

REGULASI JADWAL TANAM UNTUK OPTIMASI PENGELOLAAN AIR IRIGASI DAN OPERASI PINTU AIR BENDUNG MUHARA

Firman Abdurrohman

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Galuh, Jl. R.E. Martadinata, Ciamis, Jawa Barat, 46216, Indonesia

E-mail : firmanaburrohman2906@gmail.com

Abstrak

Salah satu usaha peningkatan produksi pangan khususnya padi adalah tersedianya air irigasi di persawahan sesuai dengan kebutuhan. Kebutuhan air yang diperlukan pada areal irigasi besarnya bervariasi. Kebutuhan air irigasi adalah jumlah volume air yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan evapotranspirasi, kehilangan air, pengelolaan lahan, kebutuhan air untuk tanaman dengan memperhatikan jumlah air yang diberikan oleh alam melalui hujan dan kontribusi air tanah. Analisis kebutuhan air yang menyangkut evapotranspirasi dilakukan dengan metode Penman Modifikasi, ketersediaan air menggunakan metode F.J.Mock, debit saluran menggunakan metode Y.B Francis, dan kehilangan air menggunakan metode Moritz. Simulasi pola dan jadwal dilakukan dengan berbagai alternatif lalu dibandingkan dengan pola dan jadwal tanam eksisting.

Penelitian ini dipilih jadwal tanam optimum September-2 dengan pola tanam padi-padi-palawija. Dengan pertimbangan ketersediaan lebih memenuhi kebutuhan. Setelah dilakukannya perbandingan dengan 5 jadwal tanam dan 5 pola tanam pada periode tertentu. Serta melihat bentuk grafik ketersediaan yang dapat memenuhi kebutuhan air irigasi di persawahan.

Kata Kunci: Jadwal Tanam, Optimasi Pengelolaan Air.

1. Pendahuluan

Air irigasi di Indonesia umumnya bersumber dari sungai, waduk, air tanah dan sistem pasang surut. Salah satu usaha peningkatan produksi pangan khususnya padi adalah tersedianya air irigasi di sawah-sawah sesuai dengan kebutuhan. Kebutuhan air yang diperlukan pada area irigasi besarnya bervariasi sesuai keadaan. Kebutuhan air irigasi adalah 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.

Kebutuhan air khususnya untuk kebutuhan air di persawahan maka perlu didirikan sistem irigasi dan bangunan bendung. Pemanfaatan air oleh petani diperuntukkan bagi sawah,

pertanian ladang kering, peternakan dan perikanan. Umumnya air diperoleh dari sarana dan prasarana irigasi yang dibangun pemerintah ataupun masyarakat petani sendiri. Untuk lahan pertanian, jumlah air yang dibutuhkan disesuaikan dengan kebutuhan air tanaman. Pemberian air dapat dinyatakan efisien bila debit air disalurkan melalui sarana irigasi seoptimal mungkin sesuai dengan kebutuhan tanaman pada lahan potensial yang ada.

Tingkat efisiensi pemberian air oleh petani dapat diketahui dengan mengukur berapa jumlah air yang disalurkan lewat pintu-pintu air di bangunan sadap yang dinyatakan dalam $m^3/detik$ atau liter/detik dan mengetahui berapa jumlah air yang digunakan oleh petani sesuai dengan kebutuhan tanaman pada petak yang dilayani yang juga dapat dinyatakan dalam $m^3/detik$ atau liter/detik.

Jumlah air yang disalurkan dapat diketahui melalui pembacaan alat ukur debit yang ada pada pintu-pintu air atau dengan memasang alat ukur debit, sedangkan jumlah air yang digunakan oleh petani dapat diketahui melalui perhitungan kebutuhan air tanaman yang disesuaikan dengan fase pertumbuhan tanaman yang ditanam oleh petani pada areal tanam yang dilayani oleh pintu-pintu air.

Diketahuinya tingkat efisiensi pemberian air dalam satu Musim Tanam (MT) sebelumnya maka dapat ditentukan dengan baik Rencana Tata Tanam (RRT) berikutnya, yang tentunya akan berdampak pada peningkatan Intensitas Tanam (IP) dan optimalisasi lahan usaha tani yang lebih baik, yang pada akhirnya akan meningkatkan pula produksi dan pendapatan petani.

Optimasi pengelolaan air irigasi merupakan output dari hasil penelitian ini, setelah didapat berapa debit yang dibutuhkan dan debit ketersediaan maka dapat ditentukan bagaimana optimasi pengelolaan air irigasi dengan menggunakan simulasi. Simulasi pola dan jadwal dilakukan dengan berbagai alternatif dan dibandingkan dengan pola dan jadwal tanam *existing*. Tujuan penelitian yang ingin dicapai adalah mengetahui optimasi pengelolaan air dan pengoprasian pintu air DI Muhara.

2. Kajian Pustaka

1. Kebutuhan Air Irigasi

Kebutuhan air di persawahan perlu di dirikan sistem irigasi dan bangunan bendung. Air irigasi di Indonesia umumnya bersumber dari sungai, waduk, air tanah dan sistem pasang surut. Salah satu usaha peningkatan produksi pangan khususnya padi adalah tersedianya air irigasi di sawah-sawah sesuai dengan kebutuhan. Kebutuhan air yang diperlukan pada areal irigasi besarnya bervariasi sesuai keadaan. Kebutuhan air irigasi adalah jumlah volume air yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan evaporasi, kehilangan air, kebutuhan air untuk tanaman dengan

memperhatikan jumlah air yang diberikan oleh alam melalui hujan dan kontribusi air tanah. Besarnya kebutuhan air irigasi juga bergantung kepada cara pengolahan lahan.

Kebutuhan air irigasi jika diketahui maka dapat diprediksi pada waktu tertentu, kapan ketersediaan air dapat memenuhi dan tidak dapat memenuhi kebutuhan air irigasi sebesar yang dibutuhkan. Jika ketersediaan tidak dapat memenuhi kebutuhan maka dapat dicari solusinya bagaimana kebutuhan tersebut tetap harus dipenuhi. Kebutuhan air irigasi secara keseluruhan perlu diketahui karena merupakan salah satu tahap penting yang diperlukan dalam perencanaan dan pengelolaan sistem irigasi.

Kebutuhan air irigasi adalah jumlah volume air yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan evaporasi, kehilangan air, kebutuhan air untuk tanaman dengan memperhatikan jumlah air yang diberikan oleh alam melalui hujan dan kontribusi air tanah (Sosrodarsono dan Takeda, 2003).

2. Evapotranspirasi Aktual

Evapotranspirasi adalah salah satu komponen siklus hidrologi, yaitu peristiwa menguapnya air dari permukaan air, tanah, dan bentuk permukaan bukan dari vegetasi lainnya. Evapotranspirasi merupakan proses penguapan air yang berasal dari permukaan bentangan air atau dari bahan padat yang mengandung air (Lakitan, 1994). Kemudian menurut Manan dan Suhardianto (1999), evapotranspirasi (penguapan) adalah perubahan air menjadi uap air. Air yang ada di bumi bila terjadi proses evaporasi akan hilang ke atmosfer menjadi uap air.

Evapotranspirasi dapat terjadi dari permukaan air bebas seperti bejana berisi air, kolam, waduk, sungai ataupun laut. Proses evapotranspirasi dapat terjadi pada benda yang mengandung air, lahan yang gundul atau pasir yang basah. Pada lahan yang basah, evapotranspirasi mengakibatkan tanah menjadi kering dan dapat memengaruhi tanaman yang berada di tanah itu. Mengetahui banyaknya air yang

dievaporasi dari tanah adalah penting dalam usaha mencegah tanaman mengalami kekeringan dengan mengembalikan sejumlah air yang hilang karena evapotranspirasi.

Faktor meteorologi yang memengaruhi evapotranspirasi adalah radiasi matahari, suhu udara, kelembaban udara dan angin. Tempat-tempat dengan radiasi matahari tinggi mengakibatkan evaporasi tinggi karena evaporasi memerlukan energi. Umumnya radiasi matahari tinggi diikuti suhu udara tinggi dan kelembaban udara rendah. Kedua hal ini dapat memacu terjadinya evaporasi. Angin yang kencang membuat kelembaban udara rendah, hal ini pun memacu evapotranspirasi (Manan dan Suhardianto, 1999). Laju evapotranspirasi sangat tergantung pada masukan energi yang diterima. Semakin besar jumlah energi yang diterima, maka akan semakin banyak molekul air yang diuapkan. Evapotranspirasi dihitung dari evaporanspirasi potensial metode Penmann.

3. Ketersediaan Air

Menurut Asdak (2002) debit adalah laju aliran air (dalam bentuk volume air) yang melewati suatu penampang melintang sungai per satuan waktu. Dalam satuan SI besarnya debit dinyatakan dalam satuan meter kubik per detik (m^3/dt). Pengukuran debit air sangat dipengaruhi oleh kecepatan arus air. Kecepatan arus yang berkaitan dengan pengukuran debit air ditentukan oleh kecepatan gradien permukaan, tingkat kekasaran, kedalaman, serta lebarnya perairan. Data debit atau aliran sungai merupakan informasi yang paling penting bagi pengelola sumberdaya air (Bazak, 1999).

Di Indonesia model simulasi hujan-aliran yang sering digunakan adalah model FJ Mock, *Natural Rural Electrical Cooperation Agency* (NRECA) dan model Tanki (*Tanki model*). Model FJ Mock paling sering digunakan terutama di daerah dengan curah hujan tinggi sampai sedang seperti daerah Sumatera, Kalimantan, Jawa

dan Bali. Kemudian metode NRECA banyak digunakan pada daerah dengan curah hujan rendah seperti di daerah Nusa Tenggara.

Fj Mock dalam makalahnya *Land Capability appraisal and Water Availability appraisal*, Indonesia, FAO, Bogor, 1973, memperkenalkan cara perhitungan simulasi aliran sungai dari data hujan, evapotranspirasi dan karakteristik hidrologi daerah aliran sungai. Model ini dihasilkan dari penelitian empiris dengan memasukan data hujan bulanan, evapotranspirasi potensial bulanan dan parameter-parameter fisik lainnya yang sifatnya juga bulanan, sehingga menghasilkan debit aliran simulasi bulanan. Aplikasi ini hasil perhitungan simulasi hujan aliran sungan model F.J Mock, perlu dilakukan kalibrasi dengan data pengamatan debit jangka pendek minimal 1 tahun untuk mengetahui ketepatan nilai parameter sebagai *input* pada model.

4. Curah Hujan Efektif

Curah hujan merupakan ketinggian air hujan yang terkumpul dalam tempat yang datar, tidak menguap, tidak meresap, dan tidak mengalir. Satuan curah hujan selalu dinyatakan dalam satuan milimeter atau *inchi* namun untuk di Indonesia satuan curah hujan yang digunakan dalam satuan milimeter (mm). Curah hujan dalam 1 milimeter memiliki arti dalam luasan satu meter persegi pada tempat yang datar tertampung air setinggi satu milimeter atau tertampung air sebanyak satu liter.

Curah hujan efektif adalah curah hujan yang jatuh selama masa tumbuh tanaman, yang dapat digunakan untuk memenuhi air konsumtif tanaman. Besarnya curah hujan ditentukan dengan 70% dari curah hujan rata – rata tengah bulanan dengan kemungkinan kegagalan 20% (Curah hujan R80).

Nilai curah hujan yang digunakan adalah periode 10 tahun, kemudian dari data pos curah hujan tersebut diambil rata-rata setengah bulanan lalu dibuat *ranking*

selama 10 tahun untuk kemudian dipilih probabilitas 80 % setiap bulannya (R80) mengikuti metode *Weibull* lalu nilai rata rata tgl 1 – 15 dan 16 – 31, dicari nilai rata – ratanya (Re).

Pada perhitungan curah hujan efektif, data curah hujan di atas diurutkan dari terbesar ke terkecil kemudian dicari peringkat 80% dari 10 data yang ada.

5. Kehilangan Air di Saluran Irigasi

Kehilangan air di saluran sangat diperlukan untuk mendapatkan akurasi perhitungan luas lahan sawah yang dapat diairi dengan debit ketersediaan, kehilangan air di saluran dapat disebabkan oleh evaporasi pada permukaan air di saluran dan infiltrasi pada keliling basah saluran (vertikal dan lateral pada dinding saluran).

Moritz dalam Sunjoto (1993) telah membangun suatu perhitungan semi-empiris yang menghitung kehilangan air sebagai fungsi lapisan dasar saluran, debit air, kecepatan rerata air, kedalaman air di saluran.

Pengukuran kecepatan aliran dipilih menggunakan media pelampung sebagai alat ukur, cara ini dapat dengan mudah digunakan meskipun permukaan air sungai itu tinggi, cara ini sering digunakan karena tidak dipengaruhi oleh kotoran atau kayu-kayuan yang hanyut, dan mudah dilaksanakan. Ada tiga jenis pelampung yang digunakan.

Pertama pengukuran pelampung permukaan cara ini merupakan cara yang paling mudah digunakan karena hanya diperlukan pengukuran di area permukaan saja akan tetapi nilai yang diteliti sangat kurang tepat karena disebabkan oleh pengaruh angin atau perubahan kecepatan aliran.

Kedua pelampung tangkai, dibuat dari sepotong kayu yang diberi pemberat dibagian bawahnya. Pemberat itu dibuat dari kerikil yang dibungkus dengan jaring atau kain di ujung bawah tangkai. Sebelum digunakan maka kedalaman yang cocok tangkai itu harus ditentukan terlebih dahulu dalam tangki air.

Ketiga koefisien pelampung tangkai, pelampung tangkai dipengaruhi oleh kecepatan pada permukaan sampai ke dekat dasar sungai. Jadi cara ini lebih teliti dibandingkan pelampung permukaan. Akan tetapi kedalaman pelampung tangkai tidak boleh melebihi sungai sehingga tangkai tidak dipengaruhi oleh bagian kecepatan yang lambat pada bagian lapisan bawah. Jadi hasil yang didapat lebih tinggi dari kecepatan rata rata, sehingga kecepatan pelampung harus disesuaikan dengan koefisien. Perhitungan Kehilangan air di jaringan irigasi diasumsikan sebagai fungsi debit aliran, panjang saluran dan suatu koefisien (Francis dalam Sunjoto,1993).

6. Pintu Air

Pintu air sorong atau geser adalah pintu yang pengoperasiannya dilakukan secara manual dan memakai mesin yang dapat bergerak dan digerakan secara vertikal maupun radial. Biasanya bahan yang sangat umum dipakai pada bangunan pintu sorong ini adalah material baja atau kayu. Perencanaan pintu menggunakan konstruksi pintu air sorong baja diupayakan sesuai dengan kriteria yang diinginkan, baik dari segi konstruksi, kualitas, fungsi, manfaat, maupun pembiayaan sehingga harus direncanakan dengan baik dan benar. Perencanaan ini didasarkan pada pertimbangan teknis dengan tidak mengabaikan pertimbangan nonteknis.

Kegunaan dari pintu air ini adalah mengatur muka air di bagian hulu pintu dan meninggikan muka air sungai. Pada saat pengoperasiannya di lapangan, dilakukan dengan membuka pintu seluruhnya dengan kondisi banjir besar atau hanya dibuka sebagian pada kondisi banjir sedang dan kecil. Lalu pintu ditutup seluruhnya pada kondisi normal dikarenakan untuk kepentingan penyadapan air.

Ada banyak tipe pintu berdasarkan *Kp-02* yang biasa digunakan pada saluran irigasi, contohnya :

a. Pintu sorong.

Pintu yang dipakai dengan tinggi maksimum 3 m dan lebar tidak lebih dari 3 m. Pintu tipe ini hanya digunakan untuk bukaan kecil, karena untuk bukaan yang lebih besar alat-alat angkatnya akan terlalu berat untuk menanggulangi gaya gesekan pada sponeng. Bukaan yang lebih besar dapat dipakai pintu rol, yang mempunyai keuntungan tambahan karena di bagian atas terdapat lebih sedikit gesekan, dan pintu dapat diangkat oleh kabel baja dan rantai baja. Ada dua pintu rol yang dapat dipertimbangkan, yaitu pintu *stoney* dengan roda yang tidak dipasang pada pintu, tetapi pada kerangka yang terpisah; dan pintu rol biasa yang dipasang pada pintu.

b. Pintu rangkap (dua pintu).

Pintu sorong / rol yang terdiri dari dua pintu, yang tidak saling berhubungan, yang tidak dapat diangkat atau diturunkan. Oleh sebab itu, pintu- pintu ini dapat mempunyai debit melimpah (*overflowing discharge*) dan debit dasar (*bottom discharge*). Keuntungan dari pemakaian pintu ini adalah dapat dioperasikan dengan alat angkat yang lebih ringan. Contoh khas dari pintu ini adalah pintu segmen ganda (*hook type gate*). Pintu ini dipakai dengan tinggi sampai 20 m dan dengan lebar sampai 50 m.

Kebutuhan air irigasi adalah jumlah volume air yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan evaporasi, kehilangan air, kebutuhan air untuk tanaman dengan memperhatikan jumlah air yang diberikan oleh alam melalui hujan dan kontribusi air tanah (Sosrodarsono dan Takeda, 2003). Laju evapotranspirasi sangat tergantung pada masukan energi yang diterima. Semakin besar jumlah energi yang diterima, maka akan semakin banyak molekul air yang diuapkan. Evapotranspirasi dihitung dari evapotranspirasi potensial metode Penmann.

Pengukuran debit air sangat dipengaruhi oleh kecepatan arus air. Kecepatan arus yang

berkaitan dengan pengukuran debit air ditentukan oleh kecepatan gradien permukaan, tingkat kekasaran, kedalaman, serta lebarnya perairan. Data debit atau aliran sungai merupakan informasi yang paling penting bagi pengelola sumberdaya air (Bazak. 1999). Model simulasi hujan-aliran yang digunakan adalah model FJ Mock, model ini dihasilkan dari penelitian empiris dengan memasukan data hujan bulanan, evapotranspirasi potensial bulanan dan parameter-parameter fisik lainnya yang sifatnya juga bulanan, sehingga menghasilkan debit aliran simulasi bulanan.

Pola dan jadwal tanam dilakukan dengan berbagai alternatif dan dibandingkan dengan pola dan jadwal tanam ekisting. Perhitungan tinggi bukaan pintu air, dipilih terlebih dahulu menyesuaikan dengan jadwal optimum yang akan dijadikan acuan, Selanjutnya setelah didapatkan pola dan jadwal tanam optimum perhitungan pintu air dipilih menggunakan rumus mercu bulat.

3. Objek dan Metodologi Penelitian

3.1 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data terbagi menjadi dua yaitu data primer dan data sekunder. Pengertian Data primer adalah sumber data penelitian yang diperoleh secara langsung dari sumber aslinya yang berupa wawancara, jajak pendapat dari individu atau kelompok (orang) maupun hasil observasi dari suatu obyek, kejadian atau hasil pengujian (benda). Dengan kata lain, peneliti membutuhkan pengumpulan data dengan cara menjawab pertanyaan riset (metode survei) atau penelitian benda (metode observasi).

Pengertian data sekunder adalah sumber data penelitian yang diperoleh melalui media perantara atau secara tidak langsung yang berupa buku, catatan, bukti yang telah ada, atau arsip baik yang dipublikasikan maupun yang tidak dipublikasikan secara umum.

3.2 Analisis Data

Analisis data dilakukan untuk mencari regulasi jadwal tanam untuk optimasi

pengelolaan air irigasi dan operasi pintu air di daerah irigasi Muhara. Analisis pengolahan data dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Analisis curah hujan dengan cara data curah hujan diurutkan dari besar ke kecil kemudian dicari peringkat 80% dari 10 data yang ada.

$$P = M/n + 1$$

Dimana

P = Hujan 80%

M = Urutan

N = Jumlah Data

Ketelitian akan semakin meningkat dengan semakin banyak penakar yang dipasang, tetapi memerlukan biaya mahal dan juga memerlukan banyak waktu dan tenaga dalam pencatatannya di lapangan. (Asdak C. 2002)

2. Analisis evapotranspirasi menggunakan metode Penman Modifikasi dengan persamaan :

$$E_{TO} = C \cdot (W \cdot R_n + (1 - W) \cdot f(u) \cdot (e_a - e_d))$$

Dimana :

C = Faktor penyesuaian kondisi cuaca akibat siang dan malam

W = Faktor yang memengaruhi penyinaran matahari

R_n = Radiasi Penyinaran Matahari

f(u) = Fungsi relatif angin

(e_a - e_d) = Perbedaan tekanan uap air jenuh dan uap air nyata

Radiasi Penyinaran matahari dapat dihitung menggunakan persamaan :

$$R_{n1} = 2.01 \times 10^9 \cdot T^4 (0.34 - 0.044 e d^{0.5}) \times (0.1 + 0.9 n)$$

Apabila nilai radiasi penyinaran matahari (R_n) sudah ditentukan selanjutnya kita dapat mencari fungsi relatif angin (f(u)) Sebelum menghitung fungsi relatif angin tentukan terlebih dahulu nilai U₂ yaitu kecepatan angin rata - rata selama 24 jam dalam satuan Km/hari.

$$f(u) = 0.27 \times (1 + \frac{u^2}{...})$$

Setelah faktor penyesuaian kondisi cuaca akibat siang dan malam (C), faktor yang memengaruhi penyinaran matahari (W),

radiasi penyinaran matahari (R_n) fungsi relatif angin (f(u)) perbedaan tekanan uap air jenuh dan uap air nyata dalam satuan mbar (e_a - e_d) ditemukan nilainya maka nilai evapotranspirasi potensial (E_{To}) dapat ditemukan.

3. Analisis debit ketersediaan dengan metode F.J.Mock.

Evapotranspirasi terbatas adalah evapotranspirasi aktual dengan mempertimbangkan kondisi vegetasi dan permukaan tanah, sehingga persamaannya sebagai berikut :

$$E = E_{To} \times d/30 \times m$$

Di mana :

E = Perbedaan antara evapotranspirasi potensial dan evapotranspirasi terbatas (mm)

E_{To} = Evapotranspirasi aktual (mm)

d = Jumlah hari kering atau hari tanpa hujan dalam 1 bulan m = Prosentasi lahan yang tidak tertutup vegetasi

m = Prosentasi lahan yang tidak tertutup vegetasi

Jumlah permukaan kering setengah bulana (d), dihitung dengan asumsi bahwa tanah dalam satu harinya hanya mampu menahan air 12 mm dan selalu menguap sebesar 4 mm. *exposed surface* (m %) atau disebut juga lahan terbuka, ditaksir dari peta tata guna tanah, atau dengan asumsi:

m = 0% untuk lahan dengan hutan lebat

m = 0% pada akhir musim hujan dan bertambah 10% setiap bulan kering untuk lahan sekunder

m = 10-40% untuk lahan yang terisolasi

m = 20-50% untuk lahan pertanian yang diolah.

Berdasarkan frekuensi curah hujan di Indonesia dan sifat infiltrasi serta penguapan dari tanah permukaan, didapat hubungan :

$$d = 3/2 (18 - h) \text{ atau } d = 27 - 3/2 h$$

h = jumlah hari hujan dalam sebulan

Selanjutnya substansi antara persamaan diperoleh persamaan :

$$E/ET_o = (m/20) (18 - h)$$

E_t = evapotranspirasi terbatas (mm)

Soil water surplus adalah volume air yang akan masuk ke permukaan tanah .

$$\text{Soil water surplus} = (P - E_t) - \text{soil storage}$$

Soil water surplus = 0 jika defisit yaitu $(P - E_f) > \text{soil storage}$

Initial Storage adalah besarnya volume air pada saat permulaan mulainya perhitungan. Ditaksir sesuai dengan keadaan musim, seandainya musim hujan nilainya bisa menyamai nilai *soil moisture capacity*, tetapi pada musim kemarau nilainya akan menurun lebih kecil dari nilai *soil moisture capacity*.

4. Analisis bukaan pintu air menggunakan Mercu Bulat

setelah didapatkan pola dan jadwal tanam optimum perhitungan pintu air dipilih menggunakan rumus mercu bulat sebagai berikut ini :

$$Q = C_d \times \frac{2}{3} \times \sqrt{\frac{2}{3} \times g \times B_e \times H^{1.5}}$$

Di mana

Q = Debit (m³/det)

C_d = Koefisien Debit

g = Gravitasi (m³/det)

B_e = Lebar Efektif Mercu (m)

H = Tinggi Bukaan (m)

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Analisis Kebutuhan Air DI Muhara

Kebutuhan air irigasi merupakan hasil perkalian antar luas lahan sawah dengan kebutuhan air irigasi satuan di daerah lahan tersebut pada satu musim tanam. Satuan kebutuhan air irigasi adalah volume yang dibutuhkan untuk luas lahan irigasi dalam periode setengah bulanan selama tiga musim tanam (satu tahun).

1. Curah Hujan Efektif

Perhitungan curah hujan efektif, data curah hujan perstasiun diurutkan dari besar ke kecil kemudian dicari peringkat 80% dari 10 data yang ada menggunakan persamaan 2.17. diambil hasil 80% dari urutan tersebut kemudian digabungkan dengan 3 stasiun untuk diambil R80 nya, didapat curah hujan pada ranking ke-9.

Nilai curah hujan yang digunakan adalah periode 10 tahun, kemudian dari data pos curah hujan tersebut diambil rata-rata setengah bulanan lalu dibuat ranking selama 10 tahun untuk kemudian dipilih probabilitas 80 % setiap bulannya (R80) mengikuti metode *Weibull* lalu nilai rata-rata tgl 1 – 15 dan 16 - 31 dicari nilai rata – ratanya (R_e).

Hasil ranking diambil hasil 80% kemudian hasil per setengah bulanan perstasiun tersebut dijumlahkan dan dibagi tiga untuk mendapatkan hujan rata-rata per tiga stasiun dan hasil tersebut dibagi dengan jumlah hari untuk mendapatkan hujan efektif setengah bulanan.

Hasil per setengah bulanan perstasiun tersebut dijumlahkan dan dibagi tiga untuk mendapatkan hujan rata-rata per tiga stasiun dan hasil tersebut dibagi dengan jumlah hari untuk mendapatkan hujan efektif setengah bulanan.

2. Evapotranspirasi

Perhitungan evapotranspirasi menggunakan metode Penman yang telah dimodifikasi dalam metode ini membutuhkan data rata-rata iklim harian, kondisi cuaca sepanjang siang dan malam hari yang diperkirakan mempunyai pengaruh terhadap evapotranspirasi. Evapotranspirasi merupakan salah satu komponen siklus hidrologi, yaitu peristiwa menguapnya air dari permukaan air, tanah, dan bentuk permukaan bukan dari vegetasi lainnya.

Adapun nilai suhu rata-rata digunakan untuk mengetahui besarnya nilai (W) yang akan dijadikan sebagai bahan perhitungan adalah 24.79°, Kabupaten Tasikmalaya

secara umum berada di 351 mdpl (meter diatas permukaan laut), selanjut dihitung Rn atau radiasi penyinaran matahari. Radiasi Penyinaran Matahari (Rs) diketahui di Kabupaten Tasikmalaya terletak pada 7.49 LS.

3. Penyiapan Lahan

Setelah mendapatkan evapotranspirasi, selanjutnya mencari evaporasi terbuka. Kemudian mencari perkolasi di daerah irigasi Muhara adalah gerakan air ke bawah dari zona tidak jenuh, yang tertekan di antara permukaan tanah sampai ke permukaan air tanah (zona jenuh). Daya perkolasi (P) adalah laju perkolasi maksimum yang dimungkinkan, yang besarnya dipengaruhi oleh kondisi tanah dalam zona tidak jenuh yang terletak antara permukaan tanah dengan permukaan air tanah. Pada tanah-tanah lempung berat dengan karakteristik pengolahan (*puddling*) yang baik, laju perkolasi dapat mencapai 1-3 mm/ hari, namun pada DI Muhara diambil nilai perkolasi sebesar 2 mm / hari karena tanah di DI muhara bertekstur lempung. Hal tersebut telah peneliti buktikan dengan cara mewawancari kepala tani di kampung Muhara dan survey langsung ke lapang mengambil sampel tanah di area persawahan.

Kebutuhan air untuk mengganti kehilangan air akibat evaporasi dan perkolasi di sawah yang sudah dijenuhkan (M) dihitung dengan menjumlahkan nilai perkolasi dan nilai evaporasi terbuka per-setengah bulanan. Kemudian dicari kebutuhan air irigasi ditingkat persawahan (IR).

4. Kebutuhan Air Irigasi Satuan

Setelah mendapatkannya evapotranspirasi dan besarnya kebutuhan air irigasi di tingkat persawahan, kemudian kita mencari evaporasi tanaman untuk mencari evaporasi tanaman diperlukan data koefisien tanaman padi dan dipilih nilai koefisien tanaman padi dengan varietas unggul sesuai dengan FAO dengan masa tanam padi selama 4 bulan.

Penggantian lapisan air dilakukan setelah pemupukan (LP). Penggantian lapisan air dilakukan menurut kebutuhan. Jika tidak ada penjadwalan semacam itu, dilakukan penggantian sebanyak 2 kali masing-masing 50 mm atau setara dengan 100 mm selama 2 bulan atau dengan kata lain 3.3 mm/hari bila pergantian lapisan air selama 30 hari dan 1.6 bila pergantian lapisan air dilakukan selama 60 hari.

Kebutuhan air irigasi jika diketahui maka dapat diprediksi pada waktu tertentu, kapan ketersediaan air dapat memenuhi dan tidak dapat memenuhi kebutuhan air irigasi sebesar yang dibutuhkan. Jika ketersediaan tidak dapat memenuhi kebutuhan maka dapat dicari solusinya bagaimana kebutuhan tersebut tetap harus dipenuhi. Kebutuhan air irigasi secara keseluruhan perlu diketahui karena merupakan salah satu tahap penting yang diperlukan dalam perencanaan dan pengelolaan sistem irigasi.

5. Kehilangan Air di Saluran Irigasi

Kehilangan air di saluran irigasi hal yang pertama dihitung adalah debit (Q) sesaat yang dilaksanakan pada Mei 2019 menggunakan persamaan *Manning* dengan koefisien *Manning* sebesar 0.03 karena saluran tersebut dinding batuan, pertama mengukur debit sesaat di *intake*.

Diketahui : Lebar Penampang Saluran (B) = 1 m. Kedalaman Saluran (h) = 1 m. Luas Penampang Basah (A) = 1 m². Keliling Basah Saluran (P) = B + 2 x h = 3 m. Jari-Jari Hidrolis (R) = A / P = 0.33. m Koefisien Manning (n) = 0.03 (Saluran pada dinding batuan). Kemiringan Saluran (S) = *elevasi A - elevasi B / Jarak elevasi A ke elevasi B x 100%* = 502-501 298-173 x 100% = 0.008 Kecepatan Aliran (V) = 1/n x (R)^{2/3} x (S)^{1/2} = 1/0.03 x (0.33)^{2/3} x (0.008)^{1/2} = 1.4 m/det. Dengan demikian debit (Q) = V x A = 1.4 m³/det.

Kemudian setelah diketahui debit di *intake* selanjutnya mengukur debit di saluran :

Diketahui : Lebar Penampang Saluran (B) = 2.5 m. Kedalaman Saluran (h) = 0.33 m. Luas Penampang Basah (A) = 0.83 m².

Keliling Basah Saluran (P) = $B + 2 \times h = 3.16$ m. Jari- Jari Hidrolis (R) = $A / P = 0.26$ m. Koefisien Manning (n) = 0.030 (Sungai dalam kondisi baik). Kemiringan Saluran (S) = $\frac{\text{elevasi } A - \text{elevasi } B}{\text{Jarak elevasi } A \text{ ke elevasi } B} \times 100\% = \frac{502 - 501}{298 - 173} \times 100\% = 0.008$. Kecepatan Aliran (V) = $\frac{1}{n} \times (R)^{2/3} \times (S)^{1/2} = \frac{1}{0.03} \times (0.26)^{2/3} \times (0.008)^{1/2} = 1.2$ m/det. Dengan demikian debit (Q) = $V \times A = 1.00$ m³/det. Didapat debit di intake sebesar 1.4 m³/det dan debit di saluran berkurang karena adanya *losses* menjadi 1.00 m³/det.

Perhitungan koefisien *losses* diambil saluran terpanjang dan membagninya menjadi 6 bagian, Dengan menggunakan persamaan didapat koefisien *losses* sebesar 0,450.

Perhitungan debit sesaat telah dilalukan sebelumnya dan didapat debit sesaat di saluran sebesar 1.43 m³/det. Dihitung dengan menggunakan persamaan didapatkan koefisien *losses* sebesar 0.05, lebih kecil dibanding jika kita menggunakan persamaan mawitri infantri, hasil dari total *losses* akan lebih kecil, sehingga dapat mengurangi kebutuhan air irigasi.

Setelah didapatkannya kehilangan air di saluran irigasi, kemudian hasil tersebut ditambahkan dengan debit kebutuhan, dan dikalikan efisiensi irigasi, irigasi antara 65% sampai 90% diambil efisiensi sebesar 65%

4.2 Analisis Ketersediaan Air DI Muhara

Perhitungan ketersediaan air irigasi menggunakan metode F.J Mock dimana alur penelitiannya sudah dijelaskan di sub bab sebelumnya. Model ini dihasilkan dari penelitian empiris dengan memasukan data hujan bulanan, evapotranspirasi potensial bulanan dan parameter-parameter fisik lainnya yang sifatnya juga bulanan, sehingga menghasilkan debit aliran simulasi bulanan. Dalam aplikasinya hasil perhitungan simulasi hujan aliran sungan model F.J Mock, perlu dilakukan kalibrasi dengan data pengamatan debit jangka pendek minimal 1 tahun untuk

mengetahui ketepatan nilai parameter sebagai *input* pada model. Adapun prosedur perhitungan model F.J.Mock sebagai berikut:

1. Data Hujan

Nilai Hujan Bulanan (R) didapat dari pencatatan data hujan bulanan (mm) dan jumlah hari hujan pada bulan yang bersangkutan. Pada tabel dibawah ini akan diperlihatkan curah hujan rata –rata dan hari hujan rata – rata, dalam proses perhitungannya menggunakan rerata aljabar terhadap 3 stasiun terdekat dengan Sungai Cimampang yaitu Stasiun Penakar Curah Hujan Cigede, Tejakalapa dan Cimulu selama 10 tahun.

Perhitungan ketersediaan air menggunakan metode FJ Mock, untuk melakukan pengisian tabel no 1 pada curah hujan yang diambil menggunakan rumus *Weibull* dimana data diurutkan dari curah hujan terbesar hingga terkecil dan diambil yang mencapai probabilitas kejadian hujan 80 % atau lebih.

2. Evapotranspirasi

Evapotranspirasi terbatas adalah evapotranspirasi aktual dengan mempertimbangkan kondisi vegetasi dan permukaan tanah.

Exposed surface (m %) atau disebut juga lahan terbuka, ditaksir dari peta tata guna tanah, atau dengan asumsi:

$m = 0\%$ untuk lahan dengan hutan lebat, $m = 0\%$ pada akhir musim hujan dan bertambah 10% setiap bulan kering untuk lahan sekunder, $m = 10-40\%$ untuk lahan yang terisolasi, $m = 20-50\%$ untuk lahan pertanian yang diolah.

Untuk wilayah kecamatan Sukaratu dimana lahan pertanian yang diairi paling dominan adalah lahan persawahan maka nilai m yang digunakan adalah 20%. dE/Eto diisi dengan cara (lahan terbuka / 20) kemudian dikalikan (18 – jumlah hari hujan (n)). Untuk mencari tabel nomor 6 yaitu dE dihitung dengan mengalikan nilai evapotranspirasi potensial dengan nilai dE / Eto sedangkan untuk mencari nilai tabel nomor 7 yaitu evapotranspirasi terbatas

(Et1) didapat dengan cara mengurangi nilai Eto dengan nilai dE.

S didapat dengan mengurangi nilai curah hujan (R80) dengan nilai evaporasi terbatas (Et1) pada hasil tabel nomor 7, tabel nomor 9, *run off storm*, didapat dengan cara mengalikan curah hujan dengan 10%.

Soil storage (IS) adalah kemampuan tanah dalam menyimpan air diperlihatkan dalam perhitungan tabel nomor 10 diperoleh dengan mengurangi nilai S pada tabel no 8 dengan *run off storm* di tabel no 9.

Kelembaban tanah atau disebut juga *soil moisture* pada tabel nomor 11 diperoleh dengan mengurangi nilai *soil storage* (IS) pada nomor 10 dengan kapasitas kelembaban tanah / *Soil Moisture Capacity* (SMC) yang diasumsikan sebesar 100

Untuk menghitung kelebihan air atau disebut juga *water surplus*, didapat dengan cara mengurangi nilai S dengan nilai penyimpanan tanah (*soil storage*).

3. Limpasan Air dan Penyimpanan Air Tanah
Perhitungan terlebih dahulu menetapkan besarnya infiltrasi yaitu besarnya serapan air ke dalam tanah sebesar 0.4 dan dikalikan dengan nilai *water surplus*, dengan membagi dua besarnya infiltrasi untuk kemudian dikalikan dengan 1 ditambah besarnya nilai k, untuk nilai k ditetapkan sebesar 0.8

Nilai k yaitu 0.8 dengan nilai penyimpanan awal dengan lambang $V(n-1)$, untuk asumsi volume penyimpanan Sungai Cimampang sebesar 40 cm untuk perhitungan bulan selanjutnya volume penyimpanan awal diambil dari hasil bulan sebelumnya.

Base flow didapat dengan pengurangan nilai infiltrasi dengan nilai dV_n , sedangkan untuk menghitung limpasan air langsung (*direct run off*), diperoleh dengan mengurangi nilai kelebihan air (*water surplus*), kemudian untuk mendapatkan nilai limpasan (*run off*) diperoleh dengan menjumlahkan *base flow* dan *direct run off*.

Kemudian untuk mendapatkan debit dengan satuan m^3 / bulan, nilai *run off* dikalikan *Catchment Area* (CA) D.I Muhara. Pada

perhitungan *catchment area* diperoleh luasan sebesar 2.707 Ha atau 27.07 Km^2 atau 27.070.000 m^2 kemudian hasil run off yang bersatuan mm/bulan dikonversi menjadi m /bulan dengan membagi 1000 setelah berubah satuannya menjadi m^3 / bulan maka selanjutnya mengkonversi dengan membagi dengan 2.678.400 agar menjadi m^3 / detik, terakhir ubah nilai tersebut menjadi liter / detik dengan membagi nilainya dengan 1000.

4.3 Analisis Kesetimbangan Air

Analisis kesetimbangan air setelah diketahui berapa besarnya nilai 'K' selanjutnya dibuatkan grafik, pada grafik tersebut terlihat pada waktu tertentu ketersediaan air dapat memenuhi dan tidak dapat memenuhi kebutuhan. Dalam beberapa periode di mana pertanian D.I Muhara tidak membutuhkan air dikerenakan kebutuhan air tanaman sudah tercukupi dengan adanya curah hujan yang tinggi di periode tertentu. Pada debit ketersediaan yang sudah dikonversikan kedalam satuan m^3 /det, hasil bagi kedua bilangan lebih dari 1.00 atau sama dengan 0.00 maka dinyatakan 1.00 itu artinya pada masa tanam tersebut kebutuhan air dapat terpenuhi dan jika hasilnya kurang dari 1.00 dan lebih dari 0.00 maka pada masa tanam tersebut kebutuhan air itu kurang .

Dalam penentuan optimasi pengelolaan air irigasi dipilih jadwal tanam yang memiliki nilai 'K' paling banyak antara ketersediaan dan kebutuhan, nilai 'K' yang paling banyak jatuh pada jadwal tanam Sep-2 dengan banyaknya nilai 'K' sebesar sebesar 20 periode, itu artinya hanya 4 periode saja kebutuhan tidak terpenuhi, menunjukan jadwal tanam sep-1 debit ketersediaanya dapat memenuhi kebutuhan. maka dari itu dipilahlah jadwal tanam Sep-2 dengan pola tanam Padi-Padi-Palawija.

4.4 Optimasi Pengelolaan Air DI Muhara

Simulasi jadwal tanam dan pola tanam merupakan tahap pertama untuk mendapatkan jadwal tanam optimum dari berbagai curah hujan efektif yang ditentukan. Simulasi pola dan jadwal dilakukan dengan berbagai

alternatif dan dibandingkan dengan pola dan jadwal tanam *existing*.

Analisis kebutuhan air, analisis ketersediaan air, hujan efektif, pola dan jadwal tanam digunakan sebagai masukan dalam model optimasi pada tahap ini. Hasil masukan tersebut adalah untuk setiap jadwal dan pola tanam diperoleh nilai faktor “k” rata-rata, QAI-pt, kecukupan (kelebihan) dan kekurangan air tiap periode.

Hasil analisis tersebut bersama dengan hasil analisis yang lainnya digunakan sebagai masukan pada analisis optimasi jadwal tanam dengan batasan batasan yang telah ditentukan, yaitu jadwal tanam, hujan efektif, dan debit ketersediannya. Hasil masukan ini untuk setiap alternatif akan menghasilkan pola dan jadwal optimum yang akan digunakan untuk mengoptimasi berapa besarnya bukaan pintu.

Hasil optimasi jadwal tanam untuk berbagai alternatif adalah hasil optimasi dengan pola tanam padi-padi-padi dan padi-padi-palawija.

Optimasi pengelolaan air irigasi mengacu pada hasil yang didapatkan dari kesetimbangan air irigasi pada sub bab sebelumnya, hasilnya didapat jadwal tanam optimum pada periode Sep-2 dengan pola tanam padi-padi-palawija meninjau nilai “k” yang lebih banyak pada periode tersebut.

4.5 Analisis Optimasi Pintu Air DI Muhara

Operasi pintu air berdasarkan berapa besarnya debit yang dibutuhkan untuk mengairi daerah irigasi, setelah diketahui berapa besarnya kebutuhan air maka dapat dihitung berapa besarnya bukaan pintu yang harus diangkat, untuk mengukur tinggi bukaan pintu dapat dihitung menggunakan persamaan.

Tinggi bukaan pintu tergantung besarnya debit kebutuhan di persawahan sebagaimana kebutuhan air pada periode Sep-2 dibutuhkan debit sebesar 1.88 m³/detik maka setelah di hitung dengan persamaan dibawah ini dibutuhkan tinggi bukaan pintu sebesar 0.64 m. dengan bantuan *Microsoft excel* dihitung tinggi bukaan pintu dengan cara memasukan

nilai H dengan cara coba-coba agar nilai Q nya sama. Untuk lebih jelasnya sebagai berikut:

$$Q = Cd \times \frac{2}{3} \times \sqrt{\frac{2}{3} \times g \times Be \times H^{1.5}}$$

- Q (debit) = 1.88 m³/detik
- Cd (Koefisien Debit) = 0.9
- G (grafitasi) = 9.8 m²/detik
- Be (lebar Mercu) = 2.8 m
- H (Tinggi Bukaan) = 1.86 m

Tabel 1
Bukaan Pintu Air

Dipilih Jadwal Tanam September-2												
Periode	Jan		Feb		Mar		Apr		May		Jun	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
QAI -gt-1 (ef85%) (m ³ /det)	0.00	0.00	1.10	1.21	0.00	0.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11
Tinggi Bukaan Pintu (m)	0.00	0.00	0.35	0.38	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Periode	Jul		Aug		Sep		Oct		Nov		Dec	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
QAI -gt-1 (ef85%) (m ³ /det)	0.13	0.13	0.13	0.07	0.00	1.88	1.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tinggi Bukaan Pintu (m)	0.02	0.02	0.02	0.01	0.00	0.64	0.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

(Sumber: Hasil Hitungan)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa berdasarkan hasil pengukuran curah hujan yang menggunakan metode Weillbul, curah hujan diurutkan berdasarkan ranking kemudian diambil curah hujan 80% yaitu curah hujan yang menempati urutan ke-9.

Pengukuran evapotranspirasi menggunakan metode Penman modifikasi diperlukan data-data yang sangat banyak jika dibandingkan dengan metode lainnya.

Pengukuran kehilangan air dipilih metode Moritz karena metode ini menghasilkan *losses* yang sangat kecil jika dibandingkan dengan metode Mawitri Infantri yang menghasilkan *losses* lebih dari kebutuhan awalnya.

5. Kesimpulan

Kebutuhan air irigasi DI Muhara didapatkan jadwal tanam terbaik yaitu pada Sep-2 dengan pola tanam padi-padi-palawija berdasarkan ketersediaan air Sungai Cimampang yang dihitung menggunakan metode F.J Mock.

Berdasarkan kebutuhan dan ketersediaan air maka peneliti merekomendasikan untuk mengubah pola tanam yang semula padi-padi-padi menjadi padi-padi-palawija mengingat ketersediaan air tidak mencukupi.

Nilai optimasi yang diperoleh merupakan “*Local Optimum*” dengan kendala yang telah ditentukan. Untuk mendapatkan suatu “*Global Optimum*” dapat ditambahkan kendala yang lain, misalnya kombinasi jenis tanaman pada setiap musim tanam.

Model optimasi dalam penelitian ini dalam tataran konsep, sehingga perlu suatu pengujian model dengan “*trial and error*” agar menghasilkan model dengan unjuk raga yang lebih baik.

Daftar Pustaka

- Asdak. 2002. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta : Penerbit UGM Press
- Bazak. 1999. *Desain Hidraulik Bangunan Irigasi*. Direktorat SDA
- Lakitan, B. 1994. *Dasar-Dasar Klimatologi*. Jakarta: Raja Grafindo Persada
- Manan, & Anang, S. 1999. *Klimatologi Pertanian*. Jakarta: Universitas Terbuka.
- Mock. Fj. 1973. *Land Capability appraisal and Water Availability appraisal*. Bogor-Indonesia : Food and Agriculture Organization of The United nations
- Sosrodarsono, I. S., & Kensaku, T. 2003. *Hidrologi untuk Pengairan*. Jakarta: Pradnya Paramita
- Sunjoto. 1993. *Kehilangan Air Di Saluran*. Makalah Laporan Penelitian UGM.