

PENGARUH PENDANGKALAN SEDIMEN DAN SAMPAH DI DALAM SALURAN JARINGAN IRIGASI D.I. CIPICUNG

Deny Ernawan¹, Bakhtiar Abu Bakar², Didin Kusdian³
^{1, 2, 3} Program Studi Magister Teknik Sipil, Universitas Sangga Buana

¹korespodensi: dy.ernawan03@gmail.com

ABSTRACT

The problem of damage to the irrigation network in the Cipicung Irrigation Area (D.I) in the canal is due to high deposition caused by sediment and garbage deposition. So that research is needed to determine the magnitude and effect of sediment deposition and household waste on damage to irrigation networks with the aim of optimizing the performance of irrigation canals in distributing water to optimal conditions. This research method uses descriptive qualitative analysis which complements each other with multiple and mathematical regression. The results of his research showed that the overall volume of sediment deposition in the canal was $V_q = 39.80 \text{ m}^3$, the volume of waste $V_s = 2.1 \text{ m}^3/\text{day}$, and the change in the overall cross-section of the canal was $A = 2.3 \text{ m}^2$. With statistical results, that the multiple correlation coefficient $(R) = 81.9\%$ or simultaneously X_1, X_2, X_3 has a strong influence on Y , namely $R^2 = 67\%$, with $F_{\text{count}} 17.63 > F_{\text{table}} 2.98$ and $\text{sig. } 0.0001 < 0.05$. So that the priority aspect of the criteria for evaluating the condition of the irrigation network is included in quadrant III, where the condition of the irrigation network in D.I. Cipicung needs to be repaired on the primary, secondary and tertiary irrigation canals on the side of the canal lining with construction, then removal of sediment and garbage to the normalization of the canal and periodic maintenance also needs to be done to avoid quite high operational costs.

Keywords: Sediment Deposition and Solid Waste, Irrigation Channels, Damage to Irrigation Networks.

ABSTRAK

Masalah kerusakan jaringan irigasi di Daerah Irigasi (D.I) Cipicung di saluran akibat pengendapan yang cukup tinggi disebabkan oleh deposisi sedimen dan sampah. Sehingga diperlukan penelitian untuk mengetahui besaran dan pengaruhnya deposisi sedimen dan sampah rumah tangga terhadap kerusakan jaringan irigasi dengan tujuan untuk mengoptimalkan kinerja saluran irigasi dalam mendistribusikan air ke kondisi optimal. Metode penelitian ini menggunakan analisa deskriptif kualitatif yang saling melengkapi dengan regresi ganda dan matematis. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa besar volume keseluruhan deposisi sedimen di dalam saluran sebesar $V_q = 39,80 \text{ m}^3$, besar volume sampah $V_s = 2,1 \text{ m}^3/\text{hari}$, dan perubahan keseluruhan penampang saluran sebesar $A = 2,3 \text{ m}^2$. Dengan hasil statistik, bahwa koefisien korelasi ganda $(R) = 81,9\%$ atau secara bersamaan X_1, X_2, X_3 memiliki pengaruh kuat terhadap Y yaitu $R^2 = 67\%$, dengan $F_{\text{hitung}} 17,63 > F_{\text{tabel}} 2,98$ dan $\text{sig. } 0,0001 < 0,05$. Sehingga aspek prioritas terhadap kriteria penilaian kondisi jaringan irigasi masuk pada kuadran III, di mana kondisi jaringan irigasi D.I. Cipicung perlu dilakukan perbaikan pada saluran irigasi primer, sekunder, dan tersier pada sisi *lining* saluran dengan konstruksi, kemudian pengangkatan sedimen dan sampah hingga kepada normalisasi saluran dan pemeliharaan berkala juga perlu dilakukan untuk menghindari biaya operasional yang cukup tinggi.

Kata kunci: Deposisi Sedimen dan Sampah Padat, Saluran Irigasi, Kerusakan Jaringan Irigasi.

PENDAHULUAN

Air permukaan adalah sumber air tawar yang sangat penting bagi kehidupan manusia (1). Akhir-akhir ini penggunaan air permukaan cukup meningkat tinggi sebesar 75% (2). Selain kebutuhan air bersih untuk manusia juga keperluan irigasi untuk pertanian (3). Namun tidak dalam kondisi baik, sekitar

>40% kondisi jaringan irigasi di Indonesia alami rusak disebabkan hilangnya produksi padi sekitar 4.500 ribu ton/tahun (4). Kerusakan jaringan irigasi akibat dangkal yang disebabkan sedimen yang mengendap cukup tinggi di dalam saluran (5), maupun akibat erosi hingga terjadi *scouring* di *lining*

alluvial (6). Masalah pendangkalan di saluran memicu tumbuhnya tanaman liar, kehilangan air, perubahan saluran, kurang optimumnya terhadap kinerja saluran, *overflow* hingga banjir, dan sebagainya (7).

Selain sedimen keberadaan sampah kerap timbul di saluran terbawa aliran air hingga beban baru di sepanjang saluran (8). Perilaku manusia sampah dibuang pada tempat terbuka maupun terbawa air hujan ke drainase, sungai, irigasi, hingga petak tersier. Sampah padat di sungai dan irigasi berdampak buruk terhadap standar badan air (9,10). Masalah lain penurunan kualitas air, penyumbatan, banjir, hingga pada estetika dapat mengurangi nilai *amenitas* (11).

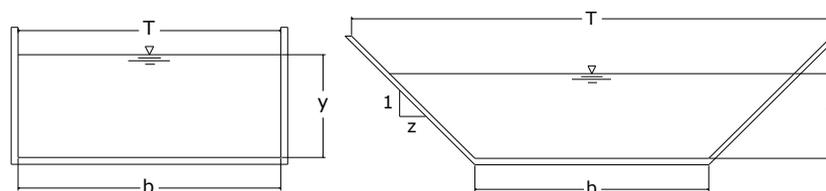
Keberadaan Daerah Irigasi (D.I.) Cipicung kebutuhan air dimanfaatkan untuk mengaliri lahan sawah. Secara visual D.I. Cipicung mengalami rusak di saluran primer, sekunder, dan tersier. Kerusakan saluran tersebut ada kemungkinan pengaruh dari pendangkalan disebabkan oleh endapan sedimen dan sampah padat rumah tangga di dalam saluran. Deposisi sedimen dan sampah padat dapat mengganggu kinerja saluran, mengurangi distribusi air, hingga timbulnya *scouring* (gesekan) akibat penyempitan di saluran.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui permasalahan besar volume dan pengaruhnya deposisi sedimen dan sampah padat (*solid rubbish*) yang berasal dari rumah tangga hingga sampah berada di saluran irigasi, dan perubahan geometris penampang saluran. Selain itu, juga untuk mengetahui besaran nilai persentase kondisi jaringan irigasi yang mengalami kerusakan untuk menentukan prioritas perbaikan dan pemeliharaan saluran irigasi baik di saluran primer, sekunder maupun tersier.

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan tiga metode perhitungan yang dikaji untuk membuktikan saling melengkapi satu sama lainnya. Ketiga metode analisis tersebut berupa: teknik matematis, statistik deskriptif kualitatif, dan regresi ganda.

Analisis teknik matematis diperoleh dari data hasil lapangan melalui perhitungan saluran berdasarkan geometri penampang saluran (lihat Tabel 1), kecepatan rata-rata aliran air, debit aliran air, bilangan *Reynold* (R_e) dan bilangan *Freud* (F_e), volume deposisi sedimen dan sampah padat di saluran irigasi, perubahan geometris penampang saluran.



Gambar 1: Bentuk Geometris Penampang Saluran Persegi dan Trapesium

Sumber: (12)

Tabel 1: Persamaan Geometris Penampang Saluran Persegi dan Trapesium

Bentuk Penampang Saluran	Luas Penampang Saluran, A (m ²)	Keliling Basah Saluran, P (m)	Jari-jari Hidrolis, R (m)	Lebar Puncak, T (m)	Kedalaman, D (m)	Faktor Penampang, Z
Persegi Panjang	$A = b \cdot y$	$P = b + 2y$	$R = \frac{A}{P}$	B	y	$b \cdot y^{1,5}$
Trapesium	$A = (b + zy)y$	$P = b + 2y$	$R = \frac{A}{P}$	$b + 2zy$	$\frac{[(b + zy)y]^{1,5}}{\sqrt{b + 2zy}}$	$\frac{[(b + zy)y]^{1,5}}{\sqrt{b + 2zy}}$

Sumber: (12)

Debit air untuk penampang saluran terbuka dinyatakan dengan bentuk rumus persamaan (12), sebagai berikut:

$$Q = A \times V \dots\dots\dots [1]$$

Di mana:

Q = debit aliran air (m³/dtk); A = luas penampang saluran (m²); dan V = kecepatan aliran air (m/dtk).

Aliran air pada saluran terbuka membawa partikel padat, jika kecepatan rendah akan terjadi proses endapan sedimen semakin tinggi (13). Kecepatan terhadap aliran air disarankan menggunakan alat pelampung jika alat ukur arus tidak dapat dilaksanakan (14). Adapun bentuk rumus persamaan kecepatan aliran air, sebagai berikut:

$$V = C \times \frac{L}{t} \dots\dots\dots [2]$$

Di mana:

V = kecepatan aliran (m/dtk); C = koefisien kecepatan; L = panjang lintasan pelampung (m); dan t = waktu lintasan pelampung (dtk).

Tipe ragam aliran pada saluran terbuka umumnya aliran tunak dengan tipe aliran seragam tunak dipengaruhi gravitasi dan kekentalan dengan kelembaban dinyatakan persamaan bilangan Reynold (12), sebagai berikut:

$$R_e = \frac{VL}{U} \dots\dots\dots [3]$$

Di mana:

R_e = bilangan Reynold; V = kecepatan aliran (m/dtk); L = panjang karakteristik (m); dan U = kekentalan kinematik air (m²/dtk), yaitu $1,08 \times 10^{-5}$.

Pergerakan aliran dipengaruhi oleh gravitasi akibat ukuran benda berbeda (12), persamaan bilangan Froude, yaitu:

$$F_e = \frac{V}{\sqrt{g \times L}} \dots\dots\dots [4]$$

Di mana:

F_e = bilangan freude; V = kecepatan rata-rata (m/dtk); G = percepatan gaya gravitasi bumi (m/dtk); dan L = panjang karakteristik (m).

Aliran seragam memiliki regime aliran yaitu turbulen (15). Aliran turbulen memiliki pergerakan tidak stabil dan saling interaksi (15,16). *Laminer* gerakannya tidak berpotongan dan mengalami pencampuran partikel yang bersifat non *kohesif* diakhiri pengendapan di titik-titik tertentu di saluran disebut sediment (15).

Sedimentasi di sungai maupun irigasi akibat erosi lepasnya partikel dari permukaan tanah terbawa air dan angin hingga mengendap di tempat tertentu (17). Pengendapan sedimen di dalam saluran irigasi dengan perbandingan hasil ukuran lapangan dengan rencana awal (15), bentuk rumus persamaan yaitu:

a. Rata-rata kedalam saluran:

$$h_{rata-rata} = \frac{h_1+h_2+\dots+h_n}{n} \dots\dots\dots [5]$$

Di mana:

$h_{rata-rata}$ = ketinggian rata-rata saluran (m); h_1 = ketinggian pada titik 1 (m); h_2 = ketinggian pada titik 2 (m); h_n = ketinggian pada titik n (m); dan n = jumlah titik pengukuran.

b. Selisih kedalaman saluran

$$d_s = h_r - h_{rata-rata} \dots\dots\dots [6]$$

Di mana:

d_s = selisih kedalam saluran (m); h_r = ketinggian rencana awal saluran (m); dan $h_{rata-rata}$ = ketinggian rata-rata saluran eksisting (m).

c. Rata-rata kedalaman sedimen

$$d_{rata-rata} = \frac{d_1+d_2+\dots+d_n}{n} \dots\dots\dots [7]$$

Di mana:

$d_{rata-rata}$ = rata-rata kedalaman sedimen di saluran (m); d_1 = selisih kedalaman saluran ke 1 (m); d_2 = selisih kedalaman saluran ke 2 (m); d_n = selisih kedalaman saluran ke n (m); dan n = jumlah selisih kedalaman sedimen di saluran.

d. Volume deposisi sedimen:

$$V_q = d_s \times L_s \dots\dots\dots [8]$$

Di mana:

V_q = volume deposisi sedimen (m³); d_s = selisih kedalaman saluran (m); dan L_s = panjang lintasan saluran (m).

Sampah di dalam saluran irigasi oleh para peneliti sebelumnya menggunakan timbulan sampah, densitas sampah, jumlah sampah, dan volume sampah untuk perhitungan sampah (18). Diasumsikan untuk perhitungan sampah bahwa timbulan sampah digunakan sebesar

0,23 kg/orang/hari dan densitas sampah pada saat pemadatannya digunakan sebesar 56 kg/m³ atau 0,56 ton/m³ (19), sampah plastik per kecamatan digunakan sebesar 12,6% atau 0,126 (20), dan sampah plastik yang ditemukan di saluran irigasi digunakan sebesar 52% atau 0,52 (8). Maka bentuk rumus persamaan sampah padat rumah tangga (20), sebagai berikut:

a. Besaran jumlah sampah, \sum_s (kg/tahun), yaitu:

$$\sum_s \text{ (kg/tahun)} = JP \times JH \times T_s \dots\dots\dots [9]$$

Di mana:

\sum_s = jumlah sampah (kg/hari); JP = jumlah penduduk (org./hari); JH = jumlah hari selama 1 tahun (360 hari); dan T_s = timbulan sampah (0,23 kg/org./ hari).

b. Besaran jumlah sampah berupa plastik, yaitu:

$$\sum_{sp} = \sum_s \times 0,126 \dots\dots\dots [10]$$

Di mana:

\sum_{sp} = jumlah sampah plastik (kg/ hari) dan \sum_s = jumlah sampah (kg/hari).

c. Besaran volume sampah, V_s (m³), yaitu:

$$V_s = \frac{\sum_s}{\rho} \dots\dots\dots [11]$$

Di mana:

V_s = volume sampah (m³) dan \sum_s = jumlah sampah yang terakumulasi (kg/hari); dan ρ = densitas sampah (0,56 ton/m³).

d. Besaran volume sampah (m³) di saluran:

$$V_{ssi} = V_{sp} \times 0,52 \dots\dots\dots [12]$$

Di mana: V_{ssi} = volume sampah plastik di saluran irigasi (m³); V_{sp} = volume sampah plastik (kg/hari).

Pengendapan sedimen dan sampah padat rumah tangga yang cukup tinggi dapat

menurunkan fungsi saluran irigasi sebagai penampung air dan distribusi air ke daerah yang dituju menjadi kurang optimal (21). Kondisi jaringan irigasi dilakukan penilaian dengan tujuan untuk mengetahui besaran persentase kerusakan (5). Bentuk rumus persamaan penilaian kondisi jaringan irigasi, sebagai berikut:

$$K_j = \frac{K_{ccp} + K_{ccs} + K_{cct} + K_{to}}{\Sigma \text{Kondisi}} \dots\dots\dots [13]$$

Di mana:

K_j = kondisi rata-rata jaringan (%); K_{ccp} = kondisi saluran primer (%); K_{ccs} = kondisi saluran sekunder (%); K_{cct} = kondisi saluran tersier (%); K_{to} = kondisi bangunan pelengkap (%); dan $K_{kondisi}$ = kondisi rata-rata saluran pembawa yang berkondisi baik (%).

Adapun untuk penilaian kondisi fisik jaringan irigasi ada empat klasifikasi dalam bentuk kuadran yang dapat di lihat pada gambar 2.

	Kuadran IV		Kuadran I	
Perbaikan berat/ penggantian	=	Kondisi Rusak Berat - Nilai kondisi < 60 % - Kerusakan > 40% dari kondisi awal	=	Kondisi Baik - Nilai kondisi > 90 - 100% - Kerusakan < 10% dari kondisi awal
Perbaikan	=	Kondisi Rusak Sedang - Nilai kondisi 60 - 70% - Kerusakan 21 - 40% dari kondisi awal	=	Kondisi Rusak Ringan - Nilai kondisi 80 - 90% - Kerusakan 10 - 20% dari kondisi awal
		Kuadran III		Kuadran II

Gambar 2: Kriteria Penilaian Kondisi Jaringan Irigasi

Penggunaan analisis deskriptif kualitatif dalam penelitian ini dilakukan observasi pengamatan langsung dan angket/kuesioner. Penelitian ini juga dilakukan dengan menggunakan analisis regresi untuk prediksi dua atau lebih variabel X pengaruhnya terhadap variabel Y (22). Tujuannya membuat keputusan ada tidaknya sebuah hubungan atau pengaruh terhadap variabel *independent* (X) dan *dependent* (Y). Analisis regresi ganda dalam statistik, yaitu:

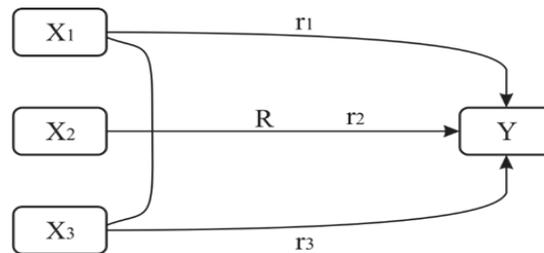
$$Y = a + b_1.X_1 + b_2.X_2 + b_3.X_3 \dots\dots\dots [14]$$

Di mana:

Y = kondisi jaringan rata-rata (%); X_1 , X_2 , dan X_3 = kondisi saluran (%) (berupa: X_1 =

deposisi sedimen, X_2 = sampah padat, dan X_3 = perubahan geometris penampang saluran; a = Konstanta (nilai Y apabila X = 0 atau harga konstan); dan b = koefisien regresi, bahwa naik dan turunnya variabel X didasarkan perubahan variabel Y.

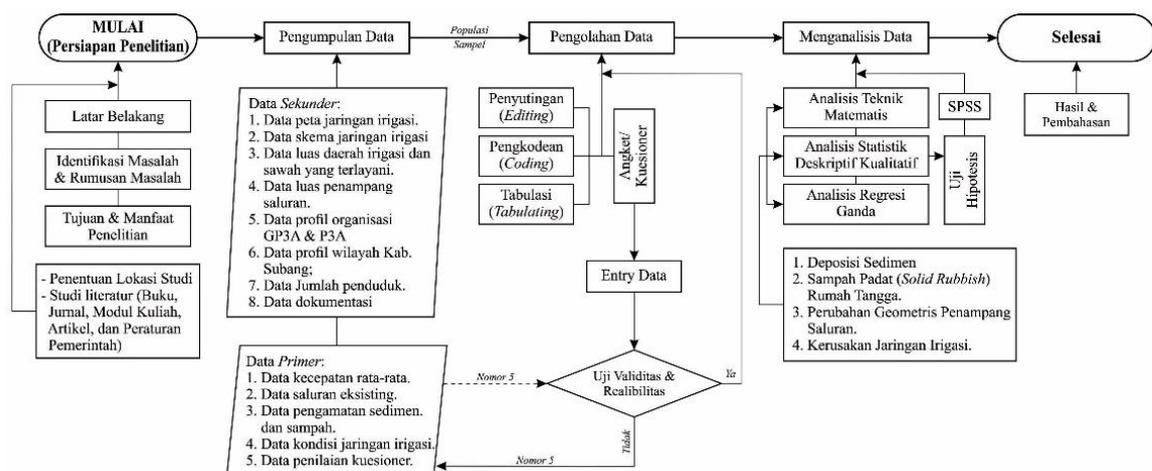
Analisis regresi ganda yang digunakan adalah dua jenis variabel untuk mencari pengaruh atau hubungan kuat antara variabel *independent* (X_1 , X_2 , dan X_3) dan variabel *dependent* (Y). Untuk lebih jelasnya paradigma penelitian dapat dilihat pada gambar 3 menunjukkan bahwa rumusan masalah deskriptif terdiri dari 4 dan rumusan masalah asosiatif (hubungan) berupa korelasi parsial terdiri dari tiga dan korelasi ganda minimal 1.



Gambar 3: Paradigma Ganda Tiga Variabel *Independent (X)* terhadap Variabel *Dependent (Y)*

Penelitian ini berdasarkan pengujian hipotesis asosiatif sebagai uji pendugaan sementara, apa ada hubungan antara dua atau lebih variabel *independent (X)* atau bebas terhadap variabel *dependent (Y)* atau terikat (22). Uji hipotesis asosiatif dengan penilaian uji t dan uji F, sebagai berikut: a) uji t, jika $-t_{tabel} \leq t_{hitung} \leq +t_{tabel}$, maka H_0 diterima dan H_a ditolak; sebaliknya bila $t_{hitung} \leq -t_{tabel}$ atau $t_{hitung} >$

$+t_{tabel}$, maka H_0 ditolak dan H_a diterima; dan b) uji F, yaitu: H_0 diterima dan H_a ditolak, jika $-F_{tabel} < F_{hitung} < +F_{tabel}$; sebaliknya H_0 ditolak dan H_a diterima bila $F_{hitung} \leq -F_{tabel}$ atau $F_{hitung} > +F_{tabel}$, maka H_0 ditolak dan H_a diterima. Adapun rancangan analisis yang telah diuraikan diatas dan uji hipotesis yang secara keseluruhan dapat dijelaskan pada gambar 3 bagan alir tahapan penelitian dibawah ini.



Gambar 4: Bagan Alir Tahapan Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil kegiatan observasi lapangan ke D.I Cipicung pada tanggal 27 dan 28 April 2020 dengan melakukan pengamatan dan mengukur saluran irigasi berupa saluran primer, sekunder, dan tersier. Tanggal 5 - 7 Mei 2020 dilakukan pengamatan sampah padat disekitar penduduk dan saluran irigasi. Dalam kegiatan alat yang digunakan pita ukur/meteran dan botol plastik, mistar ukur, *stop watch*, dan

kamera digital. Kegiatan penelitian ini diawali dengan mengamati saluran eksisting penyebab kerusakan jaringan irigasi.

Penelitian pada saluran primer, sekunder, dan tersier untuk mengukur luas penampang saluran eksisting, kecepatan aliran air, kedalaman saluran, serta pengamatan terfokus pada kondisi saluran (berupa *lining* dan tumbuhan liar) dan warna air. Hasil penelitian berupa ukuran kedalaman saluran dan

kecepatan rata-rata aliran air (dilakukan lima kali pengulangan) dapat dilihat pada Tabel 2

Tabel 2: Hasil Pengukuran Kedalaman dan Kecepatan Rata-rata Aliran Air di Jaringan Irigasi

Jenis Saluran	Bangunan Cipicung	Panjang (m)	Kedalaman Pada Titik	H1 (cm)	H2 (cm)	H3 (cm)	Waktu Kecepatan Pelampung (dtk)	Panjang Lintasan Pelampung (m)	Lebar Saluran Atas (m)
Primer	I	300	Awal	68	75	35	0	0	4,70
			Akhir	74	80	39	42,808	50,50	4,70
Sekunder	I	9,435	Awal	30	38	48	0	0	3,00
			Akhir	26	32	50	44,934	60,50	3,00
Sekunder	II	1.750	Awal	25	75	65	0	0	1,70
			Akhir	55	80	75	46,128	30,00	1,70
Tersier	I	210	Awal	25	23	27	0	0	0,80
			Akhir	28	26	30	45,706	20,50	0,80
Tersier	II	55	Awal	24	23	26	0	0	0,80
			Akhir	27	26	28	45,834	10,00	0,80
Tersier	III	35	Awal	25	20	25	0	0	0,76
			Akhir	32	35	35	45,706	10,00	0,76
Tersier	IV	150	Awal	28	34	35	0	0	1,30
			Akhir	25	30	31	44,416	10,00	1,30

Sumber: Hasil Survey Lapangan, Pada Tanggal 27 dan 28 April 2020

Observasi lapangan terhadap sampah padat rumah tangga dilakukan dengan pengamatan dan pengukuran data sebelumnya terkait

jumlah sampah hingga ke saluran irigasi. Maka hasil penelitian diperoleh berupa sampah padat pada Tabel 3.

Tabel 3: Jumlah Penduduk dan Sampah Padat Rumah Tangga di Kecamatan Cipunagara

No.	Tahun	Jumlah Penduduk	Timbulan Sampah Padat (kg/hari)	Jumlah Sampah Padat (kg/hari)	Jumlah Sampah Padat (ton/hari)
1	2019	6.449	0,49	3.160	3.16

Sumber: Pengambilan Data dan Hasil Analisis Tanggal 5-7 Mei 2020

Berdasarkan karakteristik responden mulai dari petani, pegawai sipil, dan dosen berjumlah 30 orang yaitu: a). Umur ≤ 30 tahun = 6 orang, 31 - 40 tahun = 6 orang, 41 - 50 tahun = 8 orang, 51 - 60 tahun = 8 orang, dan ≥ 61 tahun = 2 orang; b). pendidikan terakhir SD = 10 orang, SMP = 2 orang, SMA/SMK = 4 orang, S1 = 7 orang, S2 = 6 orang, dan S3 = 1 orang; serta c). mata pencaharian petani = 15 orang, PNS = 10 orang, dan dosen = 5 orang.

Pendapat responden terkait kerusakan jaringan irigasi dari pendapat 30 responden mengatakan saluran primer 41,47% perbaikan berat/pergantian *lining* saluran, saluran sekunder 54,12% perlu perbaikan berat/pergantian *lining* saluran, dan saluran tersier 30% perbaikan *lining* saluran.

Diperoleh hasil uji kualitas data, bahwa r_{tabel} dari $N = 30$ responden mengisi 32 item kuesioner untuk tingkat kesalahan Sig. 0,05 (5%) adalah 0,361. Uji validitas data dengan

SPSS diperoleh 27 item atau butir pernyataan $> r_{tabel} = 0,361$ artinya variabel X1, X2, X3, dan Y dinyatakan valid (lolos uji validitas). Hasil uji reliabilitas digunakan nilai Cronbach's Alpha (α) sebesar 0,6 berdasarkan data valid hasil uji validitas diperoleh 0,885 $> 0,6$ artinya bahwa penelitian terhadap variabel X1, X2, X3, dan Y dinyatakan reliabel (handal).

Hasil uji *static* diperoleh regresi ganda, nilai korelasi ganda (R) secara simultan pengaruh R = 0,819 (81,9%). Koefisien determinasi atau R2 (R Square) terhadap analisis regresi ganda diperoleh sebesar R2 = 0,670 (67%) menunjukkan pengaruh kuat variabel X1, X2, X3 terhadap variabel Y dan 33% dipengaruhi oleh faktor lain. Koefisien determinasi pengaruh variabel X1, X2, X3 terhadap Y = 0,632 (63,2%) terkorelasi saling berpengaruh. Diprediksi kesalahan nilai variabel Y pada penelitian variabel X diperoleh EE = 1,619 (162%) dengan penggunaan model regresi berganda. Nilai probabilitas diperoleh Sig. 0,000 $< 0,05$, artinya variabel X1, X2, X3 dinyatakan cocok (fit). Diperoleh hasil bentuk persamaan regresi berganda, yaitu:

$$Y = 1,191 + 0,482X1 + (-0,106)X2 + 1,058X3$$

Diperoleh dari rumus tersebut dengan uji hipotesis dengan persamaan regresi berganda diperoleh uji t hitung yaitu: variabel X1, $3,330 > 2,056$ atau sig. 0,003 ($< 0,05$) bahwa X1 berpengaruh positif terhadap Y; variabel X2, $-0,462 > 2,056$ atau sig. 0,648 ($< 0,05$) bahwa X2 pengaruh negatif terhadap Y; dan variabel X3, $2,918 > 2,056$ atau sig. 0,007 ($< 0,05$) bahwa X3 pengaruh positif terhadap Y, sehingga nilai t pada uji hipotesis, X1 dan X3 memiliki kualitas keberartian pengaruh terhadap Y, sedangkan uji F hitung terhadap variabel *independent* diperoleh $17,630 > 2,98$ atau sig. 0,000 ($< 0,05$) artinya secara simultan variabel X1, X2, X3 memiliki pengaruh terhadap variabel *dependent* berupa variabel Y. Maka hasil nilai F hitung pada ujian hipotesis diperoleh H_0 diterima dan H_a ditolak.

Pembahasan penelitian hasil penelitian dengan analisis deskriptif dinyatakan valid dan reliabel, hasilnya adanya pengaruh atau hubungan kuat antara variabel *independent* berupa X1 = deposisi sedimen, X2 = sampah padat, X3 = perubahan geometri penampang saluran secara simultan terhadap variabel *dependent* berupa Y = kerusakan jaringan irigasi. Selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4: Hasil Ringkasan Berdasarkan Analisis Deskriptif Kualitatif Terhadap Pengaruh Deposisi Sedimen dan Sampah Padat Rumah Tangga

No.	Komponen Variabel	Analisis Deskriptif			Prioritas Pemeliharaan dan Perbaikan Saluran Irigasi
		Konstruksi Saluran Irigasi	Kinerja Saluran Irigasi	Distribusi Air Irigasi	
1.	Deposisi Sedimen	Pendangkalan saluran; - Penyempitan saluran; - Scouring (gesekan) terhadap lining saluran	Pendangkalan saluran; - Penurunan air; - Kehilangan air;	Pendangkalan saluran; - Debit air berkurang;	Pendangkalan saluran; - Perbaikan saluran;

No.	Komponen Variabel	Analisis Deskriptif			Prioritas Pemeliharaan dan Perbaikan Saluran Irigasi
		Konstruksi Saluran Irigasi	Kinerja Saluran Irigasi	Distribusi Air Irigasi	
		berupa kavitas, retak-retak, dan kebocoran; - Muncul tanaman liar (<i>vegetasi</i>); - <i>Overflow</i> debit air meningkat & <i>overtopping</i> (pelimpasan) atau banjir berakibat pondasi saluran rusak.	- Kecepatan air kurang stabil; - Tumbuh tanaman liar mengganggu laju air hingga mempercepat proses pengendapan sedimen.	- Terganggunya kuantitas dan kontinuitas air ke petak tersier; - Rembesan mengakibatkan <i>overtopping</i> saat hujan tiba air akan meningkat dan tidak terkontrol.	- Normalisasi saluran; - Pemeliharaan saluran - Pembersihan saluran dari rumput liar (<i>vegetasi</i>).
2.	Sampah Padat Rumah Tangga	- Bersamaan dengan sedimen mengalami penyempitan dan memunculkan <i>scouring</i> air; - Penyumbatan aliran air di saluran; - <i>Overflow</i> debit air & <i>overtopping</i> atau banjir; - Pengoperasian pintu air rusak.	- Penyumbatan air; - Kehilangan air; - <i>Overflow</i> debit air & <i>overtopping</i> ; - Pengoperasian pintu air macet.	- Debit air berkurang; - Terganggunya pasokan air ke petak tersier.	- Perbaikan saluran; - Normalisasi saluran; - Perbaikan saluran; - Pemeliharaan dan pembersihan saluran secara berkala atau rutin.
3.	Perubahan Geometris Penampang Saluran	Pendangkalan saluran: - Penyempitan saluran air akan terjadi <i>scouring</i> ; - Terakumulasi sedimen dan sampah lining akan rusak; - <i>Overflow</i> debit air & <i>overtopping</i> atau banjir;	Pendangkalan saluran: - Penyempitan saluran; - Penurunan dan kehilangan air.	Pendangkalan saluran: - Debit air berkurang; - Perubahan slope pasokan air kurang stabil.	Pendangkalan saluran: - Perbaikan saluran; - Normalisasi saluran; - Pemeliharaan saluran; - Pembersihan saluran dari rumput liar (<i>vegetasi</i>).

Sumber: Hasil Observasi Lapangan

Berdasarkan analisis perhitungan data hasil lapangan secara analisis matematis mencari kecepatan rata-rata dan rezim aliran berupa *reynold* (R_e) dan *freud* (F_r) diperoleh pada Tabel 5, bahwa kecepatan rata-rata aliran air pada saluran primer 0,75 m/s dengan rezim aliran $R_e = 40.622 > 6.000$ $F_r = 0,27 < 1$ artinya laminar sub kritis, saluran sekunder 0,86 m/s dengan rezim aliran $R_e = 33.436 > 6.000$ $F_r = 0,45 < 1$ artinya laminar sub kritis; dan saluran

tersier 0,29 m/s dengan rezim aliran $R_e = 4.321 > 6.000$ $F_r = 0,23 < 1$ artinya laminar sub kritis. Selanjutnya secara analisa besaran volume sedimen dan sampah, sebagai berikut:

a. Perhitungan volume deposisi sedimen

Pada saluran primer, sebagai berikut:

$$h_{\text{rata-rata 1}} = \frac{0,68 + 0,75 + 0,35}{3} = 0,59 \text{ m}$$

$$h_{\text{rata-rata 2}} = \frac{0,74 + 0,80 + 0,39}{3} = 0,64 \text{ m}$$

Selisih kedalaman, yaitu:

$d_{s1} = 0,95 - 0,59 = 0,35$ m; $d_{s2} = 0,95 - 0,64 = 0,30$ m. Maka: $d_{rata-rata} = \frac{0,35 + 0,30}{2} = 0,32$ m. Sehingga volume deposisi sedimen, yaitu: $V_{q1} = 0,35 \times 50,5 = 17,51$ m³; $V_{q2} = 0,30 \times 50,5 = 14,98$ m³. Maka: $V_{q \text{ rata-rata}} = \frac{17,51 + 14,98}{2} = 16,24$ m³ (0,16%).

Pada saluran sekunder, sebagai berikut:

$$h_{rata-rata \ 1} = \frac{0,30 + 0,38 + 0,48}{3} = 0,39 \text{ m}$$

$$h_{rata-rata \ 2} = \frac{0,26 + 0,32 + 0,50}{3} = 0,36 \text{ m}$$

Selisih kedalaman, yaitu:

$$d_{s1} = 0,70 - 0,39 = 0,31 \text{ m}; d_{s2} = 0,70 - 0,36 = 0,34 \text{ m. Maka: } d_{rata-rata} = \frac{0,31 + 0,34}{2} = 0,33 \text{ m.}$$

Sehingga volume deposisi sedimen,

yaitu: $V_{q1} = 0,31 \times 60,5 = 18,96$ m³; $V_{q2} = 0,34 \times 60,5 = 20,57$ m³. Maka: $V_{q \text{ rata-rata}} = \frac{18,96 + 20,57}{2} = 19,76$ m³ atau 0,20%.

Pada saluran tersier, sebagai berikut:

$$h_{rata-rata} = \frac{0,25 + 0,23 + 0,27}{3} = 0,25 \text{ m}$$

$$h_{rata-rata} = \frac{0,28 + 0,26 + 0,30}{3} = 0,28 \text{ m}$$

Selisih kedalaman yaitu:

$$d_{s1} = 0,45 - 0,25 = 0,20 \text{ m}; d_{s2} = 0,45 - 0,28 = 0,17 \text{ m; maka: } d_{rata-rata} = \frac{0,20 + 0,17}{2} = 0,19$$

m. Sehingga Volume deposisi sedimen yaitu: $V_{q1} = 0,20 \times 20,5 = 4,10$ m³; $V_{q2} = 0,17 \times 20,5 = 3,49$ m³. Maka: $V_{q \text{ rata-rata}} = \frac{4,10 + 3,49}{2} = 3,79$ m³ atau 0,04%.

Tabel 5: Hasil Ringkasan Berdasarkan Analisis Deskriptif Kualitatif Terhadap Pengaruh Deposisi Sedimen dan Sampah Padat Rumah Tangga

No.	Nama Ruas	h Rencana (m)	Rata-rata Kedalaman Survey, h (m)	Selisih Kedalaman (m)	Deposisi Sedimen (m ³)	Deposisi Sedimen Rata-rata (m ³)
1	Ruas Saluran Primer, Panjang Section 50,5 m	0,94	0,32	0,35	17,51	16,24
				0,30	14,98	
2	Ruas Saluran Sekunder, Panjang Section 9.435 m	0,70	0,33	0,31	18,96	19,76
				0,34	20,57	
3	Ruas Saluran Primer, Panjang Section 80 m	0,45	0,19	0,20	4,10	3,79
				0,17	3,49	
Jumlah Keseluruhan						39,80
Persentase (%)						0,40

Sumber: Dinas PUPR Bidang SDA dan Hasil Analisis Tahun 2020

b. Perhitungan volume sampah padat hingga sampai ke saluran irigasi
Jumlah sampah padat (*rubbish*) berupa sampah plastik berdasarkan jumlah penduduk sebesar 64.449 orang (lihat tabel 5).

1) Jumlah sampah selama satu hari, sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \sum_s &= 64.449 \times 1 \text{ hari} \times 0,23 \\ &= 14.823 \text{ kg/hari (15 ton/hari)} \end{aligned}$$

2) Jumlah sampah selama satu bulan yaitu:

$$\sum_s = 64.449 \times 30 \text{ hari} \times 0,23$$

$$= 444.698 \text{ kg/bln (445 ton/bln)}$$

3) Jumlah sampah selama satu tahun, yaitu:

$$\begin{aligned} \sum_s &= 64.449 \times 360 \text{ hari} \times 0,23 \\ &= 5.336.377 \text{ kg/th (5.336 ton/th)}. \end{aligned}$$

Maka untuk jumlah besaran sampah padat berupa sampah plastik rumah tangga per kecamatan dengan asumsikan sebesar 12,6% atau 0,126, sebagai berikut:

4) Sampah plastik selama satu hari, yaitu:

$$\begin{aligned} \sum_s \text{ Plastik} &= 14.823 \times 0,126 \\ &= 1.868 \text{ kg/hari (2 ton/hari);} \end{aligned}$$

5) Sampah plastik selama satu bulan

$$\begin{aligned} \sum_s \text{ Plastik} &= 444.698 \times 0,126 \\ &= 56.032 \text{ kg/bln (56 ton/bln);} \end{aligned}$$

6) Sampah plastik selama satu tahun

$$\begin{aligned} \sum_s \text{ Plastik} &= 5.336.377 \times 0,126 \\ &= 672.384 \text{ kg/th (672 ton/th)}. \end{aligned}$$

Diperoleh hasil persentase sampah berupa sampah plastik yang dihasilkan oleh penduduk di Kecamatan Cipunagara, sebagai berikut:

1) Besaran volume sampah selama perhari, yaitu:

$$\begin{aligned} V_{s \text{ perhari}} &= \frac{15}{0,56} \\ &= 26,79 \text{ m}^3 \text{ atau } 0,27\% \end{aligned}$$

2) Besaran volume sampah selama perbulan, yaitu:

$$\begin{aligned} V_{s \text{ perbulan}} &= \frac{445}{0,56} \\ &= 794,64 \text{ m}^3 \text{ atau } 7,95\% \end{aligned}$$

- Besaran volume sampah selama pertahun, yaitu:

$$\begin{aligned} V_{s \text{ pertahun}} &= \frac{5.336}{0,56} \\ &= 9.528,57 \text{ m}^3 \text{ atau } 95,29\%. \end{aligned}$$

Selanjutnya hasil diperoleh besar jumlah volume sampah padat berupa plastik di dalam saluran selama perhari: $4 \times 0,52 = 2,1 \text{ m}^3$; selama perbulan: $100 \times 0,52 = 52 \text{ m}^3$; dan selama pertahun, yaitu: $1.200 \times 0,52 = 624 \text{ m}^3$.

Tabel 6: Perkiraan Jumlah Penduduk dan Volume Sampah Padat Plastik

Tahun	Jumlah Penduduk	Jumlah Hari	Jumlah Sampah (kg/hari)	Jumlah Plastik	Jumlah Sampah Plastik (kg/hari)	Densitas Sampah Plastik (ton/hari)	Volume Sampah Plastik (m ³ /hari)	Asumsi Perkiraan	
								Jumlah Sampah Plastik di Saluran Irigasi	Volume Sampah Plastik di Saluran Irigasi
2019	64.449	1	14.823	0,126	1.868	0,56	4	0,52	2,1
		30	444.636		56.032		100		52,0
		360	5.336.377		672.384		1.201		624,4

Sumber: Hasil Analisis Tahun 2020

1) Perhitungan geometris penampang saluran Eksisting

Ukuran geometris penampang saluran primer sebesar $16,89 \text{ m}^3$. Maka penampang saluran primer eksisting, sebagai berikut:

$$A = \frac{(b+zy)}{2} \cdot y$$

$$= \frac{(4,15 + 3,52)}{2} \times 0,87$$

$$= 3,36 \text{ m}^2$$

$$\text{Rata-rata ketinggian} = \frac{16,89}{50,5} = 0,33 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Elevasi } \Delta H &= 27,443 - 27,429 \\ &= 0,014 \end{aligned}$$

Perubahan elevasi tersebut dari panjang section saluran primer 50,5 m. Sehingga diperoleh untuk kemiringan dasar di saluran primer, yaitu:

$$S_o = \frac{0,014}{50,5} = 0,00027.$$

Ukuran geometris penampang saluran sekunder sebesar 21,03 m³. Maka untuk penampang saluran sekunder eksisting, sebagai berikut:

$$\begin{aligned} A &= \frac{(b+zy)}{2} \cdot y \\ &= \frac{(3,00 + 3,00)}{2} \times 0,50 \\ &= 1,5 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Rata-rata ketinggian} = \frac{21,03}{60,5} = 0,35 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Elevasi } \Delta H &= 27,429 - 27,397 \\ &= 0,032 \end{aligned}$$

Perubahan elevasi pada saluran sekunder tersebut dari panjang section saluran sekunder 50,5 m. Diperoleh hasil dari kemiringan dasar pada saluran sekunder, yaitu:

$$S_o = \frac{0,032}{60,5} = 0,00052.$$

Selanjutnya geometris penampang saluran tersier sebesar 3,97 m³. Maka diperoleh penampang saluran tersier eksisting, sebagai berikut:

$$\begin{aligned} A &= \frac{(b+zy)}{2} \cdot y \\ &= \frac{(0,80 + 0,80)}{2} \times 0,34 \\ &= 3,36 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Rata-rata ketinggian} = \frac{3,97}{20,5} = 0,19 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Elevasi } \Delta H &= 27,4367 - 27,4149 \\ &= 0,0218 \end{aligned}$$

Perubahan elevasi di saluran tersier dari panjang section saluran tersier 20,5 m. Sehingga diperoleh hasil kemiringan dasar di saluran tersier, yaitu

$$S_o = \frac{0,0218}{20,5} = 0,000106.$$

Maka hasil diperoleh terhadap perubahan geometris penampang saluran irigasi baik saluran primer, saluran sekunder maupun saluran tersier dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7: Perkiraan Perubahan Geometris Penampang Saluran Akibat Pengendapan Sedimen dan Sampah Padat Plastik

No.	Penampang Saluran	Luas Penampang (A), m ²	Keliling Basah (P)	Jari-jari Hidrolis (R)	Lebar Atas (T), (m)	Kedalaman Hidrolis (D)	Slope (S _o)	Kecepatan (V), (m/dtk)	Debit (Q), (m ³ /dtk)
Saluran Primer									
1	Awal	4,61	5,99	0,77	4,70	0,98	0,0003	1,14	5,26
2	Eksisting	3,36	5,40	0,62	4,70	0,80	0,00027	0,75	2,52
Perubahan		1,25	0,59	0,15	Tetap	0,18	0,00003	0,39	2,74
Persentase (%)		27,11	9,85	19,48	Tetap	18,37	10,00	34,03	52,09
Saluran Sekunder									
1	Awal	2,40	4,60	0,52	3,00	0,80	0,00063	1,28	3,06
2	Eksisting	1,50	4,00	0,38	3,00	0,50	0,00052	0,86	1,29
Perubahan		0,90	0,60	0,14	Tetap	0,30	0,00011	0,42	1,77
Persentase (%)		37,50	13,04	26,92	Tetap	37,50	17,46	32,94	57,84
Saluran Tersier									
1	Awal	0,42	2,40	0,18	0,80	0,53	0,00114	0,99	0,42
2	Eksisting	0,27	1,48	0,18	0,80	0,34	0,00106	0,00	0,08

No.	Penampang Saluran	Luas Penampang (A), m ²	Keliling Basah (P)	Jari-jari Hidrolis (R)	Lebar Atas (T), (m)	Kedalaman Hidrolis (D)	Slope (S _o)	Kecepatan (V), (m/dtk)	Debit (Q), (m ³ /dtk)
	Perubahan	0,15	0,92	Tetap	Tetap	0,19	0,00008	0,99	0,34
	Persentase (%)	35,71	38,33	Tetap	Tetap	35,85	7,02	100,00	80,95

Sumber: Hasil Analisis Tahun 2020

2) Perhitungan kondisi jaringan irigasi

Kondisi jaringan irigasi, sebagai berikut:

$$K_j = \frac{(100 + 58,53 + 100 + 45,88 + 48,48 + 70)}{6}$$

$$= 70,48\%$$

Tabel 8 menunjukkan jumlah besaran persentase terhadap kondisi jaringan irigasi D.I. Cipicung mencapai 70,48%

(sekitar 29,52%), artinya dikategorikan dengan kondisi rusak sedang, sehingga tindakan perlu dilakukan dengan perbaikan pada lining saluran *alluvial* (tanah) dengan saluran konstruksi dan perlu perawatan secara rutin atau berkala. Kondisi jaringan irigasi D.I. Cipicung dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8: Kondisi Jaringan Irigasi D.I Cipicung

Nomor Prioritas	Nama Saluran dan Bangunan Irigasi	Kerusakan (%)	Kondisi	Tindakan yang Perlu Dilakukan
1	Saluran Sekunder	54,12	Rusak Berat	Perbaikan berat/penggantian <i>lining</i> saluran yang masih sebagian menggunakan <i>alluvial</i> dengan konstruksi, serta pada titik-titik saluran terdapat pendangkalan akibat deposisi sedimen dan sampah perlu diangkat seoptimal mungkin
2	Bangunan Pelengkap Saluran Sekunder	51,52	Rusak Berat	Perbaikan berat/penggantian dengan bangunan konstruksi agar aliran air bekerja secara optimal ke petak tersier
3	Saluran Primer	41,47	Rusak berat	Perbaikan berat/penggantian <i>lining</i> saluran yang masih menggunakan <i>alluvial</i> dengan konstruksi
4	Saluran Tersier	30,00	Rusak Sedang	Perbaikan lining saluran <i>alluvial</i> dengan konstruksi dan pemeliharaan secara rutin
5	Bangunan Utama	0,00	Baik	Pemeliharaan rutin secara berkala atau sebulan sekali
6	Bangunan Pelengkap Saluran Primer	0,00	Baik	Pemeliharaan rutin secara berkala atau sebulan sekali
Keseluruhan Kondisi Saluran Irigasi		29,52	Rusak Sedang	Perbaikan lining saluran <i>alluvial</i> dengan konstruksi dan pemeliharaan secara rutin atau berkala (sebulan sekali)

Sumber: Hasil Analisis tahun 2020

SIMPULAN

Pendangkalan yang disebabkan oleh sedimen yang cukup tinggi akan mengakibatkan kerusakan pada jaringan irigasi di D.I. Cipicung. Hasil perhitungan keseluruhan saluran bahwa jumlah volume deposisi sedimen di dalam saluran irigasi sebesar $V_q =$

$39,80 \text{ m}^3$ (0,13%). Besaran tertinggi volume deposisi sedimen berada di saluran sekunder sebesar $V_{q \text{ sekunder}} = 19,76 \text{ m}^3$ (0,20%) dengan panjang per *section* 60,5 meter, dilanjutkan pada saluran primer sebesar $V_{q \text{ primer}} = 16,24 \text{ m}^3$ (0,16%) dengan panjang per *section* 50,5 meter; hingga di saluran tersier sebesar $V_{q \text{ tersier}}$

= 3,79 m³ (0,20%) dengan panjang per *section* 20,5 meter. Secara statistik kerusakan pada saluran primer berpengaruh positif sebesar $r_{hitung} = 0,626$ dan $t_{hitung} = 3,330$ dengan sig. $0,003 < 0,05$ (maka $H_0 =$ diterima dan $H_a =$ ditolak). Sehingga besaran dan pengaruh pada saluran primer timbulnya penyempitan saluran, *scouring* (gesekan) menyebabkan kavitasi, muncul tumbuhan liar (*vegetasi*), retak-retak di penampang saluran, bocor, meningkatkan *overflow* dan *overtopping* hingga banjir.

Pengendapan oleh jumlah volume sampah padat yang berasal dari rumah tangga di saluran irigasi kerap menambah permasalahan di saluran. Besar jumlah volume sampah padat di saluran selama satu hari jumlah volume sampah sebesar $V_{s \text{ hari}} = 2,1 \text{ m}^3/\text{hari}$, jumlah volume sampah sebulan sebesar $V_{s \text{ bulan}} = 52 \text{ m}^3/\text{bulan}$, dan jumlah volume sampah padat setahun sebesar $V_{s \text{ tahun}} = 624 \text{ m}^3/\text{tahun}$. Hingga kerusakan melalui perhitungan analisis statistik pengaruh sebesar $r_{hitung} = 0,671$ dan pengaruh negatif terhadap $t_{hitung} = -0,462$ dengan sig. $0,648 > 0,05$ ($H_0 =$ ditolak dan $H_a =$ diterima). Maka besar dan pengaruh sampah padat dapat penyumbatan saluran, pendangkalan, pencemaran air, *overtopping* (pelimpasan) atau banjir saat hujan tiba, hingga kurang optimalnya kinerja saluran irigasi.

Selanjutnya besaran perubahan geometris penampang saluran yang paling besar perubahannya ada di saluran primer sebesar $A = 1,25 \text{ m}^3$ atau sekitar 27,11%, saluran sekunder sebesar $A = 0,90 \text{ m}^3$ atau sekitar

37,50%, saluran tersier sebesar $A = 0,15 \text{ m}^3$ atau sekitar 35,71%, sedangkan hasil secara analisis statistik berpengaruh positif sebesar $r_{hitung} = 0,721$ dan $t_{hitung} = 2,918$ dengan sig. $0,007 < 0,05$ (maka $H_0 =$ diterima dan $H_a =$ ditolak). Akibat perubahan tersebut dapat menurunkan terhadap debit air sekitar 0,34 m³/dtk atau sekitar 80,95%, tumbuh tanaman liar, *scouring* (gesekan) menimbulkan kavitasi dan retak-retak pada lining yang terkonstruksi, pendistribusian air berkurang, hingga kurang optimalnya kinerja saluran.

Kemudian pada kerusakan saluran diperoleh persentase kondisi saluran yang rata-rata sebesar 29,52%. Besaran secara prioritas ada di saluran sekunder yang kondisi sekitar 54,12% artinya kondisi rusak berat perlu dilakukan perbaikan/penggantian di lining saluran dengan konstruksi; saluran primer rusaknya sekitar 41,47% artinya kondisi rusak berat hingga perlu perbaikan/penggantian lining saluran konstruksi; dan saluran tersier kerusakannya 30% kondisi rusak sedang perlu perbaikan; dan lainnya 51,52% artinya kondisi saluran baik perlu pemeliharaan secara rutin atau berkala.

DAFTAR PUSTAKA

1. Akoteyon IS, Omotayo AO, Soladoye O, Olaoye HO. Determination of Water Quality Index and Suitability of Urban River for Municipal Water Supply in Lagos-Nigeria. Eur J Sci Res. 2011;54:263–71.
2. Noerhayati E, Warsito W. Studi Perencanaan Jaringan Irigasi Daerah Irigasi Pitab Kabupaten Balangan Provinsi Kalimantan Selatan. J Rekayasa Sipil. 2020;8(6):427–36.
3. Erfandi BS, Kurniati E, Dewanto TH.

- Analisis Kebutuhan Air Irgasi Untuk Pertanian Di Desa Sampe Kecamatan Rhee. *Hexag J Tek dan Sains*. 2021;2(2):43–53.
4. Afdhaliah N, Faridah, Munir A. Analisis Perhitungan Debit Muatan Sedimen (Suspended Load) Pada Daerah Irigasi Lekopancing Kabupaten Maros. *J Agrotechno*. 2017;10(2):167–79.
 5. Parmono S, Wahyudi SI, Asfari GD. Evaluasi dan Penentuan Prioritas Rehabilitasi Jaringan Irigasi. *J Smartcity*. 2017;1(1):271–81.
 6. Garg SK. Irrigation Engineering and Hydraulic Structures. In: Romes Chander Khanna for Khanna Publishers, New Delhi. 2005. p. 31–1726.
 7. Mohamed MMA. Effect of Sediment Deposition Upstream of the New Ibrahimia Head Regulator on its Flow Characteristics. *J Water Sci*. 2018;32(2):241–58.
 8. Sulaeman D, Arif S, Sudarmadji. Trash-Polluted Irrigation: Characteristics and Impact on Agriculture. *J Earth Environ Sci*. 2017;148(1):1–13.
 9. Santosa IGN, Putu DI. Kesesuaian Kualitas Air Irgasi untuk Padi Sawah di Daerah Irgasi Mambal. *Agrotrop J Agric Sci*. 2019;9(1):87.
 10. Nwaneri OL, Nwachukwu MI, Ihua N, Nwankwo CEI. The Effect of Solid Waste Disposal on Nworie River. *J Environ Biotechnol Res*. 2018;7(2):23–9.
 11. Rahman NA, Hassan SA, Kong NS, Rabe'ah S. Study of Effectiveness for Rubbish Traps in Open Channel Flow. *Semin Water Manag (JSPS-VCC), Sabah*. 2015;1–9.
 12. Chow VT. Open Channel Hydraulics. In: McGraw - Hill Engineering, Newyork. 1989. p. 1–350.
 13. Suleman AR. Analisis Laju Sedimen pada Saluran Irgasi D.I Sanrego Kecamatan Kahu Kabupaten Bone Provinsi Sulawesi Selatan. *J Wahana Tek Sipil*. 2015;20(2):76–86.
 14. SNI 8066. Tata Cara Pengukuran Debit Aliran Sungai dan Saluran Terbuka Menggunakan Alat Ukur Arus dan Pelampung. In: Badan Standar Nasional. 2015. p. 1–40.
 15. Bakhtiar A. Catatan Kuliah Analisa Hidrologi dan Hidrolika. In: Magister Teknik Sipil, Universitas Sangga Buana YPKP Bandung. 2018. p. 1–20.
 16. Hanmaiahgari PR, Roussinova V, Balachandar R. Turbulence Characteristics of Flow in an Open Channel With Temporally Varying Mobile Bedforms. *J Hydrol Hydromech*. 2017;65(1):35–48.
 17. Osuagwu JC, Nwachukwu AN, Nwoke HU, Agbo KC. Effects of Soil Erosion and Sediment Deposition on Surface Water Quality: A Case Study of Otamiri River. *J Eng Technol*. 2014;2(5):438–42.
 18. SNI 3242. Pengelolaan Sampah di Permukiman. Badan Standar Nasional. 2008. 1–23 p.
 19. Lesmana RY. Estimasi Laju Timbunan Sampah dan Kebutuhan Landfill Periode 2018-2027. *J Media Ilm Tek Lingkungan*. 2017;2(2):20–4.
 20. Ratya H, Herumurti W. Timbunan dan Komposisi Sampah Rumah Tangga di Kecamatan Rungkut Surabaya. *J Tek ITS*. 2017;6(2):451–435.
 21. Susanti R, Dharmo B, Setiabudi B. Pendampingan Inventarisasi Kerusakan Saluran Irgasi dan Usulan Perbaikan Konstruksi di Desa Kankung - Demak. *J Pengabdian Vokasi*. 2020;1(3):177–81.
 22. Sugiyono. Statistik Untuk Penelitian. In: Dra. Endang Mulyatiningsih MP, editor. Penerbit Alfabeta Bandung. Dua Belas. Bandung; 2007. p. 1–390.