

SKRIPSI

**PENGARUH KETIDAKSTABILAN DEBIT AIR DAN CURAH
HUJAN TERHADAP EFESIENSI DAYA PADA PLTA TANGKA**



OLEH :

E T Y

M. IKRAM

105821100121

105821101919

PRODI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

2023

**PENGARUH KETIDAKSTABILAN DEBIT AIR DAN CURAH
HUJAN TERHADAP EFESIENSI DAYA PADA PLTA TANGKA**

Skripsi

Diajukan sebagai salah satu syarat
Untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik
Program Studi Teknik Eelektro

Fakultas Teknik

Disusun dan Diajukan Oleh

E T Y

105821100121

M. IKRAM

105821101919



PRODI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

2023



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

PENGESAHAN

Skripsi atas nama **Ety** dengan nomor induk Mahasiswa 105821100121 dan **M. Ikram** dengan nomor induk Mahasiswa 105821101919 dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0012/SK-Y/20201/091004/2023, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Rabu, 30 Agustus 2023.

Panitia Ujian :

1. Pengawas Umum

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

Prof. Dr. H. Ambo Asse, M.Ag

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Prof. Dr. Eng. Muhammad Israh Ramli, S.T., M.T., ASEAN., Eng

2. Penguji

a. Ketua : Dr. Eng. Ir. H. Zulfajri Basri Hasanuddin, M.Eng

b. Sekertaris : Dr. Hj. Rossy Timur Wahyuningsih, S.T., M.T

3. Anggota

1. Rizal Andiyat Duyo, S.T., M.T

2. Dr. Ir. Hj. Hafsa Nirwana, M.T

3. Dr. Umar Katu, ST., M.T

Mengetahui :

Pembimbing I

Pembimbing II

Andi Abd Halik Lateko, ST., MT., Phd

Ir. Adriani, S.T., M.T., IPM



Dr. Hj. Nurrawaty, S.T., M.T., IPM

D E K N B M 795 108



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi syarat ujian guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Judul Skripsi : PENGARUH KETIDAKSTABILAN DEBIT AIR DAN CURAH HUJAN TERHADAP EFISIENSI DAYA PADA PLTA TANGKA

Nama : 1. ETY
2. M. IKRAM

Stambuk : 1. 105821100121
2. 105821101919

Makassar, 31 Agustus 2023

Telah Diperiksa dan Disetujui
Oleh Dosen Pembimbing;

Pembimbing I

Pembimbing II

Andi Abd Halik Lateko Ti, S.T.,M.T.,Ph.D

Ir. Adriani, S.T.,M.T.,IPM

Mengetahui,

Ketua Prodi Teknik Elektro



Ir. Adriani, S.T., M.T., IPM

NBM 1044 202

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui besar pengaruh debit air dan curah hujan pada PLTA TANGKA yang berlokasi di wilayah Kabupaten Sinjai, Kecamatan Sinjai Barat, Kelurahan Tassililu dengan kapasitas pembangkit adalah 10 Mw yang pendistribusiannya 60% untuk wilayah Kabupaten Sinjai dan wilayah – wilayah disekitarnya. PLTA Tangka – Manipi diprakarsai oleh investor asing dari Norwegia yang bergerak dibidang Hydro Power. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif dengan pendekatan kuantitatif teknik analisis data regresi berganda untuk mendiskripsikan data penelitian curah hujan dan debit air terhadap produktivitas energi listrik yang dihasilkan. Berdasarkan data bahwa semakin tinggi data Debit air maka produksi PLTA TANGKA Pada bulan Agustus sampai dengan bulan November dari hasil pengamatan curah hujan merupakan bulan kering, Pada pada bulan Mei, Juni dan Juli terlihat ada perbedaan yang sangat signifikan antara produksi dan debit air, pada bulan tersebut sesuai dengan pengamatan adalah bulan basah yang curah hujannya sangat tinggi. Curah hujan yang tinggi akan mengakibatkan gangguan pada jaringan distribusi meningkat, sehingga Ketika terjadi gangguan maka produksi terhenti walaupun debit air meningkat. terlihat bahwa data curah hujan, debit air, gangguan jaringan dan produksi daya berbanding lurus.

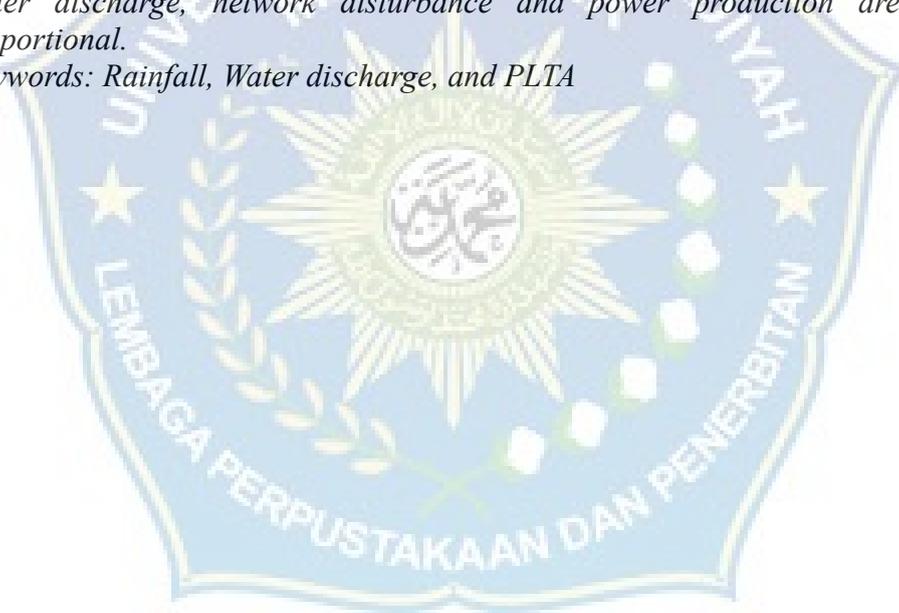
Kata kunci : Curah hujan , Debit air , dan PLTA-



ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the influence of water discharge and rainfall on the TANGKA hydropower plant which is located in the Sinjai Regency, West Sinjai District, Tassililu Village with a generator capacity of 10 Mw whose distribution is 60% for the Sinjai Regency area and the surrounding areas. The Tangka – Manipi hydropower plant was initiated by a foreign investor from Norway engaged in Hydro Power. The method used in this study is a descriptive method with a quantitative approach to multiple regression data analysis techniques to describe research data on rainfall and water discharge on the productivity of the generated electrical energy. Based on the data, the higher the water discharge data, the TANGKA hydropower production. In August to November, the results of rainfall observations are the dry months. In May, June and July, there is a very significant difference between production and water discharge. According to the observations, it is a wet month with very high rainfall. High rainfall will cause disruption to the distribution network to increase, so that when there is a disturbance, production stops even though the water discharge increases. It can be seen that data on rainfall, water discharge, network disturbance and power production are directly proportional.

Keywords: Rainfall, Water discharge, and PLTA



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan kepada Allah SWT, atas Berkat Rahmat, Hidayah dan Karunia-Nya kepada kita semua sehingga kami dapat menyelesaikan penyusunan proposal ini dengan judul **PENGARUH KETIDAKSTABILAN DEBIT AIR DAN CURAH HUJAN TERHADAP EFESIENSI DAYA PADA PLTA TANGKA** . Laporan proposal ini disusun sebagai salah persyaratan yang harus ditempuh untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan proposal ini mendapat banyak bantuan, bimbingan, saran-saran dari berbagai pihak, sehingga penyusunan proposal ini berjalan dengan lancar. Oleh karena itu , dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada :

1. **Bapak prof. Dr H. Ambo Asse, M.Ag.** Selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar
2. **Ibu Dr. Ir. Hj. Nurmawaty, S.T., M.T., IPM.** Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar
3. **Ibu Ir. Adriani, S.T ., M.T ., IPM** selaku Ketua Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar
4. **Bapak Andi Abd. Halik Lateko Tj., S.T., M.T.** sebagai pembimbing 1 dan Ibu Ir. Adriani, S.T ., M.T ., IPM selaku pembimbing 2, Yang telah banyak meluangkan waktu dalam mendidik dan membimbing kami

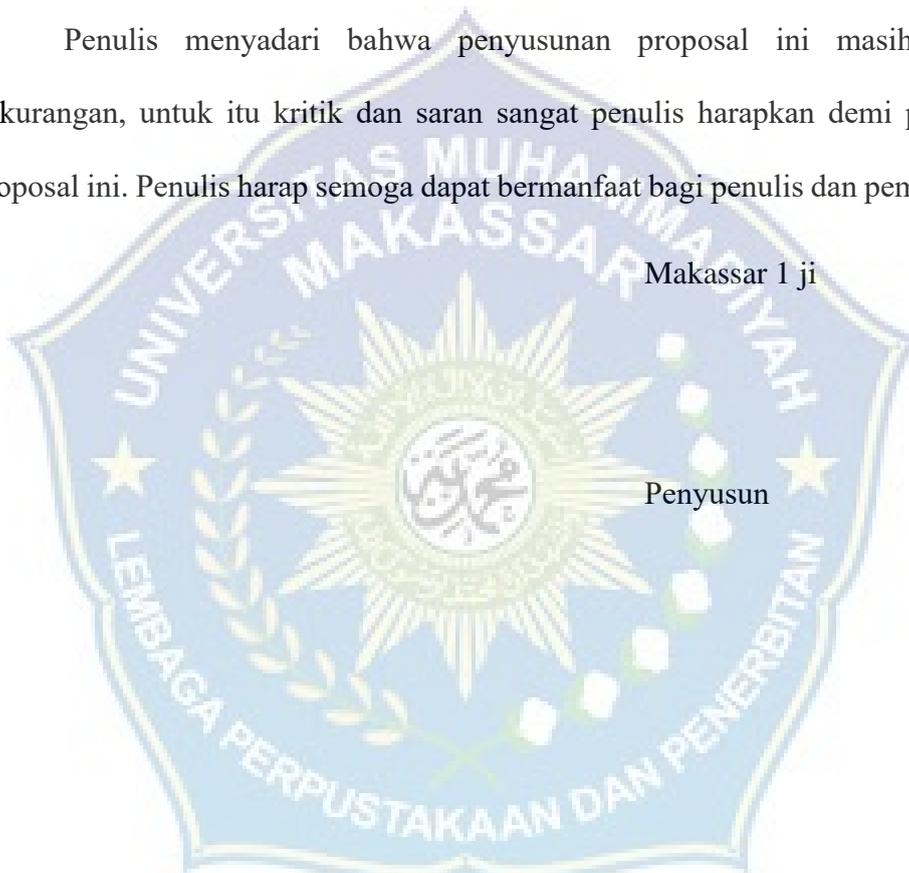
5. Bapak/Ibu Dosen Serta Staff Fakultas Teknik atas segala waktunya telah mendidik kami dan melayani kami selama mengikuti proses belajar mengajar di universitas Muhammadiyah Makassar
6. Orang tua, saudara-saudara kami, atas doa serta kasih sayang yang selalu tercurah selama ini.

Penulis menyadari bahwa penyusunan proposal ini masih banyak kekurangan, untuk itu kritik dan saran sangat penulis harapkan demi perbaikan proposal ini. Penulis harap semoga dapat bermanfaat bagi penulis dan pembacanya.

Makassar 1 Ji

2023

Penyusun



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Masalah	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
1.6 Sistematika Penulisan.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1. Defenisi Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA).....	8
2.2. Komponen Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA)	9
2.3. Efisiensi Tenaga Listrik	13
2.4. Debit Air.....	14
BAB III METODE PENELITIAN	18
3.1.Tempat dan Waktu Penelitian	18
3.2.Alat dan Bahan Penelitian	18
3.3.Teknik Pengumpulan Data	19
3.4.Tahap Penelitian.....	21
3.5.Bagan Alur	23
BAB IV PEMBAHASAN HASIL PENELITIAN	24
4.1.Gambaran Lokasi penelitian	24

4.2.Konstruksi PLTA Tangka	26
4.3.Gambaran Hidrologi, Debit dan Curah Hujan	30
4.4.Perbandingan Debit Air dan Produksi Daya	38
4.5.Efisiensi Daya Output PLTA TANGKA	44
BAB V PENUTUP	47
Kesimpulan.....	47
Saran	47
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

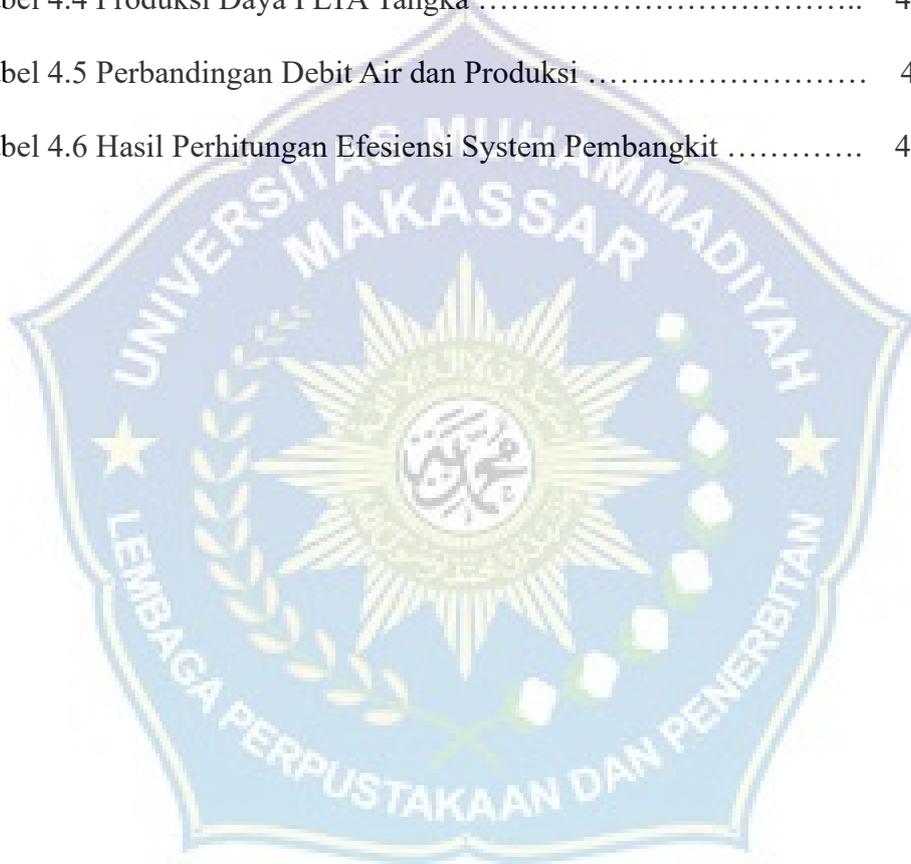


DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Skema PLTA	9
Gambar 4.1 Posisi Grafis PLTA Tangka	25
Gambar 4.2 Kondisi Bangunan Bensung PLTA Tangka	26
Gambar 4.3 Kondisi Bangunan Intake PLTA Tangka	28
Gambar 4.4 Kondisi Bangunan Pipa <i>Waterway</i>	29
Gambar 4.5 Kondisi Bangunan Power House PLTA Tangka	30
Gambar 4.6 Peta DAS Tangka dan Lokasi Bendung PLTA Tangka	32
Gambar 4.7 Lokasi Pekerjaan Dalam Peta WS. Jeneberang	34
Gambar 4.8 Grafik Neraca Air PLTA	36
Gambar 4.9 Neraca Leseimbangan Air PLTA Manipi	37
Gambar 4.10 Grafik Debit Air PLTA Tangka	40
Gambar 4.11 Grafik Hasil Produksi Daya PLTA Tangka	41
Gambar 4. 12 Grafik Perbandingan Data Debit Air dan Produksi	42
Gambar 4.13 Grafik Efisiensi System Pembangkit	45

DAFTAR TABEL

Bagan Alur.....	23
Tabel 4.1 Debit Andalan dan Debit Pemeliharaan Sungai	34
Tabel 4.2 Neraca Keseimbangan Air PLTA Manipi	37
Tabel 4.3 Debit Air PLTA Tangka	40
Tabel 4.4 Produksi Daya PLTA Tangka	41
Tabel 4.5 Perbandingan Debit Air dan Produksi	42
Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Efisiensi System Pembangkit	45



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Untuk mengatasi kebutuhan tenaga listrik yang terus meningkat, maka pemerintah membuka kesempatan kepada semua pihak, termasuk pemerintah daerah dan swasta, untuk berpartisipasi dalam pembangunan sektor ketenagalistrikan. Melambungnya harga minyak dunia sementara ketersediaan cadangannya di dalam negeri semakin menipis, Pemerintah kemudian melaksanakan percepatan pencapaian tingkat pemanfaatan energi baru dan energi terbarukan (EBT) dalam bauran energi untuk penyediaan tenaga listrik dengan mendorong pemanfaatan energi air untuk pembangkitan tenaga listrik.

Pada penelitian sebelumnya menjelas bahwa curah hujan tidak berpengaruh secara langsung terhadap produktivitas energi listrik yang di hasilkan pada PLTA Pejengkolan. Pada penelitian ini diperoleh data rata – rata debit air sebesar 8,1475 m³/detik yang dapat menghasilkan energi listrik rata – rata sebesar 21,3781 KWh selama tahun 2014.

Energi hydro adalah sumber daya energi potensial yang bersih dan ramah lingkungan, air yang mengalir menyimpan energi alami yang sangat besar, energi air ini dapat di manfaatkan dan di konversikan menjadi listrik, dan pembangkit listrik tenaga air tidak menghasilkan emisi dan gas rumah kaca. Ini juga merupakan sumber energi terbarukan karena air secara terus menerus mengisi ulang melalui siklus hidrologi bumi. Semua sistem energi hydro membutuhkan sumber air yang mengalir tetap, seperti sungai dan anak sungai, tidak seperti tenaga matahari dan

angin. Tenaga air ini dapat menghasilkan tenaga secara terus- menerus selama 24 jam setiap hari nya. Besarnya energi yang di hasilkan oleh sebuah PLTA sangat dipengaruhi oleh besarnya debit air yang ada pada bendung. Tinggi rendahnya volume air pada bending di pengaruhi oleh besarnya aliran air yang datang dari hulu, sehingga pengaruh curah hujan berbanding lurus dengan output daya yang dihasilkan oleh sebuah PLTA.

Menurut penelitian sebelumnya menjelaskan pengaruh debit air terhadap tegangan DC pada pembangkit listrik tenaga pico hydro dapat diambil kesimpulan bahwa semakin tinggi saluran masuk (inlet) dan nilai saluran buang (outlet) nilai debit air akan semakin besar. Semakin besar nilai debit air maka semakin besar tegangan yang di hasilkan. Nilai debit dan perbedaan elevasi sangat berpengaruh terhadap tegangan output pico hydro.

Berdasarkan penelitian sebelumnya berdasarkan hasil analisis dan pembahasan diperoleh hasil Sungai 9 (Sungai Ruhui Rahayu (SP5) Sungai @) dan Sungai 14 (Sungai Mretadau) memiliki potensi sebagai sumber PLTMH di daerah Bulungan dengan nilai dan daya teoritis 5,5 kW dan 8,5 kW, terutama Sungai 14 karena memiliki ukuran terlebar di bandingkan sungai lainnya.

Sementara itu penelitian lainnya menjelaskan generator akan menghasilkan tegangan besar Ketika dilakukannya perubahan pada debit air. Sehingga perubahan tekanan dan debit air bervariasi 0,5 l/s, 1 l/s, 1,5 l/s, 2 l/s, tegangan yang masuk serta keluar dihasilkan pada sudu setengah lingkaran dengan posisi nozzle 650 yaitu sebesar 1,944 Volt dan 0,332 Ampere pada perubahan debit air.

Menurut laporan Kementerian ESDM, konsumsi listrik per kapita Indonesia pada 2022 mencapai 1.173 kWh/kapita. Level konsumsi tersebut naik sekitar 4% dibanding 2021 (*year-on-year/yoy*), sekaligus menjadi rekor tertinggi baru dalam lima decade terakhir. Konsumsi listrik per kapita adalah total jumlah energi listrik yang digunakan di suatu wilayah, dibagi dengan jumlah penduduknya dalam periode satu tahun. Hal ini menunjukkan rata rata konsumsi listrik tiap penduduk. Selama periode 1971-2022 rata-rata konsumsi listrik penduduk Indonesia hampir selalu naik setiap tahun, kecuali pada 1973, 1976, dan 1998 di mana konsumsinya menurun. Adapun Kementerian ESDM menargetkan konsumsi listrik bisa naik lagi tahun ini, hingga mencapai 1.336 kWh/kapita pada akhir 2023.

Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) TANGKA merupakan PLTA yang dibangun oleh PT. TINFOS yang berasal dari Norwegia terletak di kecamatan Sinjai , tepatnya di Desa Manipi Kecamatan Sinjai Barat. PLTA Tangka menggunakan air yang berasal dari aliran sungai tangka yang dibendung kemudian dialirkan menggunakan pipa sebagai water way untuk menggerakkan generator. PLTA Tangka menggunakan Turbin model Horisontal Francis yang terbagi atas 2 kapasitas yaitu 6,5 MW dan 3,5 MW. Penentuan kapasitas tersebut berdasarkan pada perhitungan hasil survey yang dilakukan.

Berdasarkan latar belakang tersebut maka kami akan melakukan penelitian pada PLTA TANGKA dengan judul :

“PENGARUH KETIDAKSTABILAN DEBIT AIR DAN CURAH HUJAN TERHADAP EFESIENSI DAYA PADA PLTA TANGKA”

1.2 Rumusan Masalah

Adapun permasalahan yang akan dibahas pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh besar debit air dan curah hujan pada PLTA TANGKA ?
2. Bagaimana efisiensi *output* daya pada PLTA TANGKA terhadap debit air dan curah hujan ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui besar pengaruh debit air dan curah hujan pada PLTA TANGKA
2. Untuk menganalisa seberapa besar efisiensi *output* daya pada PLTA TANGKA terhadap debit air dan curah hujan

1.4 Batasan Masalah

Pembatasan masalah ini dimaksudkan untuk menghindari adanya penyimpangan maupun pelebaran pokok masalah agar penelitian tersebut lebih terarah dan memudahkan dalam pembahasan sehingga tujuan penelitian akan tercapai. Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Pembahasan debit air dan curah hujan dalam penelitian ini hanya menggunakan pengamatan dan perkiraan secara manual tanpa adanya pengolahan data curah hujan dari BMKG . Dalam pembahasan ini , terdapat tabel neraca air yang merupakan hasil pengambilan data dari lapangan tanpa di olah kembali oleh peneliti.

2. Efisiensi daya output di dapatkan dari hasil perbandingan antara output daya dan debit air. Data yang analisa berdasarkan data pengamatan operator dan hasil baca meteran yang di dapatkan dari pembangkit yang menjadi objek penelitian.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian dari peniliti ini dapat dibagi menjadi menjadi dua sisi :

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan agar dapat memberikan manfaat secara teoritis,serta sebagai sumbangan pemikiran bagi dunia pendidikan.

2. Manfaat Praktis

- 1) Bagi Penulis

Bagi peneliti sendiri diharapkan agar dapat menambah ilmu serta wawasan yang lebih luas lagi, sehingga dapat dijadikan masukan dalam melihat perbedaan ilmu teori dengan praktik dilapangan.

- 2) Bagi Akademisi

Diharapkan dengan adanya penelitian ini dapat dijadikan sebagai masukan dalam penelitian yang berhubungan dengan kelistrikan serta sebagai sumber informasi bagi penelitian selanjutnya, serta dapat memberikan kontribusi dalam menambah wawasan keilmuan kepadacivitas akademik dalam bidang Elektro.

- 3) Bagi Pembaca

Penulis berharap dengan adanya penelitian ini dapat dijadikan sebagai masukan atau referensi bagi para pembaca yang akan melakukan penelitian

baik yang berhubungan dengan topik penelitian ini maupun tidak berhubungan.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk lebih mempermudah melihat dan mengetahui pembahasan yang ada pada skripsi ini secara menyeluruh, maa perlu dikemukakan sistematika yang merupakan kerangka dan pedoman penulisan skripsi. Adapun sistematika penulisannya sebagai berikut :

1. Bagian Awal Skripsi

Bagian awal halaman sampul depan, halaman judul, halaman kata pengantar, halaman daftar isi, , halaman daftar gambar, halaman daftar table

2. Bagian Utama Skripsi

Bagian utama terbagi atas bab dan sub bagian yaitu sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini terdiri dari latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, Batasan masalah, manfaat penelitian, sistimatika penulisan skripsi

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini meliputi tentang definisi Pembangkit Linstrik Tenaga Air (PLTA), komponen yang ada pada pembangkit listrik tenaga air, tentang efesiensi tenaga listrik, menjelaskan tenga debit air.

BAB III METODE PENULISAN

Dalam bab ini menjelaskan tentang metode penelitian yang dilakukan dalam pengembangan sistem informasi, yang meliputi :

1. Gambaran Umum Lokasi dan Waktu Penelitian
2. Tahapan Penelitian
3. Teknik Pengumpulan Data
4. Analisa Data
5. Bagan Alur

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini menggambarkan hasil penelitian dan Analisa, dimana metode penelitian yang di gunakan adalah metode kullitatif dan kuantitatif yang meliputi hasil penelitian dan pembahsan

BAB V PENUTUP

Pada bab ini meliputi kesimpulan dari seluruh penelitian yang telah dilakukan. Kesimpulan dapat dikemukakan masalah yang ada pada penelitian serta hasil dai penyelesain penelitian yang bersifat Analisa obyektif.

3. Bagian Akhir Skripsi.

Bagian ini berisi tentang daftar Pustaka dan daftar lampiran.

BAB II

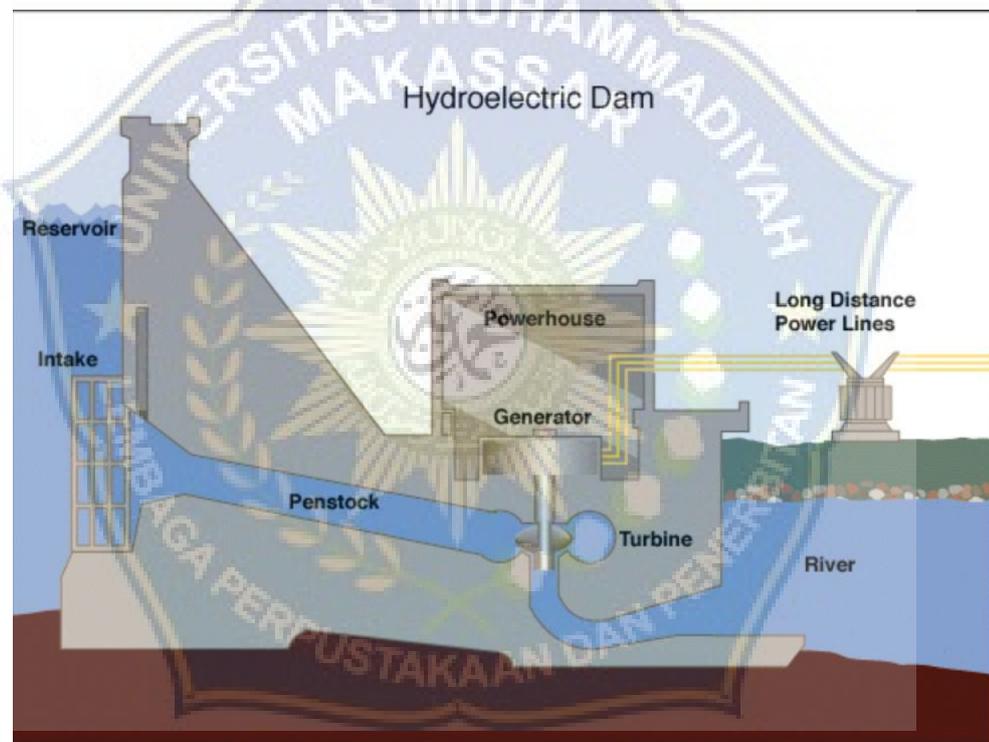
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Defenisi Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA)

Air merupakan salah satu sumber energi yang sangat penting bagi kehidupan manusia. Salah satu penggunaan energi air yang sangat esensial adalah manfaatnya untuk menghasilkan energi listrik. Jumlahnya yang berlimpah menjadikan air sebagai salah satu sumber energi terbarukan. Di Indonesia sendiri, potensi energi yang dapat dimanfaatkan dari air adalah sebesar 45,379 MW dari total 75,091 MW energi yang terkandung. Pemanfaatan energi air untuk menghasilkan energi listrik dilakukan dengan menggunakan teknologi bernama Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA).

PLTA memanfaatkan aliran air untuk dapat memutar turbin. Mekanisme kerja PLTA cukup sederhana, yaitu memanfaatkan energi potensial dan kinetik air untuk menghasilkan putaran pada turbin. Air dikumpulkan pada suatu area (*reservoir*) yang berada pada ketinggian tertentu. Turbin yang menjadi komponen utama untuk menghasilkan energi listrik terletak di dalam bangunan *powerhouse* yang berada pada ketinggian yang lebih rendah dari *reservoir*. Saluran air (*penstock*) menghubungkan *reservoir* dengan *powerhouse*. Adanya perbedaan ketinggian antara *reservoir* dan *powerhouse* memungkinkan air mengalir di dalam saluran air dari *reservoir* menuju *powerhouse*. Di dalam *powerhouse*, aliran air dari *reservoir* tadi memungkinkan turbin air yang telah terhubung ke generator untuk berputar, listrik pun dapat dihasilkan.

Setidaknya terdapat tiga proses konversi energi pada PLTA. Proses konversi energi dimulai dari energi potensial (berhubungan dengan ketinggian) dari air pada *reservoir* yang berubah menjadi energi kinetik translasi (berhubungan dengan perpindahan) saat air bergerak menuju *powerhouse* dalam saluran air. Kemudian energi kinetik translasi dikonversi menjadi energi kinetik rotasi (berhubungan dengan putaran) saat turbin berputar akibat dari pergerakan aliran air. Skema PLTA ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 2.1 Skema PLTA

2.2 Komponen Pembangkit Listrik Tenaga Air PLTA

Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) merupakan pembangkit listrik yang memanfaatkan aliran air yang akan diubah menjadi energi listrik. Air sebagai sumber energi pembangkit merupakan salah satu sumber energi yang murah dan

relatif mudah didapat, karena air dapat ditemukan di berbagai tempat serta menyimpan energi potensial (pada air jatuh) dan energi kinetik (pada air mengalir).

Terdapat beberapa komponen utama pada pembangkit listrik yaitu :

1. Bendung (Weir)

Bendung menurut Direktorat SDA Kementerian PUPR adalah struktur bendungan berkepala rendah (*lowhead dam*), yang berfungsi untuk menaikkan muka air, biasanya terdapat di sungai. Air sungai yang permukaannya dinaikkan akan melimpas melalui puncak / mercu bendung (*overflow*). Bendung dapat digunakan sebagai pengukur kecepatan aliran air di saluran / sungai. Bendung merupakan salah satu bangunan utama dan penentu kapasitas pada sebuah pembangkit listrik dan memiliki bobot yang tinggi dalam mempengaruhi kinerja pembangkit.

2. Bangunan Pelimpah (*Spil Way*)

Bangunan pelimpah merupakan bangunan pengaman dari suatu bendungan, yang harus mempunyai kapasitas sehingga mampu menyalurkan kelebihan air yang dialirkan sungai masuk bendungan pada waktu bendungan penuh atau permukaan air maksimum diperkirakan tanpa menimbulkan kerusakan pada bendungan itu sendiri. Bentuk ambang pelimpah dan saluran pembawanya dibuat sehingga air yang melalui pelimpah dapat tersalur dengan halus dan dengan turbulensi sekecil mungkin. Karena apabila luapan air terlepas dari permukaan pelimpah, maka akan terjadi ruang hampa pada titik perpisahan tersebut, sehingga terjadi kavitasi (peronggaan). Peristiwa kavitasi harus dihindari karena dapat membahayakan bendungan.

3. Intake

Bangunan pemasok air atau *intake* adalah suatu bangunan yang digunakan untuk mengambil air dari bendungan ke dalam pipa tekan untuk kemudian disalurkan ke turbin. Intake pada suatu PLTA didesain untuk membawa air ke turbin dengan kehilangan energi sekecil-kecilnya. Maka perlu diperhatikan dalam perencanaan intake adalah kecepatan pada pintu pemasukan harus diusahakan sekecil mungkin.

4. Water Way

Merupakan saluran yang menghubungkan antara intake dan penstock yang dialirka ke turbin. *Water way* adalah pipa pesat atau saluran terbuka yang digunakan untuk mengalirkan air dari bendung ke *power house*.

5. Penstock

Penstock adalah pipa yang terbuat dari baja yang disambungkan dari *water way* atau headpon ke turbin. Pipa penstock harus memiliki kekuatan menahan tekanan.

6. Turbin

Fungsi turbin untuk mendorong dan memutar baling-baling digantikan oleh air untuk memutar turbin. Langkah berikutnya, turbin akan mengkonversi energi potensial yang disebabkan gaya jatuh air menjadi kinetik. Putaran dari baling-baling turbin akan memutar rotor yang terhubung ke generator. Model turbin yang ada di PLTA TANGKA adalah model turbin francis horizontal.

7. Generator

Generator listrik adalah sebuah alat yang memproduksi energi listrik dari sumber energi mekanis. Generator terdiri dari dua bagian utama, yaitu rotor dan stator. Rotor terdiri dari 18 buah besi yang dililit oleh kawat dan dipasang secara melingkar sehingga membentuk 9 pasang kutub utara dan selatan. Jika kutub ini dialiri arus eksitasi dari *Automatic Voltage Regulator (AVR)*, maka akan timbul magnet. Rotor terletak satu poros dengan turbin, sehingga jika turbin berputar maka rotor juga ikut berputar. Magnet yang berputar memproduksi tegangan di kawat setiap kali sebuah kutub melewati *coil* yang terletak di stator. Lalu tegangan inilah yang kemudian menjadi listrik.

8. Transformator

Transformator atau trafo adalah peralatan listrik yang mengubah bentuk energi listrik menjadi suatu bentuk energi listrik yang lainnya. Tegangan listrik yang dihasilkan oleh transformator ditentukan oleh kebutuhan energi listrik. Pada umumnya, transformator berbentuk kumparan dari kawat yang dililitkan pada suatu inti besi. Selain itu, terdapat dua jenis kumparan, kumparan primer dan kumparan sekunder. Kumparan primer adalah lilitan pada satu sisi inti besi dan menjadi tempat masuknya arus listrik. Sementara itu, kumparan sekunder adalah lilitan sisi lainnya dari inti besi dan menjadi tempat keluar masuknya arus listrik.

Fungsi dari transformator adalah mengubah besaran listrik suatu rangkain. Adapun besaran utama yang diubah oleh sebuah transformator adalah tegangan. Transformator berfungsi untuk menurunkan atau menaikkan tegangan listrik.

Transformator atau trafo *step up* berfungsi untuk menaikkan tegangan listrik. Adapun transformator atau trafo *step down* yang berfungsi untuk menurunkan tegangan listrik.

1. Saluran Transmisi

Saluran transmisi listrik adalah proses penghantaran tenaga listrik secara besar-besaran dari pembangkit listrik, ke gardu hubung (GH). Jalur yang terinterkoneksi untuk memfasilitasi penghantaran ini dikenal sebagai jaringan transmisi listrik. Listrik yang keluar melalui trafo di salurkan menggunakan jaringan transmisi 20kv ke gardu Hubung. Dari Gardu Hubung selanjutnya dialirkan ke Gardu Induk. Energi Listrik yang terkirim akan di catat oleh meteran yang terpasang pada setiap gardu. Distribusi Energi Listrik dilakukan oleh pihak PT.PLN

2. Tail Race

Tail race merupakan komponen terakhir dari siklus PLTA. *Tail race* adalah tempat buangan air yang berasal dari turbin yang dialirkan kembali ke sungai.

2.3 Efisiensi Tenaga Listrik

Efisiensi energi secara mudah dapat diartikan penghematan biaya atau menurunkan biaya energi yang nantinya akan berkontribusi pada pengurangan emisi. Energi Listrik merupakan salah satu element yang sangat penting sekarang ini, malah sudah menjadi kebutuhan primer bagi masyarakat di seluruh dunia. Kebutuhan energi listrik semakin meningkat tiap tahun seiring bertumbuhnya aktifitas ekonomi di berbagai sektor, namun pemanfaatan sumber daya yang bisa menghasilkan energi listrik belum optimal dilakukan.

Saat ini batubara masih mendominasi sebagai raw material untuk pembangkitan energi listrik (PLTU), meskipun dari sisi efisiensi energi listrik dan dampak terhadap lingkungan kurang baik. Di sisi pembangkitan energi listrik, masih sangat kurang sekali pemanfaatan energi terbarukan serta belum meratanya penerapan teknologi efisiensi energi listrik ini.

Efisiensi energi listrik akan terus menjadi trend yang wajib dipenuhi, hampir seluruh pemerintahan di dunia termasuk Indonesia bekerja keras dengan selalu meng-*upgrade* regulasi tentang pembangkitan dan pemanfaatan energi listrik yang mempunyai kualitas serta efisiensi yang tinggi. Misal dalam hal pemanfaatan energi terbarukan (cahaya matahari, angin, panas bumi, air, gelombang laut dan lainnya), hampir seluruh pemerintah di dunia mendorong diterapkannya pembangkitan energi listrik terbarukan. Perubahan regulasi, insentif bahkan kemudahan investasi bagi para investor energi terbarukan dari negara lain.

Persamaan untuk menghitung efisiensi energi listrik adalah sebagai berikut :

$$\eta_{total} (\%) = \frac{\text{Daya Output Generator}}{\text{Daya Input}} \times 100\% \dots\dots\dots(2.1)$$

2.4 Debit Air

Secara umum, debit erat kaitannya dengan ilmu hidrologi dan merupakan sejumlah besar dari volume air yang mengalir termasuk sedimen padatan (pasir), mineral terlarut (magnesium klorida), dan bahan biologis lainnya seperti alga secara bersama – sama mengalir melalui luas penampang melintang tertentu. Sedangkan debit air dapat diartikan sebagai ukuran dari

banyaknya volume air yang mampu melewati suatu tempat ataupun yang dapat ditampung di dalam sebuah tempat per satuan waktu.

Untuk debit air sungai sendiri merupakan tinggi permukaan air sungai yang diukur dengan menggunakan alat ukur khusus permukaan air sungai. Pengukuran dapat dilakukan setiap hari, terutama saat musim hujan tiba, sebab saat itu biasanya debit air sungai akan meningkat jika dibandingkan pada hari biasa. Debit air sungai juga bisa disebut dengan istilah laju aliran air yang melewati sebuah penampang melintang sungai per satuan waktu. Debit air mempunyai satuan khusus yaitu volume per satuan waktu yaitu m^3/s (dibaca meter kubik per detik) dalam satuan internasional.

Ada banyak faktor yang mempengaruhi besar dan kecilnya debit air terutama debit air yang terdapat di sungai. Faktor – faktor tersebut antara lain:

1. Curah Hujan

Curah hujan adalah jumlah air yang jatuh pada periode tertentu. Pengukurannya dilakukan dengan satuan tinggi diatas permukaan tanah horizontal yang diasumsikan tidak terjadi penguapan atau *infiltrasi*, *run off*, atau *evaporasi*.

Pengertian curah hujan juga sering disebut dengan presipitasi juga diartikan sebagai jumlah air hujan yang turun pada wilayah tertentu dan pada kurun waktu tertentu. Jumlah curah hujan adalah volume air yang terkumpul pada permukaan bidang datar pada periode tertentu, seperti harian, mingguan, bulanan serta tahunan. Definisi lain curah hujan, yaitu jumlah air yang jatuh di permukaan tanah datar selama periode tertentu yang diukur dengan satuan

tinggi milimeter (mm) di atas permukaan *horizontal*. Secara lebih rinci, curah hujan memiliki pengertian sebagai air hujan dengan ketinggian tertentu yang terkumpul menjadi satu dalam penakar hujan, tidak meresap, tidak mengalir dan tidak menyerap (utuh dan tidak mengalami kebocoran). Tinggi air yang jatuh dinyatakan dalam satuan milimeter. Contohnya adalah curah hujan 1 milimeter merupakan ketinggian air hujan dalam luasan penampung 1 meter persegi. Jika dihitung, maka dalam 1 meter persegi akan terkumpul 1 liter air.

2. Bentuk Topografi

Topografi juga berpengaruh pada debit air terutama yang terdapat pada lereng baik berupa derajat kemiringan tanah, panjang lereng dan lain sebagainya. Dapat dikatakan jika semakin miring suatu permukaan tanah atau daratan maka debit air juga akan semakin besar. Sehingga tidak heran jika debit air yang berada di hulu lebih besar dibandingkan dengan debit air yang berada di wilayah hilir. Menurut Direktorat Tata Guna Tanah Departemen Dalam Negeri, kemiringan tanah dibagi menjadi:

- Lereng dengan kemiringan 0% – 2%
- Lereng dengan kemiringan 2% – 15%
- Lereng dengan kemiringan 15% – 40%
- Lereng dengan kemiringan lebih dari 40%.

3. Banyaknya Vegetasi

Jika daerah di sekitar sungai banyak ditumbuhi oleh vegetasi, besar kemungkinan air hujan yang jatuh akan terhalangi oleh bagian dari tanaman seperti daun dan dahan sehingga tanah tidak terlalu banyak menerima air yang

berasal dari hujan. Selain itu, vegetasi yang tumbuh juga akan menyerap air yang jatuh ke tanah, jika tidak air tersebut akan terus mengalir menuju ke sungai. Vegetasi yang tumbuh juga memperbesar porositas tanah serta kapasitas penyerapan air oleh akar tanaman sehingga struktur tanah menjadi lebih baik dan membantu tanah dalam mengurangi kandungan air di dalamnya dengan cara transpirasi.

4. Luas Wilayah Aliran

Luas daerah atau sungai yang tidak memiliki ukuran besar atau dengan kata lain termasuk sungai kecil, biasanya debit air akan kecil saat musim kemarau. Namun debit air akan menjadi meningkat dan besar ketika musim hujan tiba. Debit air terbesar akan terjadi pada sungai yang berukuran kecil dan biasanya volume air akan melebihi kapasitas dari sungai itu sendiri sehingga tidak heran jika daerah di sekitar sungai akan terkena dampaknya berupa banjir.

Untuk mengetahui besarnya debit air, kita perlu menggunakan rumus:

Debit	=	$\frac{\text{Volume Aliran Air}}{\text{Waktu Aliran}}$ (2.3)
--------------	---	--	-------------

Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) Tangka manipi mulai beroperasi pada tahun 2011. Daya listrik yang di hasilkan dialirkan ke Gardu Hubung (GH) sebagai titik transaksi dengan PLN. Distribusi daya yang dihasilkan di kelola PLN sebagai pihak Pembeli.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

PLTA TANGKA MANIPI berada di kelurahan Manipi kecamatan sinjai barat kabupaten sinjai. Jarak tempuh dari kota makassar sekitar 3 jam dengan mengendarai mobil. PLTA TANGKA berkapasitas 10MW dengan dua mesin yang masing-masing berkapasitas 6,5 MW dan 3,5 MW. Daya yang dihasilkan PLTA TANGKA d alirkan ke PLN dengan system komersil atau jual beli. PLTA TANGKA dibangun oleh perusahaan asing yang berasal dari Norwegia. Rencana Penelitian dilaksanakan sejak tanggal dikeluarkannya judul penelitian, kemudian dilakukan pengumpulan data dalam menunjang penyusunan proposal skripsi ini yang dilakukan. Selanjutnya setelah proposal, akan dilanjutkan pengolahan data yang meliputi penyajian dalam bentuk laporan skripsi dan proses bimbingan berlangsung hingga selesai. Jangka Waktu pelaksanaan penelitian selama 2 bulan.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

1. Alat Penelitian

Alat penelitian berupa komputer yang akan diimplementasikan prototipe perangkat lunak sistem manajemen klaim asuransi dengan konsep *workflow* adalah komputer dengan spesifikasi komputer desktop pada umumnya. Namun, implementasi pada lingkungan kerja nyata ketika sistem telah benar-benar dioperasikan, tidak menutup kemungkinan spesifikasi komputer akan berubah mengikuti kebutuhan sistem.

Penelitian ini menggunakan alat penelitian berupa perangkat keras dan perangkat lunak, yaitu:

1) Perangkat keras

- Processor 11th Gen Intel(R) Core(TM) i7-1165G7 @ 2.80GHz 2.80 GHz
- Besar memori RAM 16,0 GB
- Kapasitas Harddisk SSD 512 GB,
- Monitor dengan resolusi 1024 x 768 px.,
- Perangkat mouse dan keyboard standar.

2) Perangkat lunak

- Sistem operasi Windows 11 Home Single Language
- Microsoft Word 2021
- Microsoft Excel 2021
- Web Browser Mozilla Firefox 3.6.8, Chrome.

2. Bahan Penelitian

Bahan penelitian yang akan digunakan oleh penulis mencakup hasil survey dan observasi yang telah dilakukan.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif. Penelitian kualitatif adalah prosedur penelitian yang menghasilkan data deskriptif berupa kata-kata tertulis atau lisan dari orang-orang dan perilaku yang dapat diamati (Moleong, 2007). Metode penelitian kualitatif adalah metode penelitian yang digunakan untuk meneliti pada kondisi obyek yang alamiah, (sebagai lawannya adalah eksperimen) dimana

peneliti adalah sebagai instrumen kunci, teknik pengumpulan data dilakukan secara *trianggulasi* (gabungan), analisis data yang bersifat induktif, dan hasil penelitian kualitatif lebih menekankan makna dari pada generalisasi (Sugiyono, 2009). Pendekatan kualitatif adalah suatu proses penelitian dan pemahaman yang berdasarkan pada metodologi yang menyelidiki suatu fenomena sosial dan masalah manusia. Pada pendekatan ini, peneliti membuat suatu gambaran kompleks, meneliti kata-kata, laporan terinci dari pandangan responden, dan melakukan studi pada situasi yang alami (Creswell, 1998:15). Bogdan dan Taylor (Moleong, 2007:3), mengemukakan bahwa metodologi kualitatif merupakan prosedur penelitian yang menghasilkan data deskriptif berupa kata-kata tertulis maupun lisan dari orang-orang dan perilaku yang diamati.

Pada penelitian kuantitatif biasanya lebih menekankan kepada cara pikir yang lebih positif yang bertitik tolak dari fakta sosial yang ditarik dari realitas objektif, disamping asumsi teoritis lainnya, sedangkan penelitian kualitatif bertitik tolak dari paradigma fenomenologis yang objektivitasnya dibangun atas rumusan tentang situasi tertentu sebagaimana yang dihayati oleh individu atau kelompok sosial tertentu dan relevan dengan tujuan dari penelitian.

Penelitian kualitatif dilakukan pada kondisi alamiah dan bersifat penemuan. Dalam penelitian kualitatif, peneliti adalah instrumen kunci. Oleh karena itu, peneliti harus memiliki bekal teori dan wawasan yang luas jadi bisa bertanya, menganalisis, dan mengkonstruksi obyek yang diteliti menjadi lebih jelas.

Penelitian ini lebih menekankan pada makna dan terikat nilai. Penelitian kualitatif digunakan jika masalah belum jelas, untuk mengetahui makna yang

tersembunyi, untuk memahami interaksi sosial, untuk mengembangkan teori, untuk memastikan kebenaran data, dan meneliti sejarah perkembangan.

3.4 Tahapan Penelitian

Untuk mengetahui seberapa besar pengaruh bangunan debit air dan curah hujan pada efisiensi daya *output* PLTA TANGKA dilakukan dengan metodologi sebagai berikut :

1. Tahap Persiapan

Tahap persiapan merupakan rangkaian kegiatan sebelum memulai pengumpulan dan pengolahan data. Pada tahap persiapan ini meliputi :

- a. Studi pustaka terhadap materi untuk proses evaluasi dan perencanaan.
- b. Menentukan kebutuhan data.
- c. Mendata instansi dan perusahaan yang dapat dijadikan sumber data.
- d. Pengadaaan persyaratan administratif / surat – menyurat untuk pengumpulan data.

2. Survey Lapangan

Survey lapangan dilakukan untuk memahami lokasi studi dan identifikasi permasalahan awal yang didapat di lapangan.

3. Teknik pengumpulan Data

Dalam kegiatan penelitian ini, pengambilan data bedakan menjadi 2 berupa data primer dan sekunder . Adapun sumber data tersebut adalah sebagai berikut :

a) Data Primer

Data yang diperoleh secara langsung dari lokasi penelitian yang dikumpulkan melalui observasi lapangan pada PLTA TANGKA MANIPI berupa data produksi dan data debit air.

b) Data Sekunder

Data yang diperoleh dari melalui dokumentasi data yang di inventarisasi oleh perusahaan yang terkait dengan lokasi penelitian.

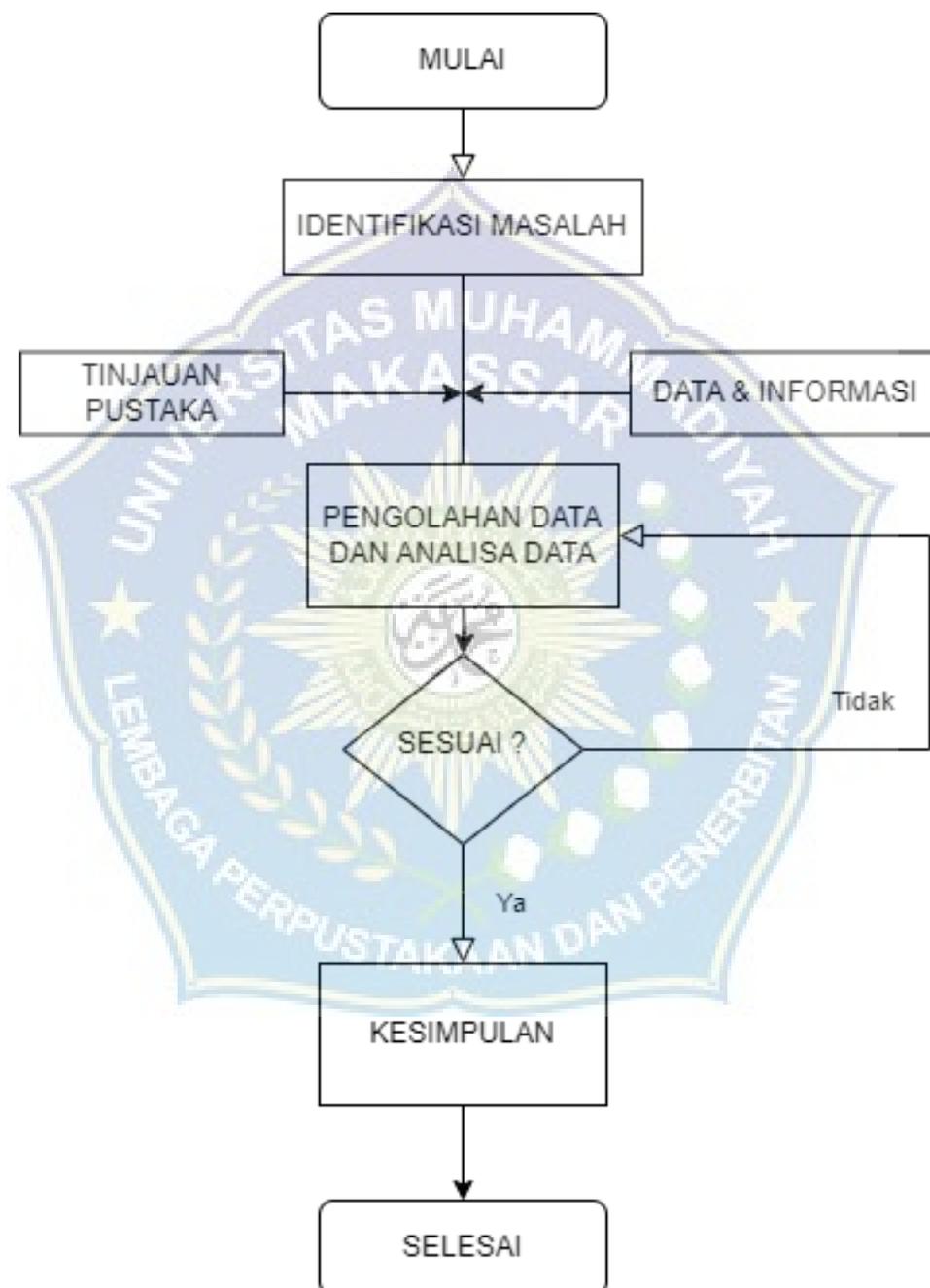
Data sekunder dapat diperoleh dari hasil studi literatur serta laporan hasil penelitian yang berkaitan dengan penelitian ini.

4. Analisa Data

Data yang diperoleh dalam kegiatan penelitian ini adalah data debit sungai atau bendung, head (ketinggian), luas genangan dan data hasil produksi Bulanan selama 2 tahun yang akan dihitung menggunakan formula yang ada. Hasil dari perhitungan tersebut akan memberikan gambaran mengenai perbandingan besarnya debit air dan efisiensi output Daya PLTA TANGKA.

3.5 Bagan Alur

Flowchart metodologi penelitian ini adalah sebagai berikut :



BAB IV

PEMBAHASAN DAN HASIL PENELITIAN

4.1 Gambaran Lokasi Penelitian

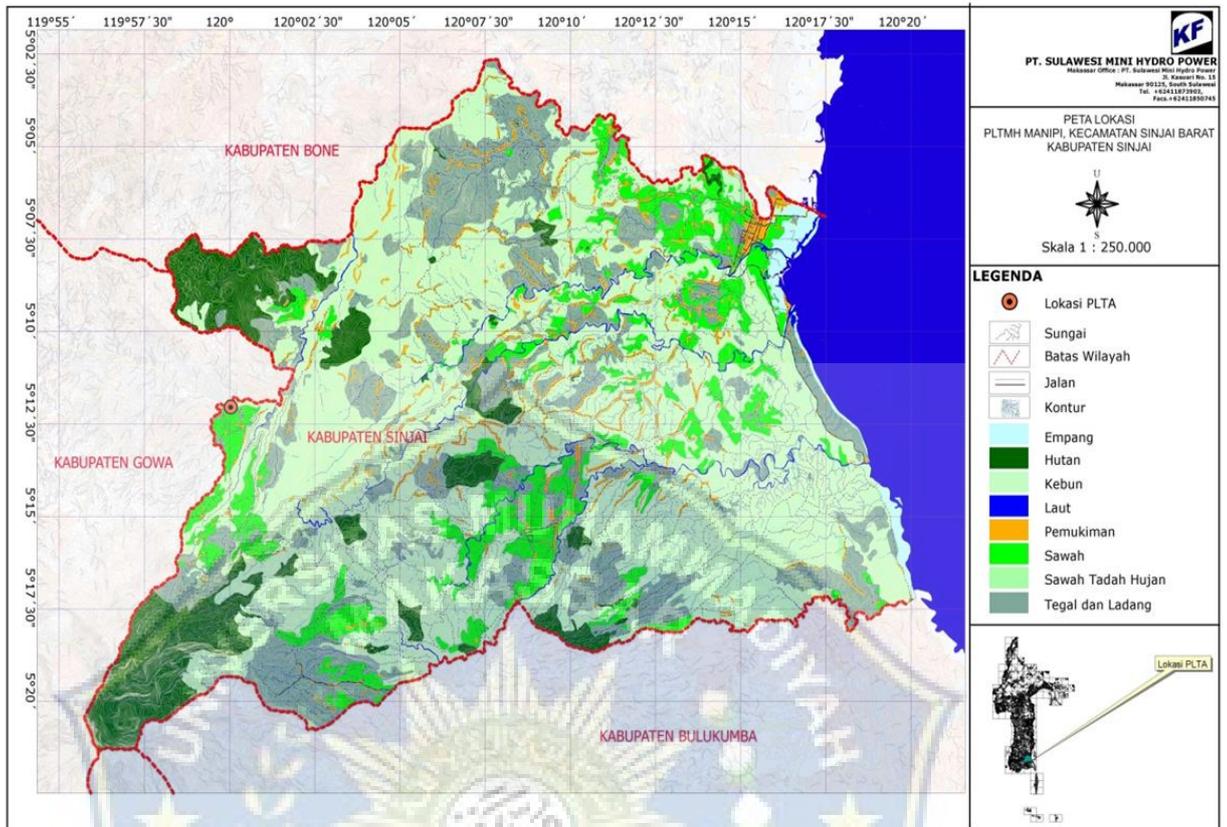
A. Lokasi Penelitian

Pembangkit Listrik Tenaga Air yang dibangun di Sungai Tangka yang berlokasi di wilayah Kabupaten Sinjai, Kecamatan Sinjai Barat, Kelurahan Tassililu dengan kapasitas pembangkit adalah 10 Mw yang pendistribusiannya 60% untuk wilayah Kabupaten Sinjai dan wilayah – wilayah disekitarnya. PLTA Tangka – Manipi diprakarsai oleh investor asing dari Norwegia yang bergerak dibidang *Hydro Power*.

Adapun identitas Pemrakarsa PLTA Tangka adalah sebagai berikut :

Nama Perusahaan : **PT. Sulawesi Mini Hydro Power (SMHP)**
Tipe Perusahaan : Perusahaan Swasta
Alamat : Desa Manipi Kec. Sinjai Barat Kab. Sinjai
Subjek Aktifitas : Penyediaan Listrik

Kegiatan Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) Tangka Kapasitas 10 Mw yang berlokasi di Sungai Tangka, Desa Tassililu, Kecamatan Sinjai Barat, Kabupaten Sinjai Sulawesi Selatan, Indonesia dengan posisi geografis:119°59'833"BT and 05°11'953"LS (lihat **Gambar-4.1**).



Gambar 4.1 Posisi Grafis PLTA Tangka

PLTA Tangka Manipi telah beroperasi secara normal sejak bulan Januari 2011. Kedua turbin tipe francis yang terpasang pada *Powerhouse* dengan kapasitas 3,5 Mw dan 6,5 Mw telah menghasilkan tenaga listrik dan telah disalurkan ke jaringan PT. PLN (Persero). PT. Sulawesi Mini Hydro Power sebagai pemrakarsa untuk pembangkit ini akan melakukan pengawasan selama kontrak berjalan dengan Pihak PT. PLN. Pengawas ini meliputi pengontrolan bangunan bangunan Air sebagai sarana penunjang dalam pengoperasian pembangkit. Setiap tahunnya pada bulan Oktober, dimana kondisi debit air di sungai menurun, akan dilakukan pemeliharaan tahunan yang meliputi pengecekan bangunan Bendung baik Fisik maupun komponen komponen bangunan lainnya, untuk tetap menjaga kondisi fisik

bangunan dan pemeliharaan rutin tersebut dilakukan dengan melihat kondisi cuaca agar tidak mengganggu aktifitas produksi.

4.2 Konstruksi PLTA Tangka

Prinsip kerja dari PLTA merupakan salah satu tipe pembangkit yang ramah lingkungan, karena menggunakan air sebagai energi primernya. Dalam konstruksi bangunan pembangkit terdapat beberapa komponen bangunan sebagai penunjang dalam beroperasinya pembangkit tersebut. Untuk Bangunan konstruksi PLTA Tangka Manipi terdiri dari dari Bangunan Utama yaitu Bendung, dan bangunan penunjang yaitu *Intake*, saluran pembawa (*Waterways*), Pipa pesat (*Penstock*) dan Rumah pembangkit (*Power House*) dimana pusat energy listrik dihasilkan. Adapun uraian bangunan bangunan yang ada di Pembangkit Tangka manipi beserta Spesifikasinya adalah sebagai berikut :

1. Operasional Bendung Tangka

Bendung/Weir dibangun disungai Tangka berfungsi untuk menampung air atau menaikkan permukaan air. Konstruksi bendung PLTA Tangka dibangun dengan spesifikasi sebagai berikut :

- a) Eleveasi bendung, puncak spillway : 612 m dpl
- b) Type bendung earthfilled gravity dam dengan plat beton massive concrete
- c) Panjang bendung : ± 86 m
- d) Lebar atas bendung : ± 5 m
- e) Lebar pondasi bawah : ± 10 m
- f) Tinggi bendung : ± 10 m
- g) Dimensi pintu air utama : 2 unit x (2.20 m x 2.20 m)
- h) Dimensi Pintu stoplog : 2 unit x (2.00 m x 2.00 m)

Setiap tahun diadakan pemeliharaan dan pengecekan kondisi bangunan untuk memastikan semua komponen komponen bendung masih bekerja dan bangunan fisik tidak terjadi kerusakan.



Gambar 4.2 Kondisi bangunan bendung PLTA Tangka

2. Operasional INTAKE

Intake adalah Fasilitas pada bangunan pembangkit yang berfungsi untuk pengambilan air dari reservoir yang kemudian dialirkan di jaringan pembawa atau waterway. Bangunan Intake PLTA Tangka dilengkapi dengan saringan penyaring yang berguna untuk mengelak sampah besar seperti pohon dan tanaman tanaman yang terbawa oleh arus sungai



Gambar 4.3 Kondisi bangunan INTAKE PLTA Tangka

3. Operasional Saluran Pembawa (*Waterways*)

Saluran pembawa (*Waterways*) dibangun sepanjang ± 2500 m dengan sistem saluran tertutup yang bangunannya terdiri dari penanaman pipa dalam tanah dengan variasi diameter mulai dari diameter 1800mm, 1900mm dan 2000mm. Bahan pipa yang digunakan terbuat dari fiber glass yaitu GRP (*Glass Reinforced Plastic*) atau kadang disebut FRC (*Fiberglass Reinforced Plastic*), dengan panjang per pipa adalah 6 meter, dan tekanan pressure 6 bar. Dapat dilihat pada Gambar 4.4.



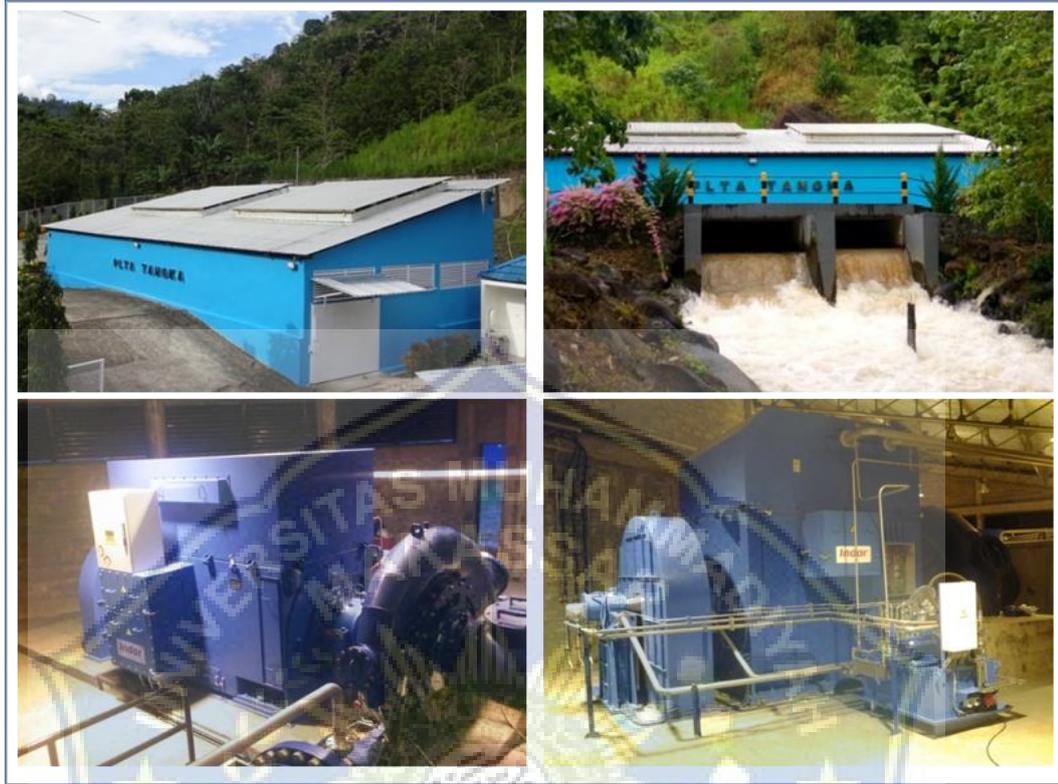
Gambar 4.4 Kondisi bangunan Pipa Waterway (Saluran Pembawa)

4. Operasional Saluran Pipa Pekat (*Penstock*)

Penstock PLTA Tangka dibangun sepanjang ± 200 m, material pipa penstock terbuat dari baja komposit yaitu DIP (*Ductile Iron Pipe*) dengan panjang perpipa adalah 8 m dengan berat 8 ton, dan diameter 1800mm. Penstock dibangun searah dengan jalur waterway lalu menuju ke mulut turbin di *Power House*. Elevasi puncak penstock adalah 625m dpl

5. Operasional Power House

Power House adalah tempat operasional untuk Turbin, Generator yang dioperasikan melalui area *control room* untuk menghasilkan energi listrik. Di dalam *Power House* terdapat 2 Unit Turbin yaitu Turbin 1 kapasitas terpasang 3,5 Mw dan Turbin 2 Kapasitas terpasang 6.5 Mw. Untuk Generator dan Tranformer dilengkapi masing masing 2 unit dengan kapasitas terpasang sama dengan turbin.



Gambar 4.5 Kondisi bangunan Power House PLTA Tangka

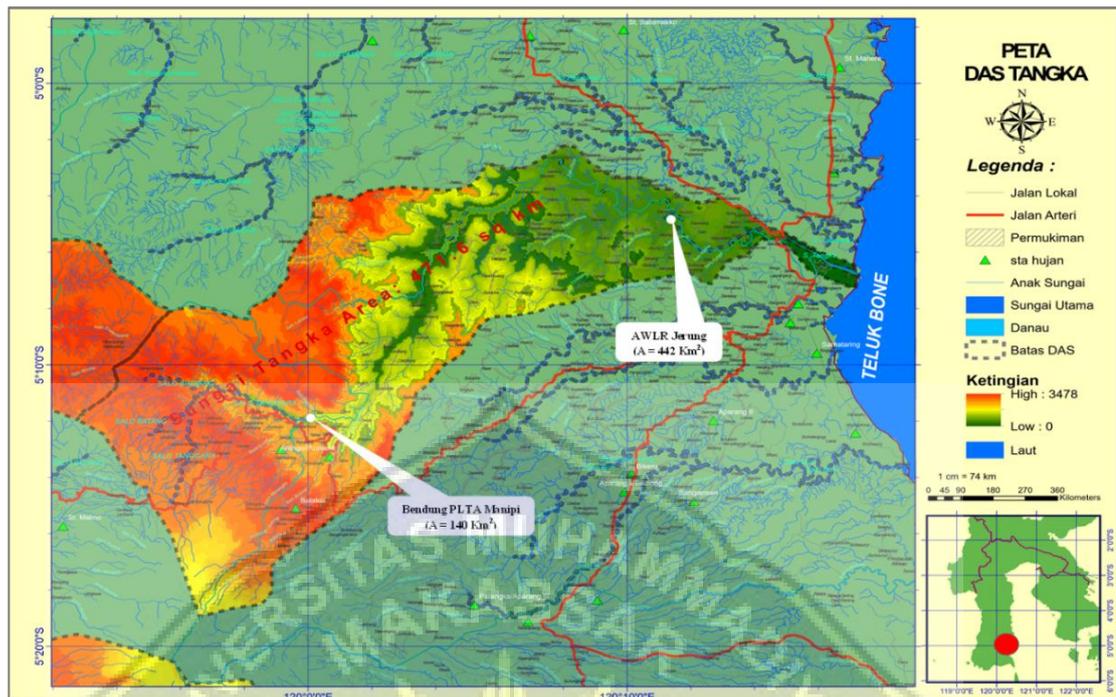
4.3 Gambaran Hidrologi, Debit dan Curah Hujan

Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) selain untuk pemanfaatan sumber daya alam yang tersedia dan terbarukan (*renewable energy*), khususnya tenaga air, juga sebagai pengganti bahan bakar minyak pada pembangkit – pembangkit listrik milik PT PLN (Persero). Dengan penggantian energi primer tenaga pembangkit tersebut, diharapkan dapat dilakukan penghematan BBM. Hal ini juga untuk mendukung program pelestarian lingkungan sesuai dengan Protocol Kyoto, serta untuk mewujudkan target Energy Mix 2025 sesuai Perpres No. 5/ 2006. Salah satu upaya yang telah dilakukan untuk pemenuhan kebutuhan listrik adalah dengan pembangunan PLTA Tangka Manipi yang sumber airnya dari Sungai Tangka.

Salah satu wujud dalam pemanfaatan sumber daya alam di Sungai Tangka yang berlokasi di daerah Manipi dengan dibangunnya Pembangkit Listrik tenaga Air (PLTA). Besarnya daya yang dibangkitkan oleh PLTA Tangka – Manipi sebesar 10 Mw dengan kebutuhan debit 7 m³/dtk untuk 2 unit turbin dan untuk mengoptimalkan kinerja PLTA Tangka Manipi, maka diperlukan kajian kembali mengenai neraca keseimbangan air pada DAS Tangka utamanya pada area reservoir pada Bendung dan Intake, Analisa debit potensial yang dicari dengan perbandingan antara debit yang tersedia pada bendung PLTA Manipi dengan Debit Kebutuhan Pembangkit PLTA Manipi.

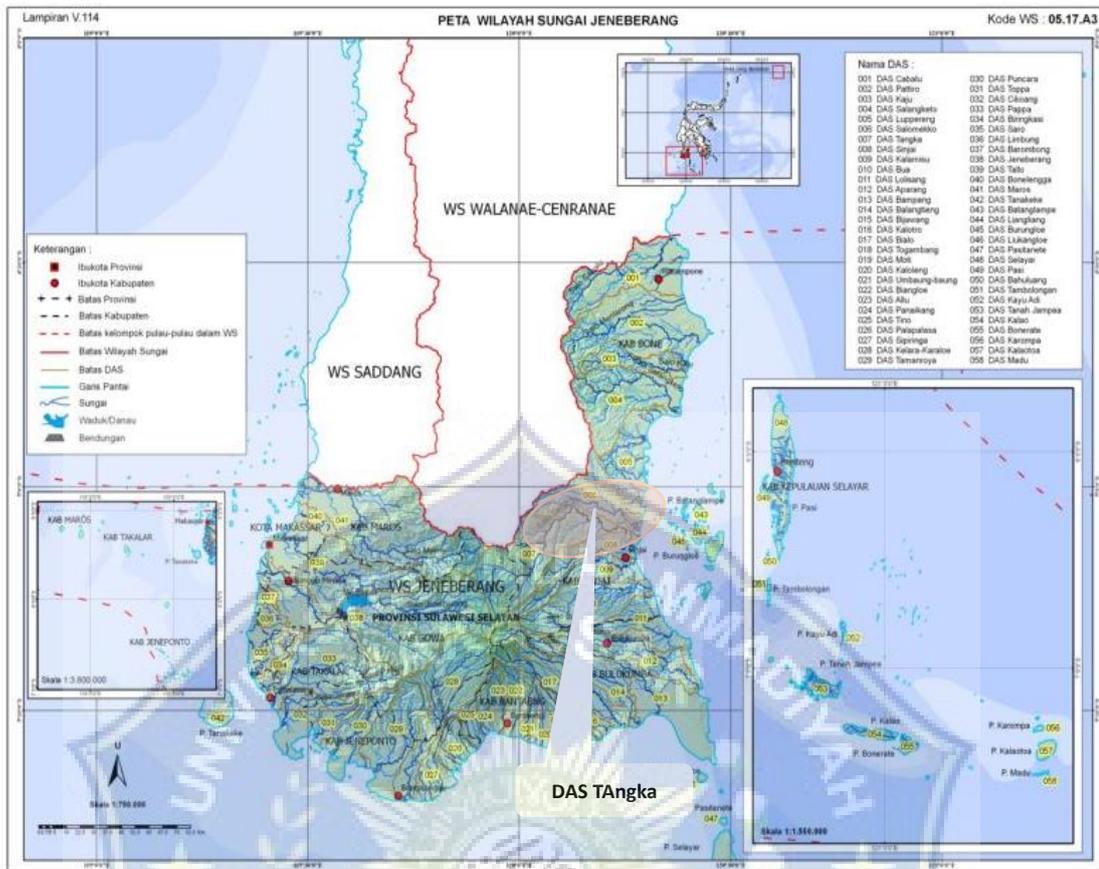
a. Kondisi DAS (Daerah Aliran Sungai) Tangka

Bendung/*Weir* PLTA Tangka Manipi dibangun pada DAS Tangka bagian hulu, yaitu pada koordinat 120°0'7,362" BT dan 5°11'48,995" LS, luas DAS Bendung PLTA Manipi adalah 140 Km².



Gambar 4.6 Peta DAS Tangka dan Lokasi Bendung PLTA Tangka Manipi

DAS Tangka merupakan salah satu DAS cukup besar pada satuan Wilayah Sungai Jeneberang, merupakan DAS dengan luas terbesar ke-5 dari 58 DAS yang ada pada Wilayah Sungai Jeneberang. Sungai Tangka mengalir dari Barat (Malino – Tinggi Moncong) dengan ketinggian ± 2.500 mdpl (diatas permukaan laut) ke arah Timur dan bermuara di Teluk Bone. Panjang sungai utama adalah 90 Km dan Kelas kelerengan lahan di daerah hulu yang didominasi oleh pegunungan dan perbukitan berkisar antara 50 % sampai dengan 95 %, sedangkan bagian tengah dan hilir berupa perbukitan kelas kelerengan berkisar antara 5 % sampai dengan 50 %. Penggunaan lahan DAS Tangka pada bagian hulu umumnya masih berupa hutan, bagian tengah dimanfaatkan sebagai perkebunan sedangkan bagian hilir sebagai lahan pertanian dan permukiman.



Gambar 4.7 Lokasi pekerjaan dalam peta WS. Jeneberang

b. Ketersediaan Air (Debit)

Debit andalan adalah debit yang tersedia guna keperluan tertentu (irigasi, air minum, PLTA, dll.) dengan resiko kegagalan yang telah diperhitungkan. Perhitungan Debit Andalan (*Dependable Discharge*) dimaksudkan untuk mencari nilai kuantitatif debit yang tersedia sepanjang tahun, baik pada musim kemarau maupun pada musim hujan.

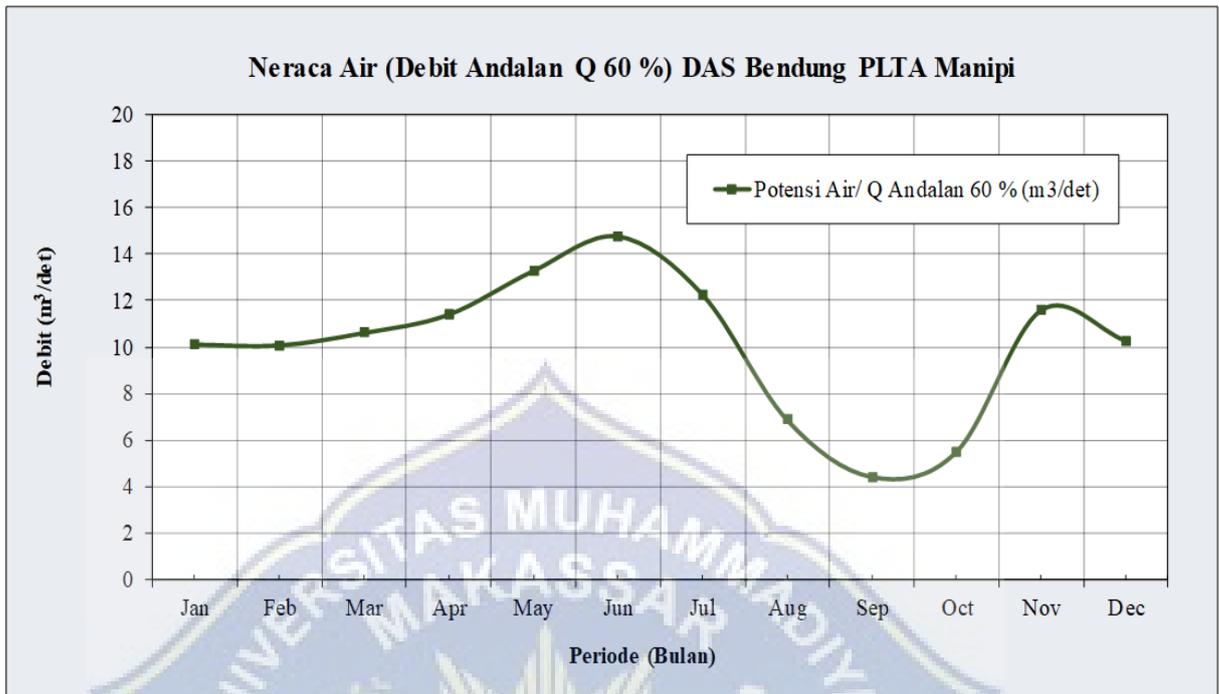
Ada berbagai cara yang dapat dipakai dalam menganalisis debit andalan. Masing-masing cara mempunyai ciri khas sendiri, pemilihan metode yang sesuai umumnya didasarkan atas pertimbangan-pertimbangan data yang tersedia, jenis kepentingan dan pengalaman. Untuk analisa debit andalan/ ketersediaan air pada

DAS Tangka (Lokasi Bendung PLTA Manipi) digunakan Metode Analisa Debit Sungai/ Perbandingan DAS (data AWLR Jerrung II).

Analisa debit Sungai Tangka pada DAS Bendung PLTA Manipi dilakukan dengan membandingkan nilai debit Sungai Tangka pada DAS Jerung II (lokasi AWLR, berada di hilir Bendung PLTA Manipi). Data catatan Debit dan Tinggi muka air pada lokasi AWLR Jerung sebagai dasar perhitungan debit sungai yang disajikan pada tabel berikut.

Tabel 4.1 : Debit Andalan dan Debit Pemeliharaan Sungai, DAS Tangka pada Lokasi Bendung PLTA Manipi (m³/det)

No	Keandalan (% Terpenuhi)	Debit (m ³) / Bulan											
		Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
AWLR Jerung (A = 442 Km ²)	60%	31.86	31.73	33.41	35.88	41.79	46.50	38.65	21.64	13.91	17.30	36.49	32.36
Bendung PLTA Manipi (A = 140 Km ²)	60%	10.09	10.05	10.58	11.36	13.24	14.73	12.24	6.85	4.41	5.48	11.56	10.25
AWLR Jerung (A = 442 Km ²)	95%	9.51	9.44	11.00	13.62	16.31	20.60	28.45	9.81	4.73	4.98	8.57	8.58
Bendung PLTA Manipi (A = 140 Km ²)	95%	3.01	2.99	3.48	4.31	5.17	6.52	9.01	3.11	1.50	1.58	2.71	2.72



Gambar 4.8 Grafik Neraca Air PLTA Manipi

PLTA Tangka Manipi telah beroperasi selama kurang lebih lima tahun, dan kebutuhan air untuk menggerakkan turbin sesuai dengan hasil perencanaan untuk PLTA Tangka manipi adalah sebagai berikut :

- Turbin I, daya yang dibangkitkan 6,5 MW, membutuhkan debit sebesar 4,5 m³/det.
- Turbin II, daya yang dibangkitkan 3,5 MW, membutuhkan debit sebesar 2,5 m³/det.

Sehingga total kebutuhan air dalam menggerakkan 2 Unit turbin yang menghasilkan daya sebesar 10 Mw adalah 7 m³/det.

Penentuan keseimbangan air antara ketersediaan air dan kebutuhan air PLTA adalah dengan menetapkan potensi ketersediaan air yang dapat diandalkan terpenuhi berdasarkan besarnya debit yang diperoleh dari analisa data catatan tinggi

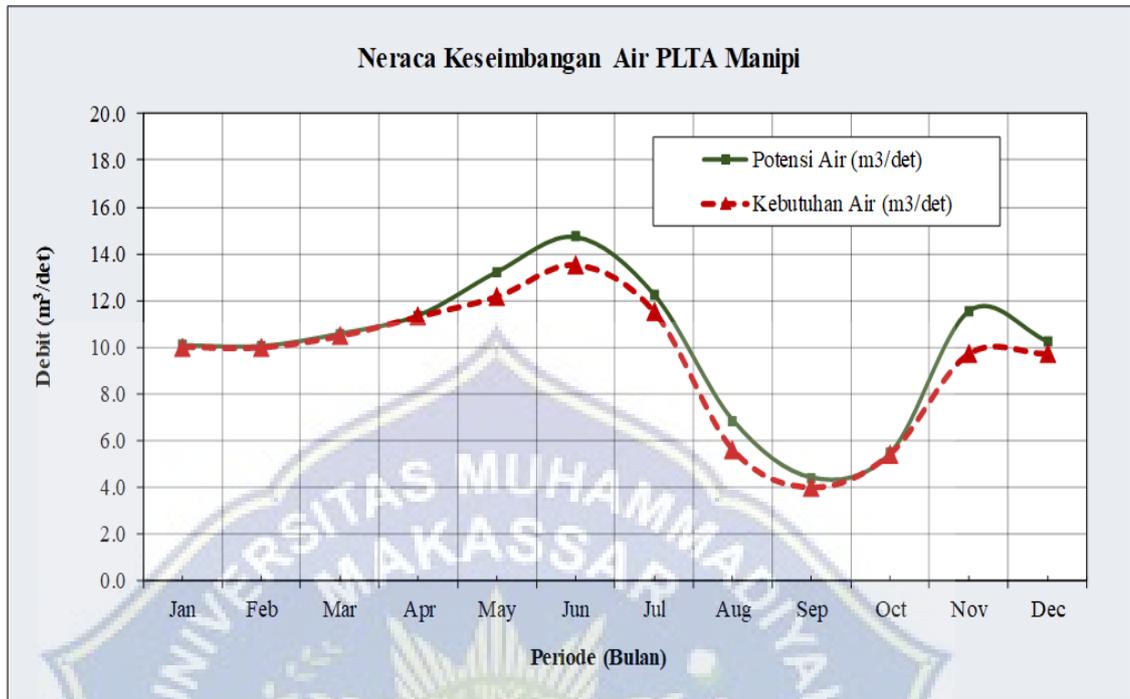
muka air selama 10 tahun terakhir, dengan sistem operasi turbin/ pembangkit yang direkomendasikan.

Konsep dalam analisis keseimbangan air DAS Tangka pada Lokasi Bendung Manipi adalah mengoptimalkan sistem operasi pembangkit dengan melihat besarnya debit yang tersedia.

Neraca keseimbangan air pada DAS Tangka lokasi Bendung PLTA Manipi sebagaimana disajikan pada tabel 4.2 dan gambar 4.9 berikut:



Tabel 4.2 : Neraca Keseimbangan Air PLTA Manipi



No	Parameter	Bulan											
		Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
I	Potensi Air (Q 60 %)	10.09	10.05	10.58	11.36	13.24	14.73	12.24	6.85	4.41	5.48	11.56	10.25
II	Kebutuhan Air	10.01	9.99	10.48	11.31	12.17	13.52	11.51	5.61	4.00	5.43	9.71	9.72
1	PLTA												
	- Turbin 1	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	0.00	0.00	0.00	3.85	4.50	4.50
	- Turbin 2	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	0.00	2.50	2.50
2	Irigasi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	Pemeliharaan Sungai (Q 95 %)	3.01	2.99	3.48	4.31	5.17	6.52	9.01	3.11	1.50	1.58	2.71	2.72
III	(Potensi - Kebutuhan)	0.08	0.06	0.10	0.05	1.07	1.20	0.73	1.25	0.41	0.05	1.84	0.53

Gambar 4.9 Neraca keseimbangan air untuk operasi pembangkit (Optimalisasi Pengoperasian Pembangkit)

Dari analisa perhitungan Neraca Air PLTA Tangka disimpulkan dan disarankan sebagai berikut :

Dengan melihat dan membandingkan antara debit yang tersedia dengan debit kebutuhan, maka direkomendasikan bahwa dalam mengoptimalisasikan sistem pengoperasian Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) Tangka 10 Mw - Manipi maka disarankan untuk pola Operasi PLTA Tangka adalah sebagai berikut :

1. Pada Bulan Januari s/d Bulan Juni :

Produksi yang berjalan adalah Turbin 1 Kap. 6,5 Mw (100%) dan Turbin 2 Kap. 3,5 Mw (100%)

2. Pada Bulan Juli s/d Bulan September :

Produksi yang berjalan adalah Turbin Turbin 2 Kap. 3,5 Mw (100%)

3. Pada Bulan Oktober :

Produksi yang berjalan adalah Turbin 1 Kap. 6,5 Mw (85%)

4. Pada Bulan Nopember s/d Bulan Desember :

Produksi yang berjalan adalah Turbin 1 Kap. 6,5 Mw (100%) dan Turbin 2 Kap. 3,5 Mw (100%)

4.4 Perbandingan Debit air dan Produksi Daya PLTA TANGKA.

Dalam Pembangunan PLTA, ada dua hal yang sangat penting untuk diketahui yaitu ketinggian (*head*) dan debit. Semakin tinggi *head* dan besar debit air, maka semakin besar daya output yang dihasilkan pembangkit tenaga air. Berdasarkan dari uraian da atas yang di dapatkan dari PLTA TANGKA MANIPI untuk ketinggiannya sebesar 167m.

Untuk data debit air dan produksi PLTA TANGKA dilakukan perhitungan sebagai berikut berikut :

1. Bulan Januari

a.	Debit Harian	=	$\frac{\text{Debit Rekam}}{\text{Hari Rekam}}$
		=	$\frac{961.657}{8}$
		=	120.207,13 (m ³ /s)

b.	Debit Bulanan	=	Hari x Debit Harian
		=	31 x 120.207,13 (m ³ /s)
		=	3.726.420,89 (m ³ /s)

2. Bulan Februari

a.	Debit Harian	=	$\frac{\text{Debit Rekam}}{\text{Hari Rekam}}$
		=	$\frac{4.945.836,91}{28}$
		=	176.637,03 (m ³ /s)

b.	Debit Bulanan	=	Hari x Debit Harian
		=	28 x 176.637,03 (m ³ /s)
		=	4.945.836,91 (m ³ /s)

Perhitungan satu tahun dapat di lihat pada tabel 4.3 dan Gambar 4.3 sebagai berikut

Tabel 4.3 : Debit Air PLTA TANGKA Tahun 2022

Bulan	Debit Rekam (AWLR)	Hari Rekam	Status	Keterangan	Hari	Debit Harian (m ³ /s)	Debit Bulanan (m ³ /s)
Januari	961.657,00	8	0,430	Low	31	120.207,13	3.726.420,89
Februari	4.945.836,91	28	0,450	Low	28	176.637,03	4.945.836,91
Maret	6.508.257,24	31	0,780	High	31	209.943,78	6.508.257,24
April	6.821.111,45	30	0,940	High	30	227.370,38	6.821.111,45
Mei	8.587.338,47	31	0,890	High	31	277.010,92	8.587.338,47
Juni	5.533.579,07	30	0,590	Low	30	184.452,64	5.533.579,07
Juli	8.670.210,83	31	0,900	High	31	279.684,22	8.670.210,83
Agustus	2.984.183,23	31	0,520	Low	31	96.263,98	2.984.183,23
September	1.891.960,56	30	0,670	High	30	63.065,35	1.891.960,56
Oktober	2.501.446,04	31	0,840	High	31	80.691,81	2.501.446,04
November	3.967.858,88	30	0,810	High	30	132.261,96	3.967.858,88
Desember	5.789.487,44	31	0,580	Low	31	186.757,66	5.789.487,44



Gambar 4.10 Debit Air PLTA TANGKA Tahun 2022

Tabel 4.4 : Tabel Hasil Produksi Daya PLTA TANGKA 2022

Bulan	Produksi (kwh)
Januari	3.301.708,26
Februari	4.210.637,61
Maret	5.809.039,88
April	5.891.958,60
Mei	4.164.134,65
Juni	4.156.647,19
Juli	5.277.400,08
Agustus	2.494.948,67
September	1.607.001,90
Oktober	2.340.205,76
November	3.796.601,04
Desember	4.615.943,65
Total	47.666.227,30



Gambar 4.11: Grafik Hasil Produksi Daya PLTA TANGKA 2022

Tabel 4.5 : Perbandingan Debit Air dan Produksi

Bulan	Produksi (kwh)	Data debit Air (m ³ /s)
Januari	3.301.708,26	3.726.420,89
Februari	4.210.637,61	4.945.836,91
Maret	5.809.039,88	6.508.257,24
April	5.891.958,60	6.821.111,45
Mei	4.164.134,65	8.587.338,47
Juni	4.156.647,19	5.533.579,07
Juli	5.277.400,08	8.670.210,83
Agustus	2.494.948,67	2.984.183,23
September	1.607.001,90	1.891.960,56
Oktober	2.340.205,76	2.501.446,04
November	3.796.601,04	3.967.858,88
Desember	4.615.943,65	5.789.487,44
TOTAL	47.666.227,30	61.927.691,01



Gambar 4.12 Grafik Perbandingan Data debit air dan produksi daya

- Hasil Analisa

Dari data dan grafik di atas terlihat bahwa semakin tinggi data Debit air maka produksi PLTA TANGKA juga semakin meningkat. Dari data di atas terlihat bahwa :

1. Pada bulan Agustus sampai dengan bulan November dari hasil pengamatan curah hujan merupakan bulan kering, terlihat pula pada grafik di atas antara curah hujan, debit air dan produksi berbanding lurus.
2. Pada pada bulan Mei, Juni dan Juli terlihat ada perbedaan yang sangat signifikan antara produksi dan debit air, pada bulan tersebut sesuai dengan pengamatan adalah bulan basah yang curah hujannya sangat tinggi. Curah hujan yang tinggi akan mengakibatkan gangguan pada jaringan distribusi meningkat, sehingga Ketika terjadi gangguan maka produksi terhenti walaupun debit air meningkat. Selain gangguan jaringan, pada area intake juga mengalami gangguan yaitu adanya kiriman sampah yang terbawa arus yang masuk pada area intake dan menempel pada screen sehingga menyebabkan aliran air yang masuk ke *water way* berkurang atau sama sekali tidak ada. Hal tersebut menyebabkan mesin di *off*kan. Setelah mesin di *off*-kan maka dilakukan pembersihan sampah yang di bawah oleh arus secara manual.
3. Pada bulan Desember – hingga April merupakan bulan basah namun curah hujan tidak terlalu ekstrim. Pada bulan itu debit air tetap meningkat dan gangguan pada jaringan dan intake tidak banyak.

Dari hasil penelitian di atas, terlihat bahwa data curah hujan, debit air, gangguan jaringan dan produksi daya berbanding lurus.

4.5 Efisiensi Daya Output PLTA TANGKA

Untuk mendapatkan besar nilai efisiensi daya pada PLTA TANGKA dapat di hitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

1. Step 1

Menghitung secara teori daya yang dihasilkan dengan menggunakan rumus :

$$P = g \times Q \times H$$

Diketahui : P = daya

g = gravitasi

Q = debit

H = ketinggian (head)

2. Step 2

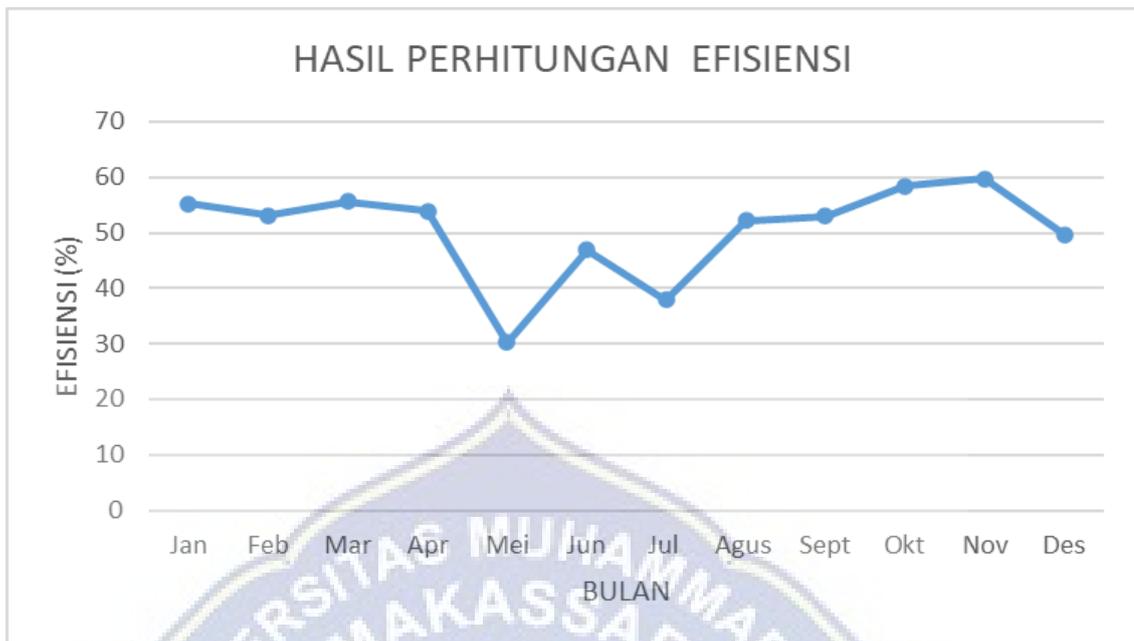
Menghitung besar efisiensi dengan menggunakan data sebagai berikut:

$$\eta_{total}(\%) = \frac{\text{Daya Output Generator}}{\text{Daya Input}} \times 100\%$$

Hasil dari aplikasi rumus adalah sebagai berikut dapat dilihat pada table 4.6:

Tabel 4.6 : Tabel Hasil Perhitungan Efisiensi System Pembangkit

Bulan	Produksi Output (kwh)	Debit Bulanan	Q (debit) /Jam	Produksi Input (kwh)	Efisiensi (%)
Januari	3.301.708	3.726.421	5.009	5.975,704	55,25
Februari	4.210.638	4.945.837	6.648	7.931,164	53,09
Maret	5.809.040	6.508.257	8.748	10.436,668	55,66
April	5.891.959	6.821.111	9.168	10.938,362	53,87
Mei	4.164.135	8.587.338	11.542	13.770,691	30,24
Juni	4.156.647	5.533.579	7.438	8.873,670	46,84
Juli	5.277.400	8.670.211	11.654	13.903,585	37,96
Agustus	2.494.949	2.984.183	4.011	4.785,448	52,14
September	1.607.002	1.891.961	2.543	3.033,956	52,97
Oktober	2.340.206	2.501.446	3.362	4.011,329	58,34
November	3.796.601	3.967.859	5.333	6.362,874	59,67
Desember	4.615.944	5.789.487	7.782	9.284,045	49,72
TOTAL					50,48



Gambar 4.13 Grafik efisiensi system Pembangkit

Hasil Analisa :

Dari grafik dan tabel di atas dapat terlihat bahwa :

1. Dari informasi di PLTA, standar efisiensi PLTA TANGKA adalah 50% pertahun
2. Dari data di atas di lihat bahwa dengan efisiensi tahunan adalah 50,48% artinya dari efisiensi dapat dilihat bahwa target dapat tercapai.
3. Data terlihat bahwa efisiensi system pembangkit tidak stabil tergantung dari debit air dan produksi. Terlihat bahwa dengan debit air yang tinggi dan produksi yang tinggi akan mencapai efisiensi di atas 50%, sementara efisiensi yang rendah tidak hanya di pengaruhi oleh debit dan produksi.
4. Perhitungan debit diatas tidak disesuaikan jam operasional pembangkit. Artinya Ketika debit tinggi maka produksi pun akan tinggi dan efisiensi yang

di hasilkan akan meningkat jg jika tidak ada gangguan pada *eksternal* (dari jaringan distribusi) ddan internal (dr mesin, intake, water way, dll).



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Pengaruh curah hujan yang tinggi akan mengakibatkan gangguan pada jaringan distribusi meningkat, sehingga Ketika terjadi gangguan maka produksi akan terhenti walaupun debit air meningkat. Ini terjadi pada bulan Mei, Juni dan Juli terlihat ada perbedaan yang signifikan antara produksi dan debit air, dimana produksi (kwh) bulan Mei sebesar 4.164.134.648 kwh dan debit air sebesar 8.587.338,47 m³/s, bulan Juni produksi (kwh) 4.156.647.190 dan debit air sebesar 5.533.579,07 m³/s, bulan Juli produksi (kwh) sebesar 5.277.400.084 dan debit air sebesar 8.670.210,83 m³/s,
2. Efisiensi output daya PLTA TANGKA dipengaruhi oleh produksi dan debit air yang stabil tanpa adanya gangguan.

Dari Informasi di PLTA, standart efisiensi PLTA Tangka adalah 50% pertahun, sesuai daftar pada tabel 4.6 dilihat efisien tahunan adalah 50,48% artinya dari efisiensi dapat dilihat bahwa target tercapai.

5.2 Saran

Pada PLTA Tangka lebih mengoptimalkan pengelolaan sampah pada bagian Intek dengan melengkapi motor untuk membersihkan sampah secara otomatis agar dapat menghemat waktu dalam proses pembersihan sampah.

DAFTAR PUSTAKA

1. Buku Pembangkit Listrik Tenaga Air Skala Kecil ini diterbitkan oleh *Penerbit Buku Pendidikan Deepublish*.
2. Muhammad Luthfi Hakim, Nurhening Yuniarti, Sukri, Eko Swi Darmawan, “Pengaruh debit air terhadap tegangan output pada pembangkit listrik tenaga pico hydro” *Jurnal Edukasi Elektro*, Vol. 4, No. 1, 2020.
3. W. Romadhoni, D. Sulaiman, Purnama
“Analisis potensi pembangkit listrik tenaga mikro hydro pada anak sungai di bulungan” *Jurnal Kumpuran Fisika*, Vol. 4 No. 1, April 2021, Hal. 61-66
4. A. K. Krishnastana, L. Jasa, And A. I. Weking,
“Studi Analisis Perubahan Debit Dan Tekanan Air Pada Pemodelan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro,” *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, Vol. 17, No. 2, P. 257, 2018, Doi: 10.24843/Mite.2018.V17i02.P14
5. Azhar Adi D, Ernawan S.
“Analisa Hubungan Curah Hujan Dan Debit Serta Kolerasi Pengaruh Parameter Lain Di Daerah Aliran Sungai Brantas Hulu” *Seminar Nasional Teknologi dan Rekayasa (SENTRA) 2018* ISSN (Cetak) 2527-6042.
6. M. L. Hakim., N. Yuniarti, Sukr, E. S. Damarwan.
“Pengaruh Debit Air Terhadap Tegangan Output Pada Pembangkit Listrik Tenaga Picohydro” *Jurnal Edukasi Elektro*” Vo. 4, No.1 (2020)
7. S. Ointu, F. E. P. Surusa, And M. Zainuddin.
“Studi Perencanaan Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Berdasarkan Potensi Air Yang Ada Didesa Pinogu” *Jambura J. Electr. Electron. Eng.*, Vol.2 Pp. 30–38, 2020, Doi: 10.37905/Jjee.V2i2.4618.
8. I. Kurniady, A. Amrinsyah, And A. Amirsham,
“Kapasitas Aliran Terhadap Daya Turbin.” *J.Electr. Syst. Control Eng.*, Vol. 2, No. 2, 2019, Doi: 10.31289/Jesce.V2i2.2359.
9. Lukas, D. Robi, H. H. Tumbelaka.
“Studi Kinerja Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) di Daerah Aliran Sungai (DAS) Brantas”. *Jurnal Teknik Elektro*, Vol. 10, No. 1, Maret 2017, 17-23

10. S. Anwar., M. T. Tamam., I. H. Kurniawan.

“Rancang Bangun Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Air Menggunakan Konsep Hydrocat” *RESISTOR (Elektronika Kendali Telekomunikasi Tenaga Listrik Komputer)* Vol. 4 No. 1 e-ISSN : 2621-9700, p-ISSN : 2654-2684



LAMPIRAN





**MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
UPT PERPUSTAKAAN DAN PENERBITAN**

Alamat kantor: Jl. Sultan Alauddin NO.259 Makassar 90221 Tlp.(0411) 866972,881593, Fax.(0411) 865588

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

SURAT KETERANGAN BEBAS PLAGIAT

**UPT Perpustakaan dan Penerbitan Universitas Muhammadiyah Makassar,
Menerangkan bahwa mahasiswa yang tersebut namanya di bawah ini:**

Nama : M Ikram / Ety
Nim : 105821101919/105821100121
Program Studi : Teknik Elektro

Dengan nilai:

No	Bab	Nilai	Ambang Batas
1	Bab 1	10 %	10 %
2	Bab 2	20 %	25 %
3	Bab 3	6 %	10 %
4	Bab 4	8 %	10 %
5	Bab 5	5 %	5 %

Dinyatakan telah lulus cek plagiat yang diadakan oleh UPT- Perpustakaan dan Penerbitan Universitas Muhammadiyah Makassar Menggunakan Aplikasi Turnitin.

Demikian surat keterangan ini diberikan kepada yang bersangkutan untuk dipergunakan seperlunya.

Makassar, 26 Agustus 2023
Mengetahui

Kepala UPT- Perpustakaan dan Penerbitan,

Nursinah, S.Hum., M.I.P.
NBM. 964 591



Jl. Sultan Alauddin no 259 makassar 90222
Telepon (0411)866972,881 593,fax (0411)865 588
Website: www.library.unismuh.ac.id
E-mail : perpustakaan@unismuh.ac.id

M. IKRAM/ETY
105821101919/105821100121

BAB I

by Tahap Tutup

Submission date: 26-Aug-2023 07:20AM (UTC+0700)

Submission ID: 2151446275

File name: bab_1_5.doc (91K)

Word count: 1082

Character count: 6649

M. IKRAM/ETY 105821101919/105821100121 BAB I

ORIGINALITY REPORT

10% SIMILARITY INDEX	10% INTERNET SOURCES	2% PUBLICATIONS	10% STUDENT PAPERS
--------------------------------	--------------------------------	---------------------------	------------------------------

PRIMARY SOURCES

1	repository.unj.ac.id Internet Source		6%
2	repository.stiedewantara.ac.id Internet Source		2%
3	repository.upnvj.ac.id Internet Source		2%

Exclude quotes On
Exclude bibliography On

Exclude matches < 2%



M. IKRAM/ETY
105821101919/105821100121

BAB II

by Tahap Tutup

Submission date: 26-Aug-2023 07:21AM (UTC+0700)

Submission ID: 2151446460

File name: BAB_II_18.doc (1.27M)

Word count: 1322

Character count: 8439

M. IKRAM/ETY 105821101919/105821100121 BAB II

ORIGINALITY REPORT

20%
SIMILARITY INDEX

20%
INTERNET SOURCES

2%
PUBLICATIONS

8%
STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	id.scribd.com Internet Source	7%
2	ilmugeografi.com Internet Source	5%
3	tirto.id Internet Source	3%
4	infostudikimia.blogspot.com Internet Source	2%
5	www.sosial79.com Internet Source	2%
6	indonesiare.co.id Internet Source	2%

Exclude quotes On Exclude matches < 2%
Exclude bibliography On

M. IKRAM/ETY
105821101919/105821100121

BAB III

by Tahap Tutup

Submission date: 26-Aug-2023 07:22AM (UTC+0700)

Submission ID: 2151446619

File name: BAB_III_19.doc (2.37M)

Word count: 304

Character count: 1931

ORIGINALITY REPORT

6%

SIMILARITY INDEX

6%

INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

0%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

eprints.walisongo.ac.id

Internet Source

4%

2

zulfadlinakkontur.blogspot.com

Internet Source

3%

Exclude quotes On

Exclude bibliography On

Exclude matches < 2%



M. IKRAM/ETY
105821101919/105821100121

BAB IV
by Tahap Tutup

Submission date: 26-Aug-2023 07:22AM (UTC+0700)

Submission ID: 2151446819

File name: BAB_IV_16.doc (5.64M)

Word count: 2249

Character count: 13397

M. IKRAM/ETY 105821101919/105821100121 BAB IV

ORIGINALITY REPORT

8 %	8 %	0 %	1 %
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	repository.ub.ac.id Internet Source	2 %
2	es.scribd.com Internet Source	1 %
3	id.scribd.com Internet Source	1 %
4	www.slideshare.net Internet Source	1 %
5	pt.scribd.com Internet Source	1 %
6	jurnal.untidar.ac.id Internet Source	<1 %
7	repository.unjaya.ac.id Internet Source	<1 %
8	123dok.com Internet Source	<1 %
9	ejournal.unsrat.ac.id Internet Source	<1 %

10	fr.scribd.com Internet Source	<1 %
11	id.public-welfare.com Internet Source	<1 %
12	pdfcookie.com Internet Source	<1 %
13	penabulufoundation.org Internet Source	<1 %
14	text-id.123dok.com Internet Source	<1 %
15	rochman-alghifari.blogspot.com Internet Source	<1 %

Exclude quotes On Exclude matches Off
 Exclude bibliography On



M. IKRAM/ETY
105821101919/105821100121

BAB V
by Tahap Tutup

Submission date: 26-Aug-2023 07:23AM (UTC+0700)

Submission ID: 2151446975

File name: BAB_V_19.doc (24.5K)

Word count: 154

Character count: 932

M. IKRAM/ETY 105821101919/105821100121 BAB V

ORIGINALITY REPORT

5%
SIMILARITY INDEX

5%
INTERNET SOURCES

0%
PUBLICATIONS

0%
STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1 core.ac.uk
Internet Source



5%



Exclude quotes Exclude matches 2%
Exclude bibliography

