

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 :

Yuliyah Mahdalena Hidayat dkk (2012). Optimalisasi penggunaan air irigasi di Daerah Irigasi Wanir memerlukan pengelolaan yang terarah dan terencana. Parameter optimalisasi direncanakan berdasarkan sistem pembuatan keputusan Metode *Analytical Hierarchy Process (AHP)* yang didasarkan pada tiga kriteria yaitu Teknis, Ekonomi dan Lingkungan. Batasan optimalisasi dibuat 4 (empat) alternatif yaitu perubahan jadwal tanam, perubahan pola tanam, indeks pertanaman, dan luas golongan. Perhitungan Metode *Analytical Hierarchy Process (AHP)* mendapatkan hasil yaitu parameter yang digunakan untuk batasan optimalisasi adalah perubahan jadwal tanam. Berdasarkan hasil optimalisasi, diperoleh bahwa perubahan waktu pengolahan lahan sebaiknya dari 30 hari menjadi 15 hari, dengan adanya perubahan tersebut besarnya kebutuhan air maksimal yang tadinya kekurangan air terjadi sebanyak 8 kali (Oktober II, November I, November II, Desember I, Juni I, Juni II, Juli I dan Juli II) menjadi 3 kali (Oktober II, November I dan November II), dengan cara pemberian air secara terus menerus menggunakan faktor “K”, tetapi masih menunjukkan terjadi kekurangan air pada awal Musim Tanam I. Oleh sebab itu pada saat kekurangan air, cara pemberian air sebaiknya tidak dilakukan secara terus menerus tetapi dengan cara pemberian air secara bergiliran.

Herry Hajiansyah dkk (2014). 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 di lapangan berupa dimensi penampang sungai serta kecepatan

aliran di hulu bendung. Analisa yang dilakukan adalah analisa evapotranspirasi dengan metode *Penman* 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/dt pada bulan Desember, debit andalan minimum sebesar 54 lt/dt pada bulan September. Kebutuhan air irigasi maksimum di bangunan pengambilan dengan permulaan tanam bulan Oktober I (pola tanam padi-padi) adalah sebesar 92,62 lt/detik dengan imbalan air yang devisit 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 permulaan tanam yang kekurangan air dapat dilakukan pemberian air dengan cara rotasi atau bergiliran.

Fauriza Patirajawane dkk (2015). 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 1.833 ha dan luas tanam baru sebesar 2.152 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 (1.833 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 136.419.700.000,00. Sedangkan untuk luas total setelah pengembangan (2.152 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 147.018.500.000,00.

Dave Steve Kandey dkk (2015). Bendung Polimaan memanfaatkan air dari Sungai Polimaan dan hanya digunakan untuk mengairi 16 petak sawah tersier dengan luas total 297,96 ha. Akibat penurunan debit pada Sungai Polimaan terjadi kekurangan air di daerah layan Bendung Polimaan. Dalam 1 musim tanam, kurang lebih setengah luas total daerah layan Bendung Polimaan

tidak mendapat suplai air. Sehingga perlu dicari solusi terbaik agar air Sungai Polimaan pada titik Bendung Polimaan dapat dimanfaatkan dengan optimal untuk memenuhi kebutuhan air irigasi di daerah layannya. Analisis ketersediaan dan kebutuhan air dilakukan dengan menggunakan data yang tersedia, yaitu data tahun 2009-2014. Ketersediaan air dihitung dengan menggunakan model *NRECA*. Hasil kalibrasi yang paling mendekati adalah data tahun 2011 dengan tingkat keakuratan yang dihitung dengan menggunakan *Nash-Sutcliffe Coefficient (E)* sebesar 0,731. Sedangkan untuk kebutuhan air dihitung dengan membuat sistem pola tanam dimana dilakukan 3 musim tanam dalam satu tahun dan seluruh petak tersier dialiri sekaligus dengan sistem pengairan secara terus menerus. Hasil analisis neraca air untuk pola tanam 1 diperoleh kekurangan air hampir di setiap bulannya, artinya debit Sungai Polimaan pada titik Bendung Polimaan tidak cukup mengairi seluruh petak tersier dengan 3 musim tanam dalam setahun dan sistem pengairan secara terus menerus, sehingga diambil solusi untuk membuat variasi pola tanam dan mengubah koefisien rotasi petak tersier. Dari 18 pola tanam yang dibuat, 15 diantaranya masih mengalami kekurangan air. Pola tanam yang tidak mengalami kekurangan air merupakan pola tanam 18, 17 dan 16. Pola tanam 18 dan 17 menggunakan sistem pembagian air dengan 3 golongan, sedangkan pola tanam 16 menggunakan sistem pembagian air dengan 2 golongan. Dalam ketiga pola tanam tersebut hanya dilakukan 1 musim tanam pada tiap golongan dengan penjadwalan yang berbeda dan dilakukan rotasi pada tiap petak tersier yang membuat hanya setengah lahan yang dapat menanam padi pada tiap musim tanamnya.

Eko Noerhayati dkk (2017). Daerah yang menjadi objek adalah Daerah Irigasi Juru Sumber Pucung, dimana daerah juru ini merupakan juru terakhir dari Daerah Irigasi Molek. Luas Juru Sumber Pucung adalah 1.050 ha. Juru Sumber Pucung memiliki ketersediaan debit yang terbatas namun pola tata tanam daerah irigasi ini tidak disesuaikan dengan debit yang tersedia. Oleh karena itu perlu dilakukan optimasi pola tata tanam agar hasil panen menjadi maksimal dengan debit yang tersedia. Metode yang digunakan adalah matematik program linier dimulai dengan menentukan variabel-variabel keputusan yang hendak dicari nilai optimumnya, yang kemudian dibentuk fungsi tujuannya. Kemudian diidentifikasi kendala-kendala yang dihadapi dan dinyatakan secara fungsional, berupa persamaan atau pertidaksamaan. Model pola tata tanam dilakukan 3 model selanjutnya dilakukan perhitungan atau iterasi untuk mencapai kondisi optimum. Hasil kajian menunjukkan bahwa keuntungan

maksimum dari optimasi adalah pada pola tata tanam alternatif III, yaitu sebesar Rp 86.483.810.550,00.

Ahmad Syarif Sukri dkk (2017). 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-BUn.5Tg pada saat musim tanam pertama adalah 8,50 mm/hari. Pada saat musim tanam ke dua adalah 10,95 mm/hari dengan angka kesetimbangan air yang cukup tinggi yakni 1.538 saat persiapan lahan. Jaringan irigasi BW1-BUn.5Tg 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.

Aniessa Rinny Asnaning dkk (2017). Daerah Irigasi Sekampung Batanghari di Kecamatan Trimurjo, Kabupaten Lampung Tengah merupakan daerah irigasi teknis dengan sumber air yang berasal dari pengambilan Sungai Way Sekampung oleh Bendung Argoguruh. Masalah yang dihadapi pada pengelolaan air pada daerah irigasi tersebut adalah kurangnya pasokan air terutama pada musim kemarau untuk mengairi seluruh lahan khususnya pada areal di bagian hilir daerah irigasi, sehingga luas areal yang dapat ditanami mengalami penurunan dan menurunkan produktivitas lahan secara keseluruhan khususnya tanaman padi selama periode tanam dalam setahun. Bahkan untuk dua kali musim tanam dengan pola tanam padi-padi, daerah ini masih mengalami devisa air, sehingga perlu dicarikan solusi pemecahan guna mendapatkan luasan tanam maksimum selama satu tahun periode tanam dengan pemberian air irigasi yang optimum. Analisis optimasi pada penelitian ini menggunakan *Metode Program Linear* pada aplikasi *Microsoft Excel* dengan menu *Solver*. Dari hasil

pembahasan penelitian yang telah dilakukan adalah ternyata scenario penggeseran awal tanam pada musim tanam pertama untuk analisis optimasi dapat dilakukan pada saat debit saluran Daerah Irigasi Sekampung Batanghari cukup besar yaitu bulan Januari, Februari, Mei, Agustus, dan November. Hasil optimasi didapatkan bahwa luas tanam maksimum yang dapat ditanami yaitu pada penggeseran awal musim tanam pertama pada bulan Januari atau Mei dengan intensitas tanam sebesar 230% dengan total luas lahan yang dapat ditanami sebesar 1.823,77 ha per tahun, sedangkan luas tanam minimum yang dapat ditanami yaitu pada penggeseran awal musim tanam pertama pada bulan November dengan intensitas tanam sebesar 134% dengan total luas lahan yang dapat ditanami sebesar 1.062,71 ha per tahun. Penggeseran awal musim tanam pada bulan dengan debit saluran yang cukup besar daripada bulan yang lain akan meningkatkan luasan tanam yang dapat dimanfaatkan petani pada setiap musim tanam.

Era Silvia (2017). Selama ini kebutuhan air irigasi DI Siman dipenuhi dari Waduk Siman yang mendapatkan air dari Waduk Selorejo Kabupaten Malang. Pada musim kemarau, DI Siman masih kekurangan air terutama di daerah hilir. Hal ini dikarenakan suplai air dari Waduk Siman masih belum mencukupi untuk mengairi luas baku sawah DI Siman yang cukup besar yaitu seluas ± 23.060 ha, yang sebagian besar areal persawahannya berada pada lintas kabupaten yaitu Kabupaten Jombang dan Kabupaten Kediri. Intake Saluran Induk Peterongan yang terletak di Saluran Induk Mrican Kanan DI Mrican Kanan Kabupaten Kediri, direncanakan dibangun untuk memenuhi kebutuhan air di DI Siman. Adanya surplus debit sungai dari Kali Brantas yang dibendung oleh Bendung Gerak Mrican Kanan ini dimanfaatkan oleh sebagian areal persawahan DI Siman terutama yang berada di Kabupaten Jombang. Saluran Induk Peterongan ini akan menyuplai kebutuhan air irigasi saluran-saluran sekunder DI Siman yang telah ada. Optimasi pemberian air irigasi dalam penelitian ini menggunakan bantuan program *QM for Windows*. Untuk mengoptimasi penambahan debit ini perlu dilakukan pengaturan pola tata tanam. Sehingga dengan pola tata tanam yang optimal didapat luasan lahan yang maksimal. Berdasarkan hasil optimasi, DI Peterongan bisa melaksanakan awal tanam pada setiap periode masa tanam. Didapat hasil produksi pertanian maksimal Rp 481.555.100,00 pada Desember I dengan pola tata tanam padi/palawija-padi/palawija-palawija dan pola tata tanam padi/palawija-padi/palawija-padi/palawija pada Januari I dengan luas tanam maksimal 18.569,58 ha.

Hariyanto (2018). Hasil penelitian menunjukkan sebesar 9 (sembilan) desa menerapkan irigasi teknis dengan memanfaatkan air bawah tanah sebagai jaringan irigasi dimasing-masing petak lahan petani terdapat satu desa yang menerapkan jaringan irigasi saluran terbuka penyadapan dari sungai. Hasil penelitian menunjukkan terdapat 8 (delapan) desa yang sistem irigasinya tadah hujan. Hasil panen petani di Kecamatan Cepu dari 17 desa rata-rata yaitu 2,35 ton tahun 2015 dan 2,33 ton tahun 2016, luas lahan rata-rata 0,5 ha. Jenis jaringan irigasi tertutup debit air rata 0,042 m³/menit mampu mengenangi lahan rata-rata 0,5 ha selama 40 jam (dua hari) air mengalir ke area persawahan, pola tanam dengan Metode SRI yang menerapkan 2/10 untuk mencapai hasil optimal dan efisien penggunaan air.

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 km². 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 tentang 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 alternative 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 m³/dt.

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No.	Peneliti	Judul	Metode	Variabel	Kesimpulan
1.	1). Yuliya Mahdalena Hidayat 2). Dhemi Harlan 3). Winskayati	Kajian Optimalisasi Penggunaan Air Irigasi di Daerah Irigasi Wanir Kabupaten Bandung	Metode <i>Analytical Hierarchy Process (AHP)</i>	Parameter optimalisasi direncanakan berdasarkan system pembuatan keputusan Metode <i>Analytical Hierarchy Process (AHP)</i> yang didasarkan pada tiga kriteria yaitu Teknis, Ekonomi dan Lingkungan.	Hasil optimalisasi yaitu bahwa perubahan waktu pengolahan lahan sebaiknya dari 30 hari menjadi 15 hari, besarnya kebutuhan air maksimal yang tadinya kekurangan air, dengan cara pemberian air secara terus menerus, tapi masih menunjukkan terjadi kekurangan air pada awal musim tanam. Cara pemberian air sebaiknya tidak dilakukan secara terus menerus, tetapi dengan cara pemberian air secara bergiliran.

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

2.	1). Herry Hajiansyah 2). Fransiskus Higang 3). Azwa Nirmala	Studi Optimalisasi Daerah Irigasi Tunjuk Kecamatan Tanah Pinoh Kabupaten Melawi Provinsi Kalimantan Barat	Analisa evapotranspirasi dengan Metode Penman Modifikasi FAO, analisa ketersediaan air dengan Metode Mock.	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.	Debit andalan maksimum sebesar 161 lt/dt, debit andalan minimum sebesar 54 lt/dt. Kebutuhan air irigasi maksimum adalah sebesar 92,62 lt/dt. Luas areal maksimum yang terairi adalah 53,46 ha. Pada bulan-bulan permulaan tanam yang kekurangan air dapat dilakukan pemberian air dengan cara rotasi atau bergiliran.
3.	1). Fauriza Patirajawane 2). Rini Wahyu Sayekti 3). Endang Purwati	Studi Optimasi Distribusi Pemanfaatan Air di Daerah Irigasi Melik Kabupaten Jombang Dengan Menggunakan Program Linier	Perhitungan optimasi dengan POM-QM for Windows 3	Luas tanam dan keuntungan maksimal.	Luas total eksisting (1.833 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 136.419.700.000,00. Sedangkan untuk luas total setelah pengembangan (2.152 ha) dipilih pola tanam eksisting

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

					yaitu Padi, Palawija, Tebu-Padi, Palawija, Tebu-Palawija, Tebu, dengan intensitas tanaman selama satu tahun sebesar 300% dan keuntungan sebesar Rp 147.018.500.000,00.
4.	1). Dave Steve Kandey 2). Liany A. Hendratta 3). Jeffry S. F. Sumarauw	Optimalisasi Pemanfaatan Sungai Polimaan Untuk Pemenuhan Kebutuhan Air Irigasi	Ketersediaan air dihitung dengan menggunakan Model NRECA.	Ketersediaan air	Dari 18 pola tanam yang dibuat, 15 diantaranya masih mengalami kekurangan air. Pola tanam yang tidak mengalami kekurangan air merupakan Pola Tanam 18, 17 dan 16.
5.	1). Eko Noerhayati 2). Bambang Suprpto 3). Al Adlu Syahid	Peningkatan Keuntungan Melalui Optimasi Sistem Pemberian Air Daerah Irigasi Molek dengan Program Linier	Program linier	Pola tata tanam dan debit yang tersedia	Keuntungan maksimum didapat dari hasil optimasi pada pola tata tanam alternative III, yaitu sebesar Rp 86.483.810.550,00.
6.	1). Ahmad Syarif Sukri 2). Fatma Balany	Studi Optimalisasi Operasi Pembagian Air Pada Jaringan Irigasi Wawotobi Kecamatan Unaaha Kabupaten Konawe (Studi Kasus : Jaringan Irigasi	Penelitian dilakukan dengan menghitung kebutuhan air sawah (NFR) dengan mempertimbangkan faktor-faktor	Untuk menghitung efisiensi saluran irigasi menggunakan alat Current Meter	Pola tanam padi-padi didapat hasil perhitungan kebutuhan air maksimum pada jaringan irigasi BW1-BUn.5Tg 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

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

		BW1-BUn.5Tg)	evapotranspirasi yang nilainya dihitung dengan menggunakan software Cropwat 8.0, perkolasi, infiltrasi dan pola tanam.		persiapan 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.
7	1). Aniessa Rinny Asnaning 2). Muhammad Idrus 3). Kelik Istanto	Optimasi Pemberian Air Irigasi Berdasarkan Penggeseran Jadwal Tanam Terhadap Luas Tanam Maksimum (Studi Kasus Daerah Irigasi Sekampung Batanghari Kabupaten Lampung Tengah)	Metode Pemrograman Linear pada aplikasi Microsoft Excel dengan menu Solver	Variabel keputusan (decision variable)	Hasil optimasi didapatkan bahwa luas tanam maksimum yang dapat ditanami yaitu pada penggeseran awal musim tanam pertama pada bulan Januari atau Mei dengan intensitas tanam sebesar 230% dengan total luas lahan yang dapat ditanami sebesar 1.823,77 ha per tahun, sedangkan luas tanam minimum yang dapat ditanami yaitu pada penggeseran awal musim tanam pertama pada bulan November dengan intensitas tanam sebesar 134% dengan total luas lahan yang dapat ditanami sebesar 1.062,71 ha per tahun.
8.	Era Silvia	Studi Optimasi Pemberian Air Irigasi Pada	Optimasi pemberian air irigasi dalam	Pengaturan pola tata tanam	Hasil produksi pertanian maksimal Rp 481.555.100,00 pada Desember I dengan pola tata tanam padi/palawija-

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

		Saluran Induk Peterongan Daerah Irigasi Mrican Kanan	penelitian ini menggunakan bantuan program QM for Windows		padi/ palawija-palawija dan pola tata tanam padi/palawija-padi/palawija-padi/palawija pada Januari I dengan luas tanam maksimal 18.569,58 ha.
9.	Hariyanto	Analisis Penerapan Sistem Irigasi Untuk Peningkatan Hasil Pertanian di Kecamatan Cepu Kabupaten Blora	Metode SRI (<i>System of Rice Intensification</i>)	Pengaturan pola tata tanam	Jenis jaringan irigasi tertutup debit air rata 0,042 m ³ /menit mampu menggenangi lahan rata-rata 0,5 ha selama 40 jam (dua hari) air mengalir ke area persawahan, pola tanam dengan Metode SRI yang menerapkan 2/10 untuk mencapai hasil optimal dan efisien penggunaan air.
10.	1). I Nyoman Sedana Triadi 2). I Nyoman Anom P Winaya 3). I Wayan Sudiasa	Optimalisasi Kebutuhan Air Irigasi di Daerah Irigasi Sengempel Kabupaten Badung	Metode Penman Modifikasi dan Metode Basic Year	Pengaturan pola tata tanam	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 ³ /dt.

Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2020

2.2. Dasar Teori

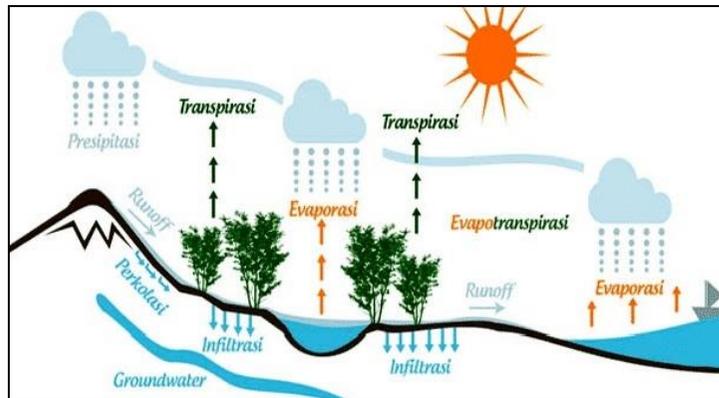
2.2.1. Daur Hidrologi

Gerakan air yang berdaur dari lautan ke atmosfer dan dari sana karena penguapan ke bumi, tempat air itu berkumpul, disebut daur hidrologi. Urutan peristiwa yang berdaur seperti itu memang terjadi, tetapi tidak sesederhana itu. Pertama, daur itu mungkin pada berbagai tahapan membuat jalan pintas, misalnya curahan dapat terjadi langsung di lautan, danau atau jalan air. Kedua, tidak ada keseragaman waktu yang terpakai oleh daur itu. Pada waktu ada kekeringan mungkin daur itu ternyata terhenti sama sekali, dan selama banjir tampak berlangsung terus. Ketiga, kehebatan dan kekerapan daur itu bergantung pada geografi dan iklim, karena yang menyebabkannya bekerja adalah penyinaran matahari yang berbeda-beda, bergantung pada garis lintang dan musim sepanjang tahun. Akhirnya, berbagai bagian daur itu mungkin menjadi cukup rumit (banyak liku-likunya) dan manusia hanya mampu mengendalikan sedikit pada bagian terakhirnya, ketika air sudah jatuh di bumi dan menempuh jalannya kembali ke lautan.

Air di lautan menguap sebagai akibat penyinaran surya, dan awan uap air bergerak melewati daratan. Penguapan terjadi sebagai salju, butiran es, dan hujan di atas daratan, dan air pun mulai mengalir kembali ke laut. Salju dan es di daratan adalah air dalam simpanan sementara. Hujan yang tercurah di permukaan daratan mungkin tercegat oleh tetumbuhan dan menguap kembali ke udara. Ada sedikit yang meresap ke dalam tanah dan bergerak ke bawah atau menelusur masuk ke dalam jalur tanah di bawah yang jenuh, di bawah muka air tanah atau muka freatik. Air dalam jalur ini mengalir perlahan-lahan melalui akuifer atau lapisan pembawa air ke alur sungai atau kadang-kadang langsung ke laut. Air yang meresap juga memberi makan kepada kehidupan tumbuhan yang di permukaan dan ada pula air yang tersedot ke atas ke tetumbuhan itu, dan di sanalah berlangsung pemeluhan dari permukaan tumbuhan yang berdaun.

Air yang tertinggal di permukaan ada sebagian yang menguap kembali menjadi uap, tetapi bagian terbesar bergabung ke dalam anak air dan melimpas sebagai larian atau limpasan permukaan ke alur sungai. Permukaan sungai dan danau pun menguap, dan makin banyak lagi yang dipindahkan dari sini. Akhirnya, air yang tersisa yang tidak meresap atau menguap tiba kembali di laut lewat alur sungai. Air tanah bergerak lebih perlahan-lahan, mungkin muncul kembali ke dalam alur air atau sungai di dekat garis pantai dan merembes ke dalam laut, dan seluruh daur pun berulang lagi.

Adanya daur 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.



Gambar 2.1 Daur Hidrologi
Sumber : Hidrologi Teknik, 1993

Hidrologi ialah ilmu yang membicarakan tentang air yang ada di bumi, yaitu mengenai kejadian, perputaran dan pembagiannya, sifat-sifat fisik dan kimia, serta reaksinya terhadap lingkungan termasuk hubungannya dengan kehidupan (Yandi Hermawan, 1986).

Hidrologi adalah ilmu yang membahas karakteristik menurut waktu dan ruang tentang kuantitas dan kualitas air bumi, termasuk didalamnya kejadian, pergerakan, penyebaran, sirkulasi tampungan, eksplorasi, pengembangan dan manajemen (Singh, 1992).

Hidrologi merupakan ilmu yang menjelaskan tentang kehadiran dan gerakan air di alam, antara lain meliputi bentuk air, yang terkait dengan perubahannya seperti kondisi cair, padat, dan gas di dalam atmosfer bumi yang berada di atas dan di bawah permukaan tanah (CD Soemarto, 1995). Secara umum, Sri Harto (1990) menyatakan bahwa hidrologi adalah ilmu yang menyangkut masalah air.

2.2.2. Irigasi

Irigasi adalah usaha 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. Data

Parameter-parameter hidrologi yang sangat penting untuk perencanaan jaringan irigasi adalah :

1. Curah hujan
2. Evapotranspirasi
3. Debit puncak dan debit harian

4. Angkutan sedimen

Sebagian besar parameter-parameter hidrologi di atas akan dikumpulkan, dianalisis dan dievaluasi di dalam tahap studi proyek tersebut. Pada Tahap Perencanaan, hasil evaluasi hidrologi akan ditinjau kembali dan mungkin harus dikerjakan dengan lebih mendetail berdasarkan data-data tambahan dari lapangan dan hasil-hasil studi perbandingan. Ahli irigasi sendiri harus yakin bahwa parameter hidrologi itu benar-benar telah memadai untuk tujuan-tujuan perencanaan.

2.2.4. Curah Hujan

Hujan merupakan salah satu bentuk presipitasi uap air yang berasal dari alam yang terdapat di atmosfer. Bentuk presipitasi lainnya adalah salju dan es. Hujan berasal dari uap air di atmosfer, sehingga bentuk dan jumlahnya dipengaruhi oleh faktor klimatologi seperti angin, temperatur dan tekanan atmosfer. Uap air tersebut akan naik ke atmosfer, sehingga mendingin dan terjadi kondensasi menjadi butir-butir air dan kristal-kristal es yang akhirnya jatuh sebagai hujan (Bambang Triatmojo, 1998).

Curah hujan merupakan jumlah air yang jatuh di permukaan tanah datar selama periode tertentu yang diukur dengan satuan tinggi milimeter (mm) di atas permukaan horizontal. Hujan juga dapat diartikan sebagai ketinggian air hujan yang terkumpul dalam tempat yang datar, tidak menguap, tidak meresap dan tidak mengalir (Suroso, 2006).

Curah hujan yang diperlukan untuk penyusunan suatu rancangan pemanfaatan air dan rancangan pengendalian banjir adalah curah hujan rata-rata di seluruh daerah yang bersangkutan, bukan curah hujan pada suatu titik tertentu. Curah hujan ini disebut curah hujan wilayah/daerah dan dinyatakan dalam mm.

Curah hujan daerah ini harus diperkirakan dari beberapa titik pengamatan curah hujan. Cara-cara perhitungan curah hujan daerah dari pengamatan curah hujan di beberapa titik adalah sebagai berikut yaitu cara rata-rata aljabar. Cara ini adalah perhitungan rata-rata secara aljabar curah hujan di dalam dan di sekitar daerah yang bersangkutan.

$$\bar{R} = \frac{1}{n} (R_1 + R_2 + \dots + R_n) \quad (2.1)$$

Dimana :

\bar{R} : curah hujan daerah (mm)
 n : jumlah titik-titik (pos-pos) pengamatan

R_1, R_2, R_n : curah hujan di tiap titik pengamatan (mm)

Hasil yang diperoleh dengan cara ini tidak berbeda jauh dari hasil yang didapat dengan cara lain, jika titik pengamatan itu banyak dan tersebar merata di seluruh daerah itu.

2.2.5. Evapotranspirasi

Analisis mengenai evaporasi diperlukan untuk menentukan besarnya evapotranspirasi tanaman yang kelak akan dipakai untuk menghitung kebutuhan air irigasi dan, kalau perlu untuk studi neraca air di daerah aliran sungai. Studi ini mungkin dilakukan bila tidak tersedia data aliran dalam jumlah yang cukup.

Data-data iklim yang diperlukan untuk perhitungan ini adalah yang berkenaan dengan :

1. Temperatur : harian maksimum, minimum dan rata-rata.
2. Kelembapan relatif.
3. Sinar matahari : lamanya dalam sehari.
4. Angin : kecepatan dan arah.
5. Evaporasi : catatan harian.

Data-data klimatologi di atas adalah standar bagi stasiun-stasiun agrometeorologi. Jangka waktu pencatatan untuk keperluan analisis yang cukup tepat dan andal adalah sekitar sepuluh tahun.

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) :

$$ET_0 = c \cdot W \cdot R_n + (1-W) \cdot f(u) \cdot (ea - ed) \quad (2.2)$$

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

$$= 0,27 \times \left(1 + \frac{U_2}{100} \right) \quad (2.3)$$

= 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, 2003

Kebutuhan air tanaman adalah sejumlah air yang dibutuhkan untuk mengganti air yang hilang akibat penguapan. Besarnya kebutuhan air tanaman (*consumptive use*) dihitung berdasarkan rumus sebagai berikut :

$$ET_c = K_c \times ET_0 \quad (2.4)$$

Dimana :

ET_c = Evapotranspirasi tanaman (mm/hari)

K_c = Koefisien tanaman

ET_0 = Evapotranspirasi tanaman acuan (mm/hari)

Tabel 2.3 Tabel Koefisien Tanaman Padi dan Non Padi

Periode Setengah Bulanan	Padi	Jagung	Kedelai
1	1,10	0,50	0,50
2	1,10	0,59	0,75
3	1,05	0,96	1,00
4	1,05	1,05	1,00
5	0,95	1,02	0,82
6	0,95	0,95	0,45

Sumber : Kriteria Perencanaan Bagian Jaringan Irigasi (KP-01), 2013

2.2.6. Debit Andalan

Debit andalan (*dependable flow*) adalah debit minimum sungai untuk kemungkinan terpenuhi yang sudah ditentukan yang dapat dipakai untuk irigasi. Kemungkinan terpenuhi ditetapkan 80% (kemungkinan bahwa debit sungai lebih rendah dari debit andalan adalah 20%). Debit andalan ditentukan untuk periode tengah bulanan.

Untuk penentuan debit andalan ada 3 metode analisis yang dapat dipakai, yaitu :

- a) Analisis frekuensi data debit.
- b) Neraca air.
- c) Pengamatan lapangan.

Debit andalan pada umumnya dianalisis sebagai debit rata-rata untuk periode tengah-bulanan. Kemungkinan tak terpenuhi ditetapkan 20% (kering) untuk menilai tersedianya air berkenaan dengan kebutuhan pengambilan (*diversion requirement*).

2.2.7. Curah Hujan Efektif

Untuk analisis curah hujan efektif, curah hujan di musim kemarau dan penghujan akan sangat penting artinya. Untuk curah hujan lebih, curah hujan di musim penghujan (bulan-bulan turun hujan) harus mendapat perhatian tersendiri. Untuk kedua tujuan tersebut data curah hujan harian akan dianalisis untuk mendapatkan tingkat ketelitian yang dapat diterima. Data curah hujan harian yang meliputi periode sedikitnya 10 tahun akan diperlukan.

Untuk irigasi tanaman padi, curah hujan efektif tengah-bulanan diambil 70% dari curah hujan rata-rata mingguan atau tengah-bulanan dengan kemungkinan tak terpenuhi 20%.

$$R_e = 0,7 \cdot \frac{1}{15} \cdot R_{80} \quad (2.4)$$

Dimana :

- R_e : curah hujan efektif (mm/hari)
 R_{80} : curah hujan andalan 80%

Curah hujan menentukan saat awal mulai tanam dan menentukan kebutuhan air irigasi. Perhitungan curah hujan efektif adalah sebesar 70% dari curah hujan andalan R_{80} dan R_{50} tengah bulanan yang terlampau.

- a) Curah hujan efektif harian untuk padi $R_e = 0,7 \cdot \frac{1}{15} \cdot R_{80}$ (2.5)

$$b) \text{ Curah hujan efektif harian untuk palawija } R_e = 0,7 \cdot \frac{1}{15} \cdot R_{50} \quad (2.6)$$

2.2.8. Pola Tanam

Pola 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 Tabel Pola Tanam

Ketersediaan air	Pola tanam dalam setahun
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, 1997

2.2.9. Kebutuhan Air 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).

Untuk perhitungan kebutuhan irigasi selama penyiapan lahan, digunakan metode yang dikembangkan oleh van de Goor dan Zijlstra (1968). Metode tersebut didasarkan pada laju air konstan dalam 1/dt selama periode penyiapan lahan dan menghasilkan rumus berikut :

$$IR = M \frac{e^k}{(e^k - 1)} \quad (2.7)$$

Dimana :

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

M = Kebutuhan air untuk mengganti/mengkompensari kehilangan air akibat evaporasi dan perkolasi di sawah yang sudah dijenuhkan (mm/hari)

$$M = E_0 + P \quad (2.8)$$

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

P = Perkolasi (mm/hari)

$$k = \frac{MT}{S} \quad (2.9)$$

T = Jangka waktu penyiapan tanah (hari)

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

Rumus kebutuhan air irigasi sebagai berikut (SPI bagian penunjang : 1986) :

$$NFR_{padi} = ET_c \text{ padi} - P - R_e \text{ padi} + WLR \quad (2.10)$$

$$NFR_{palawija} = ET_c \text{ palawija} - R_e \text{ palawija} \quad (2.11)$$

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)

Untuk menyikapi perubahan iklim yang selalu berubah dan juga dalam rangka penghematan air, maka diperlukan suatu metode penghematan air pada saat pasca konstruksi.

2.2.10. Keseimbangan Air (*Water Balance*)

Dengan menggunakan model neraca air (*water balance*) harga-harga debit bulanan dapat dihitung dari curah hujan bulanan, evapotranspirasi, kelembapan tanah dan tampungan air tanah. Hubungan antara komponen-komponen terdahulu akan bervariasi untuk tiap daerah aliran sungai.

Model neraca air Dr. Mock memberikan metode penghitungan yang relatif sederhana untuk bermacam-macam komponen berdasarkan hasil riset daerah aliran sungai di seluruh Indonesia. Curah hujan rata-rata bulanan di daerah aliran sungai dihitung dari data pengukuran curah hujan dan evapotranspirasi yang sebenarnya di daerah aliran sungai dari data meteorology (rumus Penman) dan karakteristik vegetasi. Perbedaan antara curah hujan dan evapotranspirasi mengakibatkan limpasan air hujan langsung (*direct run off*), aliran dasar/air tanah dan limpasan air hujan lebat (*storm run off*).