

ANALISIS PENYEBAB BANJIR PADA SALURAN BETON PRACETAK PADA DUA DAERAH RAWAN BANJIR DI SURABAYA

Richard Widjaja Seputra¹, Kelvin Andrian Imansjah¹, Sudjarwo Prasetyo¹, dan Angela Jasmine Tanya Tjahyana^{1*}

¹Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Petra, Jl. Siwalankerto No. 121-131, Surabaya, Indonesia
*angelaj@petra.ac.id

Masuk: 26-09-2025, revisi: 24-01-2026, diterima untuk diterbitkan: 29-01-2026

ABSTRACT

Flooding is a major issue in drainage channels, including those that have already implemented box culverts, even though box culverts are considered one of the alternatives for flood control. This issue arises due to various factors such as channel capacity, channel slope, catchment area, and sedimentation. This research focuses on two channels, which are located on Jalan Tanjung Sari and Jalan Ketintang. The purpose of this research is to determine their effectiveness and identify the main factors causes of flooding. This research using primary and secondary data analysis, calculations, and HEC-RAS simulations. The results indicate that the channel on Jalan Tanjung Sari contains a significant amount of sediment, which causes the channel to overflow. Meanwhile, the channel on Jalan Ketintang has relatively low effectiveness, which is attributed to the difference between the actual field slope and the planned design slope. Sedimentation also contributes to the reduction of channel capacity. However, the main factor causing flooding in the channel at Jalan Ketintang is the discrepancy between the actual field slope and the planned slope, which may result from construction errors or accumulated sediment that makes the slope shallower.

Keywords: precast concrete channels; flood causing factors; sedimentation; channel slope

ABSTRAK

Banjir merupakan masalah utama pada suatu saluran, termasuk saluran yang sudah mengaplikasikan *box culvert*. Padahal saluran *box culvert* dijadikan salah satu alternatif penanggulangan banjir. Hal tersebut dapat terjadi akibat beberapa faktor yaitu faktor kapasitas saluran, kemiringan saluran, luas tangkapan hujan, dan sedimentasi. Penelitian ini meninjau 2 saluran yang berbeda yaitu saluran di Jalan Tanjung Sari dan Ketintang. Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat menemukan angka efektifitas dan faktor utama penyebab banjir di kedua saluran. Pada penelitian ini, menggunakan data primer maupun data sekunder, perhitungan, dan bantuan simulasi menggunakan aplikasi HEC-RAS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada saluran di Jalan Tanjung Sari mempunyai kandungan sedimen yang cukup banyak sehingga menyebabkan saluran tersebut meluap. Saluran di Jalan Ketintang mempunyai efektifitas saluran yang tidak terlalu baik, hal tersebut diakibatkan oleh kemiringan saluran di lapangan yang berbeda dengan kemiringan saluran rencana. Sedimentasi juga menjadi penyebab berkurangnya kapasitas saluran. Namun, faktor utama yang menjadi penyebab banjir pada saluran di Jalan Ketintang adalah kemiringan saluran di lapangan yang tidak sesuai dengan saluran rencana yang dapat disebabkan oleh kesalahan pemasangan atau sedimen yang menumpuk sehingga menyebabkan kemiringan saluran menjadi lebih landai.

Kata kunci: saluran beton pracetak; faktor-faktor penyebab banjir; sedimentasi; kemiringan saluran

1. PENDAHULUAN

Permasalahan banjir telah menjadi permasalahan utama di Surabaya. Banjir dapat menyebabkan kerusakan sarana dan prasarana, dapat melumpuhkan jalur transportasi, dapat menghentikan aktivitas masyarakat serta dapat merusak dan mencemari lingkungan sekitar. IDN Times Jatim (2020) memberitakan bahwa pada tanggal 31 Januari 2020 hujan deras mengguyur Kota Surabaya sejak sore hingga malam hari dan sejumlah ruas jalan di Surabaya terendam air (*Surabaya Diguyur Hujan Deras 2 Jam, Banjir Masuk Rumah-Rumah Warg | IDN Times Jatim*, n.d.). Di sekitar Jembatan Mayangkara, ketinggian air mencapai lutut orang dewasa. Banjir juga mengakibatkan kemacetan parah di sejumlah ruas jalan protokol Surabaya, dibutuhkan sekitar 1,5 jam dari Jalan Raya Darmo menuju Wonokromo sedangkan apabila di waktu normal perjalanan hanya ditempuh sekitar 10 menit. Kemacetan juga terjadi di Jalan Ahmad Yani yang merupakan akses jalan yang menuju Sidoarjo (*Banjir Parah, Jalan-Jalan Protokol Surabaya Lumpuh | IDN Times Jatim*, n.d.). Pemerintah Kota Surabaya melakukan penanganan banjir dengan cara menyiagakan mobil - mobil pemadam kebakaran untuk menyedot air yang menggenangi jalan, ambulans juga disiapkan di sejumlah ruas jalan (Patopoi, n.d.).

Sistem drainase perkotaan sangat penting untuk keberlangsungan suatu daerah/kota (Sari, 2024). Semakin meningkatnya jumlah penduduk maka tata lahan dapat berubah dan mengakibatkan berkurangnya lahan terbuka sebagai tempat resapan air untuk masuk ke tanah. Hal ini dapat mengurangi efektifitas drainase (Akhir, 2019). Bahkan beberapa tahun terakhir, fungsi utama dari saluran drainase tidak hanya sebagai tempat untuk mengalirkan atau membuang air tetapi air tersebut juga diolah dan dimanfaatkan untuk meningkatkan daya guna air, meminimalkan kerugian, dan sebagai konservasi lingkungan (Ardiyana et al., 2016). Kapasitas dari saluran drainase juga perlu diperhatikan, untuk semua dimensi saluran, karena diharapkan saluran drainase yang ada dapat berfungsi secara optimal (Bili et al., 2024).

Banjir di suatu daerah salah satunya dapat disebabkan oleh penumpukan sedimentasi yang terjadi di dalam suatu saluran, sehingga kapasitas dari saluran akan berkurang (Rossaty et al., 2023). Sedimentasi merupakan suatu peristiwa-peristiwa pengendapan material batuan yang diangkut oleh suatu tenaga air atau angin. Sesudah batuan terkikis, hasil pengikisan terbawa oleh aliran air sungai, danau, dan akhirnya nya sampai di laut. Pada saat suatu kekuatan pengangkut berkurang atau melemah, material hasil pengikisan ini terendap. Pengendapan ini bisa berlangsung di sungai, danau, dan dilaut (Hambali et al., 2016). Berdasarkan jenisnya, sedimen dibagi menjadi 2 macam, yaitu muatan dasar (*bed load*) dan muatan melayang (*suspended load*) (Mattotorang, 2019). Untuk penelitian ini, sedimen dianalisa untuk keduanya.

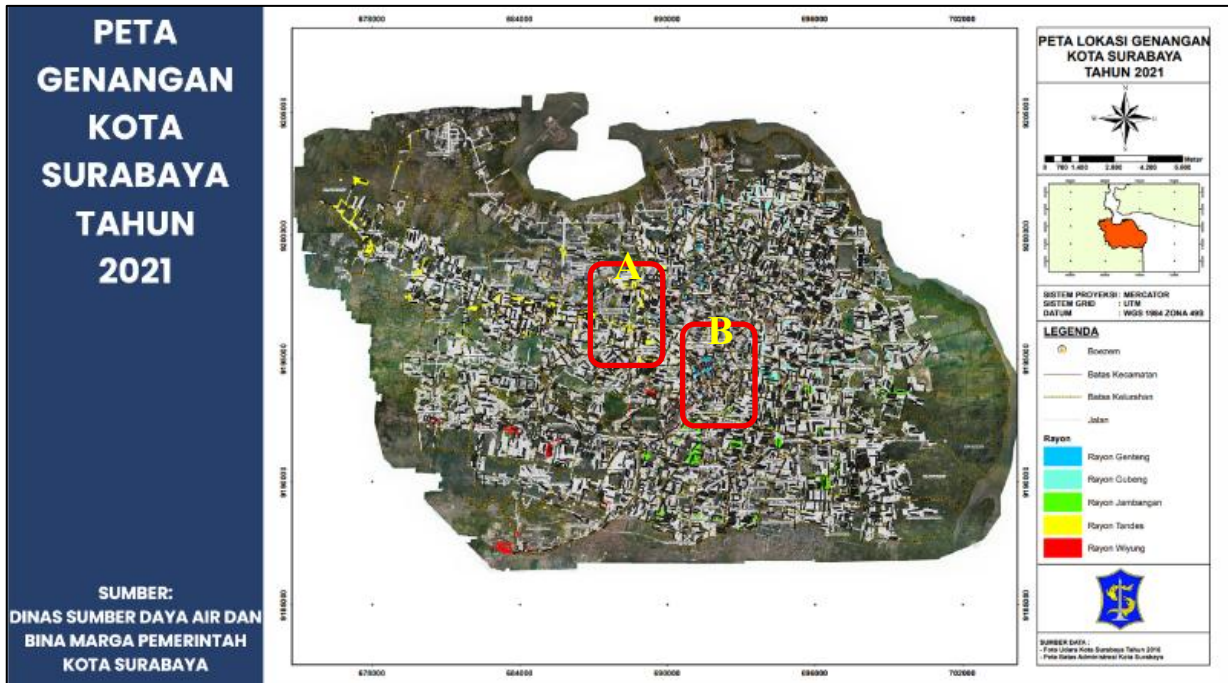
Dengan adanya sedimentasi yang terjadi, maka perlu dilakukan penanganan terhadap saluran sehingga tidak terjadi banjir. Salah satu cara yang dilakukan untuk dapat menanggulangi banjir adalah dengan menggunakan saluran beton pracetak, atau yang biasa disebut *box culvert*, dimana saluran buatan yang dapat memaksimalkan kapasitas tampung air (Conblock, n.d.). Selain itu juga dapat secara berkala melakukan pembersihan sedimentasi pada saluran *box culvert* (Tjahyana & Lasminto, 2020). *Box culvert* dapat digunakan untuk sistem drainase perkotaan, mulai dari saluran kecil di perumahan, yang disebut selokan atau saluran penerima, sampai ke ukuran yang besar yang dapat difungsikan selain untuk saluran juga untuk jalan raya (Prawati et al., 2022). Fungsi awal dari pemasangan saluran beton pracetak yaitu memperlancar aliran pada saluran, berpotensi mengurangi kerusakan alam, dan berperan untuk mencegah hal-hal yang tidak diinginkan seperti banjir (Nanda & Kurniawati, n.d.).

Oleh karena itu, penelitian ini akan mengidentifikasi faktor penyebab banjir terhadap pengaplikasian saluran beton pracetak di 2 daerah rawan banjir di Kota Surabaya. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor apa saja yang menjadi penyebab banjir di daerah yang telah mengaplikasikan saluran beton pracetak. Walaupun saluran beton pracetak ada tutupnya, tapi masih tergolong sebagai saluran terbuka (Anggrahini, 1997). Pemodelan saluran akan dilakukan dengan bantuan aplikasi HEC-RAS. Kemudian dapat diketahui pemenuhan debit rencana pada saluran beton pracetak. Setelah itu, akan ditarik kesimpulan faktor apa saja yang menjadi penyebab banjir pada 2 daerah yang telah menggunakan saluran beton pracetak.

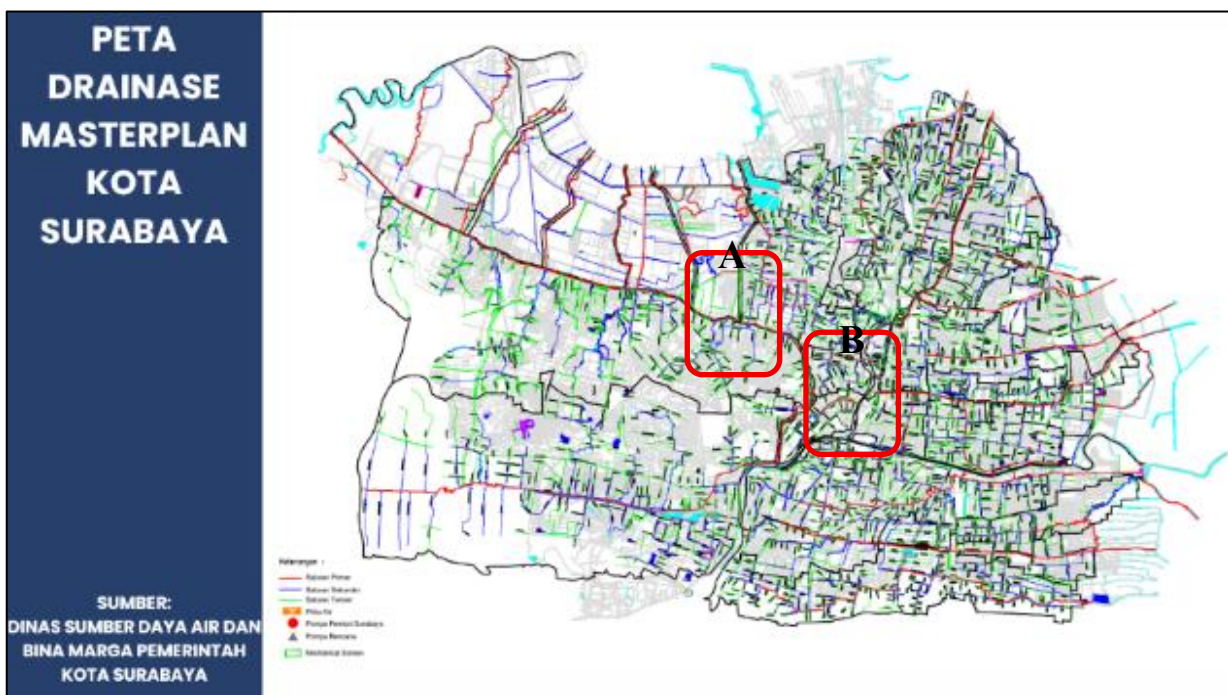
2. METODE PENELITIAN

Penelitian diawali dengan proses penentuan lokasi rawan banjir di Kota Surabaya berdasarkan data Peta genangan Pemerintah Kota Surabaya yang terlihat pada Gambar 1 yang didukung dengan Peta drainase masterplan yang terlihat pada Gambar 2. Pada Gambar 1 terdapat warna biru, toska, hijau, kuning, dan merah yang menandakan genangan di daerah yang berbeda. Warna biru menandakan daerah Rayon Genteng, warna toska Rayon Gubeng, warna hijau Rayon Jambangan, warna kuning Rayon Tandes, dan warna merah Rayon Wiyung. Lokasi rawan banjir yang digunakan dalam penelitian adalah lokasi yang telah mengaplikasikan saluran beton pracetak. Lokasi yang akan digunakan sebagai penelitian berada di Jalan Ketintang dan Jalan Tanjung Sari, yang berada di dalam kotak merah di Gambar 1 dan 2. Kotak A adalah Jalan Tanjung Sari pada Rayon Tandes, sedangkan kotak B adalah Jalan Ketintang pada Rayon Genteng. Panjang saluran yang digunakan dalam simulasi adalah sepanjang 1000 m.

Penelitian ini dimulai dengan melakukan beberapa analisa. Pertama, melakukan perhitungan debit banjir rencana. Perhitungan ini digunakan untuk mendapatkan data debit banjir rencana di lokasi penelitian. Kedua, dilakukan analisa pada saluran beton pracetak. Dari analisa tersebut akan didapatkan bentuk saluran, dimensi saluran, kecepatan aliran, kemiringan saluran, kekasaran saluran, dan debit saluran. Kecepatan aliran juga akan diambil di lapangan dan akan dianalisa dengan hasil dari simulasi. Ketiga adalah analisa sedimentasi. Dari analisa sedimentasi akan didapatkan spesifikasi dan jenis sedimen yang terkandung. Gambar 3 adalah proses sedimen dasar, dari kiri adalah sedimen yang dijemur, kemudian di oven, lalu paling kiri adalah pengayakan. Sedangkan Gambar 4 adalah proses pengolahan sedimen melayang, dari kiri adalah penyaringan lalu di oven. Semua data yang digunakan diambil pada bulan 24 April 2023.



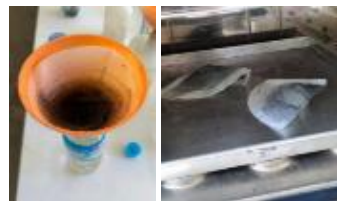
Gambar 1. Peta genangan Kota Surabaya



Gambar 2. Peta drainase Kota Surabaya



Gambar 3. Pengolahan sedimen dasar



Gambar 4. Pengolahan sedimen melayang

Setelah mendapatkan semua data dari ketiga analisa, dilakukan pemodelan saluran menggunakan aplikasi *HEC-RAS*. Semua data yang didapatkan akan diinput ke dalam aplikasi sehingga dapat memunculkan *output* berupa pemenuhan debit rencana pada saluran beton pracetak. Setelah mengetahui pemenuhan debit rencana pada saluran, dapat disimpulkan faktor yang menjadi penyebab terjadinya banjir terhadap pengaplikasian saluran beton pracetak.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kandungan sedimen

Peneliti mengolah sedimen yang diambil di lapangan dan mendapatkan data-data kandungan sedimen yang terlihat pada Tabel 1 hingga Tabel 3. Sedimen yang diolah adalah sedimen dasar dan sedimen melayang. Sedimen dasar adalah sedimen yang biasanya terendap di dasar saluran dan memiliki berat yang lebih berat daripada sedimen melayang. Tabel 1 menunjukkan sedimen melayang di kedua saluran, sedangkan Tabel 2 dan 3 menunjukkan sedimen dasar pada kedua saluran.

Tabel 1. Kandungan sedimen melayang

Berat	Jenis Berat	Berat (gr)	
		Tanjung Sari	Ketintang
Sample	Berat kotor	662,9	613,5
	Berat botol kosong	19,7	15,8
	Berat bersih	643,2	597,7
Sedimen	Berat kotor	0,9	0,85
	Berat botol kosong	0,8	0,8
	Berat bersih	0,1	0,05
Dari 1000 gr air terkandung		0,16	0,08

Tabel 2. Kandungan sedimen dasar di Jalan Tanjung Sari

Diameter (mm)	Berat kotor (gr)	Berat ayakan (gr)	Berat tanah (gr)	Prosentase (%)
12,7	480	468,4	11,6	1,9
4,75	508,2	492,9	15,3	2,5
2,36	471,9	444,9	27	4,4
2	418,6	415,2	3,4	0,6
0,85	348,7	271,6	77,1	12,6
0,425	390,9	280,3	110,6	18,1
0,25	331,6	282,2	49,4	8,1
0,125	478,4	274,5	203,9	33,3
0,075	471	376,3	94,7	15,5
Base	152,4	133,4	19	3,1
Total =			612	100

Tabel 3. Kandungan sedimen dasar di Jalan Ketintang

Diameter (mm)	Berat kotor (gr)	Berat ayakan (gr)	Berat tanah (gr)	Prosentase (%)
12,7	473,1	468,4	4,7	0,5
4,75	533,8	492,9	40,9	4,6
2,36	59,6	444,9	114,7	12,8
2	428,4	415,2	13,2	1,5
0,85	404,7	271,6	133,1	14,9
0,425	409,6	280,3	129,3	14,5
0,25	324,9	282,2	42,7	4,8
0,125	428,1	274,5	153,6	17,2
0,075	610,4	376,3	234,1	26,2
Base	160	133,4	26,6	3,0
Total =			892,9	100

Kecepatan aliran dan dimensi saluran

Pengukuran kecepatan dengan alat *current meter* dilakukan di 3 titik yang berbeda untuk setiap lokasi saluran, seperti yang terlihat pada Gambar 5, yang ditandai oleh titik hitam. Di lokasi pertama yaitu saluran di Jalan Tanjung Sari didapatkan data kecepatan sebagai berikut, titik pertama didapatkan kecepatan aliran sebesar 0.3 m/s, kemudian di titik kedua didapatkan kecepatan aliran sebesar 0.2 m/s, dan yang ketiga didapatkan kecepatan aliran sebesar 0.3 m/s. Kemudian dari ketiga data tersebut diambil rata-rata kecepatan aliran dan dipakai 0.3 m/s. Di lokasi kedua yaitu saluran di Jalan Ketintang didapatkan data kecepatan yang sama dari tiga titik pengukuran. Titik pertama didapatkan kecepatan aliran sebesar 0.1 m/s, kemudian di titik kedua didapatkan kecepatan aliran sebesar 0.1 m/s, dan yang ketiga didapatkan kecepatan aliran sebesar 0.1 m/s. Kemudian dari ketiga data tersebut diambil rata – rata kecepatan aliran untuk mewakili kecepatan dari saluran tersebut yaitu sebesar 0.1 m/s.



Gambar 5. Lokasi pengambilan kecepatan aliran dan pengukuran dasar saluran.

Dimensi saluran diukur menggunakan alat meteran ukur. Didapatkan data lebar saluran di Jalan Tanjung Sari selebar 1.2 m dengan kedalaman 1 m, data lebar saluran di Jalan Ketintang selebar 1.75 m dengan kedalaman 1.25 m. Pengukuran kemiringan dilakukan di Jalan Tanjung Sari dan Ketintang dengan alat theodolit. Untuk setiap saluran diukur dasar salurannya sebanyak 2 titik dengan jarak tertentu, seperti yang terlihat pada Gambar 5, yang ditandai dengan titik hijau. Kemudian selisih dasar salurannya dibagi dengan jaraknya dan didapatkan kemiringan di Jalan Tanjung Sari sebesar 0,000092, sedangkan kemiringan saluran di Jalan ketintang sebesar 0,0000498.

Peta genangan

Dalam penelitian ini, digunakan saluran di 2 lokasi yang berbeda yaitu saluran di Jalan Tanjung Sari dan Jalan Ketintang. Gambar 6 menunjukkan peta genangan dimana Jalan Tanjung Sari ditandai dengan warna kuning pada gambar sebelah kiri dan Jalan Ketintang di sebelah kanan yang ditandai dengan warna hijau. Kedua lokasi tersebut merupakan daerah rawan banjir. Hal tersebut telah divalidasi dan dikonfirmasi dari data yang telah diberikan oleh Pemerintah Kota Surabaya. Peneliti juga telah melakukan kunjungan ke Dinas Sumber Daya Air dan Bina Marga Kota Surabaya untuk memvalidasi data tersebut.

adalah sebesar 0,297 km². Sebelum menganalisa saluran terpasang, perlu menghitung debit banjir rencana yang melalui perhitungan dari Persamaan 1 hingga 3 (Iskandar, n.d.).

1. Waktu konsentrasi (Tc)

Menurut rumus *Australian Rainfall Runoff*, waktu konsentrasi dihitung menggunakan rumus pada Persamaan 1. Dengan Persamaan 1, maka menghasilkan Tc = 0,479 jam.

$$Tc = 0.76 \times A^{0.38} \tag{1}$$

dengan Tc = waktu (jam) dan A = Luas DAS (km²)

2. Intensitas hujan

Perhitungan nilai intensitas hujan untuk periode ulang 8, 5, dan 2 tahun dihitung menggunakan rumus Mononobe pada Persamaan 2. Dari Persamaan 1 didapatkan I₈ = 57,072 mm/jam, I₅ = 56,03 mm/jam, dan I₂ = 47,28 mm/jam.

$$I = \frac{Xt}{24} \times \left(\frac{24}{Tc}\right)^{\frac{2}{3}} \tag{2}$$

dengan I = intensitas hujan (mm/jam), Xt = curah hujan maksimal dalam waktu 24 jam (jam), dan Tc = waktu konsentrasi (jam)

3. Debit banjir rencana

Perhitungan debit banjir rencana dengan periode ulang 8, 5, dan 2 tahun menggunakan Metode Rasional yang tertulis di Persamaan 3. Dari Persamaan 3, maka debit banjir rencana pada saluran di Jalan Tanjung Sari adalah Q₈ = 3,3 m³/det, Q₅ = 3,24 m³/det, Q₂ = 2,73 m³/det

$$Q = 0,278 C I A \tag{3}$$

dengan Q = debit rencana (m³/det), C = koefisien aliran, I = intensitas hujan (mm/jam), dan A = luas DAS (km²)

Analisa efektifitas saluran lapangan

Analisa efektivitas saluran digunakan untuk menghitung tingkat efektivitas dari pengaplikasian saluran *box culvert* dengan cara membandingkan debit banjir rencana dan debit kapasitas saluran berdasarkan kecepatan saluran yang telah diambil dari lapangan serta membandingkan debit banjir rencana dan debit kapasitas saluran berdasarkan pengambilan kemiringan saluran yang direncanakan untuk digunakan di lapangan. Ukuran *precast* yang digunakan sebagai acuan sebagai saluran *U-ditch* yang digunakan di Jalan Tanjung Sari, memiliki spesifikasi sebagai berikut.

1. Lebar *precast* (b) = 1,2 m
2. Tinggi *precast* (t) = 1 m
3. Koefisien manning (n) = 0,015
4. Kecepatan aliran = 0,3 m/det
5. Kemiringan rencana = 0,0002
6. Kemiringan lapangan = 0,000092

Dalam menghitung debit kapasitas saluran diperlukan perhitungan dengan menggunakan Persamaan 4. Untuk menghitung debit kapasitas saluran, perlu mencari nilai dari keliling saluran, luas penampang, jari-jari hidrolis saluran, dan kemiringan saluran.

$$Q = V \times A \tag{4}$$

dengan Q = debit kapasitas saluran (m³/det), V = kecepatan aliran (m/s), dan A = luas penampang (m²)

Setelah didapatkan data yang dimasukkan ke Persamaan 4, maka dibandingkan antara Q kapasitas berdasarkan kecepatan aliran dan kemiringan saluran dengan Q banjir rencana. Perbandingan debit tersebut dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Perbandingan debit banjir rencana dengan debit kapasitas saluran di lapangan

Periode ulang (n tahun)	Q Kapasitas (m ³ /s)	</>	Q Rencana (m ³ /s)	Keterangan	Efektivitas saluran
8 (lapangan)	3,6	>	3,3	Aman	0,76
8 (rencana)	5,88	>	3,3	Aman	0,46
5 (lapangan)	3,6	>	3,24	Aman	0,9
5 (rencana)	5,88	>	3,24	Aman	0,55
2 (lapangan)	3,6	>	2,73	Aman	0,92
2 (rencana)	5,88	>	2,73	Aman	0,56

Pembahasan faktor utama penyebab banjir di Jalan Tanjung Sari

Kapasitas Saluran

Berdasarkan Tabel 6, terlihat bahwa kapasitas saluran dari kemiringan rencana dan kemiringan yang diambil di lapangan masih aman dalam artian air tidak meluap. Namun sudah terlihat bahwa kapasitas saluran rencana lebih besar daripada kapasitas lapangan. Berdasarkan hasil simulasi yang dilakukan melalui aplikasi *HEC-RAS* dengan kemiringan saluran yang diambil di lapangan dan tidak memasukkan sedimen saat simulasi didapatkan bahwa debit kapasitas maksimum saluran adalah sebesar 0,36 m³/det. Selanjutnya dilakukan simulasi yang berbeda dengan sebelumnya, yaitu dengan dimasukkan data sedimen. Kedua analisa tersebut dilakukan untuk membandingkan dan menemukan seberapa berpengaruh sedimen di dalam saluran. Tabel 7 adalah rekapan kapasitas saluran tanpa dan dengan sedimen. Terlihat bahwa dengan adanya tambahan sedimen mempengaruhi kapasitas dan kecepatan aliran yang mengalir pada saluran.

Selanjutnya, dilakukan analisa terhadap debit banjir rencana maksimum. Dapat dilihat pada Tabel 7 yang tanpa sedimen bahwa dengan debit 3,3 m³/det, kecepatan alirannya sebesar 0,29 m/s. Dengan adanya tambahan sedimen didapatkan bahwa luasan basah saluran bertambah hingga paling besar adalah 1,67 m². Hal ini selaras dengan adanya pengaruh sedimen terhadap kecepatan dan luasan basah, dimana oleh karena adanya sedimen mengakibatkan kemiringan saluran menjadi lebih landai dari kemiringan rencana. Hal ini menyebabkan semakin rendah kecepatannya dan dengan debit yang sama maka akan bertambah luas basahnya, yang dalam hal ini dapat menyebabkan saluran di Tanjung Sari meluap.

Tabel 7. Rekapan kapasitas saluran tanpa dan dengan sedimen di Jalan Tanjung Sari

Saluran	Q (m ³ /det)	Kemiringan	Tanpa Sedimen			Ada Sedimen		
			V (m/s)	Flow area (m ²)	Keterangan	V (m/s)	Flow area (m ²)	Keterangan
Rencana	5,88	0,0002	0,49	1,2	Aman	0,26	2,29	Meluap
Rencana	3,3	0,0002	0,43	0,77	Aman	0,22	1,53	Meluap
Lapangan	3,6	0,000092	0,3	1,2	Aman	0,2	1,77	Meluap
Lapangan	3,3	0,000092	0,29	1,12	Aman	0,2	1,67	Meluap

Setelah perhitungan dan simulasi saluran yang telah dilakukan, didapatkan hasil pada saluran di Jalan Tanjung Sari. Hasil yang pertama adalah data yang didapatkan melalui pengambilan kecepatan saluran di lapangan, yaitu didapatkan sebesar 0,3 m/s. Setelah didapatkan kecepatan di lapangan, dapat dihitung nilai kemiringan dari saluran tersebut dan didapatkan sebesar 0,000075. Kemiringan saluran 0.000075 ini berbeda dengan kemiringan rencana saluran tersebut yang didapatkan dari informasi Pemerintah Kota, yaitu 0.0002. Dengan kemiringan saluran 0.000075 didapatkan debit kapasitas saluran sebesar 4,9 m³/s, sedangkan dengan kemiringan rencana saluran 0.0002 didapatkan debit kapasitas saluran sebesar 3,3 m³/s. Hal ini sudah menunjukkan adanya perbedaan kapasitas saluran dari yang direncanakan dengan yang ada di lapangan saat ini. Kemudian, hasil yang kedua adalah data yang diperoleh dari pengambilan kemiringan saluran di lapangan, yaitu 0.000092. Debit kapasitas salurannya adalah sebesar 3,6 m³/s. Dari dua data yang didapatkan, terdapat perbedaan yang cukup signifikan antara debit saluran di lapangan sebesar 4,9 m³/s dan debit saluran rencana sebesar 3,3 m³/s.

Sedimentasi

Dari hasil simulasi program *HEC-RAS* dengan diberi data sedimentasi yang telah diambil di lapangan dan diolah sebagai salah satu input saat menjalankan simulasi, terdapat perbedaan kecepatan, dimana hasilnya yang dengan sedimentasi lebih rendah daripada bila tanpa sedimentasi, sehingga luas basah saluran semakin besar dan dapat mengakibatkan air meluap dari saluran. Luas basah yang tercantum pada Tabel 7 adalah yang didapatkan dari hasil simulasi program *HEC-RAS* agar dapat disajikan dalam bentuk angka. Dari hasil simulasi program *HEC-RAS* dapat dibandingkan bahwa dengan adanya sedimentasi, kemiringan saluran lebih landai, sehingga kecepatan saluran semakin berkurang dan dengan debit yang sama, maka luas basahnya semakin besar, yang dapat diartikan bahwa air akan meluap dari saluran.

Persebaran Saluran Drainase

Gambar 7 adalah peta saluran drainase di Jalan Tanjung Sari. Persebaran saluran drainase merupakan salah faktor yang dapat menyebabkan suatu saluran meluap. Banyak sekali kasus banjir yang terjadi akibat limpahan yang terlalu besar yang harus ditampung oleh suatu saluran. Persebaran perkotaan yang tidak tepat dapat menyebabkan saluran

meluap karena menurunnya penyerapan air tanah. Ketika daerah perkotaan mengalami urbanisasi, permukaan tanah yang semula terdiri dari lahan pertanian atau area terbuka alami digantikan oleh bangunan, jalan, parkir, dan permukaan keras lainnya. Permukaan keras ini mengurangi kemampuan tanah untuk menyerap air hujan. Akibatnya, air hujan yang jatuh tidak dapat meresap ke dalam tanah dan secara langsung mengalir ke saluran air. Secara umum, untuk persebaran saluran drainase di Jalan Tanjung Sari sudah cukup baik.



Gambar 7. Peta saluran drainase di Jalan Tanjung Sari

Perhitungan dan analisa saluran di Jalan Ketintang

Seperti halnya Jalan Tanjung Sari, pada Jalan Ketintang juga dilakukan analisa frekuensi pada hasil perhitungan hujan kawasan di Stasiun Wonokromo untuk mencari hubungan kejadian ekstrim terhadap frekuensi kejadian dengan sebuah metode distribusi probabilitas. Metode yang digunakan ialah metode Normal, Gumbel, Log Normal dan Log Pearson III. *Catchment area* yang dilakukan di Saluran Jalan Ketintang dibuat berdasarkan kondisi drainase dan arah aliran existing. Pada penelitian ini, saluran disimulasikan sepanjang 1 km dan luas DAS nya diambil dari Peta Jaringan Drainase Sumber Daya Air Pemerintah Kota Surabaya. *Catchment Area* dari saluran di Jalan Ketintang adalah sebesar 0.368 km².

Dengan perhitungan yang sama dan menggunakan Persamaan 1 hingga 3, maka didapatkan Waktu Konsentrasi (T_c) = 0,52 jam. Kemudian Intensitas Hujan kala ulang 2, 5, dan 10, sebesar $I_2 = 43,66$ mm/jam, $I_5 = 53,49$ mm/jam, dan $I_{10} = 59,56$ mm/jam. Sedangkan debit banjir rencana periode 2, 5, dan 10 tahun pada saluran di Jalan Ketintang sebesar $Q_2 = 3,13$ m³/det, $Q_5 = 3,83$ m³/det, dan $Q_{10} = 4,27$ m³/det.

Analisa efektifitas saluran lapangan

Analisa efektifitas box beton digunakan untuk menghitung tingkat efektifitas dari pengaplikasian box beton dengan cara membandingkan debit banjir rencana dan debit kapasitas saluran berdasarkan kecepatan saluran yang telah diambil dari lapangan serta membandingkan debit banjir rencana dan debit kapasitas saluran berdasarkan kemiringan saluran yang direncanakan untuk digunakan di lapangan. Ukuran *Precast* yang digunakan sebagai acuan sebagai saluran *U-ditch* yang digunakan di Jalan Ketintang, memiliki spesifikasi sebagai berikut:

1. Lebar *precast* (b) = 1,75 m
2. Tinggi *precast* (t) = 1,25 m
3. Koefisien manning (n) = 0,015
4. Kecepatan aliran = 0,1 m/s
5. Kemiringan rencana = 0,0002
6. Kemiringan lapangan = 0,0000498

Dengan cara yang sama seperti pada Jalan Tanjung Sari, untuk menghitung debit kapasitas saluran di Jalan Ketintang menggunakan Persamaan 4. Sebelum masuk ke Persamaan 4, perlu menghitung dari Persamaan 1 hingga 3, seperti keliling dan luas penampang, jari-jari hidrolis, dan kemiringan saluran. Setelah didapatkan debit kapasitas saluran, dibandingkan antara Q kapasitas dengan Q banjir rencana yang dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Perbandingan Debit Banjir Rencana dengan Debit Kapasitas Saluran

Periode ulang (n tahun)	Q Kapasitas (m ³ /s)	</>	Q Rencana (m ³ /s)	Keterangan	Efektivitas saluran
10 (lapangan)	2,19	>	4,27	Meluap	1,95
10 (rencana)	13,34	>	4,27	Aman	0,32
5 (lapangan)	2,19	>	3,83	Meluap	1,75
5 (rencana)	13,34	>	3,83	Aman	0,29
2 (lapangan)	2,19	>	3,13	Meluap	1,42
2 (rencana)	13,34	>	3,13	Aman	0,23

Pembahasan faktor utama penyebab banjir di Jalan Ketintang

Kapasitas Saluran

Hasil simulasi yang dilakukan melalui aplikasi *HEC-RAS* dengan tidak memasukkan sedimen didapatkan bahwa debit kapasitas maksimum saluran adalah sebesar 2,19 m³/s. Selanjutnya dilakukan simulasi yang berbeda dengan yang sebelumnya, yaitu dimasukkan data sedimen. Kedua analisa tersebut dilakukan untuk membandingkan dan menemukan seberapa berpengaruh sedimen di dalam saluran. Setelah dilakukan analisa dengan menggunakan sedimen didapatkan bahwa *flow area* dari saluran bertambah melebihi 2,19 m² dari *stationing* 1000 hingga 200, dimana *flow area* maksimum yang didapatkan adalah 2,24 m². Tabel 9 adalah rekapan kapasitas saluran tanpa dan dengan sedimen.

Setelah dilakukan analisa dengan menggunakan debit kapasitas saluran, dilakukan analisa dengan menggunakan debit banjir rencana maksimum. Pada Tabel 9, dengan debit 4,3 m³/det, kecepatan alirannya sebesar 0,11 m/s. Dengan adanya tambahan sedimen didapatkan bahwa luasan basah saluran bertambah hingga paling besar adalah 3,84 m². Hal ini selaras dengan adanya pengaruh sedimen terhadap kecepatan dan luasan basah, dimana oleh karena adanya sedimen mengakibatkan kemiringan saluran menjadi lebih landai dari kemiringan rencana. Hal ini menyebabkan semakin rendah kecepatannya dan dengan debit yang sama maka akan bertambah luas basahnya, yang dalam hal ini dapat menyebabkan saluran di Ketintang meluap.

Tabel 9. Rekapan kapasitas saluran tanpa dan dengan sedimen di Jalan Ketintang

Saluran	Q (m ³ /det)	Kemiringan	Tanpa Sedimen			Ada Sedimen		
			V (m/s)	Flow area (m ²)	Keterangan	V (m/s)	Flow area (m ²)	Keterangan
Rencana	13,34	0,0002	0,61	2,2	Aman	0,33	4,09	Meluap
Rencana	4,3	0,0002	0,45	0,95	Aman	0,23	1,88	Aman
Lapangan	2,2	0,0000498	0,1	2,19	Aman	0,1	2,24	Meluap
Lapangan	4,3	0,0000498	0,11	3,79	Meluap	0,11	3,84	Meluap

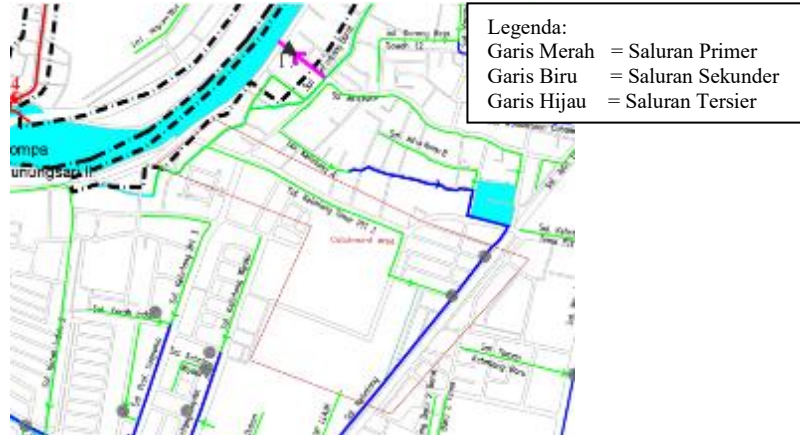
Hasil yang pertama adalah data yang didapatkan melalui pengambilan kecepatan saluran di lapangan, yaitu didapatkan sebesar 0,1 m/s. Setelah didapatkan kecepatan di lapangan, dapat dihitung nilai kemiringan dari saluran tersebut dan didapatkan sebesar 0,0000545. Sama halnya dengan Jalan Tanjung Sari, kemiringan saluran 0.0000545 ini berbeda dengan kemiringan rencana saluran tersebut yang didapatkan dari informasi Pemerintah Kota, yaitu 0.0002. Dengan kemiringan saluran 0.0000545 didapatkan debit kapasitas saluran sebesar 3,1 m³/s, sedangkan dengan kemiringan rencana saluran 0.0002 didapatkan debit kapasitas saluran sebesar 13,34 m³/s. Hal ini sudah menunjukkan adanya perbedaan kapasitas saluran dari yang direncanakan dengan yang ada di lapangan saat ini. Kemudian, hasil yang kedua adalah data yang diperoleh dari pengambilan kemiringan saluran di lapangan, yaitu 0.0000498. Debit kapasitas salurannya adalah sebesar 4,3 m³/s. Dari dua data yang didapatkan, terdapat perbedaan yang cukup signifikan antara debit saluran di lapangan sebesar 3,1 m³/s dan debit saluran rencana sebesar 4,3 m³/s.

Sedimentasi

Seperti halnya di Jalan Tanjung Sari, sedimentasi juga merupakan salah satu faktor yang dapat menyebabkan saluran di jalan Ketintang meluap. Dari hasil simulasi program *HEC-RAS* dengan diberi data sedimentasi yang telah diambil di lapangan dan diolah sebagai salah satu input saat menjalankan simulasi, terdapat perbedaan kecepatan, dimana hasilnya yang dengan sedimentasi lebih rendah daripada bila tanpa sedimentasi, sehingga luas basah saluran semakin besar dan dapat mengakibatkan air meluap dari saluran. Luas basah yang tercantum pada Tabel 9 adalah yang

didapatkan dari hasil simulasi program HEC-RAS agar dapat disajikan dalam bentuk angka. Dari hasil simulasi program HEC-RAS dapat dibandingkan bahwa dengan adanya sedimentasi, kemiringan saluran lebih landai, sehingga kecepatan saluran semakin berkurang dan dengan debit yang sama, maka luas basahannya semakin besar, yang dapat diartikan bahwa air akan meluap dari saluran.

Persebaran Saluran Drainase



Gambar 8. Peta saluran drainase di Jalan Ketintang

Saluran drainase yang tersebar secara tidak merata merupakan salah satu faktor penyebab saluran meluap. Banyak kasus banjir terjadi akibat limpahan yang terlalu besar yang tidak dapat ditampung oleh saluran tersebut. Persebaran drainase perkotaan yang tidak tepat juga berkontribusi terhadap meluapnya saluran, karena berkurangnya kemampuan tanah dalam menyerap air. Gambar 8 adalah peta saluran drainase di Jalan Ketintang, dimana persebarannya sudah cukup baik.

4. KESIMPULAN

Tingkat efektifitas pada saluran rencana di Jalan Tanjung Sari sudah cukup baik, dimana efektifitasnya berada antara 0,5 – 0,75. Namun pada saluran lapangan di Jalan Tanjung Sari kurang baik karena berada di area 0,75 – 1. Sedangkan tingkat efektifitas pada saluran rencana di Jalan Ketintang sudah sangat baik, dimana efektifitasnya berada antara 0,25 – 0,5. Namun pada saluran lapangan di Jalan Ketintang tidak baik karena berada di area > 1.

Faktor utama dalam kejadian meluapnya saluran di Jalan Tanjung Sari adalah adanya di dalam saluran yang mengalami penumpukan sedimentasi berlebih, sehingga kapasitas saluran menjadi berkurang. Hal ini mengakibatkan volume air yang dapat ditampung oleh saluran menjadi terbatas atau tidak lagi sesuai rencana awal. Sedangkan faktor utama penyebab terjadinya banjir pada saluran di Jalan Ketintang adalah perbedaan dalam kemiringan saluran, dimana kemiringan yang terpasang di lapangan tidak sesuai dengan kemiringan rencana. Hal ini mengakibatkan penurunan kecepatan dan pengurangan kapasitas saluran.

DAFTAR PUSTAKA

- Patoppoi, B. (n.d.). *40 Unit Mobil Damkar Dikerahkan Untuk Menyedot Genangan Banjir Di Beberapa Wilayah Surabaya - Suara Surabaya*. Retrieved September 12, 2025, from <https://www.suarasurabaya.net/kelanakota/2024/40-unit-mobil-damkar-dikerahkan-untuk-menyedot-genangan-banjir-di-beberapa-wilayah-surabaya/>
- Iskandar, Y. (n.d.). *1384_SNI_2415-2016.Pdf - Free Download PDF*. Retrieved September 12, 2025, from https://kupdf.net/download/1384-sni-2415-2016-pdf_58a9cf026454a7bf3cb1e903_pdf
- Anggrahini. (1997). *Hidrolika Saluran Terbuka*. Citra Media.
- Ardiyana, M., Bisri, M., Sub Bagian Perencanaan Evaluasi, S., & Dinas Pengairan Kabupaten Malang, P. (2016). Studi Penerapan Ecodrain Pada Sistem Drainase Perkotaan (Studi Kasus : Perumahan Sawojajar Kota Malang). *Jurnal Teknik Pengairan: Journal Of Water Resources Engineering*, 7(2), 295–309. <https://jurnalpengairan.Ub.Ac.Id/Index.Php/Jtp/Article/View/301>
- Banjir Parah, Jalan-Jalan Protokol Surabaya Lumpuh | IDN Times Jatim. (n.d.). Retrieved September 11, 2025, from <https://jatim.idntimes.com/news/jawa-timur/banjir-parah-jalan-jalan-protokol-surabaya-lumpuh-00-clj5x-445pwb>

- Bili, E. M., Messakh, J. J., & Selan, M. M. (2024). Evaluasi sistem drainase di kawasan Pasar Lama Kota Waikabubak Kabupaten Sumba Barat. *Batakarang*, 5(2a), 12–18. <https://www.jurnalbatakarang.ptbundana.org/index.php/batakarang/article/view/418>
- Conblock, I. (n.d.). efektivitas box culvert mengatasi genangan air dan erosi tanah. Retrieved September 11, 2025, from <https://indonusa-conblock.com/efektivitas-box-culvert/>
- Hambali, R., & Apriyanti, Y. (2016). Studi karakteristik sedimen dan laju sedimentasi Sungai Daeng–Kabupaten Bangka Barat. *FROPIL (Forum Profesional Teknik Sipil)*, 4(2), 165–174. <https://doi.org/10.33019/fropil.v4i2.1248>
- Akhir, O. (2019). *Evaluasi Sistem Saluran Drainase Perkotaan Pada Kawasan Jalan Laksda Adisucipto Yogyakarta* (Publikasi No. 12511089) [Skripsi, Universitas Islam Indonesia]. <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/13624>
- Mattotorang, U. H. (2019). Studi pengaruh lebar sungai terhadap karakteristik aliran sedimen di dasar. *Pena Teknik: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Teknik*, 4(1), 77–87. https://doi.org/10.51557/PT_JIIT.V4I1.217
- Prawati, E., Rolia, E., & Ashiddiqy, F. (2022). Analisa sistem drainase terhadap penanggulangan banjir dan genangan di Kecamatan Metro Timur–Kota Metro-Lampung. *Tapak (Teknologi Aplikasi Konstruksi): Jurnal Program Studi Teknik Sipil*, 12(1), 60–70. <https://doi.org/10.24127/TP.V12I1.2323.G1376>
- Rossaty, R., Mu'min, M. A., & Sobara, M. (2023). Pengaruh sedimentasi terhadap kapasitas debit rencana dan kinerja saluran pada saluran induk Cisadane barat laut Kabupaten Tangerang. *Structure*, 4(1), 1–8. <https://doi.org/10.31000/CIVIL.V4I1.8040>
- Sari, S. N. I. (2024). Perencanaan drainase perkotaan wilayah rawa dengan pendekatan drainase berkelanjutan di Merauke. *Journal of Scientech Research and Development*, 6(1), 1108–1115. <https://doi.org/10.56670/JSRD.V6I1.393>
- Surabaya Diguyur Hujan Deras 2 Jam, Banjir Masuk Rumah-Rumah Warga | IDN Times Jatim. (N.D.). Retrieved September 11, 2025, From <https://Jatim.Idntimes.Com/News/Jawa-Timur/Surabaya-Diguyur-Hujan-Deras-2-Jam-Banjir-Masuk-Rumah-Rumah-Warga-00-Bcbwd-Yqt9th>
- Nanda, M. P., & Kurniawati, M. (n.d.). *Tampilan Metode Pekerjaan Box Culvert Untuk Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*. Retrieved September 12, 2025, From <https://ejournal.polraf.ac.id/index.php/JTS/Article/View/296/281>
- Tjahyana, A., & Lasminto, U. (2020). Studi pengaruh perubahan kedalaman saluran terhadap pengelolaan sedimen di saluran box culvert. *Jurnal Teknik Sipil*, 15(4), 269–277. <https://doi.org/10.24002/JTS.V15I4.3802>