



# INVESTIGASI BANJIR PADA PERUMAHAN SAFA DAN MARWA DALAM REALITAS DAN MODEL

MAS MERA<sup>1</sup>, MUHAMMAD GIVI<sup>1</sup>, FEBRUARMAN<sup>1\*</sup>, AGRA DAULAY<sup>1</sup>, FELAN GREGORIUS<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Sipil Universitas Andalas, Padang, Indonesia

\*Corresponding author: ✉ [februarman@eng.unand.ac.id](mailto:februarman@eng.unand.ac.id)

Naskah diterima : 21 Februari 2021. Disetujui: 21 Juli 2021

---

## ABSTRAK

Penelitian ini adalah tentang pengujian kapasitas drainase di kompleks perumahan yang berada di daerah topografi yang relatif datar. Oleh karena itu, dipilihlah perumahan Safa dan Marwa yang terletak di Lubuk Minturun, Kecamatan Koto Tangah, Kota Padang, Sumatera Barat sebagai studi kasusnya. Kompleks perumahan ini telah sering mengalami banjir bila hujan turun dengan intensitas melebihi 20 mm/jam dan dengan lama hujan melebihi 3 jam. Kemudian program jadi (*existing software*) “EPA Storm Water Management Model (SWMM) versi 5.0” digunakan untuk mensimulasikan kasus ini, di mana hasilnya dibandingkan dengan realitas yang terjadi di lapangan. Data primer yang diperlukan oleh model SWMM ini adalah *sub-catchment*, intensitas hujan, kemiringan dan dimensi saluran drainase. Hasil simulasi menunjukkan hal yang sama yang terjadi di lapangan yaitu 4 dari 37 *junction* (persimpangan saluran) dan 6 dari 38 *conduit* (ruas saluran) mengalami banjir. Sehingga hasil simulasi model SWMM ini dapat dipercaya untuk menunjukkan realitas banjir yang terjadi di lapangan.

**Kata kunci** : Safa dan Marwa, SWMM, drainase, banjir, intensitas hujan

---

## 1. PENDAHULUAN

Hujan yang terjadi secara berkelanjutan dan dalam intensitas yang tinggi dapat menimbulkan banjir. Banjir akan terjadi bila aliran air melebihi kapasitas yang dapat di tampung oleh drainase. Aliran air bisa berasal dari air hujan ataupun aliran yang tersumbat dan menyebabkan terendamnya suatu kawasan (Lawalata, 2013; PUPR, 2014).

Pada perumahan, drainase dibuat pada sisi kanan dan kiri jalan perumahan tersebut. Pada saat hujan dengan intensitas relatif tinggi dan durasi relatif lama, biasanya drainase sudah tidak mampu menampung debit limpasan. Selain itu, penyebab lainnya adalah perencanaan drainase tidak sesuai dengan kondisi lapangan. Faktor utama permasalahan perencanaan drainase adalah desain dan kemiringan saluran yang tidak tepat, sehingga menjadikan aliran air yang seharusnya mengarah ke sungai yang berada dekat dengan wilayah tersebut lebih banyak berputar-putar terlebih dahulu di jaringan saluran drainasenya.

Kota Padang merupakan salah satu kota yang ada di Indonesia di mana beberapa perumahan di kota ini sering mengalami peristiwa banjir. Salah satunya kawasan yang sering mengalami banjir itu adalah perumahan Safa Marwa yang berlokasi di Sungai Lareh, Kecamatan Koto Tengah. Ketika hujan dengan intensitas relatif tinggi dan durasi relatif lama, perumahan tersebut mengalami banjir dan aliran air sampai masuk ke dalam rumah penduduk.

Penulis tertarik untuk melakukan investigasi sistem drainase Perumahan Safa dan Marwa Sungai Lareh, Kecamatan Koto Tengah, Padang tersebut dan membandingkan realitas yang terjadi di lapangan dengan hasil simulasi model jadi (*existing software*) *Storm Water Management Model* (SWMM). SWMM ini adalah sebuah model yang dapat digunakan untuk perencanaan dan desain yang berkaitan dengan limpasan air hujan, saluran buangan, dan sistem drainase lainnya (EPA, 2021; Wikipedia, 2021). SWMM ini juga bisa digabungkan dengan model hidrodinamik dua dimensi seperti yang dilakukan oleh Fan dkk (2021). Beberapa peneliti yang menggunakan program jadi SWMM ini di antaranya adalah: Maruao (2017) yang *me-review* sistem drainase kawasan Jati yang mengalami bencana banjir pada 22 Maret 2016; Dea (2017) yang menguji sistem drainase pada kawasan Bandar Purus Kota Padang; Haslin (2018) yang meneliti sistem drainase di kawasan sekitar kolam detensi Ujung Gurun; Zulfariadi (2019) juga meninjau-ulang sistem drainase yang juga berada di kawasan Jati dua tahun setelah Maruao selesai melakukannya; dan Daulay (2019) yang menguji sistem drainase yang berada di kawasan perumahan Jalan Singosari Kecamatan Datuk Bandar Kota Tanjungbalai, Sumatera Utara.

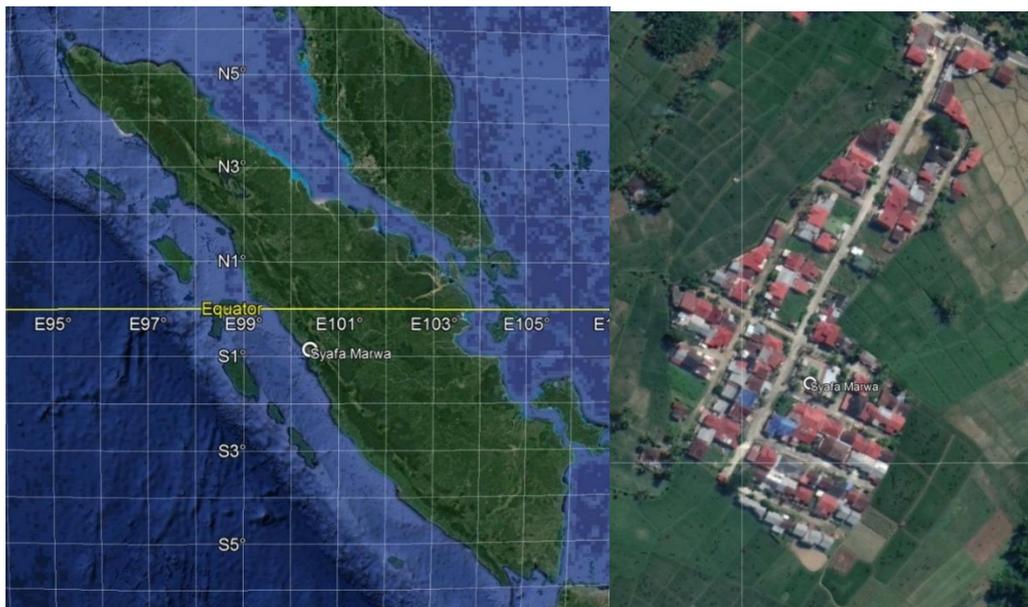
Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk menginvestigasi banjir pada sistem drainase Perumahan Safa dan Marwa Sungai Lareh, Kecamatan Koto Tengah, Kota Padang menggunakan program jadi SWMM dan membandingkan hasil model ini dengan realitas banjir yang terjadi di lapangan. Manfaat dari penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat kepercayaan terhadap program jadi SWMM dalam mensimulasikan banjir dengan realitas yang terjadi pada perumahan Safa dan Marwa. Lokasi studi berada pada perumahan Safa dan Marwa dengan koordinat  $0,856343^{\circ}$  S dan  $100,393588^{\circ}$  E. Data tentang dimensi dan kemiringan saluran, dan tinggi dan durasi hujan diukur secara langsung di lapangan (**Gambar 1**).

## 2. METODE PENELITIAN

Tahap pertama dari penelitian ini adalah pengumpulan data sekunder dan primer. Data sekunder berupa peta yang didapatkan melalui *Google Earth* yang menunjukkan lokasi dari penelitian. Data hujan yang dibutuhkan seperti tinggi dan lama hujan adalah data primer yang diukur secara langsung di lokasi studi. Data primer lainnya adalah data dimensi dan kemiringan saluran drainase kawasan tersebut. Intensitas hujan yang diperoleh dari data tinggi dan lama hujan digunakan untuk menghasilkan debit aliran. Tahap kedua adalah mensimulasikan debit aliran yang diperoleh dan data saluran menggunakan model jadi SWMM. Tahap akhir adalah membandingkan hasil model secara visual dengan realitas di lapangan.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tinggi dan durasi hujan pada penelitian ini menggunakan data primer. Tinggi dan durasi hujan diukur langsung pada lokasi studi menggunakan alat sederhana (berupa tabung prismatik dan stopwatch) dalam rentang waktu tertentu pada tanggal 17 Oktober 2019. Data durasi dan tinggi hujan yang diperoleh digunakan untuk mendapatkan intensitas hujan seperti yang terlihat pada **Tabel 1**.



**Gambar 1.** Lokasi Perumahan Safa dan Marwa (Google Earth, 2021)

**Tabel 1.** Tinggi Hujan

Waktu	Tinggi Hujan (mm)	Intensitas Hujan (mm/jam)
16:00	0	0
17:00	20	20
18:00	38	18
19:00	43	5
20:00	51	8
21:00	61	10
22:00	78	17
23:00	104	26
00:00	125	21

Dari **Tabel 1** terlihat bahwa lama hujan adalah 8 jam, yang terjadi dari jam 16:00 sampai jam 00:00. Tinggi hujan diukur per satu jam. Tinggi hujan tertinggi terjadi pada jam 22:00 sampai jam 23:00 sebesar 26 mm, sehingga diperoleh intensitas hujan pada rentang waktu tersebut adalah 26 mm/jam.

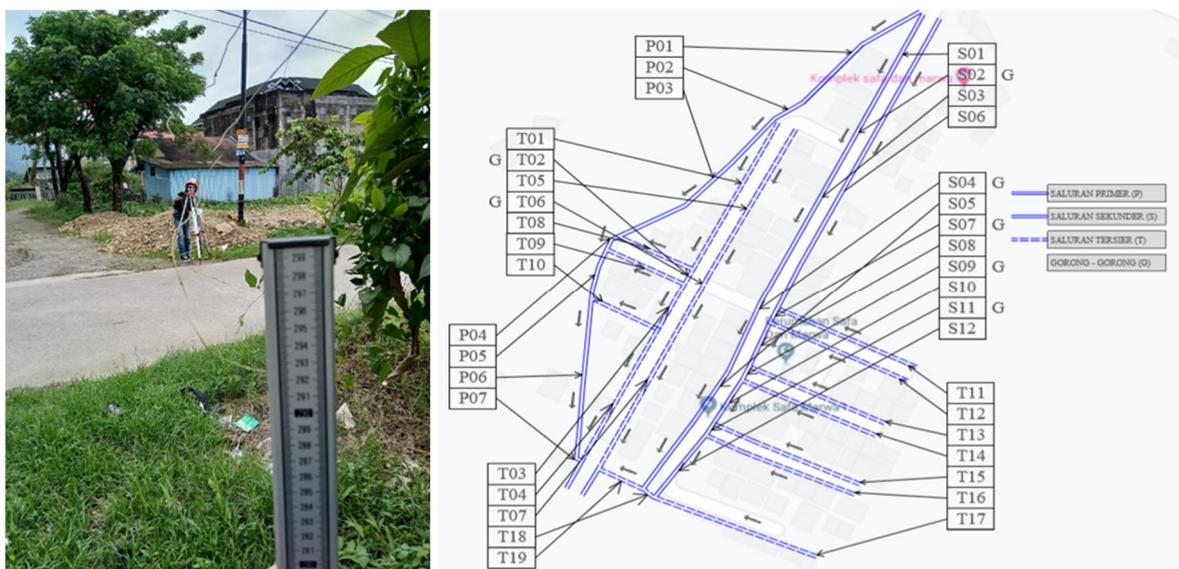
**Tabel 2.** Elevasi Saluran

<i>Junction</i>	Elevasi (m)	<i>Junction</i>	Elevasi (m)	<i>Junction</i>	Elevasi (m)
J01	100,75	J14	99,97	J27	99,19
J02	99,69	J15	99,75	J28	98,99
J03	99,69	J16	100,89	J29	99,93
J04	99,54	J17	100,53	J30	99,54
J05	99,54	J18	100,53	J31	99,54
J06	99,42	J19	99,60	J32	99,06
J07	99,42	J20	99,60	J33	99,90
J08	99,31	J21	99,24	J34	99,50

<i>Junction</i>	Elevasi (m)	<i>Junction</i>	Elevasi (m)	<i>Junction</i>	Elevasi (m)
J09	100,47	J22	100,40	J35	99,50
J10	100,23	J23	100,30	J36	99,32
J11	100,20	J24	100,24	J37	98,95
J12	100,09	J25	99,38		
J13	99,97	J26	99,31		

Arah aliran air pada Perumahan Sefa dan Marwa didapatkan melalui pengukuran elevasi dari setiap *junction* yang ada. Elevasi diukur menggunakan alat *waterpass* (**Gambar 2** kiri). Data elevasi dari saluran perumahan Sefa dan Marwa dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Berdasarkan data elevasi saluran yang didapatkan seperti Tabel 2, maka dihasilkan arah aliran dari saluran Perumahan Sefa dan Marwa. Pola aliran saluran dapat dilihat pada Gambar 2 (kanan).



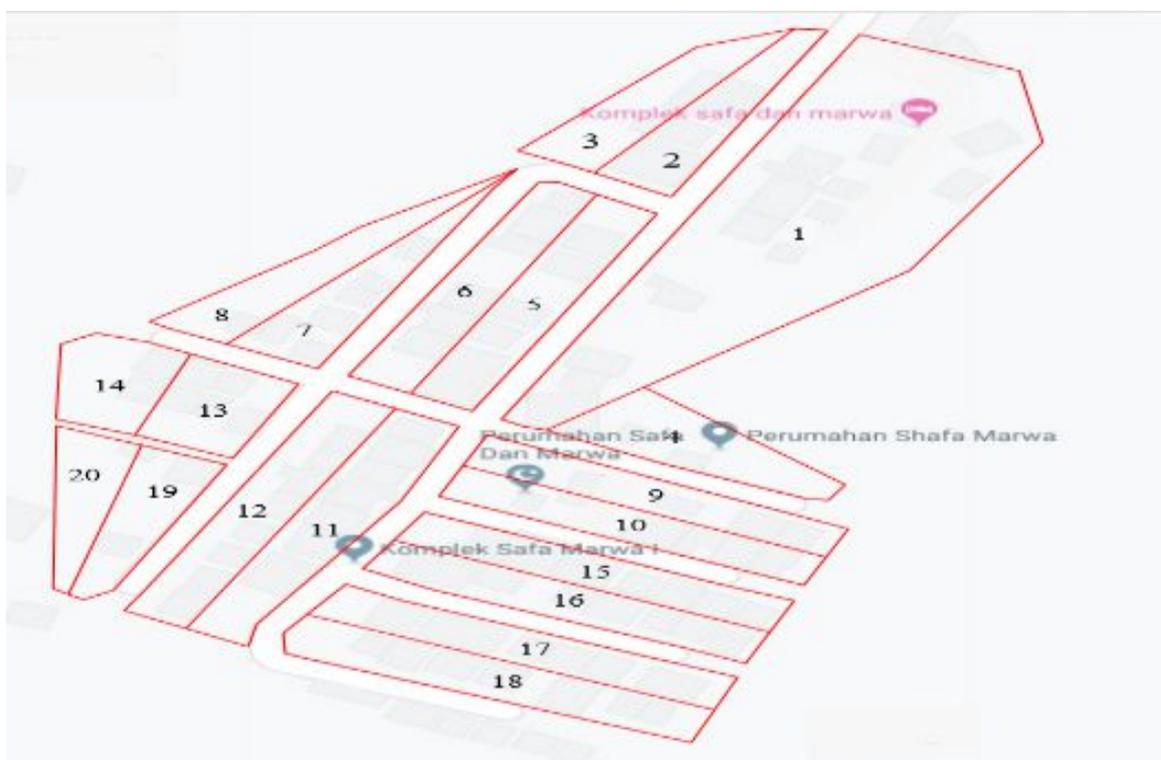
**Gambar 2.** Mengukur Elevasi Saluran (kiri) dan Pola Aliran Perumahan Sefa dan Marwa (kanan)

Dari Gambar 2 (kanan) dapat dilihat bahwa, ada tiga jenis saluran yang ada di perumahan ini, yaitu saluran primer (P), saluran sekunder (S) dan saluran tersier (T). Saluran primer merupakan saluran yang diberi nama P, yang mana terletak di sebelah kiri. Saluran sekunder dan tersier merupakan saluran yang berada di tengah yang memiliki nama S untuk sekunder dan T untuk tersier. Aliran tersier sebagian langsung masuk ke saluran primer serta ada yang masuk ke saluran sekunder terlebih dahulu dan akhirnya seluruh aliran masuk ke saluran primer. Saluran tersier T08, T09 dan T10 langsung masuk ke saluran primer P04 dan P06. Sedangkan untuk saluran tersier T11 dan T12 terlebih dahulu masuk ke saluran sekunder S07, saluran tersier T13 dan T14 masuk ke saluran sekunder S09, tersier T15 dan T16 masuk ke saluran sekunder S011 dan untuk tersier T17 masuk ke saluran sekunder T18 dan akhirnya semua saluran di alirkan ke saluran akhir (*outfall*).

Daerah tangkapan (*sub-catchment*) dalam penelitian ini dapat dilihat pada **Gambar 3**. Ada 20 *sub-catchment* yang mana aliran permukaannya masuk ke saluran yang berada di sampingnya. Arah aliran dari *subcatchment* ini dimulai dari *subcatchment* yang memiliki nama 01, 02, 03, yang mana merupakan daerah hulu dari perumahan ini menuju daerah

hilir yang mana memiliki nama 12, 19. Ujung dari aliran semua *sub-catchment* berada pada 12 dan 19.

Data dimensi dan tata-guna lahan sebagian besar didapatkan melalui pengukuran langsung dan sisanya melalui bantuan aplikasi *Google Earth*. Dari hasil pengukuran langsung dan pengamatan, didapatkan hasil seperti pada Tabel 3.



**Gambar 3.** Daerah Tangkapan (sub-catchment) pada Perumahan Safa dan Marwa

**Tabel 3.** Luas tiap sub-catchment

<i>Sub-catchment</i>	Luas			<i>Sub-catchment</i>	Luas		
	(m <sup>2</sup> )	(ha)	(%)		(m <sup>2</sup> )	(ha)	(%)
SC01	4753,450	0,475	65	SC11	1488,010	0,149	85
SC02	849,110	0,085	90	SC12	1488,010	0,149	85
SC03	849,110	0,085	90	SC13	800,000	0,080	90
SC04	950,780	0,095	90	SC14	800,000	0,080	90
SC05	1582,650	0,158	70	SC15	1214,770	0,121	90
SC06	1582,650	0,158	70	SC16	1205,450	0,121	90
SC07	877,456	0,088	85	SC17	1211,000	0,121	90
SC08	877,456	0,088	85	SC18	1210,054	0,121	90
SC09	1202,100	0,120	90	SC19	741,000	0,074	40
SC10	1204,680	0,120	90	SC20	741,000	0,074	40

Presentase ketidak-kedapan (%*impervious*) adalah daerah atau suatu bagian dari daerah yang kedap air yang ditentukan berdasarkan perbandingan dengan luas *sub-catchment*. Besarnya presentase *impervious* dihasilkan melalui perkiraan dan pengamatan langsung di

lapangan. Contohnya adalah *sub-catchment* 1 yang memiliki % *impervious* sebesar 65% yang didapatkan dengan membandingkan luas lahan yang tidak kedap air dengan luas total *sub-catchment* 1. Luas *sub-catchment* 1 adalah 4753,450 m<sup>2</sup>. Setelah dilakukan pengamatan dan perkiraan di lapangan, didapatkan luas daerah yang tidak kedap air sebesar 3089,743 m<sup>2</sup> atau 65% dari total luas *sub-catchment* 1. Daerah yang tidak kedap air berupa lahan yang di atasnya dibangun rumah atau lapangan yang digunakan untuk berbagai keperluan.

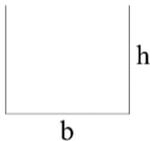
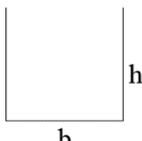
Untuk dimensi saluran drainase, diukur secara langsung dengan menggunakan alat berupa meteran. Hasil pengukuran didapatkan data yang ditunjukkan pada **Tabel 4**.

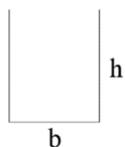
**Tabel 4.** Panjang dan kedalaman saluran

Saluran	Panjang (m)	Kedalaman (cm)	Saluran	Panjang (m)	Kedalaman (cm)	Saluran	Panjang (m)	Kedalaman (cm)
P01	72	35	S07	5	30	T08	39	25
P02	8	35	S08	28	30	T09	45	25
P03	94	35	S09	5	30	T10	39	25
P04	6	35	S10	30	30	T11	66	25
P05	40	35	S11	5	30	T12	72	25
P06	64	35	S12	31	30	T13	76	25
P07	10	35	T01	89	25	T14	77	25
S01	64	30	T02	5	25	T15	78	25
S02	5	30	T03	32	25	T16	78	25
S03	91	30	T04	59	25	T17	72	25
S04	5	30	T05	91	25	T18	35	25
S05	90	30	T06	5	25	T19	5	30
S06	160	30	T07	91	25			

Setelah dilakukan pengukuran geometri saluran drainase secara langsung, didapatkan hanya satu macam geometri saja, yaitu segi empat tapi memiliki tiga macam ukuran yang dapat dilihat pada **Tabel 5**.

**Tabel 5.** Dimensi saluran (n adalah koefisien tahanan Manning; b adalah lebar dasar saluran; h adalah tinggi saluran)

Bentuk Penampang	Keterangan
	Saluran Primer Drainase terbuat dari beton $n = 0.015$ $b = 0.40$ m <span style="margin-left: 150px;"><math>h = 0.35</math> m</span>
	Saluran Sekunder Drainase terbuat dari beton $n = 0.015$ $b = 0.30$ m <span style="margin-left: 150px;"><math>h = 0.30</math> m</span>



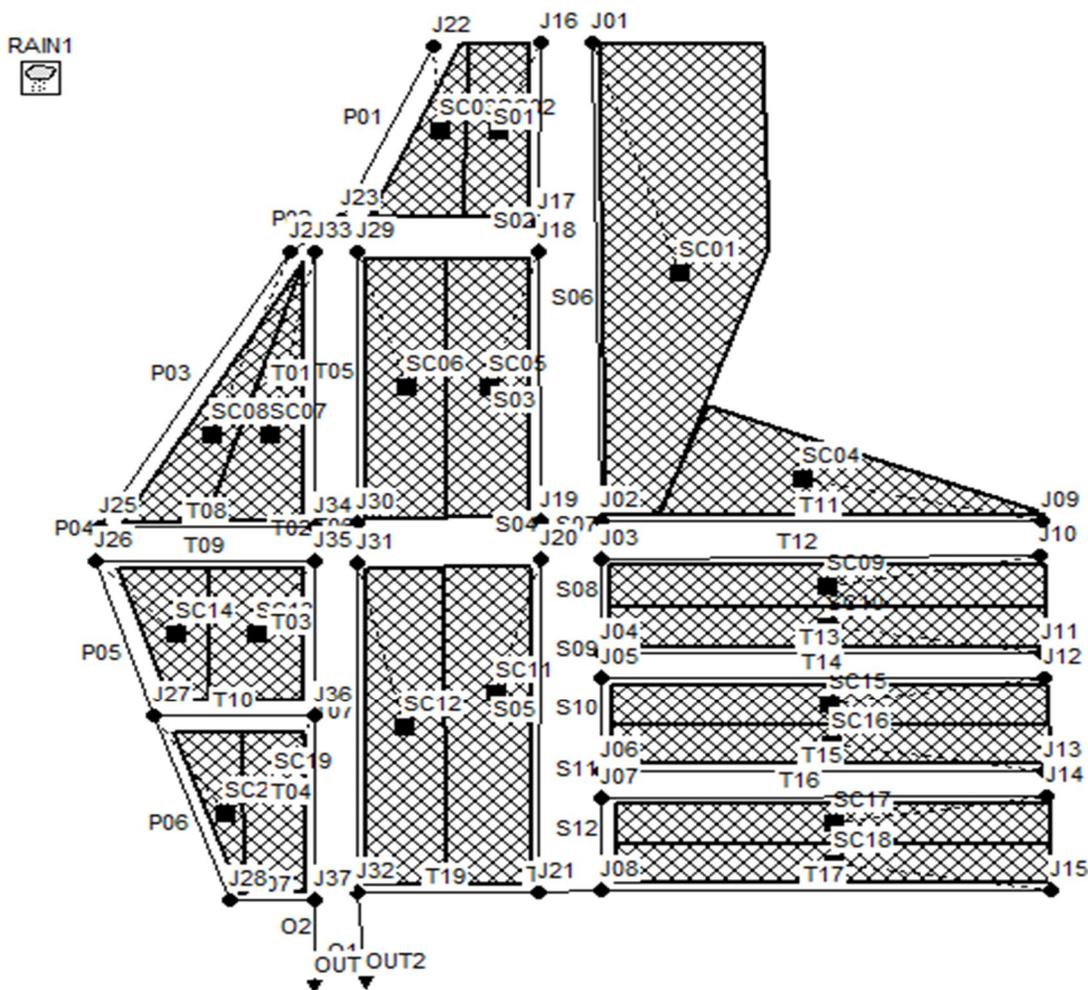
Saluran Tersier  
 Drainase terbuat dari  
 beton

$n = 0.015$

$b = 0.20 \text{ m}$

$h = 0.25 \text{ m}$

Dari Gambar 2 dan 3, *catchment area* dibagi menjadi 20 *sub-catchment*, 37 *junction*, dan 38 *conduit*. Hasil digitalisasi jaringan drainase pada perumahan Sefa dan Marwa dapat dilihat pada Gambar 4.



**Gambar 4.** Hasil Digitalisasi Jaringan Drainase pada Perumahan Sefa dan Marwa Menggunakan Model Jadi EPA SWMM 5.1

Hasil simulasi SWMM dengan menggunakan dimensi dan intensitas hujan lapangan, menunjukkan bahwa terjadi banjir pada beberapa titik saluran. Informasi setiap titik saluran (*junction*) dan ruas saluran (*conduit*) yang mengalami banjir dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Simulasi SWMM

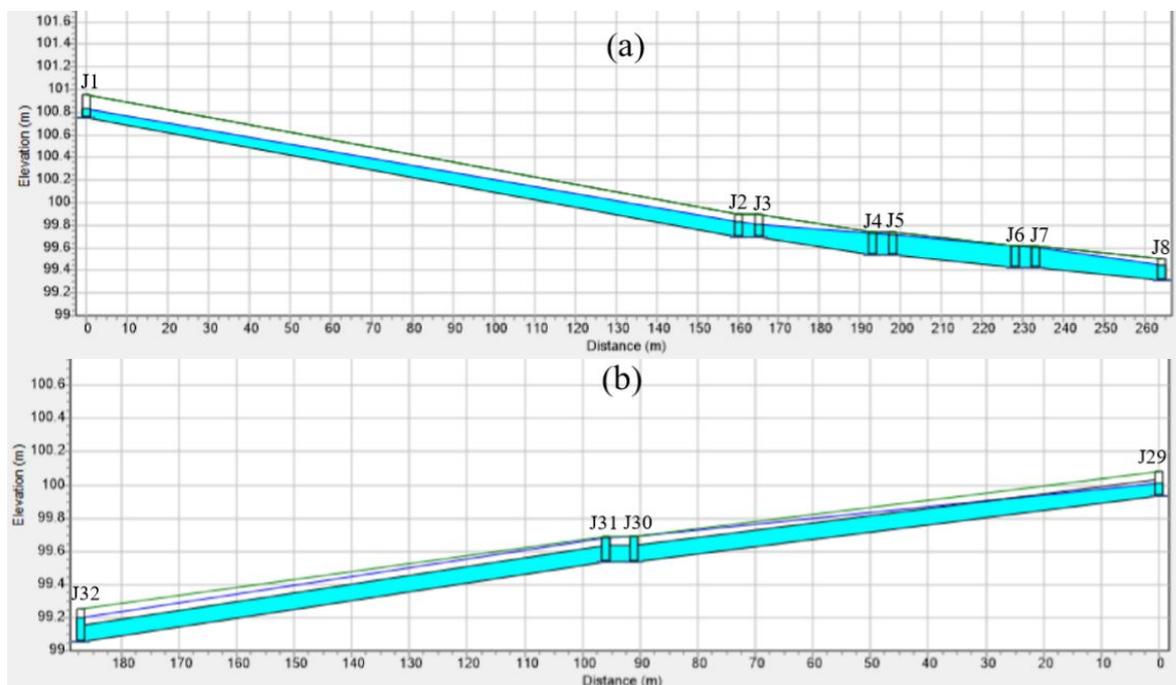
Node	Hours Flooded	Maximum Rate CMS	Day of Maximum Flooding	Hours of Maximum Flooding	Total Flood Volume (Ltr)	Maximum Poned depth Meters
J21	1,72	0,011	0	02:00	55000	0,000
J30	1,81	0,003	0	02:00	17000	0,000
J31	1,81	0,003	0	01:14	17000	0,000
J06	1,65	0,012	0	02:01	53000	0,000

Link	Type	Maximum Flow CMS	Day of Maximum Flooding	hour of Maximum Flooding	Maximum Velocity m/sec	Maximum/ Full Flow	Maximum/ Full Flow
S09	CONDUIT	0,035	0	02:02	0,64	0,58	0,93
S10	CONDUIT	0,041	0	02:02	0,70	0,98	0,98
S11	CONDUIT	0,048	0	02:01	0,80	0,90	0,99
T05	CONDUIT	0,007	0	03:00	0,47	0,70	0,88
T06	CONDUIT	0,008	0	03:05	0,41	0,50	1,00
T07	CONDUIT	0,011	0	01:18	0,68	1,05	1,00

Dari Tabel 6 dapat dilihat bahwa ada empat buah *junction* dan enam buah *conduit* yang mengalami banjir. Lama banjir yang terjadi rata-rata berkisar 2 jam, di mana *junction* yang paling lama mengalami banjir adalah J06, dan *conduit* yang paling lama banjir adalah T06.

Jika dilihat melalui penampang memanjang saluran, hasil simulasi menunjukkan adanya beberapa saluran yang melimpah, di antaranya pada saluran sekunder S09, S10, S11 dan saluran tersier T05, T06, T07. Informasi saluran yang melimpah dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Elevasi muka air pada conduit yang dibatasi junction J1, J2, J3, J4, J5, J6, J7, J8 (atas) dan pada conduit yang dibatasi junction J29, J30, J31, 32

Gambar 5 merupakan tampak samping saluran dari hasil simulasi SWMM yang diambil ketika saluran mengalami banjir pada jam ke 2. Terlihat bahwa saluran yang mengalami banjir adalah saluran sekunder S09 yang menghubungkan titik J04 dengan J05, saluran sekunder S10 yang menghubungkan titik J05 dengan J06, saluran sekunder S11 yang menghubungkan titik J06 dengan J07, saluran tersier T05 yang menghubungkan titik J29 dengan J30, saluran tersier T06 yang menghubungkan titik J30 dengan J31, dan saluran tersier T07 yang menghubungkan titik J31 dengan J32. Kondisi yang terjadi pada Gambar 5, sama dengan yang terjadi di lapangan. Kondisi di lapangan dapat di lihat pada **Gambar 6**.



**Gambar 6.** Banjir pada saluran T05, T06, dan T07 sehingga menggenangi badan jalan pada tanggal 17 Oktober 2019

Gambar 6 menunjukkan kondisi pada beberapa titik dan saluran pada sistem drainase di perumahan Safa dan Marwa. Realitas yang terjadi di lapangan, saluran drainase memiliki beberapa permasalahan, seperti adanya rumput, sedimen, dan perbedaan dimensi dalam satu ruas saluran. Dalam model SWMM, permasalahan tersebut tidak bisa di masukan, maka untuk mengatasinya kedalaman saluran drainase dikurangi dan sebagian saluran drainase dihilangkan.

Dari simulasi didapatkan hasil kualitas simulasi dengan *continuity error* sebesar -0,70% dan -0,04%. Menurut Roosmann (2015), jika *continuity error* mencapai 10% maka hasil simulasinya diragukan. Dengan demikian hasil simulasi yang didapatkan dalam penelitian sekarang ini termasuk kategori baik.

#### **4. KESIMPULAN**

Hasil simulasi menggunakan model jadi *Storm Water Management Model* (SWMM) menunjukkan hal yang sama seperti yang terjadi di lapangan, di mana 4 dari 37 *junction* (persimpangan saluran) dan 6 dari 38 *conduit* (ruas saluran) mengalami banjir di Perumahan Safa dan Marwa. Oleh karena itu, hasil simulasi dari model jadi SWMM ini dapat dipercaya untuk menunjukkan banjir yang terjadi di lapangan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Daulay, A. (2019). *Analisis Kapasitas Drainase Pada Perumahan Di Sekitar Jalan Singosari Kecamatan Datuk Bandar Kota Tanjungbalai Menggunakan Program Storm Water Management Model*. Tugas Akhir S1 Teknik Sipil Universitas Andalas.
- Dea, L. (2017). *Evaluasi Sistem Drainase Bandar Purus Menggunakan Software Storm Water Management Model (SWMM)*. Tugas Akhir S1 Teknik Sipil. Universitas Andalas.
- EPA. (2021). *Storm Water Management Model (SWMM)*. <https://www.epa.gov/water-research/storm-water-management-model-swmm>
- Fan, Y., Wang, C., Yu, H., Pan, J., & Ouyang, Z. (2021). Coupling of SWMM With 2D Hydrodynamic Model for Simulation of Sponge City Construction Scheme. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 643(1), 12002.
- Google Earth. (2021). *Google Earth Pro*. [https://earth.google.com/web/@-1.47932280,100.53675235,119465.03218112a,0d,35y,-0.0003h,26.6760t,0.0000r?utm\\_source=earth7&utm\\_campaign=vine&hl=en](https://earth.google.com/web/@-1.47932280,100.53675235,119465.03218112a,0d,35y,-0.0003h,26.6760t,0.0000r?utm_source=earth7&utm_campaign=vine&hl=en)
- Haslin, F. (2018). *Penerapan Model EPA SWMM 5.1 untuk Analisis Jaringan Drainase Di Kawasan Sekitar Kolam Detensi Ujung Gurun*. Tugas Akhir S1 Teknik Sipil Universitas Andalas.
- Lawalata, G. M. (2013). *Modul Perancangan Drainase Jalan*. Kementerian Pekerjaan Umum.
- Maruo, G. F. I. Z. (2017). *Evaluasi Sistem Drainase Jati Menggunakan Software Storm Water Management Model (SWMM)*. Tugas Akhir S1 Teknik Sipil. Universitas Andalas.
- PUPR. (2014). *Peraturan Menteri No. 12/PRT/M/2014 tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan*. <https://jdih.pu.go.id/detail-dokumen/329/1>
- Rossman, L. E. (2015). *Storm Water Management Model User's Manual Version 5.1*.
- Wikipedia. (2021). *Storm Water Management Model*. [https://en.wikipedia.org/wiki/Storm\\_Water\\_Management\\_Model](https://en.wikipedia.org/wiki/Storm_Water_Management_Model)
- Zulfariadi, S. P. (2019). *Pengaruh Perubahan Penampang Saluran Terhadap Kapasitas Saluran Drainase Jati Dengan Permodelan Storm Water Management Model (SWMM) 5.1*. Tugas Akhir S1 Teknik Sipil Universitas Andalas.