



Model Terowongan Pipa Sudetan Ciliwung-Cipinang dalam Mitigasi Banjir Kali Ciliwung dengan Metode HEC-RAS ver.6.3

Muhammad Lottong Makkaraka¹, Muhammad Chaerul², Parlindungan Hasibuan³, Haris Nurdyansyah⁴, Erich Purnama Pasorong⁵

¹ Universitas Fajar, Indonesia, lottong@unifa.ac.id

² Universitas Fajar, Indonesia, muhhammad.chaerul@unifa.ac.id

³ Universitas Fajar, Indonesia

⁴ Universitas Fajar, Indonesia

⁵ Universitas Fajar, Indonesia

Corresponding Author: lottong@unifa.ac.id¹

Abstract: This study aims to analyze the Ciliwung Cipinang culvert tunnel model in mitigating the Ciliwung River. In modeling the tunnel, the researchers used the HEC-RAS 6.3 application to create the tunnel alignment, including the tunnel cross-section and longitudinal section, and input the flood discharge rates Q2th, Q5th, Q10th, Q25th, Q50th, and Q100th. This study employs a mixed method, specifically a quantitative descriptive approach, by modeling the tunnel cross-section and considering both free-flow and pressurized flow conditions. From the modeling results of the tunnel longitudinal section, the WS Q5 value was found at an elevation of 7m, Q10 at 12m, Q25 at 13m, Q50 at 15m, and Q100 at 16m. At an elevation of 9.67m, the free flow condition is still categorized as stable, with an average elevation of 11m, where this free flow condition falls into the supercritical category. The conclusion drawn from the overall data analysis is that in the long section of the tunnel, the water level at the lowest elevation is Q5=7m, and the water level at the highest elevation is Q100=16m. Thus, it is concluded that the diversion tunnel is an alternative method for flood mitigation, particularly at the Ciliwung River location.

Keyword: Tunnel, Culvert Pipe, Flood Mitigation, Ciliwung River, HEC-RAS

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis model terowongan pipa sudetan ciliwung cipinang dalam melakukan mitigasi kali ciliwung. Dalam memodelkan terowongan peneliti menggunakan aplikasi HEC-RAS 6.3 untuk membuat aligment terowongan yang meliputi penampang terowongan (cross section) dan (long section) serta memasukan debit banjir Q2th, Q5th, Q10th, Q25th, Q50th, dan Q100th. Penelitian ini menggunakan mix methode yaitu deskriptif kuantitatif, dengan memodelkan penampang terowongan serta memperhitungkan kondisi aliran bebas dan tertekan. Adapun dari hasil pemodelan penampang long section terowongan sudetan didapatkan nilai WS Q5 berada pada elevasi 7m, Q10 elevasi 12m, Q25 elevasi 13m, Q50 elevasi 15m, dan Q100 elevasi 16m. Adapun pada elevasi 9.67 m kondisi aliran bebas masih kategori stabil, elevasi rata-rata berada pada elevasi 11m Dimana kondisi aliran bebas ini masuk dalam kategori superkritis. Kesimpulan yang di peroleh dari keseluruhan

Analisa data yaitu pada penampang long section terowongan didapatkan nilai tinggi muka air pada elevasi terendah yaitu pada $Q5=7\text{m}$ dan nilai tinggi muka air pada elevasi tertinggi yaitu $Q100=16\text{m}$. Sehingga didapatkan bahwa terowongan pipa sudetan termasuk cara alternatif untuk melakukan mitigasi banjir khususnya pada lokasi kali ciliwung

Kata kunci: Terowongan, Pipa Sudetan, Mitigasi Banjir, Kali Ciliwung, HEC-RAS

PENDAHULUAN

Menurut data Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) tahun 2015 bahwa banjir merupakan bencana alam yang banyak terjadi di Indonesia. Banjir yang terjadi di sungai akibat aliran yang ada melebihi kapasitas saluran air, terutama pada bagian kelokan sungai yang mengakibatkan kerusakan rumah dan bangunan lain yang dibangun di dataran banjir. Permasalahan banjir di Indonesia sebagian besar terjadi akibat meluapnya sungai-sungai besar yang berada dan melalui daerah perkotaan (Putra et al., 2022). Termasuk Jakarta, banjir menjadi masalah sejak dahulu, jauh sebelum masa kemerdekaan Indonesia. Hal tersebut disebabkan adanya 13 sungai yang menjadikan wilayah ini rawan terhadap banjir. Sejak 1918, Jakarta telah membangun infrastruktur pengendali banjir, namun banjir tetap menggenangi Jakarta tiap tahunnya. Terbangunnya beberapa infrastruktur pengendali banjir belum mampu mengatasi banjir di Jakarta. (Wiyono et al., 2016)

Pekerjaan metode Pipe Jacking adalah merupakan suatu pekerjaan konstruksi pemasangan pipa beton bertulang misalnya dengan diameter 1100 mm dan 800 mm dengan mutu beton K-600 yang dipasang dengan sistem pengeboran secara horizontal dan ditekan/dijack dengan kekuatan Hydraulick Jack hingga mencapai angka maksimal 438 ton untuk pipa jacking diameter 1100 mm, sedangkan untuk pipa jacking diameter 800 mm hingga mencapai angka maksimal 230 ton, sehingga tidak mengganggu aktivitas lalulintas dan konstruksi jalan raya yang berada diatas jaringan air limbah tersebut. Jaringan Air limbah ini berada di elevasi 6.00 – 8.00 m dibawah permukaan aspal Jalan Raya dan berjarak 2.00 m dari pinggir trotoar kearah median jalan. Pekerjaan Pipe Jacking itu sendiri dikategorikan merupakan pekerjaan spesialisasi, tidak seperti pekerjaan gedung, jalan maupun jembatan yang banyak kita jumpai dimana-mana. Metode Pipe Jacking adalah salah satu metode paling tepat untuk pemasangan pipa jaringan air limbah ini untuk kawasan dengan jumlah penduduk dan lalu lintas yang padat. (Mulyawati et al., 2010)

Dalam upaya mengurangi terjadinya banjir di sepanjang aliran Kali Ciliwung yang berada di wilayah DKI Jakarta, dilakukan upaya pengalihan sebagian aliran Kali Ciliwung di saat banjir ke saluran Kanal Banjir Timur melalui pembuatan terowongan pipa ganda biasa disebut sudetan yang berada di wilayah Kecamatan Jatinegara. Pembuatan sudetan atau terowongan pipa ganda Kali Ciliwung ke Kanal Banjir Timur ini akan mengurangi beban banjir puncah dengan mengalihkan sebagian debit banjir Kali Ciliwung sebesar $60\text{m}^3/\text{detik}$ ke Kanal Banjir Timur (GBT) melalui Kali Cipinang. (PT.Indah Karya,2013). Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Nakamura dan Oosawa, 2021) yang menjelaskan bahwa pengembangan fasilitas ruang bawah tanah seperti terowongan akan saat efektif dan ekonomis untuk mengatasi banjir di daerah perkotaan. Keunggulan penggunaan terowongan untuk mitigasi banjir di Tokyo memiliki dua keunggulan yaitu terkait aspek biaya dan aspek pembebasan lahan. Dapat dipastikan bahwa jenis infrastruktur bawah tanah memiliki keunggulan signifikan dalam kedua aspek tersebut. Keunggulan dari sistem pengalihan air bawah tanah terbukti menjadi solusi ideal untuk banjir karena curah hujan berlebih karena isolasi suara yang sangat baik, seismic, tahan api, serta metode penanggulangan banjir semacam itu juga menawarkan kemungkinan penggunaan kembali air setelah perawatan yang tepat (Handayasari Indah, 2015), Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis model

terowongan pipa sudetan ciliwung-cipinang dalam mitigasi banjir kali ciliwung dengan menggunakan aplikasi hec-ras

METODE

Metode yang digunakan adalah jenis *mix method* (deskriptif kualitatif) Penelitian ini menggunakan *software* HEC-RAS ver.6.3 dengan memodelkan penampang terowongan serta memperhitungkan kondisi aliran bebas dan aliran tertekan. *Software* HEC-RAS merupakan singkatan dari *Hydrologic Engineering Center-River Analysis System*, Pada pemodelan HEC-RAS terdapat pemodelan 1 (satu) dimensi dan 2 (dua) dimensi yaitu menentukan profil muka air pada aliran permanen *steady flow* dan aliran *unsteady flow* (US Army, 2010). HEC-RAS merupakan program aplikasi untuk memodelkan hidraulik aliran di sungai. Data yang diperlukan pada penelitian ini antara lain: Peta Sungai Ciliwung-Cipinang, peta situasi wilayah penelitian yang terdiri dari peta gambar maupun digital. Peta guna lahan (land use), Peta topografi DAS Ciliwung-Cipinang, data curah hujan dan data debit pengukuran beberapa stasiun pengamatan, data long section dan cross section Sungai Cipangan dan pipa trowongan sudetan dan data survey lapangan. (Kereh, 2018)

Metode penerapan terowongan (*tunnel*) pipa sudetan Ciliwung – Cipinang sebagai solusi untuk menangani banjir akibat luapan Sungai Ciliwung yang difokuskan pada penanganan debit banjir kala ulang 100 tahun. Dimensi terowongan air dianalisis berdasarkan debit banjir rencana yang akan dialirkan ke dalam terowongan sehingga dapat mencegah terjadinya luapan sungai ke pemukiman penduduk. Desain terowongan kemudian diarahkan menuju daerah sungai yang sudah mempunyai kapasitas tampungan debit banjir yang cukup atau dapat dialirkan ke dalam kolam penampungan bahkan dapat juga dialirkan langsung ke laut (Harsoyo, 2013).

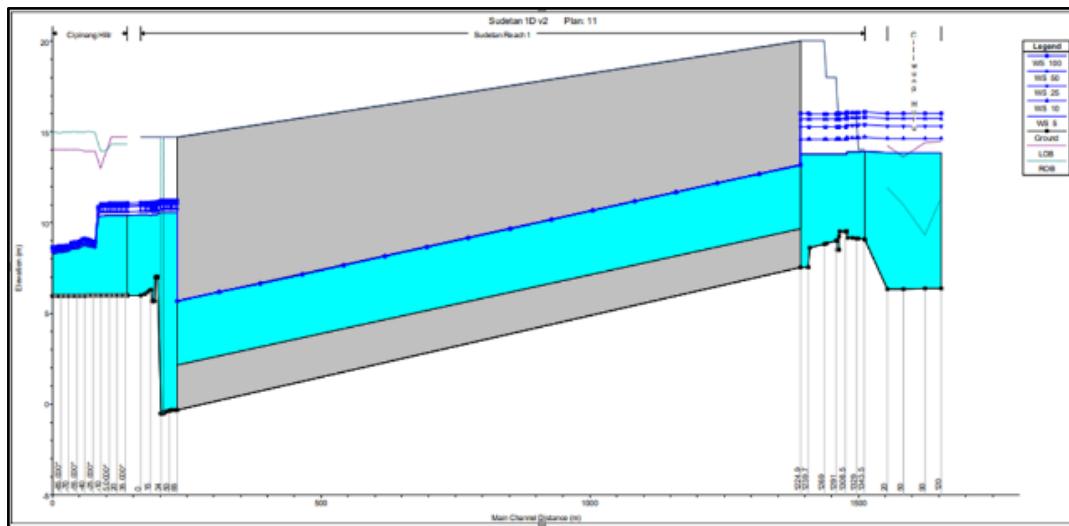
HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis data pemodelan terowongan dengan hidrolisis

Pemodelan dilakukan dengan membuat aligment terowongan ke dalam HEC-RAS 6.3 yang meliputi penampang long section terowongan sudetan, penampang cross section terowongan sudetan, dan dibantu dengan debit pengalihan banjir. Adapun periode ulang banjir yang dimodelkan Q2th,Q5th,Q10 Q25,Q50, Q50, dan Q100.

Tabel 1. Tabel matriks debit pengalihan

Draft Matriks Debit pengalihan berdasarkan model 1D-hecras, n pipa = 0.013. (Dengan Arriving Shaft)			Kali Cipinang										
			Tr, periode ulang (tahun)										
			normal	2	5	10	20	25	50	100			
			TMA	6.481	7.951	8.233	8.33	8.425	8.483	8.517	8.574		
Kali Ciliwung			Q (m ³ /s)										
			Tr, periode ulang (tahun)	TMA	Q (m ³ /s)	7	84	106	114	122	127	130	135
			2	11.086	301	33.11	33.11	33.11	33.11	33.19	33.13	33.14	33.20
			5	11.929	400	57.76	57.76	56.48	55.95	55.26	54.74	54.58	54.17
			10	12.342	452	66.33	63.90	61.92	61.26	60.47	59.98	59.66	59.31
			25	12.773	509	70.77	68.57	66.57	65.88	65.18	64.77	64.48	64.03
			50	13.048	547	73.37	71.28	69.42	68.66	67.96	67.56	67.26	66.82
			100	13.227	572	75.02	72.96	71.07	70.37	69.69	69.30	68.98	68.58

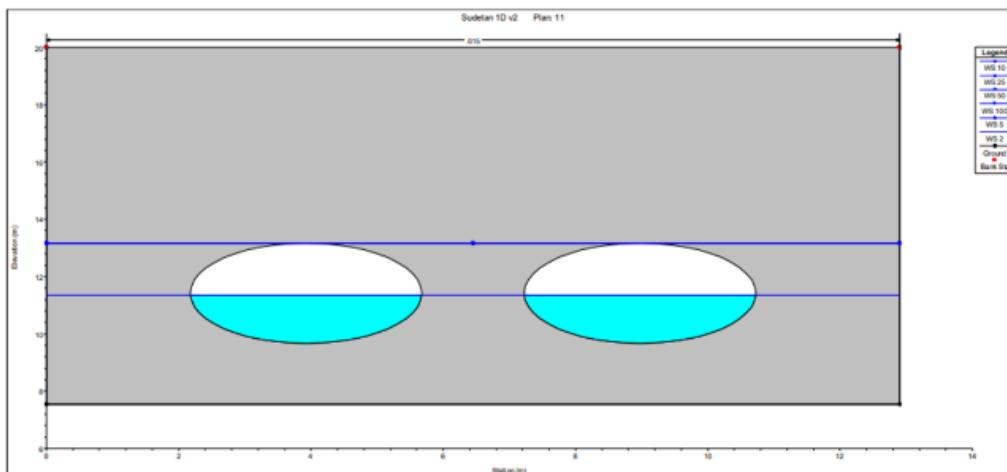


Gambar 1. Pemodelan Penampang Long Section Terowongan Sudetan

Adapun dari hasil pemodelan penampang long section terowongan sudetan didapatkan nilai WS Q5 berada pada elevasi 7m, Q10 elevasi 12m, Q25 elevasi 13m, Q50 elevasi 15m, dan Q100 elevasi 16m.

Tabel 2. Kondisi aliran bebas

Elev.	H	(r-h)/r	θ	A	P	R	B	V	Q	Qc	F	Keterangan
9.67	0	1.00	0.000	0.00	0.000	0	0.000	0.00	0.000	0	0	-
10.17	0.5	0.71	44.415	2.39	2.712	0.883	2.449	3.88	9.277	2.67825797	3.463794	Superkritis
10.67	1	0.43	64.623	3.48	3.946	0.881	3.162	3.87	13.454	3.63037909	3.706032	Superkritis
11.17	1.5	0.14	81.787	4.38	4.994	0.877	3.464	3.86	16.909	4.68886592	3.606184	Superkritis
11.67	2	-0.14	98.213	5.23	5.996	0.873	3.464	3.85	20.143	6.12581224	3.288185	Superkritis
12.17	2.5	-0.43	115.377	6.12	7.044	0.869	3.162	3.84	23.499	8.49113018	2.767513	Superkritis
12.67	3	-0.71	135.585	7.18	8.278	0.868	2.449	3.83	27.528	13.9247642	1.976887	Superkritis
13.17	3.5	-1.00	180.000	9.62	10.990	0.875	0.000	3.85	37.065	1.2323E+17	0.000000	Subkritis



Gambar 2. Pemodelan Penampang Cross Section Terowongan Sudetan

Adapun dari hasil pemodelan penampang cross section terowongan sudetan didapatkan nilai WS Q5 berada pada elevasi 11,5m, Q50 elevasi 13m. Dari pemodelan tersebut juga bisa dilihat bahwa air sudah berada pada setengah lingkarannya terowongan sudetan di Q5th.

Analisis Data Kondisi Aliran

Adapun dari table diatas didapatkan bahwa pada elevasi 9.67 m kondisi aliran bebas masih kategori stabil, elevasi rata-rata berada pada elevasi 11m Dimana kondisi aliran bebas ini masuk dalam kategori superkritis.

Tabel 3. Kondisi Aliran Tertekan

Elev.	H	θ	A	HL	V	Q
13.17	3.5	74.05	9.62	1449.57	3.89	37.38
13.67	4	75.96	9.62	1449.57	3.91	37.55
14.17	4.5	77.47	9.62	1449.57	3.92	37.68
14.67	5	78.69	9.62	1449.57	3.93	37.77
15.17	5.5	79.70	9.62	1449.57	3.94	37.84
15.67	6	80.54	9.62	1449.57	3.94	37.90

Adapun dari table diatas didapatkan bahwa pada kondisi aliran tertekan pada elevasi 13.17 m – 15.67 m debit air yang tertekan masih pada kondisi yang sama dengan total debit rata 37 m³/s.

KESIMPULAN

Adapun Kesimpulan yang di peroleh dari keseluruhan Analisa data yaitu pada penampang long section terowongan didapatkan nilai tinggi muka air pada elevasi terendah yaitu pada Q5=7m dan nilai tinggi muka air pada elevasi tertinggi yaitu Q100=16m. Sedangkan dari hasil analisis data kondisi aliran bebas dan aliran tertekan didapatkan rekapitulasi sebagai berikut.

Kondisi Aliran	Muka Air	Kecepatan	Penampang	Debit	Komulatif
Bebas	0	0.00	0.00	0.000	0.0
	0.5	3.88	2.39	9.277	18.6
	1	3.87	3.48	13.454	26.9
	1.5	3.86	4.38	16.909	33.8
	2	3.85	5.23	20.143	40.3
	2.5	3.84	6.12	23.499	47.0
	3	3.83	7.18	27.528	55.1
	3.5	3.85	9.62	37.065	74.1
Tertekan	3.5	3.89	9.62	37.377	74.8
	4	3.91	9.62	37.552	75.1
	4.5	3.92	9.62	37.677	75.4
	5	3.93	9.62	37.770	75.5
	5.5	3.94	9.62	37.841	75.7
	6	3.94	9.62	37.897	75.8

REFERENSI

- Handayasari Indah. (2015). Evaluasi Dampak Bangunan Sementara Arriving Shaft Pada Pembangunan Terowongan Pengendali Banjir Sudetan.pdf. In Jurnal Teknik.
- Harsoyo, B. (2013). Mengulas Penyebab Banjir Di Wilayah Dki Jakarta Dari Sudut Pandang Geologi, Geomorfologi Dan Morfometri Sungai. Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca, 14(1), 37.
- <https://doi.org/10.29122/jstmc.v14i1.2680>
- Kereh, I. E. (2018). Analisis Debit Banjir Dan Tinggi Muka Air Sungai Palaus Di Kelurahan Lowu I Kabupaten Minahasa Tenggara. Jurnal Sipil Statik, 6(4), 235–346.
- Mulyawati, F., Sudarsono, I., Studi, P., Sipil, T., Bandung, U. L., Studi, P., Sipil, T., & Bandung, U. L. (2010). Metoda Pipe Jacking Dalam Pembangunan Jaringan Air Limbah. Konferensi Nasional Teknik Sipil 4 (KonTekS 4), 4(KonTekS 4), 2–3.
- Putra, D. R. K., Pratama, A. H. I. N., Syamsunasir, S., Widana, I. D. K. K., & Wilopo, W. (2022). Analisis Upaya Mitigasi Pemerintah Kota Semarang Untuk Mengurangi Risiko Bencana Banjir Guna Mendukung Keamanan Nasional. PENDIPA Journal of Science Education, 6(2), 422–427.
- Wiyono, A., Isfanovi, H., & Gimmy Pratama, A. (2016). Kajian Konsep Kebijakan Infrastruktur Strategis untuk Pengendali Banjir Jakarta (Studi Kasus Giant Sea Wall dan Multi Purpose Deep Tunnel). Jurnal Teknik Sipil, 23(1), 51–62.