

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Sebelumnya telah dilakukan beberapa penelitian yang memiliki persamaan dan perbedaan dari segi permasalahan atau metode penelitian yang akan dilakukan. Maka sebelum melakukan analisis dan perhitungan dilakukan dulu studi dari literatur terdahulu dengan menggunakan beberapa penelitian terkait penelitian ini. Dilakukan agar didapatkan hipotesa sementara yang dapat dibuktikan dengan penelitian ini dan juga prosedur yang baik dalam melakukan analisis. Berikut beberapa studi literatur terdahulu sebagai acuan terkait penelitian ini.

Adzhary Dwi Putra Anwar (2020), “Perbandingan Potensi Air Embung Tambak Boyo Menggunakan Metode F.J Mock Dengan Debit Terukur”. metode yang digunakan pada penelitian ini menggunakan F.J Mock untuk menghitung ketersediaan air. Untuk perhitungan curah hujan digunakan metode aritmatik selama periode 10 tahun. Tujuan untuk mengetahui ketersediaan air embung tambak boyo serta mengetahui potensi yang dimiliki oleh embung tambak boyo. Didapatkan hasil ketersediaan air embung tambak boyo berdasarkan dua metode menghasilkan rentang debit antara $3,786 \text{ m}^3/\text{dt}$ – $0,067 \text{ m}^3/\text{dt}$, untuk potensi embung tambak boyo melimpah sepanjang tahun. Penelitian yang akan dilakukan memiliki kesamaan yaitu menganalisis

ketersediaan air menggunakan model Mock. Perbedaannya terletak pada tujuan penelitian pada penelitian sebelumnya hanya memperhitungkan ketersediaan air sedangkan pada penelitian yang akan dilakukan untuk mencari kebutuhan dan ketersediaan air di aliran sungai way sekampung pringsewu.

Prima Jiwa Osly, dkk (2019). “Analisis Kebutuhan Dan Ketersediaan Air Di Kabupaten Manokwari”. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode Mock untuk mencari debit berdasarkan data 10 tahun (2010 – 2018). Metode penman untuk menentukan evapotranspirasi bulanan. Tujuan untuk menganalisis seberapa besar potensi ketersediaan air berdasarkan debit andalan dan seberapa besar kebutuhan air di kabupaten manokwari. Didapatkan hasil ketersediaan di kabupaten manokwari mengalami surplus dengan debit minimum sebesar $7,07 \text{ m}^3/\text{det}$ sedangkan debit maksimum sebesar $24,08 \text{ m}^3/\text{det}$. Konsumsi terbesar oleh sektor pertanian dan terendah oleh sektor peternakan. Penelitian yang akan dilakukan memiliki kesamaan yaitu menganalisis ketersediaan air menggunakan model Mock. Sedangkan perbedaannya terletak pada penentuan evapotranspirasi untuk penelitian yang akan dilakukan menggunakan metode *Penman-Mointeth* dari aplikasi software *cropwat version 8.0*.

Agri Anang Sumadriansyah (2019) “Analisis Kebutuhan Air Irigasi Menggunakan Cropwat 8.0 (Studi Kasus Pada Daerah Irigasi Persawahan Daerah Mamburungan Timur). Metode yang digunakan adalah konsep KP-01 dan software *cropwat*. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui kebutuhan air irigasi pada persawahan daerah mamburungan timur.

Didapatkan hasil dengan luas wilayah daerah irigasi pesawahan daerah mamburungan timur sebesar 2,27 ha dengan kebutuhan air irigasi pola tanam padi-padi dimulai awal pengolahan lahan pada awal bulan september maka pada perhitungan manual (konsep KP-01) kebutuhan air irigasi maksimum didapat sebesar 1,572 ltr/dtk/ha sedangkan cropwat sebesar 0,059 ltr/dtk/ha. Perbedaan terletak pada metode yang akan dilakukan pada penelitian yang akan dilakukan hanya menggunakan software cropwat untuk menghitung kebutuhan air. Kesamaan pada penelitian yang akan dilakukan terletak pada metode menganalisis kebutuhan air menggunakan *software cropwat Version 8.0*.

Anton Priyonugroho (2014). “Analisis Kebutuhan Air Irigasi (Studi Kasus Pada Daerah Irigasi Sungai Air Keban Daerah Kabupaten Empat Lawang) Metode yang digunakan adalah perhitungan manual dengan kosep KP-01 dan software *Cropwat Version 8.0*, tujuan penelitian ini untuk mendapatkan prediksi nilai kebutuhan air irigasi maksimum dan minimum pada daerah irigasi sungai air keban yang berada di daerah kabupaten empat lawang sumatera selatan. Penelitian yang akan dilakukan memiliki kesamaan yaitu menganalisis kebutuhan air menggunakan *Software Cropwat*. Perbedaannya terletak pada tujuan penelitian pada penelitian sebelumnya hanya memperhitungkan kebutuhan air sedangkan pada penelitian yang akan dilakukan untuk mencari kebutuhan dan ketersediaan air di aliran sungai way sekampung pringsewu.

Hs . Hasibuan (2018). “Analisa Kebutuhan Air Irigasi Daerah Irigasi Sawah Kabupaten Kampar” tujuan dari penelitian ini adalah menganalisa

kebutuhan air irigasi kabupaten kampar berdasarkan data klimatologi Metode yang digunakan software *Cropwat* untuk mengetahui kebutuhan air irigasi, tujuan penelitian untuk mengetahui kebutuhan air irigasi di daerah irigasi sawah kabupaten kampar menggunakan metode *Cropwat*. Hasil penelitian membuktikan bahwa kebutuhan air tanaman untuk daerah studi berkisar antara 3.63 mm/hari sampai 4.14 mm/hari sedangkan evapotranspirasi tertinggi terjadi pada bulan februari untuk tanaman padi sebesar 4.4 mm/hari. Untuk pola tanam padi-padi;padi kebutuhan air irigasi maksimum terjadi pada bulan januari ($0,04 \text{ m}^3/\text{dt}/\text{ha}$) periode Penelitian yang akan dilakukan memiliki kesamaan yaitu menganalisis kebutuhan air menggunakan *Software Cropwat*. Perbedaannya terletak pada tujuan penelitian pada penelitian sebelumnya hanya memperhitungkan kebutuhan air sedangkan pada penelitian yang akan dilakukan adalah untuk mencari kebutuhan dan ketersediaan air di aliran sungai way sekampung pringsewu.

2.2 Hujan

Hujan merupakan komponen masukan yang penting dalam proses hidrologi karena jumlah kedalaman hujan ini menjadi aliran sungai baik melalui limpasan permukaan (*surface*), aliran antara (*interflow subsurface runoff*), maupun aliran sebagai aliran air tanah (*groundwater flow*). Untuk mendapatkan perkiraan aliran permukaan yang terjadi di suatu penampang sungai tertentu maka kedalaman hujan yang terjadi harus diketahui. Dalam hal ini perlu diperhatikan bahwa yang diperlukan adalah besaran hujan yang terjadi. Untuk memperoleh besaran hujan diperlukan sejumlah stasiun hujan yang dipasang sedemikian rupa sehingga dapat mewakili besaran hujan.

Data curah hujan merupakan data curah hujan harian maksimum satu tahun dinyatakan dalam mm/hari. Intensitas hujan rerata adalah perbandingan antara kedalaman hujan dengan intensitas hujan. Misalnya hujan dalam 5 (lima) jam menghasilkan kedalaman 5 mm, berarti intensitas hujan rerata adalah 10 mm/jam. Kriteria perencanaan irigasi mengusulkan hitungan hujan efektif berdasarkan data pengukuran curah hujan di stasiun terdekat dengan panjang pengamatan selama 10 tahun. (Hs, Hasibuan 2010).

2.3 Irigasi

Irigasi adalah suatu seni yang dimiliki oleh manusia sesuai dengan peradaban manusia atau dikatakannya bahwa peradaban manusia ternyata mengikuti perkembangan irigasi, peradaban meningkat dengan meningkatnya daerah yang beririgasi. Sebagian lagi beranggapan bahwa kebudayaan kuno sangat tergantung pada pertanian yang beririgasi, mundurnya peradaban banyak disebabkan oleh tidak adanya stabilitas politik dan lingkungan. (Hansen, 1992)

Lebih lanjut dikatakan bahwa namanya masyarakat beradab antara lain disebabkan oleh adanya pertanian yang beririgasi, sehingga dengan demikian pertanian dapat memberikan keuntungan secara tetap. Oleh karenanya pembinaan dan pengembangan bangunan irigasi terus dikembangkan oleh manusia. Irigasi secara umum didefinisikan sebagai cara-cara pengelolaan dan pemanfaatan air yang ada pada tanah untuk keperluan mencukupi pertumbuhan dan tumbuhnya tanam-tanaman terutama bagi tanaman pokok. Lebih umum lagi diartikan sebagai pemanfaatan keberadaan air yang ada di

dunia ini tidak saja untuk pertanian tapi untuk kebutuhan dan keperluan hidup dan kelestarian dunia itu sendiri.

Seperti yang telah dijelaskan diatas, irigasi merupakan suatu tindakan memindahkan air dari sumbernya ke lahan-lahan pertanian. Adapun jenis-jenis irigasi sebagai berikut :

(Sumber : Kriteria Perencanaan Bagian Jaringan Irigasi Kp-01,2010)

a) Irigasi gravitasi (*gavitational irrigation*)

Irigasi gravitasi adalah irigasi yang memanfaatkan gaya tarik gravitasi untuk mengalirkan air dari sumbernya ke tempat yang membutuhkan. Dengan prinsip air mengalir dari tempat yang tinggi menuju tempat yang rendah karena ada gravitasi

b) Irigasi bawah tanah (*sub surface irrigation*)

Irigasi bawah tanah adalah irigasi mensuply air langsung ke daerah akar tanaman yang membutuhkannya melalui aliran air tanah, dengan demikian tanaman diberi air tidak lewat permukaan dengan mengatur muka air tanah

c) Irigasi siraman (*sprinkler irrigation*)

Pemberian air dengan cara penyiraman atau dengan meniru hujan dimana pada praktiknya penyiraman ini dilakukan dengan cara pengaliran air lewat pipa dengan tekanan tertentu sehingga dapat membasahi areal yang cukup luas. Sistem ini biasanya digunakan apabila topografi daerah irigasi tidak memungkinkan untuk penggunaan irigasi gravitasi.

d) Irigasi tetesan (*driple irrigation*)

Air dialirkan melalui jaringan pipa dan diteteskan tepat di daerah penangkaran tanaman dengan menggunakan mesin pompa sebagai tenaga penggerak. Irigasi ini prinsipnya mirip dengan irigasi siraman, hanya pipa tersiernya dibuat melalui jalur pohon dan tekanannya lebih kecil karena hanya menetes saja. Metode ini bisa menghemat air yang dibutuhkan.

2.4 Jaringan irigasi

Jaringan irigasi adalah kesatuan dari saluran dan bangunan yang diperlukan untuk pengaturan air irigasi mulai dari penyediaan, pengambilan, pembagian, dan penggunaan. Yang dimaksud dengan jaringan irigasi adalah saluran bangunan pelengkap yang merupakan satu kesatuan dan diperlukan untuk pengaturan air irigasi mulai dari penyediaan, pembagian, pemberian, penggunaan, dan pembuangannya.

Tujuan irigasi adalah mengalirkan air secara teratur sesuai kebutuhan tanaman pada saat persediaan air tanah tidak mencukupi untuk mendukung pertumbuhan tanaman, sehingga tanaman bisa tumbuh secara normal. Berdasarkan cara pengaturan, pengukuran aliran air, dan kelengkapan fasilitas, jaringan irigasi dapat dibedakan dalam tiga, yaitu :

(Sumber : Kriteria Perencanaan Bagian Jaringan Irigasi Kp-01,2010)

2.4.1 Jaringan Irigasi Sederhana

Pembagian air pada jaringan irigasi sederhana tidak diukur atau diatur, air lebih akan mengalir ke saluran pembuang. Para petani memakai air tersebut bergabung dalam satu kelompok jaringan irigasi yang sama, sehingga tidak memerlukan keterlibatan pemerintah

dalam organisasi jaringan irigasi semacam ini. Persediaan air biasanya berlimpah dengan kemiringan berkisar antara sedang sampai curam. Oleh karena itu hampir tidak diperlukan teknik yang sulit untuk sistem pembagian airnya

Jaringan irigasi yang masih sederhana itu mudah diorganisasi, tetapi memiliki kelemahan-kelemahan yang serius. Adanya pemborosan air dan dikarenakan pada umumnya jaringan ini terletak didaerah yang tinggi, air yang terbuang tidak selalu dapat mencapai daerah rendah yang lebih subur. Selain itu, terdapat banyak penyadapan yang memerlukan lebih banyak biaya dari penduduk karena setiap desa membuat jaringan dan pengambilan sendiri-sendiri karena bantuan pengelaknya bukan bangunan tetap atau permanen,.

2.4.2 Jaringan Irigasi Semi Teknis

Jaringan irigasi semi teknis bendungannya terletak di sungai lengkap dengan bangunan pengambilan dan bangunan pengukur dibagian hilirnya. Sistem pembagian air biasanya serupa dengan jaringan sederhana. Pengambilan dipakai untuk melayani atau mengairi daerah yang lebih luas dari daerah layanan pada jaringan sederhana. Oleh karena itu, biaya ditanggung oleh lebih banyak daerah layanan. Organisasinya akan lebih rumit jika bangunan tetapnya berupa bangunan pengambilan dari sungai, karena diperlukan lebih banyak keterlibatan dari pemerintah, dalam hal ini departemen pekerjaan umum. Sistem irigasi ini seluruh bangunan yang ada di dalamnya telah setengah teknis, konstruksinya bisa

permanent atau setengah permanent hanya tidak dilengkapi dengan pintu air dan alat pengukur debit.

2.4.3 Jaringan Irigasi Teknis

Salah satu prinsip dalam perencanaan jaringan teknis adalah pemisahan antara jaringan irigasi dan jaringan pembuangan. Hal ini berarti bahwa baik saluran irigasi maupun pembuang tetap bekerja sesuai dengan fungsinya masing-masing yaitu dari pangkal hingga ujung. Saluran irigasi mengalirkan air irigasi ke sawah-sawah dan saluran pembuang alamiah yang kemudian akan diteruskan ke laut. Saluran sistem irigasi ini menjamin tidak terjadinya banjir dengan cara dibuatnya pembanguna jaringan pembuangan tersier

2.5 Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah aliran sungai (DAS) adalah suatu wilayah daratan yang secara topografik dibatasi punggung-punggung gunung yang menampung dan menyimpan air hujan untuk kemudian menyalurkannya ke laut melalui sungai utama DAS (Daerah aliran sungai) juga disebut sebagai *watershead* atau *catchment area*. Das memiliki ukuran yang berbeda-beda, ada yang kecil dan ada juga yang sangat luas. Das yang sangat luas bisa memiliki beberapa sub das tergantung banyaknya anak sungai dari cabang sungai yang ada, yang merupakan bagian dari suatu sistem sungai utamanya. Air hujan yang jatuh didalam suatu wilayah akan mengalir menuju sungai utama, suatu wilayah tersebut merupakan Das. (Sri Harto, Analisis Hidrologi, 1999)

Air pada Das merupakan aliran air yang mengalami siklus hidrologi

secara alamiah, selama berlangsungnya siklus hidrologi ini yaitu perjalanan air dari permukaan laut ke atmosfer kemudian ke permukaan tanah dan kembali lagi ke laut yang tidak pernah berhenti air tersebut akan tertahan sementara di sungai, waduk/danau, dan dalam tanah sehingga akan dimanfaatkan oleh manusia atau makhluk hidup. Luas DAS diperkirakan dengan mengukur daerah itu pada peta topografi. Luas DAS sangat berpengaruh terhadap debit sungai. Pada umumnya semakin jumlah limpasan permukaan maka semakin besar pula aliran permukaan atau debit sungai (Triatmodjo, 2008).

2.6 Curah Hujan Rata-Rata Daerah Sungai

Curah hujan merupakan jumlah air yang jatuh dipermukaan tanah dasar selama periode tertentu yang diukur dengan satuan tinggi milimeter diatas permukaan horizontal. Data curah hujan merupakan data curah hujan harian maksimum satu tahun dinyatakan dalam mm/hari. Curah hujan 1 (satu) milimeter, artinya dalam luasan satu meter persegi pada tempat yang datar tertampung air setinggi satu milimeter tempat yang datar tertampung air setinggi satu milimeter atau tertampung air setinggi 1 liter (Triatmodjo, 2008). pada penelitian yang akan dilakukan memakai metode aritmatic aljabar digunakan untuk mengetahui besarnya curah hujan rata-rata pada suatu DAS, yaitu sebagai berikut :

2.6.1 Metode Aritmatik (Aljabar)

Metode ini adalah yang paling sederhana untuk menghitung hujan rerata pada suatu daerah. Pengukuran yang dilakukan di beberapa stasiun dalam waktu yang bersamaan dijumlahkan kemudian dibagi dengan jumlah stasiun. Stasiun yang digunakan dalam hitungan biasanya adalah stasiun hujan yang berada dalam das. Pada penelitian ini stasiun hujan yang akan digunakan untuk perhitungan rerata hujan terdapat 3 stasiun yaitu stasiun pagelaran dengan luas das 4,88 (km²) stasiun banyuwangi dengan luas das 5,44 (km²) stasiun pajar esuk luas das, 0,28 (km²) curah hujan rerata daerah metode aljabar dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

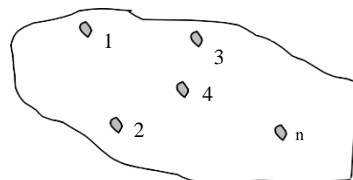
$$P = \frac{P_1 + P_2 + \dots + P_n}{n} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :

P = hujan rerata kawasan

P₁, P₂, ..., P_n = hujan di stasiun 1, 2, ..., n

n = jumlah stasiun



Gambar 2.1 Sketsa stasiun curah hujan cara rata-rata hitung
(Sumber : Sri Harto, Analisis Hidrologi, 1999)

2.7 Kebutuhan Air Irigasi

Kebutuhan air irigasi adalah jumlah volume air yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan evaporasi, kehilangan air, dan kebutuhan air untuk tanaman dengan memperhatikan jumlah air yang diberikan oleh alam melalui hujan dan kontribusi air tanah (Sosrodarsono dan Takeda, 2003) . Kebutuhan air untuk pertanian atau kebutuhan irigasi adalah besarnya kebutuhan air pada suatu daerah agar tanaman tersebut dapat tumbuh dengan baik dan memberikan hasil yang memuaskan.

Perkiraan banyaknya air untuk irigasi didasarkan pada faktor-faktor jenis tanaman, jenis tanah cara pemberian airnya, cara pengolahan tanah, banyak turun curah hujan , waktu penanaman, iklim, pemeliharaan saluran, dan bangunan bendung dan sebagainya. Dalam pemenuhan kebutuhan air irigasi perlu diusahakan secara menyeluruh dan merata, khususnya apabila ketersediaan air terbatas.

Pada musim kemarau misalnya banyak areal pertanian yang tidak ditanami karena air yang dibutuhkan tidak mencukupi. Dalam memenuhi kebutuhan air irigasi harus menerapkan manajemen yang didukung oleh teknologi dan perangkat hukum yang baik. Kebutuhan air untuk padi ditentukan oleh faktor-faktor berikut :

- a) Penyiapan lahan
- b) Penggunaan konsumtif
- c) Perkolasi dan rembesan
- d) Pergantian lapisan air
- e) Curah hujan efektif

Pada penelitian ini perhitungan kebutuhan air irigasi menggunakan Software *Cropwat Version 8.0*. Berikut tahapan dalam penggunaan *software cropwat version 8.0*

- a) Input data klimatologi seperti rata-rata suhu, kelembaban, kecepatan angin dan lama penyinaran matahari.
- b) Input data curah hujan rerata bulanan (70 % untuk perhitungan padi) otomatis curah hujan efektif terkakulasi dan hasil akan muncul
- c) Input data tanaman, data tanaman mengambil dari data base FAO (*open-FAO-Rice*) kemudian editing tanggal awal tanam. Data tanaman ini merupakan data default untuk padi dari FAO.
- d) Input data tanah, data tanah mengambil dari data base FAO (*open-FAO-medium*). Medium karena tanah pada penelitian ini berada pada level medium
- e) Input data pun selesai kemudian dilanjutkan dengan kalkulasi perhitungan kebutuhan air irigasi dengan mengklik icon CWR dan hasilnya akan terlihat

2.8 Koefisien Tanaman

Koefisien tanaman merupakan suatu koefisien yang menyatakan adanya perbedaan kebutuhan air pada setiap jenis tanaman dan umur tanaman tertentu. Besarnya koefisien tanaman (K_c) tergantung dari jenis tanaman dan fase pertumbuhan. Pada perhitungan ini digunakan koefisien tanaman untuk padi mengikuti ketentuan dari FAO berdasarkan metode Penman-Monteith dari software cropwat. koefisien tanaman disajikan pada tabel sebagai berikut.

Tabel 2.1 Koefisien Tanaman Padi Per Fase Pertumbuhan

Fase Pertumbuhan	Waktu	Koefisien Tanaman	
		Kc wet	Kc Dry
Penyiapan Lahan/ Nurseri	30 hari	1.20	0.70
Penggenangan/Land Preparations	25 hari	1.05	0.30
Penanaman/Initial Stage	20 hari	1.10	0.50
Pertumbuhan/Develoment Stage	30 hari	-	-
Menjelang Tumbuh/Mid Season	40 hari	1.20	1.05
Masa Tua/ Late Season	30 hari	1.05	0.70
Total	150 hari	5.6	3.25

(Sumber : Menurut Cropwat version 8.0)

2.9 Evapotranspirasi

Evapotranspirasi merupakan kejadian bersama-sama antara evaporasi dan transpirasi, dimana keduanya saling mempengaruhi dan sangat berkaitan satu sama lain. Evapotranspirasi juga berarti kehilangan air total akibat penguapan dari muka tanah dan penguapan air ditanaman. Analisa tentang evapotranspirasi ini bertujuan untuk mengetahui air yang menguap dari tanah dan tumbuhan yang nanti akan sangat menentukan jumlah air yang dibutuhkan dalam suatu irigasi Untuk menghitung besarnya evapotranspirasi dibutuhkan data-data klimatologi, seperti: suhu, kelembaban, kecepatan angin dan lama penyinaran matahari. (Sumber : Wiyono. 2000).

Pada laporan ini perhitungan evapotranspirasi menggunakan aplikasi Software *Cropwat version 8.0* dengan memasukan data rata-rata diantaranya suhu, kelembaban udara, kecepatan angin , radiasi sinar matahari ke dalam

software cropwat.

2.10 Perkolasi

Perkolasi adalah meresapnya air ke dalam tanah dengan arah vertikal ke bawah, dari lapisan tidak jenuh. Besarnya perkolasi dipengaruhi oleh sifat-sifat tanah, kedalaman air tanah dan sistem prakarannya. Laju perkolasi sangat bergantung pada sifat tanah dari hasil penyelidikan tanah pertanian dan penyelidikan kelulusan air, besarnya laju perkolasi besar tingkat kecocokannya tanah untuk pengolahan tanah dapat ditetapkan dan dianjurkan pemakaia. Guna menentukan laju perkolasi tinggi muka air tanah juga harus diperhitungkan,

Tabel 2.2 Berbagai Jenis Tanah

Jenis Tanah	Heavy (clay)	Light (sand)	Medium (loam)
Soil Moisture	200 mm/m	60 mm/m	200 mm/m
Max rain infiltrasi	40 mm/day	40 mm/day	30 mm/day
Max rooting depth	900 cm	900 cm	600 cm
Initial soil moisture	0 %	0 %	0 %
dep	200 mm/m	60 mm/m	200 mm/m
Maximum percolation	3.4	3.4	3.1

(Sumber : Menurut Cropwat Version 8.0)

Dari pedoman diatas, untuk perhitungan kebutuhan air di daerah irigasi way sekampung pringsewu untuk jenis tanah yang dipakai medium (loam). Sesuai dengan jenis tanah pada penelitian ini yaitu di daerah irigasi way sekampung pringsewu yang berstekstur sedang (Lempung Kepasiran). dengan karakteristik pengolahan tanah yang baik.

2.11 Pola Tanam

Pola tata tanam merupakan perpaduan antara kebutuhan air dengan ketersediaan air irigasi, kita berusaha mengatur waktu, tempat, jenis dan luas penanaman saat musim hujan dan kemarau disertai penggunaan air yang efisien untuk mendapat produksi semaksimal mungkin. (Sumber : Kp-01 2010).

Hal-hal yang diperlukan dalam perencanaan pola tanam :

- a) Pola tanam harus mengoptimalkan pemakaian air dari sumber air yang tersedia
- b) Pola tanam harus praktis dan cocok berdasarkan kemampuan dan lingkungan yang ada
- c) Pola tanam harus membawa keuntungan semaksimal mungkin bagi petani

Untuk memenuhi kebutuhan air untuk tanaman, penentuan pola tanam merupakan hal yang perlu dipertimbangkan berikut sistem pola tanam yang sudah ada

Tabel 2.3 Sistem pola tanam yang sudah ada

No	Bulan	Pola Tanam
1	Juli – oktober	Padi - Padi
2	November – desember	Tanah dibiarkan bera
3	Januari – april	Padi - Padi
4	Mei – juni	Tanah dibiarkan bera

(Sumber : Pola Tanam Daerah Pringsewu)

2.12 Software Cropwat Versio 8.0

Dalam perkembangan irigasi di dunia khususnya di Indonesia tidak terlepas dari penggunaan teknologi untuk mempermudah dan mempercepat pengerjaan irigasi agar mencapai hasil yang lebih maksimal, penggunaan teknologi sangat dibutuhkan dalam pengerjaan jaringan irigasi. Salah satu teknologi yang dapat digunakan dalam pengerjaan irigasi adalah software cropwat, Software ini adalah salah satu aplikasi pendukung yang dikembangkan oleh divisi perkembangan tanah dan air FAO (*foot agriculture organization*) berdasarkan metode *Penman – Monteith* yang memasukan perhitungan manual untuk irigasi menjadi suatu aplikasi yang disebut *Cropwat* yang dimaksudkan sebagai alat praktis untuk menghitung laju evapotranspirasi standar, kebutuhan air tanaman, dan pengaturan irigasi tanaman (Marica,2000).

Pada laporan ini penulis akan menghitung kebutuhan air irigasi dengan menggunakan software *Cropwat Version 8.0*. dari segi perhitungan *Cropwat* perpedoman FAO karena memang *Cropwat* adalah software yang dikembangkan oleh FAO. Penggunaan *Software Cropwat Version 8.0* ini hanya sebatas sampai menghitung kebutuhan air saja dan tidak sampai diluar dari hal tersebut. Dari beberapa studi didapatkan bahwa model Penmann-Monteith memberikan pendugaan yang akurat sehingga FAO merekomendasikan penggunaannya untuk pendugaan laju evapotranspirasi standar dalam menduga kebutuhan air bagi tanaman (Tumiar, dkk. 2012).

2.13 Kelebihan dan kekurangan Software Cropwat

Metode cropwat sangat mudah digunakan dibandingkan dengan metode

lain yang bersifat konvensional. Dengan adanya cropwat, menghitung kebutuhan air tanaman menjadi lebih praktis. Kita dapat mengetahui kapan waktu penanaman, jadwal irigasi, dan kebutuhan air tanaman setiap bulannya. File-file jadwal irigasi dapat disimpan sehingga dapat digunakan di kemudian hari, sedangkan metode lainnya tidak. Program ini merupakan cara perhitungan yang paling efektif karena program ini mempunyai human error yang paling kecil. Kelebihan dari perangkat lunak cropwat 8 (Priyono, 2009) adalah sebagai berikut:

- a) Aplikasi ini mempermudah pekerjaan dalam menghitung kebutuhan air tanaman dan bagaimana penjadwalan pengairan untuk tanaman yang ingin diketahui.
- b) Program ini memungkinkan pengembangan jadwal irigasi untuk kondisi manajemen yang berbeda dan perhitungan pasokan skema air untuk berbagai pola tanaman.
- c) Software cropwat 8.0 juga dapat digunakan untuk mengevaluasi praktek-praktek irigasi petani dan untuk menilai kinerja tanaman yang berhubungan dengan kebutuhan air.

Kekurangan dari aplikasi ini adalah sebagai berikut (Priyono, 2009):

- a) Aplikasi ini masih digunakan hanya oleh kalangan tertentu belum menyeluruh, misal para petani biasa belum bisa menggunakan aplikasi ini.
- b) Aplikasi ini hanya tersedia dalam beberapa bahasa tidak semua bahasa padahal akan lebih baik apabila aplikasi ini tersedia dalam berbagai bahasa agar lebih mudah dalam segi pemahaman dan pengpersian pengguna.

- c) *cropwat* 8.0 adalah hasil data yang hanya berkisar dua angka di belakang koma sehingga nilai yang dihasilkan sangat bergantung pada pembulatan yang dilakukan

2.14 Curah Hujan Efektif (Re)

Pada laporan ini perhitungan curah hujan efektif menggunakan aplikasi Software *cropwat version 8.0*. Berikut adalah tahap perhitungan curah hujan efektif pada Software *cropwat*

- Untuk curah hujan efektif padi, input data R_{80} per bulan kemudian klik *option-Fixed percentage (70%)*
- Jika untuk palawija, curah hujan R_{80} perbulannya telah dikalikan dengan 50% kemudian klik *option-USDA soil conservation service*.
- Curah hujan efektif (*Eff rain*) otomatis terkakulasi

Tabel 2.4 Koefisien Curah Hujan Rata-Rata Bulanan Dengan ET Tanaman Rata-Rata Bulanan Dan Curah Hujan Bulanan

Curah Hujan Bulanan/mm	mean mm	12,5	25	37,5	50	62,5	75	87,5	100	112,5	125	137,5	150	162,5	175	187,5	200	
ET tanaman	25	8	16	24	Curah Hujan rata-rata bulanan/mm													
Rata-rata	50	8	17	25	32	39	46											
Bulanan/mm	75	9	18	27	34	41	48	56	62	69								
	100	9	19	28	35	43	52	59	66	73	80	87	94	100				
	125	10	20	30	37	46	54	62	70	76	85	97	98	107	116	120		
	150	10	21	31	39	49	57	66	74	81	89	97	104	112	119	127	133	
	175	11	23	32	42	52	61	69	78	86	95	103	111	118	126	134	141	
	200	11	24	33	44	54	64	73	82	91	100	106	117	125	134	142	150	
	225	12	25	35	47	57	68	78	87	96	106	115	124	132	141	150	159	
	250	13	25	38	50	61	72	84	92	102	112	121	132	140	150	158	167	
Tampungan Efektif		20	25	37,5	50	62,5	75	100	125	150	175	200						
Faktor tamping		0,73	0,77	0,86	0,93	0,97	1,00	1,02	1,04	1,06	1,07	1,08						

(Sumber : Perencanaan Teknik Irigasi Kp-01)

2.15 Analisis Ketersediaan Air

Pada studi ini perlu dikaji mengenai ketersediaan air. Hal tersebut perlu dilakukan karena studi ini bertujuan untuk memenuhi kebutuhan air Irigasi. Setelah didapatkannya besarnya debit di lokasi studi, maka untuk menentukan ketersediaan air dengan peluang keandalan tertentu (debit andalan) dapat dilakukan dengan pendekatan analisis peluang dengan Metode Weibull seperti yang terdapat pada persamaan berikut :

$$P(X_m) = \frac{m}{N+1} 100 \dots\dots\dots(2.4)$$

$P(X_m)$ = Peluang terjadinya nilai/debit selama periode pengamatan

N = Jumlah pengamatan dari variat X /data debit

m = Nomor urut kejadian, atau peringkat kejadian

Ditentukan debit andalan 80% adalah debit yang pasti terjadi dengan probabilitas 80% berdasarkan 10 tahun data historis..

Tahapan yang digunakan untuk menentukan besarnya debit andalan adalah sebagai berikut:

- a) Data debit tahunan rata-rata diurutkan dari besar ke kecil.
- b) Dari data debit tahunan yang telah diurutkan tersebut, dicari probabilitas untuk tiap-tiap debit.
- c) Dari hasil perhitungan no.2, kemudian dicari besarnya debit andalan yang dibutuhkan. Debit andalan dihitung berdasarkan data debit yang telah tercatat dengan periode yang memadai.

2.16 Debit efektif metode F.J Mock

Dalam penentuan debit andalan salah satu metode analisis yang bisa digunakan adalah neraca air (water balance). Pada metode neraca air

dilakukan perhitungan curah hujan bulanan, evapotranspirasi, kelembapan tanah, dan tampungan air tanah untuk menghitung besar debit bulanan. Model neraca air yang akan digunakan pada penelitian ini adalah metode F.J Mock.

Dengan metode F.J Mock dapat diperoleh suatu estimasi empiris untuk mendapatkan debit andalan. Komponen utama dalam menggunakan model mock didasarkan pada perhitungan hujan dan, evapotranspirasi. 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 (Mock 1973). Untuk mendapatkan debit bulanan, pada daerah irigasi digunakan metode F.J Mock dengan langkah-langkah sebagai berikut :

- a) Hitung Evapotranspirasi Potensial
- b) Hitung Limited Evapotranspirasi
- c) Hitung Water Balance
- d) Hitung Aliran Dasar Dan Limpasan Langsung

Berikut adalah persamaan yang digunakan dalam perhitungan debit andalan metode F.J Mock

2.16.1 Data curah hujan

Data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan efektif bulanan, data Stasiun curah hujan yang dipakai adalah stasiun yang dianggap dapat mewakili kondisi hujan pada daerah tersebut. Yaitu stasiun hujan pagelaran, stasiun hujan banyuwangi, dan stasiun pajar esuk

2.16.2 Evapotranspirasi Terbatas (Et)

Untuk menghitung Evapotranspirasi Terbatas diperlukan data :

- a) Curah hujan bulanan (P)
- b) Jumlah hari hujan (n)
- c) Exposed surface (m)

Exposed surface (m%) ditaksir berdasarkan tata guna lahan, pada penelitian yang akan dilakukan diambil m 30 % sampai 50 % diambil nilai tengah yaitu 40 % sesuai pada tabel yaitu daerah ladang pertanian

Tabel 2.5 *Exposed surface* (m)

No	M	Daerah
1	0 %	Hutan primer,sekunder
2	10 % - 30 %	Daerah tererosi
3	30 % - 50 %	Daerah ladang pertanian

(Sumber : Mock (1973))

2.16.3 *Kapasitas kelembapan tanah (SMC)*

Soil moisture capacity adalah kapasitas kandungan air pada lapisan tanah permukaan (surface soil) per m² besarnya *Soil moisture capacity* untuk perhitungan ketersediaan air diperkirakan berdasarkan kondisi posositas lapisan tanah permukaan dari DPS. Semakin besar porositas tanah, akan semakin besar pula *Soil moisture capacity* yang ada. Dalam perhitungan nilai SMC diambil antara 50 mm sampai dengan 250 mm. persamaan yang digunakan untuk besarnya kapasitas kelembapan tanah adalah :

$$SMC (n) = SMC (n-1) + As.....(2.5)$$

Dimana

SMC = Kelembapan tanah (50mm – 205 mm)

SMC (n) = kelembapan tanah bulan ke n

SMC (n-1) = kelembapan tanah bulan ke n – 1

As = air hujan yang mencapai permukaan tanah

Tabel 2.6 Parameter SMC

Paramete	Nilai
Faktor m	0 % - 50 %
SMC	200 mm

(Sumber : Mock (1973))

Secara matematis evapotranspirai terbatas dirumuskan sebagai berikut

$$Et = Ep - E \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana

ET = Evapotranspirasi Terbatas (mm)

Ep = Evapotranspirasi Potensial (mm)

m = *Exposed surface*

n = Jumlah hari hujan

2.16.4 Keseimbangan Air Dipermukaan Tanah

keseimbangan air dipermukaan tanah dipengaruhi oleh faktor-faktor sebagai berikut

Hujan efektif (As)

As dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$As = P - Et \dots\dots\dots(2.7)$$

Di mana

As = air hujan yang mencapai permukaan tanah

P = Curah hujan bulanan

Et = Evapotranspirasi

2.16.5 Aliran Dan Penyimpanan Air Tanah

Nilai run off dan ground water tergantung dari keseimbangan air dan kondisi tanahnya. Data data yang diperlukan untuk mementkan besarnya aliran tanah adalah sebagai berikut.

a. Koefiseien infiltrasi

Koefisien infiltrasi diperkirakan berdasarkan kondisi porositas tanah dan kemiringan DPS. Lahan DPS yang porous memiliki koefisien infiltrasi yang besar. Sedangkan lahan yang terjal memiliki koefisien infiltrasi yang kecil, karena air akan sulit terinfiltrasi ke dalam tanah. Batasan koefisien infiltrasi adalah 0-1

b. Faktor resesi aliran tanah (k)

Faktor resesi adalah perbandingan antara aliran air tanah pada bulan ke-n dengan aliran air tanah pada awal bulan tersebut. Faktor resesi aliran tanah dipengaruhi oleh sifat geologi DPS. Dalam perhitungan ketersediaan air dengan metode Mock, besarnya nilai k didapat dengan cara coba coba (trial), sehingga dapat dihasilkan aliran seperti yang diharapkan

c. Initial storage (Is)

Initial storage atau tampungan awal adalah perkiraan besarnya volume air pada awal perhitungan. Besarnya nilai Is adalah 100 mm (KP-01:1986)

d. Penyimpanan Air Tanah (*Ground Water Storage*)

Penyimpanan air tanah besarnya tergantung dari kondisi geologi

setempat dan waktu. Sebagai permulaan dari simulasi harus ditentukan penyimpanan awal (initial storage) terlebih dahulu, persamaan yang diperlukan dalam perhitungan penyimpanan air tanah adalah sebagai berikut :

$$V_n = k \cdot V_{(n-1)} + 0,5 (1 + k) \dots\dots\dots(2.8)$$

$$\Delta V_n = V_{(n-1)} \dots\dots\dots(2.9)$$

$$I = WS \times I_f \dots\dots\dots(2.10)$$

Dimana :

A_s = air hujan yang mencapai permukaan tanah

P = Curah hujan bulanan

E_t = Evapotranspirasi

Tabel 2.7 Parameter Mock

Parameter	Nilai
Faktor persentase	0.05-0.1
Konstanta resesi aliran	0.6
Koefisien infiltrasi	0.4

(Sumber : Mock (1973))

2.16.6 Aliran Sungai

a. *Base Flow*

$$BF = I - \Delta V_n \dots\dots\dots(2.11)$$

b. *Storm Run Off*

$$SRO = P \times PF \dots\dots\dots(2.12)$$

c. *Direct run off*

$$DRO = WS - I \dots\dots\dots(2.13)$$

Setelah *base flow* dan *direct run off* komponen pembetulan debit yang lain adalah *storm run off*, yaitu limpasa langsung ke sungai yang terjadi selama hujan deras. *Storm run off* ini hanya beberapa persen saja dari hujan. *Storm run off* hanya dimasukkan ke dalam total run off. Menurut Mock *Storm run off* dipengaruhi oleh *percentage faktor*, disimbolkan dengan PF. PF Adalah persen hujan yang menjadi limpasn. Besarnya PF oleh Mock disarankan 5% -10% namun tidak menutup kemungkinan untuk meningkat secara tidak beraturan hingga mencapai 37,3% . Dalam perhitungan debit ini Mock menetapkan bahwa

Jika presipitasi (P) < maksimum *soil moistute capacity* maka nilai *storm run off* = 0
 Jika P > maksimum *soil moistute capacity* maka nilai *storm run off* adalah jumlah curah hujan dalam satu bulan yang bersangkutan dikali PF, atau

$$SRO = P \times PF$$

$$Total Run Off = SRO + DRO + PF \dots \dots \dots (2.14)$$

2.16.7 Effective Discharge

$$Q = \frac{TRO \times \text{catchment area}}{1 \text{ bulan dalam ltr/dtk}} \dots \dots \dots (2.15)$$

2.17 Neraca Air

Neraca air menyatakan perimbangan antara ketersediaan air dan kebutuhan air . selain dinyatakan sebagai ketersediaan air dikurangi kebutuhan air juga lazim digunakan indeks pemakaian air yang merupakan rasio antara pemakaian air dengan ketersediaan air. Lokasi ketersediaan air dapat berlaku pada suatu titik, misalnya pada suatu lokasi post duga air waduk, dan bendung tempat pengambilan air irigasi, dimana satuan yang

kerap digunakan adalah nilai debit aliran dalam meter-kubik atau liter per detik. Neraca air kerap kali digunakan untuk merekonstruksi air yang masuk waduk atau bendung. (Hanaker, 2003).