



Evaluasi Kapasitas Penampungan *Ground Water Tank* Pada Proyek Pembangunan Simpang Susun (Studi Kasus : Proyek Pembangunan Simpang Susun Jalan Gatot Subroto, Medan, Sumatera Utara)

Muhammad Zaky Lubis¹, Yudha Hanova²

^{1,2}Fakultas Teknik Sipil, Universitas Harapan Medan, Medan, Indonesia

Article Info

Article history:

Received Agustus 31, 2025
Revised September 1, 2025
Accepted September 17, 2025

Kata Kunci:

Ground Water Tank,
Simpang Susun,
Kapasitas Tampungan,
Underpass

Keywords:

Ground Water Tank,
Interchange,
Storage Capacity,
Underpass

ABSTRAK

Pembangunan simpang susun Jalan Gatot Subroto, Medan, menghadapi tantangan besar dalam pengelolaan air di area underpass. Untuk mengatasi potensi genangan, *ground water tank* (GWT) dirancang sebagai bagian sistem drainase guna menampung air sementara sebelum dipompa keluar. Penelitian ini mengevaluasi kapasitas GWT terhadap debit banjir berdasarkan periode ulang tertentu. Hasil analisis menunjukkan bahwa GWT hanya mampu menampung debit banjir periode ulang 10 tahun selama 1 jam dan periode ulang 25 tahun selama 30 menit. Pada periode ulang 50 dan 100 tahun, kapasitas GWT terlampaui sehingga terjadi luapan dan genangan. Selain itu, pompa yang ada terbukti tidak mampu mengimbangi debit banjir sehingga air menumpuk dalam tangki. Dengan demikian, kapasitas GWT dan sistem pompa yang ada belum optimal. Penelitian merekomendasikan penggunaan pompa dengan kapasitas lebih besar agar sistem drainase underpass dapat berfungsi efektif.

ABSTRACT

The construction of the Jalan Gatot Subroto interchange in Medan faces significant challenges in water management, particularly in the underpass area. To mitigate flooding, a ground water tank (GWT) was designed as part of the drainage system to temporarily store water before being pumped out. This study evaluates the storage capacity of the GWT against flood discharges with various return periods. The results indicate that the GWT can accommodate a 10-year return period discharge for 1 hour and a 25-year return period discharge for 30 minutes. However, for 50- and 100-year return periods, the tank capacity is exceeded, leading to overflow and potential flooding. Moreover, the installed pump system is unable to match the flood discharge, causing water accumulation in the tank. Therefore, the current GWT and pumping capacity are not optimal. It is recommended to replace the pump with a higher capacity type to ensure effective drainage performance in the underpass.

This is an open access article under the [CC BY](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) license.



Corresponding Author:

Muhammad Zaky Lubis
Fakultas Teknik Sipil, Universitas Harapan Medan,
Medan, Indonesia
Email: mhdzaky03@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Kota Medan, sebagai salah satu kota metropolitan di Indonesia, terus mengalami perkembangan pesat dalam bidang infrastruktur. Salah satu proyek strategis yang sedang dilaksanakan adalah pembangunan simpang susun di Jalan Gatot Subroto, Medan, Sumatera Utara. Proyek ini bertujuan untuk mengurangi kemacetan, meningkatkan konektivitas antar kawasan, dan mendukung pertumbuhan ekonomi regional. Namun, pembangunan simpang susun ini menghadirkan tantangan signifikan terkait pengelolaan air, khususnya di area underpass yang berada di bawah permukaan tanah [1].

Medan dikenal memiliki curah hujan yang tinggi, serta tingkat muka air tanah yang relatif dangkal di beberapa wilayahnya. Kondisi ini meningkatkan risiko terjadinya genangan air di area underpass, baik akibat limpasan air hujan maupun rembesan air tanah. Jika tidak dikelola dengan baik, genangan air dapat mengganggu kelancaran lalu lintas, merusak infrastruktur, dan mengancam keselamatan pengguna jalan [2]. Ground water tank berfungsi sebagai wadah penampungan sementara sebelum air dipompa keluar ke saluran drainase utama [3].

Dalam mengatasi masalah ini, ground water tank dirancang sebagai bagian integral dari sistem drainase proyek. Ground water tank berfungsi untuk menampung air sementara sebelum dipompa ke saluran drainase utama. Efektivitas ground water tank sangat bergantung pada kapasitas penampungannya, yang harus dirancang sesuai dengan debit air maksimum yang diantisipasi. Jika kapasitas tangki tidak mencukupi, resiko genangan tetap tinggi, sementara kapasitas yang terlalu besar dapat menyebabkan pemborosan biaya konstruksi dan ruang. [4]

Evaluasi kapasitas penampungan ground water tank sangat penting untuk memastikan bahwa desain yang diterapkan mampu menampung debit air maksimum yang diantisipasi. Perhitungan kapasitas ini melibatkan analisis data hidrologi, seperti intensitas curah hujan, luas daerah tangkapan, dan tingkat infiltrasi, serta mempertimbangkan efisiensi operasional sistem pompa dan saluran drainase pendukung. Kegagalan dalam mendesain kapasitas yang tepat dapat mengakibatkan banjir lokal, gangguan operasional, serta peningkatan biaya pemeliharaan. [5]

Berdasarkan hal tersebut, maka dilakukan penelitian mengenai kemampuan ground water tank untuk menampung air hujan yang akan dipakai pada proyek pembangunan simpang susun Jalan Gatot Subroto, Medan, Sumatera Utara. Dalam rangka evaluasi kapasitas penampungan ground water tank pada proyek pembangunan simpang susun Jalan Gatot Subroto, Medan, Sumatera Utara.

2. METODE

Penelitian dilakukan pada proyek pembangunan simpang susun Jalan Gatot Subroto, Medan, Sumatera Utara (3°35'29.75"LU, 98°37'37.78"BT). Pada penelitian ini, semua data yang digunakan adalah data sekunder. Data sekunder adalah data yang didapat dari berbagai instansi yang berhubungan dengan penelitian. Pada penelitian ini, data sekunder yang diperlukan diantaranya :

1. Elevasi rencana proyek
2. Dimensi proyek
3. Dimensi rencana Ground Water Tank
4. Data Curah Hujan Harian Stasiun Hujan.

Pada penelitian ini, akan dilakukan Analisa hidrologi yang diantaranya :

1. Analisa Curah hujan

Curah hujan (rainfall depth) yang dialirkan ke sungai baik melalui limpasan permukaan atau yang masuk ke dalam tanah menjadi bagian dari air tanah.

2. Analisa Frekuensi Hujan

Analisa frekuensi ialah suatu prakiraan atau probabilitas yang terjadi pada peristiwa hidrologi dalam bentuk hujan rencana.

3. Distribusi Probabilitas

Distribusi Probabilitas menggambarkan apa yang mungkin akan terjadi, bukan yang sebenarnya terjadi, dan seringkali ditampilkan dalam bentuk grafik, tabel, atau rumus.

4. Analisa Intensitas dan Waktu Konsentrasi Hujan

Intensitas hujan ialah besaran jumlah hujan yang turun ke permukaan dan dinyatakan dalam satuan mm/jam. Intensitas hujan tergantung kepada frekuensi kejadian dan lama curah hujan.

5. Analisa Debit Banjir

Dalam mendapatkan debit banjir rencana, maka salah satu metode yang digunakan untuk memperoleh laju aliran puncak banjir adalah dengan menggunakan metode rasional.[6]

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proyek Pembangunan Underpass Gatot Subroto dilaksanakan di perempatan yang menghubungkan Binjai-Medan dan Jalan Ring Road-Berastagi oleh Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) melalui Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional (BBPJN) Sumatera Utara.

Analisa hidrologi pada penelitian ini digunakan untuk memperhitungkan debit air yang masuk menggunakan data curah hujan maksimum bulanan Stasiun Pengamatan Balai Besar Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Wilayah I selama 5 tahun dari tahun 2019 sampai 2023 yang didapatkan dari Badan Besar Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Wilayah I. Data curah hujan maksimum bulanan direkapitulasi dari data curah hujan harian rata-rata. Hal ini dikarenakan stasiun tersebut merupakan stasiun dengan lokasi terdekat dengan Proyek pembangunan Underpass Gatot Subroto yang merupakan lokasi penelitian.

Tabel 1. Curah Hujan Maksimum Stasiun Pengamatan Balai Besar Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Wilayah I

Tahun Pengamatan	Curah hujan harian maksimum (mm)												
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Au g	Sep	Oct	No v	Dec	max
2019	10	8.1	7.2	68	8.3	8.6	8	3.4	6.8	8.4	8.7	7.8	68
2020	8.9	15.8	9.2	19.6	40	83.8	60	71.6	44.8	8.5	19.6	34.6	83.8
2021	34.5	14.8	30	50.5	108.6	92.5	55.8	41.3	49.1	142.5	91.6	97.5	142.5
2022	48.8	58.1	11.3	21.1	28.5	82.1	19.8	77.3	33.3	0	43.3	21.4	82.1
2023	8.6	18.1	16.3	22.6	11.7	14.6	8.5	6.8	12.6	15.2	45.2	23.5	45.2

(sumber ; Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Wilayah I)

Analisis frekuensi curah hujan ini bertujuan untuk menggunakan distribusi probabilitas dalam mengetahui hubungan antara intensitas kejadian ekstrim dengan frekuensi kejadian. Distribusi probabilitas dapat menggunakan beberapa metode yang umum digunakan, di antaranya metode Gumbel, log normal, normal dan log Pearson Type III. Distribusi probabilitas ditentukan berdasarkan data ini, parameter statistik data perlu disesuaikan dengan persyaratan 28 dari setiap jenis distribusi. Hal yang

terlebih dahulu dilakukan dalam analisis frekuensi yaitu mencari parameter statistik. Parameter statistik diperlukan untuk menentukan distribusi probabilitas yang akan digunakan. Parameter statistik yang akan dicari antara lain curah hujan rata-rata, standar deviasi (Sd), koefisien kemiringan (Cs), koefisien variasi (Cv), dan koefisien kurtosis (Ck).[7]

Tabel 2. Perhitungan nilai parameter statistik Standar Deviasi

Tahun	x_i	$x_i - \bar{X}$	$(x_i - \bar{X})^2$	$(x_i - \bar{X})^3$	$(x_i - \bar{X})^4$
2019	68	-16.3	266.3	-4346.7	70938.3
2020	83.8	-0.520	0.270	-0.141	0.073
2021	142.5	58.2	3384.9	196934.2	11457632.0
2022	82.1	-2.2	4.9	-10.9	24.3
2023	45.2	-39.1	1530.4	-59868.2	2342045.8
Total	421.6	0	5186.828	132708.17	13870640.4
Rata-rata	84.32				

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

$$Sd = \sqrt{\frac{5186.828}{5-1}}$$

$$Sd = 36.01$$

a. Koefisien Variasi

$$Cv = \frac{S}{\bar{x}}$$

$$Cv = \frac{36.01}{84.32}$$

$$Cv = 0.427$$

b. Koefisien Skewness

$$a = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \sum |x_i - \bar{x}|^3$$

$$a = \frac{5}{(5-1)(5-2)} (132708.2)$$

$$a = 55295.07$$

$$Cs = \frac{a}{Sd^3}$$

$$Cs = \frac{55295.07}{(36.01)^3}$$

$$Cs = 1.184$$

c. Koefisien Kurtosis

$$Ck = \frac{\frac{1}{n} \sum (x_i - \bar{x})^4}{S^4}$$

$$Ck = \frac{\frac{1}{5} (13870640.4)}{(36.01)^4}$$

$$Ck = 1.65$$

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

$$Sd = \sqrt{\frac{5186.828}{5-1}}$$

$$Sd = 36.01$$

$$Cv = \frac{S}{\bar{x}}$$

$$Cv = \frac{36.01}{84.32}$$

$$Cv = 0.427$$

$$a = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \sum |x_i - \bar{x}|^3$$

$$a = \frac{5}{(5-1)(5-2)} (132708.2)$$

$$a = 55295.07$$

$$Cs = \frac{a}{Sd^3}$$

$$Cs = \frac{55295.07}{(36.01)^3}$$

$$Cs = 1.184$$

$$Ck = \frac{\frac{1}{n} \sum (x_i - \bar{x})^4}{S^4}$$

$$Ck = \frac{\frac{1}{5} (13870640.4)}{(36.01)^4}$$

$$Ck = 1.65$$

Tabel 3. Pemilihan Distribusi

Jenis Sebaran	Syarat	Perhitungan	Keterangan
Gumbel	$C_s = 1.14$	$C_s = 1.184$ $C_k = 1.65$ $C_v = 0.427$	Tidak memenuhi
	$C_k = 5.4$		Tidak memenuhi
Normal	$C_s \approx 0$		Tidak memenuhi
	$C_k \approx 3$		Tidak memenuhi
Log Normal	$C_s = C_v^3 + 3C_v$	Tidak memenuhi	
	$C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$	Tidak memenuhi	
Log Pearson Tipe III	Selain dari nilai diatas	Memenuhi	

Berdasarkan Tabel 3 distribusi probabilitas dapat disimpulkan bahwa yang memenuhi persyaratan adalah distribusi Log Pearson III. Metode distribusi Log Pearson III digunakan untuk mengetahui periode curah hujan tertentu. Periode ulang yang digunakan pada penelitian ini adalah 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun dan 100 tahun. Metode ini menggunakan nilai logaritma, dan perhitungannya juga dipengaruhi oleh nilai K.[8]

Tabel 4. Perhitungan distribusi *Log Pearson III*

Tahun	Curah Hujan Max (mm)	$\log X_i$	$\log^2 X_i$	$\log X_i - \log X_r$	$(\log X_i - \log X_r)^2$	$(\log X_i - \log X_r)^3$
2019	68.0	1.833	3.358	-0.09342	0.008728	-0.000815348
2020	83.8	1.923	3.699	-0.00269	0.000007	-0.000000019
2021	142.5	2.154	4.639	0.22788	0.051931	0.011834312
2022	82.1	1.914	3.665	-0.01159	0.000134	-0.000001556
2023	45.2	1.655	2.739	-0.27079	0.073328	-0.019856755
Total	421.6	9.479	18.100	-0.15060	0.134129	-0.008839366
X_r	84.3					
Log X_r	1.926					
Sd	0.17999					
n	5					
Cs	-0.63158					

Nilai K dapat ditentukan dengan nilai Cs yang diperoleh -0.63158, menggunakan tabel faktor frekuensi K. berdasarkan nilai Cs dapat ditentukan nilai K yang dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 5. Nilai K Untuk Hujan Rencana Dengan Periode Ulang

T	K
10	1.195
25	1.515
50	1.702
100	1.857

Nilai curah hujan rencana dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 6. Perhitungan hujan rencana periode ulang metode *Log Pearson III*

T	Log X_r	S_x	K	Log X_{rt}	X_{rt} (mm)
10	1.93	0.18	1.19	2.14	138.34
25	1.93	0.18	1.52	2.20	158.01
50	1.93	0.18	1.70	2.23	170.72
100	1.93	0.18	1.86	2.26	182.02

Waktu konsentrasi air hujan adalah waktu yang dibutuhkan air hujan untuk mengalir dari titik terjauh menuju outlet DAS. Dalam penelitian ini data waktu konsentrasi hujan disamakan dengan durasi hujan dengan asumsi durasi hujan dominan yang mengakibatkan banjir selama 6 jam. Sehingga $t_c = t_d = 6$ jam. Untuk mengetahui ketinggian atau kedalaman hujan pada waktu tertentu maka digunakan perhitungan intensitas curah hujan. Satuan yang biasa digunakan adalah mm / jam atau mm / menit. Semakin lama periode ulangnya, maka intensitas curah hujan semakin besar. Ini merupakan ciri umum intensitas curah hujan. Dalam penelitian ini metode yang digunakan untuk mengetahui intensitas curah hujan adalah dengan metode Mononobe.[9]

Tabel 7. Perhitungan Intensitas Hujan Daerah Proyek Pembangunan *Underpass* Gatot Subroto

T	X _{rt} (mm)	I _t
10	138.34	14.53
25	158.01	16.59
50	170.72	17.92
100	182.02	19.11

Metode yang digunakan dalam penelitian ini untuk menghitung analisis aliran banjir menggunakan metode rasional.

Tabel 8. Perhitungan debit banjir rencana metode rasional proyek pembangunan *Underpass* Gatot Subroto

T	C	I _t	A	Q _t
10	0.95	14.53	0.021	0.290
25	0.95	16.59	0.021	0.331
50	0.95	17.92	0.021	0.358
100	0.95	19.11	0.021	0.381

Dalam menghitung Volume Ground Water Tank yang terdapat pada proyek Pembangunan simpang susun *Underpass* Gatot Subroto, dapat menggunakan Dimensi yang telah didapatkan dari perencanaan proyek.

$$\begin{aligned}
 P &= 5 \text{ m} \\
 L &= 5 \text{ m} \\
 T &= 2 \text{ m} \\
 V &= P \times L \times T \\
 &= 5 \times 5 \times 2 \\
 &= 50 \text{ m}^3 \\
 N &= 4 \\
 V_{\text{total}} &= V \times N \\
 &= 50 \times 4 \\
 &= 200 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Pada perencanaan proyek Pembangunan Simpang Susun *Underpass* Gatot Subroto, telah ditetapkan pompa yang dipakai adalah pompa dengan kemampuan debit 3000 L/menit dan dibantu dengan Cap Pompa, sehingga debit yang dapat dialirkan :

$$\begin{aligned}
 Q &= 1,2 \times 3000 \text{ L/Menit} \\
 &= 3600 \text{ L/menit} \\
 N &= 4 \\
 Q_{\text{total}} &= 4 \times 3600 \\
 &= 14400 \text{ L/Menit}
 \end{aligned}$$

Dengan data yang telah dihitung dan didapat bisa dilakukan perbandingan antara jumlah air hujan yang akan ditampung pada saat momen debit banjir dengan kapasitas penampungan ground water tank dan kapasitas pompa mengalirkan air dari ground water tank tersebut[10]. Di bawah ini adalah data-data yang telah dihitung dan didapatkan :

$$\begin{aligned}
 \text{VGWT} &= 200 \text{ m}^3 \\
 &= 200000 \text{ L}
 \end{aligned}$$

Qpompa	= 14400 L/menit = 0.24 m ³ /s
Q10	= 0.290 m ³ /s = 17386.579 L/menit
Q25	= 0.331 m ³ /s = 19858.430 L/menit
Q50	= 0.358 m ³ /s = 21455.444 L/menit
Q100	= 0.381 m ³ /s = 22875.482 L/menit

Dengan data diatas dapat dihitung berapa lama ground water tank dapat menampung debit banjir dan apakah pompa bisa mengurangi volume air yang ada di dalam Ground Water Tank pada saat debit banjir[11]. Pada tabel di bawah ini dapat dilihat apakah Ground Water Tank mampu menampung air debit banjir pada 30 menit, 1 jam, dan 6 jam.

Tabel 9. Perhitungan kapasitas ground water tank menampung debit banjir dalam waktu 30 menit

	V 30 menit	V pompa 30 menit	V real	V GWT	Banjir
Q10	521.597	432	89.597	200	tidak banjir
Q25	595.753	432	163.753	200	tidak banjir
Q50	643.663	432	211.663	200	banjir
Q100	686.264	432	254.264	200	banjir

Tabel 10. Perhitungan kapasitas ground water tank menampung debit banjir dalam waktu 1 jam

	V 1 jam	V pompa 1 jam	V real	V GWT	Banjir
Q10	1043.195	864	179.195	200	tidak banjir
Q25	1191.506	864	327.506	200	banjir
Q50	1287.327	864	423.327	200	banjir
Q100	1372.529	864	508.529	200	banjir

Tabel 11. Perhitungan Kapasitas Ground Water Tank Menampung Debit Banjir Dalam Waktu 6 Jam

	V 6 jam	V pompa 6 jam	V real	V GWT	Banjir
Q10	6259.168	5184	1075.168	200	banjir
Q25	7149.035	5184	1965.035	200	banjir
Q50	7723.960	5184	2539.960	200	banjir
Q100	8235.174	5184	3051.174	200	banjir

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan pada bab sebelumnya dapat ditarik kesimpulan untuk penelitian kali ini sebagai berikut :

1. Hasil perhitungan debit pada Q10, Q25, Q50, dan Q100 pada daerah proyek pembangunan Underpass Gatot Subroto sebesar 0.290 m³/s, 0.331 m³/s, 0.358 m³/s, 0.381 m³/s.
2. Total Volume dari 4 Ground Water Tank yang ditinjau sebesar 200 m³ dan total kapasitas 4 pompa yang digunakan sebesar 14400 L/menit.

Hasil dari Perhitungan kapasitas ground water tank menampung debit banjir dalam waktu 30 menit, 1 jam, dan 6 jam menunjukkan bahwa Ground Water Tank yang telah dibantu pompa hanya mampu menampung air pada debit dengan periode ulang 10 tahun selama 1 jam dan hanya dapat menampung

air pada debit dengan periode ulang 25 tahun selama 30 menit. Sedangkan pada saat menampung air pada debit dengan periode ulang 50 dan 100 tahun, air yang ditampung Ground Water Tank telah melebihi kapasitas, meluap dan menyebabkan banjir.

REFERENSI

- [1] Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga. (2023, November 1). Urai Kepadatan Lalin Kota Medan, Underpass Gatot Subroto Mulai Konstruksi. Retrieved from Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga: <https://binamarga.pu.go.id/index.php/berita/urai-kepadatan-lalin-kota-medan-underpass-gatot-subroto-mulai-konstruksi>
- [2] Pemerintah Republik Indonesia. (2004). Undang-Undang Nomor 38 Tahun 2004. Jakarta: Kementerian Sekretariat Negara Republik Indonesia.
- [3] Syahputra, A. (2025, Februari 4). Underpass Gatsu Medan Belum Difungsikan Meski Sudah Selesai, Warga Heran. Retrieved from Detik Sumur: <https://www.detik.com/sumut/berita/d-7762100/underpass-gatsu-medan-belum-difungsikan-meski-sudah-selesai-warga-heran>
- [4] Dirgawati, M. (2024). Perencanaan sistem pemanenan air hujan sebagai teknologi alternatif penyediaan air bersih di kawasan pemukiman kepadatan tinggi. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 25(2), 246-256.
- [5] Kusumo, W. (2009). Penanganan Sistem Drainase Kecamatan Jati Kabupaten Kudus. Semarang: Universitas Diponegoro.
- [6] [Fajar Utomo, F. (2017). *Evaluasi Penanganan Genangan Air Di Underpass Makamhaji Kabupaten Sukoharjo*. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- [7] Triadmodjo, B. (2008). Hidrologi Terapan. Yogyakarta: Beta Offset.
- [8] Kamiana, I. m. (2011). Teknik perhitungan debit rencana bangunan air (Pertama). Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [9] Wiryawan, A. G., & Suputra, I. k. (2016). Tahapan Perhitungan Tinggi Muka Air Di Sungai (Studi Kasus Bendung Waduk Muara Tukad Unda).
- [10] Kodoatie, R. J. (2005). *Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu*. Yogyakarta: Andi Offset.
- [11] Suripin. (2004). *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: ANDI Offset.
- [12] Nelson, S. F. (2018). Perencanaan Saluran Tertutup Drainase Bawah Tanah di Jalan Prajurit Satu Merauke. *Musamus Journal of Civil Engineering*, 1(1), 59-69.