



PENINGKATAN INTENSITAS TANAM PADI MELALUI PEMANFAATAN DEBIT SURPLUS SUNGAI, PENERAPAN SUMUR RENTENG, DAN SISTEM GILIRAN

INCREASING THE CROPPING INTENSITY OF RICE FIELDS BY UTILIZING OF RIVER SURPLUS DISCHARGE, CONNECTED WELLS APPLICATION, AND ROTATION SYSTEM

Oleh:

Ahmad Efendi¹⁾, Donny Harisuseno²⁾, Tri Budi Prayogo²⁾

¹⁾Program Magister Teknik Pengairan, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
Jl. MT. Haryono No. 167 Kota Malang, Jawa Timur, Indonesia

²⁾Jurusan Teknik Pengairan, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
Jl. MT. Haryono No. 167 Kota Malang, Jawa Timur, Indonesia

Korespondensi Penulis, email: fendywre01@gmail.com,
donnyharis@gmail.com, tribudip1@yahoo.com

Naskah ini diterima pada 01 April 2019; revisi pada 24 Juni 2019;
disetujui untuk dipublikasikan pada 01 Agustus 2019

ABSTRACT

The Irrigation Area of Sumber Pakem has an irrigation service area of 1,151 ha, located in Jember Regency and Bondowoso Regency in the Province of East Java. The existing water supply system in the study area has not been implemented effectively and efficiently. Thus, there are problems in the water distribution during the dry season and fluctuations of water availability between the rainy season and the dry season in Banyubang River. The excess discharge in the rainy season can be stored and used to increase the supply of irrigation in the dry season. Therefore, the purpose of this study is to propose alternative irrigation operational method through the optimization of the surplus discharge of Banyubang River, the application of connected wells, and intensive rotation system. In this study, the proposed method was planned and its impact were evaluated on increased cropping intensity. The result showed that the utilizing of river surplus discharge in the study area can increase rice planting intensity during the Planting Season 1 by 2.03% and Planting Season 2 by 27.28%. The surplus discharge is also utilized to fill the 6,599 connected wells (103 network) with the addition of a discharge intake of 6.00 l/s for 135.33 days. The connected wells is filled during abundant river discharge when the irrigation was carried out continuously so as not to interfere with irrigation water distribution in the study area. Water which is stored in the wells can be used in Planting Season 3 to meet the water needs of tobacco plants covering an area of 467 ha. Thus, rice planting area in this period can be increased to 684 ha. The application of a connected wells and intensive rotation system in the Planting Season 3 can increase rice cropping intensity by 38.02%.

Keywords: *river discharge surplus, water balance, connected wells, rotation system, cropping intensity*

ABSTRAK

Daerah Irigasi (DI) Sumber Pakem mempunyai luas daerah layanan irigasi 1.151 ha terletak di Kabupaten Jember dan Kabupaten Bondowoso Provinsi Jawa Timur. Sistem pemberian air eksisting di daerah studi belum dilaksanakan secara efektif dan efisien sehingga terjadi permasalahan pembagian air saat musim kemarau serta terjadinya fluktuasi ketersediaan air antara musim hujan dan musim kemarau di Sungai Banyubang. Kelebihan debit pada musim hujan dapat disimpan dan digunakan untuk menambah pasokan irigasi di saat musim kemarau. Untuk itu tujuan dari studi ini adalah untuk mengusulkan pola operasi irigasi alternatif melalui optimalisasi pemanfaatan debit surplus Sungai Banyubang, penerapan sumur renteng, dan penerapan giliran secara intensif. Dalam studi ini, usulan pola operasi tersebut direncanakan dan dievaluasi dampaknya terhadap peningkatan intensitas tanam. Dari hasil studi, optimalisasi pemanfaatan debit surplus sungai pada daerah studi dapat meningkatkan intensitas tanam padi saat Musim Tanam 1 sebesar 2,03% dan Musim Tanam 2 sebesar 27,28%. Debit surplus sungai juga dimanfaatkan untuk mengisi sumur renteng sebanyak 6.599 sumur (103 jaringan) dengan penambahan debit intake sebesar 6,00 l/s selama 135,33 hari. Pengisian sumur renteng dilakukan saat debit sungai berlebih dan sistem pemberian air irigasi dilakukan secara terus-menerus sehingga tidak mengganggu pola pemberian air irigasi pada daerah studi. Air tersimpan di sumur renteng dapat digunakan saat Musim Tanam 3 untuk memenuhi kebutuhan air tanaman tembakau seluas 467 ha. Dengan demikian, luas tanam padi pada periode tersebut dapat meningkat menjadi 684 ha. Penerapan sumur renteng dan sistem giliran secara intensif pada Musim Tanam 3 dapat meningkatkan intensitas tanam padi sebesar 38,02%.

Kata Kunci: *debit surplus sungai, neraca air, sumur renteng, sistem giliran, intensitas tanam*

I. PENDAHULUAN

Pembangunan pada sektor pertanian dewasa ini diarahkan untuk menuju pertanian yang efisien dan tangguh, mengingat upaya peningkatan produksi beras untuk mencukupi kebutuhan pangan bagi penduduk yang jumlahnya terus meningkat selalu menjadi prioritas utama dalam pembangunan pertanian di Indonesia (Suwarno, 2010). Dengan demikian, tuntutan terhadap kinerja irigasi yang lebih baik semakin meningkat untuk mendukung peningkatan produksi pertanian dalam rangka mewujudkan ketahanan pangan nasional dan kesejahteraan masyarakat, khususnya petani (Angguniko & Hidayah, 2017).

Semakin meningkatnya kebutuhan air dalam rangka intensifikasi dan perluasan areal persawahan, serta terbatasnya persediaan air untuk irigasi dan keperluan lainnya terutama pada musim kemarau, maka penyaluran dan pemakaian air irigasi harus dilaksanakan secara lebih efektif dan efisien (Muiz, Harisuseno, & Asmaranto, 2017). Pengelolaan sistem irigasi yang baik sangat diperlukan untuk memenuhi kebutuhan air pada lahan pertanian dengan cara sistem pemberian dan pembagian airnya secara tepat agar semua tanaman mendapatkan air sesuai dengan kebutuhannya.

Pada bulan-bulan basah (musim penghujan) para petani tidak perlu khawatir dalam memperoleh air yang cukup bagi kebutuhan tanaman mereka. Namun pada bulan-bulan kering (musim kemarau) atau saat curah hujan yang turun hanya sedikit, debit air dari sumber air irigasi akan berkurang, sehingga tidak bisa mencukupi kebutuhan air bagi tanaman para petani (Perwitasari & Bafdal, 2016). Upaya peningkatan ketahanan air irigasi dapat dilakukan berdasarkan indikator ketahanan air irigasi, yang salah satunya adalah menambah tampungan air berupa waduk, embung dan sebagainya (Hatmoko, Radhika, Firmansyah, & Fathoni, 2018). Ketersediaan air dan infrastruktur tampungan air sangat mempengaruhi terhadap ketahanan air irigasi yang mempunyai peran penting terhadap ketahanan pangan (Gohar, Amer, & Ward, 2015).

Sebagai salah satu alternatif pemecahan masalah dalam memenuhi ketahanan air irigasi tersebut adalah dengan membangun sumur renteng pada daerah irigasi melalui pemanfaatan debit surplus sungai serta penerapan sistem giliran secara intensif. Penerapan sistem pengairan dengan menggunakan sumur renteng sudah diterapkan pada sawah tadah hujan di wilayah lahan pesisir pantai selatan Daerah Istimewa Yogyakarta. Sumur renteng yang diterapkan berupa bak-bak penampung air dengan tujuan untuk mendekatkan

dan memudahkan pengairan pada usaha tani sehingga penggunaan air lebih efisien atau tidak boros (Balai Pengkajian Teknologi Pertanian, 2006). Penerapan sumur renteng pada Daerah Irigasi (DI) Tibunangka Kabupaten Lombok Tengah bertujuan menampung air dari saluran sekunder untuk memenuhi kebutuhan air tanaman tembakau saat musim kering sehingga intensitas tanam pada daerah irigasi tersebut meningkat (Kunaifi, Limantara, & Priyantoro, 2011).

Penerapan sumur renteng dapat dilakukan pada daerah irigasi, yang terletak pada Daerah Aliran Sungai (DAS) yang kecil dan atau DAS yang tidak mempunyai infrastruktur bangunan penyimpanan air seperti waduk, embung dan sejenisnya. Sumur renteng dapat dijadikan sebagai media untuk menyimpan kelebihan air pada saat musim hujan untuk dimanfaatkan pada saat musim kemarau, dengan memaksimalkan pemanfaatan debit sungai pada saat berlimpah di musim hujan.

Studi ini dilakukan di DI Sumber Pakem yang terletak di Kabupaten Jember dan Kabupaten Bondowoso. Di lokasi ini, fluktuasi ketersediaan air antara musim hujan dan musim kemarau cukup besar. Ketersediaan air pada musim kemarau sangat rendah menyebabkan permasalahan pembagian air. Lain halnya pada musim hujan, debit Sungai Banyubang cukup besar dan belum dimanfaatkan secara maksimal. Untuk memenuhi kebutuhan air irigasi pada DI Sumber Pakem saat musim kemarau, maka perlu dilakukan sebuah studi terhadap metode/ alternatif untuk memaksimalkan pemanfaatan kelebihan air pada saat musim hujan yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan air tanaman tembakau di DI Sumber Pakem pada saat musim kemarau (musim tanam ketiga). Selain itu juga dilakukan penerapan sistem giliran secara intensif pada daerah studi sehingga intensitas tanam padi meningkat yang pada akhirnya akan meningkatkan kesejahteraan petani dan mendukung program swasembada pangan pemerintah.

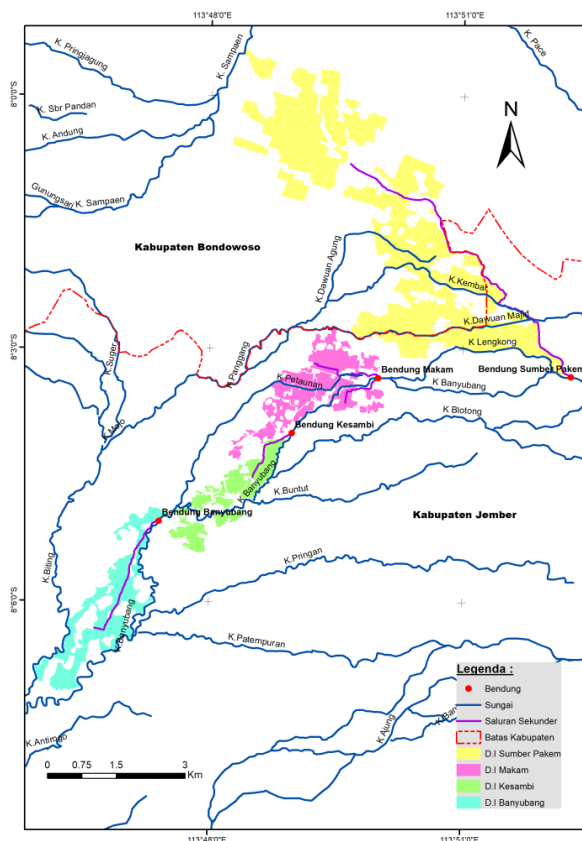
Tujuan dari studi ini adalah untuk mengusulkan pola irigasi alternatif melalui optimalisasi pemanfaatan debit surplus Sungai Banyubang, penerapan sumur renteng, dan penerapan giliran secara intensif. Dalam studi ini, usulan pola operasi tersebut direncanakan dan dievaluasi dampaknya terhadap peningkatan intensitas tanam. Hasil studi ini diharapkan dapat digunakan dalam operasi irigasi di lokasi studi serta digunakan sebagai referensi untuk perencanaan operasi irigasi di lokasi lainnya.

II. METODOLOGI

2.1. Lokasi Studi

Studi dilakukan di DI Sumber Pakem seluas 1.151 ha yang terletak di dua kabupaten yaitu Kabupaten Jember dan Kabupaten Bondowoso Provinsi Jawa Timur. DI Sumber Pakem merupakan kewenangan Pemerintah Provinsi Jawa Timur (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2015).

Sumber air DI Sumber Pakem berasal dari Sungai Banyubang yang dibendung oleh Bendung Sumber Pakem yang terletak di DAS Bedadung pada Sub DAS Banyubang seperti pada Gambar 1. Air yang dibendung oleh Bendung Sumber Pakem dialirkan melalui Saluran Sekunder Sumber Pakem sepanjang 7.889 meter, kemudian disadap oleh sepuluh bangunan sadap untuk dialirkan ke masing-masing petak tersier.



Sumber: UPT WS Sampen Setail di Bondowoso

Gambar 1 Peta Lokasi Studi

2.2. Pengumpulan Data

Data-data yang dapat dikumpulkan untuk melakukan analisis atau perhitungan dalam studi ini adalah sebagai berikut: (1) data debit rerata 10 harian intake bendung tahun 2000-2017; (2) data debit rerata 10 harian limpasan bendung tahun 2000-2017 untuk menghitung potensi debit surplus sungai yang bisa digunakan untuk mengisi sumur renteng; (3) data tanaman 10 harian tahun

2012-2017; (4) data kebutuhan air pertanian tembakau; (5) data peta petak kuarter untuk penentuan lokasi sumur renteng.

2.3. Analisis Debit Surplus Sungai

Dependable flow (debit andalan) adalah debit minimum sungai untuk kemungkinan terpenuhi yang sudah ditentukan dapat dipakai untuk irigasi. Kemungkinan terpenuhi ditetapkan 80% atau kemungkinan bahwa debit sungai lebih rendah dari debit andalan adalah 20% (Direktorat Irigasi dan Rawa, 2013). Untuk bentuk tabel, data debit harian diurutkan dari nilai terbesar sampai terkecil, persen keandalan diperoleh seperti Persamaan 1 yang dinyatakan dalam % (Triatmodjo, 2010).

$$\text{Keandalan (\%)} = \frac{m}{n+1} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

m = nomor urut data

n = jumlah data

Untuk menghitung besarnya debit intake yang datanya bersifat hipotetik digunakan nilai modus. Angka modus lebih bermanfaat sebagai angka prakiraan besarnya nilai tengah dan sebagai indikasi pusat penyebaran data (Asdak, 2004) dengan Persamaan 2.

$$Mo = B + i \left[\frac{f - f_1}{(f - f_1) + (f - f_2)} \right] \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

Mo = modus

B = batas bawah interval kelas modus

i = interval kelas

f = frekuensi maksimum kelas modus

f₁ = frekuensi sebelum kelas modus

f₂ = frekuensi setelah kelas modus

Analisis debit surplus sungai pada daerah studi mempertimbangkan debit kebutuhan di daerah hilir Bendung Sumber Pakem, dimana debit Sungai Banyubang juga dimanfaatkan untuk pengambilan air irigasi DI Makam, DI Kasambi, dan DI Banyubang. Debit surplus (Q_{surplus}) pada setiap bendung yang menyuplai DI tersebut dihitung sebagai selisih antara debit andalan dan debit intake irigasi. Debit andalan sungai yang dihitung menggunakan metode karakteristik aliran Q_{80} . Debit intake irigasi yang dihitung menggunakan metode modus pada Persamaan 2. Debit surplus sungai yang bisa dimanfaatkan untuk mengisi sumur renteng dan mengevaluasi kembali neraca air pada daerah studi didapatkan dari debit surplus terkecil dari Bendung Sumber Pakem dan bendung yang ada di hilir Bendung Sumber Pakem.

2.4. Analisis Neraca Air

Neraca air di suatu daerah irigasi dibuat dengan tujuan untuk mengetahui perbandingan antara kebutuhan air tanaman terhadap debit andalan yang tersedia di intake. Debit andalan intake dibandingkan terhadap kebutuhan air tanaman yang dihasilkan berdasarkan pola tata tanam yang direncanakan. Evaluasi neraca air merupakan salah satu dasar pengambilan keputusan untuk pedoman pengelolaan air irigasi di dalam operasi sistem jaringan irigasi. Hal tersebut berkaitan dengan sistem pemberian air pada suatu daerah irigasi baik secara giliran maupun secara terus-menerus.

2.4.1. Identifikasi Intensitas Tanam Eksisting

Intensitas tanam merupakan persentase luas tanam setiap jenis tanaman yang dapat diketahui berdasarkan pola tata tanam yang diterapkan di setiap musim tanam. Evaluasi intensitas tanam dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui seberapa besar intensitas tanam eksisting guna meningkatkan intensitas tanam berikutnya, khususnya intensitas tanam padi. Untuk mendapatkan intensitas tanam dapat dihitung dengan cara menjumlahkan persentase masing-masing tanaman pada setiap musim tanam. Sehingga dapat diketahui apakah persentase intensitas tanam eksisting dan tanaman yang ditanam sesuai dengan rencana tata tanam yang telah ditetapkan.

2.4.2. Kebutuhan Air Irigasi

Kebutuhan air tanaman dalam studi ini dihitung menggunakan metode yang umum digunakan di lokasi studi, yaitu metode Palawija Relatif. Metode ini menghitung debit air yang dibutuhkan di bangunan sadap tersier oleh tanaman palawija seluas satu hektar yang dihitung berdasarkan Persamaan 3 (Martani, 1997).

$$FPR = \frac{Q}{LPR} \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan:

FPR = Faktor Palawija Relatif (l/s/ha.pol)

Q = debit pada pintu pengambilan (l/s)

LPR = Luas Palawija Relatif (ha.pol)

Nilai LPR pada dasarnya merupakan perbandingan kebutuhan air antara jenis tanaman satu dengan jenis tanaman lainnya. Tanaman yang dijadikan sebagai pembanding adalah palawija yang mempunyai nilai 1 (satu). Semua kebutuhan air tanaman yang akan dicari terlebih dahulu dikonversikan dengan kebutuhan air palawija yang akhirnya didapatkan satu angka sebagai faktor konversi untuk setiap jenis tanaman. LPR merupakan hasil kali luas tanaman suatu jenis

tanaman dikalikan dengan suatu nilai perbandingan antara kebutuhan air tanaman tersebut terhadap kebutuhan air oleh palawija. Angka pembanding LPR tanaman dapat dilihat pada Tabel 1.

$$LPR = \text{Luas Tanam} \times \text{Angka Pembanding LPR Tanam} \dots\dots\dots (4)$$

Sistem pemberian air yang diterapkan pada daerah studi adalah metode konvensional yaitu menggunakan metode FPR-LPR dengan sistem *stagnant constant level* (penggenangan terus-menerus). Kebutuhan air di sawah dan debit yang diperlukan pada pintu pengambilan dihitung dengan menggunakan Persamaan 5 dan 6 (Puteriana, Harisuseno, & Prayogo, 2016).

$$Q_1 = \frac{H \times A}{T} \times 10.000 \dots\dots\dots (5)$$

$$Q_2 = \frac{Q_1}{86.400} \times \frac{1}{(1-L)} \dots\dots\dots (6)$$

Keterangan:

Q₁ = kebutuhan harian air di lapangan/petak sawah (m³/hari)

Q₂ = kebutuhan harian air pada pintu pemasukan (m³/s)

H = tinggi genangan (m)

A = luas area sawah (ha)

T = interval pemberian air (hari)

L = kehilangan air di lahan dan saluran (m)

Dari jenis pemberian air irigasi, dapat dikelompokkan menjadi dua cara, yaitu: (1) terus menerus dan proporsional pada kondisi debit puncak dan debit berubah, dan (2) secara giliran berselang untuk kondisi debit tetap. Cara pemberian terus-menerus bisa diberikan pada kondisi saat faktor K ≥ 1 sedang untuk berselang hanya pada faktor K < 1. Faktor K dihitung berdasarkan Persamaan 7. Kriteria pemberian air irigasi dengan faktor K dan nilai FPR dijelaskan pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 1 Angka Pembanding LPR Tanaman

No.	Jenis Tanaman	Koefisien Pembanding
1.	Palawija	1
2.	Padi musim penghujan (rendeng)	
a.	Penggarapan lahan untuk pembibitan	20
b.	Penggarapan lahan untuk tanaman padi	6
c.	Pertumbuhan/pemeliharaan	4
3.	Padi musim kemarau (gadu ijin)	Sama dengan padi rendeng
4.	Padi Gadu tidak ijin	1
5.	Tebu	
a.	Bibit/muda	1,5
b.	Tua	0
6.	Tembakau/rosella	1
7.	Pengisian tambak (sawah tambak)	3

Sumber: Martani (1997)

Tabel 2 Kriteria Pemberian Air dengan Faktor K

Faktor K	Kriteria
0,75–1,00	Terus-menerus
0,50–0,75	Giliran di saluran tersier
0,25–0,50	Giliran di saluran sekunder
< 0,25	Giliran di saluran primer

Sumber: Kunaifi *et al.* (2011)

Tabel 3 Konversi Faktor K dan FPR untuk Pembagian Air

Faktor K	FPR (l/s/ha.pol)	Pembagian Air	
		Faktor K	FPR
> 0,75	> 0,12	Terus-menerus	Memadai
0,50 – 0,75	0,06–0,12	Gilir di saluran tersier	Cukup
< 0,50	< 0,06	Gilir di saluran sekunder	Kurang

Sumber: Kunaifi *et al.* (2011)

$$K = \frac{\text{Debit yang tersedia}}{\text{Debit yang dibutuhkan}} \dots\dots\dots (7)$$

Pelaksanaan giliran banyak diterapkan di berbagai daerah irigasi dan memberikan dampak yang cukup baik dalam operasi irigasi saat ketersediaan air terbatas. Berdasarkan Subari & Muqorrobin (2013), giliran diberlakukan pada Saluran Sekunder Kandanghaur Seksi Patrol Kabupaten Indramayu dengan faktor K minimum 0,23 menerapkan sistem pemberian air secara gilir berselang dengan masa ulang pemberian air selama 11 hari. Pelaksanaan giliran ini memberikan nilai pemerataan dan keadilan yang lebih baik dibandingkan dengan sistem pemberian air secara menerus, khususnya pada kondisi debit ketersediaan dengan faktor K < 0,50 yang mengindikasikan debit air pada intake terbatas. Pengaturan pemberian air secara giliran dengan sistem golongan pada DI Tibunangka di Kabupaten Lombok Tengah dapat meningkatkan intensitas tanam sebesar 44,00% dengan kondisi neraca air eksisting sebesar 36,42% (Kunaifi *et al.*, 2011).

2.5. Analisis Perencanaan Sumur Renteng

Sumur renteng diletakkan pada petak kuarter dengan sistem seri (antar sumur renteng terhubung dengan pipa) dan air dari saluran tersier masuk ke sumur renteng melalui pipa penghubung. Sumur renteng dibangun dengan tujuan untuk menampung air pada saat musim hujan (debit air sungai melimpah) dan dimanfaatkan pada saat musim kemarau. Sumur renteng nantinya dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan air tanaman tembakau di daerah studi pada saat musim kemarau (musim tanam ketiga).

2.5.1. Kebutuhan Air Tanaman Tembakau

Permasalahan utama dalam budidaya tanaman tembakau adalah mutu hasil panen yang rendah akibat pemberian air yang kurang tepat dan jumlahnya yang tidak terukur saat tanam

(Kurniati, 2001). Pemberian air setiap hari (0–7 hari setelah tanam) dan empat hari sekali (30–56 hari setelah tanam) menghasilkan produksi dan indeks mutu tembakau tertinggi (Rahadi, Suharto, Rachman, & Machfudz, 1996). Jumlah kebutuhan air tanaman tembakau di DI Tibunangka Kabupaten Lombok Tengah dengan kebutuhan air menerus selama 12 kali pemberian sebesar 0,02 l/s/ha atau 1,73 m³/hari/ha (Kunaifi *et al.*, 2011).

Metode penyiraman tanaman tembakau pada daerah studi dilakukan dengan cara kocor. Besarnya kebutuhan air pertanian pada daerah studi berdasarkan pada hasil wawancara dengan kelompok Himpunan Petani Pemakai Air (HIPPA)/petani setempat (daerah studi) dan didiskusikan dengan Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat (Balittas) di Karangploso Kabupaten Malang serta mengacu pada Kementerian Pertanian (2015). Jumlah kebutuhan air tanaman tembakau pada daerah studi disajikan pada Tabel 4.

2.5.2. Perencanaan Sumur Renteng

Analisis perencanaan hidraulik pipa didasarkan pada Persamaan 8 s.d. 11.

1. Kehilangan tekanan air (kehilangan tinggi tekan akibat gesekan) dalam pipa

$$hf = f \frac{LV^2}{D2g} \dots\dots\dots (8)$$

Keterangan:

hf = kehilangan tekanan air dalam pipa (m)

f = koefisien gesekan (persamaan Darcy), yang dipengaruhi oleh:

- Kekasaran pipa: makin kasar pipa, maka nilai f semakin besar
 - Temperatur air: makin tinggi temperatur, maka nilai f semakin kecil
- Nilai f didapatkan dari grafik Mody, yaitu hubungan antara f, Re dan $\frac{\epsilon}{D}$

L = panjang pipa (m)

D = diameter pipa (m)

V = kecepatan aliran dalam pipa (m/s)

g = percepatan gravitasi (m/s²)

2. Volume sumur renteng

$$V = \frac{1}{4} \pi D^2 h \dots\dots\dots (9)$$

Keterangan:

V = volume sumur (m³)

D = diameter sumur (m)

h = tinggi sumur (m)

Tabel 4 Jumlah Kebutuhan Air per-Tanaman Tembakau

Fase (hari)	Kebutuhan Air (liter)	Jumlah Pemberian (kali)	Total Kebutuhan (liter)
0-7	0,25	8	2,00
8-25	0,25	6	1,50
26-30	0,50	1	0,50
31-45	1,00	2	2,00
46-65	1,00	4	4,00
Jumlah			10,00

Sumber: Kementerian Pertanian (2015) & Hasil Survei Lapangan

3. Debit yang melewati pipa

$$Q = vA \dots\dots\dots (10)$$

Keterangan:

Q = debit yang melewati pipa (m^3/s)

A = luas penampang pipa (m^2)

v = kecepatan aliran dalam pipa (m/s)

4. Waktu pengisian sumur renteng

$$t = \frac{Q}{V} \dots\dots\dots (11)$$

Keterangan:

t = waktu pengisian sumur renteng (s)

Q = debit yang melewati pipa (m^3/s)

V = volume sumur renteng (m^3)

Pola operasi sumur merupakan waktu pengisian sumur renteng pada saat pertama kali sumur diisi (menerima air dari saluran irigasi) dan waktu perpindahan air dari sumur satu ke sumur berikutnya, dimana sumur dihubungkan dengan pipa secara seri. Waktu pengisian sumur renteng dirumuskan dengan Persamaan 12, 13 dan 14.

1. Dimensi pipa

$$Q = \frac{1}{4} \pi D^2 \sqrt{2gh} \dots\dots\dots (12)$$

sehingga:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \sqrt{2gh}}} \dots\dots\dots (13)$$

Keterangan:

Q = debit yang melewati pipa (m^3/s)

D = diameter pipa (m)

g = percepatan gravitasi (m/s^2)

h = beda tinggi/head (m)

2. Waktu perpindahan air dari saluran tersier ke sumur dan antar sumur

$$T = \frac{L}{v} \dots\dots\dots (14)$$

Keterangan:

T = waktu yang diperlukan untuk memindahkan air dari saluran tersier ke sumur pertama dan antar sumur (s)

L = panjang pipa (m)

v = kecepatan aliran dalam pipa (m/s)

2.6. Analisis Peningkatan Intensitas Tanam Padi

Pola tanam eksisting Musim Tanam (MT) 1 dan MT 2 pada daerah studi adalah padi, palawija dan tebu. Peningkatan intensitas tanam padi pada periode tersebut dilakukan dengan memanfaatkan potensi debit surplus pada periode tersebut dan mengganti tanaman palawija menjadi tanaman padi. Kebutuhan air tanaman padi tentunya lebih tinggi dari tanaman palawija. Sehingga peningkatan intensitas tanam padi saat MT 1 dan MT 2 diperlukan tambahan ketersediaan air pada intake dengan memanfaatkan potensi debit surplus Sungai Banyubang pada periode tersebut.

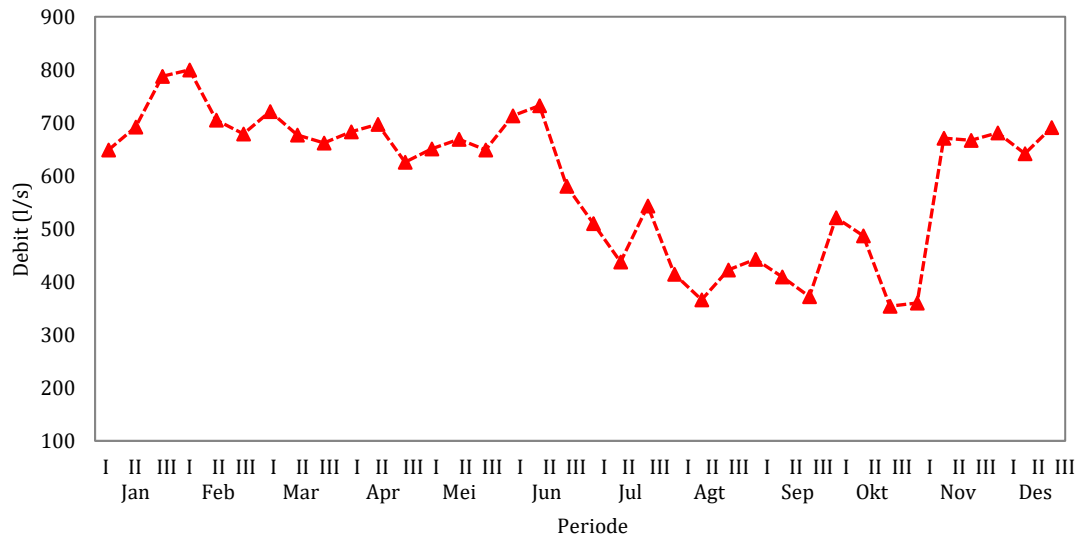
Pola tanam eksisting MT 3 adalah padi, palawija, tembakau, dan tebu. Sumur renteng bertujuan untuk memenuhi semua kebutuhan air tanaman tembakau saat MT 3 yang sebelumnya dipenuhi oleh air irigasi. Sehingga air irigasi untuk kebutuhan tanaman tembakau dapat dialihkan untuk meningkatkan intensitas tanam padi dengan mengganti tanaman palawija menjadi tanaman padi dan pengaturan kembali jadwal pemberian air saat MT 3 dengan menerapkan sistem giliran yang lebih intensif untuk faktor K kurang dari 0,75.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisis Debit Surplus Sungai

Debit andalan intake DI Sumber Pakem dihitung menggunakan data pencatatan debit 10 harian yang masuk ke intake. Data debit yang digunakan dari tahun 2000 sampai 2017 (18 tahun). Hasil perhitungan debit andalan intake DI Sumber Pakem dengan menggunakan metode modus dapat dilihat pada Gambar 2. Debit modus digunakan sebagai debit untuk analisa berikutnya yang dijadikan sebagai acuan apakah debit mencukupi atau tidak terhadap kebutuhan air tanaman di lahan.

Untuk menghitung potensi debit sungai yang bisa digunakan untuk mengisi sumur renteng dan mengoptimalkan pemanfaatan debit surplus pada daerah studi, analisis dilakukan menggunakan metode karakteristik aliran Q_{80} dengan mempertimbangkan debit kebutuhan di daerah hilir Bendung Sumber Pakem seperti pada Gambar 1. Dengan demikian, perhitungan potensi debit sungai yang bisa digunakan untuk mengisi sumur renteng memperhitungkan debit andalan intake dan debit andalan sungai di masing-masing bendung tersebut.



Gambar 2 Grafik Debit Andalan Intake DI Sumber Pakem

Dengan demikian, akan diketahui debit surplus Sungai Banyubang yang bisa dimanfaatkan untuk mengisi sumur renteng dan mengevaluasi kembali neraca air pada DI Sumber Pakem. Data debit yang digunakan dari tahun 2000 sampai 2017 (18 tahun).

Hasil perhitungan debit surplus sungai (debit andalan limpasan bendung) di masing-masing bendung dan debit surplus Sungai Banyubang yang dapat dimanfaatkan untuk mengisi sumur renteng dan optimalisasi debit surplus pada DI Sumber Pakem dapat dilihat pada Gambar 3. Debit surplus Sungai Banyubang yang bisa dimanfaatkan untuk mengisi sumur renteng dan optimalisasi debit surplus pada DI Sumber Pakem dapat dilakukan pada periode I Desember sampai periode III Mei. Limpasan pada Bendung Sumber Pakem hampir selalu terjadi sepanjang musim selama satu tahun, tetapi saat periode I Juni sampai periode III November atau saat musim tanam ketiga (MT 3) semua air yang melimpas di atas Bendung Sumber Pakem semuanya dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan air irigasi pada Daerah Irigasi yang ada di hilir bendung tersebut. Sehingga mulai periode I Juni sampai periode III November atau saat MT 3 tidak terdapat debit surplus, kecuali hanya pada periode I November ($Q_{\text{surplus}} = 10,17 \text{ l/s}$).

3.2. Analisis Neraca Air

3.2.1. Pola Tanam dan Intensitas Tanam Eksisting

Evaluasi pola tanam dan intensitas tanam dilakukan selama 5 (lima) tahun terakhir yaitu dari periode 2012/2013–2016/2017. Hasil analisa pola tanam dan intensitas tanam rata-rata eksisting dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 menunjukkan bahwa intensitas tanam padi saat MT 1 sebesar 97,53% dan MT 2 sebesar 72,28%. Hal tersebut menunjukkan bahwa pada daerah studi perlu dilakukan evaluasi neraca air dan evaluasi pola tanam rencana dengan meningkatkan intensitas tanam padi saat MT 1 dan MT 2. Peningkatan intensitas tanam padi dapat dilakukan dengan cara tanaman palawija pada lahan diganti dengan tanaman padi. Dimana kebutuhan air tanaman padi lebih tinggi daripada tanaman palawija. Sehingga peningkatan intensitas tanam padi saat MT 1 dan MT 2 diperlukan tambahan ketersediaan air pada intake dengan memanfaatkan debit surplus sungai pada periode tersebut.

Sedangkan saat MT 3 ketersediaan air tanaman tembakau akan dilayani oleh tampungan air dari sumur renteng. Tabel 5 menunjukkan bahwa intensitas tanam padi sebesar 20,97%; tanaman palawija sebesar 35,55% dan tanaman tembakau sebesar 40,56%. Sehingga air irigasi yang sebelumnya untuk memenuhi kebutuhan air tanaman tembakau dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan intensitas tanam padi. Peningkatan intensitas tanam padi dapat dilakukan dengan cara yang sama seperti MT 1 dan MT 2, yaitu tanaman palawija pada lahan diganti dengan tanaman padi.

Tabel 5 Evaluasi Pencapaian Luas Tanam DI Sumber Pakem dengan Pola Tanam Eksisting Periode 2012/2013–2016/2017

Jenis Tanaman	Pencapaian Luas Tanam (%)			
	MT 1	MT 2	MT 3	Jumlah
Padi	97,53	72,28	20,97	190,79
Padi gadu tak ijin	0,00	3,89	2,48	6,38
Palawija	2,3	23,39	35,55	60,67
Tembakau	0,00	0,00	40,56	40,56
Tebu	0,43	0,43	0,43	1,30
Intensitas Tanam	100,00	100,00	100,00	300,00

3.2.2. Kebutuhan Air Tanaman dan Neraca Air Eksisting

Evaluasi kebutuhan air nyata tanaman dilakukan pada setiap musim tanam selama lima tahun terakhir yaitu dari periode 2012/2013–2016/2017. Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui seberapa besar kebutuhan air nyata tanaman pada tiap fase dan atau jenis tanaman di setiap musim tanam. Sehingga nantinya akan didapatkan kebutuhan air nyata tanaman rata-rata pada tiap-tiap fase dan atau jenis tanaman selama satu tahun. Selain itu evaluasi kebutuhan air nyata tanaman juga dilakukan untuk mendapatkan nilai FPR eksisting pada setiap musim tanam selama lima tahun terakhir yaitu dari periode 2012/2013–2016/2017. Sehingga nantinya akan didapatkan nilai FPR rata-rata di setiap musim tanam selama satu tahun.

Kebutuhan air nyata tanaman rata-rata pada tiap fase dan atau jenis tanaman selama satu tahun serta nilai FPR rata-rata di setiap musim tanam selama satu tahun akan dijadikan sebagai acuan dalam perhitungan kebutuhan air irigasi rencana sesuai dengan pola tanam yang direncanakan. Sehingga nantinya akan didapatkan kebutuhan air irigasi setiap musim tanam selama satu tahun. Hasil analisa kebutuhan air nyata tanaman rata-rata disajikan dalam Tabel 6.

Neraca air merupakan perbandingan kebutuhan air untuk tanaman dengan debit intake yang tersedia. Dari analisa neraca air dapat diketahui bagaimana kondisi air yang akan digunakan dalam pengaturan pemberian air irigasi. Hasil analisis neraca air terdapat pada Gambar 8. Dari hasil analisa neraca air kondisi eksisting musim tanam 2012/2013– 2016/2017, diketahui periode giliran dengan persentase sebagai berikut:

- Musim tanam 2012/2013: $5,56\% = 2 \times \text{rotasi}$ (faktor K minimum 0,73 di periode I November)
- Musim tanam 2013/2014: $22,22\% = 8 \times \text{rotasi}$ (faktor K minimum 0,63 di periode III Oktober)
- Musim tanam 2014/2015: $13,89\% = 5 \times \text{rotasi}$ (faktor K minimum 0,53 di periode I November)
- Musim tanam 2015/2016: $22,22\% = 8 \times \text{rotasi}$ (faktor K minimum 0,51 di periode III September)
- Musim tanam 2016/2017: $19,44\% = 7 \times \text{rotasi}$ (faktor K minimum 0,45 di periode I November)

Dengan demikian, sistem pemberian air irigasi secara rotasi selama satu tahun pada daerah studi rata-rata 16,67%. Hal tersebut menunjukkan pada daerah studi adanya potensi penerapan sistem giliran yang lebih intensif untuk meningkatkan intensitas tanam padi. Penerapan sistem pemberian air secara giliran di sepanjang musim tanam (MT 3) telah diterapkan di sejumlah daerah irigasi di Jawa Timur khususnya daerah tapal kuda (Madura dan Jawa Timur bagian Timur). Berdasarkan data produktivitas padi Dinas Pekerjaan Umum Sumber Daya Air Provinsi Jawa Timur, saat musim hujan produksi padi rata-rata di daerah tersebut 6,50 ton/ha dan saat musim kemarau (MT 3) produksi padi menjadi 5,00 ton/ha. Penurunan produksi tidak begitu signifikan tetapi dapat meningkatkan jumlah produksi padi saat MT 3 karena luasan tanaman padi yang lebih besar dengan sistem giliran disepanjang musim tanam. Penurunan produksi tidak begitu signifikan karena lembaga HIPPA berjalan dengan baik sehingga pengaturan airnya dapat dilakukan secara baik pula. Pada daerah studi lembaga HIPPA sudah berjalan dengan baik namun sistem pemberian air secara giliran yang lebih intensif/sepanjang musim tanam (MT 3) belum dilaksanakan.

3.3. Perencanaan Sumur Renteng

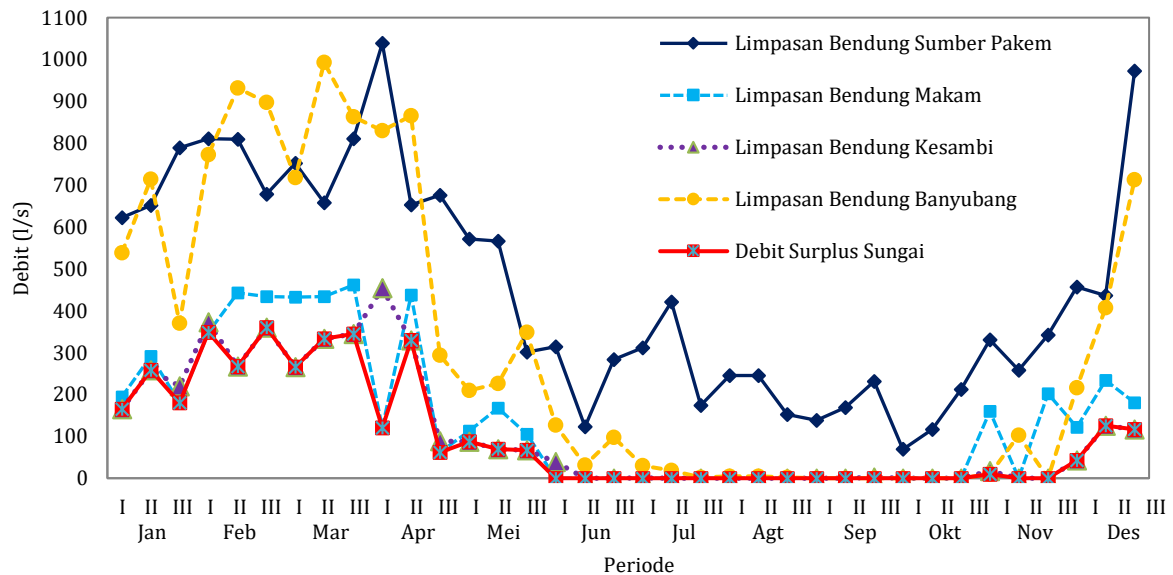
3.3.1. Penyiraman Tanaman Tembakau

Sumur renteng dibangun dengan tujuan untuk menampung air saat musim hujan (debit air sungai melimpah) dan dimanfaatkan saat musim kemarau (MT 3), yaitu untuk memenuhi kebutuhan air tanaman tembakau pada daerah studi seluas 467 ha yang sebelumnya kebutuhan airnya dilayani oleh jaringan irigasi.

Jumlah tanaman tembakau per hektar pada daerah studi sebanyak 15.000 pohon. Berdasarkan Tabel 4 jumlah kebutuhan air pertanaman tembakau sebesar 10 liter. Dengan demikian, kebutuhan air dalam 1 hektar adalah $150 \text{ m}^3/\text{ha}$.

Tabel 6 Kebutuhan Air Irigasi Nyata Rata-rata Di Sumber Pakem

Uraian	Rerata Keb. Air Nyata (l/s/ha)	Rerata LPR	FPR
Pembibitan	5,10	20,02	MT 1 = 0,20
Pengolahan lahan padi	1,40	5,86	MT 2 = 0,19
Pemeliharaan padi	0,96	3,82	MT 3 = 0,31
Palawija	0,25	1,00	
Tembakau	0,30	1,19	
Tebu	0,35	1,38	



Gambar 3 Grafik Debit Surplus Sungai Banyubang

Berdasarkan Tabel 6 kebutuhan air tanaman tembakau pada daerah studi dengan menggunakan metode FPR-LPR sebesar 0,30 l/s/ha atau 25,92 m³/s. Sistem pemberian air dengan metode FPR-LPR didasarkan pada pola pengelolaan air yang umum dilakukan pada sistem irigasi permukaan yaitu menggunakan sistem *stagnant constant level* (penggenangan terus-menerus) atau sistem alur. Sedangkan sistem pemberian air untuk tanaman tembakau pada daerah studi adalah sistem kocor yang kebutuhan airnya jauh lebih kecil sebesar 2,31 m³/hari/ha.

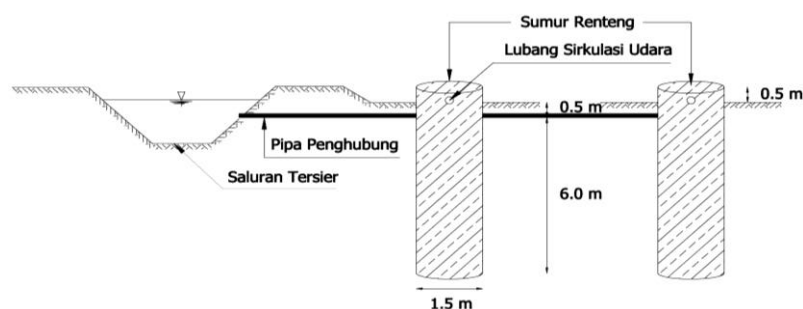
Jumlah kebutuhan air di setiap petak kuarter yang ditanami tembakau didapatkan berdasarkan luas petak kuarter dalam hektar dikalikan kebutuhan air tembakau per hektar, yang nantinya akan dijadikan sebagai dasar dalam penentuan jumlah sumur di setiap petak kuarter.

3.3.2. Penentuan Dimensi dan Kapasitas Sumur Renteng

Sumur renteng merupakan media untuk menampung air yang ditempatkan pada petak kuarter secara seri (antar sumur terhubung

dengan pipa) dan air disadap dari saluran tersier masuk ke dalam sumur melalui pipa penghubung, sehingga sumur yang ada di bawahnya mengambil air dari sumur yang ada di atasnya. Dalam satu jaringan sumur renteng akan terdapat satu pengambilan, yaitu air dari saluran tersier akan mengisi sumur pertama melalui pipa penghubung sampai sumur terisi penuh kemudian air dari sumur pertama akan melimpas melalui pipa penghubung dan mengalir ke sumur kedua, begitu seterusnya.

Konstruksi sumur dari buis beton diameter 1,50 m dan tinggi 0,50 m. Bagian dasar sumur dipasang tutup buis beton dan tumpukan antar buis beton serta antara buis beton dengan tutup buis beton ditutup dengan campuran semen dan pasir (siaran) sehingga kedap air. Bagian atas sumur juga dipasang tutup buis beton untuk mengurangi penguapan dan juga faktor keamanan. Pada bagian atas setiap sumur terdapat lubang yang berfungsi sebagai sirkulasi udara. Gambar 4 merupakan sketsa dari jaringan sumur renteng. Dengan demikian, kapasitas tampungan sumur adalah 10,607 m³.



Gambar 4 Sketsa Jaringan Sumur Renteng

3.3.3. Pola Operasi Sumur Renteng

Pola operasi sumur renteng yang dimaksud adalah proses pengisian dari satu sumur ke sumur lain yang dihubungkan oleh pipa secara seri dan menyadap air secara langsung dari saluran tersier. Jumlah sumur di setiap petak kuarter didapatkan berdasarkan kebutuhan air tanaman tembakau di setiap petak dibagi volume tampungan sumur. Sehingga dalam satu jaringan sumur renteng terdapat beberapa sumur yang terhubung secara seri dan jumlahnya sesuai dengan kebutuhan air tanaman tembakau yang akan dilayani. Pola pengisian pada jaringan sumur renteng adalah air dari saluran tersier akan mengisi sumur pertama sampai penuh melalui pipa penghubung kemudian air dari sumur pertama akan melimpas melalui pipa penghubung dan mengalir ke sumur kedua, begitu seterusnya.

Penempatan lokasi sumur dalam petak kuarter ditetapkan atas pertimbangan jarak layanan sumur ke lahan/tanaman yaitu maksimal sejauh 100 meter dan atau berdasarkan kondisi di lapangan. Sehingga dalam satu petak kuarter akan terdapat satu atau lebih jaringan sumur renteng. Jarak antara saluran tersier dengan sumur direncanakan 3 m, sedangkan jarak antar sumur dalam satu jaringan direncanakan sama berdasarkan kebutuhan jumlah sumur dari masing-masing jaringan.

Pendistribusian air dari sumur ke lahan/tanaman tembakau dilakukan dengan metode yang sudah diterapkan oleh petani yaitu secara manual atau dengan cara kocor dan air dari sumur diambil dengan cara ditimba secara manual. Jumlah pemberian air ke setiap tanaman dilakukan sesuai dengan jumlah kebutuhan air setiap fase tanaman tembakau seperti pada Tabel 4.

Untuk menentukan dimensi pipa pada jaringan sumur renteng direncanakan debit yang masuk ke pipa (Q_{pipa}) sebesar 6,00 l/s, sehingga dimensi pipa yang diperlukan sebesar 3 inch. Hasil perhitungan jumlah sumur dan pola operasi pengisian jaringan sumur renteng dapat dilihat pada Tabel 7. Contoh gambar penempatan lokasi sumur dalam petak kuarter SP.6Ki.11 dapat dilihat pada Gambar 5.

Waktu yang diperlukan untuk mengisi jaringan sumur renteng (waktu isi) didapatkan dari waktu perpindahan air dari saluran tersier ke sumur dan antar sumur (Persamaan 14) ditambah waktu pengisian setiap sumur (Persamaan 11). Dari Tabel 7 dapat dilihat bahwa untuk pengisian seluruh sumur renteng pada DI Sumber Pakem yaitu sebanyak 103 jaringan sumur renteng (6.599 sumur) dengan penambahan debit pengaliran pada intake sebesar 6 l/s dan pengisian sumur

yang dilakukan secara terus menerus (24 jam), maka diperlukan waktu pengisian selama 135,33 hari (135 hari 7 jam 51 menit 8 detik).

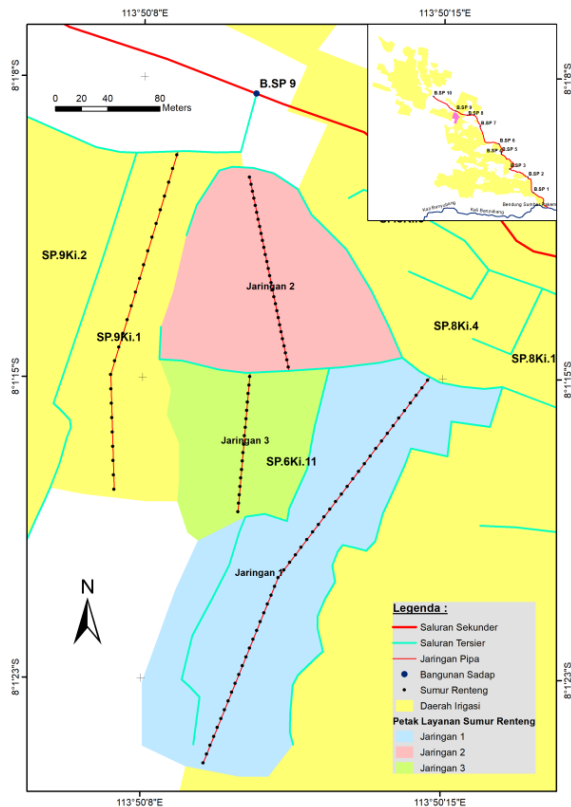
3.4. Evaluasi Peningkatan Intensitas Tanam Padi

3.4.1. Pola Tanam Rencana

Berdasarkan evaluasi pola tanam eksisting selama lima tahun periode tanam dan hasil analisa debit surplus sungai pada daerah studi, maka pola tanam yang direncanakan adalah meningkatkan intensitas tanam padi rencana dengan mempertimbangkan pola tanam yang sesuai dengan kebiasaan petani setempat. Sehingga jenis tanaman palawija pada setiap musim tanam perlu untuk dianalisa kembali untuk ditingkatkan menjadi tanaman padi.

Tabel 7 Rekapitulasi Perhitungan Jumlah Sumur dan Pola Operasi Pengisian Jaringan Sumur Renteng

No.	Nama Petak	Jumlah Jaringan (buah)	Jumlah Sumur (buah)	Waktu isi (jam)
I	SP.6Ki	3	93	45,77
1	SP.6Ki.11	3	93	45,77
II	SP.7Ka	7	511	251,40
1	SP.7Ka.5	1	108	53,10
2	SP.7Ka.6	2	104	51,16
3	SP.7Ka.7	2	100	49,24
4	SP.7Ka.8	2	199	97,89
III	SP.8Ki	2	223	109,75
1	SP.8Ki.2	2	223	109,75
IV	SP.9Ki	10	618	303,98
1	SP.9Ki.1	1	25	12,33
2	SP.9Ki.4	2	156	76,71
3	SP.9Ki.5	1	67	32,93
4	SP.9Ki.6	1	52	25,58
5	SP.9Ki.7	5	318	156,44
V	SP.10Ki	21	1.639	807,09
1	SP.10Ki.4	6	243	119,61
2	SP.10Ki.5	4	469	231,02
3	SP.10Ki.6	2	192	94,57
4	SP.10Ki.7	2	163	80,31
5	SP.10Ki.8	2	200	98,49
6	SP.10Ki.9	5	372	183,08
VI	SP.10Te	34	2.000	984,51
1	SP.10Te.1	12	549	270,22
2	SP.10Te.2	2	187	92,10
3	SP.10Te.3	1	34	16,73
4	SP.10Te.4	4	364	179,16
5	SP.10Te.5	5	296	145,74
6	SP.10Te.6	5	264	129,91
7	SP.10Te.7	5	306	150,64
VII	SP.10Ka	26	1.515	745,35
1	SP.10Ka.2	5	342	168,26
2	SP.10Ka.3	3	75	36,92
3	SP.10Ka.4	3	185	91,01
4	SP.10Ka.5	3	207	101,81
5	SP.10Ka.6	2	69	33,95
6	SP.10Ka.7	6	439	215,96
7	SP.10Ka.8	4	198	97,44
Jumlah		103	6.599	3.247,85



Gambar 5 Peta Jaringan Sumur Renteng DI Sumber Pakem pada Petak Kuartir SP.6Ki.11

Pada MT 1 dan MT 2 semua tanaman palawija diganti dengan tanaman padi dengan pertimbangan pada periode tersebut terjadi debit surplus sungai. Saat MT 3 semua tanaman palawija diganti dengan tanaman padi dengan pertimbangan semua kebutuhan air tanaman tembakau disuplai dari tampungan air pada jaringan sumur renteng. Sehingga air irigasi yang seharusnya untuk memenuhi kebutuhan air tanaman palawija menjadi tanaman padi serta menerapkan sistem giliran yang lebih intensif pada periode tersebut. Luasan tanaman tebu tetap dipertahankan karena berdasarkan data tanaman selama 5 tahun terakhir luasannya tetap. Untuk itu pada daerah studi direncanakan pola tata tanam sebagai berikut:

Musim Tanam 1 : Padi (99,57%) – Tebu (0,43%)
 Musim Tanam 2 : Padi (99,57%) – Tebu (0,43%)
 Musim Tanam 3 : Padi (59,01%) – Tembakau (40,56%) – Tebu (0,43%)

Awal tanam MT 1 direncanakan pada periode II Oktober berdasarkan hasil koordinasi dari UPTD dan HIPPA di lapangan dengan pertimbangan pada periode tersebut merupakan awal musim hujan dan berdasarkan data tanaman selama 5 tahun terakhir awal tanam MT 1 dimulai di bulan oktober dengan fase pengolahan lahan selama 8 periode 10

harian dan menerapkan sistem giliran untuk faktor K kurang dari 0,75.

3.4.2. Rencana Pembagian Air

Pembagian air direncanakan dengan menggunakan dasar perhitungan satuan FPR berdasarkan nilai-nilai yang diperoleh sesuai dengan kondisi pada daerah studi. Selain itu juga berdasarkan kriteria faktor K (Persamaan 7 dan Tabel 2).

Pada saat MT 3 terjadi perubahan luas layanan air irigasi karena adanya jaringan sumur renteng yang peruntukannya untuk memenuhi kebutuhan air tanaman tembakau. Hal tersebut akan mempengaruhi terhadap pembagian blok golongan saat MT 3, sehingga pembagian blok golongan pada daerah studi akan dibedakan menjadi 2 (dua) yaitu:

- Blok golongan saat MT 1 dan MT 2
- Blok golongan saat MT 3

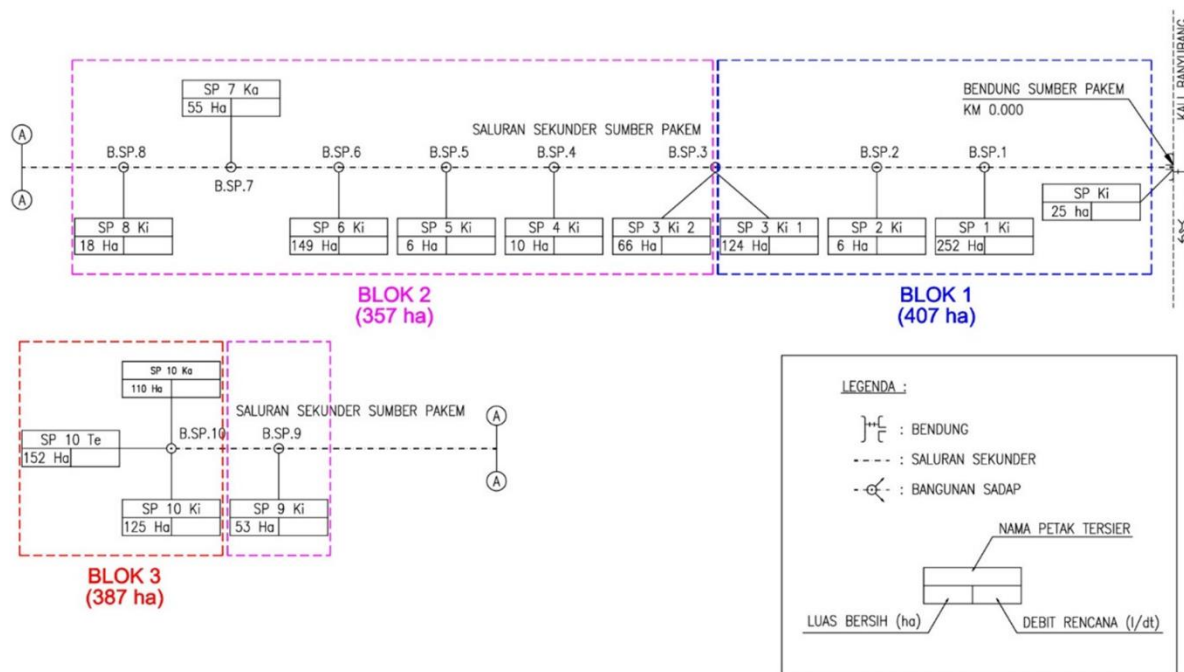
Sehingga pembagian blok golongan dalam setiap sistem jaringan irigasi pada DI Sumber Pakem direncanakan seperti pada Gambar 6 dan Gambar 7.

3.4.3. Perhitungan Kebutuhan Air Irigasi Rencana

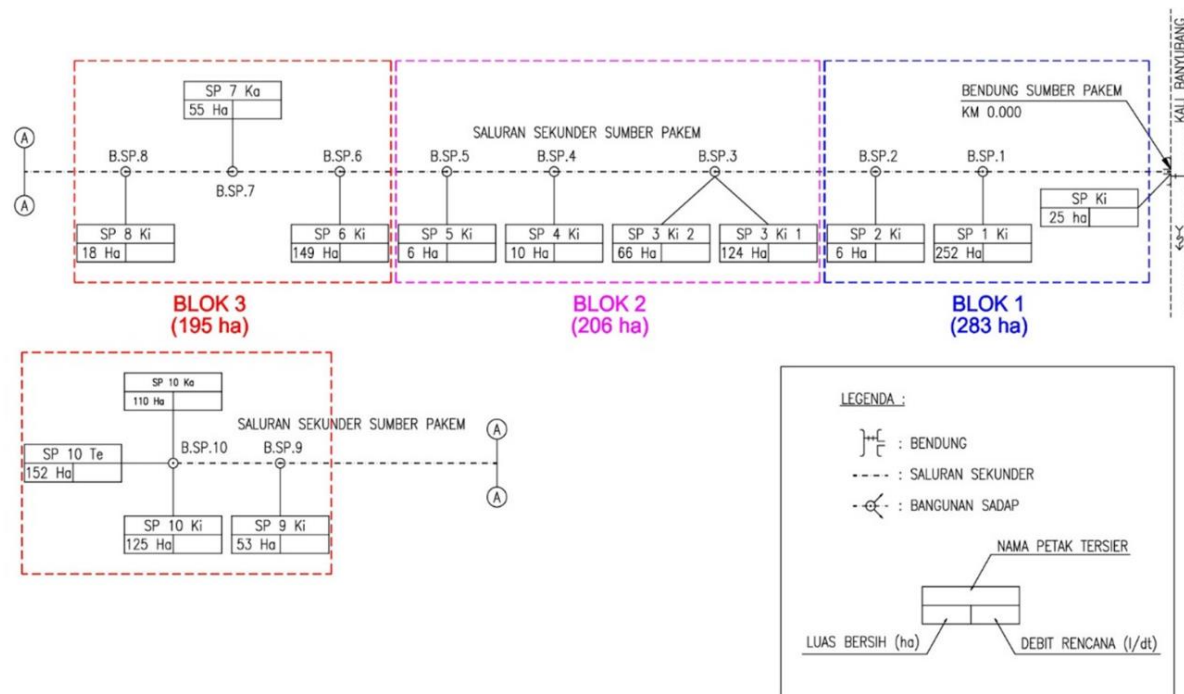
Perhitungan kebutuhan air irigasi rencana berdasarkan pada pola tanam rencana, rencana pembagian blok golongan dan hasil evaluasi kriteria FPR dan LPR pada Tabel 6. Hasil analisa kebutuhan air irigasi rencana dapat dilihat pada Tabel 8. Sedangkan hasil analisa neraca air dengan pola tanam eksisting dan pola tanam rencana dapat dilihat pada Gambar 8.

Gambar 8 menunjukkan bahwa Sungai Banyubang terdapat potensi debit surplus yang belum dimanfaatkan secara maksimal saat MT 1 dan MT 2. Dimana pada periode tersebut (Januari–Mei) debit kebutuhan dengan pola tanam eksisting masih dibawah debit ketersediaan sungai. Sehingga debit sungai hanya melimpas di atas bendung-bendung yang ada di Sub DAS Banyubang seperti pada Gambar 3. Saat MT 3 (Juni–Oktober) debit kebutuhan eksisting dibawah debit ketersediaan dengan faktor K rata-rata 0,72.

Evaluasi neraca air dengan pola tanam rencana (meningkatkan intensitas tanam padi) dengan memanfaatkan debit surplus sungai saat MT 1 dan MT 2 mengakibatkan kebutuhan air yang cukup besar terutama pada awal musim tanam. Sedangkan saat MT 3 jaringan irigasi hanya melayani 684 ha dengan kebutuhan air tanaman tembakau seluas 467 ha dilayani oleh sumur renteng.



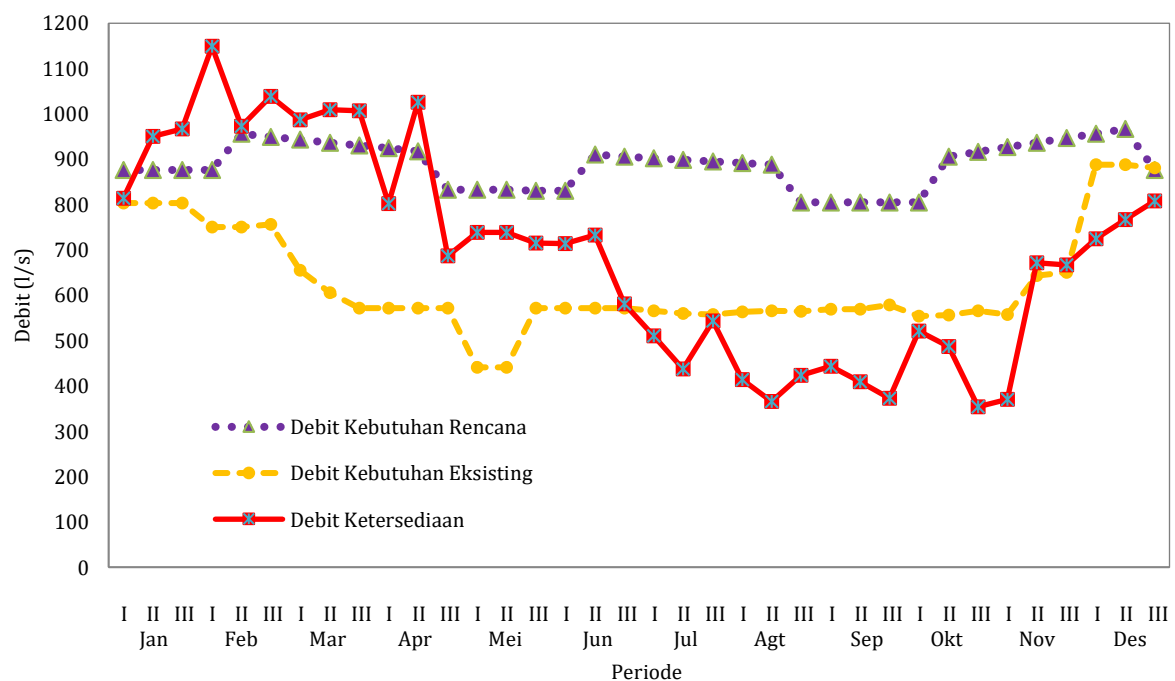
Gambar 6 Pembagian Blok Golongan DI Sumber Pakem MT 1 dan MT 2



Gambar 7 Pembagian Blok Golongan DI Sumber Pakem MT 3

Tabel 8 Hasil Analisa Neraca Air dan Pembagian Air pada DI Sumber Pakem

Bulan	Periode	Musim Tanam	Kebutuhan Air Irigasi (l/s)				Debit Intake (l/s)	Evaluasi Pembagian Air	
			Gol. I	Gol. II	Gol. III	Total		Faktor K	Kriteria
Oktober	I	III	335,52	244,23	225,26	805,01	521,55	0,65	Gilir Tersier
	II	I	363,97	276,34	265,23	905,53	487,20	0,54	Gilir Tersier
	III	I	360,45	280,41	275,20	916,06	354,00	0,39	Gilir Sekunder
November	I	I	356,94	284,48	285,17	926,59	370,44	0,40	Gilir Sekunder
	II	I	353,43	288,55	294,68	936,65	671,25	0,72	Gilir Tersier
	III	I	349,91	292,62	304,19	946,72	666,93	0,70	Gilir Tersier
Desember	I	I	346,40	296,69	313,70	956,79	724,11	0,76	Terus-menerus
	II	I	342,89	300,76	323,21	966,85	767,38	0,79	Terus-menerus
	III	I	310,92	272,73	293,21	876,86	807,70	0,92	Terus-menerus
Januari	I	I	310,92	272,73	293,21	876,86	814,55	0,93	Terus-menerus
	II	I	310,92	272,73	293,21	876,86	944,13	1,08	Terus-menerus
	III	I	310,92	272,73	293,21	876,86	961,42	1,10	Terus-menerus
Februari	I	I	310,92	272,73	293,21	876,86	1142,77	1,30	Terus-menerus
	II	II	339,00	297,36	319,56	955,92	966,40	1,01	Terus-menerus
	III	II	336,74	295,37	317,44	949,56	1033,01	1,09	Terus-menerus
Maret	I	II	334,49	293,39	315,32	943,20	980,76	1,04	Terus-menerus
	II	II	332,23	291,41	313,20	936,84	1003,33	1,07	Terus-menerus
	III	II	329,97	289,43	311,08	930,48	1000,92	1,08	Terus-menerus
April	I	II	327,71	287,45	308,96	924,12	796,51	0,86	Terus-menerus
	II	II	325,45	285,47	306,84	917,76	1020,17	1,11	Terus-menerus
	III	II	295,11	258,86	278,37	832,34	680,97	0,82	Terus-menerus
Mei	I	II	295,11	258,86	278,37	832,34	732,34	0,88	Terus-menerus
	II	II	295,11	258,86	278,37	832,34	733,00	0,88	Terus-menerus
	III	II	295,11	258,86	276,99	830,96	709,15	0,85	Terus-menerus
Juni	I	II	295,11	258,86	276,99	830,96	713,48	0,86	Terus-menerus
	II	III	335,38	281,88	292,75	910,00	732,42	0,80	Terus-menerus
	III	III	341,15	279,79	285,36	906,30	580,56	0,64	Gilir Tersier
Juli	I	III	346,92	277,70	277,97	902,59	509,92	0,56	Gilir Tersier
	II	III	352,69	275,60	270,58	898,88	438,00	0,49	Gilir Sekunder
	III	III	358,46	273,51	263,19	895,17	543,60	0,61	Gilir Tersier
Agustus	I	III	364,24	271,42	255,80	891,47	414,00	0,46	Gilir Sekunder
	II	III	370,01	269,33	248,42	887,76	365,80	0,41	Gilir Sekunder
	III	III	335,52	244,23	225,26	805,01	422,80	0,53	Gilir Tersier
September	I	III	335,52	244,23	225,26	805,01	443,00	0,55	Gilir Tersier
	II	III	335,52	244,23	225,26	805,01	409,63	0,51	Gilir Tersier
	III	III	335,52	244,23	225,26	805,01	372,20	0,46	Gilir Sekunder



Gambar 8 Grafik Neraca Air Eksisting dan Rencana

3.4.4. Penentuan Jadwal Rotasi/Gilir

Jadwal rotasi ditentukan berdasarkan hasil analisis neraca air dan pembagian air pada analisa sebelumnya. Berdasarkan hasil evaluasi pembagian air DI Sumber Pakem memerlukan jadwal rotasi golongan. Tujuan jadwal rotasi adalah untuk mengatur jatah waktu rotasi pada tiap blok golongan yang sudah ditentukan. Hasil analisa jadwal pemberian air DI Sumber Pakem dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9 menunjukkan bahwa sistem pemberian air irigasi pada DI Sumber Pakem secara terus-menerus terjadi pada periode I Desember sampai periode II Juni yaitu selama 202 hari. Sedangkan debit surplus Sungai Banyubang terjadi pada periode I Desember sampai periode III Mei yaitu selama 182 hari. Waktu yang diperlukan untuk mengisi seluruh sumur renteng pada DI Sumber Pakem adalah selama 135,33 hari. Sehingga waktu pengisian sumur renteng dapat dilakukan pada saat sistem pemberian air irigasi pada daerah studi dilakukan secara terus-menerus supaya tidak mengganggu pola pemberian air pada DI Sumber Pakem. Untuk itu waktu pengisian sumur renteng dengan penambahan debit pengaliran pada intake

sebesar 6,00l/s dapat dilakukan pada periode II Januari sampai periode III Mei (tanggal 16 Januari sampai 31 Mei) yaitu selama 136 hari.

Peningkatan intensitas tanam padi sebesar 38,02% saat MT 3 (Periode II Juni sampai Periode I Oktober) mengakibatkan sistem pemberian air irigasi secara giliran sepanjang musim atau 91,67% dengan faktor K minimum 0,39. Hal tersebut berpotensi menimbulkan konflik di tingkat petani pada daerah studi karena pola tanam eksisting saat MT 3 sistem pemberian air secara rotasi rata-rata 31,67% dengan faktor K minimum 0,45. Hal tersebut perlu dilakukan koordinasi yang baik di tingkat petani/HIPPA dan institusi pemerintah yang berwenang dalam pembagian airnya. Pada lokasi studi, lembaga HIPPA sudah berjalan dengan baik dan koordinasi dengan UPTD dan institusi pemerintah lainnya yang berwenang juga sudah berjalan dengan baik. Sehingga penerapan sistem giliran secara intensif di lapangan dapat diterapkan. Perbandingan antara kondisi eksisting dengan kondisi rencana studi DI Sumber Pakem dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 9 Jadwal Pemberian Air DI Sumber Pakem

Bln	Tanggal																															
	Periode I								Periode II										Periode III													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Okt	Gol. 1 & 2		Gol.1 & 3		Gol.2 & 3		Gol. 1 & 2		Gol. 1&3		Gol. 2&3		Gol. 1		Gol. 2		Gol. 3															
Nov	Gol. 1		Gol. 2		Gol. 3		Gol. 1&2		Gol. 1&3		Gol. 2&3		Gol.1 & 2		Gol. 1 & 3		Gol.2 & 3															
Des	Terus-menerus								Terus-menerus								Terus-menerus															
Jan	Terus-menerus								Terus-menerus								Terus-menerus															
Feb	Terus-menerus								Terus-menerus								Terus-menerus															
Mar	Terus-menerus								Terus-menerus								Terus-menerus															
Apr	Terus-menerus								Terus-menerus								Terus-menerus															
Mei	Terus-menerus								Terus-menerus								Terus-menerus															
Jun	Terus-menerus								Terus-menerus								Gol. 1&3		Gol. 1&3		Gol. 2&3											
Jul	Gol. 1&2		Gol. 1&3		Gol. 2&3		Gol. 1		Gol. 2		Gol. 3		Gol. 1 & 2		Gol. 1 & 3		Gol.2 & 3															
Agt	Gol. 1		Gol.2		Gol. 3		Gol. 1		Gol. 2		Gol. 3		Gol. 1 & 2		Gol. 1 & 3		Gol.2 & 3															
Sep	Gol. 1 & 2		Gol.1 & 3		Gol.2 & 3		Gol. 1 & 2		Gol.1 & 3		Gol.2 & 3		Gol. 1		Gol. 2		Gol. 3															

Tabel 10 Perbandingan Kondisi Eksisting dan Kondisi Rencana Studi

No	Uraian	Kondisi Eksisting		Kondisi Rencana Studi	
1	Suplai kebutuhan air tanaman	Jaringan irigasi		Jaringan irigasi dan sumur renteng	
2	Pola Tata Tanam				
	a. Musim Tanam 1	Padi – Palawija – Tebu		Padi – Tebu	
	b. Musim Tanam 2	Padi – Palawija – Tebu		Padi – Tebu	
	c. Musim Tanam 3	Padi – Palawija – Tembakau – Tebu		Padi – Tembakau – Tebu	
3	Intensitas tanam				
	a. Musim Tanam 1	Padi	(97,53%)	Padi	(99,57%)
		Palawija	(2,03%)	Tebu	(0,43%)
		Tebu	(0,43%)		
	b. Musim Tanam 2	Padi	(72,28%)	Padi	(99,57%)
		Palawija	(27,28%)	Tebu	(0,43%)
		Tebu	(0,43%)		
	c. Musim Tanam 3	Padi	(20,97%)	Padi	(59,01%)
		Palawija	(38,04%)	Tembakau	(40,56%)
		Tembakau	(40,56%)	Tebu	(0,43%)
		Tebu	(0,43%)		
4	Luas layanan yang diairi jaringanirigasi				
	a. Musim Tanam 1	1.151 ha		1.151 ha	
	b. Musim Tanam 2	1.151 ha		1.151 ha	
	c. Musim Tanam 3	1.151 ha		684 ha	

IV. KESIMPULAN

Optimalisasi pemanfaatan debit surplus Sungai Banyubang dengan mengevaluasi neraca air pada daerah studi dapat meningkatkan intensitas tanam padi saat MT 1 sebesar 2,03% dan MT 2 sebesar 27,28%. Debit surplus Sungai Banyubang juga dimanfaatkan untuk mengisi jaringan sumur renteng dengan penambahan debit pengaliran pada intake sebesar 6,00 l/s.

Sumur renteng dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan air tanaman tembakau pada daerah studi saat musim kemarau (MT 3) yang sebelumnya dipenuhi oleh air irigasi. Kebutuhan air tanaman tembakau seluas 467 ha pada daerah studi dapat disuplai oleh 103 jaringan sumur renteng (6.599 sumur). Sehingga air irigasi untuk kebutuhan tanaman tembakau dapat dialihkan untuk meningkatkan intensitas tanam padi dengan menerapkan sistem giliran yang lebih intensif untuk faktor K dibawah 0,75.

Penerapan sumur renteng dan sistem giliran secara intensif saat MT 3 dapat meningkatkan intensitas tanam padi sebesar 38,02% dengan sistem pemberian air secara giliran sepanjang musim (91,67%) dan faktor K minimum 0,39. Hal tersebut perlu dilakukan koordinasi yang baik ditingkat petani/HIPPA dan institusi pemerintah yang berwenang dalam pembagian airnya karena berpotensi terjadinya konflik ditingkat petani. Analisa studi kelayakan pembangunan jaringan sumur renteng pada suatu daerah irigasi baik dari segi ekonomi dan sosial merupakan topik yang perlu diteliti lebih lanjut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat yang telah memberikan Beasiswa Pendidikan Kedinasan jenjang Magister kepada penulis di Magister Teknik Pengairan Universitas Brawijaya. Kemudian juga untuk pihak yang telah membantu dalam pengumpulan data di tingkat provinsi dan kabupaten (Dinas PU SDA Provinsi Jawa Timur, UPT PSDA WS Sampean Setail di Bondowoso, Dinas Pertanian Kabupaten Bondowoso, Pengamat SDA Wilayah Sukowono dan UPT SDA Grujugan di Maesan) sehingga bisa dilakukan analisa dan menghasilkan karya tulis ilmiah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Angguniko, B. Y., & Hidayah, S. (2017). Rancangan unit pengelola irigasi modern di Indonesia. *Jurnal Irigasi*, 12(1), 23–36.
- Asdak, C. (2004). *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta, Indonesia: Gadjah Mada University Press.
- Balai Pengkajian Teknologi Pertanian. (2006). *Sistem Irigasi Sumur Renteng*. Yogyakarta, Indonesia: Balai Pengkajian Teknologi Pertanian.
- Direktorat Irigasi dan Rawa. (2013). *Standar Perencanaan Irigasi—Kriteria Perencanaan Bagian Perencanaan* (KP-01). Jakarta: Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, Kementerian Pekerjaan Umum.
- Gohar, A. A., Amer, S. A., & Ward, F. A. (2015). Irrigation infrastructure and water appropriation rules for food security. *Journal of Hydrology*, 520, 85–100. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2014.11.036>

- Hatmoko, W., Radhika, Firmansyah, R., & Fathoni, A. (2018). Ketahanan air irigasi pada wilayah sungai di Indonesia. *Jurnal Irigasi*, 12(2), 65–76.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2015). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 14 /Prt/M/2015 Tentang Kriteria dan Penetapan Status Daerah Irigasi*. Jakarta, Indonesia.
- Kementerian Pertanian. (2015). *Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 326/KPTS/KB.020/2015 Tentang Pedoman Produksi, Sertifikasi, Peredaran dan Pengawasan Benih Tanaman Tembakau (Nicotiana tabacum L.)*. Jakarta, Indonesia: Kementerian Pertanian.
- Kunaifi, A. A., Limantara, L. M., & Priyantoro, D. (2011). Pola penyediaan air DI Tibunangka dengan sumur renteng pada sistem suplesi renggung. *Jurnal Teknik Pengairan*, 2(1). Diperoleh dari <https://jurnalpengairan.ub.ac.id/index.php/jtp/article/view/126>
- Kurniati, E. (2001). Analisis finansial penerapan metode pemberian air irigasi dengan microsprayer pada Tanaman Tembakau Sawah (Nicotiana Tabacum) di Madura. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 2(2), 1–13.
- Martani, Y. (1997). *Pengelolaan Irigasi*. Surabaya: Dinas Pekerjaan Umum Pengairan Daerah Tingkat I Jawa Timur.
- Muiz, I. D., Harisuseno, D., & Asmaranto, R. (2017). Evaluasi sistem pemberian air Daerah Irigasi Kedung Putri guna meningkatkan intensitas tanam padi. *Jurnal Teknik Pengairan*, 8(2), 194–204.
- Perwitasari, S. D. N., & Bafdal, N. (2016). Penjadwalan irigasi berbasis neraca air pada sistem pemanenan air limpasan permukaan untuk pertanian lahan kering. *Jurnal Keteknik Pertanian*, 4(2). Diperoleh dari <https://journal.ipb.ac.id/index.php/jtep/article/view/15910>
- Puteriana, S. A., Harisuseno, D., & Prayogo, T. B. (2016). Kajian sistem pemberian air irigasi metode konvensional dan metode SRI (System of Rice Intensification) pada Daerah Irigasi Pakis Kecamatan Pakis Kabupaten Malang. *Jurnal Teknik Pengairan*, 7(2), 236–247.
- Rahadi, B., Suharto, B., Rachman, A., & Machfudz. (1996). *Pengendalian Resiko Kegagalan Panen Tembakau Karena Pengaruh Cuaca Mempergunakan Irigasi Curah*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Subari, & Muqorrobin, M. (2013). Pemberian air sistem gilir berselang pada Saluran Sekunder Kandanghaur, Seksi Patrol, Perum Jasa Tirta II. *Jurnal Irigasi*, 8(2), 138–146.
- Suwarno, S. (2010). Meningkatkan produksi padi menuju ketahanan pangan yang lestari. *Jurnal Pangan*, 19(3), 233–243. <https://doi.org/10.33964/jp.v19i3.150>
- Triatmodjo, B. (2010). *Hidrologi Terapan* (Cetakan Kedua). Yogyakarta, Indonesia: Beta Offset.