

**OPTIMASI PEMANFAATAN SUMBER AIR UNTUK IRIGASI
PADA DAERAH ALIRAN SUNGAI KREMIT**
Optimization of Water Resources for Irrigation in Kremit Watershed

Siti Kholilaturrohmi*, Muh Bagus Budianto*, Ery Setiawan*

*Jurusan Teknik Sipil Universitas Mataram,
Jl. Majapahit No. 62 Mataram

Email : siti.kholilatorrohmi@gmail.com, mbagusbudianto@unram.ac.id,
ery.setiawan@unram.ac.id

Abstrak

Daerah Aliran Sungai (DAS) Kremit merupakan salah satu DAS yang ada di Pulau Lombok. Di sepanjang Sungai Kremit terdapat tiga bendung yang melayani areal irigasi seluas 1.773 ha. Permasalahan pada DAS Kremit adalah ketidakseimbangan antara kebutuhan air dan ketersediaan air di hulu dan hilir. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengoptimalkan potensi air pada DAS Kremit. Metode yang digunakan adalah dengan menggunakan metode optimasi dengan program linier. Optimasi dilakukan dengan mempertimbangkan asas keseimbangan dan keadilan dengan memaksimalkan luas tanam untuk mendapatkan keuntungan usaha tani. Output yang dihasilkan optimasi berupa luas tanam tiap musim, pemberian air dan keuntungan yang diperoleh pada keandalan 80% dan 50%. Hasil analisis menunjukkan pemanfaatan sumberdaya air pada DAS Kremit untuk irigasi dengan pola tanam padi-padi/palawija-palawija dengan debit andalan Q80 sebesar Rp. 116.918.174.838,-, dengan luas tanam 982 ha pada musim tanam pertama, 1.625 ha pada musim tanam kedua (385 ha padi dan 1.240 ha palawija) dan 1.773 ha untuk musim tanam ketiga. Sedangkan keuntungan yang diperoleh untuk Q50 sebesar Rp 133.726.364.036,-, dengan luas tanam 1.773 ha pada setiap musim tanam.

Kata kunci : Kebutuhan air irigasi, Ketersediaan air, Optimasi, Program linier.

PENDAHULUAN

Air adalah sumber kehidupan di bumi, yang sangat dibutuhkan oleh semua makhluk hidup dan dapat mempengaruhi produktivitas berbagai sektor kehidupan manusia. Di era modern pun, arah pengembangan pembangunan ekonomi akan selalu bertumpu pada pembangunan dan pengembangan sumberdaya air.

Pulau Lombok memiliki potensi pengembangan sektor pertanian yang cukup besar. Potensi tersebut tersebar di bagian barat sampai dengan timur. Namun secara alamiah, wilayah bagian barat memiliki sumber air dan ketersediaan air cukup besar dibanding wilayah bagian tengah dan sebagian bagian timur. Wilayah bagian timur terdiri dari Kabupaten Lombok Tengah dan Kabupaten Lombok Timur bagian selatan. Curah hujan yang relatif sedikit dan distribusinya yang tidak merata menyebabkan ketersediaan air dan pemenuhan kebutuhan air untuk irigasi menjadi rendah.

Salah satu daerah selatan yang mengalami ketidakseimbangan antara kebutuhan air dan ketersediaan air di hulu dan hilir adalah DAS Kremit yang berada di Kabupaten Lombok Timur. Terdapat 3 (tiga) bendung di sepanjang Sungai Kremit, yaitu Bendung Kangkek Leping, Reban Talat dan Sakra. Permasalahan tersebut diperparah oleh pola perilaku petani daerah hulu yang menggunakan air semauanya tanpa memperhatikan nasib petani di daerah hilir. Perilaku petani tersebut mengakibatkan di daerah hilir mengalami kekurangan air sehingga pembagian air di daerah hulu dan hilir tidak merata, terutama pada musim kemarau. Optimasi pemanfaatan air dengan mempertimbangkan prinsip

pemerataan dan keadilan antara di daerah hulu dan daerah hilir diharapkan dapat memberikan hasil yang maksimal bagi para petani, sehingga dilakukan penelitian untuk mengetahui optimasi pemanfaatan air pada DAS Kremit.

TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian Terkait

Alhamzani (2013) dalam penelitiannya yang berjudul optimasi pengalokasian air Bendung Pandanduri dalam peningkatan pendapatan petani di Daerah Irigasi Pandanduri Kabupaten Lombok Timur. Pemberian air pada suatu daerah irigasi didasarkan pada nilai keseimbangan air yakni jumlah air yang tersedia dan jumlah air yang dibutuhkan untuk kebutuhan irigasi.

Budianto dkk., (2013) telah melakukan penelitian tentang optimasi pemanfaatan sumber daya air pada Daerah Aliran Sungai Jangkok. Optimasi dilakukan dengan mempertimbangkan asas keseimbangan dan keadilan, yaitu air irigasi di masing-masing bendung terbagi secara proporsional. Hasil analisis pemanfaatan sumber daya air pada DAS Jangkok untuk irigasi dengan pola tanam padi-padi-palawija memberikan keuntungan sebesar Rp. 147.543.530.700,- yaitu Rp. 64.407.138.705,- untuk luas tanam 3.659 ha pada musim tanam pertama, Rp.64.924.481.134,- untuk luas tanam 3.689 ha pada musim tanam kedua dan Rp.18.211.910.895,- untuk luas 1.694 ha pada musim tanam ketiga.

Firmansyah (2016) melakukan analisis dengan judul analisis hidrologi dan optimasi tampungan Embung Batu Payung Kecamatan Pringgabaya Kabupaten Lombok Timur dengan menggunakan data pos iklim dari stasiun terdekat. Studi ini menggunakan *solver* yang ada pada *MS. Excel* sebagai alat bantu dalam analisis optimalisasi. Model optimalisasi yang digunakan adalah optimalisasi bulanan pada MT I, MT II dan MT III. Berdasarkan hasil optimalisasi maka diperoleh keuntungan maksimum selama satu tahun dengan pola tanam padi – jagung – jagung. Untuk keandalan 80% dengan intensitas tanam 154,689% keuntungan yang diperoleh sebesar Rp 2.625.417.500,-. Sedangkan untuk keandalan 50% dengan intensitas tanam 155,447% keuntungan yang diperoleh sebesar Rp 2.635.837.500,-.

Ketersediaan Air

Ketersediaan air adalah jumlah air yang diperkirakan terus menerus ada di sungai dengan jumlah tertentu dalam jangka atau periode waktu tertentu dengan resiko kegagalan tertentu. Ketersediaan dapat diketahui dengan menghitung atau mengukur debit yang masuk ke bendung (*inflow*). Kajian ini menggunakan tahun andalan (*basic year*) yang memiliki pengertian bahwa debit atau hujan yang diurutkan (*ranking*) yang mengacu pada data tahunan.

Kebutuhan Air Irigasi

Kebutuhan air irigasi dihitung dengan mengacu pada metode perhitungan berdasarkan Standar Perencanaan Irigasi KP-01 (Direktorat Jenderal Pengairan, 1986) dengan persamaan-persamaan berikut:

$$Q_D = \frac{DR}{1000} \times A \dots\dots\dots (1)$$

$$DR = \frac{NFR}{IE \times 8,64} \dots\dots\dots (2)$$

Untuk padi selama penyiapan lahan

$$NFR = LP - Re_{padi} \dots\dots\dots (3)$$

Untuk padi setelah tanam

$$NFR = ETc + P + WLR - Re_{padi} \dots\dots\dots (4)$$

Untuk palawija

$$NFR = ETc - Re_{pai} \dots\dots\dots (5)$$

dengan : Q_D = debit intake (m^3/det), DR = kebutuhan pengambilan air irigasi ($lt/det/ha$), NFR = kebutuhan bersih air irigasi ditingkat persawahan ($mm/hari$), IE = efisiensi irigasi (%), ETc = evapotranspirasi tanaman sebagai kebutuhan air konsumtif ($mm/hari$), LP = kebutuhan air untuk penyiapan lahan ($mm/hari$), WLR = kebutuhan air untuk mengganti lapisan air ($mm/hari$), P = perkolasi ($mm/hari$), Re = hujan efektif ($mm/hari$), A = luas areal irigasi (ha).

Optimasi

Model optimasi adalah penyusunan model suatu sistem yang sesuai dengan keadaan nyata, yang nantinya dapat dirubah kedalam model matematis dengan pemisahan elemen-elemen pokok agar suatu penyelesaian yang sesuai dengan sasaran atau tujuan pengambilan keputusan dapat tercapai. Dalam studi ini jenis model yang digunakan adalah program linier. Program linier merupakan suatu model umum yang dapat digunakan dalam pemecahan masalah pengalokasian sumber-sumber yang terbatas secara optimal. Hal ini didasarkan pada pertimbangan bahwa program linier cukup sederhana baik dari segi formulasinya maupun tahap penyelesaian yang dilakukan, sehingga tidak membutuhkan tingkat pemecahan yang terlalu rumit.

Model pemrograman linier memiliki tiga unsur dasar (Siswanto, 1990), yaitu :

1. Fungsi tujuan

$$Maks. Z = c_1X_1 + c_2X_2 + \dots\dots\dots + c_nX_n \dots\dots\dots (6)$$

2. Fungsi kendala

Adalah fungsi matematika yang menjadi kendala bagi usaha untuk memaksimumkan atau meminimumkan fungsi tujuan, mewakili kendala yang harus dicapai.

$$\begin{aligned} a_1X_1 + a_2X_2 + \dots + a_nX_n &\leq b_n \\ a_1X_1 + a_2X_2 + \dots + a_nX_n &\geq b_n \dots\dots\dots (7) \\ a_1X_1 + a_2X_2 + \dots + a_nX_n &= b_n \end{aligned}$$

dengan : c_n = parameter fungsi tujuan ke-n, X_n = variabel keputusan ke-n, a_n = parameter fungsi kendala ke-n, b_n = kapasitas kendala ke-n, $n = 1, 2, 3, \dots\dots\dots, p$

Banyak teknik optimasi yang dapat digunakan dalam mengoptimalkan sumber daya air yang ada seperti program linier, program non linier, program dinamik, *program solver*, *lindo* dan lain-lain. *Program solver* merupakan program yang paling populer digunakan diantara teknik optimasi diatas, karena sifatnya yang sederhana dalam formulasinya maupun penyelesaiannya.

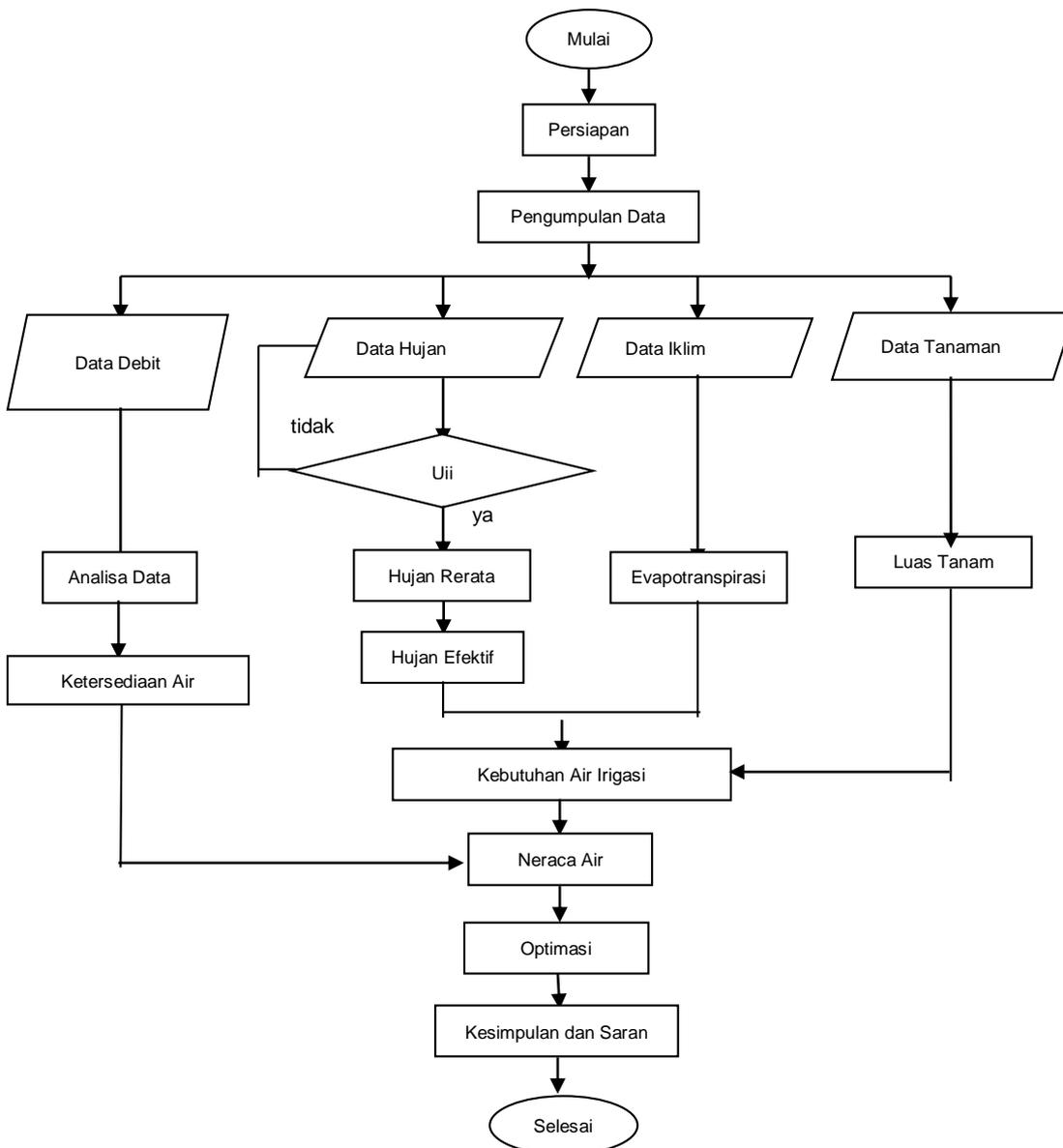
METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian dilakukan di Sungai Kremit yang secara administratif terletak di Desa Semaya dan Darmasari Kecamatan Sikur, dan Desa Sakra Kecamatan Sakra Kabupaten Lombok Timur.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Bagan Alir Penelitian



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

Pelaksanaan Penelitian

Diantara data-data yang diperlukan yaitu:

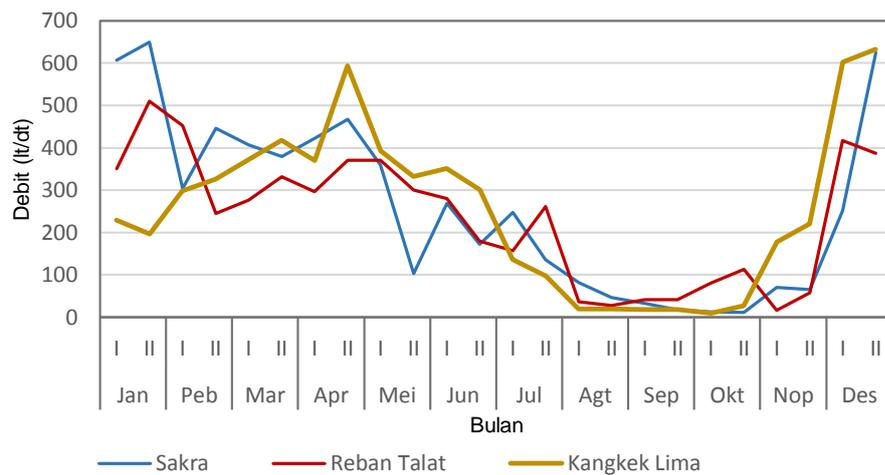
1. Data hidrologi meliputi data klimatologi, data curah hujan dan data debit
2. Data luas lahan yang ada dalam di masing-masing daerah irigasi.
3. Data teknis bendung yang ada di DAS Kremit.
4. Data-data lain yang akan menunjang analisis dalam kajian ini.

Data-data tersebut diperoleh dari beberapa instansi pemerintah yang terkait dengan penelitian tersebut.

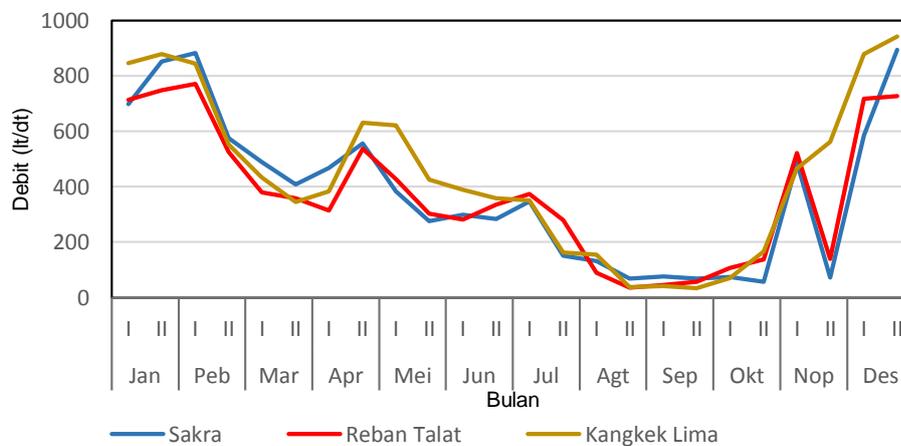
HASIL DAN PEMBAHASAN

Debit Andalan

Untuk menentukan debit andalan digunakan metode tahun dasar perencanaan (*basic year*) dengan peluang keandalan 80% dan 50%. Debit andalan dianalisis untuk masing-masing bendung. Distribusi debit andalan untuk keandalan 80% disajikan pada Gambar 3, dan untuk keandalan 50% disajikan pada Gambar 4.



Gambar 3. Debit Andalan Q80% masing-masing bendung



Gambar 4. Debit Andalan Q50% masing-masing bendung

Gambar tersebut menunjukkan bahwa debit pada Bendung Sakra yang paling besar, kemudian Bendung Reban Talat dan terkecil adalah Bendung Kangkek Lembang.

Kebutuhan Air Irigasi

Perhitungan air irigasi dilakukan untuk setiap jenis tanaman dan pola tanam yang digunakan untuk analisis mengikuti pola tanam eksisting. Penentuan awal tanam dilakukan dengan coba-coba yaitu dengan menggeser awal tanam. Hasil analisis kebutuhan air irigasi dengan berbagai awal tanam dapat dilihat pada tabel.1.

Tabel 1. Rekapitulasi kebutuhan air irigasi untuk berbagai awal tanam

| No | Awal Tanam | MT I | MT II | MT III | Total | | |
|----|-------------|-------|-------|----------|----------|---------|----------|
| | | Padi | Padi | Palawija | Palawija | mm/hari | lt/dt/ha |
| 1 | Oktober I | 35,81 | 56,06 | 6,01 | 6,74 | 104,61 | 12,11 |
| 2 | Oktober II | 39,46 | 55,68 | 7,33 | 4,59 | 107,05 | 12,39 |
| 3 | Nopember I | 44,22 | 56,41 | 8,32 | 2,25 | 111,20 | 12,87 |
| 4 | Nopember II | 46,89 | 57,37 | 9,65 | 1,07 | 114,97 | 13,31 |
| 5 | Desember I | 47,34 | 58,29 | 9,89 | 0,00 | 115,51 | 13,37 |
| 6 | Desember II | 49,38 | 57,43 | 8,75 | 0,00 | 115,56 | 13,38 |

Sumber : Hasil Analisis

Dari hasil analisis kebutuhan air maksimum terjadi pada awal tanam Desember II sebesar 13,38 lt/dtk/ha. Sedangkan kebutuhan air minimum terjadi pada awal tanam Oktober I sebesar 12,11 lt/dtk/ha. Sehingga untuk analisis optimasi digunakan kebutuhan air yang kecil yaitu pada awal tanam Oktober I.

Pada masing-masing daerah irigasi diterapkan tiga kali musim tanam yaitu musim tanam I (Oktober s/d Januari), musim tanam II (Februari s/d Mei), musim tanam III (Juni s/d September). Pola tanam yang digunakan untuk masing-masing D.I yaitu padi-padi/palawija-palawija.

Analisis Hasil Produksi Pertanian

Analisis hasil produksi pertanian merupakan analisis untuk mendapatkan nilai hasil produksi untuk masing-masing jenis tanaman. Dalam analisis memperhitungkan semua jenis biaya produksi tanaman, mulai dari awal tanam sampai biaya pengolahan hasil panen. Biaya produksi pertanian dibedakan menjadi dua, yaitu biaya sarana produksi dan biaya tenaga kerja/mesin. Sedangkan hasil produksi diperoleh dari harga produksi dikalikan dengan jumlah hasil pertanian. Pendapatan bersih (riil) yaitu hasil produksi dikurangi dengan semua biaya produksi. Hasil analisis untuk jenis tanaman padi pendapatan bersih Rp 18.075.038,59, sedangkan untuk tanaman palawija (tembakau) Rp 30.600.000. selengkapnya untuk analisis hasil produksi dapat dilihat pada Tabel 2. sebagai berikut :

Tabel 2. Hasil produksi tanaman padi per Ha

| No | Hasil Produksi | Satuan | Nilai | Keterangan |
|----|-------------------|-------------|---------------|------------------------------------|
| 1 | Hasil Panen | Kwintal | 48,83 | Gabah Kering |
| 2 | Harga Jual | Rp./Kwintal | 500.000,00 | Kering Panen |
| 3 | Pendapatan Kotor | Rp./Ha | 24.414.180,39 | Point (1x2) |
| 4 | Pengeluaran | Rp./Ha | 6.339.141,80 | Biaya Penyiapan Lahan Sampai Panen |
| 5 | Pendapatan Bersih | Rp/Ha | 18.075.038,59 | Point (3-4) |

Sumber : Hasil Analisis

Tabel 3. Hasil produksi tanaman palawija (tembakau) per Ha

| No | Hasil Produksi | Satuan | Nilai | Keterangan |
|----|-------------------|-------------|---------------|------------------------------------|
| 1 | Hasil Panen | Kwintal | 22,00 | Gabah Kering |
| 2 | Harga Jual | Rp./Kwintal | 3.200.000,00 | Kering Panen |
| 3 | Pendapatan Kotor | Rp./Ha | 70.400.000,00 | Point (1x2) |
| 4 | Pengeluaran | Rp./Ha | 39.800.000,00 | Biaya Penyiapan Lahan Sampai Panen |
| 5 | Pendapatan Bersih | Rp./Ha | 30.600.000,00 | Point (3-4) |

Sumber : Hasil Analisis

Analisis Model Matematik

Dalam penelitian ini, model matematika yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan dengan menggunakan persamaan berikut:

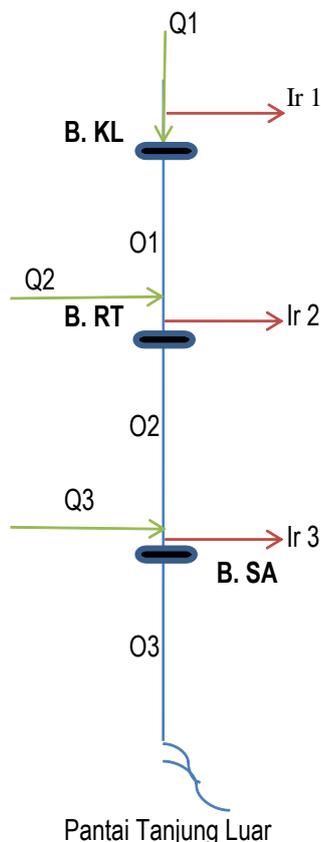
a. Fungsi Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai yaitu untuk mendapatkan keuntungan maksimum dari hasil pertanian pada DAS Kremit dengan persentase luas tanam 22% untuk tanaman padi dan 70% untuk tanaman palawija pada musim tanam kedua. Adapun rumus fungsi tujuan adalah sebagai berikut:

$$\text{Max } Z = 18.075.038,59 \times (A11 + A21 + A31) + 18.075.038,59 \times 0.22 (A12 + A22 + A23)pd + 30.600.000 \times 0.7 (A12 + A22 + A32)pl + 30.600.000 \times (A13 + A23 + A33)$$

dengan:

Z = Fungsi tujuan (keuntungan maksimum hasil pertanian) (Rp/ha), pd = padi, pl = palawija



keterangan:

- Q1 : Inflow untuk Bendung Kangkek Lembang
- Ir 1 : Air Irigasi Bendung Kangkek Lembang
- B. KL : Bendung Kangkek Lembang
- O1 : Outflow dari Bendung Kangkek Lembang
- Q2 : Inflow untuk Bendung Reban Talat
- Ir 2 : Air Irigasi Bendung Reban Talat
- B. RT : Bendung Reban Talat
- O2 : Outflow dari Bendung Reban Talat
- Q3 : Inflow untuk Bendung Sakra
- Ir 3 : Air Irigasi Bendung Sakra
- B. SA : Bendung Sakra
- O3 : Outflow dari Bendung Sakra

Gambar 5 Skema Sungai Kremit

Semua variabel dan parameter untuk masing-masing periode M_t , dimana M_t merupakan musim tanam, yaitu:

Mt1 : periode 1 sama dengan musim tanam pertama yaitu dari Oktober I s/d Januari II

Mt2 : periode 2 sama dengan musim tanam kedua yaitu dari Februari I s/d Mei II

Mt3 : periode 3 sama dengan musim tanam ketiga yaitu dari Juni I s/d September II

Ketersediaan air dengan keandalan 80% dan 50% pada masing-masing bendung untuk tiap musim tanam adalah sebagai berikut:

Tabel 4. Volume air yang tersedia pada masing-masing bendung dengan keandalan 80%

| No | Bendung | Notasi | Inflow (m3) | | | |
|----|-----------------|--------|-------------|-----------|-------------|-------------|
| | | | Mt 1 (Pd) | Mt 2 (Pd) | Mt 2 (Plwj) | Mt 3 (Plwj) |
| 1 | Kangkek Lembang | In 1 | 2.789.873 | 1.209.085 | 2.821.198 | 1.254.442 |
| 2 | Reban Talat | In 2 | 2.590.099 | 1.025.955 | 2.393.895 | 1.352.713 |
| 3 | Sakra | In 3 | 3.079.054 | 1.115.980 | 2.603.954 | 1.314.611 |

Sumber : Hasil Analisis

Tabel 5. Volume air yang tersedia pada masing-masing bendung dengan keandalan 50%

| No | Bendung | Notasi | Inflow (m3) | | | |
|----|-----------------|--------|-------------|-----------|-------------|-------------|
| | | | Mt 1 (Pd) | Mt 2 (Pd) | Mt 2 (Plwj) | Mt 3 (Plwj) |
| 1 | Kangkek Lembang | In 1 | 6.396.062 | 1.629.603 | 3.802.408 | 1.995.667 |
| 2 | Reban Talat | In 2 | 5.075.784 | 1.389.377 | 3.241.879 | 1.966.680 |
| 3 | Sakra | In 3 | 4.968.864 | 1.549.109 | 3.614.587 | 1.863.130 |

Sumber : Hasil Analisis

b. Fungsi Kendala

Dalam penelitian ini terdapat beberapa parameter sebagai batasan, yaitu ketersediaan air, luas areal irigasi yang dapat terairi dan kebutuhan air irigasi pada masing-masing daerah irigasi. Dimana volume air yang masuk sama dengan volume air yang keluar. Rumus umumnya adalah:

$$I_r \times A + O = I$$

Rumus Fungsi Kendala untuk Q80% sebagai berikut:

1. Kebutuhan air irigasi tidak boleh lebih dari ketersediaan air pada masing-masing bendung

$$I_{r11} \times A_{11} + O_{11} = 7.754.711$$

$$I_{r12} \times A_{12} \times (0,22) + O_{12} = 2.222.407$$

$$I_{r12} \times A_{12} \times (0,7) + O_{12} = 5.926.418$$

$$I_{r13} \times A_{13} + O_{13} = 2.274.739$$

$$I_{r21} \times A_{21} + O_{21} - O_{11} = 3.836.333$$

$$I_{r22} \times A_{22} \times (0,22) + O_{22} - O_{12} = 2.519.963$$

$$I_{r22} \times A_{22} \times (0,7) + O_{22} - O_{12} = 6.719.902$$

$$I_{r23} \times A_{23} + O_{23} - O_{13} = 2.308.124$$

$$I_{r31} \times A_{31} + O_{31} - O_{21} = 4.779.752$$

$$I_{r32} \times A_{32} \times (0,22) + O_{32} - O_{22} = 3.287.397$$

$$I_{r32} \times A_{32} \times (0,7) + O_{32} - O_{22} = 8.766.393$$

$$I_{r33} \times A_{33} + O_{33} - O_{23} = 1.619.637$$

2. Luas areal irigasi yang terairi pada masing-masing bendung proporsional dengan luas lahan potensial pada masing-masing bendung,

$$A_{11}/233 = A_{21}/213 = A_{31}/1327$$

$$A_{12}/233(0,22) = A_{22}/(0,22)213 = A_{23}/(0,22)1327$$

$$A_{12}/233(0,7) = A_{22}/(0,7)213 = A_{23}/(0,7)1327$$

$$A_{13}/233 = A_{23}/213 = A_{33}/1327$$

3. Non negatif, parameter outflow bendung, luas areal yang terairi tidak boleh negatif

$$O_{11} \geq 0 \quad O_{12_{pd}} \geq 0 \quad O_{12_{pl}} \geq 0 \quad O_{13} \geq 0$$

$$O_{21} \geq 0 \quad O_{22_{pd}} \geq 0 \quad O_{22_{pl}} \geq 0 \quad O_{23} \geq 0$$

$$O_{31} \geq 0 \quad O_{23_{pd}} \geq 0 \quad O_{23_{pl}} \geq 0 \quad O_{33} \geq 0$$

4. Luas areal irigasi tidak boleh melebihi luas areal potensial pada masing-masing bendung

$$A_{11} \leq 233 \quad A_{12_{(pd)}} \leq 233(0,22)$$

$$A_{12_{(pl)}} \leq 233(0,7) \quad A_{13} \leq 233$$

$$A_{21} \leq 213 \quad A_{22_{(pd)}} \leq 213(0,22)$$

$$A_{22_{(pl)}} \leq 233(0,7) \quad A_{23} \leq 213$$

$$A_{31} \leq 1327 \quad A_{32_{(pd)}} \leq 1327(0,22)$$

$$A_{32_{(pl)}} \leq 1327(0,7) \quad A_{33} \leq 1327$$

5. Luas total areal irigasi pada masing-masing musim tanam

$$A_1 = A_{11} + A_{21} + A_{31}$$

$$A_{2_{(pd)}} = A_{12} + A_{22} + A_{23}$$

$$A_{2_{(pl)}} = A_{12} + A_{22} + A_{23}$$

$$A_3 = A_{13} + A_{23} + A_{33}$$

Rumus Fungsi Kendala untuk Q50% sebagai berikut:

1. Kebutuhan air irigasi tidak boleh melebihi ketersediaan air pada masing-masing bendung

$$I_{r11} \times A_{11} + O_{11} = 11.499.019$$

$$I_{r12} \times A_{12} \times (0,3) + O_{12} = 4.580.012$$

$$I_{r12} \times A_{12} \times (0,7) + O_{12} = 10.686.695$$

$$I_{r13} \times A_{13} + O_{13} = 2.666.779$$

$$I_{r21} \times A_{21} + O_{21} - O_{11} = 10.617.869$$

$$I_{r22} \times A_{22} \times (0,3) + O_{22} - O_{12} = 4.758.601$$

$$I_{r22} \times A_{22} \times (0,7) + O_{22} - O_{12} = 11.103.402$$

$$I_{r23} \times A_{23} + O_{23} - O_{13} = 3.422.390$$

$$I_{r31} \times A_{31} + O_{31} - O_{21} = 11.058.898$$

$$I_{r32} \times A_{32} \times (0,3) + O_{32} - O_{22} = 5.324.823$$

$$I_{r32} \times A_{32} \times (0,7) + O_{32} - O_{22} = 12.424.588$$

$$I_{r33} \times A_{33} + O_{33} - O_{23} = 2.933.798$$

2. Luas areal irigasi yang terairi pada masing-masing bendung proporsional dengan luas lahan potensial pada masing-masing bendung

$$A_{11}/233 = A_{21}/213 = A_{31}/1327$$

$$A_{12}/233(0,3) = A_{22}/(0,3)213 = A_{23}/(0,3)1327$$

$$A_{12}/233(0,7) = A_{22}/(0,7)213 = A_{23}/(0,7)1327$$

$$A_{13}/233 = A_{23}/213 = A_{33}/1327$$

3. Non negatif, parameter outflow bendung, luas areal yang terairi tidak boleh negatif

$$O11 \geq 0 \quad O12_{pd} \geq 0 \quad O12_{pl} \geq 0 \quad O13 \geq 0$$

$$O21 \geq 0 \quad O22_{pd} \geq 0 \quad O22_{pl} \geq 0 \quad O23 \geq 0$$

$$O13 \geq 0 \quad O23_{pd} \geq 0 \quad O23_{pl} \geq 0 \quad O33 \geq 0$$

4. Luas areal irigasi tidak boleh melebihi luas areal potensial pada masing-masing bendung

$$A_{11} \leq 233 \quad A_{12(pd)} \leq 233(0,3)$$

$$A_{12(pl)} \leq 233(0,7) \quad A_{13} \leq 233$$

$$A_{21} \leq 213 \quad A_{22(pd)} \leq 213(0,3)$$

$$A_{22(pl)} \leq 213(0,7) \quad A_{23} \leq 213$$

$$A_{31} \leq 1327 \quad A_{32(pd)} \leq 1327(0,3)$$

$$A_{32(pl)} \leq 1327(0,7) \quad A_{33} \leq 1327$$

5. Luas total areal irigasi pada masing-masing musim tanam

$$A1 = A11 + A21 + A31$$

$$A2_{(pd)} = A12 + A22 + A23$$

$$A2_{(pl)} = A12 + A22 + A23$$

$$A3 = A13 + A23 + A33$$

Hasil Optimasi

Optimasi pemanfaatan sumber daya air pada DAS Kremit dimaksudkan untuk mengoptimalkan sumber daya air yang ada untuk memenuhi kebutuhan air irigasi. Adapun luas areal yang terairi pada masing-masing bendung dan distribusi air pada masing-masing bendung untuk tiap musim tanam berturut-turut disajikan pada tabel

Tabel 6. Rekapitulasi hasil optimasi untuk debit andalan 80%

| No | Bendung | Notasi | Luas Baku (Ha) | Mt 1 (Pd) | Mt 2 (Pd) | Mt 2 (Plwj) | Mt 3 (Plwj) |
|---|-----------------|--------|----------------|-----------|-----------|-------------|-------------|
| Luas Areal Irigasi Terairi (ha) | | | | | | | |
| 1 | Kangkek Lembang | A1 | 233 | 129 | 51 | 163 | 233 |
| 2 | Reban Talat | A2 | 213 | 118 | 46 | 149 | 213 |
| 3 | Sakra | A3 | 1.327 | 735 | 288 | 928 | 1.327 |
| Jumlah | | | 1.773 | 982 | 385 | 1240 | 1.773 |
| Proporsi luas tanam untuk tiap musim tanam (%) | | | | | | | |
| 1 | Kangkek Lembang | A1 | 233 | 55 | 22 | 70 | 100 |
| 2 | Reban Talat | A2 | 213 | 55 | 22 | 70 | 100 |
| 3 | Sakra | A3 | 1.327 | 55 | 22 | 70 | 100 |
| Intensitas Tanam | | | 1.773 | 55 | 22 | 70 | 100 |
| Distribusi Air Irigasi (m³) | | | | | | | |
| 1 | Kangkek Lembang | Ir1 | 233 | 1.091.417 | 415.934 | 149.400 | 369.601 |
| 2 | Reban Talat | Ir2 | 213 | 997.733 | 380.231 | 136.576 | 337.876 |
| 3 | Sakra | Ir3 | 1.327 | 6.215.924 | 368.859 | 850.873 | 2.104.981 |
| Jumlah | | | 1.773 | 8.305.074 | 3.165.024 | 1.136.849 | 2.812.458 |
| Outflow (m³) | | | | | | | |
| 1 | Kangkek Lembang | O1 | 233 | 1.698.456 | 793.151 | 2.671.799 | 884.841 |
| 2 | Reban Talat | O2 | 213 | 3.290.822 | 1.438.875 | 4.929.118 | 1.899.678 |
| 3 | Sakra | O3 | 1.327 | 153.953 | 185.997 | 6.682.199 | 1.109.307 |

Sumber : Hasil Analisis

Tabel 7. Rekapitulasi hasil optimasi untuk debit andalan 50%

| No | Bendung | Notasi | Luas Baku (Ha) | Mt 1 (Pd) | Mt 2 (Pd) | Mt 2 (Plwj) | Mt 3 (Plwj) |
|---|------------------|--------|----------------|------------|-----------|-------------|-------------|
| Luas Areal Irigasi Terairi (ha) | | | | | | | |
| 1 | Kangkek Lembang | A1 | 233 | 233 | 69 | 163 | 233 |
| 2 | Reban Talat | A2 | 213 | 213 | 63 | 149 | 213 |
| 3 | Sakra | A3 | 1.327 | 1.327 | 392 | 928 | 1.327 |
| | Jumlah | | 1.773 | 1.773 | 524 | 1.240 | 1.773 |
| Proporsi luas tanam untuk tiap musim tanam (%) | | | | | | | |
| 1 | Kangkek Lembang | A1 | 233 | 100 | 30 | 70 | 100 |
| 2 | Reban Talat | A2 | 213 | 100 | 30 | 70 | 100 |
| 3 | Sakra | A3 | 1.327 | 100 | 30 | 70 | 100 |
| | Intensitas Tanam | | 1.773 | 100 | 30 | 70 | 100 |
| Distribusi Air Irigasi (m³) | | | | | | | |
| 1 | Kangkek Lembang | Ir1 | 233 | 1.969.924 | 566.389 | 149.400 | 369.601 |
| 2 | Reban Talat | Ir2 | 213 | 1.800.832 | 517.772 | 136.576 | 337.876 |
| 3 | Sakra | Ir3 | 1.327 | 11.219.269 | 3.225.743 | 850.873 | 2.104.981 |
| | Jumlah | | 1.773 | 14.990.025 | 4.309.904 | 1.136.849 | 2.812.458 |
| Outflow (m³) | | | | | | | |
| 1 | Kangkek Lembang | O1 | 233 | 4.426.138 | 1.063.214 | 3.653.008 | 1.626.066 |
| 2 | Reban Talat | O2 | 213 | 7.701.090 | 1.934.819 | 6.758.312 | 3.254.871 |
| 3 | Sakra | O3 | 1.327 | 1.450.685 | 258.185 | 9.522.025 | 3.013.019 |

Sumber : Hasil Analisis

Berdasarkan Tabel 6. yaitu untuk keandalan 80% menunjukkan bahwa luas areal yang terairi untuk masing-masing bendung adalah proporsional yaitu 55% pada Mt 1, 92% pada Mt 2 dan 100% pada Mt 3 dengan jumlah daerah irigasi terairi pada DAS Kremit 982 ha pada Mt 1, kemudian 1.367 ha pada Mt 2 dan 1.773 ha pada Mt 3. Pada keandalan 50% luas areal irigasi yang terairi masing-masing Mt adalah 100% pada semua bendung dengan luas daerah terairi untuk masing-masing Mt adalah 1.773 ha.

Pendistribusian air sudah memenuhi kebutuhan air pada masing-masing bendung dan sesuai dengan luas areal irigasi masing-masing bendung tersebut. Bendung Sakra merupakan areal irigasi terluas sehingga mendapatkan pendistribusian air tertinggi. Kemudian disusu Bendung Kangkek Lembang dan terkecil Bendung Reban Talat.

Outflow untuk setiap bendung tidak boleh nol. Hal ini dikarenakan sungai tersebut tidak boleh dalam keadaan kering, sehingga debit outflow yang tersedia minimal 5% dari debit sungai yang ada.

Keuntungan yang diperoleh berdasarkan data eksisting yaitu Rp 60.662.996.893. Sedangkan untuk hasil optimasi Q80 sebesar Rp 116.918.174.838, dan Q50 sebesar Rp 133.726.364.036,-. Sehingga selisih keuntungan yang didapatkan antara hasil optimasi dan data eksisting untuk Q80 sebesar Rp 56.255.177.945,- dan Q50 sebesar Rp 73.063.367.143. Hal ini berarti tujuan untuk mengoptimalkan hasil pendapatan petani telah terpenuhi.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil analisis didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Jumlah air yang dialokasikan pada bendung untuk tiap musim tanam dengan Q80 sebesar 8.305.074 m³ pada musim tanam pertama, 4.301.873 m³ pada musim tanam kedua (3.165.024 m³ untuk tanaman padi dan 1.136.849 m³ untuk palawija) dan 2.812.458 m³ pada musim tanam ketiga. Sedangkan untuk Q50 jumlah air yang dialokasikan pada bendung untuk setiap musim tanam sebesar 14.990.025 m³ pada musim tanam pertama, 5.446.753 m³ musim tanam kedua (4.309.904 m³ untuk tanaman padi dan 1.136.849 m³ untuk palawija) dan 2.812.458 m³ pada musim tanam ketiga.
2. Luas areal yang terairi adalah proporsional, dimana untuk Q80 luas areal yang terairi pada musim tanam pertama yaitu 55% dengan luas areal irigasi 982 ha, musim tanam kedua sebesar 92% (22% padi dan 70% palawija) dengan total luas area 1.625 ha (tanaman padi 385 ha dan palawija 1.240 ha) dan musim tanam ketiga 100% dengan luas areal irigasi 1.773 ha. Sedangkan untuk Q50 luas areal yang terairi yaitu 100% pada musim tanam pertama, kedua dan ketiga dengan proporsi (30% padi dan 70% palawija pada musim tanam kedua) dengan luas areal irigasi 1.773 ha.
3. Keuntungan dari hasil optimasi yang diperoleh dari hasil pertanian untuk Q80 pada DAS Kremit sebesar Rp 116.918.174.838,-, sedangkan keuntungan yang diperoleh untuk Q50 sebesar Rp 133.726.364.036,-.

Saran

Perlu dilakukan kajian optimasi dengan menggunakan program non linier sebagai alternatif dan hasilnya dapat dibandingkan dengan yang menggunakan program linier.

DAFTAR PUSTAKA

Alhamzani, I. (2013). *Optimasi Pengalokasian Air Bendung Pandanduri dalam Peningkatan Pendapatan Petani di Daerah Irigasi Pandanduri Kabupaten Lombok Timur*. Thesis, Manajemen Pengelolaan Sumberdaya Air Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.

Budianto, dkk. (2013). *Optimasi Pemanfaatan Sumberdaya Air pada Daerah Aliran Sungai Jangkok*. Konferensi Nasional Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Direktorat Jenderal Pengairan PU. (1986). *Standar Perencanaan Irigasi Kriteria Perencanaan Jaringan Irigasi (KP-01)*. Kementerian Pekerjaan Umum, Jakarta.

Firmansyah. (2016). *Analisis Hidrologi dan Optimasi Tampungan Embung Batu Payung Kecamatan Pringgabaya Kabupaten Lombok Timur*. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mataram.

Linsley dan Franzini. (1996). *Teknik Sumber Daya Air*. Jilid I. Penerbit Erlangga, Jakarta.

Siswanto (1990). *Sistem Komputer Manajemen Lindo*. PT. Elex Media Komputindo, Jakarta