

PERENCANAAN ULANG SALURAN DRAINASE DENGAN KOLAM RETENSI PADA PERUMAHAN TANGGULANGIN ANGGUN SEJAHTERA II KABUPATEN SIDOARJO

Annastasya Nuraisyah Hermawan^{1,*}, Mohammad Zenurianto², Ayisya Cindy Harifa.³

Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi Jurusan Teknik Sipil¹, Dosen Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang², Dosen Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang³

Koresponden*, Email: annastasyan1@gmail.com¹, mzenurianto@polinema.ac.id², ayisya_civil@polinema.ac.id³

ABSTRAK

Perumahan Tanggulangan Anggun Sejahtera 2 adalah perumahan yang terletak di Kabupaten Sidoarjo dengan luas area 22,6 ha. Sistem drainase yang tidak berfungsi dengan baik menyebabkan genangan air akibat saluran yang tidak mampu menampung aliran permukaan dari hujan dan limbah perumahan. Tujuan penelitian ini adalah untuk menghitung curah hujan rancangan, merancang ulang sistem drainase dan kolam retensi, serta menghitung biaya konstruksi keduanya. Data primer yang digunakan adalah data dimensi saluran, sedang data sekunder meliputi peta kondisi perumahan, peta topografi, data curah hujan dari Stasiun Curah Hujan Tanggulangan, Porong, dan Candi dari tahun 2013 hingga 2022, dan harga satuan pekerjaan di Kabupaten Sidoarjo pada tahun 2023. Pengolahan data dilakukan menggunakan metode Log Pearson III, uji kesesuaian dengan metode Chi-Square dan Smirnov-Kolmogorov dengan kala ulang 10 tahun. Sedang untuk menghitung intensitas hujan, digunakan metode Mononobe, dan perhitungan debit banjir rancangan menggunakan metode rasional. Hasil yang diperoleh adalah curah hujan rancangan sebesar 101,382 mm/hari; debit banjir terbesar yang direncanakan sebesar 0,20 m³/detik; dimensi saluran yang dirancang adalah 0,6 m × 0,8 m, dan dimensi kolam retensi yang diterapkan adalah 33,21 m × 70 m x 2 m. Anggaran biaya yang dibutuhkan adalah Rp 5.760.383.404,00.

Kata kunci: perencanaan ulang, saluran drainase, kolam retensi

ABSTRACT

22.6-hectare Tanggulangan Anggun Sejahtera 2 Housing is a housing complex located in Sidoarjo Regency. The malfunctioning drainage system caused puddles, since channels failed to accommodate the runoff cascades and housing wastewater. The objective of this study was to estimate the design rainfall intensity, redesign the drainage system and retention basin, and estimate the construction cost. The used required primary data was existing channel condition, and the secondary data were the housing site plan, topographic maps, rainfall from the Tanggulangan, Porong, and Candi Rainfall Stations from 2013 to 2022, and work unit price of Sidoarjo District in 2023. The data were processed using the Log Pearson Type III method, suitability test with the Chi-Square and Smirnov-Kolmogorov methods by 10-year cycle. Moreover, the rain intensity was calculated using Mononobe method, and design flood discharge was figured out using the Rational method. The calculation results reveal the design rainfall of 101.382 mm/day, the largest planned flood discharge of 0.20 m³/s, the dimensions of the designed channel are 0.6 m × 0.8 m, and environmentally drainage using retention basin with dimension 33.21 m × 70 m x 2 m; and the estimated construction cost at Rp 5.760.383.404,00 IDR.

Keywords: redesign, drainage channel, retention basin

1. PENDAHULUAN

Perumahan Tanggulangan Anggun Sejahtera II dengan luas daerah 22,6 ha memiliki sistem penyaluran air yang kurang baik, sehingga menimbulkan setiap hujan air meluap ke perumahan. Salah satu aspek yang menyebabkan banjir

di kawasan tersebut adalah fungsi dari saluran drainase itu sendiri tidak efisien, sehingga air hujan yang masuk ke saluran air tidak dapat masuk.

Permasalahan ini memicu penulis melakukan perencanaan ulang saluran drainase yang sesuai dengan

spesifikasi agar dapat mengatasi banjir pada lokasi terkait dengan judul “Perencanaan Ulang Saluran Drainase dengan Kolam Retensi pada Perumahan Tanggulangin Anggun Sejahtera II Kabupaten Sidoarjo”.

2. METODE

Perencanaan ulang pada Perumahan Tanggulangin Anggun Sejahtera ini menggunakan data primer yang didapat dari survei drainase eksisting pada lokasi terkait dan data sekunder yaitu peta situasi, Harga satuan pekerjaan Kabupaten Sidoarjo, serta curah hujan harian dari tiga stasiun hujan yang berada di dekat lokasi penelitian pada tahun 2013 hingga 2022.

Uji Konsistensi

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat kesalahan dalam data curah hujan. Berikut merupakan langkah metode yang digunakan yaitu Metode Kurva Massa Ganda.

1. Menentukan stasiun dasar dan stasiun pembanding.
2. Menghitung kumulatif stasiun dasar dan dua stasiun pembanding rata-rata.
3. Memasukkan data kumulatif stasiun dasar dan stasiun pembanding ke kurva massa ganda.
4. Pengecekan pada kurva yang sudah dibuat apabila terjadi kemiringan yang signifikan pada garis linier maka menghitung M_1 dan M_2 yang diperoleh dari perhitungan regresi linear.

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

$$F = M_1/M_2 \tag{2}$$

5. Mengalikan data yang dikoreksi dengan faktor koreksi (F) lalu membuat kurva massa ganda hingga F menjadi 1

Curah Hujan Daerah

Metode yang digunakan adalah Metode Rata-Rata Aljabar dengan daerah topografi rata dan luas wilayah DAS < 500 km². Rumus metode aljabar sebagai berikut.

$$R = \frac{1}{n} \times (RA + RB + RC + \dots + Rn) \tag{3}$$

Keterangan:

R = tinggi curah hujan rata-rata RA, RB, ..., Rn

Rn = tinggi curah hujan pada stasiun 1, 2, ..., n

n = Jumlah stasiun hujan

Distribusi Curah Hujan Rancangan

Pada tahap ini menggunakan metode curah hujan rancangan Log Pearson III dengan persyaratan $Cs \neq 0$ dengan rumus sebagai berikut.

$$Cs = \frac{n \cdot \sum(x - \bar{x})^3}{(n-1) \cdot (n-2) \cdot S^4} \tag{4}$$

$$Ck = \frac{n^2 \cdot \sum(x - \bar{x})^4}{(n-1) \cdot (n-2) \cdot (n-3) \cdot S^4} \tag{5}$$

Keterangan:

- Ck = Koefisien kepuncakan
- Cs = Koefisien Kepencengan
- \bar{X} = Rerata data hujan (mm)
- S = Standar deviasi
- X = Data hujan (mm)

Uji Kesesuaian Distribusi

Untuk mengukur kesesuaian distribusi data curah hujan dengan distribusi teoritis tertentu, maka dilakukan dengan metode sebagai berikut.

- a. Metode Smirnov-Kolomogorov (Simpangan Horizontal)

$$\Delta P = P_{\text{empiris}} - P_{\text{teoritis}} \tag{6}$$

- b. Metode Chi-Square (Simpangan Vertikal)

Rumus yang digunakan dalam perhitungan dengan metode Uji Chi-Square.

$$X^2_{\text{hit}} = \sum (d_{\text{empiris}} - d_{\text{teoritis}})^2 / d_{\text{teoritis}} \tag{7}$$

Keterangan:

- x^2 = Parameter Chi-Square
- d_{empiris} = d berdasarkan plot grafik
- d_{teoritis} = d berdasarkan teoritis

Intensitas Curah Hujan

Menurut Tri Erna, 2021 Intensitas hujan merupakan ketinggian atau kedalaman air hujan per satuan waktu. Perhitungan intensitas hujan menggunakan rumus Mononobe.

$$IT = \frac{Rr}{24} \left(\frac{24}{tc} \right)^{2/3} \tag{8}$$

Keterangan:

- IT = Intensitas Hujan (mm/jam)
- Rr = curah hujan rancangan (mm/hari)
- Tc = waktu konsentrasi (menit)

Debit Banjir Rancangan

Berikut ini merupakan rumus Metode Rasional yang digunakan.

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A \tag{9}$$

Keterangan:

- Q = Debit banjir rancangan (m³/detik)
- C = Koefisien aliran
- I = Intensitas hujan (mm/jam)

A = Luas daerah tangkapan (km²)

Perencanaan Dimensi Saluran

Perencanaan dimensi menggunakan rumus aliran asumsi kecepatan konstan untuk penampang persegi sebagai berikut.

$$A = b \times h \tag{10}$$

$$P = b + 2h \tag{11}$$

$$R = A/P \tag{12}$$

Keterangan:

A = Luas penampang saluran (m²)

P = Keliling basah saluran (m)

R = Jari-jari hidrolis (m)

Perhitungan kecepatan menggunakan rumus Manning:

$$v = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \tag{13}$$

Keterangan:

S = Kemiringan dasar saluran

R = Jari-jari hidrolis (m)

n = Kekasaran Manning

Dalam perencanaan studi ini, dimensi saluran baru menggunakan U-Ditch.

Kolam Retensi

Kolam retensi adalah tempat penampungan sementara untuk air limpasan permukaan dengan kapasitas besar, yang bertujuan untuk meresapkan air tersebut ke dalam tanah dan mencegah banjir. Perhitungan kapasitas kolam retensi untuk menampung volume air pada saat debit banjir puncak menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$V = \int_0^t (Q_{in} - Q_{out}) dt \tag{14}$$

Keterangan:

V = volume kolam

t = waktu awal air masuk ke dalam inlet

t0 = waktu air keluar dari outflow

Q_{in} = debit inflow

Q_{out} = debit outflow

Rencana Anggaran Biaya

Rencana Anggaran Biaya (RAB) adalah perhitungan keseluruhan biaya untuk pelaksanaan suatu proyek konstruksi yang direncanakan.

$$RAB = \sum (Volume \times Harga \text{ Satuan Pekerjaan}) \tag{15}$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Konsistensi

Berdasarkan hasil perhitungan uji konsistensi data Stasiun Tanggulangin terhadap 2 stasiun hujan terkait menyatakan bahwa nilai kemiringan garis linier berada di angka lebih dari atau sama dengan 0,869 artinya data

konsisten dan tidak perlu dilakukan koreksi. Contoh perhitungan sebagai berikut.

Tabel 1. Uji Konsistensi pada Stasiun Tanggulangin terhadap Stasiun Porong dan Stasiun Candi

TAHUN	STASIUN			KUMULATIF STA.T	RATA-RATA STA. P DAN STA. C	KUM. RATA RATA STA. P DAN STA. C
	T	P	C			
2022	2377	2606	3542	2377.15	3074.15	3074.15
2021	1800	1853	2292	4177.51	2072.50	5146.64
2020	1755	1981	2576	5932.95	2278.58	7425.22
2019	2656	2764	4638	8588.78	3701.25	11126.46
2018	2048	2568	4044	10636.79	3306.02	14432.48
2017	1705	1756	2900	12342.15	3237.91	16760.39
2016	1627	1723	2961	13969.48	2342.18	19102.56
2015	2195	2632	3588	16164.90	3109.77	22212.33
2014	2418	2304	4427	18582.76	3365.48	25577.81
2013	3794	2292	4957	22376.44	3624.28	29202.09

Sumber: Hasil Perhitungan

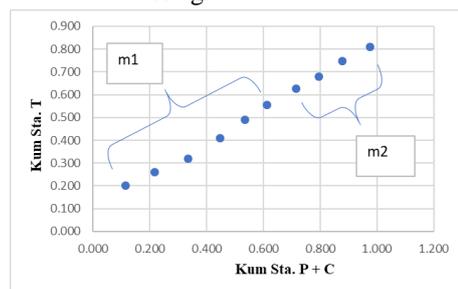
Berdasarkan hasil kurva, terdapat kemiringan yang signifikan maka dilakukan koreksi.

$$m_1 = 0,716$$

$$m_2 = 0,824$$

$$F = \frac{0.716}{0.824} = 0,869$$

Kemudian, pada data yang tidak konsisten (m₁) dikalikan dengan F setelah itu memasukkan data yang sudah dikoreksi ke kurva massa ganda.



Gambar 1. Kurva Massa Ganda Stasiun Tanggulangin Setelah Dikoreksi

Sumber: Hasil Perhitungan

Curah Hujan Daerah

Berdasarkan hasil perhitungan, didapatkan data curah hujan rata rata maksimum selama 10 tahun dari Stasiun Tanggulangin, Stasiun Porong, dan Stasiun Candi. Berikut merupakan hasil perhitungan curah hujan daerah.

Tabel 2. Curah Hujan Daerah

CURAH HUJAN DAERAH	
TAHUN	HUJAN RATA RATA DAERAH
	mm
2022	113.951
2021	79.164
2020	54.552
2019	71.006
2018	75.233
2017	46.093
2016	74.648
2015	68.555
2014	83.296
2013	93.409

Sumber: Hasil Perhitungan

Curah Hujan Rancangan

Didapatkan hasil $S = 18,985$; $C_s = 0,473$; dan $C_k = 4,865$ sebagai parameter penentuan metode sehingga digunakan metode Log Pearson III dengan syarat $C_s \neq 0$. Hasil perhitungan diperoleh curah hujan rancangan dengan kala ulang 10 tahun sebesar $101,382$ mm/hari.

Debit Banjir Rancangan

Pada saluran A1 – A5 diketahui luas daerah pengaliran (A) $1844,771$ m². Koefisien pengaliran (C) untuk jalan 0,7 (perkerasan aspal dan beton) dan pemukiman sebesar 0,4 (perkampungan). Maka debit air hujan sebagai berikut.

$$Q_{\text{jalan}} = 0,002778 \times 0,7 \times 319,358 \times 1844,771 = 0,015 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$Q_{\text{pemukiman}} = 0,002778 \times 0,4 \times 232,167 \times 1844,771 = 0,048 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Debit Air Kotor

Asumsi jumlah orang untuk setiap rumah 5 orang/rumah dengan 46 rumah pada saluran A1 – A5. Daerah perumahan dengan rumah tipe tertentu untuk keluarga tunggal.

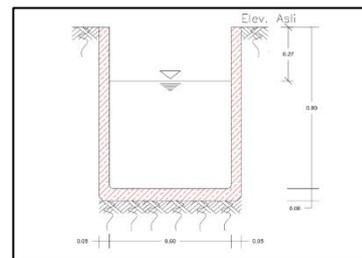
$$\begin{aligned} \text{Volume limbah cair} &= 300 \text{ liter/orang/hari} \\ \text{Jumlah penduduk} &= \text{rumah} \times \text{penghuni} \text{ asumsi} \\ &= 46 \times 5 \\ &= 230 \text{ jiwa} \\ Q_{\text{limbah}} &= V_{\text{limbah}} \times \text{jumlah penduduk} \\ &= 300 \times 230 \\ &= 271.740 \text{ liter /hari} \\ &= 0,00321 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

Dimensi Saluran Eksisting

Berdasarkan survei drainase eksisting, didapatkan dimensi eksisting pada saluran A1 – A5 dengan lebar saluran (b) = 0,4 m dan kedalaman saluran (h) = 0,5 m. Setelah perhitungan, saluran memiliki luas penampang (A) = 0,2 m²; keliling basah (P) = 0,4 m; radius hidrolis saluran (R) = 0,5 m. Pada saluran berbahan beton, kecepatan ijin antara 0,2 – 3,0 m/detik. Saluran A1 – A5 mendapatkan kecepatan (v) = 1,49 m/detik, sehingga $3,0 \geq 1,49 \geq 0,2$ memenuhi syarat dan tidak diperlukan perencanaan ulang.

Dimensi Saluran Baru

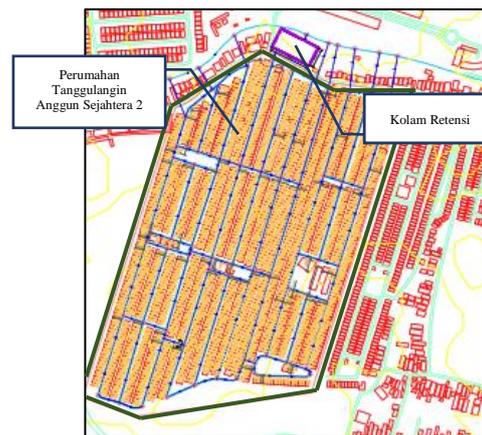
Pada perencanaan ini, terdapat 23 saluran yang tidak memenuhi syarat dan tidak mampu menampung debit rencana yang diberikan. Maka dari itu, direncanakan saluran baru U-Ditch berbahan beton *precast*.. Berdasarkan hasil perhitungan, didapatkan dimensi 0,6 m x 0,8 m. saluran gorong-gorong menggunakan Box Culvert dengan dimensi 1 m x 1 m.



Gambar 2. U-Ditch 0,6 m x 0,8 m

Sumber: Hasil Perhitungan

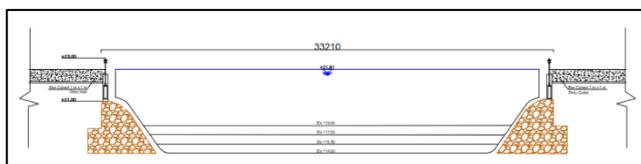
Kolam Retensi



Gambar 3. Layout Kolam Retensi

Kolam retensi dipilih sebagai bangunan pelengkap yang berfungsi untuk mengatasi masalah aliran air yang berlebihan akibat hujan deras atau kondisi iklim yang buruk. Kolam retensi juga memiliki fungsi menambah cadangan air tanah. Salah satu keunggulan kolam retensi adalah

kemampuannya untuk mengendalikan air kelebihan selama periode waktu yang panjang.



Gambar 4. Potongan Melintang Kolam Retensi

Pada perencanaan kolam retensi, digunakan dimensi 33,21 m x 70 m x 2 m dengan memperhatikan ketersediaan lahan sekitar sungai dan daerah aliran sungai. Dengan menggunakan metode HSS-SCS, debit banjir dalam kala ulang 10 tahun yang direncanakan memiliki puncak sebesar 2,84 m³/detik yang mampu mereduksi 68,43% dari debit banjir. Pada kolam retensi didapatkan elevasi muka air +21,91 m dengan ketinggian mercu +21,00 m. Berdasarkan hasil perhitungan kolam retensi, kolam retensi menggunakan dinding penahan dengan dimensi 2 m x 1,5 m dan menggunakan 2 pintu tipe 5A untuk Q_{inflow} dan $Q_{outflow}$.

Rencana Anggaran Biaya

Berdasarkan perhitungan volume pekerjaan dan analisa harga satuan diperoleh rencana anggaran biaya untuk perencanaan ulang drainase sebesar Rp 5.760.383.404,00

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perencanaan ulang saluran pada Perumahan Tanggulangin Anggun Sejahtera II Kabupaten Sidoarjo didapatkan hasil sebagai berikut.

1. Saluran eksisting mengalami kerusakan sehingga mengganggu kinerja drainase itu sendiri.
2. Debit rancangan yang digunakan adalah kala ulang 10 tahun sebesar 101,382 mm/hari.
3. Perencanaan saluran baru menggunakan U-Ditch berdimensi 0,6 m x 0,8 m. gorong-gorong baru menggunakan Box Culvert berdimensi 1 m x 1 m.
4. Kolam retensi berukuran 33,21 m x 70 m x 2 m yang mampu mereduksi debit banjir sebanyak 68,43%. Kolam retensi yang direncanakan menggunakan 2 unit pintu air tipe 5A sebagai pintu inflow dan pintu outflow.

5. Total biaya yang diperlukan untuk perencanaan ulang saluran drainase dan kolam retensi pada Perumahan Tanggulangin Anggun Sejahtera II sebesar Rp 5.760.383.404,00.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Akhir, O. dan Sulistiono, D.B. (2019) "Evaluasi Sistem Saluran Drainase Perkotaan Pada Kawasan Jalan Laksda Adisucipto Yogyakarta," hal. 1–9.
- [2] Dara Rahmah; Asri Caesaria (2021) *Pengelolaan Drainase Kota Berkelanjutan*. 1 ed. Malang: UB Press.
- [3] Fairizi, D. (2015) "Analisis Dan Evaluasi Saluran Drainase Pada Kawasan Perumnas Talang Kelapa Di Subdas Lambidaro Kota Palembang," *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 3(1), hal. 755–765.
- [4] Putra, C. Pradhana. , M. I. Wayan. , Y. E. (2022). PERENCANAAN KOLAM RETENSI DALAM PENANGANAN BANJIR DI KABUPATEN PASURUAN JAWA TIMUR. *Student Journal GELAGAR Vol. 4 No.2 2022*, 4.
- [5] Rasyid, M.F.N. (2021) "Desain Kolam Retensi Gerilya Soedirman Puwokerto."
- [6] Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (2018) "Perencanaan Sistem Polder dan Kolam Retensi," Modul Diklat Teknis, hal. 1–41.
- [7] Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (2013) "Kriteria Perencanaan - Bangunan".
- [8] Hasmar, H. (2011) *Drainase Terapan*. Yogyakarta: UII Press.
- [9] Humairo Saidah., D. (2021) *Drainase Perkotaan*. 1 ed. Diedit oleh Ronal Watrianthos. Yayasan Kita Menulis.
- [10] Ibrahim, B. (2001) *Rencana Dan Estimate Real Of Cost*. tiga. Jakarta: PT Bumi Aksara.
- [11] Ir. Suwignyo (2021) *Hidrologi Aplikasi untuk Teknik Sipil*. 1 ed. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang.
- [12] Suparmin, S. dan (2001) *Pembuangan Tinja dan Limbah Cair*. 1 ed. Diedit oleh E. Monica. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- [13] Suripin, M.E. (2004) *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Andi.
- [14] Tri Erna (2021) *Drainase Perkotaan*. 1 ed. Diedit oleh S. Eko. Tasikmalaya: Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia.
- [15] Wesli (2008) *Drainase Perkotaan*. 1 ed. Yogyakarta: Graha Ilmu.