

## **BAB 2**

### **KAJIAN PUSTAKA**

#### **2.1. Penelitian Terdahulu**

Penelitian terdahulu menjadi salah satu acuan dan juga referensi penulis dalam melakukan penelitian sehingga penulis dapat memperkaya teori, metode dan juga perhitungan yang digunakan dalam mengkaji penelitian yang dilakukan. Dari penelitian terdahulu, penulis tidak menemukan penelitian dengan judul yang sama seperti judul penelitian penulis. Namun penulis mengangkat beberapa judul penelitian sebagai referensi dalam memperkaya bahan kajian pada penelitian penulis. Berikut ini merupakan penelitian terdahulu berupa jurnal terkait dengan penelitian yang akan dilakukan penulis :

Cita Adiningrum (2015). Dalam Model Mock, evapotranspirasi merupakan komponen penting karena proses hilangnya air akibat evapotranspirasi dapat mengurangi simpanan air dalam badan-badan air, tanah, dan tanaman yang memberikan proporsi yang besar untuk terjadinya debit. Evapotranspirasi aktual menunjukkan nilai evapotranspirasi yang sesungguhnya dengan kondisi air yang terbatas. Beberapa persamaan dikembangkan untuk menghitung besarnya evapotranspirasi aktual, dua di antaranya adalah persamaan dalam makalah Dr. F.J. Mock tahun 1973 (AET) dan persamaan dalam pedoman FAO No. 56 tahun 1990 (ETc). Dalam studi ini, Model Mock dibagi menjadi dua berdasarkan persamaan evapotranspirasi aktual yang digunakan: Mock I adalah Model Mock dengan Persamaan I (AET), sedangkan Mock II adalah Model Mock dengan Persamaan II (ETc). Selanjutnya akan dibandingkan unjuk kerja kedua Model Mock menggunakan data debit terukur. Penelitian dilakukan pada tiga DAS yang meliputi DAS Bedog, DAS Code, dan DAS Winongo. Pengujian ketelitian model menggunakan parameter koefisien korelasi (R), selisih volume (VE), dan koefisien efisiensi (CE). Dari hasil analisis untuk DAS Bedog menunjukkan bahwa Mock II lebih baik dengan  $R > 0,81$ ,  $VE = -14,273\%$ , dan  $CE > 0,66$ . Sedangkan untuk DAS Code, kedua model memiliki unjuk kerja yang baik dengan  $R > 0,80$ ,  $VE < 2,8\%$ , dan  $CE > 0,65$ . Untuk DAS Winongo, diperoleh bahwa Mock II lebih baik dengan  $R > 0,78$ ,  $VE \leq 5\%$ , dan  $CE > 0,60$ . Secara umum dapat disimpulkan bahwa Mock II lebih baik dari Mock I dan evapotranspirasi actual Persamaan II (ETc) lebih baik dalam memperkirakan besarnya kehilangan air.

Mariana Marselina dkk (2016). Peningkatan laju pertumbuhan penduduk dan industri mendorong peningkatan kebutuhan air baku dan energy listrik. Salah satu penyedia kebutuhan energi listrik di wilayah Jawa, Madura, Bali adalah Waduk Saguling. Asupan air bagi Waduk Saguling adalah Daerah Aliran Sungai (DAS) Citarum Hulu dengan luas daerah tangkapan sebesar 2.340,88 km<sup>2</sup>. Waduk Saguling juga merupakan salah satu waduk yang membentuk waduk kaskade Citarum yang terdiri dari Waduk Saguling, Cirata, dan Jatiluhur. Data debit aliran mempunyai peranan penting dalam pengelolaan dan pengembangan sumberdaya air suatu DAS. Dalam penelitian ini dilakukan perbandingan model bangkitan debit inflow Waduk Saguling menggunakan metode korelasi spasial (hujan dan debit) atau metode kontinu serta dengan metode diskrit Markov yang menggunakan prinsip model stokastik Markov 3 kelas. Data debit inflow Waduk Saguling yang digunakan adalah data debit dari tahun 1986-2013. Pada metode korelasi spasial diperoleh kombinasi tipe PPPQ<sub>t-1</sub> memiliki nilai korelasi sebesar 0,86 sedangkan untuk metode diskrit Markov diperoleh nilai korelasi sebesar 0,804. Dalam rangka optimasi pengelolaan waduk ditemukan bahwa pengelolaan waduk dengan model kontinu memberikan nilai korelasi lebih tinggi antara lintasan pedoman dan lintasan aktual di Waduk Saguling yakni sebesar 0,940 jika dibandingkan dengan metode diskrit Markov yang memberikan korelasi antara lintasan pedoman dan lintasan aktual Waduk Saguling sebesar 0,852.

I Nyoman Sedana Triadi dkk (2017). Bendung Sengempel terletak di desa Bongkasa, kecamatan Abiansemal, kabupaten Badung. Bendung Sengempel memanfaatkan aliran Tukad Ayung memiliki panjang sungai utama 42,64 km dan luas DAS 225,30 km<sup>2</sup>. Daerah Irigasi sengempel memiliki luas persawahan 75 ha dengan sistem irigasi yang memanfaatkan Bendung sengempel, selama ini terus mengalami kekurangan pasokan air sehingga pola tanam yang dilaksanakan belum optimal. Perlu adanya penelitian tetang analisis pola tata tanam di daerah Irigasi Sengempel, terkait dengan optimalisasi kebutuhan air irigasi di wilayah ini. Kebutuhan air irigasi di sawah ditentukan oleh beberapa faktor antara lain: penyiapan lahan; penggunaan konsumtif; perkolasi dan rembesan; penggantian lapisan air; curah hujan efektif dan pola tanam. Optimalisasi pola tanam di suatu daerah irigasi terkait dengan kebutuhan air irigasi yang paling efisien. Pola tanam yang paling optimal dan efisien dari 4 (empat) alternatif yang diusulkan di Daerah Irigasi Sengempel adalah alternatif pertama dengan mulai tanam padi pertama pada tanggal 1 Oktober, padi kedua pada tanggal 1 Februari dan mulai

tanam palawija tanggal 1 Mei, dan total kebutuhan air irigasi untuk luas persawahan 952,925 lt/dt atau 0.952 m<sup>3</sup>/dt.

Teddy W Sudinda (2019). Prinsip metode Model FJ Mock menyatakan hujan yang jatuh pada daerah tangkapan air, sebagian akan hilang akibat evapotranspirasi, sebagian akan langsung menjadi direct runoff dan sebagian lagi akan masuk ke dalam tanah atau terjadi infiltrasi. Infiltrasi ini semula akan menjenuhkan permukaan tanah, kemudian terjadi perkolasi ke air tanah dan akan keluar sebagai base flow. Hal ini terdapat keseimbangan antara air hujan yang jatuh dengan evapotranspirasi, direct runoff dan infiltrasi, dimana infiltrasi ini kemudian berupa soil moisture dan ground water discharge. Aliran dalam sungai adalah jumlah aliran yang langsung di permukaan tanah dan base flow. Curah hujan rata-rata bulanan di daerah pengaliran sungai dihitung berdasarkan data pengukuran curah hujan dan evapotranspirasi yang sebenarnya dari data meteorologi dengan menggunakan metode Penman dan karakteristik vegetasi. Perbedaan antara curah hujan dan evapotranspirasi mengakibatkan limpasan air hujan langsung (direct runoff), aliran dasar/air tanah dan limpasan air hujan lebat (storm runoff). Dengan metoda Model FJ Mock, dapat digunakan untuk menganalisa debit andalan untuk Daerah Aliran Sungai Cisadane.

Edison Hukom dkk (2012). Perubahan iklim global berpengaruh terhadap temperatur suhu, kelembaban relatif, lama penyinaran matahari, kecepatan angin, curah hujan dan debit sungai. Tingginya intensitas curah hujan setelah terjadinya perubahan iklim berdampak terhadap fluktuasi debit sungai pada musim hujan dan kemarau. Bencana banjir dan kekeringan merupakan peristiwa alam yang semakin sering di jumpai saat ini. Areal jaringan irigasi way mital mempunyai luas baku sawah 127 Ha yang terdiri dari 4 petak tersier yaitu tersier kairatu 7 Ha, tersier gamba 10 Ha, tersier hatusia 10 Ha dan tersier way mital 100 Ha oleh karenanya untuk menghadapi dampak ekstrim tersebut diperlukan perencanaan pengelolaan irigasi yang sistematis agar mendatangkan keuntungan khususnya bagi petani. Metodologi yang digunakan dalam analisis optimalisasi ketersediaan air di irigasi Way Mital dengan menggunakan Simplex Linier Programming maka akan diperoleh luas tanam, debit air dan keuntungan maksimal hasil pertanian. Berdasarkan hasil analisis menunjukkan bahwa telah terjadi perubahan iklim di irigasi way mital pada tahun 2009 yang ditandai dengan pergeseran musim hujan dan kemarau serta meningkatnya jumlah curah hujan tahunan. Peningkatan jumlah curah hujan ini berdampak terhadap perubahan ketersediaan volume air di intake bendung sebelum terjadinya

perubahan iklim, volume air yang tersedia di intake pada (Musim Tanam) MT I = 699000 m<sup>3</sup>, MT II = 444000 m<sup>3</sup> dan MT III = 502000 m<sup>3</sup>. Sedangkan hasil studi juga menunjukkan bahwa sesudah terjadinya perubahan iklim volume air yang tersedia pada MT I = 715000 m<sup>3</sup>, MT II = 487000 m<sup>3</sup> dan MT III = 537000 m<sup>3</sup>. Volume air dari hasil optimasi terhadap eksisting pola tata tanam yang terdapat di irigasi way mital baik sebelum dan sesudah perubahan iklim masih mencukupi kebutuhan air untuk setiap musim tanam dan selisih keuntungan Rp 418,875,000.00 per tahun yg diperoleh dari hasil produksi pertanian.

Herry Hajiansyah dkk (2018). Tanah Pinoh merupakan salah satu kecamatan yang ada di Kabupaten Melawi dan merupakan daerah yang memiliki wilayah alam yang potensial untuk dilakukan pengembangan di bidang pertanian khususnya tanaman pangan (padi). Daerah Irigasi Tunjuk terletak di Desa Bina Karya Kecamatan Tanah Pinoh dengan luas areal pertanian sebesar 95 Ha. Sumber air daerah irigasi tunjuk berasal dari sungai tunjuk. Debit air untuk mengairi sawah berkurang akibat adanya penebangan hutan serta penggunaan air bersih untuk kebutuhan penduduk sekitar. Dalam upaya pengembangan pada areal tanam irigasi tunjuk perlu dilakukannya penelitian yang bertujuan agar diketahuinya ketersediaan air dan kebutuhan air irigasi sehingga dapat diketahui imbalan air, serta tingkat optimalisasinya daerah irigasi tunjuk. Penelitian ini menggunakan data sekunder yang diperoleh melalui instansi-instansi terkait berupa data topografi, data curah hujan bulanan, data hari hujan bulanan, data klimatologi (suhu udara, penyinaran matahari, kelembaban udara, dan kecepatan angin). Data primer didapat dari pengambilan data dilapangan berupa dimensi penampang sungai serta kecepatan aliran di hulu bendung. Analisa yang dilakukan adalah analisa evapotranspirasi dengan metode Penmann Modifikasi FAO, analisa ketersediaan air dengan metode Mock, analisa kebutuhan air irigasi, analisa imbalan air, serta analisa optimalisasi daerah irigasi tunjuk. Berdasarkan analisa yang telah dilakukan, didapat debit andalan maksimum sebesar 161 lt/detik pada bulan Desember, debit andalan minimum sebesar 54 lt/detik pada bulan September. Kebutuhan air irigasi maksimum di bangunan pengambilan dengan permulaan tanam bulan Oktober I (pola tanam padipadi) adalah sebesar 92,62 lt/detik dengan imbalan air yang defisit yaitu memiliki ketersediaan air yang lebih sedikit dari kebutuhan air irigasi. Luas areal maksimum yang terairi melalui sistem irigasi adalah 53,46 ha. Optimalisasi daerah irigasi dapat dilakukan dengan upaya perubahan jadwal tanam. Pada

bulan-bulan permulaan tanam yang kekurangan air dapat dilakukan pemberian air dengan cara rotasi atau bergiliran.

Ahmad Syarif Sukri dkk (2017). Sekitar 50% hingga 80 % bahan pangan pada beberapa negara di dunia dihasilkan dari lahan beririgasi. Permasalahan yang paling sering dihadapi oleh banyak irigasi adalah sistem operasi jaringan irigasi adalah rendahnya efisiensi distribusi air. Daerah irigasi (DI) Wawotobi merupakan daerah irigasi terbesar di Sulawesi Tenggara. saat ini Kehilangan air yang cukup tinggi ini dapat menyebabkan tidak terpenuhinya kebutuhan air pada tanaman daerah irigasi, sehingga mengalami ketidakberhasilan pada saat panen. Penelitian ini dilakukan dengan menghitung kebutuhan air sawah (NFR) dengan mempertimbangkan faktor – faktor evapotranspirasi yang nilainya dihitung dengan menggunakan software Cropwat 8.0, perkolasi, infiltrasi dan pola tanam. Penelitian ini juga menganalisa efisiensi saluran pada jaringan irigasi Wawotobi dengan melakukan observasi lapangan. data-data dari hasil observasi tersebut kemudian dianalisis sehingga dapat diketahui berapa besarnya efisiensi penyaluran air irigasi. selain itu penelitian ini juga menganalisa kesetimbangan air agar bisa diberikan alternatif – alternatif dalam upaya optimalisasi operasi pembagian air pada jaringan irigasi. Berdasarkan analisa yang telah dilakukan dengan menggunakan pola tanam padi – padi didapat hasil perhitungan kebutuhan air maksimum pada jaringan irigasi BW1 – B Un. 5 Tg pada saat musim tanam pertama adalah 8.50 mm/hari. Pada saat musim tanam ke dua adalah 10.95 mm/hari dengan angka setimbangan air yang cukup tinggi yakni 1.538 saat persiapan lahan. Jaringan irigasi BW1 – B Un. 5 Tg memiliki efisiensi jaringan 75%, yang tidak memenuhi standar perencanaan irigasi yang seharusnya 90%. Upaya yang dapat dilakukan untuk mengoptimalkan operasi pembagian air dengan ketersediaan air yang cukup melimpah adalah pembagian air secara serentak dengan tinggi bukaan pada pintu air diperkecil agar air yang mengalir pada saluran sesuai dengan kebutuhan air pada tanaman.

Radita Ahadunnisa dkk (2019). Waduk Way Apu terletak di aliran Sungai Way Apu dan masuk wilayah Kecamatan Waeapo di Pulau Buru, Provinsi Maluku. Secara geografis sesuai dengan koordinat UTM, Waduk Way Apu terletak di koordinat  $X = 260630,764$  dan  $Y = 9608598$ . Waduk Way Apu mampu mengairi 5726 ha sawah padi. Waduk Way Apu direncanakan mampu untuk memenuhi kebutuhan irigasi, air baku, dan potensi PLTA. Sehubungan dengan permasalahan tersebut diatas, perlu adanya studi optimasi Waduk Way Apu untuk pemanfaatan irigasi, kebutuhan air baku, dan potensi PLTA. Dengan

adanya studi optimasi dapat diketahui pengaturan cara pemberian air yang baik dan pengaturan pola tanam. Hal tersebut ditindaklanjuti dengan studi optimasi antara pola tanam dan kebutuhan air baku serta potensi PLTA sehingga fungsi dari Waduk Way Apu dapat digunakan secara optimal. Untuk analisa ini digunakan program linier dengan program bantu POM-QM for Windows 3. Dari hasil analisa yang telah dilakukan, didapatkan beberapa kesimpulan yaitu Debit andalan yang digunakan untuk menghitung besar kebutuhan air adalah Debit Andalan 80% terbesar adalah  $21.27 \text{ m}^3/\text{detik}$  dan Debit Andalan 80% terkecil adalah  $0.95 \text{ m}^3/\text{detik}$ , Alternatif Pola Tanam yang paling optimal adalah Alternatif Pola Tanam 1 dengan masa awal tanam Nopember 1, besar kebutuhan air untuk kebutuhan air baku pada tahun 2012 pada kondisi jam puncak adalah sebesar  $44.67 \text{ liter}/\text{detik}$ , dan besar energi yang dihasilkan dari perhitungan potensi PLTA didapatkan daya sebesar  $152.16 \text{ kW}$  dengan Debit Andalan 90% sebesar  $2.47 \text{ m}^3/\text{detik}$ .

Fauriza Patirajawane dkk (2019). Pemanfaatan sisa imbalan air dapat digunakan untuk memaksimalkan produktivitas dan keuntungan pertanian. Hal tersebut dapat diatasi salah satunya dengan teknik optimasi. Optimasi dimaksudkan untuk mengoptimalkan ketersediaan air irigasi sehingga menghasilkan keuntungan maksimum serta distribusi pemanfaatan irigasi yang lebih efektif dan efisien. Studi ini menggunakan dua alternatif dalam model optimasinya, yaitu menentukan enam alternatif pola tanam berdasarkan luas tanam eksisting sebesar 1833 Ha dan luas tanam baru sebesar 2152 Ha. Program komputer POM-QM for Windows 3 digunakan untuk membantu penentuan variabel keputusan yaitu luas tanam dan keuntungan maksimal. Dari hasil optimasi dengan program POM-QM for Windows 3, maka untuk luas total eksisting (1833 Ha) dipilih pola tanam eksisting yaitu Padi, Palawija, Tebu – Padi, Palawija, Tebu – Palawija, Tebu, dengan intensitas tanaman selama satu tahun sebesar 300% dan keuntungan sebesar Rp. 136.419.700.000. Sedangkan untuk luas total setelah pengembangan (2152 Ha) dipilih pola tanam eksisting yaitu Padi, Palawija, Tebu – Padi, Palawija, Tebu – Palawija, Tebu, dengan intensitas tanaman selama satu tahun sebesar 300% dan keuntungan sebesar Rp. 147.018.500.000.

Chikal Mayrasaruf dkk (2019). Daerah irigasi Segaran yang memiliki luas areal baku sawah 260 Ha dan berada pada Daerah Irigasi Kadalpang, dimana pada tahun 2015 terdapat defisit ketersediaan air irigasi. Maka dari itu, usaha pengelolaan sumber daya air di Daerah Irigasi Segaran diarahkan untuk

pengoptimalan debit air irigasi untuk mendapatkan keuntungan yang maksimal. Studi ini membahas optimasi pemberian air pada lokasi studi. Analisa optimasi menggunakan metode optimasi dengan cara simulasi stokastik model Random Search yaitu dengan menggunakan metode solver. Selain pola tata tanam eksisting, direncanakan pula tiga alternatif pola tata tanam irigasi baru. Neraca air digunakan untuk membandingkan kebutuhan air irigasi setiap pola tata tanam dengan ketersediaan air yang ada. Sebagai pembanding, untuk analisa debit andalan digunakan dua kondisi yaitu dengan debit sungai Brantas dan debit intake eksisting. Hasil dari proses optimasi dengan program solver untuk tiap kondisi ketersediaan air diperoleh bahwa pola tata tanam alternatif 3 yang menggunakan debit andalan dari sungai Brantas dan pada tiap petaknya terdapat tanaman jagung merupakan yang terbaik dimana keuntungan tiap kondisi berkisar Rp. 13.852.059.000,- sampai Rp. 18.469.940.000,-.

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No.	Peneliti	Judul	Metode	Variabel	Kesimpulan
1	1.Cita Adiningrum	ANALISIS PERHITUNGAN EVAPOTRANSPIRASI AKTUAL TERHADAP PERKIRAAN DEBIT KONTINYU DENGAN METODE MOCK	Metode perhitungan hujan rata-rata DAS menggunakan Metode Poligon Thiessen dengan bantuan software ArcGIS.	Hujan rata-rata DAS Penguapan atau Evaporasi	Berdasar uraian hasil analisis ketiga DAS studi, secara umum hasil analisis Mock II lebih baik dari Mock I dan perhitungan evapotranspirasi aktual menggunakan Persamaan II (ETc) lebih baik daripada Persamaan I (AET).
2	1.Mariana Marselina 2.Arwin Sabar Indah 3.Rachmatiah Siti Salami 4.DyahMargani ngrum	MODEL PRAKIRAAN DEBIT AIR DALAM RANGKA OPTIMALISASI PENGELOLAAN WADUK SAGULING – KASKADE CITARUM	Metode korelasi spasial hujan-debit (metode kontinu) dan Metode diskrit Markov	Data Hujan, Data Debit	Metode korelasi spasial hujan-debit (metode kontinu) dan metode diskrit Markov merupakan metode yang efektif digunakan dalam model prakiraan debit masa depan.

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu (lanjutan)

3	<p>1.I Nyoman Sedana Triadi</p> <p>2.I Nyoman Anom P Winaya</p> <p>3.I Wayan Sudiasa</p>	<p>OPTIMALISASI KEBUTUHAN AIR IRIGASI DI DAERAH IRIGASI SENGEMPEL, KABUPATEN BADUNG</p>	<p>Metode Penman Modifikasi, Metode FAO, Metode prakiraan Empiris, Metode Analisis</p>	<p>Data Primer : luas lahan, jenis tanaman, jadwal tanam, system pembagian air, kendala dan hambatan pada pola tanam. Data Sekunder : jurnal, penelitian, luas irigasi, data hujan, klimatologi.</p>	<p>Pola tata tanam yang paling optimal di daerah irigasi Luwus Carang Sari adalah dengan mulai tanam padi I pada tanggal 1 Oktober, padi II pada tanggal 1 Februari dan palawija tanggal 1 Mei.</p>
4	<p>1.Teddy W Sudinda</p>	<p>PENENTUAN DEBIT ANDALAN DENGAN METODA FJ MOCK DI DAERAH ALIRAN SUNGAI CISADANE</p>	<p>Metode FJ Mock</p>	<p>Curah Hujan, Evapotranspirasi, Karakteristik Hidrologi, Luas Daerah Pengaliran, Water Surplus, Kapasitas Kelembaban Tanah</p>	<p>Metode F.J. Mock diterapkan untuk memperkirakan besarnya debit andalan daerah aliran sungai Cisadane berdasarkan konsep water balance. Air hujan yang jatuh (presipitasi) akan mengalami evapotranspirasi sesuai dengan vegetasi yang menutupi daerah tangkapan hujan.</p>

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu (lanjutan)

5	1.Edison Hukom 2.Lily Montarcih Limantara 3.Ussy Andawayanti	PENGARUH PERUBAHAN IKLIM TERHADAP OPTIMASI KETERSEDIAAN AIR DI IRIGASI WAY MITAL PROPINSI MALUKU	Metode Program Linier, Solver	Curah Hujan, Klimatologi, Luas Lahan, Debit Aliran	Volume air hasil optimasi terhadap eksisting pola tata tanam yang terdapat di daerah Irigasi Way Mital baik sebelum dan sesudah perubahan iklim masih menukupi kebutuhan air untuk setiap musim tanam. Dengan demikian pola pemberian air di daerah irigasi ini masih dapat dipertahankan.
6	1.Herry Hajiansyah 2.Fransiskus Higang 3.Azwa Nirmal	STUDI OPTIMALISASI DAERAH IRIGASI TUNJUK KECAMATAN TANAH PINOH KABUPATEN MELAWI PROVINSI KALIMANTAN BARAT	Metode Mock, Metode Penman Modifikasi FAO, Metode Curent Meter, Metode Pelampung	Curah Hujan, Klimatologi, Luas Lahan, Debit Aliran	Berdasarkan hasil analisis ketersediaan dan kebutuhan air tanaman maksimum maka air yang tersedia akan tercukupi apabila dilakukan permulaan tanam bulan Oktober I,Oktober II, April I dan April II (pola tanam padi – padi). Dengan netto air minimum 10 lt/dt/ha

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu (lanjutan)

7	1.Ahmad Syarif Sukri 2.Fatma Balany	STUDI OPTIMALISASI OPERSI PEMBAGIAN AIR PADA JARINGAN IRIGASI WAWOTOBI KECAMATAN UNAAHA KABUPATEN KONAWE (STUDI KASUS: JARINGAN IRIGASI BW1 – B UN. 5 TG)	Metode Analisa Evotranspirasi dengan Apikasi Cropwat 8.0 Aplikasi Cropwat 8.0	Data Hujan, Data Klimatologi, Data Debit, Luas Lahan	Upaya yang dapat dilakukan untuk mengoptimalkan operasi pembagian air dengan ketersediaan air yang cukup melimpah adalah pembagian air secara serentak dengan tinggi bukaan pada pintu air diperkecil agar air yang mengalir pada saluran sesuai dengan kebutuhan air pada tanaman.
8	1.Radita Ahadunnisa 2.Nadjadji Anwar 3.Nastasia Festy Margini	STUDI OPTIMASI PEMANFAATAN WADUK WAY APU DI PROVINSI MALUKU UNTUK JARINGAN IRIGASI, KEBUTUHAN AIR BAKU, DAN POTENSI PLTA	Metode FJ Mock, Metode Penman, metode Van de Goor & Zijlstra (1968), Metode Aritmatik dan Geometrik.	Data Hujan, Data Klimatologi, Data Debit, Luas Lahan	Dari perhitungan debit aliran rendah dengan menggunakan metode F.J.Mock didapatkan Debit Andalan 80% terbesar adalah 21.27 m <sup>3</sup> /detik dan Debit Andalan 80% terkecil adalah 0.95 m <sup>3</sup> /detik untuk memenuhi kebutuhan irigasi, kebutuhan air baku, dan potensi PLTA.

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu (lanjutan)

9	1.Fauriza Patirajawane 2.Rini Wahyu Sayekti 3.Endang Purwati	STUDI OPTIMASI DISTRIBUSI PEMANFAATAN AIR DI DAERAH IRIGASI MELIK, KABUPATEN JOMBANG DENGAN MENGGUNAKAN PROGRAM LINEAR	Metode <i>Basic Year</i> , Metode Kurva Massa Ganda, Metode Program Linier	Data Hujan, Data Debit, Luas Lahan	Debit andalan 80%, nilai debit terendah 0,671 m <sup>3</sup> /dt Oktober periode 3. nilai debit tertinggi 3,193 m <sup>3</sup> /dt Februari periode 3. Pola tanam eksisting dengan luas tanam 1833 Ha, didapatkan neraca air dengan hasil yaitu 86% kebutuhan irigasi terpenuhi dan 14% kebutuhan irigasi tidak terpenuhi.
10	1.Chikal Mayrasaruf Pratama 2.Widandi Soetopo 3.Rini Wahyu Sayekti	STUDI OPTIMASI IRIGASI PADA DAERAH IRIGASI SEGARAN MENGGUNAKAN SIMULASI STOKASTIK MODEL RANDOM SEARCH	Metode Solver Simulasi Stokastik Model Random Search, Water Balance tanpa WLR, Metode Harza Engineering Crop International, Metode Van de Goor dan Zijlstra Metode Pennman Modifikasi.	Data Hujan, Data Klimatologi, Data Debit, Luas Lahan	Simulasi stokastik model random search, tingkat intensitas tanam terbaik untuk kondisi tahun kering (Q97%) alternatif 3 sebesar 258,08%. Untuk kondisi tahun rendah (Q75%) sebesar 240,77%. Untuk kondisi tahun normal (Q51%) alternatif 3 sebesar 269,83%. Untuk kondisi tahun basah (Q26%) alternatif 3 sebesar 297,38%.

Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2020

## **2.2. Dasar Teori**

### **2.2.1. Siklus Hidrologi**

Hidrologi adalah suatu pengetahuan yang mempelajari peristiwa/perilaku, siklus, gerakan distribusi air, sifat fisik, kimia, baik di atmosfer, permukaan maupun di dalam tanah serta reaksinya dengan lingkungan dan hubungannya dengan makhluk hidup. Definisi daur hidrologi adalah suatu proses yang berjalan terus-menerus merupakan suatu siklus dari perjalanan air yang dimulai dari laut diangkat ke atmosfer turun ke bumi dan kembali lagi ke laut (Mulyana W, 2005).

Penguapan baik evaporasi maupun transpirasi akan membentuk massa yang merupakan kumpulan uap air. Uap air ini dalam kondisi tertentu akan membentuk awan. Akibat berbagai sebab klimatologis ini akan menjadi awan yang potensial menyebabkan terjadinya hujan. Titik-titik hujan sebelum jatuh ke tanah sebagian mengalami evaporasi. Hujan yang terjadi sebagian akan tertahan oleh tumbuh-tumbuhan dan bangunan sebagai intersepsi. Air hujan yang jatuh ke permukaan terbagi menjadi dua bagian yaitu aliran limpasan dan bagian air hujan yang terinfiltrasi. Aliran limpasan selanjutnya mengisi tampungan cekungan dan seterusnya akan menjadi limpasan permukaan (*surface runoff*) yang akan mengalir ke laut. Air yang akan terinfiltrasi bila keadaan geologi memungkinkan, sebagian dapat mengalir lateral di lapisan tidak kenyang sebagai aliran antara. Sebagian air yang lain akan mengalir vertikal (perkolasi) yang akan mencapai lapisan kenyang air (zona saturasi) dan mengalir sebagai aliran air tanah (Sri Harto, Br., 1981).

Adanya siklus hidrologi menimbulkan musim hujan dan musim kemarau. Pada suatu daerah ada kalanya pada beberapa waktu hujan akan sering turun namun ada kalanya hujan akan sangat jarang terjadi. Hal ini menyebabkan tidak terjaminnya ketersediaan air untuk kebutuhan tanam. Untuk itu diperlukan usaha rekayasa pengaturan air agar air yang berlimpah pada musim hujan dapat dimanfaatkan pada saat kemarau.

### **2.2.2. Irigasi**

Irigasi berasal dari istilah *irrigate* dalam bahasa Belanda atau *irrigation* dalam bahasa Inggris. Irigasi dapat diartikan sebagai usaha penyediaan, penyediaan, pengaturan dan pembuangan air irigasi untuk menunjang pertanian yang jenisnya meliputi irigasi permukaan, irigasi rawa, irigasi air bawah tanah, irigasi pompa dan irigasi tambak. Ketersediaan sumber daya air guna dimanfaatkan sebagai sumber air irigasi pada umumnya tidak dapat

dimanfaatkan secara langsung. Hal ini disebabkan ketinggian sumber air yang lebih rendah jika dibandingkan dengan lahan pertanian, sehingga diperlukan jaringan irigasi untuk menyalurkan air irigasi.

Klasifikasi jaringan irigasi menurut jenis kondisi prasarana dan kelengkapannya (kelas jaringan), yaitu :

a. Jaringan Irigasi Teknis

Adalah jaringan irigasi yang konstruksi bangunan-bangunannya dibuat permanen, dilengkapi dengan pintu-pintu pengatur dan alat pengukur debit air, sehingga yang dialirkan ke petak-petak sawah dapat diatur dan diukur dengan baik. Pada sistem jaringan ini, antara saluran pembawa dengan saluran pembuang (*drainage*) terpisah secara jelas.

b. Jaringan Irigasi Semi Teknis

Adalah jaringan irigasi yang konstruksi bangunan-bangunannya dibuat permanen atau semi permanen, dilengkapi dengan pintu-pintu pengatur, akan tetapi tidak dilengkapi dengan bangunan/alat pengukur debit air. Dalam sistem jaringan ini, antara saluran pembawa dengan saluran pembuang (*drainage*) tidak sepenuhnya terpisah.

c. Jaringan Irigasi Sederhana

Adalah jaringan irigasi yang konstruksi bangunan-bangunannya masih bersifat tidak permanen (sementara), dan jaringan ini juga tidak dilengkapi dengan pintu-pintu pengatur maupun bangunan/alat pengukur debit air. Dan antara saluran pembawa dengan saluran pembuang (*drainage*) tidak terpisah, masih menjadi satu.

### 2.2.3. Sistem Irigasi

Empat unsur fungsional pokok dalam system irigasi adalah :

1. Bangunan Utama, terdiri dari bangunan pengelak, bangunan pengambilan, bangunan pembilas (penguras).
2. Jaringan Pembawa, terdiri dari :
  - a. Jaringan Irigasi Utama :
    - 1) Saluran primer membawa air dari bendung ke saluran sekunder dan ke petak-petak tersier yang diairi. Batas ujung saluran primer adalah pada bangunan bagi yang terakhir.
    - 2) Saluran sekunder membawa air dari saluran primer ke petak-petak tersier yang dilayani oleh saluran sekunder tersebut. Batas ujung saluran ini adalah pada bangunan sadap terakhir.

- 3) Saluran pembawa membawa air irigasi dari sumber air lain (bukan sumber yang memberi air pada bangunan utama proyek) ke jaringan irigasi primer.
  - 4) Saluran muka tersier membawa air dari bangunan sadap tersier ke petak tersier yang terletak di seberang petak tersier lainnya. Saluran ini termasuk dalam wewenang dinas irigasi dan oleh sebab itu pemeliharannya menjadi tanggung jawabnya.
- b. Jaringan Irigasi Saluran Tersier
- 1) Saluran tersier membawa air dari bangunan sadap tersier di jaringan utama ke dalam petak tersier lalu ke saluran kuarter. Batas ujung saluran ini adalah box bagi kuarter yang terakhir.
  - 2) Saluran kuarter membawa air dari box bagi kuarter melalui bangunan sadap tersier atau parit sawah ke sawah-sawah.
  - 3) Perlu dilengkapi jalan petani ditingkat jaringan tersier dan kuarter sepanjang itu memang diperlukan oleh petani setempat dan dengan persetujuan petani setempat pula, karena banyak ditemukan di lapangan jalan petani yang rusak sehingga akses petani dari dan ke sawah menjadi terhambat, terutama untuk petak sawah yang paling ujung.
  - 4) Pembangunan sanggar tani sebagai sarana untuk diskusi antar petani sehingga partisipasi petani lebih meningkat, dan pembangunannya disesuaikan dengan kebutuhan dan kondisi petani setempat serta diharapkan letaknya dapat mewakili wilayah P3A atau GP3A setempat.
3. Petak-petak Sawah
- a. Petak primer
- Petak primer dilayani oleh suatu saluran primer yang mengambil airnya langsung dari sumber air, biasanya sungai. Petak primer terdiri dari beberapa petak sekunder yang mengambil air langsung dari saluran primer. Daerah-daerah irigasi tertentu mempunyai dua saluran primer, ini menghasilkan dua petak primer.
- b. Petak Sekunder
- Biasanya petak sekunder menerima air dari bangunan bagi yang terletak di saluran primer atau sekunder. Petak sekunder terdiri dari beberapa petak tersier yang semuanya dilayani oleh satu saluran sekunder. Batas-batas petak sekunder pada umumnya berupa tanda-tanda topografi yang

jasas, misal saluran pembuang. Luas petak sekunder bisa berbeda-beda tergantung pada situasi daerah.

c. Petak Tersier

Petak ini menerima air irigasi yang dialirkan dan diukur pada bangunan sadap (*off take*) tersier. Petak tersier harus terletak langsung berbatasan langsung dengan saluran sekunder atau saluran primer, kecuali apabila petak-petak tersier tidak secara langsung terletak di sepanjang jaringan saluran irigasi utama. Petak tersier mempunyai batas-batas yang jelas misalnya : parit, jalan, batas desa, dan sesar medan.

4. Sistem Pembuangan

Yang terdiri jaringan saluran pembuang tersier dan jaringan saluran pembuang utama.

## 2.2.4. Perhitungan Curah Hujan Efektif

### 2.2.4.1. Curah Hujan Rata-rata

Curah hujan yang diperlukan untuk penggunaan suatu rancangan pemanfaatan air dan rancangan pengendalian banjir adalah curah hujan rata-rata diseluruh daerah yang bersangkutan, bukan curah hujan pada suatu titik tertentu. Curah hujan ini disebut hujan wilayah dan dinyatakan dalam mm. Curah hujan daerah ini harus diperkirakan dari beberapa titik hujan.

Salah satu cara perhitungan curah hujan rata-rata ini ialah dengan menggunakan rumus cara rata-rata aljabar dengan alasan, bahwa cara ini ialah obyektif yang berbeda dengan cara isohyet, dimana factor subyektif turut menentukan (Sosrodarsono, Suyono : 1985). Adapun rumusan rata-rata aljabar sebagai berikut :

$$\bar{R} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n R_i \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :

$\bar{R}$  = tinggi curah hujan rata-rata (mm)

$R_i$  = tinggi curah hujan di setiap stasiun pengukuran  $i$  (mm)

$n$  = jumlah stasiun pengukuran

### 2.2.4.2. Curah Hujan Efektif

Curah hujan efektif merupakan curah hujan yang jatuh pada suatu daerah dan dapat digunakan tanaman untuk pertumbuhannya. Curah hujan efektif ini dimanfaatkan oleh tanaman untuk memenuhi kehilangan air akibat evapotranspirasi tanaman, perkolasi dan lain-lain. Jumlah hujan yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman tergantung pada jenis tanaman.

Besarnya curah hujan yang terjadi dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan air, sehingga dapat memperkecil debit yang diperlukan dari pintu pengambilan. Mengingat bahwa curah hujan yang turun tersebut tidak semuanya dapat dipergunakan untuk tanaman dalam pertumbuhannya, maka disini perlu diperhitungkan dan dicari curah hujan efektifnya.

Curah hujan efektif ( $R_e$ ) ditentukan besarnya  $R_{80}$  yang merupakan curah hujan yang besarnya dapat dilampaui sebanyak 80 % atau dengan kata lain dilampauinya 8 kali kejadian dari 10 kali kejadian. Dengan kata lain bahwa besarnya curah hujan yang lebih kecil dari  $R_{80}$  mempunyai kemungkinan hanya 20 %.

Ada berbagai cara untuk mencari curah hujan efektif ini yang telah dikembangkan oleh berbagai ahli, diantaranya adalah :

#### 1) Cara Empiris

*Harza Engineering Company International* menghitung besarnya curah hujan efektif berdasarkan  $R_{80}$ . Bila dinyatakan dengan rumus yaitu sebagai berikut :

$$R_{80} = \left(\frac{n}{s}\right) + 1 \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana :

$R_e = R_{80}$  = curah hujan efektif 80 % (mm/hari)

$\left(\frac{n}{s}\right) + 1$  = rangking curah hujan efektif dihitung dari curah hujan terkecil

$n$  = jumlah data

#### 2) Cara Statistik

Dengan mengitung probabilitas curah hujan efektif yang 80 % disamai atau dilampaui. Metode yang dapat dipakai antara lain adalah dengan metode Distribusi Normal, Log Normal, Log Pearson Type III dan sebagainya.

Dalam penelitian ini perhitungan curah hujan efektif menggunakan metode cara empiris mengikuti metode yang digunakan di lokasi studi.

### 2.2.5. Analisis Klimatologi

Evapotranspirasi sering disebut sebagai kebutuhan konsumtif tanaman yang merupakan jumlah air untuk evaporasi dari permukaan areal tanaman dengan air untuk transpirasi dari tubuh tanaman. Iklim mempunyai peranan penting dalam penentuan karakteristik tersebut. Yang termasuk dalam data meteorology antara lain : temperatur, udara, kelembapan udara, kecepatan angin dan lama penyinaran matahari.

Peristiwa evaporasi dan transpirasi yang terjadi bersama-sama disebut evapotranspirasi (Yudhistira, Yudi : 2007). Evapotranspirasi potensial dapat dihitung dengan menggunakan metode Penman modifikasi FAO sebagai berikut (Pruit, W.O 1977) :

$$ET_0 = c \times W \times R_n + (1-W) \times f(u) \times (ea - ed) \dots \dots \dots (2.3)$$

Dimana :

$c$  = faktor koreksi atau faktor pergantian kondisi cuaca akibat siang dan malam

$W$  = faktor berat yang mempengaruhi penyinaran matahari pada evapotranspirasi potensial (mengacu pada Tabel Penman hubungan antara temperatur dan ketinggian)

$R_n$  = radiasi penyinaran matahari dalam perbandingan penguapan atau radiasi matahari bersih (mm/hari)

$(1-W)$  = faktor berat sebagai pengaruh angin dan kelembaban pada  $ET_0$

$f(u)$  = fungsi pengaruh angin pada  $ET_0$

$$= 0,27 \times \left( 1 + \frac{U_2}{100} \right) \dots \dots \dots (2.4)$$

= dimana  $U_2$  merupakan kecepatan angin selama 24 jam dalam km/hr di ketinggian 2 m

$ea$  = tekanan uap jenuh pada suhu  $t$  °C (mbar)

$ed$  = tekanan uap udara (mbar)

Tabel 2.2 Harga Angka Koreksi Penman Modifikasi

c	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agust	Sep	Okt	Nop	Des
	1.10	1.10	1.00	0.90	0.90	0.90	0.90	1.00	1.10	1.10	1.10	1.10

Sumber : Irigasi Andalan Jawa Timur, 2017

### 2.2.6. Analisis Kebutuhan Air Untuk Irigasi

Kebutuhan air irigasi ialah jumlah volume air yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan evapotranspirasi, kehilangan air, kebutuhan air untuk tanaman dengan memperhatikan jumlah air yang diberikan oleh alam melalui hujan dan kontribusi air tanah. Suatu pertumbuhan tanaman sangat dibatasi oleh ketersediaan air yang ada di dalam tanah. Kekurangan air akan mengakibatkan terjadinya gangguan aktifitas fisiologis tanaman sehingga pertumbuhan tanaman akan terhenti. Salah satu upaya peningkatan ketersediaan air bagi tanaman ialah pemberian air irigasi. Kebutuhan air untuk tanaman pada suatu jaringan irigasi merupakan air yang dibutuhkan untuk tanaman untuk pertumbuhan yang optimal tanpa kekurangan air yang dinyatakan dalam Netto Kebutuhan Air Lapang (*Net Field Requirement, NFR*).

Kebutuhan air untuk tanaman di sawah dihitung dengan mempertimbangkan neraca air tanaman dari unsur klimatologi, pengolahan tanah, kebutuhan air konsumtif, perkolasi dan curah hujan efektif serta koefisien tanaman. Efisiensi irigasi perlu diperhatikan karena akan mengurangi tingkat penyaluran air dari pengambilan sampai ke pintu-pintu tersier terakhir. Dalam hal ini kehilangan air di saluran tersier tidak boleh lebih dari 20% (Irigasi Andalan Jawa Timur : 1986). Kebutuhan air untuk padi di sawah ditentukan oleh faktor-faktor berikut (SPI KP 01 : 1986) :

#### 1) Penyiapan Lahan

Penyiapan air untuk penyiapan lahan umumnya menentukan besarnya kebutuhan air untuk penyiapan lahan yaitu :

- a. Lamanya waktu yang dibutuhkan untuk penyiapan lahan
- b. Jumlah air yang diperlukan untuk penyiapan lahan

Untuk perhitungan kebutuhan air irigasi selama penyiapan lahan, digunakan metode yang dikembangkan oleh Van de Goor dan Ziljstra (1986). Metode tersebut didasarkan pada laju air konstan dalam 1/dt selama periode penyiapan lahan dan menghasilkan rumus berikut :

$$IR = M \frac{e^k}{(e^k - 1)} \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana :

$IR$  = Kebutuhan air irigasi di tingkat persawahan (mm/hari)

$M$  = Kebutuhan air untuk mengganti/mengkompensari  
kehilanganair akibat evaporasi dan perkolasi di sawah yang  
sudah dijenuhkan  
 $M = E_0 + P \dots\dots\dots(2.6)$

$E_0$  = Evaporasi air terbuka yang diambil 1,1;  $ET_0$  selama penyiapan  
Lahan (mm/hari)

$P$  = Perkolasi (mm/hari) = tergantung tekstur tanah

$T$  = Jangka waktu penyiapan tanah (hari)

$S$  = Kebutuhan air, untuk penjenuhan ditambah dengan lapisan air  
50 mm, yaitu 200 mm + 50 mm = 250 mm

$$k = \frac{MT}{S} \dots\dots\dots(2.7)$$

Untuk petak tersier, jangka waktu yang dianjurkan untuk penyiapan lahan adalah 1,5 bulan. Bila penyiapan lahan terutama dilakukan dengan peralatan mesin, jangka waktu 1 bulan dapat dipertimbangkan. Kebutuhan air untuk pengolahan lahan sawah (*puddling*) bisa diambil 200 mm. Meliputi penjenuhan dan penggenangan sawah. Pada awal transplantasi akan ditambahkan lapisan air 50 mm lagi. Angka 200 mm tersebut mengumpamakan bahwa tanah itu bertekstur berat, cocok digenangi dan bahwa lahan itu belum bero selama 2,5 bulan. Jika tanah itu dibiarkan bero lebih lama lagi, ambillah 250 mm sebagai kebutuhan air untuk penyiapan lahan. Kebutuhan untuk penyiapan lahan termasuk kebutuhan air untuk persemaian.

## 2) Penggunaan Konsumtif

Penggunaan konsumtif air oleh tanaman diperkirakan berdasarkan pendekatan empiris, dengan menggunakan data iklim, koefisien tanaman pada tahap tumbuhan, seperti berikut :

$$ET_c = K_c \times ET_0 \dots\dots\dots(2.8)$$

Dimana :

$ET_c$  = Evapotranspirasi tanaman (mm/hari)

- $K_c$  = Koefisien tanaman  
 $ET_0$  = Evapotranspirasi tanaman acuan (mm/hari)

### 3) Perkolasi dan Rembesan

Laju perkolasi sangat bergantung pada sifat-sifat tanah. Pada tanah-tanah lempung berat dengan karakteristik pengolahan (*puddling*) yang baik, laju perkolasi dapat mencapai 1-3 mm/hari. Pada tanah-tanah yang lebih ringan; laju perkolasi bisa lebih tinggi.

Dari hasil-hasil penyelidikan tanah pertanian dan penyelidikan kelulusan, besarnya laju perkolasi serta tingkat kecocokan tanah untuk pengolahan tanah dapat ditetapkan dan dianjurkan pemakaiannya. Guna menentukan laju perkolasi, tinggi muka air tanah juga harus diperhitungkan. Perembesan terjadi akibat meresapnya air melalui tanggul sawah. Laju perkolasi normal pada tanah lempung sesudah dilakukan genangan berkisar antara 1 sampai 3 mm/hari. Di daerah dengan kemiringan diatas 5 % paling tidak akan terjadi kehilangan 5 mm/hari akibat perkolasi dan rembesan.

### 4) Pergantian Lapisan Air (*Water Layer Requirement*)

- Setelah pemupukan, usahakan untuk menjadwalkan dan mengganti lapisan air menurut kebutuhan.
- Jika tidak ada penjadwalan semacam itu, maka dilakukan penggantian sebanyak 2 kali, masing-masing 50 mm (3,3 mm/hari selama ½ bulan) selama sebulan dan dua bulan setelah transplantasi.

### 5) Curah Hujan Efektif

Analisa curah hujan efektif ini dilakukan dengan maksud untuk menghitung kebutuhan irigasi. Curah hujan efektif atau andalan ialah bagian dari keseluruhan curah hujan yang secara efektif tersedia untuk kebutuhan air tanaman. Untuk irigasi padi curah hujan efektif bulanan diambil 70 % dari curah hujan minimum dengan kegagalan 20 % (curah hujan  $R_{80}$ ). Apabila data hujan yang digunakan 10 harian maka persamaannya menjadi :

$$R_e \text{ padi} = \frac{(R_{80} \times 70\%)}{10} \text{ mm/hari} \dots \dots \dots (2.9)$$

$$R_e \text{tebu} = \frac{(R_{80} \times 60\%)}{10} \text{ mm/hari} \dots \dots \dots (2.10)$$

$$R_e \text{palawija} = \frac{(R_{80} \times 50\%)}{10} \text{ mm/hari} \dots \dots \dots (2.11)$$

Dari kelima factor tersebut maka perkiraan kebutuhan air irigasi sebagai berikut (SPI bagian penunjang : 1986) :

$$NFR_{padi} = ET_c \text{ padi} - P - R_e \text{ padi} + WLR \dots \dots \dots (2.12)$$

$$NFR_{palawija} = ET_c \text{ palawija} - R_e \text{ palawija} \dots \dots \dots (2.13)$$

$$NFR_{tebu} = ET_c \text{ tebu} - R_e \text{ tebu} \dots \dots \dots (2.14)$$

Dimana :

NFR = Kebutuhan air di sawah (mm/hari)

$ET_c$  = Kebutuhan air untuk konsumtif tanaman (mm/hari)

P = Kehilangan air akibat perkolasi (mm/hari)

$R_e$  = Curah hujan efektif (mm/hari)

WLR = Pergantian lapisan air (mm/hari)

### 2.2.7. Koefisien Tanaman

Koefisien tanaman diberikan untuk menghubungkan evapotranspirasi ( $ET_0$ ) dengan evapotranspirasi tanaman acuan ( $ET_c$ ) dan dipakai dalam rumus Penman. Koefisien yang dipakai harus didasarkan pengalaman yang terus menerus proyek irigasi di daerah studi. Besarnya nilai suatu koefisien tanaman tergantung dari umur dan jenis tanaman yang ada. Koefisien tanaman ini merupakan faktor yang dapat digunakan untuk mencari besarnya air yang habis terpakai untuk tanaman untuk masa pertumbuhannya. Adapun koefisien tanaman periode 10 harian yang akan digunakan di lokasi studi untuk padi dan palawija mengacu pada tabel sebagai berikut :

Tabel 2.3 Koefisien Tanaman

Periode tengah bulan	Padi		Jagung	Periode bulan	Tebu
	Variasi biasa	Variasi unggul			
1	1.10	1.10	0.50	0 - 1	0.55
2	1.10	1.10	0.95	1 - 2	0.80
3	1.10	1.05	0.96	2 - 2,5	0.90
4	1.10	1.05	1.05	2,5 - 4	1.00
5	1.10	0.95	1.02	4 - 10	1.05
6	1.05	0.00	0.95	10 - 11	0.80
7	0.95	-	0.00	11 - 12	0.60
8	0.00	-	-	-	-

Sumber : Irigasi dan Sumber Daya Air, 2017

### 2.2.8. Efisiensi Irigasi

Efisiensi merupakan persentasi perbandingan antara jumlah air yang dapat digunakan untuk pertumbuhan tanaman dengan jumlah air yang dikeluarkan dari pintu pengambilan. Air yang diambil dari sumber air yang dialirkan ke areal irigasi tidak semuanya dimanfaatkan oleh tanaman. Dalam praktek irigasi terjadi kehilangan air. Agar air yang sampai pada tanaman tepat jumlahnya seperti yang direncanakan, maka air yang dikeluarkan dari pintu pengambilan harus lebih besar dari kebutuhan. Biasanya efisiensi irigasi dipengaruhi oleh besarnya jumlah air yang hilang diperjalanannya dari saluran primer, sekunder hingga tersier. Efisiensi irigasi dapat dihitung dengan rumus :

$$Ef = \frac{Q_1}{Q_2} \dots\dots\dots(2.15)$$

### 2.2.9. Rencana Tata Tanam

Rencana tata tanam bagi daerah irigasi berguna untuk menyusun suatu pola pemanfaatan air irigasi yang tersedia untuk memperoleh hasil produksi tanam yang sebesar-besarnya bagi usaha pertanian. Umumnya pola tanaman mengikuti debit andalan yang tersedia untuk mendapatkan luas tanam yang seluas-luasnya. Dengan keterbatasan persediaan air, maka pengaturan pola tanam dan jadwal tanam perlu dilaksanakan untuk mengurangi banyaknya air yang diperlukan.

Untuk memenuhi kebutuhan air bagi tanaman, penentuan pola tanam merupakan hal yang perlu dipertimbangkan. Tabel 2.4 merupakan contoh pola tanam yang dapat dipakai.

Tabel 2.4 Pola Tanam

<b>Ketersediaan air</b>	<b>Pola tanam dalam setahun</b>
Cukup banyak air	Padi - padi - palawija
Cukup air	Padi - padi - bero
	Padi - palawija - palawija
Kekurangan air	Padi - palawija - bero
	Palawija - padi - bero

Sumber : Irigasi dan Sumber Daya Air, 2017

### 2.2.10. Intensitas Tanam

Intensitas tanam adalah tingkat pengusahaan daerah irigasi dalam melaksanakan pola tanam, yang dinyatakan dalam prosentase luas daerah irigasi yang dapat ditanami terhadap luas total pada setiap musim tanam.

### 2.2.11. Analisis Keseimbangan Air

Acuan standar pengairan giliran berdasarkan pada rasio antara ketersediaan air (fungsi supply) terhadap kebutuhan air irigasi (fungsi demand) atau lebih dikenal dengan istilah K pasten. Dalam kasus ini pengaliran

giliran/terputus-putus merupakan suatu keterpaksaan agar air yang ada cukup. Bila air yang tersedia di bangunan sadap tersier lebih kecil dari debit kebutuhan maka akan menyebabkan faktor  $K < 1$  dan acuan standar pengairan disajikan pada tabel di bawah ini.

Tabel 2.5 Nilai Faktor K

K	Nilai	Pemberian Air
0.70-1.25	Baik	Kontinyu
0.50-0.70	Cukup	Rotasi Kuarter
0.25-0.50	Buruk	Rotasi Tersier
<0.25	Sangat Buruk	Rotasi Sekunder

Sumber : KP-01\_Kementerian PUPR, 2013

Ada 3 (tiga) cara pemberian air irigasi yaitu: sistem serentak, sistem golongan dan sistem rotasi. Penerapan ketiga cara tersebut tergantung pada jumlah air yang tersedia.

### 1. Pemberian Air Secara Serentak

Air dibagikan keseluruh areal yang ditanam pada waktu bersamaan secara merata. Jumlah air yang dibagikan disesuaikan fase perkembangan padi dan kebutuhan air yang diperlukan secara maksimal. Cara ini dapat dilakukan apabila jumlah air yang tersedia cukup banyak, atau jika nilai K lebih besar atau sama dengan 1.

### 2. Cara Golongan

Cara ini dilakukan bila jumlah air yang tersedia sangat terbatas, sementara kebutuhan air (terutama saat pengolahan tanah) sangat besar. Maka saat tanam dilakukan secara bertahap dari satu petak tersier ke petak yang lainnya. Kelompok kelompok dalam petak tersier ini disebut sebagai golongan. Idealnya satu daerah irigasi dibagi dalam 3-5 (tiga sampai lima) golongan dengan jarak waktu tanam biasanya 2-3 (dua sampai tiga) minggu.

### 3. Cara Rotasi/Giliran

Jika kebutuhan air irigasinya besar sementara air yang tersedia kurang, maka perlu dilakukan pemberian air secara giliran antar petak tersier, atau antar petak sekunder. Idealnya periode giliran adalah 2-3 (dua sampai tiga) hari dan

jangan lebih dari 1 (satu) minggu karena akan berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman dalam sistem jaringan irigasi.