

Analisis Kapasitas Drainase Sinrijala Terhadap Operasi dan Pemeliharaan

Sugiarto Badaruddin^{1,a}, Andi Nahriza², Nurhikmah Alam³, Dr.Ir. Basyar Bustan, M.T.⁴,
Hasdaryatmin Djufri, S.T., MT.⁵

^{1,2,3,4,5} Jurusan Teknik Sipil Program Studi D4 Jasa Konstruksi Politeknik Negeri Ujung Pandang
Makassar, Sulawesi Selatan, Indonesia Jalan Perintis Kemerdekaan KM 10 Makassar 90425 Indonesia

^a sugibadaruddin@poliupg.ac.id

Abstrak—Drainase Sinrijala merupakan salah satu jaringan sistem drainase perkotaan kota Makassar yang memiliki banyak permasalahan. Permasalahan-permasalahan tersebut diantaranya sedimentasi yang menumpuk pada dasar saluran, tumpukan sampah rumah tangga dan limbah industri, permasalahan interkoneksi saluran sekunder dan tersier ke saluran primer, serta kondisi eksisting struktur bangunan yang mengalami kerusakan. Dari permasalahan tersebut mengakibatkan terjadinya genangan di beberapa titik pada daerah sekitar drainase. Permasalahan sistem drainase sangat erat kaitannya dengan operasi dan pemeliharaan. Sehingga tujuan dari penelitian ini yaitu untuk menganalisis kapasitas Drainase Sinrijala dan mencari solusi alternative dalam melakukan operasi dan pemeliharaan untuk peningkatan kapasitas Drainase Sinrijala. Dalam penelitian ini dilakukan dua analisis yaitu analisis kondisi saluran dan analisis kinerja operasi dan pemeliharaan saluran. Analisis terkait kondisi saluran dengan melakukan inventarisasi kondisi eksisting saluran dan menghitung debit penampang saluran (Q_s) dan debit rencana (Q_t) untuk mendapatkan nilai kapasitas saluran. Analisis kapasitas penampang dilakukan dengan menggunakan aplikasi HEC-RAS versi 4.1.0. Selain itu, melakukan penilaian terhadap kinerja operasi dan pemeliharaan dengan penyebaran kuesioner pada instansi terkait yang berwenang dalam pengelolaan drainase perkotaan kota Makassar. Penilaian responden menggunakan metode skala likert dan menganalisisnya dengan menggunakan aplikasi IBM SPSS versi 26. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan diperoleh debit rencana yang dihasilkan pada drainase Sinrijala adalah $Q_2 = 8,798 \text{ m}^3/\text{detik}$ dan $Q_5 = 10,304 \text{ m}^3/\text{detik}$. Dari hasil simulasi eksisting dengan Q 2 tahun diperoleh P.16, P.17, P.18, P.19, P.20, P.21, P.22, P.23, P.24, P.25, P.26, P.27, P.28, P.29, P.30, P.32, P.33, dan P.34 tidak memenuhi syarat kapasitas saluran, sementara untuk Q 5 tahun tidak memenuhi syarat kapasitas saluran pada P.16, P.17, P.18, P.19, P.20, P.21, P.22, P.23, P.24, P.25, P.26, P.27, P.28, P.29, P.30 P.32, P.33, dan P.34. Sementara untuk penilaian kinerja, variabel Fisik Bangunan (X_4) merupakan faktor yang berpengaruh dominan dalam kinerja peningkatan kapasitas Drainase Sinrijala, upaya dalam mengatasi permasalahan banjir dan genangan adalah melakukan normalisasi berupa pengerukan, penambahan tanggul dan perbaikan dinding saluran yang mengalami kerusakan berat

menjadi prioritas utama untuk meningkatkan fisik bangunan drainase Sinrijala.

Kata kunci : Drainase Sinrijala, Kapasitas, Operasi dan Pemeliharaan, HEC-RAS, SPSS

I. Pendahuluan

Kota Makassar adalah salah satu kota metropolitan di Indonesia dengan berbagai aktivitas. Dengan kesibukan tersebut tentu harus didukung dengan infrastruktur perkotaan yang baik termasuk pada sistem drainase perkotaannya. Nyatanya, sistem drainase Kota Makassar belum terlalu memadai di segala penjuru kota. Hal tersebut yang mengakibatkan adanya dampak banjir dan kondisi drainase yang tidak sehat.

Drainase Sinrijala merupakan salah satu jaringan sistem drainase perkotaan kota Makassar yang memiliki banyak permasalahan. Permasalahan-permasalahan tersebut diantaranya sedimentasi yang menumpuk pada dasar saluran, tumpukan sampah rumah tangga dan limbah industri, permasalahan interkoneksi saluran sekunder dan tersier ke saluran primer, serta kondisi eksisting struktur bangunan yang mengalami kerusakan.

Menurut penuturan masyarakat sekitar, jika terjadi hujan dengan intensitas yang tinggi maka akan terjadi genangan dan banjir di pemukiman tersebut. Daerah tersebut juga merupakan daerah padat penduduk sehingga tidak adanya ruang untuk resapan air hujan. Tergenangnya daerah sekitar saluran di sepanjang drainase disebabkan oleh beberapa faktor, salah satunya yakni air yang mengalir pada saluran melebihi kapasitas tampungan saluran yang tidak mampu mengendalikan debit banjir maksimum sehingga air meluap dan

akhirnya menimbulkan genangan di daerah sekitarnya. Penyebab dari berkurangnya kapasitas saluran dapat diakibatkan dari kondisi eksisting saluran yang sudah tidak memadai.

Drainase Sinrijala kurang mendapat perhatian mengenai pemeliharaan drainase, sehingga tidak bisa dipungkiri bahwa permasalahan yang datang pada lingkungan sekitar drainase tersebut berkaitan terhadap kurangnya operasi dan pemeliharaan sistem drainase. Pelaksanaan operasi dan pemeliharaan juga harus selaras dengan permasalahan yang ada pada drainase tersebut. Oleh karena itu perlu dilakukan sebuah kajian untuk menganalisis permasalahan yang ada pada Drainase Sinrijala.

Berdasarkan pada permasalahan tersebut, penulis mengangkatnya sebagai penelitian skripsi tentang "*Analisis Kapasitas Drainase Sinrijala Terhadap Operasi dan Pemeliharaan*" yang diharapkan dapat menjadi referensi bagi pihak-pihak terkait dalam menanggulangi permasalahan-permasalahan yang ada.

Dari latar belakang yang telah disampaikan, rumusan masalah dari penelitian ini yaitu :

- 1) Bagaimana kapasitas eksisting Drainase Sinrijala Kota Makassar?
- 2) Bagaimana solusi yang paling tepat dalam pelaksanaan operasi dan pemeliharaan dalam peningkatan kapasitas pada Drainase Sinrijala Kota Makassar?

Adapun tujuan penelitian ini yaitu :

- 1) Menganalisis kapasitas dan dimensi saluran eksisting pada Drainase Sinrijala Kota Makassar.
- 2) Memperoleh solusi yang tepat berdasarkan alternatif yang ada dalam melakukan operasi dan pemeliharaan untuk peningkatan kapasitas pada Drainase Sinrijala Kota Makassar.

II. Tinjauan Pustaka

A. Pengertian Drainase

Drainase mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalihkan air. Secara umum, drainase didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan/atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal. Drainase juga diartikan sebagai usaha untuk mengontrol kualitas air tanah dalam kaitannya dengan sanitasi. (Dr. Ir. Suripin, M.Eng. 2004). Sedangkan pengertian drainase kota pada dasarnya telah diatur dalam SK menteri PU No. 233 tahun 1987.

B. Permasalahan Drainase Perkantoran

Banyak faktor yang mempengaruhi dan pertimbangan yang matang dalam perencanaan antara lain:

- 1) Peningkatan Debit
- 2) Penataan Lingkungan
- 3) Perubahan Tata Guna Lahan
- 4) Kapasitas Saluran
- 5) Penyalahgunaan fungsi saluran

C. Perencanaan Operasi dan Pemeliharaan Prasarana dan Prasarana Drainase

Operasi dan pemeliharaan prasarana dan sarana drainase perkotaan merupakan bagian dari sistem drainase perkotaan. Sistem yang baik, jika tidak dibarengi dengan operasi dan pemeliharaan yang baik, maka tidak akan berfungsi dengan baik. Oleh karena itu operasi dan pemeliharaan drainase perkotaan sangat penting dalam rangka mensejahterakan masyarakat, yaitu dengan cara mengurangi atau menghilangkan genangan air atau banjir yang sangat merugikan masyarakat.

Pemeliharaan sistem drainase perkotaan mencakup bentuk pemeliharaan dan perbaikan yang dilakukan untuk menjaga tetap berfungsinya sistem drainase yang ada jenis pemeliharaan meliputi :

- 1) Pemeliharaan rutin adalah pekerjaan yang selalu dilakukan berulang-ulang pada waktu tertentu misalnya setiap hari, minggu, atau bulan.
- 2) Pemeliharaan berkala merupakan pekerjaan yang dilaksanakan pada waktu tertentu, misalnya setahun sekali atau setahun dua kali.
- 3) Pemeliharaan khusus dapat dilakukan apabila prasarana dan sarana mengalami kerusakan yang sifatnya mendadak.
- 4) Rehabilitasi, dilakukan apabila prasarana dan sarana mengalami kerusakan yang menyebabkan bangunan tidak berfungsi.

D. Kinerja Jaringan Kanal/Saluran

Kapasitas dan kondisi fisik jaringan yang dibagi menjadi beberapa komponen, yaitu terdiri dari saluran penerima (interseptor drain), saluran pengumpul (colector drain), saluran pembawa (conveyor drain), saluran induk (main drain) dan bangunan pelengkap lainnya seperti gorong-gorong, dan bangunan pertemuan (bak control).

Tabel Pedoman Penilaian Jaringan Saluran/Kanal

Kriteria	Badan Saluran		
	Kondisi Bangunan		
	Baik	Cukup	Rusak
Kapasitas (Dimensi penampang melintang)	Memenuhi kapasitas pembebanan sesuai dengan perencanaan dan mempunyai tinggi jagaan yang cukup untuk mencegah air melimpah. Kondisi rata-rata diatas 80% - 100%	Memenuhi kapasitas pembebanan sesuai dengan perencanaan dan mempunyai tinggi jagaan yang sesuai dengan muka air maksimum. Kondisi rata-rata diatas 50% - 79%	Tidak memenuhi kapasitas pembebanan sesuai dengan perencanaan. Kondisi rata-rata diatas 0% - 49%
Pengendapan /Sedimen	Tidak ada endapan yang berpengaruh terhadap kapasitas rencana saluran. Kondisi rata-rata diatas 80% - 100%	Ada endapan yang berpengaruh terhadap kapasitas rencana saluran (< 30%). Kondisi rata-rata diatas 50% - 79%	Ada endapan yang berpengaruh terhadap kapasitas rencana saluran (> 30%). Kondisi rata-rata diatas 0% - 49%
Kerusakan	Profil saluran keadaannya masih baik/tidak ada kerusakan. Kondisi rata-rata diatas 80% - 100%	Profil saluran keadaannya ada kerusakan (< 30%). Kondisi rata-rata diatas 50% - 79%	Profil saluran keadaannya ada kerusakan (> 30%). Kondisi rata-rata diatas 0% - 49%

E. Kajian dan Analisis Drainase dan Konservasi Air

Analisis yang dilakukan meliputi hal-hal sebagai berikut :

- 1) Analisis kondisi eksisting, yaitu :
 - a) Analisis kapasitas sistem drainase eksisting, kapasitas saluran, segmen saluran, dan bangunan pendukungnya.
 - b) Bandingkan analisis pada point a) dengan kapasitas rencana (awal), jika kapasitas eksisting lebih besar atau sama dengan kapasitas awal, maka komponen sistem drainase yang bersangkutan masih aman, sebaliknya perlu dilakukan tindakan.
- 2) Analisis kebutuhan, yaitu :
 - a) Tentukan rencana saluran sesuai topografi dan rencana tata guna lahan dan/atau tata ruang. Dalam penataan jaringan saluran drainase diusahakan sebanyak mungkin mengikuti pola eksisting dan alur alam. Kembangkan sistem gravitasi, sistem pompa hanya dipakai kalau tidak ada alternative lain.
 - b) Tentukan kala ulang pada masing-masing saluran dan/atau segmen saluran sesuai dengan klarifikasi kota dan orde saluran.
 - c) Analisis hujan kawasan dan intensitas hujan dengan kala ulang yang diperlukan.
 - d) Hitung debit rencana masing-masing saluran dan/atau segmen saluran dengan metode yang

sesuai, untuk sistem pompa dan/atau sistem *polder* perlu dihitung hidrograf banjir.

- e) Analisis perbedaan antara kebutuhan (point d) dan kondisi yang ada. Apabila kapasitas saluran eksisting lebih besar atau sama dengan debit rencana, maka saluran yang ada dapat digunakan. Apabila saluran eksisting lebih kecil dari rencana maka saluran tersebut perlu ada tindakan.
 - f) Tindakan yang dilakukan dilakukan diarahkan untuk penurunan debit, dengan mengimplementasikan fasilitas pemanenan air hujan. Jika dengan tindakan ini kapasitas saluran masih lebih kecil dari debit yang akan terjadi, baru dilakukan peningkatan kapasitas.
- 3) Analisa solusi

Dari peta genangan, kemudian dibuat beberapa alternative pemecahan atau solusi dan dipilih satu alternative yang paling efisien dan efektif. Alternatif itu yang dijadikan dasar untuk perencanaan detail dan penyusunan program tahunan.

F. Kriteria Perencanaan Hidrologi

- 1) Analisa Curah Hujan Rata-Rata Aljabar

$$P = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{n}$$

Dimana :

P₁, P_n = Curah hujan yang tercatat di pos penakar hujan 1, 2, ..., n

N = Banyaknya pos penakar hujan

- 2) Uji Konsistensi

$$Sk^{**} = \frac{Sk^*}{D_y}$$

$$D_y^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (Y_i - \bar{Y})^2}{N}$$

Dimana :

Sk* = Nilai kumulatif penyimpangannya terhadap nilai rata-rata.

Y_i = Nilai data Y ke i

\bar{Y} = Nilai Y rata-rata

N = Jumlah data Y

Sk** = Rescaled Adjusted Partial Sums (RAPS)

D_y = Deviasi standar seri data Y

Setelah nilai Sk^{**} diperoleh untuk setiap k, tentukan nilai Q dan R terhitung dengan rumus :

$$Q = |Sk^{**}|_{maks}$$

atau

$$R = Sk^{**} maks - Sk^{**} min$$

Bandingkan, untuk jumlah data (N) dan derajat kepercayaan (α) tertentu, nilai-nilai dibawah ini :

- a) Q terhitung dengan Q_{kritis}
- b) R terhitung dengan R_{kritis}

Maka seri data yang dianalisis adalah konsisten.

3) Distribusi Probabilitas

Distribusi Probabilitas Log Pearson Type III

$$Log X_T = \overline{Log X} + K_T \times S Log X$$

Dimana :

$Log X_T$ = Nilai logaritmis hujan rencana dengan periode ulang T

$\overline{Log X}$ = Nilai rata-rata dari $log X = \frac{\sum_{i=1}^n Log X_i}{n}$

S Log X = Deviasi Standar dari Log X

$$S Log X = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Log X_i - \overline{Log X})^2}{n-1}}$$

K_T = Variabel standar, besarnya bergantung koefisien kepercengaan (C_s atau G),

4) Uji Distribusi Probabilitas

a. Metode Chi-Kuadrat (χ^2)

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Dimana :

χ^2 = Parameter Chi-Kuadrat terhitung

E_i = Frekuensi yang diharapkan sesuai dengan pembagian kelasnya

O_i = Frekuensi yang diamati pada kelas yang sama

n = Jumlah sub kelompok

b. Metode Smirnov-Kolmogorof

$$P(X_i) = \frac{n+1}{i}$$

Dimana :

n = Jumlah data

i = Nomor urut data (setelah diurut dari besar ke kecil atau sebaliknya)

5) Intensitas Hujan Rencana

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{2/3}$$

Dimana :

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

R_{24} = Curah hujan harian maksimum atau hujan rencana (mm)

t_c = waktu konsentrasi (jam)

6) Debit Banjir Rencana

$$Q = 0.00278 \times C \times I \times A$$

Dimana :

Q = Debit puncak limpasan permukaan (m^3/det)

C = Angka pengaliran

A = Luas daerah pengaliran (Km^2)

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

7) Debit Air Kotor

Adapun besarnya kebutuhan air penduduk rata-rata adalah 150 liter/orang/hari. Sedangkan debit air kotor yang harus dibuang di dalam saluran adalah 70% dari kebutuhan air bersih sehingga besarnya air buangan adalah (suhardjono, 1984:39) = $150 \times 70\% = 105$ liter/orang/hari = 0,00121 liter/dtk/orang.

$$Q_{ak} = \frac{pn \times q}{A}$$

Dimana :

Q_{ak} = Debit Air Kotor

Pn = Jumlah Penduduk(jiwa)

q = Jumlah Air Buangan (ltr/dtk/orang)

A = Luas Daerah(km^2)

G. Kriteria Perencanaan Hidrolika dengan HEC-RAS

Tiga komponen analisis hidrolis satu dimensi, yaitu :

- 1) Perhitungan profil permukaan air aliran lunak (*steadyflow*)
- 2) Simulasi aliran tak lunak (*unsteadyflow*)
- 3) Perhitungan *SedimentTransport*

Adapun langkah-langkahnya adalah sebagai berikut :

- a) Melakukan pengukuran langsung di lapangan untuk mencari nilai kecepatan aliran dan tinggi aliran di beberapa titik, sedikitnya tiga titik yaitu di hulu, hilir, dan di tengah saluran atau yang mewakili.

- b) Dari hasil pengukuran yang diperoleh maka dicari nilai debitnya.
- c) Nilai debit tersebut dimasukkan ke dalam model saluran yang telah dibuat pada program HEC-RAS.
- d) Membuat dan mengisi geometri data sungai yang ditinjau (koordinat x, y untuk potongan memanjang, penampang melintang).
- e) Koefisien Manning berdasarkan penampang sungai.
- f) Memasukkan data aliran, aliran *steady* atau *unsteady*.
- g) Setelah memasukkan data geometri dan data aliran, maka selanjutnya me-*running* simulasi.
- h) Setelah pemrosesan simulasi selesai, maka HEC-RAS dapat menampilkan hasil simulasi tiap-tiap penampang melintang dan simulasi aliran secara keseluruhan disepanjang alur drainase.

Untuk kekasaran manning yang digunakan disesuaikan dengan kondisi Drainase Sinrijala bantaran kiri, kanan, dan dasar sungai.

Tabel Koefisien Kekasaran Manning untuk Saluran

Saluran	Bahan	Koefisien Manning, n
Tanah	Lurus, baru, seragam, landai dan bersih	0,016 – 0,033
	Berkelok, landau dan berumput	0,023 – 0,040
	Tidak terawat dan kotor	0,050 – 0,140
	Tanah berbatu, kasar dan tidak teratur	0,035 – 0,045
Pasangan	Batu kosong	0,023 – 0,035
	Pasangan batu belah	0,017 – 0,030
	Halus, sambungan baik dan rata	0,014 – 0,018
Beton	Kurang halus dan sambungan kurang rata	0,018 – 0,030

Sumber : Ir. Darmadi, MM, MT : 2016

H. Software IBM SPSS Statistik Versi 26

Statistik yang termasuk *software* dasar SPSS yaitu :

- a) Statistik Deskriptif: Tabulasi Silang, Frekuensi, Deskripsi, Penelusuran, Statistik Deskripsi Rasio
- b) Statistik Bivariat: Rata-rata, t-test, ANOVA, Korelasi (bivariat, parsial, jarak), Nonparametric tests.
- c) Prediksi Hasil Numerik: Regresi Linear.
- d) Prediksi untuk mengidentifikasi kelompok: Analisis Faktor, Analisis *Cluster* (twostep, K-means, hierarkis), Diskriminan.

Untuk dapat memahami cara kerja *software* SPSS, berikut dikemukakan cara pengujian SPSS:

- 1) Uji Kualitas Data
 - a) Uji Validitas
 - o Jika $r \text{ hitung} > r \text{ tabel}$ (uji 2 sisi dengan sig. 0,05) maka instrumen atau item-item pertanyaan berkorelasi signifikan terhadap skor total (dinyatakan valid).
 - o Jika $r \text{ hitung} < r \text{ tabel}$ (uji 2 sisi dengan sig. 0,05) maka instrumen atau item-item pertanyaan tidak berkorelasi signifikan terhadap skor total (dinyatakan tidak valid).
 - b) Uji Reliabilitas

Pengujian ini menggunakan metode *Cronbach Alpha* dengan nilai sebesar 0,06. Apabila *Cronbach Alpha* $< 0,6$, maka butir pertanyaan tersebut tidak reliable
- 2) Uji Asumsi Klasik
 - a) Uji Multikolonieritas

Dilakukan dengan menghitung nilai *Variance Inflation Factor* (VIF) dari tiap-tiap variabel *independen*. Nilai VIF kurang dari 10 menunjukkan bahwa korelasi antar variabel *independen* masih bisa ditolerir.
 - b) Uji Heterodestisitas

Dilakukan menggunakan metode Uji Glejser, dimana Uji Gejser dimaksudkan untuk meregresinilai absoluteresidual terhadap variabel independen .Dengan syarat nilai signifikan $> 0,05$ maka tidak terjadi heteroskedastisitas.
- 3) Uji Normalitas

Penelitian yang menggunakan metode yang lebih handal untuk menguji data mempunyai distribusi normal atau tidak yaitu dengan melihat grafik *Normal Probability Plot*. Model regresi yang baik adalah data distribusi normal atau mendekati normal. Untuk mendeteksi normalitas dapat dilakukan dengan melihat penyebaran data (titik) pada sumbu diagonal grafik (Ghozali, Imam. 2009).
- 4) Uji Hipotesis
 - a) Uji persamaan regresi linear berganda

Untuk menguji hipotesis tersebut, maka rumus persamaan regresi yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots, b_nX_n$$

Keterangan:

Y = Variabel *Dependen* (Terikat)

a = Konstanta

b1, b2, ... b7 = Koefisien regresi untuk X1, X2, Xn

X1 = Variabel *Independen* 1 (Bebas)

X2 = Variabel *Independen* 2 (Bebas)

Xn = Variabel *Independen* n (Bebas)

5) Uji t Parsial

a) Jika nilai signifikansi < 0,05 maka berarti variabel independen atau variabel X secara parsial berpengaruh terhadap variabel dependen atau variabel Y.

b) Jika nilai $t_{hitung} > t_{tabel}$ maka artinya variabel independen (X) secara parsial berpengaruh terhadap variabel dependent (Y). Dasar pengambilan keputusan uji t parsial berdasarkan nilai hitung dan tabel dapat ditentukan dengan rumus :

$$t_{tabel} = (a/2 : n - k - 1)$$

6) Uji F Simultan

o jika nilai signifikansi < 0,05 maka berarti variabel independen atau variabel X secara simultan berpengaruh terhadap variabel dependen atau variabel Y.

o jika nilai $F_{hitung} > F_{tabel}$ maka artinya variabel independen (X) secara simultan berpengaruh terhadap variabel dependent (Y). Dasar pengambilan keputusan uji F simultan berdasarkan nilai hitung dan tabel dapat ditentukan dengan rumus:

$$F_{tabel} = (k ; n - k)$$

III. Metodologi Penelitian

Berikut adalah diagram alir penelitian

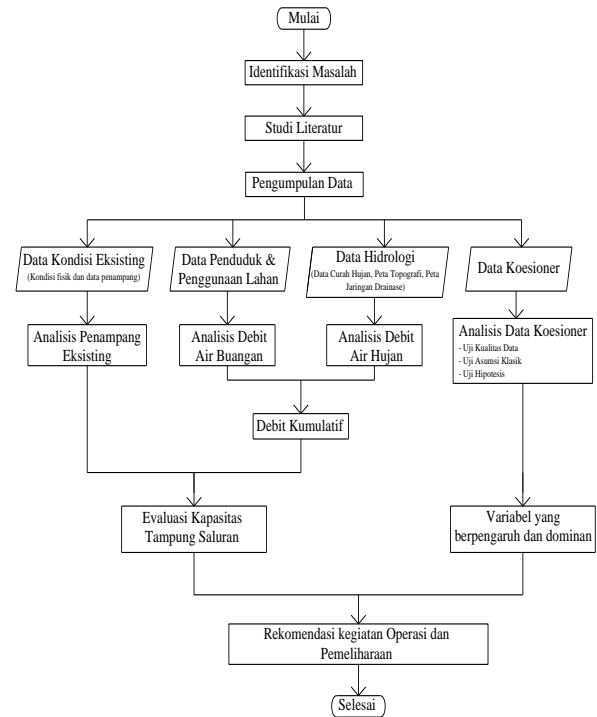


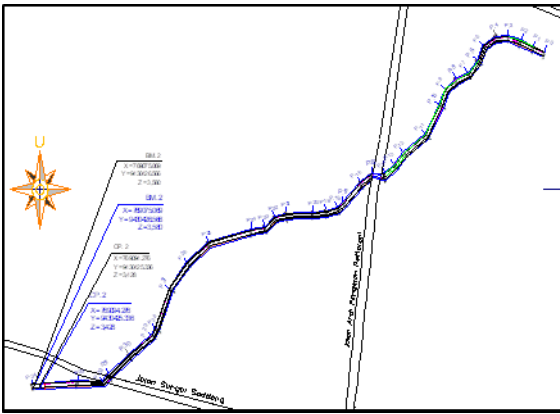
Diagram Alir Penelitian

IV. Hasil dan Pembahasan

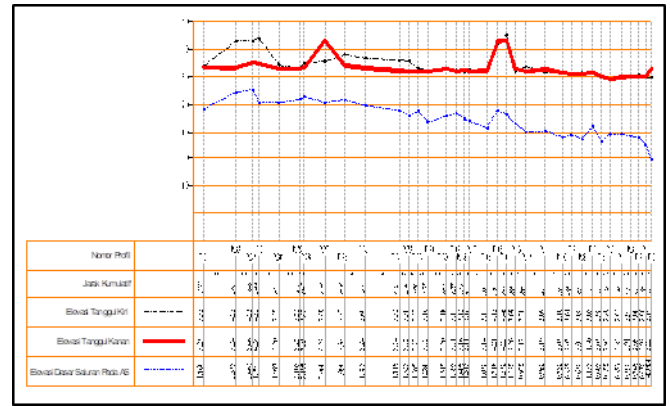
A. Analisis Kondisi Eksisting

Lokasi penelitian ini yaitu Drainase Sinrijala masuk pada wilayah kecamatan Rappocini, Tamalate dan Makassar kota Makassar dengan panjang saluran drainase 2,363 km.

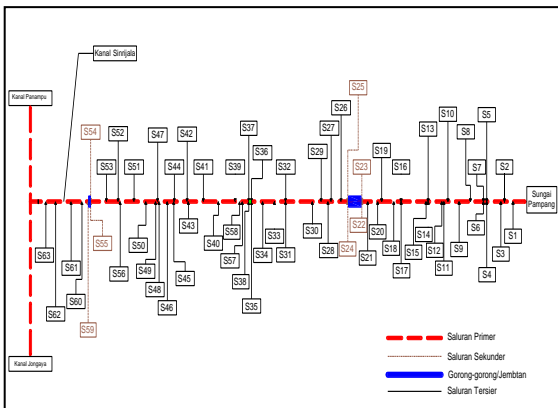
Survey pengukuran di lapangan, ditetapkan 34 patok pengamatan dengan interval rata-rata 50 m, namun disesuaikan pula dengan kondisi di lapangan. Survey yang dilakukan berupa pengukuran memajang (*long*) dan melintang (*cross*). Titik awal patok (P.0) di mulai pada daerah muara Drainase Sinrijala yakni di percabangan Kanal Sinrijala – Sungai Pampang. Dan titik akhir pengukuran (P.34) pada daerah hulu Drainase Sinrijala di percabangan Drainase Sinrijala – Drainase Jongaya dan Panampu.



Gambar Plotting Titik-titik Pengukuran



Gambar Long Section Profil



Gambar Skema Jaringan Drainase Sinrijala

Drainase Sinrijala merupakan saluran utama yang membuang air dari kumpulan saluran sekunder dan tersier ke badan air atau sungai yang memiliki cathment area seluas = 0,8489 km².



Gambar Cathment Area Drainase Sinrijala

Berdasarkan hasil survey di lapangan, kemiringan dasar saluran terjadi kelandaian pada beberapa titik saluran.. Hal tersebut mengakibatkan laju aliran sangat lambat menuju ke muara sungai Pampang.

Tabel Kondisi Eksisting Drainase Sinrijala

Dinding Saluran		
Kondisi	Panjang (km)	Persentase (%)
Baik	2,819	59,649
Rusak Sedang	1,660	35,114
Rusak Berat	0,248	0,248
Outlet Saluran		
Penampang	Ukuran	Jumlah
Lingkar	$\varnothing < 0,2 \text{ m}$	11
	$\varnothing 0,2 - 1,0 \text{ m}$	30
	$\varnothing > 1 \text{ m}$	3
Persegi	$< 0,2 \times 0,2 \text{ m}$	5
	$0,2 \times 0,2 \text{ m} - 1,0 \times 1,0 \text{ m}$	11
	$> 1,0 - 1,0 \text{ m}$	4
Tanggul		
Kondisi	Panjang (km)	Persentase (%)
Baik	0,667	14,163
Belum Memiliki Tanggul	4,057	85,837
Pengaman Kanal (railing)		
Kondisi	Panjang (m)	Persentase (%)
Baik	858,365	18,163
Rusak	1330,084	28,144
Belum Memiliki Railing	2537,551	53,693
Jalan Inspeksi		
Paving Block	2692,041	56,962
Aspal	1137,811	24,076
Perkerasan Tanah Biasa	137,323	2,906
Belum Memiliki Jalan	758,825	16,056
Pintu Air		
Tidak difungsikan sebagaimana mestinya dan kurang dirawat		
Trash Rack		
Belum terdapat trash rack		
Pompa Banjir		
Belum terdapat pompa banjir		

Sumber : Hasil Survey Lapangan : 2020

B. Analisis Data Penduduk

Jumlah penduduk pada daerah layanan Drainase Sinrijala terdiri dari kecamatan Rappocini dengan luas 0,278 km² sebesar 5566 jiwa, kecamatan Tamalate dengan luas 0,189 km² sebesar 4752 jiwa dan kecamatan Makassar dengan luas 0,382 km² sebesar 13477 jiwa. Jadi jumlah penduduk pada daerah layanan dengan total 0,849 km² sebesar 23755 jiwa.

C. Analisis Hidrologi

1) Uji Konsistensi

Tabel RAPS Stasiun Panakukkang

Tahun	Hujan Harian Max	Sk*	[Sk*]	Dy2	Sk**	[Sk**]
2010	91,00	45,44	-45,444	206,52	0,42077	-0,4208
2011	90,00	46,44	-46,444	215,71	0,43003	-0,43
2012	115,00	21,44	-21,444	45,99	0,19856	-0,1986
2013	193,00	-56,56	56,5556	319,85	-0,5237	0,52365
2014	135,00	1,44	-1,4444	0,21	0,01337	-0,0134
2015	139,00	-2,56	2,55556	0,65	-0,0237	0,02366
2016	142,00	-5,56	5,55556	3,09	-0,0514	0,05144
2017	178,00	-41,56	41,5556	172,69	-0,3848	0,38476
2018	145,00	-8,56	8,55556	7,32	-0,0792	0,07922
Rata-rata	136,44		Dy	108,00		
N				9		
Dy				108		
Sk**maks				0,43		
Sk**min				-0,52		
Q				0,43		
R				0,92		
Q/n				0,14		
R/n				0,32		

Sumber : Hasil Olah Data : 2020

Tabel RAPS Stasiun Bawail IV

Tahun	Hujan Harian Max	Sk*	[Sk*]	Dy2	Sk**	[Sk**]
2015	169,00	-16,60	16,6	27,56	-0,373	0,373
2016	173,00	-20,60	20,6	42,44	-0,4629	0,46288
2017	166,00	-13,60	13,6	18,50	-0,3056	0,30559
2018	132,00	20,40	-20,4	41,62	0,45839	-0,4584
2019	122,00	30,40	-30,4	92,42	0,68308	-0,6831
Rata-rata	152,40		Dy	44,50		
N				5		
Dy				44,50		
Sk**maks				0,68		
Sk**min				-0,46		
Q				0,68		
R				1,15		
Q/n				0,31		
R/n				0,51		

Sumber : Hasil Olah Data : 2020

2) Analisa Curah Hujan Maksimum Harian Rata-Rata

Tabel Hujan Wilayah

No	Tahun	Stasiun Curah Hujan		Hujan Wilayah
		Panakukkang	Bawail 4	
1	2010	91	-	91
2	2011	90	-	90
3	2012	115	-	115
4	2013	193	-	193
5	2014	135	-	135
6	2015	139	169	154
7	2016	142	173	157,5
8	2017	178	166	172
9	2018	145	132	138,5
10	2019	-	122	122
Jumlah				1368,00
Rh rata-rata (X)				136,80

Sumber : Hasil Olah Data : 2020

3) Analisis Distribusi Frekuensi

Tabel Parameter Statistik Curah Hujan

No	Tahun	Rh (Xi)	Rh rata- rata (X)	(Xi - X)	(Xi - X) ²	(Xi - X) ³	(Xi - X) ⁴
1	2010	91	136,80	-45,80	2097,64	-96071,91	4400093,57
2	2011	90	136,80	-46,80	2190,24	-102503,23	4797151,26
3	2012	115	136,80	-21,80	475,24	-10360,23	225853,06
4	2013	193	136,80	56,20	3138,44	177504,33	9975743,23
5	2014	135	136,80	-1,80	3,24	-5,83	10,50
6	2015	154	136,80	17,20	295,84	5088,45	87521,31
7	2016	157,5	136,80	20,70	428,49	8869,74	183603,68
8	2017	172	136,80	35,20	1239,04	43614,21	1535220,12
9	2018	138,5	136,80	1,70	2,89	4,91	8,35
10	2019	122	136,80	-14,80	219,04	-3241,79	47978,52
Jumlah	1368	-	0,00	10110,10	22898,64	21253183,60	
Rata-rata	136,8	-	-	-	-	-	-
Standar							
Deviasi					33,52		
N					10		
Cs					0,08		
Ck					3,34		
Cv					0,25		

Sumber : Hasil Olah Data : 2020

Tabel Uji Distribusi Frekuensi

No	Jenis Distribusi	Syarat	Hasil Hitungan	Kesimpulan
1	Normal	Cs ≈ 0	Cs = 0,08	Tidak Memenuhi
		Ck = 3	Ck = 3,34	Tidak Memenuhi
2	Log Normal	Cs ≈ 3 Cv	Cs = 0,08	Tidak Memenuhi
		Cs ≈ 1,14	Cs = 0,08	Tidak Memenuhi
3	Gumbel	Ck ≈ 5,4002	Ck = 3,34	Tidak Memenuhi
		Cs positif atau negatif dan tidak memenuhi semua syarat diatas	Cs = 0,08	Memenuhi
4	Log Pearson Type III		Ck = 3,34	Memenuhi

Sumber : Hasil Olah Data : 2020

4) Perhitungan Distribusi Probabilitas

Tabel Perhitungan Log Pearson Type III

No	Tahun	Xi	Log Xi	(Log Xi - Log X) ²	(Log Xi - Log X) ³
1	2010	91	1,959	0,02715	-0,00447
2	2011	90	1,954	0,02875	-0,00487
3	2012	115	2,061	0,00398	-0,00025
4	2013	193	2,286	0,02617	0,00423
5	2014	135	2,130	0,00004	0,00000
6	2015	154	2,188	0,00406	0,00026
7	2016	157,5	2,197	0,00540	0,00040
8	2017	172	2,236	0,01248	0,00139
9	2018	138,5	2,141	0,00031	0,00001
10	2019	122	2,086	0,00140	-0,00005
Jumlah			21,238	0,10974	-0,00336
Log X				2,124	
S					0,110
Cs					-0,347

Sumber : Hasil Olah Data : 2020

Tabel Nilai G Interpolasi

Tr	G	Cs1	Cs	Cs2	G1	G2
2	0,058	-0,3	-0,347	-0,4	0,050	0,066
5	0,854	-0,3	-0,347	-0,4	0,853	0,855

Sumber : Hasil Olah Data : 2020

Tabel Hasil Perhitungan Log Pearson Type III

Tr	Log X	G	S	Log G	Rt (mm)
2	2,124	0,058	0,110	2,130	134,943
5	2,124	0,854	0,110	2,218	165,233

Sumber : Hasil Olah Data : 2020

Tabel Curah Hujan Rencana Periode Ulang T Tahun dengan Metode Log Pearson Type III

Periode Ulang (Tahun)	Curah Hujan Rencana (mm)
2	134,943
5	165,233

Sumber : Hasil Olah Data : 2020

5) Pengujian Distribusi Probabilitas

Tabel Distribusi Probabilitas dengan Chi Kuadrat

No	Probabilitas (%)	Jumlah Data		Oi - Ei	X ² = ((Oi - Ei) ²)/Ei
		Oi	Ei		
1	77<x<112	2	2	0	0
2	112<x<147	4	2	2	2
3	147<x<182	3	2	1	0,5
4	182<x<217	1	2	-1	0,5
5	x>217	0	2	-2	2
Jumlah		10	10	0	5

Sumber : Hasil Olah Data : 2020

Tabel Uji Distribusi Probabilitas Smirnov – Kolmogorov

M	Xi	P(x) = M/(n+1)	P(x<) = 4 = nilai 1-3	f(t) = (Xi-Xrt)/sd	P'(x) = M/(n-1)	P'(x<) = 7 = nilai 1-6	D
1	2	3	5	6	7	8 = 4-7	
1	91	0,091	0,909	-1,366	0,111	0,889	0,020
2	90	0,182	0,818	-1,396	0,222	0,778	0,040
3	115	0,273	0,727	-0,650	0,333	0,667	0,061
4	193	0,364	0,636	1,677	0,444	0,556	0,081
5	135	0,455	0,545	-0,054	0,556	0,444	0,101
6	154	0,545	0,455	0,513	0,667	0,333	0,121
7	157,5	0,636	0,364	0,618	0,778	0,222	0,141
8	172	0,727	0,273	1,050	0,889	0,111	0,162
9	138,5	0,818	0,182	0,051	1,000	0,000	0,182
10	122	0,909	0,091	-0,442	1,111	-0,111	0,202
Dmax							0,202

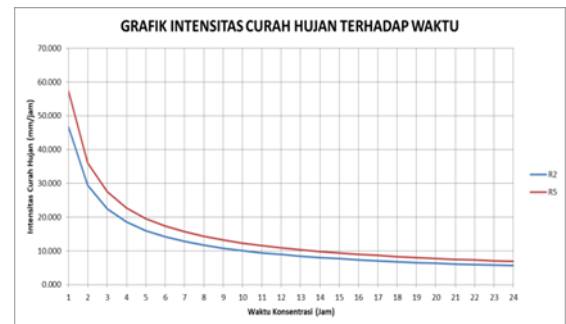
Sumber : Hasil Olah Data : 2020

6) Perhitungan Intensitas Hujan Rencana

Tabel Intensitas Curah Hujan

t (jam)	R24	
	R2	R5
	134,943	165,233
1	46,782	57,283
2	29,471	36,086
3	22,491	27,539
4	18,566	22,733
5	15,999	19,591
6	14,168	17,348
7	12,784	15,654
8	11,696	14,321
9	10,812	13,239
10	10,079	12,341
11	9,458	11,581
12	8,925	10,929
13	8,462	10,361
14	8,054	9,861
15	7,692	9,418
16	7,368	9,022
17	7,076	8,664
18	6,811	8,340
19	6,570	8,045
t (jam)	R2	R5
20	6,349	7,775
21	6,146	7,526
22	5,958	7,296
23	5,784	7,083
24	5,623	6,885

Sumber : Hasil Olah Data : 2020



Gambar Grafik Intensitas Curah Hujan

7) Waktu konsentrasi (tc)

Tabel Perhitungan Intensitas Curah Hujan untuk Saluran Drainase Sinrijala

Periode Ulang	R (mm)	tc (jam)	I (mm/jam)
T2	134,943	1,997	29,499
T5	165,233	1,997	36,120

Sumber : Hasil Olah Data : 2020

8) Perhitungan Debit Air Hujan Rencana

Tabel Luas Koefisien Aliran

No	Jenis Tata Guna Lahan	Luas (m ²)	Nilai C	A . C
1	multiunit terpisah	59820,53	0,40	333561,548
2	multiunit tergabung	647126,10	0,65	420631,965
3	industri kecil	41456,59	0,50	20728,295
4	bisnis perkotaan	4716,54	0,70	3301,578
5	lahan terbuka	32159,47	0,20	6431,894
6	jalan aspal	24175,64	0,85	20549,294
7	jalan paving block	16318,98	0,60	9791,388
8	industri besar	2322,13	0,90	2089,917
9	taman tempat bermain	5807,89	0,20	1161,578
Total		833903,87	-	818247,457
			Cgab	0,981

Sumber : Hasil Olah Data : 2020

Tabel Debit Hujan pada Kawasan Drainase Sinrijala

No	Periode Ulang	I (mm/jam)	C	A (m ²)	Q Hujan (m ³ /det)
1	T2	29,499	0,981	833903,87	6,710
2	T5	36,120	0,981	833903,87	8,216

Sumber : Hasil Olah Data : 2020

9) Perhitungan Debit Air Kotor

Adapun besarnya kebutuhan air penduduk rata-rata adalah 150 liter/orang/hari. Sedangkan debit air kotor yang harus dibuang didalam saluran adalah 70% dari kebutuhan air bersih (Suhardjini, 1984:39).

Rumus :

$$Q_{ak} = \frac{pn \times q}{A}$$

$q = 150 \times 70\%$
 $= 105 \text{ liter/orang/hari} = 0,00121 \text{ liter/dtk/orang}$

Total jumlah debit pada saluran adalah $Q_{ak} = 2,088$.

10) Debit Kumulatif

Tabel Debit Kumulatif

No	Periode Ulang (Tahun)	Q Hujan (m ³ /det)	Q Buangan (m ³ /det)	Q Banjir (m ³ /det)
1	T2	6,710	2,088	8,798
2	T5	8,216	2,088	10,304

Sumber : Hasil Olah Data : 2020

D. Analisis Hidrolika

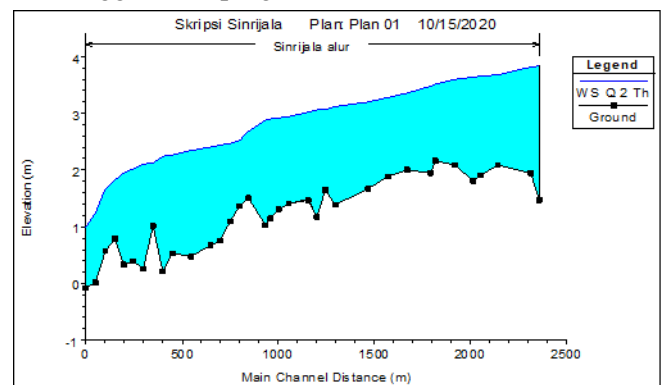
Berdasarkan data pengukuran memanjang (*long*) dan melintang (*cross*) yang telah didapatkan pada pengukuran lapangan, kemudian diinput ke dalam software HEC-RAS 4.1.0 untuk kemudian dilakukan pemodelan data geometri. Dalam menjalankan program HEC-RAS maka sebagai langkah awal adalah input data yang meliputi :

- a) Skema sistem sungai (*River System Schematic*)
- b) Data Penampang sungai (*Cross Section Data*)
- c) Jarak antar patok (*Left of Bank/LOB, Channel dan Right of Bank/ROB*)
- d) Parameter setiap data penampang yang terdiri dari kekasaran manning (n) dan 2 titik koordinat yang membentuk penampang utama (*Main Channel Bank Station*).

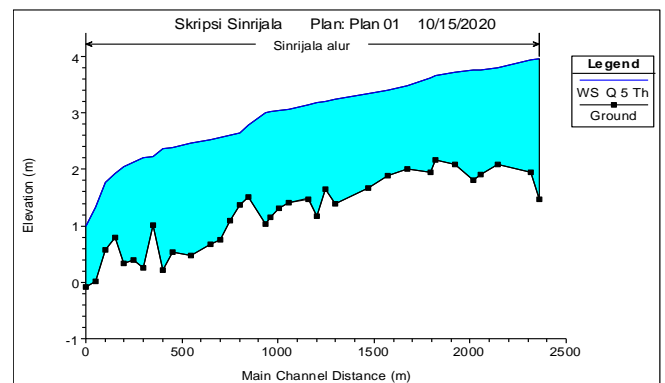
Data Aliran tetap meliputi : Kondisi Batas (*Boundary Conditions*).

Dalam analisa profil aliran ini akan dihitung dengan beberapa kondisi antara lain :

- 1) Kondisi muka air pada debit kala ulang 2 th (Q2)
 - 2) Kondisi muka air pada debit kala ulang 5 th (Q5)
- Berikut hasil analisa profil muka air dengan menggunakan program HEC-RAS.



Gambar Profil Muka Air Drainase Sinrijala dengan Debit Kala Ulang 2 Tahun



Gambar Profil Muka Air Drainase Sinrijala dengan Debit Kala Ulang 5 Tahun

Berdasarkan hasil analisis hidrolika menggunakan aplikasi HEC-RAS diperoleh bahwa terdapat beberapa bagian pada eksisting drainase mempunyai muka air banjir melebihi kapasitas drainase.

- 1) Debit rancangan kala ulang 2 tahun
 - a) Pada P.28, P.29, P.30, dan P.34 air meluap pada tanggul sebelah kiri dan kanan karena memiliki

elevasi banjir yang lebih tinggi dari pada elevasi tanggul kiri dan kanan.

- b) Pada P.24, P.25, P.26, P.32, dan P.33 air meluap pada tanggul sebelah kanan karena memiliki elevasi banjir yang lebih tinggi dari pada elevasi tanggul kanan.
 - c) Pada P.16, P.17, P.18, P.19, P.20, P.21, P.22, P.28, P.29, P.30, dan P.34 tidak memenuhi syarat tinggi jagaan pada tanggul sebelah kiri dan kanan karena memiliki tinggi jagaan < 0,3 meter.
 - d) Pada P.27 tidak memenuhi syarat tinggi jagaan pada tanggul sebelah kiri karena memiliki tinggi jagaan < 0,3 meter.
 - e) Pada P.23, P.24, P.25, P.26, P.32, dan P.33 tidak memenuhi syarat tinggi jagaan pada tanggul sebelah kanan karena memiliki tinggi jagaan < 0,3 meter.
 - f) Selain penampang yang telah disebutkan pada point a, b, c, d, dan e, memiliki elevasi tanggul yang lebih tinggi dari pada elevasi banjir kala ulang 2 dan 5 tahun sehingga air tidak meluap. Selain itu, telah memenuhi syarat tinggi jagaan > 0,3 meter.
- 2) Debit rancangan kala ulang 5 tahun
- a) Pada P.21, P.28, P.29, P.30, dan P.34 air meluap pada tanggul sebelah kiri dan kanan karena memiliki elevasi banjir yang lebih tinggi dari pada elevasi tanggul kiri dan kanan.
 - b) Pada P.22, P.23, P.24, P.25, P.25, P.32, dan P.33 air meluap pada tanggul sebelah kanan karena memiliki elevasi banjir yang lebih tinggi dari pada elevasi tanggul kanan.
 - c) Pada P.27 air meluap pada tanggul sebelah kiri karena memiliki elevasi banjir yang lebih tinggi dari pada elevasi tanggul kiri.
 - d) Pada P.16, P.17, P.18, P.19, P.20, P.21, P.22, P.23, P.24, P.25, P.26, P.27, P.28, P.29, P.30, P.33, dan P.34 tidak memenuhi syarat tinggi jagaan pada tanggul sebelah kiri dan kanan karena memiliki tinggi jagaan < 0,3 meter.
 - e) Pada P.32 tidak memenuhi syarat tinggi jagaan pada tanggul sebelah kanan karena memiliki tinggi jagaan < 0,3 meter.
 - f) Selain penampang yang telah disebutkan pada point a, b, c, d, dan e, memiliki elevasi tanggul yang lebih tinggi dari pada elevasi banjir kala ulang 2 dan 5 tahun sehingga air tidak meluap. Selain itu, telah memenuhi syarat tinggi jagaan > 0,3 meter.

E. Analisis Kinerja Operasi dan Pemeliharaan

1) Uji Kualitas Data

a) Uji Validasi

Tabel Hasil Uji Validasi

Kode	Variabel/Indikator Variabel	R _{tabel}	R _{hitung}	Ket
X1	Aspek Pelayanan Operasi			
X1.1	Bangunan pintu air	0,388	0,623	Valid
X1.2	Bangunan pengendali banjir atau pompa air	0,388	0,730	Valid
X1.3	Petugas pemantau operasi saluran drainase	0,388	0,661	Valid
X1.4	Petugas pemantau pada bangunan pintu air	0,388	0,689	Valid
X1.5	Petugas pemantau pada bangunan pengendali banjir	0,388	0,632	Valid
X1.6	Trashrack pada setiap inlet dan outlet saluran	0,388	0,441	Valid
X1.7	Jalan inspeksi	0,388	0,715	Valid
X1.8	Arsip data	0,388	0,601	Valid
X2	Aspek Pemeliharaan			
X2.1	Pemeliharaan pada bangunan saluran	0,388	0,750	Valid
X2.2	Pemeliharaan pada bangunan penunjang dan pengendali banjir	0,388	0,425	Valid
X2.3	Pemeliharaan rutin	0,388	0,458	Valid
X2.4	Pemeliharaan berkala	0,388	0,494	Valid
X2.5	Pemeliharaan khusus atau rehabilitasi	0,388	0,607	Valid
X2.6	Peralatan untuk pemeliharaan bangunan saluran	0,388	0,753	Valid
X2.7	Sosialisasi kepada masyarakat	0,388	0,429	Valid
X3	Aspek Kondisi Lingkungan			
X3.1	Daerah resapan air atau ruang terbuka hijau	0,388	0,678	Valid
X3.2	Pemukim an dan tata guna lahan tertata baik	0,388	0,762	Valid
X3.3	Penyaringan air limbah	0,388	0,836	Valid
X3.4	Tidak membuang sampah rumah tangga langsung ke saluran	0,388	0,456	Valid
X3.5	Bak kontrol pada setiap rumah tangga	0,388	0,536	Valid
X3.6	Tepi kanan dan kiri saluran terbebas dari bangunan liar	0,388	0,399	Valid
X4	Aspek Fisik Bangunan			
X4.1	Inlet saluran bersih dari sampah dan sedim entasi	0,388	0,512	Valid
X4.2	Tidak terjadi pendangkalan saluran akibat sedim entasi	0,388	0,507	Valid
X4.3	Tidak terdapat banyak tumpukan sampah pada permukaan saluran	0,388	0,608	Valid
X4.4	Tidak terdapat gulma atau tanaman enceng gondok pada permukaan saluran	0,388	0,538	Valid
X4.5	Struktur dinding saluran dalam kondisi baik dan tidak terdapat retakan atau runtuh an	0,388	0,444	Valid
X4.6	Saluran sekunder dan tersier terkoneksi baik dengan saluran primer	0,388	0,554	Valid
X4.7	Terdapat tanggul atau parapet di sepanjang saluran drainase terutama pada daerah hilir	0,388	0,495	Valid
X4.8	Railing di sepanjang bibir drainase	0,388	0,506	Valid
X5	Aspek Partisipasi Instansi Terkait			
X5.1	Struktur kelembagaan yang mengurus i penyelenggaraan OP drainase	0,388	0,735	Valid
X5.2	Peraturan instansi terkait penyelenggaraan OP saluran drainase primer	0,388	0,807	Valid
X5.3	Standar operasional prosedur (SOP) pelaksanaan OP saluran drainase	0,388	0,773	Valid
X6	Aspek Peran Serta Masyarakat			
X6.1	Masyarakat ikut serta dalam kegiatan sosialisasi terkait pem eliharaan saluran drainase	0,388	0,560	Valid
X6.2	Masyarakat aktif dalam pemeliharaan saluran drainase dengan tidak membuang sampah ke dalam saluran	0,388	0,767	Valid
X6.3	Masyarakat aktif dalam pelaksanaan pengoperasian saluran dengan tidak mengalih-fungsikan tepi-tepi saluran	0,388	0,732	Valid
X6.4	Masyarakat aktif dalam kegiatan gotong royong / bersih-bersih saluran	0,388	0,629	Valid
X6.5	Masyarakat aktif dalam memberi laporan genangan air	0,388	0,580	Valid

Sumber : Hasil Olah Data : 2020

b) Uji Reliabilitas

Tabel Hasil Uji Reliabilitas

Kode	Variabel	Nilai Alpha Analisa	Cronbach's Alpha	Ket
X1	Aspek Pelayanan Operasi	0,600	0,783	Reliabel
X2	Aspek Pemeliharaan	0,600	0,623	Reliabel
X3	Aspek Kondisi Lingkungan	0,600	0,608	Reliabel
X4	Aspek Fisik Bangunan	0,600	0,603	Reliabel
X5	Aspek Partisipasi Instansi Terkait	0,600	0,662	Reliabel
X6	Aspek Peran Serta Masyarakat	0,600	0,608	Reliabel

Sumber : Hasil Olah Data : 2020

2) Uji Asumsi Klasik

a) Uji Multikolinearitas

Tabel Hasil Uji Multikolinearitas

Kode	Variabel	Tolerance	VIF
X1	Aspek Pelayanan Operasi	0,930	1,075
X2	Aspek Pemeliharaan	0,752	1,330
X3	Aspek Kondisi Lingkungan	0,813	1,231
X4	Aspek Fisik Bangunan	0,903	1,108
X5	Aspek Partisipasi Instansi Terkait	0,967	1,034
X6	Aspek Peran Serta Masyarakat	0,793	1,262

Sumber : Hasil Olah Data : 2020

b) Uji Heterokedastisitas

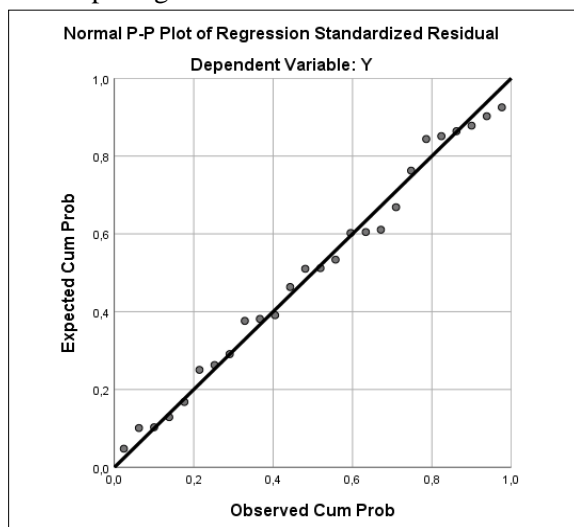
Tabel Hasil Uji Heterokedastisitas

Kode	Variabel	Batas Sig.	Nilai Sig.
X1	Aspek Pelayanan Operasi	0,05	0,596
X2	Aspek Pemeliharaan	0,05	0,725
X3	Aspek Kondisi Lingkungan	0,05	0,481
X4	Aspek Fisik Bangunan	0,05	0,715
X5	Aspek Partisipasi Instansi Terkait	0,05	0,168
X6	Aspek Peran Serta Masyarakat	0,05	0,745

Sumber : Hasil Olah Data : 2020

c) Uji Normalitas

Hasil uji normalitas dengan metode grafik P-P plot of regression standardized residual dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar Grafik P-P plot of regression standardized residual

3) Uji Hipotesis

a) Uji Persamaan Linear Berganda

Tabel Hasil Uji Regresi Linear Berganda

Kode	Variabel	Unstandardized Coefficient	
		B	Sd. Error
Constant		-2,647	1,907
X1	Aspek Pelayanan Operasi	0,046	0,029
X2	Aspek Pemeliharaan	0,096	0,047
X3	Aspek Kondisi Lingkungan	0,005	0,052
X4	Aspek Fisik Bangunan	0,095	0,037
X5	Aspek Partisipasi Instansi Terkait	-0,029	0,055
X6	Aspek Peran Serta Masyarakat	0,050	0,074

Sumber : Hasil Olah Data : 2020

$$Y = -2,647 + 0,046 X1 + 0,096 X2 + 0,005 X3 + 0,095 X4 - 0,029 X5 + 0,050 X6$$

Keterangan :

- Y = Kapasitas Drainase
- X1 = Aspek Pelayanan Operasi
- X2 = Aspek Pemeliharaan
- X3 = Aspek Kondisi Lingkungan
- X4 = Aspek Fisik Bangunan
- X5 = Aspek Partisipasi Instansi Terkait
- X6 = Aspek Peran Serta Masyarakat

b) Uji t Parsial

Tabel Hasil Uji t Parsial

Kode	Variabel	t _{tabel}	t _{hitung}	Sig.
Constant			-1,388	0,181
X1	Aspek Pelayanan Operasi	2,093	1,573	0,132
X2	Aspek Pemeliharaan	2,093	2,068	0,052
X3	Aspek Kondisi Lingkungan	2,093	0,100	0,921
X4	Aspek Fisik Bangunan	2,093	2,544	0,020
X5	Aspek Partisipasi Instansi Terkait	2,093	-0,521	0,608
X6	Aspek Peran Serta Masyarakat	2,093	0,669	0,512

Sumber : Hasil Olah Data : 2020

c) Uji F Simultan

Tabel Hasil Uji F Simultan

ANOVA ^a					
Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1 Regression	3,235	6	,539	2,749	,043 ^b
Residual	3,726	19	,196		
Total	6,962	25			

a. Dependent Variable: Y

b. Predictors: (Constant), Total_X6, Total_X5, Total_X1, Total_X3, Total_X4, Total_X2

Sumber : Hasil Olah Data : 2020

Berdasarkan tabel diatas menunjukkan nilai signifikansi sebesar $0,043 < 0,05$ dan nilai F_{hitung} sebesar $2,749 > 2,60$ menunjukkan bahwa semua variabel independen (variabel X) yakni aspek pelayanan operasi (X1), aspek pemeliharaan (X2), aspek kondisi lingkungan (X3), aspek fisik bangunan (X4), aspek partifipasi instansi terkait (X5) dan aspek peran serta masyarakat (X6) berpengaruh signifikan

secara simultan atau bersama-sama terhadap variabel dependen (variabel Y) yakni kapasitas drainase.

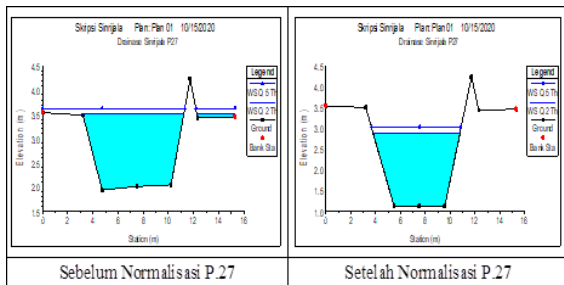
4) Aspek-aspek yang Berpengaruh Dominan

Dari kelima variabel yang memiliki nilai koefisien positif pada uji persamaan linear berganda, dapat ditentukan variabel yang dominan dengan melihat variabel yang berpengaruh secara signifikan pada hasil uji t parsial, dimana hasil uji tersebut menunjukkan variabel aspek fisik bangunan berpengaruh secara signifikan terhadap variabel dependent (Y). Sehingga variabel yang berpengaruh secara dominan dalam peningkatan kapasitas drainase yaitu variabel aspek fisik bangunan.

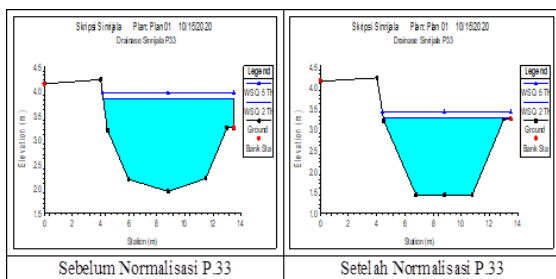
5) Upaya dalam Meningkatkan Kapasitas Drainase Sinrijala

Kondisi eksisting drainase Sinrijala saat ini memang memiliki beberapa permasalahan terutama pada fisik bangunannya. Kelandaian dasar saluran dan berkurangnya daya tampung saluran disebabkan oleh sedimentasi. Oleh karena itu dibutuhkan penanganan berupa kegiatan normalisasi berupa pengerukan dan penambahan tanggul.

Untuk itu dilakukan simulasi pertama yaitu melakukan *running* kedua menggunakan aplikasi HEC-RAS 4.1.0 untuk analisis kapasitas dengan menambah kedalaman penampang saluran.

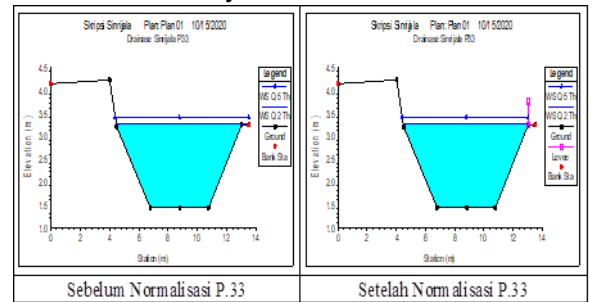


Gambar Perbandingan Kondisi Profil pada Patok P.30 Simulasi 1

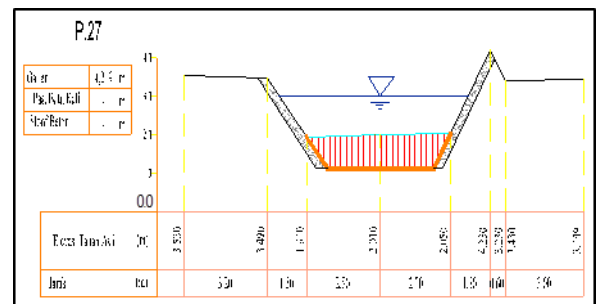


Gambar Perbandingan Kondisi Profil pada Patok P.33 Simulasi 1

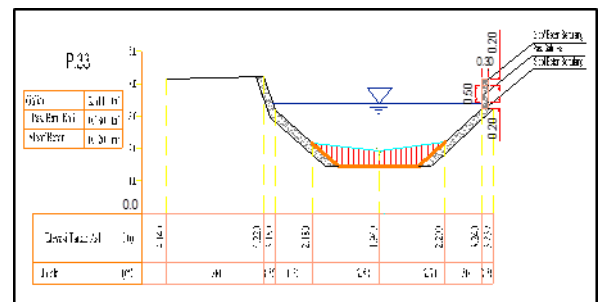
Setelah dilakukan simulasi pertama, ternyata masih terdapat beberapa penampang yang belum memenuhi syarat kapasitas tampung, sehingga dilakukan simulasi kedua yaitu penambahan tanggul kanan dan kiri pada penampang yang belum memenuhi syarat.



Hasil simulasi kedua menunjukkan elevasi tanggul lebih tinggi dari pada muka air banjir di semua penampang (P.0 – P.34). Selain itu, penampang juga telah memenuhi syarat tinggi jagaan. Sehingga kegiatan normalisasi berupa pengerukan dan penambahan tanggul telah menjadikan penampang mampu menampung debit banjir kala ulang 2 tahun dan 5 tahun.



Gambar Cross Section P.27 untuk Normalisasi



Gambar Cross Section P.33 untuk Normalisasi

6) Rekomendasi Pelaksanaan Operasi dan Pemeliharaan Drainase Sinrijala

Untuk menjaga kinerja fisik bangunan drainase, selain melakukan normalisasi berupa pengerukan sedimentasi dan penambahan tanggul, perlu pula dilakukan penanganan pada aspek

yang lain yang berpegaruh secara simultan dalam upaya peningkatan kapasitas drainase Sinrijala. Berdasarkan hasil uji F simultan, menunjukkan bahwa keenam variabel berpengaruh secara simultan. Sehingga peningkatan kinerja pada semua variabel perlu dilakukan. Berikut adalah urutan prioritas untuk peningkatan kapasitas drainase Sinrijala beserta rekomendasi penanganannya.

a) Pengerukan Sedimentasi

Tabel Rekomendasi Kegiatan Pengerukan Sedimentasi

Uraian Kegiatan	Kondisi Faktual	Kebutuhan Pengelolaan	Konsep Pengelolaan
Penggalian pengerukan sedimen dan sampah di dasar kanal	Banyaknya sedimen dan sampah yang terdekomposisi di dasar kanal sehingga mengurangi kapasitas kanal.	Perlu segera dilakukan penanganan karena akan menyebabkan banjir dan mengurangi kualitas air di kanal seperti warna air yang hitam dan bau yang disebabkan oleh sampah dan sedimen.	<ol style="list-style-type: none"> 1) Pengerukan sampah dan sedimen di dasar kanal 2) Pengerukan ditutamakan pada titik yang sangat rentan yakni pada daerah hulu 3) Pengangkutan hasil galian sampah dan sedimen ke TPA atau tempat pembuangan akhir 4) Operasi rutin pembersihan sampah di kanal untuk mencegah dekomposisi sampah di dasar kanal oleh petugas OP kanal 5) Pemberian sanksi bagi warga industri yang membuang sampah ke kanal 6) Perlunya pembuatan bangunan penangkap pasir/sedimen atau sebelum air masuk ke kanal.

b) Penambahan Tanggul

Tabel Rekomendasi Kegiatan Penambahan Tanggul

Uraian Kegiatan	Kondisi Faktual	Kebutuhan Pengelolaan	Konsep Pengelolaan
Penambahan tanggul	Terdapat beberapa titik pengamatan yang belum memenuhi syarat kapasitas walaupun telah dilakukan pengerukan sehingga rentan terjadi genangan.	Perlu segera dilakukan penambahan tanggul pada titik-titik yang rentan. Untuk titik-titik lain penambahan tanggul belum menjadi prioritas utama, namun menjadi perencanaan jangka panjang.	<ol style="list-style-type: none"> 1) Perlu segera dilakukan penambahan tanggul pada titik-titik yang rentan (P.29, P.30, P.33, dan P.34) 2) Tanggul direncanakan memakai pasangan batu dengan tinggi 0,3 m.

c) Dinding Saluran

Tabel Rekomendasi Kegiatan Perbaikan Dinding Saluran

Uraian Kegiatan	Kondisi Faktual	Kebutuhan Pengelolaan	Konsep Pengelolaan
Perbaikan Dinding Saluran	Adanya kerusakan ringan sampai berat berupa retakan dan bocor pada dinding saluran.	Perbaikan dinding saluran yang mengalami kerusakan berat menjadi prioritas utama untuk menghindari kerusakan yang lebih fatal. Sementara untuk kerusakan ringan belum menjadi prioritas utama melainkan jangka menengah dalam OP.	Retak-retak atau kebocoran tanggul perlu segera diatasi terutama pada tanggul dengan pasangan menghindari kerusakan yang lebih fatal.

d) Outlet Saluran

Tabel Rekomendasi Penanganan pada Outlet Saluran

Uraian Kegiatan	Kondisi Faktual	Kebutuhan Pengelolaan	Konsep Pengelolaan
1. outlet saluran yang masuk ke anal	1. Sebanyak 63 outlet dari rumah warga atau industri yang langsung masuk ke kanal.	Penertiban saluran atau outlet dari rumah warga dan industri mendesak dilakukan guna menjaga kualitas air dan mengurangi sampah masuk ke kanal.	1) Penertiban saluran/outlet dari rumah warga/industri yang langsung masuk ke kanal
2. Saluran atau outlet tersebut membuang langsung limbah/sampah dari rumah tangga dan industri ke kanal tanpa melalui pengolahan terlebih dahulu.			2) Memperbanyak jumlah IPAL di sekitar kanal.

e) Pemasangan Pompa Banjir

Tabel Rekomendasi Pemasangan Pompa Banjir

Uraian Kegiatan	Kondisi Faktual	Kebutuhan Pengelolaan	Konsep Pengelolaan
Pemasangan pompa banjir	Kondisi beberapa penampang saluran yang sudah tidak mampu menampung debit Q2 dan Q5, hal tersebut akan meningkatkan genangan pada titik-titik dengan elevasi rendah	Pemasangan pompa banjir perlu dilakukan pada titik-titik yang rentan mengalami genangan dan pada daerah dengan elevasi jalan rendah.	Pemasangan pompa banjir bersifat pembangunan bansehingga perlu perencanaan lebih detail.

f) Pemasangan Trash Rack

Tabel Rekomendasi Pemasangan Trash Rack

Uraian Kegiatan	Kondisi Faktual	Kebutuhan Pengelolaan	Konsep Pengelolaan
Trashrack	Tidak terdapat trashrack diruas kanal, baik yang otomatis maupun manual.	Pemasangan trashrack diruas kanal ini perlu untuk dilakukan disamping untuk mengurangi beban trashrack otomatis di Kanal Pampang juga kanal ini terkoneksi dengan Kanal Jorgaya dan Pampang.	<ol style="list-style-type: none"> 1) Pemasangan trashrack manual di Kanal Sinrijala 2) Menyiapkan personal untuk pengoperasian trashrack 3) Pengangkutan sampah secara rutin di trashrack 4) Penyusunan SOP tentang pengoperasian trashrack yang melibatkan BBWS-PJ dan pemerintah kota
	Semua saluran sekunder tersier yang masuk ke kanal tidak dilengkapi dengan trashrack sehingga sampah apapun yang dibawa oleh air dari saluran tersebut semuanya masuk ke kanal.	Pemasangan trashrack di saluran sekunder dan tersier perlu dilakukan guna mengurangi volume sampah yang masuk ke kanal.	Pemasangan trashrack diakhir saluran sekunder atau tersier sebelum masuk ke kanal.

g) Pemasangan Railing/Pengaman

Tabel Rekomendasi Pemasangan Railing/Pengaman

Uraian Kegiatan	Kondisi Faktual	Kebutuhan Pengelolaan	Konsep Pengelolaan
Pengaman/Railing	Beberapa ruas kanal tidak memiliki pengaman railing dan ruas lainnya dalam kondisi rusak	Penanganan bersifat jangka menengah-panjang.	<ol style="list-style-type: none"> 1) Pemasangan railing/pengaman pada ruas yang belum memiliki pengaman terutama didaerah pemukiman 2) Jenis railing/pengaman sebaiknya menghindari bahan yang terbuat dari besi atau baja.

h) Perbaiki Jalan Inspeksi

Tabel Rekomendasi Perbaikan Jalan Inspeksi

Uraian Kegiatan	Kondisi Faktual	Kebutuhan Pengelolaan	Konsep Pengelolaan
Jalan Inspeksi	Kondisi jalan inspeksi, dimana sebagian ruas kanal tidak memiliki jalan inspeksi (Jalan inspeksi yang ada dimanfaatkan oleh warga dengan membangun bangunan permanen dan semi permanen. Beberapa ruas kanal lainnya memiliki jalan inspeksi dengan lebar yang sangat terbatas 1-2 m (kurang dari 3 meter) sehingga sangat menyulitkan dalam operasi dan pemeliharaan kanal.	Perlu dilakukan penangan-penerbitan pemanfaatan ruas jalan inspeksi karena jika dibiarkan jumlah ruas jalan inspeksi yang dimanfaatkan warga semakin bertambah sehingga menyulitkan proses OP kanal.	1) Penelusuran asset jalan-jalan inspeksi yang telah dibebaskan oleh pemerintah 2) Kajian dan studi tentang penentuan sempadan jalan Kanal Sinrijala 3) Penentuan batas-batas jalan inspeksi sempadan kanal 4) Penerbitan bangunan-bangunan yang berada di jalarkan inspeksi kanal 5) Monitoring pemanfaatan jalan inspeksi oleh masyarakat.

V. Penutup

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Debit rencana yang dihasilkan pada drainase Sinrijala adalah $Q_2 = 8,798 \text{ m}^3/\text{detik}$ dan $Q_5 = 10,304 \text{ m}^3/\text{detik}$. Dari hasil simulasi eksisting dengan Q 2 tahun diperoleh P.16, P.17, P.18, P.19, P.20, P.21, P.22, P.23, P.24, P.25, P.26, P.27, P.28, P.29, P.30, P.32, P.33, dan P.34 tidak memenuhi syarat kapasitas saluran, sementara untuk Q 5 tahun tidak memenuhi syarat kapasitas saluran pada P.16, P.17, P.18, P.19, P.20, P.21, P.22, P.23, P.24, P.25, P.26, P.27, P.28, P.28, P.29, P.30 P.32, P.33, dan P.34.
- 2) Variabel Fisik Bangunan (X4) merupakan faktor yang berpengaruh dominan dalam kinerja peningkatan kapasitas Drainase Sinrijala, upaya dalam mengatasi permasalahan banjir dan genangan adalah melakukan normalisasi berupa pengerukan, penambahan tanggul dan perbaikan dinding saluran yang mengalami kerusakan berat menjadi prioritas utama untuk meningkatkan fisik bangunan drainase Sinrijala. Sementara itu, perbaikan dinding saluran untuk kerusakan ringan, pemeliharaan outlet saluran, pemasangan trashrack, pemasangan pompa banjir dan pemasangan pengaman/railing perlu pula dilakukan dalam jangka menengah dan panjang untuk meningkatkan kinerja kapasitas drainase Sinrijala.

B. Saran

Adapun saran yang berkaitan dengan penelitian ini sebagai berikut :

- 1) Diharapkan penelitian ini dapat menjadi masukan-

bagi pemerintah dan instansi untuk kegiatan operasi dan pemeliharaan dalam upaya peningkatan kapasitas drainase Sinrijala.

- 2) Dalam menganalisis pemodelan kinerja sebaiknya memperhitungkan pengaruh antar variabel X.
- 3) Diperlukan kajian lebih khusus dalam perencanaan teknis kegiatan operasi dan pemeliharaan, khususnya perencanaan *trash rack* dan pompa banjir.

Daftar Pustaka

- [1] Andana, Bayu ; Arisanty, Deasy dan Adyatma Sidharta. 2016. *Evaluasi Daya Tampung Sistem Drainase di Kecamatan Banjarmasin Selatan*. Banjarmasin : Universitas Lambung Mangkurat.
- [2] Balai Besar Wilayah Sungai Pompengan – Jeneberang. *Peta Master Plan Drainase Kota Makassar*. Makassar.
- [3] Ghozali, Imam. 2011. *Aplikasi Analisis Multivariate dengan Program IBM SPSS 19*. Semarang : Badan Penerbit Undip.
- [4] Klinger, F. N. dan Lee, H. B. 2000. *Foundation of Behavioral Research (Fourth Edition)*. USA : Holt, Reinhar & Winston, Inc.
- [5] Kodoatie, R. J. dan Sjarief, R. 2008. *Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu*. Andi Offset. Jakarta.
- [6] Lestari Jufrian, Mega dan Ardiansyah. 2019. *Analisis Kinerja Drainase Jalan Pacerakang Kota Makassar*. Makassar : Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- [7] Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia. 2014. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 12/PRT/M/2014 tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan. Jakarta.
- [8] Mursitaningsih. 2009. *Analisis Kinerja Saluran Drainase Di Daerah Tangkapan Air Hujan Sepanjang Kali Pepe Kota Surakarta*. Bandung : Institut Teknolofi Bandung.
- [9] Priyo Hutomo, Fajar dan Firmansyah, Rheza. 2016. *Analisis Hidrologi dan Kapasitas Sistem Drainase Kota Surakarta*. Semarang : Universitas Negeri Semarang.
- [10] Restiani, Esi dan Sabri, Fadillah. 2015. *Analisis Kinerja Sistem Drainase Keluarahan Kutp Panji Kecamatan Belinyu*. (Online), (<https://www.neliti.com/publications/61267/analisis-kinerja-sistem-drainase-keluarahan-kuto-panji-kecamatan-belinyu>). Bangka Belitung : Universitas Bangka Belitung.
- [11] Suhardjono. 1984. *Drainase*. Malang : Universitas Brawijaya.
- [12] Sujarweni, V. Wiratna. 2014. *SPSS untuk Penelitian*. Yogyakarta : Pustaka Baru Press.
- [13] Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Penerbit ANDI. Yogyakarta.
- [14] Sitepu. 2019. *Simulasi Morfologi Dasar Sungai Way Sekampung Menggunakan Software HEC-RAS*. Lampung : Universitas Lampung.
- [15] Trisno Saputro, Danang ; Ismoyo, M. Janu dan Hadi Wicaksono, Prima. *Perencanaan Drainase Perkotaan di Kota Nanga Bulik Kabupaten Lamandau Provinsi Kalimantan Tengah*. Malang : Universitas Brawijaya.
- [16] Vigiyanto, Antok. *Analisis Normalisasi Saluran Drainase Kecamatan Kota Di Kabupaten Tuban*. Surabaya : Universitas Negeri Surabaya.
- [17] Yuswar. 2015. *Analisis Pengelolaan dan Pemeliharaan Drainase Kota Banda Aceh Secara Terpadu*, (Online), (<https://etd.unsyiah.ac.id/baca/index.php?id=13486&page=6>). Banda Aceh : Universitas Syiah Kuala.