

PENANGGULANGAN BANJIR MENGGUNAKAN MODULAR TANK TERUSAN JALAN KOLONEL SUGIONO WARU KABUPATEN SIDOARJO

Rizqi Ferry Andriansyah¹, Ikrar Hanggara², Utami Retno Pudjowati³

Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi, Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang

Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang

rizqiferry1412@gamil.com¹, i.hanggara@polinema.ac.id², utami.retno@polinema.ac.id³

ABSTRAK

Jalan Kolonel Sugiono Waru, Kabupaten Sidoarjo sering mengalami banjir dikarenakan sistem drainase yang kurang optimal dan pengalihan tata guna lahan tanpa adanya bangunan tambahan berkelanjutan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi kondisi eksisting sistem drainase Jl. Kolonel Sugiono hingga Jl. Raya Kundi sepanjang 5,00 km. Penelitian ini menggunakan metode analisis kondisi eksisting, analisis hidrologi untuk menghitung hujan dan banjir rancangan dengan kala ulang 15 tahun. Hasil analisis tersebut didapatkan hasil hujan rancangan sebesar 635,85 mm/bulan atau 43,851 mm/hari, untuk debit rancangan dengan total 0,301 m³/detik untuk ruas kanan dan 0,134 m³/detik untuk ruas kiri sehingga terdapat 11 titik pada ruas kanan maupun ruas kiri yang mengalami luapan ($Q_{hit} > Q_{renc}$). Akan tetapi, pada kecepatan aliran minimum (V_{min}) tidak memenuhi sehingga dilakukan perencanaan ulang pada ruas kanan dan ruas kiri dengan dimensi minimum 300mm x 300mm dan maksimum 600mm x 1000mm dengan penambahan bangunan pelengkap. Penambahan modular tank dengan kebutuhan 1708 Unit yang disusun menjadi dua tumpukan pada ruas jalan drainase dengan penampang trapesium, kapasitas tampungan 50% sehingga dalam 1 jam dapat mereduksi hingga 40% menjadi pilihan solusi penanggulangan banjir di kawasan tersebut. Biaya yang dibutuhkan untuk rehabilitasi saluran baru dan pengadaan modular tank sebesar Rp 24.647.082.895,84. Untuk penelitian selanjutnya, perencanaan modular tank direncanakan ke seluruh ruas saluran dan memperhitungkan beban yang di terima oleh modular tank.

Kata kunci: Sistem Drainase, Redesain, Modular tank, RAB.

ABSTRACT

The flood occur due to suboptimal drainage channel and land use changes at Jl. Kolonel Sugiono, Waru, Sidoarjo. The aim of this research is to evaluate the existing condition of the drainage system from Jl. Kolonel Sugiono to Jl. Raya Kundi, covering a distance of 5.00 km. The method of this research of analyzing the existing conditions and hydrological analysis to calculate jthe design rainfall and flood with a 15 year return period. The analysis yielded a design rainfall of 635.85 mm/month or 43.851 mm/day, resulting in a design discharge of 0.301 m3/second for the right section and 0.134 m3/second for the left section. As a result, there are 11 points on both the right and left sections that experience overflow ($Q_{hit} > Q_{renc}$). However, the minimum flow velocity (V_{min}) is not met, so a redesign is carried out for the right and left sections with minimum dimensions of 300mm x 300mm and maximum dimensions of 600mm x 1000mm, along with the addition of complementary structures. The solution of flooding issue in this area, is modular tanks are added, total requirement of 1708 units arranged in two stacks along the drainage channel with trapezoidal sections offering 50% storage capacity, The modular tank can reduce the flood by up to 40% within an hour. The total cost for redesign the new channel and adding the modular tanks is Rp 24,647,082,895.84. For further research, the planning of modular tanks is proposed for all channel sections, taking into account the loads received by the modular tanks.

Keywords: Drainage system, redesign, modular tanks, RAB.

1. PENDAHULUAN

Untuk saat ini, Permasalahan yang terjadi di wilayah Kabupaten Sidoarjo adalah sistem drainase yang diterapkan masih mempertahankan konsep drainase

konvensional (Astika dan Cahyonugroho, 2020). Konsep dari drainase konvensional yaitu ketika hujan turun seluruh air pada wilayah tersebut akan dialirkan secepat mungkin menuju ke saluran pembuangan sungai tanpa adanya

bantuan bangunan resapan ke tanah. Sehingga ketika sungai sudah tidak mampu menampung limpasan air yang masuk dan melebihi debit kapasitas maka akan terjadi banjir di daerah tersebut.

Daerah sidoarjo yang sering berlangganan banjir adalah Jalan Kolonel Sugiono – Jalan Raya Kundi yang terletak di Kecamatan Waru. Sebagai daerah sentra industri, pabrik, maupun pergudangan hal tersebut yang menjadikan daerah ini memiliki kepadatan penduduk yang tinggi. Selain itu, pengalihan tata guna lahan tanpa adanya sistem drainase yang optimal menjadikan langganan banjir. Sistem drainase di Kecamatan Waru selama ini mengandalkan Kali Buntung.

Dengan permasalahan yang ada, maka di Jalan Kolonel Sugiono – Jalan Raya Kundi perlu di adakanya identifikasi serta evaluasi kapasitas saluran drainase, agar sistem drainase segera optimal. Dari hasil evaluasi tersebut dapat direncanakan ulang drainase dengan menggunakan data hujan tahun 2012 hingga 2022 yang berwawasan lingkungan menggunakan modular *tank* sebagai langkah penanggulangan banjir. Karena hal tersebut ditujukan untuk mengkonservasi air daerah penelitian untuk masa yang akan datang.

2. METODE

Penelitian ini dibutuhkan data primer yang dikumpulkan melalui di dapatkan karena observasi secara langsung dilapangan untuk mengetahui keadaan asli di lapangan. Hal tersebut dilakukan sebagai data penunjang seperti kondisi saluran drainase eksisting serta dalam perencanaanya membutuhkan data penunjang meliputi data curah hujan, peta topografi, data daerah aliran sungai, data penduduk dan data HSPK Kab. Sidoarjo tahun 2023.

Persiapan Data Curah Hujan

Dalam perencanaan drainase data hujan menjadi data pokok yang harus dipersiapkan. syarat dalam pemilihan data hujan meliputi, data curah hujan harian atau bulanan maksimum tahunan, menggunakan minimal tiga stasiun dalam pengambilan data data yang di gunakan minimal 10 tahun dan sudah melalui uji konsistensi.

Uji Konsistensi

Langkah yang dapat dilakukan adalah dengan menguji kumulatif data hujan dalam setiap stasiun. Adapun rumus untuk menentukan gradien m pada pengujian konsistensi ialah (Irbah dkk, 2022)

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

Keterangan:

- m = Koefesien regresi (kemiringan garis regresi)
- n = Jumlah data
- xi = Komulatif stasiun pembanding
- yi = Komulatif stasiun utama

rumus untuk menentukan faktor koreksi
 $F = m1/m2 \dots\dots\dots(2)$

Keterangan:

- F = Faktor koreksi
- m = Gradien

Pengolahan Data Hujan (Curah Hujan Daerah)

Curah hujan yang diperlukan untuk penyusunan suatu rancangan pemanfaatan air dan rancangan pengendalian banjir adalah curah hujan rata-rata diseluruh daerah yang bersangkutan,

Metode Poligon *Thiessen*

$$d = 1/A (A1. d1+A2. d2+...+An. dn) \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan:

- d = Curah hujan daerah maksimum setahun (mm)
- dn = Data curah hujan harian maksimum setahun di tiap stasiun hujan (mm)
- A = Luas daerah yang dicari tinggi hujannya (ha, m², km²)
- An = Luas daerah pengaruh tiap stasiun hujan (ha, m², km²)

Analisis Curah Hujan Rancangan

Pengukuran hujan dilakukan selama 24 jam, Hujan rancangan adalah curah hujan terbesar tahunan yang mungkin terjadi di suatu daerah dengan kala ulang tertentu.

Distribusi Curah Hujan Rancangan

Berbagai metode yang dapat dipakai dalam menganalisis curah hujan rancangan antara lain distribusi *Gumbel*, *Log Normal*, *Log Pearson Type III* dan lain-lain. Akan tetapi pemilihan distribusi tersebut ditentukan terlebih dahulu melau nilai deviasi, koefisien kepeccengan, dan koefisien kepuncakan dengan rumus berikut (Diska dkk,2017)

Metode Gumbel,

$$Yt = -\ln(-\ln \frac{TR-1}{TR}) \dots\dots\dots(4)$$

$$d_{rancangan} = Xr + (Yt- Yn) \frac{Sd}{Sn} \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan:

- Yt = *reduce variate*
- TR = tahun rencana

- $d_{\text{rancangan}}$ = curah hujan rancangan
- X_r = curah hujan rata-rata
- Y_n = dari tabel, berdasar n
- S_d = standar deviasi
- S_n = dari tabel, berdasarkan n

Log Person,

Menghitung harga logaritma rata-rata dengan rumus:

$$\text{Log}x = \frac{\sum \text{Log}x_i}{n} \dots\dots\dots (6)$$

Menghitung log hujan rancangan dengan kala ulang tertentu dengan rumus:

$$\text{Log } X_{\text{renc}} = \text{Log } X + K. S \dots\dots\dots (7)$$

Intensitas Curah Hujan

Intensitas hujan didefinisikan sebagai tinggi curah hujan persatuan waktu, pada negara Indonesia hujan terpusat tidak lebih dari 7 jam (Jurnal UMJ Pitaloka,2017 dalam Asyifa dan Saputra, 2022). Untuk mendapatkan intensitas hujan selama waktu konsentrasi digunakan rumus Mononobe (Irbah dkk, 2022),

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

Dimana:

- I = intensitas hujan (mm/jam)
- R_{24} = curah hujan maksimum harian (selama 24 jam)
- t = durasi hujan (jam)

Durasi Hujan (t)

Waktu yang dibutuhkan dalam bentuk menit, jam, atau harian yang dihasilkan dari pencatatan menggunakan alat pengukur hujan secara otomatis. Dalam perencanaan drainase biasanya durasi hujan sering dikaitkan dengan waktu konsentrasi, khususnya pada drainase perkotaan. Durasi hujan (t) bisa memakai 15 menit, 30 menit, 60 menit, 120 menit, 180 menit, 360 menit, 720 menit, atau 1440 menit.

Debit Rancangan

Karena selisih yang cukup pendek antara hujan yang jatuh dengan puncak banjir dapat dihitung menggunakan rumus berikut (Irbah dkk, 2022),

$$Q = 0,002778 \times C \times I \times A \dots\dots\dots (9)$$

Dimana:

- Q = Debit maksimum rencana (m³ /det)
- A = Luas daerah aliran (ha) Pengendalian Genangan Hujan
- C = Koefisien aliran (mm/jam)
- I = Intesitas curah hujan waktu konsentrasi (mm/jam)

Air Limbah Pemukiman

Air limbah domestik adalah air bekas yang tidak dapat dipergunakan lagi untuk tujuan semula yang berasal dari lingkungan rumah tinggal, bangunan umum dan instansi lainnya. Dapat menggunakan rumus (fitra dkk, 2021),

$$Q = P_n \cdot w \dots\dots\dots (10)$$

- P_n = Jumlah Penduduk
- w = Debit buangan perorangan (lt/org/dt)

Perhitungan Dimensi Saluran

Dalam melakukan perhitungan perencanaan penampang melintang dapat dihitung dengan rumus unsur-unsur geometris penampang. Kemudian memperhitungkan kecepatan aliran melalui rumus berikut (Irbah dkk, 2022),

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times \sqrt{S} \dots\dots\dots (11)$$

Dimana:

- V = Kecepatan rata-rata dalam saluran (m/detik)
- n = Koefisien kekasaran Manning
- R = Jari-jari hidrolis (m)
- S = Kemiringan dasar saluran

Kontrol Kecepatan Aliran

Kecepatan aliran minimum yang diijinkan sangatlah perlu diperhatikan karena minimum yang diizinkan adalah kecepatan paling rendah agar tidak terjadi pengendapan, dapat menggunakan rumus (fitra dkk, 2021),

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{g \cdot h}} \dots\dots\dots (12)$$

Dimana:

- V = Kecepatan aliran (m/det)
- h = Kedalaman aliran (m)
- g = Percepatan gravitasi (m/det²)

Tinggi Jagaan

Tinggi jagaan adalah jarak vertikal yang sengaja dibuat lebih tinggi dari permukaan air untuk mencegah luapan muka air yang melimpah.

Tabel 1. Tinggi Jagaan

| Debit m ³ /dt | Pasangan (F1) m |
|-----------------------------|--------------------|
| <0,5 | 0,20 |
| 0,5 – 1,5 | 0,20 |
| 1,5 – 5,0 | 0,25 |
| 0,5 – 10,0 | 0,30 |
| 10,0 – 15,0 | 0,40 |
| >15,0 | 0,50 |

Sumber: Standar Perencanaan Irigasi, KP-04 Bagian Bangunan, Ditjen Pengairan, 1986 dalam Nurhamidin, dkk (2015)

Bangunan Pelengkap

Bangunan pelengkap merupakan bangunan air yang dilengkapi sistem drainase berupa gorong-gorong,

inlet, dan bangunan terjunan menurut Permen PU 12/PRT/M/2014.

Modular Tank

Modular tank menjadi salah satu solusi terbaru sebagai penampungan air hujan, bahan material polipropilena yang terbuat dari limbah daur ulang plastik dapat menampung mulai dari 125 liter air pada satu lokasi. Dalam perencanaan kebutuhan modular dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

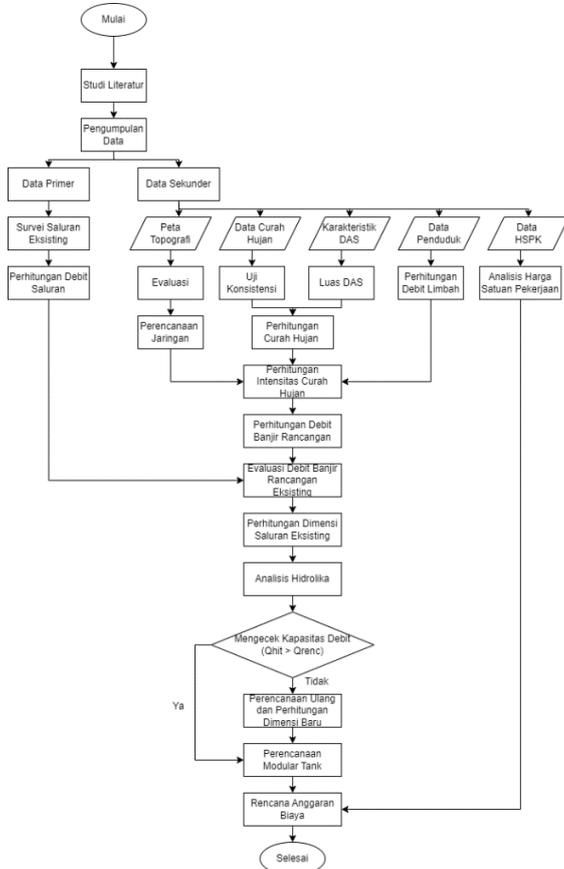
$$\text{Keb.modular} = \frac{L}{p} \dots\dots\dots(13)$$

Keterangan:

L = Luas yang akan dipasang modular

p = Panjang modular

Diagram Alir



Gambar 1. Flowchart Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Saluran Eksisting

Pada ruas Jalan Kolonel Sugiono – Jalan Raya Kundi Kecamatan Waru memiliki sistem drainase yang kurang beraturan, Pada drainase sebelah kiri berbentuk segi empat yang rata – rata memiliki drainase tertutup dan Untuk drainase sebelah kanan memiliki drainase berbentuk trapesium terbuka dengan dimensi yang cukup besar

berada pada STA. 0+600 hingga STA. 1+000 merupakan peralihan fungsi dari pengirigasian. Sedangkan untuk STA lanjutan memiliki drainase persegi dan tertutup. Aliran air pada ruas jalan kiri dan ruas jalan kanan semua berakhir pada aliran Sungai Kali Buntung.

Analisis data curah hujan

Untuk mendapatkan data curah hujan dapat melalui Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Kelas II daerah Jawa Timur yang berada di Karang Ploso Malang. Data yang diambil berdasarkan 3 (tiga) stasiun hujan terdekat mengelilingi lokasi tinjauan.

| NO | Tahun | Uraian Bulan | Saluran | Bulan | | | | | | | | | | | | | |
|----|-------|----------------------|---------|-------|-----|-----|-----|-----|------|------|-------|------|------|-----|-----|-----|-----|
| | | | | Jan | Feb | Mar | Apr | Mei | Juni | Juli | Agust | Sept | Oket | Nov | Des | | |
| 1 | 2012 | Curah Hujan Maksimum | mm | 255 | 328 | 209 | 96 | 51 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 77 | 533 |
| 2 | 2013 | Curah Hujan Maksimum | mm | 571 | 342 | 338 | 328 | 298 | 152 | 67 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 125 | 289 |
| 3 | 2014 | Curah Hujan Maksimum | mm | 195 | 261 | 436 | 357 | 86 | 195 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 57 | 389 |
| 4 | 2015 | Curah Hujan Maksimum | mm | 387 | 687 | 448 | 268 | 185 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 67 | 329 | |
| 5 | 2016 | Curah Hujan Maksimum | mm | 197 | 439 | 113 | 195 | 416 | 134 | 243 | 59 | 131 | 338 | 261 | 310 | | |
| 6 | 2017 | Curah Hujan Maksimum | mm | 349 | 549 | 329 | 188 | 58 | 38 | 23 | 0 | 39 | 0 | 442 | 299 | | |
| 7 | 2018 | Curah Hujan Maksimum | mm | 187 | 375 | 240 | 43 | 11 | 76 | 0 | 1 | 0 | 0 | 88 | 127 | | |
| 8 | 2019 | Curah Hujan Maksimum | mm | 264 | 229 | 231 | 217 | 26 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | 10 | 107 | | |
| 9 | 2020 | Curah Hujan Maksimum | mm | 170 | 443 | 243 | 483 | 267 | 97 | 0 | 25 | 11 | 36 | 66 | 262 | | |
| 10 | 2021 | Curah Hujan Maksimum | mm | 543 | 511 | 324 | 246 | 41 | 107 | 0 | 0 | 25 | 7 | 178 | 381 | | |
| 11 | 2022 | Curah Hujan Maksimum | mm | 380 | 283 | 276 | 106 | 273 | 167 | 35 | 36 | 0 | 219 | 261 | 229 | | |

Gambar 2. Data Curah hujan STA. Wonorejo
Sumber: BMKG Kelas II Jawa Timur

Selanjutnya untuk menentukan curah hujan maksimum di setiap tahunnya pada 3 (tiga) stasiun hujan. Hasil analisis curah hujan maksimum dapat dilihat melalui tabel berikut.

Tabel 2 Rekap Curah Hujan Maksimum

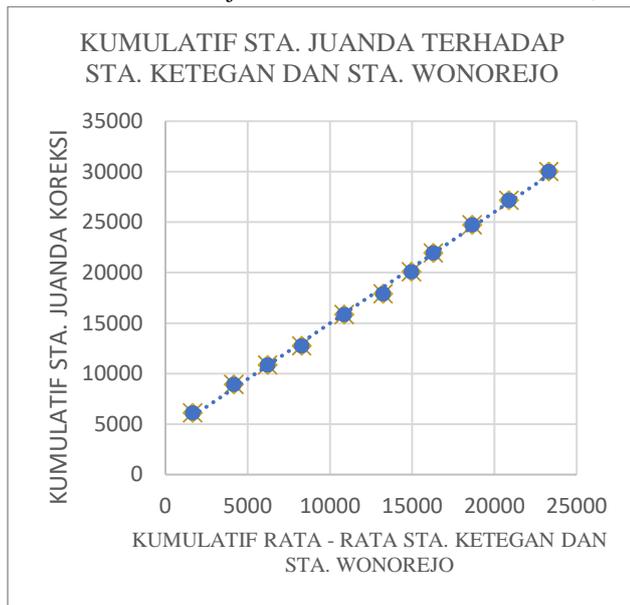
| TAHUN | STASIUN HUJAN (mm/bln) | | |
|-------|------------------------|--------------|---------------|
| | STA. JUANDA | STA. KETEGAN | STA. WONOREJO |
| 2012 | 410 | 445 | 555 |
| 2013 | 359 | 489 | 571 |
| 2014 | 448 | 522 | 436 |
| 2015 | 465 | 547 | 687 |
| 2016 | 590 | 701 | 439 |
| 2017 | 426 | 610 | 442 |
| 2018 | 454 | 539 | 375 |
| 2019 | 488 | 464 | 264 |
| 2020 | 655 | 461 | 485 |
| 2021 | 552 | 484 | 543 |
| 2022 | 405 | 387 | 380 |

Sumber: Perhitungan Peneliti

Uji Konsistensi

Pengujian ini dapat dilakukan menggunakan metode analisis Kurva Massa Ganda (*Double Mass Curve*) yaitu dengan membandingkan antara data kumulatif stasiun satu

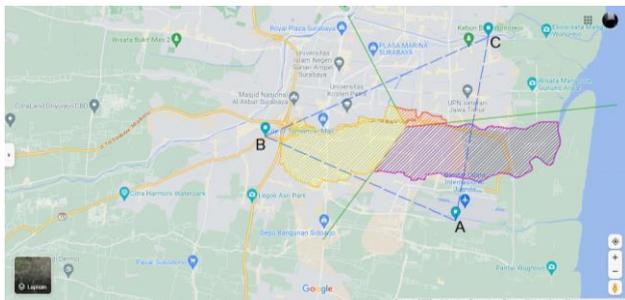
dengan data kumulatif stasiun hujan sekitarnya. Serta apabila tidak terjadi kekonsistenan maka akan dilakukan koreksi data. Hasil uji konsistensi dicontohkan berikut,



Gambar 3 Grafik kumulatif STA. Juanda setelah Koreksi
Sumber: Perhitungan Peneliti

Analisis Curah Hujan Daerah

Dari metode – metode tersebut, perhitungan paling tepat untuk digunakan poligon thiessen karena pada dataran rendah. Pada poligon thiessen rata – rata bobot curah hujan ditentukan berdasarkan luas daerah pengaruhnya yang berada dalam garis poligon sudah ditentukan.



Gambar 4 Letak 3 Stasiun Hujan Terdekat Lokasi
Sumber: Perhitungan Peneliti

Analisis Curah Hujan Rancangan

Analisis ini berdasarkan luas daerah aliran sungai yang dekat dengan rencana drainase tersebut dan Hasil survey kondisi sungai, kali Buntung merupakan orde 1 (satu) drainase utama mempunyai panjang 44 (empat puluh empat) km dengan luas daerah aliran sungai ± 72,36 km², (Bambang Tjatur, 2014) sehingga dapat menggunakan Periode Ulang 15 Tahun.

Perhitungan Distribusi Curah Hujan Rancangan

Dalam perhitungan ini data yang dapat digunakan adalah data rekapitulasi curah hujan rerata maksimum (*dmax*).

Tabel 3 Rekap data hujan daerah rerata

| No | Tahun | Curah Hujan (mm) |
|----|-------|------------------|
| 1 | 2012 | 429,56 |
| 2 | 2013 | 388,52 |
| 3 | 2014 | 404,64 |
| 4 | 2015 | 505,91 |
| 5 | 2016 | 619,04 |
| 6 | 2017 | 495,61 |
| 7 | 2018 | 469,69 |
| 8 | 2019 | 470,14 |
| 9 | 2020 | 542,84 |
| 10 | 2021 | 524,13 |
| 11 | 2022 | 402,17 |

Sumber: Perhitungan Peneliti

Nilai Koefisien Kepencengan (Cs) dan Koefisien Kepuncakan (Ck) tersebut memenuhi menggunakan metode **Gumbel I** dan **Log Person III**

Tabel 4 Rekap hasil Xranc 15 tahun

| No | TR | Xteoritis | |
|----|------|----------------|----------|
| | | Log Person III | Gumbel I |
| 1 | 1,01 | 345,63 | 329,90 |
| 2 | 15 | 584,73 | 635,85 |
| 3 | 100 | 675,17 | 776,07 |

Sumber: Perhitungan Peneliti

Debit Rancangan

Debit rancangan digunakan untuk merancang debit akibat hujan yang turun. Ada beberapa aspek yang diperhatikan dalam perhitungan ini yaitu elvasi hulu hingga hilir, sumber air, perhitungan intensitas curah hujan dan durasi hujan (t).

Contoh perhitungan,

t = 6 jam.

I = 9,7448158 mm/jam

A = 0,000161 m²

Q hujan

$$= \frac{1}{360} \times C \times I \times A$$

$$= \frac{1}{360} \times 0,7 \times 9,7448158 \times 9,7448158 \times 0,000161$$

$$= 0,000305 \text{ m}^3/\text{det}$$

Q Komulatif = 0,000305 m³/det

Air Limbah Pemukiman

Karena Jl. Kolonel Sugiono – Jl. Raya Kundi melewati 4 desa yakni Desa Kureksari, Ngingas, Kepuh Kiriman,

dan Wadung Sari sehingga data di bawah menggunakan 4 desa tersebut untuk diproyeksikan.

Tabel 5 Tabel Proyeksi Penduduk

| No | Desa | Jumlah Penghuni Setelah Proyeksi | | |
|----|---------------|----------------------------------|--------------------|---------------------|
| | | Pn Jumlah Penduduk | Pn Kepala Keluarga | Rata - rata anggota |
| 1 | Kuriksari | 3,63 | 0,93 | 4 |
| 2 | Ngingas | 2,98 | 1,13 | 3 |
| 3 | Kepuh Kiriman | 3,92 | 1,27 | 3 |
| 4 | Wadung Sari | 2,15 | 0,52 | 4 |

Sumber: Perhitungan Peneliti

Contoh perhitungan,

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Penduduk} &= \text{Jumlah Rumah} \times \text{Jumlah Penghuni} \\ &= 26 \text{ unit} \times 4 \text{ orang} \\ &= 101 \text{ Orang} \\ \text{V limbah cair} &= 300 \text{ lt/org/hari} \\ &= 300/1000/86400 \\ &= 0,000003472 \text{ m}^3/\text{org}/\text{dt} \\ \text{Q Air Limbah} &= \text{Jumlah Penduduk} \times \text{V limbah cair} \\ &= 101 \times 0,000003472 \\ &= 0,0003506 \text{ m}^3/\text{dt} \end{aligned}$$

Perhitungan Saluran Eksisting

Perhitungan ini dilakukan agar dapat mengetahui bahwa saluran eksisting yang telah ada sudah memenuhi atau tidak, apabila belum memenuhi akan dilakukan perencanaan ulang saluran.

Tabel 6 Dimensi Saluran Eksisting

| Saluran | | Q Renc (m3/s) | Qhit (m3/dt) | Kontrol Q (m3/s) |
|---------|-------|------------------|-----------------|------------------------|
| Awal | Akhir | | | |
| A | 1 | 0,008962 | 0,026 | OK |
| 1 | 2 | 0,018888 | 0,007 | Redesain |
| 2 | SP | 0,028100 | 0,007 | Redesain |
| SP | 3 | 0,001107 | 0,007 | OK |
| 3 | 4 | 0,000857 | 0,007 | OK |
| 4 | B | 0,001086 | 0,003 | OK |
| 5 | C | 0,001099 | 0,011 | OK |
| 5 | 6 | 0,000655 | 0,005 | OK |
| 6 | D | 0,000290 | 0,002 | OK |
| 6 | 7 | 0,001296 | 0,005 | OK |
| 7 | E | 0,000290 | 0,002 | OK |
| 7 | 8 | 0,003048 | 0,005 | OK |
| 8 | F | 0,000272 | 0,002 | OK |
| 8 | 9 | 0,004560 | 0,005 | OK |
| 9 | G | 0,000290 | 0,002 | OK |
| 9 | 10 | 0,006565 | 0,005 | Redesain |

Sumber: Perhitungan Peneliti

| | | | | |
|----|----|----------|-------|----------|
| 10 | 11 | 0,000772 | 0,003 | OK |
| 11 | H | 0,000328 | 0,011 | OK |
| 12 | I | 0,000337 | 0,002 | OK |
| 12 | 13 | 0,000953 | 0,003 | OK |
| 13 | J | 0,000659 | 0,003 | OK |
| 13 | 14 | 0,001982 | 0,003 | OK |
| 14 | K | 0,000604 | 0,003 | OK |
| 14 | K' | 0,004032 | 0,003 | Redesain |
| 15 | L | 0,002531 | 0,005 | OK |
| 15 | 16 | 0,011814 | 0,005 | Redesain |
| 16 | M | 0,012710 | 0,002 | Redesain |
| 17 | N | 0,019607 | 0,005 | Redesain |
| 17 | 18 | 0,000863 | 0,005 | OK |
| 18 | O | 0,001627 | 0,003 | OK |
| 19 | P | 0,000271 | 0,002 | OK |
| 19 | 20 | 0,000134 | 0,003 | OK |
| 20 | 21 | 0,012126 | 0,003 | Redesain |
| 21 | Q | 0,018803 | 0,011 | Redesain |
| 22 | R | 0,000880 | 0,011 | OK |
| 22 | 23 | 0,000496 | 0,005 | OK |
| 23 | 24 | 0,020551 | 0,005 | Redesain |
| 24 | S | 0,044299 | 0,025 | Redesain |
| 25 | T | 0,003905 | 0,072 | OK |
| 25 | 26 | 0,000105 | 0,072 | OK |
| 26 | U | 0,003781 | 0,072 | OK |
| 27 | V | 0,005074 | 0,072 | OK |
| 27 | 28 | 0,000802 | 0,072 | OK |

Contoh perhitungan,

$$\begin{aligned} \text{Qrenc} &= 0,018888 \text{ m}^3/\text{detik} \\ h &= 0,30 \text{ m} \\ b &= 0,50 \text{ m} \\ A &= h \times b \\ &= 0,30 \times 0,50 \\ &= 0,2 \text{ m}^2 \\ P &= h + (2 \times b) \\ &= 0,30 + (2 \times 0,50) \\ &= 1,30 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R &= \frac{A}{P} \\
 &= \frac{0,2}{1,30} \\
 &= 0,12 \\
 \text{Srenc} &= 0,02 \\
 V &= \frac{1}{0,013} x R^{2/3} x \sqrt{s} \\
 &= \frac{1}{0,013} x 0,12^{2/3} x \sqrt{0,02} \\
 &= 0,048 \text{ m}^2/\text{det} \\
 \text{Qhit} &= V x A \\
 &= 0,048 x 0,2 \\
 &= 0,007 \text{ m}^3/\text{det}
 \end{aligned}$$

V izin:

$$V \text{ max} = 3 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$V \text{ min} = 0,6 \text{ m}^3/\text{det}$$

Karena ada beberapa saluran yang setelah dilakukan kontrol tidak memenuhi, sehingga perlu diadakan redesain atau perbaikan.

Perhitungan Saluran Baru

Perencanaan drainase baru dilakukan apabila drainase eksisting sudah tidak bisa menampung debit air yang mengakibatkan luapan atau banjir. Sehingga perlu adanya perencanaan saluran baru yang cukup matang baik dari perencanaan dimensi, bentuk saluran, maupun bahan yang akan dipilih. Penampang drainase perencanaan dilakukan menggunakan U-ditch ukuran 300mm x 300 mm hingga 600mm x 1000mm

Bangunan Tambahan

Bangunan pendukung seperti gorong – gorong yang direncanakan menggunakan box culvert dengan ukuran 400mm x 400mm, Bak kontrol direncanakan menggunakan pasangan bata dengan cover, Curb inlet sebagai masuknya air ke dalam saluran, Pagar pembatas drainase trapesium digunakan sebagai langkah keamanan, serta Pintu air pada titik 3 – SP sebelum menuju sugai.

Perhitungan Modular tank

Hujan yang turun biasanya langsung menuju ke aliran pembuangan tanpa adanya penyimpanan terlebih dahulu kedalam tanah. Maka dari itu, penambahan modular sebagai pembangunan ulang drainase yang berkelanjutan atau berwawasan lingkungan.

$$\begin{aligned}
 Q \text{ rencana} &= 0,011364 \text{ m}^3/\text{detik} \\
 &= 0,011364 x 3600 \\
 &= 40,910569 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

$$Ld = 90 \text{ m}$$

Dimensi modular:

$$b = 0,412$$

$$p = 0,685$$

$$h = 0,450$$

$$V \text{ limpasan} = 1,520 \text{ (sesuai dengan } V \text{ rencana pada bangunan baru)}$$

$$V \text{ modular} = 0,13 \text{ (Sesuai dengan tabel 4.40 spesifikasi modular)}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan 1 modular} &= \frac{L}{\frac{p}{90}} \\
 &= \frac{90}{0,685} \\
 &= 131 \text{ Unit}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan 2 modular} &= \text{Kebutuhan 1 modular} x 2 \\
 &= 131 x 2 \\
 &= 263 \text{ Unit}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{\text{SWS Volume}}{1000} x 2 \text{ lapis modular} \\
 &= \frac{125}{1000} x 263 \\
 &= 32,86472 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

Persentase Kapasitas Berdasarkan Volume dalam 1 jam

$$\begin{aligned}
 &= \frac{V}{Q_{renc}} \\
 &= \frac{32,86472}{40,910569} \\
 &= 80\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas 50\%} &= \frac{\text{SWS Volume}}{2} \\
 &= \frac{125}{2} \\
 &= 63 \text{ liter}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V \text{ 50\%} &= \frac{\text{Kapasitas 50\%}}{1000} x 2 \text{ modular} \\
 &= \frac{63}{1000} x 263 \\
 &= 16 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Dalam 1 jam Reduksi} &= \frac{V \text{ 50\%}}{Q_{rencana}} \\
 &= \frac{16}{40,910569} \\
 &= 40\%
 \end{aligned}$$

Perhitungan Rencana Anggaran Biaya

Pada perhitungan rencana anggaran biaya item yang dibutuhkan yakni volume serta analisis harga satuan pekerjaan yang nantinya akan dikalikan. Seperti contoh berikut dalam perhitungan kebutuhan pengadaan dan pemasangan U-ditch 400mm x 400 mm

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah Harga} &= \text{Volume Pekerjaan} x \text{ Harga Satuan Pekerjaan} \\
 &= 406 \text{ m} x \text{ Rp } 869.091,25 \\
 &= \text{Rp } 352.098.770,21
 \end{aligned}$$

Dilakukan rekapitulasi biaya dengan item pekerjaan lainnya sehingga didapatkan nilai RAB sebesar Rp24.647.082.896,00.

4. KESIMPULAN

Dari hasil survei eksisting daerah penelitian terlewati satu DAS yakni DAS Kali Buntung. Pada Drainase Trapesium merupakan peralihan fungsi yang awalnya untuk mengaliri irigasi pertanian menjadi drainase warga. Setelah dilakukan analisis menggunakan metode thiessen dan dilakukan perencanaan debit rancangan dengan proyeksi 15 tahun. Pada saluran eksisting diketahui terdapat 11 titik, pada ruas kanan maupun ruas kiri yang mengalami redesain terhadap nilai Q hal tersebut

disebabkan nilai Q hitung lebih besar dari pada Q rencana ($Q_{hit} > Q_{renc}$). Akan tetapi, pada kecepatan aliran minimum (V_{min}) tidak memenuhi terkecuali pada drainase trapesium hal tersebut terjadi karena Q kapasitas tidak bisa tertampung pada penampang eksisting, sehingga diperlukannya perencanaan ulang penampang drainase.

Perencanaan ulang dilakukan menggunakan U – ditch baik saluran kanan maupun saluran kiri dengan ukuran 300 mm x 300mm sampai dengan 600mm x 1000mm. Penambahan modular direncanakan pada bahu jalan sebelum ruas drainase trapesium, dengan total kebutuhan 1708 Unit berukuran 1 modular lebar 0,412 m dan tinggi 0,450 m. Pada penelitian ini modular direncanakan menjadi 2 tumpukan dan menggunakan cover dengan kapasitas tampungan 50% sehingga dalam 1 jam dapat mereduksi hingga 40% menjadi solusi penanggulangan banjir di kawasan tersebut. Setelah dilakukan analisis Rencana Anggaran Biaya (RAB) pada perencanaan ulang drainase Jalan Kolonel Sugiono hingga Jalan Raya Kundi, didapatkan biaya atau anggaran pelaksanaan sebesar Rp 24.647.082.895,84.

TOL SOLO-KERTOSONO STA 90+ 250–STA 98+ 350.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Astika, M. N., & Cahyonugroho, O. H. (2020). Evaluasi Sistem Drainase di Wilayah Kecamatan Waru, Kabupaten Sidoarjo dengan Software Hec-ras. *EnviroUS*, 1(1), 55-64.
- [2] Asyifa, A., & Saputra, A. A. (2022). ANALISIS DEBIT DAN TINGGI MUKA AIR BANJIR BANJARSARI DAERAH ALIRAN SUNGAI JUWANA DENGAN METODE HSS SCS. *Jurnal Karkasa*, 8(1), 1-7.
- [3] Gunawan, I. H. C., Suhardono, A., & Rasidi, N. (2022). PERENCANAAN ULANG SALURAN DRAINASE PADA JL. RAYA KEPUH–JL. S. SUPRIADI KOTA MALANG. *Jurnal Online Skripsi Manajemen Rekayasa Konstruksi (JOS-MRK)*, 3(3), 52-57.
- [4] Nurhamidin, A. E., Jasin, M. I., & Halim, F. (2015). Analisis Sistem Drainase Kota Tondano (Studi Kasus Kompleks Kantor Bupati Minahasa). *Jurnal Sipil Statik*, 3(9).
- [5] Safi'i, F. A., Hapsari, R. I., & Suhardono, A. (2021). PERENCANAAN DRAINASE DAN SUMUR RESAPAN PADA PERUMAHAN KEDIRI FAMILY RESIDENCE. *Jurnal Online Skripsi Manajemen Rekayasa Konstruksi (JOS-MRK)*, 2(2), 53-59.
- [6] Tyas, D. A. S., & Suhartono, R. I. H. PERENCANAAN SISTEM DRAINASE JALAN