

Available online at: <http://jarpet.ft.unand.ac.id/>**Jurnal Andalas: Rekayasa dan Penerapan Teknologi**

ISSN (Online) 2797-9024



Sosialisasi dan Penguatan Pemahaman PLTMH di Nagari Lakitan Tengah untuk Masyarakat Berkelanjutan

Refki Budiman^{1*}, Andi Pawawoi¹, Muhammad Imran Hamid¹, Melda Latif¹, Queen Hesti Ramadhany¹, Baik Budi¹, Arif Shidiq Siregar¹, Aulia Rohim Safnil¹, Reco Perian¹

¹ Universitas Andalas, Kampus Limau Manis, Padang, Indonesia

ARTICLE INFORMATION

Diajukan: 11 November 2025

Direvisi: 16 April 2026

Diterbitkan: 01 Juni 2026

KEYWORDS

PLTMH, energi terbarukan, kelayakan teknis, kelayakan finansial, pemberdayaan masyarakat

CORRESPONDENCE

E-mail: refkibudiman@eng.unand.ac.id

A B S T R A K

Program pengabdian masyarakat ini bertujuan untuk meningkatkan pemahaman dan kesiapan masyarakat Nagari Lakitan Tengah dalam memanfaatkan potensi energi terbarukan melalui pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH). Kegiatan diawali dengan survei teknis untuk mengukur debit dan tinggi jatuh air di Air Terjun Palano, yang menghasilkan potensi daya sebesar 105 kW dan produksi energi tahunan sekitar 1,04 GWh. Berdasarkan analisis teknis dan finansial, proyek dinilai sangat layak dengan nilai *Internal Rate of Return (IRR)* sebesar 21,5%, *Net Present Value (NPV)* positif, serta periode pengembalian modal (*Payback Period*) hanya 6,2 tahun. Pemilihan turbin Crossflow direkomendasikan karena efisien pada variasi debit air dan mudah dipelihara. Selain manfaat teknis, kegiatan ini berdampak sosial-edukatif signifikan dengan meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap energi terbarukan, memperkuat kemandirian energi desa, serta membuka peluang ekonomi lokal. Program ini diharapkan menjadi dasar pengembangan energi mandiri berkelanjutan di Nagari Lakitan Tengah dan wilayah sekitarnya.

PENDAHULUAN

Perhatian Indonesia terhadap energi terbarukan dimulai dalam beberapa dekade terakhir, terutama dalam kebijakan umum di sektor energi yang disebut Sektor Energi Umum pada tahun 1989 dan telah ditinjau kembali dalam Kebijakan Energi Nasional 2003–2020 [1], yang fokus pada efisiensi energi, konservasi energi, energi, dan diversifikasi lingkungan. Terkait diversifikasi energi, pemerintah melalui Kementerian ESDM mendorong masyarakat untuk memberdayakan energi terbarukan yang ramah lingkungan. Target energi terbarukan Indonesia adalah 23% dari total pasokan pada tahun 2025 [2].

Salah satu lembaga sosial yang mengalami kondisi serupa adalah Panti Asuhan Ashabil Rayyan, yang berlokasi di Jl. Mekkah Gang Sari Karya RT.003 RW.004, Kelurahan Koto Panjang Ikua Koto, Kecamatan Koto Tengah, Kota Padang, Sumatera Barat 25171. Berdasarkan hasil survei lapangan yang dilakukan oleh tim pengabdian Departemen Teknik Elektro Universitas Andalas, ditemukan bahwa sistem kelistrikan di panti tersebut sudah tidak memenuhi standar keamanan. Beberapa permasalahan meliputi kabel yang terkelupas, sambungan tanpa pelindung, panel distribusi tanpa MCB, serta penerangan yang kurang memadai di ruang belajar, dapur, dan kamar tidur. Kondisi ini tidak hanya mengganggu aktivitas penghuni, tetapi juga meningkatkan risiko korsleting dan kebakaran [3].

Sumber energi terbarukan diharapkan dapat berperan aktif dalam skenario diversifikasi energi masa depan karena ramah lingkungan. Misalnya, tenaga air merupakan sumber energi alternatif yang potensial untuk dikembangkan. Namun, pengembangan sumber energi alternatif sangat dipengaruhi oleh kondisi geografis. Sumber energi terbarukan memiliki potensi untuk menghasilkan listrik bagi individu masyarakat [4], [5]. Proses pengembangan teknologi untuk menggunakan sumber energi terbarukan dalam skala kecil yang murah dan dapat memenuhi kebutuhan masyarakat masih terus dikembangkan [6]. Selain itu, pengembangan energi terbarukan dapat digunakan untuk mengurangi ketergantungan terhadap listrik yang dihasilkan dari bahan bakar fosil seperti minyak bumi dan batu bara.

PLTMH merupakan pilihan terbaik teknologi energi terbarukan jika suatu lokasi memiliki potensi tenaga air. Ada beberapa alasan mengapa sangat menarik untuk dikembangkan di Indonesia saat ini. Dari segi teknis, teknologi PLTMH relatif sederhana, hampir semua komponen dapat diproduksi di Indonesia. Dari segi ekonomi dan keuangan: biaya investasi, operasi, dan pemeliharaan relatif murah dibandingkan <https://doi.org/10.25077/jarpet.v6i1.130>

dengan teknologi energi terbarukan lainnya. Energi air merupakan sumber pembangkit listrik yang bersih, murah dan ramah lingkungan [7].

PLTMH merupakan pembangkit listrik tenaga air dengan kapasitas di bawah 1 MW yang berasal dari saluran irigasi, sungai atau air terjun alami dengan memanfaatkan ketinggian head dan debit air. Pada umumnya PLTMH merupakan PLTA tipe run-off atau tidak memiliki bendungan (reservoir) yang dapat digunakan untuk menyimpan air dalam jangka waktu tertentu (harian, mingguan atau bulanan). Ketersediaan debit air, pada waktu itu digunakan untuk menghasilkan listrik. Pada PLTMH, head yang diperoleh bukan dengan membangun bendungan, tetapi dengan mengalihkan sebagian aliran sungai ke salah satu sisi sungai dan membuangnya ke sungai yang sama di tempat yang telah diperoleh head yang dibutuhkan secara alami. Air dikerahkan untuk memutar turbin di dalam pembangkit tenaga listrik melalui pipa pesat. Energi mekanik dari putaran turbin diubah menjadi energi listrik oleh generator AC.

Salah satu PLTMH yang telah dibangun oleh Pemerintah adalah PLTMH Ngalau Baribuik. PLTMH ini berlokasi di Indarung, Kota Padang. PLTMH ini didirikan sejak tahun 2012, dimana sebelum PLTMH ini dibangun oleh Pemerintah Kota setempat, masyarakat yang tinggal di kampung Ngalau Baribuik belum pernah menikmati listrik. Adanya PLTMH tersebut telah membantu aktivitas warga, terutama untuk penerangan di saat malam [8].

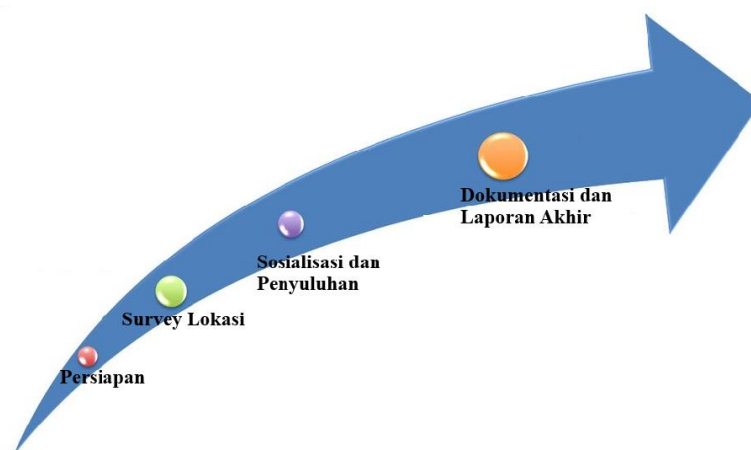
Namun demikian, energi listrik yang dihasilkan oleh PLTMH Baribuik tersebut masih dapat dimanfaatkan dengan lebih optimal. Berdasarkan pengukuran yang didapat pada kegiatan pengabdian masyarakat tahun 2021, beban listrik PLTMH pada siang hari turun jauh hingga hanya sebesar 2 kW [9]. Hal ini berarti listrik PLTMH dapat digunakan untuk berbagai aktivitas yang dapat meningkatkan produktivitas masyarakat di siang hari.

Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) merupakan salah satu solusi yang tepat untuk mengatasi permasalahan penyediaan energi di daerah-daerah yang belum terjangkau oleh jaringan listrik utama. Sumber energi terbarukan ini memanfaatkan potensi aliran air dari sungai atau sumber air lainnya yang terdapat di daerah pegunungan atau aliran sungai dengan debit kecil. Di Nagari Lakitan Tengah, Kecamatan Lengayang, Kabupaten Pesisir Selatan, Provinsi Sumatera Barat, terdapat potensi besar dalam pemanfaatan energi hidro yang dapat dimanfaatkan untuk pembangunan PLTMH. Wilayah ini memiliki kondisi geografis yang mendukung, dengan banyaknya sungai yang mengalir deras dan memiliki kedalaman serta kecepatan aliran air yang cukup untuk menghasilkan energi listrik secara berkelanjutan.

Studi kelayakan ini bertujuan untuk mengevaluasi potensi PLTMH di Nagari Lakitan Tengah, dengan fokus pada tiga aspek utama yaitu kelayakan teknis, ekonomis, dan lingkungan. Dalam studi ini, akan dilakukan penilaian terhadap potensi sumber daya air yang tersedia, kapasitas pembangkit yang dapat dihasilkan, serta dampak dari pembangunan PLTMH terhadap ekonomi lokal dan lingkungan sekitar. Tujuan akhir dari studi ini adalah memberikan rekomendasi yang tepat mengenai kelayakan pembangunan PLTMH yang dapat menyediakan energi yang ramah lingkungan dan berkelanjutan untuk masyarakat setempat.

METODOLOGI

Berikut adalah metode dan tahapan pelaksanaan program pengabdian masyarakat terkait sosialisasi dan penyuluhan potensi PLTMH di Nagari Lakitan Tengah:



Gambar 1. Metodologi Penelitian

Tahap pertama pada kegiatan Pengabdian Masyarakat ini adalah persiapan yang bertujuan untuk mengumpulkan data awal dan mempersiapkan materi sosialisasi. Adapun yang perlu dipersiapkan sebagai berikut :

- Identifikasi Tim dan Stakeholder.
- Penyusunan Rencana Kegiatan.
- Pembuatan Materi Sosialisasi.

Survey Lokasi

- Mengukur debit air, tinggi jatuh air (head), dan karakteristik sungai.
- Menganalisis aksesibilitas lokasi dan infrastruktur pendukung

Sosialisasi dan Penyuluhan bertujuan untuk Meningkatkan pemahaman masyarakat tentang PLTMH

- Menyampaikan hasil kajian teknis kepada masyarakat.
- Menjelaskan konsep, manfaat, dan cara kerja PLTMH.
- Memberikan wawasan tentang regulasi terkait energi terbarukan

Dokumentasi dan Laporan Akhir

- Menyusun laporan kegiatan sebagai bahan evaluasi dan acuan untuk program selanjutnya.
- Mengusulkan rekomendasi untuk implementasi PLTMH di masa depan

Deskripsi Objek Lokasi

Nagari Lakitan Tengah berada di Kecamatan Lengayang, Kabupaten Pesisir Selatan, Provinsi Sumatra Barat. Luas Nagari: 55,36 kilometer persegi atau 9,37 persen dari luas wilayah Kecamatan Lengayang. Jarak dari Kantor Wali Nagari ke Ibukota Kecamatan adalah 13,00 kilometer, ke Painan 78,00 kilometer dan ke Kota Padang 148,00 kilometer. Nagari Lakitan Tengah terdiri dari empat kampung yaitu kampung, kampung koto lamo, kampung air kalam, dan kampung tanjung durian. Jumlah penduduk di nagari ini kurang lebih sebanyak 5.468 orang yang terdiri dari 1.579 kepala keluarga. Untuk peta nagari lakitan tengah dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Peta Nagari Lakitan Tengah

Lokasi study potensi PLTMH tepatnya di kampung Tanjung Durian, dikampung Tanjung Durian terdapat satu lokasi yang memiliki potensi untuk dibangun PLTMH yaitu bertepatan di Air Terjun Palano. Terjun Palano ini memiliki tujuh tingkatan air terjun. Jika di urutkan maka yang di hulu itu air terjun tingkat 1 dan di hilir itu air terjun tingkat 7. Tim melakukan survey lokasi di air terjun yang berada di tingkat 5.

Perjalanan menuju lokasi sungai tempat dilakukan survei dapat ditempuh dengan mobil sejauh tiga kilometer dari Kantor Wali Nagari Lakitan Tengah, karena jalan yang dilalui masih dalam kondisi baik dan beraspal. Selanjutnya, perjalanan sepanjang dua kilometer dengan waktu tempuh lebih kurang 20 menit, hanya dapat dilalui dengan sepeda motor karena jalan yang tersedia berupa tanah dan memiliki banyak lubang. Setelah itu, perjalanan menuju lokasi sungai dilanjutkan dengan berjalan kaki sejauh 240 meter karena jalan tidak dapat dilalui oleh kendaraan. Jarak tersebut ditempuh dalam waktu sekitar 30 menit. "Lokasi ini direncanakan sebagai tempat penempatan power house dengan elevasi 86 meter di atas permukaan laut (MDPL). Air terjun yang direncanakan sebagai lokasi intake dan bak penenang untuk pembangkit listrik tenaga mikrohidro ini terletak sejauh 273 meter dari titik ini dengan elevasi 107 MDPL, dengan waktu tempuh sekitar 40 menit dari titik pemberhentian sungai pertama. Sehingga terdapat perbedaan elevasi setinggi 21 MDPL antara titik rencana power house dan bak penenang. Pengukuran elevasi ini menggunakan peralatan GPS Garmin 76CSx. Untuk foto-foto selama pelaksanaan survey dapat dilihat pada gambar-gambar berikut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Study Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro

Studi potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) di Air Terjun Palano bertujuan untuk menganalisis kelayakan teknis pemanfaatan sumber daya air sebagai pembangkit energi listrik skala kecil. Study ini mencakup pengukuran debit air, estimasi head gross, analisis potensi daya output. Selain itu, dilakukan pula identifikasi kebutuhan beban listrik masyarakat sekitar guna menyesuaikan kapasitas pembangkit yang optimal. Hasil dari studi ini diharapkan menjadi dasar dalam perencanaan sistem pembangkitan energi terbarukan yang efisien, andal, dan sesuai dengan kondisi geografis serta sosial setempat.

a. Pengukuran ketinggian efektif

Tanpa data detail mengenai panjang, diameter, dan material pipa pesat, perhitungan head loss yang presisi tidak dapat dilakukan. Namun, dalam studi perencanaan awal, adalah praktik rekayasa yang umum untuk mengasumsikan persentase kerugian dari gross head. Berdasarkan studi kasus PLTMH di Indonesia dan pedoman desain, head loss total biasanya berkisar antara 2% hingga 10% dari gross head, tergantung pada panjang dan desain pipa pesat [10]. Untuk studi ini, diadopsi asumsi kerugian yang konservatif namun wajar sebesar 5% untuk memastikan estimasi daya tidak terlalu optimis.

Pengukuran elevasi dilakukan menggunakan alat GPS Garmin 76CSx, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 10 dan 12. Berdasarkan hasil pengukuran tersebut, diperoleh nilai head yang dihitung menggunakan rumus berikut:

$$h = h_i - h_t \quad (1)$$

dimana :

h : ketinggian total (m)

hi : elevasi rencana intake yang dapat dilihat pada gambar 12 (MDPL)

ht : elevasi rencana power house yang dapat dilihat pada gambar 12 (MDPL)

$$h = 107 - 86 = 21 \text{ meter}$$

$$h_{loss} = h \times 5\% = 21 \times 5\% = 1,05 \text{ meter} \quad (2)$$

$$h_{nett} = h - h_{loss} = 21 - 1,05 = 19,95 \text{ meter} \quad (3)$$

b. Pengukuran debit air

Debit air adalah volume air yang mengalir melalui suatu saluran dalam satu satuan waktu. Salah satu metode yang umum digunakan untuk menentukan debit sungai adalah metode profil sungai [11,12], pada studi ini dilakukan dibagian sungai yang sisi pinggirannya hampir simetris, serta memiliki aliran yang dapat dilihat pada gambar 3 berikut.



Gambar 3. Foto pengambilan data debit air.

Debit aliran air (Q) dapat dihitung menggunakan persamaan $Q = A \times V$, di mana A adalah luas penampang vertikal sungai dan V adalah kecepatan aliran air. Luas penampang dihitung dengan persamaan $A = L \times h_s$ berdasarkan hasil pengukuran lebar sungai (L) sebesar 4 meter dan kedalaman (h_s) 1,5 meter, sehingga diperoleh luas penampang $A = 6 \text{ m}^2$. Kecepatan aliran sungai diukur menggunakan metode apung dengan mengapungkan botol plastik bekas yang diisi setengahnya air pada lintasan sepanjang 4 meter dengan waktu tempuh 18 detik, serta faktor koreksi 0,85, sehingga diperoleh kecepatan aliran $V = 0,178 \text{ m/s}$. Berdasarkan kedua hasil tersebut, debit aliran air sungai dihitung menjadi $Q = 6 \times 0,178 = 1,068 \text{ m}^3/\text{s}$.

c. Perhitungan energi listrik yang dihasilkan

Daya yang dapat dihasilkan oleh Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) sangat dipengaruhi oleh ketinggian jatuh air (head) dan debit aliran sungai yang menggerakkan turbin. Perhitungan daya dimulai dari daya potensial air menggunakan rumus $P = g \times h \times Q$, kemudian disesuaikan dengan efisiensi sistem, meliputi efisiensi pipa pesat η_p , turbin η_t dan generator η_g , sehingga persamaan lengkapnya menjadi $P = g \times \eta_p \times \eta_t \times \eta_g \times h \times Q$. Pada studi ini digunakan nilai efisiensi terendah, yaitu $\eta_p = 0,9$, $\eta_t = 0,7$, dan $\eta_g = 0,8$, dengan ketinggian jatuh air sebesar 19,95 meter dan debit aliran 1,068 m^3/s . Berdasarkan perhitungan tersebut, potensi daya listrik yang dapat dibangkitkan di Sungai Air Terjun Palano adalah sebesar 105 kW.

Estimasi Produksi Energi Tahunan (AEP - Annual Energy Production)

Kapasitas daya terpasang menunjukkan daya maksimum yang dapat dihasilkan PLTMH pada satu waktu, sedangkan produksi energi tahunan (AEP) menggambarkan total energi yang dihasilkan selama satu tahun. Pada PLTMH tipe run-of-river, produksi listrik sangat bergantung pada debit sungai yang berfluktuasi akibat perubahan musim, sehingga tidak dapat diasumsikan beroperasi penuh sepanjang waktu. Untuk itu digunakan Faktor Kapasitas (Capacity Factor/CF) sebagai rasio antara energi aktual terhadap energi teoritis maksimum. Berdasarkan berbagai referensi, seperti regulasi ESDM No. 12 Tahun 2017 yang mensyaratkan CF minimal 65%, studi di Siteba dengan CF 80%, proyek PLTM di Sumatera Utara dengan CF 78,5%, dan analisis berbasis data hidrologi di Papua Barat, maka CF sebesar 75% dianggap realistis dan representatif untuk kondisi Indonesia. Dengan kapasitas pembangkit 105 kW dan 8.760 jam operasi per tahun, diperoleh AEP sebesar 689.850 kWh/tahun atau sekitar 1,04 GWh/tahun. Nilai ini menjadi indikator utama dalam analisis finansial karena menentukan potensi pendapatan tahunan dan keandalan studi kelayakan proyek PLTMH.

Analisis Kelayakan Finansial dan Ekonomi Komprehensif

Analisis kelayakan finansial dan ekonomi adalah pilar penentu dalam pengambilan keputusan investasi. Bagian ini menyajikan evaluasi mendalam terhadap aspek ekonomi proyek PLTMH Nagari Lakitan Tengah, mencakup estimasi biaya investasi (CAPEX), proyeksi pendapatan berdasarkan regulasi terkini, biaya operasional, dan penilaian kelayakan menggunakan metrik standar industri seperti NPV, IRR, PBP, dan LCOE

a. Estimasi Biaya Investasi (Capital Expenditure - CAPEX)

CAPEX (Capital Expenditure) merupakan total biaya investasi awal yang dibutuhkan untuk membangun PLTMH mulai dari tahap perencanaan hingga siap beroperasi. Dalam studi kelayakan tahap awal, estimasi dilakukan dengan metode cost-per-kilowatt berdasarkan data historis proyek PLTMH di Indonesia. Analisis berbagai studi kasus menunjukkan adanya economy of scale, di mana proyek berkapasitas besar memiliki biaya per kW lebih rendah, dengan kisaran investasi antara USD 1.500–5.000 per kW tergantung skala dan kompleksitas. Untuk proyek PLTMH di Nagari Lakitan Tengah dengan kapasitas 105 kW, dipilih nilai konservatif Rp 30 juta per kW, mempertimbangkan kondisi geografis Sumatera yang lebih menantang. Berdasarkan asumsi tersebut, total CAPEX dihitung sebesar Rp 3.150.000.000. Nilai ini selanjutnya akan dibagi ke dalam komponen biaya utama seperti pekerjaan sipil, mekanikal-elektrikal, instalasi, dan biaya pendukung, sesuai proporsi umum dari studi-studi sebelumnya, yang dapat dilihat pada tabel 1.

b. Proyeksi Pendapatan dan Biaya Tahunan

Proyeksi arus kas merupakan komponen utama dalam analisis kelayakan finansial PLTMH, karena menentukan potensi keuntungan dan kelangsungan proyek. Sumber pendapatan utama berasal dari penjualan energi listrik ke PT PLN (Persero) berdasarkan Perpres No. 112 Tahun 2022 tentang Percepatan Pengembangan Energi Terbarukan. Dengan kapasitas 105 kW (≤ 1 MW), proyek ini termasuk dalam kategori PLTA kecil dengan tarif dasar 11,23 sen USD/kWh untuk tahun ke-1 hingga ke-10, dikalikan Faktor Lokasi Sumatera sebesar 1,10, sehingga tarif efektif menjadi 12,353 sen USD/kWh. Dengan produksi energi tahunan sebesar 689.850 kWh dan kurs Rp 16.300/USD, pendapatan tahunan diperkirakan sekitar Rp 1,39 miliar. Setelah tahun ke-10, tarif akan menurun menjadi 7,03 sen USD/kWh tanpa faktor lokasi. Sementara itu, biaya operasi dan pemeliharaan (O&M) diasumsikan sebesar 2% dari total CAPEX, yaitu Rp 63 juta per tahun, dengan kenaikan 5% per tahun untuk mengantisipasi inflasi. Estimasi pendapatan dan biaya ini menjadi dasar dalam penyusunan cash flow projection untuk menentukan kelayakan ekonomi proyek PLTMH di Nagari Lakitan Tengah

c. Penilaian Kelayakan Ekonomi

Evaluasi kelayakan investasi PLTMH dilakukan berdasarkan proyeksi arus kas selama 20 tahun dengan mempertimbangkan tingkat diskonto sebagai faktor penentu nilai waktu uang. Tingkat diskonto atau Minimum Acceptable Rate of Return (MARR) mencerminkan biaya modal dan tingkat pengembalian minimum yang diharapkan investor. Untuk proyek energi di Indonesia, nilai yang lazim digunakan berada pada kisaran 10–12%, sehingga dalam analisis ini diterapkan Weighted Average Cost of Capital (WACC) sebesar 11%. Berdasarkan asumsi tersebut, dilakukan perhitungan terhadap beberapa indikator utama kelayakan ekonomi, seperti Net Present Value (NPV), Internal Rate of Return (IRR), dan Payback Period. Hasil analisis menunjukkan nilai-nilai kelayakan yang dirangkum dalam tabel perhitungan berikut, yang menjadi dasar penilaian apakah proyek PLTMH di Nagari Lakitan Tengah layak secara finansial untuk direalisasikan dapat dilihat pada tabel 2.

d. Analisis Sensitivitas dan Risiko

Meskipun analisis dasar menunjukkan proyek PLTMH ini layak secara finansial, evaluasi risiko tetap penting untuk memastikan ketahanan ekonomi terhadap perubahan kondisi. Analisis sensitivitas dilakukan dengan menguji tiga skenario utama. Pertama, pada skenario pembengkakan CAPEX sebesar 20% hingga Rp 5,31 miliar, nilai Internal Rate of Return (IRR) turun menjadi 17,2%, namun masih jauh di atas Weighted Average Cost of Capital (WACC) sebesar 11%, sehingga proyek tetap layak. Kedua, pada skenario penurunan produksi energi (AEP) sebesar 15% akibat fluktuasi debit air, IRR turun menjadi 16,5%, yang masih menunjukkan kelayakan tinggi. Ketiga, dalam skenario terburuk di mana CAPEX naik 20% dan AEP turun 15%, IRR tetap berada di angka 12,1%, sedikit di atas WACC, menandakan

daya tahan finansial proyek yang kuat. Hasil ini menunjukkan bahwa PLTMH Nagari Lakitan Tengah tidak hanya layak secara teoritis, tetapi juga memiliki ketahanan ekonomi yang baik dalam menghadapi ketidakpastian teknis maupun finansial.

Dampak Sosial dan Edukatif

Dampak sosial dan edukatif dari program pengabdian dan studi kelayakan PLTMH di Nagari Lakitan Tengah sangat signifikan bagi masyarakat setempat. Secara sosial, kegiatan ini meningkatkan kesadaran dan kemandirian masyarakat dalam mengelola sumber daya alam lokal untuk memenuhi kebutuhan energi secara berkelanjutan. Masyarakat diajak terlibat langsung melalui sosialisasi, diskusi, dan pembentukan Kelompok Swadaya Masyarakat (KSM), yang memperkuat rasa memiliki dan tanggung jawab terhadap pengelolaan PLTMH. Selain itu, ketersediaan energi listrik berpotensi mendorong pertumbuhan ekonomi desa, membuka peluang usaha baru, serta meningkatkan kualitas hidup, khususnya dalam bidang pendidikan, kesehatan, dan produktivitas rumah tangga. Dari sisi edukatif, kegiatan ini memperluas pemahaman masyarakat tentang prinsip kerja PLTMH, regulasi energi terbarukan, serta aspek teknis dan ekonominya. Program ini juga berfungsi sebagai sarana transfer ilmu pengetahuan dan teknologi antara akademisi dan masyarakat, membangun kapasitas lokal dalam pengoperasian serta pemeliharaan sistem energi terbarukan. Dengan demikian, proyek ini tidak hanya memberikan manfaat teknis dan ekonomi, tetapi juga membentuk masyarakat yang lebih sadar energi, mandiri, dan berwawasan lingkungan.



Gambar 4. Sosialisasi yang dilakukan di Kantor Wali Nagari Lakitan Tengah

Kesimpulan

Hasil studi kelayakan menunjukkan bahwa pembangunan PLTMH di Nagari Lakitan Tengah sangat potensial untuk direalisasikan baik dari sisi teknis maupun ekonomi. Dengan potensi daya 105 kW dan produksi energi 1,04 GWh per tahun, sistem ini mampu memenuhi kebutuhan listrik masyarakat sekaligus mendukung transisi menuju energi bersih. Analisis finansial menunjukkan nilai IRR sebesar 21,5%, jauh di atas WACC 11%, dan Payback Period 6,2 tahun, menegaskan kelayakan ekonomi proyek. Pemilihan turbin Crossflow menjadi solusi teknis paling tepat karena efisien, sederhana, dan cocok untuk kondisi debit sungai yang berfluktuasi. Selain manfaat teknis, proyek ini memberikan dampak sosial dan edukatif positif berupa peningkatan kesadaran energi, kemandirian masyarakat, serta peluang pengembangan ekonomi desa berbasis energi hijau. Dengan demikian, PLTMH Nagari Lakitan Tengah layak dikembangkan sebagai model implementasi energi terbarukan yang berkelanjutan dan partisipatif di tingkat lokal.

REFERENCES

- [1] Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, "Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral No. 0983/K/16/MEM/2004 tentang Kebijakan Energi Nasional 2003-2020.," 2004
- [2] H. EBTKE, "Kejar Target Bauran Energi 2025, Dibutuhkan Investasi EBT Hingga USD36,95 Miliar, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral," 2019. [Online]. Available: <http://ebtke.esdm.go.id/post/2019/12/06/2419/kejar.target.bauran.energi.2025.dibutuhkan.investasi.ebt.hingga.usd3695.miliar>
- [3] Krismadinata, I. Husnaini, A. T. Andayono, M. Yandra and R. Lapisa, "Nagari Mandiri Energi dengan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro," Suluah Bandang: Jurnal Ilmiah Pengabdian Kepada Masyarakat, vol. 22, no. 3, pp. 658-671, 2022
- [4] M. A. Ghasemi, A. Ramyar and H. . I. Eini, "MPPT Method for PV Systems Under Partially Shaded Conditions by Approximating I-V Curve," IEEE Trans. Ind. Electron, vol. 65, no. 5, pp. 3966 - 3975, 2018.
- [5] R. Syahputra and I. Soesanti, "Renewable energy systems based on micro-hydro and solar photovoltaic for rural areas: A case study in Yogyakarta, Indonesia," Energy Reports, pp. 472 - 490, 2021.
- [6] M. Hauck, A. Rumeau, A. . I. Bratcu, S. Bacha, I. Munteanu and D. Roye, "Identification and Control of a River-Current-Turbine Generator Application to a Full-Scale Prototype," IEEE Trans. Sustain. Energy, vol. 9, no. 3, pp. 1365 - 1374, 2018.
- [7] B. R. Peng, K. C. Ho and Y. H. Liu, "A Novel and Fast MPPT Method Suitable for Both Fast Changing and Partially Shaded Conditions," IEEE Trans. Ind. Electron, vol. 65, no. 4, pp. 3240 - 3251, 2018.
- [8] A. Date and A. Akbarzadeh, "Design and cost analysis of low head simple reaction hydro turbine for remote area power supply," Renew. Energy, 2009.

- [9] R. Nazir, A. Pawawoi, M. Latif, M. . I. Hamid, P. Anugrah, E. Fitrianto and A. , "Identification of Power Plant Operation and Loading Problems at Ngalau Baribuik Micro Hydro, Padang," *Jurnal Andalas: Rekayasa dan Penerapan Teknologi*, vol. 1, no. 2, pp. 66 - 70, 2021.
- [10] A. . N. Azizah and S. Purbawanto, "Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Hibrid (PV dan Mikrohidro) Terhubung Grid (Studi Kasus : Desa Merden, Kecamatan Padureso, Kebumen)," *Jurnal Listrik, Instrumentasi dan Elektronika Terapan*, vol. 2, no. 1, pp. 6 - 10 , 2021.
- [11] M. Sofyan and . I. M. Sudana, "Analisis Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Berdasarkan Debit Air dan Kebutuhan Energi Listrik," *Jurnal Listrik, Instrumentasi, dan Elektronika Terapan*, vol. 3, no. 2, pp. 31 - 39, 2022.
- [12] D. S. Wie and A. . I. Agung , "Perencanaan dan Implementasi Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH)," *Jurnal Teknik Elektro.*, vol. 07, no. 01, pp. 31 - 36, 2018.