

# ANALISIS KINERJA BOX CULVERT TERHADAP DEBIT BANJIR RENCANA DI KECAMATAN PAKAL SURABAYA (Ricky Farrel Afrizal, Reza Surya Ramadhan, & Aulia Dewi Fatikasari)

## ANALISIS KINERJA BOX CULVERT TERHADAP DEBIT BANJIR RENCANA DI KECAMATAN PAKAL SURABAYA

Ricky Farrel Afrizal<sup>1\*</sup>, Reza Surya Ramadhan<sup>2</sup>, Aulia Dewi Fatikasari<sup>3</sup>

<sup>123</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur, Surabaya

Jalan Rungkut Madya, Kec. Gn. Anyar, Surabaya, Jawa Timur 60294

E-mail: [22035010087@student.upnjatim.ac.id](mailto:22035010087@student.upnjatim.ac.id)<sup>1</sup>, [22035010113@student.upnjatim.ac.id](mailto:22035010113@student.upnjatim.ac.id)<sup>2</sup>,  
[auliafatikaa@gmail.com](mailto:auliafatikaa@gmail.com)<sup>3</sup>

(\*) Penulis Korespondensi

(Artikel dikirim: 11 Desember 2025, Direvisi: 16 Desember 2025, Diterima: 30 April 2026)

DOI: <http://dx.doi.org/10.30742/axial.v14i1.5093>

**ABSTRAK:** Kota Surabaya termasuk wilayah yang memiliki tingkat kerawanan terhadap bencana banjir, salah satunya berada di Kecamatan Pakal. Upaya penanganan banjir melalui pembangunan infrastruktur drainase juga sejalan dengan tujuan pembangunan berkelanjutan, khususnya SDGs ke-9 yang menitik beratkan pada pembangunan infrastruktur yang tangguh serta inovasi teknologi. Tercatat bahwa di kawasan ini terdapat kurang lebih tujuh titik genangan yang sempat terjadi dalam beberapa waktu terakhir. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja dimensi *box culvert* dalam upaya pengendalian banjir di Kecamatan Pakal, Surabaya. Metode penelitian dilakukan melalui analisis data curah hujan harian periode 2009–2024 menggunakan Distribusi *Log Pearson Tipe III* untuk memperoleh curah hujan rencana. Selanjutnya, debit banjir rencana dihitung dengan metode rasional. Kapasitas *hidrolis box* berukuran 7,00 m × 3,50 m dan kemiringan rencana sebesar 0,0005%, dianalisis menggunakan persamaan Manning guna mengetahui kemampuan saluran dalam mengalirkan debit banjir. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa kapasitas *box culvert* yang direncanakan mampu menampung debit sebesar 61,197 m<sup>3</sup>/det, yang nilainya lebih besar dibandingkan debit banjir periode ulang 10 tahun sebesar 14,03 m<sup>3</sup>/det. Dengan demikian, dimensi *box culvert* tersebut dinilai efektif dalam menurunkan potensi genangan di wilayah Kecamatan Pakal.

**KATA KUNCI:** *box culvert, Banjir, Efektivitas, Infrastruktur, Inovasi*

**ABSTRACT:** Surabaya City is an area that has a high level of vulnerability to flooding, one of which is in Pakal District. Flood management efforts through the development of drainage infrastructure are also in line with sustainable development goals, especially SDGs 9 which emphasizes the development of resilient infrastructure and technological innovation. It was noted that in this area there were approximately seven inundation points that had occurred in recent times. This study aims to evaluate the performance of box culvert dimensions in flood control efforts in Pakal District, Surabaya. The research method was carried out through analysis of daily rainfall data for the period 2009–2024 using Log Pearson Type III Distribution to obtain the design rainfall. Furthermore, the design flood discharge was calculated using the rational method. The hydraulic capacity of the box measuring 7.00 m × 3.50 m and a design slope of 0.0005%, was analyzed using the Manning equation to determine the channel's ability to drain flood discharge. The calculation results show that the planned box culvert capacity can accommodate a discharge of 61,197 m<sup>3</sup>/s, which is greater than the 10-year return period flood discharge of 14.03 m<sup>3</sup>/s. Therefore, the box culvert dimensions are considered effective in reducing the potential for flooding in the Pakal District area.

**KEYWORDS:** *box culvert, Flood, Effectiveness, Infrastructure, Innovation*

### 1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan dengan sekitar 70% wilayahnya berupa perairan, sehingga memiliki tingkat kerentanan yang tinggi terhadap bencana tsunami. Selain itu, sebagai negara beriklim tropis dengan intensitas curah hujan yang relatif tinggi, Indonesia juga

berpotensi mengalami berbagai bencana seperti tanah longsor, banjir, dan angin puting beliung pada musim hujan, serta kekeringan saat musim kemarau (Irawan, I., & Kustiawan, 2022).encana hidrometeorologi sendiri adalah jenis bencana alam yang dipengaruhi oleh kondisi atmosfer, termasuk curah hujan, temperatur, kelembapan,



dan kecepatan angin. Bentuk bencana yang tergolong dalam kategori ini antara lain banjir, longsor, angin kencang, puing beliung, dan kekeringan (Sulistya, W., & Nino, 2022).

Sebagai kota besar yang dikenal dengan julukan Kota Pahlawan, Surabaya juga menghadapi ancaman bencana alam, khususnya banjir (Refnitasari, Cahyaka, Handayani, & Amudi, 2022). Banjir umumnya terjadi akibat limpasan air hujan yang mengalir melalui badan sungai maupun menggenang di suatu wilayah. Limpasan tersebut merupakan aliran permukaan yang terbentuk setelah sebagian air hujan mengalami proses infiltrasi dan evaporasi, kemudian bergerak menuju saluran atau sungai. (Ningrum, Trilita, & Handajani, 2021). Salah satu kawasan yang tergolong rawan banjir di Surabaya adalah wilayah Surabaya Barat, meliputi Kecamatan Pakal, Kecamatan Benowo, dan Kecamatan Tambak Osowilangun, yang hampir setiap tahun terdampak genangan. Di Kecamatan Pakal sendiri tercatat sekitar tujuh titik genangan dengan tinggi air bervariasi antara 15 cm hingga 1 meter. Genangan tertinggi pernah terjadi di kawasan Jalan Beji dan Jalan Pakal Madya Barat (Pangestu, Bagaskara, Syahtoni, Putratama, & Reviandani, 2024).

Oleh karena itu direncanakan *box culvert* untuk bisa mengalirkan aliran dari hulu ke hilir agar banjir di Kecamatan Pakal dapat teratasi dengan baik dan tidak mengganggu aktivitas perekonomian. Saluran Diversi Ruas Jalan Babat Jerawat dibangun untuk mengurangi kemacetan di sepanjang Jalan Babat Jerawat dan mengurangi banjir dan genangan air. Saluran ini membagi aliran dari Jalan Sememi ke Jalan Babat Jerawat dan ke Jalan Kandangan untuk mencegah banjir. Pembangunan saluran Drainase meneruskan trase mulai dari Sememi sampai Benowo sejauh 300 meter (Wikanto & Wibisono, 2024). Kegiatan ini sejalan dengan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (*Sustainable Development Goals*) ke-9, yaitu "*Industry, Innovation, and Infrastructure*" atau "*Pembangunan Infrastruktur, Industrialisasi Inklusif, dan Inovasi*". SDGs 9 menekankan pentingnya penguatan infrastruktur yang tangguh, mendorong inovasi teknologi, serta menciptakan pembangunan yang inklusif dan berkelanjutan.

Meskipun sejumlah penelitian terdahulu seperti (Pangestu et al., 2024) telah mengidentifikasi titik rawan banjir di Kecamatan Pakal dan mengevaluasi saluran drainase Rayon Tandes, terdapat gap penelitian yang signifikan yaitu kurangnya analisis kuantitatif spesifik mengenai efektivitas *box culvert* dengan dimensi 7 m × 3,5 m terhadap debit banjir periode ulang 10 tahun menggunakan metode hidrologi terintegrasi (Log

Pearson Type III, Rasional, dan Manning). Penelitian sebelumnya cenderung bersifat deskriptif atau terfokus pada evaluasi kualitatif infrastruktur *existing* tanpa perhitungan kapasitas hidraulik komprehensif.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif berbasis analisis hidrologi dan hidrolika terintegrasi untuk mengevaluasi kinerja struktur *box culvert* terhadap debit banjir rencana pada periode ulang tertentu. Pendekatan ini menitik beratkan pada pengolahan data numerik serta pemodelan matematis guna memperoleh hasil yang objektif dan terukur. Analisis hidrologi dilakukan untuk mengestimasi besaran curah hujan rencana dan debit banjir menggunakan metode statistik distribusi probabilitas serta pendekatan empiris, sedangkan analisis hidrolika digunakan untuk mengevaluasi kapasitas aliran saluran berdasarkan parameter geometrik dan karakteristik aliran. Tahapan penelitian disusun secara sistematis dan berurutan, dimulai dari pengumpulan serta verifikasi data sekunder, pengolahan data curah hujan, penentuan hujan rencana dengan distribusi Log Pearson Tipe III, hingga perhitungan debit banjir rencana menggunakan metode rasional. Selanjutnya, dilakukan analisis kapasitas hidrolika saluran menggunakan persamaan Manning untuk menentukan kemampuan penampang *box culvert* dalam mengalirkan debit. Tahap akhir penelitian berupa evaluasi kinerja dilakukan dengan membandingkan debit banjir rencana terhadap kapasitas saluran, sehingga dapat diketahui tingkat efektivitas dimensi *box culvert* dalam mengendalikan potensi genangan.

### 2.1 Lokasi Penelitian

Objek dalam penelitian yang dilakukan berada pada Jalan Raya Pakal, Kecamatan Pakal, Surabaya dengan koordinat 7.2412905°S, 112.6270311°E.

### 2.2 Data Penelitian

Penelitian ini menggunakan data sekunder yang berasal dari Dinas Sumber Daya Air dan Bina Marga (DSDABM). Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini berupa curah hujan pada Stasiun Hujan Simo tahun 2009-2024.

### 2.3 Analisis Debit Banjir Rencana

Curah hujan tahunan merupakan total akumulasi curah hujan bulanan yang tercatat selama satu tahun pengamatan pada suatu stasiun hujan tertentu (Susilowati, 2015). Debit banjir rencana adalah debit maksimum rencana di sungai

# ANALISIS KINERJA BOX CULVERT TERHADAP DEBIT BANJIR RENCANA DI KECAMATAN PAKAL SURABAYA (Ricky Farrel Afrizal, Reza Surya Ramadhan, & Aulia Dewi Fatikasari)

dengan periode ulang tertentu yang dapat dialirkan. (Ardana, Soriarta, Widnyana, & Diasa, 2021). Penelitian dimulai dengan pengumpulan data curah hujan harian dari stasiun hujan terdekat selama periode 15 tahun terakhir. Data ini digunakan untuk menghitung curah hujan harian maksimum dan curah hujan rencana sesuai dengan periode ulang tertentu menggunakan metode distribusi statistik (*Log Pearson Tipe III*).

Koefisien limpasan permukaan merupakan parameter yang menyatakan perbandingan antara volume aliran permukaan yang terbentuk akibat hujan dengan total curah hujan yang jatuh pada suatu wilayah tertentu (Krisnayanti, Bunganaen, Hangge, Munaisyah, & K, 2018). Nilai koefisien limpasan (C) ditentukan berdasarkan kondisi tutupan lahan serta luas daerah tangkapan air, yang mencerminkan besarnya proporsi air hujan yang berubah menjadi aliran permukaan.

Waktu konsentrasi adalah durasi yang dibutuhkan air hujan untuk mengalir dari titik terjauh dalam suatu daerah aliran menuju titik kontrol yang ditetapkan di bagian hilir (Nopriansyah, Azwarman, & Raudhati, 2023). Waktu konsentrasi ini merupakan elemen yang Parameter ini memiliki peran penting dalam perhitungan debit banjir, khususnya pada metode rasional, karena besarnya debit ditentukan oleh intensitas hujan rata-rata selama waktu konsentrasi tersebut. Estimasi waktu konsentrasi umumnya dihitung menggunakan persamaan empiris, salah satunya adalah rumus *Kirpich*.

$$tc = 0,01947 \times L^{0,77} \times S^{-0,385} \quad (1)$$

Keterangan:

- tc = Waktu konsentrasi (menit)
- L = Panjang saluran (m)
- S = Kemiringan daerah aliran sungai

Intensitas hujan merupakan besaran curah hujan yang dinyatakan dalam tinggi atau volume hujan per satuan waktu. Nilai intensitas ini dipengaruhi oleh jumlah curah hujan yang terjadi dan memiliki hubungan berbanding terbalik dengan durasi kejadian hujan, di mana semakin singkat waktu hujan, umumnya intensitasnya semakin besar (Anisah, Meliyana, Zardi, & Sriana, 2024). Dalam analisis hidrologi, perhitungan intensitas hujan sering dilakukan menggunakan rumus Mononobe, yang dinyatakan dalam bentuk persamaan sebagai berikut.

$$I = \left( \frac{R24}{24} \right) \left( \frac{24}{tc} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (2)$$

Selanjutnya, debit banjir rencana dihitung dengan metode Rasional. Metode ini didasarkan pada asumsi bahwa intensitas hujan terdistribusi secara merata di seluruh daerah aliran selama waktu konsentrasi. Perhitungannya melibatkan parameter koefisien limpasan (C), intensitas

hujan (I), serta luas daerah tangkapan air (A) sebagai komponen utama dalam menentukan besarnya debit banjir.

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A \quad (3)$$

Keterangan:

- Q = Debit banjir maksimum (m<sup>3</sup>/det)
  - C = Koefisien pengaliran
  - I = Intensitas hujan rata-rata selama waktu tiba banjir (mm/jam)
  - A = Luas daerah pengaliran (km<sup>2</sup>)
- Hasil perhitungan debit ini menjadi parameter utama untuk perancangan sistem drainase dalam mencegah banjir.

## 2.4 Analisis Dimensi Box Culvert

Dalam penentuan dimensi *box culvert*, dilakukan analisis hidrologi untuk memperkirakan debit aliran yang masuk berdasarkan periode ulang tertentu, seperti 5 tahun atau 10 tahun. Selanjutnya, debit hasil analisis hidrologi dibandingkan dengan kapasitas debit secara hidrolika guna mengetahui apakah saluran mengalami limpasan atau tidak. Maka dalam perencanaan *box culvert*, Q rencana < Q kapasitas agar tidak terjadi limpasan.

Adapun persamaan yang digunakan dalam perhitungan debit hidrolika adalah sebagai berikut.

$$Q = V \times A \quad (4)$$

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \quad (5)$$

Keterangan:

- Q = Debit hidrolika (m<sup>3</sup>/s)
- V = Kecepatan rata-rata (m/s)
- n = Koefisien kekasaran manning
- R = Jari-jari hidrolis saluran (m)
- S = Kemiringan saluran
- A = Luas penampang saluran (m<sup>2</sup>)

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Curah Hujan Harian Maksimum

Data curah hujan diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum Sumber Daya Air dan Bina Marga (DSDABM). Tahap awal penelitian dilakukan dengan mengumpulkan data sekunder berupa curah hujan harian dari stasiun hujan terdekat dalam kurun waktu 15 tahun terakhir. Data yang digunakan merupakan curah hujan maksimum yang tercatat di Stasiun Pengamat Hujan Simo, sebagaimana disajikan pada **Tabel 1**.

**Tabel 1.** Curah Hujan Maksimum Setiap Tahun

No.	Tahun	R	
		Pada Stasiun Hujan Simo	R Max (mm)
1	2009	107,00	107,00
2	2010	89,00	89,00
3	2011	84,00	84,00
4	2012	67,00	67,00
5	2014	78,00	78,00
6	2015	88,00	88,00
7	2016	86,00	86,00
8	2017	102,00	102,00
9	2018	49,00	49,00
10	2019	67,00	67,00
11	2020	98,00	98,00
12	2021	97,00	97,00
13	2022	69,00	69,00
14	2023	129,00	129,00
15	2024	98,00	98,00
<b>Jumlah</b>			1308,00
<b>Curah Hujan Rata-rata</b>			87,23

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2025)

Berdasarkan hasil perhitungan pada **Tabel 1** didapatkan curah hujan rata-rata sebesar 87,23 mm.

**Tabel 2.** Perhitungan Parameter Statistik Untuk Distribusi Log Pearson Tipe III dan Log Normal sebagaimana disajikan pada **Tabel 3.**

### 3.2 Perhitungan Parameter Statistik

Perhitungan Parameter Statistik Untuk Distribusi Normal dan Gumbel sebagaimana disajikan pada

**Tabel 2.** Perhitungan Parameter Statistik Untuk Distribusi Normal dan Gumbel

No.	Tahun	R			
		Pada Stasiun Hujan Simo	$(X-\bar{X})^2$	$(X-\bar{X})^3$	$(X-\bar{X})^4$
1	2009	107,00	390,72	7.723,25	152.662,99
2	2010	89,00	3,12	5,51	9,74
3	2011	84,00	10,45	-33,8	109,3
4	2012	67,00	409,39	-8.283,28	167.598,35
5	2014	78,00	85,25	-787,18	7.268,32
6	2015	88,00	0,59	0,45	0,35
7	2016	86,00	1,52	-1,88	2,31
8	2017	102,00	218,05	3.219,94	47.547,74
9	2018	49,00	1.461,79	-55.889,02	2.136.823,51
10	2019	67,00	409,39	-8.283,28	167.598,35
11	2020	98,00	115,92	1.248,08	13.437,70
12	2021	97,00	95,39	931,62	9.098,83
13	2022	69,00	332,45	-6.061,75	110.525,96
14	2023	129,00	1.786,47	75.508,18	3.191.479,03
15	2024	98,00	115,92	1.248,08	13.437,70
<b>Jumlah</b>		<b>1.308,00</b>	<b>5.436,43</b>	<b>10.544,93</b>	<b>6.017.600,18</b>

(Sumber: Hasil Perhitungan 2025)

Perhitungan Parameter Dasar Statistik Nilai Varian:

a. Standart Deviasi

**ANALISIS KINERJA BOX CULVERT TERHADAP DEBIT BANJIR  
RENCANA DI KECAMATAN PAKAL SURABAYA**  
(Ricky Farrel Afrizal, Reza Surya Ramadhan, & Aulia Dewi Fatikasari)

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{5436,43}{15 - 1}}$$

$$S = 19,706 \text{ mm}$$

b. Koefisien Variasi (Cv)

$$CV = \frac{S}{\bar{X}}$$

$$CV = \frac{19,706}{87,23}$$

$$CV = 0,114$$

c. Koefisien Skewness (Cs)

$$CS = \frac{n \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{(n - 1)(n - 2)S^3}$$

$$CS = \frac{15 \times (10544,93)}{(15 - 1)(15 - 2)19,706^3}$$

$$CS = 0,114$$

d. Koefisien Kurtosis (Ck)

$$Ck = \frac{n^2 \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{(n - 1)(n - 2)(n - 3)S^4}$$

$$Ck = \frac{15^2 \times 6017600,18}{(15 - 1)(15 - 2)(15 - 3)19,706^4}$$

$$Ck = 4,111$$

**Tabel 3.** Perhitungan Parameter Statistik Untuk Distribusi Log Pearson Tipe III dan Log Normal

No.	Tahun	R				
		Pada Stasiun Hujan Simo	Log (X)	Log (X- $\bar{X}$ ) <sup>2</sup>	Log (X- $\bar{X}$ ) <sup>3</sup>	Log (X- $\bar{X}$ ) <sup>4</sup>
1	2009	107,00	2,03	0,00994	0,00099	0,00010
2	2010	89,00	1,95	0,00039	0,00001	0,00000
3	2011	84,00	1,92	0,00003	0,00000	0,00000
4	2012	67,00	1,83	0,01074	-0,00111	0,00012
5	2014	78,00	1,89	0,00141	-0,00005	0,00000
6	2015	88,00	1,94	0,00022	0,00000	0,00000
7	2016	86,00	1,93	0,00002	0,00000	0,00000
8	2017	102,00	2,01	0,00623	0,00049	0,00004
9	2018	49,00	1,69	0,05736	-0,01374	0,00329
10	2019	67,00	1,83	0,01074	-0,00111	0,00012
11	2020	98,00	1,99	0,00379	0,00023	0,00001
12	2021	97,00	1,99	0,00326	0,00019	0,00001
13	2022	69,00	1,84	0,00825	-0,00075	0,00007
14	2023	129,00	2,11	0,03333	0,00609	0,00111
15	2024	98,00	1,99	0,00379	0,00023	0,00001
<b>Jumlah</b>		<b>1.308,50</b>	<b>28,95</b>	<b>0,14949</b>	<b>- 0,00853</b>	<b>0,00488</b>
<b>Rata-Rata</b>		<b>87,23</b>	<b>1,93</b>	<b>0,00997</b>	<b>- 0,00057</b>	<b>0,00033</b>

(Sumber: Hasil Perhitungan 2025)

Perhitungan Parameter Dasar Statistik Nilai Variat:

a. Standart Deviasi

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{0,14949}{15 - 1}}$$

$$S = 0,103 \text{ mm}$$

b. Koefisien Skewness (Cs)

$$CS = \frac{n \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{(n - 1)(n - 2)S^3}$$

$$CS = \frac{15 \times (-0,00853)}{(15 - 1)(15 - 2)0,103^3}$$

$$CS = -0,64$$

c. Koefisien Kurtosis (Ck)

$$Ck = \frac{n^2 \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{(n - 1)(n - 2)(n - 3)S^4}$$

$$Ck = \frac{15^2 \times 0,00488}{(15-1)(15-2)(15-3)0,10^4}$$

$$Ck = 4,111$$

Hasil perhitungan parameter statistik yang telah diperoleh selanjutnya digunakan sebagai acuan untuk melakukan pemilihan jenis distribusi yang sesuai, pemulihan distribusi yang sesuai pada kajian ini dapat dilihat pada **Tabel 4**.

### 3.2 Pemilihan Jenis Distribusi

**Tabel 4.** Pemilihan Jenis Distribusi yang Sesuai

No.	Distribusi	Parameter Statistik	Syarat	Hitungan	Kesimpulan Syarat
1	Normal	Cs	Sama/mendekati = 0	0,11	Memenuhi
		Ck	Sama/mendekati = 3	2,84	Memenuhi
2	Gumbell	Cs	Sama/mendekati ≤ 1,44	0,11	Tidak Memenuhi
		Ck	Sama/mendekati ≤ 5,4	4,11	Memenuhi
3	Log Pearson Type III	Cs	Selain dari nilai di atas	-0,64	Memenuhi
		Ck		4,41	Memenuhi
4	Log Normal	Cs	$Cs = Cv^3 + 3Cv = 3$	0,16	Tidak Memenuhi
		Ck	$Ck = Cv^8 + 6Cv^6 + 15Cv^4 + 16Cv^2 + 3 = 5,383$	2,84	Tidak Memenuhi

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2025)

### 3.3 Distribusi Log Pearson Tipe III

Perhitungan Distribusi *Log Pearson Tipe III* (Nilai faktor frekuensi (k) ditentukan sesuai dengan periode ulang yang direncanakan dengan

mempertimbangkan koefisien kemencengan (Cs). Untuk mendapatkan besaran k yang tepat, dilakukan proses interpolasi berdasarkan nilai Cs sebagaimana tercantum pada **Tabel 5**.

**Tabel 5.** Nilai k dari Interpolasi berdasarkan Nilai Cs

Peluang %	99	90	50	20	10	4	2	1
	Peluang Ulang (Tahun)							
Cs	1,01	1,11	2	5	10	25	50	100
-0,60	-2,755	-1,328	0,099	0,857	1,200	1,528	1,720	1,880
-0,64	-2,781	-1,330	0,105	0,857	1,194	1,513	1,699	1,852
-0,70	-2,824	-1,333	0,116	0,857	1,183	1,488	1,663	1,806

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2025)

Berdasarkan **Tabel 2**, diperoleh data hujan harian maksimum untuk periode ulang 2, 5, dan 10 tahun yang dihitung menggunakan Distribusi *Log Pearson Tipe III*.

$$X = \text{Log } x + (k \cdot S)$$

$$X_2 = 1,93 + (0,105 \times 0,103) = 1,94$$

$$\text{anti log } 1,94 = 87,21 \text{ mm}$$

$$X_5 = 1,93 + (0,857 \times 0,103) = 2,02$$

$$\text{anti log } 2,02 = 104,29 \text{ mm}$$

$$X_{10} = 1,93 + (1,194 \times 0,103) = 2,05$$

$$\text{anti log } 2,05 = 112,99 \text{ mm}$$

$$X_{25} = 1,93 + (1,513 \times 0,103) = 2,09$$

anti log 2,09 = 121,91 mm  
Berdasarkan hasil perhitungan hujan harian maksimum didapatkan periode ulang 10 tahun sebesar 112,99 mm.

### 3.4 Analisa Debit Banjir Rencana

Setelah nilai curah hujan rencana diperoleh, langkah berikutnya adalah melaksanakan analisis debit. Analisis ini dilakukan untuk menentukan besarnya debit banjir rencana yang terjadi pada saluran Diversi Gunungsari.

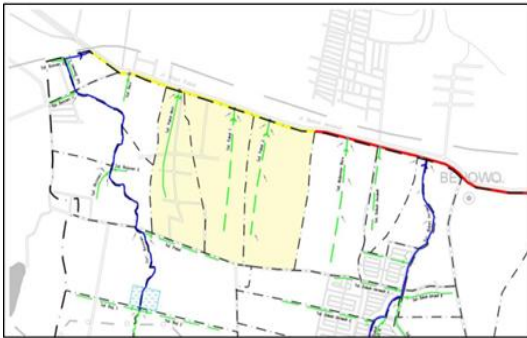
## ANALISIS KINERJA BOX CULVERT TERHADAP DEBIT BANJIR RENCANA DI KECAMATAN PAKAL SURABAYA

(Ricky Farrel Afrizal, Reza Surya Ramadhan, & Aulia Dewi Fatikasari)

### a) Koefisien Pengaliran (C)

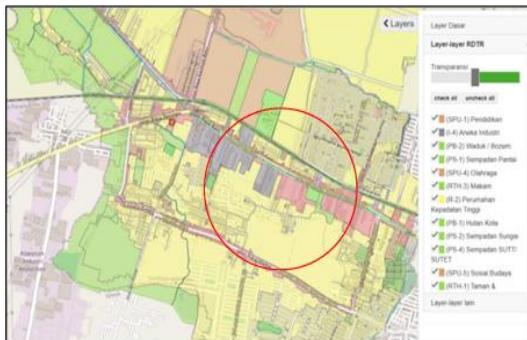
Koefisien limpasan permukaan merupakan suatu nilai yang menyatakan rasio antara jumlah aliran permukaan yang terbentuk akibat hujan yang turun pada suatu wilayah dengan total volume curah hujan yang terjadi di wilayah tersebut (Krisnayanti, Bunganaen, Hangge, Munaisyah, & K, 2018)

Berikut merupakan *catchment area* Gunungsari-Sememi yang ditunjukkan pada **Gambar 1**.



**Gambar 1.** *Catchment Area* Gunungsari Sememi (Sumber: Laporan Final Feasibility Study (DSDABM))

Selanjutnya Peta Rencana Detail Tata Ruang pada wilayah *catchment area* saluran Diversi Gunungsari-Sememi ditunjukkan pada **Gambar 2**.



**Gambar 2.** Peta Rencana Detail Tata Ruang (Sumber: Laporan Final Feasibility Study (DSDABM))

Berdasarkan tabel koefisien Pengaliran (C) didapatkan sebagai berikut:

Jalan	= 0,75
Taman	= 0,20
Bangunan	= 0,70

Dari hasil perhitungan luasan *catchment area* didapatkan nilai luasan sebagai berikut:

Luasan Jalan	= 443.678 m <sup>2</sup> = 0,44368 km <sup>2</sup>
Luasan Taman	= 44.682 m <sup>2</sup> = 0,04468 km <sup>2</sup>
Luasan Bangunan	= 732.540 m <sup>2</sup> = 0,73254 km <sup>2</sup>

gabungan :

$$= \frac{(0,75 \times 0,44368) + (0,20 \times 0,04468) + (0,70 \times 0,73254)}{1,22}$$

$$= 0,70$$

Berdasarkan hasil perhitungan koefisien pengaliran didapatkan koefisien gabungan sebesar 0,7.

### b) Waktu Konsentrasi (tc)

Waktu konsentrasi merupakan durasi yang dibutuhkan air untuk mengalir dari titik terjauh dalam suatu daerah aliran menuju titik kontrol yang ditetapkan (Nopriyansyah, Azwarman, & Raudhati, 2023). Parameter ini berperan penting dalam analisis debit banjir, khususnya pada penerapan metode rasional, karena besarnya debit ditentukan oleh intensitas hujan rata-rata selama waktu konsentrasi tersebut. Estimasi waktu konsentrasi umumnya dihitung menggunakan rumus empiris, salah satunya melalui persamaan Kirpich.

$$\begin{aligned} T_c &= 0,01947 \times L_s^{0,77} \times i_s^{-0,385} \\ &= 0,01947 \times 1.180^{0,77} \times 0,006^{-0,385} \\ &= 32,37 \text{ menit} \\ &= 0,54 \text{ jam} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan waktu konsentrasi didapatkan 32,37 menit atau 0,54 jam.

### c) Intensitas Hujan

intensitas hujan merupakan besarnya curah hujan yang dinyatakan dalam tinggi maupun volume per satuan waktu. Nilai intensitas tersebut bergantung pada jumlah curah hujan yang terjadi dan memiliki hubungan terbalik dengan durasi hujan, di mana semakin singkat waktu kejadian, umumnya intensitas hujan semakin besar (Anisah, Meliyana, Zardi, & Sriana, 2024). Dalam analisis hidrologi, intensitas hujan dapat dihitung menggunakan rumus Mononobe, yang dinyatakan dalam bentuk persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} I &= \left( \frac{R24}{24} \right) \left( \frac{24}{t_c} \right)^{\frac{2}{3}} \\ I &= \left( \frac{112,99}{24} \right) \left( \frac{24}{0,54} \right)^{\frac{2}{3}} \\ &= 59,11 \text{ mm/jam} \end{aligned}$$

### d) Debit Banjir Rencana Metode Rasional

Salah satu metode yang digunakan untuk menghitung debit banjir rencana adalah metode Rasional. Metode ini digunakan dengan anggapan bahwa Daerah Aliran Sungai (DAS) memiliki: Dalam metode rasional diasumsikan bahwa intensitas curah hujan terdistribusi secara merata di seluruh daerah aliran sungai (DAS) selama durasi tertentu. Lama kejadian hujan, waktu terjadinya debit puncak, serta intensitas hujan dianggap memiliki periode ulang yang sama. Hubungan tersebut dapat dinyatakan

dalam bentuk persamaan aljabar metode rasional sebagai berikut:

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A$$

$$Q = 0,278 \times 0,70 \times 59,11 \times 1,22$$

$$= 14,03 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Berdasarkan hasil perhitungan debit banjir didapatkan analisa hidrologi sebesar 14,03 m<sup>3</sup>/detik.

### 3.5 Analisa Hidrolika

Dilakukan simulasi perhitungan hidrolis saluran rencana Diversi Gunung Sememi dengan dimensi sebagai berikut:

$$\text{Lebar Saluran (b)} = 7,00 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi Saluran (h)} = 3,50 \text{ m}$$

$$\text{Kemiringan Rencana (S)} = 0,0005$$

$$\text{Koef. Manning saluran} = 0,013 \text{ (Beton)}$$

$$A = b \times h$$

$$= 7,00 \times 3,50$$

$$= 24,50 \text{ m}^2$$

$$P = b + 2h$$

$$= 7,00 + (2 \times 3,50)$$

$$= 14,00 \text{ m}$$

$$R = A/P$$

$$= 24,50/14,00$$

$$= 1,75 \text{ m}$$

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}$$

$$= \frac{1}{0,013} \times 2,18^{\frac{2}{3}} \times 0,0005^{\frac{1}{2}}$$

$$= 2,50 \text{ m/detik}$$

$$Q = V \times A$$

$$= 2,50 \times 24,50$$

$$= 61,197 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$\text{Kontrol} = Q \text{ rencana} \leq Q \text{ kapasitas}$$

$$= 14,030 \leq 61,197 \text{ (Ok)}$$

Berdasarkan perhitungan di atas bahwa saluran Diversi Gunungsari-Sememi yang direncanakan dengan *box culvert* ukuran 7 meter x 3,50 meter mampu menerima debit banjir rencana 14,03 m<sup>3</sup>/detik dengan periode ulang 10 Tahun.

## 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan analisa hidrologi dan analisa hidrolika didapatkan Q rencana (14,030 m<sup>3</sup>/det) ≤ Q kapasitas (61,197 m<sup>3</sup>/det). *Box culvert* dengan dimensi lebar 7,00 meter dan kedalaman 3,50 meter memiliki kapasitas yang cukup untuk mengalirkan debit banjir dengan periode ulang 10 tahun tanpa terjadi luberan. Hal ini menunjukkan *box culvert* yang direncanakan mampu mengatasi banjir pada Kecamatan Pakal.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

anisah, S., Meliyana, Zardi, M., & Sriana, T. (2024). Analisis Intensitas Hujan Pada Stasiun Klimatologi Malikul Saleh. *Jurnal Teknik Sipil Unaya*, 10 No 2, 102-108.

[Http://Jurnal.Abulyatama.Ac.Id/Index.Php/Tekniksipilunaya/Article/View/5583](http://Jurnal.Abulyatama.Ac.Id/Index.Php/Tekniksipilunaya/Article/View/5583)

Ardana, P. D., Soriarta, K., Widnyana, I. G., & Diasa, I. W. (2021). Analisis Debit Banjir Rancangan Di Daerah Aliran Sungai Tukad Mati Studi Kasus: Daerah Aliran Sungai Tukad Mati. *Jurnal Teknik Gradien*, 14 No 2, 58-70. <https://doi.org/10.47329/Teknikgradien.V13i2.761>

Baniva, R., Devi, D. S., & Amelia, R. (2025). Analisis Penilaian Dan Penanganan Saluran Irigasi Rawa Delta Air Saleh. *Axial, Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Konstruksi*, 13 No 1, 31-37. <https://doi.org/10.30742/Axial.V13i1.4339>

Cahyaningrum, P. A., Zakaria, M. F., & Jamal, A. (2024). Analisis Pengambilan Keputusan Pembangunan Analisis Pengambilan Keputusan Pembangunan Surabaya. *Jurnal Media Akademik*. <https://doi.org/10.62281/V2i5.293>

Findayani, A. (2015). Kesiap Siagaan Masyarakat Dalam Penanggulangan Banjir Di Kota Semarang. *Jurnal Geografi*, 103-114. <https://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/jg/article/view/8019/5561>

Irawan, I., S. Y., & Kustiawan, B. (2022). Manajemen Mitigasi Bencana Pada Peserta Didik Untuk Mengurangi Risiko Bencana Gempa Bumi. *Pendipa Journal Of Science Education*, 6(2), 609-615. <https://doi.org/10.33369/Pendipa.6.2.609-615>

Krisnayanti, D. S., Bunganaen, W., Hangge, E. E., Munaisyah, F., & K, D. N. (2018). Analisis Nilai Koefisien Limpasan Permukaan Pada Embung Kecil Di Pulau Flores Bagian Timur. *Jurnal Sumber Daya Air*, 14 No 2, 125-140. <https://lib.ui.ac.id/detail?id=20488486&Lokasi=Lokal>

Muliawan, W. (2019). Dampak Genangan Air Hujan Terhadap Kondisi Jalan Antasura Di Kecamatan Denpasar Timur. *Paduraksa*. <https://www.neliti.com/id/publications/518862/dampak-genangan-air-hujan-terhadap-kondisi-jalan-antasura-di-kecamatan-denpasar>

Ningrum, M. K., Trilita, M. N., & Handajani, N. (2021). Pengendalian Banjir Dengan Sudetan Pada Sungai Marmoyo Kabupaten Jombang. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*. <https://kern.upnjatim.ac.id/index.php/kern/article/view/41>

**ANALISIS KINERJA BOX CULVERT TERHADAP DEBIT BANJIR  
RENCANA DI KECAMATAN PAKAL SURABAYA  
(Ricky Farrel Afrizal, Reza Surya Ramadhan, & Aulia Dewi Fatikasari)**

---

- Nopriansyah, I., Azwarman, & Raudhati, E. (2023). Analisa Kapasitas Drainase Untuk Menanggulangi Banjir Pada Perumahan Kembar Lestari 1 Jambi. *Talenta Sipil*, 6 No 1, 140-150. Doi 10.33087/Talentasipil.V6i1.147
- Pangestu, A. A., Bagaskara, P., Syahtoni, M. G., Putratama, B. D., & Reviandani, O. (2024). Peran Pemerintah Kota Surabaya Dalam Menanggulangi Bencana Banjir. *Visa: Journal Of Visions And Ideas*, 4 No. 3, 1540-1555. <https://doi.org/10.47467/Visa.V4i3.3158>
- Refnitasari, L., Cahyaka, H. W., Handayani, K. D., & Amudi, A. (2022). Analisis Kerentanan Fisik Wilayah Pesisir Utara Kota Surabaya Terhadap Bencana Banjir Rob. *Jurnal Tata Kota Dan Daerah*, 55-62. <https://doi.org/10.21776/Ub.Takoda.2022.014.02.2>
- Sulistya, W., N. L., & Nino, E. (2022). Belajar Dari Kejadian Bencana Alam Sepanjang 2021. *Jurnal Widya Climago*, 84-90. <https://ejournal-pusdiklat.bmkg.go.id/index.php/climago/article/view/102>
- Susilowati. (2015). Analisa Karakteristik Curah Hujan Di Kota Bandar Lampung. *Jurnal Konstruksia*. <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/konstruksia/article/view/646>
- Wikanto, R. I., & Wibisono, R. E. (2024). Evaluasi Saluran Drainase Rayon Tandes Terhadap Saluran Diversi Pada Box Culvert Di Jalan Babat Jerawat Surabaya. *Mitrans: Jurnal Media Publikasi Terapan Transportasi*, 326-336. <https://journal.unesa.ac.id/index.php/mitrans/article/view/35959>