TUGAS AKHIR

ANALISIS DEBIT ANDALAN UNTUK KEBUTUHAN AIR IRIGASI DI DESA MENANGA TENGAH KECAMATAN SEMENDAWAI BARAT KABUPATEN OGAN KOMERING ULU TIMUR



DIAN EFRAIM SIHOMBING 03011281722062

JURUSAN TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2021

TUGAS AKHIR

ANALISIS DEBIT ANDALAN UNTUK KEBUTUHAN AIR IRIGASI DI DESA MENANGA TENGAH KECAMATAN SEMENDAWAI BARAT KABUPATEN OGAN KOMERING ULU TIMUR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya



DIAN EFRAIM SIHOMBING 03011281722062

JURUSAN TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2021

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS DEBIT ANDALAN UNTUK KEBUTUHAN AIR IRIGASI DI DESA MENANGA TENGAH KECAMATAN SEMENDAWAI BARAT KABUPATEN OGAN KOMERING ULU TIMUR

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik

Oleh:

DIAN EFRAIM SIHOMBING

03011281722062

Mengetahui/Menyetujui Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan,

Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T. NIP. 197610312002122001 Palembang, 06 Januari 2022 Diperiksa dan disetujui oleh, Dosen Pembimbing

Dr. Taufik Afi Gunawan, S.T., M.T NIP. 197003291995121001

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan segala puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat, hidayah dan kesehatan kepada saya sehingga dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih mempunyai banyak kekurangan yang disebabkan oleh keterbatasan ilmu pengetahuan dan wawasan yang dimiliki penulis. Untuk itu penulis menerima setiap kritik dan saran yang bersifat positif dan membangun

Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan terimakasih kepada pihakpihak yang telah membantu penyelesaian laporan penelitian ini, diantaranya :

- Orang tua dan keluarga lainnya yang telah memberikan semangat dan motivasi serta bantuan lainnya kepada penulis
- Ibu Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijiya.
- Bapak Dr. Taufik Ari Gunawan, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing pada penelitian ini yang telah memberi bantuan, semangat, dan motivasi dalam pengerjaan laporan ini.
- Teman-teman Teknik Sipil yang telah memberikan saran dan semangat kepada penulis.

Penulis berharap semoga laporan ini dapat diterima dan dijadikan syarat pelaksanaan penelitian nantinya. Besar harapan penulis agar penelitian ini bermanfaat nantinya untuk berbagai keperluan. Sekian dan terimakasih.

Palembang, Januari 2022

Panulic

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR LAMPIRAN	xi
RINGKASAN	xii
SUMMARY	xiii
PERNYATAAN INTEGRITAS	xiv
HALAMAN PERSETUJUAN	xv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	xvi
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakanag	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Ruang Lingkup Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Penelitian Terdahlu	4
2.2. Gambaran Lokasi Penelitian	6
2.3. Siklus Hidrologi	8
2.4. Curah Hujan	8
2.5. Delineasi Batas DAS	9
2.6. Pemilihan Model Penguijan kesesuajan	9

2.7.	Evapotranspirasi	11
2.8.	Debit Andalan	16
2.9.	Metode F.J Mock	17
BAB	3 METODE PENELITIAN	24
3.1.	Lokasi Penelitian	24
3.2.	Metode Penelitian	24
3.3.	Studi Literatur	26
3.4.	Data dan Alat Penelitian	26
3.5.	Analisis Data	27
	3.5.1. Analisis Curah Hujan	27
	3.5.2. Analisis Evapotranpirasi	27
	3.5.3. Analisis Catchment Area	27
	3.5.4. Analisis Debit Andalan	27
BAB	4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN	28
4.1.	Pengumpulan data	28
	4.1.1. Data Stasiun Klimatologi	28
	4.1.2. Data Satelit	31
	4.1.3. Data Topografi	33
4.2.	Validasi Dan Kalibrasi Data Curah Hujan	33
	4.2.1. Nash Sutcliffe Efficiency (NSE)	33
	4.2.2.Root Mean Square Error (RMSE)	35
	4.2.3. Correlation Coefficient (CC)	36
	4.2.4. Kalibrasi Data	38
4.3.	Analisis Curah Hujan	42
	7 Manisis Caran I Tajan	
4.4.	Anlaisis Evapotranspirasi	

4.6.	Analisis Ketersediaan Air	.49
	4.6.1. Data Meteorologi	.50
	4.6.2. Evapotranspirasi Aktual (Ea)	.50
	4.6.3. Keseimbangan Air	.51
	4.6.4. Limpasan Dan Penyimpanan Air	.52
	4.6.5. Debit Andalan	.56
4.7.	Hasil Pembahasan	.58
BAB	5 KESIMPULAN	.61
5.1.	Kesimpulan	.61
5.2.	Saran	.62
DAF	TAR PUSTAKA	.63
LAM	IPIR AN	.65

DAFTAR GAMBAR

Gambar Halaman
Gambar 2. 1 Kondisi lahan persawahan di desa Menanga Tengah 7
Gambar 3. 1 Peta Desa Menanga Tengah
Gambar 3. 2 Diagram Alur Penelitian
Gambar 4. 1 Penggambaran lokasi pada GEE
Gambar 4. 2 Grafik curah hujan satelit CHIRPS
Gambar 4. 3 Grafik Data Curah Hujan Sebelum Belitang-CHIRPS Kalibrasi
Menggunakan Solver
Gambar 4. 4 Grafik Data Curah Hujan Belitang-CHIRPS Setelah Kalibrasi
Menggunakan Solver
Gambar 4. 5 Grafik Data Curah Hujan Sebelum Gunung Batu-CHIRPS Kalibrasi
Menggunakan Solver
Gambar 4. 6 Grafik Data Curah Hujan Setelah Gunung Batu-CHIRPS Kalibrasi
Menggunakan Solver
Gambar 4. 7 Skema Delienasi DAS dengan Model Builder
Gambar 4. 8 Output DAS dan Sungai Desa Menanga Tengah
Gambar 4. 9 Catchment area lahan pertanian desa Menanga Tengah 49
Gambar 4. 10 Grafik Ketersediaan Air Catchment Area 1
Gambar 4. 11 Grafik Ketersediaan Air Catchment Area 2
Gambar 4. 12 Grafik Debit Andalan Q80 Catchment Area 1
Gambar 4. 13 Grafik debit andalan Q80 Catchment Area 2

DAFTAR TABEL

Tabel Halaman
Tabel 2. 1 Interpretasi Nilai NSE
Tabel 2. 2 Interval dan tingkat hubungan Korelasi
Tabel 2. 3 Radiasi Ekstra Terretrial (Ra): (mm/hari)
Tabel 2. 4 Tabel tekanan Uap Jenuh ea (mbar)
$Tabel\ 2.\ 5\ Pengaruh\ antara\ Suhu\ Udara\ dengan\ Panjang\ Gelombang\ Radiasi = f(T)$
Tabel 2. 6 Angka Koreksi Penman
Tabel 2. 7 Faktor koreksi terhadap radiasi
Tabel 4. 1 Curah Hujan Belitang 10 Tahun (mm)
Tabel 4. 2 Curah Hujan Gunung Batu 10 Tahun (mm)
Tabel 4. 3 Suhu Rata-rata Bulanan (°C)
Tabel 4. 4 Kelembapan Udara Rata-rata Bulanan (%)
Tabel 4. 5 Lama Penyinaran Matahari Rata-rata Bulanan (jam)
Tabel 4. 6 Kecepatan Angin Rata-rata Bulanan (m/s)
Tabel 4. 7 Rekap curah hujan bulanan satelit
Tabel 4. 8 Pengusian NSE Data Curah Hujan Belitang-CHIRPS 34
Tabel 4. 9 Pengusian NSE Data Curah Hujan Gunung Batu-CHIRPS 34
Tabel 4. 10 Rekap Hasi Uji Validasi Metode NSE
Tabel 4. 11 Pengusian RSME Data Curah Hujan Belitang-CHIRPS
Tabel 4. 12 Pengusian RSME Data Curah Hujan Gunung Batu-CHIRPS 36
Tabel 4. 13 Pengusian CC Data Curah Hujan Belitang-CHIRPS 37
Tabel 4. 14 Pengusian CC Data Curah Hujan Gunung Batu-CHIRPS 37
Tabel 4. 15 Rekap Hasi Uji Validasi Metode CC
Tabel 4. 16 Hasil Kalibrasi Data Curah Hujan Belitang-CHIRPS
Tabel 4. 17 Hasil Kalibrasi Data Curah Hujan Gunung Batu-CHIRPS 40
Tabel 4. 18 Hasi Uji Validasi Sebelum dan Sesudah Kalibrasi Belitang-
CHIRPS41
Tabel 4.19 Hasi Uji Validasi Sebelum dan Sesudah Kalibrasi Gunung Butu-
CHIRPS41
Tabel 4. 20 Analisis Data Curah Hujan (mm)

Tabel 4. 21 Data BMKG Kenten	43
Tabel 4. 22 Pengaruh Suhu Udara Pada Panjang Gelombang Radiasi : f(T)	45
Tabel 4. 23 Hasil Perhitungan f(U)	46
Tabel 4. 24 Hasil Evapotranspirasi Bulanan	46
Tabel 4. 25 Rekap Ketersediaan Air	54
Tabel 4. 26 Perhitungan Probabilitas Ketersediaan Air	56

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1: Data Curah Hujan

Lampiran 2: Jumlah Hari Hujan

Lampiran 3: Data Klimatologi BMKG Stasiun Kenten

Lampiran 4: Perhitungan Evapotranspirasi

Lampiran 5: Perhitungan Ketersediaan Air

RINGKASAN

ANALISIS DEBIT ANDALAN UNTUK KEBUTUHAN AIR IRIGASI DI DESA MENAGA TENGAH KECEMATAN SEMENDAWAI BARAT KABUPATEN OGAN KOMERING ULU TIMUR

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir, 18 Januari 2022

Dian Efraim Sihombing; Dibimbing oleh Dr. Taufik Ari Gunawan, S.T., M.T.

Program Studi Teknik Sipil, Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

xvii + 64 halaman, 13 gambar, 26 tabel, 10 lampiran

Lahan pertanian desa Menanga Tengah termasuk dalam kategori lahan rawa dataran rendah Produktivitas pertanian di desa ini masih tergolong rendah. Desa Menanga Tengah memiliki potensi yang cukup besar di bidang pertanian jika dapat diolah dengan baik. Data yang digunakan dalam penelitian debit reliabel ini memanfaatkan data curah hujan satelit CHIRPS. Data satelit CHIRPS divalidasi sebelum digunakan dalam analisis. Hasil validasi data curah hujan antara data hujan Gunung Batu dengan data hujan CHIRPS diperoleh nilai NSE sebesar 0,49 (Meet), nilai RSME sebesar 88,85, Koefisien Korelasi 0,86 (Sangat Kuat). Sebelum data digunakan, dilakukan kalibrasi antara data Gunung Batu dengan data satelit CHIRPS, kemudian data tersebut divalidasi kembali dan diperoleh nilai NSE sebesar 0,99 (Baik), nilai RSME sebesar 8,25 dan Koefisien Korelasi sebesar 0,99 (Sangat Kuat). Di tengah desa ditemukan dua DAS dengan luas DAS 1 seluas 11.974 km2 dan DAS 2 seluas 7.715 Km2. Pada analisis ketersediaan air, nilai debit terbesar diperoleh pada bulan Januari, dimana jumlah ketersediaan air pada DAS 1 sebesar 0,3719 m3/s dan pada DAS 2 sebesar 0,2396 m3/s, dan diperoleh nilai ketersediaan air terendah, pada bulan September, dimana jumlah ketersediaan air di DAS 1 sebesar 0,1969 m3/s dan di DAS 2 sebesar 0,1268 m3/s. Debit andal dihitung dengan menggunakan metode F.J Mock, debit reliabel diperoleh untuk probabilitas pemenuhan 80% (Q80) pada Catchment Area 1 sebesar 0,2240 m3/sec sedangkan pada Catchment Area 2 sebesar 0,1443 m3/s.

Kata kunci: Respon Struktur, Kinerja Struktur, Wilayah Gempa, Mutu Beton, ATC-40.

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama :

: Dian Efraim Sihombing

NIM

: 03011281722062

Judul

: Analisis Debit Andalan Untuk Kebutuhan Air Irigasi Di Desa

Menanga Tengah Kecematana Semendawai Barat Kabupaten Ogan

Komering Ulu Timur

Menyatakan bahwa Tugas Akhir saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Tugas Akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Indralaya, 06 Januari 2022



Dian Efraim Sihombing

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir ini dengan judul "Analisis Debit Andalan Untuk Kebutuhan Air Irigasi di Desa Menanga Tengah Kecematana Semendawai Barat Kabupaten Ogan Komering Ulu Timur" yang disusun oleh Dian Efraim Sihombing, NIM. 03011281722062 telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 17 Desember 2021.

Palembang, 06 Januari 2022 Tim Penguji Karya Ilmiah berupa Tugas Akhir

Ketua:

Dr. Taufik Ari Gunawan, S.T., M.T.
 NIP. 197003291995121001

Anggota:

 Prof. Dr. Ir. H. Dinar D A Putranto, MSPJ. (NIP. 196006301986031004

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Sipil

Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T.

NIP. 197610312002122001

Universitas Sriwijaya

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama

: Dian Efraim Sihombing

NIM

: 03011281722062

Judul

: Analisis Debit Andalan Untuk Kebutuhan Air Irigasi Di Desa

Menanga Tengah Kecematana Semendawai Barat Kabupaten Ogan

Komering Ulu Timur

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu satu tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (corresponding author).

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Indralaya, 06 Januari 2022

Dian Efraim Sihombing

NIM. 03011281722062

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama Lengkap

: Dian Efraim Sihombing

Jenis Kelamin

: Laki-laki

Email

: dianefraim@gmail.com

Riwayat Pendidikan:

Nama Sekolah	Fakultas	Jurusan	Masa
SDN 178492	-	-	2005-2011
SMP Tri Sakti 1 Medan	-	-	2011-2014
SMA Santo Thomas 1 Medan	-	IPA	2014-2017
Universitas Sriwijaya	Teknik	Teknik Sipil	2017-2021

Demikian riwayat hidup penulis yang dibuat dengan sebenarnya.

Dengan hormat,

Dian Efraim Sihombing

NIM. 03011281722062

SUMMARY

ANALYSIS OF DEPENDABLE DISCHARGE FOR IRRIGATION WATER NEEDS IN MENANGA TENGAH VILLAGE, SEMENDAWAI BARAT DISTRICT, OGAN KOMERING ULU TIMUR REGENCY

Scientific paper in the form of Final Project, January 18, 2022

Dian Efraim Sihombing; Supervised by Dr. Taufik Ari Gunawan, S.T., M.T.

Study Program of Civil Engineering, Department of Civil Engineering and Planning, Faculty of Engineering, Sriwijaya University

xvii + 64 pages, 13 images, 26 tables, 10 attachments

The agricultural land of the village of Menanga Tengah is included in the category of lowland swamp land Agricultural productivity in this village is still relatively low. The village of Menanga Tengah has considerable potential in the agricultural aspect if it can be processed properly. The data used in this reliable discharge research utilizes the CHIRPS satellite rainfall data. The CHIRPS satellite data were validated before being used in the analysis. The results of the validation of rainfall data between Mount Batu rain data and CHIRPS rain data obtained NSE values of 0.49 (Meet), RSME value of 88.85, Correlation Coefficient 0.86 (Very Strong). Before the data was used, calibration was carried out between Mount Batu data and CHIRPS satellite data, then the data was validated again and obtained an NSE value of 0.99 (Good), an RSME value of 8.25 and a Correlation Coefficient of 0.99 (Very Strong). In the middle of the village, it was found that there were two catchment areas with catchment area 1 of 11,974 km2 and Catchment Area 2 of 7,715 km2. In the analysis of water availability, the largest discharge value was obtained in January, where the amount of water availability in catchment area 1 was 0.3719 m3/s and in catchment area 2 was 0.2396 m3/s, and the lowest water availability value was obtained in September, where a the amount of water availability in catchment area 1 is 0.1969 m3/s and in catchment area 2 is 0.1268 m3/s. The dependable discharge is calculated using the F.J Mock method, the reliable discharge is obtained for the 80% fulfillment probability (Q80) in Catchment Area 1 of 0.2240 m3/sec while in Catchment Area 2 of 0.1443 m3/s.

Keywords: Dependable Discharge, Water Availability, CHIRPS

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakanag

Air merupakan bagian penting dalam kehidupan manusia yang dapat diperbaharui. Dengan tidak adanya air, banyak proses kehidupan yang tidak dapat berlangsung. Air yang terdapat dalam bumi sebanyak 97% merupakan air asin dan sisanya merupakan air tawar. Ini merupakan hal penting yang perlu diperhatikan dikarenakan air yang dapat digunakan untuk kebutuhan manusia terbatas namun kebutuhan air manusia tidak terbatas maka dari itu perlu dipikirkan cara pengolahan air sehingga dapat dimanfaatkan dimasa yang mendatang (Soemarto, 1987)

Air yang sering dimangaatkan di bumi baik itu secara langsung maupun tidak langsung berasal dari air hujan atau dapat disebut juga dengan presipitasi. Pembentukan presipitasi pada atmosfer merupakan subjek dari ilmu meteorologi. Air hujan yang turun ke permukaan akan mengalami penguapan (evapotranspirasi),selain itu ada air yang diserap langsung oleh tanaman dan ada yang mengalir terus melalui sungai sampai ke laut. Air hujan yang turun pada suatu daerah nantinya akan menjadi air permukaan ataupun air tanah. Banyaknya ketersediaan air pada suatu tempat pastinya berbeda karena dipengaruhi oleh berbagai faktor baik itu curah hujan maupun kondisi wilayah tersebut. Ketersediaan air dapat menjadi suatu indikator dalam menilai apakah kebutuhan air pada suatu wilayah terpenuhi atau tidak.

Air irigasi yang sering digunakan di Indonesia umumnya bersumber dari sungai, waduk, air tanah dan sistem pasang surut. Dalam usaha peningkatan produksi pangan khususnya padi adalah tersedianya air irigasi di sawah - sawah sesuai dengan kebutuhan. Kebutuhan air yang diperlukan pada area irigasi besarnya berbeda sesuai keadaan. Kebutuhan air irigasi dalah kebutuhan tanaman dengan memperhatikan jumlah volume air yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan evaporasi, kehilangan air, kebutuhan jumlah air yang diberikan oleh

alam melalui hujan dan kontribusi air tanah. Kebutuhan air irigasi juga tergantung oleh jenis tanamanan yang ditanam pada lahan tersebut.

Jika ketersediaam air diketahui maka dapat diperkirakan kapan waktu air tersedia dan kapan ketersediaan tidak memenuhi kebutuhan. Jika kebutuhan air tidak terpenuhi maka perlu diperhatikan aspek-aspek ketersediaan yang dapat memenuhi kebutuhan ain. Ketersediaan air harus diketahui sehingga dapat direncanakan aliran irigasi dan jenis tanaman yang kebutuhan airnya dapat terpenuhi dengan kondisi yang ada.

Desa Menanga Tengah memiliki potensi yang cukup besar dalam aspek pertanian jika dapat diolah dengan baik, salah satu caranya adalah dengan mengatur aliran irigasinya. Debit andalan merupaka debit yang diharapkan selalu ada pada suatu daerah. Pada sistem irigasi Menanga Tengah pada lahan yang produktif ditanami oleh padi sawah serta palawija. Demi mencapai hasil yang maksimal maka perlu dilakukannya analisis ketersediaan air yang ada pada wilayah tersebut. Kebutuhan air dari tanaman tentu saja harus disuplai dengan baik melalui ketersediaan air pada Desa Menanga Tengah.

Ketersediaan air untuk irigasi itu didapat dengan analisis debit andalan 80%, metode debit andalan memerlukan input data debit aliran di Desa Menanga Tengah yang bisa didapat secara langsung maupun tidak langsung, secara langsung dapat dilakukan setiap jam dalam sehari selama minimal 10 tahun, bila data secara langsung tidak didapat maka data debit diperoleh dengan data curah hujan dan evapotranspirasi. Untuk menghitung evapotranspirasi perlu data klimatologi (temperatur, penyinaran matahari, kecepatan angin, dan kelembaban relatif) dan posisi lintang pada lokasi penelitian (Desa Menanga Tengah), dengan menggunakan data hujan dan klimatologi nantinya akan menghasilkan data aliran debit sungai pada Desa Menanga Tengah sehingga data aliran sungai ini akan menjadi data untuk memproses Debit Andalan 80% ketersediaan air pada sistem irigasi Desa Menanga Tengah.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka diperoleh rumusan masalah sebagai berikut, yaitu :

- a. Bagaimana hasil validasi dan kalibrasi antara data curah hujan terukur pada stasiun BMKG dengan data satelit CHIRPS?
- b. Berapakah besar ketersediaan air yang tersedia pada Desa Menanga Tengah, Kabupaten Semendawai Barat ?
- c. Berapakah debit andalan Q80 yang tersedia untuk kebutuhan air irigasi di desa Menanga Tengah?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut

- Melakukan Uji Validasi antar data satelit dengan data BMKG Belitang dan Gunung Batu.
- b. Menganailis ketersediaan air pada Desa Menanga Tengah.
- Mengetahui debit andalan yang tersediaan untuk kebutuhan air irigasi di
 Desa Menanga Tengah dengan debit andalan yang tersedia.

1.4. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian tugas akhir ini adalah:

- a. Lokasi penelitian berada pada Desa Menanga Tengah, Kecamatan Semendawai Barat, Ogan Komering Ulu Timur.
- b. Data curah hujan yang digunakan didapat dari stasiun klimatologi didekat lokasi penelitian dan data satelit CHIRPS
- c. Ketersediaan Air ditentukan dengan menggunakan metode F.J Mock.
- d. Analisis yang diterapkan adalah perhitungan curah hujan rata-rata, validasi dan kalibrasi, analisis DAS, analisis evapotranspirasi, analisis kebutuhan air irigasi, analisis debit andalann

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahlu

Penelitian terdahulu digunakan untuk mendukung penelitian ini dan juga dapat menjadi acuan dalam melakukan penelitian ini. Penelitian terdahulu yang digunakan dapat berupa jurnal, buku, skripsi, peraturan pemerintah, maupun disertasi. Penelitian terdahulu yang digunakan umumnya memiliki perbedaan maupun persamaan baik itu dari segi permasalahan, metode yang dipakai maupun tujuan dari penelitian yang dilakukan.

Endang Andi Juhana, Sulwan Permana, Ida Farida (2015). dalam studinya di Daerah Irigasi Bonowongo, UPTD Sdap Leles, Dinas Sumber Daya Air dan Pertambangan Kabupaten, menerima analisis kebutuhan air dan drainase perkebunan di area 100 hektar. Waktu pengeringan adalah 0,97 liter /detik / hektar, tetapi jumlah air yang dibutuhkan adalah 1,13 liter / detik / hektar. Untuk menutupi kebutuhan air 100 hektar, debit air pada musim hujan adalah 1,22 liter / detik / hektar. Hasil ini sebanding dengan kebutuhan air di lapangan. Alternatif lain yang dianjurkan pada musim kemarau agar air yang tersedia cukup untuk kebutuhan pertanian adalah dengan menggunakan salah satu sistem yaitu sistem kelompok atau sistem rotasi, lapisan air terhadap air yang ada. Pertanian. Diperlukan di luar saluran irigasi Bendungan Bonowongso (saluran irigasi alternatif).

Fakhrazi, Herliyani Farial Agoes dan Desi Anggeriyani di wilayah Sungai Tabuk menerima hasil berdasarkan data curah hujan dan evapotranspirasi (simulasi) dari sistem irigasi Sungai Tabuk. Rata-rata limpasan tahunan adalah 5.758 m³ / detik. Debit tertinggi terjadi pada bulan Maret sebesar 9,405 m³/detik dan terendah pada bulan September sebesar 1,616 m³/detik. Tumpahan terpercaya rata-rata 80.3504 m³/detik, tumpahan paling andal 80% adalah 7,37 m³/s dari April hingga Februari, dan tumpahan terendah dari April hingga Februari. Pada bulan Oktober, tumpahan mencapai 80% pada 0,24 m³ /detik. Tentang perhitungan kebutuhan air irigasi berdasarkan KP-01. Berdasarkan hasil perhitungan kebutuhan

air rata-rata adalah $2.690~\text{m}^3/\text{detik}$, penanaman pertama pada tanggal 1 Desember dilakukan sesuai dengan pola tanam padi biasa, dan kebutuhan air rata-rata tanaman sekunder adalah $0.029~\text{m}^3/\text{detik}$. Dari hasil analisis diketahui bahwa air tersedia dari saluran irigasi Sungai Tabuk mendapat nilai rata-rata $3.504~\text{m}^3/\text{s}$ dapat memenuhi kebutuhan air irigasi dengan nilai rata-rata $2.719~\text{m}^3/\text{s}$.

Sujendro pada penelitiannya Rencana Embung Jetis Suruh, Donoharjo, Ngaglik, Sleman, Yogyakarta mendapatkan hasil berdasarkan analisis debit andalan dengan metode Mock, analisa kebutuhan air dan mendapat analisa neraca air, debit surplus bervariasi dari Januari sebesar 6,00 l/detik, naik ke puncak pada bulan Maret sebesar 60,00 l/detik, turun ke minimum pada bulan Oktober sebesar 2,00 l/detik, kemudian naik lagi Desember pukul 9.00 l/detik. Berdasarkan hasil analisis, rencana tambak Jetis Suruh yang layak dapat dibangun untuk menampung kelebihan debit dan digunakan pada musim kemarau.

Budiyono dan Susant melakukan penelitian dengan menggunakan data CHIRPS untuk memperkirakan curah hujan harian di Papua Barat. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data CHIRPS harian dari tahun 1996 hingga 2020 dan data curah hujan harian yang direkam oleh empat stasiun cuaca otomatis (AWS). AWS Rendani Kabupaten Manokwari, AWS Jeffman Kabupaten Raja Ampat, AWS TreaFakfak Kabupaten, AWS Kaimana Kabupaten Kaimana. Evaluasi dilakukan dengan membandingkan data hujan CHIRPS dengan data AWS menggunakan metode point-to-pixel berdasarkan parameter numerik dan kategorik. Parameter numerik yang digunakan untuk evaluasi adalah mean square error (RMSE), mean error (ME), mean absolute error (MAE), korelasi Pearson (r), dan T-test. Parameter kategori yang digunakan untuk mengevaluasi data CHIRPS adalah *Probability of Detection* (POD) dan *Critical Success Index* (CSI). Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai pada data CHIRPS berbe da secara signifikan dengan data AWS, namun data CHIRPS menunjukkan curah hujan harian di Papua Barat seperti RMSE = 8.59mm, ME = 2.75mm. Nilai MAE = 5.15mm dan r = 0.43 dinyatakan memiliki korelasi yang cukup kuat dengan data AWS. Selain itu, CHIRPS sangat baik dalam mendeteksi kejadian hujan yang terjadi di Papua Barat, yang ditunjukkan oleh POD = 0.72 dan CSI = 0.43. Oleh

karena itu, CHIRPS dapat dijadikan sebagai alternatif solusi penyediaan data hujan di Papua Barat.

Napari, (2020) dalam penelitian untuk mendapatkan perkiraan curah hujan yang diamati dapat dilakukan dengan pemantauan langsung dan tidak langsung dengan penginderaan jauh dari satelit GPM (Global Precipitation Observation). Saat mengumpulkan data untuk survei ini, dua alat pengukur hujan, alat pengukur hujan stasiun manual (OBS) dan alat pengukur hujan otomatis Hermen, sering digunakan selama survei. Dari data tersebut dilakukan uji validasi menggunakan metode NSE, RSME, dan CC, data tersebut juga dilakukan kalibrasi menggunakan bantuan *solver Exel* untuk meningkatkan koherensi antar dua data. Hasil uji dari metode tersebut didapat hasil balidasi antara GPM-OBS dan GPM-Heilman dengan nilai NSE -1,08 (Tidak Memenuhi) dan 0,577 (memenuhi), RSME sebesar 9,86 dan 11,55, dan dengan metode CC sebesar 0,820 (sangat kuat) dan 0,818 (sangat kuat). Setelah dilakukan kalibrasi menggunakan *solver exel* didapat nilai validasi antara GPM-OBS kalibrasi dan GPM-Heilman kalibrasi dengan metode NSE 0,962 (baik) dan 0,846 (baik), RSME sebesar 5,96 dan 1,55, dan dengan metode CC sebesar 0,960 (sangat kuat) dan 0,93 (sangat kuat).

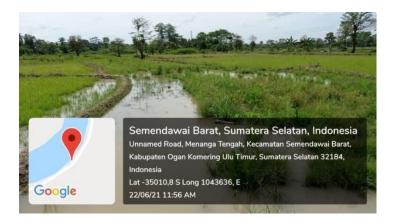
2.2. Gambaran Lokasi Penelitian

Desa Menanga Tengah merupakan salah satu desa yang berada di wilayah kecamatan Semendawai Barat kabupaten Ogan Komering Ulu Timur. Secara fisiografi lahan didominasi lahan rawa lebak, tetapi tidak termasuk lahan gambut. Sebagian besar mata pencaharian penduduk di desa ini adalah petani sawah, PNS dan juga ada sebagai pedagang. Untuk mencapai Desa Menanga Tengah dapat dilalui dengan jalur transportasi darat dengan jarak 155 km dan jarak tempuh kurang lebih 3 jam dari kota Palembang.

Desa Menanga Tengah tergolong desa yang memiliki lahan pertanian rawa lebak tetapi tidak termasuk lahan gambut. Desa Menanga Tengah memiliki luas hamparan sekitar 500 Ha. Masyarakat setempat telah melakukan kegiatan pertanian sawah sejak tahun 1994, dimana tiap tahunnya para petani melakukan penanaman padi sebanyak 1 hingga kali (IP 100) dalam setahun, tergantung cuaca. Biasanya para petani melakukan penanaman sekitar bulan Juni. Para petani

melakukan penanaman padi dengan cara tanam benih langsung (tabela). Para petani akan melakukan panen setiap 1 hingga 2 kali dalam setahun tergantung cuaca, biasanya yaitu pada bulan Mei. Para petani di desa Menanga Tengah akan melakukan produksi 6 ton gkp/Ha. Petani di desa ini sudah menggunakan pupuk kimia dan organic dalam proses penanaman padi ini, dosis yang diberikan untuk pupuk kimia sebanyak 600 kg/ha dan pupuk organik hanya diberikan sebagian saja.

Kondisi persawahan didesa tersebut akan mengalami banjir saat tanam padi selama 1 bulan yang dimulai dari bulan November hingga bulan Desember dan akan mengalami musim kering selama 4 bulan yang dimulai dari bulan Agustus hingga Desember. Jika lahan sawah mengalami banjir permanen dan juga kekeringan penanaman di lahan tersebut. Biasanya saat lahan kekurangan air, maka alternatif sumber air berasal dari air sungai.



Gambar 2. 1 Kondisi lahan persawahan di desa Menanga Tengah

Desa Menanga Tengah belum memiliki infrastruktur jaringan irigasi yang dapat menunjang pertanian, sehingga sering kali desa ini mengalami kebanjiran dan kekeringan. Oleh karena itu, perlu dilakukan normalisasi dengan pembuatan infrastruktur untuk mencegah terjadinya masalah yang demikian. Pembangunan infrastruktur yang dibutuhkan yaitu seperti saluran, karena saluran yang sudah ada terlalu dangkal, tanggul untuk menanggulangi terjadinya banjir, sumur bor untuk suplai air saat musim kemarau, pintu air untuk mengatur debit air, jembatan sebagai akses menuju kelokasi persawahan, embung untuk menyimpan persediaan

air, bangunan sadap/bagi untuk membagi arah aliran air, dan pompa pengering yang dapat digunakan saat banjir.

2.3. Siklus Hidrologi

Air merupakan salah satu sumber daya alam yang memiliki fungsi yang sangat penting bagi kehidupan makhluk hidup di bumi. Pengertian tersebut adalah bahwa air memegang peranan yang sangat strategis dan tidak dapat berfungsi tanpanya, sehingga perlu tersedia dan lestari sehingga dapat mendukung terselenggaranya kehidupan dan pembangunan saat ini dan yang akan datang. 97% dari jumlah air di bumi adalah air asin dan sisanya adalah air tawar, tetapi air harus dikelola dengan baik untuk penggunaan yang berkelanjutan (Soemarto, 1987).

Siklus air adalah serangkaian proses yang memindahkan air dari satu tempat ke tempat lain dari permukaan bumi hingga kembali ke lokasi semula. Air naik dengan penguapan dari permukaan laut atau dari darat ke udara. Air di atmosfer bergerak dalam jumlah besar melintasi benua dalam bentuk uap air atau awan dan terkena panas dari radiasi di tanah. Panas dapat meningkatkan uap air lebih lanjut, sehingga cukup tinggi dan rendah untuk membentuk kondensasi. Uap air berubah menjadi embun, yang berubah menjadi hujan dan salju. Curah hujan (presipitasi) jatuh di darat atau langsung di laut. Air yang sampai di darat mengalir di atas permukaan air sebagai sungai dan kembali ke laut (Limantara, L.M., 1986).

2.4. Curah Hujan

Hujan merupakan elemen terpenting dalam proses hidrologi dan elemen terpenting dalam melakukan analisis hidrologi. Hujan yang sampai ke permukaan bumi dapat diukur dengan mengukur ketinggian air hujan, yang dapat ditentukan dari jumlah air hujan per satuan luas. Pengukuran ini disebut curah hujan . Alat pengukur hujan dipasang secara merata di berbagai bagian wilayah untuk memahami distribusi curah hujan di seluruh daerah tangkapan air. Di badan air kecil, hujan merata di seluruh wilayah, tetapi di badan air besar, hujan jarang merata. Hal ini disebabkan besarnya curah hujan pada bagian DAS yang berbeda, tetapi tidak sama (Soemarto, 1995).

Metode aritmatika atau metode aljabar adalah metode yang paling sederhana, di mana pengukuran yang dilakukan secara bersamaan pada beberapa stasiun dijumlahkan dan dibagi dengan jumlah stasiun. Stasiun-stasiun hujan di dalam daerah tangkapan air digunakan dalam perhitungan, tetapi stasiun-stasiun di luar daerah tangkapan air yang berdekatan juga dapat diperhitungkan. Nilai curah hujan regional dapat ditentukan dengan menggunakan rumus berikut (B. Triatmodjo).

$$R = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n}{n} \tag{2.1}$$

Dimana:

R = Nilai hujan rerata kawasan

R1,R2,R3,...,Rn = Nilai hujan di stasiun 1,2,3...,n

n = Jumlah stasiun penangkap hujan

2.5. Delineasi Batas DAS

Delineasi batas DAS adalah proses penentuan batas DAS atau Sub-DAS berdasar karakteristik hidrologi suatu bentang alam (Amir et al., 2014). Delineasi batas DAS memiliki beberapa kegunaan seperti mengetahui bentuk hidrograf debit puncak, digunakan dalam analisa banjir, dan perencanaan manajemen sumber daya air (Nadia, Fatiha, Manyuk Fauzi, 2015). Seiring dengan perkembangan teknologi, delineasi batas DAS bisa dilakukan dengan membangun Digital Elevation Model dari data Ketinggian, menggunakan metode Stahcler. Parameter drainase dengan bantuan Digital Elevation Model akan menghasilkan lebih teliti, akurat dan up-to-date analisis morphometric DAS dengan memanfaatkan teknik DEM adalah salah satu teknik dan metode penting untuk menganalisis dan mengevaluasi respons drainase DAS pada perubahan iklim, karakteristik drainase (Mesa, 2006; Rais and Javed 2014), bahaya banjir (Angillieri, 2008; Perucca & Angilieri, 2010), dan proses hidrologi (Eze & Efiong, 2010).

2.6. Pemilihan Model Pengujian kesesuaian

Validasi adalah proses evaluasi suatu model untuk mendapatkan suatu gambaran ketidakpastian yang dapat diprediksi dalam proses hidrologi

(Suhartanto,2019). Validasi biasanya dilakukan dengan data di luar periode data yang digunakan untuk kalibrasi. Selama uji validasi, beberapa pengujian dijalankan, termasuk pengujian dengan *Nash Sutcliffe Efficiency* (NSE), *Root mean Square error* (RMSE) dan uji *correlation coefficient* (CC).

Berikut metode rumus uji validasi data yang digunakan:

 $ar{X}$ a. Metode NSE ini digunakan agar menunjukkan besar hubungan antara data simulasi dan data observasi. Berikut rumus perhitungan metode NSE.

$$NSE = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{n} (X - \bar{Y})^2}{\sum_{i=1}^{n} (X - \bar{X})^2} \dots$$
 (2.2)

Dimana:

X = Curah hujan actual observasi (mm)

y = Curah hujan estimasi (mm)

= Nilai rerata dari pengamatan (mm)

n = Banyak data

Tabel 2. 1 Interpretasi Nilai NSE

Nilai NSE	NSE>0.75	0.36 <nse<0.75< th=""><th>NSE>0.36</th></nse<0.75<>	NSE>0.36
Interpretasi	Baik	Memenuhi	Tidak
	Daik	Memenum	memenuhi

Sumber: Suhartanto . 2019

b. Metode *Root mean Square error* (RMSE) ini dapat digunakan untuk menentukan derajat deviasi curah hujan harian yang diprediksi dibandingkan dengan curah hujan harian aktual yang diamati, dimana jika semakin kecil (berakhir 0) nilai prediksi semakin akurat (Suprayogi, dkk, 2014).

$$RMSE = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^{n} (ROi - RCi)^2}}{n} \qquad (2.3)$$

Dimana:

ROi = Nilai curah hujan aktual observasi(mm)

RCi = Nilai curah hujan estimasi(mm)

c. Azka, dkk (2018) Korelasi adalah teknik statistik yang digunakan untuk mengetahui ada tidaknya hubungan dengan arah hubungan antara dua variabel atau lebih, dan ketergantungan (C) adalah angka yang dapat menunjukkan besar kecilnya hubungan tersebut.

$$r = \frac{n \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[n \sum X^2 - (\sum X)^2][n \sum Y^2 - (Y)^2]}}$$
 (2.4)

Dimana:

X = Nilai data hujan harian aktual observasi (mm)

Y = Nilai ata hujan harian estimasi (mm)

N = Jumlah Data

Tabel 2. 2 Interval dan tingkat hubungan Korelasi

Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
0.0-0.19	Sangat Lemah
0.2-0.39	Lemah
0.4-0.59	Sedang
0.6-0.79	Kuat
0.8-1.0	Sangat Kuat

Sumber: Bertan, 2016.

2.7. Evapotranspirasi

Evapotranspirasi kadang-kadang disebut sebagai penguapan yang terjadi pada permukaan yang ditumbuhi. Evapotranspirasi adalah jumlah evapotranspirasi dan keringat. Evapotranspirasi (Eto) dapat didefinisikan sebagai hilangnya air dari tanah dan air permukaan di cekungan. Metode atau rumus empiris seperti metode radiasi, metode Penman, metode BlaneyCriddle, metode Thornthwaite, dan metode pot evaporasi dapat digunakan untuk menentukan transpirasi vaskular referensi.

Nilai evapotranspirasi potensial (ET) dipengaruhi oleh faktor meteorologi: suhu, kelembaban, kecepatan angin, dan jumlah radiasi matahari. Salah satu cara

untuk menghitung besarnya ET₀ adalah dengan metode Penman yang dimodifikasi (FAO), yang dirumuskan sebagai berikut (Sudjarwadi, 1979):

$$ET_0 = c (W.Rn + (1 - W)(ea - ed). f(u))....(2.5)$$

Dimana:

ET₀ = Evapotranspirasi Potensial (mm/hari)

c = Faktor penyesuaian (perubahan siang dan malam

1-W = Faktor temperatur dan ketinggian

Rn = Radiasi netto (mm/hari)

f(u) = Faktor kecepatan angin

ea = Tekanan uap udara (mbar)

ed = Tekanan uap jenuh (mbar)

W = Faktor penimbang berdasarkan suhu udara rata-rata

Tahapan dalam perhitungan Evapotranspirasi menggunakan Metode Penman adalah sebagai berikut :

1. Menghitung Radiasi yang Datang (Rs)

Radiasi yang Datang atau Rs dapat dihitung dengan memperharikan lama penyinaran matahari dan radiasi ekstraterretrial (Ra) yang didapatkan berdasarkan posisi lintang pengukuran dan juga berdasarkan bulan penyinaran, nilai Ra dapat dilihat melalui Tabel 2.3,

$$Rs = (0.25 + 0.5 \text{ n/N}) Ra$$
 (2.6)

Keterangan: n/N = penyinaran matahari (%)

Ra = radiasi ekstra terretrial (mm/hari)

Tabel 2. 3 Radiasi Ekstra Terretrial (Ra): (mm/hari)

Bulan									Posisi Lintang			
Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des	
15,0	15,5	15,7	15,3	14,4	13,9	14,1	14,8	15,3	15,4	15,1	14,8	0

14,7	15,3	15,6	15,3	14,6	14,2	14,3	14,9	15,3	15,3	14,8	14,4	2
14,3	15.0	15,5	15,4	14,9	14,4	14,6	15,1	15,3	15,1	14,5	14,1	4
13,9	14,8	15,4	15,4	15,1	14,7	14,9	15,2	15,3	15,0	14,2	13,7	6
13,6	14,5	15,3	15,6	15,3	15.0	15,1	15,4	15,3	14,8	13,9	13,3	8
13,2	14,2	15,3	15,7	15,5	15,3	15,3	15,5	15,3	14,7	13,6	12,9	10
12,8	13.9	15,1	15,7	15,7	15,5	15,5	15,6	15,2	14,4	13,3	12,5	12
12,4	13,6	14,9	15,7	15,8	15,7	15,7	15,7	15,1	14,1	12,8	12,0	14
12.0	13,3	14,7	15,6	16.0	15,9	15,9	15,7	15,0	13,9	12,4	11,6	16
11,8	13,2	14,7	15,6	16,1	16.0	16.0	158	15,0	13,8	12,2	11,4	17
11,6	13.0	14,6	15,6	16,1	16,1	16,1	158	14,9	13,6	12,0	11,1	18
11,4	12,9	14,5	15,6	16,2	16,3	16,2	15,9	14,9	13,5	11,8	10,9	19
11,2	12,7	14,4	15,6	16,3	16,4	16,3	15,9	14,8	13,3	11,6	10,7	20
10,7	12,3	14,2	15,5	16,3	16,4	16,4	15,8	14,6	13.0	11,1	10,2	22
10,2	11,9	13,9	15,4	16,4	16,6	16,5	15,8	14,5	12,6	10,7	9,7	24
9,8	11,5	13,7	15,3	16,4	16,7	16,6	15,7	14,3	12,3	10,3	9,3	26
9,3	11,1	13,4	15,3	16,5	16,8	16,7	15,7	14,1	12.0	9,9	8,8	28
8,8	10,7	13,1	15,2	16,5	17.0	16,8	15,7	13,9	11,6	9,5	8,3	30
8,3	10,2	12,8	15.0	16,5	17.0	16,8	15,6	13,6	11,2	9.0	7,8	32
7,9	9,8	12,4	14,8	16,5	17,1	16,8	15,5	13,4	10,8	8,5	7,2	34
7,4	9,4	12,1	14,7	16,4	17,2	16,7	15,4	13,1	10,6	8.0	6,6	36
6,9	9.0	11,8	14,5	16,4	17,2	16,7	15,3	12,8	10.0	7,5	6,1	38
6,4	8,6	11,4	14,3	16,4	17,3	16,7	15,2	12,5	9,6	7.0	5,7	40
5,9	8,1	11.0	14	16,2	17,3	16,7	15.0	12,2	9,1	6,5	5,2	42
5,3	7,6	10,6	13,7	16,1	17,2	16,6	14,7	11,9	8,7	6.0	4,7	44
4,9	7,1	10,2	13,3	16.0	17,2	16,6	14,5	11,,5	8,3	5,5	4,3	46
4,3	6,6	9,8	13.0	15,9	17,2	16,5	14,3	11,2	7,8	5.0	3,7	48
3,8	6,1	9,4	12,7	15,8	17,1	16,4	14,1	10,9	7,4	4,5	3,2	50

Sumber: Direktorat Irigasi, Pedoman dan Kriteria Perencanaan Teknik Irigasi, Volume IV, 1980, Jakarta

2. Menghitung Tekanan Uap Nyata (ed)

Nilai tekanan u ap nyata didapat dari hasil perkalian antara nilai kelembapan udara dengan milai tekanan uap jenuh (ea) yang didapat dari Taber 2.3 dengan menggunakan data suhu udara.

```
ed = Rh x ea  (2.7)
```

Dimana:

Rh =Nilai kelembapan udara (%)

ea = Nilai tekanan uap jenuh (mbar)

Tabel 2. 4 Tabel tekanan Uap Jenuh ea (mbar)

Suhu udara (°C)	f(T) =c Ta 4	Suhu udara (°C)	f(T) = c Ta 4	Suhu udara (°C)	f(T) = c Ta 4
0	6,1	14	16,1	27	35,7
1	6,6	15	17,0	28	37,8
2	7,1	16	18,2	29	40,1
3	7,6	17	19,4	30	42,4
4	8,1	18	20,6	31	44,9
5	8,7	19	22,0	32	47,6
6	9,3	20	23,4	33	50,3
7	10,0	21	24,9	34	53,2
8	10,7	22	26,4	35	56,2
9	11,5	23	28,1	36	59,4
10	12,3	24	29,8	37	62,8
11	13,1	25	31,7	38	66,3
12	14,0	26	33,6	39	69,9
13	15,0				

Sumber : Direktorat Irigasi, Pedoman dan Kriteria Perencanaan Teknik Irigasi, Volume IV,1980, Jakarta.

3. Menghitung Radiasi Netto Gelombang Pendek

Radiasi gelombang pendek dihitung menggunakan penyinaran radiasi matahari yang jatuh ke bumi setelah dikoreksi (Rs).

$$Rns = Rs \times (1 - \alpha)$$
....(2.8)

4. Fungsi Tekanan Uap Nyata

Adapun cara menghitung tekanan uapnyata menggunakan rumus dibawah ini dan memerlukan data sekunder berupa tekanan udara hasil pengukuran.

$$f(ed) = 0.33 - 0.044 \text{ x } (ed)^{0.5}$$
 (2.9)

5. Fungsi Rasio Lama Penyinaran

Cara menghitung fungsi rasio lama penyinaran memerlukan data hasil pengukuran lapangan berupa lama penyinaran matahari. Adapun rumusnya adalah sebagai berikut

$$f(n/N) = 0.1 + 0.9 \text{ n/N}$$
 (2.10)

6. Menghitung Radiasi Netto Gelombang Panjang

Dalam menghitung radiasi netto gelombang panjang(Rnl) diperlukan parameter berupa suhu hasil penyinaran, diaman dari suhu didapat nilai f(T) dari tabl 2.5 dan juga diperlukan, nilai fungsi tekanan uap dan nilai rasio lama penyinaran, nilai Rnl didapat dengan cara berikut

$$Rnl = f(T) \times f(ed) \times f(n/N)$$
 (2.11)

Tabel 2. 5 Pengaruh antara Suhu Udara dengan Panjang Gelombang Radiasi = f(T)

Suhu udara (C)	f(T) - c Ta 4	Suhu udara (C)	f(T) - c Ta 4
0	11,0	20	14,6
2	11,4	21	14,8
4	11,7	22	15,0
6	12,0	24	15,4
8	12,4	26	15,9
10	12,7	28	16,3
12	13,1	30	16,7
14	13,5	32	17,2
16	13,8	34	17,7
18	14,2	36	18,1

Sumber: Direktorat Irigasi, Pedoman dan Kriteria Perencanaan Teknik Irigasi, Volume IV, 1980, Jakarta

7. Radiasi Netto

Radiasi netto (Rn) merupakan selisih antara radiasi netto gelombang pendek dengan radiasi netto gelombang panjang

$$Rn = Rns - Rnl \dots (2.12)$$

8. Menghitung Evapotranspirasi

Setelah nilai dari semua parameter didapat maka nilai evapotranspirasi dapat dicari melalui evapotranspirasi (2.5), adapun parameter lain yang dibutuhkan adalah angka koreksi penman yang telah ditetapkan pada setiap bulannya pada tabel 2.6 dan juga faktor koreksi terhadap radiasi yang didapat melalui tabel 2.7

Tabel 2. 6 Angka Koreksi Penman

						Bu	ılan					
Angka	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
С	1,1	1,1	1	0,9	0,9	0.9	0,9	1	1,1	1,1	1,1	1,1

Sumber: Direktorat Irigasi, Pedoman dan Kriteria Perencanaan Teknik Irigasi, Volume IV, 1980, Jakarta

Tabel 2. 7 Faktor koreksi terhadap radiasi

Suhu	ea	W		
('C)	(mbar)	el.		
24	29.8	0.74		
25	31.7			
26	33.6	0.76		
27	35.7			
28	37.8	0.78		
29	40.1			
30	42.4	0.79		
31	44.9			
32	47.6	0.81		
33	50.3	0.00		
34	53.2	0.82		
35	56.2	0.04		
36	59.4	0.84		
37	62.8	0.07		
38	66.3	0.85		
39	69.9	0.04		
40	07.7	0.86		
10				

Sumber: Direktorat Irigasi, Pedoman dan Kriteria Perencanaan Teknik Irigasi, Volume IV, 1980, Jakarta

2.8. Debit Andalan

Debit andalan adalah debit yang sangat andal dengan probabilitas tertentu. Probabilitas debit pada tiap kebutuhan ini berbeda. Kemungkinan 80% digunakan untuk keperluan irigasi. Tentu saja, untuk air minum dan keperluan industri, diperlukan probabilitas yang lebih tinggi yaitu 90-95% (Soemarto, 1987). Semakin tinggi proporsi persentase nialai debit air, semakin penting penggunaannya dan

semakin banyak air yang diprioritaskan. Oleh karena itu, debit andalan atau disebut sebagai debit langsung minimum pada saat-saat tertentu yang dapat digunakan untuk keperluan penyediaan air. Oleh karena itu, perhitungan beban utama ini diperlukan untuk menghitung beban sumber air yang dapat diandalkan untuk tujuan tertentu.

Berikut adalah beberapa nilai probabilitas yang diandalkan dalam beberapa perencanaan teknik sumber daya air (Soemarto 1995)

- 1. Penyediaan air minum (PDAM) ditetapkan sebesar 99%.
- 2. Pembangkit listrik tenaga air (PLTA) ditetapkan sebesar 85% 90%.
- 3. Penyediaan air industri ditetapkan sebesar 88% 95%.
- 4. Penyediaan air irigasi
 - Daerah beriklim setengah lembab ditetapkan sebesar 70% 85%.
 - Daerah beriklim terang ditetapkan sebesar 80% 95%

2.9. Metode F.J Mock

Metode ini dikembangkan dengan cara menghitung beban rata-rata pada tiap bulannya. Pada dasarnya, metode ini terdiri dari fakta bahwa curah hujan di daerah tangkapan sebagian dipadamkan oleh penguapan, sebagian hanya sebagai aliran permukaan (aliran langsung) dan sebagian mencapai tanah (penetrasi). Pada penelitian ini debit utama adalah debit dengan probabilitas 80%. Discharge menggunakan probabilitas 80%. Ini memiliki kemungkinan lebih dari 80-100% dari acara tersebut. Jumlah minimum data yang diperlukan untuk analisis adalah 5 tahun, dan Anda biasanya harus menggunakan data 10 tahun untuk mendapatkan skor yang baik. (Direktorat Jenderal Pengairan, 1986).

Dr. F. J. Mock pada tahun 1973 memperkenalkan metode perhitungan sungai yang menggunakan data curah hujan, potensi evapotranspirasi, dan karakteristik hidrologi daerah tangkapan untuk memprediksi limpasan sungai pada interval waktu bulanan. Metode ini dikenal sebagai model F.J. Mock. Prinsip Metode F. J. Mock adalah:

- 1) Memperhitungkan volume dari air, di antaranya disimpan di tanah dengan *inflow* (hujan), *outflow* (penetrasi, infiltrasi dan evapotranspirasi).
- 2) Dalam sistem mengacu pada *water balance*, volume air total yang berada di Bumi tetap, hanya sirkulasi dan distribusi yang bervariasi.

Adapun ketentuan dari metode sebagai berikut :

1. Data Meterologi

Adapun data meterologi yang dibutuhkan dalam perhitungan F.J Mock adalah sebagai berikut :

- Data presipitasi yang dimaksud dapat berupa data curah hujan haruan dan data curah hujan bulanan
- Data klimatologi yang dibutuhkan digunakan untuk menghitung nilai evapotranspirasi (Eto) berupa data suhu, lama penyinyaran, dan kecepatan angin.
- 2. Evapotranspirasi Aktual (Ea)

Penentuan nilai evapotranspirasi aktual (Ea) didapat melalui persamaanpersamaan berikut ini:

$$E = Eto \times \frac{d}{30} \times m. \tag{2.14}$$

$$E = Eto \times \left(\frac{m}{20}\right) \times (18 - n) \dots (2.15)$$

$$Ea = Eto - E.$$
 (2.16)

Dimana:

Ea = Nilai evapotranspirasi aktual (mm)

Et₀ = Nilai evapotranspirasi potensial (mm)

$$d = 27 - (\frac{3}{2}) \times n$$

- m = Perbandingan antar permukaan tanah tidak tertutup dengan tumbuhtumbuhan penahan hujan koefisien yang tergantung jenis areal dan musiman dalam satuan %
- 3. Keseimbangan Air Pada Permukaan Tanah
- Air hujan yang mencapai permukaan tanah dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\Delta S = R - Ea....(2.17)$$

Dimana:

 ΔS = Nilai keseimbangan air permukaan tanah

R = Hujan Bulanan

Ea = Evapotranspirasi Aktual

Bila nilai positif (R > Ea) Kemudian, jika kapasitas lengas tanah tidak tercapai, air masuk melalui tanah. Limpasan permukaan, di sisi lain, terjadi ketika kondisi kelembaban tanah tercapai. (*surface run off*).

Bila didapat niali tanah ΔS negative (R > Ea),maka dapat dikatakan air hujan tidak dapat masuk ke dalam tanah (infiltrasi) namun air tanah akan keluar dan tanah akan kekurangan air (defisit).

- b. Soil storage atau perubahan kandungan air tanah tergantung dari nilai ΔS .
 - Jika diapat nilai ΔS negative, maka dapat dikatakan kapasitas kelembapan tanah akan kekurangan dan apabila nilai dari ΔS bernilai positif akan menambah kekurangan kapasitas kelembapan tanah dari bulan sebelumnya.
- c. Soil moisture capacity atau kapasitas kelembapan tanah.

Saat menghitung kapasitas lengas tanah awal dan tingkat yang diperlukan pada awal perhitungan, hal ini tergantung pada kondisi porositas lapisan tanah pucuk di daerah tangkapan air. Biasanya 50-250 mm digunakan. Ini adalah kadar air di dalam tanah per m3. Semakin besar porositas tanah maka kelembapan tanah akan semakin besar pula.

Kelebihan Air (Water Surplus)

Kelebuhan air dihitung dari selisih antara perubahan air tanah dengan penampang tanah, menggunakan rumus sebagai berikut:

$$WS = \Delta S$$
 – Penampang tanah(2.18)

Dimana:

WS = Kelebihan Air (*Water Surplus*)

 $\Delta S = R - Ea$

Tampungan tanah = Perbendaan Kelembapan

4. Run Off dan Ground Water Storage atau Limpasan dan Penyimpanan Air Tanah

Dalam menghitung limpasan dan penyimpanan air tanah perlu diperhatikan beberapa hal baik itu infiltrasi, penyimpanan air tanag dan limpasan, Adapun langkah dalam menghitung hal tersebut adalah sebagai berikut

a. Infiltrasi

Infiltrasi atau penyerapan dapat diperkirakan berdasarkan porositas tanah dan kemiringan tangkapan. Kapasitas penetrasi dapat ditentukan oleh permukaan lapisan tanah pucuk. Jika kerikil memiliki permeabilitas yang lebih tinggi daripada tanah liat yang kedap air. Di tanah yang sangat curam, air di atas permukaan tanah mencair dengan sangat cepat, mencegah penetrasi air. Ini semakin mengurangi penetrasi . Infiltrasi dapat dihitung dengan nilai koefisien infiltrasi dan nilai kelebihan air, sebagai berikut.:

Dimana:

i = Infiltrasi

(koefisien infiltrasi, (i) = 0 s/d 1,0)

WS = Water Surplus

b. Penyimpanan air tanah (ground water storage)

Pada awal perhitungan, tampungan air awal ditentukan. Levelnya tergantung pada kondisi geologis dan waktu daerah tersebut. Persamaan yang digunakan adalah :

$$Vn = k(V_{n-1}) + \frac{1}{2}(1+k)i_n$$
 (2.20)

Dimana:

Vn = Nilai volume air simpanan tanah periode $n (m^3)$

 V_{n-1} = Nilai volume air simpanan tanah periode n-1 (m³)

k = $\frac{qt}{qo}$ = Faktor resesi aliran tanah (k) berkisar antara 0 s/d 1

qt = Nilai aliran tanah pada waktu t (bulan ke t)

go = Nilai aliran tanah pada awal (bulan ke 0)

 i_n = Infiltrasi bulan ke n (mm)

Untuk mendapatkan perubahan volume aliran air dalam tanah dida[at dari selisih volume simpanan air pada suatuperiode dengan volume simpanan air tanah periode sebelumnya mengikuti persamaan:

$$\Delta Vn = Vn - Vn-1 \dots (2.21)$$

c. Limpasan (*run off*)

Air hujan atau presipitasi dapat mengambil tiga rute ke sungai. Bagian mengalir dari permukaan, memasuki tanah, kemudian mengalir ke kiri dan ke kanan, membentuk aliran menengah. Bagian ketiga kemudian menembus jauh di bawah tanah hingga mencapai lapisan air tanah. Dalam banyak kasus, limpasan permukaan dan limpasan menengah dapat digabungkan sebagai limpasan langsung. Rumus yang digunakan untuk mendapatkan drain adalah:

$$BF = I - (\Delta Vn) \tag{2.22}$$

$$Dr_0 = WS - I$$
 (2.23)

 $Ron = BF + Dr_0 \qquad (2.24)$ Dimana: = Aliran dasar (m³/dtk/km) BF I = Infiltrasi (mm) ΔVn = Perubahan volume aliran tanah (m³) Dro = Limpasan langsung (mm) WS = Kelebihan air = Limpasan periode n (m³/dtk/km²) Ron d. Banyaknya air yang tersedia dari sumbernya Banyaknya air yang tersedia didapat dari hasil limpasan suatu periode dikalikan dengan luasan dareah tangkapan Rumus yang digunakan adalah: $Qn = Ron \times A \qquad (2.25)$ Dimana: Qn = Banyaknya air yang tersedia dari sumbernya = Luas daerah tangkapan (*catchmen tarea*) km² Α = Limpasan periode n (m³/dtk/km²) Ron Neraca air metode F.J. Mock dirumuskan sebagai berikut : Q = (Dro + Bf) F....(2.26) Dimana: = Debit andalan (m^3/dtk) Q = aliran langsung (*Direct run off*) (m³/detik/km²) Dro = aliran dasar (*Base flow*) (m³/detik/km²) Bf

F = Area Tangkapan (*Catchment area*) (km²)

DAFTAR PUSTAKA

- Alen, G.Allen. 2006. FAO Irigation And Drainage Paper. Utah State University. Utah.
- Anonim. 1994. Standar Perencanaan Irigasi Kriteria Perencanaan Bagian Bangunan. Departemen Pekerjaan Umum. Bandung.
- Ansari, A. et. al. 2017. Model Hydrology Mockwyn-UB to Analyse Water Availability in Gumbasa Watershed Central Sulawesi Province, in journal: Int. Journal of Engineering Research and Application, vol.7, Issue 1 (Part-3), PP. 94-101. ISSN: 2248-9622.
- Asdak, Chay. 1995. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Universitas Gadjah Mada. Yoggyakarta.
- Budiyono, Faisol. 2020. Evaluasi Data *Climate Hazards Group Infrared Precipitation With Station* (Chirps) Dengan Data Pembanding *Automatic Weather Stations* (Aws) Dalam Mengestimasi Curah Hujan Harian Di Provinsi Papua Barat; Vol. 10, No. 1 (2021): 64-72
- Direktorat Jenderal Sumber Daya Air. 2010. Standar Perencanaan Irigasi Kriteria
- Limantara, L. M. 2009. Hidrologi Teknik Sumber Daya Air. Citra, Malang
- Faisol, Arif dan Budiyono.2020. Evaluasi Data Climate Hazards Group Infrared Precipitation With Station (CHIRPS) Dengan Data Pembanding Automatic Weather Stations (AWS) Dalam Mengestimasi Curah Hujan Harian Di Provinsi Papua Barat, dalam Jurnal Teknik Pertanian Lampung Volume 10, No.1;64:72
- Fakhruarrazi. Dkk. 2018. Tinjauan Debit Andalan untuk Irigasi di Kecamatan Sungai Tabuk Kabupaten Banjar, dalam Jurnal Gradasi Teknik Sipil: Volume 2, No. 1:33-43
- Gustian, Meri. Dkk. 2014. Optimasi Parameter Model Dr. Mock Untuk Pengelolaan Daerah Aliran Sungai, dalam jurnal : Teknik Sipil Pascasarjana Universitas Syiah Kuala. Hal : 36-45. ISSN : 2302-0253
- Juhana, E. A. 2015. Analisis Kebutuhan Air Irigasi Pada Daerah Irigasi Bangbayang Uptd Sdap Leles Dinas Sumber Daya Air Dan Pertambangan Kabupaten Garut, Jurnal Konstruksi: Volume 3, No. 1:1-28

- Setiyawan, Vera. Dkk. 2016. Analisis Ketersediaan Air dengan Metode F.J. Mock Pada Daerah Persawahan Desa Poboya Palu Sulawesi Tengah.
- Sujendro. 2013 Ketersediaan Dan Kebutuhan Air Irigasi Pada Rencana Embung Jetis Suruh, Donoharjo, Ngaglik, Sleman, Yogyakarta.
- Soemarto, C. D. 1987. Hidrologi Teknik. Surabaya: Usaha Nasional.
- Triadmojo, B. 2008. Hidrologi Terapan. Beta Offset. Yogyakarta
- Tambun, Nohanamian. 2010. Perhitungan Debit Andalan Sebagai Sumber Air Bersih PDAM Jayapura. Teknik Lingkungan, FTSP-ITS.
- Tunas, I. G., & Lesmana, S. B. 2011. Analisis Penyimpangan Perkiraan Debit Menggunakan Model Mock dan NRECA. Journal Teknik Sipil Dan Infrastruktur, 1(1)