

**ANALISIS PENANGGULANGAN GENANGAN TERHADAP BIAYA  
BERBASIS KONSERVASI AIR PADA SISTEM DRAINASE BUNDRAN  
NICOLAO LOBATO, COMORO, DILI, TIMOR – LESTE  
(Studi Kasus: Dom Aleixo, Timor-Leste)**

**Jacob Coa<sup>1</sup>, Esti Wulandari<sup>2</sup>, Wateno Oetomo<sup>3</sup>  
Magister Teknik Sipil. FT Untag Surabaya**

**Email: [jacobkoa@gmail.com](mailto:jacobkoa@gmail.com)<sup>1</sup>; [estilndr@gmail.com](mailto:estilndr@gmail.com)<sup>2</sup>; <sup>3</sup>**

**ABSTRAK**

Kota Dili merupakan Ibu Kota Negara Republik Demokratik Timor Leste (RDTL). Sebagai Ibu Kota menjadi tujuan urbanisasi, sehingga mengakibatkan terjadinya peningkatan jumlah penduduk yang semakin pesat tiap tahunnya. Pertumbuhan penduduk mengakibatkan pembangunan dan peralihan fungsi lahan. Salah satu akibat dari pembangunan yang dilakukan tidak secara teratur adalah banjir dan genangan yang terjadi disetiap tahun karena daerah resapan air yang berkurang. Kelurahan Comoro di Kecamatan Dom Aleixo merupakan daerah yang rawan terjadi genangan setiap musim hujan. Genangan yang terjadi juga diakibatkan oleh saluran drainase yang tidak memadai. Salah satu peristiwa terjadinya genangan di Dili, timor Leste yang parah terjadi pada Maret 2018 dan April 2021 (LUSA, 2018 dan 2021) karena terjadi hujan yang lebat. Pada saat hujan, genangan dan banjir yang terjadi di Kecamatan Dom Aleixo, Kelurahan Comoro mencapai 70 – 80 cm dan surut dalam waktu 4 – 6 jam (Survei lapangan, 2022). Masalah tersebut juga didukung oleh kondisi tanah di Kecamatan Dom Aleixo yang merupakan tanah inceptisol. Penelitian ini dilakukan dengan melakukan pengamatan pada titik terjadinya genangan dan pengumpulan data di lokasi penelitian. Data yang dikumpulkan adalah kondisi dan dimensi saluran eksisting. Pengolahan data yang pertama merupakan data DEM, dilakukan menggunakan ArcGis dan SWAT untuk mendapatkan batas DAS penelitian. Pengolahan data hujan juga dilakukan untuk mendapatkan data hidrologi yang digunakan untuk perhitungan selanjutnya. Kemudian dilakukan analisis debit limpasan dengan kala ulang Q 1 tahun, 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun dan 25 tahun, analisis kondisi sistem drainase eksisting, analisis debit air kotor dan proyeksi jumlah penduduk hingga tahun 2030, analisis debit banjir rancangan serta kapasitas saluran eksisting. Perlu dilakukan rehabilitasi dan merubah dimensi saluran eksisting menjadi lebih besar dan rencana saluran baru sebanyak 18 titik pada lokasi peneltian dan juga penempatan 4 buah sumur injeksi sebagai upaya penanggulangan genangan berbasis konservasi air. Total biaya untuk merehabilitasi saluran eksisting serta rencana saluran baru senilai \$ 1,941,051.69 dan \$ 30.701.43 untuk pembuatan sumur injeksi.

**Kata Kunci:** Biaya, Drainase, Genangan, Sumur Injeksi

**ABSTRACT**

*Dili is the capital city of the Democratic Republic of Timor Leste (RDTL). As the capital city, Dili has become a destination for urbanization, resulting in a rapidly increasing population every year. Population growth has resulted in more development and land use change. One of the consequences of irregular development is flooding and inundation that occurs every year due to reduced water catchment areas. Comoro Village in Dom Aleixo District is an area that is prone to inundation every rainy season. Inundation that occurs is also caused by inadequate drainage channels. One of the worst inundation events in Dili, Timor Leste occurred in March 2018 (LUSA, 2018) due to heavy rains. When it rains, inundation and flooding that occurs in Dom Aleixo District, Comoro Village reaches 70 – 80 cm and recedes within 4 – 6 hours. This problem is also supported by the condition of the soil in the Dom Aleixo sub-district which is an inceptisol soil. So it is necessary to do*

*research to deal with the inundation problem. This research was conducted by observing the point of inundation and collecting data at the research location. The data collected is the condition and dimensions of the existing channel. The first data processing is DEM data, carried out using ArcGis and SWAT to get the research watershed boundaries. Rain data processing is also carried out to obtain hydrological data which is used for further calculations. Then the runoff discharge analysis was carried out with return periods  $Q$  of 1 year, 2 years, 5 years, 10 years, and 25 years, analysis of the condition of the existing drainage system, analysis of dirty water discharge and population projections until 2030, analysis of system design flood discharge, and capacity of the existing drainage channel. The results of the analysis of the condition of the drainage network system in Dom Aleixo, Comoro Village, especially the research location, namely the Nicolao Lobato roundabout, are still inadequate in terms of the number of channels and the capacity that can be accommodated. It is necessary to rehabilitate and change the dimensions of the existing canal to be larger and plan a new channel as many as 18 points at the research location and also the placement of 4 injection wells as an effort to overcome inundation based on water conservation. The total cost to rehabilitate the existing canal as well as the planned new channel is \$1,941,051.69 and \$30,701.43 for the injection well construction.*

**Key Words:** *Cost, Drainage, Injection Well, Pluvial Flood*

### **Pendahuluan**

Kota Dili merupakan Ibu Kota Negara Republik Demokratik Timor Leste (RDTL). Sebagai Ibu Kota menjadi tujuan urbanisasi sehingga mengakibatkan terjadinya peningkatan jumlah penduduk yang semakin pesat tiap tahunnya (Amaral, dkk 2019). Pertumbuhan penduduk mengakibatkan pembangunan dan peralihan fungsi lahan. Salah satu akibat dari pembangunan yang dilakukan tidak secara teratur adalah banjir dan genangan yang terjadi disetiap tahun karena daerah resapan air yang berkurang. Kelurahan Comoro di Kecamatan Dom Aleixo merupakan daerah yang rawan terjadi genangan setiap musim hujan. Genangan yang terjadi juga diakibatkan oleh saluran drainase yang tidak memadai. Salah satu peristiwa terjadinya genangan di Dili, timor Leste yang parah terjadi pada Maret 2018 dan April 2021 (LUSA, 2018 dan 2021) karena terjadi hujan yang lebat. Pada saat hujan, genangan dan banjir yang terjadi di Kecamatan Dom Aleixo, Kelurahan Comoro mencapai 70 – 80 cm dan surut dalam waktu 4 – 6 jam (Survei lapangan, 2022). Masalah tersebut juga didukung oleh kondisi tanah di Kecamatan Dom Aleixo yang merupakan tanah inceptisol (Philips dalam Katahira, 2013).

Sehingga perlu dilakukan penelitian untuk menangani permasalahan genangan tersebut. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui dan mengevaluasi kemampuan sistem jaringan drainase serta mendesain perencanaan sistem drainase baru di Bundaran Nicolao Lobato, Kecamatan Dom Aleixo, Kelurahan Comoro, sehingga dapat menganalisis upaya penanggulangan genangan berbasis konservasi air dengan rehabilitasi saluran eksisting, sumur injeksi, dan sumur resapan untuk mengurangi lama genangan.

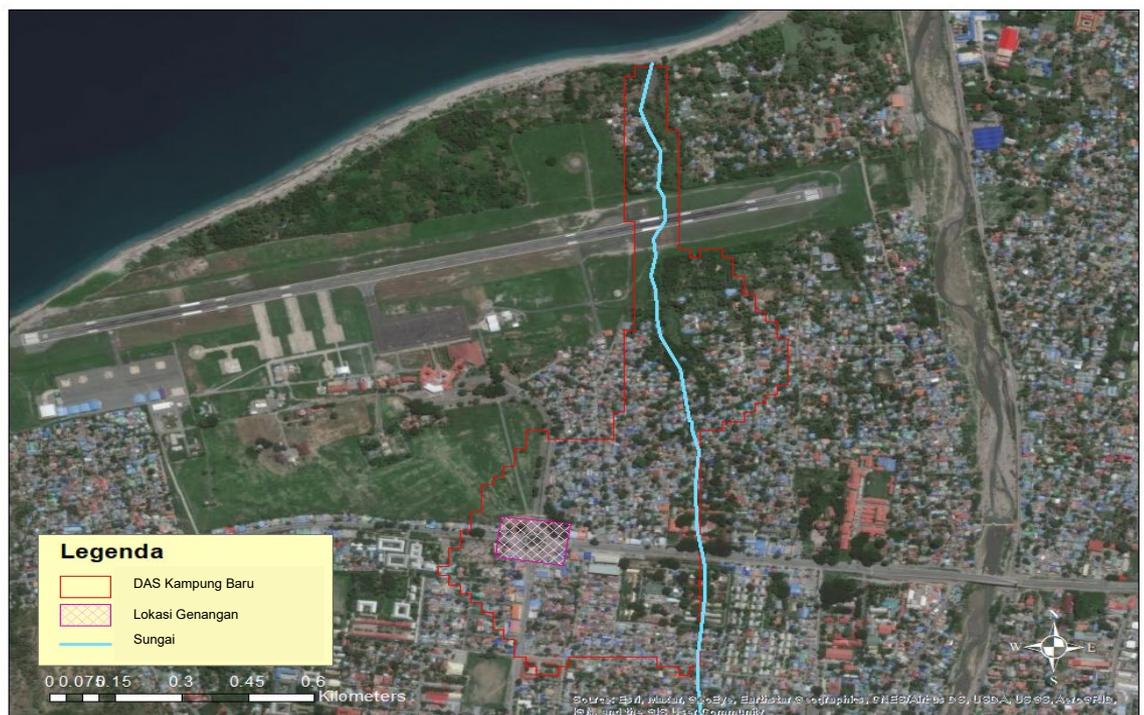
### **Metode**

Penelitian ini dilakukan dengan melakukan pengamatan pada titik terjadinya genangan dan pengumpulan data di lokasi penelitian. Data yang dikumpulkan adalah kondisi dan dimensi saluran eksisting serta data sekunder

lainnya, seperti data hujan dan data DEM. Pengolahan data yang pertama merupakan data DEM, dilakukan menggunakan ArcGis dan SWAT untuk mendapat batas DAS penelitian. Pengolahan data hujan juga dilakukan untuk mendapatkan data hidrologi yang digunakan untuk perhitungan selanjutnya. Kemudian dilakukan analisis debit limpasan dengan kala ulang Q 1 tahun, 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, dan 25 tahun, analisis kondisi sistem drainase eksisting, analisis debit air kotor dan proyeksi jumlah pertumbuhan penduduk hingga tahun 2030, analisis debit banjir rancangan (rencana) sistem, serta kapasitas saluran drainase eksisting. Setelah melakukan tahapan analisis tersebut kemudian dapat melakukan evaluasi terhadap kapasitas saluran drainase di lokasi penelitian. Baik perbaikan dimensi saluran eksisting maupun perencanaan saluran drainase baru dan pembangunan sumur injeksi sebagai upaya konservasi air.

### Hasil dan Pembahasan

Hasil pengamatan serta analisis di lapangan menentukan batasan lokasi penelitian terlihat adanya titik genangan air di bundaran Nicolao Lobato sebagai fokus penelitian yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Titik Genangan dan Batas DAS

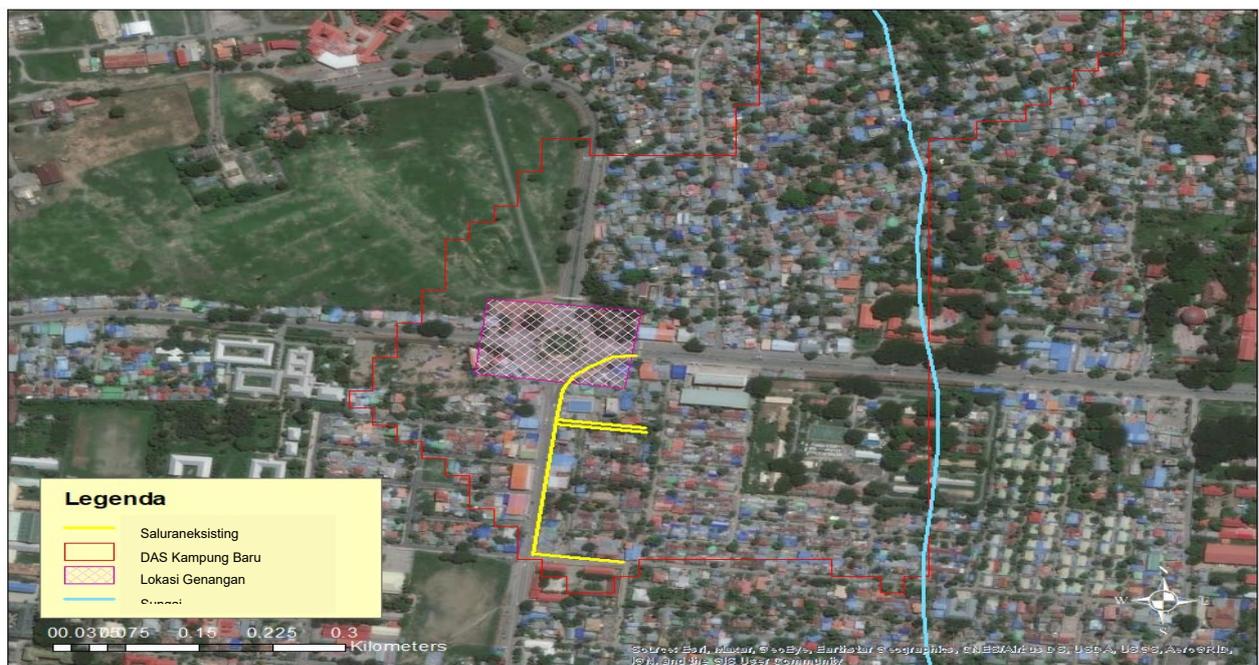
Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, dapat diinterpretasikan hasil analisisnya yang pertama dengan melakukan rehabilitasi lima saluran eksisting pada lokasi penelitian yang dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah ini dan titik saluran eksisting dapat dilihat pada Gambar 2.

Tabel 1. Dimensi Eksisting dan Rencana

No	ID Saluran	Nama Saluran	Dimensi Eksisting			Dimensi Rencana			Kapasitas Saluran			
			b	h	A	b	h	A	[Q] eksisting	[Q] Rencana		
			(m)	(m)	(m <sup>2</sup> )	(m)	(m)	(m <sup>2</sup> )	(m <sup>3</sup> /dt)	(m <sup>3</sup> /dt)		
1	8	Avenida Nicolao Lobato ka	1.30	1.30	1.69	1.7	1.7	5	0	2.98	5.498	11.722
2	9	Avenida Nicolao Lobato ki	1.30	1.30	1.69	1.5	1.6	0	0	2.40	4.857	7.695
3	10	Rua Ai KafeLaranFuik ka	0.80	0.60	0.48	1.1	1.0	0	0	1.10	1.235	3.673
4	13	RuaManloi Lai loi ki	0.50	0.60	0.30	1.6	1.5	0	0	2.40	0.682	11.238
5	14	RuaManloi Lai loi ka	0.50	0.60	0.30	1.1	1.0	0	0	1.10	0.679	3.965

Sumber: Hasil Olahan Peneliti, 2022.

Lokasi drainase eksisting dapat dilihat pada Gambar 2 berikut ini.



Gambar 2. Lokasi Saluran Drainase Eksisting

Rehabilitasi saluran drainase eksisting saja belum memenuhi kondisi debit untuk menanggulangi genangan yang ada, sehingga diperlukan adanya rencana saluran baru yang dihitung pada sub bab sebelumnya dan secara ringkas dimensi saluran rencana dapat dilihat pada Gambar 3.

Peta batas DAS Kampung Baru dibuat dengan menggunakan *software ArcMap 10.7* dan *SWAT (Soil and Water Assessment Tool)* Penggambaran dilakukan dengan menggunakan peta kontur yang sudah dibuat sebelumnya dan digitasi sungai dari peta rupa bumi. Menggunakan model permukaan digital dalam proses analisis limpasan

permukaan yang mempresentasikan relief permukaan bumi dapat mengidentifikasi kemiringan lahan, arah aliran, akumulasi aliran, panjang lintasanaliran, dan penentuan



daerah pengaliran.

**Gambar 3. Lokasi SalurannDrainasenRencananBaru**

Pada lokasi studi terdapat satu stasiun hujan yang berpengaruh terhadap wilayah DAS Kampung Baru sehingga dalam analisis hidrologi, data curah hujan diambil dari satu stasiun penakar hujan tersebut yaitu Stasiun Hujan Bandara Nicolao Lobato. Data hujan yang digunakan dalam analisa tersebut meliputi data curah hujan harian dengan periode pengamatan tahun 2012 sampai dengan tahun 2021. Data stasiun hujan yang berpengaruh di lokasipenelitian dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2. Data Stasiun Hujan yang Berpengaruh di Lokasi Penelitian**

No	Nama StasiunHujan	Elevasi (m)	Koordinat (geografi)		Koordinat(UTM Zone 51 S)	
			BT	LS	X	Y
1	Stasiun Bandar Udara Nicolao Lobato	13	125.5243	8.550936	777870.9	9053884

Sumber: BP DAS Kampung Baru dan Hasil Olahan Peneliti, 2022.

Selanjutnya dilakukan uji konsistensi dari data curah hujan yang ada dengan metode RAPS dan data dinilai pangkah sehingga dapat digunakan untuk perhitungan selanjutnya. Perhitungan hidrologi mencakup curah hujan maksimum, curah hujan rancangan, uji kesesuaian distribusi frekuensi dengan metode chi square dan smirnov kolmogorof dengan hasil yang dapat diterima.

1. Analisis Debit Limpasan

Dalam menganalisis debit limpasan setelah ditentukan koefisien pengaliran selanjutnya menentukan waktu konsentrasi (Tc), koefisien tampungan (Cs), dan

Intensitas hujan (I) menggunakan metoderasional modifikasi. Berikut inimerupakan contoh perhitungannya pada sub-subDAS.

1) Menghitung  $T_o$  (*Overland flow time*)

$$T_o = \left[ \frac{2}{3} \times 3,28 \times L \times \frac{n}{\sqrt{S}} \times \frac{1}{60} \right] = \left[ \frac{2}{3} \times 3,28 \times 993,378 \times \frac{0,025}{\sqrt{0,013}} \times \frac{1}{60} \right]$$

$$T_o = 7,912 \text{ jam}$$

2) Menghitung  $v$  (kecepatanaliran)

$$v = 4,918(S)^{1/2}$$

$$v = 4,918 (0,013)^{1/2} = 0,364 \text{ m/dt}$$

3) Menghitung  $T_d$  (*Drain flow time*)

$$T_d = \frac{L}{3600v} = \frac{993,378}{3600 \times 0,364}$$

$$T_d = 0,606 \text{ jam}$$

4) Menghitung  $T_c$  (Waktu konsentrasi)

$$T_c = T_o + T_d$$

$$T_c = 7,912 + 0,606 = 8,518 \text{ jam}$$

5) Menghitung  $C_s$  (Koefisientampungan)

$$C_s = \frac{2T_c}{2T_c + T_d} = \frac{2 \times 8,518}{2 \times 8,518 + 0,606}$$

$$C_s = 0,966$$

6) Menghitung intensitas hujan metode Mononobe

$$\text{a) } I = \frac{R_{24}}{24} \left( \frac{24}{T_c} \right)^{2/3}, \text{ dengan } R_{24} \text{ untuk kala ulang 5 th} = 260,78 \text{ mm}$$

$$I = \frac{260,78}{24} \left( \frac{24}{8,518} \right)^{2/3} = 21,676 \text{ mm/jam}$$

$$\text{b) } I = \frac{R_{24}}{24} \left( \frac{24}{T_c} \right)^{2/3}, \text{ dengan } R_{24} \text{ untuk kala ulang 10 th} = 332,51 \text{ mm}$$

$$I = \frac{332,51}{24} \left( \frac{24}{8,518} \right)^{2/3} = 27,638 \text{ mm/jam}$$

Besarnya  $C_s$  dan  $I$  ditambahkan pada data atribut peta Sub DAS Kampung Baru.

2. Debit Air Kotor

Sebelum menentukan besarnya debit air kotor, terlebih dahulu menghitung proyeksi pertumbuhan penduduk dengan metode geometri dan didapatkan jumlah penduduk pada DPS DAS Kampung Baru sebanyak 141.560 jiwa pada tahun 2030. Berikut ini merupakan contoh perhitungan air kotor yang dibuang setiap  $\text{km}^2$  untuk saluran DPS Drainase Kampung Baru dapat dihitung dengan persamaan

$$Q_{ak} = \frac{Pn \cdot q}{A}$$

$$q_{ab} = 100 \times 0,85 = 85 \text{ lt/hari/orang}$$

$$= \left( \frac{85/1000}{(24 \times 60 \times 60)} \right)$$

$$= 0,00000098 \text{ m}^3/\text{dt.}$$

$P_n$  = 141.560 untuk wilayah DPS Drainase Kampung Baru maka untuk Saluran Avenida Nicolao Lobato (Ka) DPS Drainase Kampung Baru yakni :

$$P_n = 141.560 \left( \frac{0,0279}{0,2664} \right)$$

$$= 13.661 \text{ Jiwa}$$

$$Q_{ak} = \frac{13.661 \times 0,00000098}{0,2889} = 0.0465 \text{ m}^3/\text{dt}$$

### 3. Debit Banjir Rancangan (Rencana) Sistem

Perhitungan banjir rancangan untuk saluran drainase terdiri dari debit air kotor dan debit limpasan dengan periode ulang 25 tahun untuk saluran makro, 10 tahun untuk sub makro, dan 5 tahun untuk saluran penghubung. Besarnya nilai debit banjir rancangan ditentukan dengan menjumlah besar debit limpasan permukaan dengan debit air kotor. Pada penelitian ini debit limpasan permukaan (air hujan) yang digunakan adalah debit dengan periode ulang 5 tahun. Contoh perhitungan pada saluran Avenida Nicolao Lobato (ka) DPS Drainase Kampung Baru, untuk debit hujan  $2,654 \text{ m}^3/\text{detik}$  dan debit kotor  $0,047 \text{ m}^3/\text{detik}$  maka besarnya debit rencana adalah sebesar  $2,701 \text{ m}^3/\text{detik}$ .

Debit rencana sistem merupakan akumulasi debit yang berada di hulu saluran ditambah dengan debit pada saluran drainase tersebut. Adapun contoh perhitungannya yaitu: Saluran dengan nomor 8 (Saluran Avenida Nicolao Lobato ka) pada DPS Drainase Kampung Baru diketahui saluran-saluran yang berada di hulu adalah saluran 13 dan saluran 14. Maka debit rencana sistem adalah:

$$Q_r \text{ sistem} = Q_{\text{sal 13}} + Q_{\text{sal 14}} + Q_{\text{sal 8}}$$

$$= 3,387 + 3,390 + 3,431$$

$$= 10,207 \text{ m}^3/\text{detik}$$

### 4. Kapasitas Saluran Drainase Eksisting

Perhitungan kapasitas saluran drainase yang sudah ada bertujuan untuk mengetahui kemampuan saluran dalam menampung air. Setelah kapasitas saluran lama diketahui kemudian dibandingkan dengan debit rencana sistem untuk mengetahui apakah saluran drainase tersebut perlu direncanakan lagi atau tidak. Bentuk penampang saluran drainase dapat merupakan saluran terbuka maupun saluran tertutup tergantung kondisi daerahnya. Rumus kecepatan rata-rata pada perhitungan dimensi penampang saluran menggunakan rumus Manning (Chow, 1992).

Diketahui:

$$B = 1,3 \text{ m} \quad n = 0,025$$

$$H = 1,3 \text{ m} \quad S = 0,02017$$

Bentuk penampang saluran segi empat

$$A = B \cdot H \quad P = (B + 2H) \quad R = A/P$$

$$= 1,30 \cdot 1,30 \quad = (1,30 + 2 \cdot 1,30) \quad = 1,690 / 3,90$$

$$= 1,690 \text{ m}^2 \quad = 3,90 \text{ m} \quad = 0,433 \text{ m}$$

$$v = \frac{1}{0,025} \cdot 0,433^{2/3} \cdot 0,02017^{1/2}$$

$$= 3,250 \text{ m/dt}$$

$$Q = A \cdot v$$

$$= 1,690 \cdot 3,250$$

$$= 5,498 \text{ m}^3/\text{dt}$$

5. Evaluasi dan Rehabilitasi Kapasitas Saluran Drainase

Rencana perbaikan saluran drainase digunakan untuk mencegah terjadinya luapan air dari saluran yang menyebabkan terjadinya genangan. Saluran eksisting yang sudah ada diperbaiki agar dapat menampung debit rencana sistem kala ulang 5 tahun. Contoh perhitungan pada Saluran Avenida Nicolao lobato (ka) DPS Drainase Kampung Baru.

$$B = 1,30 \text{ m (eksisting); } 1,75 \text{ (rehabilitasi)}$$

$$H = 1,30 \text{ m (eksisting); } 1,70 \text{ (rehabilitasi)}$$

$$Q = A \cdot v \\ = 2,075 \cdot 3,940 \\ = 11,722 \text{ m}^3/\text{dt}$$

6. Perencanaan Sumur Injeksi

Jumlah sumur injeksi yang diperlukan ditentukan oleh perhitungan volume andil banjir dan volume air hujan yang meresap. Volume andil banjir dihitung menggunakan persamaan berikut:

Volume air hujan yang meresap pada lokasi penelitian adalah:

$$V_{rsp} = \frac{1,436}{63,235} \times 53,407 \times 1 = 1,213 \text{ m}^3$$

Penentuan jumlah sumu rinjeksi dihitung dengan

$$n = \frac{H_{total}}{H_{rencana}}$$

dimana:

$$n = \text{jumlah sumur injeksi (buah)}$$

$$H_{total} = \frac{V_{ab} - V_{rsp}}{Ah} \text{ (m)}$$

$$H_{rencana} = \text{kedalaman direncanakan} < \text{kedalaman air tanah (m)}$$

Sehingga jumlah sumur resapan pada penelitian ini adalah:

$$H_{total} = \frac{106,185 - 1,213}{53,407}$$

$$= 33,414 \text{ m}$$

$$n = \frac{33,414}{8}$$

$$= 4 \text{ buah.}$$

**Kesimpulan Dan Saran**

Berdasarkan hasil analisis, kondisi Sistem jaringan drainase di Dom Aleixo, Kelurahan Comoro khususnya lokasi penelitian yaitu pada bundaran Nicolao Lobato masih belum memadai dari segi jumlah saluran dan kapasitas yang dapat ditampung. Implementasi perencanaan penanggulangan genangan dilakukan secara bertahap. Disarankan melakukan rehabilitasi dan pembangunan saluran baru terlebih dahulu. Sedangkan perencanaan sumur injeksi dapat dilaksanakan pada tahun-tahun mendatang apabila terjadi genangan baru akibat pertumbuhan penduduk yang terjadi lebih dari perhitungan dan kebiasaan buruk penduduk yang mengakibatkan terjadinya genangan. Total Biaya yang dibutuhkan dalam rehabilitasi saluran eksisting dan perencanaan saluran baru adalah senilai \$ 1,941,051.69 dan \$ 30.701.43 untuk pembuatan sumur injeksi.

**Referensi**

Amadri, M. (2013). BAB II Dasar Teori. *Library Politeknik Negeri Bandung*,

- 1937,5–45.<http://digilib.polban.ac.id/files/disk1/96/jbptppolban-%0Agdl-mochamadri-4787-3-bab2--8.pdf%0A>
- Amaral, R. D., Bawole, P., & Wiyatiningsih. (2019). *Pengaruh Pertumbuhan Permukiman Spontan di Tepi Sungai Comoro Terhadap Tata Ruang Kawasan Kelurahan Comoro Kecamatan Dom Aleixo Dili Timor-Leste*.
- Amrulloh, M., Widiarti, W. Y., & Halik, G. (2021). *Evaluasi Kinerja Sistem Drainase Jalan Kaliurang Kecamatan Sumbersari Kabupaten Jember*. 12(2), 81–91.
- Ahmad Syafuddin, 2016. “DRAINASE PERKOTAAN BERWAWASAN LINGKUNGAN.” 4(1):1–23.
- Bisri, M., & Prastya, A. N. (2009). Imbuhan Air Tanah Buatan Untuk Mereduksi Genangan (Studi Kasus di Kecamatan Batu Kota Batu) Analytical Hierarchy Process (AHP). *Jurnal Rekayasa Sipil*, 3(1), 77–90.
- Chythanya, G., Swain, S., Al-ansari, N., & Kumar, A. (2021). Evaluation of an urban drainage system and its resilience using remote sensing and GIS. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 23. <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2021.100601>
- Cahya, Evi, Ussy Andawayanti, and Eva Resmani. 2018. “Analysis of Drainage Capacity and Rehabilitation Subjected to Rainfall and Reverse Flow of Marengan River as a Main Drain in Sumenep City, Indonesia.” *Civil and Environmental Science* 001(02):080–087. doi: 10.21776/ub.civense.2018.00102.5.
- Damayanti, Wahyu Dwi. 2019b. “Sumur Resapan Air Hujan Sebagai Salah Satau Usaha Pencegahan Terjadinya Limpasan Pada Perumahan Graha Sejahtera 7, Boyolali.” *E-Journal MATRIKS TEKNIK SIPIL* 1(1):189–200.
- Dwijaya, Alber. 2018a. “Evaluasi Drainase Perkotaan Dengan Metode Hecras Di Kota Nanga Bulik, Lamandau Propinsi Kalimantan Tengah.” *Jurnal Rekayasa Sipil* 2(2).
- Feira, S. (2018). *Chuvas torrenciais provocam danos em casas e estradas em Timor-Leste - autoridades*. Timor Agora.
- Ji, M., & Bai, X. (2021). Construction of the sponge city regulatory detailed planning index system based on the SWMM model. *Environmental Technology & Innovation*, 23. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2021.101645>
- Kodoatie, R. J. (2013). *Rekayasa dan Manajemen Banjir Kota*. Penerbit ANDI. [https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=-jMhEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=banjir&ots=dTyZTfLTP\\_&sig=SfRdrvm8qtNulwqEuY7W2E2-yEc](https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=-jMhEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=banjir&ots=dTyZTfLTP_&sig=SfRdrvm8qtNulwqEuY7W2E2-yEc)
- LUSA. (2018). *Chuvas torrenciais provocam danos em casas e estradas em Timor-Leste - autoridades*. Diario de Noticia.
- Mori, K., Ishii, H., Somatani, A., & Hatakeyama, A. (2003). Hidrologi untuk Pengairan. In S. Sosrodarsono & K. Takeda (Eds.), *PT Pradnya Paramita: Jakarta* (9th ed., Vol. 12, Issue 2). PT. Pradnya Paramita.

- Mutiara, D. A. (2021). *Inilah Perbedaan Mendasar Antara Genangan dan Banjir, Mulai dari Waktu, Tinggi Sampai Penyebabnya*. Wartakota.
- Pudyastuti, P. S., & Musthofa, R. A. (2020). Analisa Distribusi Curah Hujan Harian Maksimum di Stasiun Pengukur Hujan Terpilih di Wilayah Klaten Periode 2008-2018. *Dinamika Teknik Sipil: Majalah Ilmiah Teknik Sipil*, 13(1), 10–15. <https://doi.org/10.23917/dts.v13i1.11589>
- Rismasari, R., Harisuseno, D., & Hendrawan, A. P. (2018). Kajian Penanggulangan Genangan yang Terintegrasi di Kawasan Pilang, Probolinggo. *Jurnal Teknik Pengairan*, 9, 47–59.
- Rizal, N. S., Iqbal, K., & Abduh, M. (2018). Kajian Pembuatan Sumur Resapan Untuk Penanggulangan Genangan Air di Kawasan Kampus. *Jurnal Teknik Sipil*.
- Romadona, I. I., Andawayanti, U., & Cahya, E. N. (2019). Analisis Reduksi Genangan Pada Saluran Drainase Di Pesisir Kota Palu Yang Berwawasan Lingkungan. *Jurnal Teknik Pengairan*, 10(1), 39–50.
- Saidah, H., Nur, N. K., Rangan, P. R., Mukrim, M. I., Tumpu, M., Nanda, A. R., Jamal, M., Mansida, A., & Sindagamanik, F. D. (2021). *Drainase Perkotaan* (R. Watrianthos (Ed.); 1st ed.). Yayasan Kita Menulis. [www.kitamenuis.com](http://www.kitamenuis.com)
- Sebandar, M., Bisri, M., & Sumiadi. (2018). *BERBASIS KONSERVASI DI SISTEM DRAINASE OESAPA-LASIANA KOTA KUPANG*. 125–137.
- Siby, E. P., Kawet, L., & Halim, F. (2013). Studi Perbandingan Hidrograf Satuan Sintetik Pada Daerah Aliran Sungai Ranoyapo. *Jurnal Sipil Statik*, 1(4), 259–269. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jss/article/view/1389>
- Suparmanto, J., Bisri, M., & Sayekti, R. W. (2011). Evaluasi dan Alternatif Penanggulangan Genangan Berbasis Konservasi Air Di Kota Kupang Das Dendeng – Merdeka Propinsi Nusa Tenggara Timur. *Jurnal Teknik Pengairan*, 2.
- Suripin 2004, and Tinjauan Pustaka. 2010. “No Title.” 21–45
- Suripin. 2002. *Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air*. Yogyakarta: Andi.
- Suripin. 2003. *Sistem Drainase Kota Yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Syarifudin, A., 2011, *Drainase Perkotaan Berwawasan Lingkungan*.
- Soemarto, 1987, *Hidrologi Teknik, Usaha Nasional – Surabaya Indonesia*
- Wicaksono, B., Juwono, P. T., & Sisingsih, D. (2018). BERBASIS KONSERVASI AIR. *Jurnal Teknik Pengairan*, 9, 70–81.
- WS. (2018). *Cara Membuat Biopori untuk Resapan Air dan Mengatasi Banjir*. Balai Wilayah Sungai Sulawesi II. <http://sda.pu.go.id/bwssulawesi2/cara-membuat-biopori/>





