



ANALISIS DEBIT BANJIR DRAINASE JALAN PATTIMURA KOTA TARAKAN DAN PENGARUHNYA TERHADAP KAPASITAS SALURAN

Ruslan¹, Aswar Amiruddin*², Rahmat Faizal³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Borneo Tarakan, Kota Tarakan, Kalimantan Utara

e-mail: ¹ruslanashlan@gmail.com, ^{*2}aswaramir89@gmail.com, ³rahmatfaizal@borneo.ac.id

ABSTRACT: A simple analytical calculation method, named Zalka's method, was developed to determine the natural frequencies of tall building frame structures without external load. The tall building frame structure model can be represented by an idealization of cantilever beam structures with fixed-free end support conditions, which illustrate the overall characteristics of tall building frame structures. This paper aims to investigate the accuracy and efficiency of Zalka's method in determining the natural frequency of a 30-story reinforced concrete building frame structure without external load and compare it with the SAP 2000 output. The results of this research will provide a better understanding of the effectiveness and readiness of Zalka's method in determining the natural frequency of tall building frame structures without external load. The research found that the natural frequency of a 30-story reinforced concrete building frame structure using Zalka's method has an error value of 4,884% compared to the SAP 2000 output. However, this error value is within the acceptable range of 7%, which indicates that Zalka's method has an acceptable level of accuracy.

Keywords: Free Vibration, Natural Frequency, Tall Building, Frame Structure, Without External Load

ABSTRAK: Metode perhitungan analitis sederhana, yang disebut metode Zalka, dikembangkan untuk menentukan frekuensi alami struktur rangka bangunan tinggi tanpa gaya luar. Model struktur rangka bangunan tinggi dapat diwakili oleh idealisasi struktur balok kantilever dengan kondisi perletakan ujung jepit bebas, yang menggambarkan karakteristik keseluruhan struktur rangka bangunan tinggi. Dokumen ini bertujuan untuk menyelidiki akurasi dan efisiensi metode Zalka dalam menentukan frekuensi alami struktur rangka bangunan beton 30 lantai tanpa gaya luar dan membandingkannya dengan output SAP 2000. Hasil penelitian ini akan memberikan pemahaman yang lebih baik tentang efektivitas dan ketersediaan metode Zalka dalam menentukan frekuensi alami struktur rangka bangunan tinggi tanpa gaya luar. Penelitian ini menemukan bahwa frekuensi alami dari struktur rangka bangunan beton 30 lantai menggunakan metode Zalka memiliki nilai kesalahan 4.884% dibandingkan dengan output SAP 2000. Namun, nilai kesalahan ini berada dalam kisaran dapat diterima 7%, yang menunjukkan bahwa metode Zalka memiliki tingkat akurasi yang dapat diterima.

Kata kunci: Getaran Bebas, Frekuensi Natural, Struktur Bangunan Tinggi, Struktur Rangka, Tanpa Gaya Luar

1. PENDAHULUAN

Salah satu bencana yang banyak terjadi di Indonesia adalah bencana Hidrometeorologi. Data BNPB (Badan Nasional Penanggulangan Bencana) menyebutkan persentase bencana banjir terhadap bencana lain sebesar 31,3% terutama terjadi ketika curah hujan tinggi (Amsori et al., 2017). Banjir merupakan

kondisi dimana air di sungai melewati palung sungai atau kondisi dimana air menggenang dan tidak mampu mengalir pada drainase (Yusuf et al., 2021). Pada penelitian Suherman dan Firmansyah, 2017 disebutkan bahwa terdapat hubungan antara perubahan fungsi lahan dan peningkatan debit banjir di DAS Kali Angke. Terdapat peningkatan nilai koefisien limpasan dan debit banjir dari tahun 2009 – 2015 pada DAS Kali Angke, dimana koefisien limpasan meningkat sebesar 23% dan debit banjir meningkat sebesar 43% (Suherman & Firmansyah, 2017).

Kota Tarakan merupakan satu-satunya wilayah yang berstatus Kota di Provinsi Kalimantan Utara. Status ini menjadikan Kota Tarakan terus berkembang dari tahun ke tahun. Sebagai kota yang berkembang pesat, Kota Tarakan memiliki masalah alih fungsi lahan yang besar yang berakibat pada berkurangnya daerah resapan (Handayani & Rahmad, 2022). Kondisi ini mengakibatkan Kota Tarakan sering dilanda banjir saat terjadi curah hujan yang cukup tinggi (Amiruddin et al., 2023). Jalan Pattimura, Kelurahan Pamusian, merupakan salah titik di Kecamatan Tarakan Tengah yang memiliki potensi banjir akibat intensitas hujan yang tinggi (Putri et al., 2018).

Berdasarkan permasalahan di atas peneliti melakukan penelitian terkait debit banjir pada daerah tangkapan saluran drainase Jalan Pattimura dan pengaruhnya pada kapasitas saluran. Tujuan penelitian ini untuk menganalisis debit banjir rencana periode ulang 25, 50 dan 100 tahun pada daerah tangkapan saluran drainase dan melakukan evaluasi terhadap kondisi saluran eksisting Jalan Pattimura, Kelurahan Pamusian, Kota Tarakan

2. METODE PENELITIAN

2.1. Lokasi Penelitian

Objek penelitian ini adalah saluran drainase di Jalan Pattimura, Kelurahan Pamusian, Kecamatan Tarakan Tengah, Kota Tarakan. Panjang saluran yang diteliti kurang lebih sepanjang 300 meter dengan arah hulu – hilir berorientasi Markoni – Datu Adil seperti terlihat pada gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

2.2. Data Penelitian

Data penelitian yang digunakan kali ini merupakan data primer dan data sekunder. Data primer yang dikumpulkan adalah dimensi saluran drainase Jalan Pattimura serta kemiringan dasar saluran. Untuk memperoleh kemiringan dasar saluran peneliti menggunakan hand GPS Garmin 62s untuk memperoleh elevasi saluran hulu-hilir. Selain data primer peneliti juga mengumpulkan data sekunder untuk menganalisis kondisi hidrologi daerah tangkapan (*cathment*) drainase Jalan Pattimura. Data sekunder yang dikumpulkan adalah data hujan harian tahun 2013 sampai tahun 2022 yang terukur pada stasiun

hujan Juwata. Data hujan harian ini dapat diakses melalui portal BMKG online yang dapat diakses pada laman www.dataonline.bmkg.go.id (Amiruddin et al., 2023).

2.3. Analisis Hidrologi

Setelah mengumpulkan data-data yang diperlukan, selanjutnya melakukan analisis data hidrologi. Tahapan analisis hidrologi dimulai dari melakukan rekapitulasi data hujan maksimum tahunan terhadap data hujan harian. Data kemudian dijadikan sebagai sampel untuk selanjutnya dilakukan uji koreksi terhadap terhadap sampel data yang digunakan menggunakan metode RAPS (*Rescaled Adjusted Partial Sum*) seperti pada persamaan (1), (2) dan (3) (Wangsa et al., 2023).

$$Sk^* = Yi - \bar{Y} \quad (1)$$

$$Dy^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(Yi - \bar{Y})^2}{n} \quad (2)$$

$$Sk^{**} = \frac{Sk^*}{Dy} \quad (3)$$

keterangan : Sk^* = nilai konsistensi data, Yi = Data hujan ke-i, \bar{Y} = Data hujan rerata-i, n = Jumlah data.

Setelah mengetahui konsistensi data yang digunakan, selanjutnya dilakukan perhitungan hujan rancangan 25, 50 dan 100 tahun dengan menggunakan salah satu jenis distribusi probabilitas yang mewakili jenis distribusi berdasarkan analisis *chi square* (Christian & Pranoto, 2021). Persamaan yang digunakan untuk menghitung curah hujan rancangan dapat dilihat pada persamaan (4) (Yani et al., 2021).

$$X_T = \bar{X} + K_T \cdot S \quad (4)$$

keterangan : X_T merupakan hujan rancangan, K_T adalah faktor frekuensi dan S adalah standar deviasi.

Nilai hujan rencana 25, 50 dan 100 tahun selanjutnya didistribusi menjadi data hujan jam-jaman. Untuk perhitungan empiris beberapa peneliti menggunakan persamaan mononobe seperti terlihat pada persamaan (5) (Suripin, 2004).

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{2/3} \quad (5)$$

Nilai R_{24} pada persamaan (5) merupakan nilai hujan rancangan menggunakan persamaan (2), sedangkan t_c merupakan waktu konsentrasi yang dihitung persamaan (6) – (8)

$$t_c = t_0 + t_d \quad (6)$$

$$t_0 = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times L_0 \times \frac{n}{\sqrt{S}} \right)^{0,167} \quad (7)$$

$$t_d = \frac{L}{60v} \quad (8)$$

keterangan : L_0 adalah jarak dari titik terjauh ke saluran drainase, n merupakan koefisien kekasaran manning, S adalah kemiringan dasar saluran, L adalah panjang saluran dan v adalah kecepatan pengaliran.

Setelah menghitung nilai intensitas selanjutnya menghitung debit banjir menggunakan metode rasional modifikasi seperti pada persamaan (7) (Canubry & Shaskia, 2021).

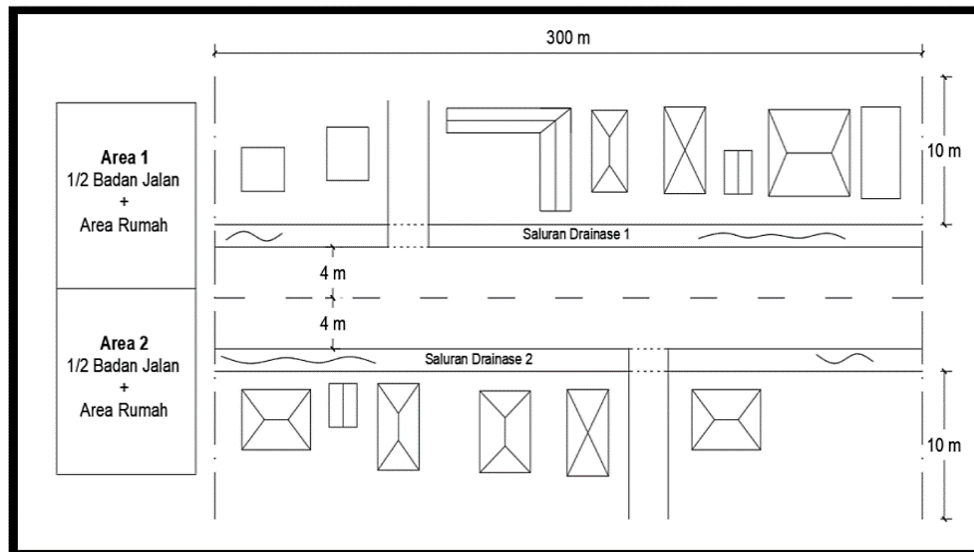
$$Q_p = 0,278 \times C \times C_s \times I \times A \quad (7)$$

Parameter C dan C_s dapat diperoleh melalui analisis terhadap data penggunaan lahan di daerah tangkapan dan total luas daerah tangkapan A .

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Kondisi Daerah Tangkapan

Kondisi Daerah Tangkapan (*Cathment*) lokasi penelitian berdasarkan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Daerah Tangkapan Lokasi Penelitian

Berdasarkan gambar 2, maka saluran yang ditinjau adalah saluran drainase kiri dan kanan di Jalan Pattimura Kota Tarakan dengan panjang saluran ± 300 meter. Selanjutnya, perhitungan debit dilakukan untuk masing-masing saluran berdasarkan asumsi bahwa setiap saluran menerima limpasan hujan dari jalan raya dan pemukiman yang ada di sisi kiri saluran drainase 1 dan sisi kanan saluran drainase 2. Data karakteristik daerah tangkapan saluran dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1 Karakteristik Daerah Pengaliran

Saluran	C	Cs	A (km ²)	t _c (menit)
Saluran Drainase 1	0,7	0,7368	0,0042	9,333
Saluran Drainase 2	0,7	0,7421	0,0042	9,589

3.2. Analisis Hidrologi

Studi mengenai banjir memerlukan perhitungan hidrologi terutama untuk menentukan debit rencana yang akan digunakan untuk melakukan evaluasi terhadap saluran drainase yang akan membawa air menuju ke badan air yang lebih besar seperti sungai. Untuk memperoleh debit terlebih dahulu melakukan analisis terhadap data hujan yang digunakan dan dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2 Data Hujan 2013-2022

Tahun	Data curah hujan maksimum (mm)
2013	117,4
2014	117,4
2015	103,6
2016	135,8
2017	157,2
2018	115,8
2019	132
2020	130,4

Tahun	Data curah hujan maksimum (mm)
2021	101,1
2022	75,4

Sumber : BMKG

Data pada tabel 2 selanjutnya dihitung diuji menggunakan metode RAPS menggunakan persamaan (1)-(3). Hasil analisis metode RAPS dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3 Data Hujan 2013-2022

No	Yi (mm)	Sk**
1	117,4	-0,057
2	117,4	-0,057
3	103,6	-0,707
4	135,8	0,809
5	157,2	1,817
6	115,8	-0,132
7	132	0,630
8	130,4	0,555
9	101,1	-0,824
10	75,4	-2,034

Dari tabel 3 diperoleh nilai Q_{hitung} sebesar 2,034 dan R_{hitung} sebesar 3,851 nilai ini selanjutnya dibagi dengan \sqrt{n} sehingga diperoleh nilai Q/\sqrt{n} dan R/\sqrt{n} untuk selanjutnya ditarik kesimpulan berdasarkan tabel nilai kritis seperti terlihat pada tabel 4. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh nilai Q/\sqrt{n} sebesar 0,643 dan R/\sqrt{n} sebesar 0,835.

Tabel 4 Tabel Q_{kritis} dan R_{kritis}

Banyak Data n	$Q/n^{0.5}$			$R/n^{0.5}$		
	90%	95%	99%	90%	95%	99%
10	1.05	1.14	1.29	1.21	1.28	1.38
20	1.1	1.22	1.42	1.34	1.43	1.6
30	1.12	1.24	1.46	1.4	1.5	1.7
40	1.13	1.26	1.5	1.42	1.53	1.74
50	1.14	1.27	1.52	1.44	1.55	1.78
100	1.17	1.29	1.55	1.5	1.62	1.86
~	1.22	1.36	1.63	1.62	1.75	2

Sumber : (Kamiana, 2011)

Berdasarkan nilai Q_{hitung} dan R_{hitung} dan juga nilai Q_{kritis} dan R_{kritis} pada tabel 4., maka kesimpulan yang dapat ditarik adalah data hujan yang digunakan konsisten dan dapat dilanjutkan untuk perhitungan hujan rencana menggunakan metode analisis frekuensi. Selanjutnya, dilakukan perhitungan hujan rancangan menggunakan metode tiga metode distribusi yakni metode normal, gumbel dan log pearson III yang pada dasarnya menggunakan persamaan yang sama seperti pada persamaan (4) akan tetapi dibedakan pada nilai faktor frekuensi (K_T) sesuai jenis distribusinya seperti terlihat pada tabel 5.

Tabel 5 Hujan Rancangan

Periode Ulang (tahun)	Hujan rancangan (mm)		
	Normal	Gumbel	Log Pearson III
25	157,209	182,351	154,560
50	163,865	198,936	159,022
100	170,695	215,398	162,615

Selanjutnya, nilai hujan rancangan pada tabel 5 dilakukan uji kesesuaian distribusi menggunakan metode chi-square dan diperoleh hasil bahwa distribusi Gumbel tidak mewakili distribusi sehingga untuk hujan rancangan yang digunakan untuk melakukan perhitungan debit adalah nilai hujan rancangan Log pearson III. Pada perhitungan debit banjir *catchment* menggunakan persamaan (7) diperlukan nilai masukan berupa intensitas hujan, sehingga nilai hujan rancangan dimasukkan ke persamaan (5) untuk memperoleh nilai intensitas hujan. Adapun karakteristik *catchment* seperti luas area (A), koefisien pengaliran (C) serta koefisien tampungan (Cs) yang digunakan untuk menghitung debit dapat dilihat pada tabel 1. Dengan parameter-parameter tersebut dapat dihitung nilai debit banjir seperti terlihat pada tabel 6 dan tabel 7.

Tabel 6 Debit Banjir Catchment Saluran 1

Periode Ulang (tahun)	Waktu konsentrasi t_c (jam)	C	Cs	I (mm/jam)	A (km ²)	Debit Banjir Q (m ³ /dtk)
25	0,1555	0,7	0,7368	185,299	0,0042	0,112
50	0,1555	0,7	0,7368	190,648	0,0042	0,115
100	0,1555	0,7	0,7368	194,956	0,0042	0,117

Tabel 7 Debit Banjir Catchment Saluran 2

Periode Ulang (tahun)	Waktu konsentrasi t_c (jam)	C	Cs	I (mm/jam)	A (km ²)	Debit Banjir Q (m ³ /dtk)
25	0,1589	0,7	0,7421	182,646	0,0042	0,111
50	0,1589	0,7	0,7421	187,919	0,0042	0,113
100	0,1589	0,7	0,7421	192,165	0,0042	0,115

Hasil tabel 6 dan tabel 7 merupakan nilai debit banjir yang dihasilkan oleh *catchment* saluran drainase Jalan Pattimura Kota Tarakan. Untuk mengetahui kapasitas saluran eksisting di lokasi penelitian, tim melakukan pengukuran dimensi saluran eksisting untuk selanjutnya menghitung kapasitas (debit) saluran. Hasil pengukuran di lapangan diketahui saluran eksisting merupakan saluran pasangan batu dengan bentuk trapesium. Karakteristik hidrolis saluran eksisting dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8 Karakteristik Hidrolik Rata-rata Saluran Eksisting

Saluran	b (m)	T (m)	h (m)	A (m ²)	P (m)	S	v (m/dtk)	Q (m ³ /dtk)
Saluran Drainase 1	0,38	0,54	0,46	0,887	3,611	0,003	0,413	0,366
Saluran Drainase 2	0,3	0,48	0,44	0,791	3,45	0,001	0,395	0,312

Berdasarkan karakteristik hidrolis dari saluran eksisting pada tabel 8 nilai kapasitas maksimum debit yang dapat dialirkan oleh saluran eksisting adalah 0,366 m³/dtk untuk Saluran Drainase 1 dan 0,312 m³/dtk untuk Saluran Drainase 2. Nilai tersebut diperoleh dengan menggunakan asumsi bahwa kedalaman air h sama dengan tinggi saluran rata-rata. Dari nilai kapasitas saluran eksisting yang dihitung tersebut masih lebih besar dari nilai debit yang dihasilkan oleh *catchment* Saluran Drainase Jalan Pattimura, sehingga kapasitas saluran eksisting masih mencukupi untuk melewati debit banjir Q25, Q50 dan Q100 yang dihitung menggunakan metode Rasional Modifikasi. Kondisi banjir yang terjadi saat ini diperkirakan disebabkan oleh banyaknya rumput dan sampah yang berada di dalam saluran seperti terlihat pada gambar 3



Gambar 3. Kondisi Saluran Eksisting

4. KESIMPULAN

Debit banjir rencana periode ulang 25, 50 dan 100 tahun pada daerah tangkapan saluran drainase 1 dihitung menggunakan metode rasional modifikasi adalah $0,112 \text{ m}^3/\text{dtk}$ untuk Q25, $0,115 \text{ m}^3/\text{dtk}$ untuk Q50 dan $0,117 \text{ m}^3/\text{dtk}$ untuk Q100. Selanjutnya, debit banjir rencana pada daerah tangkapan saluran drainase 2 dihitung menggunakan metode rasional modifikasi rasional adalah $0,111 \text{ m}^3/\text{dtk}$ untuk Q25, $0,113 \text{ m}^3/\text{dtk}$ untuk Q50 dan $0,115 \text{ m}^3/\text{dtk}$ untuk Q100. Berdasarkan evaluasi terhadap kondisi saluran eksisting Jalan Pattimura, Kelurahan Pamusian, Kota Tarakan diperoleh kapasitas saluran eksisting dengan tinggi saluran yang ada saat mampu melewati debit $0,366 \text{ m}^3/\text{dtk}$ untuk Saluran Drainase 1 dan $0,312 \text{ m}^3/\text{dtk}$ untuk Saluran Drainase 2 sehingga dapat disimpulkan saluran yang saat ini masih mampu melewati debit Q25, Q50 dan Q100 tahun.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada bapak Ir. Aswar Amiruddin, S.T., M.T, dan bapak Rahmat Faizal, S.Pd, M.Sc selaku dosen pembimbing kami, atas arahan, bimbingan dan bantuannya sehingga penelitian ini dapat selesai dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Amiruddin, A., Roem, M., & Faizal, R. (2023). Analisis Tinggi Muka Air Kanal Bandara Kota Tarakan Akibat Pengaruh Pasang Surut Menggunakan HEC-RAS 6.0. *Teras Jurnal : Jurnal Teknik Sipil*, 13(2), 301–312.
- Amsori, P. S., Asyantina, T., & Radhika. (2017). Informasi Peramalan Banjir Menggunakan Data Hujan dari Satelit (Flood Forecasting Information Using Rain Data from Satellites). *Jurnal Sumber Daya Air*, 13(2), 99–114.
- Canubry, D., & Shaskia, N. (2021). Perencanaan Saluran Drainase Perkotaan Wilayah Kecamatan Johan Pahlawan dengan Aplikasi HEC-RAS. *Journal of The Civil Engineering Student*, 3(3), 272–276.
- Christian, & Pranoto, W. A. (2021). Analisis Penyebab Banjir dan Solusinya Pada Perumahan KFT-Cengkareng Barat. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 4(2), 455–468.
- Handayani, R., & Rahmad, M. (2022). Study of Evaluation of Kenanga Road Drainage Channels, Karang Anyar Region, Tarakan City. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1083(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1083/1/012073>

- Kamiana, I. M. (2011). *Teknik Perhitungan Debit Rencanan Bangunan Air*. Graha Ilmu.
- Putri, H. P., Suprpto, B., & Rachmawati, A. (2018). Studi Evaluasi Saluran Drainase di Kecamatan Tarakan Tengah Kota Tarakan. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 6(2), 138–146. <http://riset.unisma.ac.id/index.php/ft/article/view/1899>
- Suherman, H., & Firmansyah, A. (2017). Analisis Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan Terhadap Debit Banjir Di Wilayah Hilir Aliran Kali Angke. *Jurnal Konstruksia*, 8, 79–95.
- Suripin. (2004). *Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*. Penerbit Andi.
- Wangsa, A. A. R. R., Suryatmaja, I. B., & Andini, A. M. P. (2023). Analisis Hidrologi Rancangan Menggunakan Metode Rasional Pada Saluran Drainase di Kelurahan Sumerta Kelod Kota Denpasar. *Jurnal Ganec Swara*, 17(2), 607–616.
- Yani, P. R. Y., Saidah, H., & Wirahman, L. (2021). Pola Distribusi Hujan Jam-Jaman Di Stasiun Hujan Jurang Sate Dan Stasiun Hujan Lingkok Lime Pada Wilayah Lombok Tengah. *Spektrum Sipil*, 8(1), 41–54. <https://doi.org/10.29303/spektrum.v8i1.199>
- Yusuf, R. M., Rachmat Suganda, B., Nursiyam Barkah, M., & Arfiansyah, K. (2021). Analisis Debit Banjir Dengan Membandingkan Nilai Debit Banjir Metode Rasional Dan Kapasitas Debit Aliran Sungai Pada Sub-DAS Ciwaringin Kabupaten Majalengka Provinsi Jawa Barat. *Padjajaran Geoscience Journal*, 5(4), 424–432. <https://jurnal.unpad.ac.id/geoscience/article/view/35243>