

ANALISIS PREDIKSI *OUTPUT* ENERGI LISTRIK PLTA
BAKARU SAMPAI TAHUN 2030



SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan Pendidikan
Diploma Empat (D-4) Program Studi Teknik Listrik Jurusan
Teknik Elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang

ANDI NURUL AFIFAH ALFIYYAH
421 20 029

PROGRAM STUDI D-4 TEKNIK LISTRIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG
MAKASSAR
2024

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul “**Analisis Prediksi *Output* Energi Listrik PLTA Bakaru Sampai Tahun 2030**” oleh Andi Nurul Afifah Alfiyyah dengan NIM 421 20 029 dinyatakan telah layak dan siap diujukan pada sidang skripsi tugas akhir..

Makassar, 30 September 2024

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I,

Sarma Thaha, S.T., M.T.
NIP. 19781002 201504 2 001

Dosen Pembimbing II,

Andarini Asri, S.T., M.T.
NIP. 19901001 201903 2 018

Mengetahui,

Koordinator Program Studi



Ahmad Rosyid Idris, S.T., M.T.
NIP 19860404 201504 1 001

HALAMAN PENERIMAAN

Panitia ujian sidang skripsi menyetujui dan menerima dengan baik skripsi dengan judul “**Analisis Prediksi *Output* Energi Listrik PLTA Bakarlu Sampai Tahun 2030**”. Yang diajukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat ujian guna menyelesaikan Program Studi Teknik Listrik pada Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 30 September 2024

Tim Penguji Skripsi Tugas Akhir:

1. Dr. Ir. Satriani Said Akhmad, M.T. (Ketua) ()
2. Bakhtiar, S.T., M.T. (Sekretaris) ()
3. Wisna Saputri Alvira WS, S.Pd., M.T. (Angota I) ()
4. Sarma Thaha, S.T., M.T. (Pembimbing I) ()
5. Andarini Asri, S.T., M.T. (Pembimbing II) ()

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena, rahmat dan karuniaNya-lah sehingga dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan judul “Analisis Prediksi *Output* Energi Listrik PLTA Bakaru Sampai Tahun 2030”.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini, dapat diselesaikan karena dukungan dari berbagai pihak, baik yang berupa dukungan moril maupun material. Dengan segala keikhlasan dan kerendahan hati, penulis menyampaikan terima kasih dan penghargaan kepada:

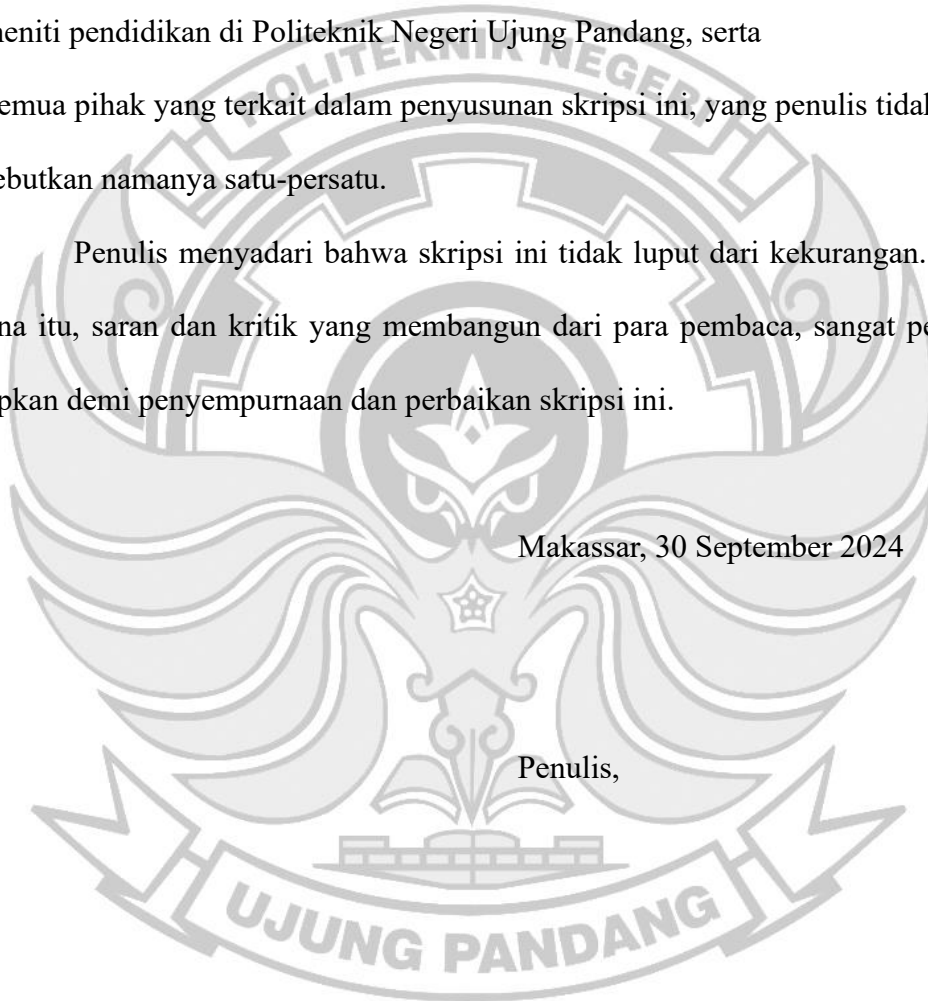
1. Kedua Orang Tua dan Keluarga tercinta, yang telah memberikan dukungan berupa moril dan material, serta yang paling utama adalah doa yang hingga saat ini masih tercurahkan;
2. Ir. Ilyas Mansur, M.T. selaku Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang;
3. Prof. Ahmad Rizal Sultan, S.T., M.T., Ph.D. sebagai Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang;
4. Ahmad Rosyid Idris, S.T., M.T. sebagai Koordinator Program Studi D-IV Teknik Listrik;
5. Sarma Thaha, S.T., M.T. dan Andarini Asri, S.T., M.T. selaku Pengarah 1 dan Pengarah 2, yang mana keduanya dengan penuh kesabaran memberikan bantuan, dorongan dan bimbingan sejak awal penyusunan skripsi ini hingga dapat terselesaikan;
6. Muh. Imran Bachtiar, S.T., M.T. selaku Wali Kelas 4B D4 Teknik Listrik yang senantiasa memberikan dukungan moril selama kuliah;

7. Seluruh dosen dan staf Jurusan Teknik Listrik yang tidak bisa penulis sebutkan namanya satu-persatu, atas segala ilmu dan dampingannya selama penulis menjalankan perkuliahan;
8. Seluruh teman-teman seperjuangan D4 Teknik Listrik, utamanya teman-teman kelas 4B D4 Teknik Listrik atas segala dorongan dan dukungannya selama meniti pendidikan di Politeknik Negeri Ujung Pandang, serta
9. Semua pihak yang terkait dalam penyusunan skripsi ini, yang penulis tidak bisa sebutkan namanya satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak luput dari kekurangan. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun dari para pembaca, sangat penulis harapkan demi penyempurnaan dan perbaikan skripsi ini.

Makassar, 30 September 2024

Penulis,



SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Andi Nurul Afifah Alfiyyah

NIM : 421 20 029

menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini yang berjudul “Analisis Prediksi *Output* Energi Listrik PLTA Bakaru sampai Tahun 2030” merupakan gagasan dan hasil karya saya sendiri dengan arahan komisi pembimbing, dan belum pernah diajukan dalam bentuk apapun pada perguruan tinggi dan instansi manapun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam skripsi ini.

Jika pernyataan saya tersebut diatas tidak benar, saya siap menanggung resiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 30 September 2024



Andi Nurul Afifah Alfiyyah
421 20 029

ANALISIS PREDIKSI *OUTPUT* ENERGI LISTRIK PLTA BAKARU SAMPAI TAHUN 2030

RINGKASAN

Kebutuhan energi listrik di Indonesia semakin meningkat seiring dengan kemajuan zaman dan berbagai kebutuhan manusia. Salah satu sumber energi terbarukan yang dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan tersebut adalah Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA), yang memiliki potensi besar di Indonesia karena kondisi iklim tropis dengan curah hujan tinggi. Namun, perubahan iklim global dan fenomena *El Nino* sering menyebabkan fluktuasi curah hujan, yang berdampak signifikan terhadap debit air sungai dan kapasitas produksi PLTA. Penelitian ini berfokus pada PLTA Bakaru, yang mengalami penurunan kapasitas produksi hingga 75% selama fenomena *El Nino*. Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi *output* energi listrik PLTA Bakaru hingga tahun 2030 serta menganalisis pengaruh curah hujan, debit air, dan sedimentasi terhadap produksinya. Dengan menggunakan metode *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) dan data produksi energi listrik PLTA Bakaru dari tahun 2017 hingga 2023, penelitian ini memberikan prakiraan fluktuasi produksi listrik ke depan. Hasil prakiraan menunjukkan bahwa produksi listrik akan mencapai puncaknya pada Januari 2024 dengan 77,375 MW, sementara titik terendahnya akan terjadi pada November 2024 dengan 71,926 MW. Keakuratan model diukur menggunakan *Mean Squared Error* (MSE), yang mencapai nilai sebesar 147,548, menunjukkan tingkat akurasi yang memadai untuk model prediksi ini.

Kata kunci: PLTA, Prediksi, ARIMA.

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PENERIMAAN	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
SURAT PERNYATAAN	vi
RINGKASAN	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan masalah	2
1.3 Ruang Lingkup Penelitian	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Air	5
2.1.1 Komponen Pembangkit Listrik Tenaga Air.....	5
2.1.2 Klasifikasi Pembangkit Listrik Tenaga Air	12
2.2 Faktor Yang Mempengaruhi <i>Output</i> Energi Listrik.....	15
2.2.1 Curah Hujan.....	15
2.2.2 Hubungan Antara Curah Hujan Terhadap Produktifitas Energi Listrik	16
2.2.3 Debit Air.....	16
2.2.4 Sedimentasi.....	17

2.2.5 Dampak Sedimentasi terhadap Kapasitas PLTA.....	17
2.3 Pembangkit Listrik Tenaga Air Bakaru	18
2.4 Prediksi (<i>Forecasting</i>)	19
2.5 Metode Prediksi <i>Autoregressive Integrated Moving Average</i> (ARIMA)	19
2.5.1 Stasioner Data.....	20
2.5.2 Fungsi Autokorelasi dan Autokorelasi Parsial	21
2.5.3 Identifikasi Model.....	23
2.5.4 Tahap Estimasi Parameter	24
2.6 Penggunaan <i>Software</i> Minitab	25
2.7 Penggunaan <i>Software</i> SPSS.....	25
BAB III METODE PENELITIAN.....	26
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	26
3.2 Teknik Pengumpulan Data.....	26
3.3 Data Penelitian.....	27
3.4 Metode Analisis Data.....	27
3.5 Teknik analisis Data.....	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	30
4.1 Data Penelitian.....	30
4.2 Prediksi <i>Output</i> energi Listrik PLTA Bakaru sampai Tahun 2030.....	52
4.2.1 Pengolahan Data Metode ARIMA	54
4.2.2 Identifikasi Model ARIMA.....	54
4.2.3 Estimasi Uji Signifikan Parameter	58
4.2.4 Memilih Model ARIMA Yang Terbaik	60
4.2.5 Hasil Prediksi Data Produksi Energi Listrik PLTA Bakaru	60

4.2.6 Validasi dan Perbandingan Metode Prediksi Terhadap Data Aktual ...	62
4.3 Analisis Pengaruh curah hujan dan debit air terhadap output energi listrik	
PLTA Bakaru.....	65
4.3.1 Pengolahan Data dengan Analisis Regresi Linear Berganda	65
4.3.2 Pengujian Asumsi Klasik	66
4.3.3 Pengujian Hipotesis	69
4.3.4 Hasil pengujian pengaruh curah hujan dan debit air terhadap produktivitas energi listrik yang dihasilkan di PLTA Bakaru.....	72
4.4 Pengaruh Sedimentasi terhadap Bendungan PLTA Bakaru	73
4.3.1 Laju Sedimentasi Bendungan PLTA Bakaru	78
BAB V KESIMPULAN	82
5.1 KESIMPULAN	82
5.2 SARAN	83
DAFTAR PUSTAKA	84
LAMPIRAN.....	86

DAFTAR GAMBAR

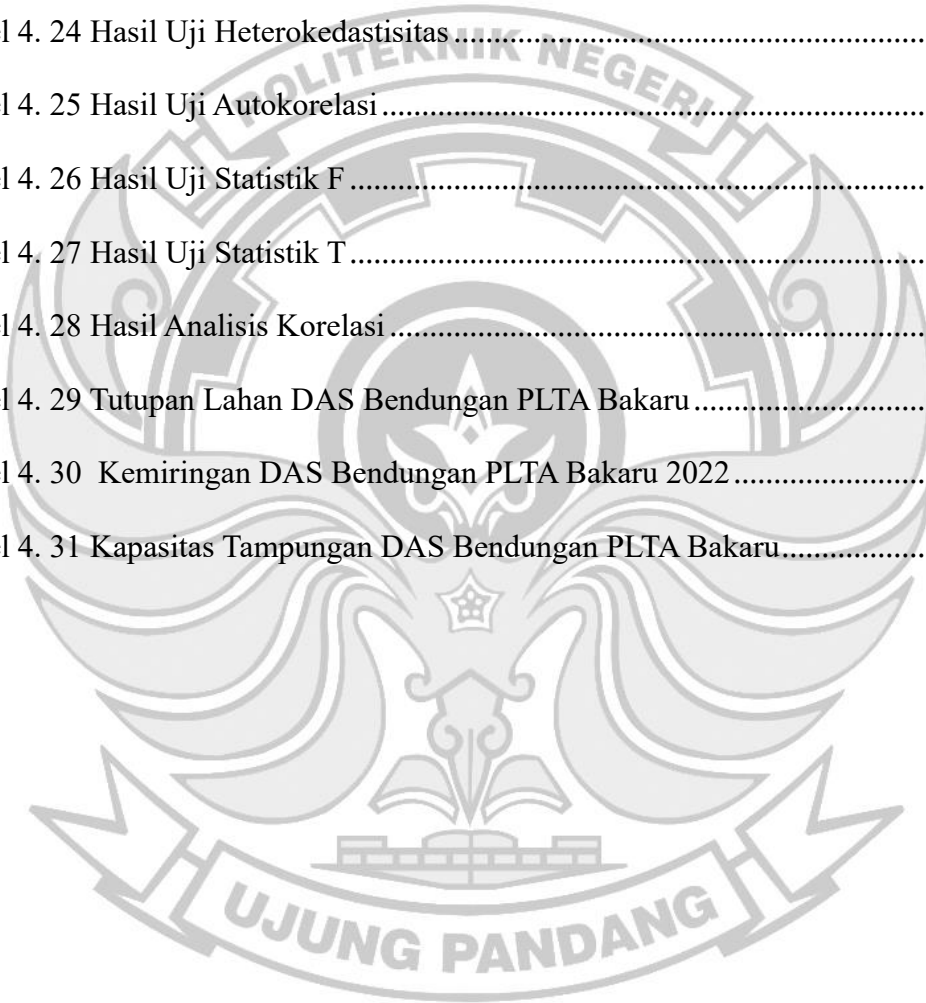
Gambar 2. 1 Bendungan.....	6
Gambar 2. 2 <i>Penstock</i>	8
Gambar 2. 3 Turbin <i>Francis</i>	9
Gambar 2. 4 Generator.....	10
Gambar 2. 5 Transformator.....	11
Gambar 2.6 PLTA <i>Run of River</i>	13
Gambar 2.7 PLTA <i>Reservoir</i>	14
Gambar 2.8 <i>Regulating Pond</i>	14
Gambar 2.9 <i>Pumped Storage</i>	15
Gambar 3. 1 <i>Flowchart</i> Penelitian	29
Gambar 4. 1 Produksi Energi Listrik PLTA Bakaru.....	32
Gambar 4. 2 Data Curah Hujan Tahun 2017.....	34
Gambar 4. 3 Data Curah Hujan Tahun 2018.....	35
Gambar 4. 4 Data Curah Hujan Tahun 2019.....	36
Gambar 4. 5 Data Curah Hujan Tahun 2020.....	38
Gambar 4. 6 Data Curah Hujan Tahun 2021.....	39
Gambar 4. 7 Data Curah Hujan Tahun 2022.....	41
Gambar 4. 8 Data Curah Hujan Tahun 2023.....	42
Gambar 4. 9 Data Debit Air Tahun 2017	44
Gambar 4. 10 Data Debit Air Tahun 2018	45
Gambar 4. 11 Data Debit Air Tahun 2019.....	46
Gambar 4. 12 Data Debit Air Tahun 2020	48

Gambar 4. 13 Data Debit Air Tahun 2021	49
Gambar 4. 14 Data Debit Air Tahun 2022	50
Gambar 4. 15 Data Debit Air Tahun 2023	52
Gambar 4. 16 Produksi Energi Listrik PLTA Bakaru.....	53
Gambar 4. 18 <i>Plot Box-Cox</i> Produksi Energi Listrik.....	55
Gambar 4. 19 <i>Plot Box-Cox</i> Transformasi Produksi Energi Listrik.....	55
Gambar 4. 20 <i>Plot Time series</i> Produksi Energi Listrik.....	56
Gambar 4. 21 Grafik <i>Plot</i> PACF Produksi Energi Listrik.....	57
Gambar 4. 22 Grafik <i>Plot</i> ACF Produksi Energi Listrik.....	58
Gambar 4. 23 Prediksi produksi energi listrik PLTA Bakaru.....	61
Gambar 4. 24 Perbandingan Prediksi ARIMA dengan Data Aktual	64
Gambar 4. 25 Data Curah Hujan, Debit Air dan Produksi Energi Listrik.....	72
Gambar 4. 26 Peta Tutupan DAS Bendungan PLTA Bakaru 2022	75
Gambar 4. 27 Peta Kemiringan DAS Bendungan PLTA Bakaru 2022	77
Gambar 4. 28 Kondisi Hulu Bendungan	80
Gambar 4. 29 Kondisi Hulu Bendungan saat Pengosongan Waduk	80

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Klasifikasi PLTA berdasarkan daya yang dihasilkan	12
Tabel 2. 2 Klasifikasi PLTA berdasarkan tinggi jatuh efektif (<i>head</i>).....	12
Tabel 2. 3 Cara menentukan model yang dipilih untuk memenuhi.....	24
Tabel 4. 1 Data Produksi Energi Listrik PLTA Bakaru Tahun 2017 sampai 2023	31
Tabel 4. 2 Data Curah Hujan Tahun 2017.....	33
Tabel 4. 3 Data Curah Hujan Tahun 2018.....	34
Tabel 4. 4 Data Curah Hujan Tahun 2019.....	36
Tabel 4. 5 Data Curah Hujan Tahun 2020.....	37
Tabel 4. 6 Data Curah Hujan Tahun 2021.....	38
Tabel 4. 7 Data Curah Hujan Tahun 2022.....	40
Tabel 4. 8 Data Curah Hujan Tahun 2023.....	41
Tabel 4. 9 Data Debit Air Tahun 2017	43
Tabel 4. 10 Data Debit Air Tahun 2018	44
Tabel 4. 11 Data Debit Air Tahun 2019.....	46
Tabel 4. 12 Data Debit Air Tahun 2020	47
Tabel 4. 13 Data Debit Air Tahun 2021	48
Tabel 4. 14 Data Debit Air Tahun 2022	50
Tabel 4. 15 Data Debit Air Tahun 2023	51
Tabel 4. 16 Produksi Energi Listrik PLTA Bakaru.....	53
Tabel 4. 18 Estimasi model ARIMA data produksi energi listrik PLTA Bakaru....	59
Tabel 4. 19 Nilai MSE model ARIMA data produksi energi listrik PLTA Bakaru	60

Tabel 4. 20 Data hasil prediksi produksi energi listrik PLTA Bakaru	61
Tabel 4. 21 Data perbandingan prediksi ARIMA dengan data aktual Januari 2020 sampai Desember 2021	62
Tabel 4. 22 Hasil Pengujian Normalitas dengan Uji (<i>Kolmogrov-Smirnov</i>).....	66
Tabel 4. 23 Hasil Pengujian Multikolinearitas	67
Tabel 4. 24 Hasil Uji Heterokedastisitas	68
Tabel 4. 25 Hasil Uji Autokorelasi	69
Tabel 4. 26 Hasil Uji Statistik F	69
Tabel 4. 27 Hasil Uji Statistik T	70
Tabel 4. 28 Hasil Analisis Korelasi	71
Tabel 4. 29 Tutupan Lahan DAS Bendungan PLTA Bakaru	73
Tabel 4. 30 Kemiringan DAS Bendungan PLTA Bakaru 2022	76
Tabel 4. 31 Kapasitas Tampungan DAS Bendungan PLTA Bakaru.....	79



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan energi semakin meningkat sejalan dengan kemajuan zaman dan berbagai kebutuhan manusia. Salah satu bentuk energi yang tidak dapat terlepas dari kehidupan manusia adalah energi listrik (Setiawan, 2023). Energi listrik sebagai salah satu infrastruktur yang menyangkut hajat hidup orang banyak maka penyediaan energi listrik harus dapat menjamin tersedianya dalam jumlah yang cukup (Mubarok & Alfi, 2018).

Untuk memenuhi kebutuhan energi tersebut, Indonesia telah menggunakan berbagai jenis sumber energi, baik terbarukan maupun tidak terbarukan. Energi terbarukan adalah energi yang diperoleh dari sumber daya alam yang tak terbatas dan tidak pernah habis. Salah satu pembangkit listrik energi terbarukan adalah Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA). PLTA memanfaatkan energi potensial dan energi kinetik dari air baik dari bendungan, air terjun maupun aliran sungai. Energi potensial dan energi kinetik dari air dirubah menjadi energi mekanik oleh turbin air dan kemudian energi mekanik dirubah menjadi energi listrik oleh generator (Ir. Basori, 2016).

Sebagai negara tropis, Indonesia memiliki curah hujan yang cukup tinggi dan sebaran sungai yang luas. Hal ini menjadikan Indonesia memiliki potensi besar dalam pengembangan PLTA. Namun, perubahan iklim global dan fenomena *El Nino* seringkali menyebabkan fluktuasi curah hujan yang signifikan, yang berdampak pada debit air sungai dan kapasitas PLTA.

El Nino adalah fenomena perubahan iklim secara global yang diakibatkan oleh memanasnya suhu permukaan air laut Pasifik bagian timur (Safitri, 2015). Fenomena ini memiliki dampak yang signifikan terhadap pola cuaca dan iklim di berbagai belahan dunia, termasuk di Indonesia. Makassar, sebagai salah satu kota besar di Indonesia yang terletak di Sulawesi Selatan, tidak luput dari pengaruh fenomena *El Nino*.

Musim kemarau yang berlangsung cukup panjang tahun ini mempengaruhi operasi beberapa PLTA. Kemampuan PLTA di Sulawesi bagian Selatan (Sulbagsel) turun sekitar 75% akibat kemarau panjang yang disebabkan dampak dari fenomena *El Nino*. Dari total 850 Megawatt (MW) yang bisa diproduksi, kini hanya mampu sekitar 200 MW saja yang berjalan (Syarif, 2023). Kondisi ini menyebabkan defisit energi di wilayah tersebut yang berdampak pada pemadaman bergilir di wilayah Sulawesi Selatan, Sulawesi Barat, dan Sulawesi Tenggara.

Berdasarkan uraian di atas, peneliti akan melakukan penelitian dengan membantu dalam penghitungan dan prediksi *output* energi listrik yang dapat dihasilkan oleh PLTA, sehingga diharapkan dapat dilakukan upaya-upaya peningkatan efisiensi dan optimalisasi produksi listrik oleh PLTA ditahun 2024. Oleh karena itu judul penelitian ini menjadi “Analisis Prediksi *Output* Energi Listrik PLTA Bakaru Sampai Tahun 2030”.

1.2 Rumusan masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah di kemukakan di atas, masalah dapat di identifikasi sebagai berikut:

1. Bagaimana prediksi *output* energi listrik PLTA Bakaru hingga tahun 2030?
2. Bagaimana pengaruh perubahan curah hujan dan debit air terhadap *output* energi listrik PLTA Bakaru?
3. Bagaimana pengaruh sedimentasi terhadap *output* energi listrik PLTA Bakaru?

1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Batasan masalah digunakan untuk membatasi beberapa masalah yang akan di angkat dan tidak menyimpang dari permasalahan penelitian. Dalam penelitian ini yang menjadi batasan masalah adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini menganbil data PLTA Bakaru, Kecamatan Lembang Kabupaten Pinrang.
2. Metode forecasting pada penelitian ini menggunakan model *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA).
3. Data yang digunakan merupakan data *output* energi listrik, curah hujan dan debit air PLTA Bakaru pada tahun 2017 sampai tahun 2023.

1.4 Tujuan Penelitian

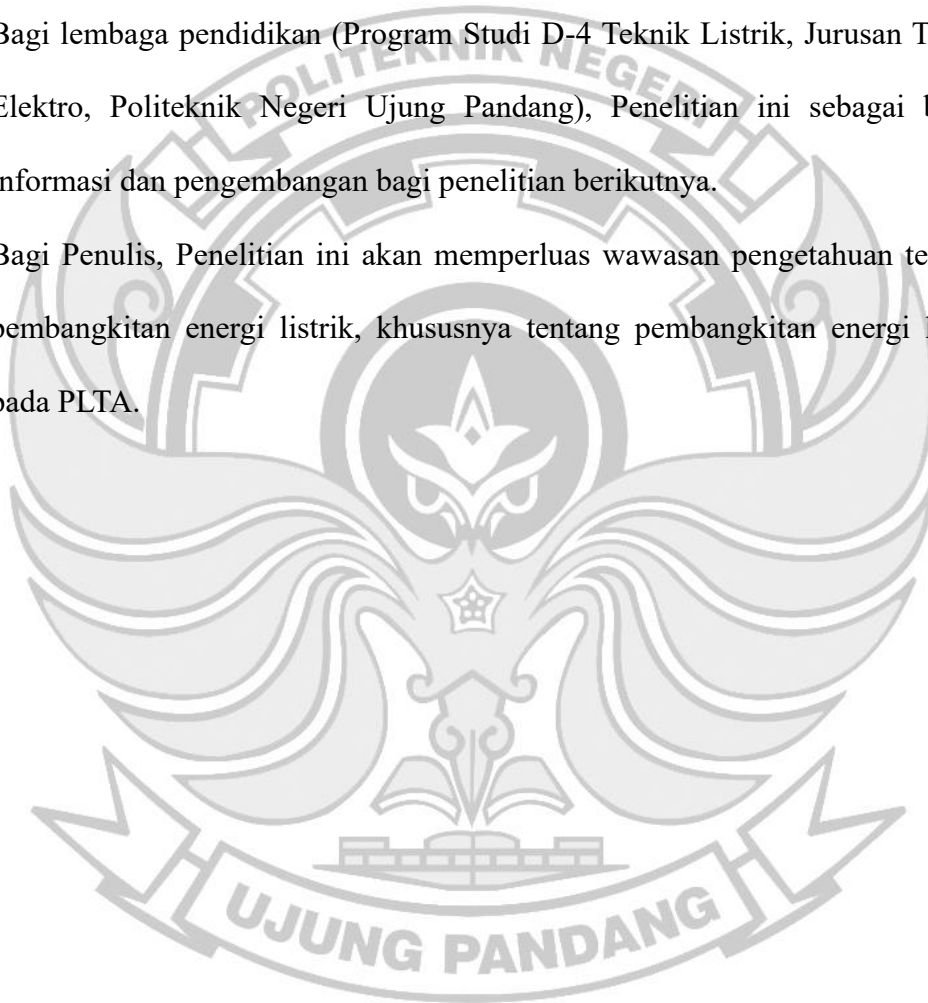
Berdasarkan rumusan masalah diatas dapat diketahui tujuan dari penelitian yaitu:

1. Menganalisis prediksi *output* energi listrik PLTA Bakaru hingga tahun 2030.
2. Menganalisis dampak perubahan curah hujan terhadap *output* energi listrik PLTA Bakaru.
3. Menganalisis pengaruh sedimentasi terhadap *output* energi listrik PLTA Bakaru.

1.5 Manfaat Penelitian

Sesuai dengan rumusan masalah dan tujuan dari penelitian di atas, manfaat yang dapat diperoleh adalah sebagai berikut:

1. Bagi PLTA Bakaru, Penelitian ini akan memberikan pengetahuan yang lebih baik tentang bagaimana curah hujan mempengaruhi kapasitas PLTA Bakaru.
2. Bagi lembaga pendidikan (Program Studi D-4 Teknik Listrik, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Ujung Pandang), Penelitian ini sebagai bahan informasi dan pengembangan bagi penelitian berikutnya.
3. Bagi Penulis, Penelitian ini akan memperluas wawasan pengetahuan tentang pembangkitan energi listrik, khususnya tentang pembangkitan energi listrik pada PLTA.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Air

Pembangkit listrik tenaga air merupakan sistem pembangkit yang menghasilkan energi listrik dengan cara memanfaatkan aliran dari air untuk memutar turbin dan generator yang kemudian diubah menjadi energi listrik. Pembangkit listrik tenaga air merupakan pembangkit yang ramah terhadap lingkungan dan pengoperasiannya sangat mudah (Lukman et al., 2023).

Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) bekerja dengan cara merubah energi potensial dari bendungan (dam) atau air terjun menjadi energi mekanik dengan bantuan turbin air dan dari energi mekanik menjadi energi listrik dengan bantuan generator (Arifin, 2017).

2.1.1 Komponen Pembangkit Listrik Tenaga Air

Pembangkit Listrik Tenaga Air secara umum memiliki beberapa bagian yang digunakan di dalam proses pembangkitan tenaga listrik. Bagian-bagian tersebut di antaranya:

1. Bendungan

Waduk atau Bendungan yang berfungsi sebagai penyimpan atau penampung sumber energi, yaitu air. Bendungan juga berguna agar permukaan air dapat meningkat sehingga aliran air lebih kuat dalam memutar turbin (Widharma, 2021).

Adapun Spesifikasi Bendungan PLTA Bakaru adalah sebagai berikut:

Jenis	: Beton Gravitasi
Tinggi	: 16.50 m
Panjang Puncak	: 22.50 m
Volume Bendungan	: 22.210 m^3
Kapasitas Debit	: 2.500 m^3 /detik
Pintu Banjir	: 4 pintu radial baja (10.50×8.00 m)
Pintu Drainase Pasir	: 2 pintu radial baja (10.50×10.00 m)
Pintu Kedap Air	: 2 pintu rol baja (10.50×10.00 m)
Pintu Pengatur Debit	: 2 pintu rol baja (4.00×4.00 m)



Gambar 2. 1 Bendungan

(Sumber: PT PLN (Persero) Laporan Konsultasi Izin Operasi Bendungan.
Inspeksi Besar Bendungan dan Rencana Tanggap Darurat Bendungan PLTA
Bakaru Januari 2021)

2. *Headrace*

Terowongan *head race* berfungsi untuk mengalirkan air dari waduk menuju turbin melalui pipa pesat (*penstock*) terletak 47 meter di bawah puncak bendungan (Arifin, 2017).

Spesifikasi *Headrace* PLTA Bakaru:

Tipe	: Terowongan Beton Bertekanan Sirkular
Panjang	: 6.057 m
Diameter Dalam	: 4.50 m
Ketebalan Lapisan Beton	: 0.40 ~ 0.50 m

3. *Surge Tank*

Surge Tank berfungsi menyerap tekanan air yang tiba-tiba terjadi pada pipa pesat apabila debit air yang masuk ke turbin berkurang atau berhenti. *Surge Tank* merupakan bagian pengaman PLTA jika terjadi perubahan tekanan baik karena perubahan elevasi waduk, tekanan gelombang dan adanya *water hammer* akibat benturan dari waduk (Arifin, 2017).

Spesifikasi *Surge Tank* PLTA Bakaru:

Tipe	: Tangki pendatar dengan lubang terbatas
Tinggi	: 42 meter
Diameter atas	: 18 m
Diameter bawah	: 10 m

4. *Penstock*

Pipa Pesat/*Penstock* adalah alat yang berfungsi untuk menyalurkan dan mengarahkan air menuju turbin (Widharma, 2021).

Spesifikasi *penstock* PLTA Bakaru:

Jenis	: Pipa Baja. Umumnya Terbuka. Bercabang Dua di Bagian Bawah
Panjang	: 1.698.00 m
Diameter Rata-rata	: 4.40 m – 3.40 m – 1.60 m
Ketebalan	: 13.00 – 39.00 mm



Gambar 2. 2 *Penstock*

(Sumber: PT PLN (Persero) Laporan Konsultansi Izin Operasi Bendungan. Inspeksi Besar Bendungan dan Rencana Tanggap Darurat Bendungan PLTA Bakaru Januari 2021)

5. Turbin

Turbin merupakan komponen untuk mengubah energi potensial air menjadi energi mekanik. Prinsip dasar turbin seperti kincir angin. pembedanya hanyalah sumber penggeraknya (Widharma, 2021).

Spesifikasi Turbin PLTA Bakaru:

Type : Francis. *Vertical Shaft*.

Daya : 64.6 MW (*head* 320.6 m)

Putaran : 500 rpm

Kapasitas aliran air : 22.5 m³/detik

Jumlah : 2 Unit

Pabrik pembuat : TOSHIBA Tahun 1989



Gambar 2. 3 Turbin *Francis*

(Sumber: PT PLN (Persero) Laporan Konsultansi Izin Operasi Bendungan. Inspeksi Besar Bendungan dan Rencana Tanggap Darurat Bendungan PLTA Bakaru Januari 2021)

6. Generator

Generator adalah sebuah alat yang memproduksi energi listrik dari sumber energi mekanik, biasanya dengan menggunakan induksi elektromagnetik. Generator dihubungkan dengan turbin melalui gigi-gigi putar sehingga ketika baling-baling turbin berputar maka generator juga ikut berputar. Generator selanjutnya merubah energi mekanik dari turbin menjadi energi elektrik (Arifin, 2017). Pada PLTA Bakaru, jenis generator yang digunakan adalah generator sinkron.

Spesifikasi generator PLTA Bakaru:

Type : Poros tegak. generator sinkron
Tegangan : 11KV
Kuat arus : 3.674 KVA
Daya : 70000 KVA
Frekuensi : 50Hz
Faktor kerja : 0.9 *Lagging*
Putaran : 5000 rpm
Kelas isolasi : B
Tegangan eksitasi : 245 V
Arus eksitasi : 712 A
Pabrik pembuat : *Meidensha* tahun 1989



Gambar 2. 4 Generator

(Sumber: PT PLN (Persero) Laporan Konsultansi Izin Operasi Bendungan.
Inspeksi Besar Bendungan dan Rencana Tanggap Darurat Bendungan PLTA
Bakaru Januari 2021)

7. Transformator

Transformator berfungsi untuk menaikkan tegangan yang dihasilkan oleh generator. Umumnya tegangan yang dihasilkan oleh generator 6.3 kilovolt (kV) hingga 11 kilovolt (kV) kemudian dinaikkan menjadi 20 kV atau 150 kV.

Spesifikasi Generator PLTA Bakaru:

Type	: Luar ruangan khusus tiga fasa
Kapasitas	: 70.00 kVA
Tegangan	: 11 kv/150 kv
Jumlah	: 2 Unit



Gambar 2. 5 Transformator

(Sumber: PT PLN (Persero) Laporan Konsultansi Izin Operasi Bendungan. Inspeksi Besar Bendungan dan Rencana Tanggap Darurat Bendungan PLTA Bakaru Januari 2021)

2.1.2 Klasifikasi Pembangkit Listrik Tenaga Air

Pembangkit listrik tenaga air diklasifikasikan ke dalam beberapa jenis. Berikut adalah berbagai jenis PLTA (*Dr. phil. Nurhening Yuniarti & Aji, 2019*).

2.1.2.1 Klasifikasi PLTA Berdasarkan Daya dan Head

PLTA dapat di klasifikasikan berdasarkan daya yang dihasilkan dan diimplementasikan baik untuk kegunaan industri atau hanya kegunaan sebagai pembangkit kecil.

Tabel 2. 1 Klasifikasi PLTA berdasarkan daya yang dihasilkan

No	Nama	Kapasitas Pembangkit
1	PLTA <i>Picohydro</i>	< 0.5 KW
2	PLTA <i>Microhydro</i>	0.5 sampai 100 KW
3	PLTA <i>Minihydro</i>	100 sampai 1000 KW
4	PLTA Skala Kecil	1 sampai 10 MW
5	PLTA Skala Besar	> 10 MW

Sumber: (Devianti et al., 2020)

Tabel 2. 2 Klasifikasi PLTA berdasarkan tinggi jatuh efektif (*head*)

No	Nama	Kapasitas Pembangkit
1	Rendah	2 sampai 30 Meter
2	Menengah	30 sampai 100 Meter
3	Tinggi	> 100 Meter

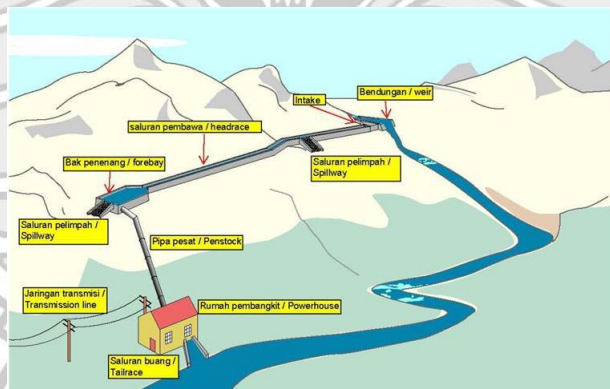
Sumber: (Devianti et al., 2020)

2.1.2.2 Klasifikasi PLTA Berdasarkan Desain

Klasifikasi Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) berdasarkan desain dibagi menjadi tiga jenis. Berikut adalah penjelasan tentang masing-masing jenis PLTA tersebut.

1. PLTA *Run of River*

Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) *Bakaru* merupakan pembangkit listrik dengan tipe *run of river*. Gambar di bawah mengilustrasikan skema pembangkit listrik tenaga air *run of river*, air diambil dari sungai dengan mengalihkannya melalui suatu saluran air. Sebelum air mengalir menuju turbin, air melewati tangki pengendapan dimana air diperlambat untuk mengendapkan kotoran atau endapan yang mengalir bersama air sebelumnya. Sebuah pipa tekanan atau disebut sebagai *penstock* mengalirkan air dari tangki pengendapan menuju turbin.



Gambar 2.6 PLTA *Run of River*

(Sumber: Wisnaningsih. 2021)

2. PLTA *Reservoir*

PLTA *Reservoir* (Waduk) merupakan jenis pembangkit listrik tenaga air yang memanfaatkan bendungan atau waduk untuk meningkatkan ketinggian air sehingga akan meningkatkan energi potensial yang dihasilkan oleh air itu sendiri.



Gambar 2.7 PLTA *Reservoir*

(Sumber: Nurhening. 2019)

PLTA *reservoir* memiliki keunggulan dibandingkan jenis *Run of River* karena debit air dapat diatur sesuai dengan kebutuhan serta ketika kemarau air dapat dipompakan kembali menuju waduk. PLTA jenis *Reservoir* terbagi menjadi dua jenis yaitu:

a. PLTA Kolam Pengatur (*Regulating Pond*)

PLTA jenis ini memanfaatkan area yang luas untuk mengatur jumlah debit air yang mengalir kepada turbin. PLTA dengan kolam pengatur ini merupakan jenis PLTA yang paling banyak digunakan di Indonesia.

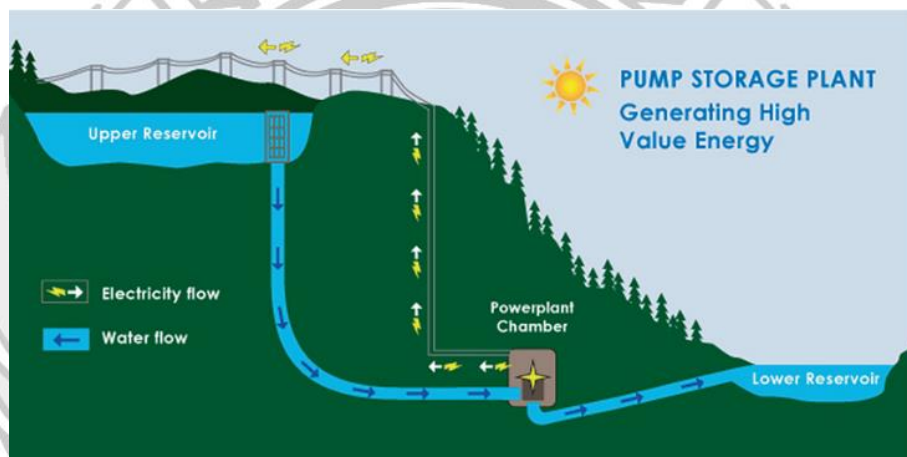


Gambar 2.8 *Regulating Pond*

(Sumber: Nurhening. 2019)

b. PLTA Pompa (Pumped Storage)

PLTA Pompa (*pumped storage*) merupakan jenis pembangkit listrik tenaga air yang memompakan kembali sisa air yang telah melewati turbin menuju dam atau *reservoir* untuk digunakan kembali. Proses pemompaan air ini biasanya dilakukan pada malam hari setelah melewati beban puncak (*Peak*). PLTA ini memiliki 2 saluran air yaitu saluran utama untuk mengalirkan air dari hulu ke hilir dan saluran untuk memompa air dari hilir ke hulu.



Gambar 2.9 *Pumped Storage*
(Sumber: Nurhening, 2019)

2.2 Faktor Yang Mempengaruhi *Output* Energi Listrik

Kapasitas Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor. Berikut adalah beberapa faktor tersebut.

2.2.1 Curah Hujan

Curah hujan merupakan ketinggian air hujan yang terkumpul dalam tempat yang datar, tidak menguap, tidak meresap dan tidak mengalir (Zakaria et al., 2021).

Pada umumnya curah hujan akan semakin tinggi di daerah pegunungan. di Indonesia yang memiliki kepulauan maritim dan berada di wilayah tropik memiliki curah hujan tahunan yang tinggi. Curah hujan yang tinggi di wilayah tropic umumnya dihasilkan dari proses konveksi dan pembuatan awan panas (Mulyono, 2014).

2.2.2 Hubungan Antara Curah Hujan Terhadap Produktifitas Energi Listrik

Curah hujan memiliki peran penting dalam produktivitas Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA). Sebagai sumber energi terbarukan, PLTA mengandalkan aliran air untuk menghasilkan listrik. Curah hujan yang tinggi cenderung meningkatkan debit air di sungai dan waduk, yang pada gilirannya dapat meningkatkan *output* energi dari PLTA.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Gunawan et al., 2020) curah hujan memiliki pengaruh signifikan terhadap debit air yang masuk ke kolam tandon harian. Dengan meningkatnya intensitas curah hujan, debit air di hulu sungai juga mengalami peningkatan. Debit air ini memiliki pengaruh langsung terhadap produktivitas energi listrik yang dihasilkan oleh PLTA. Dengan kata lain, debit air yang tinggi dapat meningkatkan produktivitas energi listrik.

2.2.3 Debit Air

Debit dapat diartikan sebagai jumlah air yang mengalir di dalam saluran atau sungai per unit waktu (Lukman et al., 2023). Besaran satuan dari debit air biasanya menggunakan satuan liter ataupun m^3 .

Debit air biasanya berpengaruh pada penggolongan sungai, dimana jika debit pada sungai itu besar maka dikatakan sungai besar dan sebaliknya, besar kecilnya debit air dipengaruhi oleh musim yaitu jika musim hujan maka debit air yang akan meningkat dan jika pada musim kemarau maka debit akan menurun (Mulyono, 2014). Debit air pada pembangkit listrik tenaga air biasanya di lihat dari banyaknya air yang masuk pada suatu waduk dan sering disebut juga dengan nama kolam tandon harian (Febriansyah, 2023).

2.2.4 Sedimentasi

Sedimentasi merupakan suatu peristiwa alam atau proses pengendapan partikel-partikel sedimen yang membentuk menjadi satu kesatuan dan mengendap pada dasar perairan. Dalam waktu yang lama proses sedimentasi ini akan menimbulkan pendangkalan yang cukup signifikan, sehingga jika tidak ditangani secara bertahap maka kapasitas air pada bendungan akan berkurang oleh volume sedimen (Irwan et al., 2020).

Mekanisme pengangkutan sedimen butir-butir tanah yang di bawah dalam air yang mengalir dapat digolongkan menjadi beberapa bagian, yaitu *wash load* atau sedimen bersih, *suspended load transport* atau angkutan sedimen melayang, *salation load transport* atau angkutan sedimen loncat an *bed load transport* atau angkutan sedimen dasar (Adnan & Muflihini, 2018).

2.2.5 Dampak Sedimentasi terhadap Kapasitas PLTA

Sedimentasi merupakan salah satu faktor penting yang dapat mempengaruhi kapasitas Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA). Proses ini melibatkan

pengendapan partikel-partikel yang dibawa oleh aliran air ke dalam waduk PLTA. Jika saluran yang menuju turbin ataupun reservoir tertutup oleh sedimen, maka energi listrik yang dibangkitkan menjadi lebih rendah karena kapasitas air berkurang oleh volume sedimen yang terdapat di saluran intake maupun reservoir. Begitu pula apabila sedimen atau endapan sampai masuk ke turbin, dapat mengakibatkan kerusakan pada turbin PLTA (Irwan et al., 2020).

Penelitian yang dilakukan oleh (Wahid, 2007) merupakan penelitian penting dalam bidang sedimentasi. Dia mengembangkan model untuk memahami perkembangan laju sedimentasi di Waduk Bakaru, yang berlokasi di hulu sub-DAS Mamasa, Propinsi Sulawesi Selatan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa laju sedimentasi di dalam waduk memiliki dampak signifikan terhadap suplai tenaga listrik dari PLTA Bakaru. Dengan kata lain, peningkatan laju sedimentasi dapat mengurangi kapasitas pembangkitan listrik PLTA Bakaru.

2.3 Pembangkit Listrik Tenaga Air Bakaru

PLTA Bakaru adalah salah satu pembangkit listrik tenaga air milik PT. Perusahaan Listrik Negara (Persero) yang dibangun untuk meningkatkan penyediaan produksi tenaga non BBM di Sulawesi Selatan yaitu dengan memanfaatkan energi potensial air. PLTA Bakaru, yang berlokasi di Desa Ulusaddang, Kecamatan Lembang, Kabupaten Pinrang, Sulawesi Selatan diresmikan oleh Presiden Soeharto pada 13 Mei 1991. Dengan kapasitas daya terpasang sebesar 2 x 63 MW. Energi yang dihasilkan oleh PLTA Bakaru digunakan

untuk mensuplai kebutuhan energi pada sistem kelistrikan Sulawesi Selatan dan Sulawesi Barat (Sistem Sulselbar).

2.4 Prediksi (*Forecasting*)

Prediksi merupakan suatu proses prakiraan mengenai terjadinya suatu kejadian ilmiah di waktu yang akan datang berdasarkan keadaan di waktu lampau. Prediksi dilakukan dengan menggunakan data dari masa lalu dari satu atau lebih variabel untuk mengestimasi nilai di masa yang akan datang. Prediksi yang efektif sangat dibutuhkan untuk mencapai tujuan strategis dan operasional dari semua institusi atau industri (Hakim, 2019).

2.5 Metode Prediksi *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA)

ARIMA adalah suatu metode statistik yang digunakan untuk menganalisis dan meramalkan data deret waktu. Metode ini memadukan tiga komponen utama: *Autoregressive* (AR), *Integrated* (I), dan *Moving Average* (MA) (Utama & Novita, 2024).

1. AR (*Model Autoregressive*)

AR adalah model yang menjelaskan variabel terikat dipengaruhi oleh variabel itu sendiri pada periode di masa lalu. Model ini dinyatakan sebagai $AR(p)$ atau $ARIMA(p, 0, 0)$ (Jamila et al., 2021).

2. MA (*Model Moving Average*)

MA (*Model Moving Average*) adalah model yang menjelaskan secara eksplisit hubungan ketergantungan antara nilai kesalahan yang berurutan. Model ini dinyatakan sebagai MA (q) atau model ARIMA (0. 0. q) (Jamila et al., 2021).

3. Model ARIMA

Model ARIMA (p. d. q) yang dimana orde p menyatakan operator AR. orde d menyatakan hasil dari *differencing*. dan orde q menyatakan operator dari MA (Aminnudin. 2018).

2.5.1 Stasioner Data

Model *time series* terkadang dalam pengecekan data masih terdapat data yang belum *stasioner*. Data *stasioner* adalah data yang nilai rata-rata (*mean*) dan *varians* konstan dari waktu ke waktu. Data tidak *stasioner* adalah data memiliki nilai perubahan kenaikan atau penurunan dalam rata-rata *varians* secara tajam. terdapat cara menstasionerkan data yaitu *stasioner mean* dan rata-rata (*varians*).

1. Data *Stasioner* pada *Mean*

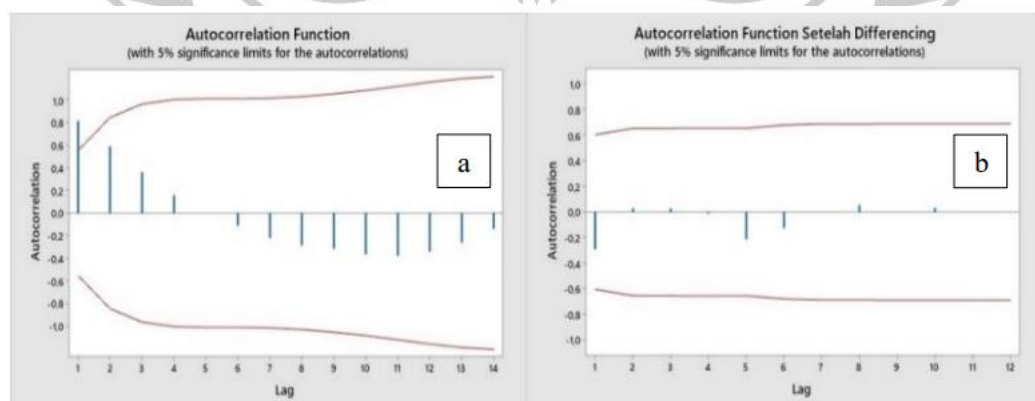
Data stasioner dalam rata-rata (*mean*) pada prosesnya untuk mengatasi ketidakstasioneran data dapat dilakukan melalui proses *differencing* supaya data menjadi kembali stasioner.

2. Data Stasioner pada *Varians*

Transformasi *Box-Cox* pertama kali ditemukan oleh Box dan Cox. Dalam transformasi *Box-Cox*, kestasioneran data terpenuhi apabila data bersifat dependen atau terikat. Jika data tidak memenuhi kondisi stasioner, maka perlu dilakukan proses transformasi menggunakan transformasi *Box-Cox*. Transformasi *Box-Cox* mempunyai parameter tunggal λ yang merupakan parameter yang harus diduga untuk mencapai kestasioneran. Nilai $\lambda = 1$ menunjukkan data stasioner terhadap *varians*. Apabila nilai $\lambda \neq 1$, maka data tidak stasioner terhadap *varians*.

2.5.2 Fungsi Autokorelasi dan Autokorelasi Parsial

Pemeriksaan model awal yang berpotensi untuk memenuhi metode ARIMA dengan melihat nilai *Auto Correlation Function* (ACF) dan koefisien *Partial Auto Correlation Function* (PACF). Koefisien autokorelasi menunjukkan keeratan hubungan nilai peubah yang sama tetapi untuk periode waktu yang berbeda. Bentuk ACF sebelum dan sesudah stasioner seperti pada Gambar berikut.



Gambar 2. 11 *Plot ACF*

Berdasarkan Gambar 2.11 pada *Plot ACF* terdapat sebuah diagram yang berfungsi untuk memeriksa tentang kestasioneran pada data yang bercirikan data yang sudah memenuhi stasioneran dalam rata-rata terdapat diagram fungsi autokolerasi tidak melebihi garis signifikan 5% dan tidak turun dengan secara lambat *dying down*.

Plot PACF digunakan dalam analisis deret waktu untuk mengukur sejauh mana nilai dalam deret waktu berkorelasi dengan nilai-nilai terdahulu, dengan mengabaikan kontribusi dari lag-lag antara. Berikut adalah penjelasan mengenai *Plot PACF*:

1) **Sumbu Horizontal (Lag):**

- a) Sumbu horizontal menunjukkan lag atau keterlambatan, yang berkisar dari 1 hingga 20. Setiap bar mewakili korelasi parsial untuk lag tertentu.

2) **Sumbu Vertikal (Partial Autocorrelation):**

- a) Sumbu vertikal menunjukkan nilai korelasi parsial, yang berkisar dari -1 hingga 1. Nilai ini menunjukkan seberapa kuat hubungan antara nilai saat ini dengan nilai pada lag tertentu, setelah mengontrol efek dari lag-lag lainnya.

3) **Batas Signifikansi:**

- a) Dua garis horizontal di sekitar ± 0.2 menunjukkan batas signifikansi 5% untuk korelasi parsial. Bar yang melampaui batas ini menunjukkan bahwa korelasi pada lag tersebut signifikan secara statistik.

4) Interpretasi Bar:

- a) Bar biru menunjukkan korelasi positif, sedangkan bar merah (jika ada) menunjukkan korelasi negatif. Dalam grafik ini, tidak ada bar merah yang terlihat.
- b) Bar yang melampaui batas signifikansi menunjukkan bahwa lag tersebut memiliki korelasi yang signifikan dengan nilai saat ini. Misalnya, jika bar pada lag 1 melampaui batas, ini menunjukkan bahwa nilai pada lag 1 memiliki pengaruh signifikan terhadap nilai saat ini.

Grafik PACF ini membantu dalam menentukan urutan model autoregressive (AR) dalam metode ARIMA. Dengan melihat lag mana yang signifikan, Anda dapat menentukan berapa banyak lag yang harus dimasukkan dalam model ARIMA untuk memprediksi produksi energi listrik secara akurat.

2.5.3 Identifikasi Model

Identifikasi model dilakukan apabila data sudah stasioner terhadap rata-rata dan *varians* maka setelah data stasioner selanjutnya memperhatikan *plot* ACF dan PACF terhadap data yang telah stasioner. *Plot* ACF dan PACF digunakan mengidentifikasi apakah data mengandung orde *Auto Regressive* (AR). dan *Moving Average* (MA). atau gabungan keduanya *Auto Regressive Moving Average* (ARMA) yang digunakan dalam pemilihan model terbaik yang diuji untuk mengetahui hasil prakiraannya.

Tabel 2. 3 Cara menentukan model yang dipilih untuk memenuhi

Model	ACF	PACF
AR (p)	Menurun secara cepat (<i>dying down</i>)	Terpotong pada <i>lag</i> ke-p (<i>cut off</i>)
MA(q)	Terpotong pada <i>lag</i> ke-q (<i>cut off</i>)	Menurun secara cepat (<i>dying down</i>)
AR (p) dan MA (q)	Terpotong pada <i>lag</i> ke-q (<i>cut off</i>)	Terpotong pada <i>lag</i> ke-p (<i>cut off</i>)
ARMA (p,q)	Menurun secara cepat (<i>dying down</i>)	Menurun secara cepat (<i>dying down</i>)

Tabel 2.3 merupakan cara menentukan model yang dipilih untuk memenuhi persyaratan prakiraan model ARIMA dipengaruhi keluaran pada nilai AR dan MA yang dihasilkan pada grafik ACF dan PACF.

2.5.4 Tahap Estimasi Parameter

Estimasi parameter dilakukan untuk menjelaskan apakah model sudah sesuai pada parameter yang sudah signifikan. Langkah ini melibatkan pengujian parameter untuk mengetahui apakah parameter autoregressive (AR) dan moving average (MA) dalam model ARIMA memiliki nilai signifikan atau tidak. Jika parameter-parameter tersebut tidak signifikan, maka model mungkin tidak sesuai dengan data dan perlu diperbaiki. Sebaliknya, jika parameter-parameter tersebut signifikan, model dapat digunakan untuk prakiraan. Keputusan diambil berdasarkan nilai uji *P-Value*, di mana parameter dianggap signifikan jika nilai uji melebihi nilai $P\text{-Value} < \alpha$ dengan nilai $\alpha = 0,05$.

2.6 Penggunaan *Software* Minitab

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi sekarang ini telah menciptakan perangkat yang memudahkan dan mempersingkat kerja manusia dalam berbagai hal seperti pengolahan data statistik. Minitab merupakan salah satu perangkat lunak yang dibuat untuk mempermudah proses peramalan jika data yang digunakan sangat banyak. Penggunaan *software* minitab dalam kegiatan ini bertujuan agar proses peramalan mudah dilakukan dan hasil peramalan yang diperoleh juga lebih akurat. Minitab merupakan perangkat lunak yang digunakan sebagai media pengolahan data yang dapat menyediakan berbagai jenis perintah yang menyediakan perintah dalam proses pemasukan data, manipulasi data, pembuatan grafik, penganalisaan numerik, dan analisis statistik.

2.7 Penggunaan *Software* SPSS

SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) adalah salah satu perangkat lunak yang dirancang untuk mempermudah proses analisis data statistik, terutama dalam mencari hubungan antar variabel. Penggunaan *software* SPSS sangat membantu ketika data yang dianalisis cukup kompleks, karena *software* ini menyediakan berbagai fitur untuk melakukan uji statistik, manipulasi data, dan visualisasi hasil. SPSS memfasilitasi pengguna dalam menganalisis hubungan antara variabel-variabel dengan metode seperti korelasi, regresi, dan analisis *varians*. Dengan SPSS, proses analisis data menjadi lebih mudah dan cepat, serta hasil analisis yang diperoleh dapat lebih akurat, membantu dalam pengambilan keputusan berbasis data.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini mengambil data pada PT. PLN Nusantara Power. UPDK Bakar, yang berlokasi di Jl. H.M. Arsyad No.21, Bukit Indah, Kec. Soreang, Kota Parepare, Sulawesi Selatan. Penelitian ini dilaksanakan pada semester genap tahun ajaran 2023/2024, yaitu pada bulan Mei hingga Juni 2024.

3.2 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data digunakan untuk memperoleh data yang diperlukan dalam penelitian, teknik yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mencari referensi yang dapat membantu dalam pelaksanaan penelitian. Referensi dapat berupa jurnal penelitian, ataupun buku yang berhubungan dengan permasalahan yang dibahas pada tugas akhir.

2. Metode Kuantitatif

Metode kuantitatif akan diimplementasikan untuk melakukan analisis data historis produksi listrik. Data yang telah terkumpul akan menjadi pondasi utama penelitian ini, memberikan landasan yang kuat untuk pemahaman lebih lanjut terkait kapasitas pembangkit listrik. Pemanfaatan data historis, yang akan memungkinkan identifikasi pola, tren, serta hubungan antarvariabel yang signifikan.

3.3 Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder berupa data historis *output* energi listrik PLTA Bakaru dari tahun 2017 hingga tahun 2023. Data ini diperoleh dari PT. PLN Nusantara Power. UPDK Bakaru. Selain data *output* energi listrik, data pendukung lainnya yang dikumpulkan meliputi data curah hujan, debit air, dan faktor-faktor lain yang dapat mempengaruhi produksi energi listrik PLTA.

3.4 Metode Analisis Data

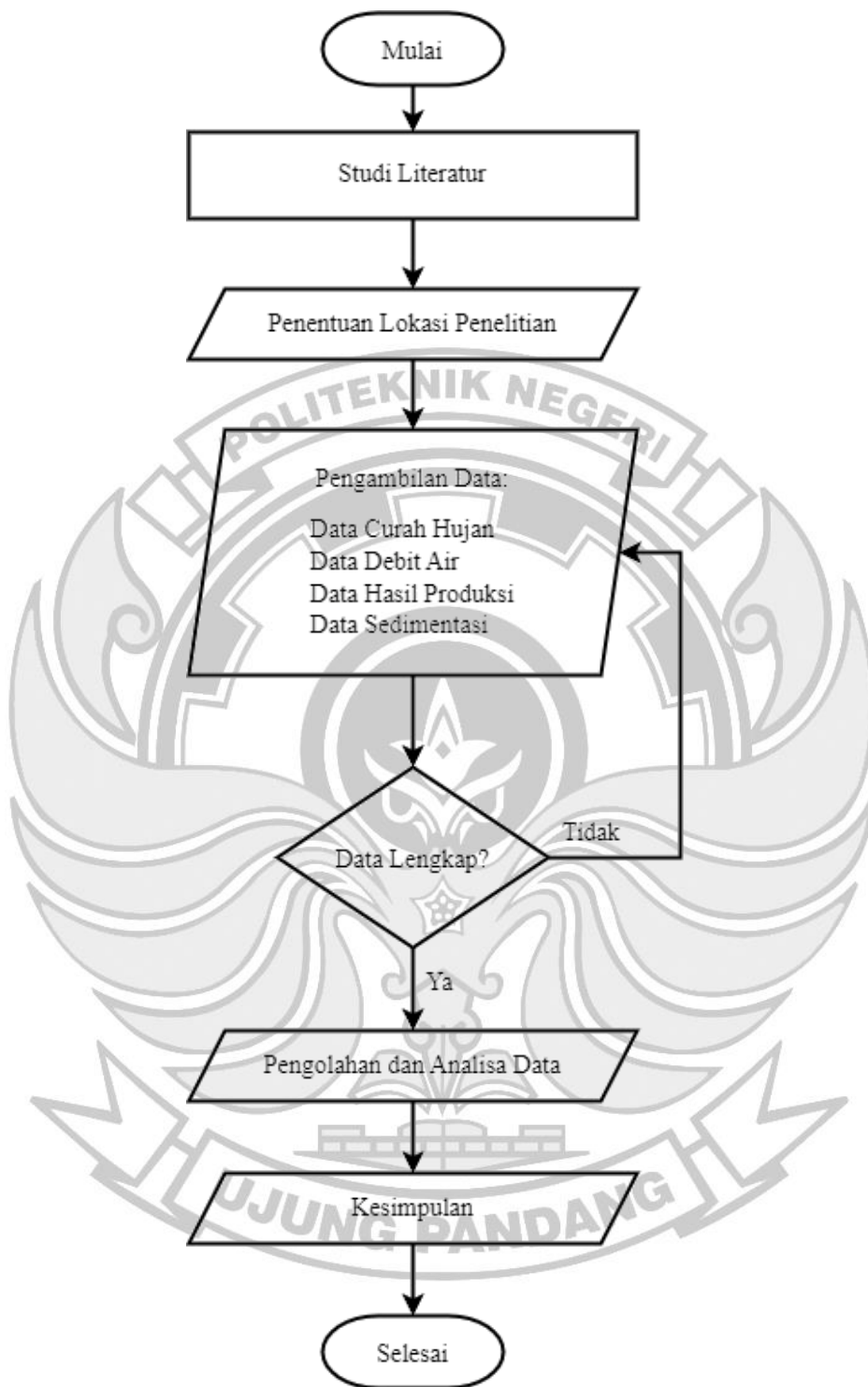
Sebagaimana telah diuraikan sebelumnya, penelitian ini menerapkan dua metode pengumpulan data utama, yaitu metode studi literatur dan metode kuantitatif. Setelah berhasil menghimpun semua data yang diperlukan melalui kedua metode tersebut, langkah selanjutnya adalah menganalisis dengan menggunakan metode ARIMA. Proses ini melibatkan tahap pengolahan data yang seksama untuk memperoleh pemahaman mendalam tentang dinamika dan kondisi sistem pembangkit listrik tersebut.

3.5 Teknik analisis Data

Penelitian ini menggunakan serangkaian kegiatan yang dilakukan untuk memperoleh tujuan yang ingin dicapai. Kegiatan-kegiatan tersebut harus tersusun dalam sebuah metodologi. Metodologi penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Studi literatur dilakukan untuk mencari referensi yang dapat membantu dalam pelaksanaan penelitian. Referensi dapat berupa jurnal penelitian, ataupun buku yang berhubungan dengan permasalahan yang dibahas pada tugas akhir.
2. Pengumpulan data yang berkaitan dengan permasalahan yang dibahas pada tugas akhir berupa data PLTA Bakaru dari tahun 2017 hingga 2023.
3. Perancangan sistem dengan perangkat lunak (software) Microsoft Excel 2021, Minitab 19, membantu untuk memprakirakan dan pengolahan data.
4. Mengimplementasikan perancangan metode ARIMA dengan data berkaitan dengan permasalahan tugas akhir.
5. Analisis hasil prakiraan ARIMA terhadap data aktual guna tercapainya tujuan yang diharapkan.

Penelitian ini dilakukan dengan berbagai langkah kerja yang sistematis sehingga mendapatkan hasil yang optimal. Langkah kerja penelitian merupakan serangkaian prosedur dan langkah-langkah dalam melakukan penelitian yang terstruktur secara sistematis dan terarah agar tujuan dari penelitian bisa tercapai dengan baik. Adapun langkah – langkah yang digunakan dalam penelitian ini dilihat dalam flowchart penelitian.



Gambar 3. 1 *Flowchart* Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder berupa data historis curah hujan, debit air, sedimentasi dan *output* energi listrik PLTA Bakaru dari tahun 2017 hingga tahun 2023. Data ini diperoleh dari PT. PLN Nusantara Power. UPDK Bakaru.

4.1.1 Data Produksi Energi Listrik PLTA Bakaru

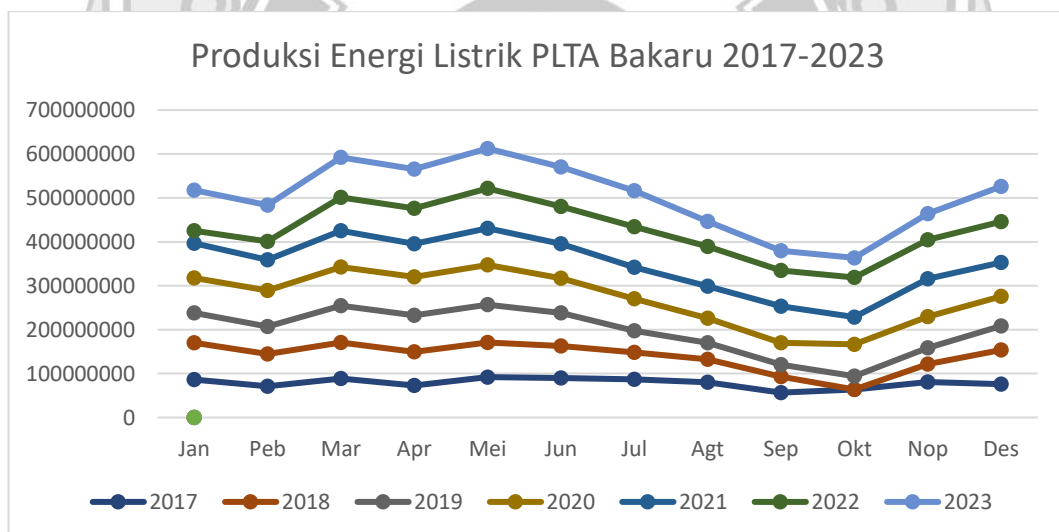
Produksi energi listrik menunjukkan jumlah energi listrik yang dihasilkan oleh Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) Bakaru dalam periode waktu tertentu. Data berikut menyajikan produksi energi listrik tahunan PLTA Bakaru dalam satuan Megawatt (kWh) dari tahun 2017 hingga 2023.

Tabel 4. 1 Data Produksi Energi Listrik PLTA Bakaru Tahun 2017 sampai 2023

Produksi Energi Listrik (kWh) PLTA BAKARU 2017 S.D 2024							
Tahun	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Januari	86,101,300	83,867,500	67,995,200	79,540,900	78,936,420	28,638,000	92,759,010
Februari	71,057,800	73,781,300	62,154,100	82,403,300	69,560,190	41,913,690	82,396,620
Maret	88,417,900	82,122,600	83,949,500	87,843,400	83,138,700	75,448,870	91,268,250
April	73,052,300	76,132,300	83,346,700	87,437,500	75,315,330	80,800,700	89,487,620
Mei	91,979,200	78,893,700	85,975,400	90,510,600	83,529,750	90,711,050	90,913,880
Juni	89,911,000	72,977,100	75,088,700	79,208,300	78,160,840	85,063,504	89,853,250
Juli	87,192,100	61,278,200	48,953,300	72,790,860	72,019,720	91,989,816	82,413,750
Agustus	80,289,600	51,885,300	38,020,100	55,894,320	72,810,909	90,661,810	57,053,000
September	56,648,800	36,591,200	26,822,300	50,297,720	83,268,471	81,076,310	45,130,000
Oktober	63,839,200	46,700,000	30,174,400	72,598,350	62,049,810	90,103,000	44,693,000
November	80,668,300	40,583,500	37,493,400	70,909,000	86,451,396	88,370,250	59,668,000
Desember	76,215,000	77,478,900	54,951,000	67,352,910	77,108,664	92,942,060	80,109,000

Sumber: (PT. PLN Nusantara Power. UPDK Bakaru)

Tabel di atas menunjukkan data produksi energi listrik (kWh) dari PLTA Bakaru dari tahun 2017 hingga 2024.. Secara umum, produksi energi listrik menunjukkan variasi yang signifikan. Dimana produksi energi tertinggi tercatat pada bulan Desember 2023 sebesar 92,942,060 kWh, sementara produksi terendah terjadi pada bulan Januari 2022 sebesar 28.638.000 kWh. Dari tabel ini, kita dapat mengamati tren tahunan yang menunjukkan bahwa musim hujan atau perubahan curah hujan berdampak langsung terhadap produksi energi listrik di PLTA Bakaru. Berikut data hasil produksi pada tahun 2017 hingga tahun 2023 yang dimuat dalam bentuk grafik dapat dilihat pada gambar 4.1 sebagai berikut.



Gambar 4. 1 Produksi Energi Listrik PLTA Bakaru

Grafik di atas menunjukkan fluktuasi produksi energi listrik dari PLTA Bakaru dari tahun 2017 hingga 2023. Dari grafik, terlihat bahwa produksi energi listrik cenderung mencapai puncaknya pada bulan-bulan tertentu seperti Januari hingga Mei, sementara bulan-bulan seperti September dan Oktober sering menunjukkan penurunan produksi. Secara keseluruhan, grafik ini mengindikasikan adanya pola musiman dalam produksi energi listrik PLTA Bakaru, yang mungkin

dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti curah hujan, debit air, dan kondisi operasional.

4.1.2 Data Curah Hujan

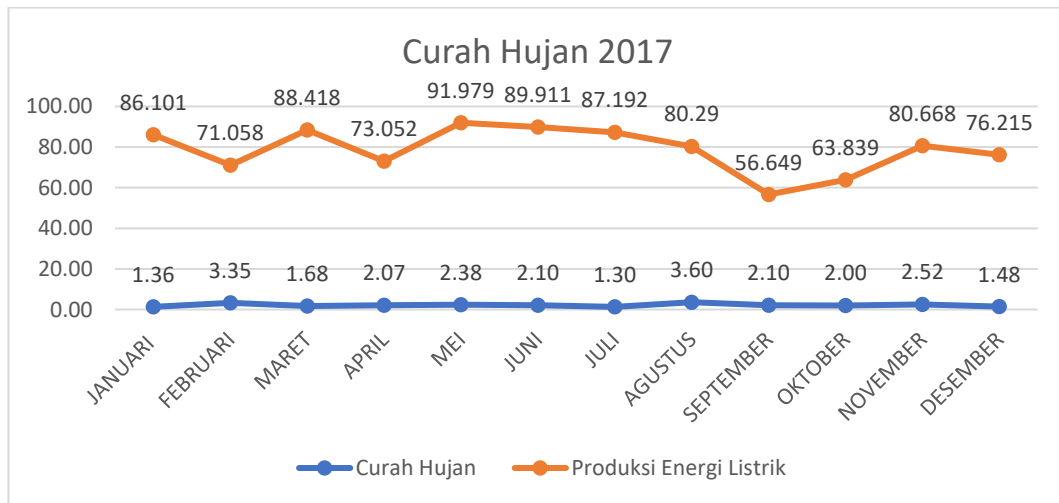
Berikut ini menampilkan data curah hujan bulanan dan produksi energi listrik dalam satuan kilowatt-hour (kWh) pada tahun 2017 hingga tahun 2023. Data ini memungkinkan kita untuk menganalisis hubungan antara curah hujan dan produksi energi listrik.

Tabel 4. 2 Data Curah Hujan Tahun 2017

TAHUN 2017		
Bulan	Curah Hujan (mm)	Produksi Energi Listrik (kWh)
Januari	1.36	86.101.300
Februari	3.35	71.057.800
Maret	1.68	88.417.900
April	2.07	73.052.300
Mei	2.38	91.979.200
Juni	2.10	89.911.000
Juli	1.30	87.192.100
Agustus	3.60	80.289.600
September	2.10	56.648.800
Oktober	2.00	63.839.200
November	2.52	80.668.300
Desember	1.48	76.215.000

Sumber: (PT. PLN Nusantara Power. UPPK Bakaru)

Berdasarkan Tabel 4.2 di atas nampak bahwa nilai curah hujan perbulan pada tahun 2017 mengalami ketidakstabilan dengan nilai curah hujan terendah di bulan Juli sebesar 1.30 mm dan terbesar di bulan Agustus 3.60 mm. Berikut data curah hujan perbulan pada tahun 2017 yang dimuat dalam bentuk grafik dapat dilihat pada gambar 4.2 sebagai berikut.



Gambar 4. 2 Data Curah Hujan Tahun 2017

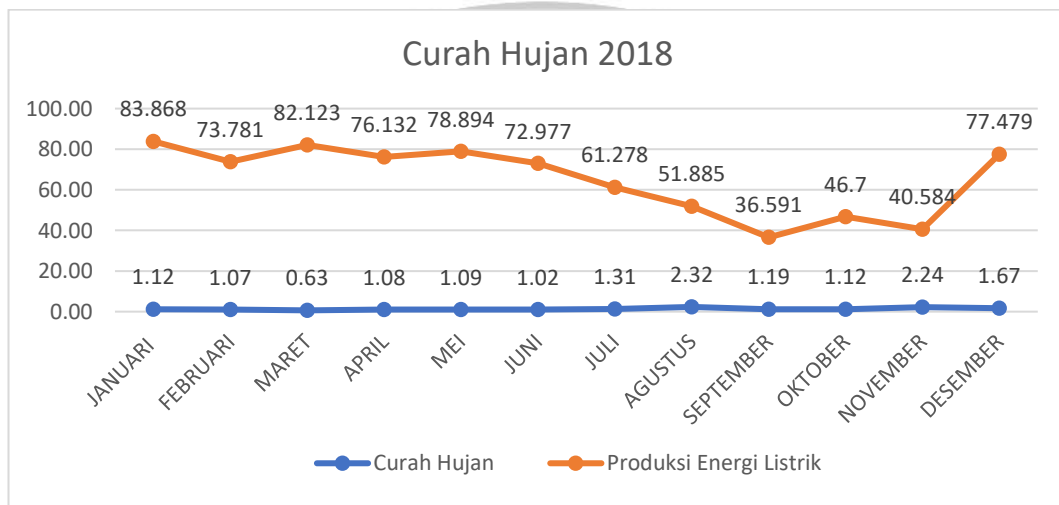
Dari gambar diatas dilihat bahwa kondisi curah hujan terendah di bulan Juli dengan produksi energi listrik sebesar 87.192.100 kWh dan terbesar di bulan Agustus sebesar 80.289.600 kWh.

Tabel 4. 3 Data Curah Hujan Tahun 2018

TAHUN 2018		
Bulan	Curah Hujan (mm)	Produksi Energi Listrik (kWh)
Januari	1.12	83.867.500
Februari	1.07	73.781.300
Maret	0.63	82.122.600
April	1.08	76.132.300
Mei	1.09	78.893.700
Juni	1.02	72.977.100
Juli	1.31	61.278.200
Agustus	2.32	51.885.300
September	1.19	36.591.200
Oktober	1.12	46.700.00
November	2.24	40.583.500
Desember	1.67	77.478.900

Sumber: (PT. PLN Nusantara Power. UPDK Bakaru)

Berdasarkan Tabel 4.3 di atas nampak bahwa nilai curah hujan perbulan pada tahun 2018 cenderung stabil dengan *range* 1-2.5 mm kecuali pada bulan maret nilai curah hujan mengalami penurunan sebesar 0.63 mm dengan produksi energi listrik sebesar 82.122.600 kWh. Berikut data curah hujan perbulan pada tahun 2018 yang dimuat dalam bentuk grafik dapat dilihat pada gambar 4.3 sebagai berikut.



Gambar 4. 3 Data Curah Hujan Tahun 2018

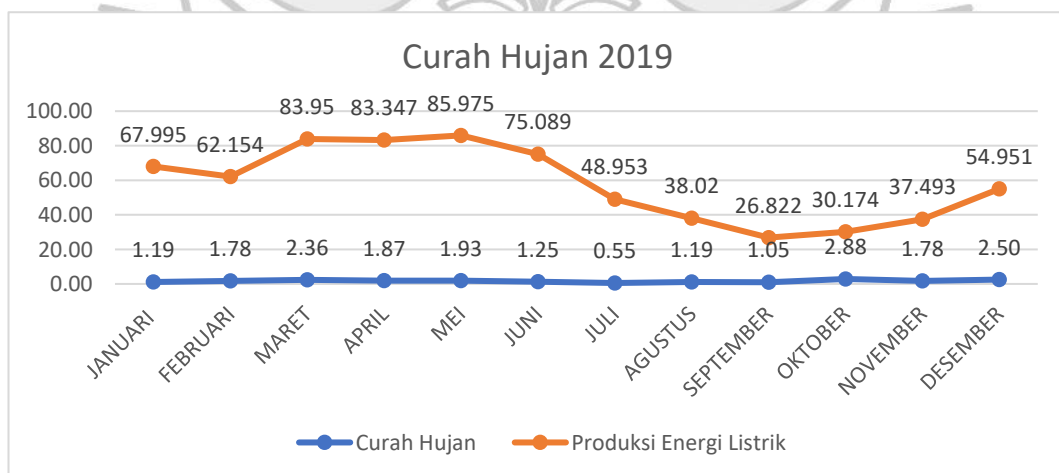
Dari gambar 4.3 diatas dilihat bahwa kondisi curah hujan terendah berada pada bulan maret sebesar 0.63 mm dengan produksi energi listrik 82.122.600 kWh dan terbesar di bulan agustus sebesar 2.32 mm dengan produksi energi listrik 51.885.300 kWh.

Tabel 4. 4 Data Curah Hujan Tahun 2019

TAHUN 2019		
Bulan	Curah Hujan (mm)	Produksi Energi Listrik (kWh)
Januari	1.19	67.995.200
Februari	1.78	62.154.100
Maret	2.36	83.949.500
April	1.87	83.346.700
Mei	1.93	85.975.400
Juni	1.25	75.088.700
Juli	0.55	48.953.300
Agustus	1.19	38.020.100
September	1.05	26.822.300
Oktober	2.88	30.174.400
November	1.78	37.493.400
Desember	2.50	54.951.000

Sumber: (PT. PLN Nusantara Power. UPDK Bakaru)

Berdasarkan Tabel 4.4 di atas nampak bahwa nilai curah hujan perbulan pada tahun 2019 cenderung stabil dengan *range* 1-3 mm dengan nilai curah hujan terendah di bulan Juli sebesar 0.55 mm dengan produksi energi listrik 48.953.300 kWh. Berikut data curah hujan perbulan pada tahun 2019 yang dimuat dalam bentuk grafik dapat dilihat pada gambar 4.4 sebagai berikut.



Gambar 4. 4 Data Curah Hujan Tahun 2019

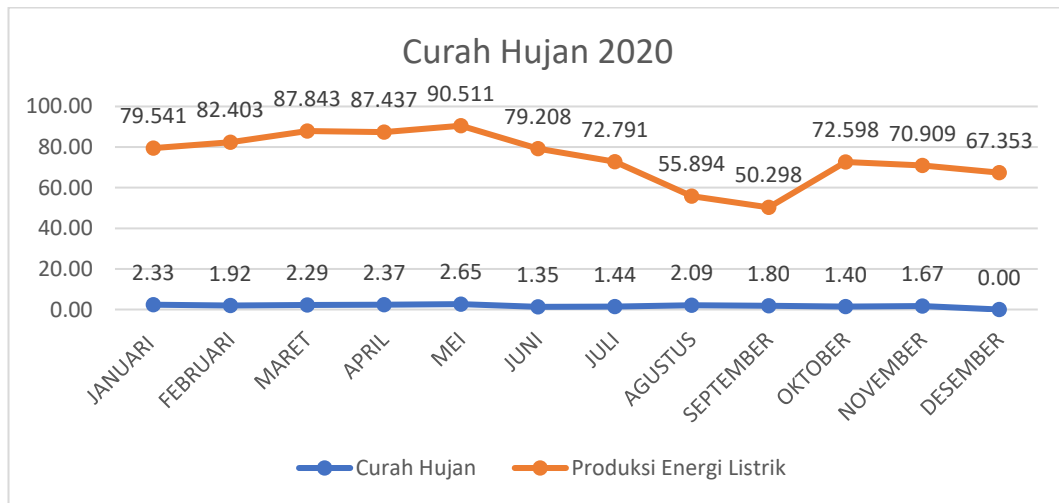
Dari gambar 4.4 dapat dilihat bahwa kondisi curah hujan terendah berada pada bulan Juli sebesar 0.55 mm dengan produksi energi listrik 48.953.300 kWh dan terbesar di bulan Oktober sebesar 2.88 mm dengan produksi energi listrik 30.174.400 kWh.

Tabel 4. 5 Data Curah Hujan Tahun 2020

TAHUN 2020		
Bulan	Curah Hujan (mm)	Produksi Energi Listrik (kWh)
Januari	2.33	79.540.900
Februari	1.92	82.403.300
Maret	2.29	87.843.400
April	2.37	87.437.500
Mei	2.65	90.510.600
Juni	1.35	79.208.300
Juli	1.44	72.790.860
Agustus	2.09	55.894.320
September	1.80	50.297.720
Oktober	1.40	72.598.350
November	1.67	70.909.000
Desember	1.60	67.352.910

Sumber: (PT. PLN Nusantara Power. UPDK Bakaru)

Berdasarkan Tabel 4.5 nampak bahwa nilai curah hujan perbulan pada tahun 2020 cenderung stabil dengan *range* 1.6-3 mm dengan nilai curah hujan terendah di bulan Juni sebesar 1.35 mm dengan produksi energi listrik 79.208.300 kWh. Berikut data curah hujan perbulan pada tahun 2020 yang dimuat dalam bentuk grafik dapat dilihat pada gambar 4.5 sebagai berikut.



Gambar 4. 5 Data Curah Hujan Tahun 2020

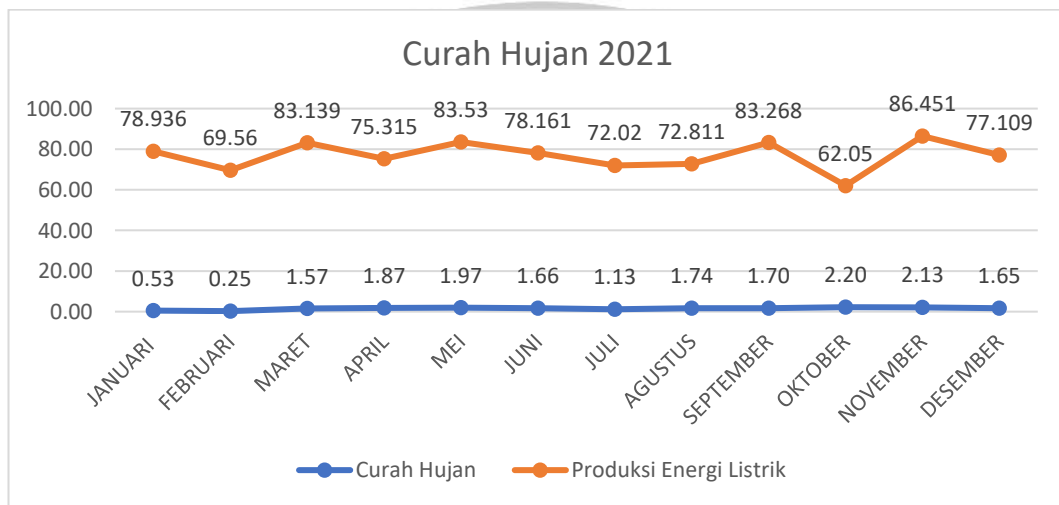
Dari gambar 4.5 dilihat bahwa kondisi curah hujan terendah berada pada bulan Juni sebesar 1.35 mm dengan produksi energi listrik 79.208.300 kWh dan terbesar di bulan Mei sebesar 2.65 mm dengan produksi energi listrik 90.510.600 kWh.

Tabel 4. 6 Data Curah Hujan Tahun 2021

TAHUN 2021		
Bulan	Curah Hujan (mm)	Produksi Energi Listrik (kWh)
Januari	0.53	78.936.420
Februari	0.25	69.560.190
Maret	1.57	83.138.700
April	1.87	75.315.330
Mei	1.97	83.529.750
Juni	1.66	78.160.840
Juli	1.13	72.019.720
Agustus	1.74	72.810.909
September	1.70	83.268.471
Oktober	2.20	62.049.810
November	2.13	86.451.396
Desember	1.65	77.108.664

Sumber: (PT. PLN Nusantara Power. UPDK Bakaru)

Berdasarkan Tabel 4.6 di atas nampak bahwa nilai curah hujan perbulan pada tahun 2021 cenderung stabil dengan range 1-2.2 mm dengan nilai curah hujan terendah di bulan Februari sebesar 0.25 mm dengan produksi energi listrik 69.560.190 kWh. Berikut data curah hujan perbulan pada tahun 2021 yang dimuat dalam bentuk grafik dapat dilihat pada gambar 4.6 sebagai berikut.



Gambar 4. 6 Data Curah Hujan Tahun 2021

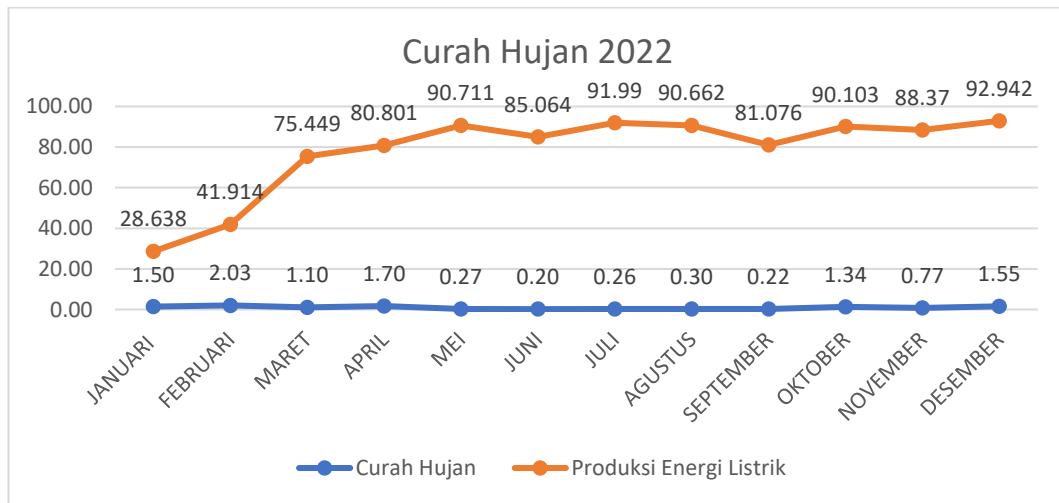
Dari gambar 4.6 dilihat bahwa kondisi nilai curah hujan terendah di bulan Februari sebesar 0.53 mm dengan produksi energi listrik 69.560.190kWh dan terbesar di bulan Oktober 2.20 mm dengan produksi energi listrik 62.049.810 kWh.

Tabel 4. 7 Data Curah Hujan Tahun 2022

TAHUN 2022		
Bulan	Curah Hujan (mm)	Produksi Energi Listrik (kWh)
Januari	1.50	28.638.000
Februari	2.03	41.913.690
Maret	1.10	75.448.870
April	1.70	80.800.700
Mei	0.27	90.711.050
Juni	0.20	85.063.504
Juli	0.26	91.989.816
Agustus	0.30	90.661.810
September	0.22	81.076.310
Oktober	1.34	90.103.000
November	0.77	88.370.250
Desember	1.55	92.942.060

Sumber: (PT. PLN Nusantara Power. UPDK Bakaru)

Berdasarkan Tabel 4.7 di atas nampak bahwa nilai curah hujan perbulan pada tahun 2022 cenderung stabil dengan range 0.2-2 mm dengan nilai curah hujan terendah di bulan Juni sebesar 0.26 mm mm dengan produksi energi listrik 85.063.504 kWh. Berikut data curah hujan perbulan pada tahun 2022 yang dimuat dalam bentuk grafik dapat dilihat pada gambar 4.7 sebagai berikut.



Gambar 4. 7 Data Curah Hujan Tahun 2022

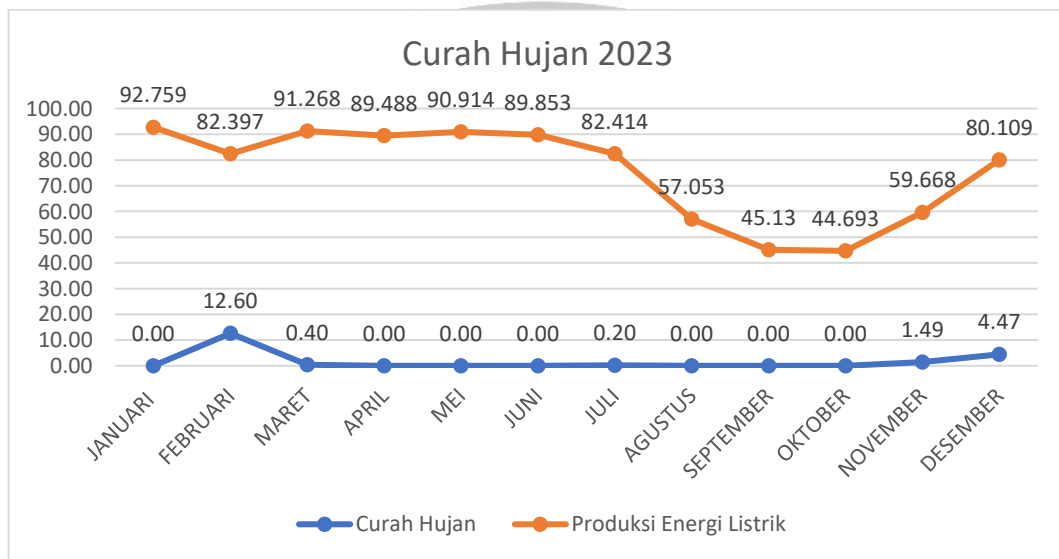
Dari gambar 4.7 dilihat bahwa kondisi nilai curah hujan terendah di bulan Juni sebesar 0.26 mm dengan produksi energi listrik 85.063.504 kWh dan terbesar di bulan Februari sebesar 2.03 mm dengan produksi energi listrik 41.913.690 kWh.

Tabel 4. 8 Data Curah Hujan Tahun 2023

TAHUN 2023		
Bulan	Curah Hujan (mm)	Produksi Energi Listrik (kWh)
Januari	0.00	92.759.010
Februari	12.60	82.396.620
Maret	0.40	91.268.250
April	0.00	89.487.620
Mei	0.00	90.913.880
Juni	0.00	89.853.250
Juli	0.20	82.413.750
Agustus	0.00	57.053.000
September	0.00	45.130.000
Oktober	0.00	44.693.000
November	1.49	59.668.000
Desember	4.47	80.109.000

Sumber: (PT. PLN Nusantara Power. UPDK Bakaru)

Berdasarkan Tabel 4.8 di atas nampak bahwa nilai curah hujan perbulan pada tahun 2023 mengalami ketidakstabilan dengan nilai curah hujan terendah di bulan Januari. April, Mei, Juni, Agustus, September, Oktober sebesar 0.00 mm dan terbesar di bulan Februari 12.60 mm. Berikut data curah hujan perbulan pada tahun 2023 yang dimuat dalam bentuk grafik dapat dilihat pada gambar 4.8 sebagai berikut.



Gambar 4. 8 Data Curah Hujan Tahun 2023

Dari gambar 4.8 dilihat bahwa kondisi dengan nilai curah hujan terendah di bulan April, Mei, Juni, Agustus, September, Oktober sebesar 0.00 mm dengan produksi energi listrik secara berurutan sebesar 89.487.620 kWh, 90.913.880 kWh, 89.853.250 kWh, 57.053.000 kWh, 45.130.000 kWh, 44.693.00 kWh dan terbesar di bulan Februari 12.60 mm sebesar produksi energi listrik 82.396.620 kWh.

4.1.3 Data Debit Air

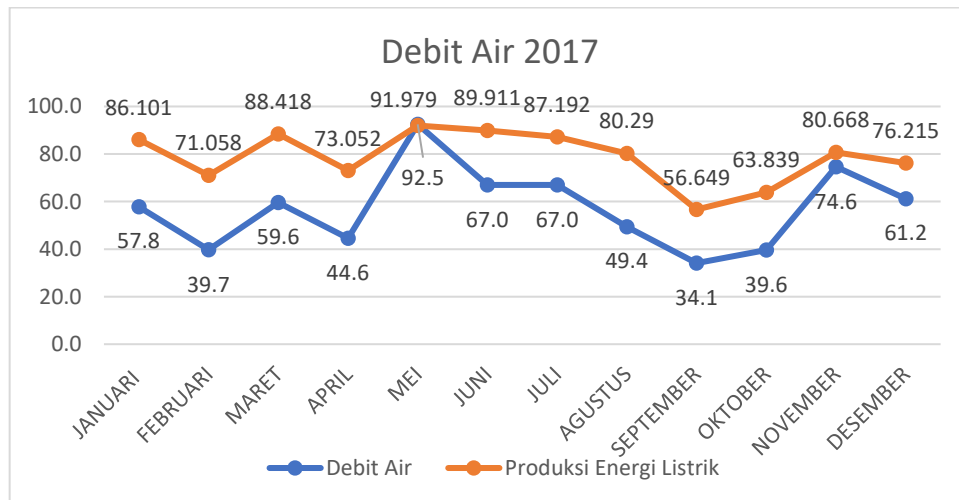
Berikut ini menampilkan data debit air bulanan dan produksi energi listrik dalam satuan kilowatt-hour (kWh) pada tahun 2017 hingga tahun 2023. Data ini memungkinkan kita untuk menganalisis hubungan antara debit air dan produksi energi listrik.

Tabel 4. 9 Data Debit Air Tahun 2017

TAHUN 2017		
Bulan	Inflow (m3 /detik)	Produksi Energi Listrik (kWh)
Januari	57.8	86.101.300
Februari	39.7	71.057.800
Maret	59.6	88.417.900
April	44.6	73.052.300
Mei	92.5	91.979.200
Juni	67.0	89.911.000
Juli	67.0	87.192.100
Agustus	49.4	80.289.600
September	34.1	56.648.800
Oktober	39.6	63.839.200
November	74.6	80.668.300
Desember	61.2	76.215.000

Sumber: (PT. PLN Nusantara Power. UPDK Bakarlu)

Berdasarkan Tabel 4.9 di atas nampak bahwa nilai debit air perbulan pada tahun 2017 mengalami ketidakstabilan dengan nilai debit air terendah di bulan September sebesar 34.1 m3 /detik dan terbesar di bulan Mei 92.5 m3 /detik. Berikut data debit air perbulan pada tahun 2017 yang dimuat dalam bentuk grafik dapat dilihat pada gambar 4.9 sebagai berikut:



Gambar 4. 9 Data Debit Air Tahun 2017

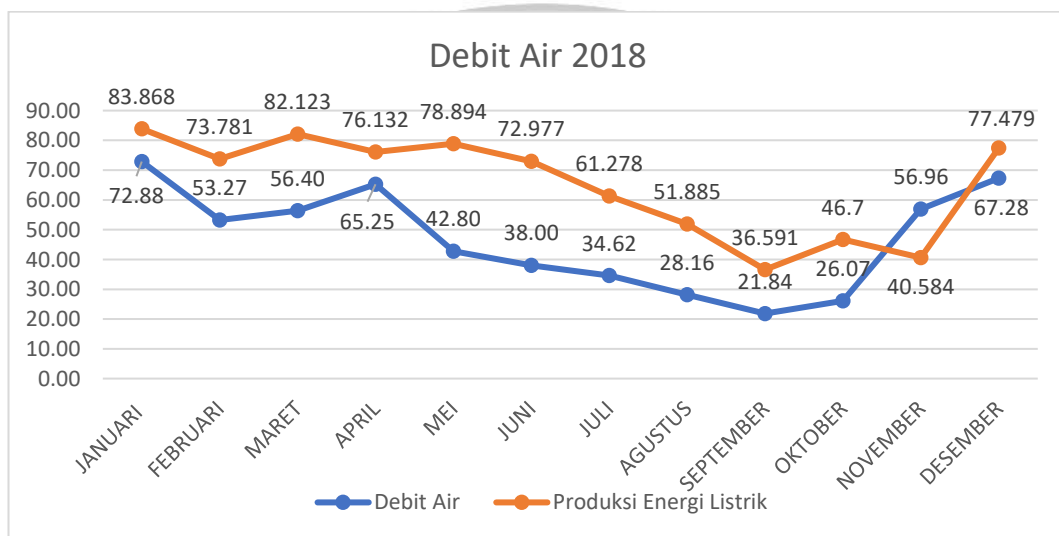
Dari gambar 4.9 dilihat bahwa kondisi nilai debit air terendah di bulan bulan September sebesar 34.1 m³ /detik dengan nilai produksi energi listrik sebesar 56.648.800 kWh dan terbesar di bulan Mei 92.50 m³ /detik dengan nilai produksi energi listrik sebesar 91.979.200 kWh.

Tabel 4. 10 Data Debit Air Tahun 2018

TAHUN 2018		
Bulan	Inflow (m ³ /detik)	Produksi Energi Listrik (kWh)
Januari	72.88	83.867.500
Februari	53.27	73.781.300
Maret	56.40	82.122.600
April	65.25	76.132.300
Mei	42.80	78.893.700
Juni	38.00	72.977.100
Juli	34.62	61.278.200
Agustus	28.16	51.885.300
September	21.84	36.591.200
Oktober	26.07	46.700.000
November	56.96	40.583.500
Desember	67.28	77.478.900

Sumber: (PT. PLN Nusantara Power. UPDK Bakaru)

Berdasarkan Tabel 4.10 di atas nampak bahwa nilai debit air perbulan pada tahun 2018 mengalami ketidakstabilan dengan nilai debit air terendah di bulan September sebesar 21.84 m³ /detik dan terbesar di bulan Januari 72.88 m³ /detik. Berikut data debit air perbulan pada tahun 2018 yang dimuat dalam bentuk grafik dapat dilihat pada gambar 4.10 sebagai berikut:



Gambar 4. 10 Data Debit Air Tahun 2018

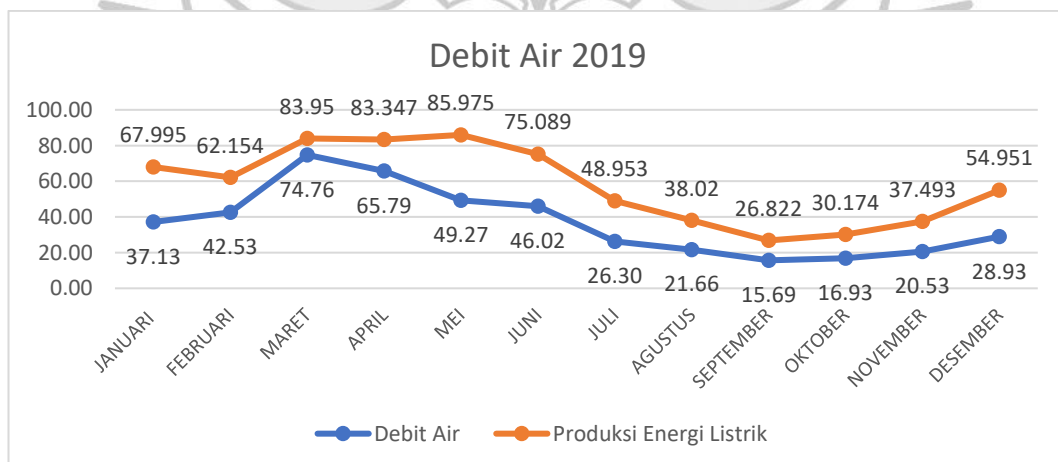
Dari gambar 4.10 dilihat bahwa kondisi nilai debit air terendah di bulan September sebesar 21.84 m³ /detik dengan nilai produksi energi listrik sebesar 36.591.200 kWh dan terbesar di bulan Januari 72.88 m³ /detik dengan nilai produksi energi listrik sebesar 83.867.500kWh.

Tabel 4. 11 Data Debit Air Tahun 2019

TAHUN 2019		
Bulan	Inflow (m3 /detik)	Produksi Energi Listrik (kWh)
Januari	37.13	67.995.200
Februari	42.53	62.154.100
Maret	74.76	83.949.500
April	65.79	83.346.700
Mei	49.27	85.975.400
Juni	46.02	75.088.700
Juli	26.30	48.953.300
Agustus	21.66	38.020.100
September	15.69	26.822.300
Oktober	16.93	30.174.400
November	20.53	37.493.400
Desember	28.93	54.951.000

Sumber: (PT. PLN Nusantara Power. UPDK Bakaru)

Berdasarkan Tabel 4.11 di atas nampak bahwa nilai debit air perbulan pada tahun 2019 mengalami ketidakstabilan dengan nilai debit air terendah di bulan September sebesar 15.695 m3 /detik dan terbesar di bulan Maret 74.76 m3 /detik. Berikut data debit air perbulan pada tahun 2019 yang dimuat dalam bentuk grafik dapat dilihat pada gambar 4.11 sebagai berikut:



Gambar 4. 11 Data Debit Air Tahun 2019

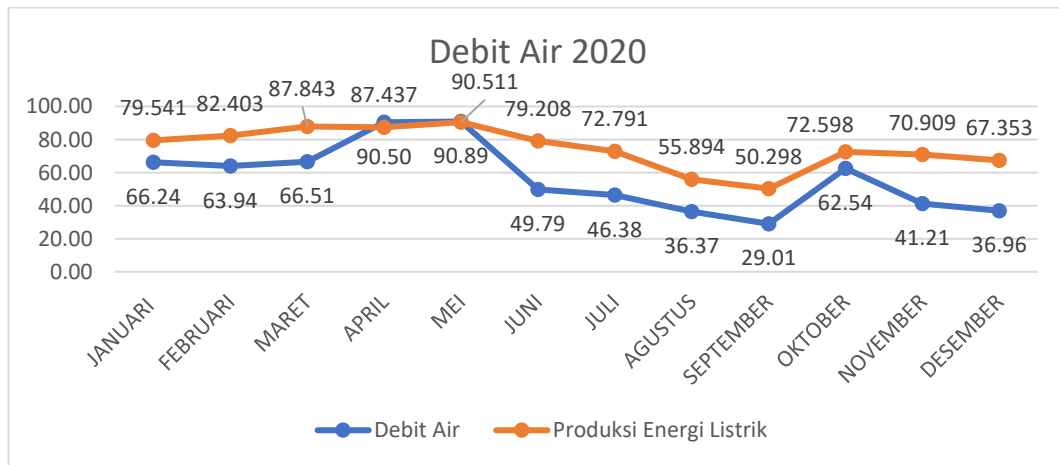
Dari gambar 4.11 dilihat bahwa kondisi nilai debit air terendah di bulan September sebesar 15.695 m³ /detik dengan nilai produksi energi listrik sebesar 26.822.300 kWh dan terbesar di bulan Maret 74.76 m³ /detik dengan nilai produksi energi listrik sebesar 83.949.500 kWh.

Tabel 4. 12 Data Debit Air Tahun 2020

TAHUN 2020		
Bulan	Inflow (m ³ /detik)	Produksi Energi Listrik (kWh)
Januari	66.24	79.540.900
Februari	63.94	82.403.300
Maret	66.51	87.843.400
April	90.50	87.437.500
Mei	90.89	90.510.600
Juni	49.79	79.208.300
Juli	46.38	72.790.860
Agustus	36.37	55.894.320
September	29.01	50.297.720
Oktober	62.54	72.598.350
November	41.21	70.909.000
Desember	36.96	67.352.910

Sumber: (PT. PLN Nusantara Power, UPDK Bakaru)

Berdasarkan Tabel 4.12 di atas nampak bahwa nilai debit air perbulan pada tahun 2019 mengalami ketidakstabilan dengan nilai debit air terendah di bulan September sebesar 15.695 m³ /detik dan terbesar di bulan Maret 74.76 m³ /detik. Berikut data debit air perbulan pada tahun 2019 yang dimuat dalam bentuk grafik dapat dilihat pada gambar 4.12 sebagai berikut:



Gambar 4. 12 Data Debit Air Tahun 2020

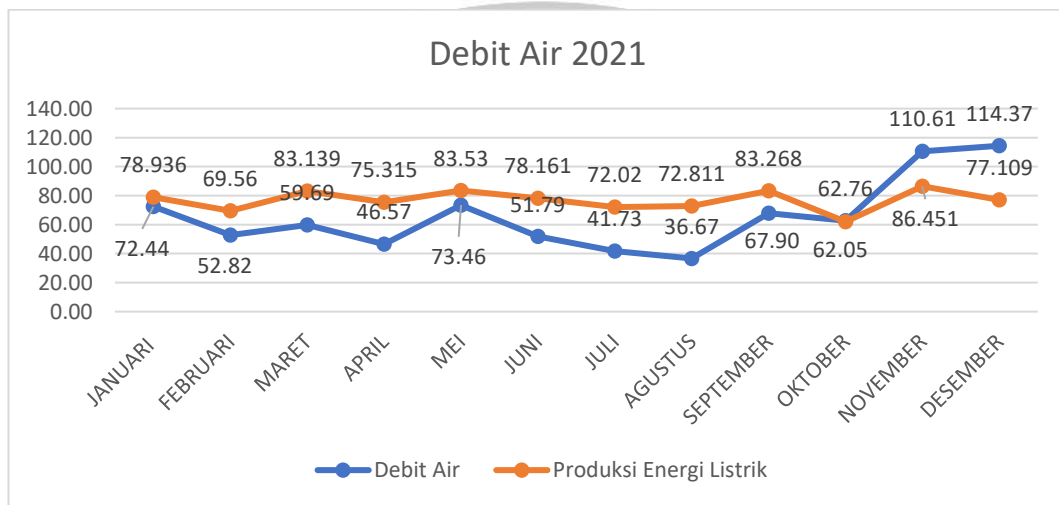
Dari gambar 4.12 dilihat bahwa kondisi nilai debit air terendah di bulan September sebesar 15.695 m³ /detik dengan nilai produksi energi listrik sebesar 26.822.300 kWh dan terbesar di bulan Maret 74.76 m³ /detik dengan nilai produksi energi listrik sebesar 83.949.500 kWh.

Tabel 4. 13 Data Debit Air Tahun 2021

TAHUN 2021		
Bulan	Inflow (m ³ /detik)	Produksi Energi Listrik (kWh)
Januari	72.44	78.936.420
Februari	52.82	69.560.190
Maret	59.69	83.138.700
April	46.57	75.315.330
Mei	73.46	83.529.750
Juni	51.79	78.160.840
Juli	41.73	72.019.720
Agustus	36.67	72.810.909
September	67.90	83.268.471
Oktober	62.76	62.049.810
November	110.61	86.451.396
Desember	114.37	77.108.664

Sumber: (PT. PLN Nusantara Power. UPDK Bakaru)

Berdasarkan Tabel 4.13 di atas nampak bahwa nilai debit air perbulan pada tahun 2021 mengalami ketidakstabilan dengan nilai debit air terendah di bulan Agustus sebesar 36.67 m³ /detik dan terbesar di bulan Desember 114.37 m³ /detik. Berikut data debit air perbulan pada tahun 2021 yang dimuat dalam bentuk grafik dapat dilihat pada gambar 4.13 sebagai berikut:



Gambar 4. 13 Data Debit Air Tahun 2021

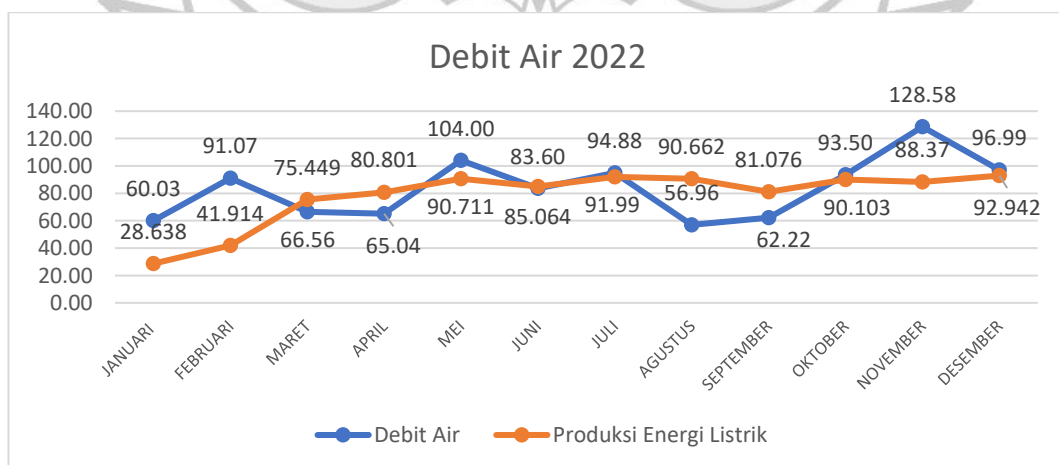
Dari gambar 4.13 dilihat bahwa kondisi nilai debit air terendah di bulan Agustus sebesar 36.67 m³ /detik dengan nilai produksi energi listrik sebesar 72.810.909 kWh dan terbesar di bulan bulan Desember 114.37 m³ /detik dengan nilai produksi energi listrik sebesar 77.108.664kWh.

Tabel 4. 14 Data Debit Air Tahun 2022

TAHUN 2022		
Bulan	Inflow (m3 /detik)	Produksi Energi Listrik (kWh)
Januari	60.03	28.638.000
Februari	91.07	41.913.690
Maret	66.56	75.448.870
April	65.04	80.800.700
Mei	104.00	90.711.050
Juni	83.60	85.063.504
Juli	94.88	91.989.816
Agustus	56.96	90.661.810
September	62.22	81.076.310
Oktober	93.50	90.103.000
November	128.58	88.370.250
Desember	96.99	92.942.060

Sumber: (PT. PLN Nusantara Power. UPDK Bakaru)

Berdasarkan Tabel 4.14 di atas nampak bahwa nilai debit air perbulan pada tahun 2022 mengalami ketidakstabilan dengan nilai debit air terendah di bulan Agustus sebesar 56.96 m3 /detik dan terbesar di bulan November 128.58 m3 /detik. Berikut data debit air perbulan pada tahun 2022 yang dimuat dalam bentuk grafik dapat dilihat pada gambar 4.14 sebagai:



Gambar 4. 14 Data Debit Air Tahun 2022

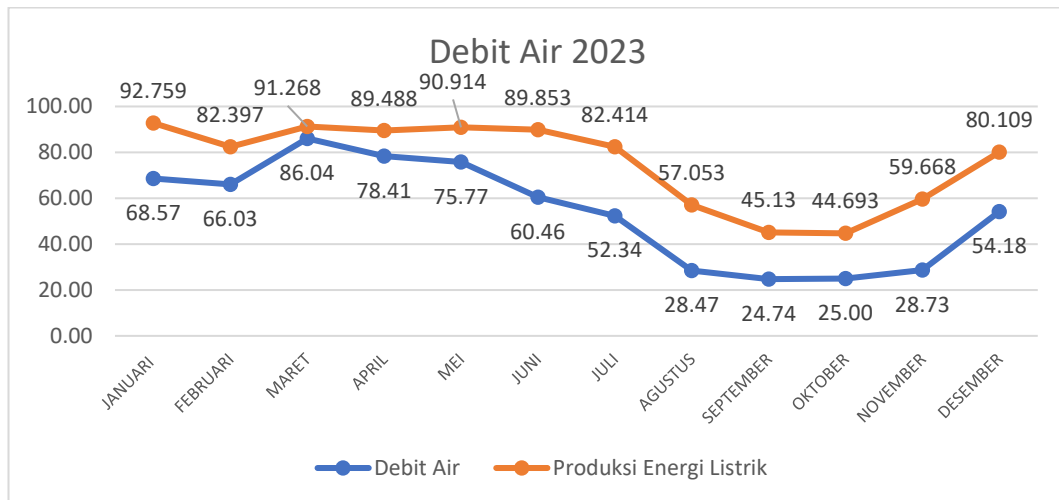
Dari gambar 4.14 dilihat bahwa kondisi nilai debit air terendah di bulan Agustus sebesar 56.96 m³ /detik dengan nilai produksi energi listrik sebesar 90.661.810 kWh dan terbesar di bulan November 128.58 m³ /detik dengan nilai produksi energi listrik sebesar 88.370.250 kWh.

Tabel 4. 15 Data Debit Air Tahun 2023

TAHUN 2023		
Bulan	Inflow (m ³ /detik)	Produksi Energi Listrik (kWh)
Januari	68.57	92.759.010
Februari	66.03	82.396.620
Maret	86.04	91.268.250
April	78.41	89.487.620
Mei	75.77	90.913.880
Juni	60.46	89.853.250
Juli	52.34	82.413.750
Agustus	28.47	57.053.000
September	24.74	45.130.000
Oktober	25.00	44.693.000
November	28.73	59.668.000
Desember	54.18	80.109.000

Sumber: (PT. PLN Nusantara Power. UPPK Bakar)

Berdasarkan Tabel 4.15 di atas nampak bahwa nilai debit air perbulan pada tahun 2023 mengalami ketidakstabilan dengan nilai debit air terendah di bulan September sebesar 24.74 m³ /detik dan terbesar di bulan Maret 86.04 m³ /detik. Berikut data curah hujan perbulan pada tahun 2023 yang dimuat dalam bentuk grafik dapat dilihat pada gambar 4.15 sebagai berikut:



Gambar 4. 15 Data Debit Air Tahun 2023

Dari gambar 4.15 dilihat bahwa kondisi nilai debit air terendah di bulan September sebesar 24.74 m³ /detik dengan nilai produksi energi listrik sebesar 45.130.000 kWh dan terbesar di bulan Maret 86.04 m³ /detik dengan nilai produksi energi listrik sebesar 91.268.250 kWh.

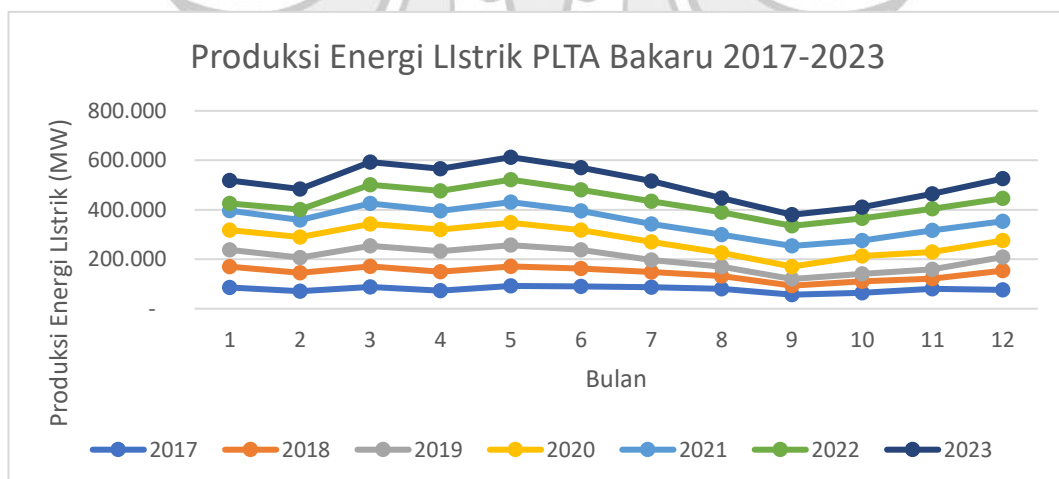
4.2 Prediksi *Output* energi Listrik PLTA Bakaru sampai Tahun 2030

Untuk memprediksi *output* energi listrik PLTA Bakaru hingga tahun 2030, digunakan metode ARIMA. Data yang diolah dengan metode ini diubah ke dalam satuan Megawatt (MW) berdasarkan data yang diambil dari Tabel 4.1. Berikut disajikan produksi energi listrik tahunan PLTA Bakaru dalam satuan Megawatt (MW) dari tahun 2017 hingga 2023, yang akan menjadi dasar dalam analisis prediksi output energi hingga tahun 2030.

Tabel 4. 16 Produksi Energi Listrik PLTA Bakaru

Produksi Energi Listrik (MW)							
Tahun	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Januari	86.101	83.868	67.995	79.541	78.936	28.638	92.759
Februari	71.058	73.781	62.154	82.403	69.560	41.914	82.397
Maret	88.418	82.123	83.950	87.843	83.139	75.449	91.268
April	73.052	76.132	83.347	87.437	75.315	80.801	89.488
Mei	91.979	78.894	85.975	90.511	83.530	90.711	90.914
Juni	89.911	72.977	75.089	79.208	78.161	85.064	89.853
Juli	87.192	61.278	48.953	72.791	72.020	91.990	82.414
Agustus	80.290	51.885	38.020	55.894	72.811	90.662	57.053
September	56.649	36.591	26.822	50.298	83.268	81.076	45.130
Oktober	63.839	46.700	30.174	72.598	62.050	90.103	44.693
November	80.668	40.584	37.493	70.909	86.451	88.370	59.668
Desember	76.215	77.479	54.951	67.353	77.109	92.942	80.109

Dari tabel di atas diketahui bahwa produksi energi listrik PLTA Bakaru terendah terjadi pada Januari 2022 sebesar 28,638 MW, sedangkan produksi tertinggi terjadi pada Desember 2022 sebesar 92,942 MW. Berikut data hasil produksi pada tahun 2017 hingga tahun 2023 yang dimuat dalam bentuk grafik dapat dilihat pada gambar 4.1 sebagai berikut.



Gambar 4. 16 Produksi Energi Listrik PLTA Bakaru

Dari gambar 4.16 menunjukkan produksi energi listrik dari PLTA Bakaru selama tahun 2017 hingga 2023. Secara umum, produksi energi listrik mengalami variasi yang signifikan setiap tahunnya.

4.2.1 Pengolahan Data Metode ARIMA

Pengolahan data dengan metode *Autoregressive Intergrated Moving Average* (ARIMA) diawali dengan upaya membuat data menjadi stasioner. yang meliputi pemeriksaan *time series plot*, uji stasioneritas, serta penerapan *diferensiasi* jika diperlukan. Selanjutnya, analisis *Auto Correlation Function* (ACF) dan *Partial Auto Correlation Function* (PACF) digunakan untuk mengidentifikasi pola *autokorelasi* dalam data dan menentukan orde model ARIMA yang sesuai. Setelah model ARIMA diestimasi, dilakukan uji diagnostik untuk memastikan model telah memenuhi asumsi yang diperlukan. Jika model telah lolos uji, maka dapat digunakan untuk melakukan peramalan nilai variabel pada periode mendatang.

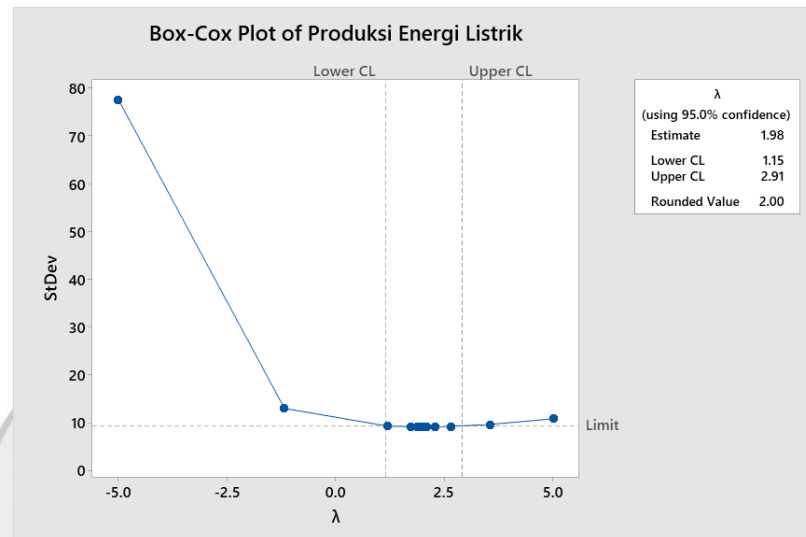
4.2.2 Identifikasi Model ARIMA

Proses identifikasi model ARIMA dimulai dengan memastikan data dalam kondisi stasioner yaitu stasioner terhadap rata-rata (*mean*) maupun *varians* yang bertujuan untuk mendapatkan model ARIMA yang tepat dalam melakukan prakiraan.

1. Stasioner terhadap *varians*

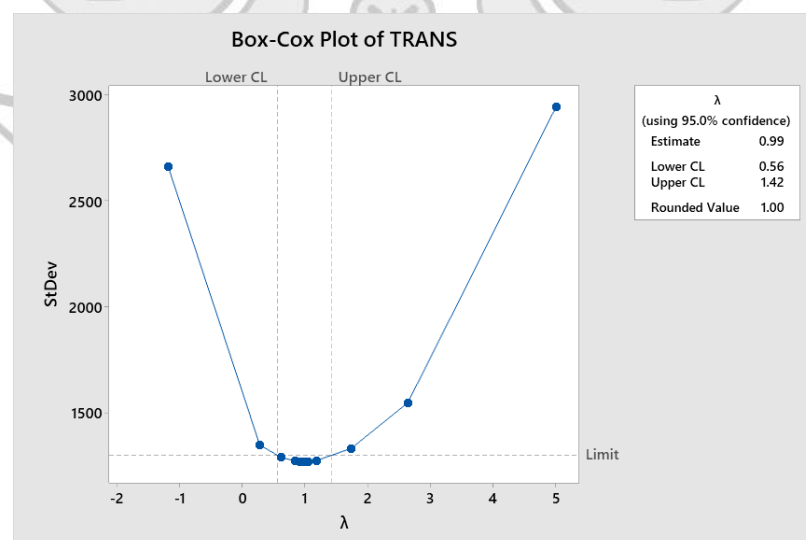
Proses stasioner terhadap *varians* dapat dilihat melalui *control chart Box-Cox* transformasi. Data dapat dikatakan stasioner dalam *varians* apabila data

tersebut memiliki nilai *rounded value* atau $\lambda = 1$. Berikut Gambar 4.1 adalah pemeriksaan Transformasi *Box-Cox* data menggunakan aplikasi Minitab.



Gambar 4. 17 *Plot Box-Cox* Produksi Energi Listrik

Pada Gambar diatas menunjukkan bahwa data belum stasioner dalam hal *varians*. Hasil transformasi *Box-Cox* menunjukkan nilai rounded value (λ) sebesar 2.00. Karena nilai λ tidak sama dengan 1. maka data perlu ditransformasikan kembali untuk mencapai stasioneritas dalam *varians*.

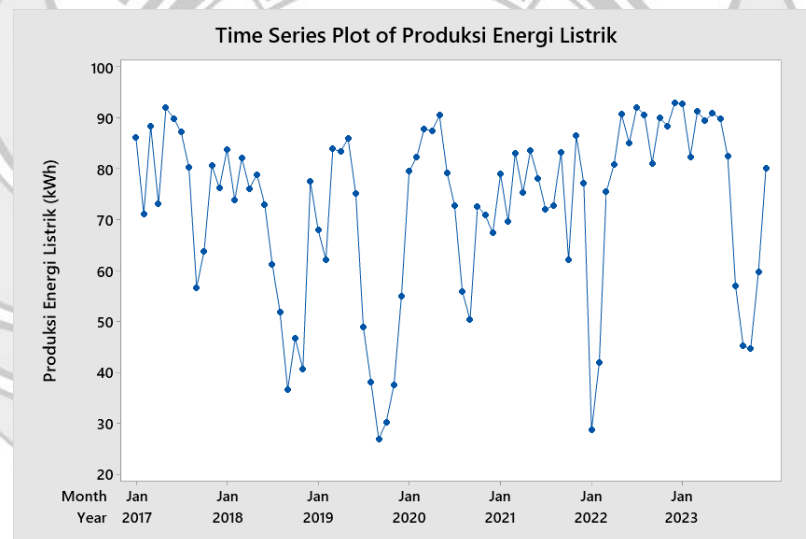


Gambar 4. 18 *Plot Box-Cox* Transformasi Produksi Energi Listrik

Pada Gambar diatas menunjukkan bahwa data telah stasioner dalam hal *varians* setelah dilakukan transformasi *Box-Cox*. Nilai *rounded value* (λ) yang diperoleh adalah 1. Artinya. tidak diperlukan transformasi tambahan karena data sudah memenuhi syarat stasioneritas dalam *varians*.

2. Stasioner terhadap *mean*

Untuk mengetahui apakah data sudah stasioner terhadap *mean* dapat dilakukan pengecekan grafik *time series* seperti pada Gambar 4.3



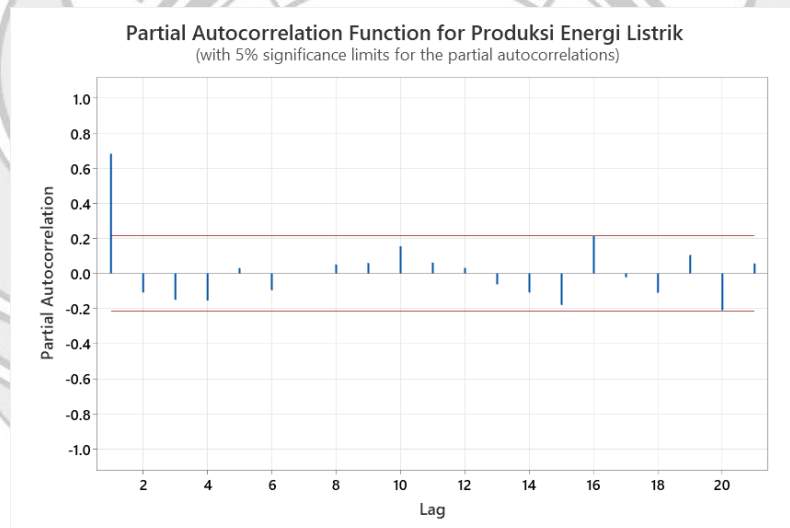
Gambar 4. 19 *Plot Time series* Produksi Energi Listrik

Gambar di atas menunjukkan pola yang stasioner. Data dikatakan stasioner terhadap rata-rata jika rata-rata nilai dalam serangkaian waktu tersebut konstan atau tidak berubah seiring waktu. Dengan kata lain, data tidak menunjukkan perubahan pola yang signifikan secara statistik. Hal ini mengindikasikan bahwa rata-rata produksi energi listrik cenderung konstan dari waktu ke waktu. Karena data telah stasioner terhadap rata-rata, maka langkah selanjutnya adalah

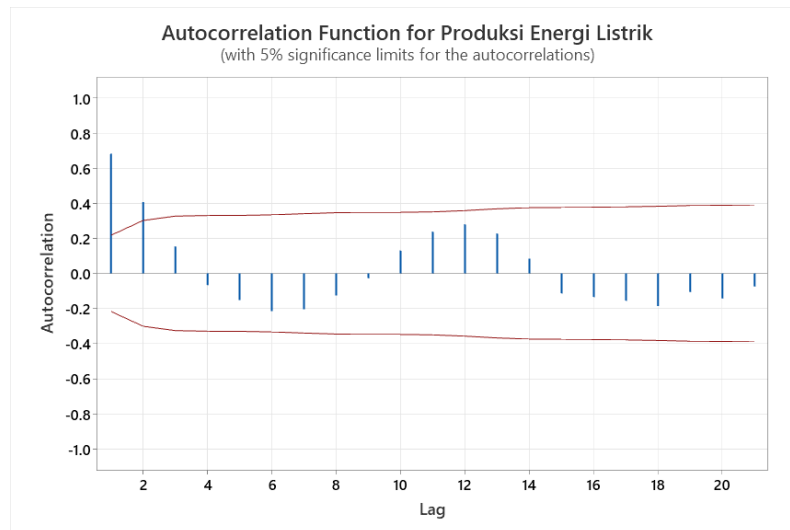
menganalisis autokorelasi (ACF) dan (PACF) untuk mengidentifikasi pola musiman yang mungkin ada dalam data.

3. Identifikasi Model ARIMA

Setelah data sudah stasioner maka langkah selanjutnya adalah melihat dan menentukan orde praduga *Autoregressive* dan *Moving Average* dengan melihat *plot Auto Correlation Function (ACF)* dan *plot Partial Auto Correlation Function (PACF)*. Berikut gambar grafik *Plot ACF* dan *PACF*.



Gambar 4. 20 Grafik *Plot PACF* Produksi Energi Listrik



Gambar 4. 21 Grafik *Plot ACF* Produksi Energi Listrik

Gambar 4.21 menunjukkan pada *plot ACF* nilai autokorelasi pada lag 1 dan lag 2 berada di luar batas signifikan atau berada di luar garis merah. sedangkan pada Gambar 4.20 menunjukkan bahwa *plot PACF* nilai parsial autokorelasi pada lag 1, lag 16 dan lag 20 berada di luar batas signifikan. Sehingga pada *plot ACF* terdapat 2 lag yang melebihi batas signifikan dan pada *plot PACF* terdapat 3 lag yang melebihi batas signifikan maka menunjukkan adanya proses *Autoregressive* (AR) berorde 3 dan *Moving Average* (MA) berorde 2. Sehingga praduga model didapatkan yaitu Model ARIMA (3.0.2).

4.2.3 Estimasi Uji Signifikan Parameter

Uji parameter dilakukan untuk mencari model ARIMA terbaik yang dapat digunakan dalam prediksi. Model yang dipilih harus memenuhi kriteria uji parameter dengan nilai $P\text{-value} < \alpha$ (0.05). di mana $\alpha = 0.05$. Berikut ini adalah hasil pengujian estimasi uji signifikan untuk produksi energi listrik yang ditampilkan pada Tabel 4.17.

Tabel 4. 17 Estimasi model ARIMA data produksi energi listrik PLTA Bakaru

No.	Estimasi Model	Parameter	P.Value	Hasil Uji Signifikansi
1	ARIMA (1.0.1)	AR (1)	0.000	Tidak Signifikan
		MA (1)	0.378	
2	ARIMA (1.0.2)	AR (1)	0.009	Tidak Signifikan
		MA (1)	0.362	
		MA (2)	0.338	
3	ARIMA (1.0.3)	AR (1)	Error	Tidak Signifikan
		MA (1)	Error	
		MA (2)	Error	
		MA (3)	Error	
4	ARIMA (2.0.0)	AR (1)	0.000	Tidak Signifikan
		AR (2)	0.244	
5	ARIMA (2.0.1)	AR (1)	0.954	Tidak Signifikan
		AR (2)	0.291	
		MA (1)	0.131	
6	ARIMA (2.0.2)	AR (1)	0.016	Tidak Signifikan
		AR (2)	0.005	
		MA (1)	0.000	
		MA (2)	0.335	
7	ARIMA (2.0.3)	AR (1)	0.000	Signifikan
		AR (2)	0.000	
		MA (1)	0.000	
		MA (2)	0.019	
		MA (3)	0.005	
8	ARIMA (3.0.0)	AR (1)	0.000	Tidak Signifikan
		AR (2)	0.954	
		AR (3)	0.164	
9	ARIMA (3.0.1)	AR (1)	0.735	Tidak Signifikan
		AR (2)	0.057	
		AR (3)	0.424	
		MA (1)	0.006	
10	ARIMA (3.0.2)	AR (1)	0.000	Signifikan
		AR (2)	0.006	
		AR (3)	0.000	
		MA (1)	0.000	
		MA (2)	0.000	
11	ARIMA (3.0.3)	AR (1)	0.211	Tidak Signifikan
		AR (2)	0.835	
		AR (3)	0.339	
		MA (1)	0.907	
		MA (2)	0.561	
		MA (3)	0.229	

Berdasarkan hasil estimasi dan uji signifikansi parameter, model yang signifikan adalah ARIMA (2,0,3) dan ARIMA (3,0,2). Sementara itu, uji estimasi dan parameter untuk sembilan model lainnya tidak menunjukkan hasil yang signifikan. Selanjutnya, nilai MSE (*Mean Squared Error*) dari kedua model tersebut akan dilihat. Jika nilai MSE mendekati nol, ini menunjukkan bahwa hasil prakiraan sudah cukup mendekati data aktual dan dapat digunakan untuk perhitungan di periode mendatang. Berikut adalah tabel MSE dari model ARIMA.

Tabel 4. 18 Nilai MSE model ARIMA data produksi energi listrik PLTA Bakaru

No.	Model ARIMA	MSE
1	ARIMA (2.0.3)	156.271
2	ARIMA (3.0.2)	147.548

Berdasarkan tabel diatas didapat model terbaik dengan nilai MSE terkecil dimiliki oleh model ARIMA (3.0.2) dengan nilai MSE 147.548.

4.2.4 Memilih Model ARIMA Yang Terbaik

Berdasarkan hasil evaluasi model ARIMA(3.0.2) terpilih sebagai model terbaik untuk memprediksi produksi energi listrik PLTA Bakaru selama tujuh tahun ke depan. Model ini memenuhi kriteria uji signifikansi parameter dan memiliki nilai MSE terkecil dibandingkan dengan model lainnya.

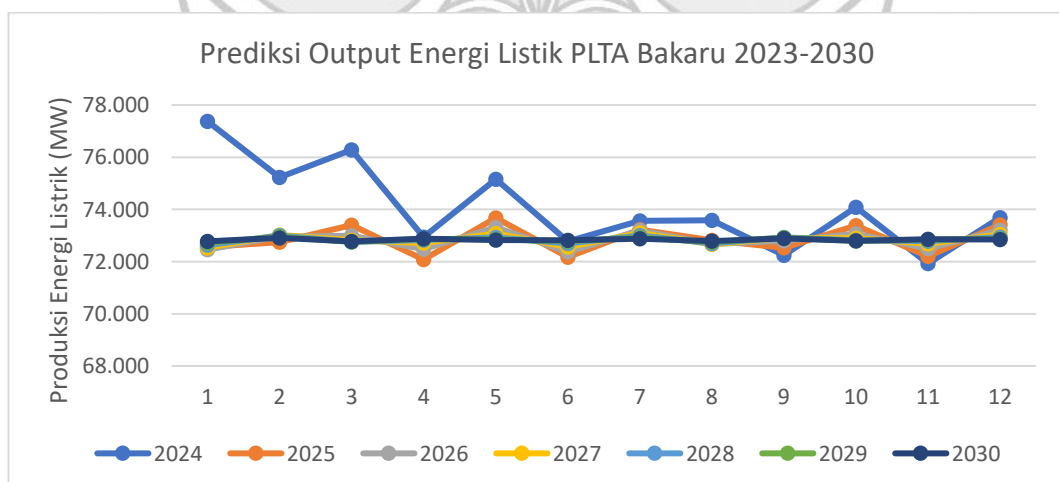
4.2.5 Hasil Prediksi Data Produksi Energi Listrik PLTA Bakaru

Setelah mengetahui model ARIMA maka didapat data hasil prediksi produksi energi listrik PLTA Bakaru untuk Januari 2023 sampai Desember 2030 seperti pada tabel dibawah.

Tabel 4. 19 Data hasil prediksi produksi energi listrik PLTA Bakaru

Prediksi Produksi Energi Listrik PLTA Bakaru (MWh)							
Tahun	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Januari	77.375	72.564	72.458	72.530	72.629	72.715	72.775
Februari	75.229	72.744	72.959	73.023	73.002	72.956	72.912
Maret	76.285	73.402	72.987	72.812	72.756	72.755	72.774
April	72.937	72.080	72.479	72.715	72.829	72.873	72.881
Mei	75.156	73.675	73.311	73.073	72.931	72.858	72.828
Juni	72.771	72.175	72.373	72.558	72.691	72.774	72.820
Juli	73.565	73.227	73.192	73.098	73.003	72.930	72.882
Agustus	73.584	72.818	72.671	72.659	72.698	72.745	72.784
September	72.243	72.534	72.798	72.904	72.927	72.914	72.892
Oktober	74.085	73.384	73.062	72.894	72.820	72.798	72.800
November	71.926	72.207	72.500	72.686	72.789	72.838	72.856
Desember	73.683	73.411	73.206	73.046	72.939	72.877	72.845

Tabel diatas menampilkan data hasil prediksi produksi energi listrik PLTA Bakaru selama tujuh tahun ke depan, mulai dari Januari 2024 hingga Desember 2030. Berdasarkan model prediksi yang digunakan, diperkirakan produksi energi listrik akan mengalami fluktuasi dengan nilai puncak sebesar 77.375 MW pada bulan Januari 2024 dan nilai terendah sebesar 71.926 MW pada bulan November 2024. Visualisasi dari data prediksi ini disajikan dalam bentuk gambar dibawah ini.



Gambar 4. 22 Prediksi produksi energi listrik PLTA Bakaru

Grafik diatas menunjukkan prediksi *output* energi listrik dari PLTA Bakaru untuk periode 2024 hingga 2030. Dari grafik, terlihat bahwa produksi energi listrik cenderung stabil sepanjang tahun 2025 sampai tahun 2030. Sedangkan pada tahun 2024 terdapat fluktuasi dengan hasil produksi pada januari sebesar 77.375 MW. Produksi tertinggi biasanya terjadi pada bulan-bulan awal tahun seperti Januari dan Februari, sementara produksi cenderung menurun pada bulan-bulan pertengahan tahun seperti Juli dan Agustus. Secara keseluruhan, grafik ini memberikan gambaran yang jelas tentang tren produksi energi listrik di PLTA Bakaru selama beberapa tahun ke depan. Informasi ini sangat berguna untuk perencanaan dan pengelolaan sumber daya energi, serta untuk memprediksi kebutuhan energi di masa mendatang. Dengan memahami pola produksi ini, pengelola PLTA Bakaru dapat mengoptimalkan operasi mereka untuk memastikan pasokan energi yang stabil dan efisien.

4.2.6 Validasi dan Perbandingan Metode Prediksi Terhadap Data Aktual

Validasi dari suatu prediksi sangat penting untuk mengetahui ketepatan dari suatu model prediksi dalam penelitian ini. Berikut ini data validasi prediksi ARIMA bulan Januari 2020 hingga Desember 2021.

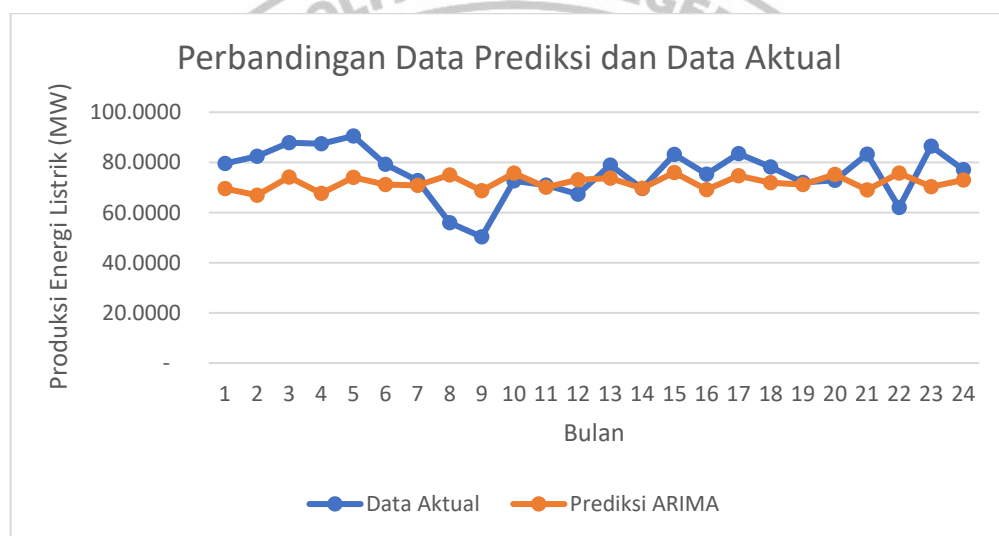
Tabel 4. 20 Data perbandingan prediksi ARIMA dengan data aktual Januari 2020 sampai Desember 2021

Tanggal	Data Aktual (MW)	ARIMA (MW)	Validasi (%)
Januari 2020	79.541	69.519	87.40
Februari 2020	82.403	66.927	81.22
Maret 2020	87.843	74.179	84.45
April 2020	87.447	67.649	77.37

Tanggal	Data Aktual (MW)	ARIMA (MW)	Validasi (%)
Mei 2020	90.511	74.016	81.78
Juni 2020	79.208	71.131	89.8
Juli 2020	72.791	70.866	97.36
Agustus 2020	55.894	74.940	65.93
September 2020	50.298	68.699	63.42
Oktober 2020	72.598	75.755	95.65
November 2020	70.909	70.043	98.78
Desember 2020	67.353	73.037	91.56
Januari 2021	78.936	73.670	93.33
Februari 2021	69.560	69.681	99.83
Maret 2021	83.139	75.977	91.39
April 2021	75.315	69.131	91.79
Mei 2021	83.530	74.694	89.42
Juni 2021	78.161	71.932	92.03
Juli 2021	72.020	71.173	98.82
Agustus 2021	72.811	75.234	96.67
September 2021	83.268	69.997	82.86
Oktober 2021	62.050	75.710	77.99
November 2021	86.451	70.346	81.37
Desember 2021	77.109	72.917	94.56
Rata-rata	75.797	71.926	87.70%
Maksimal	90.511	75.977	99.83%
Minimun	50.298	66.927	63.42%

Tabel diatas menunjukkan perbandingan antara data aktual produksi energi listrik (MW) dari PLTA Bakaru dengan hasil prakiraan menggunakan model ARIMA serta persentase validasi untuk setiap bulan dari Januari 2020 hingga Desember 2021. Tabel diatas memberikan gambaran tentang seberapa akurat model ARIMA dalam memprediksi produksi energi listrik dibandingkan dengan data aktual. Misalnya, pada Januari 2020, data aktual menunjukkan produksi sebesar 79.541 MW, sementara model ARIMA memprediksi 69.519 MW dengan persentase validasi yang menunjukkan tingkat akurasi prediksi.

Dari tabel, dapat dilihat bahwa kedua model memiliki tingkat akurasi yang bervariasi setiap bulan. Beberapa bulan menunjukkan prediksi yang sangat mendekati data aktual, sementara bulan lainnya menunjukkan perbedaan yang lebih signifikan. Persentase validasi membantu dalam menilai keandalan model prediksi ini, di mana nilai yang lebih tinggi menunjukkan prediksi yang lebih akurat. Berikut ini gambar perbandingan data aktual dan hasil prakiraan metode ARIMA .



Gambar 4. 23 Perbandingan Prediksi ARIMA dengan Data Aktual

Grafik diatas menunjukkan perbandingan antara produksi energi listrik aktual dari PLTA Bakaru dan hasil prakiraan menggunakan model ARIMA selama periode dua tahun dari Januari 2020 hingga Desember 2021. Sumbu horizontal grafik mewakili bulan-bulan dari 1 hingga 24, sementara sumbu vertikal menunjukkan produksi energi listrik dalam kilowatt-jam (MW).

Garis biru pada grafik mewakili data aktual produksi energi listrik, sedangkan garis oranye mewakili prediksi produksi menggunakan model ARIMA. Kedua garis ini menunjukkan fluktuasi yang serupa sepanjang periode dua tahun, yang mengindikasikan bahwa model ARIMA cukup akurat dalam memprediksi

produksi energi listrik. Misalnya, pada beberapa bulan, prediksi ARIMA sangat mendekati data aktual, menunjukkan bahwa model ini dapat diandalkan untuk prakiraan produksi energi di masa mendatang.

4.3 Analisis Pengaruh curah hujan dan debit air terhadap *output* energi listrik PLTA Bakaru

Curah hujan dan debit air merupakan faktor hidrologis utama yang secara langsung mempengaruhi produksi energi listrik di PLTA Bakaru. Memahami hubungan antara kedua variabel ini sangat penting untuk mengetahui pengaruhnya terhadap produktivitas energi listrik. Pada penelitian ini, data yang digunakan mencakup debit air, curah hujan, serta produksi energi listrik PLTA Bakaru dari 1 Januari 2021 hingga 31 Desember 2023, yang diambil dari Tabel 4.8 dan Tabel 4.15.

4.3.1 Pengolahan Data dengan Analisis Regresi Linear Berganda

Untuk menganalisis data terkait pengaruh signifikan antara curah hujan dan debit air terhadap *output* energi listrik PLTA Bakaru, digunakan teknik analisis regresi linier berganda dengan aplikasi IBM SPSS Statistics versi 29.0.2.0. Regresi linier berganda digunakan untuk melihat pengaruh antar variabel dependen: debit air (X1) dan curah hujan (X2) terhadap variabel dependen: produksi *output* energi listrik (Y).

4.3.2 Pengujian Asumsi Klasik

1. Uji Normalitas

Tujuan uji normalitas adalah untuk mengetahui apakah data dari variabel yang di teliti itu normal atau tidak. Uji normalitas penelitian ini dilakukan dengan uji *Kolmogrov-Smirnov*. Berikut hasil perhitungan uji normalitas.

Tabel 4. 21 Hasil Pengujian Normalitas dengan Uji (*Kolmogrov-Smirnov*)

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test			
			Unstandardized Residual
N			12
Normal Parameters ^{a,b}	Mean		.0000000
	Std. Deviation		6.52860864
Most Extreme Differences	Absolute		.139
	Positive		.130
	Negative		-.139
Test Statistic			.139
Asymp. Sig. (2-tailed) ^c			.200 ^d
Monte Carlo Sig. (2-tailed) ^c	Sig.		.752
99% Confidence Interval	Lower Bound		.741
	Upper Bound		.763
a. Test distribution is Normal.			

a. Test distribution is Normal.

Berdasarkan tabel di atas diketahui bahwa nilai signifikansi *deviation from linearity* sebesar 0.200. Sehingga dapat dinyatakan bahwa P value (0.200) > α (0.05) yang berarti data yang diperoleh berdistribusi normal.

2. Uji Multikolinieritas

Uji multikolinieritas dalam penelitian ini dimaksudkan untuk menunjukkan ada atau tidaknya keterkaitan yang tinggi antara variabel - variabel bebas yang diteliti dalam suatu model regresi linier berganda. Uji multikolinieritas ini dapat diketahui dengan memperhatikan nilai *Variance*

Inflation Factor (VIF). Interpretasi hasil uji multikolinieritas menyebutkan bahwa apabila VIF kurang dari 10. maka tidak terdapat masalah multikolinieritas. Sedangkan apabila VIF lebih dari 10. maka terdapat masalah multikolinieritas. Untuk lebih jelasnya hasil perhitungannya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. 22 Hasil Pengujian Multikolinearitas

Coefficients ^a								
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Tolerance	VIF
1	(Constant)	33.588	5.669		5.924	<.001		
	Debit Air	.776	.098	.937	7.886	<.001	.981	1.020
	Curah Hujan	-.038	.594	-.008	-.065	.950	.981	1.020
a. Dependent Variable: <i>Output</i> Energi Listrik								

Berdasarkan tabel di atas, jika dilihat dari nilai VIFnya (1.020), semua nilainya lebih kecil dari 10. Dengan demikian dapat dinyatakan bahwa nilai VIF (1.020) < 10 yang artinya variabel bebas yang ada dalam model regresi linier berganda tidak terjadi multikolinieritas.

3. Uji Heteroskedastisitas

Uji heteroskedastisitas digunakan untuk menunjukkan apakah dalam model regresi terjadi perbedaan *varians* dan *residual* pada suatu pengamatan yang lain. Model regresi ini dinyatakan tidak mengalami gejala heteroskedastisitas ketika nilai *P-Value*-nya lebih besar daripada α (0.05). Uji heteroskedastisitas dilakukan dengan menggunakan uji *Glejser*. Untuk

menginterpretasikan hasil uji heteroskedastisitas menggunakan SPSS yakni dengan membandingkan nilai Sig. dengan $\alpha = 0.05$. Berikut hasil perhitungannya.

Tabel 4. 23 Hasil Uji Heterokedastisitas

ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	17.156	2	8.578	.964	.418 ^b
	Residual	80.091	9	8.899		
	Total	97.247	11			
a. Dependent Variable: ABS_RES						
b. Predictors: (Constant). Curah Hujan. Debit Air						

Berdasarkan tabel di atas, maka diketahui nilai PValue-nya (Sig.) sebesar 0.418. Dengan demikian dapat dinyatakan bahwa nilai P-value (0.418) > α (0.05), artinya kedua variabel independen tersebut tidak terjadi heteroskedastisitas.

4. Uji Autokorelasi

Dalam penelitian ini pengujian autokorelasi dilakukan dengan menggunakan uji *Durbin-Watson*. Interpretasi hasil uji autokorelasi menggunakan SPSS dengan membandingkan nilai *Durbin-Watson* dengan nilai du hasil perhitungan Uji autokorelasi dengan uji *Durbin-Watson* (DW) ini dapat diketahui pada tabel 4.10 berikut:

Tabel 4. 24 Hasil Uji Autokorelasi

Model Summary^b					
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.936 ^a	.875	.848	7.21765	1.146
a. Predictors: (Constant). Curah Hujan. Debit Air					
b. Dependent Variable: <i>Output</i> Energi Listrik					

Berdasarkan tabel di atas dapat diketahui bahwa nilai Durbin-Watson sebesar 1.146. Kemudian nilai tersebut akan dibandingkan dengan nilai tabel DW dengan signifikansi 5%, jumlah sampel (N) sebesar 12, dan jumlah variabel independen (K) = 2 (cari pada tabel DW), sehingga diperoleh nilai du sebesar 1.579. Dengan demikian dapat dinyatakan bahwa nilai DW (1.146) < du (1.579), artinya terjadi autokorelasi.

4.3.3 Pengujian Hipotesis

Langkah-langkah yang dilakukan dalam analisis regresi linier berganda ini adalah Uji Statistik F, Uji Statistik T dan yang terakhir adalah menghitung besarnya *R Square* (Koefisien Determinasi). Untuk mencari persamaan regresi linier berganda. dapat dilihat dibawah ini.

1. Uji Statistik F

Uji Statistik F dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh yang signifikan antara variabel curah hujan dan debit air terhadap *output* energi listrik PLTA Bakaru. dapat dilihat pada tabel 4.10 di bawah ini:

Tabel 4. 25 Hasil Uji Statistik F

ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	3295.879	2	1647.939	31.634	<.001 ^b
	Residual	468.850	9	52.094		
	Total	3764.729	11			
a. Dependent Variable: <i>Output</i> Energi Listrik						
b. Predictors: (Constant). Curah Hujan. Debit Air						

Berdasarkan hasil perhitungan dalam tabel di atas, maka diperoleh hasil nilai P-value sebesar 0.001. Sehingga dapat dinyatakan bahwa P-value $(0.001) < \alpha$ (0.05), yang menunjukkan terdapat pengaruh dari debit air dan curah hujan terhadap *output* energi listrik PLTA Bakaru.

2. Uji Statistik T

Tabel 4. 26 Hasil Uji Statistik T

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	33.588	5.669		5.924	<.001
	Debit Air	.776	.098	.937	7.886	<.001
	Curah Hujan	-.038	.594	-.008	-.065	.950
a. Dependent Variable: <i>Output</i> Energi Listrik						

Berdasarkan tabel di atas, terdapat nilai constanta pada tabel B sebesar 33.588, sedangkan debit air sebesar 0.776 dan curah hujan sebesar -0.38. Sehingga dapat diketahui bahwa:

- a. Koefisien konstanta bernilai positif menyatakan bahwa dengan mengasumsikan ketiadaan variabel X1 (Debit Air) dan X2 (Curah Hujan),

maka kinerja *output* energi listrik PLTA Bakaru cenderung mengalami peningkatan.

- b. Koefisien regresi X1 (Debit Air) bernilai positif menyatakan bahwa dengan mengasumsikan ketiadaan variabel independen lainnya, maka apabila X1 (Debit Air) mengalami peningkatan, maka Y cenderung mengalami peningkatan.
- c. Koefisien regresi X2 (Curah Hujan) bernilai negatif menyatakan bahwa dengan mengasumsikan ketiadaan variabel independen lainnya, maka apabila X2 (Curah Hujan) mengalami peningkatan, maka Y cenderung mengalami penurunan.

3. Koefisien Determinasi

Koefisien Determinasi dilakukan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh curah hujan dan debit air terhadap *output* energi listrik PLTA Bakaru. maka dengan melihat nilai *r square* pada tabel berikut:

Tabel 4. 27 Hasil Analisis Korelasi

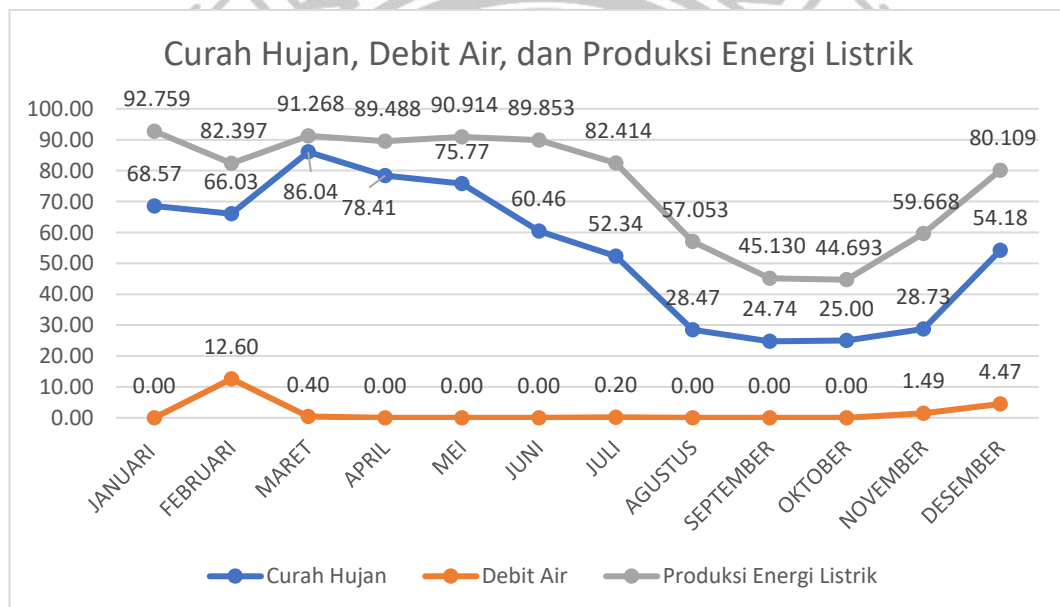
Model Summary ^b					
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.936 ^a	.875	.848	7.21765	1.146
a. Predictors: (Constant). Curah Hujan. Debit Air					
b. Dependent Variabel: <i>Output</i> Energi Listrik					

Berdasarkan hasil perhitungan pada tabel di atas di dapatkan nilai *R square* (R^2) sebesar 0.875. Nilai tersebut menggambarkan bahwa variabel debit air dan curah hujan memiliki pengaruh sebesar 87.5% terhadap *Output* energi

listrik PLTA Bakaru. Sedangkan sisanya sebesar 12.5% dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak masuk ke dalam model (selain faktor debit air dan curah hujan).

4.3.4 Hasil pengujian pengaruh curah hujan dan debit air terhadap produktivitas energi listrik yang dihasilkan di PLTA Bakaru

Data curah hujan, debit air dan produktivitas energi listrik PLTA Bakaru periode 2023 dapat dilihat secara visual pada gambar 4.8.



Gambar 4. 24 Data Curah Hujan, Debit Air dan Produksi Energi Listrik

Berdasarkan hasil pengujian dengan pengambilan keputusan hipotesis t yang dilakukan terhadap kedua variabel independen. Maka variabel debit air (X1). diperoleh nilai $t = 7.886$ dengan signifikansi 0.001 ($p < 0.05$). Dengan signifikansi yang lebih kecil dari 0.05 dan arah koefisien positif. hal ini menunjukkan bahwa debit air memiliki pengaruh signifikan terhadap produktivitas energi listrik. Semakin tinggi debit air yang masuk ke PLTA Bakaru. maka semakin tinggi pula produktivitas energi listrik yang dihasilkan. Sedangkan untuk variabel curah hujan

(X2). diperoleh nilai $t = -0.65$ dengan signifikansi 0.950 ($p > 0.05$). Dengan signifikansi yang lebih besar dari 0.05 dan arah koefisien negatif. hal ini menunjukkan bahwa perubahan curah hujan tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap produktivitas energi listrik di PLTA Bakaru. Artinya, penurunan curah hujan di hulu sungai tidak serta merta meningkatkan produktivitas energi listrik. Serta nilai R Square (R^2) dari analisis sebesar 0.875. Nilai tersebut memberikan gambaran bahwa variabel debit air dan curah hujan berpengaruh sebesar 87.5% terhadap *output* energi listrik PLTA Bakaru. Sedangkan sisanya sebesar 12.5% dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak masuk ke dalam model (selain selain faktor debit air dan curah hujan).

4.4 Pengaruh Sedimentasi terhadap Bendungan PLTA Bakaru

Kondisi sedimentasi atau pengendapan yang terjadi di waduk PLTA Bakaru saat ini sudah sangat memprihatinkan dan berdampak pada pengoperasian waduk yang tidak lagi optimal. Kondisi yang memprihatinkan ini didasarkan pada tata guna lahan saat ini di area DAS Bakaru, yang memiliki luas DAS sebesar 1.044 km². Tata guna lahan yang didominasi oleh pertanian lahan kering ini berkontribusi pada meningkatnya erosi tanah, yang pada akhirnya mempercepat proses sedimentasi di waduk.

Tabel 4. 28 Tutupan Lahan DAS Bendungan PLTA Bakaru

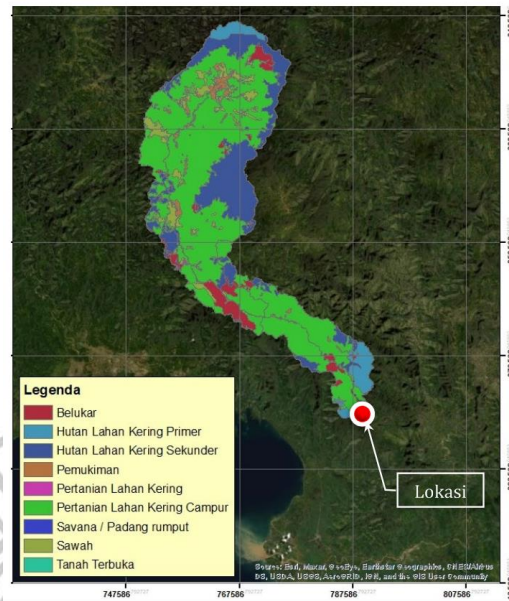
No	Penggunaan Lahan	Luas (km2)	Persentase
1	Semak/Belukar	53.98	5.17%
2	Hutan Lahan Kering Primer	47.84	4.58%
3	Hutan Lahan Kering Sekunder	216.24	20.70%
4	Pemukiman	19.27	1.84%

No	Penggunaan Lahan	Luas (km ²)	Persentase
5	Pertanian Lahan Kering	0.80	0.08%
6	Pertanian Lahan Kering Campur	648.58	62.17%
7	Savana/Padang Rumput	0.60	0.06%
8	Sawah	55.82	5.34%
9	Tanah Terbuka	0.65	0.06%

Sumber: (PT PLN (Persero) Laporan Konsultansi Izin Operasi Bendungan. Inspeksi Besar Bendungan dan Rencana Tanggap Darurat Bendungan PLTA Bakaru Januari 2021)

Tabel diatas mencakup sembilan kategori penggunaan lahan, yaitu semak/belukar, hutan lahan kering primer, hutan lahan kering sekunder, pemukiman, pertanian lahan kering, pertanian lahan kering campur, padang rumput, sawah, dan tanah terbuka. Setiap kategori dilengkapi dengan luas area dalam kilometer persegi dan persentase dari total penggunaan lahan.

Dari tabel tersebut, terlihat bahwa kategori dengan luas terbesar adalah “Pertanian Lahan Kering” yang mencakup 648.58 km² atau 62.17% dari total area. Kategori lainnya seperti “Hutan Lahan Kering” juga memiliki kontribusi signifikan dengan luas 216.24 km² (20.70%). Kategori dengan luas terkecil adalah “Tanah Terbuka” yang hanya mencakup 0.65 km² atau 0.06%. Peta Tutupan Lahan DAS Bendungan PLTA Bakaru dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4. 25 Peta Tutupan DAS Bendungan PLTA Bakaru 2022
(Sumber: PT PLN (Persero) Laporan Konsultansi Izin Operasi Bendungan.
Inspeksi Besar Bendungan dan Rencana Tanggap Darurat Bendungan PLTA
Bakaru Januari 2021)

Diketahui:

1. **Belukar (Merah):** Area yang ditumbuhi semak-semak atau vegetasi rendah.
2. **Hutan Lahan Kering Primer (Biru Muda):** Area yang masih berupa hutan asli tanpa banyak intervensi manusia.
3. **Hutan Lahan Kering Sekunder (Biru Tua):** Area hutan yang telah mengalami beberapa tingkat intervensi atau pemulihan.
4. **Pemukiman (Coklat):** Area atau wilayah yang digunakan sebagai tempat tinggal oleh manusia.
5. **Pertanian Lahan Kering (Ungu):** Area yang digunakan untuk berbagai jenis pertanian padi.

6. **Pertanian Lahan Kering Campur (Hijau Tua):** Area yang digunakan untuk berbagai jenis pertanian selain padi.
7. **Savana (Biru):** Area padang rumput luas.
8. **Sawah (Hijau Muda):** Area yang digunakan untuk pertanian padi.
9. **Tanah Terbuka (Hijau):** Area yang tidak memiliki tutupan vegetasi signifikan, mungkin karena aktivitas manusia atau kondisi alam.

Kemiringan lahan di DAS Bakaru juga berpengaruh signifikan terhadap sedimentasi. Kondisi kemiringan lereng yang ada di DAS Bakaru antara 25-45% dengan klasifikasi lereng curam dan luas dari kemiringan lereng tersebut adalah 558.61 km^2 (53.28%). Lahan dengan kemiringan curam lebih rentan terhadap erosi karena air hujan yang mengalir di permukaan tanah dengan cepat membawa partikel tanah ke waduk. Berikut data kemiringan DAS Bendungan PLTA Bakaru dapat dilihat pada tabel.

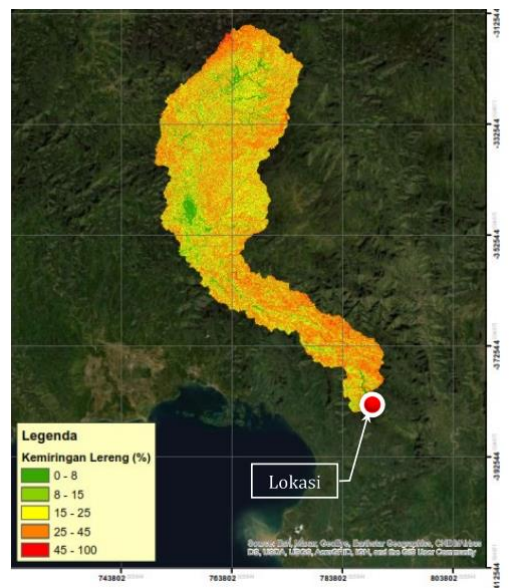
Tabel 4. 29 Kemiringan DAS Bendungan PLTA Bakaru 2022

No	Kemiringan Lereng (%)	Kelas Lereng	Klasifikasi	Luas (Km2)	Persentase (%)
1	0-8	1	Datar	47.15	4.50%
2	8-15%	2	Landai	77.08	7.35%
3	15-25%	3	Agak Curam	176.42	16.83%
4	25-45%	4	Curam	558.61	53.28%
5	>45%	5	Sangat Curam	189.22	18.05%

Sumber: (PT PLN (Persero) Laporan Konsultansi Izin Operasi Bendungan. Inspeksi Besar Bendungan dan Rencana Tanggap Darurat Bendungan PLTA Bakaru Januari 2021)

Tabel diatas mengklasifikasikan kemiringan lereng menjadi lima kategori: Datar (0-8%), Agak Landai (8-15%), Landai (15-25%), Curam (25-45%), dan

Sangat Curam ($>45\%$). Setiap kategori mencakup luas area tertentu dalam kilometer persegi (Km^2) dan persentase dari total area. Dari tabel tersebut, terlihat bahwa kategori “Curam” (25-45%) memiliki luas terbesar, yaitu 558.61 Km^2 atau 53.28% dari total area. Kategori “Sangat Curam” ($>45\%$) juga mencakup area yang signifikan, yaitu 189.22 Km^2 atau 18.05%. Sebaliknya, kategori “Datar” (0-8%) memiliki luas terkecil, yaitu 47.15 Km^2 atau 4.50%. Peta Kemiringan DAS Bendungan PLTA Bakaru dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4. 26 Peta Kemiringan DAS Bendungan PLTA Bakaru 2022
(Sumber: PT PLN (Persero) Laporan Konsultasi Izin Operasi Bendungan.
Inspeksi Besar Bendungan dan Rencana Tanggap Darurat Bendungan PLTA
Bakaru Januari 2021)

Diketahui:

0 - 8% (Hijau): Kemiringan sangat landai.

8 - 15% (Hijau Muda): Kemiringan landai hingga sedang.

15 - 25% (Kuning): Kemiringan sedang hingga curam.

25 - 45% (Orange): Kemiringan curam.

45 - 100% (Merah): Kemiringan sangat curam.

Peta topografi diatas memperlihatkan distribusi kemiringan lereng secara visual dengan menggunakan warna yang berbeda untuk setiap kategori. Warna-warna ini membantu dalam mengidentifikasi area dengan kemiringan tertentu, yang sangat berguna untuk perencanaan penggunaan lahan, mitigasi bencana, dan pengelolaan sumber daya alam.

4.3.1 Laju Sedimentasi Bendungan PLTA Bakaru

Berdasarkan pengukuran pada tahun 2017 didapatkan laju erosi di sungai mamasa sebagai berikut:

1. Laju erosi Hulu : 0.15 gram /menit
2. Laju erosi Tengah : 0.32 gram /menit
3. Laju erosi Hilir : 0.33 gram /menit

Erosi yang tinggi menyebabkan banyaknya sedimen yang terbawa aliran air menuju waduk. Faktor-faktor seperti pertanian lahan kering dan kemiringan lahan yang curam mempercepat proses erosi dan meningkatkan jumlah sedimen yang masuk ke waduk. Sedimen yang terbawa oleh aliran air akibat erosi akan mengendap di waduk. Berdasarkan laporan pertengahan dari PT. PLN Nusantara Power UPDK Bakaru pada Januari 2022, kapasitas tampungan Waduk Bendungan Bakaru dilakukan inspeksi atau pengambilan data secara berkala setiap lima sampai tujuh tahun sekali. Hal ini memungkinkan pemantauan terhadap perubahan

kapasitas tampungan dari tahun-tahun sebelumnya, sebagaimana dapat dilihat pada tabel dibawah.

Tabel 4. 30 Kapasitas Tampungan DAS Bendungan PLTA Bakaru

No	Studi Tahun	Kapasitas Tampungan (m ³)
1	2010	1.355.604.00
2	2017	4.113.586.39
3	2022	1.366.851.81

Sumber: (PT PLN (Persero) Laporan Konsultansi Izin Operasi Bendungan. Inspeksi Besar Bendungan dan Rencana Tanggap Darurat Bendungan PLTA Bakaru Januari 2021)

Tabel di atas menunjukkan perubahan kapasitas tampungan waduk selama 12 tahun. Dari tabel tersebut, terlihat bahwa pada tahun 2010, kapasitas tampungan waduk adalah 1.355.604,00 m³. Pada tahun 2017, kapasitas ini meningkat signifikan menjadi 4.113.586,39 m³. Namun, pada tahun 2022, kapasitas tampungan kembali menurun menjadi 1.366.851,81 m³.

Dengan melihat kondisi awal kapasitas tampungan waduk yang mencapai 6.920.000,00 m³ dan membandingkannya dengan kapasitas tampungan pada tahun 2017 dan tahun 2022, terlihat adanya penurunan yang signifikan. Penurunan ini menunjukkan akumulasi sedimen yang signifikan di waduk, yang mengurangi kemampuan waduk untuk menyimpan air dalam jumlah yang cukup untuk pembangkitan listrik. Kondisi sedimentasi pada bendungan PLTA Bakaru pada tahun 2022 dapat dilihat pada gambar dibawah.



Gambar 4. 27 Kondisi Hulu Bendungan

(Sumber: PT PLN (Persero) Laporan Konsultansi Izin Operasi Bendungan.
Inspeksi Besar Bendungan dan Rencana Tanggap Darurat Bendungan PLTA
Bakaru Januari 2021)



Gambar 4. 28 Kondisi Hulu Bendungan saat Pengosongan Waduk

(Sumber: PT PLN (Persero) Laporan Konsultansi Izin Operasi Bendungan.
Inspeksi Besar Bendungan dan Rencana Tanggap Darurat Bendungan PLTA
Bakaru Januari 2021)

Gambar 4.28 menunjukkan kondisi hulu bendungan PLTA Bakaru saat sebelum pengesongan dan gambar 4.29 secara jelas menunjukkan kondisi hulu

bendungan PLTA Bakaru yang tertutup oleh endapan sedimen setebal 3-4 meter saat setelah pengosongan waduk. Penurunan kapasitas tampungan ini mengakibatkan berkurangnya volume air yang dapat dimanfaatkan untuk pembangkitan listrik. sehingga berdampak pada penurunan produksi energi listrik PLTA Bakaru.



BAB V

KESIMPULAN

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat di simpulkan sebagai berikut:

1. Hasil prediksi *output* energi listrik PLTA Bakaru selama tujuh tahun ke depan mulai dari Januari 2024 hingga Desember 2030. berdasarkan model prediksi yang digunakan, diperkirakan produksi energi listrik akan mengalami fluktuasi dengan nilai puncak sebesar 77.375 MW pada bulan Januari 2024 dan nilai terendah sebesar 71.926 MW pada bulan November 2024.
2. Curah hujan tidak berpengaruh signifikan terhadap produktivitas energi listrik. Hal ini dapat dilihat pada data hasil penelitian rata-rata curah hujan sebesar 1.356 mm dapat menghasilkan rata-rata energi listrik yang dihasilkan sebesar 76.828 kWh pada tahun 2021 s.d. 2023. Sedangkan Debit air berpengaruh secara langsung terhadap produktivitas energi listrik yang dihasilkan PLTA. Debit air yang tinggi dapat meningkatkan produktivitas energi listrik pada PLTA. Hal ini dapat dilihat pada data hasil penelitian rata-rata debit air pada tahun 2021 s.d. 2023 sebesar 67.861 m³/detik dapat menghasilkan energi listrik yang dihasilkan sebesar 76.282 kWh.
3. Sedimentasi di waduk PLTA Bakaru telah mengurangi kapasitas tampung dari 6.920.000 m³ menjadi 1.366.851,81 m³ pada tahun 2022. Akumulasi sedimen ini menyebabkan penurunan volume air yang tersedia untuk proses pembangkitan listrik, sehingga berdampak langsung pada penurunan produksi

energi listrik. Pada tahun tersebut, akibat penurunan kapasitas tampung waduk, produksi energi listrik juga menurun secara drastis, di mana pada bulan Januari tercatat hanya sebesar 28.638 MW. Hal ini menunjukkan bagaimana sedimentasi secara nyata mempengaruhi *output* energi listrik PLTA dalam menghasilkan listrik.

5.2 SARAN

Sebagai masukan untuk memudahkan penelitian yang akan dilakukan selanjutnya. berikut ini saran-saran yang perlu diperhatikan:

1. Pada penelitian selanjutnya perlu diperhitungkan kembali parameter pada metode prediksi yang digunakan agar didapatkan hasil prediksi yang lebih akurat dan nilai MSE yang lebih kecil.
2. Bagi penelitian selanjutnya diharapkan bisa menganalisis pengaruh variable diluar penelitian ini seperti Gangguan pada Jaringan. Gangguan pada Pembangkit. Efisiensi Pembangkit dan Kebutuhan Beban terhadap Produktivitas Energi Listrik Pada PLTA Bakaru.

DAFTAR PUSTAKA

- Adnan, M., & Muflihin, M. (2018). Pengaruh Variasi Kemiringan Flushing Conduit Terhadap Volume Penggelontoran Sedimen Di Waduk (Uji Eksperimental). *Teknik hidro*, 11(2), 71-81.
- Arifin, M. Z. (2017). Analisa Unjuk Kerja Dan Tingkat Kavitasi Pada Turbin Francis Di PT PJB Unit Pembangkitan Brantas UNIT PLTA Sutami. *Inst. Teknol. Sepuluh Nop*, 8-14.
- Devianti, D., Bulan, R., & Satriyo, P. (2020). Kajian kapasitas daya pembangkit listrik tenaga air melalui pendekatan debit rencana metode rasional di sub-DAS Lawe Sempali, Provinsi Aceh. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, 10(2), 307-319.
- Dr. phil. Nurhening Yuniarti, M. T., & Aji, I. W. (2019). *Pembangkit Tenaga Listrik*
- Febriansyah, D. (2023). *Prediksi Hasil Produksi Energi Listrik di PLTA Karacak PT. Indonesia Power Saguling Pomu Institut Teknologi Indonesia*].
- Gunawan, W., Muslim2, S., & Rahardjo, I. A. (2020). Pengaruh Curah Hujan dan Debit Air Terhadap Produktivitas Energi Listrik yang Dihasilkan Pada Pembangkit Listrik Tenaga Air (Studi Kasus: Sub Unit PLTA Kracak, Kabupaten Bogor Jawa Barat). *Electrical and Vocational Education and Technology*, 5, 56-60.
- Hakim, R. (2019). Prediksi Beban Listrik Jangka Pendek Menggunakan Metode Autoregressive Integrated Moving Average (Arima).
- I, P. I. K. P. D. E. (2022). *LAPORAN PERTENGAHAN KONSULTANSI IZIN OPERASI BENDUNGAN, INSPEKSI BESAR BENDUNGAN DAN RENCANA TANGGAP DARURAT (RTD) BENDUNGAN PLTA BAKARU*.
- Ir. Basori, M. T., Ir. Wisanto Setyadi, M.T., Reza Ferdiana. (2016). Analisis Unjuk Kerja Turbin Air Pada Pusat Listrik Tenaga Air (PLTA) Dengan Kapasitas 70 MM. *Konversi Energi dan Manufaktur*.
- Irwan, A., Gunawan, D. S., Wahyunus, M., & Mulyanto, H. (2020). Simulasi Pemodelan Numerik Hidrodinamika dan Aliran Sedimen pada Bendung PLTA Musi–Bengkulu. *Journal of Applied Science (Japps)*, 2(2), 001-011.
- Jamila, A. U., Siregar, B. M., & Yunis, R. (2021). Analisis Runtun Waktu Untuk Memprediksi Jumlah Mahasiswa Baru Dengan Model Arima. *Paradigma*, 23(1), 85.

- Lukman, A., Harahap, R., & Hardianto, A. T. (2023). ANALISA DEBIT AIR UNTUK KAPASITAS PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA AIR (PLTA) PEUSANGAN I TAKENGON KABUPATEN ACEH TENGAH. *Jurnal Teknik Sipil (JTSIP)*, 2(1), 64-67.
- Mubarok, U., & Alfi, I. (2018). *Analisis Proyeksi Kebutuhan Energi Listrik di Kabupaten Temanggung Berdasarkan Pertumbuhan Beban* University of Technology Yogyakarta].
- Mulyono, D. (2014). Analisis karakteristik curah hujan di wilayah Kabupaten Garut Selatan. *Jurnal Konstruksi*, 12(1).
- Safitri, S. (2015). El Nino, La Nina dan dampaknya terhadap kehidupan di Indonesia. *Criksetra: Jurnal Pendidikan Sejarah*, 4(2).
- Setiawan, B. (2023). DASAR-DASAR PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA AIR. Syarif, A. A. [R. CO]. (2023, November). *PLN Buka Suara: Alasan Sebenarnya di Balik Pemadaman Listrik Bergilir* [Video]. YouTube. <https://youtu.be/5Kxf-Gp0VPg?si=DbDP9IPRAVIT0nii>
- Utama, Y., & Novita, K. (2024). Desain Metode Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) untuk Memprediksi Ketinggian Air Sungai Kunci Kiri, Kabupaten Nganjuk, Provinsi Jawa Timur. *JURNAL AMPLIFIER: JURNAL ILMIAH BIDANG TEKNIK ELEKTRO DAN KOMPUTER*, 14(1), 17-25.
- Wahid, A. (2007). Analisis Karakteristik Sedimentasi Di Waduk PLTA Bakar. *Jurnal Hutan dan Masyarakat*, 2(2), 8210.
- Widharma, I. G. S. (2021). SISTEM KONTROL TERDISTRIBUSI PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA AIR (PLTA). *Politeknik Negeri Bali*.
- Zakaria, A., Khotimah, S. N., & Romdania, Y. (2021). Analisis Data Curah Hujan yang Hilang dengan Menggunakan Metode Normal Ratio, Inversed Square Distance, Rata-Rata Aljabar dan Linear Regression (Studi Kasus Data Curah Hujan Beberapa Stasiun Hujan Wilayah Lampung Tengah) Annisa Putri Dwi S1.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Balasan Surat Penelitian



Nomor : 0320/STH.01.04/PLNPN030019/2024 28 Mei 2024
Lampiran : 1 Lembar
Sifat : Segera
Hal : Persetujuan Penelitian Kepada

Yth. Direktur Politeknik Negeri
Ujung Pandang

Menunjuk surat saudara Nomor : 1218/PL10/HM.02.02/2024 tanggal 29 April 2024 perihal Permohonan Izin Penelitian, pada prinsipnya kami menyetujui sesuai permohonan tersebut 1 (Satu) orang yang dilaksanakan pada tanggal 29 Mei s.d. 28 Juni 2024 di PT PLN Nusantara Power UPDK Bakaru, Unit Layanan Pusat Listrik Tenaga Air (ULPLTA) Bakaru, Jl. Pembangkitan, Desa Ulusaddang, Kec. Lembang, Kabupaten Pinrang, sebagai berikut :

No	Nama	NIM	Program Studi- Perguruan Tinggi	Judul Penelitian
1	Andi Nurul Afifah Alfiyyah	42120029	D4 Teknik Listrik- Politeknik Negeri Ujung Pandang	Analisi Prediksi Output Energi Listrik PLTA Bakaru Sampai Tahun 2030

Untuk itu agar yang bersangkutan membawa :

1. Formulir Surat Pernyataan (terlampir);
2. Pas Photo Warna 2 x 3 cm sebanyak 2 (dua) lembar;
3. Surat Pengantar Izin Memasuki Lokasi Pembangkit yang diberikan oleh Team Leader K3 & Keamanan di Kantor UP Bakaru, Jl. H. A. M Arsyad No. 21 Soreang Kota Parepare.

Selanjutnya perlu kami sampaikan bahwa selama pelaksanaan kegiatan tersebut harus mematuhi segala peraturan dan protokol kesehatan yang berlaku di PT PLN Nusantara Power Unit Pelaksana Pengendalian Pembangkitan Bakaru di antaranya :

1. Memastikan kondisi dalam keadaan sehat jasmani dan rohani;
2. Membawa sanitasi dan Alat Pelindung Diri (APD) secara mandiri;
3. Selama melaksanakan Penelitian dan Pengambilan Data kami tidak menyediakan Alat Transportasi, Konsumsi, Peralatan Dapur dan Fasilitas lainnya kecuali tempat tinggal (Rumah Dinas), maka dari itu agar dapat menyediakan perlengkapan sesuai kebutuhan masing masing;
4. Senantiasa menjaga kebersihan dan fasilitas yang tersedia;
5. Cp. WA : 0813-5481-0797 (M. Taufiq/AF. Adm. Umum ULPLTA Bakaru).



Demikian kami sampaikan, atas perhatian dan kerja samanya diucapkan terima kasih.

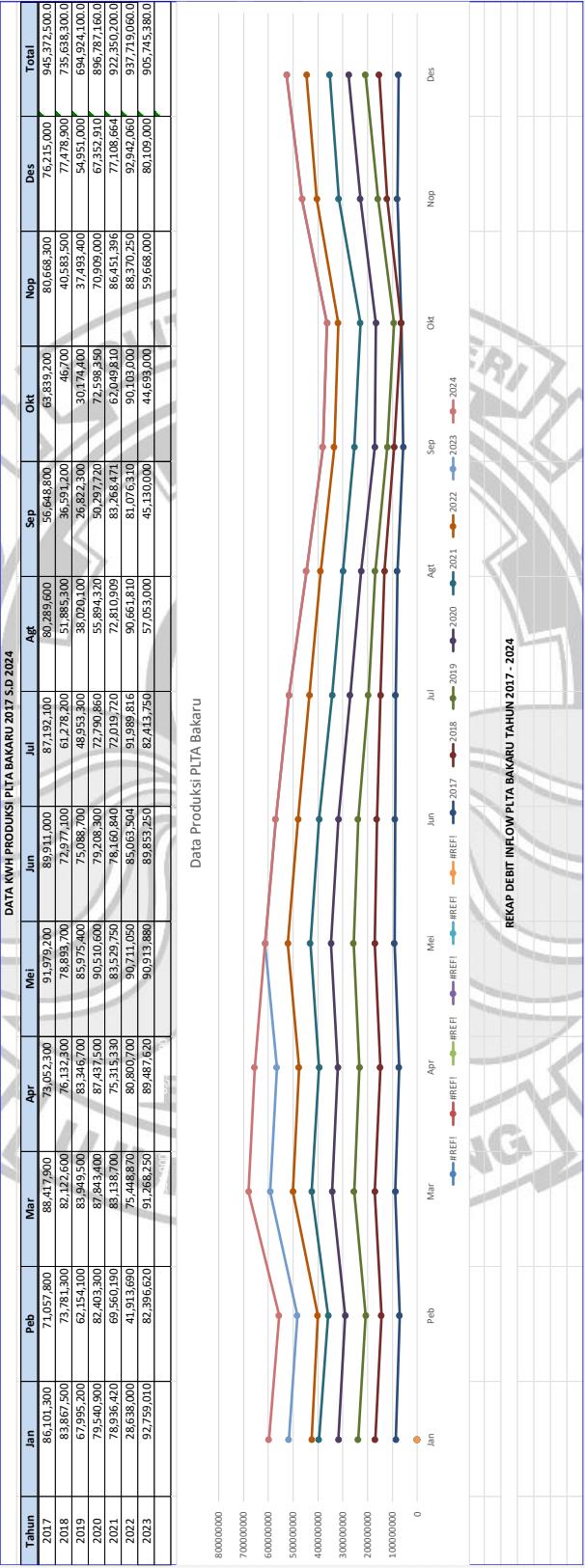
PLH MANAGER UPDK BAKARU,
ASSISTANT MANAGER OPERASI DAN
PEMERINTAHAN UPDK BAKARU,



Tembusan:

1. MANAGER ULPLTA BAKARU
2. TEAM LEADER K3 & KEAMANAN UP BAKARU

Lampiran 2. Data Produksi Energi Listrik PLTA Bakaru Tahun 2017 sampai 2023

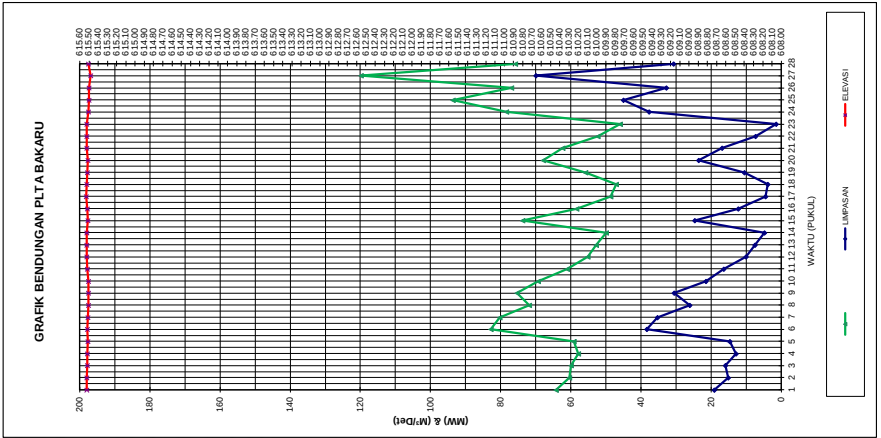


Lampiran 3. Data Debit Air



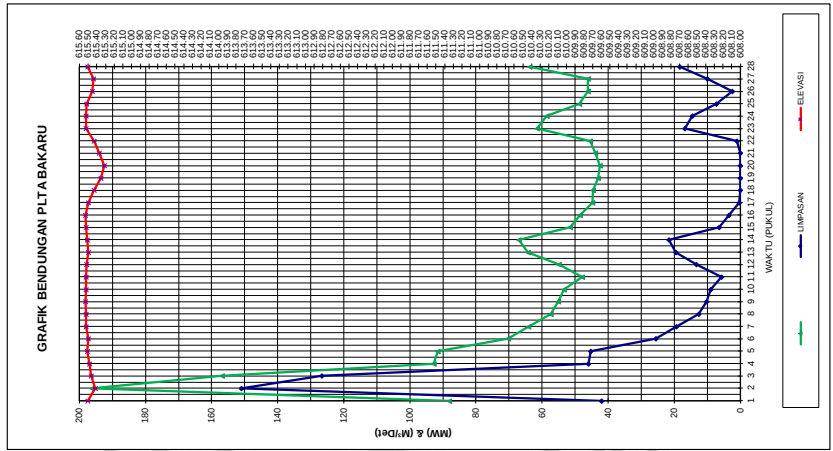
DATA DAN GRAFIK BENDUNGAN DATA TELEMETRY PLTA BAKARU
JANUARI TAHUN 2023

TGL	BEBAN			Inflow			LIMPASAN			ELEVASI		
	AVERAGE	MW	MM	AVERAGE	MIN	MAX	AVERAGE	MIN	MAX	AVERAGE	MIN	MAX
	MW	MW	MW	M/TS	M/TS	M/TS	M/TS	M/TS	M/TS	M/TS	M/TS	M/TS
1	126.00	126.00	126.00	64.29	61.28	68.00	19.15	13.35	23.00	615.53	615.50	615.53
2	126.00	126.00	126.00	60.48	57.38	64.22	15.12	13.35	18.20	615.52	615.51	615.53
3	126.60	116.00	126.00	59.94	56.30	63.20	15.92	11.30	18.20	615.52	615.49	615.53
4	126.00	126.00	126.00	57.62	55.39	59.87	12.86	11.30	13.40	615.52	615.48	615.53
5	126.00	126.00	126.00	59.13	54.99	63.20	14.64	11.30	22.95	615.51	615.47	615.53
6	126.00	126.00	126.00	82.79	60.84	100.18	38.28	18.10	58.65	615.52	615.47	615.53
7	126.00	126.00	126.00	80.30	69.80	100.18	35.26	24.75	58.65	615.51	615.45	615.53
8	123.75	93.00	126.00	71.61	66.21	82.32	26.16	18.10	33.35	615.51	615.45	615.53
9	124.59	93.00	126.00	75.32	75.32	88.31	30.54	18.15	54.90	615.51	615.48	615.53
10	126.00	126.00	126.00	69.32	62.08	89.80	21.51	18.05	29.60	615.51	615.47	615.53
11	126.00	126.00	126.00	61.05	46.00	70.31	16.33	11.30	24.75	615.52	615.49	615.53
12	126.00	126.00	122.00	55.15	52.00	58.40	10.11	7.00	13.40	615.52	615.50	615.53
13	126.00	126.00	126.00	52.76	49.80	56.30	7.54	2.50	11.30	615.53	615.49	615.53
14	126.00	126.00	126.00	49.99	45.00	52.69	4.88	0.00	9.40	615.53	615.50	615.53
15	126.00	126.00	126.00	73.75	46.48	191.70	24.60	2.50	146.70	615.51	615.40	615.53
16	126.00	126.00	126.00	58.33	49.08	78.35	12.25	0.00	33.35	615.52	615.47	615.53
17	124.08	92.00	126.00	48.66	45.00	54.20	4.46	0.00	9.20	615.53	615.52	615.53
18	125.72	125.00	126.00	47.13	45.00	52.00	3.93	0.00	49.80	615.52	615.51	615.53
19	124.72	124.00	126.00	55.76	49.80	67.50	10.50	2.45	23.00	615.52	615.30	615.53
20	124.00	124.00	124.00	67.94	56.88	89.43	23.54	9.30	73.70	615.51	615.47	615.53
21	124.00	124.00	124.00	62.25	53.70	77.85	16.91	7.00	33.35	615.52	615.48	615.53
22	124.00	124.00	124.00	52.27	48.78	62.02	7.41	2.45	13.40	615.52	615.49	615.53
23	124.00	124.00	124.00	45.91	42.72	48.78	1.49	0.00	4.80	615.52	615.50	615.53
24	124.00	124.00	124.00	78.42	42.97	195.16	37.63	0.00	159.85	615.51	615.44	615.53
25	124.00	124.00	124.00	93.69	66.48	160.69	44.95	22.95	111.55	615.50	615.42	615.53
26	124.00	124.00	124.00	76.88	67.50	89.64	32.75	23.00	58.55	615.50	615.44	615.53
27	124.00	124.00	124.00	119.90	73.73	89.64	69.94	12.85	137.35	615.48	615.41	615.53
28	124.00	124.00	124.00	75.86	69.30	80.36	30.63	22.90	36.80	615.51	615.46	615.53
29	124.00	124.00	124.00	68.70	66.12	73.66	24.31	18.20	29.75	615.52	615.49	615.53
30	124.00	124.00	124.00	88.24	60.48	140.91	43.63	13.30	101.05	615.52	615.49	615.53
31	124.00	124.00	124.00	111.79	91.97	129.45	67.60	36.75	85.00	615.51	615.41	615.53
MAX	126.00	126.00	126.00	119.90	91.97	191.70	69.94	36.75	159.85	615.53	615.52	615.53
MIN	123.75	92.00	122.00	45.91	42.72	48.78	1.49	0.00	4.80	615.48	615.30	615.53
AVE	124.98	121.58	125.10	68.57	57.69	86.73	23.38	11.36	48.29	615.52	615.47	615.53



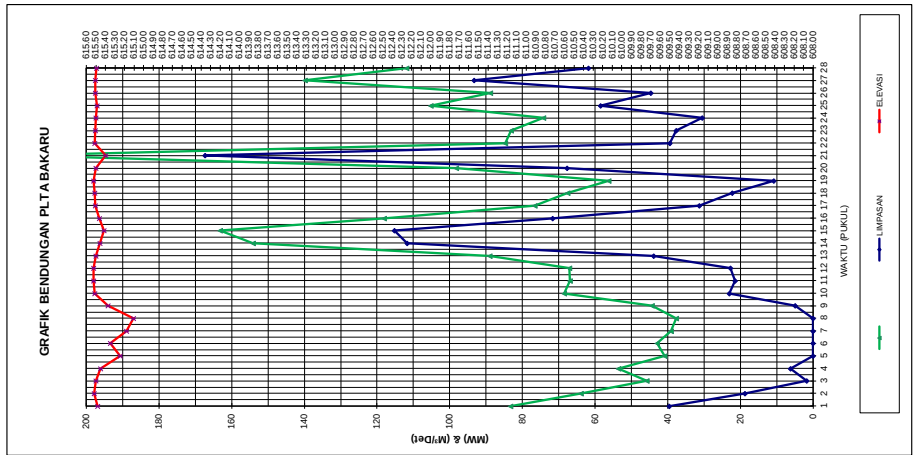
DATA DAN GRAFIK BENDUNGAN DATA TELEMETRY PLTA BAKARU
FEBRUARI TAHUN 2023

TGL	BEBAN			INFLOW			LIMPASAN			ELEVASI		
	AVERAGE	MIN	MAX	AVERAGE	MIN	MAX	AVERAGE	MIN	MAX	AVERAGE	MIN	MAX
	MW	MW	MW	M ³ /S	M ³ /S	M ³ /S	M ³ /S	M ³ /S	M ³ /S	M ³ /S	M ³ /S	M ³ /S
1	124.00	124.00	124.00	88.08	74.30	112.69	42.02	29.75	75.65	615.51	615.41	615.53
2	124.00	124.00	124.00	106.34	103.20	277.94	151.07	58.70	289.20	615.42	615.08	615.53
3	124.00	124.00	124.00	156.88	16.17	200.43	126.63	75.70	187.42	615.46	615.33	615.51
4	124.00	124.00	124.00	92.79	76.58	122.31	45.99	26.45	75.85	615.49	615.40	615.53
5	124.00	124.00	124.00	91.54	73.70	112.40	45.19	29.55	67.90	615.47	615.47	615.53
6	124.00	124.00	124.00	70.30	67.24	74.00	25.51	18.15	29.55	615.50	615.48	615.53
7	124.00	124.00	124.00	64.05	60.52	68.48	19.33	13.35	23.00	615.52	615.48	615.53
8	124.00	124.00	124.00	57.30	55.80	60.64	12.65	11.30	18.15	615.53	615.51	615.53
9	124.00	124.00	124.00	55.04	55.04	56.88	10.28	7.00	13.35	615.53	615.52	615.53
10	124.00	124.00	124.00	53.43	50.52	55.80	8.90	4.80	11.30	615.52	615.50	615.53
11	124.24	124.00	125.00	47.94	5.52	52.52	5.67	2.50	7.00	615.53	615.51	615.53
12	125.00	125.00	125.00	54.94	5.40	74.77	13.31	0.00	33.23	615.52	615.46	615.53
13	125.00	125.00	125.00	64.23	49.20	81.74	19.53	7.00	36.90	615.50	615.20	615.53
14	125.60	125.00	126.00	66.99	54.20	83.56	21.64	6.95	36.90	615.51	615.46	615.53
15	126.00	126.00	126.00	51.54	49.70	54.20	6.46	2.45	9.20	615.52	615.51	615.53
16	126.00	126.00	126.00	48.62	45.00	52.80	3.48	0.00	9.20	615.53	615.51	615.53
17	126.00	126.00	126.00	44.71	42.96	47.50	0.30	0.00	2.50	615.50	615.44	615.53
18	126.00	126.00	126.00	44.52	41.97	46.02	0.00	0.00	0.00	615.43	615.37	615.46
19	122.16	114.00	126.00	42.97	40.45	45.00	0.00	0.00	0.00	615.35	615.27	615.43
20	115.44	104.00	126.00	42.44	39.00	45.49	0.00	0.00	0.00	615.31	615.12	615.46
21	119.88	104.00	126.00	43.81	41.37	50.20	0.00	0.00	0.00	615.37	615.20	615.52
22	124.00	124.00	124.00	45.52	40.04	57.90	0.99	0.00	13.40	615.44	615.33	615.53
23	124.00	124.00	124.00	61.46	44.50	83.30	16.82	0.00	48.80	615.52	615.50	615.53
24	118.96	61.00	124.00	58.59	40.70	93.30	14.60	0.00	48.80	615.53	615.51	615.53
25	114.32	61.00	124.00	48.78	44.50	59.40	7.25	0.00	36.90	615.52	615.52	615.52
26	124.00	124.00	124.00	46.21	38.98	69.70	2.49	0.00	23.00	615.45	615.24	615.53
27	119.84	105.00	124.00	46.21	37.68	69.70	10.09	0.00	36.85	615.44	615.32	615.53
28	122.72	92.00	124.00	63.70	50.40	79.38	18.36	4.80	33.50	615.50	615.45	615.53
MAX	126.00	126.00	126.00	196.34	103.20	277.94	151.07	75.70	289.20	615.53	615.52	615.53
MIN	114.32	61.00	124.00	42.44	5.40	45.00	0.00	0.00	0.00	615.31	615.08	615.43
AVE	123.18	116.29	124.68	66.03	48.02	82.07	22.45	10.66	41.70	615.48	615.40	615.52



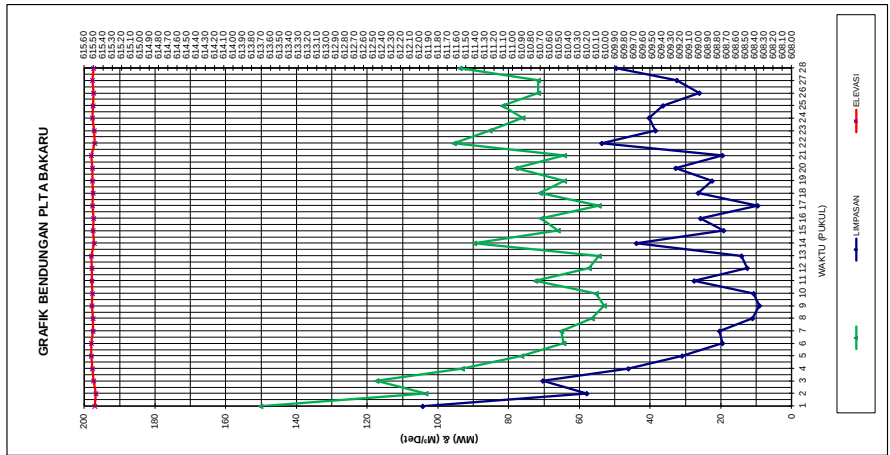
DATA DAN GRAFIK BENDUNGAN DATA TELEMETRY PLTA BAKARU
MARET TAHUN 2023

TGL	BEBAN			Inflow			LIMPASAN			ELEVASI		
	AVERAGE MW	MIN MW	MAX MW	AVERAGE M ³ /S	MIN M ³ /S	MAX M ³ /S	AVERAGE M ³ /S	MIN M ³ /S	MAX M ³ /S	AVERAGE M ³ /S	MIN M ³ /S	MAX M ³ /S
1	122.88	121.00	124.00	83.22	68.74	99.42	39.57	24.45	53.23	615.48	615.30	615.53
2	124.64	124.00	126.00	63.93	47.50	78.58	18.85	2.50	36.85	615.52	615.43	615.53
3	126.00	126.00	126.00	45.84	41.04	52.00	1.84	0.00	7.00	615.50	615.38	615.53
4	126.00	126.00	126.00	53.63	39.01	112.50	6.17	0.00	67.50	615.45	615.28	615.53
5	124.40	96.00	126.00	40.87	36.06	53.14	0.00	0.00	0.00	615.25	614.85	615.53
6	105.36	87.00	122.00	42.93	38.65	48.88	0.00	0.00	0.00	615.35	614.72	615.53
7	112.56	90.00	122.00	39.10	33.05	50.91	0.00	0.00	0.00	615.18	614.49	615.41
8	99.36	87.00	122.00	37.70	32.79	42.68	0.00	0.00	0.00	615.10	614.49	615.43
9	102.72	90.00	126.00	44.31	44.31	67.17	4.99	0.00	22.90	615.38	615.10	615.53
10	126.00	126.00	126.00	68.52	54.20	81.73	23.13	7.00	36.85	615.51	615.46	615.53
11	126.00	126.00	126.00	66.95	54.20	81.73	21.51	9.20	36.85	615.53	615.50	615.53
12	126.00	126.00	126.00	67.09	45.00	94.64	22.79	4.80	58.45	615.52	615.45	615.53
13	126.00	126.00	126.00	89.04	69.00	112.90	43.85	23.00	67.90	615.50	615.43	615.53
14	126.00	126.00	126.00	154.11	97.25	255.21	111.68	47.95	188.35	615.46	615.30	615.53
15	126.00	126.00	126.00	163.22	111.11	231.39	115.23	53.05	188.35	615.42	615.27	615.49
16	126.00	126.00	126.00	118.10	80.52	153.64	71.75	36.00	108.25	615.46	615.40	615.53
17	126.00	126.00	126.00	76.61	66.26	83.69	31.42	22.90	36.90	615.51	615.48	615.53
18	126.00	126.00	126.00	67.58	58.40	81.90	22.33	13.40	36.90	615.51	615.45	615.53
19	126.00	126.00	126.00	56.31	49.60	69.80	10.88	2.40	24.00	615.52	615.50	615.53
20	126.00	126.00	126.00	98.26	52.00	397.43	67.78	4.80	475.75	615.50	615.02	615.53
21	115.36	70.00	126.00	218.18	108.91	397.43	167.42	64.60	475.75	615.40	614.95	615.53
22	126.00	126.00	126.00	84.71	69.80	108.91	39.46	24.75	101.71	615.51	615.42	615.53
23	126.00	126.00	126.00	83.11	71.69	99.67	37.73	22.95	58.50	615.50	615.40	615.53
24	126.00	126.00	126.00	74.20	64.34	114.75	30.62	18.00	84.20	615.50	615.43	615.53
25	126.00	126.00	126.00	105.15	74.49	136.99	58.56	23.20	100.30	615.49	615.44	615.53
26	126.00	126.00	126.00	88.78	78.77	97.58	44.67	32.98	98.55	615.51	615.46	615.53
27	126.00	126.00	126.00	139.92	85.16	97.58	93.24	36.85	190.20	615.51	615.42	615.53
28	126.00	126.00	126.00	111.95	77.55	181.03	61.88	29.55	123.05	615.50	615.43	615.53
29	126.00	126.00	126.00	110.06	69.80	202.30	64.05	22.95	188.70	615.50	615.40	615.53
30	126.00	126.00	126.00	87.69	72.58	111.00	40.39	29.40	66.50	615.49	615.40	615.53
31	126.00	126.00	126.00	151.28	105.06	196.99	110.16	57.40	154.95	615.46	615.32	615.53
MAX	126.00	126.00	126.00	218.18	111.11	397.43	167.42	64.60	475.75	615.53	615.50	615.53
MIN	99.36	70.00	122.00	37.70	32.79	42.68	0.00	0.00	0.00	615.10	614.49	615.41
AVE	122.64	117.90	125.53	86.04	63.09	126.55	41.73	18.55	96.45	615.45	615.26	615.52



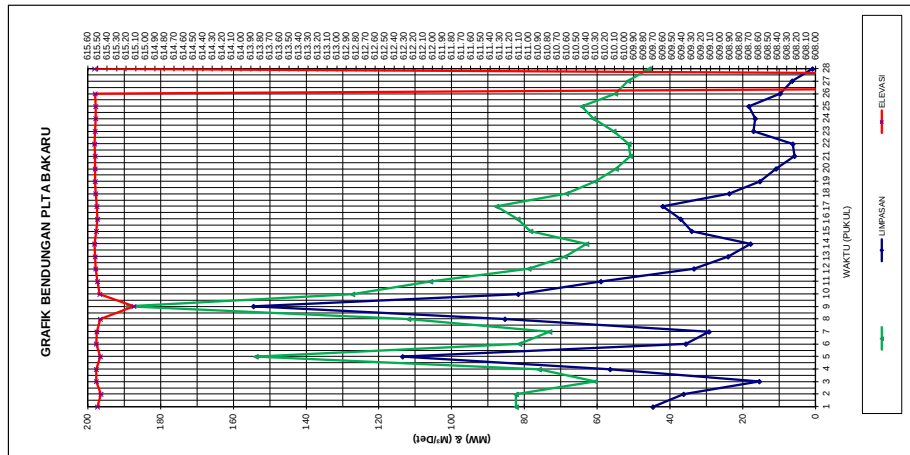
DATA DAN GRAFIK BENDUNGAN DATA TELEMETRY PLTA BAKARU
APRIL TAHUN 2023

TGL	BEBAN			Inflow			LIMPASAN			ELEVASI		
	AVERAGE MW	MIN MW	MAX MW	AVERAGE M ³ /S	MIN M ³ /S	MAX M ³ /S	AVERAGE M ³ /S	MIN M ³ /S	MAX M ³ /S	AVERAGE M ³ /S	MIN M ³ /S	MAX M ³ /S
1	125.83	124.00	126.00	150.19	117.37	184.11	104.35	72.70	158.00	615.49	615.43	615.53
2	124.00	124.00	124.00	103.43	80.21	139.82	57.87	36.35	103.65	615.47	615.42	615.53
3	124.00	124.00	124.00	117.34	78.43	235.04	70.29	32.93	226.60	615.50	615.45	615.53
4	124.00	124.00	124.00	93.19	77.55	141.79	46.11	29.30	84.85	615.51	615.44	615.53
5	124.00	124.00	124.00	76.31	67.50	98.94	30.99	22.95	53.70	615.52	615.50	615.53
6	124.00	124.00	124.00	64.49	57.90	69.30	19.48	13.95	24.80	615.52	615.49	615.53
7	124.96	124.00	126.00	65.05	51.14	77.76	20.46	11.30	58.18	615.51	615.35	615.53
8	126.00	126.00	126.00	56.41	51.70	63.20	11.07	2.40	18.20	615.51	615.43	615.53
9	121.32	90.00	126.00	53.03	59.88	9.13	4.70	4.70	24.80	615.52	615.48	615.53
10	126.00	126.00	126.00	55.33	49.08	73.62	10.71	0.00	29.75	615.51	615.47	615.53
11	126.00	126.00	126.00	72.50	65.62	77.31	27.56	22.85	36.85	615.52	615.47	615.53
12	126.00	126.00	126.00	57.31	52.00	67.88	12.47	7.00	24.80	615.52	615.30	615.53
13	126.00	126.00	126.00	54.46	24.75	81.21	14.22	0.00	73.44	615.53	615.45	615.53
14	126.00	126.00	126.00	89.74	56.30	166.58	43.90	11.30	145.20	615.49	615.33	615.53
15	126.00	126.00	126.00	66.08	55.28	84.30	19.30	11.30	36.45	615.51	615.43	615.53
16	126.00	126.00	126.00	70.82	58.30	81.90	25.73	13.80	36.90	615.50	615.45	615.53
17	126.00	126.00	126.00	54.54	49.80	67.46	9.56	4.80	24.80	615.51	615.48	615.53
18	126.00	126.00	126.00	71.18	65.69	78.35	26.45	13.35	36.65	615.50	615.45	615.53
19	126.00	126.00	126.00	64.30	6.80	94.69	22.42	9.40	53.58	615.51	615.48	615.53
20	125.64	117.00	126.00	78.02	63.10	117.87	32.72	6.95	84.95	615.51	615.40	615.53
21	126.00	126.00	126.00	64.24	54.20	75.30	19.56	9.20	33.23	615.52	615.48	615.53
22	122.04	93.00	126.00	95.50	73.09	125.92	53.68	22.65	92.20	615.49	615.39	615.53
23	124.16	93.00	126.00	85.29	66.48	123.73	38.45	18.10	75.50	615.49	615.39	615.53
24	126.00	126.00	126.00	76.06	69.70	84.03	40.28	22.95	74.70	615.51	615.48	615.53
25	126.00	126.00	126.00	81.77	67.08	100.21	36.39	24.50	58.55	615.50	615.46	615.53
26	126.00	126.00	126.00	71.58	57.65	94.76	26.05	11.30	58.40	615.50	615.44	615.53
27	126.00	126.00	126.00	71.58	59.32	94.76	32.49	13.30	85.10	615.51	615.46	615.53
28	126.00	126.00	126.00	93.79	8.15	136.63	49.57	24.45	100.75	615.50	615.45	615.53
29	126.00	126.00	126.00	116.20	81.90	160.30	69.10	36.30	123.60	615.49	615.44	615.53
30	126.00	126.00	126.00	82.66	74.60	98.66	36.85	24.75	58.30	615.50	615.45	615.53
MAX	126.00	126.00	126.00	150.19	117.37	235.04	104.35	72.70	226.60	615.53	615.50	615.50
MIN	121.32	90.00	124.00	53.03	6.80	59.88	9.13	0.00	18.20	615.47	615.30	615.30
AVE	125.27	121.83	125.67	78.41	59.79	105.18	33.91	17.81	69.88	615.51	615.44	615.44



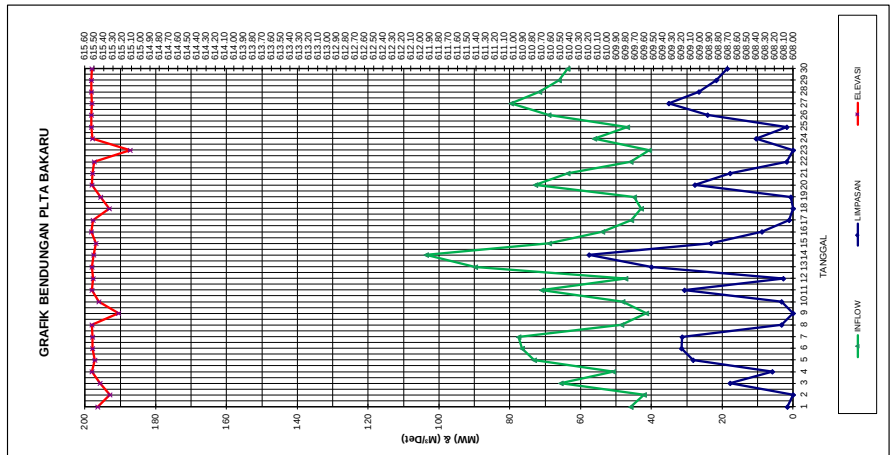
DATA DAN GRAFIK BENDUNGAN DATA TELEMETRY PLTA BAKARU
MEI TAHUN 2022

TGL	BEBAN			Inflow			LIMPASAN			ELEVASI		
	AVERAGE	MIN	MAX	AVERAGE	MIN	MAX	AVERAGE	MIN	MAX	AVERAGE	MIN	MAX
	MW	MW	MW	M ³ /S	M ³ /S	M ³ /S	M ³ /S	M ³ /S	M ³ /S	M ³ /S	M ³ /S	M ³ /S
1	126.00	126.00	126.00	82.36	24.70	115.12	44.62	22.85	78.50	615.50	615.43	615.53
2	126.00	126.00	126.00	82.39	65.39	115.12	36.29	22.90	91.60	615.52	615.31	615.52
3	126.00	126.00	126.00	60.64	56.30	65.63	15.43	9.20	22.90	615.51	615.48	615.53
4	126.00	126.00	126.00	75.94	54.20	172.24	56.44	9.20	580.00	615.51	615.44	615.58
5	97.32	27.00	126.00	153.87	93.09	246.87	113.42	11.05	243.40	615.47	615.09	615.53
6	122.42	36.45	126.00	81.45	70.21	93.80	35.69	2.45	48.80	615.51	615.35	615.53
7	126.00	126.00	126.00	73.17	52.79	86.01	29.26	18.15	53.60	615.50	615.46	615.53
8	115.92	0.00	126.00	111.91	68.00	285.40	85.30	23.00	364.25	615.47	614.73	615.53
9	92.08	0.00	126.00	189.08	189.08	343.19	154.52	76.45	467.10	615.12	610.97	615.53
10	126.00	126.00	126.00	127.30	88.26	164.75	81.64	36.75	122.75	615.48	615.43	615.53
11	123.16	95.00	126.00	105.92	78.38	155.01	59.03	36.50	115.60	615.50	615.45	615.53
12	126.00	126.00	126.00	78.79	70.73	82.84	33.45	24.60	36.90	615.52	615.47	615.53
13	126.00	126.00	126.00	68.88	59.80	74.80	24.10	18.20	29.80	615.53	615.50	615.53
14	126.00	126.00	126.00	62.97	61.31	64.22	17.82	13.40	18.20	615.53	615.52	615.53
15	126.00	126.00	126.00	78.34	63.20	93.80	34.08	22.90	62.93	615.51	615.42	615.53
16	126.00	126.00	126.00	81.79	66.96	118.26	37.06	22.90	100.60	615.50	615.39	615.53
17	126.00	126.00	126.00	87.76	67.23	124.92	42.04	24.75	100.60	615.51	615.45	615.53
18	126.00	126.00	126.00	68.54	63.10	79.30	23.64	18.10	34.30	615.52	615.50	615.53
19	126.00	126.00	126.00	60.61	53.31	69.45	15.22	9.05	22.95	615.52	615.49	615.53
20	126.00	126.00	126.00	54.91	52.00	56.30	10.84	7.00	13.30	615.52	615.50	615.53
21	126.00	126.00	126.00	50.92	49.80	53.02	5.77	4.80	7.00	615.53	615.51	615.53
22	126.00	126.00	126.00	51.29	47.04	56.30	6.22	0.00	11.30	615.53	615.51	615.53
23	110.88	0.00	126.00	55.50	51.12	63.20	17.07	0.00	61.70	615.52	615.49	615.53
24	126.00	126.00	126.00	80.98	52.00	75.45	16.54	7.00	36.75	615.52	615.44	615.53
25	126.00	126.00	126.00	64.22	52.00	74.80	18.27	7.20	29.80	615.52	615.44	615.53
26	126.00	126.00	126.00	55.01	50.90	69.80	9.67	5.90	24.80	615.53	615.50	615.53
27	126.00	126.00	126.00	51.56	47.50	58.40	6.43	2.50	13.40	593.37	61.52	615.53
28	126.00	126.00	126.00	45.80	45.00	47.50	0.80	0.00	2.50	615.53	615.53	615.53
29	126.00	126.00	126.00	42.46	40.32	45.00	0.00	0.00	0.00	615.39	615.15	615.53
30	118.08	93.00	126.00	42.71	39.20	52.79	0.00	0.00	0.00	615.34	615.12	615.53
31	111.84	97.00	126.00	41.99	37.29	48.57	0.00	0.00	0.00	615.40	615.10	615.52
MAX	126.00	126.00	126.00	189.08	189.08	343.19	154.52	76.45	580.00	615.53	615.53	615.53
MIN	92.08	0.00	126.00	41.99	24.70	45.00	0.00	0.00	0.00	593.37	61.52	615.52
AVE	122.25	104.72	126.00	75.77	61.62	104.86	33.25	14.58	90.17	614.77	597.38	615.53



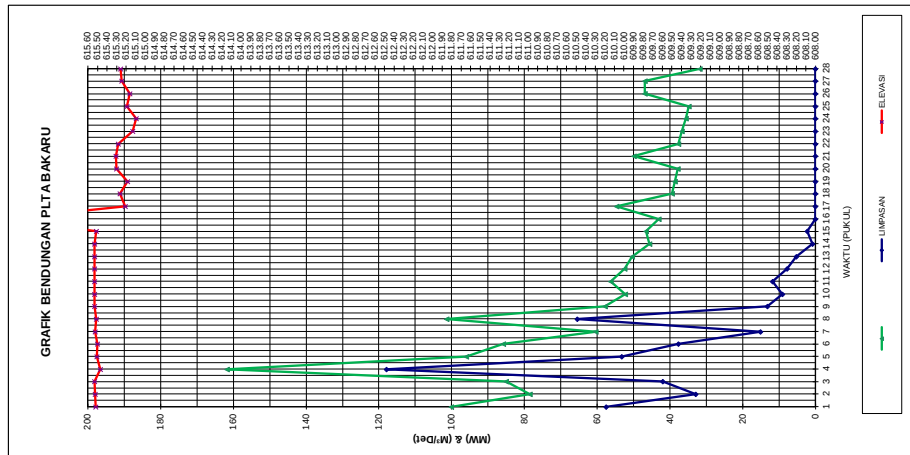
DATA DAN GRAFIK BENDUNGAN DATA TELEMETRY PLTA BAKARU
 JUNI TAHUN 2021

TGL	BEBAN			Inflow			LIMPASAN			ELEVASI		
	AVERAGE MW	MIN MW	MAX MW	AVERAGE M ³ /S	MIN M ³ /S	MAX M ³ /S	AVERAGE M ³ /S	MIN M ³ /S	MAX M ³ /S	AVERAGE M ³ /S	MIN M ³ /S	MAX M ³ /S
1	126.00	126.00	126.00	45.85	38.37	58.53	1.64	0.00	11.30	615.46	615.29	615.53
2	120.40	106.00	126.00	42.16	35.59	47.43	0.00	0.00	0.00	615.33	615.12	615.53
3	124.80	116.00	126.00	65.52	39.87	93.80	17.83	0.00	58.35	615.44	615.12	615.53
4	126.00	126.00	126.00	50.80	45.00	67.14	5.89	0.00	29.60	615.52	615.49	615.53
5	126.00	126.00	126.00	73.08	57.90	86.77	28.23	13.30	48.50	615.00	615.49	615.53
6	126.00	126.00	126.00	76.57	58.40	103.80	31.43	13.35	58.60	615.52	615.49	615.53
7	125.84	122.00	126.00	77.55	60.30	104.30	31.36	11.30	67.30	615.52	615.43	615.53
8	126.00	126.00	126.00	48.41	43.22	56.30	3.25	0.00	11.30	615.52	615.49	615.53
9	123.00	101.00	126.00	41.44	41.44	47.71	0.00	0.00	0.00	615.24	614.91	615.49
10	116.20	100.00	126.00	48.14	40.00	68.00	3.30	0.00	23.00	615.45	615.14	615.53
11	126.00	126.00	126.00	70.92	56.30	88.90	30.63	11.30	81.23	615.52	615.50	615.53
12	126.00	126.00	126.00	47.40	42.45	56.30	2.71	0.00	11.30	615.51	615.47	615.53
13	126.00	126.00	126.00	89.72	47.99	255.50	39.99	0.00	210.50	615.52	615.48	615.53
14	126.00	126.00	126.00	103.69	74.19	195.31	57.54	24.75	128.05	615.50	615.46	615.53
15	126.00	126.00	126.00	68.87	58.40	78.35	23.17	11.30	33.35	615.48	615.10	615.53
16	126.00	126.00	126.00	53.86	49.80	63.20	8.82	4.90	18.20	615.53	615.52	615.53
17	126.00	126.00	126.00	45.65	42.99	52.00	1.04	0.00	7.00	615.51	615.46	615.53
18	126.00	126.00	126.00	42.95	40.75	45.02	0.00	0.00	0.00	615.34	615.12	615.47
19	120.00	106.00	126.00	44.93	35.68	52.00	0.70	0.00	7.00	615.43	615.12	615.53
20	126.00	126.00	126.00	72.86	49.80	90.22	27.73	4.80	43.90	615.52	615.50	615.53
21	126.00	126.00	126.00	63.70	50.90	77.31	17.80	5.90	36.85	615.52	615.48	615.53
22	126.00	126.00	126.00	45.82	41.30	65.25	1.78	0.00	22.85	615.50	615.39	615.53
23	118.44	63.00	126.00	40.68	37.00	53.48	0.00	0.00	0.00	615.12	614.61	615.39
24	122.32	63.00	126.00	56.19	44.25	81.90	10.37	0.00	36.90	615.52	615.31	615.61
25	126.00	126.00	126.00	46.86	45.00	7.00	1.82	0.00	13.40	615.53	615.52	615.53
26	126.00	126.00	126.00	69.05	58.40	81.90	24.15	13.35	36.90	615.53	615.51	615.53
27	126.00	126.00	126.00	79.67	67.88	97.98	35.14	23.00	58.80	615.52	615.47	615.53
28	126.00	126.00	126.00	71.63	58.40	81.90	26.53	13.40	36.90	615.53	615.51	615.53
29	125.48	113.00	126.00	66.09	58.40	74.85	21.66	13.35	33.35	615.53	615.51	615.53
30	126.00	126.00	126.00	63.60	52.00	75.35	18.55	7.00	29.75	615.53	615.50	615.53
MAX	126.00	126.00	126.00	103.69	74.19	255.50	57.54	24.75	210.50	615.53	615.52	615.61
MIN	116.20	63.00	126.00	40.68	35.59	7.00	0.00	0.00	0.00	615.12	614.61	615.39
AVE	124.75	117.87	126.00	60.46	48.93	80.26	15.77	5.70	38.31	615.47	615.33	615.52



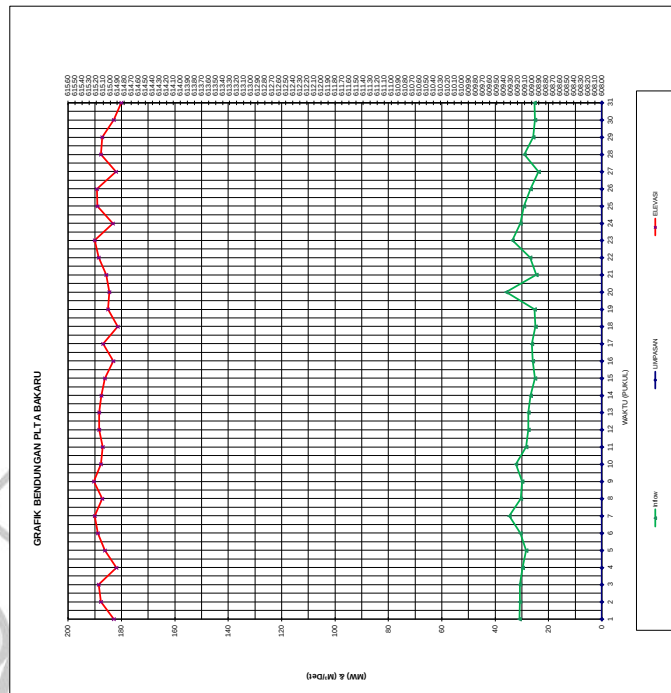
DATA DAN GRAFIK BENDUNGAN DATA TELEMETRY PLTA BAKARU
JULI 2021

TGL	BEBAN			Inflow			LIMPASAN			ELEVASI		
	AVERAGE	MIN	MAX	AVERAGE	MIN	MAX	AVERAGE	MIN	MAX	AVERAGE	MIN	MAX
	MW	MW	MW	M ³ /S	M ³ /S	M ³ /S	M ³ /S	M ³ /S	M ³ /S	M ³ /S	M ³ /S	M ³ /S
1	126.00	126.00	126.00	100.10	52.00	165.75	57.58	7.00	123.40	615.52	615.47	615.53
2	126.00	126.00	126.00	78.59	44.00	118.07	32.93	22.95	67.65	615.52	615.48	615.53
3	125.92	124.00	126.00	85.08	68.00	175.53	42.00	23.00	173.98	615.53	615.52	615.53
4	126.00	126.00	126.00	161.83	107.25	204.01	117.94	11.25	192.70	615.47	615.31	615.58
5	126.00	126.00	126.00	96.07	74.60	162.74	53.24	23.90	144.80	615.51	615.43	615.53
6	126.00	126.00	126.00	85.84	67.56	151.65	37.63	18.15	107.80	615.50	615.42	615.53
7	126.00	126.00	126.00	60.38	54.77	74.80	15.15	9.30	29.80	615.52	615.50	615.53
8	126.00	126.00	126.00	101.37	56.30	170.31	65.51	11.30	437.70	615.51	615.43	615.53
9	126.00	126.00	126.00	57.80	57.80	69.82	13.16	7.00	23.00	615.53	615.51	615.53
10	126.00	126.00	126.00	52.34	49.80	58.40	9.16	4.50	54.11	615.53	615.52	615.53
11	126.00	126.00	126.00	56.22	49.80	68.00	11.75	4.00	28.20	615.53	615.52	615.53
12	126.00	126.00	126.00	52.51	45.00	61.31	7.83	0.00	18.20	615.53	615.52	615.53
13	126.00	126.00	126.00	50.46	45.00	56.30	5.34	0.00	11.30	615.53	615.52	615.53
14	126.00	126.00	126.00	46.59	45.00	49.80	0.82	0.00	4.80	615.53	615.53	615.53
15	126.00	126.00	126.00	46.63	41.96	56.30	2.30	0.00	11.30	615.51	615.44	615.53
16	123.20	106.00	126.00	43.17	38.62	52.43	0.00	0.00	0.00	616.48	615.08	645.11
17	114.80	106.00	126.00	54.67	34.46	387.84	0.00	0.00	0.00	615.21	615.05	615.44
18	107.52	91.00	126.00	39.51	30.70	44.09	0.00	0.00	0.00	615.27	615.01	615.51
19	104.60	93.00	126.00	38.60	31.78	44.20	0.00	0.00	0.00	615.19	615.00	615.44
20	100.08	90.00	126.00	37.78	28.54	42.28	0.00	0.00	0.00	615.30	615.00	615.50
21	126.00	126.00	126.00	49.89	27.89	315.00	0.00	0.00	0.00	615.31	615.03	615.52
22	102.96	90.00	126.00	37.64	27.37	42.89	0.00	0.00	0.00	615.29	614.84	615.53
23	98.08	90.00	126.00	36.67	24.59	41.64	0.00	0.00	0.00	615.13	614.66	615.39
24	93.08	63.00	122.00	35.67	25.11	49.89	0.00	0.00	0.00	615.10	614.56	615.53
25	93.88	63.00	122.00	34.84	22.89	42.17	0.00	0.00	0.00	615.19	614.82	615.53
26	92.08	63.00	122.00	46.90	21.42	377.13	0.00	0.00	0.00	615.16	614.55	615.53
27	81.32	63.00	126.00	46.90	20.21	377.13	0.00	0.00	0.00	615.25	614.92	615.53
28	90.36	62.00	126.00	31.82	17.13	43.63	0.00	0.00	0.00	615.26	614.73	615.81
29	85.64	63.00	126.00	32.16	17.62	43.40	0.00	0.00	0.00	615.23	614.66	615.53
30	86.88	60.00	126.00	31.14	16.90	41.45	0.00	0.00	0.00	615.17	614.62	615.53
31	85.20	60.00	120.00	30.08	17.60	40.96	0.00	0.00	0.00	615.26	614.65	615.53
MAX	126.00	126.00	126.00	161.83	107.25	387.84	117.94	23.90	437.70	616.48	615.53	645.11
MIN	81.32	60.00	120.00	30.08	16.90	40.96	0.00	0.00	0.00	615.10	614.55	615.39
AVE	112.12	102.48	125.42	56.72	40.70	117.06	15.24	4.60	46.09	615.41	615.14	616.48



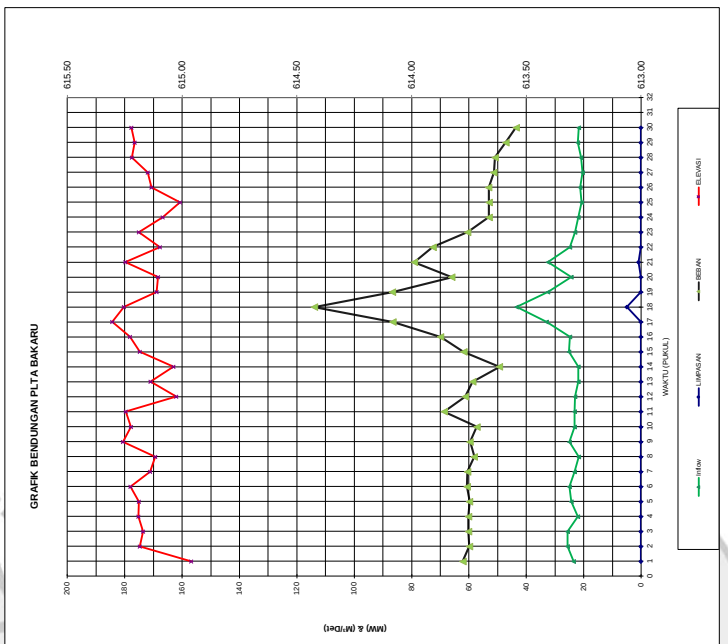
DATA DAN GRAFIK BENDUNGAN DATA TELEMETRY PLTA BAKARU
 AGUSTUS 2022

TGL	BEBAN			Inflow			LIMPASAN			ELEVASI		
	AVERAGE	MIN	MAX	AVERAGE	MIN	MAX	AVERAGE	MIN	MAX	AVERAGE	MIN	MAX
1	83.12	60.00	126.00	30.83	15.38	40.10	0.00	0.00	0.00	614.96	614.50	615.53
2	82.48	62.48	120.00	30.80	30.80	38.53	0.00	0.00	0.00	615.13	615.13	614.60
3	83.12	60.00	120.00	30.66	15.99	38.58	0.00	0.00	0.00	615.16	614.56	615.53
4	80.80	60.00	120.00	29.75	17.64	37.41	0.00	0.00	0.00	614.91	614.95	615.53
5	80.12	60.00	120.00	28.46	17.43	36.45	0.00	0.00	0.00	615.00	614.95	615.53
6	79.20	60.00	120.00	30.60	20.20	36.65	0.00	0.00	0.00	615.17	614.53	615.53
7	94.88	60.00	126.00	34.77	20.09	48.06	0.00	0.00	0.00	615.22	614.69	615.53
8	84.96	61.00	123.00	30.44	16.06	40.94	0.00	0.00	0.00	615.11	614.60	615.53
9	79.64	54.00	123.00	29.92	29.92	36.61	0.00	0.00	0.00	615.23	614.60	615.53
10	83.24	63.00	126.00	32.28	18.37	44.50	0.00	0.00	0.00	615.13	614.56	615.53
11	74.36	42.00	126.00	28.46	14.14	39.67	0.00	0.00	0.00	615.11	614.53	615.53
12	75.80	63.00	122.00	27.64	13.72	43.00	0.00	0.00	0.00	615.16	614.53	615.53
13	73.32	63.00	122.00	27.50	13.13	36.94	0.00	0.00	0.00	615.16	614.55	615.53
14	72.08	63.00	122.00	26.79	14.82	31.54	0.00	0.00	0.00	615.13	614.55	615.53
15	72.08	63.00	122.00	25.16	9.39	31.20	0.00	0.00	0.00	615.07	614.50	615.53
16	71.08	63.00	122.00	25.85	16.99	33.96	0.00	0.00	0.00	614.91	614.49	615.42
17	72.84	57.00	123.00	28.21	13.47	40.00	0.00	0.00	0.00	615.10	614.50	615.53
18	69.96	63.00	123.00	24.92	12.42	29.05	0.00	0.00	0.00	614.89	614.50	615.30
19	70.44	63.00	122.00	25.29	10.01	29.78	0.00	0.00	0.00	615.03	614.60	615.42
20	68.64	63.00	123.00	35.79	14.95	285.01	0.00	0.00	0.00	615.02	614.65	615.34
21	68.12	63.00	123.00	24.65	13.12	29.00	0.00	0.00	0.00	615.05	614.68	615.35
22	74.16	63.00	123.00	26.99	13.90	36.60	0.00	0.00	0.00	615.16	614.59	615.53
23	85.08	63.00	123.00	33.51	20.98	46.16	0.00	0.00	0.00	615.22	614.67	615.53
24	86.24	27.00	126.00	30.53	16.72	38.36	0.00	0.00	0.00	614.96	614.48	615.48
25	75.56	0.00	126.00	29.22	13.94	43.20	0.00	0.00	0.00	615.19	614.48	615.53
26	75.16	63.00	123.00	26.66	13.31	33.62	0.00	0.00	0.00	615.19	614.53	615.53
27	67.84	63.00	123.00	23.75	9.05	29.11	0.00	0.00	0.00	614.92	614.52	615.53
28	78.84	63.00	123.00	29.10	17.09	36.98	0.00	0.00	0.00	615.13	614.56	615.53
29	70.68	63.00	121.00	25.73	12.03	31.97	0.00	0.00	0.00	615.11	614.56	615.51
30	71.84	63.00	121.00	25.69	12.83	34.50	0.00	0.00	0.00	614.95	614.01	615.39
31	63.12	41.00	123.00	25.26	11.25	32.23	0.00	0.00	0.00	614.84	614.17	615.43
MAX	94.88	82.48	126.00	35.79	30.80	285.01	0.00	0.00	0.00	615.23	615.13	615.53
MIN	63.12	0.00	120.00	23.75	9.05	18.53	0.00	0.00	0.00	614.84	614.01	614.60
AVE	76.41	57.95	122.81	28.47	15.76	44.16	0.00	0.00	0.00	615.08	614.55	615.46



DATA DAN GRAFIK BENDUNGAN DATA TELEMTRY PLTA BAKARU
SEPTEMBER TAHUN 2023

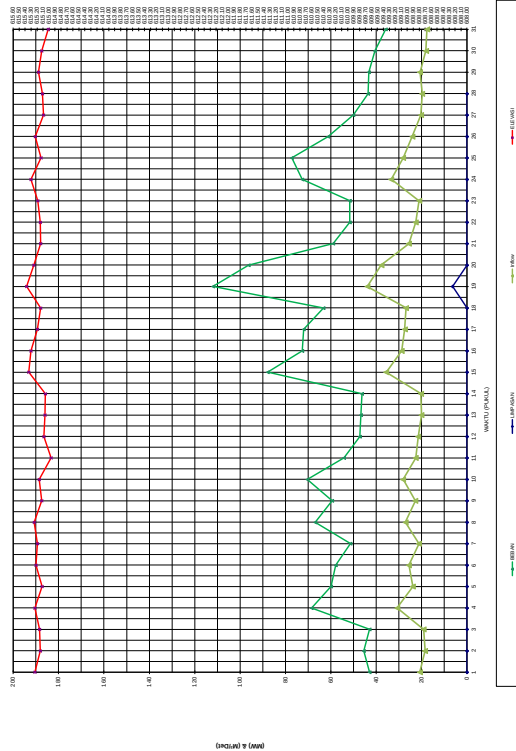
TOL	BEBAN			Inflow			LIMPAHAN			ELEVASI		
	AVERAGE MW	MIN MW	MAX MW	AVERAGE M ³ /S	MIN M ³ /S	MAX M ³ /S	AVERAGE M ³ /S	MIN M ³ /S	MAX M ³ /S	AVERAGE M ³ /S	MIN M ³ /S	MAX M ³ /S
1	62.12	43.00	123.00	23.49	13.55	31.83	0.00	0.00	0.00	614.96	614.48	615.51
2	59.88	38.00	122.00	25.64	14.88	32.89	0.00	0.00	0.00	615.18	614.49	615.53
3	60.20	36.00	122.00	25.63	10.00	34.21	0.00	0.00	0.00	615.17	614.57	615.53
4	60.17	39.00	122.00	22.08	2.00	28.67	0.00	0.00	0.00	615.19	614.56	615.53
5	59.76	38.00	122.00	24.29	7.48	36.01	0.00	0.00	0.00	615.19	614.59	615.53
6	60.64	44.00	123.00	25.03	5.89	33.57	0.00	0.00	0.00	615.23	614.68	615.53
7	60.52	42.00	122.00	23.22	7.13	30.64	0.00	0.00	0.00	615.14	614.68	615.53
8	58.16	37.00	122.00	21.65	6.67	26.15	0.00	0.00	0.00	615.12	614.67	615.53
9	59.60	37.00	122.00	25.01	25.01	32.56	0.00	0.00	0.00	615.26	614.70	615.53
10	57.28	37.00	123.00	23.21	6.48	28.81	0.00	0.00	0.00	615.22	614.64	615.53
11	68.64	45.00	122.00	23.21	13.12	36.12	0.00	0.00	0.00	615.24	614.61	615.53
12	61.36	45.00	123.00	23.07	12.53	27.34	0.00	0.00	0.00	615.03	614.66	615.53
13	58.72	45.00	122.00	21.96	11.26	26.72	0.00	0.00	0.00	615.14	614.54	615.53
14	49.36	27.00	126.00	21.95	12.66	37.00	0.00	0.00	0.00	615.04	614.27	615.53
15	61.84	30.00	126.00	25.16	8.67	35.51	0.00	0.00	0.00	615.18	614.66	615.53
16	69.84	57.00	126.00	24.88	12.91	42.80	0.00	0.00	0.00	615.23	614.72	615.75
17	86.48	62.00	126.00	32.99	21.66	46.70	0.00	0.00	0.00	615.30	614.77	615.53
18	113.88	90.00	126.00	43.41	19.90	77.75	4.96	0.00	23.00	615.25	614.60	615.53
19	86.68	63.00	123.00	32.48	16.22	50.87	0.00	0.00	0.00	615.11	614.52	615.63
20	65.96	41.00	126.00	24.38	13.97	33.75	0.00	0.00	0.00	615.11	614.74	615.53
21	79.08	45.00	126.00	32.50	21.11	68.00	0.92	0.00	23.00	615.25	614.79	615.53
22	72.56	45.00	124.00	24.82	8.13	31.51	0.00	0.00	0.00	615.10	614.54	615.44
23	60.44	45.00	122.00	23.06	7.88	36.50	0.00	0.00	0.00	615.19	614.53	615.53
24	53.04	43.00	124.00	21.84	10.46	29.00	0.00	0.00	100.80	615.09	614.46	615.52
25	53.03	33.00	126.00	20.81	11.18	26.70	0.00	0.00	0.00	615.01	614.46	615.53
26	53.13	41.00	110.00	21.28	9.80	26.85	0.00	0.00	0.00	615.13	614.69	615.53
27	51.28	36.00	110.00	20.35	10.75	26.55	0.00	0.00	0.00	615.15	614.74	615.53
28	50.92	27.00	115.00	20.85	10.94	38.90	0.00	0.00	0.00	615.22	614.68	615.70
29	47.20	27.00	116.00	22.12	10.17	29.25	0.00	0.00	0.00	615.21	614.40	615.53
30	43.60	27.00	126.00	21.76	6.59	32.91	0.00	0.00	0.00	615.22	614.66	615.53
MAX	113.88	90.00	126.00	43.41	25.01	77.75	4.96	0.00	100.80	615.30	614.79	615.75
MIN	43.60	27.00	110.00	20.35	2.00	26.15	0.00	0.00	0.00	614.96	614.27	615.44
AVE	62.85	42.17	122.40	24.74	11.73	35.81	0.20	0.00	4.88	615.16	614.60	615.54



DATA DAN GRAFIK BENDUNGAN DATA TELEMETRY PLTA BAKARU
 OKTOBER TAHUN 2022

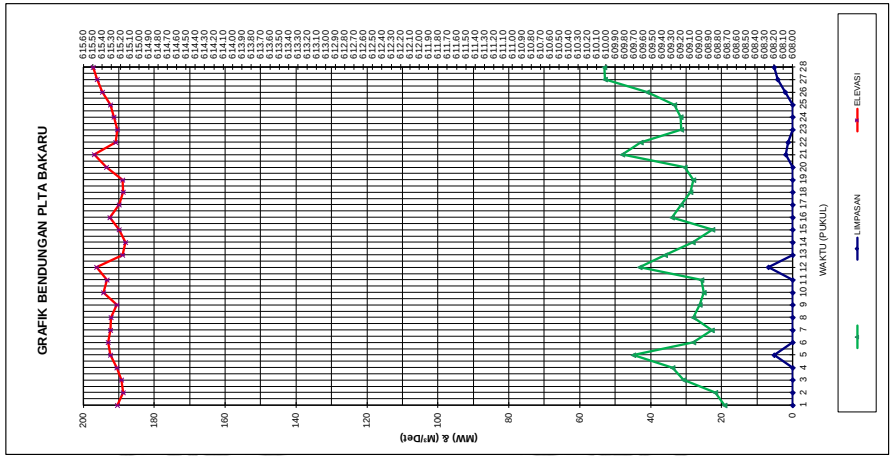
TGL	BBRAN			Jelut			LUPASAN			B. EWASI		
	AVERAGE	MIN	MAX	AVERAGE	MIN	MAX	AVERAGE	MIN	MAX	AVERAGE	MIN	MAX
1	42.92	27.00	120.00	26.82	0.00	26.94	0.00	0.00	0.00	615.62	615.53	615.53
2	46.92	26.00	112.00	26.53	0.00	22.50	0.00	0.00	0.00	616.14	616.01	615.93
3	43.00	26.00	112.00	26.11	7.72	26.98	0.00	0.00	0.00	615.16	614.97	615.93
4	66.44	26.00	124.00	26.86	12.67	44.68	0.00	0.00	0.00	615.24	614.86	615.93
5	59.82	44.00	126.00	26.87	13.15	32.32	0.00	0.00	0.00	615.12	615.02	615.53
6	57.90	45.00	126.00	26.61	14.86	36.95	0.00	0.00	0.00	615.22	614.69	615.93
7	51.44	45.00	126.00	21.22	12.07	27.34	0.00	0.00	0.00	615.20	614.79	615.53
8	66.96	45.00	126.00	27.12	16.46	39.46	0.00	0.00	0.00	615.25	614.78	615.53
9	59.40	45.00	126.00	22.79	22.78	28.81	0.00	0.00	0.00	615.12	614.35	615.93
10	70.38	27.00	126.00	26.14	12.18	47.26	0.00	0.00	0.00	615.16	614.96	615.53
11	54.29	27.00	126.00	22.66	17.01	29.81	0.00	0.00	0.00	614.97	614.50	615.50
12	47.29	27.00	126.00	21.52	18.86	27.61	0.00	0.00	0.00	615.09	614.70	615.53
13	46.71	27.00	126.00	20.09	17.00	24.20	0.00	0.00	0.00	615.07	614.58	615.53
14	46.29	27.00	126.00	20.34	18.05	26.90	0.00	0.00	0.00	615.00	614.68	615.53
15	87.83	43.00	126.00	26.60	17.40	51.43	0.00	0.00	0.00	615.34	614.88	615.53
16	72.58	44.00	126.00	26.82	19.65	36.80	0.00	0.00	0.00	615.30	614.67	615.53
17	72.00	55.00	126.00	27.46	13.52	44.48	0.00	0.00	0.00	615.20	614.49	615.53
18	63.33	35.00	126.00	29.92	16.13	69.18	0.00	0.00	0.00	615.14	614.96	615.53
19	111.82	27.00	126.00	45.97	20.75	88.22	6.30	0.00	36.85	615.38	614.72	615.93
20	96.17	63.00	126.00	27.41	18.37	62.19	0.00	0.00	0.00	615.25	614.51	615.53
21	98.92	35.00	126.00	26.04	13.82	39.22	0.00	0.00	0.00	615.14	614.46	615.53
22	101.82	35.00	126.00	26.81	14.18	39.41	0.00	0.00	0.00	615.19	614.87	615.53
23	51.71	35.00	126.00	21.48	14.18	29.19	0.00	0.00	0.00	615.19	614.87	615.53
24	72.58	30.00	126.00	26.48	22.14	46.07	0.00	0.00	0.00	615.20	614.26	615.53
25	77.26	45.00	126.00	26.21	17.35	45.47	0.00	0.00	0.00	615.14	614.56	615.50
26	61.13	45.00	126.00	26.14	15.13	26.50	0.00	0.00	0.00	615.23	614.62	615.53
27	50.04	35.00	126.00	26.34	14.34	23.61	0.00	0.00	0.00	615.09	614.47	615.53
28	43.63	27.00	126.00	19.60	13.91	22.08	0.00	0.00	0.00	615.11	614.58	615.56
29	43.29	27.00	126.00	20.70	14.41	26.64	0.00	0.00	0.00	615.17	614.50	615.53
30	40.63	27.00	126.00	18.13	11.15	22.97	0.00	0.00	0.00	615.12	614.44	615.93
31	35.75	0.00	93.00	17.60	13.81	24.20	0.00	0.00	0.00	615.02	614.63	615.40
MAX	111.82	63.00	126.00	45.97	22.28	88.22	6.30	0.00	36.85	615.38	614.89	615.56
MIN	35.75	0.00	93.00	17.60	6.53	22.08	0.00	0.00	0.00	614.97	614.44	615.46
AVE	59.71	34.39	123.26	26.00	15.14	36.07	0.20	0.00	1.19	615.17	614.61	615.53

GRAFIK BENDUNGAN PLTA BAKARU



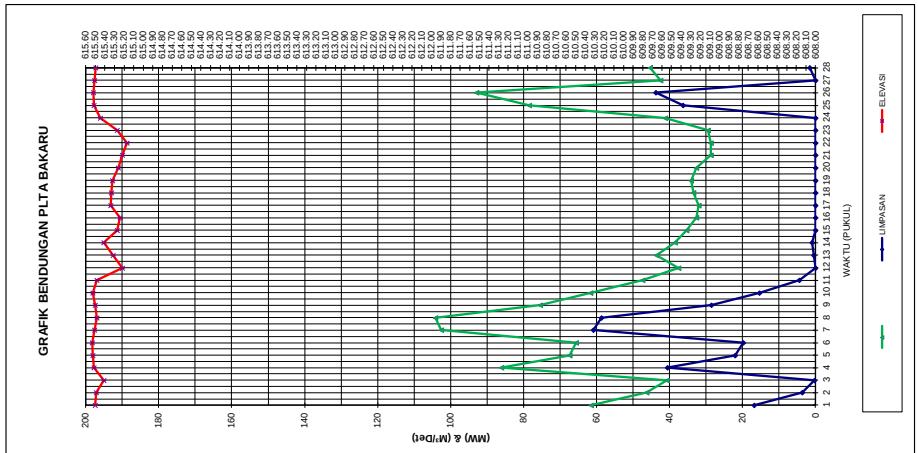
DATA DAN GRAFIK BENDUNGAN DATA TELEMETRY PLTA BAKARU
NOVEMBER TAHUN 2023

TGL	BEBAN			Inflow			LIMPASAN			ELEVASI		
	AVERAGE MW	MIN MW	MAX MW	AVERAGE M ³ /S	MIN M ³ /S	MAX M ³ /S	AVERAGE M ³ /S	MIN M ³ /S	MAX M ³ /S	AVERAGE M ³ /S	MIN M ³ /S	MAX M ³ /S
1	40.12	27.00	93.00	19.12	11.95	23.75	0.00	0.00	0.00	615.23	614.58	615.53
2	47.20	27.00	126.00	21.82	15.03	31.78	0.00	0.00	0.00	615.17	614.46	615.53
3	79.76	45.00	126.00	30.67	15.14	45.15	0.00	0.00	0.00	615.19	614.50	615.53
4	90.88	63.00	126.00	33.86	14.93	46.61	0.00	0.00	0.00	615.24	614.45	615.52
5	103.24	42.00	126.00	44.94	19.66	69.40	5.16	0.00	24.40	615.31	614.45	615.53
6	68.92	27.00	126.00	28.00	15.82	36.90	0.00	0.00	0.00	615.33	614.68	615.52
7	55.96	27.00	126.00	22.76	14.17	34.06	0.00	0.00	0.00	615.31	614.55	615.53
8	66.00	27.00	126.00	27.92	15.63	38.28	0.00	0.00	0.00	615.30	614.50	615.53
9	50.56	27.00	126.00	26.15	26.15	32.18	0.00	0.00	0.00	615.24	614.54	615.53
10	54.46	27.00	92.00	25.04	14.46	35.00	0.00	0.00	0.00	615.38	614.95	615.53
11	65.38	27.00	126.00	25.63	15.73	32.97	0.00	0.00	0.00	615.35	614.77	615.53
12	91.21	36.00	126.00	43.13	24.74	78.35	6.75	0.00	33.35	615.46	615.14	615.53
13	93.04	60.00	126.00	35.88	25.63	46.91	0.00	0.00	0.00	615.18	614.76	615.53
14	60.46	27.00	126.00	28.18	19.17	35.49	0.00	0.00	0.00	615.15	614.68	615.53
15	52.08	27.00	110.00	22.52	12.35	29.69	0.00	0.00	0.00	615.22	614.45	615.53
16	78.67	27.00	126.00	33.97	23.29	48.06	0.00	0.00	0.00	615.32	614.80	615.53
17	85.67	40.00	126.00	31.35	15.57	46.29	0.00	0.00	0.00	615.21	614.61	615.53
18	71.04	44.00	126.00	28.73	22.09	41.60	0.00	0.00	0.00	615.17	614.49	615.53
19	58.88	28.00	91.00	27.98	14.72	38.14	0.00	0.00	0.00	615.18	614.64	615.53
20	61.58	28.00	126.00	30.32	18.74	39.16	0.00	0.00	0.00	615.35	614.75	615.53
21	114.21	28.00	126.00	47.93	34.84	58.40	1.88	0.00	13.40	615.49	615.25	615.53
22	122.83	90.00	126.00	42.78	23.96	63.20	1.23	0.00	18.20	615.26	614.50	615.53
23	79.67	60.00	126.00	31.37	19.91	42.92	0.00	0.00	0.00	615.23	614.61	615.53
24	79.46	44.00	126.00	31.60	24.43	51.54	0.00	0.00	0.00	615.27	614.82	615.53
25	79.17	44.00	126.00	33.30	22.17	67.67	0.00	0.00	0.00	615.31	614.96	615.53
26	105.08	60.00	126.00	40.94	28.99	63.00	1.97	0.00	13.40	615.40	614.89	615.53
27	118.92	90.00	126.00	52.87	37.77	69.80	4.08	0.00	24.80	615.45	615.09	615.53
28	122.08	100.00	126.00	53.08	37.93	69.80	5.12	0.00	24.80	615.50	615.28	615.53
29	126.00	126.00	126.00	69.34	56.30	81.90	24.16	11.30	36.90	615.53	615.53	615.53
30	126.00	126.00	126.00	55.64	39.88	74.80	9.67	0.00	29.80	615.52	615.44	615.53
MAX	126.00	126.00	126.00	69.34	56.30	81.90	24.16	11.30	36.90	615.53	615.53	615.53
MIN	40.12	27.00	91.00	19.12	2.43	23.75	0.00	0.00	0.00	615.15	614.45	615.52
AVE	81.62	48.37	122.07	34.89	21.97	49.09	2.00	0.38	7.30	615.31	614.77	615.53



DATA DAN GRAFIK BENDUNGAN DATA TELEMETRY PLTA BAKARU
DESEMBER TAHUN 2023

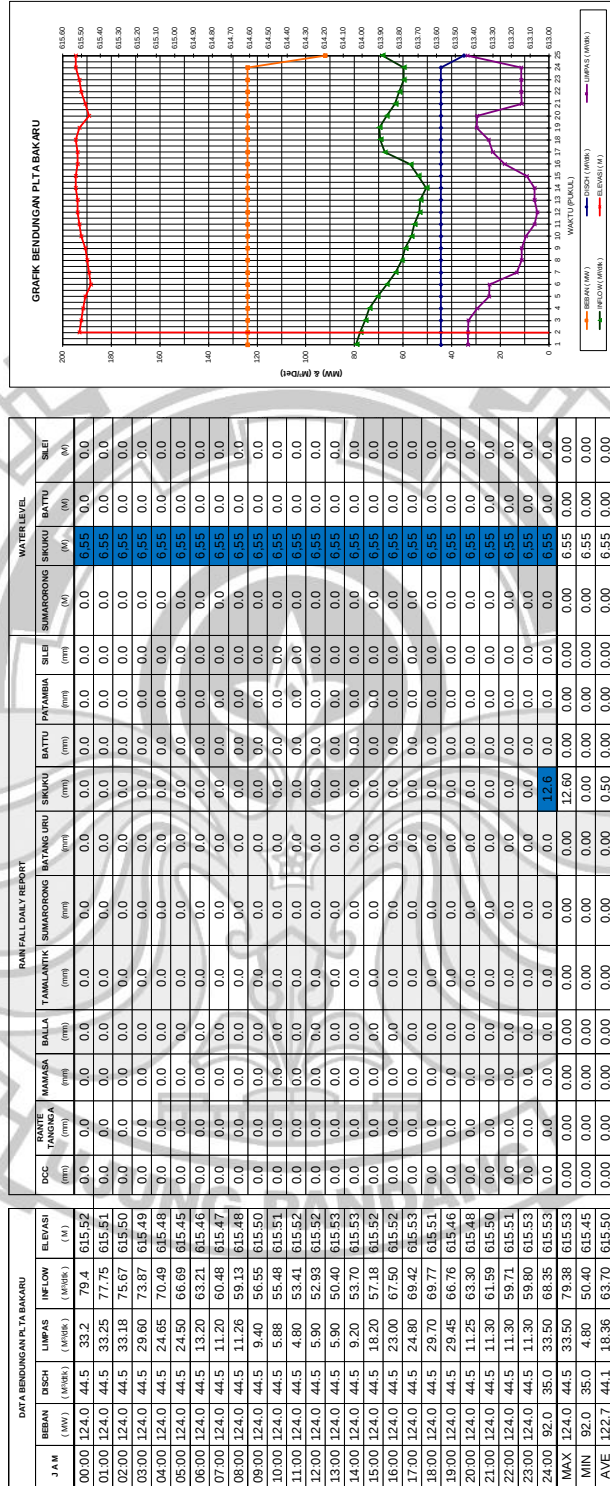
TGL	BEBAN			Inflow			LIMPASAN			ELEVASI		
	AVERAGE	MIN	MAX	AVERAGE	MIN	MAX	AVERAGE	MIN	MAX	AVERAGE	MIN	MAX
	MW	MW	MW	M ³ /S	M ³ /S	M ³ /S	M ³ /S	M ³ /S	M ³ /S	M ³ /S	M ³ /S	M ³ /S
1	123.33	90.00	126.00	61.52	37.37	81.90	16.85	0.00	36.90	615.50	615.35	615.53
2	122.76	111.00	126.00	46.36	33.66	59.42	3.70	0.00	13.40	615.49	615.26	615.53
3	105.08	90.00	126.00	40.68	35.19	54.20	0.38	0.00	9.20	615.41	615.24	615.53
4	0.00	116.00	126.00	86.05	36.52	106.20	40.61	0.00	64.20	615.51	615.31	615.53
5	125.58	116.00	126.00	67.42	53.42	84.40	22.07	2.45	39.40	615.53	615.51	615.53
6	126.00	126.00	126.00	65.61	47.04	103.70	19.77	0.00	58.70	615.53	615.53	615.53
7	126.00	126.00	126.00	102.59	72.85	141.26	60.93	29.80	120.50	615.51	615.43	615.53
8	126.00	126.00	126.00	104.24	76.78	149.55	58.74	36.44	120.50	615.48	615.40	615.53
9	126.00	126.00	126.00	75.48	75.48	93.84	28.59	11.30	47.50	615.50	615.44	615.53
10	126.00	126.00	126.00	61.62	51.12	75.23	15.37	0.00	29.60	615.53	615.50	615.53
11	126.00	126.00	126.00	47.48	35.11	63.20	4.42	0.00	18.20	615.48	615.18	615.53
12	102.04	80.00	126.00	37.52	28.68	43.01	0.00	0.00	0.00	615.22	614.87	615.53
13	111.56	90.00	126.00	43.57	29.33	56.30	0.45	0.00	11.30	615.32	614.78	615.53
14	112.72	90.00	126.00	38.52	29.30	56.30	0.90	0.00	11.30	615.41	614.95	615.53
15	88.24	63.00	126.00	35.39	20.96	41.27	0.00	0.00	0.00	615.27	614.84	615.53
16	83.36	63.00	126.00	32.67	20.86	46.55	0.00	0.00	0.00	615.24	614.46	615.52
17	82.56	63.00	126.00	32.03	22.83	39.06	0.00	0.00	0.00	615.34	615.01	615.53
18	85.36	63.00	126.00	33.39	24.61	42.31	0.00	0.00	0.00	615.33	614.75	615.53
19	90.68	63.00	126.00	34.03	18.30	44.70	0.00	0.00	0.00	615.32	614.74	615.53
20	79.20	63.00	126.00	32.69	17.85	43.21	0.00	0.00	0.00	615.26	614.63	615.53
21	73.08	63.00	126.00	28.73	13.92	33.79	0.00	0.00	0.00	615.22	614.50	615.53
22	67.56	27.00	123.00	28.63	14.36	37.41	0.00	0.00	0.00	615.17	614.60	615.53
23	66.64	43.00	126.00	29.44	19.13	33.82	0.00	0.00	0.00	615.27	614.66	615.53
24	98.88	63.00	126.00	41.26	29.08	45.02	0.00	0.00	0.00	615.45	614.93	615.53
25	126.00	126.00	126.00	78.47	41.94	190.50	36.22	0.00	145.50	615.51	615.47	615.53
26	126.00	126.00	126.00	92.95	45.00	190.50	43.81	0.00	145.50	615.52	615.49	615.53
27	116.16	90.00	126.00	42.46	35.00	53.87	0.00	0.00	0.00	615.51	615.40	615.53
28	122.24	100.00	126.00	45.33	37.23	58.40	1.65	0.00	13.40	615.50	615.37	615.53
29	126.00	126.00	126.00	61.02	46.02	78.35	13.84	0.00	33.35	615.53	615.45	615.53
30	125.16	105.00	126.00	50.42	30.75	68.00	6.92	0.00	23.00	615.46	615.09	615.53
31	99.92	74.00	126.00	40.01	34.14	45.00	0.00	0.00	0.00	615.35	615.03	615.53
MAX	126.00	126.00	126.00	104.24	76.78	190.50	60.93	36.44	145.50	615.53	615.53	615.53
MIN	0.00	27.00	123.00	28.63	13.92	33.79	0.00	0.00	0.00	615.17	614.46	615.52
AVE	103.75	92.26	125.81	52.18	35.93	72.91	12.10	2.58	30.37	615.41	615.10	615.53



Lampiran 4. Data Curah Hujan

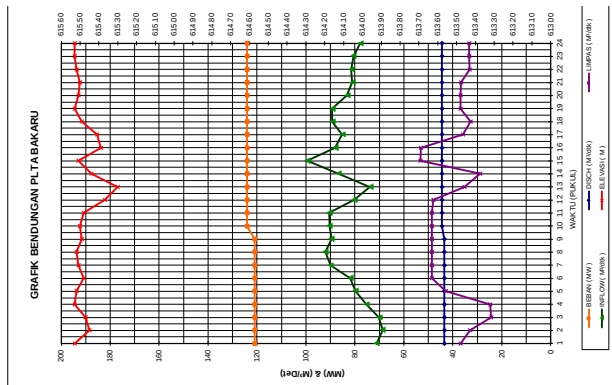
PTN (PERSERO) ANTARDAK PEMBANGUNAN DAN PENYALIRAN SLAWESI
 PTN (PERSERO) ANTARDAK PEMBANGUNAN DAN PENYALIRAN SUMBAWA
 UPTD LAYANAN PUSAT LISTRIK TENAGA AIR BAKARU
PLN

**DATA DAN GRAFIK BENDUNGAN DATA TELEMETRY PLTA BAKARU
 SELASA, 28 FEBRUARI 2023**



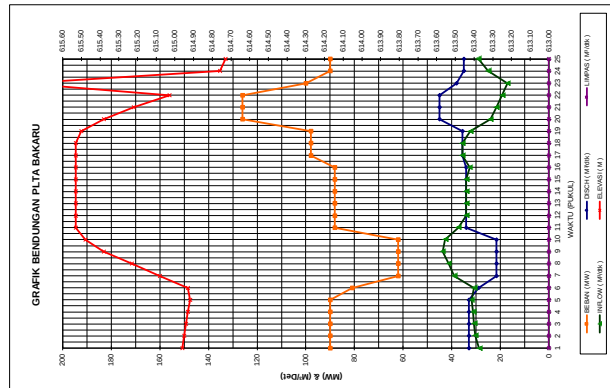
DATA BENGGUNAN PIJLA BAK-ARU						
JAM	BEBAN (AW)	DISCH (A/W)	LUMPA (A/W)	INFLOW (A/W)	EFLEVASI (A/W)	EFLEVASI (A/W)
01:00	121.0	43.5	36.75	71.24	615.53	
02:00	121.0	43.5	32.93	68.74	615.45	
03:00	121.0	43.5	24.45	70.30	615.47	
04:00	121.0	43.5	24.65	75.31	615.53	
05:00	121.0	43.5	42.80	79.62	615.52	
06:00	121.0	43.5	48.60	81.88	615.48	
07:00	121.0	43.5	48.55	90.02	615.51	
08:00	121.0	43.5	48.85	92.11	615.52	
09:00	121.0	43.5	48.60	89.55	615.49	
10:00	120.0	44.5	48.50	90.29	615.50	
11:00	124.0	44.5	48.50	90.61	615.48	
12:00	124.0	44.5	47.90	90.29	615.37	
13:00	124.0	44.5	35.20	73.88	615.30	
14:00	124.0	44.5	28.80	86.84	615.44	
15:00	124.0	44.5	53.23	99.42	615.51	
16:00	124.0	44.5	52.88	88.22	615.4	
17:00	124.0	44.5	35.80	85.30	615.41	
18:00	124.0	44.5	32.78	89.44	615.49	
19:00	124.0	44.5	36.75	99.42	615.53	
20:00	124.0	44.5	36.80	93.32	615.51	
21:00	124.0	44.5	36.65	81.22	615.50	
22:00	124.0	44.5	33.18	81.48	615.52	
23:00	124.0	44.5	33.30	90.66	615.53	
24:00	124.0	44.5	33.35	77.85	615.53	
MAX	124.0	44.5	53.2	99.42	615.5	
MIN	121.0	43.5	24.5	68.7	615.3	
AVE	122.9	44.1	39.57	83.22	615.5	

**DATA DAN GRAFIK BENDUNGAN DATA TELEMETRY PLTA BAKARU
RABU, 1 MARET 2023**

[illegible]

DATA DAN GRAFIK BENDUNGAN DATA TELEMETRY PLTA BAKARU
 JUM'AT, 28 JULI 2023

DATA BENDUNGAN PLTA BAKARU										RAIN FALL DAILY REPORT									
JAM	BERAN	DEGT	LIMPAS	ELEVASI	QCC	RANTE	YANGKA	MAKASA	BALLA	TAMALANTIK	SUMABONGONG	SIRUKU	BATITU	SILEI	PATAMBARA	SUMABONGONG	SIRUKU	BATITU	SILEI
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
00:00	90.0	33.0	0.00	28.83	614.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	6.55	1.30	0.00
01:00	90.0	33.0	0.00	30.18	614.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	6.55	1.30	0.00
02:00	90.0	33.0	0.00	30.86	614.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	6.55	1.30	0.00
03:00	90.0	33.0	0.00	31.30	614.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	6.55	1.30	0.00
04:00	90.0	33.0	0.00	31.79	614.92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	6.55	1.30	0.00
05:00	81.0	29.0	0.00	30.75	614.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	6.55	1.30	0.00
06:00	62.0	21.5	0.00	38.90	615.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	6.55	1.30	0.00
07:00	62.0	21.5	0.00	41.20	615.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	6.55	1.30	0.00
08:00	62.0	21.5	0.00	43.63	615.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	6.55	1.30	0.00
09:00	62.0	21.5	0.00	42.75	615.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	6.55	1.30	0.00
10:00	88.0	34.0	0.00	37.22	615.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	6.55	1.30	0.00
11:00	88.0	34.0	0.00	34.00	615.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	6.55	1.30	0.00
12:00	88.0	34.0	0.00	34.00	615.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	6.55	1.30	0.00
13:00	88.0	34.0	0.00	34.00	615.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	6.55	1.30	0.00
14:00	88.0	34.0	0.00	34.00	615.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	6.55	1.30	0.00
15:00	88.0	34.0	0.00	32.50	615.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	6.55	1.30	0.00
16:00	98.0	35.5	0.00	35.50	615.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	6.55	1.30	0.00
17:00	98.0	35.5	0.00	35.50	615.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	6.55	1.30	0.00
18:00	98.0	35.5	0.00	32.44	615.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	6.55	1.30	0.00
19:00	126.0	45.0	0.00	24.12	615.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	6.55	1.30	0.00
20:00	126.0	45.0	0.00	21.55	615.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	6.55	1.30	0.00
21:00	126.0	45.0	0.00	19.34	615.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	6.55	1.30	0.00
22:00	100.0	38.0	0.00	17.13	615.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	6.55	1.30	0.00
23:00	90.0	35.0	0.00	25.02	614.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	6.55	1.30	0.00
24:00	90.0	35.0	0.00	28.93	614.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	6.55	1.30	0.00
MAX	126.0	45.0	0.00	43.63	615.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	6.55	1.30	0.00
MIN	62.0	21.5	0.00	17.13	614.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	6.55	1.30	0.00
AVE	90.4	33.3	0.00	31.82	615.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	6.55	1.30	0.00



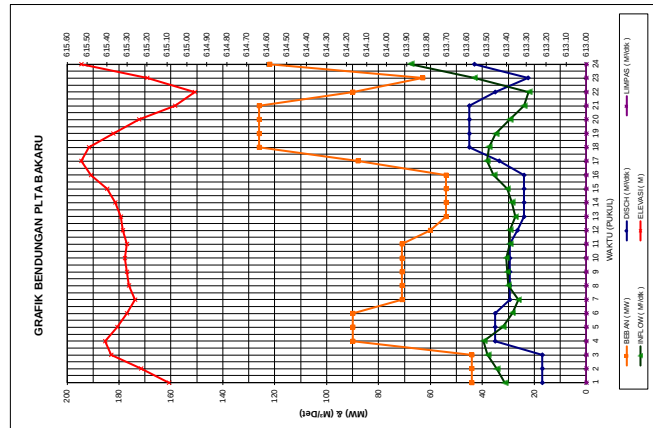
JUMAT, 24 OKTOBER 2022

100



DATA DAN GRAFIK BENDUNGAN DATA TELEMETRY PLTA BAKARU
 Sabtu, 25 November 2023

DATA BENDUNGAN PLTA BAKARU						RAINFALL DAILY REPORT										WATER LEVEL				
J A M	BEBAN (MW)	DISCH (M3/S)	LIMPAS (M3/S)	INFLOW (M3/S)	ELEVASI (M)	DCC (mm)	RANTE TANGGA (mm)	HAMASA (mm)	BALLA (mm)	TAMALANTIK (mm)	SUMARONGG (mm)	BATANG URU (mm)	SINJUN (mm)	BATTU (mm)	PATAMBIA (mm)	SLEI (mm)	SUMARONGG (m)	BATU (m)	SLEI (m)	
01:00	44.0	17.0	0.00	31.45	615.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.84	0.00
02:00	44.0	17.0	0.00	34.50	615.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.84	0.00
03:00	44.0	17.0	0.00	38.02	615.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.84	0.00
04:00	90.0	35.0	0.00	39.57	615.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.84	0.00
05:00	90.0	35.0	0.00	32.19	615.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.84	0.00
06:00	90.0	35.0	0.00	28.49	615.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.84	0.00
07:00	71.0	29.5	0.00	26.06	615.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.84	0.00
08:00	71.0	29.5	0.00	29.98	615.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.84	0.00
09:00	71.0	29.5	0.00	30.47	615.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.84	0.00
10:00	71.0	29.5	0.00	30.72	615.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.84	0.00
11:00	71.0	29.5	0.00	29.38	615.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.84	0.00
12:00	60.0	26.5	0.00	29.41	615.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.84	0.00
13:00	54.0	24.0	0.00	27.28	615.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.84	0.00
14:00	54.0	24.0	0.00	28.70	615.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.84	0.00
15:00	54.0	24.0	0.00	30.42	615.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	7.80	0.00	0.00	2.84	0.00
16:00	54.0	24.0	0.00	35.70	615.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	6.80	0.00	0.00	2.84	0.00
17:00	88.0	33.5	0.00	38.17	615.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.84	0.00
18:00	126.0	45.0	0.00	37.51	615.49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.84	0.00
19:00	126.0	45.0	0.00	34.90	615.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.84	0.00
20:00	126.0	45.0	0.00	29.43	615.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.84	0.00
21:00	126.0	45.0	0.00	24.01	615.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.84	0.00
22:00	90.0	35.0	0.00	22.17	614.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.60	0.00	0.00	2.84	0.00
23:00	63.0	22.5	0.00	43.06	615.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.20	0.00	0.00	2.84	0.00
24:00	122.0	43.0	0.00	67.67	615.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.84	0.00
MAX	126.0	45.0	0.0	67.7	615.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	7.8	0.0	0.0	2.8	0.0
MIN	44.0	17.0	0.0	22.2	615.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	0.0
AVE	79.2	30.8	0.0	33.30	615.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	2.8	0.0



Lampiran 6. Dokumentasi

