

ANALISIS KEBUTUHAN AIR IRIGASI PADA DAERAH IRIGASI DI KECAMATAN DUSUN TENGAH KABUPATEN BARITO TIMUR

Erisa Izdihar Balqis⁽¹⁾, Haiki Mart Yupi⁽²⁾, Hendro Suyanto⁽³⁾
Prodi Teknik Sipil Universitas Palangka Raya
Email: erisabalqis@gmail.com

ABSTRAK

Kebutuhan air irigasi merupakan tahap penting untuk mengetahui sumber air yang ada apakah dapat memenuhi kebutuhan air irigasi atau tidak. Jika dapat memenuhi bahkan air yang ada pada sumber terjadi kelebihan air (surplus) maka dapat dilakukan perluasan lahan irigasi sesuai dengan rencana Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang (DPUPR) Kabupaten Barito Timur, apabila air yang ada pada sumber kekurangan air (defisit) maka perlu dilakukan usaha agar sawah tetap mendapatkan air. Suplai air untuk irigasi Karau berasal dari Bendung Karau yang mengairi irigasi seluas 3.794 Ha. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis kebutuhan air irigasi agar mengetahui nilai kebutuhan air irigasi maksimum dan minimum dengan dua cara perhitungan yaitu cara manual (konsep KP-01) dan perhitungan dengan menggunakan software CROPWAT Version 8.0. Hasil penelitian menunjukkan perhitungan manual kebutuhan irigasi maksimum sebesar 3,56 m³/dt pada bulan Juli awal tengah bulan pertama, sedangkan untuk perhitungan CROPWAT Version 8.0 kebutuhan irigasi maksimum diperoleh sebesar 5,03 m³/dt yaitu pada bulan Juli sepuluh hari terakhir. Untuk kebutuhan irigasi minimum berdasarkan perhitungan manual diperoleh sebesar -0,02 m³/dt yaitu pada bulan Februari awal tengah bulan pertama, sedangkan untuk perhitungan CROPWAT Version 8.0 kebutuhan irigasi minimum diperoleh sebesar 0,09 m³/dt yaitu pada bulan Juni sepuluh hari terakhir.

Kata kunci: CROPWAT Version 8.0, Defisit, Kebutuhan Air Irigasi, KP-01, Surplus

ANALYSIS OF IRRIGATION WATER REQUIREMENTS IN IRRIGATION AREA IN KECAMATAN DUSUN TENGAH KABUPATEN EAST BARITO

ABSTRACT

Irrigation water requirements is an important step to be known the existing water source can fulfill irrigation water requirements or not. If it is able to fulfill even the existing water at the source of excess water (surplus), it is possible to expand the irrigated land according to the plan of the Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang (DPUPR) Kabupaten East Barito, if the water at the source is water shortage (deficit), it is necessary to make efforts so that the rice fields still gets water. The water supply for Karau irrigation comes from the Karau Dam, which irrigates an area of 3,794 ha. The purpose of this study was to analyze the irrigation water requirements to determine the value of the maximum

and minimum irrigation water requirements with two calculation methods, it is the manual method (KP-01 concept) and the calculation using CROPWAT Version 8.0 software. The results manual calculations maximum irrigation requirement was 3.56 m³/sec in early July the first half of the month, while for the calculation of CROPWAT Version 8.0 the maximum irrigation requirement was 5.03 m³/sec in July the last ten days. For minimum irrigation requirements based on manual calculations the minimum irrigation requirement was -0.02 m³/sec in early February the first half of the month, while for the calculation of CROPWAT Version 8.0 the minimum irrigation requirement was 0.09 m³/sec in June last ten days.

Keywords: CROPWAT Version 8.0, Deficit, Irrigation Water Requirement, KP-01, Surplus

1. PENDAHULUAN

Irigasi merupakan cara pengelolaan dan pemanfaatan air yang ada (di/atau pada tanah) untuk keperluan mencukupi pertumbuhan dan tumbuhnya tanaman-tanaman terutama bagi tanaman pokok (di Indonesia yang utama ditujukan untuk tanaman padi dan palawija) (Bardan, 2014).

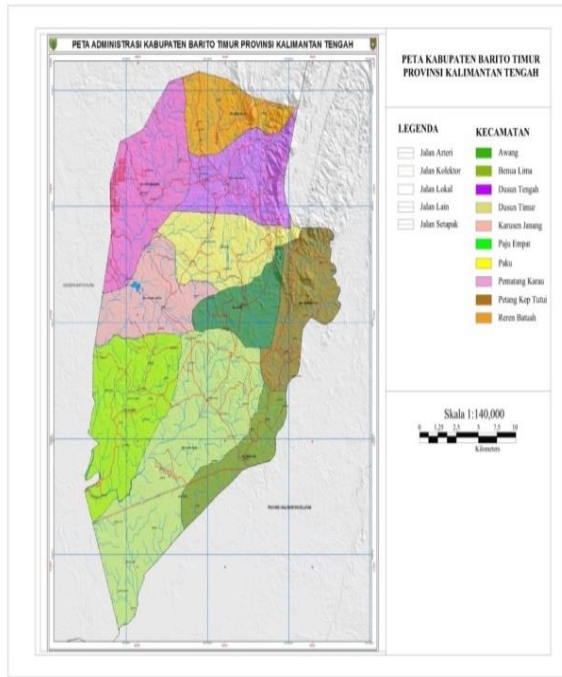
Kecamatan Dusun Tengah memiliki potensi pertanian lahan basah yang cukup luas, Kecamatan Dusun Tengah memiliki irigasi seluas 15.080 Ha. Salah satunya yaitu Daerah Irigasi Karau yang memiliki luas 3794 Ha. Pada Daerah Irigasi Karau terdapat Bendung Karau yang dibangun pada tahun 2010.

Pada Daerah Irigasi Karau akan dilakukan perencanaan perluasan wilayah irigasi sesuai dengan rencana Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang (DPUPR) untuk itu perlu dilakukan evaluasi perhitungan kebutuhan air irigasi sebagai salah satu tahap penting untuk mengetahui apakah perlu dilakukan rencana perluasan wilayah atau tidak. Apabila air yang tersedia cukup atau lebih (surplus) maka rencana perluasan wilayah irigasi merupakan langkah yang perlu untuk meningkatkan produktivitas lahan, dan apabila sebaliknya air yang ada tidak cukup untuk mengairi lahan yang ada, maka perlu dilakukan usaha agar lahan yang ada tetap mendapatkan air.

Dengan ulasan dari berbagai alasan tersebut dapat melatarbelakangi untuk diadakannya analisis dengan maksud untuk mengetahui nilai kebutuhan air irigasi pada Daerah Irigasi (DI) Karau yang terletak di Kecamatan Dusun Tengah Kabupaten Barito Timur Provinsi Kalimantan Tengah. Dengan diketahuinya nilai kebutuhan air irigasi pada Daerah Irigasi (DI) Karau diharapkan dapat diketahui kapan terjadinya surplus maupun defisit yang terjadi pada Daerah Irigasi (DI) Karau .

Oleh karena itu, permasalahan yang dikaji dalam penelitian ini adalah: “Berapa nilai kebutuhan air irigasi Karau”. Dengan permasalahan tersebut, maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai kebutuhan air irigasi maksimum dan minimum pada lokasi penelitian yaitu irigasi Karau Kecamatan Dusun Tengah Kabupaten Barito Timur.

Lokasi yang menjadi tempat penelitian dilakukan di Daerah Irigasi (DI) Karau yang terletak di Kecamatan Dusun Tengah Kabupaten Barito Timur, Provinsi Kalimantan Tengah, Koordinat lokasi penelitian berada pada garis lintang 1°48’14” – 2°05’27” LS dan garis bujur 114°45’02” – 115°15’00” BT yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Peta Kecamatan Dusun Tengah, Kabupaten Barito Timur

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Irigasi

Irigasi adalah distribusi air yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman ke lahan yang diolah dan mendistribusikannya secara sistematis (Sosrodarsono dan Takeda, 2003). Menurut Peraturan Pemerintah No. 20 Tahun 2006, irigasi merupakan usaha penyediaan, pengaturan dan pembuangan air irigasi sebagai penunjang pertanian irigasi meliputi irigasi permukaan, irigasi rawa, irigasi air bawah tanah, irigasi pompa, dan irigasi tambak.

2.2 Kebutuhan Air Irigasi

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

Menurut Mawardi Eman (2007), kebutuhan air sawah untuk padi ditentukan oleh faktor-faktor berikut:

- Penyiapan lahan
- Penggunaan konsumtif
- Perkolasi dan rembesan
- Pergantian lapisan air
- Curah hujan efektif.

2.3 Penyiapan Lahan

Menurut metode Van de Goor dan Zijlstra, perhitungan kebutuhan irigasi selama penyiapan lahan didasarkan pada laju air konstan dalam l/dt selama periode penyiapan lahan dan menghasilkan rumus sebagai berikut (Departemen Pekerjaan Umum, 1986):

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

dengan IR adalah kebutuhan air irigasi ditingkat persawahan (mm/hari), M adalah kebutuhan air untuk mengganti kehilangan air akibat evaporasi dan perkolasi di sawah yang sudah dijenuhkan, dan e adalah bilangan dasar (2,718281828).

$$M = E_o + P \dots\dots\dots (2)$$

dimana M merupakan kebutuhan air untuk mengganti kehilangan air akibat evaporasi dan perkolasi di sawah yang sudah jenuh, E_o merupakan evaporasi air terbuka yang diambil 1,1 E_{To} selama penyiapan lahan (mm/hari), dan P merupakan perkolasi (mm/hari).

$$k = \frac{MT}{S} \dots\dots\dots (3)$$

dengan k yakni faktor k, M yakni kebutuhan air untuk mengganti kehilangan air akibat evaporasi dan perkolasi di sawah yang sudah dijenuhkan, T yakni jangka waktu penyiapan lahan (hari), dan S yakni kebutuhan air untuk penjenuhan (mm).

Untuk petak tersier, jangka waktu penyiapan lahan yang disarankan adalah 1,5 bulan. Jika persiapan lahan dilakukan dengan menggunakan peralatan mesin, maka jangka waktu satu bulan dapat

dipertimbangkan. Kebutuhan air untuk pengolahan lahan sawah (*puddling*) dapat diambil sebanyak 200 mm.

Hal ini meliputi penjenjuran (*presaturation*) dan penggenangan sawah, pada awal transplantasi akan ditambahkan lapisan air kembali sebanyak 50 mm. Angka 200 mm di atas mengandaikan bahwa tanah itu bertekstur berat, cocok digenangi dan bahwa lahan itu belum bera (tidak ditanami) selama lebih dari 2,5 bulan. Jika tanah itu dibiarkan bera lebih lama lagi, ambil lah 250 mm sebagai kebutuhan air untuk penyiapan lahan. Kebutuhan air untuk penyiapan lahan termasuk kebutuhan air untuk persemaian (Departemen Pekerjaan Umum, 2010).

2.4 Penggunaan Konsumtif

Penggunaan konsumtif adalah jumlah air yang dipakai oleh tanaman untuk proses evapotranspirasi dari tanaman tersebut (Bardan, 2014). Penggunaan konsumtif dihitung dengan rumus berikut (Dirjen Pengairan Departemen Pekerjaan Umum, 1986):

$$ET_c = k_c \cdot ETo \dots\dots\dots (4)$$

dengan ET_c adalah penggunaan konsumtif, k_c adalah koefisien tanaman, dan ETo adalah evapotranspirasi tanaman acuan (mm/hari).

2.5 Perkolasi dan Rembesan

Perkolasi adalah pergerakan air ke bawah dari zona tak jenuh, yang terkompresi 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 pada zona tak jenuh yang terletak antara permukaan tanah dan muka air tanah. Pada tanah lempung berat dengan karakteristik pengelolaan (*puddling*) yang baik, laju perkolasi dapat mencapai 1-3 mm/hari. Pada tanah yang lebih ringan,

laju perkolasi bisa lebih tinggi (Priyonugroho, 2014).

Tabel 1 Harga perkolasi dari berbagai jenis tanah

No.	Jenis tanah	Perkolasi (mm/hari)
1.	Sandy loam	3-6
2.	Loam	2-3
3.	Clay	1-2

Sumber : Soemarto, 1987.

2.6 Penggantian Lapisan Air

Penggantian lapisan air (WLR) dilakukan setelah masa pemupukan selesai. Penggantian lapisan air dilakukan menurut kebutuhan. Apabila tidak ada penjadwalan semacam itu, lakukan penggantian sebanyak 2 kali, masing-masing 50 mm/bulan (sebanyak 1,7 mm/hari selama 1 bulan), diberikan sebulan setelah tanam dan dua bulan setelah transplantasi (Dirjen Pengairan, 1986).

2.7 Curah Hujan Efektif

Curah hujan efektif ditentukan besarnya R_{80} yang merupakan curah hujan yang jumlahnya dapat dilampaui 80% atau dapat dikatakan dilampaui 8 kali dari 10 kejadian. Dengan kata lain, besarnya curah hujan yang kurang dari R_{80} memiliki probabilitas hanya 20%. Bila dinyatakan dengan rumus adalah sebagai berikut:

$$R_{80} = \frac{m}{n+1} \rightarrow m = R_{80} \times (n+1) \dots\dots\dots (5)$$

dimana R_{80} merupakan curah hujan sebesar 80%, n merupakan jumlah data, dan m merupakan rangking curah hujan yang dipilih.

Curah hujan efektif untuk padi adalah 70% dari curah hujan tengah bulanan yang terlampaui 80% dari waktu periode tersebut. Untuk curah hujan efektif untuk palawija ditentukan dengan periode bulanan (terpenuhi 50%) dikaitkan dengan tabel ET tanaman rata-rata bulanan dan curah hujan rata-rata bulanan (USDA-SCS, 1969).

Untuk Padi:

$$Re \text{ padi} = \frac{(R80 \times 0,7)}{\text{periode pengamatan}} \dots\dots\dots(6)$$

Untuk Palawija:

$$Re \text{ palawija} = \frac{(R80 \times 0,5)}{\text{periode pengamatan}} \dots\dots\dots(7)$$

Dikaitkan dengan tabel. Dengan Re adalah curah hujan efektif (mm/hari), R80 adalah curah hujan dengan kemungkinan terjadi sebesar 80%.

2.8 Curah Hujan

Cara rata-rata aljabar adalah cara yang paling mudah diantara cara lainnya (poligon dan isohiet). Cara ini dilakukan dengan mengukur serempak untuk lama waktu tertentu (digunakan rentang waktu pengamatan sepuluh tahun). Cara ini adalah perhitungan rata-rata aljabar curah hujan di dalam dan di sekitar daerah yang bersangkutan.

$$R = \frac{1}{n} (R1 + R2 + \dots + Rn) \dots\dots\dots(8)$$

Dimana R merupakan curah hujan daerah (mm), n merupakan jumlah titik-titik (pospos) pengamatan, dan R1, R2, ... Rn merupakan curah hujan di tiap titik pengamatan (mm). Pemilihan lokasi stasiun hujan dilakukan dengan memilih stasiun hujan yang paling dekat dengan daerah yang bersangkutan.

2.9 Uji Homogenitas

Uji homogenitas merupakan suatu teknik analisa untuk mengetahui apakah seri data yang terkumpul dari dua stasiun pengukur yang berada di dalam suatu daerah pengaliran atau salah satu berada di luar daerah pengaliran merupakan berasal dari populasi yang sama atau tidak (Kamiana, 2012).

Pengujian homogenitas suatu seri data pada penelitian ini dilakukan dengan Metode Uji-t, yang rumusnya sebagai berikut:

$$t = \frac{(\overline{X_1} - \overline{X_2})}{\sigma \left(\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} \right)^{\frac{1}{2}}} \dots\dots\dots (9)$$

dengan t adalah variabel-t terhitung, $\overline{X_1}$ adalah rata-rata hitung sampel ke-1, $\overline{X_2}$ adalah rata-rata hitung sampel ke-2, N_1 adalah jumlah sampel set ke-1, dan N_2 adalah Jumlah sampel set ke-2

$$\sigma = \left(\frac{N_1 S_1^2 + N_2 S_2^2}{N_1 + N_2 - 2} \right)^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots (10)$$

dengan N_1 sebagai jumlah sampel set ke-1, N_2 sebagai jumlah sampel set ke-2, S_1^2 sebagai varian sampel set ke-1, S_2^2 sebagai varian sampel set ke-2, dan σ sebagai deviasi standar

$$S_1 = \left(\frac{\sum (X_{1i} - \overline{X_1})^2}{N_1 - 1} \right)^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots (11)$$

dengan $\overline{X_1}$ adalah rata-rata hitung sampel ke-1, N_1 adalah jumlah sampel set ke-1, dan S_1 adalah varian sampel set ke-1

$$S_2 = \left(\frac{\sum (X_{2i} - \overline{X_2})^2}{N_2 - 1} \right)^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots (12)$$

dimana $\overline{X_2}$ merupakan rata-rata hitung sampel ke-2, N_2 merupakan jumlah sampel set ke-2, dan S_2 merupakan varian sampel set ke-1

$$dk = N_1 + N_2 - 2 \dots\dots\dots (13)$$

dengan N_1 sebagai jumlah sampel set ke-1, N_2 sebagai jumlah sampel set ke-2, dan dk sebagai derajat kebebasan.

2.10 Evapotranspirasi Potensial

Evapotranspirasi Potensial (*Potential Evapotranspiration*) adalah evapotranspirasi yang terjadi apabila tersedia cukup air (dari persipitasi atau

irigasi) untuk memenuhi pertumbuhan optimum. Sedangkan Evapotranspirasi Sesungguhnya (*Actual Evapotranspiration*) adalah evaporasi yang terjadi sesungguhnya, dengan kondisi pemberian air seadanya (Wiyono, 2000).

Rumus perhitungan evapotranspirasi potensial (ET_o) dengan menggunakan metode Penman Modifikasi adalah:

$$ET_o = c \cdot (W \cdot R_n + (1 - W) \cdot f(u) \cdot (e_a - e_d)) \dots (14)$$

dengan ET_o adalah evapotranspirasi acuan (mm/hari), W adalah faktor yang mempengaruhi penyinaran matahari, c adalah faktor penyesuaian kondisi cuaca akibat siang dan malam, (1-W) adalah faktor berat sebagai pengaruh angin dan kelembaban, R_n adalah radiasi penyinaran matahari (mm/hari), f(u) adalah faktor yang tergantung dari kecepatan angin/ fungsi relatif angin, e_a adalah tekanan uap (mmHg), e_d adalah tekanan uap aktual (mmHg), dan (e_a - e_d) adalah perbedaan tekanan uap air/ perbedaan tekanan uap rata-rata dengan tekanan uap rata-rata aktual dan dinyatakan dalam mmHg pada temperatur rata-rata.

2.11 Pola dan Jadwal Tanam

Pemberian air irigasi pada waktu berhenti musim tanam, diberbagai tempat adalah salah satu cara yang ekonomis dalam menampung air dalam tanah untuk keperluan masa depan. Namun air yang digunakan untuk keperluan irigasi pada waktu tidak begitu dibutuhkan oleh tanaman tidak begitu efisien apabila dibandingkan dengan kemungkinan untuk mengutamakan air untuk tanah apabila sangat dibutuhkan oleh tanaman. Berikut merupakan tabel pola tanam dalam Satu tahun berdasarkan ketersediaan airnya:

Tabel 2 Tabel pola tanam

Ketersediaan air untuk jaringan irigasi	Pola tanam dalam satu tahun
1. Tersedia air cukup banyak	Padi – padi – palawija
2. Tersedia air dalam jumlah cukup padi	Padi – padi – bera Padi – palawija – palawija
3. Daerah yang cenderung kekurangan air	Padi – palawija – bera Palawija – padi – bera

Sumber : S.K. Sidharta, *Irigasi dan Bangunan Air*, 1997

2.12 Analisis Kebutuhan Air Irigasi

1. Kebutuhan bersih air di sawah untuk padi adalah:

$$NFR = ET_c + P + WLR - R_e \dots (15)$$

dengan NFR ialah *Netto Field Water Requirement*, kebutuhan bersih air di sawah (mm/hari), ET_c ialah evaporasi tanaman (mm/hari), P ialah perkolasi (mm/hari), WLR ialah penggantian lapisan air (mm/hari), dan R_e ialah curah hujan efektif (mm/hari).

2. Kebutuhan air irigasi untuk padi adalah:

$$IR = \frac{NFR}{e} \dots (16)$$

dimana IR merupakan kebutuhan air irigasi (mm/hr), NFR merupakan *Netto Field Water Requirement*, kebutuhan bersih air di sawah (mm/hari), dan e merupakan efisiensi irigasi secara keseluruhan.

3. Kebutuhan air irigasi untuk palawija:

$$IR = \frac{ET_c - R_e}{e} \dots (17)$$

dengan IR adalah kebutuhan air irigasi (mm/hr), ET_c adalah evaporasi tanaman (mm/hari), R_e adalah curah hujan efektif (mm/hari), dan e adalah Efisiensi irigasi secara keseluruhan.

4. Kebutuhan pengambilan air pada sumbernya:

$$DR = \frac{IR}{8,64} \dots\dots\dots (18)$$

dengan DR ialah kebutuhan pengambilan air pada sumbernya (lt/dt/ha), IR ialah kebutuhan air irigasi (mm/hr), dan 1/8,64 ialah angka konversi satuan dari mm/hari ke lt/dt/ha.

2.13 Software CROPWAT Version 8.0

CROPWAT merupakan *decision support system* yang dikembangkan oleh Divisi Land and Water Development FAO berdasarkan metode Penman Monteith, dengan tujuan untuk merencanakan dan mengelola irigasi. CROPWAT ditujukan sebagai alat praktis untuk menghitung laju evapotranspirasi standar, kebutuhan air tanaman dan pengaturan irigasi tanaman. Dari beberapa studi diketahui bahwa model Penman-Monteith memberikan pendugaan yang akurat sehingga FAO merekomendasikan penggunaannya untuk pendugaan laju evapotranspirasi standar dalam menduga kebutuhan air bagi tanaman (Tumiar et al, 2012).

Dari segi perhitungan, perhitungan kebutuhan air irigasi secara manual berpedoman dengan Standar Perencanaan Irigasi Kriteria Perencanaan Bagian Jaringan Irigasi KP-01, 2010 sedangkan CROPWAT berpedoman FAO karena CROPWAT merupakan *software* yang dikembangkan oleh FAO. Berikut beberapa penjelasan tentang CROPWAT Version 8.0.

1. Data input yang dibutuhkan untuk software CROPWAT Version 8.0 adalah:
 - a. Data meteorologi berupa suhu udara maksimum dan minimum, kelembaban relatif, lama penyinaran dan kecepatan angin untuk menentukan nilai evapotranspirasi tanaman

potensial (ET_o) melalui persamaan Penman-Monteith. Rumus perhitungan evapotranspirasi potensial (ET_o) dengan menggunakan persamaan Penman Monteith adalah:

$$\lambda ET = \frac{\Delta(R_n - G) + \rho_a c_p \frac{(e_s - e_a)}{r_a}}{\Delta + \gamma \left(\frac{r_s}{r_a}\right)} \dots (19)$$

dengan R_n adalah *The net radiation*, G adalah *The soil heat flux*, (e_s – e_a) adalah *Represents the vapour pressure deficit of the air*, ρ_a adalah *The main air density at constant pressure*, c_p adalah *The specific heat of the air*, Δ adalah *Represents the slope of the saturation vapour pressure temperature relationship*, γ adalah *The psychometric constant*, r_s & r_a adalah *The (bulk) surface and aerodynamic resistances*.

- b. Data curah hujan harian (periode atau bulanan).
 - c. Data tanaman berupa tanggal penanaman, koefisien tanaman (k_c), fase pertumbuhan tanaman, kedalaman perakaran tanaman, fraksi deplesi dan luas areal tanam (0-100% dari luas total area).
2. Untuk penentuan jadwal irigasi (*schedulling*), dibutuhkan data tipe tanah yang meliputi total air tersedia, kedalaman perakaran maksimum, deplesi lengas tanah awal (% dari kadar lengas total tersedia).
 3. Data yang dihasilkan dari analisis software CROPWAT Version 8.0 berupa tabel dan grafik. Hasil analisis dapat dilihat dalam bentuk interval harian, 10 harian atau bulanan. Data yang dihasilkan software CROPWAT Version 8.0 antara lain:
 - a. Evapotranspirasi tanaman potensial, ET_o (mm/periode)

- b. kc tanaman, nilai rata-rata dari koefisien tanaman untuk setiap periode.
- c. Curah hujan efektif (mm/periode), jumlah air yang masuk ke dalam tanah.
- d. Kebutuhan air tanaman, CWR atau ET_m (mm/periode)
- e. Kebutuhan air irigasi, IWR (mm/periode)
- f. Total air tersedia, TAM (mm)
- g. Air yang siap digunakan tanaman, RAM (mm)

3. METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian yaitu pada Daerah Irigasi (DI) Karau yang terletak di Kecamatan Dusun Tengah Kabupaten Barito Timur Provinsi Kalimantan Tengah. Dengan memperoleh data dari instansi terkait yaitu Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang (DPUPR) Kabupaten Barito Timur, Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Tjilik Riwut, dan Dinas Pertanian Kabupaten Barito Timur. Waktu Penelitian dilaksanakan pada Bulan Juli 2020.

3.2 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian dilakukan dalam lima tahap, setiap tahapan penelitian saling berhubungan satu sama lain, berikut adalah tahapan penelitian:

1. Tahap pendahuluan penelitian yang terdiri dari penyusunan latar belakang, permasalahan, tujuan, dan manfaat pada penelitian.
2. Tahap studi literatur penelitian yang mencakup literatur-literatur yang terkait terhadap penelitian yang dilakukan.
3. Tahap pengumpulan data penelitian yang digunakan dalam penelitian terdiri dari data curah hujan, suhu, kelembapan, lama penyinaran matahari, kecepatan angin, tanah, tanaman, letak geografis.

4. Tahap analisis data penelitian, tahapan ini meliputi pengolahan data agar dapat dilanjutkan ke dalam proses analisis data.
5. Tahap penutup, tahapan ini merupakan penarikan kesimpulan dan saran terhadap hasil dari penelitian.

3.3 Teknik Analisis Data

Tahap analisis data dibagi menjadi beberapa tahap antara lain:

1. Analisis Klimatologi
 - Menentukan besarnya nilai evapotranspirasi Daerah Irigasi Karau Kecamatan Dusun Tengah Kabupaten Barito Timur menggunakan metode Penman Modifikasi.
2. Analisis Curah Hujan
 - a. Menentukan curah hujan rata-rata tengah bulanan. Perhitungan curah hujan rata-rata menggunakan metode rata-rata aljabar periode sepuluh tahun terakhir.
 - b. Menentukan curah hujan efektif besarnya R_{80} kemudian menentukan curah hujan efektif untuk padi dan palawija.
3. Pola Tanam dan Jadwal Tanam, meliputi:
 - Data pola tanam dan jadwal tanam daerah irigasi Karau Kecamatan Dusun Tengah Kabupaten Barito Timur.
4. Perhitungan Kebutuhan Air Irigasi
 - a. Penyiapan lahan
 - Menentukan kebutuhan air selama penyiapan lahan
 - b. Koefisien tanaman
 - Menentukan koefisien tanaman berdasarkan tabel.
 - c. Penggunaan Komsumtif
 - Menentukan penggunaan komsumtif tanaman/ jumlah air yang dipakai tanaman.
 - d. Perkolasi
 - Menentukan daya perkolasi pada areal irigasi nilainya diambil dari tabel.
 - e. Penggantian Lapisan Air

Penggantian lapisan air dilakukan menurut kebutuhan. Jika tidak ada penjadwalan semacam itu, lakukan penggantian sebanyak dua kali, masing-masing 50 mm (atau 3,3 mm/hari selama ½ bulan) selama sebulan dan dua bulan setelah transplantasi.

- f. Kebutuhan Air Tanaman
Kebutuhan air tanaman meliputi:
- Kebutuhan bersih air di sawah (NFR) dihitung.
 - Kebutuhan air irigasi (IR) untuk padi dan palawija dihitung.
- g. Kebutuhan Pengambilan Air Pada Sumbernya. Kebutuhan pengambilan (DR) adalah jumlah

kebutuhan air irigasi dibagi dengan efisiensi irigasinya.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perhitungan Evapotranspirasi

Dalam menghitung nilai evapotranspirasi potensial (ET_o) digunakan metode Penman Modifikasi. Diperoleh nilai evapotranspirasi potensial (ET_o) dari bulan Januari sampai Desember berturut-turut yaitu sebesar: 3,915 mm/hr; 4,138 mm/hr; 5,178 mm/hr; 5,268 mm/hr; 5,111 mm/hr; 4,651 mm/hr; 5,043 mm/hr; 5,208 mm/hr; 5,048 mm/hr; 4,935 mm/hr; 4,918 mm/hr; 4,188 mm/hr. Rekapitulasi perhitungan evapotranspirasi potensial (ET_o) tersaji pada Tabel 3.

Tabel 3 Rekapitulasi perhitungan evapotranspirasi potensial (ET_o)

No	Perhitungan	Satuan	Bulan											
			Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Juli	Agt	Sept	Okt	Nov	Des
1	Tekanan Uap Jenuh (ea)	mbar	37,777	37,793	40,025	40,039	40,069	40,041	37,790	37,798	40,026	40,056	40,057	40,018
2	Tekanan Uap Nyata (ed) = ea x (RH/100)	mbar	30,641	30,555	32,299	32,656	32,488	32,225	30,314	29,823	31,063	31,136	32,267	32,818
3	Perbedaan Tekanan Uap Air (ea-ed)	mbar	7,136	7,238	7,726	7,383	7,581	7,816	7,476	7,975	8,963	8,920	7,790	7,200
4	Fungsi Angin f(u) = 0,27 x (1+U/100)	km/hr	0,291	0,289	0,290	0,288	0,287	0,286	0,287	0,288	0,287	0,291	0,289	0,288
5	Faktor W		0,769	0,769	0,769	0,769	0,769	0,769	0,769	0,769	0,769	0,769	0,769	0,769
6	Faktor (1-W)		0,231	0,231	0,231	0,231	0,230	0,231	0,231	0,231	0,231	0,230	0,230	0,231
7	Radiasi Extra Terrestrial (Ra)	mm/hr	14,73	15,32	15,61	15,30	14,58	14,17	14,28	14,89	15,30	15,31	14,83	14,17
8	n/N		0,45	0,47	0,54	0,58	0,60	0,51	0,60	0,59	0,51	0,49	0,53	0,41
9	Radiasi Gelombang Pendek (Rs) = (0,25+0,5 n/N) x Ra	mm/hr	7,02	7,44	8,08	8,28	7,98	7,17	7,88	8,11	7,72	7,58	7,62	6,43
10	Radiasi Netto Gelombang Pendek (Rns) = (1 - a) x Rs a = 0,25	mm/hr	5,264	5,577	6,059	6,209	5,988	5,375	5,912	6,082	5,789	5,686	5,717	4,822
11	Koreksi Suhu f(T)		16,28	16,28	16,29	16,29	16,29	16,29	16,28	16,28	16,29	16,29	16,29239	16,28571
12	Koreksi Uap Nyata f(ed) = 0,34-0,044 ed ^{0,5}		0,096	0,097	0,090	0,089	0,089	0,090	0,098	0,100	0,095	0,094	0,090	0,088
13	Fungsi Penyinaran f(n/N) = 0,1 + 0,9 x (n/N)		0,508	0,524	0,582	0,624	0,636	0,560	0,644	0,630	0,558	0,541	0,575	0,467
14	Radiasi N Gelombang Panjang (Rnl) = f(T) x f(ed) x f(n/N)	mm/hr	0,797	0,825	0,852	0,900	0,924	0,824	1,024	1,024	0,861	0,833	0,844	0,669
15	Radiasi Netto Gelombang Pendek (Rn) = Rns-Rnl	mm/hr	4,467	4,752	6,059	6,209	5,988	5,375	5,912	6,082	5,789	5,686	5,717	4,822
16	Faktor Koreksi (C)		1,04	1,05	1,06	0,90	0,90	0,90	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
17	Evapotranspirasi Potensial	mm/hr	3,915	4,138	5,178	5,268	5,111	4,651	5,043	5,208	5,048	4,973	4,918	4,188

Sumber: Hasil Perhitungan

4.2 Perhitungan Kebutuhan Air Irigasi (metode KP-01)

Kebutuhan Air Irigasi yang diperhitungkan merupakan periode tengah bulanan, dengan pola tanam padi-padi-palawija. Jenis padi yang digunakan merupakan padi dengan varietas unggul dan tanaman palawija berjenis jagung, kedelai, dan kacang tanah. Dimulai penyiapan lahan pada bulan Juli periode 1, dengan masa tanam padi 2 kali dalam satu

tahun. Masa tanam palawija dengan jenis jagung dan kedelai 3 kali dalam satu tahun, sedangkan tanaman palawija dengan jenis kacang tanah masa tanam 2 kali dalam satu tahun. Rekapitulasi kebutuhan air irigasi dengan jenis tanaman padi dan palawija dapat dilihat pada Tabel 4 dan Tabel 5.

Tabel 4 Rekapitulasi kebutuhan air irigasi dengan jenis tanaman padi

Musim tanam	Bulan	Periode	Hari	ETo	P	Re	WLR	01-Jul						
								Koefisien tanaman				ETc	NFR	NFR
								c1	c2	kc				
I	Juli	1	15	4,907	2	1,489		LP	LP	LP	14,082	14,593	1,689	
		2	16					2,115	1,10	LP				LP
	Agustus	1	15	5,203	2	0,546	1,70	1,10	1,10	1,10	5,724	8,878	1,028	
		2	16					0,944	1,70	1,05				1,10
	September	1	15	4,933	2	1,226	1,70	1,05	1,05	1,05	5,179	7,654	0,886	
		2	15					0,540	1,70	0,95				1,05
	Oktober	1	15	4,862	2	2,341		0	0,95	0,475	2,309	1,968	0,228	
		2	16					2,112		0				0
	November	1	15	4,803	2	4,346		LP	LP	LP	13,867	11,521	1,333	
		2	15					5,920	1,10	LP				LP
Desember	1	15	4,250	2	7,187	1,70	1,10	1,10	1,10	4,675	1,188	0,138		
	2	16					5,677	1,70	1,05				1,10	1,08
II	Januari	1	15	3,820	2	7,384	1,70	1,05	1,05	1,05	4,011	0,327	0,038	
		2	16					4,166	1,70	0,95				1,05
Februari	1	14	4,083	2	4,025		0	0,95	0,475	1,940	-0,085	-		
	2	14					4,865		0				0	0,000
Maret	1	15	5,002	2	6,830									
	2	16					3,886							
III	April	1	15	5,127	2	4,528								
		2	15					4,919						
Mei	1	15	5,150	2	4,321									
	2	16					4,562							
Juni	1	15	4,633	2	2,592									
	2	15					2,338							

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 5 Rekapitulasi kebutuhan air irigasi dengan jenis tanaman palawija

Musim tanam	Bulan	Periode	Hari	ETo	P	Re	01-Jul						
							Koefisien tanaman				ETc	NFR	NFR
							c1	c2	c3	kc			
I	Juni	1	15	4,633	2	1,851							
		2	15				1,670						
	Juli	1	15	4,907	2	1,063	0,50	0,5	0,5	0,50	2,453	3,390	0,392
		2	16										
	Agustus	1	15	5,203	2	0,390	0,96	1,00	0,66	0,87	4,544	6,154	0,712
		2	16										
	September	1	15	4,933	2	0,876	1,02	0,82	0,95	0,93	4,587	5,712	0,661
		2	15										
	Oktober	1	15	4,862	2	1,672			0,95	0,32	1,540	1,867	0,216
		2	16										
November	1	15	4,803	2	3,104	0,50	0,5	0,55	0,52	2,482	1,377	0,159	
	2	15											4,229
Desember	1	15	4,250	2	5,133	0,96	1,00		0,65	2,777	-0,357	-0,041	
	2	16											4,055
Januari	1	15	3,820	2	5,274	1,02	0,82	0,51	0,78	2,992	-0,282	-0,033	
	2	16											2,976
Februari	1	14	4,083	2	2,875			0,85	0,28	1,157	0,282	0,033	
	2	14											3,475
Maret	1	15	5,002	2	4,879	0,50	0,5	0,95	0,65	3,251	0,373	0,043	
	2	16											2,776
III	April	1	15	5,127	2	3,234	0,96	1,00	0,55	0,84	4,290	3,055	0,354
		2	15										
Mei	1	15	5,150	2	3,087	1,02	0,82		0,61	3,159	2,072	0,240	
	2	16											3,258

Sumber: Hasil Perhitungan

4.3 Perhitungan Evapotranspirasi/ ETo (Menggunakan Software CROPWAT Version 8.0)

Pada option climate/ ETo input data berupa *country, station, altitude* (m), *latitude, longitude*, suhu minimum (*Minimum Temperature*), suhu maksimum (*Maximum Temperature*), kelembapan (*Humidity*), kecepatan angin (*Wind*), lama penyinaran matahari (*Sun*), maka secara otomatis nilai ETo (*mm/day*) perbulan akan tampil seperti pada Tabel 6.

Tabel 6 Rekapitulasi perhitungan evapotranspirasi dengan menggunakan *software cropwat version 8.0*

No	Bulan	ETo (<i>mm/day</i>)
1	Januari	7,09
2	Februari	6,41
3	Maret	6,32
4	April	5,76
5	Mei	5,67
6	Juni	5,19
7	Juli	6,11
8	Agustus	7,12
9	September	6,05
10	Oktober	6,47
11	November	6,48
12	Desember	5,92

Sumber: Hasil Perhitungan

4.4 Perhitungan Kebutuhan Air Irigasi (Menggunakan Software CROPWAT Version 8.0)

Kebutuhan air irigasi atau tanaman dengan menggunakan *Software CROPWAT Version 8.0* akan tampil setelah menganalisis *climate/ evapotranspirasi potensial (ETo), rain/ curah hujan, crop/tanaman, dan soil/tanah*. Maka akan didapatkan nilai CWR (*Crop Water Requirements*) atau kebutuhan air tanaman dalam satuan (*mm/dec*) lalu diubah ke satuan (*mm/hari*).

Pada perhitungan kebutuhan air irigasi tanaman padi dengan menggunakan

software CROPWAT Version 8.0 hasil yang didapat kebutuhan air di tingkat persawahan (IR) terbesar yaitu pada bulan Juli sepuluh hari terakhir yaitu sebesar 23,05 mm/hari, dan kebutuhan air di tingkat persawahan (IR) terkecil yaitu pada bulan April sepuluh hari terakhir yaitu sebesar 4,28 mm/hari. Dan kebutuhan air di pintu pengambilan (DR) terbesar yaitu pada bulan Juli sepuluh hari terakhir sebesar 2,67 lt/dt/ha, dan kebutuhan air di pintu pengambilan terkecil (DR) yaitu pada bulan November sepuluh hari terakhir sebesar 0,34 lt/dt/ha. Dan perhitungan kebutuhan air irigasi tanaman palawija dengan jenis jagung, dengan menggunakan *software CROPWAT Version 8.0* hasil yang didapat kebutuhan air di tingkat persawahan (IR) terbesar yaitu pada bulan Agustus sepuluh hari terakhir yaitu sebesar 9,39 mm/hari, dan kebutuhan air di tingkat persawahan (IR) terkecil yaitu pada bulan Maret tengah bulan kedua yaitu sebesar 0,03 mm/hari. Dan kebutuhan air di pintu pengambilan (DR) terbesar yaitu pada bulan Agustus sepuluh hari terakhir sebesar 1,09 lt/dt/ha, dan kebutuhan air di pintu pengambilan terkecil (DR) yaitu pada bulan Juli awal bulan pertama sebesar 0,04 lt/dt/ha. Pada perhitungan kebutuhan air irigasi tanaman palawija dengan jenis kedelai, dengan menggunakan *software CROPWAT Version 8.0* hasil yang didapat kebutuhan air di tingkat persawahan (IR) terbesar yaitu pada bulan Agustus sepuluh hari terakhir yaitu sebesar 9,26 mm/hari, dan kebutuhan air di tingkat persawahan (IR) terkecil yaitu pada bulan Juni sepuluh hari terakhir yaitu sebesar 0,59 mm/hari. Dan kebutuhan air di pintu pengambilan (DR) terbesar yaitu pada bulan Agustus sepuluh hari terakhir sebesar 1,07 lt/dt/ha, dan kebutuhan air di pintu pengambilan terkecil (DR) yaitu pada bulan Juni sepuluh hari terakhir sebesar 0,07 lt/dt/ha. Pada perhitungan kebutuhan air irigasi tanaman palawija dengan jenis kacang

tanah, dengan menggunakan *software* CROPWAT *Version* 8.0 hasil yang didapat kebutuhan air di tingkat persawahan (IR) terbesar yaitu pada bulan Agustus sepuluh hari terakhir yaitu sebesar 8,17 mm/hari, dan kebutuhan air di tingkat persawahan (IR) terkecil yaitu pada bulan November awal bulan pertama yaitu sebesar 0,77 mm/hari. Dan

kebutuhan air di pintu pengambilan (DR) terbesar yaitu pada bulan Agustus sepuluh hari terakhir sebesar 0,95 lt/dt/ha, dan kebutuhan air di pintu pengambilan terkecil (DR) yaitu pada bulan November awal bulan pertama sebesar 0,09 lt/dt/ha. Rekapitulasi kebutuhan air irigasi tersaji pada Tabel 7.

Tabel 7 Rekapitulasi kebutuhan air irigasi dengan menggunakan *software* cropwat *version* 8.0

Musim tanam	Bulan	Periode	Tanaman							
			Padi		Jagung		Kedelai		Kacang tanah	
			IR mm/hr	DR lt/dt/ha	IR mm/hr	DR lt/dt/ha	IR mm/hr	DR lt/dt/ha	IR mm/hr	DR lt/dt/ha
I	Juli	1	0	0,00	0,34	0,04	0,92	0,11	0,92	0,11
		2	100,1	1,16	0,54	0,06	1,69	0,20	1,15	0,13
		3	230,5	2,67	2,32	0,27	6,36	0,74	2,11	0,24
	Agustus	1	70,9	0,82	4,69	0,54	8,18	0,95	3,92	0,45
		2	77,5	0,90	7,41	0,86	8,97	1,04	6,18	0,72
		3	82,9	0,96	9,39	1,09	9,26	1,07	8,17	0,95
	September	1	72,9	0,84	7,85	0,91	7,54	0,87	7,21	0,83
		2	72,1	0,83	7,35	0,85	5,01	0,58	6,75	0,78
		3	73	0,84	7,24	0,84	0,71	0,08	6,62	0,77
	Oktober	1	73,4	0,85	6,62	0,77	1,38	0,16	6,55	0,76
		2	73,2	0,85	4,49	0,52	1,70	0,20	6,06	0,70
		3	76,4	0,88	2,14	0,25	5,20	0,60	4,71	0,55
	November	1	59,8	0,69	0,47	0,05	5,38	0,62	0,77	0,09
		2	51,7	0,60	0,00	0,00	4,84	0,56	0,00	0,00
		3	29,8	0,34	0,00	0,00	4,44	0,51	0,00	0,00
	Desember	1	0	0,00	1,07	0,12	3,80	0,44	0,00	0,00
		2	71,1	0,82	2,35	0,27	1,62	0,19	0,00	0,00
		3	189,2	2,19	5,42	0,63	0,00	0,00	2,50	0,29
Januari	1	44	0,51	5,79	0,67	0,00	0,00	4,39	0,51	
	2	50	0,58	6,49	0,75	0,00	0,00	5,62	0,65	
	3	60,6	0,70	7,34	0,85	1,74	0,20	6,42	0,74	
II	Februari	1	57,9	0,74	6,37	0,74	5,44	0,63	5,56	0,64
		2	62,9	0,81	4,09	0,47	6,49	0,75	5,62	0,65
		3	44,5	0,57	0,70	0,08	5,63	0,65	3,50	0,41
	Maret	1	56	0,65	0,00	0,00	5,68	0,66	3,31	0,38
		2	52,9	0,61	0,03	0,00	3,34	0,39	1,58	0,18
		3	60,2	0,70	1,69	0,20	1,92	0,22	-	-
	April	1	50,5	0,58	3,34	0,39	0,00	0,00	-	-
		2	46,3	0,54	4,62	0,53	0,00	0,00	-	-
		3	42,8	0,50	4,58	0,53	2,80	0,32	-	-
	Mei	1	-	-	4,51	0,52	4,07	0,47	-	-
		2	-	-	5,46	0,63	4,01	0,46	-	-
		3	-	-	4,52	0,52	4,92	0,57	-	-
Juni	1	-	-	3,13	0,36	4,51	0,52	-	-	
	2	-	-	1,79	0,21	3,19	0,37	-	-	
	3	-	-	0,00	0,00	0,59	0,07	-	-	

Sumber: Hasil Perhitungan

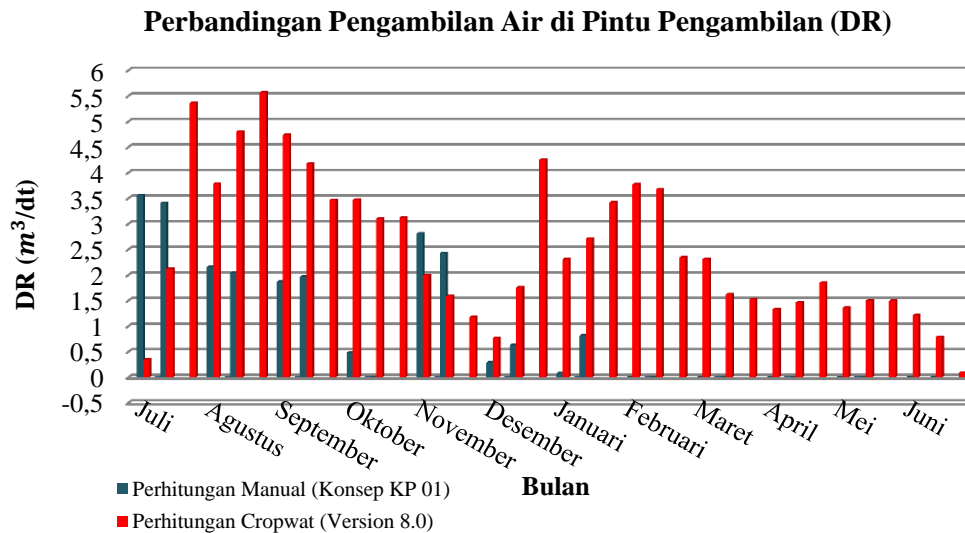
4.5 Perbandingan Kebutuhan Air Irigasi (Secara Manual Konsep KP-01 dan Dengan Menggunakan *Software* CROPWAT *Version* 8.0)

Berdasarkan perhitungan manual (Konsep KP-01) kebutuhan irigasi maksimum

diperoleh sebesar 3,56 m³/detik pada bulan Juli awal tengah bulan pertama, sedangkan perhitungan CROPWAT *Version* 8.0 kebutuhan irigasi maksimum diperoleh sebesar 5,03 m³/detik yaitu pada bulan Juli sepuluh

hari terakhir. Untuk kebutuhan irigasi minimum berdasarkan perhitungan manual (Konsep KP-01) kebutuhan irigasi minimum diperoleh sebesar $-0,02 \text{ m}^3/\text{detik}$ yaitu pada bulan Februari awal tengah bulan pertama, sedangkan untuk perhitungan CROPWAT *Version 8.0* kebutuhan irigasi minimum diperoleh

sebesar $0,09 \text{ m}^3/\text{detik}$ yaitu pada bulan Juni sepuluh hari terakhir. Gambar 2 adalah grafik perbandingan pengambilan air di pintu pengambilan (DR) menggunakan perhitungan manual (konsep KP-01) dan perhitungan dengan menggunakan *software CROPWAT Version 8.0*.



Gambar 2 Grafik perbandingan pengambilan air di pintu pengambilan (DR)

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisis dan pembahasan pada penelitian ini, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Daerah Irigasi Karau Kecamatan Dusun Tengah Kabupaten Barito Timur Memiliki luas wilayah 3.794 Ha dengan pola tanam padi-padi-palawija memiliki kebutuhan air irigasi yang dimulai pengolahan lahan pada awal bulan Juli. Berdasarkan perhitungan manual (Konsep KP-01) kebutuhan irigasi maksimum diperoleh sebesar $3,56 \text{ m}^3/\text{dt}$ pada bulan Juli awal tengah bulan pertama, sedangkan untuk perhitungan CROPWAT *Version 8.0* kebutuhan irigasi maksimum diperoleh sebesar $5,03 \text{ m}^3/\text{dt}$ yaitu pada bulan Juli sepuluh hari terakhir.

2. Kebutuhan irigasi minimum berdasarkan perhitungan manual (Konsep KP-01) kebutuhan irigasi minimum diperoleh sebesar $-0,02 \text{ m}^3/\text{dt}$ yaitu pada bulan Februari awal tengah bulan pertama, sedangkan untuk perhitungan CROPWAT *Version 8.0* kebutuhan irigasi minimum diperoleh sebesar $0,09 \text{ m}^3/\text{dt}$ yaitu pada bulan Juni sepuluh hari terakhir.

5.2 Saran

Instansi terkait sebaiknya menyediakan sarana dan prasarana yang lebih memadai sehingga dapat menghasilkan data yang berguna untuk menunjang pembangunan serta pemeliharaan.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim. *Example of The Use of CROPWAT 8.0*.

- Anonim. (2019). *Peta Administrasi Kabupaten Barito Timur*. Barito Timur: DPU.
- Bardan, Mochammad. (2014). *Irigasi*. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Direktorat Jendral Sumber Daya Air. (1986). *Standar Perencanaan Irigasi*, Jakarta.
- Direktorat Jendral Sumber Daya Air. (2010). *Standar Perencanaan Irigasi Kriteria Perencanaan Bagian Jaringan Irigasi KP-01*, Jakarta.
- Doorenbos, J and Pruitt, W. O. (1977). *Fao Irrigation And Drainage Paper 24 Guidelines for predicting crop water requirements*. Food And Agriculture Organization Of The United Nations, Rome.
- Kamiana, I Made. (2012). *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Mawardi, Erman. (2007). *Desain Hidrolik Bangunan Irigasi*. Alfabeta, Jakarta.
- Peraturan Pemerintah (PP) Republik Indonesia No. 20 Tahun 2006. Irigasi.
- Prijono, Sugeng. (2012). *Irigasi dan Drainase (BAB IV. Aplikasi CROPWAT 8.0)*. Fakultas Pertanian.
- Priyonugroho, Anton. (2014). "Analisis Kebutuhan Air Irigasi (Studi Kasus Pada Daerah Irigasi Sungai Air Keban Daerah Kabupaten Empat Lawang)". *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*. Universitas Sriwijaya. Vol. 2, No. 3, 457-470.
- Richard G. Allen, Luis S. Pereira. Dirk Raes, Martin Smith. (1998). *Fao Irrigation And Drainage Paper No.56 Crop Evapotranspiration (guidlines for computing crop water requirements)*. Food And Agriculture Organization Of The United Nations, Rome.
- Sidharta, SK. (1997). *Irigasi dan Bangunan Air*. Gunadarma, Jakarta.
- Soemarto, CD. (1987). *Hidrologi Teknik*. Usaha Nasional, Surabaya.
- Sosrodarsono, Suyono dan Kensaku Takeda. (2003). *Hidrologi untuk Pengairan*. Pradyna Paramita, Jakarta.
- Tumiar K. Manik, R. Bustomi Rosadi, Agus K. (2012). *Evaluasi Metode Penman-Monteith dalam Menduga Laju Evapotranspirasi Standar (ETo) di Dataran rendah Propinsi Lampung, Indonesia*. Jurnal Keteknikan Pertanian Jurusan Teknik Pertanian Universitas Lampung.
- Wiyono, Agung. (2000). *Catatan Kuliah Pengembangan Sumber Daya Air*. Departemen Teknik Sipil ITB, Bandung.