

OPTIMASI DAN EVALUASI JARINGAN IRIGASI PADA DAERAH IRIGASI SUMBER NGEPOH KECAMATAN LAWANG KABUPATEN MALANG

Yurike Dina Apriliana¹, Winda Harsanti², Agus Suhardono³

Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang¹, Dosen Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang², Dosen Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang³.

Email: yurikedina@gmail.com¹; winda.harsanti@polinema.ac.id²; agussuhardono66@gmail.com³

ABSTRAK

Daerah Irigasi Sumber Ngepoh merupakan daerah yang berada di Kecamatan Lawang, Kabupaten Malang, Provinsi Jawa Timur. Hasil pertanian dari Desa Sumber Ngepoh Kecamatan Lawang berupa tanaman padi dan palawija seperti jagung. Sebagian lahan pertanian yang berada pada Daerah Irigasi Sumber Ngepoh mengalami kendala dalam pendistribusian air yaitu, kecurangan dari oknum masyarakat yang sengaja membelokkan dan memotong saluran tersier dan kurang memadainya saluran sekunder yang ada. Tujuan penelitian ini untuk mengoptimasi dan mengevaluasi kembali jaringan irigasi pada daerah tersebut. Data yang dibutuhkan berupa data curah hujan, data klimatologi, peta topografi, data HSPK Kabupaten Malang, dan data-data yang diperoleh langsung saat pengamatan di lokasi studi. Hasil analisis kebutuhan air tanaman dengan memperhitungkan efisiensi irigasi yaitu Alternatif I sebanyak 1251,548 m³/ha, Alternatif II sebanyak 1190,813 m³/ha, dan Alternatif III sebanyak 1126,095 m³/ha. Perumusan program fungsi kendala yaitu ketersediaan air dan lahan. Hasil optimasi lahan pertanian dipilih alternatif III dengan hasil Musim hujan : luas padi 935 ha dan palawija 665 ha, Musim kemarau I : luas padi 284 dan palawija 0 ha, Musim kemarau II : luas padi 498 ha dan palawija 684 ha. Total keuntungan sebesar Rp 38.741.323.850,00. Hasil evaluasi dimensi jaringan irigasi yaitu, dengan lebar dan tinggi penampang terkecil $b = 0,6$ m dan $h = 0,3$ m, sedangkan untuk penampang terbesar $b = 2,1$ m dan $h = 1,00$ m. Di beberapa titik saluran yang terlalu curam membutuhkan bangunan terjunan seperti pada saluran RL 2 dengan ketinggian yang telah direncanakan. Rencana anggaran biaya yang dibutuhkan sebesar Rp 25.203.648.494., dan lama waktu pengerjaan 504 hari kerja.

Kata kunci : irigasi, kebutuhan air, pola tanam, optimasi lahan, evaluasi dimensi.

ABSTRACT

Sumber Ngepoh Irrigation Area is located in Lawang District, Malang Regency, East Java Province. The agricultural products of Sumber Ngepoh Village in Lawang District are rice and secondary crops such as corn. Some of the agricultural land in the Sumber Ngepoh Irrigation Area experienced obstacles in the distribution of water, namely, fraud from unscrupulous people who deliberately deflect and cut tertiary channels and the inadequacy of existing secondary channels. The purpose of this research is to optimise and re-evaluate the irrigation network in the area. The data needed are rainfall data, climatological data, topographic maps, HSPK data of Malang Regency, and data obtained directly during observations at the study site. The results of the analysis of crop water requirements by taking into account irrigation efficiency are Alternative I as much as 1251.548 m³/ha, Alternative II as much as 1190.813 m³/ha, and Alternative III as much as 1126.095 m³/ha. The formulation of the objective function program is profit maximisation. The formulation of the constraint function programme is the availability of water and land. The results of farmland optimisation selected alternative III with the results of the rainy season: rice area 935 ha and secondary crops 665 ha, dry season I: rice area 284 and secondary crops 0 ha, dry season II: rice area 498 ha and secondary crops 684 ha. Total profit of Rp 38,741,323,850.00. The results of the evaluation of the dimensions of the irrigation network, namely, with the width and height of the smallest cross section $b = 0.6$ m and $h = 0.3$ m, while for the largest cross section $b = 2.1$ m and $h = 1.00$ m. In some points the channel is too steep. At some points the channel that is too steep requires a drop building such as in the RL 2 channel with a planned height. The cost budget plan required is Rp 25,203,648,494, and the duration of the work is 504 working days.

Keywords: irrigation, water demand, cropping pattern, land optimisation, dimension evaluation.

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara agraria yang sebagian besar penduduknya bermata pencaharian sebagai petani yang mana menggantungkan hidup pada sektor pertanian. Sektor pertanian memiliki peran yang sangat penting karena sebagai penghasil pangan penduduk yang jumlah tiap tahunnya terus meningkat. Kondisi alam yang mendukung, keanekaragaman hayati yang melimpah, serta memiliki iklim tropis dimana sinar matahari terpancar sepanjang tahun sehingga masyarakat dapat bercocok tanam sepanjang tahun. Kondisi inilah yang dapat menjadikan Indonesia sebagai negara makmur yang mampu mencukupi kebutuhan pangan seluruh warganya.

Dalam mencukupi pangan, peran irigasi sangatlah penting guna memenuhi kebutuhan air di lahan pertanian masyarakat. Irigasi merupakan suatu upaya untuk menyediakan dan mengalirkan air dalam rangka ketahanan pangan nasional dan kesejahteraan masyarakat, khususnya petani yang diwujudkan melalui keberlanjutan sistem irigasi. Akan tetapi berkembangnya sektor industri dan bertambahnya area pemukiman menyebabkan berkurangnya lahan pertanian. Dengan demikian berkurang pula ketersediaan pangan sedangkan kebutuhan pangan meningkat setiap tahunnya.

Salah satu cara untuk mengoptimalkan lahan irigasi dan meningkatkan hasil panen pertanian tersebut adalah dengan cara optimasi, yang artinya yaitu cara mendapatkan harga ekstrim baik maksimum maupun minimum dari suatu fungsi tertentu dengan faktor -faktor pembatasnya. Jika persoalan yang akan diselesaikan dicari nilai maksimumnya, maka keputusan berupa maksimasi (Suprodjo dan Purwanti, 1982). Optimasi dalam penyelesaian masalah adalah salah satu cara mengambil keputusan sehingga mendapatkan hasil yang optimal sesuai dengan fungsinya. Salah satu metode dari optimasi adalah *linear programming*. *Linear Programming* sendiri adalah salah satu teknis analisis dari kelompok teknik riset operasional yang menggunakan metode matematik (Nasedi dan Anwar, 1985 dalam Tamizi, 2005).

Daerah Irigasi Sumber Ngepoh merupakan daerah yang berada di Kecamatan Lawang Kabupaten Malang Provinsi Jawa Timur. Daerah irigasi ini mempunyai luasan sebesar 1600 ha. Hasil pertanian dari Desa Sumber Ngepoh Kecamatan Lawang berupa tanaman padi dan palawija

seperti jagung. Sumber pengambilan air didapat dari mata air Sungai Krabyakan. Menurut petani desa setempat, sebagian lahan pertanian yang berada pada Daerah Irigasi Sumber Ngepoh mengalami kendala dalam pendistribusian air yaitu, kecurangan dari oknum masyarakat yang sengaja membelokkan dan memotong saluran tersier sehingga sawah

yang seharusnya mendapatkan distribusi air tidak dapat mengairi secara maksimal dan terdapat resiko gagal panen. Keterlambatan pasokan air irigasi juga disebabkan karena kurang memadainya saluran sekunder yang ada. Saluran mengalami banyak kerusakan, tidak adanya pasangan di beberapa titik saluran, dangkalnya saluran dikarenakan sedimen, dimensi semakin mengecil dikarenakan banyak ditumbuhi tanaman liar. Kondisi tersebut mengakibatkan rendahnya produktifitas dari area layanan air irigasi.

Guna memaksimalkan pendistribusian dan pengalokasian pada Daerah Irigasi Sumber Ngepoh maka diperlukan optimasi dan evaluasi jaringan irigasi sesuai dengan musim dan ketersediaan air irigasi serta membandingkan antara kebutuhan debit dengan jaringan irigasi yang ada. Apabila belum memadai perlu dilakukan perencanaan ulang saluran, untuk mendukung usaha optimasi ini maka digunakan program Linear Solver Excel. Sehingga diharapkan selain dapat mengoptimalkan hasil produksi panen juga dapat meningkatkan kesejahteraan para petani di Kabupaten Malang tepatnya pada masyarakat Kecamatan Lawang.

2. METODE

Penelitian ini berlokasi di daerah irigasi sumber ngepoh kecamatan lawang di kabupaten malang. Dengan data diperoleh sebagai berikut.

Data

Dalam perencanaan jaringan irigasi ini menggunakan data sekunder yang berfungsi sebagai dasar dan pedoman awal dalam proses analisa. Data sekunder adalah data yang diperoleh melalui media perantara yang tidak langsung berupa buku, catatan, bukti yang telah ada, atau arsip baik yang dipublikasikan maupun yang tidak dipublikasikan secara umum.

Dalam mendukung studi perencanaan ini dibutuhkan data sekunder yaitu:

- a. Data Curah Hujan
Data curah hujan didapat dari Dinas Pekerjaan Umum Pengairan Kabupaten Malang dan Dinas Pekerja Umum Pengairan Kabupaten Pasuruan . Curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan harian selama 10 tahun yaitu mulai tahun 2009-2018. Data curah hujan ini digunakan untuk menganalisa kebutuhan air irigasi (NFR).
- b. Data Klimatologi
Data Klimatologi yang digunakan dalam studi ini didapat dari BMKG Karangploso. Data klimatologi meliputi data temperatur, data kecepatan angin, data kelembaban udara dan data penyinaran matahari pada tahun 2019.
- c. Peta Topografi

Peta Topografi dalam studi ini menggunakan Peta Rupa Bumi Indonesia. Peta topografi digunakan untuk merencanakan jaringan irigasi pada DI Sumber Ngepoh dan untuk menghitung dimensi. Dari peta topografi dapat diketahui keadaan medan yang akan direncanakan seperti beda tinggi elevasi untuk menentukan kemiringan suatu saluran.

- d. Data HSPK Kabupaten Malang
Data HSPK dalam studi ini didapat dari Dinas PU Kabupaten Malang. Data HSPK digunakan untuk merencanakan RAB yang direncanakan dalam pekerjaan.
- e. Data-data yang terkait dengan kondisi lingkungan setempat yang diperoleh langsung saat pengamatan di lokasi studi.

Analisa Jaringan Irigasi

Perencanaan jaringan irigasi bisa ditentukan dari peta topografi dan batas daerah irigasi sesuai dengan buku petunjuk perencanaan irigasi bagian jaringan irigasi (KP-01). Analisa jaringan irigasi dibutuhkan untuk menentukan penempatan dan nama suatu saluran dan bangunan irigasi. Dan hasil analisa jaringan irigasi ini bisa digunakan untuk menganalisa perhitungan air irigasi (NFR). Tahap perencanaan bisa dilihat pada sub-sub-bab 2.3.5 Jaringan Irigasi Primer dan 2.3.6 Jaringan Irigasi Tersier.

Analisa Perhitungan NFR

Perhitungan NFR dapat diperoleh dari pola tata tanam, data hasil perhitungan curah hujan dan data klimatologi. Tahap perhitungan seperti yang telah tertera dalam sub-sub-bab 2.5.4 Kebutuhan Air di Sawah.

Untuk perhitungan curah hujan dilakukan dengan metode Poligon Thiessen berdasarkan cara yang telah tertera dalam sub-sub-bab 2.5.9 Curah Hujan maka didapat Stasiun Lawang, Stasiun Tumpang, dan Stasiun Purwodadi. Peta stasiun hujan Malang dapat dilihat pada Gambar 3.2 berikut:

Analisa Kapasitas Saluran

Perhitungan kapasitas saluran dapat diperoleh dari nilai NFR dan hasil analisa jaringan irigasi. Analisa kapasitas saluran diperlukan untuk mengetahui besarnya daya tampung pada saluran dan berfungsi untuk menentukan dimensi saluran. Perhitungan dimensi saluran dapat diperoleh dari hasil analisa kapasitas saluran dan peta topografi. Analisa dimensi saluran diperlukan untuk mengetahui dimensi yang sesuai atau cocok berdasarkan besarnya debit dan topografi saluran. Perlu adanya kontrol kecepatan (v) dan bilangan froude (Fr) pada perhitungan dimensi ini. Setelah itu dapat dilanjutkan tahap penggambaran.

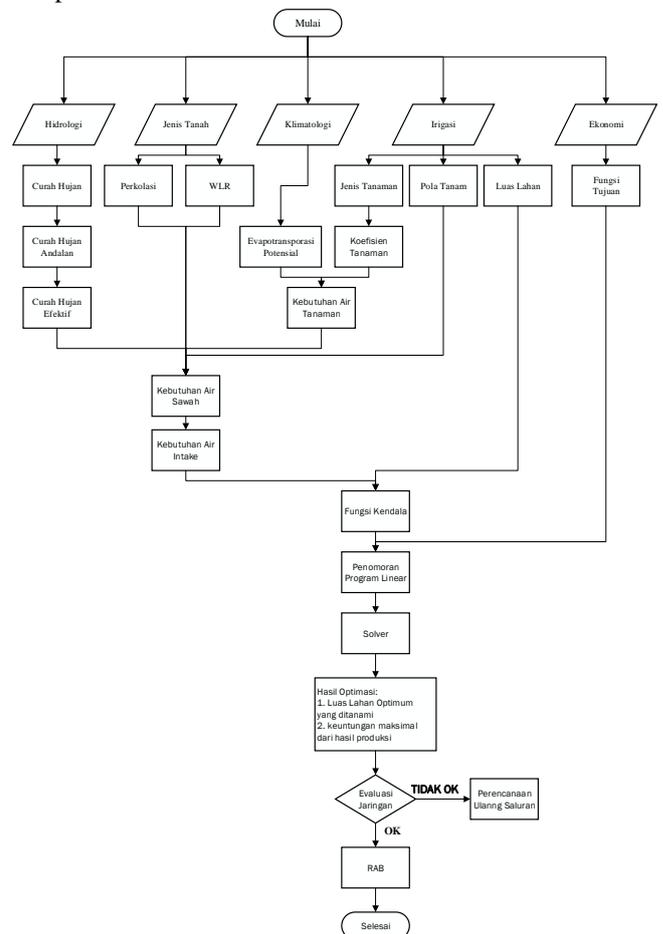
Analisa Perhitungan RAB

Perhitungan Rencana Anggaran Biaya menggunakan HSPK Kabupaten Malang 2019. Analisa perhitungan RAB digunakan untuk mengetahui biaya dalam pembuatan saluran irigasi sesuai perencanaan berdasarkan harga satuan pekerjaan.

Analisa Keuntungan Panen

Hasil keuntungan panen petani merupakan hasil pendapatan bersih yang diterima oleh petani dikurangi biaya produksi yang dikeluarkan petani untuk sekali tanam tiap hektar. Sedangkan ini produksi yaitu banyaknya hasil produksi tanaman tiap hektar dikalikan dengan harga produksi tanaman.

Hasil keuntungan ini merupakan pendapatan bersih untuk masing-masing tanaman yang akan digunakan sebagai fungsi tujuan pada perhitungan keuntungan hasil panen yang akan dicapai.



Gambar 1. Flowchart

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kebutuhan Air Irigasi Berdasarkan Pola Tata Tanam Alternatif

Tujuan membuat pola tata tanam alternatif yaitu untuk mendapatkan kebutuhan air irigasi yang tepat dengan tetap memperhatikan debit yang tersedia. Dalam studi ini, penentuan pola tata tanam dibuat 3 alternatif yaitu:

1. Alternatif I = Menggunakan data dan jadwal pola tata tanam sesuai kondisi eksisting seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya.
2. Alternatif II = Memajukan jadwal tanam selama 15 hari. Pola tanam dimulai pada bulan Oktober periode II
3. Alternatif III = Mengundur jadwal tanam selama 15 hari. Pola tanam dimulai pada bulan November periode II

Debit Kebutuhan Air Tiap Musim Tanam Masing-masing Tanaman

Nilai volume kebutuhan air irigasi diambil dari perhitungan pola tata tanam. Kemudian dijumlah untuk masing-masing tanaman dan tiap musim tanam, digunakan untuk kebutuhan air irigasi. Untuk hasil perhitungan kebutuhan air irigasi tiap alternatif dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1. Debit Kebutuhan Air Irigasi PTT Alternatif III (m³/ha)

Bulan	Periode	Musim Hujan	Musim Kemarau I	Musim Kemarau II
Nov	II	0,857		
Des	I	0,000		
	II	0,000		
Jan	I	0,429		
	II	0,342		
Feb	I	0,396		
	II	0,288		
Mar	I	0,597		
	II		0,409	
Apr	I		0,221	
	II		0,042	
Mei	I		0,296	
	II		0,058	
Jun	I		0,000	
	II		0,195	
Juli	I		1,501	
	II			1,539
Ags	I			0,684
	II			0,799
Sep	I			0,238
	II			0,947
Okt	I			0,840
	II			0,895
Nov	I			1,461
Jumlah	Lt/dt/Ha	2,909	2,722	7,403
	m3/dt/Ha	0,003	0,003	0,007
Volume	m3/Ha	251,338	235,162	639,595

Sumber : Hasil Perhitungan

Optimasi Program Linier

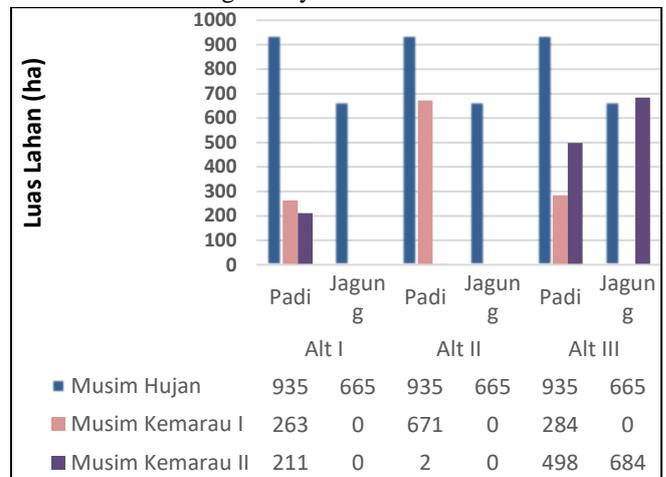
Hasil dari optimasi lahan pertanian untuk alternatif I, alternatif II, dan alternatif III akan direkap pada tabel berikut:

Tabel 2. Hasil Optimasi Keseluruhan Alternatif

Tata Tanam	Alternatif Luas Lahan	Alt I		Alt II		Alt III	
		Padi (ha)	Jagung (ha)	Padi (ha)	Jagung (ha)	Padi (ha)	Jagung (ha)
Musim Hujan	Total keuntungan Rp.	935	665	935	665	935	665
Musim Kemarau I	Total keuntungan Rp.	263	0	671	0	284	0
Musim Kemarau II	Total keuntungan Rp.	211	0	2	0	498	684
		3.418.397.558		34.797.326		13.614.024.886	

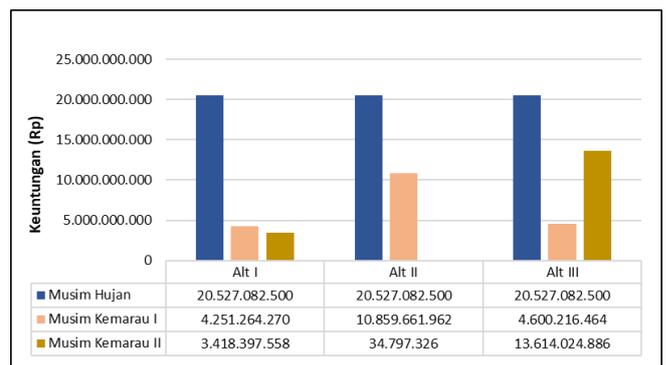
Sumber: Hasil Perhitungan

Dan berikut adalah grafikya:



Gambar 2. Grafik Hasil Luas Tanaman Keseluruhan Alternatif

Sumber : Hasil Perhitungan



Gambar 3. Grafik Keuntungan Keseluruhan Alternatif

Sumber : Hasil Perhitungan

Kapasitas Saluran

a. Kapasitas Saluran Eksisting

Kapasitas saluran eksisting dihitung untuk mengetahui apakah saluran eksisting masih mampu menampung debit kebutuhan air petak tersier yang telah dihitung. Saluran

eksisting berbentuk persegi menggunakan pasangan batu kali.

Sebelum perhitungan kapasitas saluran dilakukan, terlebih dahulu harus menghitung nilai slope.

Berikut adalah contoh perhitungan slope pada saluran RSi2 – Rsi1

$$S = \frac{(\text{elevasi RSi1} - \text{elevasi RSi2})}{\text{Jarak}}$$

$$= \frac{(1747,750 - 1747,320)}{1628}$$

$$= 0,0003$$

Maka didapat nilai kemiringan dasar saluran (slope) yaitu 0,0003

Untuk nilai slope saluran yang lain dapat dilihat pada tabel

Tabel 3. Perhitungan Nilai Slope

No. Sal	Sal. Di Atasnya	Qkap (m ³ /dt)	El tanah asli		L (m)	S asli
			bawah (sawah/petak)	atas		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
RSi 2	RSi 1	0,450	1747,320	1747,750	1628,000	0,0003
RSi 1	BB	1,123	1747,750	1748,790	1243,000	0,0008
RL4	RL3	0,166	1660,590	1679,700	957,000	0,0200
RL3	RL2	0,734	1679,700	1680,110	1184,000	0,0003
RL2	RL1	1,693	1680,110	1725,520	3156,000	0,0144
RL1	BB	2,252	1725,520	1748,790	737,000	0,0316
BB	RSu2	3,375	1748,790	1824,920	1916,000	0,0397
RSu1	Intake	3,789	1824,920	1843,780	1836,000	0,0103

Sumber: Hasil Perhitungan

Setelah nilai slope didapat, selanjutnya yaitu menghitung kapasitas saluran sekunder.

Berikut adalah contoh perhitungan kapasitas saluran eksisting RSi2 – Rsi1

Debit kebutuhan setelah dioptimasi

$$= Q (\text{Sidoluhur} + \text{Srigading})$$

$$= (0,270 + 0,180)$$

$$= 0,450 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

Lebar dasar saluran (b) = 0,1 m

Kedalaman (h) = 0,08 m

Slope = 0,0003

luas penampang saluran (A) = b x h

$$= 0,1 \times 0,08$$

$$= 0,008 \text{ m}^2$$

Keliling basah saluran (P) = b + 2h

$$= 0,1 + 2 \times 0,08$$

$$= 0,26 \text{ m}$$

Jari – jari hidrolis (R) = $\frac{A}{P}$

$$= \frac{0,008}{0,26}$$

$$= 0,031 \text{ m}$$

Nilai kekasaran manning (n) = 0,025

Kecepatan aliran (V) = $1/n R^{2/3} s^{1/2}$

$$= ((1/0,025) \times (0,031^{2/3}) \times (0,0003^{0,5}))$$

$$= 0,064 \text{ m/dt}$$

Debit kapasitas tampung (Q) = V x A

$$= 0,064 \times 0,008$$

$$= 0,005 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

Fr = $\frac{0,0638}{\sqrt{9,81 \times 0,8}}$

$$= 0,072$$

Kontrol perhitungan pada saluran eksisting diperoleh $0,005 \text{ m}^3/\text{dtk} \geq 0,450 \text{ m}^3/\text{dtk}$ yang dimana debit kapasitas tampung \leq debit kebutuhan dapat disimpulkan aliran debit tidak memenuhi standart. Selain itu didapatkan pula data $0,2 \leq 0,005 \geq 2$ yang dimana kecepatan aliran min \leq kecepatan aliran hitung \geq kecepatan aliran max sehingga diperlukan desain ulang. Dan untuk Fr ≤ 1 sudah memenuhi standart.

b. Kapasitas Saluran Baru

Dari hasil evaluasi saluran disimpulkan bahwa saluran eksisting memerlukan perencanaan ulang agar saluran dapat mengairi petak tersier dengan optimal. Berikut adalah perhitungan saluran dengan dimensi yang baru:

Lebar dasar saluran (b) = 1,60 m

Kedalaman (h) = 0,80 m

Slope rencana = 0,0003

luas penampang saluran (A) = b x h

$$= 1,6 \times 0,8$$

$$= 1,28 \text{ m}^2$$

Keliling basah saluran (P) = b + 2h

$$= 1,6 + 2 \times 0,8$$

$$= 3,2 \text{ m}$$

Jari – jari hidrolis (R) = $\frac{A}{P}$

$$= \frac{1,28}{3,2}$$

$$= 0,400 \text{ m}$$

Nilai kekasaran manning (n) = 0,025

Kecepatan aliran (V) = $1/n R^{2/3} s^{1/2}$

$$= ((1/0,025) \times (0,400^{2/3}) \times (0,0003^{0,5}))$$

$$= 0,353 \text{ m/dt}$$

Debit kapasitas tampung (Q) = V x A

$$= 0,353 \times 1,28$$

$$= 0,452 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

Fr = $\frac{0,353}{\sqrt{9,81 \times 0,8}}$

$$= 0,126$$

Kontrol perhitungan pada saluran alternatif diperoleh $0,452 \text{ m}^3/\text{dtk} \geq 0,450 \text{ m}^3/\text{dtk}$ yang dimana debit kapasitas tampung \geq debit kebutuhan dapat disimpulkan aliran debit sudah

memenuhi standart. Selain itu didapatkan pula data $0,2 \leq 0,353 \geq 2$ yang dimana kecepatan aliran min \leq kecepatan aliran hitung \geq kecepatan aliran max sehingga dengan desain alternatif sudah memenuhi standart. Dan untuk $Fr \leq 1$ sudah memenuhi.

c. Perhitungan Elevasi Saluran

Tabel 4. Elevasi Akhir dan Elevasi Awal Saluran

Elevasi Akhir			Elevasi Awal		
Muka Air	Dasar Pas.	Tanggul	Muka Air	Dasar Pas.	Tanggul
(31)	(32)	(33)	(34)	(35)	(36)
1749,420	1748,620	1749,687	1749,850	1749,050	1750,117
1749,850	1748,850	1750,183	1750,890	1749,890	1751,223
1662,190	1661,890	1662,290	1681,300	1681,000	1681,400
1681,300	1680,300	1681,633	1681,710	1680,710	1682,043
1681,710	1681,010	1681,943	1727,120	1726,420	1727,353
1727,120	1726,320	1727,387	1750,390	1749,590	1750,657
1750,890	1749,890	1751,223	1827,020	1826,020	1827,353
1827,020	1826,020	1827,353	1845,880	1844,880	1846,213

Sumber : Hasil Perhitungan

Bangunan Terjun

Berikut contoh perhitungan bangunan terjun pada saluran RL2:

- Diketahui data
 $h_i = 0,7 \text{ m}$, $V = 1,928 \text{ m}^3/\text{dtk}$, $Q = 2,024 \text{ m}^3/\text{dtk}$
- Dari data yang diketahui dilanjutkan dengan menghitung lebar bukaan efektif (B)

$$H = h_i + 1 (V^2) / (2 \times g)$$

$$= 0,7 + 1 (1,928^2) / (2 \times 9,81)$$

$$= 0,889 \text{ m}$$

$$B = \frac{Q}{1,171 \times H^{3/2}}$$

$$= \frac{2,024}{1,171 \times 0,889^{3/2}}$$

$$= 1,411 \text{ m}$$
- Setelah memperoleh nilai B, dilanjutkan dengan menghitung tinggi ambang di hilir
 $a = 0,5 \times dc$
 $a = 0,5 \times 0,594 = 0,297 \text{ m}$
 $dc = Q^2 / (g \times B^2)^{1/3}$
 $= 2,024^2 / (9,81 \times 1,411^2)^{1/3}$
 $= 0,594 \text{ m}$
- Kemudian menghitung panjang terjunan (L1) dan panjang olakan (L2)
 $L1 = 3 \times Z$
 $= 3 \times 0,75$
 $= 2,25 \text{ m}$
 $C1 = 2,5 + 1,1 + (dc / Z) + 0,7 (dc / Z)^3$
 $= 2,5 + 1,1 + (0,594 / 0,75) + 0,7 (0,594 / 0,75)^3$
 $= 3,719$

$$L2 = C1 \times Z \times dc + 0,25$$

$$= 3,719 + 0,75 + 0,594 + 0,25$$

$$= 1,907 \text{ m}$$

- Menghitung nilai jarak pondasi pada ruas pertama (t) dengan rumus sebagai berikut:

$$t = 0,5 (h + Z)$$

$$t = 0,5 (0,889 + 0,75) = 0,820 \text{ m}$$

Rencana Anggaran Biaya (RAB)

- Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Tabel 5. Rencana Anggaran Biaya (RAB)

RENCANA ANGGARAN BIAYA					
No	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan	Jumlah Harga
1	PEKERJAAN PERSIAPAN				
	Pembersihan Lahan Saluran	m ²	22829,215	Rp 23.204,50	Rp 529.740.519,47
	Pembongkaran Saluran	m ³	3537,021	Rp 5.848	Rp 20.683.082,25
	Pemasangan Bowplank	m ¹	6,068	Rp 60.170	Rp 365.083,88
2	PEKERJAAN TANAH				
	Galian Tanah Diangkut Dumptruck sejauh 2 km	m ³	4651,251	Rp 176.555	Rp 821.202.992,06
	Galian Tanah	m ³	26712,409	Rp 18.109	Rp 483.732.767,16
	Urugan Pasir	m ³	2904,720	Rp 431,024	Rp 1.252.004.033,28
3	PEKERJAAN PASANGAN				
	Pasangan Batu Kali 1 PC : 4 PS	m ³	21724,520	Rp 878.968	Rp 19.095.152,681
	Jumlah				Rp 22.912.407.721,65
PPN 10 %					Rp 2.291.240.772
Total					Rp 25.203.648.494

Sumber : Hasil Perhitungan

- Durasi Pekerjaan

Untuk mengetahui berapa lama proyek akan berlangsung maka perlu dilakukan perhitungan durasi pekerjaan. Berikut adalah contoh perhitungan durasi pekerjaan pembersihan lahan sebagai berikut :

Koefisien Pekerja : 0.06 OH (diperoleh dari AHSP)
 Volume pekerjaan pembersihan lahan : 22829,22 m²

Produktivitas 1 pekerja adalah
 $= (1/\text{koef pekerja})$
 $= (1/0.06) = 16.667 \text{ OH/ m}^2$

Berarti 1 pekerja dapat menyelesaikan 16.667 m² dalam sehari.

Pada pekerjaan pembersihan lahan dikerjakan oleh 75 pekerja, maka durasi pekerjaan untuk pembersihan lahan :

$$\text{Durasi} = (\text{volume/ produktivitas} \times \text{jumlah pekerja})$$

$$= (22829,22 / (16.667 \times 75))$$

$$= 18,263 \text{ hari atau 3 minggu}$$

Jadi pada pekerjaan pembersihan lahan dapat diselesaikan selama 18 hari dengan jumlah pekerja sebanyak 75 pekerja. Rekapitulasi hasil perhitungan durasi pekerjaan ditampilkan dalam lampiran.

- Penjadwalan

Setelah menghitung harga setiap item pekerjaan, total biaya dari pekerjaan drainase dan durasi pekerjaan, selanjutnya dapat dilakukan perencanaan penjadwalan tiap item pekerjaan seperti berikut ini :

