

Analisis Drainase Di Gantiang Batu Bulek Kota Padang Panjang

Husen Samedi*, Ishak, Ana Susanti Yusman

Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat
Bukittinggi, Indonesia

Abstrak. Sistem drainase memiliki peran krusial dalam mengendalikan limpasan air hujan, terutama di kawasan perkotaan yang mengalami alih fungsi lahan secara masif. Peningkatan permukaan kedap air seperti beton dan aspal menyebabkan penurunan daya serap tanah dan meningkatkan potensi terjadinya genangan dan banjir. Kondisi ini diperparah oleh sistem drainase yang tidak berfungsi optimal akibat sedimentasi dan penyumbatan sampah. Permasalahan ini terlihat nyata di kawasan Jalan Raya Padang Panjang, khususnya di Gantiang dan Batu Bulek, yang kerap mengalami genangan saat hujan lebat. Kejadian banjir bandang akibat lahar dingin Gunung Marapi pada April 2024 juga memperkuat urgensi evaluasi sistem drainase di wilayah tersebut. Untuk dapat menangani permasalahan genangan secara efektif, diperlukan analisis menyeluruh terhadap sistem drainase yang kemudian dijadikan dasar dalam menentukan strategi penanganan. Pada penelitian ini, analisis data dilakukan menggunakan aplikasi SWMM (Storm Water Management Model) dengan mempertimbangkan parameter curah hujan, aliran permukaan, dan kapasitas saluran. Selanjutnya, simulasi kapasitas saluran drainase rencana dilakukan dengan metode trial and error melalui aplikasi SWMM untuk mendapatkan dimensi saluran yang paling sesuai. Berdasarkan dari hasil analisa yang dilakukan diperoleh kesimpulan bahwa luas yang didapat adalah debit rencana = 1.3 m³/det, kecepatan aliran = 1.50m/det, luas penampang basah 0.74m², tinggi drainase = 1.085 m, tinggi drainase basah = 0,7 m², tinggi jagaan 0.375m, lebar drainase = 0.71m.

Kata Kunci : Pemeliharaan; Sistem drainase; Gantiang Batu

1. Pendahuluan

Drainase adalah proses pemindahan air dari permukaan maupun bawah permukaan menuju area dengan elevasi lebih rendah, baik secara alami maupun buatan melalui infrastruktur teknik sipil. Dalam teknik sipil, drainase berfungsi menghilangkan kelebihan air agar tidak terjadi genangan yang merusak lingkungan (Budiman et al., 2024). Pada infrastruktur jalan raya, saluran drainase menjaga permukaan jalan tetap kering dan aman, biasanya berupa saluran

* Penulis Korespondensi: husensamedi@gmail.com

terbuka yang memanfaatkan gravitasi dan mengikuti kontur jalan agar aliran lancar (Tugiman & Prasetyo, 2021).

Perkembangan wilayah dan peningkatan permukiman menyebabkan konversi lahan serta pengerasan permukaan tanah, sehingga infiltrasi berkurang dan limpasan meningkat. Jika tidak diimbangi drainase yang memadai, kondisi ini dapat memicu genangan atau banjir (Istianah et al., 2023). Genangan sering terjadi di area dengan permukaan kedap air seperti beton dan aspal, terutama bila saluran tersumbat oleh sampah atau sedimen. Untuk menganalisis dan memprediksi perilaku limpasan hujan di kawasan perkotaan, digunakan model hidrologi SWMM (Storm Water Management Model) yang dikembangkan US EPA. Model ini mensimulasikan hubungan curah hujan dengan aliran permukaan, mencakup distribusi hujan, penguapan, infiltrasi, dan aliran dari daerah tangkapan (Hakim et al., 2023).

Fenomena banjir terjadi ketika kapasitas saluran tidak mampu menampung volume air yang masuk sehingga menyebabkan luapan. Faktor penyebabnya dapat berupa intensitas hujan tinggi maupun aktivitas manusia yang memperburuk kondisi saluran (Kurniawan et al., 2016). Contoh nyata permasalahan tersebut terjadi pada banjir bandang akibat lahar dingin Gunung Marapi pada 8 April 2024, yang merusak infrastruktur transportasi di Kota Padang Panjang, termasuk runtuhnya Jembatan Tanjung yang menjadi akses utama menuju RSUD Padang Panjang (Tanjung, 2024). Hingga kini, kawasan Jalan Raya Padang Panjang, khususnya di wilayah Gantiang dan Batu Bulek, masih sering mengalami genangan saat hujan turun, menandakan perlunya evaluasi menyeluruh terhadap sistem drainase yang ada.

Telah banyak penelitian yang menganalisis sistem drainase, seperti penelitian dari (Afrian et al., 2022) yang berjudul *"Tinjauan Perencanaan Drainase Jalan Raya Simpang Empat – Air Balam Kabupaten Pasaman Barat"*. Kemudian (Sari et al., 2022) melakukan penelitian mengenai pemodelan sistem drainase menggunakan aplikasi SWMM untuk mengetahui kinerja saluran eksisting (studi kasus Jalan Sungai Ampal depan Pasar Segar Balikpapan Baru). (Palawa'ae et al., 2024) juga mengkaji strategi mitigasi banjir berdasarkan kapasitas saluran drainase dengan pendekatan hidrologi dan hidrolika. Sementara itu, Wahyudi et al. (2025) melakukan penelitian berjudul *"Analisis Kapasitas Saluran Drainase pada Wilayah Rawan Banjir"*.

Meskipun demikian, hingga saat ini belum ditemukan penelitian yang secara spesifik menganalisis sistem drainase di kawasan Gantiang Batu Bulek Kota Padang Panjang, sehingga penelitian ini dilakukan untuk mengisi celah tersebut. Kondisi curah hujan yang tinggi di wilayah ini menyebabkan sedimentasi saluran berlangsung lebih cepat. Endapan pasir serta tumpukan sampah rumah tangga menjadi penyebab utama penyumbatan yang menurunkan kapasitas alir dan memperparah kejadian banjir. Dampak yang ditimbulkan tidak hanya mengganggu aktivitas warga, tetapi juga memengaruhi keselamatan dan mobilitas. Oleh karena itu.

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis teknis terhadap sistem drainase primer di sepanjang Jalan Raya Padang Panjang, khususnya kawasan Gantiang dan Batu Bulek, dengan tujuan merumuskan solusi peningkatan kapasitas

drainase berbasis data dan berkelanjutan untuk meminimalkan risiko banjir di masa mendatang.

2. Metodologi Penelitian

Penelitian dilakukan di kawasan Jalan Raya Padang Panjang, meliputi daerah Gantiang dan Batu Bulek, yang merupakan jalur utama penghubung antarwilayah. Pengumpulan data dilaksanakan pada bulan April–Mei 2024.



Gambar 1: Lokasi Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif dengan pendekatan studi kasus, yang bertujuan untuk mengevaluasi kinerja sistem drainase primer di sepanjang Jalan Raya Padang Panjang, khususnya di kawasan Gantiang dan Batu Bulek. Metode ini digunakan untuk menggambarkan kondisi eksisting saluran serta menganalisis kapasitas drainase terhadap debit banjir rencana berdasarkan data hidrologi. Penelitian ini menggunakan data primer dan sekunder.

Data diperoleh melalui observasi lapangan dan studi dokumentasi. Observasi mencakup pengukuran saluran dan hambatan aliran, sedangkan dokumentasi berasal dari BMKG dan Dinas PU, meliputi curah hujan, peta topografi, dan catatan banjir untuk menjamin keakuratan data. Data dianalisis dengan pendekatan kuantitatif menggunakan perhitungan kapasitas saluran berdasarkan data lapangan dan curah hujan.

3. Hasil dan Pembahasan

A. Perhitungan Dimensi Drainase

Pos Hujan Stasiun Padang Panjang

Jumlah tahun pengamatan (n) = 10 didapat Hujan rata-rata ($\bar{x}$)

$$\text{Tahun } \frac{1750.00+1973.00+856,4}{3} = 1526,5$$

$$(\bar{x}) = \frac{\sum xi}{n}$$

$$(\bar{x}) = \frac{1526}{10} = 152,65$$

Standar Deviasi (sx)

$$Sx \sqrt{\frac{\sum(xi^2) - \bar{x}(\sum xi)}{n-1}}$$

$$Sx \sqrt{\frac{285491,45 - 152,65 \cdot (1526,5)}{10-1}} = 76,28$$

$$\begin{aligned} \text{Faktor frekuensi (K)} &= \frac{yt - yn}{sn} \\ &= \frac{1.1499 - 0.5128}{1,0206} \end{aligned}$$

K = 0,62 untuk 5 tahun

Frekuensi hujan pada periode ulang T, (Rt) = $\bar{x} + K \cdot Sx$

$$= 152,65 + 0,62 \times 76,28$$

$$= 229,55 \text{ untuk 5 tahun}$$

B. Perhitungan Analisa Frekuensi

1) Menentukan Intensitas Curah Hujan Cara Van Breen

Perhitungan intensitas hujan dilakukan menggunakan rumus yang tercantum dalam Persamaan 2.6 dan 2.7 berikut ini :

$$X_T = \bar{x} + \frac{Sx}{sn} \times (yt - yn)$$

$$I = \frac{90\% \times X_T}{4}$$

Keterangan :

X_T = Besar curah hujan untuk periode ulang T tahun (mm)

24 jam

$\bar{x}$ = Nilai rata-rata aritmatika hujan kumulatif

S_x = Standar deviasi

Periode ulang (T) = 6 Tahun

Dari tabel 2.1 $Y_T = 1,499$

tabel 2.2 $Y_n = 0,4952$

tabel 2.3 $S_n = 0,9496$

$$X_T = 152,65 + \frac{76,28}{0,9496} \times (1,4999 - 0,495)$$

$$X_T = 233,37$$

Jika curah hujan efektif, diasumsikan penyebarannya seragam 4 jam :

$$I = \frac{90\% \times 233,37}{4}$$

Dari perhitungan di atas didapat nilai intensitas hujan dengan periode ulang 5 tahun adalah: $I = 52,50 \text{ mm/jam}$

Jika curah hujan efektif, diasumsikan penyebarannya seragam 4 jam :

$$I = \frac{90\% \times 233,37}{4}$$

Dari perhitungan di atas didapat nilai intensitas hujan dengan periode ulang 5 tahun adalah: $I = 52,50 \text{ mm/jam}$

C. Perhitungan Waktu inlen

Perhitungan waktu *inlet* dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$t_{\text{bahu}} = \left\{ \frac{2}{3} \times 3,28 \times L_3 \times \frac{nd}{\sqrt{m}} \right\} 0,167 = 0,973 \text{ menit}$$

$$t_{\text{Tanah}} = \left\{ \frac{2}{3} \times 3,28 \times 100 \times \frac{0,2}{\sqrt{0,06}} \right\} 0,167 = 2,113 \text{ menit}$$

$$\text{Total } t_1 = 3,086 \text{ menit}$$

D. Perhitungan Waktu Mengalir dalam Drainase

Dimana:

Panjang drainase (L) = 730 m

Untuk saluran drainase yang terbuat dari batu bata kecepatan rata-rata aliran (v) yang diizinkan dalam drainase berdasarkan jenis material = 1,50m/det (tabel 2.10)

$$t_2 = \frac{730}{(60)1.50} = 8,111 \text{ menit}$$

E. Perhitungan Waktu Konsentrasi

Waktu konsentrasi (t_c) adalah penjumlahan dari waktu inlen (t_1) dalam waktu mengalir dalam drainase (t_2)

$$t_c = t_1 + t_2 \text{ (persamaan 2.9)}$$

Didapat dari

$$t_c = 3,086 + 8,111 = 11,197 \text{ menit}$$

Dari harga $t_c = 11,197$ menit dengan merupakan kurva basis didapat intensitas hujan maksimum = 127 mm/jam

F. Mencari C rata-rata

Estimasi luas tangkapan ini menjadi parameter penting dalam perhitungan debit limpasan dan evaluasi kapasitas sistem drainase yang direncanakan:

Tabel 1: Perhitungan debit limpasan dan evaluasi kapasitas sistem drainase

Tanah pasir tertutup rumput	(A1)	= 6.00 x 730	= 4.380 m ²
Daerah pengcuram	(A2)	= 100 x 730	= 73.000 m ²
Bahu jalan	(A3)	= 0,00 x 730	= 0.000 m ²
			= 77.380 m ²

$$= 0.0774 \text{ km}^2$$

Sehingga C rata rata (Cw) didapatkan dari persamaan 2.11

$$C = \frac{C1.A1+C2.A2+C3.A3}{A1+A2+A3}$$

$$C = \frac{C1.A0.12X4380+0.50X73000+0.50X0.00}{4380+73000+0.000}$$

$$= 0,48$$

G. Perhitungan Debit

Perhitungan debit aliran yang masuk ke dalam saluran drainase dilakukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Q = 1/3,6 \times C \times I \times AC = 0,48$$

$$I = 127$$

$$A = 0.0774 \text{ Ha}$$

$$Q = 0,278 \times 0,48 \times 127 \times 0.0774$$

$$Q = 1.3 \text{ m}^3 / \text{det}$$

H. Kemiringan Drainase

Kemiringan rata-rata saluran drainase dalam perencanaan ini digunakan sebagai dasar perhitungan pada Persamaan 2.21

$$\text{Diketahui : } L = 730 \text{ m}$$

$$t_1 = 785,76$$

$$t_2 = 699,41$$

$$\text{Rumus } s = \frac{t_1 - t_2}{L} \times 100$$

$$\text{mengg} \quad s = \frac{785,76 - 699,41}{730} \times 100$$

$$s = 0,011\%$$

I. Kontrol Dimensi Drainase

Perhitungan :

a. Dengan metode trial and error

Diketahui :

$$Q = 1.3 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$V = 1.50 \text{ m}/\text{det}$$

Penyelesaian

$$\text{Maka , } Q \text{ maks} = AS \times V$$

$$AS = 1.3/1.501, 3\text{m}^3/\text{det} = As \text{ 1.50 m}/\text{det}$$

$$AS = 0.86 \text{ m}^2/\text{det}$$

Penentuan lebar (b) dan kedalaman (y) saluran dilakukan menggunakan metode *trial and error* dengan langkah-langkah sebagai berikut:

$$y + w = 1,20 \text{ m (digunakan nilai } y = 0,70 \text{ m)}$$

Dari jumlah debit total dapat menentukan nilai tinggi jagaan. Dalam perhitungan ini $Q = 1.3 \text{ m}^3/\text{det}$ (Q antara 2-5) maka $W_{\text{maks}} = 0,5$ maka nilai dalam diambil $W = 0.3 \text{ m}^3/\text{det}$ sehingga didapat nilai $y = 1.20 \text{ m}$).

Maka:	As	$b \times y$
	0.80	$b \times 1.20$
	B	$\frac{0.86}{1.20}$
	B	0.71 m

Jadi lebar drainase (b) 0.71 dan kedalaman aliran drainase 0.71m. Sesuai dengan persamaan rumus 2.23.

Rumus :

$$W = \sqrt{0.2 \times y}$$

$$\sqrt{0.2 \times 0.70}$$

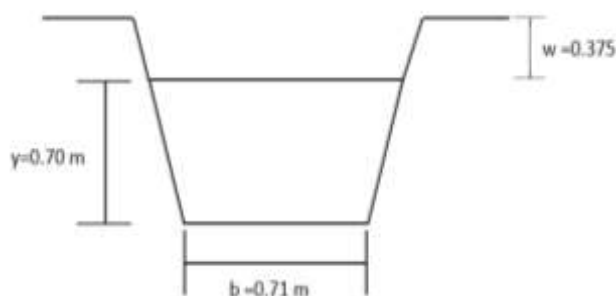
$$W = 0.375 \text{ m}$$

$$\text{Jadi untuk tinggi drainase } Y = y + w$$

$$Y = 0.70 + 0.375$$

$$Y = 1.084 \text{ m}$$

Sehingga didapat desain drainase dapat dilihat dari gambar



Gambar 1: Desain Saluran Drainase Berbentuk Trapesium

6. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis perencanaan dan perhitungan yang telah dilakukan Hasil perencanaan dan perhitungan drainase di kawasan Gantiang Batu Bulek, Kota Padang Panjang, yang dilakukan melalui metode *trial and error* serta dianalisis menggunakan aplikasi SWMM menunjukkan bahwa saluran dengan penampang berbentuk persegi atau trapesium merupakan alternatif yang paling sesuai. Saluran ini mampu menampung debit rencana sebesar 1,3

m³/det dengan kecepatan aliran 1,50 m/det. Adapun dimensi yang diperoleh meliputi luas penampang basah sebesar 0,74 m², tinggi total saluran 1,085 m, tinggi muka air 0,70 m, tinggi jagaan 0,375 m, dan lebar dasar 0,71 m. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa rancangan saluran drainase ini efektif dan ekonomis dalam menampung debit maksimum rencana untuk periode ulang lima tahun pada lokasi penelitian.

7. Daftar Pustaka

- Afrian, R., et al (2022). Tinjauan Perencanaan Drainase Jalan Raya Simpang Empat – Air Balam Kabupaten Pasaman Barat. *Ensiklopedia Research and Community Service Review*, 1(3), 129–133. <https://doi.org/10.33559/err.v1i3.1247>
- Budiman, B. T., et al (2024). Perencanaan Sistem Drainase Untuk Mengatasi Banjir Akibat Intensitas Curah Hujan Tinggi di Desa Pesarean Kecamatan Adiwerna Kabupaten Tegal Studi Kasus Rw 06. *Journal of Accounting Law Communication and Technology*, 2(1), 17–27. <https://doi.org/10.57235/jalakotek.v2i1.3405>
- Faqih, N. (2023). Desain Dan Analisis Struktur Pelat Di Atas Gorong-Gorong Untuk Pengendalian Air Menggunakan Sap 2000. *Device*, 13(1), 118–123.
- Farikha, A., et al (2023). Analisis Erosi dan Indeks Bahaya Erosi pada Berbagai Penggunaan Lahan di Sub DAS Opak Hulu-Tengah. *Jurnal Ecosolum*, 12(2), 128–144. <https://doi.org/10.20956/ecosolum.v12i2.29361>
- Hakim, M. S., et al (2023). Analisis Kadar Asiditas dan Alkalinitas pada Saluran Drainase Primer Pengeringan IV Bukit Keminting Kota Palangka Raya, Kalimantan Tengah. *IJCR-Indonesian Journal of Chemical Research*, 8(1), 57–66.
- Istianah, et al. (2023). Analisis Kapasitas Saluran Drainase Perumahan Jagansari Residence Kabupaten Grobogan. *Jurnal Teknik Sipil ITP*, 10(1), 52–63. <https://doi.org/10.21063/JTS.2023.V1001.052-63>
- Palawa'ae, E. R., et al (2024). STRATEGI MITIGASI BANJIR BERDASARKAN KAPASITAS SALURAN DRAINASE DI KELURAHAN JAGALAN. *Jurnal Riset Rekaya Sipil*, 7(No.2), 95–100.
- Sari, L. M., et al . (2022). Analisa Kapasitas Saluran Drainase Kota Balikpapan (Studi. *NUSANTARA CIVIL ENGINEERING JOURNAL*, 1(01), 35–46.
- Tanjung, H. (2024). Sempat Putus Akibat Banjir Bandang Lahar Dingin, Jembatan Tanjung Padang Panjang Kini Kembali Berfungsi Normal. *Topsumbar*.
- Tugiman, & Prasetyo, A. (2021). Analisis Debit Air Terhadap Daya Tampung Saluran Drainase Terbuka Jalan Sopo Nyono Kelurahan Timbul Rejo Kecamatan Curup Kabupaten Rejang Lebong. *Jurnal Statika*, 7(1), 46–57.