

## PERENCANAAN ULANG SALURAN DRAINASE PADA KELURAHAN KRANGGAN KECAMATAN KRANGGAN KOTA MOJOKERTO

Achmad Fachrur Rozi<sup>1</sup>, Medi Efendi<sup>2</sup>, Moh. Charits<sup>3</sup>

Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang<sup>1</sup>, Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang<sup>2,3</sup>

Email: [fachrurrozi71@gmail.com](mailto:fachrurrozi71@gmail.com)<sup>1</sup>, [medipolinema@gmail.com](mailto:medipolinema@gmail.com)<sup>2</sup>, [mohcharits@hotmail.com](mailto:mohcharits@hotmail.com)<sup>3</sup>

### ABSTRAK

Permasalahan banjir dan genangan yang terjadi di Kota Mojokerto perlu mendapat penanganan yang tepat agar tidak menimbulkan dampak negatif terhadap kegiatan masyarakat khususnya di Jalan Suratan AMD, Ngaglik Gotong Royong, Suratan VI, Kranggan IA, Kranggan V, Raden Wijaya, Jawa, dan Pahlawan, Kelurahan Kranggan, Kecamatan Kranggan. Saluran drainase di sepanjang jalan ini mengalami disfungsi yang signifikan. Hal ini terlihat dari banyaknya tanggul drainase yang rusak dan terlantar yang kini menyumbat saluran yang ada. Selain itu, banyak dari saluran ini telah ditumbuhi rumput dan dipenuhi sampah, mengakibatkan penyumbatan yang menghalangi aliran air. Tujuan dari skripsi ini adalah untuk merencanakan saluran drainase yang baru, menilai aspek hidrolis dari saluran dan struktur drainase, dan memperkirakan biaya konstruksi. Data yang digunakan meliputi data curah hujan satu dekade terakhir yang diperoleh dari tiga stasiun hujan terdekat, peta elevasi lokasi penelitian, dan biaya harga satuan pekerjaan yang ditetapkan oleh Pemerintah Kota Mojokerto tahun 2023. Pengolahan data melibatkan penerapan metode *Gumbel Tipe I* untuk analisis curah hujan, dan pengujian kesesuaian menggunakan metode *Chi-Square* dan *Smirnov-Kolmogorov* dengan kala ulang perencanaan kala ulang 25 tahun. Perangkat lunak HEC-RAS berfungsi sebagai alat analisis untuk mengevaluasi dimensi saluran yang ada dan yang direncanakan. Berdasarkan perhitungan, curah hujan rancangan yang ditentukan adalah 115,46 mm/hari ; debit saluran berkisar 0,1047 m<sup>3</sup>/detik hingga 1,268 m<sup>3</sup>/detik ; didapat 9 saluran yang tidak dapat menampung debit limpasan dari 26 saluran yang dianalisis menggunakan perangkat lunak HEC-RAS ; biaya konstruksi senilai Rp. 6.058.103.000,00.

**Kata kunci** : saluran drainase, HEC-RAS, biaya konstruksi

### ABSTRACT

*The problem of flooding and inundation in Mojokerto City needs appropriate handling to avoid negative impacts on community activities, especially along Suratan AMD, Ngaglik Gotong Royong, Suratan VI, Kranggan IA, Kranggan V, Raden Wijaya, Jawa, and Pahlawan in Kranggan Subdistrict. The drainage channel along this road experiences significant dysfunction. This is evident from the numerous damaged and neglected drainage embankments that are currently blocking the existing channels. Additionally, many of these channels have become overgrown with grass and filled with debris, resulting in blockages that hinder the flow of water. The objective of this thesis is to design new drainage channels, assess the hydraulic aspects of the channels and drainage structures, and estimate construction costs. The data used includes a decade of rainfall data obtained from three nearby rainfall stations, elevation maps of the research location, and unit price costs determined by the Mojokerto City Government in 2023. The data was processed using the Gumbel Type I method, conformity test using the Chi-Square method and Smirnov-Kolmogorov with a 25 year planning return period. HEC-RAS software is used to analyze water level of existing and planned channel dimensions. From the calculation results, the design rainfall is 115.46 mm/day ; design flood discharge of 0,1047 m<sup>3</sup>/second to 1,268 m<sup>3</sup>/second ; obtained 9 channels that cannot accommodate runoff discharge from 26 channels which were analyzed using HEC-RAS software ; construction costs of IDR. 6.058.103.000.*

**Keywords** : drainage, HEC-RAS, construction costs

## 1. PENDAHULUAN

Seiring berkembangnya Kota Mojokerto sebagai pusat perdagangan, kantor, dan perumahan elit, kebutuhan perumahan meningkat. Terutama di Kelurahan Kranggan, terjadi perluasan lahan untuk perumahan dan infrastruktur. Wilayah ini memiliki luas 106,17 Ha dengan sekitar 13.284 penduduk menurut data sensus 2021. Kelurahan Kranggan, yang dialiri oleh sungai Sadar bermuara di DAS Brantas, memiliki topografi datar dan berpotensi banjir dan genangan.

Kondisi tersebut menyebabkan masalah banjir dan genangan di Kota Mojokerto, khususnya di sejumlah jalan di Kelurahan Kranggan seperti Jalan Suratan AMD, Ngaglik Gotong Royong, Suratan VI, Kranggan IA, Kranggan V, Raden Wijaya, Jawa, dan Pahlawan. Saluran drainase di jalan-jalan ini tidak berfungsi dengan baik, ditandai oleh banyaknya tanggul rusak dan tersumbat rumput dan sampah.

Untuk mengantisipasi banjir dan genangan, perlu dilakukan evaluasi dan analisis sistem drainase di wilayah tersebut. Evaluasi ini akan membantu merencanakan ulang dimensi saluran agar mampu menampung debit air dan mengendalikan genangan.

**2. METODE**

**Data Curah Hujan**

Data curah hujan yang digunakan mencakup informasi tentang nilai curah hujan harian tertinggi yang diamati setiap tahun, yang dikumpulkan dari tiga stasiun hujan berbeda yang mempengaruhi atau terletak di dekat wilayah studi yang ditentukan. Data ini merangkum rentang waktu yang mencakup minimal satu dekade terakhir.

**Uji Konsistensi**

Pengujian konsistensi mengacu pada proses validasi keakuratan data lapangan. Uji konsistensi melibatkan penggunaan metode kurva massa berganda, yang melibatkan langkah-langkah berikut:

1. Identifikasi stasiun utama untuk dijadikan titik referensi pengamatan.
2. Pilih stasiun tambahan untuk tujuan perbandingan.
3. Hitung data curah hujan kumulatif untuk stasiun primer (disebut sebagai "dy").
4. Menghitung data curah hujan rata-rata dan nilai kumulatif untuk stasiun pembanding (disebut dengan "dx").
5. Buatlah representasi grafis dari kurva massa berganda, dengan menggunakan "dx" sebagai sumbu horizontal (alas) dan "dy" sebagai sumbu vertikal (ordinat).
6. Tentukan trend baru dan trend lama. Tren baru ("m1") merepresentasikan data yang diasumsikan sejajar dengan pola linier, sedangkan tren lama ("m2") bertahan hingga data diasumsikan menyimpang dari pola linier. Untuk menghitung nilai gradien untuk tren baru dan lama, dapat menggunakan rumus berikut:

$$m = \frac{n \cdot \sum x_i \cdot y_i - (\sum x_i)(\sum y_i)}{n \cdot \sum x_i - (\sum x_i)^2} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

- F = Faktor koreksi
- m1 = Gradien garis lurus
- m2 = Gradien tidak lurus

7. Menghitung nilai faktor koreksi menggunakan rumus:

$$F = \frac{m_1}{m_2} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

- F = Faktor koreksi
- m1 = Gradien garis lurus
- m2 = Gradien tidak lurus

8. Sesuaikan data dengan mengalikan kumpulan data, yang diantisipasi menunjukkan perilaku non-linier, dengan faktor koreksi. Selanjutnya, ilustrasikan data menggunakan representasi grafis.

**Analisis Curah Hujan Daerah**

Menggunakan metode rata-rata *Al-Jabbar* dengan mengambil nilai rata-rata hitung (*arithmetic mean*) pengukuran curah hujan di stasiun hujan di dalam area tersebut. Dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_n}{n} \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan :

- $\bar{R}$  = Curah hujan rata-rata daerah (mm)
- R1, R2, Rn = Curah hujan setiap stasiun hujan (mm)
- n = Jumlah stasiun hujan

**Curah Hujan Rancangan**

Menilai keselarasan antara distribusi curah hujan yang diproyeksikan dan data curah hujan aktual dengan menggunakan metode *Gumbel Tipe I* atau metode *Log Person Tipe III*.

**Tabel 1** Nilai Cs dan Ck sesuai dengan nilai distribusi

Jenis Sebaran	Syarat
<i>Gumbel Tipe I</i>	Cs ≤ 1,1396 Ck ≤ 5,4002
<i>Log Person Tipe III</i>	Cs ≠ 0

(Sumber : Suripin, 2004)

$$Ck = \frac{n^2 \cdot \Sigma(x - \bar{x})^4}{(n-1)(n-2)(n-3) \cdot sd^4} \dots\dots\dots(4)$$

$$Cs = \frac{n \cdot \Sigma(x - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2) \cdot sd^3} \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan:

- Cs = Koefisien kepengcangan
- Ck = Koefisien kepuncakan
- N = Jumlah data
- Sd = Standar deviasi
- X = Data curah hujan (mm)

$\bar{X}$  = Data rata-rata curah hujan (mm/hari)

**Uji Kesesuaian Distribusi**

Untuk menilai tingkat konsistensi antara distribusi data hujan dan distribusi teoritis tertentu, diperlukan pengujian kesesuaian distribusi. Terdapat 2 jenis pengujian kesesuaian distribusi, yaitu Uji *Smirnov-Kolmogorov* dan Uji *Chi-Square*:

a. Uji *Smirnov-Kolmogorov*

Uji kesesuaian distribusi ini digunakan untuk pengujian simpangan secara horizontal.

$$\Delta P = |P_{\text{empiris}} - P_{\text{teoritis}}| \dots\dots\dots(6)$$

b. Uji *Chi-Square*

Uji kesesuaian distribusi ini digunakan untuk pengujian simpang secara vertikal.

$$X^2_{\text{hit}} = \frac{\sum_{t=1}^n (X_{\text{empiris}} - X_{\text{teoritis}})^2}{X_{\text{teoritis}}} \dots\dots\dots(7)$$

Keterangan:

- X<sup>2</sup> hit = Nilai *Chi-Square* terhitung
- X<sub>teoritis</sub> = Frekuensi yang diharapkan
- X<sub>empiris</sub> = Frekuensi yang terbaca
- N = Jumlah sub kelompok

**Intensitas Hujan**

Pada penelitian ini digunakan rumus mononobe untuk mengetahui intensitas curah hujan selama periode konsentrasi.

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left( \frac{24}{T_c} \right)^{\frac{2}{3}} \dots\dots\dots(8)$$

Keterangan:

- I = Intensitas hujan (mm/jam)
- R<sub>24</sub> = Curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm/hari)
- t<sub>c</sub> = Waktu konsentrasi hujan (jam)

**Waktu Konsentrasi**

Di bawah ini adalah persamaan yang digunakan untuk menghitung waktu konsentrasi (t<sub>c</sub>)

$$t_c = t_0 + t_d \dots\dots\dots(9)$$

Keterangan:

- t<sub>c</sub> = Waktu konsentrasi (menit)
- t<sub>0</sub> = Waktu yang diperlukan air hujan menuju kedalam saluran (menit)
- t<sub>d</sub> = Waktu yang diperlukan air dari hulu menuju ke hilir saluran (menit)

**Debit Banjir Rancangan**

Mempekerjakan metode rasional menggunakan persamaan:

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A \dots\dots\dots(10)$$

Keterangan:

- Q = Debit banjir (m<sup>3</sup>/dtk)
- C = Koefisien pengaliran
- A = Luas daerah pengaliran (km<sup>2</sup>)

I = Intensitas hujan (mm/jam)

**Debit Resapan**

Debit resapan adalah volume air yang mampu meresap ke dalam tanah melalui struktur resapan dalam jangka waktu tertentu. Rumus yang digunakan untuk menghitung debit resapan adalah sebagai berikut:

$$Q_0 = 5,5 R K H \dots\dots\dots(11)$$

Keterangan:

- Q<sub>0</sub> = Debit resapan (m<sup>3</sup>/det)
- H = Tinggi muka air dalam sumur (m)
- K = Koefisien Permeabilitas (m/det)
- R = Jari-jari sumur (m)

**Perencanaan Dimensi Saluran**

Perencanaan penampang saluran yang hemat biaya, berdasarkan bentuk spesifik saluran, dapat ditentukan dengan menggunakan parameter geometris dari desain penampang. Persamaan yang mengatur atribut geometris dari penampang trapesium dan persegi adalah sebagai berikut:

$$A \text{ (trapesium)} = (B + z h)h \dots\dots\dots(12)$$

$$A \text{ (persegi)} = B h \dots\dots\dots(13)$$

$$A \text{ (trapesium)} = B + 2h\sqrt{1 + z^2} \dots\dots\dots(14)$$

$$A \text{ (persegi)} = B + 2 h \dots\dots\dots(15)$$

$$R = \frac{A}{P} \dots\dots\dots(16)$$

Keterangan:

- A = Luas penampang saluran (m<sup>2</sup>)
- P = Keliling basah saluran (m)
- R = Jari-jari hidrolis (m)

**Kecepatan Aliran**

Untuk menentukan kecepatan aliran di dalam saluran, perhitungan dapat dilakukan dengan menggunakan rumus persamaan manning di bawah ini.

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots(17)$$

Keterangan:

- v = Kecepatan aliran (m/detik)
- n = Koefisien kekasaran
- s = Kemiringan saluran
- R = Radius hidrolis

**Debit Saluran**

Debit saluran yang mengalir pada saluran dihitung dengan rumus kontinuitas, yaitu:

$$Q = V \times A \dots\dots\dots(18)$$

Keterangan:

- Q = Debit saluran (m<sup>3</sup>/dt)
- V = Kecepatan aliran (m/dt)
- A = Luas penampang basah (m<sup>2</sup>)

**Tinggi Jagaan**

Tinggi jagaan adalah pengukuran vertikal dari permukaan udara tertinggi ke permukaan tanggul kanal atau permukaan tanah.

$$w = \frac{1}{3} h \dots\dots\dots(19)$$

Keterangan:

w = Tinggi jagaan (m)

h = Kedalaman air yang tergenang (m)

**Analisis Hidrolika HEC-RAS**

Dalam penelitian ini analisis yang dilakukan mengkaji profil muka air dalam konteks aliran menerus (*steady flow*). Hasil yang diperoleh dari analisis HEC-RAS menawarkan wawasan untuk mengidentifikasi wilayah di mana kapasitas pembuangan mungkin terlampaui, yang menyebabkan luapan dan banjir berikutnya. Ini dicapai dengan membedakan ketinggian air di setiap saluran drainase.

**Langkah-langkah Analisis Metode HEC-RAS Aliran Permanen (Steady Flow)**

HEC-RAS melibatkan urutan lima tahap utama, yang dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Memulai perangkat lunak HEC-RAS.
2. Tetapkan nama pekerjaan yang ditunjuk.
3. Masukkan informasi geometris.
4. Masukkan data debit (*steady flow*)
5. Jalankan simulasi program (*running program*)

Diagram alir metode perencanaan ulang sistem drainase dapat dilihat pada **Gambar 1** dibawah ini.



**Gambar 1** Diagram Alir Penelitian

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**



Perencanaan ulang saluran drainase dilakukan pada ruas Jalan Suratn AMD, Ngaglik Gotong Royong, Suratn VI, Kranggan IA, Kranggan V, Raden Wijaya, Jawa, dan

Pahlawan, Kelurahan Kranggan, Kecamatan Kranggan, Kota Mojokerto.

**Kondisi Saluran Eksisting**

Saluran drainase di sepanjang Jalan Suratn AMD, Ngaglik Gotong Royong, Suratn VI, Kranggan IA, Kranggan V, Raden Wijaya, Jawa, dan Pahlawan di Kelurahan Kranggan, Kecamatan Kranggan, Kota Mojokerto saat ini belum berfungsi efektif. Hal ini terlihat dari banyaknya tanggul drainase yang rusak dan terlantar sehingga menghalangi dan mengacaukan jalur drainase yang ada. Selain itu, sejumlah besar saluran drainase pinggir jalan tersebut kini ditumbuhi rumput dan terhalang oleh sampah, sehingga tidak mampu memfasilitasi drainase air yang baik.

**Tabel 2** Kondisi Saluran Eksisting

Jl. Jawa	Batu Kali	Persegi	0,5	0,5	Saluran Terbuka	
Jl. Jawa	Batu Kali	Persegi	0,5	0,5	Saluran Terbuka	

**Data Curah Hujan**

Dalam perencanaan ini data curah hujan diambil dari tiga stasiun hujan terdekat dengan daerah penelitian. Stasiun hujan tersebut antara lain stasiun Terusan, stasiun Pasinan, dan stasiun Gedeg. Pemilihan 3 titik stasiun berdasarkan letak stasiun yang dekat dengan lokasi studi. Data yang diambil dari ketiga stasiun tersebut adalah data curah hujan selama 10 tahun terakhir, yaitu tahun 2012 – 2021.

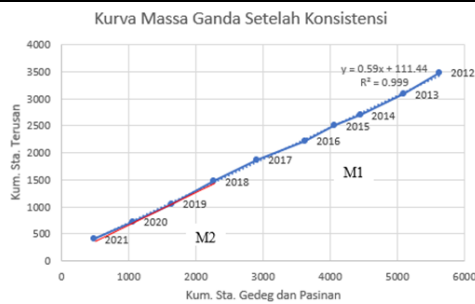
**Uji Konsistensi**

Penilaian konsistensi antara stasiun Terusan dan stasiun Pasinan, serta stasiun Gedeg, menunjukkan adanya jeda pada grafik. Konsekuensinya, diperlukan tindakan korektif. Penyesuaian dilakukan pada jalur m2 yang mencakup data mulai tahun 2018 hingga 2021.

**Tabel 3** Uji Konsistensi Data Hujan Stasiun Terusan terhadap Stasiun Pasinan dan Gedeg Setelah Dikoreksi

Tahun	dx Sta. Terusan	Kum. dx Sta. Terusan	Curah Hujan Maksimum Setahun (d) (mm) di			
			Sta. Gedeg	Sta. Pasinan	Rata-rata Sta. Gedeg & Pasinan	Kum. Sta. Gedeg & Pasinan
2021	407	407	482	468	475	475
2020	317	724	487	674	580	1055
2019	330	1054	377	788	583	1638
2018	417	1471	484	776	630	2268
2017	401	1872	443	838	641	2908
2016	348	2220	561	876	718	3627
2015	280	2500	407	473	440	4067
2014	198	2698	438	319	379	4445
2013	392	3090	666	633	650	5095
2012	397	3487	433	633	533	5628

(Sumber: Perhitungan)



**Gambar 2** Grafik Kurva Massa Ganda Stasiun Terusan terhadap Stasiun Pasinan dan Gedeg setelah dikoreksi (Sumber: Perhitungan)

Karena grafik yang ditampilkan tampak linier dan nilai R<sup>2</sup> pada grafik telah mencapai nilai tinggi 0,999, maka penyesuaian lebih lanjut tidak diperlukan.

**Curah Hujan Daerah**

Kumpulan data yang digunakan terdiri dari catatan curah hujan tahunan maksimum yang mencakup dekade terakhir, mulai dari 2012 hingga 2021. Catatan ini dikumpulkan dari stasiun hujan terdekat yang terletak di seluruh wilayah studi, khususnya stasiun Terusan, stasiun Pasinan, dan stasiun Gedeg. Dalam kasus di mana ketidakkonsistenan diamati pada data curah hujan tahunan, penyesuaian dilakukan dengan menggunakan data terkoreksi yang diperoleh dari proses pengujian konsistensi.

**Tabel 4** Curah Hujan Maksimum

Tahun	Curah Hujan (mm)
2017	78,33
2013	57,00
2018	83,50
2015	50,00
2016	64,67
2021	92,71
2020	88,83
2019	79,88
2014	80,00
2012	57,00

(Sumber: Perhitungan)

**Curah Hujan Rancangan**

Dalam perhitungannya, Cs ditentukan sebesar -0,360 dan Ck sebesar 2,666. Pendugaan curah hujan rencana dilakukan dengan menggunakan metode Gumbel Tipe I dengan periode ulang 25 tahun. Berikutnya:

$$d_{\text{rancangan}} = d_{\text{rata-rata}} + (Y_t - Y_n) \cdot \frac{S_d}{S_n}$$

$$d_{\text{rancangan}} = 73,19 + (3,20 - 0,4952) \cdot \frac{14,848}{0,9496}$$

$$d_{\text{rancangan}} = 115,46 \text{ mm/hari}$$

**Uji Kesesuaian Distribusi**

**Tabel 5** Uji Simpangan Horizontal dengan Metode Smirnov-Kolmogorov

Urutan	X empiris	P empiris	P teoritis	ΔDP(%)
--------	-----------	-----------	------------	--------

1	92.711	9.091%	17.000%	7.909
2	88.829	18.182%	18.000%	0.182
3	83.503	27.273%	28.000%	0.727
4	80.000	36.364%	31.000%	5.364
5	79.882	45.455%	33.000%	12.455
6	78.333	54.545%	35.000%	19.545
7	64.677	63.636%	56.000%	7.636
8	57.000	72.727%	74.000%	1.273
9	57.000	81.818%	74.500%	7.318
10	50.000	90.909%	90.000%	0.909
Max				19.545

(Sumber: Perhitungan)

Mengingat parameter N = 10 dan α = 5%, hasilnya adalah Do = 41%. Dari perhitungan dapat disimpulkan bahwa 19,545% kurang dari 41%. Karena ΔP lebih kecil dari Do, penerapan metode Gumbel Tipe I untuk distribusi dianggap valid.

**Tabel 6** Uji Simpangan Vertikal dengan Metode Chi-Square

Urutan	P empiris	X empiris	X teoritis	X <sup>2</sup> Hit
1	9.091%	92.711	104.000	1.225
2	18.182%	88.829	90.000	0.015
3	27.273%	85.503	83.000	0.003
4	36.364%	80.000	77.500	0.081
5	45.455%	79.882	73.000	0.649
6	54.545%	78.333	67.000	1.917
7	63.636%	64.667	62.000	0.115
8	72.727%	57.000	58.000	0.017
9	81.818%	57.000	54.000	0.167
10	90.909%	50.000	50.000	0.000
Max				4.189

(Sumber: Perhitungan)

Selanjutnya, ketika mempertimbangkan nilai df (derajat kebebasan) dan tingkat kepercayaan (α) sebesar 5%, nilai X<sup>2</sup>tabel yang sesuai ditentukan menjadi 14.067. Membandingkan ini dengan nilai X<sup>2</sup>hit yang dihitung dari 4.189, menjadi jelas bahwa 4.189 kurang dari 14.067. Akibatnya, penggunaan metode Gumbel Tipe I untuk distribusi dibenarkan.

**Intensitas Curah Hujan**

Perhitungan waktu konsentrasi dan intensitas curah hujan diturunkan berdasarkan parameter yang diberikan. Untuk jalan, panjang alur aliran permukaan (Lo) ditetapkan 3 meter, sedangkan untuk permukiman sepanjang 21.906 meter. Koefisien hambatan (nd) yang dikaitkan dengan kekasaran permukaan di dalam area drainase ditetapkan sebesar 0,013, berlaku untuk lapisan semen, aspal dan beton. Gradien jalan biasanya diasumsikan 0,02, sedangkan untuk medan, gradien 0,01 dipertimbangkan. Dengan panjang saluran 208 meter, hasil konsentrasi waktu dan intensitas curah hujan adalah sebagai berikut:

**Tabel 7** Hasil Perhitungan t0, td, tc, dan Intensitas

Perhitungan	Jalan	Pemukiman
t0 (menit)	0.92	1.36
td (menit)	2.31	2.31
tc (jam)	0.05	0.06
I (mm/jam)	281.08	258.19

(Sumber: Perhitungan)

**Debit Banjir Rancangan**

Luas drainase yang dihitung (A) adalah 623 m<sup>2</sup> untuk jalan dan 4545 m<sup>2</sup> untuk pemukiman. Koefisien aliran (C) ditetapkan sebagai 0,8 untuk jalan dengan perkerasan aspal

dan beton, dan 0,4 untuk pemukiman. Akibatnya, debit air hujan di dalam saluran dapat ditentukan sebagai berikut:

$$Q_{\text{jalan}} = (0,8) (0,0000078) (623) = 0,04 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

$$Q_{\text{pemukiman}} = (0,4) (0,0000072) (4545) = 0,13 \text{ m}^3/\text{dt}$$

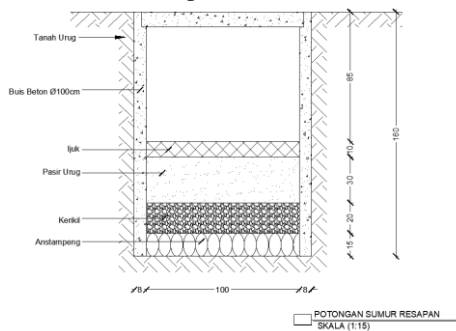
**Debit Air Kotor**

Setiap keluarga terdiri dari 4 individu sebagai penghuninya. Ada total 4 unit rumah di dalam pemukiman. Kawasan pemukiman terdiri dari tipe rumah khusus yang disesuaikan untuk masing-masing keluarga.

- a.  $Q_{\text{air kotor/orang}} = 300 \text{ liter/orang/hari} = 0,3 \text{ m}^3/\text{orang/hari} = 0,00000347 \text{ m}^3/\text{orang/detik}$
- b.  $\text{Jumlah Penduduk} = \text{Jumlah pemukiman} \times \text{penghuni} = 4 \text{ rumah} \times 4 \text{ orang} = 16 \text{ orang}$
- c.  $Q_{\text{air kotor}} = \text{Jumlah penduduk} \times Q_{\text{limbah}} = 16 \times 0,00000347 = 0,00005556 \text{ m}^3/\text{orang/detik}$

**Sumur Resapan**

Sumur resapan rencananya akan ditempatkan di dasar saluran dengan diameter 100 cm dan kedalaman 1,6 meter. Koefisien permeabilitas didefinisikan pada nilai 0,00069444 m/s. Akibatnya, laju debit resapan yang dihitung untuk seluruh lokasi sumur resapan adalah 0,00288410720 m/s.



**Gambar 3** Detail Sumur Resapan (Sumber: AUTOCAD 2021)

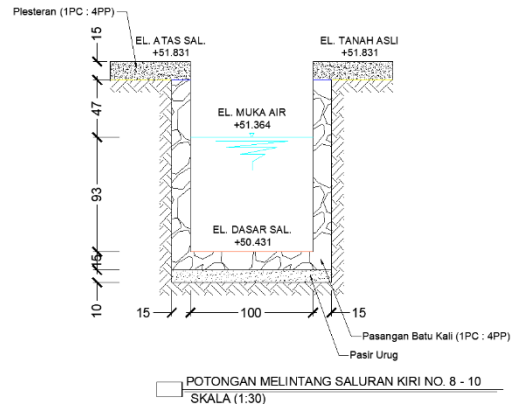
**Dimensi Saluran Eksisting**

Lebar saluran (B) ditetapkan 0,5 meter, dan kedalaman saluran (H) ditetapkan 0,5 meter. Luas penampang saluran (A) dihitung sebesar 0,17 m<sup>2</sup>, sedangkan keliling basah (P) berukuran 1,17 meter, sehingga diperoleh radius saluran hidrolis (R) sebesar 0,143 meter. Dalam hal kecepatan aliran, perlu berada dalam kisaran 0,6 m/s hingga 2 m/s saat menggunakan material batu kali. Dengan kecepatan yang dihitung (v) sebesar 0,457 m/s, persyaratan terpenuhi. Kontrol aliran dalam saluran juga ditentukan dengan memastikan angka Froude tetap di bawah 1. Dengan angka

Froude (Fr) 0,253, kondisi aliran dianggap memuaskan. Namun, ketika membandingkan debit yang dihitung sebesar 0,076 m<sup>3</sup>/s dengan debit yang direncanakan sebesar 0,648 m<sup>3</sup>/s, jelas bahwa nilai yang dihitung tidak memenuhi kriteria yang dipersyaratkan. Khususnya, dimensi saluran 8-10 gagal mengakomodasi debit desain yang dimaksud. Dengan demikian, perlu adanya untuk redesain saluran.

**Perencanaan Ulang Saluran**

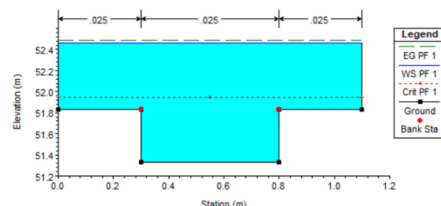
Untuk proses perencanaan ulang saluran, batu kali dipilih sebagai material. Usulan lebar saluran (b) ditambah menjadi 1 meter, sedangkan kedalaman saluran (H) disesuaikan menjadi 1,4 meter. Perubahan ini menghasilkan kecepatan aliran (v) sebesar 0,792 m/s, yang sejalan dengan kisaran yang diperbolehkan 0,6 m/s hingga 2 m/s untuk material batu kali. Selanjutnya, pengendalian aliran tetap diatur dengan memastikan angka Froude tetap di bawah 1. Dengan angka Froude (Fr) hitung sebesar 0,262, kondisi aliran yang direvisi telah memenuhi kriteria.



**Gambar 4** Desain Saluran Drainase Rencana (Sumber: AUTOCAD 2021)

**Analisis Profil Muka Air Saluran Eksisting (HEC-RAS)**

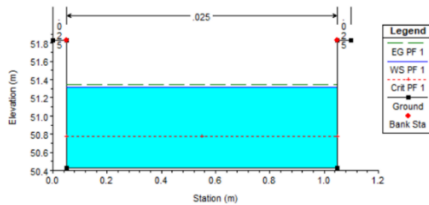
Setelah penilaian menggunakan perangkat lunak HEC-RAS di bawah rencana debit dengan periode ulang 25 tahun, terbukti bahwa 9 saluran penampang yang ada tidak memadai untuk menangani debit banjir yang ada di antara 26 saluran yang dianalisis. Akibatnya, muncul kebutuhan untuk merevisi tata letak saluran saat ini. Proses desain ulang melibatkan perhitungan ulang dimensi saluran untuk mencapai proporsi yang mampu menampung debit banjir yang diinginkan.



**Gambar 5** Profil Saluran Eksisting (Sumber: HEC-RAS 5.0.3)

**Analisis Profil Muka Air Saluran Rencana (HEC-RAS)**

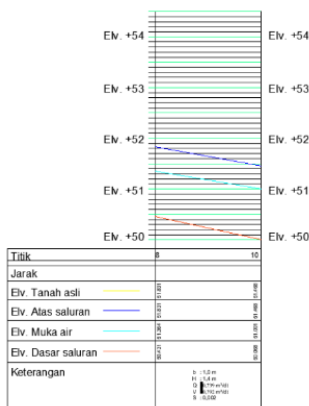
Setelah dilakukan pemeriksaan profil permukaan air melalui pemanfaatan perangkat lunak HEC-RAS, sesuai dengan rencana debit banjir dengan periode ulang 25 tahun, dapat disimpulkan bahwa penampang saluran yang didesain ulang mampu mengakomodasi kondisi saat ini. persyaratan debit banjir.



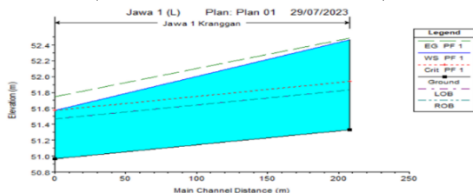
**Gambar 6** Profil Saluran Rencana  
(Sumber: HEC-RAS 5.0.3)

**Perbandingan Perhitungan Manual dan Perhitungan HEC-RAS**

Dari perhitungan manual rencana penampang memanjang saluran, terlihat bahwa elevasi tanggul saluran adalah 51,8, muka air efektif 51,3, dan dasar saluran terletak pada elevasi 50,4. sebaliknya, pada bagian longitudinal berdasarkan perhitungan HEC-RAS dari saluran yang diusulkan, ketinggian tanggul (LOB/ROB) sesuai dengan 51,8, ketinggian air 51,3, dan dasar saluran berada pada ketinggian. dari 50,4.



**Gambar 7** Potongan Memanjang Rencana Perhitungan Manual  
(Sumber: AUTOCAD 2021)



**Gambar 8** Potongan Memanjang Rencana Perhitungan HEC-RAS  
(Sumber: HEC-RAS 5.0.3)

Berdasarkan hasil perencanaan saluran ulang drainase pada ruas jalan Suratn AMD, Ngaglik Gotong Royong, Suratn VI, Kranggan IA, Kranggan V, Raden Wijaya, Jawa, dan Pahlawan, Kelurahan Kranggan, Kecamatan Kranggan, Kota Mojokerto, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Kapasitas saluran eksisting yang ada tidak mampu menampung debit limpasan yang sudah direncanakan karena kondisi saluran drainase eksisting banyak yang rusak, ditumbuhi rumput, tanggul saluran retak dan pecah masuk ke dalam saluran eksisting sehingga terjadi penyumbatan
2. Dengan kala ulang 25 tahun, debit aliran dalam saluran berkisar antara 0,1047 m<sup>3</sup>/detik hingga 1,268 m<sup>3</sup>/detik
3. Kapasitas saluran drainase eksisting untuk mengelola debit banjir rancangan dengan kala ulang 25 tahun, dengan menerapkan *ecodrainage* melalui pemanfaatan perangkat lunak HEC-RAS, menunjukkan bahwa 9 dari 26 saluran yang dianalisis mengalami luapan.
4. Total biaya keseluruhan yang diperlukan dalam perencanaan ulang saluran drainase sebesar Rp. 6.058.103.000.

**Daftar Pustaka**

- [1] Chow, V. Te. (1985). Hidrolika Saluran Terbuka (Open Channel Hydraulics). Erlangga.
- [2] Hasmar, H. (2011). Drainase Terapan. UII Press
- [3] Soeparman, & Suparmin. (2002). Pembuangan Tinjau dan Limbah Cair. UGC.
- [4] Soewarno. (1995). Hidrologi Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data. Nova.
- [5] Sosrodarsono, S., & Takeda, K. (2003). Hidrologi. PT Pradnya Paramita.
- [6] Sunjoto. (1987). Sistem Drainase Air Hujan yang Berwawasan Lingkungan.
- [7] Suripin. (2004). Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan. Andi Offset.
- [8] Syarifudin, A. (2017). Drainase Perkotaan Berwawasan Lingkungan. Andi Offset.
- [9] Wesli. (2008). Buku Drainase Perkotaan. Graha Ilmu.

**4. KESIMPULAN**