

## Analisis neraca air daerah aliran Sungai Oyo pada outlet Stasiun Bunder

Mohd. Ridho Alvindra Irawan<sup>1,\*</sup>, Dinia Anggraheni<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, Indonesia

### Article Info

Available online

### Keywords:

*F.J. Mock*  
*Mainstream Flow*  
*Raw Water Needs*  
*Irrigation Water Needs*

### Corresponding Author:

Mohd. Ridho Alvindra  
Irawan  
[alvindrairawan@gmail.com](mailto:alvindrairawan@gmail.com)

### Abstract

*This research analyzes the fulfillment of raw water and irrigation needs in Gunungkidul Regency through the Oyo watershed. Water sources in this district are difficult to access due to specific hydrological systems and limited groundwater potential. The Oyo River is an important water source for the surrounding communities. Population growth in nine sub-districts as well as irrigation needs in the Payaman Irrigation Area require an analysis of water availability. The F. J. Mock method was used to calculate the water balance, supported by the Polygon Thiessen method for regional rainfall and the modified Penman method for potential evapotranspiration. The projected raw water demand until 2033 shows a peak demand of 5.29 m<sup>3</sup>/second. Water availability in the Oyo watershed shows a surplus in certain months, but not enough to meet the needs throughout the year, so the construction of a reservoir with a volume of 185726417 m<sup>3</sup> for the next 10 years is required.*

Copyright © 2025 Universitas Islam Indonesia  
Allrights reserved

### Pendahuluan

Bumi memiliki banyak air, sekitar 70% permukaannya terdiri dari air, yang sangat penting untuk kehidupan dan aktivitas ekonomi, seperti industri, air minum, perikanan, dan pertanian (Raya dkk., 2020). Air banyak berada di lautan, juga di lapisan es, gletser, air tanah, serta air permukaan dari danau, sungai, dan waduk. mengalir secara alami dari hulu ke hilir dan menyediakan air bersih untuk manusia. Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah wilayah yang dikelilingi oleh sungai dan anak sungainya, mengalirkan air ke danau atau laut. (Maryam dkk., 2023).

Kabupaten Gunungkidul, di Yogyakarta, memiliki sumber daya air yang sulit diakses. Beberapa kawasan air bawah tanah memiliki potensi terbatas dan tidak efisien dalam menampung air. Sungai Oyo merupakan salah satu sungai di Kabupaten Gunungkidul, panjangnya 106,75 km dan memberikan banyak manfaat bagi masyarakat, terutama

sebagai sumber air baku dan untuk irigasi. (Benito dkk., 2023)

Berdasarkan BPS Kabupaten Gunungkidul Tahun 2023, jumlah penduduk di beberapa kecamatan di Kabupaten Gunungkidul mencapai 454.787 jiwa, yang mempengaruhi kebutuhan air baku. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis ketersediaan air di DAS Oyo untuk memenuhi kebutuhan air domestik dan irigasi. Untuk analisis ini, diperlukan data aliran debit sungai yang diambil dari pengelola sumber daya air.

Metode yang dipakai untuk menganalisis ketersediaan air adalah metode F.J. Mock seperti yang sudah dilakukan oleh penelitian terdahulu oleh Osly dkk (2019), yang memperkirakan jumlah air dengan konsep keseimbangan air. Penelitian ini menghitung potensi debit di DAS Oyo dan kebutuhan air baku serta irigasi di beberapa kecamatan dengan menggunakan beberapa metode, termasuk perhitungan curah hujan dan evapotranspirasi.

**Daerah aliran sungai**

Sungai adalah saluran air alami atau buatan yang mengalir dari hulu ke muara. Pengelolaan sungai dilakukan dengan satuan wilayah sungai, sebagaimana diatur dalam Permen PUPR No. 21 Tahun 2020. Wilayah sungai adalah area pengelolaan sumber daya air di daerah aliran sungai dan pulau kecil. Daerah Aliran Sungai adalah wilayah yang dikelilingi sungai dan anak sungainya, menampung air dari curah hujan ke danau atau laut.

**Curah hujan**

Curah hujan adalah jumlah air hujan yang jatuh di permukaan yang tidak mengalir atau menguap. Itu dipengaruhi oleh banyak faktor seperti lokasi dan data dari stasiun curah hujan. Data curah hujan penting untuk analisis hidrologi dalam berbagai bidang. Untuk mendapatkan rata-rata curah hujan, ada tiga pendekatan: metode *Isohyet*, *polygon Thiessen*, dan rata-rata Aritmatik. Metode *polygon Thiessen* digunakan dalam penelitian ini karena baik untuk wilayah dengan curah hujan tidak merata. Metode ini menghitung rata-rata curah hujan dengan mempertimbangkan luas wilayah stasiun. Nilai curah hujan efektif diperlukan untuk menghitung kebutuhan air irigasi. Statistik curah hujan regional rata-rata 15 hari atau pertengahan bulan digunakan untuk menghitung curah hujan efektif. Kemungkinan dipenuhi dengan menghitung nilai probabilitas 80% untuk data curah hujan regional rata-rata 15 hari. Berikut adalah rumus curah hujan efektif.

$$R_e(\text{padi}) = 0,7 \times \frac{1}{15} \times R_{80} \tag{1}$$

$$R_e(\text{palawija}) = 0,5 \times \frac{1}{15} \times R_{80} \tag{2}$$

dengan  $R_e$  adalah curah hujan efektif (mm) dan  $R_{80}$  adalah probabilitas 80% curah hujan.

**Evapotranspirasi potensial**

Evapotranspirasi adalah proses penguapan air dari tanah dan tanaman. Hal ini menggambarkan jumlah air yang dipakai untuk pertumbuhan tanaman dan penguapan. Beberapa faktor yang mempengaruhi evapotranspirasi termasuk angin, tekanan udara, penyinaran matahari, suhu, dan kelembaban. Metode yang digunakan untuk perhitungannya adalah *Penman* modifikasi. Berikut adalah rumus metode *Penman* modifikasi.

$$ET_0 = c \times (W \times R_n + (1 - W) \times f(U) \times (e_s - e_a)) \tag{3}$$

dengan  $ET_0$  adalah Evapotranspirasi potensial (mm/hari),  $c$  adalah Faktor penyesuaian kondisi cuaca siang dan malam,  $W$  adalah Faktor yang mempengaruhi penyinaran matahari,  $R_n$  adalah Radiasi sinar matahari (mm/hari),  $(1-W)$  adalah Faktor bobot yang dipengaruhi oleh angin dan kelembaban,  $f(U)$  adalah Fungsi kecepatan angin,  $e_s$  adalah Tekanan uap jenuh yang dipengaruhi oleh temperatur (mbar), dan  $e_a$  adalah Tekanan uap aktual (mbar).

Berikut beberapa variabel yang digunakan untuk menghitung evapotranspirasi potensial.

1. Faktor yang Mempengaruhi Penyinaran Matahari ( $W$ )

$$W = \frac{\Delta}{\Delta + \gamma} \tag{4}$$

dengan  $W$  = Faktor yang mempengaruhi penyinaran matahari,  $\Delta$  = Gradien tekanan uap bervariasi seiring dengan perubahan suhu, dan  $\gamma$  = Konstanta *psychometric*.

2. Tekanan Uap Aktual ( $e_a$ )

$$e_a = e_s \times \frac{R_H}{100} \tag{5}$$

dengan  $e_a$  = Tekanan uap aktual (mbar),  $e_s$  = Tekanan uap jenuh (mbar), dan  $R_H$  = Kecepatan udara (%).

3. Nilai Radiasi yang diserap Bumi  $R_{ns}$

$$R_{ns} = (1 - \alpha) \times R_s \tag{6}$$

dengan  $R_s$  = Radiasi yang sampai ke bumi (mm/hari) dan  $\alpha$  = Presentase radiasi yang dipantulkan (pada metode ini dipakai  $\alpha = 0,25$ ).

4. Radiasi yang dipancarkan Bumi ( $R_{nl}$ )

$$(R_{nl}) = f(T) \times f(e_d) \times f(n/N) \quad (7)$$

dengan  $R_{nl}$  = Radiasi yang dipancarkan bumi (mm/hari),  $f(T)$  = Koreksi akibat temperatur udara,  $f(e_d)$  = Koreksi akibat tekanan uap air, dan  $f(n/N)$  = Koreksi dari penyinaran matahari

5. Radiasi Netto ( $R_n$ )

$$R_n = R_{ns} - R_{nl} \quad (8)$$

dengan  $R_n$  = Radiasi netto (mm/hari),  $R_{ns}$  = Bumi menyerap radiasi matahari (mm/hari), dan  $R_{nl}$  = Radiasi yang dipancarkan bumi (mm/hari)

6. Faktor Kecepatan Angin ( $f(U)$ )

$$f(U) = 0,27 \times (1 + U/100) \quad (9)$$

dengan  $f(U)$  = Faktor kecepatan angin dan  $U$  = Kecepatan angin selama periode 24 jam pada ketinggian 2 meter (km/jam)

**F.J. Mock**

Ketersediaan air pada penelitian ini dihitung dengan metode F.J. Mock. Metode F.J. Mock adalah metode yang menggunakan konsep keseimbangan air untuk menghitung jumlah air di suatu daerah aliran sungai. Metode ini dikembangkan oleh Dr. F.J. Mock dan memperhitungkan volume air yang masuk, keluar, dan disimpan di tanah. Air yang masuk berasal dari curah hujan, sedangkan air yang keluar terdiri dari evapotranspirasi, perlokasi, dan infiltrasi. Metode ini memerlukan kalibrasi dengan data debit observasi selama minimal satu tahun. Proses hujan yang jatuh dapat menguap menjadi evapotranspirasi, dan sisa air dapat menjadi limpasan permukaan atau infiltrasi yang mengalir ke sungai. Oleh

karena itu metode ini membutuhkan data curah Kawasan dan data evapotranspirasi potensial.

Perhitungan ini juga menentukan debit andalan 90% untuk air baku, dan 80% untuk irigasi. Data harus tersedia paling tidak selama sepuluh tahun. Pendekatan Weibull (Triatmojo, B., 2008) dapat digunakan untuk menentukan probabilitas. Berikut adalah beberapa variabel yang digunakan untuk perhitungan F.J. Mock.

1. Evapotranspirasi Terbatas (Et)

$$Et = ET_0 - E \quad (10)$$

dengan  $Et$  = Evapotranspirasi terbatas (mm),  $ET_0$  = Evapotranspirasi potensial (mm), dan  $E$  = Beda evapotranspirasi terbatas dengan evapotranspirasi potensial

2. Kapasitas Kelembaban Tanah (SMC)

$$SMC_{(n)} = SMC_{(n-1)} + IS_{(n)} \quad (11)$$

dengan  $SMC$  = Kelembaban tanah,  $SMC_{(n)}$  = Kelembaban tanah periode ke  $n$ ,  $SMC_{(n-1)}$  = Kelembaban tanah periode ke  $n-1$ , dan  $IS$  = Tampung awal (*initial storage*), (mm).

3. Keseimbangan Air di Permukaan Tanah

$$As = P - Et \quad (12)$$

dengan  $As$  = Air hujan yang mencapai permukaan tanah (mm),  $P$  = Curah hujan (mm), dan  $Et$  = Evapotranspirasi terbatas/aktual (mm).

4. Penyimpangan Air Tanah (GWS)

$$V_n = 0,5 (1 + K) \times I + K \times IGWS \quad (13)$$

dengan  $V_n$  = Volume air tanah periode ke  $n$  ( $m^3$ ),  $K$  = Faktor resesi aliran tanah, dan  $I$  = Infiltrasi (mm)

5. Aliran Dasar (BSF)

$$BSF = I - (GWS - IGWS) \quad (14)$$

dengan  $BSF$  = Aliran dasar (mm),  $I$  = Infiltrasi (mm), dan  $GWS$  = Aliran total (mm)

6. Aliran Permukaan (DRO)

$$DRO = W_s - I \tag{15}$$

dengan  $DRO$  = Aliran permukaan (mm),  $W_s$  = Kelebihan air (mm), dan  $I$  = Infiltrasi (mm)

7. Aliran Sungai (TRO)

$$TRO = DRO + BSF \tag{16}$$

dengan  $TRO$  = Aliran sungai,  $DRO$  = Aliran permukaan (mm), dan  $BSF$  = Aliran dasar (mm)

8. Debit Bulanan ( $Q_{cal}$ )

$$Q_{cal} = \frac{A \times TRO \times 1000}{HARI \times 24 \times 3600} \tag{17}$$

dengan  $Q_{cal}$  = Debit bulanan ( $m^3/detik$ ) dan  $A$  = Luas daerah tangkapan ( $km^2$ )

**Kebutuhan air baku dan irigasi**

DAS Oyo digunakan untuk memasok kebutuhan air baku dan irigasi. Metode Geometri digunakan dalam proyeksi populasi untuk menentukan kebutuhan air baku.

$$P_n = P_0 (1 + r)^n \tag{18}$$

dengan  $P_n$  adalah Jumlah penduduk pada tahun ke- $n$ ,  $P_0$  adalah Jumlah penduduk pada awal tahun,  $r$  adalah Presentase pertumbuhan geometrical penduduk tiap tahun, dan  $n$  adalah Periode waktu yang ditinjau.

Kebutuhan air irigasi dihitung dengan persamaan sebagai berikut. (KP 01, 2013).

$$DR = \frac{NFR}{(e \times 8,64)} \tag{19}$$

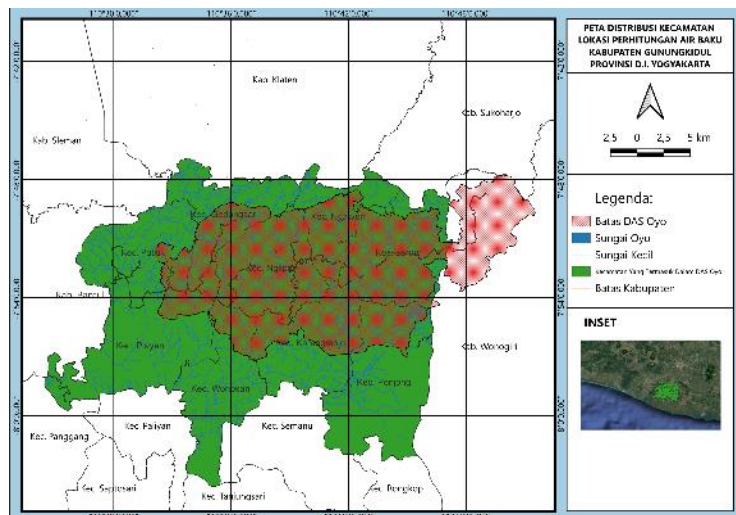
$$KAI = DR \times A_{sawah} \tag{20}$$

dengan  $DR$  adalah Kebutuhan pengambilan (lt/detik/ha),  $NFR$  adalah Kebutuhan air irigasi di sawah (mm/hari),  $e$  adalah Efisiensi irigasi (0,65),  $KAI$  adalah Kebutuhan air irigasi (lt/detik),  $DR$  adalah Kebutuhan pengambilan (lt/detik/ha), dan  $A_{sawah}$  adalah Luas areal irigasi.

**Metodologi Penelitian**

**Data penelitian**

Studi kasus penelitian ini berada di Kabupaten Gunungkidul lebih tepatnya di DAS Oyo. Data yang dibutuhkan pada penelitian ini adalah data debit DAS Oyo, data curah hujan DAS Oyo, data klimatologi DAS Oyo, data data pola tanam irigasi, data kependudukan dan data fasilitas umum. Lokasi DAS Oyo dapat dilihat pada Gambar 1



Gambar 1. Peta Lokasi DAS Oyo

**Tahapan penelitian**

Penelitian ini dilakukan untuk menghitung jumlah ketersediaan air, kebutuhan air baku, dan kebutuhan air irigasi. Adapun tahap-tahap penelitian yang dilakukan sebagai berikut.

1. Mencari referensi dan studi literatur.
2. Mempersiapkan dan mengumpulkan data primer.
3. Menganalisis curah hujan Kawasan dengan *polygon Thiessen*.
4. Menganalisis evapotranspirasi potensial dengan metode *Penman Modifikasi*.
5. Menganalisis proyeksi jumlah penduduk dan fasilitas umum.
6. Menganalisis kebutuhan air baku domestik dan non domestik.

7. Menganalisis kebutuhan air irigasi.

**Hasil dan Pembahasan**

**Analisis curah hujan kawasan**

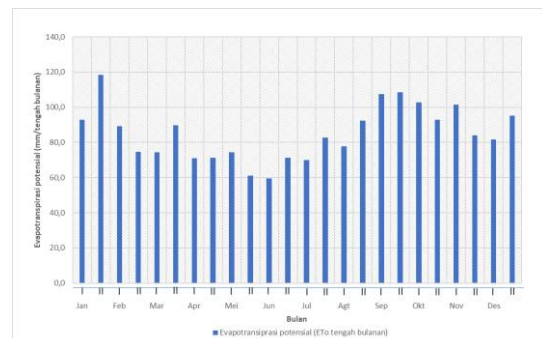
Pada penelitian ini curah hujan yang digunakan diambil dari Daerah Aliran Sungai Oyo. Metode yang digunakan untuk analisis curah hujan kawasan adalah *polygon Thiessen* dengan rentang 19 tahun (2005-2023) dan dua periode setiap bulannya. Luas catchment area untuk penelitian ini sebesar 352,761 km<sup>2</sup>. Grafik hasil perhitungan rata-rata curah hujan kawasan dengan metode *polygon Thiessen* DAS Oyo dapat dilihat pada Gambar 2



Gambar 2. Grafik hasil perhitungan rata-rata curah hujan kawasan dengan metode *polygon Thiessen* DAS Oyo

**Analisis evapotranspirasi potensial**

Analisis evapotranspirasi potensial pada penelitian ini menggunakan metode *Penman* modifikasi dengan dua periode setiap bulannya. Data yang digunakan adalah data klimatologi Tahun 2020 yang didapat dari BBWS Serayu-Opak tepatnya pada Stasiun Playen. Analisis ini diperlukan dalam perhitungan ketersediaan air F.J. Mock. Grafik hasil perhitungan evapotranspirasi potensial dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Hasil Perhitungan Evapotranspirasi Potensial 2020

**Analisis ketersediaan air**

Analisis ketersediaan air DAS Oyo pada penelitian ini menggunakan F.J. Mock. Data yang menjadi parameter dalam menghitung debit ketersediaan air antara lain:

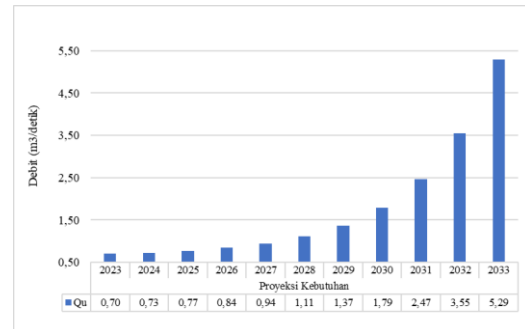
1. Data curah hujan setengah bulanan.
  2. Data evapotranspirasi setengah bulanan.
- Data debit yang tersedia di Stasiun Bunder DAS Oyo adalah data debit Tahun 2005-2020, yang akan dianalisis dengan F.J. Mock adalah data debit Tahun 2021-2023. Setelah didapatkan jumlah ketersediaan air dari Tahun 2005-2023, dilakukan perhitungan debit andalan 90% untuk air baku dan 80% untuk air irigasi. Rekapitulasi debit andalan 90% dan 80% dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi Debit Andalan

Bulan		2023	
		90%	80%
Jan	I	3,97	9,56
	II	8,51	12,11
Feb	I	10,41	14,64
	II	7,34	11,72
Mar	I	7,57	8,07
	II	11,03	12,22
Apr	I	9,56	10,00
	II	6,05	8,95
Mei	I	2,91	3,97
	II	0,42	3,09
Jun	I	0,24	1,49
	II	0,08	0,78
Jul	I	0,40	1,14
	II	0,28	0,43
Agu	I	0,31	0,38
	II	0,21	0,29
Sep	I	0,13	0,21
	II	0,20	0,29
Okt	I	0,12	0,22
	II	0,07	0,28
Nov	I	0,30	1,17
	II	1,48	2,31
Des	I	1,96	9,70
	II	7,54	11,93

**Analisis kebutuhan air baku**

Analisis kebutuhan air baku dilakukan pada 9 kecamatan yang masuk dalam lingkup DAS Oyo seperti Kecamatan Ponjong, Karangmojo, Wonosari, Playen, Patuk, Gedangsari, Nglipar, Ngawen, Semin. Jumlah penduduk dan fasilitas untuk proyeksi 10 tahun yaitu pada Tahun 2033 dihitung menggunakan metode geometri. Grafik Pr proyeksi jumlah kebutuhan air baku pada Tahun 2023-2033 dapat dilihat Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Proyeksi Jumlah Kebutuhan Air Baku pada Tahun 2023-2033

**Analisis kebutuhan air irigasi**

Data yang dibutuhkan untuk analisis kebutuhan air irigasi adalah data pola tanam D.I. Payaman dari SK Gubernur DIY. Analisis ini dilakukan untuk tanaman padi dan palawija. Rekapitulasi curah hujan efektif untuk tanaman padi dan palawija dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2. Rekapitulasi curah hujan efektif untuk tanaman padi dan palawija

Bulan		Jenis Tanaman	
		Padi	Palawija
Jan	I	2,38	1,70
	II	3,71	2,65
Feb	I	3,34	2,39
	II	2,50	1,78
Mar	I	2,68	1,92
	II	3,30	2,36
Apr	I	2,58	1,85
	II	0,90	0,64
Mei	I	0,61	0,43
	II	0,24	0,17
Jun	I	0,01	0,01
	II	0,05	0,03

Tabel 3. Rekapitulasi curah hujan efektif untuk tanaman padi dan palawija

Bulan		Jenis Tanaman	
		Padi	Palawija
Jul	I	0,00	0,00
	II	0,00	0,00
Agu	I	0,00	0,00
	II	0,00	0,00
Sep	I	0,00	0,00
	II	0,00	0,00
Okt	I	0,00	0,00
	II	0,00	0,00
Nov	I	1,05	0,75
	II	1,58	1,13
Des	I	2,39	1,71
	II	4,70	3,36

Setelah didapatkan curah hujan efektif untuk tanaman padi dan palawija, dilanjutkan analisis kebutuhan air irigasi Tahun 2023. Luas D.I. Payaman adalah 1040 ha. Rekapitulasi debit kebutuhan air irigasi dapat dilihat pada Tabel 4 dan 5.

Tabel 4. Rekapitulasi debit kebutuhan air irigasi

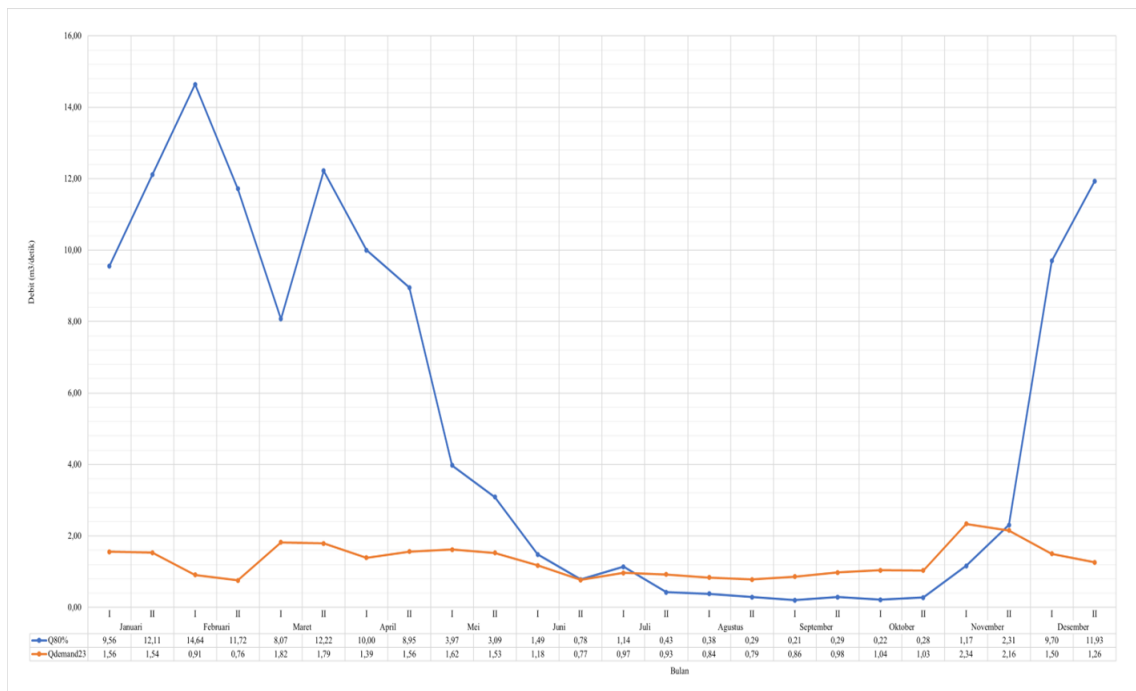
Bulan	Kebutuhan Air Irigasi	
Jan	I	0,86
	II	0,84
Feb	I	0,21
	II	0,06
Mar	I	1,12
	II	1,09
Apr	I	0,69
	II	0,86
Mei	I	0,92
	II	0,83
Jun	I	0,48
	II	0,07

Tabel 5. Rekapitulasi debit kebutuhan air irigasi

Bulan	Kebutuhan Air Irigasi	
Jul	I	0,27
	II	0,23
Agu	I	0,14
	II	0,09
Sep	I	0,16
	II	0,28
Okt	I	0,34
	II	0,33
Nov	I	1,64
	II	1,46
Des	I	0,80
	II	0,56

**Rasio ketersediaan air dengan kebutuhan air baku dan irigasi**

Ketersediaan air dengan debit andalan 80% dengan kebutuhan air baku Tahun 2023 dan irigasi akan dicari selisihnya antara nilai ketersediaan air dengan nilai kebutuhan air baku Tahun 2023 dan irigasi di Daerah Irigasi Payaman (D.I. Payaman) Tahun 2023. Grafik rasio Ketersediaan Air dengan Kebutuhan Air Baku dan Irigasi dapat dilihat pada Gambar 5



Gambar 5. Grafik rasio Ketersediaan Air dengan Kebutuhan Air Baku dan Irigasi

Berdasarkan grafik diatas, DAS Oyo mengalami surplus air dari Januari hingga Juli I dan November II hingga Desember,

memenuhi kebutuhan air di DAS Oyo. Namun, pada Juli II hingga November I, ketersediaan air tidak mencukupi kebutuhan

air baku dan irigasi. Surplus terbesar terjadi pada Februari dengan 13,73 m<sup>3</sup>/detik, sedangkan defisit tertinggi pada Oktober sebesar 0,82 m<sup>3</sup>/detik.

### Kesimpulan

Debit kebutuhan air baku tertinggi di DAS Oyo untuk beberapa kecamatan pada tahun 2033 mencapai 5,29 m<sup>3</sup>/detik, sedangkan untuk kebutuhan air irigasi D. I. Payaman, ini sebesar 1,63 m<sup>3</sup>/detik di tahun 2023. Ketersediaan air dihitung menggunakan debit andalan 90% dan 80% berdasarkan data dari Stasiun Bunder dan analisis F. J. Mock. Debit andalan 90% maksimum adalah 11,028 m<sup>3</sup>/detik dan minimum 0,070 m<sup>3</sup>/detik, sementara untuk debit andalan 80%, maksimum adalah 14,643 m<sup>3</sup>/detik dan minimum 0,206 m<sup>3</sup>/detik.

Analisis menunjukkan bahwa pada tahun 2023 terdapat kekurangan air dari Juli hingga November dan surplus dari Januari hingga Juli serta November hingga Desember. Ini menunjukkan bahwa ketersediaan air belum mencukupi kebutuhan air baku dan irigasi di beberapa kecamatan yang disebutkan. Perlu dibangun waduk dengan sebesar 185726417 m<sup>3</sup>.

### Daftar Pustaka

- (BPS) Badan Pusat Statistik. (2025). Kabupaten Gunungkidul. Gunungkidul (ID) : BPS Kabupaten Gunungkidul
- Apriadi, Z., Restu Jaya, A., & Anung Nindito, D. (2024). Analisis Jumlah Penduduk dan Kebutuhan Air Bersih Kota Puruk Cahu Kabupaten Murung Raya. In *MITSU" Media Informasi Teknik Sipil UNIJA* (Vol. 12, Issue 2).
- Apriliana, E. N., Yupi, H. M., & Jaya, A. R. (2022). *Perencanaan Kebutuhan Air Bersih dan Jaringan Pipa Induk di Wilayah Kerja IKK Ampah* (Vol. 5, Issue 2).
- Kementerian Pekerjaan Umum. (2013). Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Sumber Daya Air Direktorat Irigasi Dan Rawa. *Standar Perencanaan Irigasi*.
- Larasati, C., Abadi, A. W., Prakosa, G., Septyo A, N. D., Vivid F, V., Putri M, W., Widyaningrum, W., & Hadi, M. P. (2021). Analisis Ketersediaan Air Permukaan dan Proyeksi Kebutuhan Air DAS Bodri Tahun 2040. *Majalah Geografi Indonesia*, 35(1), 84–94.
- Maryam, M. S., Ayu, Y. L., & Asdak, C. (2023). Analisis Ketersediaan dan Kebutuhan Air di Sub Daerah Aliran Sungai Cirasea, Jawa Barat. *ZIRAA'AH*, 48(2), 277–287.
- Osly, P. J., Ihsani, I., Ririhena, R. E., & Araswati, F. D. (2019). Analisis Kebutuhan dan Ketersediaan Air Kabupaten Manokwari Dengan Model Mock (Analysis of water demand and supply in Kabupaten Manokwari with Mock Model). In *J.Infras* (Vol. 5, Issue 2).
- Raya, I. I., Bunganaen, W., Bella, R. A., Adi, J., Penfui, S., Kupang, K., & Tenggara Timur, N. (2020). Analisis Ketersediaan Air dan Penggunaan Air (Water Balance) Untuk Penduduk Kota Kupang. *JUTEKS-JURNAL TEKNIK SIPIL*, V(1), 20–28. <https://kelair.bppt.go.id>
- Yudha Baskoro, A. (2024). *Analisis Evapotranspirasi Metode Penman Modifikasi dan Thornthwaite Terhadap Pemodelan Debit FJ. Mock* (Vol. 12, Issue 1).