



CivETech

Civil Engineering and Technology Journal

P-ISSN 2798-4869
E-ISSN 2798-4060



CivETech
Civil Engineering and Technology Journal

Vol. VI

No. 1

Hal. 1 - 82

Yogyakarta
Februari 2024

P-ISSN 2798-4869
E-ISSN 2798-4060

Fakultas Teknik- Universitas Cokroaminoto Yogyakarta



DAFTAR ISI

- <i>Erlina, Cahyaning Kilang P.</i> PENGARUH CURING MENGGUNAKAN AIR SUNGAI DAN AIR SUMUR TERHADAP KUAT TEKAN BETON	1 – 12
- <i>Muhammad Arifin, Muhammad Ryan Iskandar, Nurokhman</i> REVIEW SARANA PRASARANA LINGKUNGAN KAWASAN PARKIR NGABEAN YOGYAKARTA	13 – 26
- <i>Nurokhman, Hery Kristiyanto, Muchamad Arif Budiyanoto, Harjanto</i> STUDI IDENTIFIKASI DAN DESAIN SABO DAM OP-RRC3A DI SUNGAI OPAK KABUPATEN SLEMAN	27 – 35
- <i>Ratih Nurmala Saridewi, Muchamad Arif Budiyanoto</i> PEMODELAN SISTEM DRAINASE PERKOTAAN MENGGUNAKAN EPA SWMM 5.1 DI KABUPATEN TAPIN PROVINSI KALIMANTAN SELATAN	36 – 53
- <i>Singgih Subagyo, Namira Rosyada</i> ANALISIS LALU LINTAS HARIAN JALUR SATU ARAH (STUDI KASUS : JALAN LETJEN SUPRAPTO KOTA YOGYAKARTA)	54 – 65
- <i>Suryanto, Indra Suharyanto, Nasrul Arfianto</i> ANALISIS SIMPANG APILL PEREMPATAN PELEMGURIH DESA BANYURADEN KECAMATAN GAMPING, KABUPATEN SLEMAN PROVINSI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA	66 – 82



Vol. VI No. 1, Februari 2024

Pelindung:

Dekan Fakultas Teknik UCY

Pemimpin Redaksi:

Ir. Muchamad Arif Budiyanto, S.T., M.Eng., IPM.

Redaksi Pelaksana:

Ir. Indra Suharyanto, M.T.

Ir. Erlina, M.T.

Ir. Singgih Subagyo, M.T.

Ir. Suryanto, M.T.

Muhamad Arifin, S.T., M.Eng.

Muhammad Ryan Iskandar, S.T., M.Eng.

Fajar Purwoko, S.T., M.Eng.

Mitra Bestari:

Dr. Rossy Armyn Machfudiyanto, S.T., M.T.

Dr.Ir. Herry Kristiyanto, S.T., M.T., IPM.

Dr. Adhy Kurniawan, S.T.

Dr. Devi Oktafiana Latif, S.T., M.Eng.

Zainul Faizen Haza, M.T., Ph.D.

Dr. Roby Hambali, S.T., M.Eng.

Ir. Nurokhman, M.T.

Dr. Ananto Nugroho, S.T., M.Eng.

Ardian Alfianto, S.T., M.Eng.

Penerbit:

Fakultas Teknik Universitas Cokroaminoto Yogyakarta

Alamat Redaksi:

Fakultas Teknik Universitas Cokroaminoto Yogyakarta

Jl. Perintis Kemerdekaan, Gambiran, Yogyakarta 55161

Telp. (0274) 372274

e-mail: civetechjournal@gmail.com

Jurnal **CivETech** terbit perdana pada Februari 2019. Jurnal ini memuat tulisan ilmiah, hasil penelitian, atau ide/gagasan orisinal yang belum pernah dimuat pada media cetak lain. Redaksi menerima tulisan sesuai dengan ketentuan naskah. Jurnal **CivETech** diterbitkan 2 (dua) kali setahun pada bulan Februari dan Agustus, , diterbitkan secara online dan akses terbuka dengan Elektronik dengan P-ISSN 2798-4869 dan E-ISSN 2798-4060.

PEMODELAN SISTEM DRAINASE PERKOTAAN MENGUNAKAN EPA SWMM 5.1 DI KABUPATEN TAPIN PROVINSI KALIMANTAN SELATAN

Ratih Nurmala Saridewi¹, Muchamad Arif Budiyanto¹
Email : ratihnurmala.sd@gmail.com, arifbudiyanto.sipil@gmail.com

ABSTRAK : Banjir yang terjadi di wilayah pemukiman sering kali disebabkan oleh gagalnya saluran drainase membuang kelebihan air tersebut. Di mana curah hujan yang tinggi tidak diimbangi dengan kapasitas saluran yang memadai atau bahkan tertutup oleh sampah. Permasalahan yang terjadi pada sistem drainase Kabupaten Tapin terutama daerah Kecamatan Tapin Utara yaitu Ex Kantor Bupati Lama adalah saluran drainase yang ada belum sepenuhnya berfungsi secara maksimal. Sebagai upaya untuk memperbaiki desain drainase yang terdapat di Kecamatan Tapin Utara maka dilakukannya evaluasi kapasitas saluran drainase eksisting sehingga ditemukan solusi yang dapat digunakan untuk menangani masalah genangan di daerah ini. Pemodelan sistem drainase pada penelitian ini menggunakan program EPA *Storm Water Management Model* (SWMM) 5.1. Dari hasil analisis yang sudah dilakukan dengan hujan kala ulang 5 tahunan kondisi eksisting saluran masih banyak terjadi banjir di beberapa titik lokasi. Dengan memperbesar dimensi dan penggantian tipe saluran dihasilkan rencana sistem drainase sudah tidak mengalami banjir. Pengaruh perbedaan dari nilai kekasaran saluran (n , *manning*) sangat besar dalam penentuan jenis tipe saluran.

Kata Kunci: Debit Banjir Rancangan, Drainase Perkotaan, SWMM

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Drainase berasal dari kata *drainage* yang berarti mengataskan, mengeringkan, atau membuang air. Drainase merupakan sebuah sistem yang ditujukan untuk menangani masalah air berlebih yang tidak diperlukan baik yang mengalir di atas permukaan tanah maupun yang berada di bawah permukaan tanah.

Kelebihan air ini dapat bersumber dari limpasan akibat hujan (*excess rainfall*) ataupun berasal dari air buangan limbah dari pemukiman. Di lingkungan pemukiman, drainase berfungsi sebagai sarana sanitasi untuk mencegah menggenangnya air yang mengganggu kenyamanan dan Kesehatan lingkungan, sekaligus sebagai sarana untuk mencegah banjir.

Banjir yang terjadi di wilayah pemukiman sering kali disebabkan oleh gagalnya saluran drainase membuang kelebihan air tersebut. Di mana curah hujan yang tinggi tidak diimbangi dengan kapasitas saluran yang memadai atau bahkan tertutup oleh sampah.

¹ Dosen Fakultas Teknik Universitas Cokroaminoto Yogyakarta



1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan yang terjadi pada sistem drainase Kabupaten Tapin terutama daerah Kecamatan Tapin Utara yaitu Ex Kantor Bupati Lama adalah saluran drainase yang ada belum sepenuhnya berfungsi secara maksimal, sehingga setiap tahun pada musim penghujan air hujan yang melimpahan akan mengalir begitu saja melalui saluran alam dan sebagian tidak terkendali sehingga menyebabkan terjadinya genangan air. Faktor permasalahan lain pada saluran drainase adalah terjadinya sedimentasi dan penumpukan sampah.

Sebagai upaya untuk memperbaiki desain drainase yang terdapat di Kecamatan Tapin Utara maka dilakukannya evaluasi kapasitas saluran drainase eksisting sehingga ditemukan solusi yang dapat digunakan untuk menangani masalah genangan di daerah ini. Pemodelan sistem drainase pada penelitian ini menggunakan program EPA *Storm Water Management Model* (SWMM) 5.1.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

- 1) Mengevaluasi kapasitas saluran drainase di Kota Tapin Utara;
- 2) Rekomendasi Pemilihan material drainase yang digunakan untuk konstruksi.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Hujan

Hujan umumnya bisa terjadi dimana saja dengan adanya faktor massa udara yang lembab dan sarana meteorologis yang dapat mengangkat massa udara tersebut untuk berkondensasi. Hujan berasal dari uap air di atmosfer, sehingga bentuk dan jumlahnya dipengaruhi oleh faktor klimatologi seperti angin, temperatur dan tekanan atmosfer. Uap air tersebut akan naik ke atmosfer sehingga mendingin dan terjadi kondensasi menjadi butir – butir air dan kristal – kristal es yang akhirnya jatuh sebagai hujan (Triatmodjo, 2010). Hujan hanya akan terjadi apabila molekul – molekul air hujan sudah mencapai ukuran lebih dari 1 mm. hal ini memerlukan waktu yang cukup untuk tumbuh dari ukuran sekitar 1-100 mikron (Barry, 1971 dalam Sri Harto, 2000).

2.2 Analisis Curah Hujan

Dalam menganalisa data curah hujan, terlebih dahulu di analisa sifat statistik dari data curah hujan yang ada dengan menggunakan Metode Parameter Statistik. Setelah di analisa kemudian digunakanlah metode analisa curah hujan yang ada seperti metode Normal, metode Log Normal, metode Gumbel, dan metode Log Pearson Type III. Dari ke empat metode analisa curah hujan di atas dipakai yang paling cocok dengan sifat statistik dari data curah hujan yang tadi sudah dianalisa dengan menggunakan Parameter Statistik.

1. Metode Gumbel

$$X_t = X + K.S_x \quad \dots \dots \dots (1)$$

$$K = \frac{Y_t - Y_n}{S_n} \quad \dots \dots \dots (2)$$

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum X^2 - \bar{X} \cdot \sum X}{n-1}} \quad \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan :

X_t = Besaran yang diharapkan terjadi dalam t tahun

X = Harga pengamatan rata-rata

t = Periode ulang

- K = Faktor frekuensi
- Yt = *Reduced Variate*
- Yn = *Reduced Mean*
- Sn = *Reduced standard deviasi*
- Sx = Standard deviasi

2. Metode Hasper

$$\text{Rumus : } R_t = R + S_n \cdot U_t \dots\dots\dots (4)$$

dimana :

- Rt = Curah hujan dengan periode ulang tertentu
- R = Curah hujan maksimum rata-rata
- Sn = Standard deviasi untuk n tahun pengamatan
- Ut = Standart variabel untuk periode ulang tertentu

$$S_n = \frac{1}{2} \left[\frac{R_1 - R}{U_1} + \frac{R_2 - R}{U_2} \right] \dots\dots\dots (5)$$

dimana :

- R1 = Curah hujan maksimum I
- R2 = Curah hujan maksimum II
- U1 = Standart variabel untuk periode ulang R1
- U2 = Standart variabel untuk periode ulang R2

3. Metode Log Pearson Type III

$$\text{Log } \bar{X} = \frac{\sum(\text{Log } X_i)}{n} \dots\dots\dots (6)$$

$$\text{Log } \bar{X} = \frac{\sum(\text{Log } X_i)}{n} \dots\dots\dots (7)$$

$$\text{Log } \bar{X} = \left(\frac{\sum(\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X})^2}{n} \right)^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots (8)$$

$$g \text{ Log } \bar{X} = \frac{n \cdot \sum(\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)(s \text{Log } \bar{X})^3} \dots\dots\dots (9)$$

$$\text{Log } X_{Tr} = \text{Log } \bar{X} + k \cdot (g \text{ Log } \bar{X}) \dots\dots\dots (10)$$

2.3 Pola Distribusi Hujan

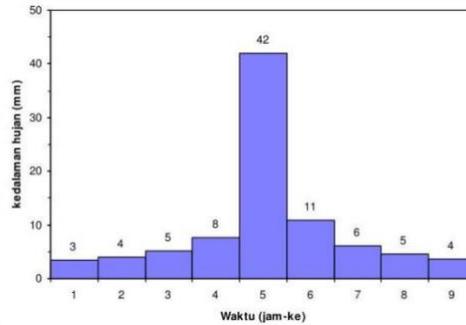
Distribusi hujan adalah berbeda-beda sesuai dengan jangka waktu yang ditinjau. Umumnya hujan pada suatu wilayah tertentu memiliki pola distribusi hujan untuk hujan jam-jaman. Pola kejadian hujan memiliki beragam bentuk sesuai dengan perhitungan yang diperoleh. Bentuk pola kejadian hujan biasanya berbentuk histogram. Beberapa bentuk dari pola kejadian hujan yakni bentuk lonceng, lonceng terbalik, anak tangga menurun, anak tangga menaik, garis lurus, dan tidak beraturan. Bentuk distribusi yang beragam diakibatkan karena berbedanya nilai persentase perjam suatu distribusi hujan. Dalam penelitian ini dilakukan pendekatan dengan model pola distribusi hujan secara empiris yaitu *Alternating Block Method (ABM)*, *Modified Mononobe*, dan Tadashi Tanimoto.

Menurut Bambang Triatmodjo (2010) secara ringkas, masing-masing model dijelaskan sebagai berikut :

- 1) *Alternating Block Method (ABM)* adalah cara sederhana untuk membuat hyetograph rencana dari kurva IDF (Chow et al., 1988). Hyetograph rencana yang dihasilkan oleh metode ini adalah hujan yang terjadi dalam n rangkaian interval waktu yang berurutan dedongan durasi selama waktu $T_i = n \Delta_t$. Untuk periode ulang tertentu, intensitas hujan diperoleh dari kurva IDF pada setiap durasi waktu $\Delta_t, 2\Delta_t, 3\Delta_t, \dots$ Kedalaman hujan



diperoleh dari perkalian antara intensitas hujan dan durasi waktu tersebut. Perbedaan antara nilai kedalaman hujan yang berurutan merupakan pertambahan hujan dalam interval waktu Δt . Pertambahan hujan tersebut (blok-blok), diurutkan kembali ke dalam rangkaian waktu dengan intensitas hujan maksimum berada pada tengah – tengah durasi hujan T_d dan blok –blok sisanya disusun dalam urutan menurun secara bolak – balik pada kanan dan kiri dari blok tengah.



Gambar 1. Hyetograph dengan Alternating Block Method (ABM)
(Sumber : Bambang Triatmodjo, 2010)

2) Modified Mononobe

Dalam perencanaan, curah hujan rancangan yang ditetapkan berdasarkan analisis perlu diubah menjadi lengkung intensitas curah hujan. Lengkung tersebut diperoleh berdasarkan data curah hujan dalam rentang waktu yang pendek seperti, menit atau jam. Lengkung intensitas curah hujan dengan durasi pendek ini kemudian akan ditentukan berdasarkan data hujan harian menggunakan Modified Mononobe dengan persamaan sebagai berikut :

$$I_t = \frac{R_{24}}{t_c} \times \left(\frac{t_c}{t}\right)^{2/3} \dots\dots\dots (11)$$

dengan :

- I_t = intensitas curah hujan untuk lama hujan t (mm/jam)
- R_{24} = curah hujan maksimum selama 24 jam (mm)
- t_c = waktu konsentrasi hujan (jam)
- t = durasi hujan (jam)

2.4 Waktu Konsentrasi

Setelah menentukan debit banjir puncak dengan menggunakan Metode Rasional selanjutnya dilakukan analisis waktu konsentrasi. Waktu konsentrasi adalah waktu yang diperlukan oleh air untuk mengalir dari titik yang terjauh ke titik yang akan dihitung debitnya. Metode Kirpich merupakan metode yang biasa digunakan untuk menghitung waktu. Rumus yang digunakan untuk menentukan nilai waktu konsentrasi berdasarkan Metode Kirpich adalah sebagai berikut.

$$t_c = \left(\frac{0.87 \times L^2}{1000 \times S}\right)^{0.385} \dots\dots\dots (12)$$

dengan :

- t = Waktu konsentrasi (jam)
- L = Panjang lintasan asir dari titik terjauh sampai titik yang ditinjau (Km)
- S = Kemiringan rata-rata daerah lintasan air



2.5 Debit Banjir Rancangan

Metode yang biasa digunakan untuk menghitung debit banjir rencana pada suatu ruas sungai atau saluran ada beberapa metode, diantaranya :

1) Metode Rasional

Metode rasional dapat menggambarkan hubungan antara debit dengan besarnya curah hujan untuk DPS dengan luas sampai 500 Ha, dan merupakan metode yang paling tua untuk menaksir debit puncak banjir berdasarkan data curah hujan. Debit banjir yang dihitung berdasarkan parameter hujan dan karakteristik DPS. Rumus yang digunakan adalah :

$$Q_p = \frac{1}{360} \times C \times I \times A \dots\dots\dots (13)$$

dengan :

Q_p = Debit maksimum rencana (m³/s).

A = Luas daerah aliran (Ha)

C = Koefisien aliran (mm/jam)

I = Intensitas curah hujan yang terjadi pada suatu kurun waktu di mana air berkonsentrasi. (mm/jam).

Nilai koefisien limpasan atau aliran (*run off*) berdasarkan tata guna lahan daerah tangkapan. Berdasarkan Permen PU No. 12/PRT/M2014 tentang Tata Cara Perencanaan Sistem Drainase Perkotaan dapat dilihat pada Tabel dibawah ini.

Tabel 1. Nilai Koefisien Limpasan

Kondisi Daerah	Koefisien Pengaliran	Sifat Permukaan Tanah	Koefisien Pengaliran
Perdagangan		Jalan	
• Daerah kota	0,70 – 0,95	• Asfalt	0,70 – 0,95
• Daerah dekat kota	0,50 - 0,70	• Beton	0,80 – 0,95
Pemukiman		• Batu bata	0,70 – 0,85
• Rumah tinggal terpencar	0,30 – 0,50	• Batu kerikil	0,15 – 0,35
• Kompleks perumahan	0,40 – 0,60	Jalan raya dan trotoar	0,70 – 0,85
• Pemukiman(suburban)	0,25 – 0,40	Atap	0,75 – 0,95
• Apartemen	0,50 – 0,70	Lapangan rumput, tanah berpasir ,	
Industri		• Kemiringan 2%	0,05 – 0,10
• Industri ringan	0,50 – 0,80	• Rata-rata 2%–7%	0,10 – 0,15
• Industri berat	0,60 – 0,90	• Curam 7%	0,15 – 0,20
Taman, kuburan	0,10 – 0,25	Lapangan rumput, tanah keras,	
Lapangan bermain	0,20 – 0,40	• Kemiringan 2%	0,13 – 0,17
Daerah halaman KA	0,10 – 0,30	• Rata-rata 2%–7%	0,18 – 0,22
Daerah tidak terawat		• Curam (7 persen)	0,25 – 0,35

Sumber : Permen PUPR, No. 12/PRT/M/2014 tentang Tata Cara Perencanaan Sistem Drainase Perkotaan

2) Debit Aliran

Dalam menghitung debit profil majemuk existing pada saluran drainase perkotaan digunakan rumus kontinuitas dengan mengalikan luas profil basah dengan kecepatan rata-rata menggunakan rumus Manning Rumus alirannya adalah sebagai berikut:

$$Q_t = A_t \times \frac{1}{n} \times R_t^{2/3} \times S^{1/2} \dots\dots\dots (14)$$

Q_t = Debit total (m³/dt)

A_t = luas profil basah total dari masing-masing sub-profil basah (m²)



- R_t = total jari-jari hidraulis dari masing-masing sub-profil basah (m)
 S = kemiringan rata-rata dasar saluran
 n = kekasaran dinding

Tabel 2. Koefisien Kekasaran *Bazin*

Bahan	Koefisien <i>Manning</i> , n
Besi tuang dilapis	0,014
Kaca	0,010
Saluran beton	0,013
Bata dilapis mortar	0,015
Pasangan batu disemen	0,025
Saluran tanah bersih	0,022
Saluran tanah	0,030
Saluran dengan dasar batu dan tebing rumput	0,040
Saluran pada galian batu padas	0,040

3) Kala Ulang

Kala ulang harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:

- Kala ulang yang dipakai berdasarkan luas daerah pengaliran saluran dan jenis kota yang akan direncanakan sistem drainasenya, seperti terlihat dalam Tabel 2.
- Untuk bangunan pelengkap dipakai kala ulang yang sama dengan sistem saluran di mana bangunan pelengkap ini berada ditambah 10% debit saluran.
- Perhitungan curah hujan berdasarkan data hidrologi minimal 10 tahun terakhir (mengacu pada tata cara analisis curah hujan drainase perkotaan).

Tabel 3. Kala Ulang Berdasarkan Tipologi Kota

TIPOLOGI KOTA	DAERAH TANGKAPAN AIR (Ha)			
	< 10	10 - 100	101 - 500	> 500
Kota Metropolitan	2 Th	2 - 5 Th	5 - 10 Th	10 - 25 Th
Kota Besar	2 Th	2 - 5 Th	2 - 5 Th	5 - 20 Th
Kota Sedang	2 Th	2 - 5 Th	2 - 5 Th	5 - 10 Th
Kota Kecil	2 Th	2 Th	2 Th	2 - 5 Th

Sumber : Permen PUPR, No. 12/PRT/M/2014 tentang Tata Cara Perencanaan Sistem Drainase Perkotaan

- Menyusun IDF Curve drainase perkotaan untuk kota yang bersangkutan untuk kala ulang 2, 5, 10, dan 20 tahun.
- Daerah Pengaliran Saluran (DPSal) yang mempunyai sub-DPSal, dan setiap sub-DPSal mempunyai koefisien limpasan yang berbeda-beda, maka perhitungan koefisien limpasan ekuivalen (C_{eq}) menggunakan rumus koefisien limpasan ekuivalen (C_{eq}).

2.6 Pemodelan Kawasan Drainase

Analisa drainase ini dilakukan dengan menggunakan aplikasi EPA SWMM 5.1 untuk pemodelan. SWMM (*Storm Water Management Model*) adalah model simulasi dinamis hubungan antara curah hujan dan limpasan yang dikembangkan oleh U.S. Environmental Protection Agency (EPA). Pemodelan dengan SWMM berdasarkan berbagai proses hidrologi seperti curah hujan dengan variasi waktu, evaporasi pada permukaan air, curah hujan pada daerah tampungan dan infiltrasi dari curah hujan yang masuk ke lapisan tanah tak jenuh air yang memperhatikan limpasan dan sistem drainase (Suprpto, Mutaqin, and Prilbista 2018).

SWMM melakukan hitungan hidrologi dan hidraulika. SWMM melakukan transformasi hujan di kawasan tangkapan hujan (*subcatchment*) menjadi limpasan langsung di lahan. SWMM meneruskan limpasan langsung ini ke saluran (*conduit*) melalui sebuah *junction* dan

kemudian melakukan hitungan hidraulika aliran di saluran. Hasil hitungan SWMM adalah debit aliran permukaan dari kawasan tangkapan hujan, profil muka air di saluran, dan profil kecepatan aliran di saluran.

Data yang dibutuhkan untuk analisis dan perancangan drainase kawasan adalah sebagai berikut:

- 1) Peta topografi kawasan dan sekitarnya yang memiliki selang kontur lahan,
- 2) Tata letak kawasan,
- 3) *Design ground level* setiap bagian kawasan,
- 4) Jenis tanah kawasan,
- 5) Jenis perkerasan lahan setiap bagian kawasan,
- 6) Klimatologi kawasan, terutama temperatur harian,
- 7) Curah hujan.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Kegiatan

Lokasi penelitian adalah di Kabupaten Tapin yaitu Kecamatan Tapin Utara yaitu pada kawasan Ex Kantor Lama Bupati.



Sumber : Google Earth, 2023

Gambar 2. Lokasi Penelitian

3.2 Data yang digunakan

Penggunaan data pada studi ini:

- 1) Data Primer, meliputi : *Channel dimensions*, *Normal water flow height*, *Flow speed*, kemiringan saluran (*slope*)
- 2) Data Sekunde, meliputi : data curah hujan tahun 2005-2019, peta jaringan drainase, data tata guna lahan, Peta topografi

3.3 Pengukuran di Lapangan

Peta jaringan drainase digunakan untuk menentukan lokasi titik pengukuran data data primer seperti *channel dimensions*, *normal water flow height*, *flow velocity* dan *slope*.

3.4 Analisis Hidrologi

Sebelum masuk pada aplikasi EPA SWMM 5.1 untuk pemodelan, dilakukan terlebih dahulu analisis hidrologi dengan tahap analisis seperti berikut :

- 1) Analisis Frekuensi

Tabel 4. Data Hujan Maksimum Tahunan (mm) Stasiun Tapin Utara

Tahun	STA Tapin Utara	Tahun	STA Tapin Utara
2005	100.00	2013	126.00
2006	110.00	2014	111.50
2007	130.00	2015	128.00
2008	112.00	2016	170.00
2009	86.50	2017	88.00
2010	92.00	2018	119.00
2011	91.00	2019	110.00
2012	114.50		

Sumber : BPS Kota Tapin Utara

Setelah memperoleh data curah hujan maksimum, melakukan perhitungan hasil perhitungan statistik hujan. Tabel perhitungan statistic hujan dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 5. Hasil Perhitungan Statistik Hujan

M	$P = m/(N+1)$	Tahun	Curah (m ^m)	Ln Curah (m ^m)
1	0.063	2016	170.000	5.136
2	0.125	2007	130.000	4.868
3	0.188	2015	128.000	4.852
4	0.250	2013	126.000	4.836
5	0.313	2018	119.000	4.779
6	0.375	2012	114.500	4.741
7	0.438	2008	112.000	4.718
8	0.500	2014	111.500	4.714
9	0.563	2006	110.000	4.700
10	0.625	2019	110.000	4.700
11	0.688	2005	100.000	4.605
12	0.750	2010	92.000	4.522
13	0.813	2011	91.000	4.511
14	0.875	2017	88.000	4.477
15	0.938	2009	86.500	4.460
		Jumlah Data =	15	15
		Nilai Rerata (\bar{X}) =	112.567	4.708
		Standar Deviasi (s) =	21.397	0.179
		Koefisien Skewness (Cs) =	1.244	0.644
		Koefisien Kurtosis (Ck) =	2.684	0.926
		Koefisien Variasi =	0.190	0.038
		Nilai Tengah =	111.500	4.714

Sumber : Analisis, 2023

2) Analisis Frekuensi

Dari perhitungan analisis frekuensi didapatkan dilakukannya Uji Chi Square dan Uji Smirnov Kolmogorov dari hasil kedua uji tersebut dapat dilihat probabilitas yang sesuai dengan hasil uji. Berikut adalah hasil uji dapat di lihat pada Tabel di bawah ini.

Tabel 6. Uji Chi Square

Uji	Chi Kuadrat	Derajat Kebebasan (DK)	Chi Kritik
Normal	4.67	2	5.99
Log Normal	3.33	2	5.99
Gumbel	2.00	2	5.99
Log Person III	2.00	1	3.84

Sumber : Analisis, 2023

Berdasarkan hasil uji fitting distribusi hujan harian maksimum, jenis distribusi terbaik untuk Stasiun Hujan Tapin Utara adalah Distribusi Gumbel dengan Nilai Chi Kritis = 5.99 dan Nilai Chi Kuadrat = 2. Setelah melakukan perhitungan distribusi hujan harian maksimum, maka tahap selanjutnya melakukan hasil curah hujan dengan menggunakan metode gumbel, pada perhitungan gumbel dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 7. Uji Smirnov Kolmogorov

Uji	Do
Normal	0.089
Log Normal	0.108
Gumbel	0.145
Log Person III	0.151

Sumber : Analisis, 2023

Kesimpulan dari uji kecocokan distribusi Smirnov - Kolmogorov adalah nilai delta kritis yang didapat adalah 0.34. Menurut Smirnov – Kolmogorv, distribusi yang terbaik adalah Normal dengan nilai delta maksimum adalah 0.089.

Kala ulang yang digunakan dalam perhitungan/perencanaan drainase perkotaan untuk Kota dengan klasifikasi Sedang adalah kala ulang untuk 2, 5, 10 tahunan, hasil analisis frekuensi untuk masing-masing stasiun hujan secara umum disajikan dalam Lampiran. Sedangkan rekapitulasi hasil analisis frekuensi untuk stasiun hujan di Kota Tapin Utara dan Sekitarnya adalah di bawah ini.

Tabel 8. Hujan Kala Ulang

T	Karakteristik Debit (m ³ /dt) Menurut Probabilitasnya							
	NORMAL		LOG-NORMAL		GUMBEL		LOG-PEARSON III	
	X _T	K _T	X _T	K _T	X _T	K _T	X _T	K _T
1.1	85.145	-1.282	88.062	-1.145	89.022	-1.100	89.486	-1.192
2.	112.567	0.000	110.831	-0.081	109.052	-0.164	108.742	-0.106
5.	130.575	0.842	128.899	0.763	127.961	0.719	127.796	0.794
10.	139.989	1.282	139.487	1.258	140.481	1.305	140.665	1.328
20.	147.762	1.645	148.884	1.697	152.490	1.866	153.229	1.805
25.	150.027	1.751	151.738	1.831	156.300	2.044	157.269	1.950
50.	156.512	2.054	160.218	2.227	168.035	2.592	169.916	2.381
100.	162.345	2.326	168.250	2.602	179.684	3.137	182.825	2.789

Sumber : Analisis, 2023

3) Intensitas Hujan

Agihan hujan selama 6 jam dengan hujan maksimum pada jam ke 3, maka dihasilkan dengan kala hujan dengan metode gumbel didapatkan sebagai berikut.

Tabel 9. Pola Distribusi Hujan di Stasiun Hujan Tapin Utara

t (jam)	Dist ABM						
	P ₂	P ₅	P ₁₀	P ₂₀	P ₂₅	P ₅₀	P ₁₀₀
1	7.36	8.63	9.48	10.29	10.54	11.33	12.12
2	10.94	12.84	14.10	15.30	15.68	16.86	18.03
3	60.01	70.42	77.31	83.92	86.02	92.47	98.88
4	15.60	18.30	20.09	21.81	22.36	24.04	25.70
5	8.71	10.22	11.22	12.18	12.49	13.42	14.35
6	6.43	7.55	8.28	8.99	9.22	9.91	10.59
Total	109.05	127.96	140.48	152.49	156.30	168.04	179.68

Sumber : Analisis, 2023

- 4) Analisis Intensitas Hujan
Dari hasil distribusi hujan jam-jaman di dapatkan intensitas curah hujan dengan metode Mononobe sebagai berikut.

Tabel 10. Intensitas Hujan dengan Metode Mononobe

Intensitas Curah Hujan		
I_2	=	35.52 mm/jam
I_5	=	41.67 mm/jam
I_{10}	=	45.75 mm/jam
I_{20}	=	49.66 mm/jam
I_{25}	=	50.90 mm/jam
I_{50}	=	54.73 mm/jam
I_{100}	=	58.52 mm/jam

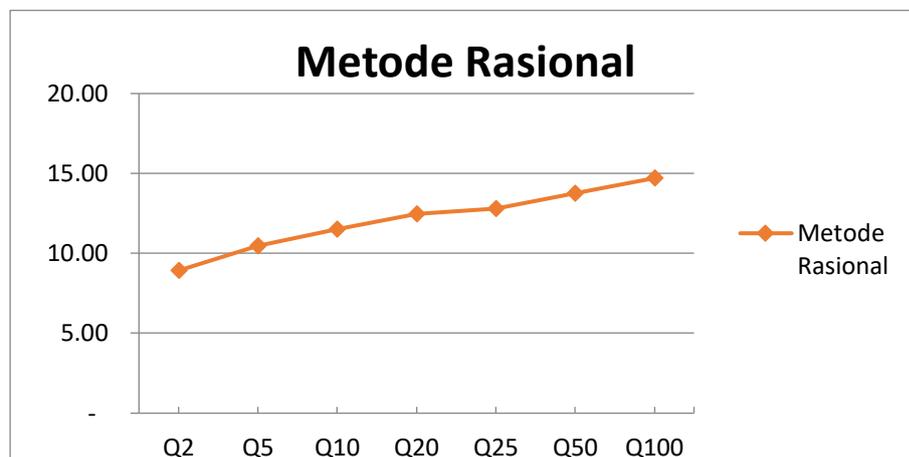
Sumber : Analisis, 2023

- 5) Analisis Debit Banjir Rancangan
Didapatkan dari hasil perhitungan debit banjir rancangan dengan metode rasional didapatkan hasil sebagai berikut.

Tabel 11. Debit Banjir Rancangan Metode Rasional

Debit Kala Ulang		
Q_2	=	8.92 m ³ /det
Q_5	=	10.47 m ³ /det
Q_{10}	=	11.50 m ³ /det
Q_{20}	=	12.48 m ³ /det
Q_{25}	=	12.79 m ³ /det
Q_{50}	=	13.75 m ³ /det
Q_{100}	=	14.70 m ³ /det

Sumber : Analisis, 2023



Gambar 4. Grafik Debit Banjir Rancangan Metode Rasional

Sumber : Analisis, 2023

4.2 Analisis Hidrolika

- 1) Aplikasi EPA SWMM 5.1
Data input yang dimasukkan dalam aplikasi EPA SWMM 5.1 adalah sebagai berikut :

a. *Input Backdrop*

Backdrop diperoleh dari data digital map yang telah diolah terlebih dahulu dengan bantuan software Arcgis untuk menentukan daerah tangkapan air serta untuk melihat koordinat yang akan diinputkan kedalam SWMM. Berikut tampilan inputan Backdrop dari lokasi penelitian pada SWMM.



Sumber : Google Earth, 2023

Gambar 5. Tampilan Backdrop dari Google Earth

b. Data parameter tiap *subcatchment*.

Berdasarkan peta topografi dan arah aliran air menuju saluran, pada lokasi penelitian ini terdapat 25 *subcatchment* ditampilkan dengan notasi S untuk *subcatchment*. Data yang dimasukkan yaitu luas dan lebar lahan yang berhadapan langsung dengan saluran, persentase kemiringan lahan serta persentase impervious lahan

Tabel 12. Pembagian Subscachment

Subcatchment	Area [Ha]	CN	Width	%Impervious	Slope (%)
S1	0.9	80	88.51	90	0.5
S2	4.1	80	328.79	90	0.5
S3	0.8	80	80	90	0.5
S3a	2.42	80	139	90	0.5
S4	0.54	80	55.45	90	0.5
S4a	4.34	80	234	90	0.5
S5	1.47	80	145	90	0.5
S5a	1.34	80	145	90	0.5
S6	0.8	80	158	90	0.5
S7	4.1	80	179.32	90	0.5
S8	9.42	80	568.53	70	0.5
S8a	11	80	568.3	70	0.5
S9	1.98	80	74.81	90	0.5
S10	3.31	80	182.74	90	0.5
S11	2.31	80	128.96	90	0.5
S12	4.1	80	204.41	90	0.5
S13	7.7	80	404.42	90	0.5
S14	6.64	80	285.44	80	0.5
S15	1.9	80	244	90	0.5
S16	1.85	80	273	90	0.5
S16a	2.87	80	513	90	0.5
S17	14.3	80	669.43	90	0.5
S17a	5.97	80	776	80	0.5
S18	9.63	80	539	90	0.5
S19	7.13	80	393	80	0.5

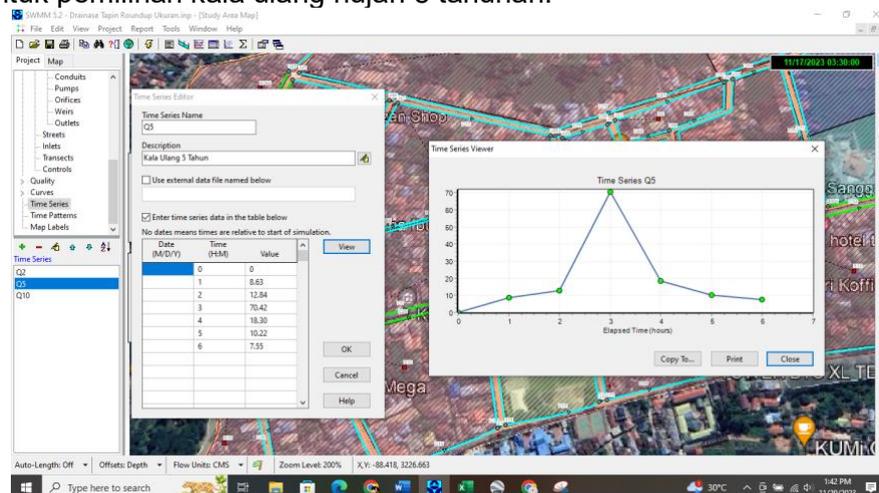
Sumber : Analisis, 2023

2) Pemodelan Jaringan Drainase

Pemodelan dilakukan sesuai dengan sistem jaringan drainase yang ada dilapangan, mulai dari *Junction* (Data Elevasi), *Conduit* (Data Dimensi), *Raingage* (Data Intensitas Hujan) dan *Outfalls* (Data Elevasi Keluaran).

Jumlah Junction dalam penelitian ini berjumlah 59 node. Junction ditampilkan dengan notasi J, data yang diinput yaitu data elevasi saluran. Jumlah Conduit pada penelitian ini berjumlah 87 conduit dan ditampilkan dengan notasi C. Data yang diinput yaitu dimensi saluran, bentuk saluran, panjang saluran dan koefisien kekasaran. Jumlah outfalls pada penelitian ini berjumlah 9 dan ditampilkan dengan notasi O. *Outfalls* ini mengalirkan aliran dari saluran pembuang menuju maindrain. Data *rain gage* yang dimasukkan adalah data curah hujan yang telah diolah menjadi intensitas hujan jam-jaman dengan menggunakan metode ABM dan diinputkan pada time series. Data intensitas hujan yang diinput yaitu data intensitas hujan jam-jaman selama diambil waktu singkat 6 jam dengan periode ulang data intensitas hujan yang digunakan dengan kala ulang 2 tahunan, 5 tahunan, dan 10 tahunan.

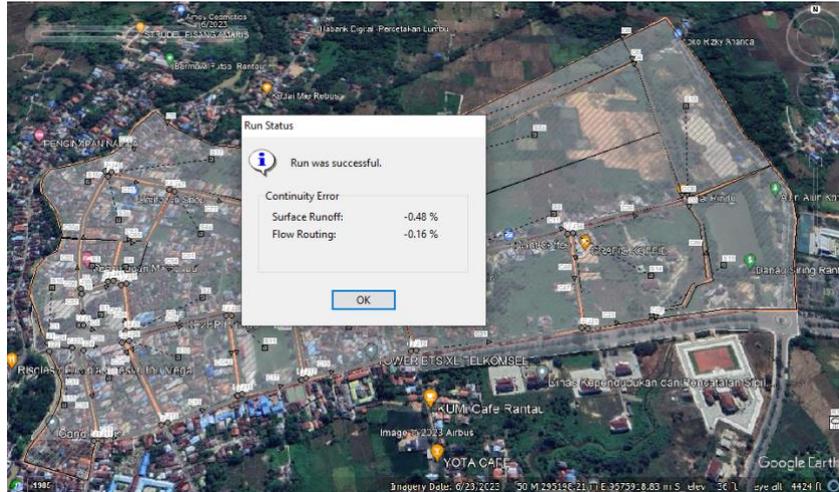
Dalam peraturan Permen PU No.12 Tahun 2014 mengenai Drainase Perkotaan untuk pemilihan kala ulang hujan 5 tahunan.



Gambar 6. Tampilan Data Raingage pada Time Series Kala Ulang 5 Tahunan
Sumber : Analisis, 2023

3) Pemodelan Aliran pada Sistem Drainase

Simulasi bisa dijalankan apabila semua data telah dimasukkan dan dapat dikatakan berhasil jika *continuity error* < 10%. Hasil simulasi dapat dilihat dari status report, menggunakan map, menggunakan grafik maupun menggunakan profil aliran.



Gambar 7. Tampilan Hasil Status Report Running
 Sumber : Analisis, 2023

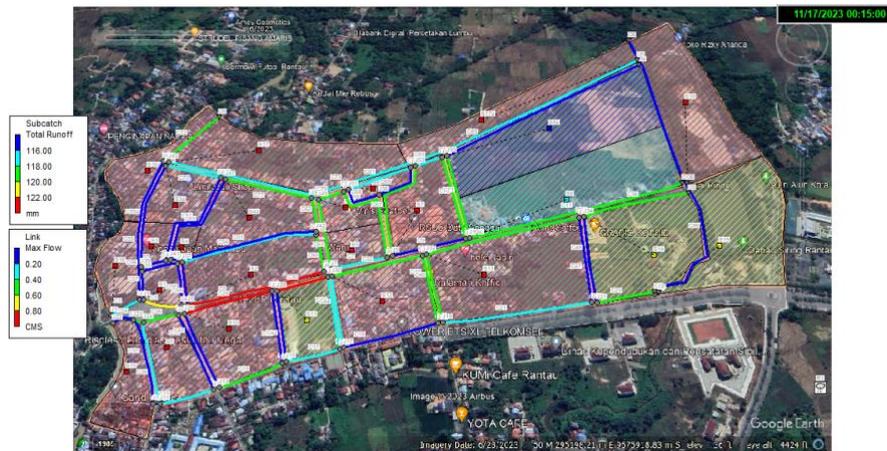
4) Hasil *Running Program*

Berikut di bawah ini adalah hasil dari hasil running program dapat dilihat pada Tabel Dibawah ini.

Tabel 13. Hasil Running Masterplan Drainase Tapin Kota Eksisting

Nama Jalan	Ukuran (Bxh)	Flow (CMS)		Velocity (m/s)		Ketinggian M.A (m)		Keterangan
		Kanan	Kiri	Kanan	Kiri	Kanan	Kiri	
Jl. A.Yani	1 x 1	1	0,97	1,38	1,32	1	1	Banjir
Jl. Perintis	1 x 1	0,15	0,23	0,23	0,51	0,64	0,59	Tidak Banjir
Jl. Said Alwi	0,7 x 0,7	0,53	0,2	1,08	0,64	0,7	0,45	Banjir
Jl. Lorong Bupati	0,7 x 0,7	0,32	0,23	0,76	0,92	0,61	0,53	Tidak Banjir
		0,11	0,11	0,29	0,35	0,55	0,43	Tidak Banjir
		0,13	0,14	0,37	0,38	0,53	0,53	Tidak Banjir
Jl. Telkom	0,7 x 0,7	0,49	1,16	1,05	2,51	0,68	0,68	Banjir
Jl. Pengadilan	0,7 x 0,7	0,45	0,45	0,92	0,92	0,7	0,7	Banjir
Jl. Pembangunan	0,7 x 0,7	0,53	0,58	1,09	1,19	0,7	0,7	Banjir
Jl. Pelita	0,7 x 0,7	0,17	0,04	0,44	0,12	0,57	0,53	Tidak Banjir
Jl. Rangda Malingkung	0,7 x 0,7	0,1	0,09	0,29	0,27	0,5	0,5	Tidak Banjir
Jl. SPG	0,7 x 0,7		0,62		1,27		0,7	Banjir
Jl. Datu Nuraya	0,7 x 0,7		0,48		1,29		0,7	Banjir
Jl. Haryono MT	0,6 x 0,6	0,19	0,19	0,53	0,53	0,6	0,6	Banjir
Jl. RP Soeprpto	0,6 x 0,6	0,23	0,24	0,65	0,66	0,6	0,6	Banjir
Jl. MTQ	0,7 x 0,7	0,47	0,47	0,97	0,97	0,7	0,7	Banjir
Jl. Usman Djafar	0,7 x 0,7	0,15	0,16	0,43	0,43	0,6	0,6	Banjir

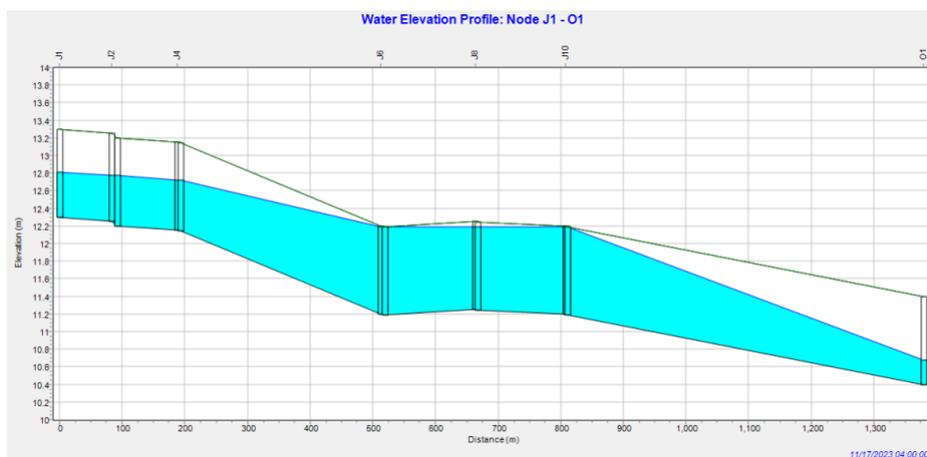
Sumber : Analisis, 2023



Gambar 7. Tampilan Hasil Simulasi Max Flow
 Sumber : Analisis, 2023

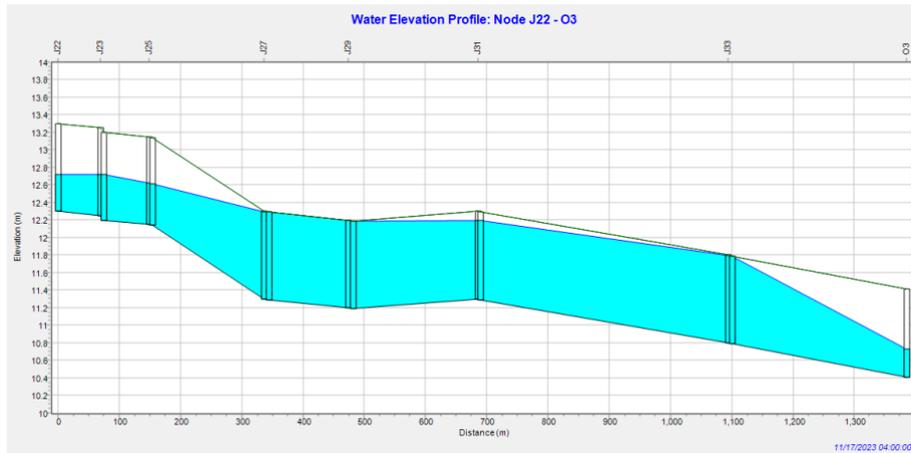


Gambar 8. Tampilan Hasil Simulasi Max Depth
 Sumber : Analisis, 2023



Gambar 9. Tampilan Hasil Simulasi Profil Aliran Jl. A. Yani dengan Hujan kala Ulang 5 Tahunan Sebelah Kiri
 Sumber : Analisis, 2023





Gambar 4. 1 Tampilan Hasil Simulasi Profil Aliran Jl. A. Yani dengan Hujan kala Ulang 5 Tahunan Sebelah Kanan
Sumber : Analisis, 2023

5) Perencanaan Sistem Drainase

a. Pembagian Sistem Sub Sistem Drainase

Dari hasil analisis eksisting didapatkan ada beberapa lokasi jalan yang mengalami banjir, maka dilakukan perubahan dimensi dan nilai kekasaran saluran (n manning) akan berpengaruh dengan tipe saluran yang berbeda pada masing-masing saluran. Berikut adalah hasil redesign dapat dilihat pada Tabel dibawah ini.

Tabel 14. Rencana Saluran Desain

Nama Jalan	Ukuran (Bxh)		Flow (CMS)		Velocity (m/s)		Ketinggian M.A (m)		Tipe Saluran
	Kanan	Kiri	Kanan	Kiri	Kanan	Kiri	Kanan	Kiri	
Jl. A.Yani	1,2 x 1,2	1 x 1	0,9	0,88	1,38	1,52	1,09	0,65	U-Ditch
Jl. Perintis	1 x 1	1 x 1	0,24	0,54	0,28	0,91	0,44	0,52	Pasangan Batu
Jl. Said Alwi	1,5 x 1,5	0,8 x 0,8	3,54	0,3	2,03	0,71	1,5	0,52	Kanan U-Ditch Kiri Pasangan Batu
Jl. Lorong Bupati	0,7 x 0,7	0,7 x 0,7	0,11	0,12	0,41	0,4	0,45	0,44	Pasangan Batu
	0,7 x 0,7	0,7 x 0,7	0,24	0,25	0,63	0,78	0,56	0,49	Pasangan Batu
	0,7 x 0,7	0,7 x 0,7	0,1	0,11	0,4	0,41	0,37	0,37	Pasangan Batu
Jl. Telkom	1 x 1	1 x 1	0,61	0,59	0,78	0,75	0,78	0,78	U-Ditch
	1,5 x 1,5	1,5 x 1,5	0,71	0,72	0,36	0,35	1,5	1,5	
Jl. Pengadilan	0,8 x 0,8	0,8 x 0,8	0,4	0,38	0,69	0,67	0,73	0,72	Pasangan Batu
Jl. Pembangunan	1 x 1	1,2 x 1,2	0,43	0,91	0,5	1,04	0,86	1,2	U-Ditch
Jl. Pelita	0,7 x 0,7	0,7 x 0,7	0,08	0,3	0,36	1,2	0,32	0,35	Pasangan Batu
Jl. Rangda Malingkung	0,7 x 0,7	0,7 x 0,7	0,09	0,09	0,34	0,34	0,41	0,41	Pasangan Batu
Jl. SPG		1,5 x 1,5		1,75		0,84		1,39	U-Ditch
Jl. Datu Nuraya		1,5 x 1,5		2,57		1,35		1,41	U-Ditch
Jl. Haryono MT	1,2 x 1,2	1,2 x 1,2	0,2	0,19	0,3	0,35	1,07	1,08	U-Ditch
Jl. RP Soeprpto	1,2 x 1,2	1,2 x 1,2	0,39	0,49	0,33	0,39	1,14	1,15	U-Ditch
Jl. MTQ	1,2 x 1,2	1,2 x 1,2	0,41	0,42	0,42	0,47	1,06	1,06	U-Ditch
Jl. Usman Djafar	1,2 x 1,2	1,2 x 1,2	0,23	0,32	0,23	0,26	1,1	1,11	U-Ditch

Sumber : Analisis, 2023

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisis yang sudah dilakukan dengan hujan kala ulang 5 tahunan kondisi eksisting saluran masih banyak terjadi banjir di beberapa titik lokasi. Dengan memperbesar dimensi dan penggantian tipe saluran dihasilkan rencana sistem drainase sudah tidak mengalami banjir. Pengaruh perbedaan dari nilai kekasaran saluran (n , $Manning$) sangat besar dalam penentuan jenis tipe saluran.

5.2 Saran

Pada penelitian ini belum dimasukkan batas badan jalan dalam perencanaan Pembangunan sistem drainase. Sebaiknya ditambahkan untuk bisa digambarkan seberapa besar lahan yang harus dibebaskan dalam pembangunan sistem drainase perkotaan di Kota Tapin Utara, Provinsi Kalimantan Selatan

6. DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, M., Budiyo, M. A., & Jaya, R. P. (2023). *Analisis Kapasitas Sungai Doho Dalam Rangka Penanggulangan Banjir*. CivETech, 5(2), 24-30.
- Budiyo, M. A., & Amri, C. (2019). *Analisa Kapasitas Sungai Kaliyasa Cilacap*. Jurnal Geografi: Media Informasi Pengembangan dan Profesi Kegeografian, 16(1), 26-39.
- Budiyo, M. A., Kristiyanto, H., & Savareno, M. A. (2022). *Analisis Aliran Banjir Sungai Gajah Wong Daerah Istimewa Yogyakarta*. CivETech, 4(1), 30-40.
- Budiyo, M. A. (2023). *Analisis Kapasitas Volume Tampungan Polder Rumah Sakit Upt Vertikal Surabaya*. CivETech, 5(1), 18-25.
- Chow, V.T., Maidment, D.R., and Mays, L. W. (1988). "Applied Hydrology". New York: McGraw-Hill Book Company.
- Harto, S. (2000). Hidrologi Teori, Masalah Penyelesaian. Nafiri Offset, Yogyakarta
- Permen PU No. 12/PRT/M2014 tentang "Tata Cara Perencanaan Sistem Drainase Perkotaan", Jakarta, Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia.
- Rossman, L. A. (2015). Storm Water Management Model User's Manual Version 5. 1, no. September. Cincinnati: Office of Research and Development.
- Triatmodjo, B. (2010). Hidrologi Terapan. Yogyakarta: Beta Offset.

