiritual, sehingga di wilayah Wonogiri wisata spiritual bisa dijumpai di Kecamatan Tirtomoyo, Paranggupito dan Slogohimo. Di wisata alam Girimanik terdapat tiga air terjun, yakni air terjun Manikmoyo, air terjun Condromoyo, dan air terjun Tejomoyo. Daya tarik fisik berupa pemandangan alam pegunungan yang asri dan alami, menjadikan air terjun tersebut bisa jadi andalan pengembangan pariwisata. Pemerintah Kabupaten Wonogiri telah membangun jalan sepanjang 12 km untuk mencapai ke lokasi wisata air terjun girimanik. Berikut gambar lokasi wisata Air Terjun Girimanik, Desa Setren, Kecamatan Slogohimo.

2.3 Alat dan Bahan

1. Selang plastik transparan ukuran $\frac{1}{4}$ " ukuran 10- 20 meter
2. Mistar ukur dan meteran
3. Botol air mineral
4. Stopwatch
5. Peralatan tulis
6. Asisten untuk membantu pengukuran

2.4 Pelaksanaan Penelitian Dan Langkah Percobaan

Pengukuran *head* dilakukan dengan cara survey lokasi langsung dengan menggunakan peralatan sederhana, yaitu dengan menggunakan selang plastik transparan berukuran 10–20 meter yang di isi air, mistar ukur, dan seorang asisten untuk membantu dalam pengukuran, langkah mengukur head sebagai berikut :

1. Pengukuran dimulai di atas elevasi perkiraan permukaan air pada posisi *forebay* yang telah di tentukan.
2. Pengukuran kedua dan selanjutnya dengan melanjutkan pada titik yang lebih rendah dari pengukuran sebelumnya.
3. Lanjutkan pengukuran sampai di lokasi turbin akan di tempatkan, lalu

menjumlahkan pengukuran sebelumnya untuk mendapatkan total head.

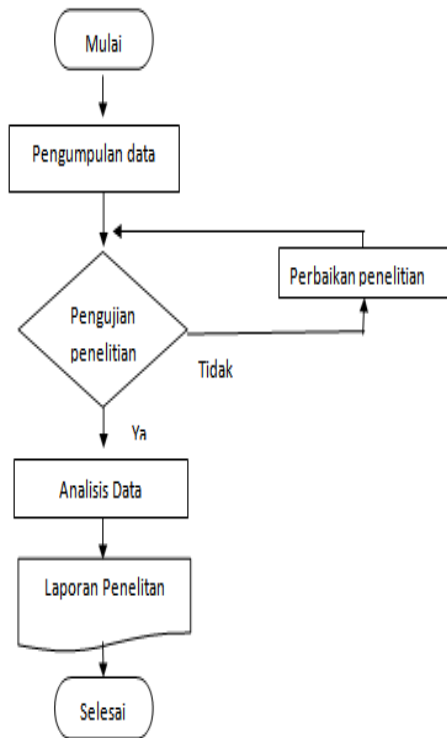
Setelah pengukuran head selesai, selanjutnya melakukan pengukuran kecepatan air, dilakukan dengan menggunakan serangkaian alat yaitu, meteran, stopwatch, benda apung (Contoh: botol air mineral diisi setengah penuh dan kondisi tertutup). Langkahnya sebagai berikut:

1. Pilih bagian sungai yang relatif lurus dan penampangnya seragam, dan tentukan jarak start dan finisnya.
2. Letakkan botol mineral berisi air tersebut pada titik start dan lepaskan botol bersamaan dengan melakukan start pada stopwatch.
3. Tunggu botol mengapung sampai titik finish yang telah di tentukan sebelumnya, dan catat waktu yang diperlukan botol untuk berjalan mengapung dari start sampai finis, maka di dapat kecepatan yang diperoleh.

Setelah memperoleh kecepatan aliran sungai, maka perlu mencari luas penampang basah pada sungai tersebut, peralatan yang di perlukan yaitu mistar ukur dan meteran, pengukuran di lakukan dengan cara mengukur lebar penampang basah dikalikan dengan kedalaman air.

Langkah terakhir yaitu menghitung debit air, perhitungan debit air diperoleh dari pengukuran head, kecepatan, dan luas penampang basah. Maka setelah debit air sudah di temukan, langkah selanjutnya adalah menghitung daya yang mampu di hasilkan oleh potensi yang ada.

2.5 Flowchart Penelitian



Gambar 3. Digaram Alir Penelitian

3. HASIL DAN ANALISA

3.1 Analisis Debit Dan Head

Sebelum menghitung debit air, maka langkah awal yang perlu di lakukan adalah menghitung kecepatan air dengan menggunakan persamaan 1. diketahui jarak pengukuran kecepatan aliran air adalah 10

Tabel 1. Hasil Pengukuran, analisa debit dan perhitungan daya keluaran saat kemarau 2014.

No	Tanggal	Tinggi (m)	Lebar (m)	Jarak (m)	Kecepatan (m/s)	Waktu (s)	Debit (m ³ /s)	Daya (kW)
1	11 mei	0,16	5	10	0,53	18,76	0,42	18,52
2	1 juni	0,15	5	10	0,53	18,76	0,40	17,64
3	27 juni	0,15	5	10	0,53	18,76	0,40	17,64

Tabel 2. Hasil Pengukuran, analisa debit dan perhitungan daya keluaran saat penghujan 2014.

No	Tanggal	Tinggi (m)	Lebar (m)	Jarak (m)	Kecepatan (m/s)	Waktu (s)	Debit (m ³ /s)	Daya (kW)
1	7 januari	0,20	5	10	0,53	18,76	0,52	23,37
2	19 Januari	0,21	5	10	0,53	18,76	0,55	24,25
3	3 Febuari	0,20	5	10	0,53	18,76	0,53	23,37

Tabel 3. Hasil Pengukuran rata – rata Kedalaman, Debit dan Daya keluaran saat musim kemarau dan penghujan 2014.

No	Kedalaman (m)	Debit (m ³ /det)	Daya (kW)	Keterangan
1	0,155	0,41	18,08	Musim kemarau
2	0,205	0,54	23,81	Musim penghujan
3	0,18	0,47	20,94	Rata-rata

meter, dan waktu 18.76 m/s. Maka perhitungan kecepatan sebagai berikut:

$$V = \frac{S}{t} = \frac{10}{18.76} = 0.53 \text{ m/s}$$

Setelah kecepatan diketahui, maka langkah selanjutnya adalah menghitung debit air, diketahui $L = 5\text{m}$, $D = 0.15\text{m}$ $V = 0.53$. Maka debit dihitung dengan persamaan 2 sebagai berikut:

$$Q = L \times D \times V \left(\frac{\text{m}^3}{\text{det}} \right) = 5 \times 0.15 \times 0.53 = 0.39 \frac{\text{m}^3}{\text{det}}$$

Langkah selanjutnya menentukan daya keluaran yang mampu di hasilkan dengan debit yang sudah di ketahui dengan menggunakan persamaan 4, dan hasilnya ada pada tabel 4. Semua data pengukuran saat pengujian dan penggunaan persamaan 1, 2 dan 3 didapatkan besarnya nilai debit air sungai di daerah setren yang ditunjukkan pada tabel 1, 2 dan 3.

3.2 Analisis Daya Listrik

Dari hasil analisis debit dan head maka daya listrik yang dapat dibangkitkan dapat dihitung dengan persamaan 1 dan Besarnya daya yang dibangkitkan berdasarkan data dilapangan dan penggunaan persamaan 4 maka besarnya secara detail ditunjukkan pada tabel 4.

3.3 Penentuan Lokasi Dan Jaringan

Kriteria dalam penentuan lokasi PLTMh sebagai berikut

- a) Mempunyai ketersediaan debit yang cukup.
- b) Terdapat besarnya tinggi jatuh.
- c) Kondisi topografi yang memungkinkan untuk penempatan fasilitas bangunan.
- d) Berada tidak jauh dari daerah pelayanan
- e) Tidak mempengaruhi sistim pengairan yang sudah ada

Untuk penempatan lokasi bangunan pada PLTMh ini sebagai berikut:

- a) *Intake* disesuaikan dengan hasil *survey*.
- b) Dari *intake* air dialirkan melalui pengahantar berupa saluran terbuka direncanakan sesuai saluran air yang sudah ada.
- c) Letak pipa pesat direncanakan sekitar 50 meter disebelah hilir *intake* untuk menenangkan aliran dibuatkan kolam penenang.
- d) *Power house* ditempatkan didepan bagian bawah pen-*stock* dengan tinggi jatuh lebih kurang 6 meter. Debit air keluaran dari turbin dialirkan ke saluran persawahan yang berada disebelah punggung arah selatan sungai pedamaran.

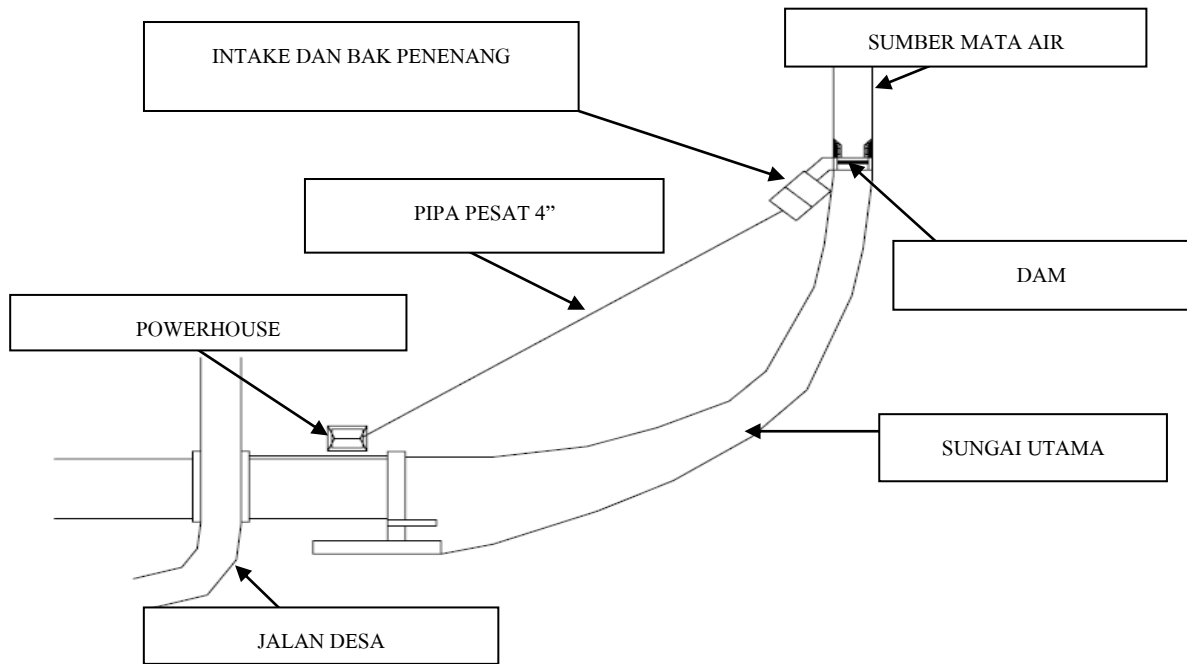
Tabel 4. Debit air dan jumlah tegangan yang dihasilkan

Uraian	Bilangan	Satuan
G = grafitasi	9,8	m/detik
Q = debit air	0,47	m ³ /detik
Hn = tinggi turbin & generator	6	meter
Eff = efisiensi turbin & generator	75%	
P = daya yang dibangkitkan	20,72	kW

Perencanaan sistem kelistrikan PLTMh Setren ini akan optimal bila berdasarkan pada pertimbangan investasi awal yang rendah dengan keandalan yang cukup baik. Sistim harus dapat dengan mudah dikembangkan apabila akan dilaksanakan interkoneksi dengan jaringan PLN PLTMh Setren dengan kapasitas 1 x 20.72 Kw

karena ketersediaan dipasar maka menggunakan 1 x 20 Kw.

Energi listrik yang dihasilkan akan disalurkan melalui sistem hantaran udara tegangan rendah (HUTR) 380/220 volt. Hantaran udara tegangan rendah ini akah dibangun sepanjang jalan desa.



Gambar 4 Denah Lokasi PLTMh

4. KESIMPULAN

Hasil *survey* yang diperoleh selama melakukan studi kelayakan PLTMh di daerah Setren, Kecamatan Slogohimo, Kabupaten Wonogiri adalah sebagai berikut:

- Melihat potensi sangat layak dibangun PLTMh mengingat masih ada beberapa warga yang belum bisa menikmati energy listrik dari PLN
- Potensi air sungai di Desa Setren Kecamatan slogoimo mampu menghasilkan 1 x 21,6 Kw.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Damastuti, Anya P. Mei – juni 1997. "Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro". WACANA No. 8 .hlm. 11 & 12.
- Endy Sjaiful Alim dan Hary Ramza. 2009. "Impementasi Pembangunan

Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMh) di Pesantren Latansa Kampung Parakan Santri Kabupaten Lebak – Banten". Teknik Elektro Fakultas Teknik, UHAMKA Jakarta.

Marte, Mochamad. 2010. "Studi Kelayakan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMh) Menggunakan.

Turbin Francis di Bendungan Banjir Kanal Barat Semarang". Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro Semarang.

Sudargana, dkk. 2003. "Studi Kelayakan PLTMh di Sungai Sorosido Dukuh Pekuluran Desa Sidoharjo Kecamatan Doro Kabupaten Pekalongan". Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro Semarang.