

EVALUASI KESEIMBANGAN AIR DALAM PENGOPTIMALAN DAERAH IRIGASI (STUDI KASUS DAERAH IRIGASI PETAPAHAN KABUPATEN KAMPAR)

Widya Apriani¹, Y. Lilis Handayani² dan Mudjiatko²

¹Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lancang Kuning

²Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Riau
Jl. Yos Sudarso Km.8 Rumbai-Pekanbaru

E-mail : widyaapriani@unilak.ac.id

ABSTRAK

Daerah Irigasi (DI) Petapahan merupakan Daerah Irigasi yang terletak di Kabupaten Kampar dengan luas areal potensial 750,6 Ha. Irigasi Petapahan direncanakan untuk mengairi areal pertanian di tiga desa yang berada di Kabupaten Kampar yaitu Desa Pulau Tinggi, Desa Kampar, dan Desa Rambai. Namun Daerah Irigasi Petapahan pada kondisi eksisting hanya dimanfaatkan 451,5 Ha dan ditemuinya kekurangan air pada musim kemarau. Oleh karena itu perlu dilakukan evaluasi keseimbangan air dan usaha pengoptimalan di Daerah Irigasi Petapahan. Dalam penelitian ini dilakukan analisis ketersediaan air irigasi, analisis kebutuhan air irigasi, analisis keseimbangan air, dan pengoptimalan DI Petapahan. Analisis keseimbangan air dilakukan tiap periode setengah bulanan antara ketersediaan dan kebutuhan air. Hasil Evaluasi keseimbangan air menunjukkan bahwa ketersediaan air tidak mencukupi kebutuhan air berdasarkan pola tanam eksisting. Kondisi dimana terjadi surplus air pada bulan Januari, April, September hingga Desember sedangkan terjadi defisit pada beberapa bulan yaitu Februari, Mei Juni dan Juli menandakan bahwa belum optimalnya pengelolaan Daerah Irigasi Petapahan Namun setelah dilakukan optimalisasi pola tanam, maka ketersediaan air di Daerah Irigasi Petapahan masih mencukupi kebutuhan air irigasi dengan luas areal terlayani 750,6 Ha. Pola tanamnya adalah padi-padi/padi-palawija dengan sistem pemberian air secara 3 golongan ditambah suplesi bendung Tibun.

Kata kunci : *Irigasi, Petapahan, Ketersediaan air, Kebutuhan air, Keseimbangan*

ABSTRACT

Regional Irrigation (DI) Petapahan an Irrigation Area which is located in Kampar district with an area of 750.6 hectares of potential. Irrigation Petapahan planned to irrigate agricultural land in three villages in Kampar regency namely High Island Village, Village Kampar and Rambai Village. But the irrigation area Petapahan the existing condition is only used 451.5 Ha and encountered a lack of water in the dry season. Therefore, it is necessary to evaluate the water balance and business optimization in Petapahan Irrigation Area. In this research, analysis of the availability of irrigation water, irrigation water needs analysis, water balance analysis, and optimization DI Petapahan. Analysis of water balance is done every semimonthly period between supply and demand of water. Evaluation results of water balance show that the availability of water is not sufficient for the needs of water based on the existing cropping pattern. Conditions in which there is a surplus of water in certain months, while there was a deficit in a few months indicates that it has not been optimal management of irrigation area Petapahan However, after the optimization of cropping patterns, the availability of water in the irrigation area Petapahan still sufficient irrigation water with an area underserved 750.6 Ha. Cropping patterns are rice-paddy / rice-crops with water delivery systems in three groups plus suppletion Tibun weir.

Keywords: Petapahan irrigation area, water availability, water irrigation, irrigation and water balance.

PENDAHULUAN

Daerah Irigasi (DI) Petapahan merupakan salah satu daerah irigasi yang berpotensi Pemerintah Kabupaten Kampar, Riau. Pada awalnya pemerintah merencanakan DI Petapahan untuk meningkatkan hasil produksi tanaman pangan untuk memenuhi kebutuhan Kabupaten Kampar. Namun hal tersebut belum berjalan sesuai dengan harapan. Hasil produksi pertanian belum tercapai maksimal di daerah Irigasi Petapahan, hal ini dapat dilihat dari beberapa indikasi yaitu pengolahan lahan pertanian dilakukan oleh masyarakat hanya satu sampai dua kali dalam setahun dengan pola tanam padi-bera-bera sedangkan pada perencanaan awal pemerintah adalah masa tanam adalah tiga kali dalam satu tahun. Alih fungsi lahan telah terjadi di sebagian lahan potensial pertanian yaitu dijadikan daerah perkebunan karet dan perikanan. Kurang maksimalnya usaha pengadaan air untuk pertanian dan tidak efektifnya pola bulanan kala ulang 5 tahun. Perhitungan berdasarkan Persamaan pengaturan pemberian air. Hal ini menyebabkan belum terpenuhinya kebutuhan air secara merata di seluruh lahan pertanian.

Daerah Irigasi Petapahan mengalami permasalahan dalam pengelolaan daerah irigasi pertanian. Adapun permasalahan tersebut antara lain masyarakat hanya mengolah lahan pertanian satu kali setahun, terjadi alih fungsi lahan dan masalah kurang maksimalnya usaha pengadaan air untuk pertanian padi. Hal tersebut dapat mengakibatkan menurunnya produktifitas hasil pertanian. Oleh karena itu diperlukan kajian apakah ketersediaan air yang berasal dari sumber daya air hujan (jumlah curah hujan efektif) dan Sungai Petapahan (debit andalan Q80) mampu mencukupi kebutuhan air irigasi. Analisis tersebut dilakukan dengan mengkaji keseimbangan air yaitu hubungan antara ketersediaan air dengan kebutuhan air irigasi di Daerah Irigasi Petapahan. Apabila ketersediaan air tidak mencukupi maka dilakukan antisipasi dengan mengubah sistem pemberian air dan rencana tata tanam (pola tanam dan masa tanam). Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis ketersediaan air (curah hujan efektif dan debit andalan sungai), menganalisa kebutuhan air tanaman di lahan irigasi, menganalisis keseimbangan air yaitu hubungan antara kebutuhan air irigasi dengan ketersediaan air dalam suatu grafik keseimbangan air.

Ketersediaan air untuk keperluan irigasi secara garis besar dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu ketersediaan air di lahan dan ketersediaan air

di bangunan pengambilan (Direktorat Jenderal Pengairan, 1986). Ketersediaan air di lahan adalah air yang tersedia di suatu lahan pertanian yang dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan air irigasi di lahan itu sendiri. Ketersediaan air di lahan yang dapat digunakan untuk pertanian terdiri dari dua sumber, yaitu kontribusi air tanah dan hujan efektif (Direktorat Jenderal Pengairan, 1986). Menurut Direktorat Jenderal Pengairan (1986) untuk daerah irigasi yang berada pada daerah akuifer dangkal, kontribusi air tanah diperoleh melalui daya kapiler tanah. Untuk daerah yang berada pada daerah akuifer dalam kontribusi air tanah sangat kecil dan dapat dianggap bernilai nol.

Dalam praktek analisis ketersediaan air irigasi, kontribusi air tanah belum diperhitungkan secara teliti. Curah hujan efektif adalah curah hujan yang secara efektif dan secara langsung dipergunakan memenuhi kebutuhan air tanaman untuk pertumbuhan. Untuk irigasi padi, curah hujan efektif bulanan diambil dari analisis curah hujan efektif didasarkan pada 70 % curah hujan tengah bulanan periode ulang 5 tahun atau kemungkinan terpenuhi 80%.

$$Re = 0.7 \times \frac{1}{15} R_{80} \quad (1)$$

Untuk irigasi palawija, curah hujan efektif bulanan diambil dari analisis curah hujan efektif didasarkan pada 50 % curah hujan tengah bulanan dengan kemungkinan terpenuhi 50% (Tanga,2007).

$$Re = 0.5 \times \frac{1}{15} R_{50} \quad (2)$$

Keterangan :

Re = curah hujan efektif,mm/hari,

R(80) = curah hujan minimum tengah bulanan dengan kemungkinan terpenuhi 80%,

R(50) = curah hujan minimum tengah bulanan dengan kemungkinan terpenuhi 50%. Analisa

R(80) dan R(50) ini menggunakan metode analisis distribusi frekuensi (Direktorat Jenderal Pengairan, 1986).

Ketersediaan air pada sungai adalah jumlah debit andalan sungai. Debit andalan sungai diperoleh dari data sekunder di lapangan atau penurunan data debit berdasarkan data hujan (model hujan aliran). Menurut Direktorat Jenderal Pengairan (1986), debit andalan adalah debit minimum sungai dengan besaran tertentu yang mempunyai kemungkinan terpenuhi yang dapat digunakan untuk keperluan irigasi. Debit aliran sungai harus diketahui sebelum menentukan debit andalan sungai. Untuk

mengetahui debit aliran sungai yang tidak diketahui datanya maka dilakukan perhitungan dengan metode tertentu. Salah satu metode tersebut adalah metode F.J Mock.

Debit Sungai Hujan-Aliran Metode FJ.Mock

Metode F.J Mock (1973) adalah metode untuk memperkirakan keberadaan air berdasarkan konsep *water balance*. Keberadaan air yang dimaksud disini adalah besarnya debit suatu daerah aliran sungai. Data yang digunakan untuk memperkirakan debit ini antara lain :

1. Faktor hujan

Pada rumusan Metode FJ. Mock dibutuhkan data jumlah hujan setengah bulanan dan jumlah hari hujan setengah bulanan.

2. Faktor evapotranspirasi

Evapotranspirasi merupakan faktor penting dalam memprediksi debit, karena evapotranspirasi memberikan nilai yang besar untuk terjadinya debit dari suatu daerah aliran sungai. Evapotranspirasi yang dihitung adalah evapotranspirasi potensial menggunakan metode Penman modifikasi dan evapotranspirasi aktual. Evapotranspirasi aktual adalah evapotranspirasi yang terjadi pada kondisi air yang tersedia terbatas.

3. Faktor singkapan lahan potensial

Simulasi ketersediaan air metode F.J Mock memperhatikan tanaman penutup permukaan tanah yang disimbolkan dengan faktor m seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 1. Semakin kering suatu daerah harga m akan semakin tinggi. Namun pada daerah kering sekalipun faktor m tidak akan mencapai 100%. Besarnya nilai singkapan lahan (m) untuk tiap daerah berbeda. F.J. Mock mengklasifikasikan menjadi empat daerah ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai Singkapan Lahan

No	Jenis Lahan	Singkapan Lahan m (%)
1	Hutan Lebat	0
2	Daerah Perkebunan	0
3	Lahan tererosi	10-40
4	Lahan diolah (sawah,lading, dan permukiman)	30-50

Singkapan lahan dihitung dengan cara berikut ini.

$$\frac{(luas\ perkebunan \times m2) \times (luas\ hutan \times m1) \times (luas\ pertanian \times m4)}{luas\ catchment\ area} \quad (3)$$

Koefisien kecepatan Infiltrasi (I)

Kecepatan aliran air per satuan waktu yang masuk secara vertikal ke dalam tanah disebut kecepatan infiltrasi. Besarnya kecepatan infiltrasi sangat tergantung pada kondisi air tanah yang sudah ada, tekstur tanah, dan kemiringan tanah. Besarnya kecepatan infiltrasi berkisar antara 0 untuk tanah jenuh dan kedap air (berarti tidak terjadi infiltrasi) sampai dengan 1 untuk tanah kering, poros dan landai (infiltrasi terjadi secara penuh). Berikut ini adalah nilai yang bias dipakai untuk pendekatan Nilai koefisien kecepatan Infiltrasi.

Kebutuhan Air Irigasi

Kebutuhan air irigasi dipengaruhi berbagai faktor seperti klimatologi, kondisi tanah, koefisien tanaman, pola tanam, pasokan air yang diberikan, luas daerah irigasi, efisiensi irigasi, penggunaan kembali air drainase untuk irigasi, sistem golongan, dan jadwal tanam. Menurut Triatmojo (2008), kebutuhan air irigasi dihitung dengan Persamaan berikut ini.

$$KAI = \frac{(Etc+Ir+WLR+P-Re)}{EI} \times A \quad (4)$$

Keterangan :

KAI = kebutuhan air irigasi, m³/dtk,

Etc = penggunaan konsumtif, mm/hari (Etc bernilai nol pada saat masa penyiapan lahan),

IR = kebutuhan air irigasi di tingkat persawahan untuk penyiapan lahan, mm/hari (IR bernilai nol apabila sedang terjadi masa pertumbuhan tanaman)

WLR = kebutuhan air untuk mengganti lapisan air, mm/hari

P = perkolasi, mm / hari Re = curah hujan efektif, mm/hari

A = luas lahan irigasi, ha

EI = efisiensi irigasi, %.

Penggunaan Konsumtif

Penggunaan konsumtif diartikan sebagai jumlah air yang digunakan oleh tanaman untuk proses evapotranspirasi. Penggunaan air yang dikonsumsi oleh tanaman tergantung pada data iklim dan efisiensi tanaman. Adapun penggunaan konsumtif dihitung dengan Persamaan berikut ini.

Etc = Kc. Eto

Keterangan :

Kc = koefisien tanaman

Eto = evapotranspirasi potensial harian, mm/hari

ETc = penggunaan konsumtif, mm/hari

Kebutuhan Air untuk Penyiapan Lahan

Kebutuhan air irigasi dalam jangka waktu penyiapan lahan dihitung dengan Rumus V. D. Goor –Ziljstra dalam Triatmojo (2008) berikut ini.

$$IR = \frac{M \cdot e^k}{(e^k - 1)} \quad (5)$$

$$k = \frac{M \cdot T}{S} \quad (6)$$

Keterangan :

IR = kebutuhan air irigasi di tingkat persawahan, mm/hari

M = kebutuhan air untuk mengganti kehilangan air

T = jangka waktu penyiapan lahan, hari

S = kebutuhan air, untuk penjemuran ditambah dengan lapisan air 50 mm,

Besarnya kebutuhan air untuk penyiapan lahan berdasarkan Direktorat Jenderal Pengairan (1986). Kebutuhan air untuk penyiapan lahan di daerah irigasi diambil sebesar 250 mm bila lahan telah dibiarkan bera selama jangka waktu kurang dari 2,5 bulan.

METODE PENELITIAN

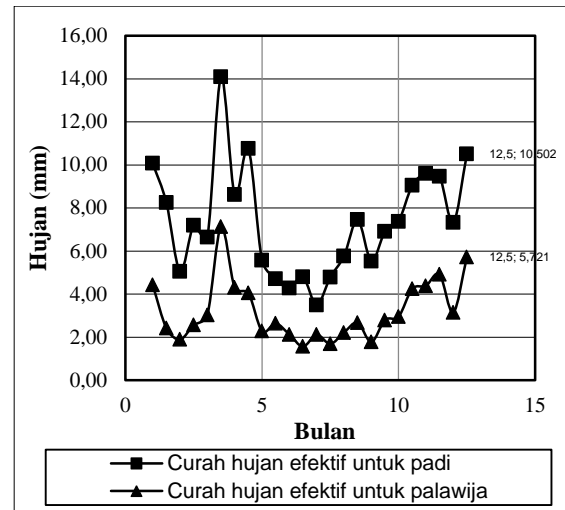
Penelitian dilakukan pada Daerah Irigasi Petapahan Kabupaten Kampar. Penelitian yang dilakukan didukung oleh data sekunder yang diperoleh dari pemerintah setempat. Lokasi Penelitian secara geografis terletak pada 0021'28" LU / 1010 11' 00"BT. Desa yang mencakup Daerah Irigasi Petapahan ini antara lain adalah Desa Pulau Tinggi, Desa Kampar, dan Desa Rambai. Luas potensial lahan pertanian adalah 750,6 ha dengan kondisi eksisting 450,1 ha. Sumber air adalah Sungai Petapahan dengan luas DAS kira-kira 2,97 km². Kondisi tata guna lahan dan jenis tanah di sekitar Sungai Petapahan digunakan untuk menentukan karakteristik sungai seperti faktor singkapan lahan, perkolasi dan infiltrasi tanah tersebut. Data hidrologi berupa data curah hujan selama 15 tahun pada DPS Kampar Stasiun Pasar Kampar. Data klimatologi selama sebelas tahun diperoleh dari Stasiun Pasar Kampar. Data klimatologi yang dibutuhkan adalah temperatur, kelembaban relatif, penyinaran matahari, kecepatan angin. Data Luas areal pemanfaatan lahan pertanian dan skema daerah irigasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Ketersediaan Air

Analisis ketersediaan air terdiri dari dua bagian yaitu ketersediaan air berupa curah hujan efektif

(Padi dan Palawija) dan debit andalan Sungai Petapahan. Curah hujan efektif didasarkan pada 70 % curah hujan tengah bulanan kala ulang 5 tahun. Berdasarkan hasil perhitungan curah hujan efektif untuk padi dan palawija, diperoleh Grafik Hubungan Curah Hujan Efektif Padi dan Palawija seperti pada Gambar 1.

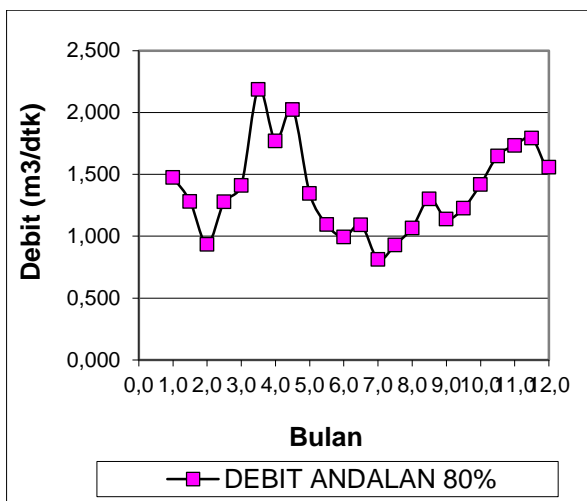


Gambar 1. Grafik Hubungan Curah Hujan Efektif Padi dan Palawija

Berdasarkan grafik maka dapat diketahui bahwa ketersediaan air yang berasal dari curah hujan efektif lebih besar untuk kebutuhan padi dari pada kebutuhan palawija. Dengan kebutuhan maksimum pada bulan 3 sebesar 14 mm. selanjutnya, untuk memperoleh debit andalan sungai petapahan, digunakan metode FJ. Mock yang mengalihragamkan data hujan menjadi data debit aliran sungai.

Ketersediaan air berupa debit andalan sungai dianalisis dengan distribusi frekuensi Log Person III, sehingga diperoleh seperti Gambar 2.

Gambar 2. menunjukkan bahwa debit andalan maksimum terjadi pada pada bulan Maret periode 2 sebesar 0,345 m³/detik dan April periode 2 sebesar 0,303 m³/detik. Bulan ini merupakan waktu yang tepat untuk masa pengolahan tanah/penyiapan lahan karena membutuhkan jumlah air yang besar. Ketersediaan air di bendung Petapahan terus menurun pada bulan 6 dan 7. Debit andaan terendah terjadi pada bulan 6 periode 1 sebesar 0,07 m³/detik. Sehingga pada bulan ini direncanakan tidak masa pengolahan lahan.



Gambar 2. Debit Andalan Sungai Petapahan

Analisis Kebutuhan Air

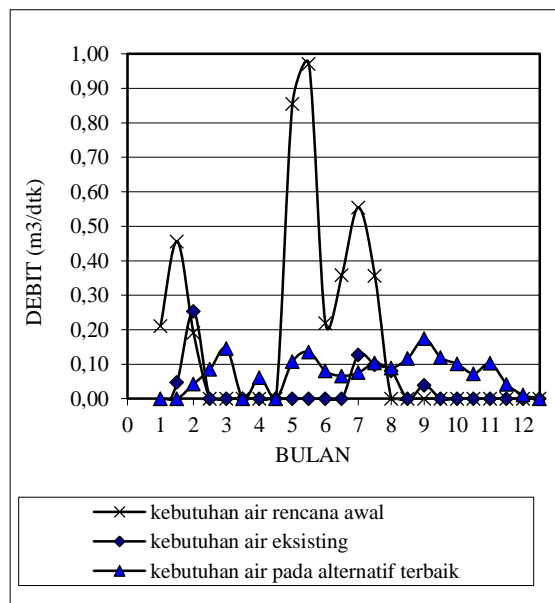
Kebutuhan air irigasi dihitung berdasarkan evapotranspirasi acuan (ET_0) dan di kombinasikan dengan pola tanam dan jadwal tanam, sehingga akan diketahui jumlah kebutuhan airnya. Kebutuhan air yang akan dihitung terdiri dari kebutuhan air pada perencanaan awal pemerintah Kabupaten Kampar dan kebutuhan air eksisting DI Petapahan dapat dilihat di Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Kebutuhan Air Kondisi Eksisting

Kebutuhan air (mm/hari)		
Januari	I	0,21
	II	0,46
Februari	I	0,19
	II	0,11
Maret	I	0,22
	II	-0,81
April	I	-0,39
	II	-1,17
Mei	I	0,86
	II	0,97
Juni	I	0,22
	II	0,36
Juli	I	0,55
	II	0,36
Agustus	I	-0,03
	II	-0,73
September	I	0,85
	II	0,67
Oktober	I	-0,13
	II	-0,15
November	I	-0,24
	II	-0,25
Desember	I	-0,26
	II	-1,14

Analisis Keseimbangan air

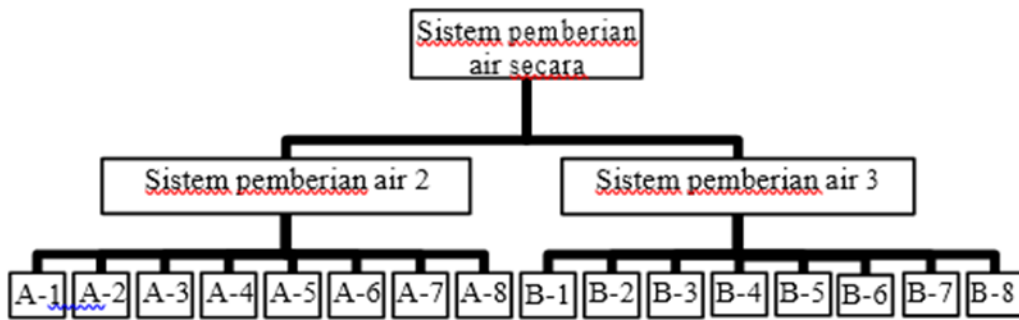
Berdasarkan Neraca keseimbangan air akan diketahui ketersediaan air dalam mencukupi kebutuhan air irigasi serta agar dapat dilakukan pengaturan sistem pemberian air. Hasil analisis yang menunjukkan hubungan antara ketersediaan dan kebutuhan air eksisting Daerah Irigasi Petapahan, seperti tampak pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Keseimbangan Air Kondisi Eksisting

Berdasarkan Gambar 3 tersebut pengolahan lahan pertanian kondisi eksisting dilakukan hanya satu sampai dua kali dalam setahun dengan pola tanam padi-padi/bera-bera. Luas total pemanfaatan lahan pertanian hanya 451,5 Ha dari luas potensial 750,6 Ha. Luas pemanfaatan 451,5 Ha terdiri dari 326,5 Ha untuk masa tanam pertama (MT 1) yaitu pada bulan Januari-April dan luas 125 Ha untuk masa taman kedua (MT 2) pada bulan Juni-September. Masa taman kedua (MT 2) mengalami penurunan luas areal pemanfaatan karena pada bulan ini terjadi musim kemarau.

Terjadi defisit pada bulan Juli akibat lebih besarnya kebutuhan air irigasi daripada ketersediaan air (debit andalan sungai). Kebutuhan air yang besar terjadi karena dilakukan pengolahan tanah/persiapan lahan pada bulan-bulan tersebut. Pengolahan lahan membutuhkan jumlah air yang besar. Namun pada beberapa bulan, terjadi surplus air Kondisi surplus tersebut terjadi pada bulan Januari, Maret, April, Mei, Juni, September, Oktober, November, dan Desember.



Gambar 4. Bagan Simulasi Sistem Pemberian Air

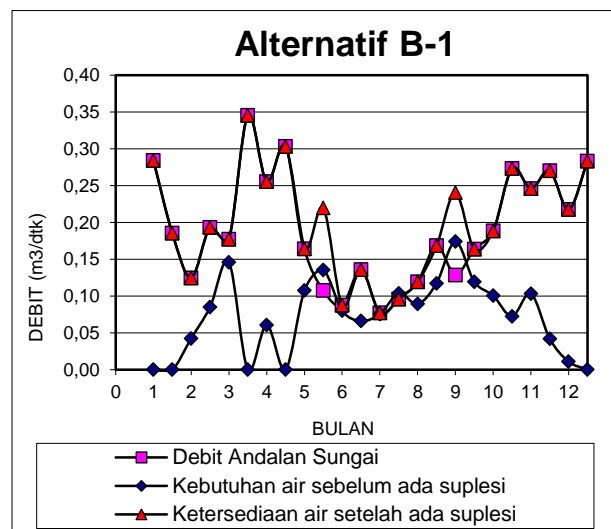
Kondisi dimana terjadi surplus air pada bulan-bulan tertentu sedangkan terjadi defisit pada beberapa bulan menandakan bahwa belum optimalnya pengelolaan Daerah Irigasi Petapahan. Pemanfaatan seluruh lahan potensial yaitu 750,6 Ha dengan pola tanam padi-padi-padi menggunakan sistem pemberian air secara serempak. Dari grafik dapat dilihat bahwa terjadi defisit air yang sangat besar pada bulan Januari periode 2 sebesar 0,138 m³/detik, Februari periode 1 sebesar 0,045 m³/detik, Mei periode 1 sebesar 0,641 m³/detik, Mei periode 2 sebesar 0,815 m³/detik, Juni periode 1 sebesar 0,087 m³/detik.

Hal tersebut mengindikasikan bahwa ketersediaan air tidak dapat mencukupi kebutuhan air. Oleh karena itu perlu dilakukan upaya untuk mengoptimalkan sistem pemberian air irigasi dengan memanfaatkan seluruh lahan potensial serta pengaturan pola tanam yang optimal. Sistem pemberian air secara serempak diubah menjadi sistem pemberian air secara golongan.

Analisis Sistem Pemberian Air

Sistem pemberian air yang dilakukan yaitu dengan cara menggolongkan lahan pertanian agar tidak terjadi kebutuhan air maksimum pada saat ketersediaan air yang kritis. Simulasi yang dilakukan dengan membuat alternatif jadwal pola tanam dengan memperhitungkan luas areal pertanian seperti tampak pada Gambar 4.

Luas lahan yang diusahakan bisa termanfaatkan sebesar 750,6 ha. Lebih besar 20% dari kondisi eksistingnya. Selanjutnya pola tanam dibuat maksimum yaitu padi-palawija-padi dengan system pemberian air 2 golongan dan 3 golongan. Suplesi diberikan pada bulan-bulan dengan debit kritis. suplesi yang mampu di akomodasi Bendung Tibun adalah 0,107 m³/detik.



Gambar 5. Grafik pengoptimalan kebutuhan air irigasi

Gambar 5. menunjukkan keseimbangan antara hubungan ketersediaan air dan kebutuhan air irigasi hasil pengoptimalan sistem pemberian air irigasi. Hasil analisis menunjukkan dengan adanya sistem pemberian air secara 3 golongan, kebutuhan air irigasi hampir terpenuhi seluruhnya oleh ketersediaan air yang ada. Namun terjadi defisit pada bulan Mei (masa tanam 3) dan September (masa tanam 1) artinya kebutuhan air irigasi lebih besar daripada ketersediaan air. Kondisi ini dapat diatasi dengan diberikannya suplesi dari bendung Tibun sebesar 0,11 m³/detik. Suplesi diberikan pada golongan 3 pada masa tanam 3 dan golongan 1 dan 2 pada masa tanam 1.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil diantaranya ketersediaan air berupa curah hujan efektif diperoleh nilai tertinggi pada bulan Maret dan curah hujan terendah pada bulan Juli.

Ketersediaan air berupa debit sungai Petapahan menghasilkan debit puncak pada bulan Maret dan debit terendah pada bulan Juli. Pada kondisi eksisting dihasilkan kebutuhan air tinggi pada masa pengolahan lahan yaitu bulan Januari dan bulan Juli. Sehingga Hasil Evaluasi Keseimbangan air pada kondisi eksisting menghasilkan bahwa ketersediaan air tidak mencukupi kebutuhan kondisi eksisting. Setelah dilakukan optimalisasi dengan pengaturan jadwal tanam dan pemberian suplesi secara keseluruhan kebutuhan air untuk irigasi telah terpenuhi oleh ketersediaan air dari sungai Petapahan. Usaha pengoptimalan DI Petapahan tersebut dapat memaksimalkan pemanfaatan areal pertanian menjadi 750,6 Ha. Pola tanamnya adalah padi-padi/padi-palawija dengan sistem pemberian air secara 3 golongan ditambah suplesi bendung Tibun.

DAFTAR PUSTAKA

- Dinas Pemukiman dan Prasarana Wilayah Kabupaten Kampar., 2008. *Data Luas areal pemanfaatan lahan pertanian dan skema daerah irigasi DI Petapahan*. Kampar Kimpraswil.
- Dinas Kehutanan Kabupaten Kampar., 2009. *Peta Kecamatan Kampar Timur Kabupaten Kampar*. Kampar: Dinas Kehutanan Direktorat Jendral Pengairan. 1986.
- Mock, F.J., 1973. *Water Availability Appraisal*, Food Agriculture Organization of the United Nation, Bogor. Indonesia.
- Nurgana,A., 2006. *Kajian Neraca Air Daerah Irigasi Leuwi Goong dengan Sistem Efisiensi Kebutuhan Air di Daerah Jawa Barat*. Bandung: Program Pasca Sarjana Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Bandung.
- Soemarto, C.D., 1993. *Hidrologi Teknik*. Jakarta: Erlangga.
- Standar Perencanaan Irigasi KP-01. Bandung: C.V.Galang Persada. Direktorat pengairan dan irigasi kementerian negara perencanaan pembangunan nasional/ badan perencanaan pembangunan nasional., 2006. *Identifikasi Masalah Pengelolaan sumber daya pengelolaan sumber daya Air di pulau Jawa*.Jakarta.
- Tanga, F.A., 2007. *Studi Peningkatan/Optimalisasi Daerah Irigasi (Di)Legare, Kabupaten Nabire Propinsi Papua*. Bandung : Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Bandung (ITB).
- Triatmojo, B., 2008. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Wardhani, Lusia., 2008. *Optimasi Pemanfaatan Air Irigasi Daerah Irigasi Tajum Kabupaten Banyumas*. Purwokerto: Program studi Teknik Sipil Universitas Jendral Soedirman