

Pengaruh Ketidakstabilan Debit Air dan Curah Hujan terhadap Efisiensi Daya Pada Plita Tangka

Ety¹, M. Ikram², Andi Abd. Halik Lateko Tj³, Adriani⁴

^{1,2,3,4} Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar

e-mail: etyabdullah86@gmail.com¹, ikramnofx02@gmail.com²,

Abstrak

Penelitian ini bertujuan mendeskripsikan hasil Belajar siswa di kelas IV SDI Bontomanai setelah diterapkan model pembelajaran Discovery Learning berbasis HOTS dan melihat pengaruh penerapan model pembelajaran Discovery Learning berbasis HOTS terhadap hasil belajar siswa di kelas IV SDI Bontomanai. Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian kuantitatif desain The Matching Only Pretest-Posttest Control. Tempat penelitian ini adalah di SD Inpres Bontomanai dengan jumlah sampel sebanyak 50 siswa yang terdiri dari kelas IV A dan kelas IV B. Instrumen penelitian yang digunakan tes dan Uji Validitas Butir Soal. Teknik Analisis Data menggunakan analisis deskriptif, inferensial, dan regresi sederhana. Hasil penelitian menunjukkan kemampuan berfikir tingkat tinggi (HOTS) siswa kelompok eksperimen menunjukkan siswa dengan kategori tinggi terdiri dari 15 siswa dengan persentase 60%, siswa dengan kategori sedang terdiri dari 10 siswa dengan persentase 40%. Sedangkan pada kelompok kontrol menunjukkan siswa dengan kategori tinggi terdiri dari 15 siswa dengan persentase 96%, siswa dengan kategori sedang terdiri dari 1 siswa dengan persentase 4%. Berdasarkan hasil uji hipotesis diperoleh bahwa nilai koefisien regresi (β) dan nilai signifikansi (Sig.) yang diperoleh menunjukkan bahwa $\alpha = 0.05 > 0.004$, yang berarti bahwa terdapat pengaruh X (Model Pembelajaran Discovery Learning) terhadap Y (kemampuan berfikir tingkat tinggi siswa). Selanjutnya nilai probabilitas (p-value) sebesar 0,035. Karena nilai probabilitas (p-value) lebih kecil dari 0,050 artinya model regresi dalam penelitian ini dapat dikatakan bahwa X (pembelajaran inquiri terbimbing) berpengaruh terhadap Y (kemampuan berfikir tingkat tinggi siswa) dengan besar pengaruh variabel independen yaitu X (Model Pembelajaran Discovery Learning) terhadap variabel dependen Y (kemampuan berfikir tingkat tinggi siswa) yang dapat diterangkan oleh persamaan ini sebesar 72.9%. Sedangkan sisanya sebesar 27.1% dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak dimasukkan dalam model regresi.

Kata kunci: *Discovery Learning, Hasil Belajar, Kemampuan Berfikir Tingkat Tinggi*

Abstract

This research aims to describe the learning outcomes of fourth-grade students at SDI Bontomanai after the implementation of the Discovery Learning model based on HOTS (Higher Order Thinking Skills) and to examine the influence of applying the Discovery Learning model based on HOTS on the learning outcomes of fourth- grade students at SDI Bontomanai. The research design used in this study is quantitative research with the Matching Only Pretest-Posttest Control design. The research was conducted at SD Inpres Bontomanai with a sample size of 50 students from classes IV A and IV B. The research instruments used were tests and the Validity Test of Test Items. Data analysis techniques employed were descriptive analysis, inferential analysis, and simple regression. The results of the research show that the Higher Order Thinking Skills (HOTS) of students in the experimental group consist of 15 students with a percentage of 60% in the high category and 10 students with a percentage of 40% in the moderate category. Meanwhile, in the control group, the students with high HOTS consist of

15 students with a percentage of 96%, and only 1 student with a percentage of 4% falls into the moderate category. Based on the results of the hypothesis test, it is found that the regression coefficient value (β) and the significance value (Sig.) obtained show that $\text{sig } \alpha = 0.05 > 0.004$, indicating that there is an influence of X (Discovery Learning Model) on Y (students' Higher Order Thinking Skills). Furthermore, the probability value (p-value) is 0.035, which is less than 0.050. This means that the regression model in this study indicates that X (guided inquiry learning) has an influence on Y (students' Higher Order Thinking Skills) with an influence of 72.9%. The remaining 27.1% is influenced by other factors not included in the regression model.

Keywords: Discovery Learning, Learning Outcomes, Higher Level Thinking Abilities



PENDAHULUAN

Untuk mengatasi minat yang terus meningkat terhadap kekuasaan, pemerintah membuka pintu terbuka bagi semua pihak, termasuk negara-negara tetangga dan wilayah rahasia, untuk mengambil bagian dalam pengembangan wilayah kekuasaan. Mengurangi biaya minyak dunia sementara aksesibilitas simpanan lokal semakin berkurang, Otoritas Publik kemudian mempercepat pencapaian tingkat penggunaan energi baru dan berkelanjutan (EBT) dalam campuran energi untuk stok energi dengan memberdayakan pemanfaatan energi air untuk pembangkit listrik. usia.

Berdasarkan penelitian sebelumnya ternyata curah hujan tidak secara langsung mempengaruhi efisiensi energi listrik yang dihasilkan di PLTA Pejengkolan. Data debit air rata-rata sebesar 8,1475 m³/detik yang dapat menghasilkan energi listrik rata-rata sebesar 21,3781 KWh pada tahun 2014 digunakan dalam penelitian ini.

Energi air berpotensi menjadi sumber energi yang ramah lingkungan dan bersih karena air yang mengalir menyimpan energi alam dalam jumlah besar, energi tersebut dapat digunakan untuk menghasilkan listrik, dan pembangkit listrik tenaga air tidak menghasilkan emisi atau gas rumah kaca. Hal ini juga merupakan sumber listrik yang berkelanjutan karena air terus-menerus diisi ulang melalui siklus hidrologi dunia. Semua sistem energi air memerlukan sumber air yang mengalir secara konsisten, seperti saluran air dan sungai, tidak seperti tenaga surya dan tenaga angin. Pembangkit listrik tenaga air ini mampu menghasilkan tenaga listrik secara persisten selama 24 jam secara konsisten. Besarnya energi yang disalurkan oleh pembangkit listrik tenaga air sangat dipengaruhi oleh banyaknya air yang dilepaskan di bendungan. Tinggi rendahnya volume air pada kurva tersebut dipengaruhi oleh derasnya aliran air yang berasal dari hulu, sehingga dampak curah hujan relatif langsung terhadap keluaran listrik yang dihasilkan oleh pembangkit listrik tenaga air.

Seperti yang ditunjukkan oleh penelitian sebelumnya yang memahami dampak pelepasan air terhadap tegangan DC pada pembangkit listrik pikohidro, dapat diasumsikan bahwa semakin tinggi nilai delta dan outlet, semakin tinggi nilai pelepasan air. Tegangan yang dihasilkan sebanding dengan nilai debit air. Nilai pelepasan dan kontras kenaikan berdampak signifikan terhadap tegangan luluh Pico Hydro.

Berdasarkan penelaahan yang lalu dari hasil pemeriksaan dan pembahasan, diperoleh bahwa Aliran 9 (Saluran Air Ruhui Rahayu (SP5) Sungai @) dan Saluran Air 14 (Aliran Mretadau) mempunyai potensi sebagai sumber mata air PLTMH di wilayah Bulungan dengan kekuatan hipotetis dan nilai 5,5 kW dan 8,5 kW, terutama Stream 14 karena memiliki ukuran terluas dibandingkan dengan aliran lainnya.

Sementara itu, penelitian lain menyimpulkan bahwa generator akan menghasilkan tegangan yang sangat besar ketika terjadi perubahan pada pelepasan air. Sehingga pengaturan tegangan dan pelepasan air berfluktuasi 0.5 l/s, 1 l/s, 1.5 l/s, 2 l/s, maka dibuatlah tegangan pendekatan dan aktif pada cutting edge setengah lingkaran dengan posisi spout 650 yaitu 1,944 Volt dan 0,332 Ampere pada perubahan pelepasan air.

Berdasarkan laporan Dinas Energi dan Aset Mineral, pemanfaatan listrik per kapita Indonesia pada tahun 2022 mencapai 1.173 kWh/kapita. Tingkat konsumsi ini menjadi rekor baru tingkat tertinggi dalam lima dekade terakhir dan meningkat sekitar 4% dari tahun ke tahun dibandingkan tahun 2021. Pemanfaatan daya per kapita adalah jumlah agregat energi listrik yang digunakan dalam suatu ruang, dipisahkan dengan jumlah penghuni dalam kurun waktu

satu tahun. Ini menunjukkan pemanfaatan daya pada umumnya per penghuni. Selama kurun waktu 1971-2022 pemanfaatan listrik secara normal oleh masyarakat Indonesia seringkali meningkat secara konsisten, selain itu pada tahun 1973, 1976 dan 1998 pemanfaatannya mengalami penurunan. Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral menargetkan pemanfaatan listrik kembali meningkat pada tahun ini hingga mencapai 1.336 kWh/kapita pada akhir tahun 2023.

Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) TANGKA merupakan pembangkit listrik tenaga air yang dikerjakan oleh PT. TINFOS yang berasal dari Norwegia ini terletak di Kecamatan Sinjai, tepatnya di Kota Manipi, Kecamatan Sinjai Barat. PLTA Tangka memanfaatkan air yang berasal dari aliran sungai Tangka yang dibendung kemudian dialirkan melalui saluran sebagai sarana air untuk menggerakkan generator. PLTA Tangka menggunakan model Flat Francis Turbine yang di bagi menjadi 2 kapasitas yaitu 6,5 MW dan 3,5 MW. Kepastian batas tergantung pada perhitungan dari konsekuensi penelitian yang diselesaikan. Berdasarkan latar belakang tersebut maka kami akan melakukan penelitian pada PLTA TANGKA dengan judul : "PENGARUH KETIDAKSTABILAN DEBIT AIR DAN CURAH HUJAN TERHADAP EFISIENSI DAYA PADA PLTA TANGKA"

METODE

Tempat dan Musim Penjelajahan

Pembangkit listrik tenaga air TANGKA MANIPI terletak di sub wilayah Manipi sub lokasi Sinjai Barat daerah Sinjai. Jika menggunakan mobil, kota Makassar berjarak kurang lebih tiga jam perjalanan. PLTA TANGKA berkapasitas 10MW dengan dua motor masing-masing berkapasitas 6,5 MW dan 3,5 MW. Tenaga listrik yang dihasilkan oleh PLTA TANGKA dialirkan ke PLN dengan menggunakan kerangka usaha atau perdagangan. Pembangkit listrik tenaga air TANGKA dikerjakan oleh organisasi asing asal Norwegia. Rencana eksplorasi dilaksanakan sejak tanggal pemberian judul ujian, kemudian pada saat itulah dilakukan pengumpulan informasi untuk membantu kesiapan usulan postulasi ini. Selain itu, setelah proposisi akan dilanjutkan penanganan informasi dengan mengingat tampilan untuk jenis laporan postulasi dan siklus arahnya terus berjalan hingga selesai. Jangka waktu penyelesaian eksplorasi adalah 2 bulan.

Sudut Pandang Penelitian

Untuk mengetahui seberapa besar dampak struktur pelepasan air dan curah hujan terhadap efektivitas pembangkit listrik tenaga air TANGKA dilengkapi dengan filosofi sebagai berikut:

1. Tahap perencanaan

Tahap perencanaan merupakan perkembangan latihan sebelum memulai pengumpulan dan penanganan informasi. Tahap penataan ini meliputi:

- a. kajian bahan evaluasi dan proses perencanaan dalam literatur.
- b. Putuskan kebutuhan informasi.
- c. Daftar kantor dan organisasi yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber informasi.
- d. Perolehan prasyarat/korespondensi resmi untuk pengumpulan informasi.

2. Studi Lapangan

Tinjauan lapangan dituntun untuk memahami area ulasan dan mengenali masalah yang mendasari yang ada di lapangan.

3. Metode bermacam -macam informasi

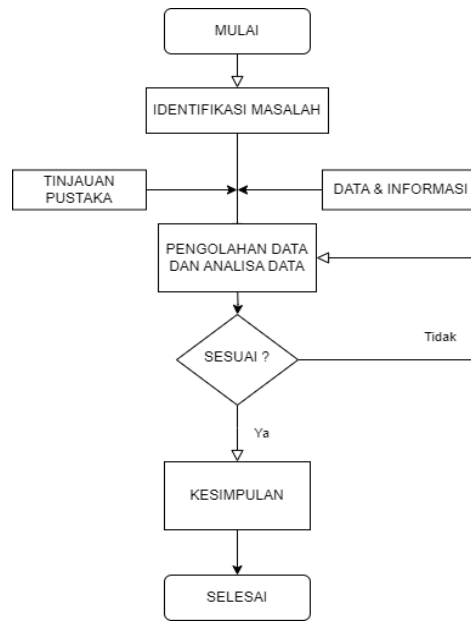
Dalam gerakan eksplorasi ini, bermacam -macam informasi terpisah menjadi 2 sebagai informasi penting dan tambahan. Sumber informasi sesuai dengan yang berikut:

a. Informasi penting

Informasi dapat langsung dari area pemeriksaan yang dikumpulkan melalui persepsi lapangan di pembangkit listrik tenaga air Tangka Manipi sebagai informasi pembuatan dan informasi pelepasan air.

b. Informasi tambahan

Informasi yang diperoleh dari melalui dokumentasi peninjauan informasi oleh organisasi yang terhubung dengan area eksplorasi. Temuan laporan penelitian dan ulasan literatur penelitian ini dapat berfungsi sebagai sumber informasi sekunder.



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.

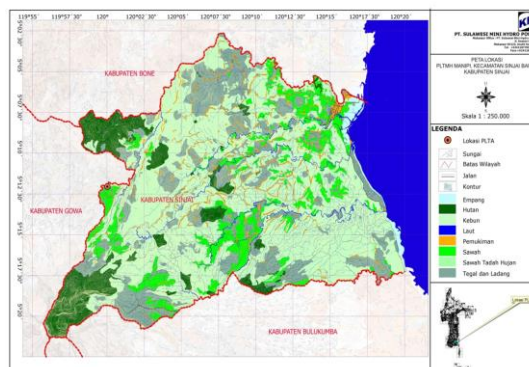
HASIL DAN PEMBAHASAN

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 1).



Gambar 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.

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 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 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.



Gambar 4. Kondisi bangunan Pipa Waterway (Saluran Pembawa)

4. Operasional Saluran Pipa Pesat (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 energy 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 5. Kondisi bangunan Power House PLTA Tangka

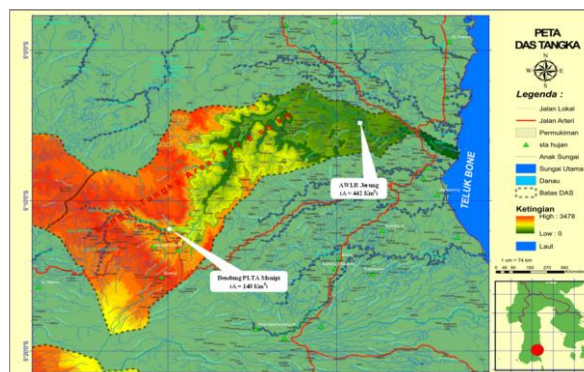
Gambaran Hidrologi, Debit dan Curah Hujan

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 mengoptimalisasikan 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.

1. 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 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 keleregan lahan di daerah hulu yang didominasi oleh pegunungan dan perbukitan berkisar antara 50 % sampai dengan 95 %, sedangkan bagian tengah dan hilir berupa perbukitan kelas keleregan 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 7. Lokasi pekerjaan dalam peta WS. Jeneberang

2. Ketersediaan Air (Debit)

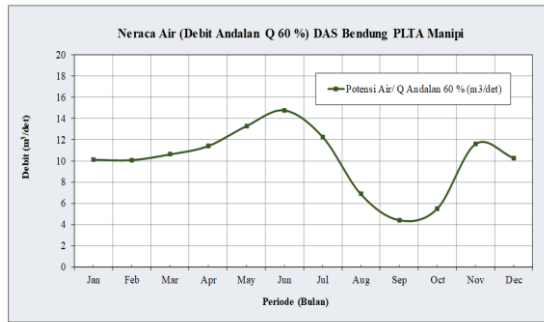
Debit andalan adalah debit yang tersedia guna keperluan tertentu (irigasi, air minum, PLTA, dll.) dengan resiko kegagalan yang telah diperhitungkan. Perhitungan Debit Andalan (Dependable Discharge) dimaksudkan untuk mencari nilai kuantitatif debit yang tersedia sepanjang tahun, baik pada musim kemarau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



Grafik 1. 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 :

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

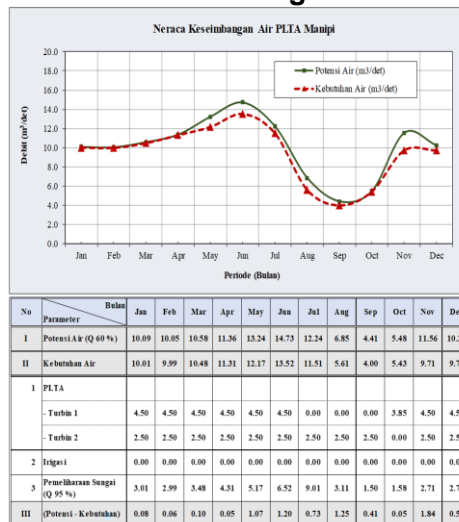
Sehingga total kebutuhan air dalam menggerakkan 2 Unit turbin yang menghasilkan daya sebesar 10 Mw adalah 7 m³/det.

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 dan gambar berikut:

Tabel 2. Neraca Keseimbangan Air PLTA Manipi



Grafik 2. 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 mengoptimalkan sistem

pengoperasian Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) Tangka 10 Mw - Manipi maka disarankan untuk pola Operasi PLTA Tangka adalah sebagai berikut :

- a. Pada Bulan Januari s/d Bulan Juni :
- b. Produksi yang berjalan adalah Turbin 1 Kap. 6,5 Mw (100%) dan Turbin 2 Kap. 3,5 Mw (100%)
- c. Pada Bulan Juli s/d Bulan September :
- d. Produksi yang berjalan adalah Turbin Turbin 2 Kap. 3,5 Mw (100%)
- e. Pada Bulan Oktober :
- f. Produksi yang berjalan adalah Turbin 1 Kap. 6,5 Mw (85%)
- g. Pada Bulan Nopember s/d Bulan Desember :
- h. Produksi yang berjalan adalah Turbin 1 Kap. 6,5 Mw (100%) dan Turbin 2 Kap. 3,5 Mw (100%)

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

Perhitungan satu tahun dapat di lihat pada tabel dan grafik sebagai berikut :

Tabel 3. Debit Air PLTA TANGKA Tahun 2022

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 | = | $\frac{\text{Debit Rekam}}{\text{Hari Rekam}}$ |
| | = | $\frac{4.945.836,91}{28}$ |
| | = | 176637,03 (m ³ /s) |

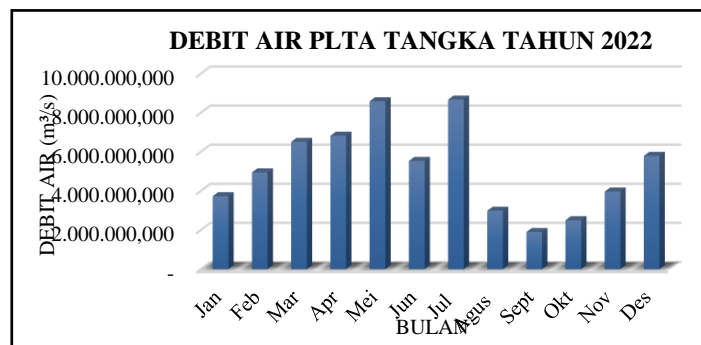
b.

| | | |
|---------------|---|-------------------------------------|
| 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 dan grafik sebagai berikut :

Tabel 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 |



Grafik 3. Debit Air PLTA TANGKA Tahun 2022

Tabel 4. Tabel Hasil Produksi Daya PLTA TANGKA 2022

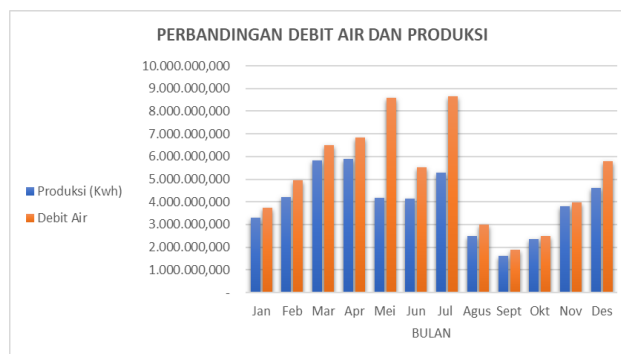
| Bulan | Produksi (kwh) |
|--------------|-----------------------|
| Januari | 3,301,708.260 |
| Februari | 4,210,637.608 |
| Maret | 5,809,039.880 |
| April | 5,891,958.604 |
| Mei | 4,164,134.648 |
| Juni | 4,156,647.190 |
| Juli | 5,277,400.084 |
| Agustus | 2,494,948.672 |
| September | 1,607,001.904 |
| Oktober | 2,340,205.760 |
| November | 3,796,601.042 |
| Desember | 4,615,943.649 |
| Total | 47,666,227.301 |
| CF | 54.41% |



Gambar 4. Grafik Hasil Produksi Daya PLTA TANGKA 2022

Tabel 5. Perbandingan Debit Air dan Produksi

| Bulan | Produksi (kwh) | Data debit Air (m ³ /s) |
|--------------|-----------------------|------------------------------------|
| Januari | 3,301,708.260 | 3,726,420.89 |
| Februari | 4,210,637.608 | 4,945,836.91 |
| Maret | 5,809,039.880 | 6,508,257.24 |
| April | 5,891,958.604 | 6,821,111.45 |
| Mei | 4,164,134.648 | 8,587,338.47 |
| Juni | 4,156,647.190 | 5,533,579.07 |
| Juli | 5,277,400.084 | 8,670,210.83 |
| Agustus | 2,494,948.672 | 2,984,183.23 |
| September | 1,607,001.904 | 1,891,960.56 |
| Oktober | 2,340,205.760 | 2,501,446.04 |
| November | 3,796,601.042 | 3,967,858.88 |
| Desember | 4,615,943.649 | 5,789,487.44 |
| Total | 47,666,227.301 | 61,927,691.00 |



Grafik 5. 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 offkan.

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.

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

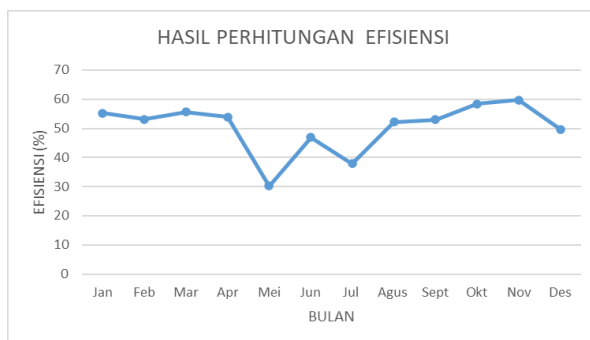
Menghitung besar efisiensi dengan menggunakan data sebagai berikut:

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

Hasil dari aplikasi rumus adalah sebagai berikut :

Tabel 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 |
| Septemb er | 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 |
| Novemb er | 3,796,601 | 3,967,859 | 5,333 | 6,362,874 | 59.67 |
| Desemb er | 4,615,944 | 5,789,487.4 4 | 7,782 | 9,284,045 | 49.72 |
| total | | | | | 50.48 |



Grafik 6. 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 dihasilkan akan meningkat jg jika tidak ada gangguan pada eksternal (dari jaringan distribusi) dan internal (dr mesin, intake, water way, dll)

SIMPULAN

Dari konsekuensi percakapan dari efek dari pemeriksaan di atas, sangat baik dapat disimpulkan bahwa:

1. Dampak curah hujan yang tinggi akan menyebabkan penghalang dengan organisasi pengangkutan meningkat, sehingga ketika ada pengaruh yang meresahkan, penciptaan akan berhenti terlepas dari apakah peningkatan pelepasan air. Dari 5.533.579,07 m³/s, kreasi Juli (kwh) dari 5.277.400.084 dan pelepasan air 8.670.210,83 m³/s,
2. Produktivitas hasil dari gaya pembangkit listrik tenaga air dipengaruhi oleh penciptaan dan pelepasan air yang stabil tanpa kejengkelan. Semakin tinggi penciptaan dan pelepasan air, efektivitas yang disampaikan akan meningkat.
3. Dari data di pembangkit listrik tenaga air, norma efektivitas tenaga air Tangka adalah setengah setiap tahun, sesuai dengan kumuh pada Tabel 4.6 yang terlihat mahir tahunan adalah 50,48% yang menyiratkan bahwa produktivitas harus terlihat bahwa tujuan tersebut tercapai.

DAFTAR PUSTAKA

- Buku Pembangkit Listrik Tenaga Air Skala Kecil ini diterbitkan oleh Penerbit Buku Pendidikan Deepublish.
- 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.
- W. Romadhoni, D. Sulaiman, Purnama "Analisis potensi pembangkit listrik tenaga mikro hydro pada anak sungai di bulungan" Jurnal Kumpulan Fisika, Vol. 4 No. 1, April 2021, Hal. 61-66
- 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
- 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.

- 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)
- 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.
- I. Kurniady, A. Amrinsyah, And A. Amirsyam, "Kapasitas Aliran Terhadap Daya Turbin." *J.Electr. Syst. Control Eng.*, Vol. 2, No. 2, 2019, Doi: 10.31289/Jesce.V2i2.2359.
- 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
- 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