

Analisis Kehilangan Air Irigasi Saluran Sekunder pada Daerah Irigasi Dakaino

Irvan Hamid^{1*}, Muhammad Saleh Pallu¹, Mukhsan Putra Hatta¹

¹Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin
Jl. Poros Malino km. 6, Bontomarannu, Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan 92171

*Email: ippank.sipolemajupi78@gmail.com

DOI: 10.25042/jpe.052021.07

Abstrak

Saluran D.I. dakaino terbagi atas 2 jenis, yaitu saluran pasangan batu dengan panjang 1848 m dan saluran beton pracetak dengan Panjang 617 m. Penelitian ini dilakukan dengan membandingkan pengukuran lapangan, rumus empiris dan simulasi dengan menggunakan HEC-RAS, parameter yang menjadi pembanding dalam tiap analisa antara lain ada tinggi muka air, debit pada saluran, kekasaran saluran, kehilangan energi pada saluran dan efisiensi. Berdasarkan hasil pengukuran lapangan diketahui nilai manning untuk saluran beton pracetak adalah 0.011 dan saluran pasangan batu adalah 0.048. analisa Kehilangan Energi air karena gesekan dan belokan pada saluran Beton Pracetak diketahui Kehilangan Energi air sebesar 0.39 meter dari panjang saluran 617 meter sedangkan pada saluran pasangan batu dengan panjang 1848 meter diketahui terdapat Kehilangan Energi air sebesar 19.84 meter. Pasangan batu memiliki kehilangan energi yang besar karena kekasaran saluran pasangan batu. Bentuk permukaan yang kasar akan memberikan kehilangan energi yang besar karena mempunyai nilai tahanan yang besar. Dari pengukuran di lapangan, terdapat kehilangan air sebesar 0.03 m³/det pada saluran Beton Pracetak sepanjang 617 meter, Sedangkan dari hasil analisa empiris kehilangan air karena evaporasi sebesar 0.00000323 m³/det, sedangkan pada saluran pasangan batu sepanjang 1848 m terdapat kehilangan air sebesar 0,07 m³/det dan dari hasil analisa empiris kehilangan air karena evaporasi sebesar 0.0000126 m³/det. Efisiensi saluran di D.I. Dakaino, dari hasil tersebut diketahui efisiensi saluran beton pracetak sepanjang 617 meter adalah 66.39% sedangkan pada saluran pasangan batu sepanjang 1848 meter diketahui efisiensinya adalah 66.87%.

Abstract

Analysis of Secondary Irrigation Water Loss in the Dakaino Irrigation Area. D.I Dakaino divided into 2 types, namely, masonry drain with a length of 1848 meters and precast concrete drain with a length of 617 meters. This research is conducted by comparing the field measurement, empiric formula and simulation by using HEC-RAS, parameters that are compared in each analysis include water level, discharge in the drain, roughness of the drain, loss of energy in the drain and efficiency. Based on the results of field measurements, it is known that the manning value for precast concrete drain is 0.011 and masonry drain is 0.048. Analysis of Water Energy Loss due to friction and bends in the Precast Concrete drain is known to have a water energy loss of 0.39 meters from a drain length of 617 meters, while in a masonry drain with a length of 1848 meters it is known that there is a water energy loss of 19.84 meters. The masonry has a large loss of energy because the roughness of the masonry drain is also inversely proportional to the precast concrete drain. A rough surface shape will provide a large energy loss because it has a large resistance value and vice versa with a smooth surface shape the energy loss is quite small. measurements in the field, there is a water loss of 0.03 m³/s in the Precast Concrete drain with a length of 617 meters, while from the results of empirical analysis the water loss due to evaporation is 0.00000323 m³/s, while in the masonry drain along 1848 m there is a water loss of 0.07 m³/s and from the results of empirical analysis the water loss due to evaporation is 0.0000126 m³/s. Drain efficiency in D.I. Dakaino, from these results it is known that the efficiency of the 617 meter long precast concrete drain is 66.39% while the 1848 meter masonry drain is known to have 66.87% efficiency.

Kata Kunci: Evaporasi, kehilangan energi, kehilangan air, saluran beton pracetak, saluran pasangan batu

1. Pendahuluan

Air yang mengalir dari saluran primer menuju ke sawah sering terjadi kehilangan air sehingga dalam perencanaan selalu dianggap bahwa seperempat sampai sepertiga dari jumlah air yang diambil akan hilang sebelum air itu sampai di sawah. Kehilangan air yang terjadi

erat hubungannya dengan efisiensi. Besaran efisiensi dan kehilangan air berbanding terbalik. Bila angka kehilangan air naik maka efisiensi akan turun dan begitu pula sebaliknya. Sedangkan kehilangan air adalah selisih antara jumlah air yang diberikan dengan jumlah air yang digunakan [1], untuk mengetahui kebutuhan air pengairan (irigasi bagi lahan-



lahan pertanian), debit air di daerah bendung harus lebih cukup untuk disalurkan ke saluran-saluran induk (sekunder tersier) yang disiapkan di lahan-lahan pertanian [2].

Saluran sekunder pada umumnya terletak pada punggung mengairi daerah sisi kanan dan kiri saluran tersebut sampai saluran drainase yang membatasinya. Saluran sekunder juga dapat direncanakan sebagai saluran garis tinggi yang mengairi lereng medan yang lebih rendah [3].

Saluran buatan merupakan saluran buatan manusia yang bertujuan untuk mempermudah pengaliran air sesuai dengan kepentingan tertentu. Saluran buatan memiliki penampang yang teratur dan lebih mudah dianalisa dibandingkan dengan saluran alami. Saluran buatan juga meliputi saluran pracetak yang menggunakan beton [4].

Besarnya kehilangan air pada saluran selain dipengaruhi oleh musim, jenis tanah, keadaan dan panjang saluran juga dipengaruhi oleh karakteristik saluran, diantaranya kekasaran saluran. Sistem penyaluran air ke areal persawahan menggunakan saluran tanah, dan mengakibatkan rendahnya efisiensi pengairan. Pendugaan besarnya kehilangan air pada saluran merupakan langkah awal dalam usaha pemanfaatan air secara efisiensi [5].

2. Landasan Teori

2.1. Saluran Irigasi

Jaringan irigasi yaitu prasarana irigasi yang pada pokoknya terdiri dari bangunan dan saluran pemberi pengairan beserta perlengkapannya, dan berdasarkan pengelolaannya dikenal dengan jaringan irigasi utama dan jaringan irigasi tersier. Jaringan irigasi adalah satu kesatuan saluran dan bangunan yang diperlukan untuk pengaturan air irigasi, mulai dari penyediaan, pengambilan, pembagian, pemberian dan penggunaannya. Secara hirarki, jaringan irigasi dibagi menjadi jaringan utama dan jaringan tersier. Jaringan utama meliputi bangunan, saluran primer dan saluran sekunder. Tujuan perencanaan saluran-saluran irigasi adalah untuk mendapatkan bentuk saluran yang stabil, murah dan memenuhi persyaratan hidrolis. Rumus-rumus pendekatan didasarkan atas percobaan ataupun penelitian dalam jangka waktu yang lama. Sebagai contoh, salah satu penelitian

untuk mendapatkan kecepatan aliran yang optimum, telah dilakukan oleh Steevensz dengan rumus $V = 0.45 \times Q \times 0.225$, dimana $Q =$ debit aliran dalam $m^3/detik$ [6]. Fortier dan Scobey juga membuat daftar kecepatan maksimal untuk berbagai jenis tanah atau lahan dengan debit yang direncanakan. Ada lagi pendekatan lain, dengan membatasi kecepatan aliran tidak lebih dari 0,75 m/detik agar rumput-rumput tidak tumbuh, atau kecepatan aliran tidak lebih dari 0,40 m/detik agar nyamuk-nyamuk tidak berkembang [7].

Saluran Primer (Saluran Induk) terdiri dari beberapa bagian petak sekunder yang mengambil langsung air dari saluran primer [3]. Saluran Sekunder yaitu terdiri dari beberapa petak tersier yang kesemuanya dilayani oleh satu saluran sekunder. Biasanya petak sekunder menerima air dari bangunan bagi yang terletak di saluran primer atau sekunder [3]. Saluran Tersier yaitu terdiri dari beberapa petak kuarter masing-masing seluas kurang lebih 8 sampai dengan 15 hektar [8]. Bila bahan pembentuknya halus, maka nilai hambatan menjadi rendah dan relatif tidak terpengaruh dengan perubahan taraf aliran. Sebaliknya bila bahan pembentuk saluran dari pasangan batu atau kerikil, maka nilai hambatan tinggi dan terjadi baik pada pada taraf air tinggi maupun rendah [9].

2.2. Kekasaran Saluran

Sebenarnya sangat sulit untuk menentukan faktor Kekasaran (n) sebab tidak ada cara tertentu untuk pemilihan nilai n . Pada tingkat pengetahuan sekarang ini, memilih n sebenarnya berarti memperkirakan hambatan aliran pada saluran tertentu, yang benar – benar tidak dapat diperhitungkan.

Untuk penentuan nilai n yang wajar diperlukan:

- 1) Memahami faktor – faktor yang mempengaruhi nilai n ;
- 2) Mencocokkan tabel dari nilai – nilai n untuk berbagai tipe saluran;
- 3) Memeriksa dan memahami sifat beberapa saluran yang koefisien kekasarnya telah diketahui;
- 4) Menentukan n dengan cara analitis berdasarkan distribusi kecepatan teoritis pada penampang saluran dan data



pengukuran kecepatan maupun pengukuran kekasaran.

2.3. Kehilangan Energi

Kehilangan air pada tiap ruas pengukuran debit masuk (*Inflow*) – debit keluar (*Outflow*) diperhitungkan sebagai selisih antara debit masuk dan debit keluar [10].

$$h_n = In - Out \quad (1)$$

dimana,

h_n : kehilangan air pada ruas pengukuran/bentang saluran ke n (m^3/det)

In : debit masuk ruas pengukuran ke n (m^3/det)

Out : debit keluar ruas pengukuran ke n (m^3/det)

Penyebab terjadinya kehilangan energi antara lain adalah Evapotranspirasi. Evapotranspirasi merupakan faktor dasar untuk menentukan kebutuhan air dalam rencana pengairan bagi lahan-lahan pertanian dan merupakan proses yang penting dalam siklus hidrologi [4].

$$ETc = ETo \times Kc \quad (2)$$

dimana,

ETc : Evapotraspirasi Tanaman (mm)

ETo : Evapotraspirasi Potensial (mm)

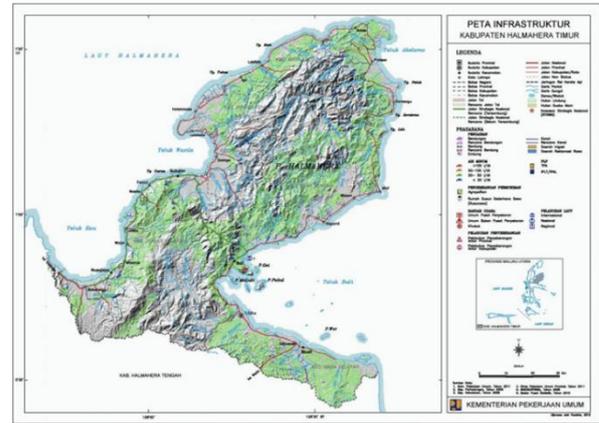
Kc : Keofisien Tanaman

Evaporasi, kadang-kadang disebut juga penggunaan konsumtif atau penguapan total, menunjukkan jumlah keseluruhan air yang dipindahkan dari satu daerah oleh transpirasi dan oleh penguapan dari permukaan tanah, salju dan air satu perkiraan tentang evaporasi yang sebenarnya dari satu daerah itu (permukaan atau bawah permukaan) dari persediaan air keseluruhan (presipitasi, aliran masuk di permukaan atau di bawah permukaan, serta air yang dikirim dari luar). Perubahan dari simpanan air di atas maupun di bawah tanah harus diperhitungkan juga bila jumlahnya cukup besar [11].

3. Metode Penelitian

3.1. Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan pada Daerah Irigasi Dakaino yang merupakan salah satu Daerah Irigasi yang masuk dalam Wilayah Sungai Halmahera Timur seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Kabupaten Halmahera Timur

3.2. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah studi lapangan, dimana data-data pada kondisi tersebut dikumpulkan lalu diolah dengan mengacu pada literatur-literatur yang berkaitan dengan penelitian tersebut, serta adanya kontrol, dengan tujuan untuk menyelidiki ada tidaknya hubungan sebab akibat serta berapa besar hubungan sebab akibat tersebut dengan cara memberikan perlakuan-perlakuan tertentu dan menyediakan kontrol untuk perbandingan.

3.3. Perhitungan dan Analisis

a. Perhitungan penampang, dalam penelitian ini bentuk saluran adalah trapesium. Perhitungan Luas penampang basah menggunakan rumus:

$$A = h \times \frac{(b_1 + b_2)}{2} \quad (4)$$

dimana,

A : luas penampang basah (m^2)

h : kedalaman air (m)

b_1 : lebar dasar saluran (m)

b_2 : lebar permukaan air (m)

b. Pengukuran debit, Pada penelitian ini dilakukan pengukuran kecepatan aliran dengan current meter. Setelah mendapatkan kecepatan aliran, maka debit aliran dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$Q = A \times V \quad (4)$$

dimana,

Q : debit aliran (m^3/dt)

A : luas penampang basah saluran (m^2)

V : kecepatan aliran (m/dt)



- c. Perhitungan Kehilangan air akibat rembesan, Krantz mengemukakan metode menetapkan kehilangan air akibat rembesan (seepage) pada saluran yang dilapisi, yang ditemukan oleh Davis dan Wilson, dengan rumus:

$$Si = 0.4 \times C \frac{P \times L}{4 \times 106 \times 650 \times \sqrt{V}} \quad (5)$$

dimana,

Si : kehilangan air akibat rembesan ($m^3/m.hari$)

C : koefisien bahan pelapis saluran (m/dt)

P : keliling basah (m)

L : Panjang saluran (m)

V : Kecepatan aliran rata-rata (m/dt)

- d. Keofisien permeabilitas tanah (k) digunakan untuk mengetahui besarnya rembesan pada permasalahan bendungan, saluran irigasi, tanggul tanah, sumur resapan dan lainnya. Dengan mengkomparasi nilai keofisien rembesan antara data lapangan dengan nilai kisaran literatur, maka diharapkan hasilnya dapat digunakan memprediksi nilai awal keofisien rembesan [12].

Perhitungan Kehilangan air akibat rembesan Evaporasi, dihitung menggunakan rumus Penman. Rumus ini memberikan hasil yang baik bagi besarnya evaporasi air bebas, jika

di tempat itu tidak ada panci penguapan (evaporation pan) atau tidak ada studi neraca air (*water balance study*). Hasil perhitungan rumus ini lebih dapat dipercaya dengan memasukkan faktor-faktor energi [13]. Adapun rumus empiris Penman yang digunakan, yaitu :

$$E^n = 0.35 \times (ea - ed) \times 1 + \frac{V}{100} \quad (6)$$

dimana,

E : Evaporasi ($mm/hari$)

ea : tekanan uap jenuh pada suhu rata-rata harian (mm/Hg)

ed : tekanan uap sebenarnya (mm/Hg)

V : kecepatan angin pada ketinggian 2 meter di atas permukaan tanah ($mil/hari$).

- e. Perhitungan Kehilangan total, Kehilangan air pada tiap ruas pengukuran debit masuk (*Inflow*) – debit keluar (*Outflow*) diperhitungkan sebagai selisih antara debit masuk dan debit keluar [14].

4. Hasil dan Pengukuran

4.1. Pengukuran Debit Sesaat

Pengukuran debit sesaat dilakukan di 2 titik yang lokasinya ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. a) Pengukuran geometri saluran dan debit pada saluran irigasi D.I Dakaino b) Peta lokasi

4.2. Hasil Survei Pengukuran Arus dan debit

Kecepatan aliran sungai diukur dengan current meter. Penampang sungai dibagi dalam pias-pias, dan setiap pias dilakukan pengukuran arus selama 10 detik. Pengukuran dibuat pada berbagai level muka Penampang sungai dibagi dalam pias-pias, Kecepatan aliran sungai diukur

dengan current meter dan setiap pias dilakukan pengukuran arus selama 10 detik. Pengukuran dibuat pada berbagai level muka air sungai. Hasil perhitungan debit untuk saluran beton dapat dilihat pada Tabel 1 dan 2 serta hasil pengukuran debit pada saluran pasangan baru dapat dilihat pada Tabel 3 dan 4.

Tabel 1. Pengukuran debit sesaat di awal saluran sekunder dengan beton pracetak Daerah Irigasi Dakaino pada tanggal 8 Juli 2021 Pukul 08.58 WIT

No	Jarak	Kedalaman (m)	Dalam Kincir		Jumlah putaran	Waktu (detik)	N	Kecepatan		Tampang Tengah	
			Titik ukur	(m)				Pada titik	Rata-Rata	Luas	Debit
1	0	0									
2	0	0.2	0.6	0.12	147	40	3.675	1.004	1.004	0.04	0.04
3	0.35	0.2	0.6	0.12	173	40	4.325	1.181	1.181	0.01	0.01
4	0.7	0.2	0.6	0.12	173	40	4.325	1.181	1.181	0.04	0.05
											0.10
										0.09	0.10
Pengukuran di saluran precast awal											
Debit		0.10 m ³ /detik									
Luas		0.09 m ²									
Kecepatan		0.10 m/detik									

Tabel 2. Pengukuran debit sesaat di akhir saluran sekunder dengan beton pracetak Daerah Irigasi Dakaino pada tanggal 8 Juli 2021 Pukul 09.30 WIT

No	Jarak	Kedalaman (m)	Dalam Kincir		Jumlah putaran	Waktu (detik)	N	Kecepatan		Tampang Tengah	
			Titik ukur	(m)				Pada titik	Rata-Rata	Luas	Debit
1	0	0									
2	0	0.2	0.6	0.12	88	40	2.200	0.601	0.601	0.04	0.02
3	0.35	0.2	0.6	0.12	173	40	3.325	0.908	0.908	0.01	0.01
4	0.7	0.2	0.6	0.12	119	40	2.975	0.812	0.812	0.04	0.03
											0.07
										0.09	0.07
Pengukuran di saluran precast akhir											
Debit		0.07 m ³ /detik									
Luas		0.09 m ²									
Kecepatan		0.73 m/detik									

Tabel 3. Pengukuran debit sesaat di awal saluran sekunder dengan pasangan batu di Daerah Irigasi Dakaino pada tanggal 7 Juli 2021 Pukul 10.43 WIT

Persamaan current meter

V = N<0.20 0.2281 0.0298 N
 N>0.2 0.2471 0.026 N

No	Jarak	Kedalaman (m)	Dalam Kincir		Jumlah putaran	Waktu (detik)	N	Kecepatan		Tampang Tengah	
			Titik ukur	(m)				Pada titik	Rata-Rata	Luas	Debit
1	0	0									
2	0	0.3	0.6	0.18	161	40	4.025	1.099	1.099	0.08	0.08
3	0.35	0.3	0.6	0.18	159	40	3.975	1.086	1.086	0.03	0.03
4	0.7	0.3	0.6	0.18	144	40	3.600	0.983	0.983	0.08	0.07
											0.11
											0.07
											0.19
										0.09	0.19
Pengukuran di saluran pratekan awal											
Debit		0.19 m ³ /detik									
Luas		0.18 m ²									
Kecepatan		1.05 m/detik									



Perhitungan hidraulik saluran beton pracetak D.I. Dakaino

- Area basah, $A = (b + zy)y = 0.16 \text{ m}^2$
- Keliling Basah, $Perimeter = b + 2y\sqrt{1+z^2} = 1.17 \text{ m}$
- Lebar Atas, $Topwidth = b + 2zy = 1.00 \text{ m}$
- Kedalam hidraulik, $D = \frac{A}{T} = 0.16 \text{ m}$
- Radius hidrolik, $R = \frac{A}{P} = 0.14 \text{ m}$
- Kecepatan aliran, $R = 0.63 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
- Debit, $Q = 0.10 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$
- Debit persegi, $q = \frac{Q}{h} = 0.17 \text{ m}$
- Kedalaman kritis, $Y_c = \left(\frac{q^2}{g}\right)^{\frac{1}{3}} = 0.14 \text{ m}$
- Froude number, $Fr = \frac{v}{\sqrt{gD}} = 0.50$

4.5. Kehilangan Tinggi Energi Air karena Belokan Saluran Beton Pracetak

Rumus perhitungan kehilangan ketinggian karena belokan pada saluran beton pracetak adalah sebagai berikut:

$$H_L = K \frac{v^2}{2g} \tag{8}$$

dimana,

$$K = 2(B/R_c)$$

R_c = Radius tengah saluran

B = lebar saluran

$$K = 0.40$$

Jumlah belokan = 1

Kehilangan karena belokan $h_{LB} = 0.01 \text{ m}$

4.6. Total Kehilangan Tinggi Energi dari Saluran Beton Pracetak

Total kehilangan tinggi energi dari saluran beton pracetak adalah jumlah kehilangan tinggi energi karena gesekan dan belokan, sehingga total kehilangan tinggi energi pada saluran pasangan batu adalah:

$$h_{LT} = 0.388 \text{ m}$$

4.7. Kehilangan Air karena Evaporasi Saluran Beton Pracetak

Evaporasi dihitung menggunakan rumus Penman [14]. Rumus ini memberikan hasil yang baik bagi besarnya evaporasi air bebas, jika

ditempat itu tidak ada panci penguapan (evaporation pan) atau tidak ada studi neraca air (water balance study). Hasil perhitungan rumus ini lebih dapat dipercaya dengan memasukkan faktor-faktor energi. Adapun rumus empiris Penman yang digunakan yaitu:

Kehilangan di belokan

$$h_L = K \frac{V_2}{2g} \tag{9}$$

dimana,

$$K = 2 \times \left(\frac{B}{R_c}\right),$$

R_c : radius tengah saluran

: $5 \times T$

B : lebar saluran

Koefisien, K : 0.4

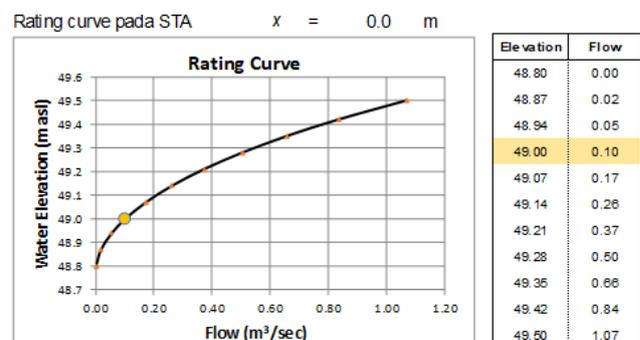
Jumlah belokan : 1

Kehilangan di belokan : 0.01 m

Dari hasil perhitungan diketahui kehilangan air di saluran beton pracetak karena evaporasi pada tanggal 7 Juli 2021 adalah 0.00000323 m³/det, kondisi kehilangan air ini sangat berpengaruh terhadap kondisi klimatologi daerah D.I. Dakaino, geometri saluran dan hidraulika.

4.8. Lengkung Debit Saluran Beton Pracetak

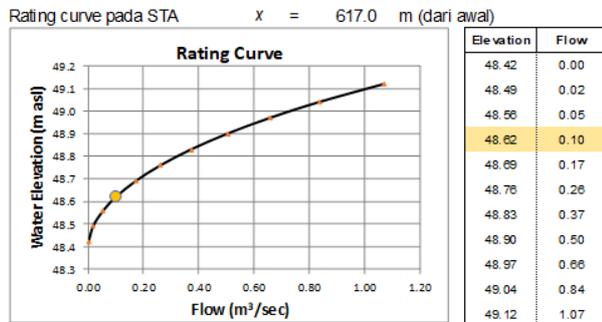
Lengkung Debit adalah hubungan grafis antara tinggi muka air dan debit. Dibuat berdasarkan data pengukuran debit dari berbagai ketinggian muka air, yang mencakup keadaan tinggi muka air rendah sampai tinggi. Jumlah dan sebaran data pengukuran debit yang dapat menggambarkan hubungan antara tinggi muka air dan debit dari muka air terendah sampai tertinggi harus cukup mewakili keadaan sebenarnya kejadian di lapangan [15].



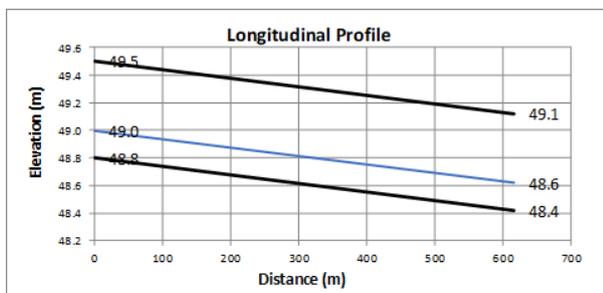
Gambar 4. Lengkung debit awal saluran (STA 0) saluran beton pracetak D.I. Dakaino



Gambar 4 merupakan lengkung debit pada awal saluran dan Gambar 5 merupakan lengkung debit pada akhir saluran beton pracetak, kondisi ini dihasilkan dari pengukuran lapangan pada saluran yang kemudian dianalisis dengan analisa hidraulika sehingga menghasilkan lengkung debit.



Gambar 5. Lengkung debit akhir saluran (STA 0+617) saluran beton pracetak D.I. Dakaino



Gambar 6. Penampang memanjang saluran beton pracetak D.I Dakaino

4.9. Nilai Manning Saluran beton pracetak D.I. Dakaino

Berdasarkan perbandingan analisa hidraulik dengan rumus empiris dan kondisi debit sesaat di lapangan dapat diketahui bahwa nilai kekasaran manning pada saluran beton pracetak D.I. Dakaino adalah:

$$\text{Rumus Manning } V = \frac{1}{n} S^{\frac{1}{2}} R^{\frac{2}{3}}$$

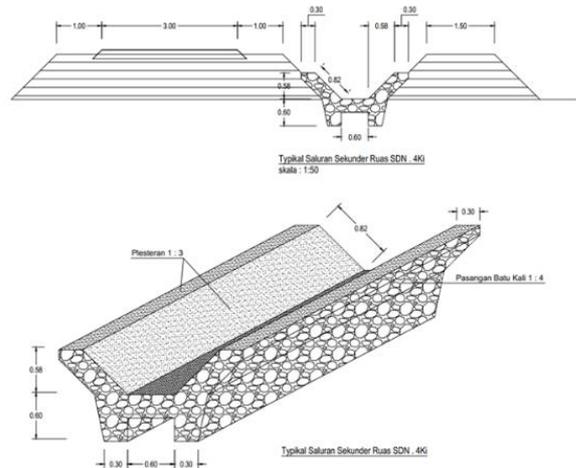
Mannings 'n' = 0.011

Nilai manning ini akan digunakan dalam simulasi HEC-RAS untuk mengetahui perubahan hidraulika saluran berdasarkan simulasi HEC-RAS.

4.10. Analisa Hidraulika Saluran Irigasi Pasangan Batu D.I. Dakaino

Geometri saluran sekunder pasangan batu D.I. Dakaino seperti pada desain di Gambar 7 dengan uraian sebagai berikut:

- Elevasi dasar (Awal), $B.L1$ = 48.42 m
- Debit Desain, Qd = 0.19 m³/s
- Lebar dasar, B = 0.60 m
- Kedalaman air, y = 0.60 m
- Free bord, $F.B.$ = 0.28 m
- Panjang Sakuran (Δx), L = 1848 m
- Kemiringan memanjang, S = 0.0107m/m
- Kemiringan Samping, z = 1.0 1v : zh
- Mannings 'n', n = 0.048



Gambar 7. Geometri saluran pasangan batu D.I. Dakaino

Perhitungan Hidraulik Saluran Pasangan Batu D.I. Dakaino seperti yang ditampilkan di Tabel 8.

- Area basah : $A = 0.27 \text{ m}^2$
- Keliling Basah : $Perimeter = b + 2y\sqrt{1+z^2}$
- Lebar Atas $Topwidth = b + 2zy$
- Kedalam hidraulik $D = \frac{A}{T} = 0.23 \text{ m}$
- Radius hidrolik $R = \frac{A}{P} = 0.19 \text{ m}$
- Kecepatan aliran $V = 0.70 \text{ m/s}$
- Debit $Q = 0.19 \text{ m}^3/\text{s}$
- Debit persegi $q = \frac{Q}{b} = 0.32 \text{ m}$
- Kedalaman kritis $Y_c = v\left(\frac{q^2}{g}\right)^{1/3} = 0.22 \text{ m}$
- Froude number $Fr = \frac{v}{\sqrt{gD}} = 0.47$



4.11. Kehilangan Tinggi Energi karena Gesekan pada Saluran Pasangan Batu

Kehilangan akibat fraksi (Manning)

$$h_f = n^2 = \frac{L V^2}{R^{4/3}} = 19.82 \text{ m}$$

4.12. Kehilangan Tinggi Energi karena Belokan pada Saluran Pasangan Batu

$$\text{Kehilangan di belokan } h_L = K \frac{vv^2}{2g}$$

dimana,

$$K = 2 (B/Rc)$$

Rc = radius tengah saluran = 5T

B = lebar saluran

K = 0,40

Jumlah belokan = 2

Kehilangan Karena belokan $h_{LB} = 0.02 \text{ m}$

4.13. Total Kehilangan Tinggi Energi dari Saluran Pasangan Batu

Total kehilangan tinggi energi dari saluran pasangan batu adalah jumlah kehilangan tinggi energi karena gesekan dan belokan, sehingga total kehilangan tinggi energi pada saluran pasangan batu adalah:

$$h_{LT} = 19.84 \text{ m}$$

4.14. Kehilangan Air karena Evaporasi pada Saluran Pasangan Batu

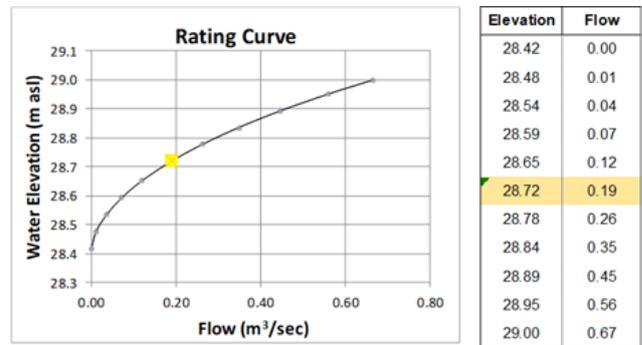
Evaporasi dihitung menggunakan rumus Penman. Rumus ini memberikan hasil yang baik bagi besarnya evaporasi air bebas, jika ditempat itu tidak ada panci penguapan (*evaporation pan*) atau tidak ada studi neraca air (*water balance study*). Hasil perhitungan rumus ini lebih dapat dipercaya dengan memasukkan faktor-faktor energi [6].

Pada kondisi perubahan geometri dan hidraulika saluran, semakin panjang saluran dan semakin dalam air maka kehilangan debit karena evaporasi akan semakin banyak karena penambahan area basah.

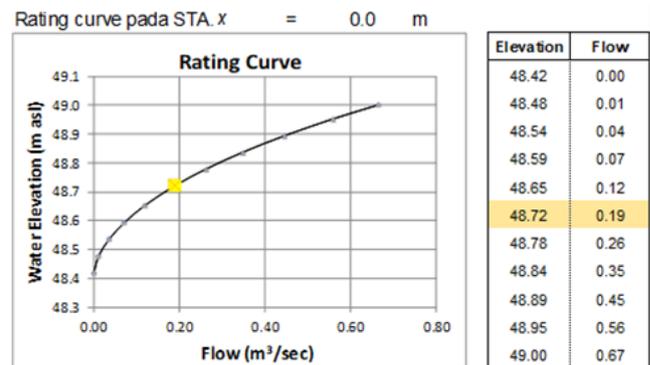
4.15. Lengkung Debit Debit pada Saluran Pasangan Batu

Pada Gambar 8 merupakan lengkung debit pada awal saluran dan Gambar 9 merupakan

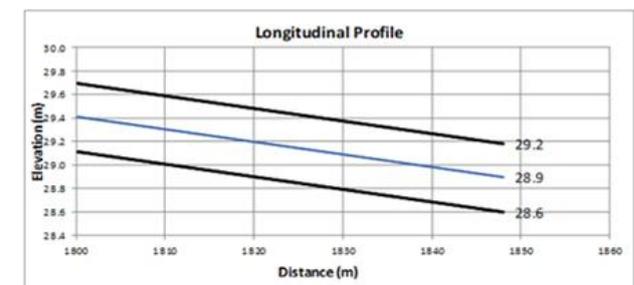
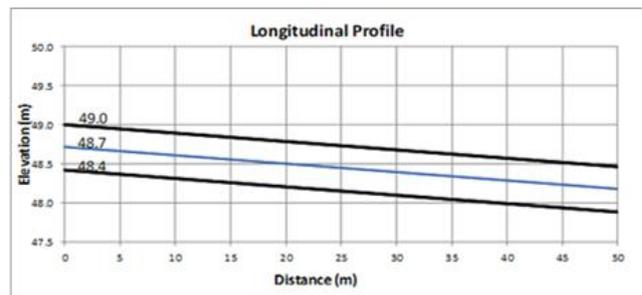
lengkung debit pada akhir saluran pasangan batu, kondisi ini dihasilkan dari pengukuran lapangan pada saluran yang kemudian dianalisis dengan analisa hidraulika sehingga menghasilkan lengkung debit.



Gambar 8. Lengkung debit awal saluran (STA 0) saluran pasangan batu D.I. Dakaino



Gambar 9. Lengkung debit akhir saluran (STA 1+848) saluran pasangan batu D.I. Dakaino



Gambar 10. Penampang memanjang saluran pasangan batu D.I Dakaino

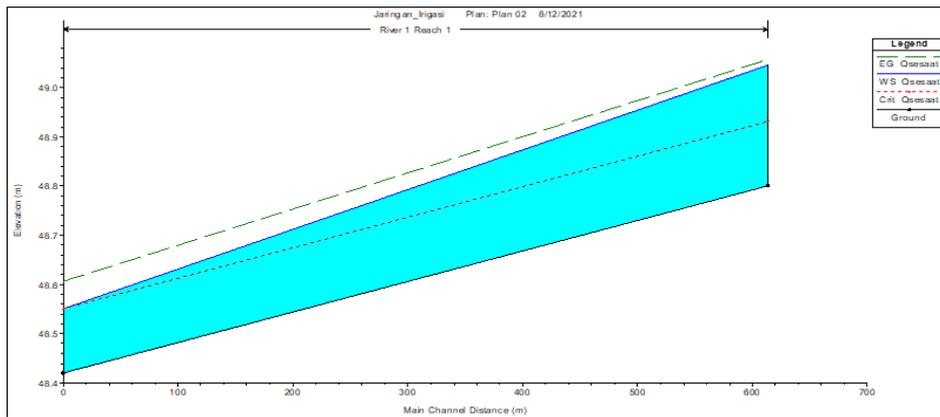


4.16. Nilai Manning Saluran Pasangan Batu D.I. Dakaino

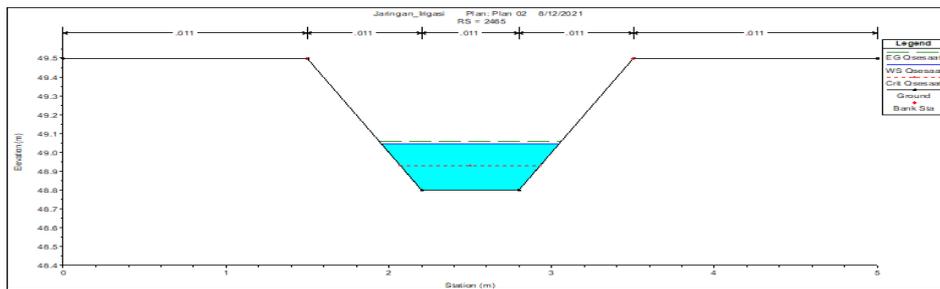
Berdasarkan perbandingan analisa hidraulik dengan rumus empiris dan kondisi debit sesaat di lapangan dapat diketahui nilai kekasaran manning pada saluran pasangan batu D.I. Dakaino adalah 0.48.

4.17. Simulasi HEC RAS pada Saluran Beton Pracetak

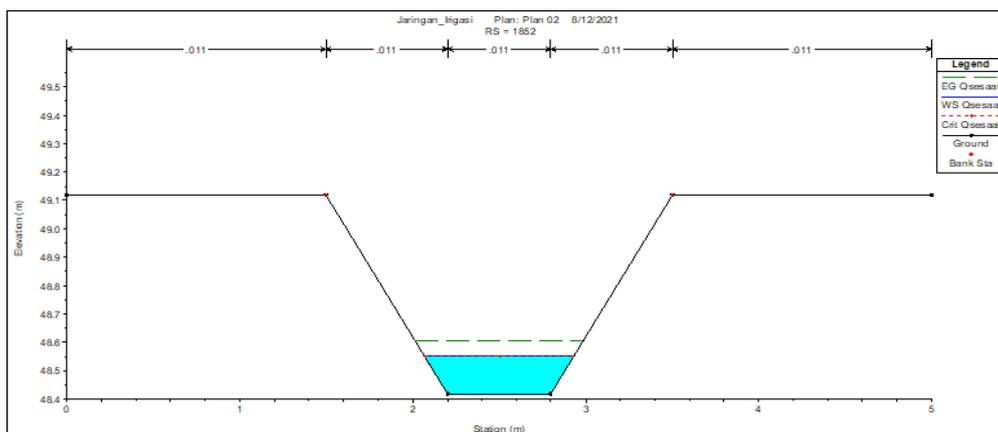
Dari hasil simulasi HEC-RAS menunjukkan adanya perubahan elevasi muka dasar air dari 49.05 m ke 48.55 m (Gambar 11) yang terjadi karena percepatan air dari hulu ke hilir. Adapun perubahan kecepatan terjadi dari 0.48 m/det ke 1.10 m/det seperti yang ditampilkan pada perbandingan simulasi HEC-RAS.



Gambar 11 Profil memanjang saluran beton pracetak dari simulasi HEC-RAS



Gambar 12 Profil saluran beton pracetak pada awal saluran (STA 0+000)



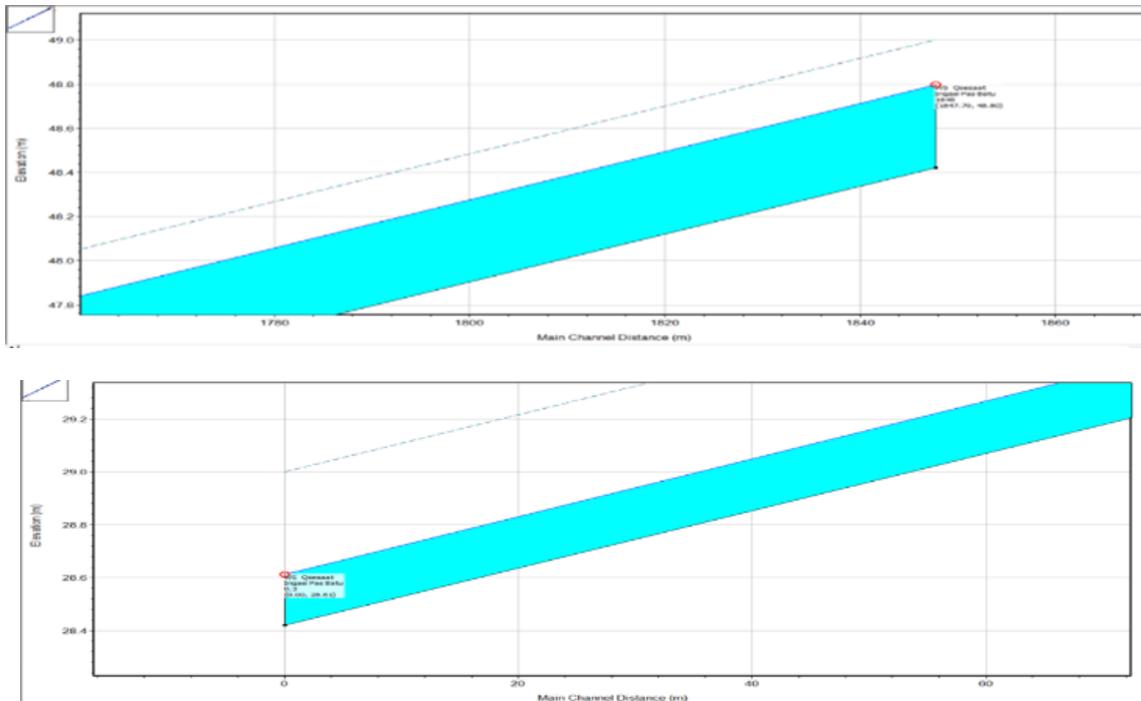
Gambar 13 Profil saluran beton pracetak pada awal saluran (STA 0+617)



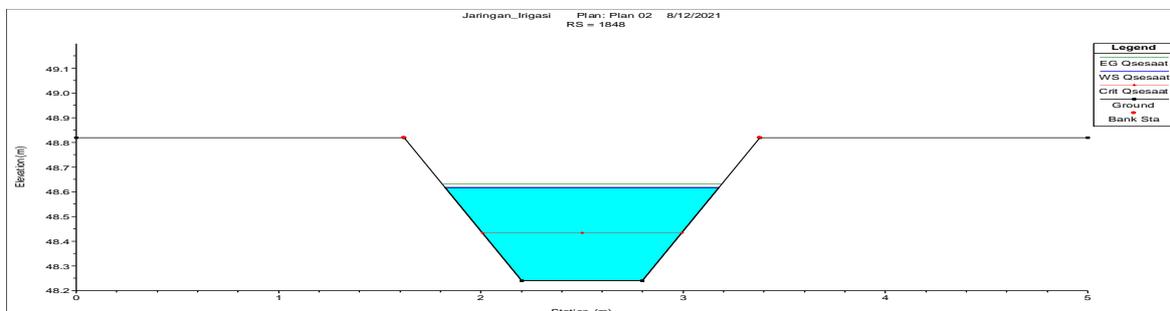
4.18. Simulasi HEC RAS pada Saluran Pasangan Batu

Dari hasil simulasi HEC-RAS menunjukkan adanya perubahan elevasi muka dasar air dari 48.8 m ke 28.61 m (Gambar 14), hal ini terjadi

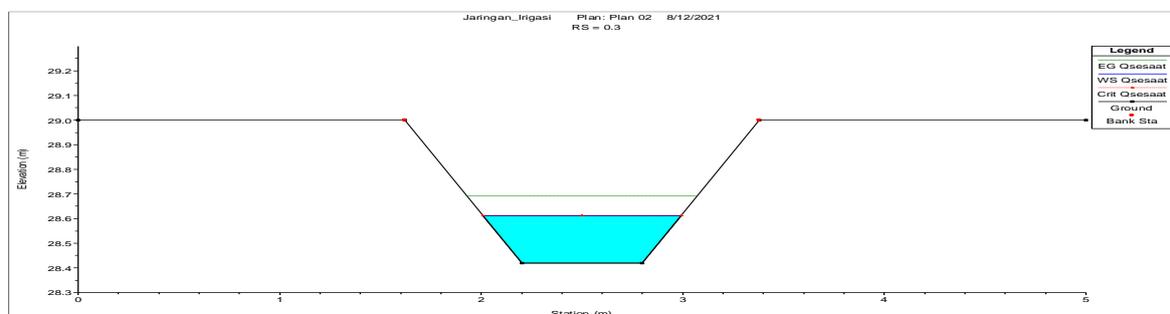
karena terjadinya percepatan air dari hulu ke hilir. Adapun perubahan kecepatan terjadi dari 0.52 m/det ke 1.24 m/det seperti yang ditampilkan pada perbandingan simulasi HEC-RAS.



Gambar 14 Penampang memanjang saluran pasangan batu



Gambar 15 Profil saluran pasangan batu pada awal saluran (STA 0+000)



Gambar 16 Profil saluran pasangan batu pada awal saluran (STA 1+848)



5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengukuran lapangan diketahui nilai Manning untuk saluran beton pracetak adalah 0.011 dan saluran pasangan batu adalah 0.048. Diketahui Kehilangan Energi air sebesar 0.39 meter dari panjang saluran 617 meter sedangkan pada saluran pasangan batu dengan panjang 1848 meter diketahui terdapat Kehilangan Energi air sebesar 19.84 meter. Pasangan batu memiliki kehilangan energi yang besar karena kekasaran saluran pasangan batu juga besar berbanding terbalik dengan saluran beton pracetak. Dari pengukuran di lapangan, terdapat kehilangan air sebesar 0.03 m³/det pada saluran Beton Pracetak sepanjang 617 meter, Sedangkan dari hasil analisa empiris kehilangan air karena evaporasi sebesar 0.00000323 m³/det, sedangkan pada saluran pasangan batu sepanjang 1848 m terdapat kehilangan air sebesar 0,07 m³/det dan dari hasil analisa empiris kehilangan air karena evaporasi sebesar 0.0000126 m³/det. Efisiensi saluran di D.I. Dakaino, dari hasil tersebut diketahui efisiensi saluran beton pracetak sepanjang 617 meter adalah 66.39% sedangkan pada saluran pasangan batu sepanjang 1848 meter diketahui efisiensinya adalah 66.87%.

Referensi

- [1] P. J. Wusunahardja, "Efisiensi dan Kehilangan Air Irigasi," *J. Inf. Tek.*, 1991.
- [2] A. G. Kartasapoetra and M. M. Sutedjo, *Teknologi Pengairan Pertanian Irigasi*. Jakarta: Bumi aksara, 1994.
- [3] Direktorat Jendral Pengairan DPU, "Standar Perencanaan Irigasi Kriteria Perencanaan Bagian Bangunan Utama KP-02," Bandung, 1986.
- [4] Sudjarwadi, "Teknik Sumberdaya Air," in *Diktat kuliah Jurusan Teknik Sipil*, 1987.
- [5] C. Asdak, *Hidrologi Pengolahan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press, 1995.
- [6] C. D. Soemarto, *Hidrologi Teknik*. Jakarta: Erlangga, 1999.
- [7] V. Te Chow, *Hidrolika Saluran Terbuka*. Jakarta: Erlangga, 1992.
- [8] V. E. Hansen, O. W. Israelsen, and G. E. Stringham, *Dasar-Dasar dan Praktek Irigasi diterjemahkan oleh Endang Pipin T.* Jakarta: Erlangga, 1986.
- [9] B. Triatmodjo, *Hidrolika II*. Yogyakarta: Beta Offset, 1993.
- [10] Tim Penelitian Water Management IPB, "Laporan Penelitian Management Tipe 'C' dan 'D' Mengenai Kehilangan Air Pada Jaringan Utama dan pada Petak Tersier Di Daerah Irigasi Manubulu Kabupaten Kupang," Bogor, 1993.
- [11] R. K. Linsley, *Hidrologi Untuk Insinyur*, Edisi Ketii. Jakarta: Erlangga, 1985.
- [12] N. Djarwanti, "Komprasi Koefisien Permeabilitas (k) Pada Tanah Kohesif," *Media Teknik Sipil*, Surakarta, 2008.
- [13] S. Wiganti, "Analisis Hubungan Debit dan Kehilangan Air pada Saluran Irigasi Tersier Di Daerah Irigasi Punggur Utara Ranting Dinas Pengairan Punggur Lampung Tenggara," *J. Teh. Pertan. Univ. Lampung*, 2006.
- [14] F. Yustiana and G. A. Sitohang, "Perhitungan Evapotranspirasi Acuan untuk Irigasi di Indonesia," *J. Tek. Sipil*, vol. 5, no. 2, 2018.
- [15] H. O. Togatrop, D. I. Kusumastuti, and S. Tugiono, "Analisis Sedimentasi Di Check Dam (Study Kasus : Sungai Air Anak dan Sungai Talang Bandung) Desa Talang Bandung, Kecamatan Sumber Jaya, Kabupaten Lampung Barat," *JRSDD*, vol. 4, pp. 435-446, 2016.

