

**PERHITUNGAN NERACA DAN ALOKASI AIR PADA
DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS) WAMPU**

SKRIPSI

OLEH:

**JONATHAN KUSNANTO PANJAITAN
238110019**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2025**

i

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 17/4/26

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

**PERHITUNGAN NERACA DAN ALOKASI AIR PADA
DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS) WAMPU**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana di Fakultas Teknik
Universitas Medan Area**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2025**

ii

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang


1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 17/4/26


HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : Perhitungan Neraca Dan Aliran Air Pada Daerah Aliran
Sungai (DAS) Wampu
Nama : Jonathan Kusnanto Panjaitan
NPM : 238110019
Fakultas : Teknik

Disetujui Oleh:
Komisi Pembimbing


Kuswandi, Ir, M.T, Dr
Pembimbing


Dr. Emareta Panjaitan, S.T., M.T
Dekan Fakultas Teknik


Edo Susanto Wilanzari, S.T., M.T
Ka. Program Studi

Tanggal Lulus :

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah. Saya bersedia menerima saksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan saksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.



Medan, Agustus 2025

Jonathan Kusnanto Panjaitan

238110019

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Jonathan Kusnanto Panjaitan
NPM : 238110019
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneklusif (Non Exclusive Royalty Free-Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :Perhitugan Neraca Dan Alokasi Air Pada Daerah Aliran Sungai(DAS) Wampu. Dengan hak Bebas Royalti Noneklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan

Pada tanggal : 05 April 2025

Yang menyatakan



(Jonathan Kusnanto Panjaitan)

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Pakkat Pada tanggal 04 Juli 2001 dari Ayah Annoben Panjaitan S.Pd. dan Ibu Renika Sihotang A.Md.keb merupakan putra ke 3 dari 5 bersudara. Tahun 2019 Penulis lulus dari SMA Negeri 2 Balige ,Tahun 2022 Lulus dari Universitas Sebelas Maret dengan Gelar A.Md.T. dan pada tahun 2023 terdaftar sebagai Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Medan Area. Penulis melaksanakan Praktek Kerja Lapangan (PKL) di Proyek Pembangunan Jembatan Kretek II di Bantul Yogyakarta.



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan yang Maha Kuasa atas segala karunia-Nya sehingga Skripsi ini berhasil diselesaikan. Judul yang dipilih dalam skripsi ini ialah Perhitungan Neraca Dan Alokasi Air Pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Wampu Terima kasih penulis sampaikan kepada Bapak Kuswandi Ir MT,Dr selaku dosen pembimbing dan Ibu Tika Friska Wulandari, S.T., MT selaku Ka. Prodi Teknik Sipil yang telah banyak memberikan saran. Disamping itu penghargaan penulis sampaikan kepada teman dan sahabat yang telah banyak membantu penulis selama penyusunan skripsi. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada Ayah, Ibu serta seluruh keluarga atas segala doa dan perhatiannya. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu, kritik dan saran sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi kalangan akademik maupun masyarakat. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih.

Medan, Mei 2025



Jonathan Kusnanto Panjaitan

ABSTRAK

Daerah Aliran Sungai (DAS) Wampu di Provinsi Sumatera Utara berperan penting dalam menunjang kebutuhan air bagi sektor pertanian, domestik, industri, dan ekosistem. Namun, pertumbuhan penduduk, perubahan penggunaan lahan, serta variabilitas iklim menyebabkan ketidakseimbangan antara ketersediaan dan kebutuhan air pada musim tertentu. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis ketersediaan dan kebutuhan air di DAS Wampu serta menyusun skenario alokasi air yang optimal.

Metode penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif dengan analisis spasial dan temporal. Data yang digunakan meliputi curah hujan, evapotranspirasi, debit sungai, serta kebutuhan air sektor pertanian, domestik, dan industri periode 2013–2023. Perhitungan curah hujan rata-rata dilakukan dengan metode Poligon Thiessen, evapotranspirasi menggunakan metode Penman-Monteith, sedangkan kebutuhan air pertanian dihitung menggunakan perangkat lunak CROPWAT.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kebutuhan air terbesar berasal dari sektor pertanian dengan total kebutuhan mencapai 18,49 juta m³/tahun. Pada sektor industri, PLTM PT. Global Green Energy menjadi pengguna terbesar dengan rata-rata 98,4 juta m³/tahun. Analisis neraca air memperlihatkan adanya surplus pada musim hujan, tetapi defisit terjadi pada musim kemarau akibat fluktuasi curah hujan dan tingginya evapotranspirasi.

Kesimpulan penelitian ini menegaskan bahwa pengelolaan air di DAS Wampu harus dilakukan melalui strategi alokasi berbasis prioritas, mendahulukan kebutuhan domestik, pertanian pangan, dan lingkungan. Rekomendasi yang diberikan antara lain penerapan teknologi hemat air, pembangunan infrastruktur penyimpanan, serta pemantauan ketersediaan air secara berkelanjutan.

Kata kunci: DAS Wampu, neraca air, alokasi air, kebutuhan air, pengelolaan sumber daya air.

ABSTRACT

The Wampu Watershed (DAS Wampu) in North Sumatra Province plays an essential role in providing water for agriculture, domestic use, industry, and ecosystems. However, population growth, land use changes, and climate variability have caused imbalances between water availability and demand during certain seasons. This study aims to analyze water availability and demand in the Wampu Watershed and to develop optimal water allocation scenarios.

The research applied a quantitative descriptive approach with spatial and temporal analysis. Data analyzed included rainfall, evapotranspiration, river discharge, and sectoral water demand (agriculture, domestic, and industry) from 2013 to 2023. The Thiessen Polygon method was used to estimate average rainfall, evapotranspiration was calculated using the Penman-Monteith method, while agricultural water demand was computed with CROPWAT software.

The results indicate that agriculture accounted for the largest water demand, totaling 18.49 million m³/year. In the industrial sector, PT. Global Green Energy (PLTM) was the main user, with an average of 98.4 million m³/year. The water balance analysis revealed a surplus during the rainy season but a deficit in the dry season due to fluctuating rainfall and high evapotranspiration.

This study concludes that water management in the Wampu Watershed requires a priority-based allocation strategy, prioritizing domestic needs, food agriculture, and environmental sustainability. Recommendations include applying water-saving technologies, developing storage infrastructure, and continuous monitoring of water availability.

Keywords: Wampu Watershed, water balance, water allocation, water demand, water resources management.



DAFTAR ISI

COVER	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
RIWAYAT HIDUP	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.5 Batasan Penelitian.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Peneliti Terdahulu.....	3
2.1 Konsep Neraca Air.....	4
2.3 Model Hidrologi Untuk Neraca Air.....	19
2.3.1 Definisi dan Tujuan Penggunaan Model Hidrologi	19
2.3.2 Komponen Utama dalam Model Hidrologi.....	19
2.4 Alokasi Air	20
2.4.1 Pengertian Alokasi Air	20
2.4.2 Strategi Alokasi Air.....	21
2.5 Kebutuhan Air	21
2.5.1 Kebutuhan Air Sektor Pertanian	21
2.5.2 Kebutuhan Air Sektor Industri.....	21
2.5.3 Kebutuhan Air Sektor Domestik.....	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	22
3.1 Lokasi Penelitian	22
3.2 Data Dan Sumber Data	22
3.2.1 Data Primer.....	23
3.2.2 Data Sekunder.....	23
3.3 Pendekatan Penelitian	25
3.4 Tahap Penelitian	25
3.5 Delineasi Daerah Aliran Sungai (DAS).....	25
3.6 Perhitungan Neraca Air.....	26
3.8 Analisis Alokasi Air.....	27

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1 Hasil Penelitian.....	29
4.1.1 Analisis Kebutuhan di wilayah DAS Wampu	29
4.2 Kebutuhan Air Pertanian.....	30
4.3 Kebutuhan Air Industri	31
4.4 Faktor Yang Mempengaruhi Aliran Di DAS Wampu.....	33
4.4.1 Faktor Curah Hujan.....	33
4.4.2 Faktor Evapotranspirasi.....	35
4.5 Neraca Air Terhadap Ketersediaan Air Di DAS Wampu.....	43
4.6 Pembahasan.....	56
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	59
5.1 Kesimpulan.....	59
5.2 Saran	59
DAFTAR PUSTAKA	59
LAMPIRAN	59



DAFTAR TABEL

Tabel 1 Kebutuhan Air Bersih Rumah Tangga Tiap Individu Per Hari.....	12
Tabel 2 Kebutuhan Air Untuk Ternak.....	13
Tabel 3 Ketersediaan Air Pada DAS Wampu.....	29
Tabel 4 Jumlah Kebutuhan Air Irigasi.....	31
Tabel 5 Jumlah Kebutuhan Air Industri.....	32
Tabel 6 Curah Hujan Tahunan di Sekitar Daerah Aliran Sungai Wampu.....	34
Tabel 7 Kebutuhan Air Untuk Pertanian.....	44
Tabel 8 Kebutuhan Air Untuk Industri.....	45
Tabel 9 Neraca Air DAS Wampu.....	50



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Grafik Perbandingan Penguapan Nyata dan Potensial (AET/PET).....	10
Gambar 2 Ratio Tampungan Kelengkapan Awal	10
Gambar 3 Lokasi Penelitian.....	22



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Ketersediaan Air Daerah Aliran Sungai (DAS) Wampu	xv
Lampiran 2 Kebutuhan Air Daerah Aliran Sungai (DAS) Wampu	xvi
Lampiran 3 Neraca Air Daerah Aliran Sungai (DAS) Wampu	xviii
Lampiran 4 Alokasi Air Daerah Aliran Sungai (DAS) Wampu.....	xix
Lampiran 5 Dokumentasi	xx



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Daerah Aliran Sungai (DAS) memiliki peran penting dalam mendukung kehidupan sosial, ekonomi, dan lingkungan. DAS Wampu, yang terletak di Provinsi Sumatera Utara, merupakan salah satu DAS strategis yang menopang kebutuhan air untuk sektor pertanian, permukiman, industri, dan pembangkit listrik. Namun, seiring dengan meningkatnya aktivitas pemanfaatan lahan serta pertumbuhan penduduk, tekanan terhadap ketersediaan sumber daya air di DAS Wampu semakin besar. Perubahan iklim dan degradasi lahan juga turut memengaruhi pola curah hujan dan aliran permukaan, sehingga menyebabkan ketidakseimbangan antara ketersediaan dan kebutuhan air pada musim-musim tertentu. Kondisi ini menimbulkan urgensi untuk melakukan evaluasi terhadap neraca air di wilayah ini.

Perhitungan neraca air memberikan gambaran tentang keseimbangan antara input dan output air di suatu wilayah, yang menjadi dasar dalam menyusun kebijakan pengelolaan sumber daya air secara berkelanjutan. Selain itu, alokasi air yang tepat berdasarkan data neraca air sangat penting untuk memastikan bahwa setiap sektor pemanfaat dapat menerima air sesuai kebutuhannya tanpa mengganggu ekosistem. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menghitung neraca air pada DAS Wampu serta menyusun skenario alokasi air yang optimal berdasarkan ketersediaan dan kebutuhan air. Dengan demikian, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata dalam pengelolaan air terpadu di wilayah DAS Wampu.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dipenelitian ini yaitu:

1. Berapa besar kebutuhan air untuk masing-masing sektor pemanfaat (pertanian, domestik, dan industri) di wilayah DAS Wampu?
2. Apa saja faktor utama yang mempengaruhi aliran di DAS Wampu?
3. Apa dampak ketidakseimbangan neraca air terhadap ketersediaan air bagi sektor-sektor pemanfaat di DAS Wampu?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

Penelitian ini secara umum bertujuan untuk menganalisis ketersediaan dan kebutuhan air di Daerah Aliran Sungai (DAS) Wampu serta menyusun skenario alokasi air yang optimal berdasarkan neraca air. Dengan mengetahui keseimbangan antara masukan dan keluaran air di DAS, penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai kondisi aktual pengelolaan sumber daya air dan menjadi dasar dalam perencanaan pengelolaan air yang berkelanjutan.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan sumbangan pemikiran bagi pembaharuan kurikulum di Program Studi Teknik Sipil UMA.
2. Memberikan sumbangan ilmiah dalam ilmu Teknik Sipil.
3. Sebagai Pijakan, Referensi dan penambah wawasan bagi peneliti sehingga dapat menjadi bekal pada saat terjun kedalam dunia pekerjaan nantinya.

1.5 Batasan Penelitian

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder berupa data curah hujan, debit sungai, dan data kebutuhan air sektoral dalam rentang waktu tahun 2013–2023.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Peneliti Terdahulu

Penelitian terdahulu merupakan referensi untuk penulis melakukan penelitiannya agar membantu dalam memperbanyak teori atau wawasan penelitian. Selama penelitian ini penulis tidak menemukan yang sejenis dengan judul ini, maka dari itu penulis hanya bisa mengambil penelitian terdahulu yang sedikit menyerupai judul penelitian penulis untuk menjadikan referensi atau perbandingan dengan penelitian terdahulu.

Berikut ini adalah jurnal dari penelitian terdahulu yang terkait dalam penelitian:

1. Fachruddin, A. (2017). "Modeling Water Balance and Water Allocation in the Ciliwung River Basin." Penelitian ini mengkaji neraca air dan alokasi air di DAS Ciliwung, menggunakan model SWAT untuk menganalisis hubungan antara curah hujan, evapotranspirasi, dan debit sungai. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa model SWAT dapat digunakan untuk memprediksi ketersediaan air dan menyusun skenario alokasi air berdasarkan perubahan musim dan kebutuhan sektoral, yang relevan untuk digunakan di DAS Wampu.
2. Sundoro, A. & Prabowo, S. (2015). "Water Resources Management in Watersheds: A Case Study in the Brantas River Basin." Penelitian ini membahas pendekatan manajemen sumber daya air di DAS Brantas, dengan fokus pada perhitungan neraca air dan evaluasi alokasi air untuk sektor pertanian dan domestik. Penelitian ini menekankan pentingnya pengelolaan air secara berbasis data dan perencanaan yang matang, serta penggunaan perangkat lunak untuk merencanakan alokasi air yang efisien.
3. Mulia, D., & Santoso, H. (2018). "Assessment of Water Allocation Strategies in the Bengawan Solo River Basin." Penelitian ini menilai strategi alokasi air di DAS Bengawan Solo menggunakan simulasi berbasis data curah hujan dan debit sungai. Penelitian ini menggunakan pendekatan optimasi untuk menentukan distribusi air yang paling efisien bagi sektor

pertanian, industri, dan rumah tangga. Hasil penelitian ini memberikan wawasan tentang penerapan kebijakan alokasi air yang adil dan efisien.

4. Kurniawan, Y., & Pramudito, G. (2016). "Water Availability and Demand in the Upper Citarum River Basin." Penelitian ini menganalisis ketersediaan air di DAS Citarum bagian hulu dengan menggunakan model hidrologi untuk menghitung neraca air dan membandingkan kebutuhan air sektor pertanian dan pemukiman. Penelitian ini menyarankan agar alokasi air dilakukan berdasarkan prioritas kebutuhan, dan menggunakan perangkat lunak untuk merencanakan distribusi air secara tepat.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Data

Jenis data dapat dikelompokkan menjadi 2 yaitu sebagai berikut:

1. Data Primer

Data primer merupakan data yang diperoleh secara langsung dari sumber data oleh peneliti. Nilai data ini akan mengikuti keadaan di lapangan karena diperlukan adanya survey untuk mendapatkan data ini. Data primer dapat diperoleh melalui observasi dan survey lapangan, wawancara, serta dapat dilakukan melalui penyebaran kuesioner.

2. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang pascapada sumber data yang telah ada sebelumnya. Data sekunder biasanya dapat diperoleh dari buku, laporan, jurnal, atau kantor milik pemerintah yang menangani data yang dibutuhkan oleh peneliti.

Penelitian ini menggunakan beberapa data sekunder yang didapat dari instansi terkait, sebagai berikut:

- a. Data Curah Hujan

Data curah hujan digunakan untuk menghitung besar ketersediaan air. Pada penelitian ini menggunakan data curah hujan dari tiga stasiun. Data hujan yang digunakan adalah data tahun 2013-2023.

- b. Data Klimatologi

Data klimatologi yang digunakan untuk analisis adalah rentang dari 10 tahun dari tahun 2013-2023. Data ini didapat dari data BMKG. Data klimatologi meliputi:

- Suhu udara (°C),
- Kelembapan udara relative (%),
- Kecepatan angin (km/hari),
- Penyinaran matahari (%).

2.2.2 Kelengkapan Data

Data hujan yang didapatkan dari stasiun hujan kadangkala tidak tersedia secara lengkap. Hal itu disebabkan oleh berbagai faktor, antara lain alat yang bekerja kurang baik, kelalaian petugas, data yang tidak terbaca, ataupun karena data hilang. Data yang masih belum lengkap tersebut belum bisa untuk dianalisis lebih lanjut, maka dari itu harus dilakukan pengisian data. Pengisian data dilakukan dengan metode *Reciprocal method*. Metode ini mempertimbangkan jarak antar stasiun hujan. Cara perhitungannya mengikuti persamaan berikut ini.

$$P_x = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{P_i}{L_i^2}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{L_i^2}}$$

dengan :

P_x = curah hujan yang hilang di stasiun x (mm/hari),

P_i = curah hujan di stasiun sekitarnya pada waktu yang sama (mm/hari),

L_i = jarak antar stasiun (km).

(Bambang Triatmodjo, 2009 : 41)

2.2.3 Uji Kepanggahan Data

Uji kepanggahan data dilakukan untuk mengetahui data yang akan digunakan konsisten atau tidak. Apabila setelah diuji kepanggahannya ternyata tidak konsisten maka data tersebut tidak dapat digunakan sehingga perlu adanya penggantian atau pengisian data yang hilang.

Salah satu metode untuk uji kepenggahan data hujan yaitu metode kurva massa ganda (*Double Mass Curve*). Metode Kurva Masa Ganda cocok digunakan karena data hujan diambil dari 3 stasiun hujan. Metode ini menggunakan grafik untuk mengetahui kepenggahan data hujan. Data hujan dikatakan pangkah jika bentuk grafik yang terbentuk cenderung linear (tidak melenceng dari *trendline*) dan nilai koefisien determinasi (R^2) mendekati 1. Jika grafik bernilai R^2 lebih dari 1 maka data tersebut dinyatakan tidak pangkah (Yoshepina, 2015).

2.2.4 Hujan Wilayah

Perhitungan hujan wilayah bertujuan untuk menghitung curah hujan rerata yang ada dalam suatu DAS. Hal itu karena stasiun-stasiun hujan yang ada hanya memberikan hujan titik di mana stasiun tersebut berada, sehingga hujan pada suatu luasan/wilayah tertentu harus diperkirakan dari titik tersebut. Salah satu metode untuk menghitung hujan rerata wilayah adalah metode *Polygon Thiessen*. Metode *polygon Thiessen* digunakan apabila stasiun hujan yang digunakan tersebar tidak merata. Metode ini memperhitungkan bobot dari masing-masing stasiun yang mewakili luasan di sekitarnya (Bambang Triatmodjo, 2013).

Rumus perhitungan hujan wilayah dengan metode *polygon thiessen* adalah sebagai berikut :

$$p_{rata-rata} = \frac{A_1 p_1 + A_2 p_2 + \dots + A_n p_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

Dengan :

$P_{rata-rata}$ = hujan wilayah (mm),

p_1, p_2, p_n = hujan di stasiun 1, 2, 3...n (mm),

A_1, A_2, A_n = luas daerah yang mewakili stasiun 1, 2, 3...n (km²).

2.2.5 Prediksi Hujan Wilayah

Untuk menghitung neraca sumber daya air pada tahun 2018, perlu diketahui terlebih dahulu hujan wilayah tahun 2018. Karena data hujan tahun 2018 belum tersedia, maka dilakukan prediksi hujan wilayah untuk tahun 2018. Prediksi hujan wilayah dilakukan dengan metode SARIMA (Seasonal Autoregressive and Moving Average) dengan bantuan *software Minitab 1.7*.

Metode SARIMA merupakan pengembangan dari metode ARIMA. Metode SARIMA digunakan apabila data mengalami pola pengulangan tahunan (musiman) dalam kurun 12 lag. Untuk menganalisis dengan metode SARIMA, data harus stasioner terhadap ragam dan stasioner terhadap rata-rata. Diagram ACF (*Autocorrelation Function*) dan diagram PACF (*Partial Autocorrelation Function*) dianalisis untuk mengetahui pola yang tepat. Diagram ACF mengindikasikan *Autoregressive (AR)*, sedangkan diagram PACF mengindikasikan *Moving Average (MA)*. Dari diagram ACF dan PACF tersebut akan diketahui pola Cut Off dan pola *Dying Downnya*. Pola cut off terjadi apabila data mendekati nilai 0 pada lag-lag awal atau terlihat gambar yang langsung menurun drastis. Pola *dying down* terjadi karena data turun perlahan-lahan mendekati 0. Nilai prediksi hujan wilayah yang diambil adalah dari pola SARIMA yang memiliki nilai *Mean Square Error (MSE)* yang paling kecil.

2.2.6 Evapotranspirasi

Evapotranspirasi adalah banyaknya air yang digunakan untuk proses pertumbuhan tanaman (transpirasi) dan evaporasi dari tanah/air sebagai tempat tumbuhnya tanaman tersebut (SNI 7745 : 2012). Evapotranspirasi dapat dihitung dengan beberapa metode antara lain Penman (1948), Penman Mountith, Penman Modifikasi, Blaney – Criddle, Thornthwaite, Turc – Langbein (1949) – Wundt, dan Hargaves. Dalam penelitian ini digunakan metode Penman Monteith.

Rumus yang menjelaskan evapotranspirasi acuan secara teliti adalah rumus *Penman- Monteith*, yang pada tahun 1990 oleh FAO dimodifikasi dan dikembangkan menjadi rumus *FAO Penman-Monteith* yang diuraikan dalam persamaan berikut:

$$ET_0 = \frac{0.408 \Delta (R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0.34 u_2)}$$

dengan :

ET_0	=	evapotranspirasi acuan(mm/hari),
R_n	=	radiasi netto pada permukaan tanaman (MJ/m ² /hari),
G	=	kerapatan panas terus- menerus pada tanah (MJ/m ² /hari),
T	=	temperatur harian rata-rata pada ketinggian 2 m (°C),
u_2	=	kecepatan angin pada ketinggian 2 m (m/s),
e_s	=	tekanan uap jenuh (kPa),
e_a	=	tekanan uap aktual (kPa),
Δ	=	kurva kemiringan tekanan uap (kPa/°C),
γ	=	konstanta psychrometric (kPa/°C).

Perhitungan evapotranspirasi potensial (ET_0) pada penelitian ini menggunakan *software CROPWAT* yang mana mengacu pada metode Penman – Monteith.

2.2.7 Simulasi Hujan-Debit Metode NRECA

Metode NRECA (National Rural Electric Cooperative Assosiation) dikembangkan oleh Norman H.Crawford dan Steven M.Thurin (1981). Metode NRECA merupakan salah satu metode yang relatif sederhana dan sering digunakan untuk mensimulasikan hujan-debit. Debit hasil perhitungan NRECA ini akan dianalisis kembali untuk mendapatkan besar ketersediaan air.

Tahapan-tahapan perhitungan NRECA adalah sebagai berikut :

$$AET = AET/PET \times PET$$

$$WB = R_b - AET$$

$$EM = EMR \times WB$$

$$DS = WB - EM$$

$$RGW = P_1 \times EM$$

$$ESGW = RGW + DF$$

$$GWF = P2 \times ESG$$

$$DRO = EM - RGW$$

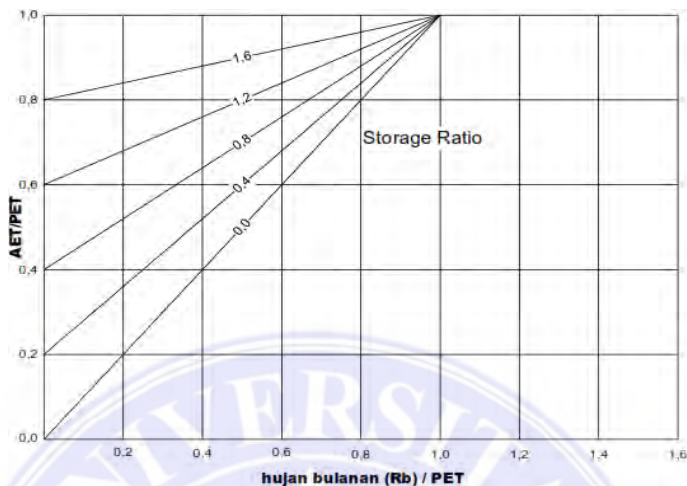
$$TD = DRO + GWF$$

dengan :

- R = curah hujan tahunan (mm),
Wi = rasio tampungan tanah,
Wo = tampungan kelengasan awal (mm/bulan),
AET = evapotranspirasi aktual (mm),
AET/PET = ditentukan dengan grafik,
PET = evapotranspirasi potensial (mm/bulan),
Koef. reduksi = 0,6,
WB = keseimbangan air (water balance) (mm),
Rb = curah hujan bulanan (mm),
EM = kelebihan kelengasan/ excess moist (mm),
EMR = rasio kelebihan kelengasan/ excess moist ratio,
DS = perubahan tampungan (mm),
RGW = tampungan air tanah (mm),
P1 = parameter yang menggambarkan karakteristik tanah permukaan pada kedalaman 0-2 m, nilainya 0,1 – 0,5 tergantung pada sifat lulus air lahan, 0,1 bila bersifat kedap air dan 0,5 bila bersifat lulus air;
ESGW = tampungan air tanah akhir (mm),
DF = tampungan air tanah awal diambil 2,
GWF = aliran air tanah/ ground water flow (mm),
P2 = parameter yang menggambarkan karakteristik tanah bagian lapisan dalam, kedalaman 2-10 m, 0,9 bila bersifat kedap air dan 0,5 bila bersifat lulus air,
DRO = aliran langsung/ direct run off (mm),
TD = aliran total (m³/detik).

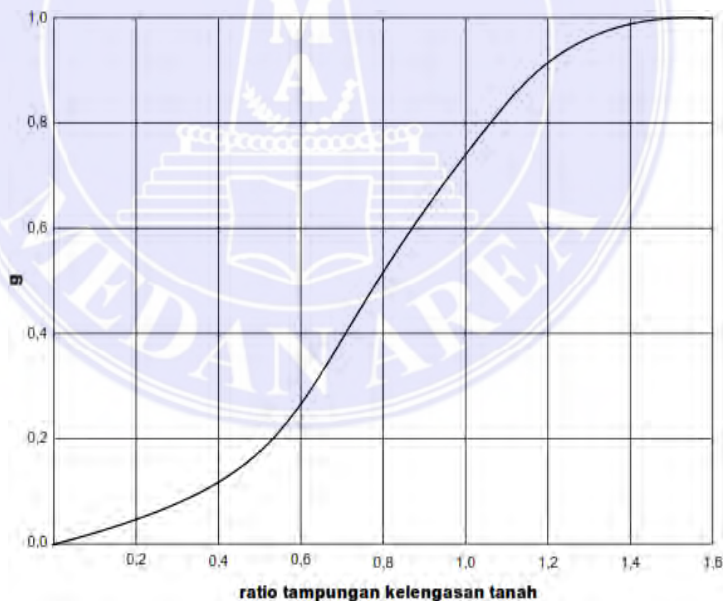
Dalam tahapan perhitungan simulasi debit NRECA, untuk mencari nilai perbandingan penguapan nyata dan potensial (AET/PET)

digunakan grafik yang ditampilkan pada Gambar 1 Sementara itu, untuk mendapatkan nilai rasio tampungan kelengasan awal digunakan grafik yang ditampilkan pada Gambar 2



Gambar 1 Grafik Perbandingan Penguapan Nyata dan Potensial (AET/PET)

(Sumber : KP-01 Perencanaan Irigasi)



Gambar 2 Ratio Tampungan Kelengsaan Awal

(Sumber : KP-01 Perencanaan Irigasi)

2.2.8 Debit Andalan

Debit andalan adalah debit sungai yang diharapkan selalu ada di sepanjang tahun dengan besarnya resiko kegagalan tertentu. Untuk perencanaan air irigasi, debit andalan yang digunakan adalah Q80, yang artinya debit tersebut mempunyai kemungkinan akan terjadi sebesar 80% dan tidak terpenuhi sebesar 20%. Perhitungan debit andalan dilakukan dengan mengurutkan data debit dari yang terbesar sampai yang terkecil, kemudian dicari sesuai nilai probabilitasnya Tingkat keandalan debit dihitung berdasarkan nilai probabilitas kejadian mengikuti rumus Weibull sebagai berikut (Zulkipli dkk, 2017) :

$$P(\%) = \frac{m}{n+1} \times 100\%$$

Dengan:

P% = probabilitas terjadinya nilai yang diharapkan selama periode pengamatan (%),

m = nomor urut data,

n = jumlah data.

2.2.9 Ketersediaan Air

Besar debit ketersediaan air didapatkan dari hasil perhitungan debit andalan 80% (Q80). Debit ketersediaan air ini nantinya digunakan untuk menghitung saldo neraca sumber daya air.

2.2.10 Kebutuhan Air RKI (Rumah Tangga, Perkotaan, dan Industri)

Berdasarkan SNI 6728.1:2015, kriteria perhitungan kebutuhan air RKI adalah sebagai berikut:

a. Kebutuhan air rumah tangga

Untuk menghitung kebutuhan air rumah tangga diperlukan data kependudukan dari Badan Pusat Statistik. Persamaan yang digunakan dalam prediksi jumlah penduduk sebagai berikut:

$$P_n = P_o + \{1 + (r.n)\}$$

dengan:

P_n = jumlah penduduk setelah n tahun ke depan,

P_o = jumlah penduduk pada tahun awal,

r = angka pertumbuhan penduduk,

n = jangka waktu dalam tahun.

Setelah memperoleh prediksi jumlah penduduk, kemudian mengalikan dengan kebutuhan air tiap individu per hari. Menurut SNI 6728.1:2015, besar kebutuhan air tiap individu per hari dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Kebutuhan Air Bersih Rumah Tangga Tiap Individu Per Hari

Kategori Kota	Jumlah penduduk (jiwa)	Kebutuhan air bersih (L/O/H)
Semi urban (ibukota kecamatan/desa)	3.000-20.000	60-90
Kota kecil	20.000-100.000	90-110
Kota sedang	100.000-500.000	100-125
Kota besar	500.000-1.000.000	120-150
Metropolitan	>1.000.000	150-200

(Sumber: SNI 6728.1:2015)

b. Kebutuhan air perkotaan

Menurut SNI 6728.1-2015, kebutuhan air perkotaan merupakan kebutuhan untuk komersial dan sosial seperti toko, gudang, bengkel, sekolah, rumah sakit, hotel, dan sebagainya. Besar kebutuhan air perkotaan diasumsikan antara 15% sampai dengan 30% dari kebutuhan air rumah tangga. Semakin besar dan padat penduduk akan cenderung lebih banyak memiliki daerah komersial dan sosial, sehingga kebutuhan airnya akan lebih tinggi.

c. Kebutuhan Air Industri

Menurut SNI 6728.12015, besar kebutuhan air industri relatif konstan terhadap waktu. Kebutuhan air industri akan meningkat seiring dengan meningkatnya industri yang ada. Survey kebutuhan air industri diperlukan untuk menentukan rata-rata penggunaan air

pada berbagai jenis industri.

Perhitungan kebutuhan air industri dapat diperhitungkan berdasarkan atas :

- a. Jumlah karyawan
- b. Luas area industry
- c. Jenis /tipe industri

2.2.11 Kebutuhan Air Peternakan

Berdasarkan SNI 6728.1-2015 kebutuhan air untuk peternakan dapat dihitung dengan mengalikan jumlah jenis ternak yang ada dengan kebutuhan air jenis ternak tersebut per harinya. Persamaan yang digunakan untuk menghitung kebutuhan air peternakan adalah sebagai berikut :

$$Q_e = (q_{(1)} \times P_{(1)} + q_{(2)} \times P_{(2)} + q_{(3)} \times P_{(3)})$$

dengan:

Q_e = kebutuhan air untuk ternak (l/hari),

$q_{(1)}$ = kebutuhan air untuk sapi, kerbau, dan kuda (l/ekor/hari),

$q_{(2)}$ = kebutuhan air untuk kambing dan domba (l/ekor/hari),

$q_{(3)}$ = kebutuhan air untuk unggas (l/ekor/hari),

$P_{(1)}$ = jumlah sapi, kerbau, dan kuda (ekor),

$P_{(2)}$ = jumlah kambing dan domba (ekor),

$P_{(3)}$ = jumlah unggas (ekor).

Besar kebutuhan air per hari untuk jenis-jenis ternak dapat dilihat pada

Tabel 2 Kebutuhan Air Untuk Ternak

No	Jenis ternak	Kebutuhan air (l/ekor/hari)
1	Sapi/kerbau/kuda	40
2	Kambing/domba	5
3	Babi	6
4	Unggas	0,6

(Sumber: SNI 6728.1:2015)

2.2.12 Kebutuhan Air Perikanan

Berdasarkan SNI 6728.1-2015, kebutuhan air untuk perikanan didasarkan pada luas kolam, tipe kolam serta kedalaman air yang digunakan. Kebutuhan ini merupakan kebutuhan untuk mengisi kolam pada saat awal tanam dan penggantian air. Persamaan yang digunakan untuk menghitung kebutuhan air perikanan adalah sebagai berikut

$$Q_{fp} = \frac{q_{(fp)}}{1000} \times A_{(fp)} \times 10000$$

dengan:

Q_{fp} = kebutuhan air untuk perikanan (m³/hari),

$q_{(fp)}$ = kebutuhan air untuk pembilasan (l/hari/ha),

$A_{(fp)}$ = luas kolam ikan (ha).

2.2.13 Kebutuhan Air Pemeliharaan Sungai

Berdasarkan SNI 6728.1-2015, Kebutuhan air pemeliharaan sungai dihitung dengan mencari debit andalan 95%. Debit andalan 95% merupakan debit aliran air (m³/detik) yang selalu tersedia dalam 95% waktu pengamatan, atau hanya paling banyak 5% kemungkinannya aliran tersebut tidak tercapai. Bila debit andalan 95% tidak tercapai, maka harus dilakukan pengendalian pemakaian air di hulu. Dengan demikian, besarnya kebutuhan air untuk pemeliharaan sungai dihitung berdasarkan debit andalan Q 95% dari data ketersediaan air yang ada.

2.2.14 Kebutuhan Air Irigasi

Kebutuhan air irigasi meliputi kebutuhan irigasi untuk padi dan palawija. Kebutuhan air irigasi dihitung berdasarkan data areal irigasi, jenis tanah, jadwal kalender tanam, evapotranspirasi tanaman acuan, efisiensi saluran

irigasi dan hujan efektif. Faktor-faktor yang mempengaruhi besar kebutuhan air irigasi yaitu kebutuhan air untuk penyiapan lahan (IR), kebutuhan air konsumtif tanaman (Etc), perkolasi (P), kebutuhan air untuk mengganti lapisan air (RW), curah hujan efektif (ER), dan luas lahan irigasi (A).

Adapun rumus yang digunakan untuk menghitung kebutuhan air irigasi adalah sebagai berikut :

$$IG = (Etc + IR + RW + P - ER) \times A$$

dengan:

IG = kebutuhan air irigasi (m³/hari),

Etc = kebutuhan air konsumtif (mm/hari),

IR = kebutuhan air untuk penyiapan lahan (mm/hari),

RW = kebutuhan air untuk mengganti lapisan air (mm/hari),

P = perkolasi (mm/hari),

ER = hujan efektif (mm/hari),

A = luas areal irigasi (m²).

a. Kebutuhan Air Konsumtif

Kebutuhan air konsumtif adalah kebutuhan air tanaman untuk proses fotosintesis. Didapat dengan cara mengalikan evapotranspirasi dengan koefisien tanaman.

Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$Etc = ETo \times Kc$$

dengan :

Etc = kebutuhan air konsumtif (mm/hari),

Eto = evapotranspirasi (mm/hari),

Kc = koefisien tanaman

b. Kebutuhan Air untuk Penyiapan Lahan (IR)

Kebutuhan air untuk penyiapan lahan dipengaruhi oleh faktor-faktor berikut :

$$IR = M \left(\frac{e^k}{e^k - 1} \right)$$

- Lamanya waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan penyiapan lahan,
- Jumlah air yang diperlukan untuk penyiapan lahan.

Perhitungan kebutuhan air penyiapan air lahan menggunakan metode yang dikembangkan oleh *Van de Goor* dan *Zijlstra*, dapat dilihat pada persamaan berikut :

keterangan :

IR = kebutuhan air irigasi ditingkat persawahan (mm/hari),

M = kebutuhan air untuk mengganti kehilangan air akibat evaporasi dan perkolasi di sawah telah dijenuhkan (mm/hari).

$$Eo = 1,1 \times Eto, M = Eo + P$$

dengan :

P = perkolasi (mm/hari),

T = jangka waktu penyiapan air (hari) dan $k = Mx$ (T/S),

S = kebutuhan air untuk penjenuhan ditambah dengan lapisan air 50mm.

Untuk T digunakan T=30 hari dan S=250 mm. Ini sudah termasuk banyaknya air untuk penggenangan setelah transplantasi, yaitu sebesar 50 mm serta kebutuhan untuk persemaian.

c. Kebutuhan Air untuk Mengganti Lapisan Air (RW)

Menurut SNI 6728.1:2015 penggantian lapisan air dilakukan dua kali masing-masing ketebalan 50 mm (atau 3,3 mm/hari selama ½ bulan) selama sebulan dan dua bulan setelah transplantasi.

d. Perkolasi (P)

Nilai perlokasi dipengaruhi oleh karakteristik atau sifat tanah. Menurut SNI 6729.1:2015 tanah lempung berat dengan pengolahan yang baik laju perkolasi dapat mencapai 1-3 mm/hari. Untuk jenis tanah pasir, laju perkolasi dapat mencapai 4-6 mm/hari.

e. Hujan Efektif (ER)

Menurut SNI 6729.1:2015, untuk menghitung hujan efektif tanaman padi dan palawija terlebih dahulu mencari hujan efektif R80 dari perhitungan hujan wilayah metode *polygon thiessen*. Setelah itu, curah hujan efektif dihitung dengan intersepsi (IC). Intersepsi merupakan jumlah air hujan yang tertahan (tidak sampai ke zona perakaran tanaman) dan selanjutnya dianggap hilang. Persamaan untuk menghitung intersepsi padi adalah sebagai berikut :

$$IC = 0,5e^{0,48}(\text{hujan})^{0,84} \times 0,93242$$

Dengan:

IC = intersepsi (mm).

Intersepsi untuk tanaman palawija tergantung pada penutup arealnya. Diperkirakan besarnya setengah dari rerata intersepsi tanaman padi. Persamaannya adalah sebagai berikut :

$$IC = 0,25e^{0,48}(\text{hujan})^{0,84} \times 0,93242$$

Dengan :

IC = intersepsi (mm).

Setelah mendapatkan nilai intersepsi, hujan efektif dasar dapat dicari. Hujan efektif dasar adalah curah hujan netto yang jatuh di petak sawah setelah mengalami intersepsi dan penguapan sebelum mencapai permukaan lahan. Berikut adalah persamaan untuk mengitungnya :

$$ER(t) = \text{hujan} - IC, \text{ dengan hujan} \geq IC$$

$$ER(t) = 0, \text{ dengan hujan} \leq IC$$

dengan :

ER = hujan efektif dasar tiap satuan waktu (mm),

IC = kapasitas intersepsi tiap satuan waktu (mm).

f. Luas Areal Irigasi (A)

Menurut SNI 6729.1:2015, proyeksi luas areal irigasi mempertimbangkan potensi daerah yang dapat dikembangkan, ketersediaan air, dan perkembangan jumlah penduduk.

2.2.15 Kebutuhan Air Irigasi

Neraca sumber daya air merupakan kesetimbangan antara ketersediaan air dan kebutuhan air. Persamaan yang dapat digunakan adalah sebagai berikut:

$$\text{Saldo neraca sumber daya air} = \text{Ketersediaan air} - \text{kebutuhan air}$$

Jika saldo neraca sumber daya air positif, menandakan terdapat kelebihan air (surplus). Jika saldo neraca sumber daya air negatif, menandakan terjadi kekurangan air di lokasi yang diteliti.

2.3 Konsep Neraca Air

Neraca air adalah alat yang digunakan untuk menghitung dan menyeimbangkan semua komponen hidrologi dalam suatu wilayah, yang mencakup input (curah hujan), output (evapotranspirasi, aliran permukaan), dan penyimpanan air (air tanah). Menurut Maidment (1993), neraca air dapat digambarkan sebagai hubungan matematika antara curah hujan, aliran permukaan, evapotranspirasi, dan infiltrasi. Neraca air yang baik dapat digunakan untuk memprediksi ketersediaan air di suatu DAS, serta membantu.

dalam merencanakan penggunaan sumber daya air secara berkelanjutan.

Dalam konteks DAS Wampu, Mulia & Santoso (2018) mengemukakan bahwa komponen utama dalam perhitungan neraca air adalah curah hujan dan debit sungai, yang keduanya sangat bergantung pada musim dan kondisi iklim setempat. Ketersediaan air sangat bervariasi antara musim hujan dan musim kemarau, yang memerlukan analisis tahunan maupun musiman.

2.3 Model Hidrologi Untuk Neraca Air

Model hidrologi adalah suatu alat atau sistem yang digunakan untuk menggambarkan menghitung, dan memprediksi proses-proses hidrologi dalam suatu wilayah atau daerah aliran sungai (DAS). Model ini sangat penting untuk menghitung neraca air, yang mencakup perhitungan curah hujan, aliran permukaan, evapotranspirasi, dan infiltrasi. Dalam penelitian pengelolaan sumber daya air, penggunaan model hidrologi memungkinkan analisis yang lebih akurat mengenai ketersediaan air dan distribusinya dalam berbagai kondisi iklim dan penggunaan lahan.

2.3.1 Definisi dan Tujuan Penggunaan Model Hidrologi

Model hidrologi adalah representasi matematis dari proses-proses fisik yang terjadi di permukaan bumi yang mempengaruhi aliran air, seperti curah hujan, evapotranspirasi, infiltrasi, aliran permukaan, dan aliran sungai. Model ini bertujuan untuk menghitung neraca air dan mengestimasi berbagai komponen hidrologi yang berkaitan dengan ketersediaan dan kebutuhan air. Singh (1996) mengemukakan bahwa tujuan utama model hidrologi adalah untuk meramalkan aliran air, menganalisis dampak perubahan penggunaan lahan dan iklim, serta untuk merencanakan pengelolaan sumber daya air yang berkelanjutan.

2.3.2 Komponen Utama dalam Model Hidrologi

Model hidrologi dalam perhitungan neraca air biasanya mencakup beberapa komponen utama yang perlu diperhitungkan, di antaranya:

1. Curah Hujan

Curah Hujan adalah input utama dalam neraca air yang mempengaruhi jumlah air yang tersedia dalam suatu wilayah.

Penggunaan data curah hujan historis dan prediksi curah hujan di masa depan sangat penting dalam analisis neraca air.

2. Evapotranspirasi

Evapotranspirasi adalah proses penguapan air dari permukaan tanah dan transpirasi oleh tanaman. Komponen ini sangat penting dalam mengukur kehilangan air dari sistem, yang dapat dihitung menggunakan model seperti Penman-Monteith atau Hargreaves.

3. Aliran Permukaan

Aliran permukaan adalah air yang mengalir di permukaan tanah menuju saluran air. Pengukuran dan prediksi aliran permukaan dilakukan dengan menggunakan berbagai model, seperti SCS-CN atau model distribusi debit berbasis intensitas hujan.

4. Infiltrasi

Infiltrasi adalah proses masuknya air ke dalam tanah. Proses ini mempengaruhi volume air yang akan disimpan dalam tanah atau mengalir ke sungai. Model hidrologi biasanya menggunakan metode seperti Green-Ampt atau Horton untuk menghitung infiltrasi

5. Reservoir dan Penyimpanan Air

Model hidrologi juga memperhitungkan penyimpanan air dalam reservoir, baik itu waduk, sungai, maupun air tanah. Komponen ini penting untuk menentukan ketersediaan air pada kondisi kritis, seperti musim kemarau.

2.4 Alokasi Air

2.4.1 Pengertian Alokasi Air

Alokasi Air merupakan proses penentuan jumlah air yang didistribusikan untuk berbagai kebutuhan pengguna, baik untuk keperluan pertanian, domestik, industri, maupun lingkungan. Dalam konteks pengelolaan sumber daya air, alokasi air bertujuan untuk mencapai distribusi yang adil dan efisien berdasarkan prioritas penggunaan dan ketersediaan sumber daya air.

2.4.2 Strategi Alokasi Air

Mempertimbangkan ketersediaan air aktual berdasarkan neraca air dan kebutuhan masing-masing sektor. Prinsip alokasi didasarkan pada skala prioritas: kebutuhan dasar (domestik), pertanian pangan, industri, dan lingkungan. Strategi ini mencakup:

- a. Pengaturan distribusi air musiman (kemarau dan hujan)
- b. Penerapan teknologi irigasi hemat air
- c. Pengembangan infrastruktur penyimpanan air (embung, waduk)
- d. Pemantauan dan distribusi air berkala

2.5 Kebutuhan Air

2.5.1 Kebutuhan Air Sektor Pertanian

Kebutuhan Air Sektor pertanian merupakan pengguna utama air di DAS Wampu. Kebutuhan air irigasi dihitung berdasarkan jenis tanaman, luas lahan, dan kebutuhan air tanaman (crop water requirement) yang diperoleh dari data klimatologi dan karakteristik tanah. Pada musim kemarau, permintaan air meningkat signifikan, sehingga perencanaan distribusi menjadi sangat penting untuk menghindari defisit air.

2.5.2 Kebutuhan Air Sektor Industri

Industri yang beroperasi di sekitar DAS Wampu juga membutuhkan pasokan air yang cukup, terutama untuk proses produksi, pendinginan mesin, dan pembersihan. Kebutuhan air industri dihitung berdasarkan jenis industri, skala produksi, dan efisiensi penggunaan air. Data diperoleh dari instansi pemerintah dan survei lapangan.

2.5.3 Kebutuhan Air Sektor Domestik

Kebutuhan air domestik dihitung berdasarkan jumlah penduduk di wilayah DAS Wampu, rata-rata konsumsi harian per kapita, dan proyeksi pertumbuhan penduduk. Air digunakan untuk keperluan rumah tangga seperti mandi, mencuci, minum, dan memasak. Perhitungan kebutuhan ini penting untuk memastikan ketersediaan air bersih dan sanitasi.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Daerah Aliran Sungai (DAS) Wampu, yang terletak di Provinsi Sumatera Utara, Indonesia. DAS Wampu dipilih sebagai lokasi penelitian karena karakteristiknya yang mencakup berbagai kondisi geografis, iklim, dan topografi, yang memberikan informasi penting untuk analisis lingkungan, sumber daya air, dan tata guna lahan. DAS Wampu mencakup wilayah yang luas, mulai dari bagian hulu yang berada di kawasan pegunungan Bukit Barisan hingga bagian hilir yang berakhir di dataran rendah sebelum bermuara di Selat Malaka. Wilayah ini mencakup beberapa kabupaten, seperti Karo, Langkat, dan Deli Serdang.



Gambar 3 Lokasi Penelitian

3.2 Data Dan Sumber Data

Dalam penelitian ini, data yang digunakan terdiri dari data primer dan data sekunder yang bersumber dari berbagai instansi terkait. Data-data tersebut dibutuhkan untuk mendukung proses perhitungan neraca air dan analisis alokasi air di wilayah DAS Wampu. Berikut adalah uraian lengkap mengenai jenis data dan sumbernya:

3.2.1 Data Primer

Data primer merupakan data yang dikumpulkan langsung oleh peneliti melalui kegiatan observasi lapangan maupun interpretasi terhadap data spasial. Adapun data primer yang digunakan meliputi:

1. Peta Penggunaan Lahan (Land Use Map)

Peta ini diperoleh melalui interpretasi citra satelit terkini (misalnya Landsat atau Sentinel) dan hasil klasifikasi tutupan lahan menggunakan perangkat lunak GIS. Data ini penting untuk mengetahui jenis tutupan lahan yang memengaruhi besarnya limpasan permukaan dan evapotranspirasi.

2. Peta Kemiringan Lereng (Slope Map)

Dibuat berdasarkan data Digital Elevation Model (DEM) yang digunakan untuk mengetahui karakteristik topografi DAS. Kemiringan lereng memengaruhi kecepatan aliran air dan kapasitas infiltrasi tanah.

3. Peta Jaringan Sungai (River Network Map)

Digunakan untuk memetakan aliran utama dan anak-anak sungai di dalam DAS Wampu. Data ini membantu dalam analisis aliran permukaan dan delineasi DAS.

4. Observasi Lapangan

Meliputi verifikasi lokasi intake irigasi, bendung, saluran distribusi air, serta pengamatan terhadap penggunaan air oleh masyarakat. Informasi ini digunakan untuk mendukung analisis kebutuhan dan alokasi air.

3.2.2 Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari instansi pemerintah maupun sumber terpercaya lainnya. Data ini bersifat kuantitatif dan historis, serta digunakan untuk melakukan perhitungan dalam tahapan analisis. Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

1. Data Curah Hujan

Data curah hujan harian dan bulanan diperoleh dari stasiun klimatologi BMKG di sekitar DAS Wampu, seperti Stasiun Medan, Binjai, dan Bahorok. Data ini digunakan untuk menghitung rata-rata curah hujan wilayah menggunakan metode Thiessen.

2. Data Evapotranspirasi Potensial

Diperoleh dari perhitungan menggunakan metode Penman-Monteith berbasis data klimatologi (temperatur, kelembaban, radiasi, dan kecepatan angin) dari BMKG atau literatur FAO. Data ini penting dalam menghitung kehilangan air melalui proses penguapan dan transpirasi tanaman.

3. Data Debit Sungai

Merupakan data debit harian atau bulanan dari pos duga air di DAS Wampu, seperti di Pos Stabat atau Kuala. Data ini digunakan untuk mengetahui besarnya aliran keluar (runoff) dari DAS.

4. Data Penggunaan Air untuk Pertanian

Meliputi informasi mengenai luas areal irigasi, jenis tanaman, jadwal tanam, dan sistem irigasi. Data ini diperoleh dari Dinas Pertanian dan Dinas Pengelolaan Sumber Daya Air (PSDA) Provinsi Sumatera Utara. Data ini digunakan untuk menghitung kebutuhan air irigasi menggunakan perangkat lunak CROPWAT.

5. Data Kebutuhan Air Domestik

Data ini diperoleh dari Dinas Kependudukan dan Catatan Sipil serta Bappeda, mencakup jumlah penduduk dan asumsi kebutuhan air per kapita (liter/orang/hari). Digunakan untuk estimasi kebutuhan air untuk rumah tangga.

6. Data Kebutuhan Air Industri

Informasi diperoleh dari Dinas Perindustrian dan Dinas Lingkungan Hidup, terkait lokasi kawasan industri, jenis industri, serta asumsi kebutuhan air berdasarkan jenis kegiatan industri.

3.3 Pendekatan Penelitian

Pendekatan penelitian merupakan landasan metodologis yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan. Dalam penelitian ini, pendekatan yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif dengan metode deskriptif analitik berbasis spasial dan temporal. Pendekatan ini dipilih untuk memberikan gambaran yang jelas dan terukur mengenai kondisi neraca air serta distribusi alokasi air di dalam wilayah DAS Wampu berdasarkan data dan analisis ilmiah.

3.4 Tahap Penelitian

Tahapan penelitian ini disusun secara sistematis agar proses pengumpulan data, pengolahan data, perhitungan neraca air, hingga analisis alokasi air dapat dilakukan secara runtut dan terarah. Berikut adalah tahapan-tahapan penelitian yang dilakukan:

3.5 Delineasi Daerah Aliran Sungai (DAS)

Langkah awal dalam penelitian ini adalah melakukan delineasi atau penetapan batas wilayah DAS Wampu. Delineasi dilakukan menggunakan citra Digital Elevation Model (DEM) dengan resolusi 30 meter (SRTM atau ASTER) dan diproses dengan perangkat lunak ArcGIS. Proses ini meliputi beberapa tahap:

1. Sink Fill: Mengisi depresi topografi agar aliran air dapat dipetakan secara kontinu.
2. Flow Direction: Menentukan arah aliran berdasarkan perbedaan elevasi antar piksel.
3. Flow Accumulation: Menghitung jumlah aliran dari setiap piksel untuk mengetahui jalur sungai.
4. Pour Point: Menentukan titik keluar utama dari DAS.
5. Watershed Tool: Menghasilkan batas DAS berdasarkan arah aliran dan titik keluar
6. Output dari tahap ini berupa peta batas DAS Wampu, yang menjadi dasar analisis spasial dan hidrologi selanjutnya.

3.6 Perhitungan Neraca Air

Perhitungan neraca air dilakukan untuk mengetahui keseimbangan antara input (masukan) dan output (keluaran) air dalam DAS. Formula dasar yang digunakan adalah:

$$P=Q+ET+\Delta S$$

Keterangan:

P= Curah hujan (mm)

Q = Aliran permukaan / debit (runoff) (mm)

ET = Evapotranspirasi aktual (mm)

ΔS = Perubahan simpanan air tanah (mm)

Langkah-langkahnya meliputi:

1. Menghitung Curah Hujan Rata-Rata DAS

Menggunakan metode Poligon Thiessen, yaitu membagi area DAS berdasarkan jarak ke stasiun hujan terdekat untuk mendapatkan bobot masing-masing stasiun. Data curah hujan bulanan dari beberapa stasiun kemudian dikalikan dengan bobot untuk memperoleh rata-rata curah hujan wilayah.

2. Menghitung Evapotranspirasi Potensial

Menggunakan metode Penman-Monteith FAO, yang mempertimbangkan data suhu, kelembaban, kecepatan angin, dan radiasi matahari. Data diperoleh dari BMKG atau dihitung dengan bantuan perangkat lunak seperti ETo Calculator.

3. Menghitung Debit Sungai (Runoff)

Data debit sungai yang diperoleh dari pos duga air diolah menjadi debit rata-rata bulanan dan dihitung dalam satuan milimeter (mm) dengan memperhitungkan luas DAS.

4. Mengestimasi Perubahan Simpanan Air Tanah (ΔS)

Perubahan simpanan dihitung sebagai nilai sisa atau residu dari komponen lain:

a. Analisis Ketersediaan dan Kebutuhan Air

Analisis kebutuhan air merupakan salah satu tahap penting dalam penelitian ini untuk mengetahui berapa besar air yang dibutuhkan oleh berbagai sektor di dalam wilayah DAS Wampu. Kebutuhan air dihitung berdasarkan sektor-sektor pengguna utama, yaitu sektor pertanian, domestik (rumah tangga), dan industri. Selain itu, juga dapat diperhitungkan kebutuhan untuk ekosistem, perikanan, dan pariwisata jika data tersedia, namun fokus utama pada tiga sektor utama.

3.7 Kebutuhan Air untuk Pertanian

Sektor pertanian biasanya menjadi pengguna air terbesar di suatu DAS, terutama untuk kegiatan irigasi. Oleh karena itu, kebutuhan air pertanian dihitung secara lebih detail dengan mempertimbangkan faktor iklim, jenis tanaman, pola tanam, dan efisiensi sistem irigasi.

Langkah-Langkah

1. Identifikasi jenis tanaman utama

Berdasarkan data dari Dinas Pertanian, jenis tanaman dominan di DAS Wampu seperti padi, jagung, dan kelapa sawit diidentifikasi. Informasi fase pertumbuhan, lama musim tanam, dan waktu tanam dicatat.

2. Pengumpulan data iklim

Data suhu, kelembaban, kecepatan angin, dan radiasi matahari digunakan untuk menghitung evapotranspirasi tanaman (ET_{crop}) menggunakan metode Penman-Monteith.

3. Menggunakan CROPWAT 8.0

Perangkat lunak CROPWAT digunakan untuk menghitung:

- a. Kebutuhan air tanaman (crop water requirement)
- b. Kebutuhan irigasi efektif (net irrigation requiremen
- c. Total kebutuhan air irigasi (gross irrigation requirement), dengan mempertimbangkan efisiensi irigasi (misalnya 60–70%)

3.8 Analisis Alokasi Air

Tahapan akhir dari penelitian ini adalah menyusun analisis alokasi air berdasarkan perbandingan antara ketersediaan dan kebutuhan air.

Langkah-langkahnya meliputi:

1. Perbandingan Ketersediaan vs Kebutuhan

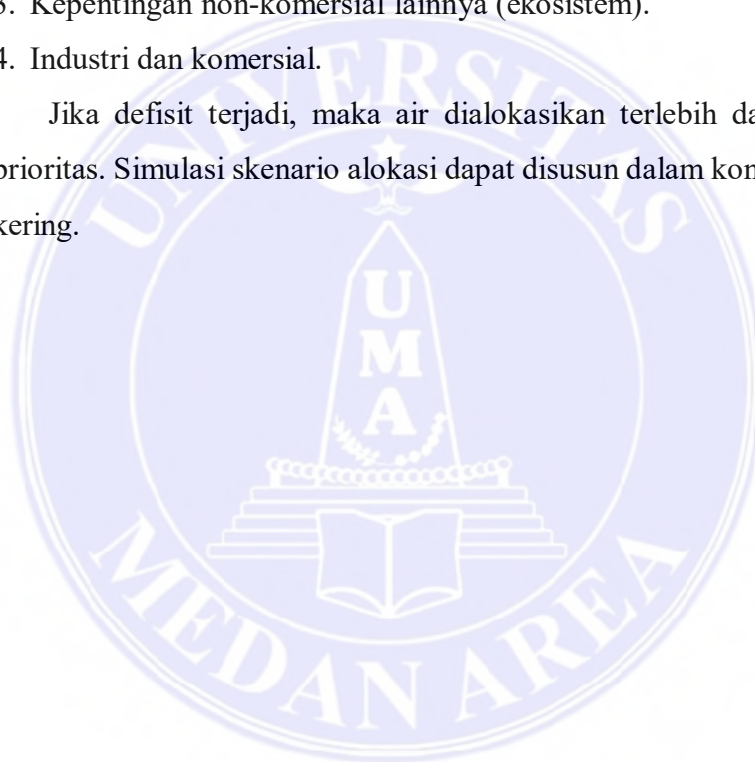
Menghitung neraca antara air yang tersedia dan total kebutuhan. Jika terjadi surplus, maka distribusi air dinyatakan cukup. Jika terjadi defisit, maka dilakukan pengkajian ulang terhadap prioritas penggunaan.

2. Penyusunan Skenario Alokasi Air

Berdasarkan aturan prioritas alokasi air menurut Peraturan Pemerintah No. 121 Tahun 2015, yaitu:

1. Air minum dan sanitasi.
2. Pertanian rakyat.
3. Kepentingan non-komersial lainnya (ekosistem).
4. Industri dan komersial.

Jika defisit terjadi, maka air dialokasikan terlebih dahulu ke sektor prioritas. Simulasi skenario alokasi dapat disusun dalam kondisi normal dan kering.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari penelitian yang dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan yakni sebagai berikut:

- a. Dari pembahasan mengenai ketersediaan air dan neraca air di DAS Wampu, dapat disimpulkan bahwa terdapat ketidakseimbangan antara pasokan dan kebutuhan air di beberapa periode tertentu, yang ditunjukkan oleh defisit neraca air pada bulan-bulan tertentu. Defisit ini disebabkan oleh variasi musiman, seperti penurunan curah hujan selama musim kemarau, sementara kebutuhan air untuk sektor domestik, non-domestik, dan industri tetap tinggi.
- b. Dampak dari defisit air ini cukup signifikan, terutama terhadap sektor industri dan domestik. Industri yang tidak mendapat pasokan air cukup menghadapi risiko penurunan produktivitas, sedangkan masyarakat dapat mengalami gangguan dalam kebutuhan air sehari-hari. Kondisi ini berpotensi menimbulkan konflik penggunaan air antara berbagai sektor pengguna.
- c. Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan langkah-langkah pengelolaan air yang lebih efektif dan terencana, seperti membangun infrastruktur penampung air, meningkatkan efisiensi distribusi air, dan memanfaatkan teknologi daur ulang air. Pendekatan-pendekatan ini penting untuk menjamin ketersediaan air yang berkelanjutan bagi seluruh pengguna.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat disampaikan penulis terkait penelitian ini adalah perlu adanya perencanaan pengelolaan air yang disesuaikan dengan pola musim. Contohnya, optimalisasi penampungan air selama musim hujan untuk digunakan pada musim kemarau. Pembangunan waduk atau kolam retensi di daerah strategis dapat menjadi solusi jangka panjang. Selain itu Sistem distribusi air perlu ditingkatkan untuk mengurangi pemborosan, seperti melalui

pengurangan kebocoran pipa dan pengelolaan zona distribusi. Hal ini dapat membantu memaksimalkan ketersediaan air untuk sektor domestik dan industri.



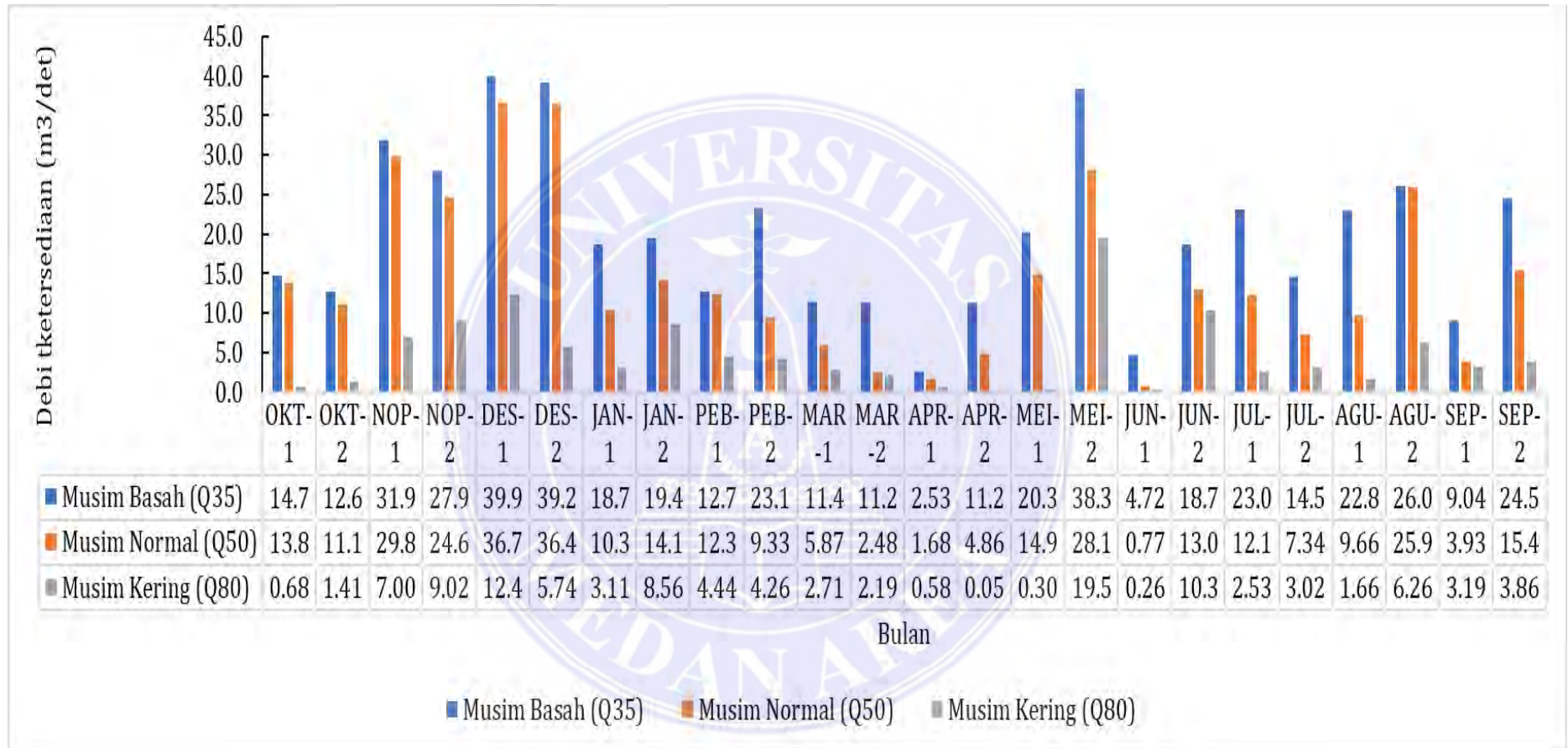
DAFTAR PUSTAKA

- Abda, J. (2021). Tinjauan Sistem Drainase Jalan. *Orbith: Majalah Ilmiah Pengembangan Rekayasa dan Sosial*, 17(2), 107-113.
- Fattah, A. (2023). Efektivitas Pembangunan Saluran Drainase Dalam Pencegahan Banjir Dikota Palangkaraya Provinsi Kalimantan Tengah (Doctoral dissertation, IPDN)
- Haryono, S. (1999). *Drainase Perkotaan*. Jakarta: Mediatama Saptakarya.
- Hisbulloh. (1995). *Hidrologi Untuk Pengairan*. Jakarta: PradnyabParamita.
- Konstruksi, P. P. dan P. S. D. A. (2017). *Modul Metode Pengendalian Banjir*.
- Hasmar, H.A. Halim. 2012. *Drainase Terapan*. Yogyakarta: UII Press
- Istianah, Kuncoro, A. H. B., & Budiningrum, D. S. (2023). Analisis Kapasitas Saluran Drainase Perumahan Jagansari Residence Kabupaten Grobogan. *Jurnal Teknik Sipil ITP*, 10(1), 52–63.
- Kusumo, W. 2009. *Penanganan Sistem Drainase Kecamatan Jati Kabupaten Kudus*. Universitas Diponegoro, Semarang.
- Linsley, Ray K dan Joseph B Franzini. 1996. *Teknik Sumber Daya Air Jilid 2*. Erlangga, Jakarta.
- Montarich, L. (2009). *Hidrologi Teknik Sumber Daya Air-I*. Malang: Citra Malang
- Pramitha, A. A. S., Utomo, R. P., & Miladan, N. (2020). Efektivitas infrastruktur perkotaan dalam penanganan risiko banjir di Kota Surakarta. *Region : Jurnal Pembangunan Wilayah Dan Perencanaan Partisipatif*, 15(1), 1.
- Supirin, 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang berkelanjutan*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Tifani, N. (2024). Mengidentifikasi Pengendalian Banjir pada Proyek Pembangunan Infrastruktur Permukiman Kawasan Kota Lama Kesawan–Medan.
- Triatmodjo, Bambang 2010. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Penerbit beta Offset.

LAMPIRAN

A. Ketersediaan air Daerah Aliran Sungai (DAS) Wampu

No.	Skenario Musim	Titik Tinjau	SAT	BULAN (m ³ /dt)																								KET
				OKT-1	OKT-2	NOP-1	NOP-2	DES-1	DES-2	JAN-1	JAN-2	PEB-1	PEB-2	MAR-1	MAR-2	APR-1	APR-2	MEI-1	MEI-2	JUN-1	JUN-2	JUL-1	JUL-2	AGU-1	AGU-2	SEP-1	SEP-2	
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
1	DAS Bingai																											
	Musim Basah (Q35)	PT. Global Green Energy (PLTM)	m ³ /dtk	10.038	10.946	17.951	15.385	20.965	21.535	11.531	10.044	6.950	11.853	6.126	6.019	3.763	10.798	13.325	19.689	5.831	10.741	12.942	8.026	12.066	13.250	4.951	12.518	
		D.I.Namu Sira-Sira	m ³ /dtk	13.909	15.167	24.874	21.318	29.050	29.840	15.978	13.917	9.630	16.424	8.488	8.341	5.215	14.962	18.464	27.281	8.079	14.883	17.933	11.121	16.719	18.360	6.860	17.346	
		SPAM Regional Mebidang	m ³ /dtk	15.802	13.742	33.022	29.055	41.062	40.302	19.834	20.579	13.864	24.286	12.551	12.333	3.638	12.370	21.410	39.430	5.824	19.849	24.186	15.610	23.985	27.149	10.145	25.649	
		PT. Sumut Tirta Resources	m ³ /dtk	14.702	12.642	31.922	27.955	39.962	39.202	18.734	19.479	12.764	23.186	11.451	11.233	2.538	11.270	20.310	38.330	4.724	18.749	23.086	14.510	22.885	26.049	9.045	24.549	
		PDAM Tirta Sari Binjai	m ³ /dtk	14.402	12.342	31.622	27.655	39.662	38.902	18.434	19.179	12.464	22.886	11.151	10.933	2.238	10.970	20.010	38.030	4.424	18.449	22.786	14.210	22.585	25.749	8.745	24.249	
		PT. Prima Coco	m ³ /dtk	46.176	46.994	88.475	76.375	106.069	107.114	54.939	50.972	34.450	60.412	30.525	29.971	14.126	45.153	62.203	100.390	22.863	52.450	63.764	39.608	60.786	67.703	24.396	63.884	
	Musim Normal (Q50)	PT. Global Green Energy (PLTM)	m ³ /dtk	9.613	10.217	16.933	13.749	19.382	20.214	7.448	7.427	6.725	5.092	3.403	1.749	3.348	7.670	10.697	14.730	2.558	7.944	7.623	4.527	5.613	13.211	2.456	8.067	
		D.I.Namu Sira-Sira	m ³ /dtk	13.320	14.157	23.463	19.050	26.856	28.009	10.320	10.291	9.319	7.056	4.715	2.423	4.639	10.627	14.822	20.411	3.545	11.007	10.562	6.272	7.778	18.305	3.404	11.178	
		SPAM Regional Mebidang	m ³ /dtk	14.931	12.247	30.936	25.702	37.818	37.596	11.468	15.217	13.404	10.434	6.972	3.583	2.787	5.960	16.025	29.270	1.874	14.118	13.287	8.440	10.763	27.068	5.033	16.529	
		PT. Sumut Tirta Resources	m ³ /dtk	13.831	11.147	29.836	24.602	36.718	36.496	10.368	14.117	12.304	9.334	5.872	2.483	1.687	4.860	14.925	28.170	0.774	13.018	12.187	7.340	9.663	25.968	3.933	15.429	
		PDAM Tirta Sari Binjai	m ³ /dtk	13.531	10.847	29.536	24.302	36.418	36.196	10.068	13.817	12.004	9.034	5.572	2.183	1.387	4.560	14.625	27.870	0.474	12.718	11.887	7.040	9.363	25.668	3.633	15.129	
		PT. Prima Coco	m ³ /dtk	43.957	43.188	83.161	67.836	97.806	100.222	33.633	37.315	33.280	25.134	16.315	7.686	11.959	28.829	48.487	74.516	8.542	37.855	36.005	21.346	27.113	67.497	11.379	40.656	
	Musim Kering (Q80)	PT. Global Green Energy (PLTM)	m ³ /dtk	2.438	3.427	5.792	6.144	7.536	5.206	3.909	4.716	2.890	2.617	1.860	1.609	2.298	1.578	1.921	10.509	1.858	6.646	2.914	2.419	1.708	3.594	2.097	2.424	
		D.I.Namu Sira-Sira	m ³ /dtk	3.379	4.749	8.025	8.514	10.443	7.213	5.416	6.534	4.005	3.626	2.578	2.230	3.184	2.187	2.662	14.562	2.574	9.209	4.038	3.353	2.367	4.980	2.906	3.358	
		SPAM Regional Mebidang	m ³ /dtk	1.786	2.511	8.108	10.122	13.547	6.845	4.216	9.662	5.547	5.362	3.812	3.298	1.683	1.156	1.407	20.621	1.361	11.459	3.639	4.122	2.762	7.364	4.298	4.966	
		PT. Sumut Tirta Resources	m ³ /dtk	0.686	1.411	7.008	9.022	12.447	5.745	3.116	8.562	4.447	4.262	2.712	2.198	0.583	0.058	0.307	19.521	0.261	10.359	2.539	3.022	1.662	6.264	3.198	3.866	
		PDAM Tirta Sari Binjai	m ³ /dtk	0.386	1.111	6.708	8.722	12.147	5.445	2.816	8.262	4.147	3.962	2.412	1.898	0.283	0.003	0.015	19.221	0.013	10.059	2.239	2.722	1.362	5.964	2.898	3.566	
		PT. Prima Coco	m ³ /dtk	8.074	11.932	25.025	28.156	35.993	21.903	15.165	23.167	13.268	12.215	8.268	6.959	7.527	5.002	6.090	52.488	5.888	31.083	11.434	10.350	6.736	17.314	9.505	11.208	



B. Kebutuhan air Daerah Aliran Sungai (DAS) Wampu

No.	Skenario Musim	Titik Tinjau	Kebutuhan Air	Sat.	BULAN (m3/dt)																							
					OKT-1	OKT-2	NOP-1	NOP-2	DES-1	DES-2	JAN-1	JAN-2	PEB-1	PEB-2	MAR-1	MAR-2	APR-1	APR-2	MEI-1	MEI-2	JUN-1	JUN-2	JUL-1	JUL-2	AGU-1	AGU-2	SEP-1	SEP-2
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	DAS BINGAI																											
Musim Basah (Q35)	PT. Global Green Energy (PLTM)	a. Industri	m ³ /dtk	8.200	8.200	8.200	8.200	8.200	8.200	8.200	8.200	8.200	8.200	8.200	8.200	8.200	8.200	8.200	8.200	8.200	8.200	8.200	8.200	8.200	8.200	8.200		
		b. Pemeliharaan Sungai	m ³ /dtk	0.502	0.547	0.898	0.769	1.048	1.077	0.577	0.502	0.347	0.593	0.306	0.301	0.188	0.540	0.666	0.984	0.292	0.537	0.647	0.401	0.603	0.663	0.248	0.626	
	D.I. Namu Sira-Sira	a. Irigasi	m ³ /dtk	4.765	8.686	3.759	2.468	1.894	3.822	3.793	0.000	0.376	0.000	0.000	0.000	4.073	9.755	5.893	0.911	6.123	2.158	2.332	0.835	0.738	0.000	0.000	0.000	
		b. Pemeliharaan Sungai	m ³ /dtk	0.695	0.758	1.244	1.066	1.453	1.492	0.799	0.696	0.481	0.821	0.424	0.417	0.261	0.748	0.923	1.364	0.404	0.744	0.897	0.556	0.836	0.918	0.343	0.867	
	SPAM Regional Mebidang	a. Domestik & Non Domestik	m ³ /dtk	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	
		b. Pemeliharaan Sungai	m ³ /dtk	0.790	0.687	1.651	1.453	2.053	2.015	0.992	1.029	0.693	1.214	0.628	0.617	0.182	0.619	1.071	1.971	0.291	0.992	1.209	0.781	1.199	1.357	0.507	1.282	
	PT. Sumut Tirta Resources	a. Domestik & Non Domestik	m ³ /dtk	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	
		b. Pemeliharaan Sungai	m ³ /dtk	0.735	0.632	1.596	1.398	1.998	1.960	0.937	0.974	0.638	1.159	0.573	0.562	0.127	0.564	1.016	1.916	0.236	0.937	1.154	0.726	1.144	1.302	0.452	1.227	
	PDAM Tirta Sari Binjai	a. Domestik & Non Domestik	m ³ /dtk	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	
		b. Pemeliharaan Sungai	m ³ /dtk	0.720	0.617	1.581	1.383	1.983	1.945	0.922	0.959	0.623	1.144	0.558	0.547	0.112	0.549	1.001	1.901	0.221	0.922	1.139	0.711	1.129	1.287	0.437	1.212	
	PT. Prima Coco	a. Industri	m ³ /dtk	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	
		b. Pemeliharaan Sungai	m ³ /dtk	2.309	2.350	4.424	3.819	5.303	5.356	2.747	2.549	1.723	3.021	1.526	1.499	0.706	2.258	3.110	5.019	1.143	2.623	3.188	1.980	3.039	3.385	1.220	3.194	

C. Neraca air Daerah Aliran Sungai (DAS) Wampu

No.	Skenario Musim	Titik Tinjau	Neraca Air	Sat.	BULAN (m ³ /dt)																							
					OKT-1	OKT-2	NOP-1	NOP-2	DES-1	DES-2	JAN-1	JAN-2	PEB-1	PEB-2	MAR-1	MAR-2	APR-1	APR-2	MEI-1	MEI-2	JUN-1	JUN-2	JUL-1	JUL-2	AGU-1	AGU-2	SEP-1	SEP-2
DAS BINGAI																												
1	Musim Basah (Q-35)	PT. Global Green Energy (PLTM)	a. Industri PT. Global Green Energy (PLTM) Status NA	m ³ /dtk	1.336	2.199	8.854	6.416	11.717	12.258	2.755	1.342	-1.598	3.060	-2.381	-2.482	-4.625	2.058	4.459	10.504	-2.661	2.004	4.095	-0.575	3.263	4.388	-3.496	3.692
		D.I Namu Sira-Sira	a. Irigasi D.I Namu Sira-Sira Status NA	m ³ /dtk	8.449	5.723	19.871	17.784	25.703	24.526	11.386	13.221	8.773	15.603	8.063	7.924	0.881	4.460	11.648	25.006	1.552	11.980	14.705	9.730	15.145	17.442	6.517	16.478
		SPAM Regional Mebidang	a. Domestik & Non Domestik SPAM Regional Mebidang Status NA	m ³ /dtk	13.912	11.955	30.271	26.502	37.909	37.187	17.742	18.450	12.071	21.972	10.823	10.617	2.356	10.652	19.240	36.358	4.433	17.757	21.877	13.730	21.685	24.691	8.537	23.267
		PT. Sumut Tirta Resources	a. Domestik & Non Domestik PT. Sumut Tirta Status NA	m ³ /dtk	13.667	11.710	30.026	26.257	37.664	36.942	17.497	18.205	11.826	21.727	10.578	10.372	2.111	10.407	18.995	36.113	4.188	17.512	21.632	13.485	21.440	24.446	8.292	23.022
		PDAM Tirta Sari Binjai	a. Domestik & Non Domestik PDAM Tirta Sari Binjai Status NA	m ³ /dtk	13.642	11.685	30.001	26.232	37.639	36.917	17.472	18.180	11.801	21.702	10.553	10.347	2.086	10.382	18.970	36.088	4.163	17.487	21.607	13.460	21.415	24.421	8.267	22.997
		PT. Prima Coco	a. Industri PT. Prima Coco Status NA	m ³ /dtk	43.860	44.637	84.044	72.549	100.758	101.751	52.186	48.416	32.721	57.385	28.991	28.465	13.413	42.889	59.086	95.363	21.713	49.821	60.569	37.621	57.740	64.311	23.170	60.683
		2	Musim Normal (Q50)	PT. Global Green Energy (PLTM)	a. Industri PT. Global Green Energy (PLTM) Status NA	m ³ /dtk	0.932	1.506	7.886	4.861	10.213	11.003	-1.124	-1.145	-1.811	-3.362	-4.968	-6.539	-5.019	-0.914	1.962	5.794	-5.770	-0.653	-0.958	-3.900	-2.867	4.350
D.I Namu Sira-Sira	a. Irigasi D.I Namu Sira-Sira Status NA			m ³ /dtk	7.889	4.763	18.531	15.630	23.619	22.787	6.011	9.776	8.477	6.703	4.479	2.302	0.335	0.342	8.188	18.479	-2.755	8.299	7.702	5.123	6.651	17.390	3.234	10.619
SPAM Regional Mebidang	a. Domestik & SPAM Regional Mebidang Status NA			m ³ /dtk	13.085	10.535	28.289	23.317	34.827	34.616	9.794	13.356	11.634	8.812	5.523	2.304	1.548	4.562	14.123	26.707	0.680	12.312	11.522	6.918	9.125	24.615	3.682	14.602
PT. Sumut Tirta Resources	a. Domestik & PT. Sumut Tirta Resources Status NA			m ³ /dtk	12.840	10.290	28.044	23.072	34.582	34.371	9.549	13.111	11.389	8.567	5.278	2.059	1.303	4.317	13.878	26.462	0.435	12.067	11.277	6.673	8.880	24.370	3.437	14.357
PDAM Tirta Sari Binjai	a. Domestik & PDAM Tirta Sari Binjai Status NA			m ³ /dtk	12.815	10.265	28.019	23.047	34.557	34.346	9.524	13.086	11.364	8.542	5.253	2.034	1.278	4.292	13.853	26.437	0.410	12.042	11.252	6.648	8.855	24.345	3.412	14.332
PT. Prima Coco	a. Industri PT. Prima Coco Status NA			m ³ /dtk	41.752	41.021	78.996	64.437	92.908	95.204	31.945	35.442	31.609	23.870	15.493	7.295	11.354	27.380	46.056	70.783	8.108	35.955	34.198	20.272	25.751	64.115	10.803	38.616
3	Musim Kering (Q80)			PT. Global Green Energy (PLTM)	a. Industri PT. Global Green Energy (PLTM) Status NA	m ³ /dtk	-5.884	-4.944	-2.698	-2.363	-1.040	-3.255	-4.487	-3.720	-5.454	-5.714	-6.433	-6.671	-6.017	-6.701	-6.375	1.784	-6.435	-1.886	-5.432	-5.901	-6.577	-4.786
		D.I Namu Sira-Sira	a. Irigasi D.I Namu Sira-Sira Status NA	m ³ /dtk	-1.555	-4.175	3.865	5.621	8.026	3.031	1.353	6.207	3.429	3.445	2.449	2.119	-1.048	-7.677	-3.364	12.922	-3.677	6.590	1.504	2.350	1.511	4.731	2.761	3.191
		SPAM Regional Mebidang	a. Domestik & SPAM Regional Mebidang Status NA	m ³ /dtk	0.597	1.285	6.603	8.516	11.770	5.402	2.905	8.079	4.169	3.994	2.521	2.033	0.499	-0.002	0.237	18.490	0.193	9.786	2.357	2.816	1.524	5.896	2.983	3.616
		PT. Sumut Tirta Resources	a. Domestik & PT. Sumut Tirta Resources Status NA	m ³ /dtk	0.352	1.040	6.358	8.271	11.525	5.157	2.660	7.834	3.924	3.749	2.276	1.788	0.254	-0.245	-0.008	18.245	-0.052	9.541	2.112	2.571	1.279	5.651	2.738	3.373
		PDAM Tirta Sari Binjai	a. Domestik & PDAM Tirta Sari Binjai Status NA	m ³ /dtk	0.327	1.015	6.333	8.246	11.500	5.132	2.635	7.809	3.899	3.724	2.251	1.763	0.229	-0.037	-0.025	18.220	-0.028	9.516	2.087	2.546	1.254	5.626	2.713	3.348
		PT. Prima Coco	a. Industri PT. Prima Coco Status NA	m ³ /dtk	7.663	11.329	23.766	26.741	34.186	20.801	14.400	22.002	12.597	11.597	7.848	6.604	7.143	4.745	5.778	49.857	5.587	29.522	10.855	9.826	6.392	16.442	9.023	10.641

D. Alokasi air Daerah Aliran Sungai (DAS) Wampu

No.	Skenario Musim	Titik Tinjau	Kebutuhan Air	Sat.	BULAN (m ³ /dt)																							
					OKT-1	OKT-2	NOP-1	NOP-2	DES-1	DES-2	JAN-1	JAN-2	PEB-1	PEB-2	MAR-1	MAR-2	APR-1	APR-2	MEI-1	MEI-2	JUN-1	JUN-2	JUL-1	JUL-2	AGU-1	AGU-2	SEP-1	SEP-2
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	DAS BINGAI																											
	Musim Basah (Q-35)	PT. Global Green Energy (PLTM)	Alokasi Air	m ³ /dtk	8.702	8.747	9.098	8.969	9.248	9.277	8.777	8.702	7.015	8.793	6.211	6.107	3.867	8.740	8.866	9.184	5.922	8.737	8.847	8.053	8.803	8.863	5.054	8.826
a. Irigasi			m ³ /dtk	8.200	8.200	8.200	8.200	8.200	8.200	8.200	8.200	6.667	8.200	5.905	5.806	3.679	8.200	8.200	8.200	5.630	8.200	8.200	7.652	8.200	8.200	4.806	8.200	
			Faktor K		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.81	1.00	0.72	0.71	0.45	1.00	1.00	1.00	0.69	1.00	1.00	0.93	1.00	1.00	0.59	1.00
			b. Pemeliharaan Sungai	m ³ /dtk	0.502	0.547	0.898	0.769	1.048	1.077	0.577	0.502	0.347	0.593	0.306	0.301	0.188	0.540	0.666	0.984	0.292	0.537	0.647	0.401	0.603	0.663	0.248	0.626
	D.I Namu Sira-Sira	a. Domestik & Non	Alokasi Air	m ³ /dtk	5.460	9.444	5.002	3.534	3.347	5.313	4.592	0.696	0.857	0.821	0.424	0.417	4.334	10.503	6.816	2.275	6.527	2.902	3.228	1.391	1.574	0.918	0.343	0.867
			D.I Namu Sira-Sira	m ³ /dtk	4.765	8.686	3.759	2.468	1.894	3.822	3.793	0.000	0.376	0.000	0.000	0.000	4.073	9.755	5.893	0.911	6.123	2.158	2.332	0.835	0.738	0.000	0.000	0.000
			Faktor K		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
			b. Pemeliharaan Sungai	m ³ /dtk	0.695	0.758	1.244	1.066	1.453	1.492	0.799	0.696	0.481	0.821	0.424	0.417	0.261	0.748	0.923	1.364	0.404	0.744	0.897	0.556	0.836	0.918	0.343	0.867
	SPAM Regional Mebidang	a. Industri	Alokasi Air	m ³ /dtk	1.890	1.787	2.751	2.553	3.153	3.115	2.092	2.129	1.793	2.314	1.728	1.717	1.282	1.719	2.171	3.071	1.391	2.092	2.309	1.881	2.299	2.457	1.607	2.382
			SPAM Regional Mebidang	m ³ /dtk	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100
			Faktor K		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
			b. Pemeliharaan Sungai	m ³ /dtk	0.790	0.687	1.651	1.453	2.053	2.015	0.992	1.029	0.693	1.214	0.628	0.617	0.182	0.619	1.071	1.971	0.291	0.992	1.209	0.781	1.199	1.357	0.507	1.282
	PT. Sumut Tirta Resources	a. Industri	Alokasi Air	m ³ /dtk	1.035	0.932	1.896	1.698	2.298	2.260	1.237	1.274	0.938	1.459	0.873	0.862	0.427	0.864	1.316	2.216	0.536	1.237	1.454	1.026	1.444	1.602	0.752	1.527
			PT. Sumut Tirta Resources	m ³ /dtk	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300
			Faktor K		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
			b. Pemeliharaan Sungai	m ³ /dtk	0.735	0.632	1.596	1.398	1.998	1.960	0.937	0.974	0.638	1.159	0.573	0.562	0.127	0.564	1.016	1.916	0.236	0.937	1.154	0.726	1.144	1.302	0.452	1.227
	PDAM Tirta Sari Binjai	a. Industri	Alokasi Air	m ³ /dtk	0.760	0.657	1.621	1.423	2.023	1.985	0.962	0.999	0.663	1.184	0.598	0.587	0.152	0.589	1.041	1.941	0.261	0.962	1.179	0.751	1.169	1.327	0.477	1.252
			PDAM Tirta Sari Binjai	m ³ /dtk	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040
			Faktor K		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
			b. Pemeliharaan Sungai	m ³ /dtk	0.720	0.617	1.581	1.383	1.983	1.945	0.922	0.959	0.623	1.144	0.558	0.547	0.112	0.549	1.001	1.901	0.221	0.922	1.139	0.711	1.129	1.287	0.437	1.212
	PT. Prima Coco	a. Domestik & Non	Alokasi Air	m ³ /dtk	2.316	2.357	4.431	3.826	5.310	5.363	2.754	2.556	1.730	3.028	1.533	1.506	0.713	2.265	3.117	5.026	1.150	2.630	3.195	1.987	3.046	3.392	1.227	3.201
			PT. Prima Coco	m ³ /dtk	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007
			Faktor K		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
			b. Pemeliharaan Sungai	m ³ /dtk	2.309	2.350	4.424	3.819	5.303	5.356	2.747	2.549	1.723	3.021	1.526	1.499	0.706	2.258	3.110	5.019	1.143	2.623	3.188	1.980	3.039	3.385	1.220	3.194

Lampiran 5 Dokumentasi



UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area



UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area