



Research Article

## Analisis Ketersediaan dan Kebutuhan Air Sub DAS Rupit Menggunakan *Remote Sensing* dan GIS

Nurhikmawaty<sup>1</sup>, Dinar Dwi Anugerah Putranto<sup>1,\*</sup>, dan Febrina Hadinata<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya, Palembang, Indonesia

Received: 19 January 2024, Accepted: 23 May 2024, Published: 10 June 2024

### Abstract

The water balance of a river basin is crucial for estimating water availability to meet current and future domestic and economic water demand and supply. Parameters such as rainfall, temperature, evapotranspiration, deficit, and surplus soil water content determine the water availability of a river basin (DAS), influenced by factors like land use, soil type, seasonal variations, and other environmental factors. This research aims to estimate the water balance of the Rupit sub-watershed using the FJ Mock model. The Sentinel 1 image of the area was processed to produce a land use map. GIS modeling generated maps of rainfall, land use, soil, slope, morphometry catchment, excess moisture, evapotranspiration, and surface run-off. The analysis reveals that the highest rainfall and evapotranspiration occur in January, while other months average around 56 - 66 mm per month. Excess water during the wet months (November-March) leads to flooding, damaging infrastructure such as residential buildings, roads, and bridges. Conversely, April-October experiences water shortages. The annual weighted watershed deficit is 46.6 mm, with almost no surplus detected. Rainfall run-off simulations demonstrate significant and coherent watershed responses to rainfall patterns. Due to low rainfall and soil moisture levels from preceding months, March exhibits the highest discharge at 15.35 m<sup>3</sup>/s, with a run-off coefficient of 0.863.

© 2024 published by Sriwijaya University

**Keywords:** water balance, water surplus, deficit, run-off.

## 1. PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Pada umumnya, meningkatnya perekonomian, urbanisasi, perubahan iklim dan peningkatan populasi menyebabkan tekanan pada penggunaan lahan dan perubahan tutupan lahan, yang berdampak sebaliknya pada ketersediaan air di daerah aliran sungai. Namun sebaliknya penurunan kualitas perekonomian suatu daerah pedesaan atau kota kecil, dapat menyebabkan penurunan kualitas pemanfaatan lahan dan kualitas ketersediaan air, disebabkan karena terjadinya perambahan hutan, yang dimanfaatkan untuk meningkatkan perekonomian penduduk, melalui penambangan liar. Perubahan tampungan air suatu DAS sangat ditentukan oleh komponen hidrologi seperti curah hujan, evapotranspirasi, limpasan total, limpasan permukaan, aliran dasar dan infiltrasi air tanah [1]. Komponen hidrologi tersebut bervariasi pada penggunaan lahan yang berbeda dan seiring dengan perubahan penggunaan lahan. Dampak negatif

perubahan tutupan lahan sebagian besar terkait dengan urbanisasi dan industrialisasi. Namun demikian perubahan pemanfaatan lahan juga disebabkan karena perambahan hutan yang dimanfaatkan untuk penambangan liar, yang semakin intensif akibat tidak adanya pertumbuhan ekonomi maupun kualitas pendidikan masyarakat yang memadai [2]. Peningkatan perubahan pemanfaatan lahan sebesar 22,2 % di daerah perbukitan yang kedap air pada sub DAS Rupit, Musi Rawas Utara antara tahun 2010-2023, mengakibatkan peningkatan rata-rata limpasan tahunan sebesar 70 % [3]. Peningkatan limpasan permukaan pada daerah aliran sungai Rupit merupakan akibat dari penambangan liar di daerah hulu maupun perluasan izin pembukaan perkebunan Sawit. Sementara terjadi peningkatan banjir, dan peningkatan evapotranspirasi pada lahan pertanian yang mengalami alih fungsi lahan yang pesat. Sumber utama air untuk keperluan rumah tangga dan pertanian di Kabupaten Musi Rawas Utara defisit lebih cepat dibandingkan pengisian kembali

air pada akuifer pada sub DAS Rawas [2]. Studi perubahan penggunaan lahan menggunakan citra Landsat (1995 dan 2005) serta Satelit SPOT yang diambil pada tahun 2017 dengan model hidrologi MIKE SHE di daerah aliran sungai Lematang, hasil analisis menunjukkan peningkatan total limpasan (5,5%) dan aliran permukaan (24,8%) akibat perubahan penggunaan lahan yang dominan adalah perambahan hutan [4]. Neraca Air menjadi sangat penting mengingat kebutuhan domestik dan ekonomi serta ketersediaan air di daerah aliran sungai.

Secara sederhana, neraca air merupakan suatu kegiatan perancangan yang mengakses proporsi curah hujan yang terjadi pada daerah aliran sungai, evapotranspirasi, dan drainase atau pengisian ulang air tanah [5]. Estimasi ketersediaan air sangat penting untuk memenuhi permintaan dan pasokan untuk irigasi, penggunaan domestik dan kegiatan lainnya pada saat ini dan masa depan [6]. Neraca air, yang menghitung ketersediaan air kebutuhan air pada daerah tangkapan air, merupakan cara lain untuk memahami kondisi hidrologi dan fungsi ketersediaan air pada suatu DAS [7]. Model FJ Mock adalah model yang paling umum digunakan untuk memahami dan menganalisis neraca air suatu DAS. Kesederhanaan formula dan ketersediaan data suhu dan hujan dalam jangka waktu lama di banyak stasiun menjadi alasan utama penggunaannya secara luas.

Ada dua faktor utama yang mengubah siklus hidrologi dan menyebabkan perubahan ketersediaan air yaitu perubahan penggunaan lahan dan perubahan variabel iklim seperti suhu, penguapan dan curah hujan [8]. Sumber daya air di suatu wilayah dapat di analisa dengan menghitung neraca air. Dimana neraca air merupakan hubungan antara masukan air total dengan keluaran air total pada periode tertentu yang terdiri atas komponen-komponen seperti debit aliran sungai, curah hujan, evapotranspirasi, perkolasi, kelembaban tanah, dan periode waktu, serta pengisian ulang air tanah dan aliran sungai, sehingga dapat untuk mengetahui jumlah air tersebut kelebihan (surplus) atau kekurangan (defisit) [9].

Meskipun sumber daya air permukaan melimpah, namun keseimbangan air tidak terjadi di beberapa wilayah pada sub DAS Rupit. Ketergantungan yang lebih tinggi pada air hujan untuk pertanian, dan menurunnya kualitas sumber air minum, yang sebagian besar bersumber dari aliran sungai, disebabkan oleh perubahan penggunaan lahan dan variabilitas iklim [10].

DAS Rupit berada di kawasan Taman Nasional Kerinci Seblat (TNKS). Secara administratif wilayah ini berada di Kabupaten Musi Rawas Utara

yang mana alirannya bermuara di Sungai Rawas, di Kota Muara Rupit.

Diterimanya TNKS sebagai warisan hutan hujan tropis Sumatra ke daftar situs warisan dunia oleh UNESCO, membuat Taman Nasional Kerinci Seblat juga diterima sebagai Situs Warisan Dunia UNESCO [3]. Oleh karena itu, pengelolaan daerah aliran sungai yang efektif sangat penting untuk konservasi sumber daya air dan pemanfaatannya secara layak,

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis keseimbangan air (Ketersediaan dan Kebutuhan) pada DAS Rupit menggunakan model FJ Mock dengan bantuan penginderaan jauh dan GIS. Dan menghitung besarnya limpasan permukaan DAS dengan nilai simulasi yang diperoleh dari model FJ Mock.

## Wilayah Studi

Secara geografis, DAS Rupit terletak antara 102° 39' 32,648" BT - 102° 59' 28,15 BT dan 02° 39' 32" - 03° 07' 32,382" LS, dengan luas total 1.850,407 Km<sup>2</sup>. Ciri khas DAS Rupit adalah perbukitan, yang dibelah oleh aliran sungai, dan sebagian lahan datar di bagian hilir DAS. DAS Rupit terletak di kaki bukit Taman Nasional Kerinci Seblat dengan puncak gunung Kerinci setinggi 2.324 m di atas permukaan laut. Nilai ekonomi total dari kawasan TNKS adalah nilai guna langsung dan water residual value untuk nilai air. Nilai guna tidak langsung yaitu nilai serapan karbon, serta nilai keberadaan (existence) dan warisan (bequest). Klasifikasi kemiringan wilayah DAS Rupit bervariasi dari > 45 % dibagian hulu sungai Rupit, dan < dari 8 % pada wilayah hilir.

## 2. METODOLOGI

### Sumber Data

Data spasial dan non-spasial diperoleh dari Lembaga terkait. Untuk memperoleh peta pemanfaatan lahan diperoleh dari interpretasi Citra Satelite Sentinel 2 pada halaman web <https://store.usgs.gov/user/login>.

Untuk Data Curah Hujan diperoleh dari BMKG Kota Palembang, 10 tahun terakhir (2013-2022). Data Tanah, beserta parameternya diperoleh dari data LREP (Land resource evaluation and planning project, 2010). Batas daerah aliran sungai dan jaringan drainase di wilayah studi dianalisis menggunakan Digital Elevasi Model (DEM) resolusi 15 m dari DEMNAS yang diunduh dari <https://tanahair.indonesia.go.id/demnas/#/>.

**Hujan dan Suhu**

Sub DAS Rupit dipengaruhi oleh variabel iklim setempat, seperti suhu, penguapan, serta curah hujan. Curah hujan tahunan rata-rata adalah

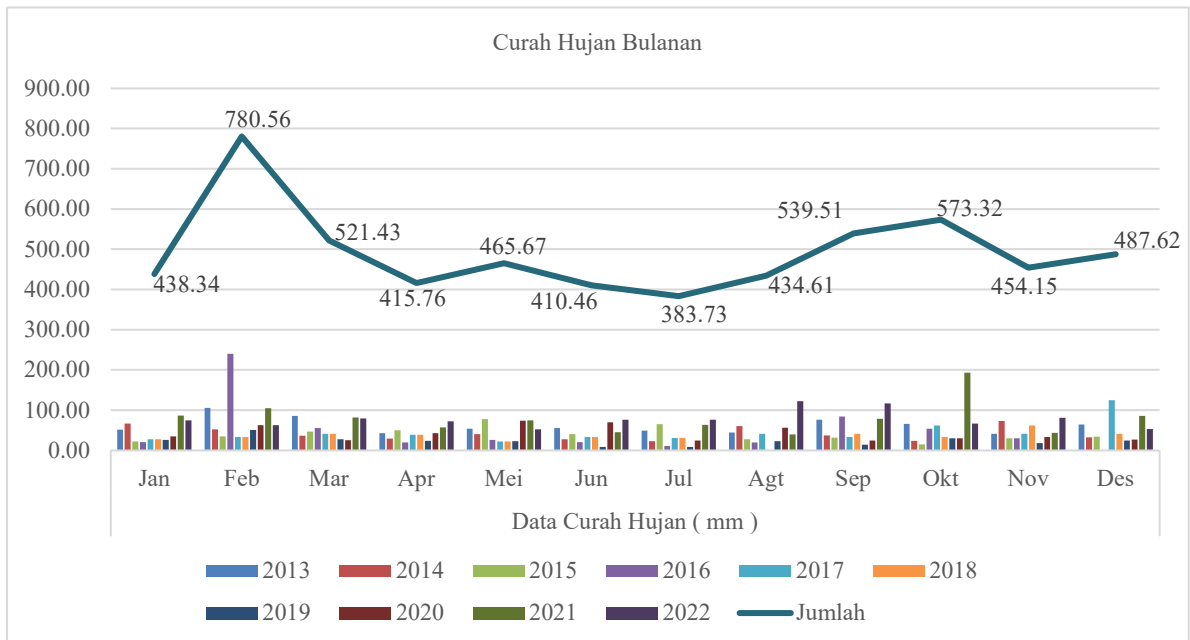
1.124,44 mm (2013 -2022) seperti pada Gambar 1, dengan curah hujan rata-rata bulanan mencapai 112,44 mm.

Tabel 1. Sumber data spasial dan non spasial

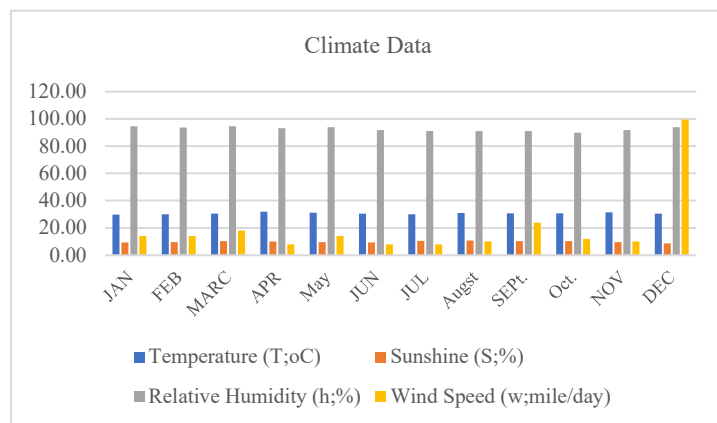
Data Spasial dan Non Spasial	Sumber	Resolusi
Peta Land Use	Interpretasi Citra SPOT, dari BBWS VIII Sumsel, Tahun 2017 Citra Sentinel 2020 dan 2023	Skala 1 : 10.000
Data DEM	DEM Nas ( <a href="https://tanahair.indonesia.go.id/demnas/#/">https://tanahair.indonesia.go.id/demnas/#/</a> )	15 m
Peta Tanah	L-REP (2010) BAPPEDA Sumsel	Skala 1 : 50.000
Precipitation (2013-2022)	BMKG Sumsel	Data Harian
Temperatur	BMKG Sumsel	Data Harian

Dalam sepuluh tahun terakhir, curah hujan harian tertinggi yang tercatat adalah 240,5 mm per hari. Bulan September sampai dengan April tercatat curah hujan tertinggi. Suhu rata-rata bulanan

bervariasi antara 21°C hingga 30°C, bulan Juni, Juli, dan Agustus adalah bulan terpanas, sedangkan Januari adalah bulan terdingin sepanjang tahun (Gambar 2).



Gambar 1. Curah hujan rata-rata bulanan



Gambar 2. Rata-rata temperatur bulanan,kecepatan angin,penyinaran matahari dan kelembaban udara (R)

## Metode

Metode perhitungan F.J. Mock beranggapan bahwa air hujan yang turun pada suatu DAS sebagian akan mengalami proses evapotranspirasi sebagian akan menjadi limpasan langsung dan sebagian lagi akan terinfiltrasi ke dalam tanah. Jika kondisi kapasitas lengas tanah (Soil Moisture Capacity) telah terpenuhi akan terjadi perkolasi yaitu air dibawah tanah akan merembes kebawah melewati ruangan kecil di antara partikel tanah dan bebatuan menuju aquifer jenuh menjadi ground water atau air tanah yang nantinya akan menjadi aliran dasar (base flow). Air hujan yang jatuh dalam suatu DAS akan di transformasi oleh sistem DAS dan pada akhirnya akan menuju sungai yang terdapat pada DAS tersebut [11].

Perhitungan model Mock diawali dengan melakukan perhitungan keseimbangan air. Dimana perhitungan diawali dengan mencari hujan netto atau hujan lebihan yang nantinya akan menjadi pengisi untuk kelembapan tanah sebelum menjadi water surplus (WS). Selanjutnya mencari penyimpanan kelembapan tanah atau soil moisture storage (SMS) bulanan. Nilai SMS yang lebih besar dari SMC (Soil Moisture Capacity) akan menyebabkan terjadinya water surplus atau kelebihan air dan jika SMS lebih kecil maka nilai WS akan sama dengan 0 atau tidak terjadi infiltrasi. Selanjutnya untuk perhitungan penyimpanan air tanah dihitung nilai base flow berdasarkan selisih tampungan air tanah (ground water storage) untuk setiap bulannya. Untuk perhitungan aliran sungai didapatkan dengan gabungan aliran limpasan langsung dan aliran dasar [12]:

$$Q = P - ET - \Delta S \quad (1)$$

dimana: P: Precipitation (mm/bln), Q: Discharge (mm<sup>3</sup>/det), ET: Evapotranspiration(mm/bln),  $\Delta S$ : Change in Storage (mm/bln)

Banyaknya air yang dapat diuapkan pada lingkungan kajian dengan ketersediaan air yang cukup di dalam tanah disebut Evapotranspirasi Potensial (ET<sub>o</sub>) dan dihitung dengan menggunakan persamaan [13]:

$$ET_o = c [W.R_n + (1 - W).f(U).(e_s - e_a)] \quad (2)$$

ET<sub>o</sub> adalah evapotranspirasi potensial (mm/hari), W adalah suhu bulanan (°C), R<sub>n</sub> adalah net radiasi equivalen evapotransporasi (mm/hari), f(U) adalah fungsi kecepatan angin, (e<sub>s</sub>-e<sub>a</sub>) adalah saturation defisit (mbar), dan c adalah factor pendekatan untuk kompensasi efek kondisi cuaca.

Evapotranspirasi Aktual (E<sub>a</sub>) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$E_a = ET_o - \Delta E \quad (3)$$

dimana nilai E dapat dihitung dengan persamaan:

$$\Delta E = ET_o \times \frac{m}{20} \times (18 - n) \quad (4)$$

Nilai m merupakan proporsi permukaan lahan yang tertutup (%) dan n merupakan jumlah hari hujan. Dimana E<sub>a</sub> = Evapotranspirasi actual (mm/bulan);  $\Delta E$  = Selisih evapotranspirasi potensial dan evapotranspirasi aktual (mm/bulan).

Water surplus adalah air hujan yang telah mengalami evapotranspirasi terbatas dan dinyatakan dalam mm per bulan, Adapun water surplus dapat dihitung dengan persamaan [14]:

$$WS = (P - E_a) + SS \quad (5)$$

Dimana P adalah curah hujan (mm/bulan), E<sub>a</sub>= Evapotranspirasi actual (mm/bulan) dan SS merupakan soil storage (mm/bulan). 0, jika P-E<sub>a</sub> >0. P-E<sub>a</sub>, jika P-E<sub>a</sub> <0. WS adalah *Water surplus* (mm/bulan).

Soil moisture storage (SMS) dapat dihitung dengan persamaan [15]:

$$SMS = ISMS + (P - E_a) \quad (6)$$

dengan ISMS adalah initial soil moisture storage yang merupakan SMC bulan sebelumnya, dan P-E<sub>a</sub> adalah presipitasi yang telah mengalami evapotranspirasi.

Soil moisture capacity (SMC) dapat di hitung dengan persamaan:

$$SMC = SMC_{max}, \text{ jika } P - E_a > 0 \quad (7)$$

$$SMC = ISMS + (P - E_a), \text{ jika } P - E_a < 0 \quad (8)$$

Limpasan total (Run off) merupakan air hujan yang mengalami evapotranspirasi dan disimpan dalam tanah lembab selanjutnya melimpas di permukaan dan mengalami perkolasi, sehingga dapat dihitung dengan persamaan [16]:

$$\text{infiltrasi } (i) = WS \times i_f \quad (9)$$

$$GS = \{0,5x(1 + k)xi\} + \{KxGSom\} \quad (10)$$

$$BF = I - (\Delta GS) \quad (11)$$

$$DRO = WS - I \quad (12)$$

$$SRO = P \times PF \quad (13)$$

$$TRO = BF + DRO + SRO \quad (14)$$

BF merupakan aliran dasar (mm), I adalah infiltrasi (mm),  $\Delta GS$  adalah perubahan volume aliran tanah (mm), DRO adalah limpasan langsung (mm), SRO



adalah strom run off (mm), WS adalah kelebihan air (mm) dan TRO dalah limpasan periode n (mm).

Banyaknya air yang tersedia dari sumbernya ( $Q_n$ ) dengan satuan  $m^3/s$  dapat dihitung dengan persamaan (15), dengan nilai A merupakan luas cakupan area ( $km^2$ ) [17].

$$Q_n = TRO \times A \quad (15)$$

Dimana TRO = Total Run-off (mm/bulan) yang dihitung dengan persamaan:

$$TRO = BF + DRO + SRO \quad (16)$$

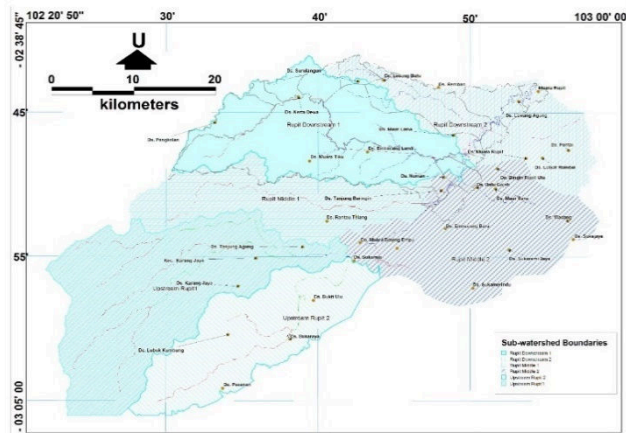
BF = Base flow (mm/bulan); DRO = Direct run-off (mm/bulan); SRO=Storm Run-off (mm/bulan).

Limpasan permukaan yang dihitung menggunakan model FJ Mock, hasilnya bervariasi disebabkan kelas tekstur penggunaan lahan/tutupan lahan yang berbeda.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Morfometri DAS

Analisis drainase pada system DAS akan mengidentifikasi baik buruknya pola aliran, daerah genangan dan ketersediaan air yang ada pada wilayah kajian



Gambar 2. Morfometri DAS Rupit

#### Panjang overland flow

Panjang overland flow merupakan salah satu karakteristik hidrologi yang paling penting pada wilayah DAS karena memberikan informasi tentang karakteristik saluran utama yang menunjukkan limpasan dan endapan sedimen yang terjadi pada DAS tersebut. Secara umum, panjang total ( $L$ ) overland flow pada sub system Rupit bagian hulu atau upstream dan pada bagian tengah atau middle adalah sebagai berikut : Jumlah total panjang aliran pada DAS Rupit bagian midle (136,417 Km). Pada

bagian hulu (Upstream) panjang alirannya sebesar 131,260 Km. Semua saluran drainase pada sub sistem sungai Rupit merupakan pola memanjang, dan tidak banyak terdapat cabang sungai. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa sub DAS Rupit, landai dengan kemiringan, kurang dari 8 % dan merupakan cekungan dengan timbunan alluvial bekas endapan atau luapan sungai. Hal ini menunjukkan lambatnya aliran air dari bagian hulu ke hilir.

#### Area Cekungan (A)

Luas DAS merupakan parameter penting, selain kerapatan drainase sungai. Rata-rata luas cekungan pada sub DAS Rupit daerah hulu (upstream sungai Rupit) memiliki luas 450,77  $Km^2$ , sementara pada bagian tengah (Rupit Middle 1) memiliki luas 334,35  $Km^2$ , dengan keliling DAS sebesar 96,16 Km. Dan Daerah hilir (Rupit Downstream 1), memiliki luas 337, 64  $Km^2$ , dengan keliling sebesar 120,14 Km. Luas dan keliling DAS akan mempengaruhi langsung besarnya *run-off* pada tiap DAS.

#### Pola Drainase

Pada cekungan, pola drainase mencerminkan pengaruh kemiringan, litologi dan struktur. Analisis pola drainase membantu mengidentifikasi tahapan pada siklus erosi. Pola drainase menyajikan beberapa karakteristik DAS melalui pola drainase dan tekstur drainase. Hal ini dimungkinkan untuk menyimpulkan kondisi geologi cekungan, strike batuan dan pengendapan, keberadaan sesar dan informasi lain tentang struktur geologi. Teksture drainase mencerminkan iklim, permeabilitas batuan, vegetasi, dan rasio relief dengan mengkaitkan pola drainase dengan informasi geologi. Pola drainase sub DAS Rupit memiliki pola drainase memanjang dan trails. Sehingga dapat disimpulkan bahwa, wilayah penelitian merupakan daerah datar dan bergelombang, dengan satu sistem sungai besar yang merupakan cekungan dataran banjir. Kondisi ini mencerminkan mudahnya terjadi genangan akibat struktur tanah yang tidak mudah meloloskan air.

#### Kerapatan drainase

Kerapatan drainase adalah panjang aliran per satuan luas cekungan atau daerah aliran sungai dan merupakan elemen lain dari analisis drainase. Kerapatan drainase adalah ekspresi kuantitatif yang menunjukkan analisis bentuk lahan, meskipun fungsi iklim, litologi, struktur dan sejarah relief wilayah dapat digunakan sebagai indikator tidak langsung untuk menjelaskan variabel-variabel tersebut serta morfogenesis bentuk lahan. Kerapatan

cekungan drainase sub DAS Rupit adalah sebesar 0,314 Km/Km<sup>2</sup>. Ini menunjukkan perkembangan aliran dan jaraknya yang lambat. Hal ini dipengaruhi oleh jenis batuan, tanah, iklim, relief, tinggi saluran, dan kerapatan lembah, wilayah DAS Rupit beserta perkembangan topografi.

Tabel 2. Morphometri sub DAS Rupit

Sub DAS	Keliling DAS (Km)	Luas DAS (Km <sup>2</sup> )	Total Upstream (m)	Panjang Aliran (Km)
Rupit Downstream 2	100,82	230,27	1.694.955,8	21,160
Rupit Middle 1 Upstream	113,31	229,51	228.709,30	41,427
Rupit1 Downstream 1	134,00	450,77	956.927,73	131,260
Rupit Middle 2 Upstream	120,14	337,64	331.969,30	44,728
Rupit 2	96,16	334,35	2.980.790,0	136,417
lambat	102,16	267,75	747.967,19	108,245
		1.850,2		483,236

**Geomorfologi**

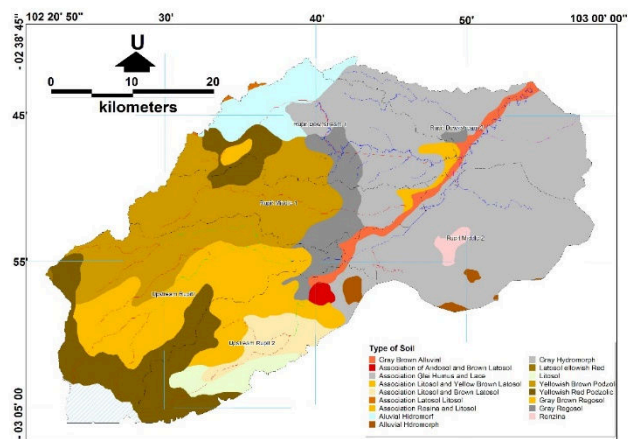
Sub DAS Rupit memiliki sedimen yang tidak terkonsolidasi dari urutan lempung hingga pasir yang berbeda nilai. Secara geologis, DAS Rupit termasuk dataran tinggi dan bagian hilir merupakan dataran rendah dengan ketinggian 43 m dpl. Material tanah merupakan endapan aluvial kuartar dari Pleistosen hingga usia baru-baru ini. Beberapa bagian dari cekungan memiliki bentukan pasir lempungan akibat endapan lumpur yang kadang diselingi pasir. Akuifer dangkal terjadi terutama pada endapan sungai, dan bagian berkelok.

Sub DAS Rupit memiliki akuifer dalam yang terjadi pada lapisan pasir tebal dan memiliki potensi yang baik. Pemanfaatan lahan daerah hilir merupakan bekas tanaman karet dan perkebunan sawit yang tidak produktif lagi.

Kegiatan perkebunan dan urbanisasi sangat mempengaruhi kualitas air tanah pada wilayah kajian. Daerah aliran sungai ini dilatarbelakangi oleh endapan aluvial kuartar yang terdiri dari: lempung, lanau, pasir dan kerikil dari berbagai kelas. Berdasarkan total padatan terlarut, dua sampel air tanah yang dilihat di lapangan, air dianggap tidak layak untuk diminum, tetapi semua sampel ditemukan berguna untuk irigasi

**Geologi**

Secara geologis, DAS Rupit berada di sepanjang kaki bukit barisan. DAS Rupit termasuk dataran rendah yang merupakan endapan aluvial kuartar dari Pleistosen hingga usia baru-baru ini.



Gambar 3. Sebaran jenis dan parameter zone perakaran sub DAS Rupit

Beberapa bagian dari cekungan memiliki bentukan pasir lempungan akibat endapan lumpur yang kadang-kadang diselingi pasir. Akuifer dangkal terjadi terutama pada endapan lempung di sungai, dan sungai berkelok-kelok. Das memiliki akuifer dalam yang terjadi pada lapisan pasir tebal dan memiliki potensi yang baik.

Banjir bandang pada muara sungai Rupit telah berulang kali terjadi dan menimbulkan ancaman serius bagi warga dan kawasan perkotaan Rupit [Putranto, 2023]. Daerah aliran sungai Rupit, memiliki sedimen yang tidak terkonsolidasi dari urutan lempung hingga pasir yang berbeda nilai.

**Geohidrologi**

Data hidrogeologi, menunjukkan pemahaman sifat akuifer dan modus kejadian. Ketersediaan air tanah di zona aluvial dikendalikan oleh ketebalan pasir dan zona tanah liat. Air tanah dekat permukaan terjadi di bawah kondisi akuifer bebas, sedangkan akuifer yang lebih dalam terjadi pada kondisi terbatas hingga kondisi akuifer terbatas. Pada DAS Rupit tingkat akuifer terjadi secara umum pada kondisi semi-terbatas dan terbatas. Curah hujan adalah sumber dasar untuk mengisi ulang air tanah pada cekungan. Ketinggian air menunjukkan tren yang memburuk pada beberapa bagian. Hidrolik rata-rata gradiennya adalah 0,35 m/km yang menunjukkan sifat keropos dari formasi dekat permukaan daerah tersebut.

**Tutupan Lahan dan Vegetasi**

Sub DAS Rupit memiliki tutupan lahan lebih dari 53,264 % dominan hutan berdaun lebar, lebih dari 37,6 % wilayahnya dimanfaatkan untuk perkebunan rakyat. Di bagian hilir daerah tangkapan air, kawasan terbangun dan budidaya mendominasi sekitar 2% dari total luas wilayah yang merupakan kawasan perkotaan Rupit. Kawasan terbangun

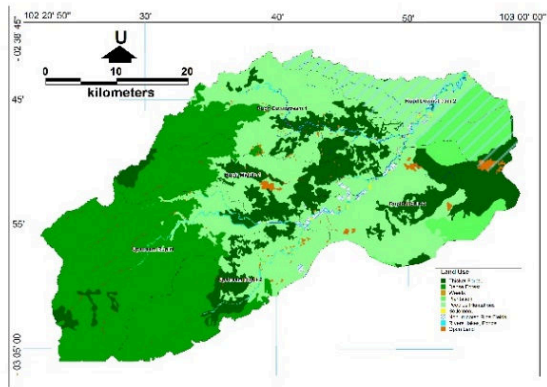


terdiri dari rumah tangga pedesaan, sebagian besar ditempati untuk persawahan non irigasi, sungai/danau/situ/ telaga, lahan terbuka dan

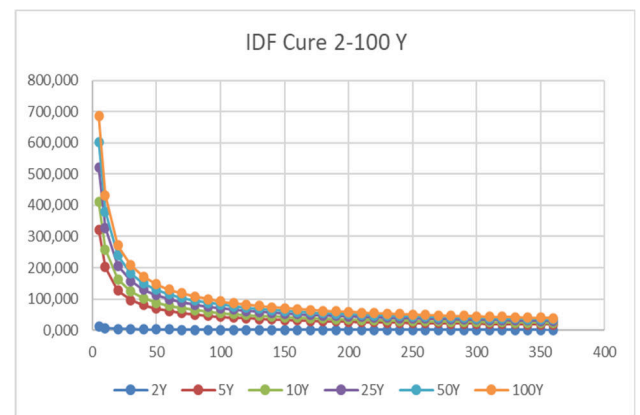
permukiman. Penggunaan lahan yang berbeda-beda ditunjukkan pada Gambar 4 dan cakupan luasan dan besaran parameter lainnya disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Luas dan jenis sebaran pemanfaatan lahan Sub DAS Rupit

Penggunaan Lahan	Luas (Ha)	Luas (Km <sup>2</sup> )	C	RD	ET_ET0	A(%)
Hutan Belukar	33.703,350	337,037	0,010	0,100	0,800	20,000
Hutan Lebat	64.863,230	648,633	0,010	0,100	0,900	20,000
Padang	6,520	0,065	0,100	0,100	0,800	15,000
Perkebunan Besar	13.058,940	130,590	0,040	0,780	0,850	20,000
Perkebunan Rakyat	69.575,830	695,757	0,070	0,100	0,800	20,000
Permukiman	225,160	2,250	0,510	0,050	0,600	30,000
Persawahan Non Irigasi	995,410	9,954	0,430	0,100	0,900	20,000
Sungai/Danau/Situ/Telaga	1.264,260	12,642	1,000	0,000	0,000	46,000
Lahan Terbuka	1.347,800	13,479	0,832	0,050	0,400	10,000



Gambar 4. Sebaran pemanfaatan lahan pada sub DAS Rupit



Gambar 5. Kurva IDF untuk periode ulang 2-100 Tahun

**Hidrologi**

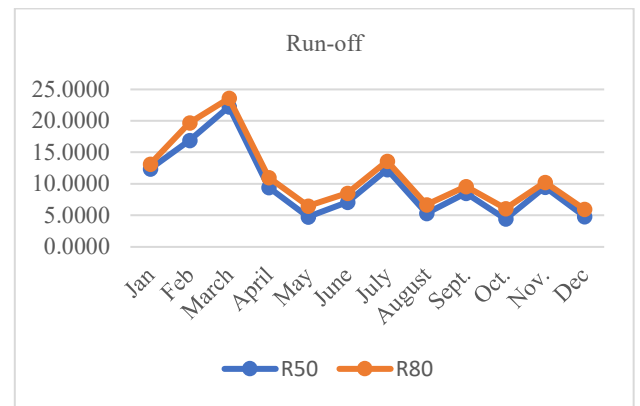
*Intensitas hujan*

Dari data curah hujan yang ada, Intensitas hujan dalam rentang waktu tiap 10 menit dalam periode lama hujan 2, 5, 10, 50 dan 100 tahun, yang digambarkan dalam bentuk kurva IDF (Intensity Duration Frequency), dapat dilihat pada Gambar 5.

Curah hujan rata-rata Sub DAS Rupit dihitung berdasarkan metode poligon thiessen, rata-rata tertinggi terjadi pada bulan Pebruari, yaitu sebesar 240,40 mm/bulan dan terendah terjadi pada bulan Juli, sebesar 8,80 mm/bulan.

*Surface Run-off DAS Rupit*

Simulasi limpasan permukaan (*run-off*) dari model FJ. Mock, dianalisis berdasarkan periode ulang untuk R50 dan R80 pada wilayah kajian. Nilai limpasan hasil analisis tergambar pada grafis Gambar 6.



Gambar 6. Kurva limpasan *run-off* R50 dan R80

*Variasi Ketersediaan Air*

Akumulasi Potensi ketersediaan air pada DAS Rupit diperoleh dari curah hujan bulanan dan suhu. Terdapat defisit dan surplus kelembaban tanah selama musim kemarau dan musim hujan. Analisis evapotranspirasi rata-rata bulanan diperoleh hasil antara 1,5 – 2,2 mm/bulan. Rekapitulasi evaporasi actual (Ea) diperoleh rata-rata sebesar 69,1 mm/bulan. Hasil perhitungan Waterbalance untuk sub DAS Rupit seperti ditunjukkan pada Tabel 4,



merupakan model hidrologi dengan prinsip keseimbangan air untuk aliran dengan hujan sebagai model data masukan. Neraca air diperoleh dengan membandingkan ketersediaan air (debit yang dapat diandalkan) dengan kebutuhan air. Oleh karena itu, dapat dilihat gambaran neraca air berdasarkan bulan yang ditinjau pada sub DAS Rupit. Dari hasil perhitungan seperti pada Gambar.7, dapat dipahami bahwa kondisi DAS Rupit saat ini adalah defisit terbesar dalam bulan November, sedangkan kondisi surplus maksimum terjadi pada bulan Desember.

**Analisis Kebutuhan Air Baku**

Kebutuhan air baku didasarkan pada proyeksi jumlah penduduk sub DAS Rupit untuk data

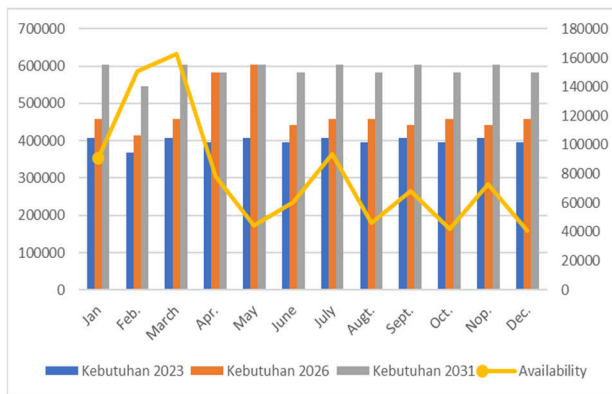
sepuluh tahun terakhir dimulai Tahun 2022 pada 2 kecamatan yang masuk dalam wilayah sub DAS Rupit, yaitu Kecamatan Rupit Dan Karang Jaya. Analisis kebutuhan air baku pada penelitian ini meliputi kebutuhan air domestik dan non-domestik. Dari hasil perhitungan kebutuhan air bersih di Kecamatan Rupit dan Karang Jaya, rekapitulasi kebutuhan air bersih sebesar 4.790.899,1 liter/detik tahun 2021 dan pada tahun 2031 (proyeksi 10 tahun) didapat total kebutuhan air bersih di Kecamatan Rupit dan Kecamatan Karang Jaya sebesar 7.085.181,4 liter/detik.

Tabel 3. Perhitungan keseimbangan air sub DAS Rupit

Lu+B 1850,29 Km2		102° 39' 32,648" BT - 102° 59' 28,15 BT					02° 39' 32" - 03o 07' 32,382"					LS		
No.	Calculation	Const.	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
<b>Meteorological Data</b>														
1	Catchment Precipitation (P,mm/month)		23,63	33,67	30,89	25,42	22,20	22,65	14,94	20,63	27,00	25,67	30,17	25,43
2	Catchment Rain Days (n;days)		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
3	Days of Month (Hr;days)		31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
4	Temperature (T;°C)		29,90	30,05	30,50	31,90	31,10	30,40	30,05	30,90	30,80	30,75	31,50	30,50
5	Sunshine (S;%)		9,3	9,50	10,30	10,20	9,70	9,30	10,50	10,90	10,30	10,30	9,60	8,60
6	Relative Humidity (h;%)		94,50	93,50	94,50	93,20	93,80	91,80	91,10	91,00	91,10	89,90	91,80	93,80
7	Wind Speed (w,mile/day)		14,0	14,0	18,0	8,0	14,0	8,0	8,0	10,0	24,0	12,0	10,0	8,0
<b>Potential Evapotranspiration (mm/month)</b>														
8	Solar Radiation (R;mm/day)		15,38	15,74	15,66	15,03	13,99	13,39	13,59	14,43	15,16	15,54	15,38	15,21
9	A (mm Hg/°F)		0,78	0,78	0,79	0,80	0,79	0,78	0,78	0,79	0,79	0,79	0,80	0,79
10	B (mm H <sub>2</sub> O/day)		16,68	16,72	16,85	17,18	17,02	16,82	16,72	16,97	16,94	16,93	17,10	16,85
11	ea (mm Hg)		42,17	42,53	43,65	47,33	45,17	43,40	42,53	44,65	44,40	44,28	46,25	43,65
12	ed (mm Hg) = hxeA		39,85	39,76	41,25	44,11	42,37	39,84	38,74	40,63	40,45	39,80	42,46	40,94
13	F1 (T;S) = Ax(0.18+(0.55xS))/(A+0.27)		0,52	0,17	0,18	0,18	0,17	0,17	0,18	0,18	0,18	0,18	0,17	0,17
14	F2 (T;h) = AxB(0.56-(0.092x(ed^0.5)))/(A+0.27)		-0,26	-0,25	-0,39	-0,66	-0,49	-0,26	-0,16	-0,33	-0,32	-0,26	-0,50	-0,36
15	F3 (T;h) = (0.27)/(0.35)(ea-ed)/(A+0.27)		0,21	0,25	0,22	0,28	0,25	0,32	0,34	0,36	0,35	0,40	0,34	0,24
16	Reflection Coefficient (r)		0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
17	E1 = F1x(1-r)xR;		6,39	2,17	2,21	2,12	1,95	1,84	1,92	2,06	2,14	2,19	2,14	2,06
18	E2 = F2x(0.1+(0.9xS))		-0,24	-0,05	-0,07	-0,13	-0,09	-0,05	-0,03	-0,07	-0,06	-0,05	-0,09	-0,06
19	E3 = F3x(k+0.01w);	k= 1,00	0,24	0,28	0,25	0,31	0,28	0,34	0,37	0,39	0,44	0,45	0,37	0,26
20	Ep (mm/day) = E1-E2+E3		6,88	2,50	2,53	2,55	2,32	2,23	2,32	2,52	2,64	2,69	2,60	2,38
21	Epm (mm/month) = HxEp		213,17	70,06	78,58	76,62	72,02	67,01	71,87	78,23	79,10	83,32	78,05	73,90
<b>Limited Evapotranspiration (mm/month)</b>														
22	Exposed Surface (m;%)		50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00
23	n (number of rain days)		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
24	ΔE/Epm = (m/20)(18-n);(%)		20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
25	ΔE (mm/month)		42,63	14,01	15,72	15,32	14,40	13,40	14,37	15,65	15,82	16,66	15,61	14,78
26	Eactual (mm/month) = Epm - ΔE		170,53	56,05	62,86	61,30	57,62	53,61	57,49	62,59	63,28	66,65	62,44	59,12
<b>Water Surplus (mm/month)</b>														
27	P-Ea; (mm/month)		-146,90	-22,38	-31,97	-35,88	-35,42	-30,96	-42,55	-41,95	-36,28	-40,98	-32,27	-33,69
28	SMS = ISMS+(P-Ea); (mm/month)		53,10	30,72	-1,25	-37,13	-72,55	-103,50	-146,06	-188,01	-224,29	-265,27	-297,55	-331,23
29	Soil Moisture Capacity (mm/month); ISMC ▶	200,00	53,10	30,72	-1,25	-37,13	-72,55	-103,50	-146,06	-188,01	-224,29	-265,27	-297,55	-331,23
30	Soil Storage (mm/month); if P-Ea >= 0,SS=0		146,90	22,38	31,97	35,88	35,42	30,96	42,55	41,95	36,28	40,98	32,27	33,69
31	Water Surplus (mm/month); [(27)+(30)]		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Total Run Off (mm/month)</b>														
32	Infiltration Coefficient (if)		0,30	0,40	0,30	0,27	0,30	0,40	0,30	0,35	0,25	0,50	0,35	0,30
33	Infiltration (i); (31)x if; (mm/month)		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
34	K (monthly flow recession constant)		0,90	0,85	0,75	0,88	0,95	0,90	0,75	0,90	0,80	0,92	0,70	0,85
35	PF (Percentage Factor)		0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
36	1/2 x (1+K) x i		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
37	K x (Gsom);		90,00	76,50	57,38	50,49	47,97	43,17	32,38	29,14	23,31	21,45	15,01	12,76
38	GS (mm/month); [36] + [37] Gsom	100,00	90,00	76,50	57,38	50,49	47,97	43,17	32,38	29,14	23,31	21,45	15,01	12,76
39	ΔGS = GS - Gsom (mm/month)		-10,00	-13,50	-19,13	-6,89	-2,52	-4,80	-10,79	-3,24	-5,83	-1,86	-6,43	-2,25
40	Base Flow = i - ΔGS (mm/month)		10,00	13,50	19,13	6,89	2,52	4,80	10,79	3,24	5,83	1,86	6,43	2,25
41	Direct Run Off = WS - i (mm/month)		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
42	Storm Run Off (mm/month); if P>=200, SRO=0; SRO=PxF		2,36	3,37	3,09	2,54	2,22	2,27	1,49	2,06	2,70	2,57	3,02	2,54
43	Total Run Off = Bflow + DRO + Storm (mm/month)		12,36	16,87	22,21	9,43	4,74	7,06	12,29	5,30	8,53	4,43	9,45	4,80
44	Catchment Area (km <sup>2</sup> )		1850,29	1850,29	1850,29	1850,29	1850,29	1850,29	1850,29	1850,29	1850,29	1850,29	1850,29	1850,29
45	Stream Flow (m <sup>3</sup> /second)		8,54	12,90	15,35	6,73	3,28	5,04	8,49	3,66	6,09	3,06	6,75	3,31







Gambar 7. Ketersediaan dan kebutuhan pada sub DAS Rupit

#### 4. KESIMPULAN

Estimasi neraca air untuk memantau pengelolaan suatu DAS seperti DAS Rupit, sangat diperlukan, mengingat daerah tersebut, merupakan pusat perkotaan baru yang telah ditetapkan sebagai ibu kota Kabupaten Musi Rawas Utara yang merupakan Kabupaten Pemekaran di Provinsi Sumatera Selatan. Selain itu, Kabupaten Musi Rawas utara, memiliki Batas administrasi, sama dengan Batas DAS Rawas. Sub DAS Rupit, merupakan bagian hilirnya, yang sering mengalami banjir pada muara sungai Rupit. Neraca air DAS Rupit dihitung menggunakan model FJ. Mock menunjukkan bahwa kadar air tanah selama beberapa bulan dalam setahun bervariasi, Akumulasi potensi kehilangan air (APWL) berbanding lurus dengan perubahan curah hujan bulanan dan suhu. Curah hujan dan evapotranspirasi tertinggi hanya terjadi pada bulan Januari. Bulan-bulan lainnya rata berkisar 56 - 66 mm/bulan. Kelebihan air pada bulan-bulan basah (November-Maret), bahkan terjadi banjir, yang merusak infrastruktur, seperti bangunan permukiman, jalan dan jembatan. Sementara pada Bulan-bulan April-Oktober mengalami kekurangan air. Perusakan dan perambahan hutan melalui penambangan emas dan batu bara illegal, telah menimbulkan penurunan kualitas air permukaan, maupun kualitas lingkungan hutan lindung.

Defisit DAS tahunan tertimbang adalah 46,6 mm, sedangkan surplusnya hampir tidak ditemukan sama sekali. Simulasi limpasan terhadap curah hujan menunjukkan respon daerah tangkapan air yang signifikan dan koheren terhadap pola curah hujan. Karena curah hujan yang rendah dan tingkat kelembaban tanah yang rendah dari bulan-bulan sebelumnya, bulan Maret menunjukkan debit tertinggi sebesar 15,35 m<sup>3</sup>/s, dengan koefisien limpasan sebesar 0,863.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan Terima kasih disampaikan kepada Rektor Universitas Sriwijaya, melalui Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat, yang telah memberikan bantuan pembiayaan penelitian berdasarkan Anggaran DIPA Badan Layanan Umum Universitas Sriwijaya Tahun Anggaran 2023, No. SP DIPA-023.17.2.677515/2023 Tanggal 30 November 2022, Sesuai SK Rektor No. 017/UN9.3.1/SK/2023 Tanggal 18 April 2023. Sehingga berkesempatan membantu Dosen pembimbing dalam melaksanakan penelitian yang dilakukan, sehingga dapat memanfaatkan data untuk menyelesaikan materi penelitian S2 pada Program studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya.

#### REFERENSI

- [1] L. M. C. Rápalo *et al.*, "Effects of land-use and -cover changes on streamflow regime in the Brazilian Savannah," *J. Hydrol. Reg. Stud.*, vol. 38, no. October, p. 100934, 2021, doi: 10.1016/j.ejrh.2021.100934.
- [2] Z. Muchtar, D. Dwi, A. Putranto, F. Hadinata, and L. Bastian, "THE EFFECT OF CHANGES IN LAND USE ON THE PREDICTION OF CRITICAL LAND DISTRIBUTION IN THE RAWAS WATERSHED ( South Sumatra Province , Indonesia )," no. November, pp. 22–24, 2022.
- [3] Zainuddin, D. D. A. Putranto, and F. Hadinata, "The Effect of Land Degradation on Changes in Water Availability in Watershed Areas BT - Proceedings of the 9th International Conference on Energy Engineering and Environmental Engineering," 2023, pp. 103–114.
- [4] A. L. Yuono, D. D. A. Putranto, and S. Tukirun, "Effect of land use changes of upstream komering sub watershed on declining water availability," *J. Ecol. Eng.*, vol. 21, no. 2, pp. 126–130, 2020, doi: 10.12911/22998993/116331.
- [5] M. O. A. Shakarneh, A. J. Khan, Q. Mahmood, R. Khan, M. Shahzad, and A. A. Tahir, "Modeling of rainfall-runoff events using HEC-HMS model in southern catchments of Jerusalem Desert-Palestine," *Arab. J. Geosci.*, vol. 15, no. 1, p. 127, 2022, doi: 10.1007/s12517-021-09406-z.
- [6] E. Noerhayati, "Neraca Air Dengan Metode Thornthwaite dan Matter di DAS Konto Hulu," *J. Rekayasa Sipil*, pp. 281–292, 2020.
- [7] S. K. Kampf *et al.*, "The Case for an Open Water Balance: Re-envisioning Network Design and Data Analysis for a Complex, Uncertain World," *Water Resour. Res.*, vol. 56, no. 6, pp. 1–19, 2020, doi: 10.1029/2019WR026699.
- [8] A. Krajewski, A. E. Sikorska-Senoner, L. Hejduk, and K. Banasik, "An Attempt to Decompose the Impact of Land Use and Climate Change on Annual Runoff in a Small Agricultural Catchment," *Water Resour. Manag.*, vol. 35, no. 3, pp. 881–896, Feb. 2021, doi: 10.1007/s11269-020-02752-9.
- [9] S. J. Byeon, "Water balance assessment for stable water management in island region." Université Nice Sophia Antipolis, 2014.
- [10] S. Venkatcharyulu and G. K. Viswanadh, "Runoff volume model for Godavari sub-basin using HEC-RAS software," *Model. Earth Syst. Environ.*, 2021, doi: 10.1007/s40808-

- 021-01311-4.
- [11] I. Komariah and T. Matsumoto, "Application of hydrological method for sustainable water management in the Upper-Middle Ciliwung (UMC) river basin, Indonesia," *J. Water Environ. Technol.*, vol. 17, no. 4, pp. 203–217, 2019, doi: 10.2965/jwet.18-003.
- [12] P. Munoth and R. Goyal, "Hydromorphological analysis of Upper Tapi River Sub-basin, India, using QSWAT model," *Model. Earth Syst. Environ.*, vol. 6, no. 4, pp. 2111–2127, 2020, doi: 10.1007/s40808-020-00821-x.
- [13] N. Tayebzadeh Moghadam, K. C. Abbaspour, B. Malekmohammadi, M. Schirmer, and A. R. Yavari, "Spatiotemporal Modelling of Water Balance Components in Response to Climate and Landuse Changes in a Heterogeneous Mountainous Catchment," *Water Resour. Manag.*, vol. 35, no. 3, pp. 793–810, 2021, doi: 10.1007/s11269-020-02735-w.
- [14] S. Chen, F. Zheng, X. Liu, and P. Garambois, "Pressure-balanced Saint–Venant equations for improved asymptotic modelling of pipe flow," *J. Hydro-environment Res.*, vol. 37, pp. 46–56, 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jher.2021.05.001>.
- [15] M. Kiboi, A. Fliessbach, A. Muriuki, and F. Ngetich, "Data on the response of Zea Mays L. and soil moisture content to tillage and soil amendments in the sub-humid tropics," *Data Br.*, vol. 43, p. 108381, 2022, doi: 10.1016/j.dib.2022.108381.
- [16] R. Brouwer and R. Van Ek, "Integrated ecological, economic and social impact assessment of alternative flood control policies in the Netherlands," *Ecol. Econ.*, vol. 50, no. 1–2, pp. 1–21, 2004, doi: 10.1016/j.ecolecon.2004.01.020.
- [17] A. K. Darvishan, V. Homayounfar, and S. H. Sadeghi, "The impact of standard preparation practice on the runoff and soil erosion rates under laboratory conditions," *Solid Earth*, vol. 7, no. 5, 2016, doi: 10.5194/se-7-1293-2016.