FEASIBILITY STUDY PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO AKESIMBEKA PULAU SIAU

Dandi Philip Joseph [1)], Hans Tumaliang [2)], Lily Stiowaty Patras [3)]
Teknik Elektro, Universitas Sam Ratulangi Manado, Jl. Kampus Bahu-Unsrat Manado, 95115
dandijoseph023@student.unsrat.ac.id, hans.tumaliang@gmail.com, lily_spatras@unsrat.ac.id

***Abstract*— In the Siau area, the use of electricity is already very large, so a power plant is needed to support the existing load requirements. The current condition is only handled by PLTD, this is not sufficient. One of the energy sources that have the potential to developed as a source of rural electrical energy is hydropower with micro-scale generation technology, namely the Microhydro Power Plant. The construction of the PLTMH started from the concept of "taking advantage of abundant water sources so that other primary energy savings can be made while maintaining environmental sustainability".**

This rural electricity development program can be started with an inventory activity in the form of a potential PLTMH survey to obtain accurate data for the basis of reference for future development planning, this activity can be carried out properly if the planning and development carried out are supported by reliable technical equipment and the right concept and adapted to local conditions. In the Akesimbeka area, the PLTMH design obtained water discharge in the dry season of 0.47 m3/s and the rainy season of 12.58 m3/s, the cross-sectional area obtained in the dry season is 0.25 m2 and in the rainy season 6.8 m2 with potential the power obtained in the dry season is 3.37 kW and the potential power in the rainy season is 100 kW.

Keywords – Feasibility, Mirkoidro, Water Discharge,Power Plant.

Abstrak— Di daerah Siau penggunaan listrik sudah sangat besar untuk itu diperlukan pembangkit listrik untuk mendukung kebutuhan beban yang ada. Kondisi saat ini hanya ditanggulangi oleh PLTD hal ini tidak mencukupi. Salah satu sumber energi yang berpotensi untuk di kembangkan sebagai sumber energi listrik pedesaan adalah tenaga air dengan teknologi pembangkitan skala mikro yaitu Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro. Pembangunan PLTMH berawal dari konsep "memanfaatkan sumber air yang melimpah agar dapat dilakukan penghematan energi primer lain dengan tetap menjaga kelestarian lingkungan hidup".

Program pengembangan listrik pedesaan ini dapat diawali dengan kegiatan inventarisasi yang berupa survey potensi PLTMH agar didapat data yang akurat untuk dasar acuan perencanaan pembangunan kedepan, kegiatan ini dapat terlaksana dengan baik jika perencanaan dan pembangunan yang dilaksanakan didukung oleh peralatan teknis yang handal serta konsep yang tepat dan disesuaikan dengan kondisi masyarakat setempat. Di daerah Akesimbeka perancangan PLTMH diperoleh debit air pada musim kemarau sebesar 0,47 m^3/s dan pada musim hujan 12,58 m^3/s, Luas penampang yang diperoleh pada musim kemarau 0,25 m^2 dan pada musim hujan 6,8 m^2 dengan potensi daya yang diperoleh pada musim kemarau sebesar 3,37 kW dan potensi daya pada musim hujan sebesar 100 kW.

Kata Kunci –Feasibility, Mikrohidro,Debit Air Pembangkit Listrik.

I. PENDAHULUAN

Di daerah Siau penggunaan listrik sudah sangat besar untuk itu diperlukan pembangkit listrik untuk mendukung kebutuhan beban yang ada di daerah Siau. Kondisi saat ini hanya ditanggulangi oleh PLTD hal ini tidak mencukupi kondisi di kemudian hari karena kondisi di Siau ada energi air perlu dikembangkan pembangkit listrik tenaga Mikrohidro untuk memback up beban yang ada di daerah Siau.Salah satu sumber energi yang berpotensi untuk di kembangkan sebagai sumber energi listrik pedesaan adalah tenaga air dengan teknologi pembangkitan skala mikro dan

lebih dikenal dengan nama PLTMH atau Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Pembangunan pembangkit listrik tenaga mikrohidro sebenarnya berawal dari konsep "memanfaatkan sumber air yang melimpah agar dapat dilakukan penghematan energi primer lain dengan tetap menjaga kelestarian lingkungan hidup".

Penggunaan listrik yang bersifat produktif agar dapat mendorong aktifitas ekonomi masyarakat dan pengelolaan PLTMH oleh masyarakat pedesaan dengan harapan dapat mensejajarkan diri dengan masyarakat perkotaan yang sudah barang tentu sudah lebih dahulu merasakan dan menikmati hasil dari pembangunan negeri ini.Program pengembangan listrik pedesaan ini dapat diawali dengan kegiatan inventarisasi yang berupa survey potensi pembangkit listrik tenaga mikrohidro agar di dapat data yang akurat untuk dasar acuan perencanaan pembangunan kedepan dan kegiatan ini dapat terlaksana dengan baik jika perencanaan dan pembangunan yang dilaksanakan di dukung oleh peralatan teknis yang handal serta konsep pembangunan yang tepat dan disesuaikan dengan kondisi masyarakat setempat, masyarakat dapat dilibatkan dalam tahapan perencanaan dan pembangunan dengan metode pendekatan terhadap karakter sosial budaya setempat.

Data potensi tersebut awalnya dapat diperkirakan melalui tahapan *Desk Study*, *Desk Study* adalah studi pendahuluan yang dilaksanakan di atas meja yang meliputi pengumpulan informasi dan data yang dibutuhkan yang berasal dari literatur-literatur yang berhubungan dengan karakteristik daerah tersebut dan juga dilakukan studi peta dengan menggunakan peta topografi untuk memperjelas dan memastikan prospek selanjutnya dari potensi tersebut harus dilakukan pengecekan langsung ke lokasi atau *Field Study*, dengan acuan hasil dari *desk study*. Hasil dari survey potensi ini bisa dijadikan prospek untuk dapat dilanjutkan ke tahap berikutnya yaitu *Reconnisance Survey Penjajagan* dan dapat dilanjutkan ke tahap *Feasibility Study* (*f*s) atau *Studi Kelayakan*. Tahapan selanjutnya setelah *Feasibility Study* adalah *Detail Deasign* atau *Deasin Rinci* untuk dapat di implementasikan pada tahap pembangunan konstruksi hingga ke tahapan operasional dan pemeliharaan (*Operational* & *Maintenance*)

A. Landasan Teori

1. Pembangkit Listrik

Pembangkit Listrik adalah sekumpulan peralatan dan mesin yamg digunakan untuk membangkitkan energi listrik melalui proses transformasi energi dari berbagai sumber energi. Sebagian besar jenis pembangkit listrik menghasilkan tegangan listrik arus bolak – balik 3 fasa. Pembangkit listrik mengubah energi potensial menjadi energi mekanik dan selanjutnya digunakan untuk menghasilkan tenaga listrik

2. Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro

Pembangkit Listrik Mikrohidro (PLTMh) merupakan suatu pembangkit listrik skala kecil yang menggunakan tenaga air sebagai tenaga penggeraknya seperti: saluran irigasi, sungai atau air terjun alam dengan cara memanfaatkan tinggi terjunan dan jumlah debit air.

Disamping faktor geografis (tata letal aliran air), tinggi jatuhan air dapat pula diperoleh dengan membendung aliran air sehingga permukaan air menjadi tinggi.Air dialirkan melalui sebuah pipa pesat kedalam rumah pembangkit yang pada umumnya dibangun dibagian tepi sungai untuk menggerakan turbin atau kincir mikrohidro. [8]

3. Keuntungan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMh)

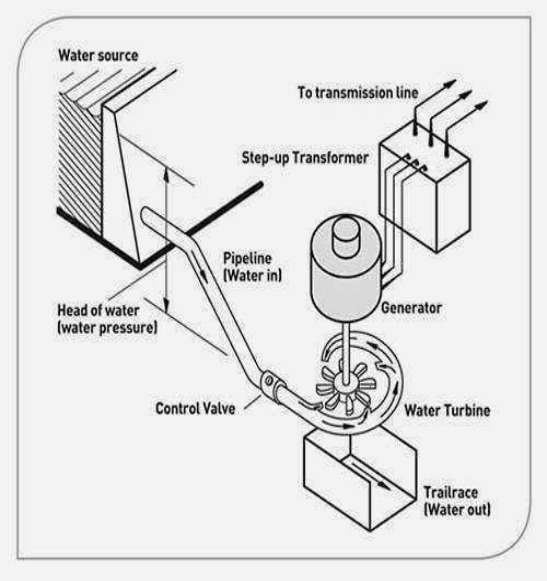
- Dibandingkan dengan pembangkit listrik jenis lain, pembangkit listrik tenaga mikrohidro cukup murah karena menggunakan energi alam
- Memiliki kontruksi yang sederhana yang dapat dioperasikan di daerah terpencil dengan tenaga terampil penduduk daerah setempat
- Tidak menimbulkan pencemaran
- Dapat dipadukan dengan program lainya seperti irgasi dan perikanan
- Dapat mendorong masyarakat agar dapat menjaga kelestarian hutan sehingga tersedia air terjamin

4. *Prinsip Kerja Pembangkit Listrik Mikrohidro (PLTMh)*

Secara teknis Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMh) memiliki tiga komponen utama yaitu air, turbin, dan generator. Prinsip kerja Pembangkit listrik tenaga mikrohidro sendiri pada dasarnya sama dengan Pembangkit Listrik Tenaga Air hanya saja berbeda kapasitasnya atau besarnya. Pembangkit listrik tenaga skala mikro pada prinsipnya memanfaatkan beda ketinggian dan jumlah debit air per detik yang ada pada aliran air saluran irigrasi, sungai atau air terju. Aliran air ini akan memutar porosturbin sehingga menghasilkan energy mekanik. Energy selanjutnya menggerakan generator dan generator menghasilkan listrik. Sebuah skema mikrohidro memerlukan dua hal yaitu, debit air dan ketinggian jatuh untuk menghasilkan tenaga yang dapat dimanfaatkan. Hal ini adalah sebuah system konversi energy dari bentuk ketinggian dan aliran kedalam bentuk energy mekanik dan energy listrik.

5. *Konversi Energi PLTMh*

Konversi energi pada PLTMh terbagi atas tiga bagian yaitu Energi potensial – energi mekanik – energi listrik. [8]



Gambar 1 Konversi Energi PLTMh

6. *Komponen Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMh)*

a. Bendungan dan Bangunan Penyadap

Bendungan merupakan bagian yang sangat penting pada suatu pembangkit listrik tenaga air, karena bendungan merupakan tempat penampungan air

b. Turbin

Turbin merupakan salah satu bagian penting dalam PLTMH yang menerima energi potensial air dan mengubahnya menjadi putaran (energi mekanis).

c. Generator

Generator yang digunakan adalah generator pembangkit listrik AC. Untuk memilih kemampuan generator dalam menghasilkan energi listrik disesuaikan dengan perhitungan daya dari data hasil survei.

d. Penghubung Turbin dan Generator

Penghubung turbin dengan generator atau sistem transmisi energi mekanik ini dapat digunakan sabuk atau puli, roda gerigi atau dihubungkan langsung pada porosnya.

7. *Faktor Utama/Primer*

a. Adanya tinggi jatuh (Head)

Untuk PLTMH idealnya memiliki head 10 – 50 meter, pasalnya untuk daya yang sama konstruksi sipil dan peralatan elektromekanik akan lebih kecil dan sederhana dibandingkan dengan lokasi head rendah. Bukan berarti head rendah tidak memungkinkan, tetapi dari sisi teknis dan biaya, head medium lebih menarik.

b. Debit/ aliran air yang cukup

Ketersediaan aliran air sepanjang tahun sangat penting untuk menjaga kelangsungan penyediaan listrik, untuk itu sebaiknya dipilih lokasi dengan aliran air yang relatif stabil sepanjang tahun dan cukup untuk melayani kebutuhan beban konsumen.

c. Jarak beban dengan pembangkit

Semakin jauh jarak pembangkit dengan konsumen maka semakin besar tegangan jatuh dijalan, semakin besar rugi daya, semakin panjang kabel yang dibutuhkan dan semakin banyak tiang yang digunakan sehingga secara ekonomis semakin mahal. Sebaiknya dipilih lokasi pembangkit yang dekat dengan konsumen.

d. Daya terbangkit dan kebutuhan beban

Idealnya daya terbangkit adalah 30% lebih besar dari kebutuhan konsumen untuk kemungkinan pertumbuhan beban, musim kemarau, pemanfaaatan produktif dan juga faktor keamanan.

8. Faktor Sekunder

a. Kondisi geografis dan risiko teknis

Untuk meminimalisir risiko teknis dari suatu PLTMH, sebaiknya dipilih lokasi minim dari kondisi bencana seperti tanah longsor dan banjir atau dengan tindakan pencegahan (preventif) dari kondisi alam yang ekstrem.

b. Kondisi sosial ekonomi masyarakat

Hendaknya dalam pembangunan suatu proyek PLTMH perlu adanya pendekatan yang disesuaikan dengan kondisi sosial ekonomi masyarakat setempat, misalnya dalam hal keterlibatan masyarakat selama pembangunan, tahap pengoperasian, pengelolaan dan besaran tarif listrik.

c. Jenis konsumen/ kepadatan

Tipe konsumen dan peralatan yang digunakan juga perlu dipertimbangkan dalam perencanaan awal suatu PLTMH, misalnya jika PLTMH akan digunakan untuk penerangan saja atau untuk mesin – mesin produksi akan memerlukan spesifikasi generator dan sistem generator yang berbeda. Selain itu kepadatan konsumen mempengaruhi dalam hal faktor beban pembangkit dan biaya untuk jaringan dan sambungan rumah. [5]

d. Status pemilikan lahan

Dalam tahap studi kelayakan seharusnya dilakukan penelitian mengenai kepemilikan lahan dan bagaimana mengatasinya. Tentunya hal ini akan mempengaruhi komponen biaya proyek jika lahan harus mendapatkan ganti rugi atau dihibahkan.

e. Pemanfaatan air

Perlu diperhatikan apakah air yang dipakai untuk PLTMH mengganggu kepentingan pemakaian air yang lain atau tidak. Misalnya untuk pertanian, perikanan, air bersih dll. Pertimbangan semacam ini mempengaruhi pola operasi dan pemanfaatan PLTMH.

f. Lingkungan

Keberadaan PLTMH sebaiknya tidak mengganggu habitat ekologi sungai dan lingkungan, oleh karenanya perlu adanya penelitian sebelum proyek dilaksanakan.

9. Pengukuran Besar Tinggi Jatuh Air

Metode yang dapat digunakan untuk mengetahui besaran tinggi jatuh air ada dua cara yaitu memanfaatkan GPS dan google maps koordinat [5]

10. Pengukuran Debit/Aliran Air

Debit air dapat diukur dengan beberapa cara, yang paling umum dan mudah dilakukan yaitu pengukuran debit dengan metode pelampung.

Debit dapat dihitung dengan terlebih dahulu mencari luas penampang air (A) dan kecepatan air (V) melalui persamaan :

$$A = l \times h$$

$$= s/t$$

Kemudian untuk menghitung debit menggunakan persamaan :

$$Q = A \times V$$

Keterangan : s = panjang / jarak botol dialirkan (m)

l = lebar aliran air (m)

h = tinggi / kedalaman air (m)
t = waktu (s)
A = luas penampang air (m2)
V = kecepatan air (m/s)
Q = debit air (m^3/s)

11. Perhitungan Potensi Daya yang Dibangkitkan

Data yang sudah didapatkan kemudian bisa dihitung potensi daya listrik yang dihasilkan dengan persamaan ;

Potensi daya PLTMH dapat dihitung dengan persamaan :

$$P = g \times Q \times Hn \times eff$$

Keterangan : P = Daya (Kw)
g = Gravitasi (9.81)
Q = Debit aliran (m^3/s)
Hn = Head nett (m)
Eff = Efisiensi turbin [5]

II. Metodelogi Penelitian

A. Prosedur Penelitian

- Studi Literatur, yaitu mengumpulkan literature-literatur yang berhubungan dengan Pembangkit Listrik Mikrohidro
- Pengambilan data yang berhubungan dengan Pembangkit Listrik Mikrohidro
- Diskusi dengan dosen pembimbing, dosen-dosen lain, teman-teman mahasiswa mengenai masalah-masalah yang berhubungan dengan penulisan.
- Pengolahan data berdasarkan teori yang diambil dari literatur dan data yang ada
- Pengukuran Kecepatan Arus Mengggunakan Pelampung

Pada dasarnya metode pengukuran pelampung digunakan selama pengukuran dengan current meter tidak mungkin atau tidak ada current meter. Cara pengukuranya

1. Merentangkan tali sepanjang lebar sungai
2. Memberi batasan rentangan tersebut sebagi titk akhir bergeraknya pelampung
3. Mengukur jarak dari pembatas akhir sejauh 1 meter
4. Jika sungai berbatuan maka sebaiknya pengukuran dibagi dalam beberapa blok,dan hasil keseluruhanya adalah jumlah dari tiap blok tersebut
5. Meletakan pelampung pada jarak 1 meter dari batas akhir dan siapkan stopwatch, dan tekan bersamaan dengan bergeraknya pelampung tersebut.
6. Mencatat keepatan bergeraknya pelampung tersebut sampai di batas tali yang direntangkan
7. Mengulangi percobaan tersebut beberapa kali dengan berbagai kedalaman
8. Menghitung debit air rata-rata yang diperoleh

- Pengukuran Lebar Sungai

Langkah awal dari penelitian ini adalah melakukan identifikasi terhadap daerah keseluruhan sungai berdasarkan potensi data tersedia. Kebutuhan untuk menyuplai listrik secara kotimyu sepanjang tahun adalah tujuan dari penyediaan pembangkit

Pada prinsipnya, pengukuran debit air harus dilakukan minimal 3 kali dalam beberapa periode yang dipilih untuk menganalisa hubungan antara level air dengan debit air. Pendataan pengukuran harus di set pada titik dekat dengan titik observasi aliran dimana secara visual pengamatan level air dapat lebih mudah dilakukan

- Lokasi Definitif

Berdasarkan survey pengukuran di lapangan maka diperoleh titik yang bisa dijadikan level permukaan yang berada pada ketinggian 15 m dpl. [11]

B. Data Teknis

Adapun data-data yang dikumpulkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Data curah hujan di daerah Siau Timur Tabel I
- Data luas penampang pada sungai yang di Akesimbeka
- Data kecepatan arus pada sungai yang di

Akesimbeka

TABEL I

DATA CURAH HUJAN DI SIAU TIMUR

Bulan	Total Curah Hujan
Januari	625 mm
February	321,5 mm
Maret	766,5 mm
April	166 mm
Mei	1.807 mm
Juni	196 mm
Juli	383 mm
Agustus	263 mm
September	589 mm
Oktober	198,5 mm
November	329,2 mm
Desember	377 mm

III. Hasil dan Pembahasan

Konidisi Akesimbeka yang berada di dekat pusat kota sangat cocok untuk dibuat PLTMh karena jumlah penduduk sekitar sungai Akesimbeka sangat banyak yang membutuhkan listrik untuk kegiatan sehari – hari karena kondisi listrik di daerah Akesimbeka kurang memadai dan sering padam sehingga perlu dibuat PLTMh .

Berdasarkan hasil survey lapangan sungai Akesimbeka memiliki potensi air yang belum termanfaatkan yang dapat dibangun PLTMh

1. Analisa Data Pada Musim Kemarau

a. Menghitung Luas Penampang

Sesuai data yang telah diperoleh maka ditentukanlah debit air menggunakan persamaan 1.2,dimana lebar penampang 1 m dan tinggi penampang 0,2 m. Berikut merupakan perhitunganya;

Diketahui :

Lebar (l) = 1 meter Tinggi (h) = 0,2 meter

A = l x h

A = 1 x

0,2 A =

0,25 m^2

b. Menghitung Debit Air

Berdasarkan luas penampang yang diperoleh dari perhitungan di atas maka debit air dapat dihitung, dimana kecepatan arus sungai 1,89 m/s. Berikut merupakan perhitungan dengan mengetahui :

Luas Penampang (A) = 0,25 m^2

Kecepatan Air (V) = 1,89 m/s

Q = A x V

Q = 0,25 x 1,89

Q = 0,47 m^3/s

c. Perhitungan Potensi Daya yang Dibangkitkan

Data yang sudah didapatkan kemudian dihitung potensi daya listrik yang dihasilkan dengan persamaan yang ada dengan mengetahui :

Gravitasi (g) : 9,81 Debit Aliran (Q) : 0,47 m^3/s

Tinggi jatuh (Hn) : 0,9 cm Efisiensi Turbin (eff) : 0,9

P = g x Q x Hn x eff

P = 9,81 x 0,47 x 0,9 x 0,9

P = 3,73 kW

2. Analisa Data Pada Musim Hujan

a. Menghitung Luas Penampang

Sesuai data yang telah diperoleh maka ditentukanlah debit air menggunakan persamaan 1.2,dimana lebar penampang 5,1 m dan tinggi penampang 2 m. Merupakan perhitunganya;

Diketahui :

Lebar (l)= 5,1 meter Tinggi (h) = 2 meter

A = l x h

A = 5,1 x 2

A = 10,2 m^2

b. Menghitung Debit Air

Berdasarkan luas penampang yang diperoleh dari perhitungan di atas maka debit air dapat dihitung, dimana kecepatan arus sungai 1,83 m/s. Berikut merupakan perhitunganya;

Diketahui :

Luas Penampang (A) = 6,8 m^2

Kecepatan Air (V) = 1,83 m/s

Q = A x V

Q = 6,8 x 1,83

Q = 12,58 m^3/s

c. Perhitungan Potensi Daya yang Dibangkitkan

Data yang sudah didapatkan kemudian dihitung potensi daya listrik yang dihasilkan dengan persamaan

Diketahui

Gravitasi (g) : 9,81 Debit Aliran (Q) : 18,86 m^3/s

Tinggi jatuh (Hn) : 0,9 cm Efisiensi Turbin (eff) : 0,9

P = g x Q x Hn x eff

P = 9,81 x 12,58 x 0,9 x 0,9

P = 100 kW

IV. Kesimpulan dan Saran

A. Kesimpulan

1. Berdasrkan dengan hasil perhitungan yang diperoleh debit air pada musim kemarau sebesar 0,47 m^3/s dan pada musim hujan 12,58 m^3/s
2. Luas penampang yang diperoleh pada musim kemarau 0,25 m^2 dan pada musim hujan 6,8 m^2
3. Potensi daya yang diperoleh pada musim kemarau sebesar 3,37 kW dan potensi daya pada musim hujan sebesar 100 kW.

B. Saran

Untuk kedepannya pembangkit listrik tenaga mikrohidro bisa dapat dikembangkan agar bisa menjadi salah satu pembangkit yang dapat menopang kebutuhan masyarakat karena mengingat hanya satu pembangkit yang ada didaerah Siau sedangkan semakin lama konsumen semakin bertambah.

V. KUTIPAN

[1] Abdul Kadir “ENERGI Sumber Daya, Inovasi, Tenaga Listrik dan Potensi Ekonomi”UI – Press, Jakarta 2006.

[2] Abdul Kadir “Distribusi dan Utilasi Tenaga Listrik” UI – Press, Jakarta 2006.

[3] Adam Harvey, “Design Manual Mikrohydro”

[4] Cihanjuang Inti Teknik “Desain Manual Turbin Crossflow”

[5] CV Sinar Consultant. 2013. “Materi Management Proyek PLTMH”.

[6] Dinas Pertambangan dan Energi Kota Boroko “Rencana Umum Energi Daerah” 2010

[7] IBEKA, Bandung Jawa Barat “Panduan untuk Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro”

[8] Indra Darius Kala “Aanalisa Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Di Desa Batu Pataneteang Kabupaten Bantaeng” Uinversitas Muhammadiyah Makassar 2020

[9] Pro rekayasa “Calculation adn equipment selection power plants”

[10] Sulasno “ Pusat Pembangkit Tenaga Listrik “ Satya Wacana, Semarang 2003.

[11] UNIDO “Report on Standarization of Civil works for small hydro power plants”

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama **Dandi Philip Joseph**, anak ketiga dari empat bersaudara. Lahir dari pasangan suami-istri Deny Rivo Joseph (Ayah) dan Julce Ense (Ibu), di Tagulandang pada tanggal 7 Februari 2000. Sebelum menempuh pendidikan di Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi, penulis telah menempuh pendidikan secara berturut-turut di SD Negeri Bulude (2005-2011), SMP Negeri 1 Siau Timur (2011-2014), SMA Negeri 1 Siau Timur (2014-2017).

Penulis memulai pendidikan di Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado di Jurusan Teknik Elektro pada tahun 2017, dengan mengambil konsentrasi Minat Teknik Tenaga Listrik . Pada tahun 2020 penulis melaksanakan Kerja Praktek (Magang) di PT. Jago Elfah Anugerah .

Selama menempuh pendidikan penulis aktif dalam kegiatan dan organisasi didalam dan luar kampus, terutama dalam kegiatan di Laboratorium Tenaga Listrik Unsrat, menjadi ketua angkatan 2017 Himpunan Mahasiswa Elektro FT. UNSRAT, menjadi anggota DPA HME FT periode 2020-2022, anggota UKM Futsal Fakultas Teknik UNSRAT. Penulis selesai menempuh pendidikan di Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado, Jurusan Teknik Elektro pada bulan Juli 2022, dengan judul FEASIBILITY STUDY PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO AKESIMBEKA PULAU SIAU.