Evaluasi Jaringan Irigasi Saluran Sekunder Ngabean Kabupaten Ngawi Pada D.I. Saluran Induk Madiun

*Evaluation Of Ngabean Secondary Canal Irrigation Network, Ngawi District On Saluran Induk Madiun Irigation Area*

**Danayanti Azmi Dewi Nusantara1,2, Poppy Fajar Putri Hartiningsih1**

1Jurusan Teknik SIpil – Fakultas Teknik – Universitas Negeri Surabaya

2Alamat korespondensi email: danayantinusantara@unesa.ac.id

***Abstract***

*Ngabean Secondary Canal which is located in Ngawi Regency receives main water supply from Jati Dam amounting to 25% of the main dam discharge and water withdrawal from the Ngabean Dam intake of 0.45 m3/ha. However, this value does not meet the water needs of the entire irrigation area. Apart from that, the Ngabean Secondary Canal also experienced a reduction in the irrigation area from 1840 ha to 1818 ha. From the results of the analysis that has been carried out, in conditions before rehabilitation, the highest dependent flow of Jati Dam was 1.01 m3/s and the lowest was 0.00 m3/s with water withdrawal at the intake of 25%, able to fulfill the planting pattern of paddy(15%)-crops(75%)-crops(50%) generated a production profit of IDR 8.794.123.880,00. Meanwhile, after rehabilitation, the highest was 5.93 m3/s and the lowest was 3.21 m3/s with an intake of 32%, able to fulfill the planting pattern of paddy(100%)-paddy(100%)-paddy(100%) resulting in a production profit of IDR 83,564,115,480.00 with the highest irrigation water requirement value of 3.10 m3/sec. Apart from that, the existing canal dimensions still meet the requirements after land reduction so that no changes to the canal dimensions are required.*

***Keywords:*** *Irrigation, F.J. Mock, Water Needs, Dimensions.*

**Abstrak**

Saluran Sekunder Ngabean yang terletak di Kabupaten Ngawi menerima suplai air utama dari Bendung Jati sebesar 25% dari debit bendung utama dan pengambilan air dari intake Bendung Ngabean sebesar 0,45 m3/ha. Namun, nilai ini tidak memenuhi kebutuhan air seluruh daerah irigasi. Selain itu, Saluran Sekunder Ngabean juga mengalami pengurangan luas areal irigasi dari 1840 ha menjadi 1818 ha. Dari hasil analisis yang telah dilakukan, pada kondisi sebelum rehabilitasi, debit andalan Bendung Jati tertinggi sebesar 1,01 m3/dtk dan terendah sebesar 0,00 m3/dtk dengan pengambilan air di intake sebesar 25%, mampu memenuhi pola tanam padi (15%)-palawija (75%)-palawija (50%) sehingga menghasilkan keuntungan produksi sebesar Rp 8.794.123.880,00. Sedangkan setelah direhabilitasi, tertinggi 5,93 m3/dtk dan terendah 3,21 m3/dtk dengan intake 32% mampu memenuhi pola tanam padi (100%)-padi (100%)-padi (100%) sehingga menghasilkan keuntungan produksi sebesar Rp 83.564.115.480,00 dengan nilai kebutuhan air irigasi tertinggi 3,10 m3/dtk. Selain itu, dimensi saluran eksisting masih memenuhi persyaratan setelah dilakukan pengurangan lahan sehingga tidak diperlukan perubahan dimensi saluran.

**Kata kunci:** Irigasi, F.J. Mock, Kebutuhan Air, Dimensi

 This is an open-access article under the [CC–BY-SA](http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license

# PENDAHULUAN

Pertumbuhan penduduk yang pesat dapat menimbulkan masalah, salah satunya adalah meningkatnya kebutuhan pangan sehingga diperlukan suatu upaya untuk lebih meningkatkan hasil pertanian. Oleh karena itu, dibutuhkan jaringan irigasi beserta bangunan irigasi yang baik. (Astutik & Suhardi, 2021).

Pada Saluran Sekunder Ngabean, Kabupaten Ngawi mendapatkan suplai air utama dari Bendung Jati sebesar 25% dari debit andalan bendung. Namun, nilai tersebut tidak mencukupi kebutuhan air seluruh daerah irigasi. Dari hasil pengukuran topografi dan hasil inventarisasi yang telah dilakukan, diketahui bahwa sebagian luasan petak tersier dan bangunan-bangunan pendukung telah mengalami perubahan. Saluran Sekunder Ngabean dengan luas areal irigasi 1840 ha, luas baku sawahnya menjadi 1818 ha. Hal ini disebabkan oleh perkembangan wilayah sehingga sebagian sawah telah berubah fungsi menjadi kawasan pemukiman dan pendidikan. (PUPR SDA, 2019).

Penelitian serupa pernah dilakukan pada daerah irigasi yang sama dengan lokasi penelitian yang berbeda. Penelitian sebelumnya berfokus pada pemenuhan kebutuhan air irigasi dan keuntungan pertanian namun tidak menghitung dimensi saluran irigasi (Nusantara & Fawati, 2023). Berdasarkan permasalahan yang telah disebutkan, maka perlu dilakukan evaluasi terhadap Saluran Sekunder Ngabean dengan mempertimbangkan pemenuhan kebutuhan air, keuntungan pertanian, dan kelayakan dimensi saluran. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi untuk meningkatkan efektivitas jaringan irigasi.

# LANDASAN TEORI

* Curah Hujan Efektif

Curah hujan efektif adalah curah hujan pada suatu daerah dan dipergunakan oleh tanaman untuk pertumbuhan. Cara menghitung curah hujan efektif (Re) yaitu dengan mengurutkan data curah hujan bulanan selama n tahun dari mulai terkecil keterbesar lalu mengitung hujan rancangan dengan probabilitas 80% dan curah hujan efektif dengan persamaan sebagai berikut:

R80 =$ \frac{n}{5} $+ 1

Re padi = R80 x 70%

Re palawija = R80 x 50%

Dimana:

n = banyak data curah hujan

Re = curah hujan efektif (mm/hari)

* Evapotranspirasi

Evapotranspirasi adalah gabungan proses penguapan dari permukaan tanah atau evaporasi dipengaruhi oleh iklim, varietas, jenis, dan umur tanaman. Berdasarkan Standar Perencanaan Irigasi KP-01 (2013), dari perhitungan evaporasi potensial ini dapat diketahui kebutuhan air untuk setiap jenis tanaman dengan persamaan yaitu:

Eto = c (W. Rn + (1 – W). f (u). (ea – ed)).

Dimana:

Eto = evapotranspirasi potensial (mm/hari)

W = faktor koreksi terhadap temperatur

Rn = radiasi netto (mm/hari)

f(u) = fungsi angin

ea–ed = perbedaan tekanan uap jenuh dengan sebenarnya

c = angka koreksi Penman

* FJ Mock

FJ Mock merupakan salah satu model untuk menghitung ketersediaan air suatu sungai berdasarkan data hujan sebagai masukan model (Lily Montarcih Limantara, 2010). Berdasarkan Standar Perencanaan Irigasi KP-01 (2013), data dan asumsi yang digunakan dalam perhitungan metode F.J. Mock diantaranya yaitu data curah hujan, evapotranspirasi, keseimbangan air di permukaan tanah. Infiltrasi, penyimpanan air tanah, dan limpasan. Adapun persamaan untuk mendapatkan nilai debit aliran yaitu sebagai berikut:

Q = $\frac{R x A}{n}$

Dimana:

Q = debit aliran (m3/dt)

A = luas DAS (m2)

n = jumlah hari x 24 x 3600 (detik)

* Kebutuhan Air

Kebutuhan air irigasi adalah banyaknya air yang dibutuhkan untuk mengairi areal persawahan dengan memperhatikan curah hujan dan kontribusi air tanah. Berdasarkan Standar Perencanaan Irigasi KP-01 (2013), kebutuhan air ditentukan oleh faktor-faktor diantaranya yaitu kebutuhan air konsumtif, penyiapan lahan, pergantian lapisan, perlokasi, curah hujan efektif, dan efisiensi irigasi sehingga nilai kebutuhan air di sawah dapat dicari dengan persamaan berikut:

NFRpadi = Etc + P – Re + WLR

NFRpalawija = Etc – Repalawija

Dimana:

NFR = kebutuhan air di sawah (lt/dt/ha)

Etc = penggunaan konsumtif (mm/hari)

WLR = penggantian lapisan air (mm/hari)

P = perkolasi (mm/hari)

Re = curah hujan efektif (mm/hari)

* Kapasitas Saluran

Kapasitas saluran direncanakan dengan mengkaji beberapa persamaan berdasarkan Standar Perencanaan Irigasi KP-03 (2013) untuk saluran trapesium sebagai berikut:

Q = V x A

V = K x $R^{\frac{2}{3}}$ x$I^{\frac{1}{2}}$

A = h (b + mh)

R = $\frac{A}{P}$

Dimana:

Q = debit aliran (m3/dt)

V = kecepatan aliran (m/dt)

K = koefisien kekasaran *Strickler* ($m^{\frac{1}{3}}$/dt)

R = jari-jari hidrolis (m)

A = luas penampang (m2)

b = lebar saluran (m)

h = tinggi air (m)

# METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

* Studi Literasi

Pada tahap studi literatur dilakukan dengan mengumpulkan referensi yang relevan dengan teori-teori penelitian. Selain itu, studi literatur juga bertujuan untuk mendapatkan informasi mengenai penelitian-penelitian sejenis atau yang berkaitan dengan penelitian guna memperdalam pengetahuan mengenai permasalahan.

* Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk mendapatkan informasi yang dibutuhkan dalam rangka mencapai tujuan penelitian. Beberapa data yang dibutuhkan dalam penelitian ini antara lain data curah hujan harian dari tahun 2013 - 2022 Stasiun Hujan Guyung dari DPU SDA Jawa Timur, data klimatologi (data temperatur udara, kelembaban udara, lama penyinaran matahari, dan kecepatan angin) dari BMKG Sawahan, dan data D.I. SIM (data luas daerah aliran sungai, skema jaringan irigasi, dan laporan-laporan terdahulu) dari PUPR SDA Bengawan Solo.

* Analisa Data

Analisa data dilakukan menggunakan Metode F.J. Mock untuk mengetahui ketersediaan debit air dan Metode Penman untuk mengetahui besarnya evapotranspirasi yang digunakan dalam perhitungan kebutuhan air pada setiap pola tanam. Setelah itu dilakukan perencanaan alternatif pola tanam, pembuatan neraca air, dan penyesuaian kapasitas saluran di daerah irigasi yang ditinjau.

* Simpulan

Kesimpulan diambil berdasarkan data yang diperoleh dan telah dianalisis sehingga menghasilkan suatu solusi atas masalah yang dirumuskan.

# HASIL DAN PEMBAHASAN

* Analisa Hidrologi

Dalam analisis hidrologi dilakukan dengan menghitung nilai curah hujan efektif. Data curah hujan harian yang digunakan diperoleh dari Stasiun Hujan Guyung yang terletak di Kecamatan Geneng, Kabupaten Ngawi selama 10 tahun terakhir (2013 - 2022). Curah hujan efektif dapat dihitung dengan cara mengurutkan data curah hujan bulanan selama 10 tahun mulai dari nilai terbesar hingga terkecil, menghitung curah hujan R80 dengan rumus sebagai berikut:

R80 = $\frac{n}{5}$ + 1

= $\frac{10}{5}$ + 1

= 3

Berdasarkan hasil perhitungan, didapatkan bahwa nilai R80 terletak pada baris ketiga dari urutan curah hujan dari nilai terkecil. Nilai curah hujan efektif dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Curah Hujan Efektif

|  |
| --- |
| **Curah Hujan Efektif** |
| **Jan** | **Feb** | **Mar** | **Apr** | **Mei** | **Jun** |
| **I** | **II** | **III** | **I** | **II** | **III** | **I** | **II** | **III** | **I** | **II** | **III** | **I** | **II** | **III** | **I** | **II** | **III** |
| 25 | 77 | 49 | 57 | 37 | 45 | 38 | 72 | 22 | 74 | 42 | 40 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 |
| **Jul** | **Agu** | **Sep** | **Okt** | **Nov** | **Des** |
| **I** | **II** | **III** | **I** | **II** | **III** | **I** | **II** | **III** | **I** | **II** | **III** | **I** | **II** | **III** | **I** | **II** | **III** |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 47 | 20 | 43 | 26 |

* Analisa Klimatologi

Data klimatologi harian meliputi suhu (°C), kelembaban udara (%), durasi penyinaran matahari (jam), dan kecepatan angin (m/s) diambil dari BMKG Sawahan selama 10 tahun terakhir. Data tersebut kemudian dihitung nilai rata-ratanya per bulan untuk kemudian dianalisa dengan menggunakan Metode Penman. Berikut ini adalah contoh perhitungan evapotranspirasi pada bulan Januari:

Eto = C (W x Rn + (1-W) x f(u) x (ea – ed))

= 1,10 (0,73 x 4,08 + (1 – 0,73) x 0,28 x 3,25)

= 3,54 mm/hari

Perhitungan untuk bulan berikutnya dihitung dengan menggunakan rumus yang sama. Hasil perhitungan nilai evapotranspirasi bulanan terdapat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Evapotranspirasi

|  |
| --- |
| **Evapotranspirasi** |
| **Jan** | **Feb** | **Mar** | **Apr** | **Mei** | **Jun** | **Jul** | **Agu** | **Sep** | **Okt** | **Nov** | **Des** |
| 3,54 | 3,59 | 3,39 | 3,27 | 3,21 | 3,00 | 3,25 | 4,12 | 5,01 | 5,05 | 4,33 | 3,67 |

* Analisa Ketersediaan Air

Nilai ketersediaan air ditentukan dengan menggunakan Metode FJ Mock yang dihitung untuk setiap periode bulanan selama sepuluh tahun terakhir (2013-2022). Perhitungan pada bulan Januari periode satu tahun 2013 adalah sebagai berikut:

Q = $\frac{DR x A x 1000}{H x 24 x 3600} $= $\frac{147,94 x 67,83 x 1000}{10 x 24 x 3600} $= 11,615 m3/s

Setelah merekapitulasi debit menggunakan FJ Mock, data diurutkan dari nilai terbesar ke nilai terkecil. Nilai debit andalan (Q80) dapat dihitung dengan rumus berikut:

Q80 = $\frac{n}{5}$ + 1 = $\frac{10}{5}$ + 1 = 3

Dari hasil perhitungan tersebut, didapatkan bahwa nilai Q80 terletak pada baris ketiga urutan debit dari nilai terkecil atau terendah seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Debit Andalan Q80 Bendung Ngabean

|  |
| --- |
| **Q80 Bendung Ngabean** |
| **Jan** | **Feb** | **Mar** | **Apr** |
| **I** | **II** | **III** | **I** | **II** | **III** | **I** | **II** | **III** | **I** | **II** | **III** |
| 1,99 | 4,57 | 2,74 | 5,00 | 2,72 | 4,54 | 2,98 | 3,79 | 1,65 | 4,17 | 3,05 | 2,93 |
| **Mei** |  |  | **Jun** | **Jul** | **Agu** |
| **I** | **II** | **III** | **I** | **II** | **III** | **I** | **II** | **III** | **I** | **II** | **III** |
| 2,09 | 1,13 | 0,53 | 0,29 | 0,15 | 0,08 | 0,04 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| **Sep** | **Okt** | **Nov** | **Des** |
| **I** | **II** | **III** | **I** | **II** | **III** | **I** | **II** | **III** | **I** | **II** | **III** |
| 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,05 | 0,04 | 1,41 | 1,89 | 1,65 | 1,95 |

* Analisa Kebutuhan Air

Perhitungan kebutuhan air pada tanaman yang dijadwalkan dengan tepat sesuai dengan masa tanam akan mengoptimalkan hasil panen. Pembagian bulan musim tanam berdasarkan data curah hujan adalah sebagai berikut:

Musim hujan (MH) = November - Februari

Musim kemarau I (MK I) = Maret - Juni

Musim kemarau II (MK II) = Juli - Oktober

Berdasarkan pembagian musim tersebut, maka perhitungan kebutuhan air tanaman dilakukan dengan awal tanam pada periode November I, November II, dan November III untuk mendapatkan nilai rata-rata NFR. Perhitungan kebutuhan air untuk tanaman padi dan palawija dengan awal tanam November I adalah sebagai berikut:

NFR padi = Etc + P – Re + WLR

= 9,96 + 2,50 – 3,29 + 0,00

= 9,17 mm/hari = 1,06 l/s/ha

NFR palawija = Etc – Re pal

= 2,371– 0,00

= 2,31 mm/hari = 0,27 l/s/ha

Perhitungan untuk periode berikutnya dilakukan dengan menggunakan rumus yang sama. Nilai NFR yang telah diperoleh kemudian direkapitulasi dan dicari nilai terbesar untuk setiap musim. Hasil rekapitulasi dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai Hasil NFR

|  |  |
| --- | --- |
| **Mulai Tanam** | **NFR** |
| **Musim Hujan** | **Musim Kemarau I** | **Musim Kemarau II** |
| November I | 1,22 | 1,18 | 1,10 |
| November II | 1,18 | 1,11 | 1,11 |
| November III | 1,11 | 1,17 | 1,11 |
| Rata-rata | 1,17 | 1,16 | 1,11 |

* Pembagian Golongan dan Debit

Pembagian golongan menggunakan peta jaringan irigasi Saluran Sekunder Ngabean. Pada Saluran Sekunder Ngabean terjadi perubahan luas total dari 1840 ha menjadi 1818 ha, tepatnya pada petak tersier NG3 Ki yang memiliki luas awal 120 ha menjadi 98 ha. Pembagian golongan pada Saluran Sekunder Ngabean dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Pembagian Golongan Saluran Sekunder Ngabean

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Bangunan** | **Petak** | **Sesudah Pengurangan Lahan** | **Sebelum Pengurangan Lahan** |
| **Tersier** | **Luas** | **Gol. A** | **Gol. B** | **Gol. C** | **Luas** | **Gol. A** | **Gol. B** | **Gol. C** |
| B.NG1 | NG1 Ki | 79 | 79 |  |  | 79 | 79 |  |  |
| B.NG2 | NG2 Ki1 | 118 | 118 |  |  | 118 | 118 |  |  |
|  | NG2 Ki2 | 82 | 82 |  |  | 82 | 82 |  |  |
| B.NG3 | NG3 Ki | 120 |  | 120 |  | 98 |  | 98 |  |
|  | NG3 Ka1 | 121 |  | 121 |  | 121 |  | 121 |  |
|  | NG3 Ka2 | 120 |  | 120 |  | 120 |  | 120 |  |
| B.NG3b | NG3b Ka | 50 |  | 50 |  | 50 |  | 50 |  |
| B.NG4 | NG4 Ka1 | 121 |  | 121 |  | 121 |  | 121 |  |
|  | NG4 Ka2 | 87 |  | 87 |  | 87 |  | 87 |  |
|  | NG4 Ka3 | 118 |  | 118 |  | 118 |  | 118 |  |
| B.NG5 | NG5 Ki | 101 |  |  | 101 | 101 |  |  | 101 |
|  | NG5 Ka | 199 |  |  | 199 | 199 |  |  | 199 |
| B.NG6 | NG6 Ki | 121 |  |  | 121 | 121 |  |  | 121 |
| B.NG7 | NG7 Ki | 101 |  |  | 101 | 101 |  |  | 101 |
|  | NG7 Te | 103 |  |  | 103 | 103 |  |  | 103 |
|  | NG7 Ka | 199 |  |  | 199 | 199 |  |  | 199 |
| **Total** | **1840** | **279** | **737** | **824** | **1818** | **279** | **715** | **824** |

Nilai debit ditentukan oleh luas area yang diairi, nilai NFR, dan efisiensi irigasi. NFR yang digunakan adalah nilai rata-rata maksimum sebesar 1,17 lt/dt/ha. Perhitungan debit pada petak tersier dan segmen saluran sekunder sebagai berikut:

Sebelum Pengurangan Lahan

Petak Tersier (NG3 Ki)

A = 120 ha

Q = $\frac{A x NFR}{EI}$ = $\frac{120 x 1,17}{0,80}$ = 175,84 lt/s

Ruas Saluran Sekunder (R.NG1)

A = 1840

Q = $\frac{A x NFR}{EI}$ = $\frac{1840 x 1,17}{0,80 x 0,90}$ = 2995,73 lt/s

Sebelum Pengurangan Lahan

Petak Tersier (NG3 Ki)

A = 98 ha

Q = $\frac{A x NFR}{EI}$ = $\frac{98 x 1,17}{0,80}$ = 143,60 lt/s

Ruas Saluran Sekunder (R.NG1)

A = 1818

Q = $\frac{A x NFR}{EI}$ = $\frac{1818 x 1,17}{0,80 x 0,90}$ = 2959,91 lt/s

Hasil perhitungan debit di Saluran Sekunder Ngabean pada petak tersier dan ruas saluran sekunder terdapat pada Tabel 6. Berdasarkan perhitungan pada tabel tersebut dapat dilihat bahwa pengurangan lahan dapat mempengaruhi nilai debit saluran.

Tabel 6. Debit Saluran Sekunder Ngabean

| **Bangunan** | **Petak Tersier** | **Debit** | **Ruas Saluran** | **Debit** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Sebelum** | **Sesudah** | **Sebelum** | **Sesudah** |
| B.NG1 | NG1 Ki | 115,76 | 115,76 | R.NG1 | 2995,73 | 2959,91 |
| B.NG2 | NG2 Ki1 | 172,91 | 172,91 |   |   |   |
|   | NG2 Ki2 | 120,15 | 120,15 | R.NG2 | 2867,11 | 2831,29 |
| B.NG3 | NG3 Ki | 175,84 | 143,60 |   |   |   |
|  | NG3 Ka1 | 177,30 | 177,30 |  |  |  |
|   | NG3 Ka2 | 175,84 | 175,84 | R.NG3 | 2541,48 | 2505,67 |
| B.NG3b | NG3b Ka | 73,27 | 73,27 | R.NG3b | 81,41 | 81,41 |
| B.NG4 | NG4 Ka1 | 177,30 | 177,30 |   |   |   |
|  | NG4 Ka2 | 127,48 | 127,48 |  |  |  |
|   | NG4 Ka3 | 172,91 | 172,91 | R.NG4 | 1872,33 | 1872,33 |
| B.NG5 | NG5 Ki | 148,00 | 148,00 |   |   |   |
|   | NG5 Ka | 291,60 | 291,60 | R.NG5 | 1341,57 | 1341,57 |
| B.NG6 | NG6 Ki | 177,30 | 177,30 | R.NG6 | 853,13 | 853,13 |
| B.NG7 | NG7 Ki | 148,00 | 148,00 |   |   |   |
|  | NG7 Te | 150,93 | 150,93 |  |  |  |
|   | NG7 Ka | 291,60 | 291,60 | R.NG7 | 656,13 | 656,13 |

* Neraca Air

Saluran Sekunder Ngabean menerima suplai dari dua bendung, yaitu bendungan utama (Bendung Jati) dan bendungan suplesi (Bendung Ngabean). Berdasarkan data PUPR SDA tahun 2019, nilai suplai bendung utama dan nilai pengambilan intake bendung suplesi pada masing-masing saluran sekunder sebelum dan sesudah rehabilitasi ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Debit Suplai dan Debit Pengambilan Intake Saluran Sekunder Ngabean

| **Bulan** | **Periode** | **Sebelum Rahabilitasi** | **Setelah Rahabilitasi** |
| --- | --- | --- | --- |
| **Q80 Jati Dam** | **Suplai (25%)** | **Pengambilan Intake** | **Q80 Jati Dam** | **Suplai (25%)** | **Pengambilan Intake** |
| Jan | I | 48,63 | 0,87 | 0,45 | 52,70 | 4,39 | 0,45 |
| II | 46,76 | 1,01 | 0,45 | 50,83 | 5,93 | 0,45 |
| III | 69,59 | 1,01 | 0,45 | 73,65 | 5,93 | 0,45 |
| Feb | I | 73,41 | 1,01 | 0,45 | 77,47 | 5,93 | 0,45 |
| II | 82,34 | 1,01 | 0,45 | 86,41 | 5,93 | 0,45 |
| III | 69,53 | 1,01 | 0,45 | 73,60 | 5,93 | 0,45 |
| Mar | I | 75,07 | 1,01 | 0,45 | 79,14 | 5,93 | 0,45 |
| II | 79,63 | 0,89 | 0,45 | 83,70 | 5,60 | 0,45 |
| III | 89,88 | 0,70 | 0,45 | 93,95 | 5,10 | 0,45 |
| Apr | I | 79,08 | 0,26 | 0,45 | 83,15 | 3,90 | 0,45 |
| II | 50,54 | 0,04 | 0,45 | 54,61 | 3,29 | 0,45 |
| III | 27,23 | 0,01 | 0,45 | 31,30 | 3,21 | 0,45 |
| Mei | I | 23,75 | 0,50 | 0,45 | 27,82 | 4,53 | 0,45 |
| II | 17,78 | 0,84 | 0,45 | 21,84 | 5,48 | 0,45 |
| III | 14,10 | 1,01 | 0,45 | 18,47 | 5,93 | 0,45 |
| Jun | I | 12,78 | 1,01 | 0,45 | 16,85 | 5,93 | 0,45 |
| II | 11,80 | 1,01 | 0,45 | 15,86 | 5,93 | 0,45 |
| III | 11,30 | 1,01 | 0,45 | 15,37 | 5,93 | 0,45 |
| Jul | I | 11,06 | 1,01 | 0,45 | 15,12 | 5,93 | 0,45 |
| II | 10,93 | 1,01 | 0,45 | 15,00 | 5,93 | 0,45 |
| III | 10,77 | 0,97 | 0,45 | 14,84 | 5,89 | 0,45 |
| Agu | I | 10,51 | 0,89 | 0,45 | 14,58 | 5,81 | 0,45 |
| II | 10,26 | 0,81 | 0,45 | 14,33 | 5,72 | 0,45 |
| III | 10,05 | 0,73 | 0,45 | 14,12 | 5,65 | 0,45 |
| Sep | I | 9,79 | 0,64 | 0,45 | 13,86 | 5,56 | 0,45 |
| II | 9,56 | 0,56 | 0,45 | 13,63 | 5,48 | 0,45 |
| III | 9,41 | 0,50 | 0,45 | 13,48 | 5,42 | 0,45 |
| Okt | I | 9,42 | 0,51 | 0,45 | 13,48 | 5,43 | 0,45 |
| II | 9,45 | 0,52 | 0,45 | 13,52 | 5,44 | 0,45 |
| III | 9,80 | 0,64 | 0,45 | 13,87 | 5,56 | 0,45 |
| Nov | I | 57,37 | 0,78 | 0,45 | 61,44 | 5,32 | 0,45 |
| II | 33,47 | 0,47 | 0,45 | 37,54 | 4,53 | 0,45 |
| III | 22,29 | 0,00 | 0,45 | 26,36 | 3,29 | 0,45 |
| Des | I | 22,78 | 0,04 | 0,45 | 26,84 | 3,39 | 0,45 |
| II | 45,31 | 0,21 | 0,45 | 49,38 | 3,85 | 0,45 |
| III | 59,96 | 0,54 | 0,45 | 64,03 | 4,71 | 0,45 |

Berdasarkan data dan perhitungan yang telah diperoleh, maka direncanakan tiga alternatif pola tanam untuk membandingkan neraca air sebelum dan sesudah rehabilitasi. Perhitungan neraca air pada kondisi sebelum rehabilitasi diterapkan pola tanam padi (15%) - palawija (75%) - palawija (50%) dapat dilihat pada Gambar 1.

Gambar 1. Neraca Air Sebelum Rehabilitasi

Neraca air alternatif I pada kondisi setelah dilakukan rehabilitasi diterapkan pola tanam padi (100%) - palawija (100%) - palawija (100%) dapat dilihat pada Gambar 2.

Gambar 2. Neraca Air Alternatif I

Neraca air alternatif II pada kondisi setelah dilakukan rehabilitasi diterapkan pola tanam padi (100%) - padi (100%) - palawija (100%) dapat dilihat pada Gambar 3.

Gambar 3. Neraca Air Alternatif II

Neraca air alternatif III pada kondisi setelah dilakukan rehabilitasi diterapkan pola tanam padi (100%) - padi (100%) - padi (100%) dapat dilihat pada Gambar 4.

Gambar 4. Neraca Air Alternatif III

Pada perhitungan neraca air yang telah dilakukan, ketiga alternatif tersebut dapat digunakan karena pada perhitungan neraca air mengalami surplus dan dapat memenuhi kebutuhan air secara keseluruhan pada lahan irigasi. Dari ketiga alternatif tersebut kemudian akan dihitung keuntungan pertanian untuk menentukan alternatif pola tanam dengan keuntungan produktivitas terbesar.

* Keuntungan Pertanian

Analisis pertanian dilakukan untuk menentukan nilai keuntungan tertinggi. Asumsi nilai produksi tanaman dan nilai harga tanaman diambil berdasarkan Laporan Analisis Ekonomi Daerah Irigasi SIM oleh PUPR SDA tahun 2019 sebagai berikut:

Produksi Padi/Ha = 2,83 Ton

Harga Padi (Rp)/Ton = Rp.5.414.000,00

Produksi Palawija/Ha = 0,8 Ton

Harga Palawija (Rp)/Ton = Rp.2.500.000,00

Perhitungan keuntungan produktivitas pertanian pada kondisi sebelum rehabilitasi dengan pola tanam padi (15%) - palawija (75%) - palawija (50%) adalah sebagai berikut:

= ((274 Ha x 2,83 Ton x Rp5.414.000,00) + (1379 Ha x 0,80 Ton x Rp2.500.000,00) + (919 Ha x 0,80 Ton x Rp2.500.000,00))

= Rp8.794.123.880,00

Perhitungan keuntungan pertanian pada kondisi setelah rehabilitasi dengan pola tanam alternatif I padi (100%) - palawija (100%) - palawija (100%) adalah sebagai berikut:

= ((1818 Ha x 2,83 Ton x Rp5.414.000,00) + (1818 Ha x 0,80 Ton x Rp2.500.000,00) + (1818 Ha x 0,80 Ton x Rp2.500.000,00))

= Rp35.126.705.160,00

Perhitungan keuntungan pertanian pada kondisi setelah rehabilitasi dengan pola tanam alternatif II padi (100%) - padi (100%) - palawija (100%) adalah sebagai berikut:

= ((1818 Ha x 2,83 Ton x Rp5.414.000,00) + (1818 Ha x 2,83 Ton x Rp5.414.000,00) + (1818 Ha x 0,80 Ton x Rp2.500.000,00))

= Rp59.345.410.320,00

Perhitungan keuntungan pertanian pada kondisi setelah rehabilitasi dengan pola tanam alternatif III padi (100%) - padi (100%) - padi (100%) adalah sebagai berikut:

= ((1818 Ha x 2,83 Ton x Rp5.414.000,00) + (1818 Ha x 2,83 Ton x Rp5.414.000,00) + (1818 Ha x 2,83 Ton x Rp5.414.000,00))

= Rp83.564.115.480,00

Berdasarkan hasil perhitungan analisis keuntungan pertanian pada setiap alternatif pola tanam setelah rehabilitasi, diketahui bahwa pola tanam Padi (100%) - Padi (100%) - Padi (100%) menghasilkan keuntungan produksi terbesar yaitu mencapai Rp83.564.115.480,00 dibandingkan sebelum rehabilitasi dengan pola tanam Padi (15%) - Palawija (75%) - Palawija (50%) yaitu sebesar Rp8.794.123.880,00. Jadi, dapat disimpulkan bahwa keuntungan pertanian meningkat 10 kali lipat.

* Dimensi Saluran

Dengan perhitungan debit pada Tabel 6, direncanakan saluran dengan penampang trapesium dan sudut kemiringan talud sebesar 45° menggunakan pasangan beton berdasarkan data eksisting. Contoh perhitungan dimensi saluran R.NG1 sebelum pengurangan lahan sebagai berikut:

1. Debit rencana (Q) = 2,996 m3/dt
2. Koefisien kekasaran (k) = 70
3. Koefisien kekasaran manning (n) = $\frac{1}{k}$ = 0,014
4. Lebar dasar saluran (b) = 4,0 m
5. Tinggi air (h) = 1,0 m
6. Tinggi jagaan (w) = 0,30 m
7. Kedalaman saluran (H) = w + h = 0,30 + 1,0 = 1,30 m
8. Kemiringan talud (m) = 1
9. Luas Penampang Basah (A) = h (b + (m x h)) = 1,0 (4,0 + (1 x 1,0)) = 5,00 m2
10. Keliling basah (P) = b + 2h$\sqrt{1+m^{2}} $= 4,0 + (2 x 1,0 x $\sqrt{1+1^{2}}$) = 6,83 m
11. Jari – jari hidrolis (R) = $\frac{A}{P}$ = $\frac{5,00}{6,83}$ = 0,73 m
12. Kemiringan saluran (s) = 0,00011
13. Kecepatan standar (V) = $\frac{1}{n}$  R2/3s1/2 = k R2/3s1/2

= 70 x 0,732/3x 0,000111/2 = 0,60 m/dt

1. Debit saluran (Q) = V x A = 0,60 x 5,00 = 2,982 m3/dt
2. Kontrol

Qmaks = Q + (5% x Q) = 2,982 + (5% x 2,982) = 3,131 m3/dt

Qmin = Q - (5% x Q) = 2,982 - (5% x 2,982) = 2,833 m3/dt

Qmin < Q < Qmaks

2,833 < 2,996 < 3,131 [OKE]

Contoh penghitungan dimensi saluran sekunder R.NG1 setelah pengurangan lahan sebagai berikut:

1. Debit rencana (Q) = 2,960 m3/dt
2. Koefisien kekasaran (k) = 70
3. Koefisien kekasaran manning (n) = $\frac{1}{k}$ = 0,014
4. Lebar dasar saluran (b) = 4,0 m
5. Tinggi air (h) = 1,0 m
6. Tinggi jagaan (w) = 0,30 m
7. Kedalaman saluran (H) = w + h = 0,30 + 1,0 = 1,30 m
8. Kemiringan talud (m) = 1
9. Luas Penampang Basah (A) = h (b + (m x h)) = 1,0 (4,0 + (1 x 1,0)) = 5,00 m2
10. Keliling basah (P) = b + 2h$\sqrt{1+m^{2}} $= 4,0 + (2 x 1,0 x $\sqrt{1+1^{2}}$) = 6,83 m
11. Jari – jari hidrolis (R) = $\frac{A}{P}$ = $\frac{5,00}{6,83}$ = 0,73 m
12. Kemiringan saluran (s) = 0,00011
13. Kecepatan standar (V) = $\frac{1}{n}$  R2/3s1/2 = k R2/3s1/2

= 70 x 0,732/3x 0,000111/2 = 0,60 m/dt

1. Debit saluran (Q) = V x A = 0,60 x 5,00 = 2,982 m3/dt
2. Kontrol

Qmaks = Q + (5% x Q) = 2,982 + (5% x 2,982) = 3,131 m3/dt

Qmin = Q - (5% x Q) = 2,982 - (5% x 2,982) = 2,833 m3/dt

Qmin < Q < Qmaks

2,833 < 2,960 < 3,131 [OKE]

Berdasarkan perhitungan dimensi diketahui bahwa dimensi eksisting masih memenuhi syarat setelah dilakukan pengurangan lahan. Rekapitulasi perhitungan dimensi Saluran Sekunder Ngabean terdapat pada Tabel 8 dan Tabel 9.

Tabel 8. Rekapitulasi Dimensi Saluran Sebelum Pengurangan Lahan

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Saluran** | **Q** | **b** | **h** | **m** | **A** | **P** | **R** | **s** | **V** | **Q** | **Ket** |
| **m3/dt** | **m** | **m** | **m2** | **m** | **m** | **m/dt** | **m3/dt** |
| BM. 22 - B. NG1 | 2,996 | 4,0 | 1,0 | 1 | 5,00 | 6,83 | 0,73 | 0,00011 | 0,60 | 2,982 | OK |
| B. NG 1 - B.NG 2 | 2,867 | 3,5 | 0,8 | 1 | 3,44 | 5,76 | 0,60 | 0,00028 | 0,83 | 2,857 | OK |
| B. NG 2 - B.NG 3 | 2,541 | 3,0 | 0,8 | 1 | 3,04 | 5,26 | 0,58 | 0,00030 | 0,84 | 2,556 | OK |
| B. NG 3 - B.NG 4 | 1,872 | 3,0 | 0,8 | 1 | 3,04 | 5,26 | 0,58 | 0,00016 | 0,61 | 1,867 | OK |
| B. NG 4 - B.NG 5 | 1,342 | 3,0 | 0,8 | 1 | 3,04 | 5,26 | 0,58 | 0,00008 | 0,43 | 1,320 | OK |
| B. NG 5 - B.NG 6 | 0,853 | 2,5 | 0,8 | 1 | 2,64 | 4,76 | 0,55 | 0,00005 | 0,33 | 0,882 | OK |
| B. NG 6 - B.NG 7 | 0,656 | 2,0 | 0,7 | 1 | 1,89 | 3,98 | 0,47 | 0,00007 | 0,36 | 0,674 | OK |

Tabel 9. Rekapitulasi Dimensi Saluran Setelah Pengurangan Lahan

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Saluran** | **Q** | **b** | **h** | **m** | **A** | **P** | **R** | **s** | **V** | **Q** | **Ket** |
| **m3/dt** | **m** | **m** | **m2** | **m** | **m** | **m/dt** | **m3/dt** |
| BM. 22 - B. NG1 | 2,960 | 4,0 | 1,0 | 1 | 5,00 | 6,83 | 0,73 | 0,00011 | 0,60 | 2,982 | OK |
| B. NG 1 - B.NG 2 | 2,831 | 3,5 | 0,8 | 1 | 3,44 | 5,76 | 0,60 | 0,00028 | 0,83 | 2,857 | OK |
| B. NG 2 - B.NG 3 | 2,506 | 3,0 | 0,8 | 1 | 3,04 | 5,26 | 0,58 | 0,00030 | 0,84 | 2,556 | OK |
| B. NG 3 - B.NG 4 | 1,872 | 3,0 | 0,8 | 1 | 3,04 | 5,26 | 0,58 | 0,00016 | 0,61 | 1,867 | OK |
| B. NG 4 - B.NG 5 | 1,342 | 3,0 | 0,8 | 1 | 3,04 | 5,26 | 0,58 | 0,00008 | 0,43 | 1,320 | OK |
| B. NG 5 - B.NG 6 | 0,853 | 2,5 | 0,8 | 1 | 2,64 | 4,76 | 0,55 | 0,00005 | 0,33 | 0,882 | OK |
| B. NG 6 - B.NG 7 | 0,656 | 2,0 | 0,7 | 1 | 1,89 | 3,98 | 0,47 | 0,00007 | 0,36 | 0,674 | OK |

# KESIMPULAN DAN SARAN

## Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

* Saluran Sekunder Ngabean mendapatkan suplai air dari bendung utama (Bendung Jati) dan bendung suplesi (Bendung Ngabean). Debit andalan Bendung Jati kondisi sebelum rehabilitasi tertinggi sebesar 1,01 m3/dt dan terendah sebesar 0,00 m3/dt. Sedangkan pada kondisi setelah rehabilitasi tertinggi sebesar 5,93 m3/dt dan terendah sebesar 3,21 m3/dt. Sementara itu, debit andalan pada Bendung Ngabean tertinggi sebesar 5,00 m3/dt dan terendah sebesar 0,01 m3/dt.
* Kebutuhan air irigasi maksimum pada masing-masing alternatif pola tanam adalah sebagai berikut:

Padi (100%) – Palawija (100%) – Palawija (100%) = 2,71 m3/dt

Padi (100%) – Padi (100%) – Palawija (100%) = 2,71 m3/dt

Padi (100%) – Padi (100%) – Padi (100%) = 3,10 m3/dt

* Berdasarkan analisis keuntungan pertanian, pada kondisi sebelum rehabilitasi dan pengurangan lahan dengan pola tanam Padi (15%) – Palawija (75%) – Palawija (50%), keuntungan yang dihasilkan sebesar Rp8.794.123.880,00. Sedangkan, pola tanam dengan keuntungan produksi terbesar setelah adanya rehabilitasi dan pengurangan lahan yaitu Padi (100%) – Padi (100%) – Padi (100%) yang menghasilkan keuntungan mencapai Rp83.564.115.480,00. Maka, keuntungan pertanian meningkat 10 kali lipat dibandingkan dengan kondisi sebelum rehabilitasi dan pengurangan lahan.
* Berdasarkan perhitungan dimensi pada Saluran Sekunder Ngabean, diketahui bahwa dimensi eksisting masih memenuhi syarat setelah adanya pengurangan lahan sehingga tidak diperlukan perubahan dimensi saluran.

## Saran

Berdasarkan simpulan dari penelitian ini, terdapat beberapa saran yang dapat dijadikan pertimbangan untuk penelitian kedepannya sebagai berikut:

* Dalam jangka panjang, perlu dilakukan pemeliharaan dan pengelolahan bangunan irigasi seperti bendung, bangunan bagi, saluran irigasi sehingga dapat meminimalisir kehilangan air akibat rusaknya bangunan irigasi.
* Perlu adanya usaha sosialisasi dan koordinasi kepada petani dan dinas-dinas terkait mengenai pengaturan jadwal tanam dan pembagian sistem golongan agar hasil pertanian dapat sesuai dengan perencanaan

# DAFTAR PUSTAKA

Alam, L., & Dinata, A. (2017). *Analisis Kapasitas Saluran Daerah Irigasi Lubuk Buntak Kecamatan Dempo Selatan Kota Pagar Alam*. Jurnal Ilmiah Bering’s, 4(1), 10-15.

Azmi, D., Nusantara, D., & Fawati, I. A. (2023). *Study of Improving the Irrigation Network System for the Saluran Induk Madiun (SIM) in Magetan Regency*. Jurnal Teknik Sipil, *23*(3), 452-459. https://doi.org/10.26418/jts.v23i3.681

Darabi, H., Asadi, S., Tabrizi, S., Hanjani, A. E., & Candidate, P. D. (2020). *Evaluating Irrigation and Drainage Sub-Network Management (Case Study: Khodaafarin Network)*. *Water Producitivity Journal*, 1(1), 73-84.

Direktorat Jenderal Pengairan. (2013). *Standar Perencanaan Irigasi Kriteria Perencanaan Bagian Jaringan Irigasi KP-01*. Galang Persada.

Direktorat Jenderal Pengairan. (2013). *Standar Perencanaan Irigasi Kriteria Perencanaan Bagian Jaringan Irigasi KP-03*. Galang Persada.

Hao, L., Su, X., & Singh, V. P. (2018). *Cropping Pattern Optimization Considering Uncertainty of Water Availability and Water Saving Potential*. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, *11*(1), 178–186. https://doi.org/10.25165/j.ijabe.20181101.3658

Kuncoro, O., Edy Santosa, Fr., Arif Rahman Hakim, J., & Timur, J. (2022). *Analysis of Calculation of Dimensions of Irrigation Channels in Bondoyudo Irrigation Areas*. *4*. *Journal of World Conference,* 4(4), 163-176.

Limantara, LM. (2010). *Hidrologi Teknik Dasar*. Malang: Citra Malang

PUPR SDA. (2019). *Laporan Hasil Analisa Ekonomi D.I. SIM*. Sukoharjo: Direktorat Jenderal Sumber Air.

PUPR SDA. (2019). *Laporan Hidrologi dan Hidrolika D.I. SIM*. Sukoharjo: Direktorat Jenderal Sumber Air.

Rahman, A. L., Fauzi, M., & Sujatmoko, B. (2019). *Sistem Pemberian Air secara Rotasi Daerah Irigasi Kaiti Samo di Kabupaten Rokan Hulu*. *Jurnal Teknik*, 13(1), 44-52.

Rahmat, A., Azizah, C., & Fahmi, M. (2023). *Evaluation of Irrigation Water Availability and Demand in Blang Rongka, Bener Meriah District*. *CIVILLA*, *08*(1), 1–6. https://doi.org/10.30736/cvl.v2i2

Ratu Ropa, T. M., & Arif Budiyanto, M. (2020). *Kajian Kapsitas Saluran Daerah Irigasi Baing di Kabupaten Sumba Timur Provinsi Nusa Tenggara Timur*. CivETech, II(1), 32-49.

Setiawan, A., & Affandy, N. A. (2017). *Evaluasi Daerah Irigasi Bengawan Jero Kabupaten Lamongan*. CIVILLA, 2(1), 49-53.

Soumokil, H. J., & Nara, O. D. (2017). *Study of Irrigation Water Supply Efficiency to Support the Productivity of Farmers (Case Study at Kobisonta North Seram Central Maluku District)*. *International Journal of Advanced Engineering Research and Science*, *4*(11), 49–57. https://doi.org/10.22161/ijaers.4.11.7

Suninda, T. W. (2019). *Penentuan Debit Andalan Dengan Metoda FJ MOCK di Daerah Aliran Sungai Cisadane.* Jurnal Air Indonesia, 11(1), 15-24.

Syed, N. S. B., Shuqi, Z., Babar, M. M., & Soothar, R. K. (2021). *Analysis of conveyance losses from tertiary irrigation network. Civil Engineering Journal (Iran)*, *7*(10), 1731–1740. https://doi.org/10.28991/cej-2021-03091756

Yuanita, E., & Soeryamassoeka, S. (2023). *Analysis Water Availability and Water Balance in Irrigation Areas Rintau, District Sekayam*. Jurnal Teknik Sipil*, 23*(1), 54–61. https://doi.org/10.26418/jtsft