

**KAJIAN KETERSEDIAAN AIR DI DAS SAMPEAN BARU UNTUK IRIGASI PERKEBUNAN PISANG
CAVENDISH (*Musa Acuminata* L) PT. XYZ DI KABUPATEN BONDOWOSO**

***(Water Availability Study in The Sampean Baru Watershed for Irrigation of Cavendish
Banana (*Musa Acuminata* L) Plantations at PT. XYZ in Bondowoso Regency)***

Elida Novita^{1*}, Idah Andriyani¹, Heru Ernanda¹, Halimatus Silvia¹, dan Hendra Andiananta
Pradana²

¹Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember
Jalan Kalimantan No 37, Jember

²Program Studi Teknologi Produksi Tanaman Pangan, Jurusan Pertanian, Politeknik Negeri
Banyuwangi Jalan Raya Jember KM13, Banyuwangi

*Email: elida_novita.ftp@unej.ac.id

Diterima: 28 Juli 2024, Direvisi: 6 Mei 2025, Disetujui: 16 Juli 2025

ABSTRACT

Cavendish bananas, which are popular internationally, could boost Indonesian horticultural exports. PT. XYZ specializes in the cultivation of Cavendish bananas, has a banana plantation in Bondowoso Regency's Sampean Baru Watershed. Factors that must be considered to ensure that the cultivation process runs smoothly include the availability of sufficient water to support cultivation activities. This study aimed to determine the condition of the Sampean Baru Watershed water balance due to the existence of Cavendish banana plantations owned by PT. XYZ. This study involves calculating water availability using FJ. Mock model and calculating water needs, which include calculating the water needs of PT. XYZ's Cavendish banana plantation, agricultural water needs, domestic-non-domestic water needs, and livestock water needs in the Sampean Baru Watershed area. The data used include climatology data, rainfall data, plant data, watershed area data, Bondowoso Regency planting plan data, land cover maps, and soil type maps. The results show that the Sampean Baru Watershed can meet the current water needs of banana plantations and for development purposes. The water balance condition is in surplus in all months. The total water requirement for PT. XYZ's Cavendish banana plantation is currently 0.00976 m³/s. The total surplus generated is 301.86 m³/s, with the total water requirement for agriculture, domestic, non-domestic, and livestock being 44.189 m³/s. Development can be carried out until the Cavendish banana plantation is 13,230.24 ha in area, because the water balance is balanced under these conditions. It is recommended that development not exceed this value to anticipate a deficit condition.

Keywords: water availability; water needs; water balance; FJ. Mock; Cavendish banana

ABSTRAK

Pisang Cavendish menjadi tanaman yang berpotensi meningkatkan nilai ekspor hortikultura di Indonesia karena minat yang tinggi di pasar internasional. Perusahaan yang memiliki fokus pada budidaya pisang *Cavendish* adalah PT. XYZ dengan lokasi perkebunan pisang di wilayah DAS Sampean Baru Kabupaten Bondowoso. Faktor yang perlu diperhatikan untuk memastikan proses budidaya berjalan dengan maksimal adalah wilayah budidaya harus memiliki ketersediaan air yang mencukupi untuk mendukung kegiatan budidaya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kondisi neraca air DAS Sampean Baru terhadap keberadaan perkebunan pisang *Cavendish* milik PT. XYZ. Penelitian ini melibatkan perhitungan ketersediaan air yang dihitung dengan menggunakan model FJ. Mock serta perhitungan kebutuhan air yang meliputi perhitungan kebutuhan air perkebunan pisang *Cavendish* PT. XYZ, kebutuhan air pertanian, kebutuhan air domestik-non domestik, serta kebutuhan air peternakan di wilayah DAS Sampean Baru. Data yang digunakan meliputi data klimatologi, data curah hujan, data tanaman, data luasan DAS, data rencana tata tanam Kabupaten Bondowoso, peta tutupan lahan, dan juga peta jenis tanah. Hasil menunjukkan DAS Sampean Baru mampu memenuhi kebutuhan air perkebunan pisang saat ini dan untuk keperluan pengembangan. Kondisi neraca air mengalami surplus pada semua bulan. Nilai total kebutuhan air untuk perkebunan pisang *Cavendish* PT. XYZ saat ini adalah 0,00976 m³/s. Total surplus yang dihasilkan 301,86 m³/s dengan total kebutuhan air untuk pertanian, domestik, non-domestik, peternakan adalah sebesar 44,189 m³/s. Pengembangan dapat dilakukan hingga perkebunan pisang *Cavendish* berada pada luasan 13.230,24 ha karena pada kondisi tersebut neraca air mengalami kondisi *balance*. Untuk mengantisipasi kondisi defisit terjadi, maka pengembangan direkomendasikan tidak melebihi nilai tersebut.

Kata kunci: ketersediaan air; kebutuhan air; neraca air; F.J. Mock; Pisang *Cavendish*

I. PENDAHULUAN

PT. XYZ menjadi salah satu perusahaan yang berfokus pada pengembangan budidaya tanaman pisang terutama jenis *Cavendish* (*Musa acuminata* Lambert). Lokasi perkebunan tersebar di wilayah Provinsi Lampung, Bali dan juga Jawa Timur (Kementerian Pertanian Republik Indonesia, 2014). Tahun 2020, PT. XYZ memperluas kegiatan budidaya tanaman pisang *Cavendish* di Kabupaten Bondowoso dengan lokasi kebun pertama berada di Desa Maskuning Kulon,

Kecamatan Puger yang secara geografis terletak di 113°59'25.13" BT dan 7°53'57.16" LS. Pada pertengahan 2023, PT. XYZ memulai kegiatan mitra tani untuk tujuan pengembangan perkebunan pisang dan pemberdayaan masyarakat sekitar dengan lokasi perluasan kebun berada di wilayah Daerah Aliran Sungai (DAS) Sampean Baru. Sampai akhir tahun 2023, perkebunan berkembang menjadi 3 lokasi dengan total luas lahan perkebunan adalah 2,91 ha. Pengembangan perkebunan pisang *Cavendish* oleh PT. XYZ

akan terus dilakukan untuk meningkatkan produksinya mengingat pisang *Cavendish* merupakan pisang yang paling banyak diminati tidak hanya di pasar domestik namun juga pasar internasional.

Peningkatan produksi buah pisang *Cavendish* menjadi tujuan utama dari kegiatan pengembangan budidaya pisang *Cavendish* oleh PT. XYZ. Tujuan ini tentunya tidak hanya didapatkan dengan terus melakukan perluasan area perkebunan namun perlu juga diperhatikan faktor-faktor lain yang akan turut berpengaruh selama proses budidaya dilakukan seperti faktor pemenuhan kebutuhan air. Kebutuhan air tanaman pisang merupakan volume air yang dibutuhkan tanaman dalam proses evapotranspirasi. Evapotranspirasi adalah suatu bagian siklus air pada tanaman yang berpengaruh pada upaya peningkatan dan pengoptimalan pengelolaan air pertanian (Anderson & French, 2019; Susanawati & Suharto, 2018). Nilai kebutuhan air oleh tanaman pisang umumnya berbeda-beda dalam setiap fase tumbuh kembangnya, kebutuhan tertinggi terjadi pada fase menuju panen dan pada saat pematangan buah (Maigiska, Nurhayati, & Umar, 2018; Mal & Sen, 2025). Oleh karena itu, PT. XYZ sangat perlu memperhatikan ketersediaan air selama proses budidaya pisang *Cavendish*. Kebutuhan air oleh tanaman yang tidak tercukupi akan berpengaruh pada produktivitas tanaman pisang yang tidak maksimal (Juliawan, Tika, & Arthawan, 2021; Panigrahi, Raychaudhuri, Thakur, Nayak, Sahu, & Ambast, 2019).

Ketersediaan air selama proses budidaya dipengaruhi oleh kondisi

sumberdaya air pada wilayah budidaya pisang *Cavendish*. Pemenuhan kebutuhan air pada 3 (tiga) lokasi kebun dilakukan dengan memanfaatkan aliran air di jaringan irigasi. Sementara di saat musim kemarau, pemenuhan kebutuhan air dilakukan dengan memanfaatkan air tanah menggunakan bantuan pompa. Permasalahan yang terjadi adalah belum diketahui nilai kebutuhan air dan ketersediaan air pada masing-masing lokasi perkebunan pisang. Hal ini tentu akan berdampak pada ketidaktahuan dalam pemenuhan ketercukupan kebutuhan air untuk pertumbuhan tanaman pisang *Cavendish*, sehingga berisiko terhadap proses budidaya (Chiarelli, Passera, Rosa, Davis, D'Odorico, & Rulli, 2020; Zubelzu, Panigrahi, Thompson, & Knox, 2023).

Kondisi tercukupi atau tidaknya kebutuhan air untuk tanaman pisang *Cavendish* dapat dilakukan dengan menghitung neraca air di wilayah budidaya. Neraca air merupakan analisis yang dapat menggambarkan pemanfaatan sumber daya air di wilayah tertentu dengan hasil analisis akhir berupa status defisit, surplus atauimbang (*balance*) antara ketersediaan air dengan kebutuhan air (Hidayat, Mulyo, Azani, Aofany, Nadiansyah, & Rejeki, 2018; Zhang *et al.*, 2021). Perhitungan neraca air melibatkan perhitungan ketersediaan air di wilayah budidaya pisang *Cavendish* PT. XYZ yaitu wilayah DAS Sampean Baru, dan juga kebutuhan air pisang *Cavendish* PT. XYZ. Namun demikian wilayah DAS Sampean Baru juga menjadi sumber pemenuhan kebutuhan air bagi banyak sektor seperti kebutuhan domestik, non domestik,

pertanian, dan peternakan, sehingga dalam perhitungan neraca air, kebutuhan air pada berbagai sektor juga harus dipertimbangkan untuk memberikan akurasi kondisi ketersediaan air.

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui kondisi neraca air DAS Sampean Baru terhadap keberadaan perkebunan pisang Cavendish milik PT. XYZ. Penelitian ini hanya berfokus pada kondisi debit DAS Sampean Baru yang diperoleh dari pengolahan data curah hujan sebagai *input* nilai ketersediaan air tanpa melibatkan kondisi air tanah. Perhitungan ketersediaan air menggunakan metode F.J Mock (Masrurroh, Suhartanto, & Harisuseno, 2022; Jayanti, Sabar, Ariesyady, Marselina, & Qadafi, 2023). Metode ini adalah pemodelan debit DAS dengan input dari data curah hujan, data iklim dan data luasan DAS. Alasan penggunaan model debit pada perhitungan ini karena model yang dihasilkan dapat diperbarui kapan saja, sehingga model dapat digunakan di kondisi mendatang. Hasil perhitungan neraca air dapat menjadi rekomendasi untuk PT. XYZ dalam pengembangan dan perluasan perkebunan pisang *Cavendish* di wilayah DAS Sampean Baru.

II. BAHAN DAN METODE

A. Waktu dan Lokasi

Penelitian ini dilaksanakan pada Desember 2023 - Februari 2024 di lokasi perkebunan mitra tani PT. XYZ yang terletak di DAS Sampean Baru. Secara geografis, DAS Sampean terletak antara 113°39'58.31" - 114°3'55.18" BT dan 7°48'3.12" - 8°7'24.14" LS. Secara administratif, lokasi tersebut berada di

Kecamatan Pujer dan Tenggarang, Kabupaten Bondowoso (Gambar 1).

Luas DAS Sampean Baru 61.093,30 ha yang mencakup 15 kecamatan seperti disajikan dalam Gambar 1. Kebun *demonstrations plot* merupakan lokasi perkebunan contoh yang dikelola secara langsung oleh PT. XYZ. Kebun 1 dan 2 merupakan penambahan lokasi kebun pisang *Cavendish* melalui kegiatan kemitraan yang dikelola oleh petani mitra secara mandiri namun dengan penerapan standar budidaya dari PT. XYZ.

B. Bahan dan Alat

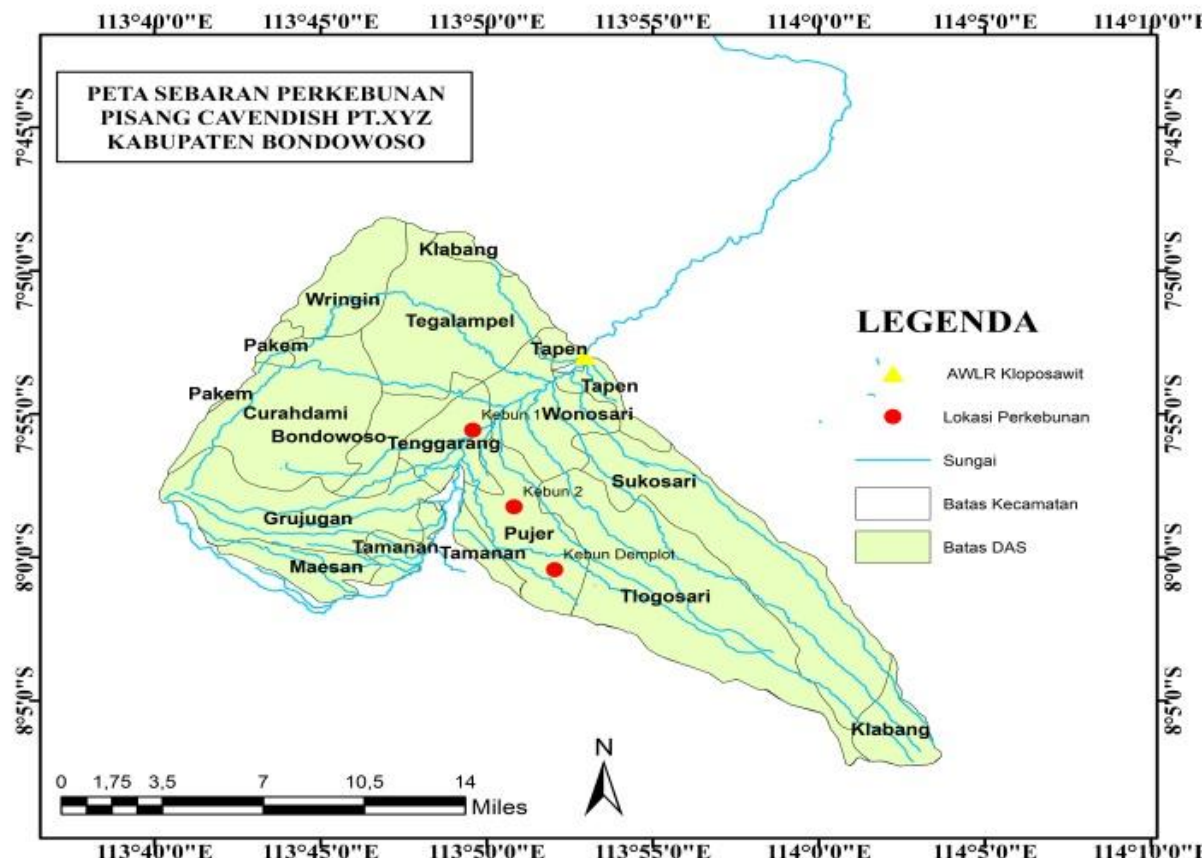
Bahan dan alat yang digunakan untuk penelitian dapat dilihat pada Tabel 1.

C. Metode Penelitian

Diagram alir penelitian disajikan dalam Gambar 2, meliputi tahapan sebagai berikut:

1) Pengujian Data Hujan

- a) Uji konsistensi data menggunakan metode *Double Mass Curve*. Menurut Kurniawan, Hadiani, & Setiono (2017), data akan dianggap konsisten jika model regresi $R^2 = 1$.
- b) Uji homogenitas data untuk mengetahui keseragaman data. Pengujian dilakukan dengan metode SNHT (*Standart Normality Homogeneity*).
- c) Uji frekuensi data menggunakan 4 distribusi yaitu: distribusi normal, gumbel, log person tipe III, dan log normal. Data yang dianalisis merupakan curah hujan maksimum tahunan yang telah diurutkan dari yang terbesar ke terkecil (Monica, Muliadi, & Adriat, 2022).



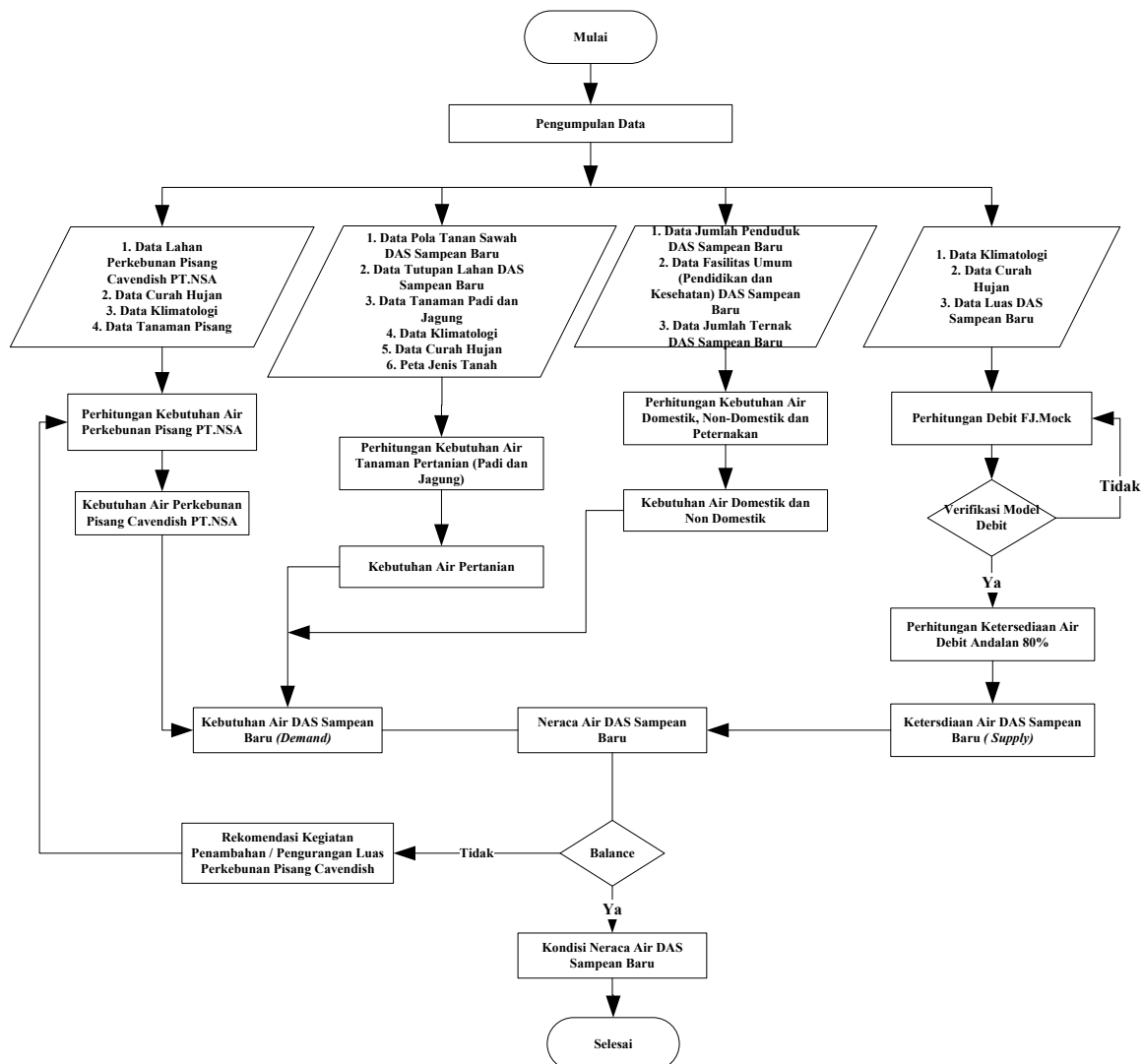
Gambar (Figure) 1. Peta DAS Sampean Baru dan sebaran perkebunan pisang cavendihs PT.XYZ
(Map of the Sampean Baru watershed and distribution of PT.XYZ's cavendihs banana plantations)

Sumber (Source): Pengolahan data 2024 (Data analysis 2024)

Tabel (Table) 1. Kebutuhan jenis data, alat analisis, dan sumber data (Requirements for data types, analysis tools, and data sources)

Jenis Data	Alat Analisis	Sumber Data
1. Data perkebunan PT.XYZ	Microsoft Excel 2010	Primer
2. Peta Tutupan Lahan	MapInfo 12.0 dan ArcGIS 10.3	https://tanahair.indonesia.go.id/portal-web/download/perwilayah
3. Data Tanaman	Microsoft Excel 2010	https://www.fao.org/3/X0490E/x0490e0b.htm
4. Data Curah Hujan Bondowoso dan Data Debit Awlr Kloposawit 2013-2022	Microsoft Excel 2010	UPT. PSDA Setail Kab.Bondowoso
5. Data Klimatologi 2013-2022	Microsoft Excel 2010	UPT. PSDA Kab. Lumajang
6. Data Luas DAS Sampean Baru	Microsoft Excel 2010	UPT. PSDA Setail Kab.Bondowoso
7. Data Infomasi Kab.Bondowoso	Microsoft Excel 2010	BPS 2022
8. Data Rencana Tata Tanam 2020-2021	Microsoft Excel 2010	UPT. PSDA Setail Kab.Bondowoso

Sumber (Source): Pengolahan data 2024 (Data analysis 2024)



Gambar (Figure) 2. Diagram alir penelitian (*Research flow diagram*)

Sumber (Source): Pengolahan data 2024 (*Data analysis 2024*)

- d) Uji kecocokan untuk memastikan jenis distribusi yang dipilih dapat diterima dan ditolak (Pudyastuti dan Musthofa, 2020).
- 2) Optimasi parameter berdasarkan luasan DAS nilai paramter didapatkan dengan metode *trial and error* menggunakan *add in solver* pada Microsoft Excel.
- 3) Perhitungan debit F.J. Mock, perhitungan dilakukan melibatkan beberapa perhitungan diantaranya sebagai berikut (Pradana & Hendrasari, 2018):

- a) Perhitungan evapotraspirasi potensial (ET_0) menggunakan metode Penman Moneith Modifikasi (persamaan 1).

$$ET_0 = cx(WxRn + (1 - W) \times F(U) \times (ea - ed)) \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan :

- ET_0 : evapotranspirasi potensial (mm)
- C : faktor koreksi
- W : faktor bobot
- Rn : radiasi netto (mm/hari)
- f(U) : fungsi kecepatan angin
- ea : tekanan uap air jenuh
- ed : tekanan uap air nyata.

b) Perhitungan evapotranspirasi aktual (E_t) menggunakan persamaan 2.

$$E_t = E_{T0} - E \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan :

E_t : evapotranspirasi aktual (mm)
 E_{T0} : evapotranspirasi potensial (mm)
 E : selisih E_t dan E_{T0}
 m : exposed surface
 n : jumlah hari hujan (hari)

c) Perhitungan keseimbangan air permukaan

Perhitungan air hujan menggunakan Persamaan 3.

$$ER = P - E_{T0} \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan :

ER : air hujan permukaan (mm)
 P : curah hujan bulanan (mm)

Perhitungan *Soil Moisture Storage* (SMS)

Nilai SMS pada bulan pertama ditentukan dengan menggunakan analisis *initial soil moisture* (ISM), bulan selanjutnya menggunakan persamaan 4. Jika nilai SMS > SMC dan positif maka nilai SMS = SMC, namun jika nilai $0 \leq \text{SMS} \leq \text{SMC}$ maka nilai SMS adalah hasil perhitungan dari persamaan 4, jika nilai SMS adalah negatif maka nilai sama dengan 0.

$$\text{SMS} = \text{ISM} + ER \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan :

SMS : *soil moisture storage*
ISM : *initial soil moisture*
ER : air hujan permukaan (mm)

Perhitungan *Water Surplus* (WS)

Ditentukan oleh nilai SMS dan SMC jika nilai SMS > SMC maka terjadi kelebihan air, jika nilai SMS < SMC maka nilai SMS = 0.

Nilai *water surplus* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 5.

$$WS = ER - (\text{SMC} - \text{ISM}) \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan :

WS : *water surplus*
ER : air hujan permukaan (mm)
SMC : *soil moisture capacity*
ISM : *initial soil moisture*

d) Perhitungan limpasan dan penyimpanan air tanah

Perhitungan nilai infiltrasi

Perhitungan melibatkan nilai parameter koefisien infiltrasi yang telah dilakukan optimasi sebelumnya. Penggunaan koefisien infiltrasi dilakukan berdasarkan jenis musim yang terjadi pada setiap bulannya yaitu antara WIC dan DIC (Persamaan 6).

$$I = \frac{WIC}{DIC} \times WS \dots\dots\dots (6)$$

Keterangan :

I : infiltrasi
WIC : *wet infiltration coefficient*
DIC : *dry infiltration coefficient*
WS : *water storage*

Perhitungan *Ground Water Storage* (GWS) menggunakan Persamaan 7 dan 8.

$$GWS = k \times IGWS + 0,5 \times (1 + k) \dots\dots\dots (7)$$

$$\Delta GWS = GWS - IGWS \dots\dots\dots (8)$$

Keterangan :

GWS : *ground water storage*
 k : *ground water recession*
IGWS : *initial ground water storage*
 I : *infiltration*

Perhitungan *Base Flow* (Aliran yang selalu ada sepanjang tahun) menggunakan persamaan 9.

$$BF = I - (GWS - IGWS) \dots\dots\dots (9)$$

Perhitungan *Direct Run Off*, menggunakan Persamaan 10.

$$DRO = WS - I \dots\dots\dots (10)$$

Perhitungan *Total Run Off*, menggunakan Persamaan 11.

$$TRO = DRO + BF \dots\dots\dots (11)$$

Perhitungan debit bulanan, menggunakan Persamaan 12.

$$Q = \frac{A \times TRO \times 1000}{H \times 24 \times 3600} \dots\dots\dots (12)$$

Keterangan :

Q : debit bulanan (m³/s)

A : luas DAS (Km²)

TRO : total *run off*

H : jumlah hari dalam satu bulan

4) Validasi debit dengan model FJ.Mock

Pengujian validasi dengan membandingkan debit hitung F.J Mock dengan debit pantau AWLR Klopasawit. Validasi dilakukan pengujian sebagai berikut:

- a) Uji koefisien korelasi (r) untuk mencari hubungan antar koefisien (Persamaan 13).

$$r = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (Q_{obs} - Q)^2 - \sum_{i=1}^N (Q_{obs} - Q_{sim})^2}{\sum_{i=1}^N (Q_{obs} - Q)^2}} \dots\dots (13)$$

Keterangan :

r : koefisien korelasi

Q_{obs} : debit pantau (m³/s)

Q_{sim} : debit model (m³/s)

Q : rata-rata debit pantau (m³/s)

Keterangan hasil pengujian adalah sebagai berikut :

- (0) : tidak ada korelasi
(>0 - 0,25) : korelasi lemah
(>0,25 - 0,5) : korelasi cukup
(>0,5 - 0,75) : korelasi kuat
(>0,75 - 0,99) : korelasi sangat kuat
(1) : korelasi sempurna

- b) Uji *Nash-Sutcliffe Efficiency Error* (NSE) untuk mengevaluasi

kesahahihan suatu model, menggunakan Persamaan 14.

$$NSE = 1 - \frac{\sum_{t=1}^T (Q_{obs}^t - Q^t)^2}{\sum_{t=1}^T (Q_{obs}^t - Q_{sim}^t)^2} \dots\dots\dots (14)$$

Keterangan hasil pengujian adalah sebagai berikut :

NSE > 0,75 : sangat efisien

0,36 < NSE : cukup efisien

NSE < 0,36 : tidak efisien

- c) *Root Mean Square Error* (RMSE) seperti Persamaan 15 digunakan untuk mengetahui keakuratan hasil permodelan yang digunakan.

$$RMSE = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{X}_{obs} - \hat{X}_{sim})}{N} \dots\dots\dots (15)$$

Keterangan hasil data dianggap baik apabila nilai error nya semakin kecil atau mendekati 0.

5) Perhitungan nilai ketersediaan air DAS Sampean Baru

Nilai ketersediaan air didapatkan dari nilai probabilitas 80% debit model FJ.Mock. Metode probabilitas yang digunakan adalah metode *weibull* dengan persamaan 16.

$$P\% = \left(\frac{X - X_1}{X_2 - X_1} \right) \times (Y_2 - Y_1) \dots\dots\dots (16)$$

6) Perhitungan kebutuhan air perkebunan pisang *Cavendish* PT.XYZ

Perhitungan kebutuhan air perkebunan dilakukan dengan mempertimbangkan luasan kebun mitra. Perhitungan kebutuhan air tanaman pisang *Cavendish* dihitung dengan menggunakan persamaan 17 dan 18.

$$ETc = ET0 \times Kc \dots\dots\dots (17)$$

$$CWR = (ETc + P) - Re.. \dots\dots\dots (18)$$

Keterangan :

ETc : evapotranspirasi tanaman (mm)

ET0 : evapotranspirasi potensial (mm)

Kc : koefisien tanaman

CWR : kebutuhan air tanaman (mm)

P : perkolasi tanah (mm/hr)
Re : curah hujan efektif (mm)

7) Kebutuhan air DAS Sampean Baru a) Kebutuhan air pertanian

Besarnya nilai kebutuhan air konsumtif pada pertanian dipengaruhi oleh nilai evaporasi, faktor tanaman, pola pergiliran tanam yang diterapkan pada lahan pertanian. Perhitungan nilai kebutuhan air pertanian dapat dilakukan menggunakan metode NFR.

Perhitungan curah hujan efektif menggunakan curah hujan 80% dengan nilai Re70 untuk padi dan Re50 untuk palawija (Persamaan 19 dan 20).

$$Re_{padi} = 0,70 \times R_{80\%} \dots\dots\dots(19)$$

$$Re_{plw} = 0,5 \times FD(1,25 \times R^{0,824} - 2,93) \times (10^{0,0095 \times ET0}) \dots\dots\dots(20)$$

Keterangan :

Re : curah hujan efektif
R80% : curah hujan probabilitas 80%

Perhitungan kebutuhan air selama penyiapan lahan menggunakan Persamaan 21, 22, dan 23.

$$LP = \frac{M.e^k}{(e^k - 1)} \dots\dots\dots(21)$$

$$M = E_0 + P \dots\dots\dots(22)$$

$$K = \frac{M.T}{S} \dots\dots\dots(23)$$

Keterangan :

LP : kebutuhan air untuk pengolahan tanah (mm/hari)
M : kebutuhan air untuk mengganti kehilangan air
P : perkolasi (mm/hari)
S : kebutuhan air untuk penjemuran

Perhitungan kebutuhan air tanaman (ETc).
Nilai koefisien yang digunakan

berdasarkan Dirjen Pengairan Bina Program PSA 01 tahun 1985.

Perhitungan kebutuhan air sawah menggunakan persamaan 24, 25, dan 26.

$$NFR_{padi} = Etc + P - Re_{padi} + WLR \dots\dots\dots(24)$$

$$NFR_{LP} = LP - Re_{padi} \dots\dots\dots(25)$$

$$NFR_{plw} = ETc - Re_{plw} \dots\dots\dots(26)$$

Keterangan :

NFR : kebutuhan air lahan
LP : kebutuhan air penyiapan lahan
Etc : evapotranspirasi tanaman
Re : curah hujan efektif

b) Perhitungan kebutuhan air domestik dan non-domestik.

Perhitungan dilakukan dengan mempertimbangan jumlah penduduk dan fasilitas umum pada suatu wilayah. Standart kebutuhan air domestik yang digunakan berdasarkan Permen PUPR Nomor 29/PRT/M/2018. Standart kebutuhan air non domestik berdasarkan Kriteria Perencanaan Ditjen Cipta Karya Dinas PU, 1996. Perhitungan menggunakan persamaan 27 dan 28.

$$Q_{tdomestik} = \text{jumlah penduduk} \times \text{standart baku konsumsi air} \left(\frac{60l}{\text{hari}} \right) \dots\dots\dots(27)$$

$$Q_{tnondomestik} = \frac{\sum \text{kebutuhan} \times \text{Kapasitas} \times \text{Keb.Air bersih}}{86400} \dots\dots\dots(28)$$

Kebutuhan air peternakan

Standar nilai kebutuhan air menggunakan SNI:19-6728:1-2002, seperti pada Persamaan 29.

$$Q_{tprnk} = \frac{\sum \text{kebutuhan} \times \text{Jumlah ternak}}{86400} \dots\dots\dots(29)$$

8) Perhitungan Neraca Air

Neraca air dihitung berdasarkan kondisi pasokan air (*input*) dan luaran (*output*) suatu wilayah pada jangka waktu tertentu. Rumus perhitungan neraca air seperti Persamaan 30.

$$\text{Neraca air} = Q(s) - Q(d) \dots \dots \dots (30)$$

Keterangan:

$Q(s)$: Nilai ketersediaan air (m^3/s)

$Q(d)$: Nilai kebutuhan air (m^3/s)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian Data Hujan

Data curah hujan berasal dari tujuh stasiun hujan yang tersebar di wilayah DAS Sampean Baru dengan sebaran stasiun hujan wilayah ditunjukkan dengan peta *polygon thiessen* (Gambar 3). *Polygon thiessen* digunakan untuk menentukan curah hujan wilayah sehingga data curah hujan berfokus pada wilayah perkebunan pisang *Cavendish*. Hasil rekapitulasi data hujan tahunan selama 10 tahun dapat dilihat pada Tabel 2.

a) Uji konsistensi data

Hasil yang diperoleh dari uji konsistensi data pada tujuh stasiun tersaji pada Tabel 3. Hasil analisis menunjukkan konsistensi data curah hujan di semua stasiun. Hal ini disebabkan karena kondisi letak/posisi stasiun hujan eksisting tidak memiliki perbedaan jarak atau elevasi yang signifikan (Saidi, Nurhayati, & Umar 2021).

b) Uji homogenitas data

Hasil uji homogenitas data curah hujan disajikan pada Tabel 4. Hasil analisis menunjukan keseluruhan data bersifat homogen. Uji homogenitas mengacu pada konsep hipotesis nol, dimana data dianggap homogen jika nilai signifikan P lebih besar dari 0,05 sedangkan data

dianggap tidak homogen apabila nilai signifikan P kurang dari 0,05 (Syahputra, Sidik, Akbar, Ayomi, & Sagita 2022).

c) Uji frekuensi data

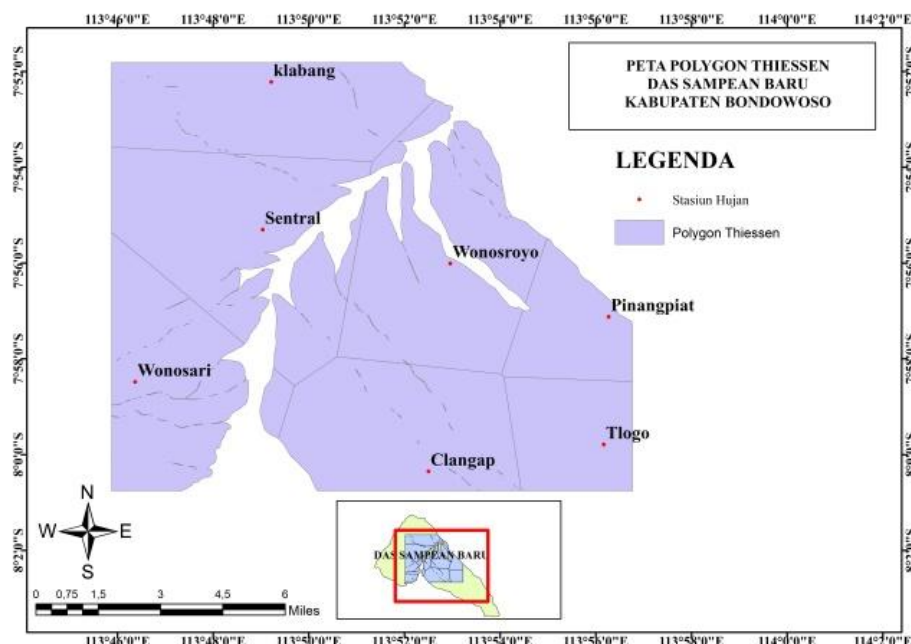
Hasil uji frekuensi data hujan disajikan pada Tabel 5. Berdasarkan Tabel 5 diketahui bahwa jenis distribusi yang sesuai untuk data curah hujan aktual adalah metode sebaran log normal. Hal ini dapat dilihat dari nilai simpangan yang paling mendekati nilai simpangan curah hujan aktual yaitu 32,2.

d) Uji kecocokan

Data yang akan diuji adalah data dengan simpangan terkecil yaitu distribusi log normal. Nilai chi-hitung yang didapatkan adalah 2,58. Berdasarkan hal tersebut maka diketahui bahwa nilai chi-hitung lebih kecil dari chi-kritis yaitu 5,998 berdasarkan Tabel taraf signifikansi chi-kuadrat, sehingga dapat disimpulkan bahwa 95% data curah hujan sesuai dengan metode distribusi log normal. Data hujan kemudian dilakukan rekapitulasi curah hujan bulanan selama 10 tahun yaitu pada tahun 2013-2022 seperti pada Tabel 6.

B. Hasil Perhitungan Evapotranspirasi Potensial (ET_0)

Evapotranspirasi potensial merupakan evapotranspirasi yang dibutuhkan dalam pemenuhan kebutuhan air pada suatu areal lingkungan pertanian/pertanaman dengan penutupan vegetasi rotasi pendek di semua arealnya dengan kondisi tanah tanpa adanya kekurangan air (Fausan, Setiawan, Arif, & Saptomo, 2021). Perhitungan evapotranspirasi potensial (ET_0) dengan menggunakan data klimatologi tahun 2013-2022, dengan hasil perhitungan pada Tabel 7.



Gambar (Figure) 3. Peta sebaran stasiun hujan wilayah (Map of distribution of regional rainfall stations)
Sumber (Source): Pengolahan data 2024 (Data analysis 2024)

Tabel (Table) 2. Data jumlah hujan tahunan 2013-2022 (Annual rainfall data 2013-2020)

Tahun (Year)	Wonosroyo	Tlogo	Pinang Pait	Wonosari	Sentral	Klabang	Clangap
2013	2481	2347	2442	2639	2243	2235	3668
2014	1224	1690	1394	1228	1331	1437	2323
2015	1395	1709	1556	1052	1870	1851	1547
2016	2081	2545	2280	1806	2443	2389	2416
2017	2268	1980	2498	1738	1796	2805	2585
2018	1475	1876	1677	1243	1759	1599	1533
2019	1489	2187	1815	1166	1756	1494	1964
2020	1475	2252	2273	1641,5	1856	1542	2158
2021	2263	2461	2494	1927	2249	2187	2201
2022	1975	2540	2365	1668,9	1976	2433	1893,5

Sumber (Source): Pengolahan data 2024 (Data anaysis 2024)

Tabel (Table) 3. Hasil uji Konsistensi Double Mass Curve (Double mass curve consistency test result)

No	Stasiun Hujan (Rain Station)	Kurva Masa Ganda + Korelasi (Double Mass Curve + Correlation)	Keterangan (information)
1	Wonosroyo	0,9994	Konsisten
2	Tlogo	0,9984	Konsisten
3	Pinang Pait	0,9988	Konsisten
4	Wonosari	0,9993	Konsisten
5	Sentral	0,9992	Konsisten
6	Klabang	0,9968	Konsisten
7	Clangap	0,9979	Konsisten

Sumber (Source) : Pengolahan data 2024 (Data analysis 2024)

Tabel (Table) 4. Uji homogenitas data curah hujan (*The homogeneity test of rainfall data*)

No	Stasiun Hujan	p-values (SNHT test)	Significance level	Ket
1	Wonosroyo	0,5571	0,05	H
2	Tlogo	0,3962		H
3	Pinang Pait	0,6364		H
4	Wonosari	0,2915		H
5	Sentral	0,9286		H
6	Klabang	0,9357		H
7	Clangap	0,0997		H

Sumber (Source) : Pengolahan data 2024 (*Data analysis 2024*)Tabel (Table) 5. Hasil uji frekuensi data curah hujan (*Rainfall data frequency test results*)

No	Periode Ulangan	Aktual	Gumbel	Log Normal	Log Person Tipe III
1	100	189	251	202	259
2	50	180	228	188	224
3	25	171	206	174	193
4	10	157	175	157	158
5	5	144	150	140	135
6	2	118	113	114	108
Standart Deviasi		26,3	51,2	32,2	56,6

Sumber (Source) : Pengolahan data 2024 (*Data analysis 2024*)Tabel (Table) 6. Hasil rekapitulasi curah hujan bulanan wilayah DAS Sampean Baru (mm/bulan) (*Monthly rainfall recapitulation in the Sampean Baru watershed (mm/month)*)

No	Tahun (Year)	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des
1	2013	478	360	253	191	176	151	84	5	0	72	248	561
2	2014	355	203	143	194	88	32	8	6	0	18	190	281
3	2015	217	401	249	281	67	11	3	3	0	0	139	198
4	2016	211	346	278	118	147	173	88	9	140	193	242	336
5	2017	401	260	314	260	129	116	16	0	36	132	328	245
6	2018	441	366	231	75	16	35	9	0	41	19	179	183
7	2019	449	301	225	282	63	0	5	3	0	54	101	212
8	2020	202	349	357	162	99	8	14	44	30	134	235	252
9	2021	279	363	343	92	103	162	35	16	87	107	317	349
10	2022	333	149	383	173	77	131	17	33	74	194	249	310
Rata-rata (Average)		92	310	278	183	96	82	28	12	41	92	223	293

Sumber (Source) : Pengolahan data 2024 (*Data analysis 2024*)

C. Hasil Optimasi Metode F.J. Mock

Paramater yang digunakan pada metode F.J. Mock memiliki pengaruh besar terhadap keluaran sistem (Masruro, Suhartanto, & Harisuseno, 2022). Hasil optimasi parameter F.J. Mock pada Tabel 8 dan hasil perhitungan debit F.J. Mock pada Tabel 9.

Berdasarkan Tabel 9 diketahui bahwa nilai debit bersifat fluktuatif namun tidak ada perbedaan yang terlalu besar. Kondisi ini dimungkinkan karena pengaruh dari curah hujan dan iklim pada wilayah DAS Sampean Baru. Curah hujan sangat mempengaruhi fluktuasi debit pada suatu aliran (Sutrisno, Kaswanto, & Arifin, 2020).

Tabel (Table) 7. Hasil perhitungan ET_0 DAS Sampean Baru (mm/bulan) (ET_0 calculation results in the Sampean Baru watershed (mm/month))

No	Tahun (Year)	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des
1	2013	119,7	110,1	106	85,68	78,02	69,8	71,77	89,31	115	117,7	127,9	122,4
2	2014	119,7	111,9	109,2	90,04	85,37	77,7	75,64	85,65	113,9	117,9	125,6	116,4
3	2015	130	117,4	111	91,33	82,41	76,29	76,62	89,08	110,7	115,6	128	115,5
4	2016	116,9	112,4	104,8	90,87	84,9	71,92	77,77	93,62	116,3	117	126,5	122,8
5	2017	120,8	105,5	105,4	87,1	80,78	72,39	76,73	84,7	107,4	117,4	112	116,6
6	2018	118,1	107,4	117,3	85,6	79,13	70,19	72,98	82,46	105,2	145,2	116,7	118,7
7	2019	118,7	105,6	118	85,46	78,25	68,81	72,33	79,74	107,6	116	115,4	116,4
8	2020	116,1	110,9	109,2	82,24	79,31	71,09	75,71	85,33	106,1	114	120,7	115,4
9	2021	118,7	107,3	106	82,96	77,47	72,46	77,7	90,52	115,4	119,1	119,9	112,7
10	2022	108,8	98,28	92,94	74,78	69,47	62,32	66,34	79,91	99,18	109,2	110,8	113,2
Rata-Rata (Average)		118,7	108,7	108	85,61	79,51	71,3	74,36	86,03	109,7	118,9	120,4	117

Sumber (Source) : Pengolahan data 2024 (Data analysis 2024)

Tabel (Table) 8. Hasil optimasi parameter metode F.J. Mock (F.J. Mock method's parameters optimization results)

No	Parameter	Nilai (Value)
1	Koefisien infiltrasi musim basah	0,7
2	Koefisien infiltrasi musim kemarau	0,5
3	Initial soil moisture	280
4	Soil moisture capacity	200
5	Initial groundwater storage	160
6	Groundwater recession constant	0,75

Sumber (Source) : Pengolahan data 2024 (Data analysis 2024)

Tabel (Table) 9. Hasil debit berdasarkan perhitungan metode F.J. Mock tahun 2013-2022 (m^3/s) (Discharge results based on using F.J. Mock method for 2013-2022 (m^3/s))

No	Tahun (Year)	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des
1	2013	47,5	56,9	48,6	48,1	45,3	44,5	36,3	27,2	18,4	19,3	30,8	64
2	2014	57,7	54,8	43	46,5	36,4	32,1	23,5	18,9	12,1	10,7	20,8	33,2
3	2015	32,1	56,5	46,6	53,9	37,7	31,1	23,5	18,7	12,3	9,51	16,5	24,8
4	2016	28,6	46,3	45,6	37,6	37,2	41,2	33,2	24,9	27,7	33	36,4	48,4
5	2017	57,3	58,7	57,9	58,9	47	44,5	33	25,1	21,3	24,4	39,9	40,7
6	2018	58	67	52,9	42,2	32,6	30,5	22,4	17,4	16,5	9,75	20,8	25,4
7	2019	49,3	54,1	44,5	54,4	37,7	30,5	24,1	19,6	12,7	13,8	16,3	26,8
8	2020	29	47,4	52,3	45,2	37,6	30,1	24	23,8	16,8	21,7	30	37
9	2021	40,7	58	56,6	42,7	38,4	42,2	32,2	24,4	22,4	22,6	38,2	49,3
10	2022	52,5	46,1	59,3	51	39,7	41,7	31,2	27,5	22,7	30,4	35,5	45,6
Rata-rata (Average)		45,3	54,6	50,7	48,1	39	36,8	28,4	22,7	18,3	19,5	28,5	39,5

Sumber (Source) : Pengolahan data 2024 (Data analysis 2024)

D. Hasil Verifikasi Debit Model

Verifikasi debit F.J. Mock dilakukan dengan membandingkan kondisi debit pantau (Tabel 10) dengan debit model yang telah dibuat, seperti disajikan dalam

Gambar 4. Debit pantau (*measurement data*) yang digunakan untuk perbandingan adalah data debit yang diukur dan dicatat dari AWLR (*Automatic Water Level Recorder*) Klopasawit tahun 2013-2022

Data debit pantau tersebut dapat digunakan sebagai data pembanding dalam suatu pemodelan (Wiliya, 2022).

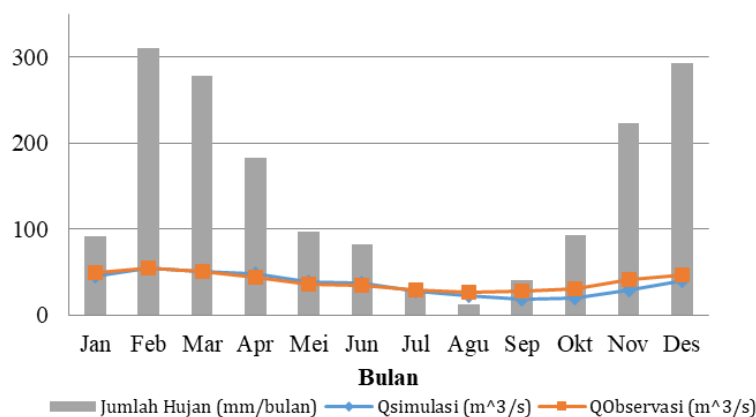
Kesamaan pola antara debit pantau dan debit model dapat dilihat dari fluktuasi kurva yang cenderung terjadi pada bulan yang sama. Berdasarkan data tersebut juga diketahui bahwa kedua nilai debit cenderung fluktuatif. Kondisi ini

dimungkinkan akibat dari pengaruh kondisi curah hujan dan iklim. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan didapatkan kondisi debit model memiliki kemiripan dengan debit pantau. Nilai debit model F.J Mock dapat digunakan untuk menghitung ketersediaan air pada DAS Sampean Baru (Tabel 11).

Tabel (Table) 10. Data debit pantau AWLR Klopasawit 2013-2022 (*Klopasawit AWLR monitoring discharge data of Klopasawit AWLR 2013-2022*)

No	Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des
1	2013	29,16	38,77	33,07	32,33	31,12	31,59	30,6	24,55	27,75	27,85	37,29	38,31
2	2014	52,43	50,4	51,05	41,91	39,49	36,58	33,94	33,64	33,86	34,95	49,95	55,26
3	2015	48,6	61,58	63,37	63,93	44,09	35,14	32,07	32,61	32,18	31,88	44,75	39,4
4	2016	39,62	62,69	47,64	42,77	36,72	44,27	39,62	29,92	34,75	39,46	43,72	64,67
5	2017	70,09	63,16	56,75	59,01	42,57	38,76	28,44	23,81	24,18	28,23	41,49	49,43
6	2018	71,88	76,67	51,42	38,07	29,17	25,81	20,13	19,04	17,77	16,92	25,59	31,77
7	2019	36,98	50,46	41,92	34,76	27,36	20,82	20,65	15,14	14,08	14,92	30,76	37,87
8	2020	48,27	44,63	53,7	41,58	34,8	32,34	26,48	26,56	27,92	33,72	44,17	47,44
9	2021	48,8	54,28	57,15	41,87	33,69	33,34	25,5	25,22	26,3	28,22	40,15	45,99
10	2022	44,16	41,64	54,37	45,73	42,05	40,09	31,47	31,58	36,69	44,8	51,09	54,43
Rata-rata (Average)		49	54,43	51,04	44,2	36,1	33,88	28,89	26,21	27,55	30,09	40,89	46,46

Sumber (Source): UPT. PSDA WS Sampean Baru Kabupaten Bondowoso (*UPT.PSDA WS Sampean Baru Bondowoso District*)



Gambar (Figure) 4. Grafik perbandingan debit model dan debit pantau (*Comparison graph of model discharge and monitored discharge*)

Sumber (Source): Pengolahan data 2024 (*Data analysis 2024*)

Tabel (Table) 11. Hasil verifikasi debit model F.J.Mock (*Verify FJ. Mock discharge model*)

No	Jenis Pengujian (Type of Testing)	Nilai (Value)	Keterangan (Information)
1	Correlation Coefficient (r)	0,996	Sangat Kuat
2	Nash Suiccliffe Efficiency Error (NSE)	0,992	Sangat Efisien
3	Root Mean Squared Error (RMSE)	0,25	Baik

Sumber (Source) : Pengolahan data 2024 (*Data analysis 2024*)

E. Hasil Perhitungan Ketersediaan Air DAS Sampean Baru

Ketersediaan air pada DAS Sampean Baru dihitung dengan perhitungan debit andalan 80%. Data debit diurutkan dari nilai terbesar hingga terkecil untuk mendapatkan nilai probabilitas sebesar 80% (Pradana & Hendrasari, 2021). Hasil perhitungan ketersediaan air seperti pada Tabel 12.

F. Perhitungan Kebutuhan air perkebunan pisang *Cavendish* PT. XYZ

Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan bersama asisten kebun didapatkan informasi terkait pola tanam pisang *Cavendish* yang diterapkan di perkebunan mitra tani PT. XYZ sebagai berikut.

- a) Tanaman pisang yang dibudidayakan berasal dari anakan tanaman pisang yang berbentuk tunas dan sudah memiliki daun atau sudah memasuki fase pertumbuhan awal.
- b) Siklus tanam pada perkebunan mitra tani PT. XYZ hingga proses panen berlangsung selama 9 bulan.
- c) Pada bulan ke-6, tanaman induk akan menghasilkan tunas anakan yang akan tumbuh bersama tanaman induk. Hasilnya, terdapat 2 tanaman pisang yang tumbuh yaitu tanaman induk yang berusia 6 bulan dan juga tanaman anakan. Kondisi fase ini berpengaruh terhadap penggunaan dua nilai koefisien yaitu untuk tanaman induk dan tanaman anakan.

- d) Jantung pisang tumbuh pada bulan ke-7. Pada bulan ke-9 induk pisang *Cavendish* dipanen dan ditebang, sehingga tersisa tanaman anakan yang akan mengikuti siklus yang sama.

Lokasi perkebunan pisang *Cavendish* mitra tani PT. XYZ terbagi menjadi 3 lokasi dengan total luas 2,91 ha seperti pada Tabel 13. Kebutuhan air untuk pisang *Cavendish* di areal perkebunan PT. XYZ dihitung dengan memperhatikan luasan pada masing-masing lokasi perkebunan, seperti disajikan pada Tabel 14.

Kebutuhan air pada tanaman pisang berbeda-beda pada setiap fase pertumbuhannya (Juliawan *et al.*, 2021). Hal ini disebabkan oleh perbedaan nilai evapotranspirasi tanaman pada setiap fase akibat perbedaan nilai koefisien tanaman. Nilai curah hujan efektif yang digunakan adalah curah hujan 80% atau Re_{80} .

Nilai kebutuhan air terbesar adalah pada lokasi perkebunan *demonstration plot* (demplot) dengan total kebutuhan air sebesar $0,007 \text{ m}^3/\text{s}$. Hal ini dapat disebabkan karena area pertanaman demplot lebih luas dibandingkan area pertanaman Kebun 1 dan Kebun 2 (Tabel 13), sehingga kebutuhan air menjadi lebih tinggi dibandingkan dengan lokasi lainnya. Adanya perbedaan pada pola tanam, jumlah populasi dan besar curah hujan pada setiap periode memiliki pengaruh pada jumlah kebutuhan air tanaman pisang *Cavendish* (Juliawan *et al.*, 2021).

Tabel (Table) 12. Ketersediaan air DAS Sampean Baru berdasarkan nilai debit andalan 80% (*Water availability in the Sampean Baru watershed based on a reliable discharge value of 80%*)

Bulan	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des
Debit Andalan 80%	31,49	47,17	45,35	42,61	37,04	30,54	23,52	18,84	12,59	10,49	19,94	26,49

Sumber (Source) : Pengolahan data 2024 (*Data analysis 2024*)Tabel (Table) 13. Data lokasi perkebunan pisang *Cavendish* mitra tani PT. XYZ (Location data for *Cavendish* banana plantation partner farmer' PT. XYZ)

Kebun (<i>Plantation</i>)	Lokasi (<i>Location</i>)	Luas (<i>Area</i>) (ha)	Populasi (<i>Population</i>) (Tanaman)
Demplot	Kecamatan Pujer	1,86	4.160
Kebun Mitra 1	Kecamatan Tenggarang	0,55	1.200
Kebun Mitra 2	Kecamatan Pujer	0,50	2.400
Jumlah		2,91	7.760

Sumber (Source) : Pengolahan data 2024 (*Data analysis 2024*)Tabel (Table) 14. Hasil perhitungan kebutuhan air perkebunan pisang mitra tani PT. XYZ (*Results of calculating the water needs of PT XYZ banana cultivation partner farmers*)

Bulan (<i>Month</i>)	Lokasi (<i>Location</i>)			Total Kebutuhan Air (<i>Total Water Requirement</i>) (m ³ /s)
	Demplot	Kebun 1	Kebun 2	
Jan	0,00022	0,00011	0,0001	0,00043
Feb	0,00028	0,00009	0,00008	0,00045
Mar	0,00028	0,00007	0,00007	0,00042
Apr	0,00032	0,0001	0,00009	0,00051
Mei	0,00037	0,00012	0,00011	0,0006
Jun	0,00047	0,00019	0,00017	0,00083
Jul	0,00093	0,00028	0,00025	0,00146
Agu	0,001	0,00019	0,00022	0,00141
Sep	0,00107	0,00015	0,00014	0,00136
Okt	0,00104	0,00015	0,00014	0,00133
Nov	0,0003	0,00012	0,00011	0,00053
Des	0,00022	0,00011	0,0001	0,00043
Total (m ³ /s)				0,00976

Sumber (Source) : Pengolahan data 2024 (*Data analysis 2024*)

G. Hasil Perhitungan Kebutuhan Air Lainnya di DAS Sampean Baru

1) Kebutuhan air pertanian

Distribusi air dari bangunan irigasi menuju daerah layanan harus terlebih dahulu dilakukan perencanaan menggunakan debit rencana awal sesuai dengan desain aset irigasi (Setiawan, Indarto, & Wahyungsih, 2019). Besarnya nilai kebutuhan air konsumtif pertanian dipengaruhi oleh nilai evaporasi, faktor jenis tanaman, dan pola pergiliran tanam pada lahan pertanian. DAS Sampean Baru

melayani 2 UPTD (Unit Pelaksana Teknis Daerah) yaitu UPTD Bondowoso dan UPTD Grujugan dengan total luas baku sawah layanan adalah 46.433 ha, yang terbagi menjadi 3 golongan jadwal tanam.

Perkebunan pisang *Cavendish* di tiga lokasi merupakan alih fungsi penggunaan lahan pertanian ke lahan perkebunan. Oleh karenanya terdapat perubahan nilai luasan lahan persawahan yang akan mempengaruhi nilai kebutuhan air pertanian. Perhitungan ini dilakukan dengan mempertimbangkan dua kondisi

yaitu sesudah dan sebelum adanya perkebunan pisang *Cavendish*. Hal ini bertujuan untuk mengetahui efek dari adanya perubahan lahan persawahan menjadi lahan perkebunan pisang *Cavendish* terhadap kondisi kebutuhan air di wilayah DAS Sampean Baru. Hasil perhitungan kebutuhan air pertanian di wilayah DAS Sampean Baru sesudah dan sebelum budidaya pada Tabel 15 menunjukkan bahwa kebutuhan air pertanian mengalami penurunan ketika dilakukan alih fungsi lahan dari lahan pertanian menjadi perkebunan pisang *Cavendish*. Hal ini dimungkinkan karena kebutuhan air untuk tanaman pisang lebih kecil dibandingkan dengan kebutuhan air pertanian akibat perbedaan jenis tanaman yang dibudidayakan.

Kebutuhan air domestik dipengaruhi oleh jumlah penduduk pada suatu wilayah dan tingginya aktivitas yang dilakukan.

Semakin tinggi jumlah penduduk dan semakin banyak aktivitas yang dilakukan maka kebutuhan air domestik akan semakin tinggi (Astuti, Sungkowo, & Kristantio, 2018; Utami, Geerling, Salami, Notodarmojo, & Ragas, 2024).

2) Kebutuhan air non domestik

Mengacu pada jumlah fasilitas pendidikan dan kesehatan di DAS Sampean Baru berdasarkan data BPS 2023, maka diperoleh kebutuhan air non domestik di DAS Sampean Baru. Kebutuhan air non domestik disajikan pada Tabel 17.

3) Kebutuhan air peternakan

Perhitungan kebutuhan air peternakan dilakukan dengan menggunakan data jumlah hewan ternak di wilayah DAS Sampean Baru diperoleh dari data BPS 2023. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 18.

Tabel (Table) 15. Hasil perhitungan kebutuhan air pertanian DAS Sampean Baru (m^3/d) (Calculation results of agricultural water needs for the Sampean Baru Watershed (m^3/s))

Bulan (Month)	Kebutuhan air sebelum budidaya pisang <i>Cavendish</i> (Water Requirements Before Cultivating <i>Cavendish</i> Bananas)	Kebutuhan air sesudah budidaya pisang <i>Cavendish</i> (Water Requirements After Cultivating <i>Cavendish</i> Bananas)
Jan	3,968	3,965
Feb	3,134	3,132
Mar	2,664	2,662
Apr	3,113	3,110
Mei	3,911	3,907
Jun	4,122	4,119
Jul	2,285	2,283
Agu	1,956	1,953
Sep	2,340	2,336
Okt	2,497	2,493
Nov	4,069	4,065
Des	3,593	3,589
Jumlah	37,651	37,614

Sumber (Sources): Pengolahan data 2024 (Data analysis 2024)

Tabel (Table) 16. Hasil perhitungan kebutuhan air domestik DAS Sampean Baru (*Results of calculations of domestic water needs in the Sampean Baru Watershed*)

No	Kecamatan (District)	*Jumlah Penduduk (Total population) (Jiwa)	Standar Kebutuhan Air (Water Requirement Standards) (lt/orang/hari)	**Kebutuhan Air Domestik (Domestic Water Needs) (lt/hari)	**Kebutuhan Air Domestik(Domestic Water Needs) (m ³ /detik)
1	Grujugan	37.540	60	2.252.400	0,0260694
2	Sukosari	15.581	60	934.860	0,0108201
3	Wringin	40.068	60	2.404.080	0,027825
4	Tamanan	38.848	60	2.330.880	0,0269778
5	Tapen	34.115	60	2.046.900	0,023691
6	Pakem	23.385	60	1.403.100	0,0162396
7	Maesan	48.361	60	2.901.660	0,033584
8	Pujer	40.167	60	2.410.020	0,0278938
9	Tegalampel	26.409	60	1.584.540	0,0183396
10	Wonosari	39.876	60	2.392.560	0,0276917
11	Curahdami	33.380	60	2.002.800	0,0231806
12	Tlogosari	45.879	60	2.752.740	0,0318604
13	Tenggarang	43.050	60	2.583.000	0,0298958
14	Bondowoso	77.263	60	4.635.780	0,0536549
15	Klabang	18.316	60	1.098.960	0,0127194
Total					0,3904431

Sumber (Source) : *BPS Kabupaten Bondowoso 2023 (*Central Bureau of Statistics Bondowoso District 2023*) **
Pengolahan data 2024 (*Data analysis 2024*)

Tabel (Table) 17. Kebutuhan air non domestik DAS Sampean Baru (*Non-domestic water needs of the Sampean Baru watershed*)

No	Jenis Kebutuhan (Types of Needs)	*Jumlah Fasilitas / Sekolah (Number of Facilities/ Schools)	*Jumlah Kebutuhan (siswa/ bed/ unit) (Number of Needs)	Standar Kebutuhan Air (Water Requirement Standards) (L/hari)	**Kebutuhan Air (Water Needs) (m ³ /detik)
1	Fasilitas Pendidikan	300	32.753	10	0,080062
2	Rumah Sakit	5	1.280	300	0,004444
3	Puskesmas	26	26	2000	0,0006019
Kebutuhan air total (m ³ /dtk)					0,085108

Sumber (Source) : *BPS Kabupaten Bondowoso 2023 (*Central Bureau of Statistics Bondowoso District 2023*) **
Pengolahan data 2024 (*Data analysis 2024*)

Tabel (Table) 18. Kebutuhan air peternakan di DAS Sampean Baru (*Water needs for livestock in the Sampean Baru watershed*)

No	Jenis ternak (livestock)	Kebutuhan air (l/hr/ekor)	*Jumlah Ternak (ekor)	**Jumlah kebutuhan air (l/hr)	**Jumlah kebutuhan air (m ³ /dtk)
1	Sapi Perah	40	19	760	0,00001
2	Sapi Potong	40	36.428	1.457.120	0,01686
3	Kuda	40	447	17.880	0,00021
4	Kambing	5	21.867	109.335	0,00127
5	Domba	5	25.257	126.285	0,00146
6	Kelinci	5	6.235	31.175	0,00036
7	Ayam Buras	0,6	33.234.2	199.405,20	0,00231
8	Ayam Petelur	0,6	72.175	43.305	0,0005
9	Ayam Daging	0,6	127.300	76.380	0,00088
10	Itik	0,6	54.586	32.751,60	0,00038
Total					0,07235

Sumber (Source) : *BPS Kabupaten Bondowoso 2023 (*Central Bureau of Statistics Bondowoso District 2023*) **
Pengolahan data 2024 (*Data analysis 2024*)

H. Hasil Perhitungan Neraca Air DAS Sampean Baru

Perhitungan neraca air DAS Sampean Baru dilakukan sebelum dan sesudah adanya kegiatan perkebunan pisang *Cavendish* oleh PT. XYZ. Informasi ini dapat menyajikan informasi pengaruh perkebunan mitra tani terhadap kondisi neraca air di DAS Sampean Baru. Hasil perhitungan neraca air disajikan pada Tabel 19 dan Tabel 20.

Neraca air pada Gambar 4 dan 5 menunjukkan kedua kondisi sebelum dan sesudah adanya budidaya pisang *Cavendish* oleh PT. XYZ. Neraca air mengalami surplus pada semua bulan. Kondisi surplus tertinggi pada bulan Februari dan surplus terendah terjadi pada bulan Oktober. Kesamaan kondisi dimungkinkan karena kebutuhan air pada tanaman pisang yang tidak terlalu besar

sehingga tidak berpengaruh secara signifikan pada kondisi kebutuhan air DAS Sampean Baru.

Kondisi surplus mengalami peningkatan dari sebelum dan sesudah adanya perkebunan pisang *Cavendish*. Kondisi ini disebabkan karena berdasarkan Tabel 16 terjadi penurunan nilai kebutuhan air pertanian akibat adanya perubahan fungsi lahan pertanian menjadi perkebunan. Hal ini yang kemudian berpengaruh pada peningkatan nilai surplus pada neraca air DAS Sampean Baru.

Berdasarkan kondisi neraca air yang mengalami surplus pada semua bulan tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa 3 lokasi perkebunan pisang *Cavendish* oleh PT. XYZ berada diwilayah yang sesuai dan mendukung untuk tetap dilakukan budidaya.

Tabel (Table) 19. Perhitungan neraca air DAS Sampean Baru sebelum budidaya pisang *Cavendish* (Calculation of the water balance of the Sampean Baru watershed before cultivating *Cavendish* bananas)

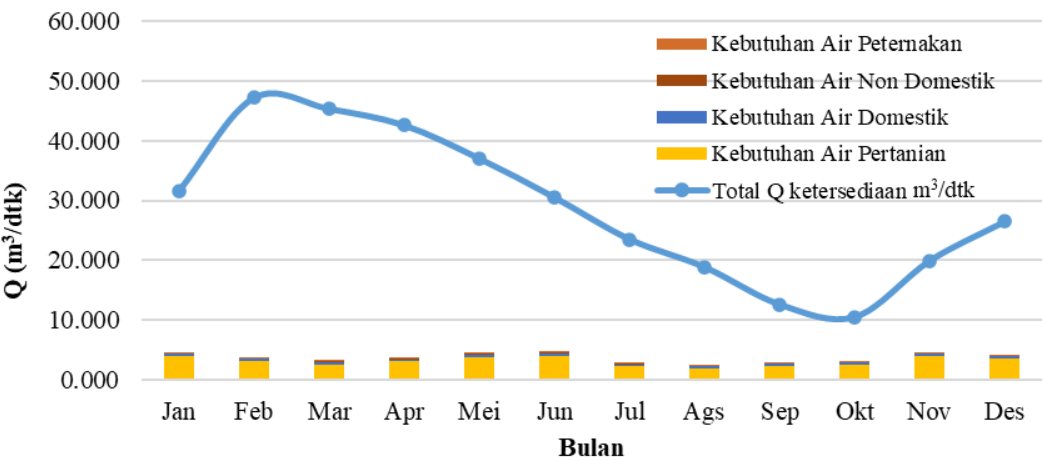
Komponen (Component)	Bulan (Month) (m ³ /detik)											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
Ketersediaan air (Water availability)												
Total Q ketersediaan (m ³ /dtk)	31,5	47,2	45,3	42,6	37,0	30,5	23,5	18,8	12,6	10,5	19,9	26,5
Q 80(Hujan Aliran)	31,5	47,2	45,3	42,6	37,0	30,5	23,5	18,8	12,6	10,5	19,9	26,5
Kebutuhan air (Water needs)												
Total Q kebutuhan air (m ³ /dtk)	4,52	3,68	3,21	3,66	4,46	4,67	2,83	2,50	2,89	3,05	4,62	4,14
Kebutuhanair irigasi	3,97	3,13	2,66	3,11	3,91	4,12	2,28	1,96	2,34	2,50	4,07	3,59
Kebutuhan air domestik	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39
Kebutuhan Air non domestik	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
Kebutuhan air peternakan	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
Neraca Air												
Neraca Air	26,98	43,49	42,14	38,95	32,58	25,87	20,68	16,34	9,70	7,44	15,32	22,35
Status Neraca Air	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S

Sumber (Source): Pengolahan data 2024 (Data analysis 2024)

Tabel (Table) 20. Perhitungan neraca air DAS Sampean Baru setelah budidaya pisang Cavendish (Calculation of the water balance of the Sampean Baru watershed after cultivating Cavendish bananas)

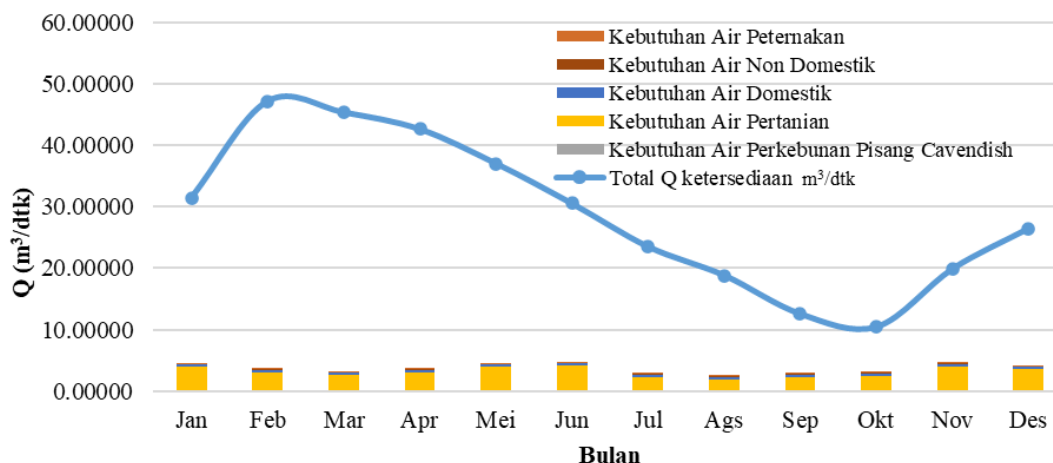
Komponen (Component)	Bulan (Month) (m ³ /detik)											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
Ketersediaan air (Water availability)												
Total Q ketersediaan (m ³ /dtk)	31,49	47,17	45,35	42,61	37,04	30,54	23,52	18,84	12,59	10,49	19,94	26,49
Q 80(Hujan Aliran)	31,49	47,17	45,35	42,61	37,04	30,54	23,52	18,84	12,59	10,49	19,94	26,49
Kebutuhan Air (Water needs)												
Total Q kebutuhan air (m ³ /dtk)	4,51	3,68	3,21	3,66	4,46	4,67	2,83	2,50	2,89	3,04	4,61	4,14
Kebutuhan air perkebunan pisang PT.NSA	0,0004	0,0005	0,0004	0,0005	0,0006	0,0008	0,0015	0,0014	0,0014	0,0013	0,0005	0,0004
Kebutuhan air irigasi	3,96	3,13	2,66	3,11	3,91	4,12	2,28	1,95	2,34	2,49	4,07	3,59
Kebutuhan air domestik	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39
Kebutuhan air non domestik	0,085	0,085	0,085	0,085	0,085	0,085	0,085	0,085	0,085	0,085	0,085	0,085
Kebutuhan air peternakan	0,072	0,072	0,072	0,072	0,072	0,072	0,072	0,072	0,072	0,072	0,072	0,072
Neraca air (Water balance)												
Neraca Air	26,98	43,49	42,14	38,95	32,58	25,87	20,68	16,34	9,70	7,44	15,32	22,35
Status Neraca Air	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S

Sumber (Source): Pengolahan data 2024 (Data analysis 2024)



Gambar(Figure) 4. Grafik neraca air DAS Sampean Baru sebelum budidaya tanaman Pisang Cavendish PT.XYZ (Graph of the water balance of the Sampean Baru Watershed before the cultivation of Cavendish banana plants PT. XYZ)

Sumber (Source): Pengolahan data 2024 (Data analysis 2024)



Gambar(Figure) 5. Grafik Neraca Air DAS Sampean Baru Setelah Budidaya Tanaman pisang *Cavendish* PT. XYZ
(Sampean Baru Watershed water balance graph after cultivating Cavendish banana plants PT. XYZ)

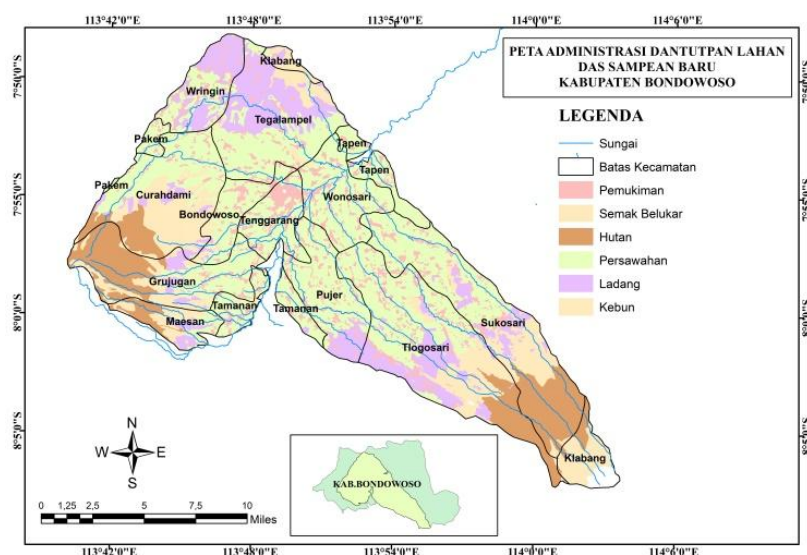
Sumber (Source): Pengolahan data 2024 (Data analysis 2024)

I. Rekomendasi Perencanaan Kegiatan Pengembangan Perkebunan Pisang *Cavendish* PT. XYZ

Neraca air pada DAS Sampean Baru berdasarkan hasil perhitungan pada Gambar 4 dan 5 menghasilkan kondisi surplus pada semua bulan. Hal tersebut dapat disimpulkan bahwa saat ini dengan total luasan perkebunan PT. XYZ sebesar 2,91 ha ketersediaan air untuk perkebunan pisang masih sangat mencukupi. Namun perlu diketahui bahwa pengembangan perkebunan pisang *Cavendish* oleh PT. XYZ akan terus dilakukan agar kuantitas produksi buah pisang *Cavendish* semakin meningkat. Berdasarkan hal tersebut maka perencanaan kegiatan pengembangan perkebunan pisang *Cavendish* oleh PT. XYZ perlu memperhatikan kemungkinan perubahan kondisi neraca air selama

proses pengembangan. Perencanaan dilakukan dengan menghitung kondisi *water balance* DAS Sampean Baru yang secara optimal dapat mendukung pengembangan perkebunan pisang *Cavendish*.

Asumsi penambahan lokasi dilakukan dengan memanfaatkan lahan non pertanian berdasarkan pada kondisi tutupan lahan (Gambar 6). Hal ini untuk mencegah adanya alih fungsi lahan pertanian menjadi non pertanian yang akan mengakibatkan dampak pada ketersediaan bahan pangan. Semakin berkurang lahan sawah maka semakin berkurang ketersediaan bahan pangan yang dibutuhkan masyarakat (Habibatussolikhah, Darsono, & Ani, 2017; Barchia, Budianta, Sulistyono, Hardiansyah, Suhartoyo, & Novanda, 2022). Data luasan tutupan lahan di wilayah DAS Sampean Baru dapat dilihat pada Gambar 6 dan Tabel 21.



Gambar(Figure) 6. Peta tutupan lahan DAS Sampean Baru.

Sumber (Source): Pengolahan data 2024 (Data analysis 2024)

Tabel (Table) 21. Sebaran penutupan lahan DAS Sampean Baru (Land cover distribution of the Sampean Baru Watershed)

No	Jenis Penutupan Lahan (Land cover)	Luas (Area) (ha)	%
1	Persawahan	27.328,03	44,73
2	Ladang	8.632,30	14,13
3	Pemukiman	6.709,99	10,98
4	Semak Belukar	4.715,99	7,72
5	Hutan	7.494,42	12,27
6	Kebun	6.212,56	10,17
Total Luas DAS		61.093,30	100

Sumber (Source) : Ina-Geoportal Indonesia (2023)

Potensi lahan untuk wilayah pengembangan perkebunan pisang *Cavendish* adalah lahan ladang dan lahan kebun. Lahan kebun pada jenis penutupan lahan merupakan akumulasi luasan semua jenis perkebunan yang ada di wilayah DAS Sampean Baru. Perhitungan untuk mengetahui luasan maksimal pengembangan perkebunan pisang terhadap kondisi neraca air dapat dilihat pada Tabel 22. Hasil perhitungan neraca air setelah dilakukan kegiatan perencanaan pada Tabel 23.

Hasil neraca air DAS Sampean Baru mengalami kondisi *balance* pada penambahan luas lahan perkebunan sebanyak 385% atau 21,66% dari luas DAS

Sampean Baru dengan luas lahan 13.230,24 ha. Perubahan kondisi tutupan lahan DAS Sampean Baru setelah dilakukan kegiatan rekomendasi adalah sebagai seperti pada Tabel 24. Nilai kebutuhan air untuk perkebunan pisang pada Tabel 23 juga mengalami peningkatan yang signifikan dikarenakan adanya penambahan lokasi perkebunan yang menyebabkan jumlah populasi tanaman pisang semakin bertambah, sehingga nilai kebutuhan air untuk tanaman juga ikut meningkat, sementara pada kebutuhan air petanian tidak terjadi perubahan nilai kebutuhan air dikarenakan tidak terjadi penambahan lahan pertanian yang dilakukan.

Tabel (Table) 22. Kebutuhan air perkebunan pisang *Cavendish* berdasarkan pengembangan perkebunan di DAS Sampean Baru terhadap kondisi neraca air (*Water requirements for Cavendish banana plantations are based on plantation development in the Sampean Baru watershed and water balance conditions.*)

Penam- ban Luasan	Luas (ha)	Kebutuhan Air Tanaman <i>Pisang Cavendish</i> (m³/dtk)												Total Kebutuhan <i>Pisang Cavendish</i> Tahunan (m³/dtk)
		Bulan												
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des	
Kondisi Awal	2,91	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
10%	343,64	0,04	0,05	0,05	0,06	0,07	0,09	0,17	0,18	0,20	0,19	0,06	0,04	1,20
20%	687,29	0,08	0,10	0,10	0,12	0,14	0,17	0,34	0,37	0,39	0,39	0,11	0,08	2,40
30%	1030,93	0,12	0,16	0,16	0,17	0,21	0,26	0,52	0,55	0,59	0,58	0,17	0,12	3,60
40%	1374,57	0,16	0,21	0,21	0,23	0,28	0,35	0,69	0,74	0,79	0,77	0,22	0,16	4,81
50%	1718,21	0,20	0,26	0,26	0,29	0,35	0,43	0,86	0,92	0,99	0,96	0,28	0,20	6,01
60%	2058,95	0,24	0,31	0,31	0,35	0,41	0,52	1,03	1,11	1,18	1,16	0,33	0,24	7,20
70%	2405,50	0,28	0,36	0,37	0,41	0,48	0,60	1,21	1,29	1,38	1,35	0,39	0,28	8,41
80%	2749,14	0,32	0,42	0,42	0,47	0,55	0,69	1,38	1,48	1,58	1,54	0,45	0,32	9,61
90%	3092,78	0,36	0,47	0,47	0,52	0,62	0,78	1,55	1,66	1,78	1,74	0,50	0,36	10,81
100%	3436,43	0,40	0,52	0,52	0,58	0,69	0,86	1,72	1,84	1,97	1,93	0,56	0,40	12,01
200%	6872,85	0,81	1,04	1,04	1,17	1,38	1,73	3,45	3,69	3,95	3,86	1,12	0,80	24,03
250%	8591,07	1,01	1,30	1,30	1,46	1,73	2,16	4,31	4,61	4,93	4,82	1,39	1,01	30,03
300%	10306,37	1,21	1,56	1,56	1,75	2,08	2,59	5,17	5,53	5,92	5,78	1,67	1,21	36,03
350%	12027,49	1,41	1,82	1,83	2,04	2,42	3,02	6,04	6,46	6,90	6,75	1,95	1,41	42,05
360%	12371,13	1,45	1,87	1,88	2,10	2,49	3,11	6,21	6,64	7,10	6,94	2,01	1,45	43,25
380%	13058,42	1,53	1,97	1,98	2,22	2,63	3,28	6,55	7,01	7,50	7,33	2,12	1,53	45,65
385%	13230,24	1,55	2,00	2,01	2,24	2,67	3,32	6,64	7,10	7,59	7,43	2,15	1,55	46,25
400%	13745,70	1,61	2,08	2,09	2,33	2,77	3,45	6,90	7,38	7,89	7,72	2,23	1,61	48,05

Sumber (Source): Pengolahan data 2024 (*Data analysis 2024*)

Tabel (Table) 23. Perhitungan neraca air DAS Sampean Baru setelah perencanaan (*Calculation of the water balance of the Sampean Baru watershed after planning*)

Komponen (Component)	Bulan (Month) (m ³ /detik)											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
Ketersediaan Air (<i>Water availability</i>)												
Total Q ketersediaan (m ³ /dtk)	31,5	47,2	45,3	42,6	37,0	30,5	23,5	18,8	12,6	10,5	19,9	26,5
Q 80 (Hujan aliran)	31,5	47,2	45,3	42,6	37,0	30,5	23,5	18,8	12,6	10,5	19,9	26,5
Kebutuhan Air (<i>Water needs</i>)												
Total Q kebutuhan air (m ³ /dtk)	6,1	5,7	5,2	5,9	7,1	8,0	9,5	9,6	10,5	10,5	6,8	5,7
Kebutuhan air perkebunan pisang Mitra Tani PT.XYZ	1,55	2,00	2,01	2,24	2,67	3,32	6,64	7,10	7,59	7,43	2,15	1,55
Kebutuhan air irigasi	3,96	3,13	2,66	3,11	3,91	4,12	2,28	1,95	2,34	2,49	4,07	3,59
Kebutuhan air domestik	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39
Kebutuhan air non domestik	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
Kebutuhan air peternakan	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
Neraca Air (<i>Water balance</i>)												
Neraca Air	25,42	41,49	40,13	36,71	29,92	22,55	14,05	9,24	2,11	0,00	13,18	20,80
Status Neraca Air	S	S	S	S	S	S	S	S	S	D	S	S

Sumber (Source): Pengolahan data 2024 (*Data analysis 2024*)

Tabel (Table) 24. Perubahan luasan tutupan lahan DAS Sampean Baru setelah perencanaan pengembangan pisang *Cavendish* di wilayah DAS Sampean Baru (*Changes in the land cover area of the Sampean Baru watershed after planning the development of Cavendish bananas in the Sampean Baru watershed area*)

No	Jenis Penutupan Lahan (<i>Land cover</i>)	Luas (Area) (ha)	%	Luas Perubahan Lahan (<i>Changes in Land Area</i>)	Kondisi Perubahan (<i>Conditions of Change</i>)
1	Perkebunan Pisang	13.230,24	21,66	13.227,33	Bertambah
2	Persawahan	27.325,12	44,73	0	Tetap
3	Ladang	1.617,54	2,65	-7.014,77	Berkurang
4	Pemukiman	6.709,99	10,98	0	Tetap
5	Semak Belukar	4.715,99	7,72	0	Tetap
6	Hutan	7.494,42	12,27	0	Tetap
7	Kebun	0	0	-6.212,56	Berkurang
Total		61093,3	100	0	

Sumber (Source): Pengolahan data 2024 (*Data analysis 2024*)

Neraca air DAS mengalami kondisi *balance* yaitu pada bulan Oktober pada saat lahan perkebunan pisang memiliki luasan 13.230,24 ha atau 21,66 % dari total luas DAS Sampean Baru, sehingga perluasan lahan diharapkan tidak melebihi dari 13.230,24 ha. Perluasan dilakukan dengan memanfaatkan tutupan lahan kebun yang ada pada DAS Sampean Baru. Perlu diketahui bahwa kondisi ini merupakan kondisi optimal yang dimungkinkan akan mempengaruhi kondisi neraca air DAS Sampean Baru, sehingga untuk mengantisipasi kemungkinan adanya perubahan pada nilai kebutuhan air lainnya yang berada di wilayah DAS Sampean Baru akan lebih baik jika perluasan dilakukan tidak lebih dari 50% dari pengembangan lahan optimal hasil perhitungan.

IV. KESIMPULAN

Total ketersediaan air pada DAS Sampean Baru adalah 346,06 m³/s berdasarkan nilai total debit andalan 80% pada semua bulan. Nilai total kebutuhan air untuk perkebunan pisang *Cavendish* PT. XYZ yang harus terpenuhi saat ini adalah 0,00976 m³/s (Tabel 14).

Berdasarkan perhitungan selisih ketersediaan air dan kebutuhan air didapatkan kondisi neraca air pada DAS Sampean Baru mengalami surplus pada semua bulan. Kondisi ini terjadi sebelum maupun sesudah budidaya tanaman pisang *Cavendish*. Total surplus yang dihasilkan 301,86 m³/s dengan total kebutuhan air untuk peruntukan pertanian, domestik, non-domestik, peternakan adalah sebesar 44,189 m³/s. Berdasarkan perhitungan perencanaan pengembangan perkebunan pisang *Cavendish* neraca air DAS Sampean Baru akan mengalami kondisi *balance* ketika pengembangan lahan pisang *Cavendish* dilakukan hingga luas lahan optimal 13.230,24 ha (21,66%) dari total luasan DAS Sampean Baru dengan penambahan lokasi dilakukan dengan memanfaatkan 6.212,56 ha lahan kebun dan 7.014,77 ha lahan ladang. Sehingga perluasan lahan perkebunan pisang *Cavendish* oleh PT. XYZ tidak dianjurkan melebihi batas optimal.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada PT. XYZ dan mitra budidaya pisang *Cavendish* yang bersedia membantu

dalam penyediaan data penelitian; Civitas akademika Fakultas Teknologi Pertanian terkait penyediaan fasilitas penelitian, dan mitra bestari Jurnal Penelitian dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai yang telah memberikan saran dan masukan sehingga penyajian hasil penelitian ini semakin baik.

KONTRIBUSI

EN berkontribusi pada desain penelitian dan penyiapan manuskrip artikel. IA berkontribusi dalam penetapan *tools* riset, analisis data, dan pembahasan dalam manuskrip artikel. HE berkontribusi terhadap pengolahan data dan metode *sampling*. HS berkontribusi dalam pengumpulan data, pengolahan data, dan penulisan manuskrip artikel. HA berkontribusi di pembahasan manuskrip artikel dan analisis data lanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Astuti, F. A., A. Sungkowo, & W. A. D. Kristanto. (2018). Analisis Kebutuhan Air Domestik dan Non Domestik di Kabupaten Gunungkidul. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*. 10(2):139–146.
<http://doi.org/10.29244/jsil.3.3.121-132>
- Anderson, G. Ray. & French, N. A. (2019). Crop Evapotranspiration. *Agronomy*. 9(10):6-8:
<http://doi.org/10.3390/agronomy9100614>
- Barchia, M. F., Budianta, D., Sulisty, B., Hardiansyah, D., Suhartoyo, H. & Novanda, R. R. (2022). Land Use Change Threat to Paddy Cultivation Sustainability on the Irrigated Rice Fields in Bengkulu Province, Indonesia. *Indonesian Journal of*

Geography. 54(3): 389-395.
<https://doi.org/10.22146/ijg.73304>

- Chiarelli, D. D., Passera, C., Rosa, L., Davis, K. F., D’Odorico, P. & Rulli, M. C. (2020). The Green and Blue Crop Water Requirement WATNEEDS model and Its Global Gridded Outputs. *Scientific Data*. 7(273): 523.
<https://doi.org/10.6084/m9.figshare.12706523>
- Crouch, M. L., Jacobs, H. E. & Speight, V. L. (2021). Defining Domestic Water Consumption Based on Personal Water Use Activities. *AQUA - Water Infrastructure, Ecosystems and Society*. 70(7): 1002–1011.
<https://doi.org/10.2166/aqua.2021.056>
- Fausan, A., Setiawan, B. I., Arif, C. & Saptomo, K. S. (2021). Analisa Model Evaporasi dan Evapotranspirasi Menggunakan Pemodelan Matematika pada Visual Basic di Kabupaten Maros. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*. 5(3):179-196.
<http://doi.org/10.29244/jsil.5.3.179-196>
- Habibatussolikha, A., Darsono, D. & Ani, S. (2017). Analisis Faktor Yang Mempengaruhi Alih Fungsi Lahan Sawah Ke Non Sawah Di Kabupaten Sleman Daerah Istimewa Yogyakarta. *SEPA: Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian dan Agribisnis*. 13(1):22.
<https://doi.org/10.20961/sepa.v13i1.14232>
- Hidayat, A. M., Mulyo, A. P., Azani, A. A., Aofany, D., Nadiansyah, R., & Rejeki, H. A. (2018). Evaluasi Ketersediaan Sumber Daya Air Berbasis Metode Neraca Air Thornwhite Matter Untuk Pendugaan Surplus dan Defisit di Pulau Jawa. *Prosiding SNFA (Seminar Nasional Fisika dan Aplikasinya)*.

- 3(4):35.
<https://doi.org/10.20961/prosidingsnfa.v3i0.28506>
- Jayanti, M., Sabar, A., Ariesyday, H. D., Marselina, M. & Qadafi, M. (2023). A Comparison of Three Water Discharge Forecasting Models for Mansoon Climate Region: A Case Study in Cimanuk-Jatigede Watershade Indonesia. *Water Cycle*. 4(2023): 17-25.
<https://doi.org/10.1016/j.watcyc.2023.01.002>
- Juliawan, I. G. N., Tika, I. W. & Arthawan, I. G. K. A. (2021). Optimasi Pemenuhan Kebutuhan Air Irigasi pada Budidaya Tanaman Pisang di PT. Nusantara Segar Abadi Jembrana-Bali. *Jurnal BETA (Biosistem dan Teknik Pertanian)*. 10(2):226.
<http://doi.org/10.24843/jbeta.2022.v10.i02.p03>
- Kementerian Pertanian Republik Indonesia.(2014).*Outlook Komoditi Pisang*.Pusat Data dan Sistem Infomasi Pertanian Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian, Jakarta.
- Kurniawan, R., Hadiani, R. & Setiono.(2017). Mengisi Data Hujan Dengan Metode Autoregressive dan Metode Reciprocal Dengan Pengujian Debit Kala Ulang (Studi Kasus di DAS Bangkalan).*e-jurnal Materiks Teknik Sipil*. 5(4): 1315-1323.
<https://doi.org/10.20961/mateksi.v5i4>.
- Maigiska, N., Nurhayati, & Umar. (2018). Analisi Kebutuhan Air Tanaman Untuk Kebun Campuran Pada Daerah Tangkapan Air Pari Pati Di Daerah Rawa Punggur Besar. *Jurnal Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Tanjungpura*. 5(3):1-7.
- Mal, S. & Sen, S. (2025). Optimizing Agricultural Water Use: Crop Water Requirement and Irrigation Scheduling of Tomato & Soybean Using FAO CropWat 8.0 Model in Chandrapur District, Maharashtra, India. *Next Research*. 2(3): 100529.
<https://doi.org/10.1016/j.nexres.2025.100529>
- Masruroh, S., Suhartanto, E. & Harisuseno, D. (2022). Perbandingan Metode Alih Ragam Hujan Menjadi Debit dengan Fj. Mock dan Neraca di Sub Das Amprong Kabupaten Malang. *Jurnal Teknologi Dan Rekayasa Sumber Daya Air*. 2(2):325.
<http://doi.org/10.21776/ub.itresda.2022.002.02.26>
- Monica, M., Muliadi, M., & Adriat, R. (2022). Penentuan Jenis Distribusi Probabilitas dan Intensitas Curah Hujan di Pulau Kalimantan. *Jurnal Prima Fisika*. 10(1):1-109.
<http://doi.org/10.26418/pf.v10i1.62642>
- Panigrahi, P., Raychaudhuri, S., Thakur, A. K., Nayak, A. K., Sahu, P., Ambast, S. K. (2019). Automatic Drip Irrigation Scheduling Effects on Yield and Water Productivity of Banana. *Scientia Horticulturae*. 257(17): 108677.
<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108677>
- Pradana, A. & Hendrasari. R. S. (2021). Analisis Neraca Air pada Sub Daerah Aliran Sungai Code Yogyakarta. *PROKONS Jurusan Teknik Sipil*. 15(1):8.
<http://doi.org/10.33795/prokons.v15i1.276>
- Pudyastuti, P. & Musthofa. R.(2020). Analisa Distribusi Curah Hujan Harian Maksimum di Stasiun Pengukur Hujan Terpilih di Wilayah Klaten Periode 2008-2018.*Jurnal Dinamika Teknik Sipil: Majalah Ilmiah Teknik Sipil*.13(1):10-15.

- <http://doi.org/10.23917/dts.v13i1.1.1589>
- Saidi, C. A., Umar, & Nurhayati. (2021). Pengaruh tingkat konsistensi dan korelasi data curah hujan terhadap kerapatan stasiun hujan di das landak. *Jurnal Teknik Kelautan, PWK, Sipil, dan Tambang*. 8(1):1–7. <http://dx.doi.org/10.26418/jelast.v8i1.45988>
- Setiawan, E., Indarto, I. & Wahyuningsih, S. (2019). Analisis Neraca Air Pertanian di Sub DAS Rawatamtu (Analysis of agricultural water balance in Rawatamtu sub-watershed). *Jurnal Penelitian Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. 3(2):175-194. <https://doi.org/10.20886/jppdas.2019.3.2.175-194>
- Susanawati, L. & Suharto, B. (2018). Kebutuhan Air Tanaman untuk Pendjadwalan Irigasi pada Tanaman Jeruk Keprok 55 di Desa Selorejo Menggunakan Cropwat 8.0. *Jurnal Irigasi*. 12(2):109-118. <http://doi.org/10.31028/ji.v12.i2.109-118>
- Sutrisno, A. J., Kaswanto, & H. S. Arifin. (2020). Prediction and Correlation Analysis Between Water Discharge and Rainfall in Ciliwung River, Bogor City. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*. 10(1):25–33. <http://doi.org/10.29244/jpsl.10.1.25-33>
- Syahputra, B. P., Sidik, D. F. Akbar, H. Ayomi, M. R. & Sagita, N. (2022). Perbandingan Uji Homogenitas Periode 30 tahun Data Suhu Rata - Rata & Kelembapan Udara sebagai Representasi Analisis Trend Iklim. *Prosiding: Konferensi Nasional Matematika Dan IPA Universitas PGRI Banyuwangi*. 2(1):284–292.
- Utami, R. R., Geerling, G. W., Salami, I. R. S., Notodarmojo, S. & Ragas, Ad. M. J. (2024). Mapping Domestic Water Use to Quantify Water-Demand and Water-Related Contaminant Exposure in a Peri-Urban Community, Indonesia. *International Journal Environmental Health Research*. 34(1): 625-638. <https://doi.org/10.1080/09603123.2022.2163986>
- Wiliya, W. (2022). Pemodelan Hujan-Debit Menggunakan Model Hec-Hms di Das Bengawan Solo Hulu. *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*. 20(2):193. <https://doi.org/10.12962/j2579-891x.v20i2.11915>
- Zhang, Y., Wu, Z., Singh, V. P., Su, Q., He, H., Yin, H., Zhang, Y. & Wang, F. (2021). Simulation of Crop Water Demand and Consumption Considering Irrigation Effects Based on Coupled Hydrology-Crop Growth Model. *Journal of Advances in Modeling Earth Systems*. 13(11): e2020MS002360. <https://doi.org/10.1029/2020MS002360>
- Zubelzu, S., Panigrahi, N., Thompson, A. J. & Knox, J. W. (2022). Modelling Water Fluxes to Improve Banana Irrigation Scheduling and Management in Magdalena, Colombia. *Irrigation Science*. 41(2023): 69–79. <https://doi.org/10.1007/s00271-022-00818-7>

Halaman ini sengaja dikosongkan