

Mendeteksi Potensi Sumber Daya Air Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Air Melalui Pembelajaran Project Penguatan Profil Pelajar Pancasila

Muhamad Safiul Umam^{1*}, Nofryadi Telaumbanua², Elisabet Siahaan³ 

^{1,2,3} SMAN 1 Pagai Utara Selatan, Kepulauan Mentawai, Sumatera Barat, Indonesia.

email: safiulumam165@gmail.com,

ARTIKEL INFO

Histori Artikel

Dikirim: 8 Januari 2024
Direvisi: 15 Februari 2024
Diterima: 20 Maret 2024
Tersedia *online* 31 Maret 2024

Kata Kunci:

sumber daya air; PLTA; Desa Sinaka; proyek penguatan profil pelajar Pancasila.

Keywords:

water resources; hydroelectric power plants; Sinaka Village; project for strengthening Pancasila student profiles.

DOI:

<https://doi.org/10.23887/ika.v2i1.74896>

ABSTRAK

Sumber daya air merupakan potensi yang dapat dikembangkan sebagai energi penggerak turbin pada pembangkit listrik tenaga air. Fakta di Desa Sinaka mengalami krisis listrik, hanya 28,57% dari wilayah desa yang teraliri listrik. Untuk mendeteksi potensi sumber daya air dapat dilakukan melalui pembelajaran berbasis proyek penguatan profil pelajar Pancasila. Penelitian ini bertujuan: (1) menganalisis metode yang digunakan dalam menghitung potensi sumber daya air; (2) mengklasifikasikan potensi daya terbangkitkan sebagai sumber energi PLTA dan (3) menganalisis dampak sosial ekonomi yang dapat diperoleh masyarakat. Ada enam klasifikasi PLTA, yaitu *piko hidro, mikro hidro, mini hidro, small hydro, medium hydro, large hydro*. Metode penelitian adalah survey lapangan dengan teknik observasi, pemetaan, pengukuran, wawancara, studi dokumentasi, dan studi literasi. Debit air dianalisis dengan rumus $Q = V/t$, sedangkan sumber daya air dianalisis dengan rumus $P = 9,8 \times Q \times \text{Heff} (W)$. Metode apung (*floating method*) digunakan untuk menghitung kecepatan rata-rata aliran air (0,2 m/s), kemudian dianalisis dibit airnya sehingga diperoleh daya terbangkitkan sebesar 1.155.127,5 Watt masuk dalam klasifikasi PLTA *small-hydro*. Potensi sosial ekonomi kemasyarakatan yang dapat diperoleh adalah: (1) iuran bulanan yang terjangkau; (2) menyerap tenaga kerja lokal; (3) terwujudnya kemandirian energi dan (4) terwujudnya kawasan konservasi sumber daya air.

ABSTRACT

Water resources are potential that can be developed as energy to drive turbines in hydroelectric power plants. The fact is that Sinaka Village is experiencing an electricity crisis, only 28.57% of the village area has electricity. Detecting the potential of water resources can be done through project-based learning to strengthen the profile of Pancasila students. This research aims to: (1) analyze the methods used in calculating water resource potential; (2) classifying the potential for generated power as a hydropower energy source and (3) analyzing the socio-economic impacts that can be obtained by society. There are six classifications of hydropower, namely pico hydro, micro hydro, mini hydro, small hydro, medium hydro, large hydro. The research method is a field survey using observation, mapping, measurement, interviews, documentation studies and literacy studies. Water discharge is analyzed using the formula $Q = V/t$, while water resources are analyzed using the formula $P = 9.8 \times Q \times \text{Heff} (W)$. The floating method was used to calculate the average speed of water flow (0.2 m/s), then the water bit was analyzed to obtain a generated power of 1,155,127.5 Watts which is included in the small-hydro hydropower classification. The social economic potential that can be obtained is: (1) affordable monthly fees; (2) absorb local workers; (3) the realization of energy independence and (4) the realization of water resources conservation areas.

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.

Copyright © Universitas Pendidikan Ganesha. All rights reserved.



1. PENDAHULUAN

Kepulauan Mentawai merupakan gugusan pulau-pulau besar dan kecil yang terdapat di Pantai Barat Sumatera, yang terdiri dari 4 (empat) pulau utama yaitu Pulau Siberut, Pulau Sipora, Pulau Pagai Utara, Pulau Pagai Selatan dan beberapa pulau kecil disekitarnya, dengan total seluruhnya 99 pulau. Jarak Ibu Kota Kabupaten Kepulauan Mentawai (Tuapejat) dari Ibu Kota Provinsi Sumatera Barat “Kota Padang” yaitu 82 mil laut di sebelah barat Provinsi Sumatera Barat (http://wikipedia.org/wiki.Kepulauan_Mentawai, 2023).

Secara geografis wilayah ini berada diantara posisi koordinat 98° 35' - 100° 45' BT dan 00° 55' - 03° 30' LS dengan batas-batas wilayah sebagai berikut: Sebelah Utara berbatasan dengan Selat Siberut. Sebelah Selatan berbatasan dengan Samudera Hindia. Sebelah Barat berbatasan dengan Samudera Hindia. Sebelah Timur berbatasan dengan Selat Mentawai. Keberadaan administratif Kabupaten

Kepulauan Mentawai ini dikukuhkan berdasarkan Undang-Undang Republik Indonesia No. 49 Tahun 1999 tentang Pembentukan Kabupaten Kepulauan Mentawai di Provinsi Sumatera Barat Tanggal 7 Juni 2000.

Luas wilayah Kabupaten Kepulauan Mentawai secara keseluruhan adalah 6.011,35 Km² atau 601.135 Ha. Berdasarkan Peraturan Bupati Nomor 14 Tahun 2013 tentang Data Wilayah Administrasi Pemerintahan Desa, terdapat pemekaran dusun menjadi 341 dusun dari sebelumnya 202. Namun kali ini penulis akan lebih berfokus pada pembahasan tentang Desa Sinaka yang terletak di Kecamatan Pagai Selatan Kabupaten Kepulauan Mentawai yang memiliki 14 dusun dengan jarak tempuh selama 6 (enam) jam melalui jalur laut dengan menggunakan *speed boat* berkapasitas mesin 40 pk diukur dari jarak Desa Sianaka dengan pusat Kabupaten Kepulauan Mentawai di Tuapejat.

Berdasarkan Peraturan Presiden Nomor 63 Tahun 2020 tentang Penetapan Daerah Tertinggal Tahun 2020-2024 telah menetapkan Kabupaten Kepulauan Mentawai sebagai satu-satunya kabupaten tertinggal di Provinsi Sumatera Barat. Penetapan ini menjadi pertanda bahwa masih terbatasnya/rendahnya capaian pembangunan terkait perekonomian masyarakat, sumber daya manusia, sarana dan prasarana, kemampuan keuangan daerah, aksesibilitas, dan karakteristik daerah. Hingga tahun 2021, berdasarkan hasil Indeks Desa Membangun (IDM) bahwa desa mandiri sudah ada 3 desa, desa maju sudah ada 5 desa, desa berkembang sebanyak 22 desa, dan desa tertinggal sebanyak 13 desa.

Salah satu desa berkategori sangat tertinggal adalah Desa Sinaka yang memiliki 14 dusun, dan dusun yang merupakan primadona yaitu Dusun Matobat dengan potensi air terjun dengan debit air yang dapat dimanfaatkan untuk pembangkit listrik tenaga air. Potensi energi listrik yang dimiliki Desa Sinaka berbanding terbalik dengan kualitas layanan listrik bagi masyarakat. Sampai saat ini Desa Sinaka masih mengalami krisis listrik, hanya 28,57% dari wilayah Desa Sinaka yang teraliri listrik (Sinaka dalam data, 2023). Aliran listrik yang dinikmati oleh masyarakat tidak luput dari permasalahan pemadaman yang datang secara tiba-tiba, semua itu disebabkan karena pohon tumbang, kabel putus, trafo mati, dan jauhnya jarak pembangkit listrik tenaga diesel dari Desa Sinaka yang berloka di Desa Sikakap dengan jarak 80 Km (PLN dalam data, 2023).

Fakta yang terjadi di Desa Sinaka berbanding terbalik dengan laporan yang dirilis oleh Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral melalui Program Indonesia Terang (PIT). Dalam laporan yang dirilis pada tahun 2019 Kementerian ESDM melalui PIT telah melakukan elektrifikasi daerah tertinggal, perbatasan dan kepulauan, dengan memaksimalkan sumber energi terbarukan di wilayah setempat, seperti energi surya, energi angin dan mikrohidro sebanyak 97% (Milana, 2021). Laporan yang dirilis oleh Kementerian ESDM melalui PIT memang tidak salah, pasalnya untuk rasio elektrifikasi desa di Mentawai, angkanya sudah mencapai 100% (Akral, 2019). Yang artinya, seluruh desa di Mentawai sudah berlistrik. Pengertian rasio elektrifikasi desa adalah jumlah desa yang sudah berlistrik dibanding total desa yang ada. Perlu dibedakan, bahwa desa yang sudah berlistrik bukan berarti seluruh rumah tangga yang ada di desa tersebut sudah berlistrik.

Pertanyaan mulai muncul, kenapa potensi daya air yang ada tidak dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan listrik? Semua bermula dari tahun 1998 kawasan air terjun Bunga Rayo sudah masuk dalam area hak pengelolaan hutan oleh PT. MPLC. Jika kita berfikir jangka panjang dan peduli terhadap masyarakat dan rakyat, sudah seharusnya status HPH kawasan air terjun harus segera dicabut dan mulai beralih menjadi kawasan konservasi sumber daya air yang dimanfaatkan untuk kehidupan masa kini dan masa depan. Kawasan konservasi di wilayah air terjun akan dapat menyelamatkan Desa Sinaka pada khususnya dan Kabupaten Kepulauan Mentawai pada umumnya dari krisis energi, perubahan iklim dan pemanasan global. Perubahan status kawasan air terjun dari HPH oleh PT. MPLC menjadi wilayah konservasi dapat menjaga dan melestarikan sumber daya air yang berkelanjutan bagi kehidupan dan meningkatkan produktifitas masyarakat Desa Sinaka.

Konsep konservasi sumber daya air berdasar UUD'45 Pasal 33 Ayat (3) yang menyatakan "bumi dan air dan kekayaan alam yang terkandung di dalamnya dikuasai oleh Negara dan dipergunakan sebesar-besarnya untuk kemakmuran rakyat". Berdasarkan amanat UUD'45 Pasal 33 Ayat (3) proses peralihan dari HPH menjadi kawasan konservasi harus segera diwujudkan, sehingga Negara dapat hadir dalam mewujudkan pembangunan pembangkit listrik tenaga air. Pertanyaannya kenapa harus PLTA? Padahal sudah ada PLN yang berusaha menyambungkan aliran listrik tenaga diesel ke Desa Sinaka. PLTA merupakan konsep energi hijau yang sangat ramah lingkungan, sehingga kita dapat terhindar dari dampak perubahan iklim (Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral, 2022). Dengan kondisi ekonomi global yang tidak menentu secara signifikan mempengaruhi harga minyak mentah dunia, maka dengan

potensi yang dimiliki, mestinya Indonesia bisa berada di garda depan dalam penggunaan dan pemanfaatan energi hijau.

Gagasan dalam pemanfaatan sumber daya air sebagai energi pembangkit listrik tenaga air harus berdasarkan kajian analisis ilmiah yang dapat dipertanggungjawabkan secara akademik. Maka kajian analisis tersebut dapat dilakukan melalui proyek penguatan profil pelajar Pancasila. Kegiatan proyek penguatan profil pelajar Pancasila merupakan proyek lintas disiplin ilmu yang kontekstual dan berbasis pada kebutuhan masyarakat atau permasalahan di lingkungan satuan pendidikan. Sedangkan profil pelajar Pancasila adalah karakter dan kemampuan yang dibangun dalam keseharian dan dihidupkan dalam diri setiap individu siswa melalui budaya satuan pendidikan, pembelajaran intrakurikuler, proyek penguatan profil pelajar Pancasila, dan ekstrakurikuler (Umam, 2023).

Proyek penguatan profil pelajar Pancasila, sebagai salah satu sarana pencapaian profil pelajar Pancasila, memberikan kesempatan kepada siswa untuk “mengalami pengetahuan” sebagai proses penguatan karakter sekaligus kesempatan untuk belajar dari lingkungan sekitarnya. Melalui pembelajaran proyek siswa diajarkan untuk menyesuaikan diri dalam menghadapi tantangan kehidupan dan bangsa Indonesia di Abad ke-21 yang sedang menghadapi masa revolusi industri 4.0. Pelajar Indonesia diharapkan memiliki kompetensi untuk menjadi warga negara yang demokratis serta menjadi manusia unggul dan produktif di Abad ke-21.

Proyek adalah serangkaian kegiatan untuk mencapai sebuah tujuan tertentu dengan cara menelaah suatu tema menantang. Proyek didesain agar siswa dapat melakukan investigasi, memecahkan masalah, dan mengambil keputusan. Siswa bekerja dalam periode waktu yang telah dijadwalkan untuk menghasilkan produk dan/atau aksi (Badan Standar, Kurikulum, Dan Asesmen Pendidikan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, Dan Teknologi Republik Indonesia, 2022). Oleh karenanya, melalui pembelajaran proyek penguatan profil pelajar Pancasila pelajar Indonesia diharapkan dapat berpartisipasi dalam pembangunan global yang berkelanjutan serta tangguh dalam menghadapi berbagai tantangan kehidupan.

Model pembelajaran proyek memiliki karakteristik di mana guru menjadi fasilitator. Peran fasilitator adalah memberikan permasalahan berupa studi kasus yang nantinya akan diselesaikan oleh siswa dalam bentuk proyek. Maka tak heran apabila proyek ini menekankan pada keaktifan dan keterlibatan siswa. Adapun karakteristik pembelajaran proyek dapat diuraikan sebagai berikut: (a) berfokus pada peserta pembelajaran atau siswa (*student oriented*); (b) berbasis proyek dalam pembelajarannya; (c) mengembangkan partisipasi aktif dari siswa; (d) menumbuhkan inisiatif dan kemandirian dari siswa; (e) melatih kolaborasi dan tanggung jawab untuk mengakses dan mengelola informasi untuk mencari solusi; (f) melatih berpikir kritis (*critical thinking*) dan kreativitas peserta didik; (g) evaluasi dilakukan secara berkala karena siswa melakukan refleksi; (h) proyek pembelajaran menghasilkan sebuah produk atau output yang jelas dan (i) fasilitator mendampingi selama proses pembelajaran (Yunizha, 2023).

Kurniasih dalam Yunizha (2023) menjabarkan model pembelajaran proyek memiliki keunggulan dalam pelaksanaannya. Adapun keunggulan dari penerapan model proyek meliputi: (a) meningkatkan motivasi belajar siswa untuk belajar mendorong kemampuan mereka untuk melakukan pekerjaan penting, dan mereka perlu dihargai; (b) meningkatkan kemampuan pemecahan masalah; (c) membuat siswa menjadi lebih aktif dan berhasil memecahkan problem-problem yang kompleks; (d) meningkatkan kolaborasi; (e) mendorong siswa untuk mengembangkan dan mempraktikkan keterampilan komunikasi; (f) meningkatkan keterampilan siswa dalam mengelola sumber; (g) memberikan pengalaman kepada siswa pembelajaran dan praktik dalam mengorganisasi proyek dan membuat alokasi waktu dan sumber-sumber lain seperti perlengkapan untuk menyelesaikan tugas; (h) menyediakan pengalaman belajar yang melibatkan siswa secara kompleks dan dirancang berkembang sesuai dunia nyata; (i) melibatkan para siswa untuk belajar mengambil informasi dan menunjukkan pengetahuan yang dimiliki, kemudian diimplementasikan dengan dunia nyata dan (j) membuat suasana belajar menjadi menyenangkan, sehingga siswa maupun pendidik menikmati proses pembelajaran.

Pembelajaran berbasis proyek juga memiliki prosedur yang harus diperhatikan dalam pelaksanaannya. Setidaknya ada tujuh (7) prosedur inti yang perlu diperhatikan dalam pelaksanaan pembelajaran berbasis proyek yang dapat diuraikan sebagai berikut: (a) mulai dengan sebuah pertanyaan atau permasalahan; (b) membuat perencanaan (*design a plan for the project*); (c) menyusun jadwal

aktivitas; (d) mengawasi proses pengerjaan proyek; (e) memberikan penilaian terhadap produk yang dihasilkan; (f) melakukan evaluasi hasil dan (g) melakukan tindak lanjut (Oktifa, 2022). Pembelajaran proyek bertujuan untuk membekali siswa dalam menghadapi tantangan dan tuntutan zaman abad 21, dimana pada abad ini masyarakat dunia sudah memasuki era revolusi industri 4.0 sehingga perlu memiliki keterampilan dalam berpikir kritis, mandiri, kreatif dan komunikatif agar mampu memecahkan setiap permasalahan dan tantangan dalam kehidupan (Susilowati, 2021).

Pembelajaran berbasis proyek penguatan profil pelajar Pancasila sangat tepat digunakan sebagai model pembelajaran abad 21 yang didesain untuk membekali siswa dalam menguasai kompetensi abad 21 dalam menghadapi tantangan dan permasalahan kehidupan maupun era industri 4.0 untuk mewujudkan Indonesia emas 2045 sebagai cita-cita luhur bangsa Indonesia dalam tonggak serajah peringatan 100 tahun kemerdekaan republik Indonesia. Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka penulis membatasi ruang lingkup masalah pada “mendeteksi potensi sumber daya air sebagai pembangkit listrik tenaga air di Desa Sinaka Kepulauan Mentawai melalui pembelajaran proyek penguatan profil pelajar Pancasila”. Berdasarkan pembatasan masalah, dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut; (1) Bagaimana metode yang digunakan dalam menghitung potensi sumber daya air di Desa Sinaka Kepulauan Mentawai?, (2) Apa saja klasifikasi pembangkit listrik tenaga air yang dapat diterapkan berdasarkan potensi sumber daya air yang ditemukan?, dan (3) Bagaimana dampak sosial ekonomi yang dapat diperoleh masyarakat Desa Sinaka Kepulauan Mentawai dari pengembangan sumber daya air sebagai pembangkit listrik tenaga air?. Sesuai dengan rumusan masalah, penelitian ini bertujuan untuk; (1) Menganalisis metode yang digunakan dalam menghitung potensi sumber daya air di Desa Sinaka Kepulauan Mentawai, (2) Mengklasifikasikan pembangkit listrik tenaga air yang dapat diterapkan berdasarkan potensi sumber daya air yang ditemukan, dan (3) Menganalisis dampak sosial ekonomi yang dapat diperoleh masyarakat Desa Sinaka Kepulauan Mentawai dari pengembangan sumber daya air sebagai pembangkit listrik tenaga air.

2. METODE

Metode penelitian yang digunakan adalah survey lapangan dengan menggunakan teknik observasi, pemetaan, pengukuran, wawancara, studi dokumentasi, dan studi literasi untuk mencari data potensi sumber daya air dan manfaat sosial ekonomi bagi masyarakat. Adapun sampel penelitian berjumlah lima orang dengan sampling penelitian menggunakan metode *snow ball sampling* (Tim Masmedia Buana Pustaka, 2020: 148). Selanjutnya sampel penelitian dapat dilihat pada tabel 1 berikut:

Tabel 1. Sampel penelitian

No	Kode Responden	Keterangan
1	R1	Aparat Desa Sinaka
2	R2	Pengelola PLTMH (ahli)
3	R3	Teknisi jaringan PLN Sub Rayon Seay Baru
4	R4	Operator mesin PLN Rayon Seay Baru
5	R5	Kepala Desa Sikakap

Sumber: dokumen penelitian

Prosedur pengukuran kecepatan aliran dapat dihitung dengan metode apung (*floating method*) adalah sebagai berikut: (a) diukur terlebih dahulu titik lintasan yang akan dilalui benda; (b) dijatuhkan benda yang dapat terapung pada titik pengamatan 1 (satu) dan waktu mulai dihitung. Dihentikan pencatat waktu ketika benda telah sampai pada titik pengamatan 2 (dua); (c) dicatat waktu yang ditempuh benda tersebut; (d) dilakukan pengulangan pengamatan sebanyak dua kali percobaan dan (e) dihitung rata-rata waktu yang diperlukan benda selama percobaan tersebut (Ekasari dkk, 2012).

Pada prinsipnya pembangkit listrik tenaga air adalah suatu bentuk perubahan tenaga air dengan ketinggian dan debit tertentu menjadi tenaga listrik dengan menggunakan turbin air dan generator. Daya (power) teoritis yang dihasilkan dapat dihitung berdasarkan persamaan empiris berikut (Arismunandar dan Kuwahara, 1991).

$P = 9,8 \times Q \times Heff$ (kW) dimana:

P = Tenaga yang dihasilkan secara teoritis (kW),

Q = Debit pembangkit (m³/det)

Heff = Tinggi jatuh efektif (m),

9,8 = Percepatan gravitasi (m/s²).

Sedangkan untuk mengetahui debit air, dapat dianalisis dengan menggunakan rumus (Hidayat, 2015).

$Q = V/t$ dimana:

Q adalah debit (m³/s)

V adalah volume air (m³/s)

t adalah waktu aliran (m/s)

Ada 6 (enam) klasifikasi jenis pembangkit listrik tenaga air, yaitu *piko hidro*, *mikro hidro*, *mini hidro*, *small hydro*, *medium hydro*, *large hydro*. Selanjutnya dapat dilihat pada tabel 3 berikut:

Tabel 2. Klasifikasi Jenis Pembangkit Listrik Tenaga Air

No	Sumber Daya	Kategori
1	5 Kw <	<i>Pico-hydro</i>
2	5 Kw - 100 Kw	<i>Micro-hydro</i>
3	Daya di atas 100 Kw, tetapi dibawah 1 MW	<i>Mini-hydro</i>
4	1 – 15 MW	<i>Small-hydro</i>
5	15 MW > - 100 MW	<i>Medium-hydro</i>
6	100 MW >	<i>Large-hydro</i>

Sumber: Arismunandar dan Susumumu Kuwahara (1974)

Metode pengolahan data yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif. Dalam pengolahan data ada tiga tahapan yang harus dilalui: (a) Kategorisasi data, memilah data primer dan sekunder. Hal itu dilakukan supaya data yang diperoleh mudah untuk disajikan. (b) Penyajian data, yaitu penyajian dalam bentuk narasi sesuai dengan topik dan teori yang digunakan. Sebelum data disajikan terlebih dahulu diinterpretasikan supaya data yang diperoleh mudah untuk ditafsirkan dan disajikan dalam bentuk narasi. (c) Penarikan kesimpulan, dari temuan data disimpulkan berdasarkan data primer dan data sekunder.

Analisis data dilakukan untuk mencari makna atau meaning (Moleong, 2007). Dalam penelitian ini, peneliti melakukan analisis data setelah proses pengumpulan data selesai. Hal tersebut peneliti pilih dengan alasan bahwa informasi yang diperoleh dari lapangan akan lebih lengkap.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum Dena Sinaka

Desa Sinaka berada di daerah dataran rendah, ada perbukitan disertai beberapa sudut dusun-dusun yang memiliki hamparan persawahan yang diolah oleh komunitas sosial masyarakat Desa Sinaka. Ketinggian wilayah desa rata-rata ± 30 meter di atas permukaan air laut dan iklim di desa ini bersuhu sekitar 28⁰c - 31⁰c.

1. Luas wilayah Desa Sinaka : 177,41 Km²
2. Darat : 177,41 Km²
3. Laut : 199 Km (Panjang Garis Pantai)

(Sinaka dalam data, 2023)

Secara khusus curah hujan di Desa Sinaka karena merupakan bagian dari Kabupaten Kepulauan Mentawai berkisar antara 2.500 - 4.700 mm/tahun dengan jumlah hari hujan antara 132 - 267 hari hujan per tahun, sedangkan suhu berkisar antara 22⁰c -32⁰c dengan kelembaban antara 82-85% (Bidang Cipta Karya, 2019). Desa Sinaka merupakan bagian dari Kabupaten Kepulauan Mentawai, Kecamatan Pagai Selatan. Jarak tempuh dari Ibu Kota Kabupaten Kepulauan Mentawai (Tuapejat) menuju Desa Sinaka menggunakan *sped boat* selama 6 jam dengan mesin berkapasitas 40 pk. Untuk memberi gambaran administrasi secara umum, selanjutnya dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta administrasi Desa Sinaka
Sumber: <https://inageportal//>

Berdasarkan data statistik Desa Sinaka, diketahui jumlah penduduk adalah sebanyak 2.719 jiwa. Jumlah KK sebanyak 679 yang terbagi ke dalam 14 dusun yang meliputi Dusun Mabola 73 KK, Dusun Mangka Baga 31 KK, Dusun Mangka Ulu 49 KK, Dusun Matotonan 24 KK, Dusun Sinaka 33 KK, Dusun Kosai Bagat Sagai 67 KK, Dusun Kosai Baru 17 KK, Buriyai 45 KK, Dusun Matobat 54 KK, Dusun Bubuget 49 KK, Aban Baga 54 KK, Dusun Aban Baga Selatan 51 KK, Dusun Bunga Rayo 57 KK, Dusun Koritbuah 75 KK. Adapun populasi penduduk yang berjenis kelamin laki-laki sebanyak 1.439 jiwa dan yang berjenis kelamin perempuan berjumlah 1.280 jiwa. Selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 3 berikut:

Tabel 3. Jumlah Populasi Desa Sinaka

No	Nama dusun	Jumlah KK	Bayi 0-1 tahun/balita			Balita 2-5 tahun			Anak-anak 6-12 tahun			Remaja 13-16 tahun			Dewasa 17-59 tahun			Lansia 60 tahun ke atas			Jenis Kelamin		Total
			L	P	total	L	P	total	L	P	total	L	P	Total	L	P	total	L	P	L	P		
1	Mabola	73	5	7	12	17	13	30	23	21	44	17	18	35	98	79	177	6	8	14	169	143	312
2	Mangka Baga	31	2	1	3	2	8	10	10	8	18	6	13	19	51	38	89	2	2	4	79	56	135
3	Mangka Ulu	49	4	0	4	6	6	12	19	14	33	12	6	18	60	57	117	7	10	17	105	95	200
4	Matotonan	24	2	3	5	4	3	7	9	7	16	3	4	7	26	22	48	2	2	4	46	41	87
5	Sinaka	33	6	3	9	6	6	12	14	6	20	4	3	7	38	38	76	5	4	9	71	62	133
6	Kosai Bagatsagai	67	5	9	14	9	6	15	20	27	47	8	10	18	96	86	182	6	7	13	144	145	289
7	Kosai Baru	17	1	1	2	1	2	3	4	7	11	4	1	5	17	18	35	1	0	1	28	29	57
8	Boriyai	45	6	2	8	3	2	5	22	9	31	12	20	32	34	50	84	6	8	14	95	80	175
9	Matobat	54	7	9	16	7	5	12	18	6	24	21	5	26	72	55	127	1	3	4	125	84	209
10	Bubuget	49	2	3	5	4	6	10	11	10	21	14	9	23	60	52	112	2	8	10	93	88	181
11	Aban Baga	54	3	2	5	7	6	13	12	16	28	11	15	26	75	66	141	8	2	10	116	107	223
12	Aban Baga Selatan	51																			105	103	208
13	Bunga Rayo	57																			100	104	204
14	Koritbuah	75	5	4	9	17	17	34	18	20	38	32	21	53	86	76	162	5	5	10	163	143	306
Total keseluruhan		679																			1.439	1.280	2.719

Sumber: Sinaka dalam data tahun 2023

Metode yang digunakan dalam Menghitung Potensi Sumber Daya Air

Secara topografi karakteristik kawasan hutan air terjun diawali dengan adanya daerah aliran sungai menuju ke air terjun sebelum jatuh ke dasar air terjun. Dapat diimajinasikan sebelum air terjun dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik tenaga air, terlebih dahulu akan dibangun bendungan yang berfungsi membendung aliran air dari muara sungai sebelum jatuh menuju air terjun. Posisi bendungan berada pada ketinggian 15 m dari pada posisi rumah turbin. Antara bendungan menuju ke rumah turbin berjarak 150 m yang akan dialirkan melalui pipa silinder dengan diameter 1 m.

Untuk menghitung potensi daya, terlebih dahulu dihitung debit air. Untuk menghitung debit air, terlebih dahulu harus diketahui waktu aliran. Data aliran air diambil sebanyak dua kali dengan metode apung (*floating method*), yaitu Bulan Januari pada musim kemarau dengan curah hujan yang rendah, dan Bulan September merupakan puncak musim hujan dengan intensitas curah hujan yang tinggi. Adapun prosedur pengukuran dilakukan melalui tahap-tahap sebagai berikut: (a) ditentukan titik lintasan sepanjang 1 m yang akan dilalui potongan ranting; (b) dijatuhkan potongan ranting yang dapat terapung pada titik pengamatan 1 (satu) dan waktu mulai dihitung dengan menggunakan *stopwatch*. Dihentikan pencatat waktu ketika potongan ranting telah sampai pada titik pengamatan 2 (dua); (c) dicatat waktu

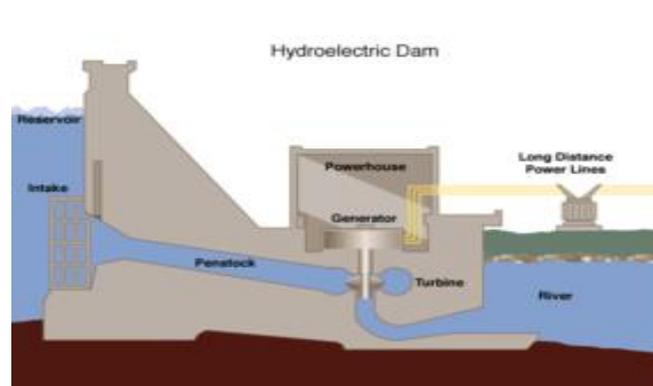
yang ditempuh potongan ranting tersebut; (d) dilakukan pengulangan pengamatan sebanyak dua kali percobaan dan (e) dihitung rata-rata waktu yang diperlukan benda selama percobaan tersebut. Selanjutnya data aliran air dihitung rata-ratanya untuk mengetahui waktu aliran/tahun. Selanjutnya data aliran air dapat dilihat pada Tabel 4 berikut:

Tabel 4. Rata-rata Waktu Aliran Pertahun

No	Bulan	t (aliran air)	Metode
1	Januari	0,3 m/s	<i>Floating method</i>
2	September	0,1 m/s	<i>Floating method</i>
	Rata-rata	0,2 m/s	Pembagian

Sumber: data penelitian

Selanjutnya untuk mengimajinerkan proses pembendungan aliran air sebelum dialirkan menuju rumah turbin dapat diilustrasikan melalui gambar 2 berikut:



Gambar 2. Ilustrasi bendungan PLTA

Sumber: dokumentasi penelitian dan (wikipedia PLTA, 2023)

Mengklasifikasikan Potensi Sumber Daya Air Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Air

Rumus yang digunakan dalam menghitung debit air terjun dapat dihitung dengan rumus: Perhitungan pertama, $Q = V/t$. Dimana: Q adalah debit (m^3/s), V adalah volume air (m^3/s) dan t adalah waktu aliran (m/s).

$$v = 2\pi r^2$$

$$= 2 \times 3,14 \times 0,5^2$$

$$= 1,57 \text{ m}^3/s$$

$$Q = 1,57 \text{ m}^3/s / 0,2 \text{ m/s}$$

$$= 7,85 \text{ m}^3/s$$

Dari perhitungan debit air, maka dapat dihitung energi yang dihasilkan berdasarkan rumus: $P = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H$. Dimana:

$$P = \text{daya terbangkitkan (Watt)}$$

$$\rho = \text{massa jenis air} = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$g = \text{gravitasi} = 9.81 \text{ m}^2/\text{dt}$$

$$Q = \text{debit (m}^3/\text{dt)}$$

$$P = 1000 \text{ kg/m}^3 \times 9.81 \text{ m}^2/\text{dt} \times 7,85 \text{ m}^3/\text{s} \times 15 \text{ m}$$

$$= 1.155.127,5 \text{ Watt}$$

Dengan kapasitas daya sebesar 1.155.127,5 Watt, maka dapat diklasifikasikan potensi daya terbangkit masuk dalam kategori PLTA *small-hydro* (Arismunandar dan Susumumu Kuwahara, 1974).

Analisis Dampak Sosial Ekonomi Masyarakat dalam Pengembangan Sumber Daya Air Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Air

Hasil wawancara dengan narasumber Bapak Martinus Sakerebau selaku pengelola PLTMH di Dusun Cimpungan Desa Matobe yang mendapatkan diklat teknis dari Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia Ketenagalistrikan, Energi Baru, Terbarukan Dan Konservasi Energi Kementerian Energi

Sumber Daya Mineral Republik Indonesia saat diwawancarai untuk mengklarifikasi dan mencocokkan data hasil penelitian berdasarkan daya terbangkitkan yang dihasilkan oleh air terjun dibenarkan oleh beliau, menurut penuturan beliau daya terbangkitkan yang dihasilkan oleh air terjun jika dimanfaatkan menjadi PLTA sangat besar. Hal tersebut sudah pernah dikaji dan saya ikut mendampingi tim tersebut.

“Potensinya sangat besar, bahkan jika terwujud krisis listrik di Desa Sinaka pada khususnya dan Pulau Pagai Selatan pada umumnya dapat terselesaikan. Saya bersama tim dari Kanwil Kementerian ESDM sudah pernah memetakannya” (R-2).

Pemanfaatan air terjun menjadi PLTA sangat membantu dalam peningkatan perekonomian masyarakat. Saya ambil contoh di Dusun Cimpungan Desa Matobe, dengan PLTMH yang berkapasitas 15 KW dapat dimanfaatkan oleh 23 rumah tangga dengan rata-rata daya listrik yang dibagi kepada masyarakat sebesar 450 Watt. Masyarakat hanya membayar iuran rutin sebesar 15.000,00/kepala rumah tangga/bulan, sangat efisien dan ekonomis. Iuran bulanan digunakan untuk operasional PLTMH dan perawatannya.

“Kapasitas PLTMH Dusun Cimpungan Sebesar 15 KW yang dibagi kepada 23 rumah tangga dengan rata-rata/rumah tangga 450 Watt. Masyarakat sangat terbantu, karena iuran yang dibebankan kepada masyarakat sangat murah “15.000,00”. Dengan sisa daya yang ada, masyarakat dapat memanfaatkan untuk mengatam kayu dalam pembuatan rumah sampai 24 jam non stop” (R-2).

Program pembangunan PLTA akan berdampak pada penyerapan tenaga kerja lokal di Desa Sinaka, pasalnya masyarakat akan dilatih untuk menjadi pengelola dan bertanggungjawab terhadap kegiatan operasional dan perawatan. Dengan adanya PLTA, akan menjadi mitra dari PLN dalam mewujudkan Indonesia Terang. Program elektrifikasi desa di Kabupaten Kepulauan Mentawai Desa Sinaka harus segera dikebut dan diselesaikan, karena program Indonesia Terang sudah ditargetkan pemerintah dapat mencapai 100% pada tahun 2024.

“Program PLTA sudah dibicarakan oleh Pemerintah Desa Sinaka dengan tim lapangan dari Kementerian ESDM, jika terwujud masyarakat lokal akan diserap sebagai tenaga pengelolaan dan perawatan PLTA. PLN akan menjadi mitra PLTA untuk mewujudkan program listrik di Desa Sinaka” (R-1).

“Peta jaringan listrik PLN akan mengikuti jalan” (R-3).

“Tentunya masyarakat setempat yang akan dilatih dan dididik untuk menjadi pengelola dalam menjalankan operasi dan perawatan PLTA, konsepnya sama dengan yang ada di PLTMH Dusun Cimpungan” (R-2).

Kunci dari keberhasilan dan keberlangsungan program PLTA adalah sumber daya air yang dihasilkan dari sistem hidrologi. Hutan adalah kunci dari keberlangsungan PLTA, maka hutan wajib dilindungi, berkaitan dengan status hutan yang ada di kawasan air terjun wajib direhabilitasi menjadi kawasan konservasi sumber daya air untuk memastikan kapasitas dan cadangan air yang berkelanjutan bagi keberhasilan program PLTA.

“PT. MPLC sudah sepakat, jika terwujud pembangunan PLTA di kawasan hutan pengelolaan hutan akan dialihfungsikan menjadi kawasan konservasi” (R-1).

“Saya sudah mendengar pembangunan PLTA di air terjun, Pihak PT. MPLC juga sudah sepakat untuk mengalihfungsikan hutan produksi menjadi kawasan konservasi” (R-5).

“Saya selaku pengelola PLTMH di Dusun Cimpungan bersama unsur masyarakat selalu mensosialisasikan dan melakukan pengecekan kondisi hutan di kawasan aliran sungai. Karena hutan adalah kunci, dari keberlangsungan PLTMH” (R-2).

“Pada Bulan Januari pohon di kawasan air terjun sudah dipasang kode potong oleh PT. MPLC, tetapi pada kunjungan kedua Bulan September kode pohon yang siap potong sudah tidak ada lagi” (data lapangan tim peneliti).

Tantangan untuk mengalirkan listrik ke Desa Sinaka tidaklah mudah, mulai dari permasalahan mesin, trafo yang rusak, pohon tumbang, pohon-pohon disekitar kabel yang dapat menghantarkan aliran listrik jika terjadi kebocoran. Hal tersebut yang mengakibatkan pelayanan PLN untuk arena Desa Sinaka dan Pulau Pagai Selatan kurang optimal. Tetapi PLN akan selalu memberikan pelayanan yang optimal bagi masyarakat, dengan melakukan perbaikan disetiap kerusakan sesuai dengan SOP perbaikan maupun pelayanan.

“Untuk mengaliri listrik sampai ke Desa Sinaka khususnya daerah Bungarayo, ada beberapa kendala yang terjadi. Salah satunya saat jamperan terpasang pada trafo, beban (listrik) yang di aliri tidak masuk karena kerusakan pada trafo yang ada di Dusun Bungarayo” (R-3).

“Hambatan utama yang terjadi sebenarnya bukan dari kabel tetapi dari pohon-pohon yang ada di sepanjang jalur kabel. Besarnya daya yang dikeluarkan dari setiap kabel sebesar 20.000 watt sehingga apabila terjadi kebocoran dari salah satu kabel maka dapat mengakibatkan perambatan aliran listrik pada pohon-pohon yang ada di sepanjang jalur” (R-4).

Sebagai bahan perbandingan harga keekonomian dari PLTD lebih mahal dibandingkan dengan PLTMH. Berdasarkan hasil survey dan wawancara yang dilakukan disekitar Desa Sinaka tepatnya Dusun Matobat, rata-rata setiap warga membeli token perbulan seharga 100.000,00 dengan kapasitas daya listrik 900 Watt. Rata-rata masyarakat Dusun Matobat sudah memiliki kulkas untuk mengawetkan makanan dan televisi untuk hiburan sehari-hari. Sedangkan harga keekonomian dari PLTMH di Dusun Cimpungan sebesar 15.000,00 perbulan, dengan pemanfaatan yang sama. Bahkan ada masyarakat yang mengoperasikan mesin katam kayu untuk pembangunan rumah dengan memanfaatkan arus listrik dari PLTMH.

“Masyarakat Dusun Matobat Bunga Rayo yang telah mendapatkan aliran listrik rata-rata memiliki kulkas dan televisi. Dengan daya listrik 900 Watt perbulan, kebutuhan untuk membeli token sebesar 100.000,00” (Data lapangan Tim Peneliti).

Pembahasan

Berdasarkan data hasil penelitian yang diperoleh dengan menggunakan teknik observasi, pemetaan, pengukuran, wawancara, studi dokumentasi dan studi literasi, yang kemudian dianalisis dengan menggunakan teknik *triangulasi* maka dapat dideskripsikan berdasarkan hasil pengamatan dalam kurun waktu yang berbeda, yaitu bulan Januari bertepatan dengan musim kemarau dan bulan September bertepatan dengan puncak musim hujan. Untuk mengetahui waktu aliran menggunakan metode apung (*floating method*) dengan prosedur pengukuran melalui tahap-tahap sebagai berikut: (a) ditentukan titik lintasan sepanjang 1 m yang akan dilalui potongan ranting; (b) dijatuhkan potongan ranting yang dapat terapung pada titik pengamatan 1 (satu) dan waktu mulai dihitung dengan menggunakan *stopwatch*. Dihentikan pencatat waktu ketika potongan ranting telah sampai pada titik pengamatan 2 (dua); (c) dicatat waktu yang ditempuh potongan ranting tersebut; (d) dilakukan pengulangan pengamatan sebanyak dua kali percobaan dan (e) dihitung rata-rata waktu yang diperlukan benda selama percobaan tersebut.

Pengukuran yang dilakukan pada bulan Januari dan September mendapatkan hasil yang berbeda, maka untuk itu dilakukan perhitungan rata-rata aliran air/tahun dengan waktu aliran 0,2 m/s. Dari data yang diperoleh, dilakukan perhitungan daya air, sehingga diperoleh daya terbangkitkan sebesar 1.155.127,5 Watt. Maka dapat diklasifikasikan potensi daya terbangkitkan masuk dalam kategori PLTA *small-hydro* (Arismunandar dan Susumumu Kuwahara, 1974). Data curah hujan di Kabupaten Kepulauan Mentawai berkisar antara 2.500 - 4.700 mm/tahun dengan jumlah hari hujan antara 132 - 267 hari hujan per tahun, sedangkan suhu berkisar antara 22⁰c -32⁰c dengan kelembaban antara 82-85% (Bidang Cipta Karya, 2019). Hal tersebut yang mempengaruhi debit air dan potensi daya terbangkitkan.

Pemanfaatan potensi air terjun menjadi PLTA sangat membantu dalam peningkatan perekonomian masyarakat dengan iuran rutin yang terjangkau, sangat efisien dan ekonomis. Iuran bulanan digunakan untuk operasional PLTA dan perawatannya. Program pembangunan PLTA akan berdampak pada penyerapan tenaga kerja lokal di Desa Sinaka, pasalnya masyarakat akan dilatih untuk menjadi pengelola dan penanggungjawab kegiatan operasional dan perawatan. Dengan adanya PLTA, akan menjadi mitra dari PLN dalam mewujudkan Indonesia Terang. Program elektrifikasi desa di Kabupaten Kepulauan Mentawai Desa Sinaka harus segera dikebut dan diselesaikan, karena program Indonesia Terang sudah ditargetkan pemerintah dapat mencapai 100% pada tahun 2024.

Aeni (2022) dalam konsep energi hijau dalam kajiannya menerangkan bahwa PLTA perawatannya relatif mudah dilakukan jika dibandingkan dengan energi yang tidak terbarukan. PLTA sebagai energi hijau juga dapat mendorong masyarakat, maupun negara dalam mewujudkan kemandirian energi. Artinya tidak bergantung pada negara lain. Mendorong perekonomian dan berpeluang membuka lapangan kerja baru. Bebas dari perubahan harga seperti energi fosil. Relatif lebih mudah diterapkan di daerah terpencil. Kunci dari keberhasilan dan keberlangsungan program PLTA adalah sumber daya air yang dihasilkan dari sistem hidrologi. Hutan adalah kunci dari keberlangsungan PLTA, maka hutan wajib dilindungi, berkaitan dengan status hutan sebagai HPH sudah seharusnya dilakukan alihfungsi menjadi kawasan konservasi sumber daya air untuk memastikan kapasitas dan cadangan air yang berkelanjutan. Negara wajib hadir, karena konservasi sumber daya air telah

diamanatkan dalam UUD'45 Pasal 33 Ayat (3) yang menyatakan “bumi, air dan kekayaan alam yang terkandung di dalamnya dikuasai oleh Negara dan dipergunakan untuk sebesar-besarnya demi kemakmuran rakyat”.

Keberhasilan dari penelitian ini tidak terlepas dari pembelajaran berbasis proyek yang dilakukan di SMAN 1 Pagai Utara Selatan. Guru sebagai fasilitator berhasil membimbing dan mengarahkan siswa dalam menyelesaikan proyek yang telah direncanakan. Profil pelajar Pancasila sebagai karakter cerminan pribadi generasi emas Indonesia tahun 2045 ditumbuh kembangkan melalui pembelajaran berbasis proyek yang berfokus kepada siswa sehingga siswa menjadi aktif, mandiri, kreatif, kolaboratif dan inovatif dalam mencari solusi dari permasalahan yang ada di lingkungan sekitar sekolah. Pembelajaran berbasis proyek adalah model pembelajaran abad 21 yang didesain untuk membekali siswa dalam menghadapi permasalahan dan tantangan kehidupan, terutama dalam menghadapi era industri 4.0.

Hasil penelitian ini juga dapat membuktikan bahwa proyek penguatan profil pelajar Pancasila dengan enam dimensi yang meliputi keimanan, ketakwaan kepada Tuhan Yang Maha Esa, dan berakhlak mulia, berkebinekaan global, bergotong-royong, mandiri, bernalar kritis dan kreatif, secara langsung dapat menumbuhkembangkan karakter kepribadian masyarakat abad 21 yaitu bernalar kritis, kreatif, kolaboratif dan komunikatif (Umam, 2023). Sehingga kelak siswa, sebagai generasi emas Indonesia siap menghadapi tantangan kehidupan dan perubahan global. Generasi emas yang siap menjadi nahkoda untuk membawa Indonesia melaju menuju negara maju yang menguasai ilmu pengetahuan dan teknologi. Karena untuk menjadi negara maju salah satu syaratnya adalah harus menguasai ilmu pengetahuan dan teknologi yang menjadi modal penting dalam mewujudkan negara industri (produsen) dan pusat ekonomi dunia. Jika semua itu dapat terwujud, maka pada peringatan 100 tahun kemerdekaan akan menjadi tonggak sejarah pada tahun 2045 Indonesia menjadi negara super power yang menguasai ekonomi, ilmu pengetahuan, teknologi dan penjaga perdamaian dunia yang sesuai dengan amanat pembukaan UUD 1945.

4. SIMPULAN

Berdasarkan analisis hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa rata-rata aliran air/tahun dengan waktu aliran 0,2 m/s. Selanjutnya dilakukan analisis daya air, sehingga diperoleh potensi daya terbangkitkan sebesar 1.155.127,5 Watt. Maka dapat diklasifikasikan masuk dalam kategori PLTA *small-hydro*. Potensi manfaat yang dapat dihasilkan bagi kehidupan sosial ekonomi masyarakat Desa Sinaka Kepulauan Mentawai adalah: (1) iuran bulanan yang terjangkau bagi masyarakat; (2) dapat menyerap tenaga kerja lokal; (3) terwujudnya kemandirian energi dan (4) terwujudnya kawasan konservasi sumber daya air..

5. UCAPAN TERIMAKASIH

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan ridho-Nya sehingga dapat menyelesaikan penulisan laporan penelitian ini. Dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam proses, penyusunan laporan dan publikasi hasil penelitian ini. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Musyofah, S.Pd.M.Si, selaku Kepala SMAN 1 Pagai Utara Selatan, Bapak Afif Dwi Afrizal, S.Pd, selaku Bendahara Bos SMAN 1 Pagai Utara Selatan, Ibu Septiyani Kiky, C.S.Pd, selaku Guru Praktik Lapangan, Bapak Martinus Sakerebau, selaku narasumber utama sebagai pengelola PLTMH di Dusun Cimpungan, Derliasman Sapalakai, selaku narasumber utama yang menjabat sebagai Kasi Kesejahteraan Desa Sinaka, serta semua narasumber yang tidak bisa penulis sampaikan satu-persatu. Terimakasih atas informasi dan ilmunya.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Aeni, Sri Nur. 2022. Mengenal Energi Hijau. <http://katadata.co.id>. (15 Februari 2023).
Akral. 2019. Listrik di Mentawai oleh Iwan Prayetno. <https://sumbarprov.go.id/home/news/17411-listrik-di-mentawai-oleh-irwan-prayetno>. (24 Januari 2023).
Aris Munandar, A, DR, dan Kuwahara, S, DR. 1991. *Buku Pegangan Teknik Tenaga Listrik jilid III: Gardu Induk*. Jakarta: Pradya Paramita.

- Arismunandar dan Susumumu Kuwahara. (1974). *Pembangkit dengan tenaga air, buku pegangan teknik listrik. (jilid 1)*. Pradnya paramita, Jakarta.
- Bidang Cipta Karya. 2019. *Rencana Kerja Jangka Menengah Kabupaten Kepulauan Mentawai 2019-2022*. Bappeda: Mentawai.
- Ekasari, dkk. 2012. Pemanfaatan Sumber Daya Air di Desa Ujung Jaya Taman Nasional Ujung Kulon. *Journal Nusa Sylva Volume 12 No. 2 Desember 2012*: 1-8.
- Ikrar Hanggara dan Irvani, Harvi. 2017. Potensi PLTMH (Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro) di Kecamatan Ngantang Kabupaten Malang Jawa Timur. *Jurnal Reka Buana Volume 2 No 2*, Maret 2017 - Agustus 2017: 149-155.
- Hidayat. 2015. *Perencanaan dan Realisasi Sistem Kendali Level Air dengan Dua Variabel Kendali (Sistem Multi Variabel)*. Bandung: Politeknik Negeri Bandung.
- Joko, Muh Taufik dan Wifi, Puranti. 2021. Konservasi Sumber Daya Air. <http://dlhk/jogjaprovo.go.id>. (15 Februari 2023).
- Kabupaten Kepulauan Mentawai. "Jumlah Pulau di Kabupaten Kepulauan Mentawai". http://wikipedia.org/wiki/Kepulauan_Mentawai. (31 Mei 2023).
- Kemendesa. 2021. Indeks Desa Membangun Sumatera Barat. <http://Kemendesadata.go.id>. (24 Mei 2023).
- Mantra, Ida Bagoes. 2000. *Demografi Umum*. Pustaka Pelajar: Yogyakarta.
- Moleong, L. 2007. *Metodologi Penelitian Kualitatif*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Milana, Robby. 2021. Menyalakan Desa Melalui Program Indonesia Terang. *Esdm.go.id*. (24 Januari 2023).
- Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral. 2022. Pemanfaatan Energi Hijau. <http://katadata.co.id>. (15 Februari 2023).
- Oktiva, Nita (2022). Mengelola Pembelajaran Berbasis *Project Based Learning*. *akupintar.id*. (25 September 2023).
- Pembukaan Undang-Undang Dasar 1945 Pasal 33 Ayat (3).
- Pembangkit Listrik Tenaga Air. 2022. Gambar Desain Pembangkit Listrik Tenaga Air. <http://wikipediaIndonesia>. (15 Februari 2023).
- Peraturan Bupati No.14 Tahun 2013 Tentang Data Wilayah Administrasi Pemerintah Desa.
- Peraturan Daerah No. 15 Tahun 2002 Tentang Administrasi Wilayah Kabupaten Kepulauan Mentawai.
- Peraturan Presiden Nomor 63 Tahun 2020 tentang Penetapan Daerah Tertinggal Tahun 2020-2024.
- Peta Administrasi. 2023. Desa Sinaka. <https://inagoportal/>. (01 September 2023).
- PLN dalam Data. 2023. *Statistik PLN Sub Rayon Seay Baru*. Kabupaten Kepulauan Mentawai: Sub Rayon Seay Baru.
- Sinaka dalam Data. 2023. *Statistik Desa Sinaka*. Kabupaten Kepulauan Mentawai: Desa Sinaka.
- SNI.03-7065-2005. 2005. *Tata Cara Perencanaan Sistem Plambing*. Badan Standarisasi Nasional.
- Susilowati, Heni. 2021. Tantangan Pendidikan dan Pembelajaran Abad 21. *stiestekom.ac.id*. (25 September 2023).
- Tim Masmedia Buana Pustaka. 2020. *Sosiologi Untuk SMA/MA Kelas X Kelompok Peminatan Ilmu-ilmu Sosial*. Jakarta: PT Masmedia Buana Pustaka.
- Umam, Muhamad Safiul. 2023. Mendeskripsikan Kehidupan Toleransi Beragama Desa Sikakap Melalui Proyek Penguatan Profil Pelajar Pancasila. *Jurnal Ikatan Keluarga Alumni Undiksha Volume 21, Number 2, 2023 pp. 106-115 P-ISSN: 1829-5285, E-ISSN : 2686-2476*. Open Access: <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/IKA>.
- Undang-undang Republik Indonesia No. 19 Tahun 2019 Tentang Sumber Daya Air.
- Undang-undang No. 49 Tahun 1999 Tentang Pembentukan Kabupaten Kepulauan Mentawai Provinsi Sumatera Barat Tanggal 7 Juni 2000.
- Yunizha, Vindiasari. 2023. Project Based Learning, Pembelajaran yang Menghasilkan Solusi Terbaik. *ruangkerja.id*. (25 September 2023).