

## Analisis Banjir Di Kawasan Jondul Rawang Kota Padang

### *Food Analysis In The Jondul Rawang Area of Padang City*

**Beno Putra Susanto, Dyen Triana Putri, Zahrul Umar & Aguskamar**

Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Padang Kampus Limau Manis Padang

Telp. 0751-72590 Fax. 0751-72576

Email: beno.putrasusanto@yahoo.co.id, dyen.trianaputri@yahoo.com

---

#### **ABSTRACT**

*Flood has been an endless disaster for human being all over the world since the past, nowadays and in future. Water flood may be affected by nature or human activities or even by both nature and human. Almost all region in Indonesia facing the flood problem with various scale and time. Jondul Rawang one place located in south side of Padang city for example is always suffer with water flood. This study is an analysis of flood for Jondul Rawang, using EPA SWMM 5.1 software with simulation method. The simulation result will show location of points on drainage system which start to offer flow including the time and duration. Calculation is made based on collected data, hydrology and hydraulic analysis. The data should cover primary and secondary drainage system then come out with design flood and hydraulic analysis to check the capacity of drainage. Calculation of rainfall for repeat period using probability method Chi-Kuadrat and Smirnov-Kolmogorof will obtain Log Normal Method for rainfall 251,62 mm. To calculate water debit inside drainage for 5 years period flood exist channel 1-2, 3-4, 5-6, and 8-9 with respective overflow 4,5 m<sup>3</sup>/sec, 6,53 m<sup>3</sup>/sec, 6,36 m<sup>3</sup>/sec, and 6,50 m<sup>3</sup>/sec. While capacity of respective existing drainage are lower such as: 4,47 m<sup>3</sup>/sec, 5,48 m<sup>3</sup>/sec, 2,96 m<sup>3</sup>/sec, and 1,82 m<sup>3</sup>/sec. Solution to be taken place to resolve the flood problem for Jondul Rawang are Enlarge the drainage size, build retention pond and build infiltration pond.*

**Keywords : Banjir, Intensitas Hujan, Simulasi, Software EPA SWMM 5.1**

#### **PENDAHULUAN**

Banjir atau terjadinya genangan di suatu kawasan pemukiman atau perkotaan masih banyak terjadi di berbagai kota di Indonesia. Genangan tidak hanya dialami oleh kawasan perkotaan yang terletak di dataran rendah saja, bahkan dialami oleh kawasan yang terletak di dataran tinggi. Banjir atau genangan di suatu kawasan terjadi apabila sistem yang berfungsi untuk menampung genangan itu tidak mampu menampung debit yang mengalir, hal ini akibat dari tiga kemungkinan yang terjadi yaitu : kapasitas sistem yang menurun, debit aliran air yang meningkat, atau kombinasi dari keduanya. Selain sistem drainase yang tidak berfungsi secara optimal, perubahan tata guna lahan juga menjadi salah satu penyebab terjadinya banjir. Perubahan tata guna lahan dari lahan pertanian menjadi lahan pemukiman mengakibatkan kurangnya serapan air hujan, berubahnya

jumlah dan dimensi saluran drainase yang ada sehingga proses penyerapan air ke dalam tanah berkurang dan banjir meningkat (Ihsan M, dan Setiawan B I, 2014: Rohmat, D 2009). Bencana banjir sudah menjadi langganan setiap tahunnya di Sumatera Barat, khususnya Kota Padang. Salah satu daerah yang mengalami banjir adalah komplek Jondul Rawang kecamatan Padang selatan. Penyebab terjadinya banjir di daerah tersebut adalah akibat tingginya intensitas curah hujan, sistem drainase yang tidak berfungsi dengan baik dan kurangnya kepedulian masyarakat terhadap lingkungan serta pemerintah yang bergerak lambat mengatasi masalah banjir tersebut.

#### **METODOLOGI**

##### **Lokasi Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di Kawasan Jondul Rawang, Kota Padang

dengan menganalisis banjir yang terjadi dikawasan tersebut.



**Gambar 1.** Lokasi penelitian

### Analisa Hidrologi

Time series curah hujan merupakan input pada SWMM. Analisis frekuensi dilakukan dengan menggunakan teori *probability distribution*, yaitu Distribusi Normal, Distribusi Log Normal, Distribusi Log Pearson III dan Distribusi Gumbel. Untuk penentuan jenis distribusi yang digunakan dilakukan uji Parameter Statistik dan uji kecocokan dengan metode Chi Kuadrat dan Smirnov-Kolmogorof. Dalam penelitian ini perhitungan analisa curah hujan menggunakan metode Log Normal. Setelah distribusi ditetapkan, nilai curah hujan rencana dapat dihitung dengan kala ulang 5 tahun. Dari nilai curah hujan rencana yang didapat dilakukan pembuatan pola distribusi hujan jam-jaman dengan metoda *Alternating Block Method*. Curah hujan jam-jaman ini merupakan input *rain gage* pada EPA SWMM.

### Tata Guna Lahan

Tata guna lahan merupakan salah satu parameter yang merupakan input ke pemodelan EPA SWMM 5.1 melalui nilai % *pervious area* dan % *impervious area*. *Pervious area* merupakan area yang memungkinkan terjadinya infiltrasi pada suatu *subcatchment*. Sedangkan daerah yang tidak lolos air (tidak terjadi infiltrasi) disebut *impervious area*. Besarnya jumlah *impervious area* akan mempengaruhi debit limpasan yang terjadi pada tiap *subcatchment*. Semakin besar % *impervious area* akan semakin besar jumlah debit limpasan yang terjadi.

### EPA SWMM 5.1

Storm Water Management Model (SWMM) merupakan model simulasi hujan- aliran (*rainfall-runoff*) yang digunakan untuk simulasi kuantitas maupun kualitas limpasan permukaan dari daerah perkotaan. (Manual SWMM 5.1, 2015). Objek yang digunakan dalam penelitian *software* ini yaitu *rain gage*, *subcatchment*, *junction*, saluran (*Conduit*) dan *storage unit*. *Rain gage* meliputi data intensitas curah hujan, interval waktu pengamatan, dan sumber data hujan berupa *time series*. *Subcatchment* meliputi menentukan outlet *subcatchment*, menentukan tataguna lahan, menentukan *pervious* dan *impervious subarea*, menentukan *slope* atau kemiringan *subcatchment*, menentukan lebar *Subcatchment*, menentukan bilangan *manning* untuk aliran permukaan, menentukan persentase *impervious subarea*, menentukan *depression storage* daerah *pervious* dan *impervious*, menentukan persentase daerah *impervious* tanpa *depression storage*.

*Junction* adalah titik sistem drainase dimana saluran-saluran bergabung. Datayang dibutuhkan yaitu elevasi ketinggian, kedalaman maksimum, area tampungan ketika terjadi banjir (jika ada), aliran dari luar *system drainase* (jika ada). Pada saluran (*Conduit*), parameter yang akan digunakan yaitu *Shape* (bentuk saluran), *max depth* (kedalaman), *length* (panjang saluran), *roughness* (koefisien kekasaran saluran). *Storage unit* adalah titik pada *system drainase* yang merupakan volume penyimpanan. Parameter *storage unit* meliputi : elevasi atau ketinggian, kedalaman maksimum, kedalaman air awal (*initial depth*), evaporasi potensial, parameter rembesen (jika ada), data *external inflow* (jika ada).

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan. Pertama, pengumpulan data berupa data primer dan data sekunder. Pada penelitian yang dilakukan kali ini

lebih banyak menggunakan dan dipengaruhi oleh data sekunder (data curah hujan, data eksisting saluran, data topografi saluran, data tata guna lahan). Pengumpulan data curah hujan dari stasiun pengamatan hujan BMKG Maritim Teluk Bayur diperoleh dari kantor BMKG Jondul Rawang. Data Eksisting Saluran dan data Topografi saluran di dapat dari Dinas PSDA Provinsi Sumatera Barat. Data Tata Guna Lahan dan Data Pola Aliran di peroleh dari Google Earth. Langkah selanjutnya menghitung curah hujan rencana menggunakan metode Log Normal, menghitung *hyetograph* hujan rencana dengan menggunakan metode *Alternating Block Method* (ABM). Kemudian Simulasi Program EPA SWMM 5.1 dengan menggunakan data yang telah di analisa. Hasil simulasi program berupa debit limpasan yan di tampung oleh saluran serta lokasi titik-titik banjir yang terjadi disepanjang saluran drainase. Pada akhirnya kita dapat mengetahui solusi pengendalian banjir berdasarkan analisis terhadap simulasi yang telah dilakukan.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Analisis Curah Hujan Rencana**

Perhitungan curah hujan rencana menggunakan data hujan maksimum tahunan menggunakan metode Log Normal. Untuk hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

**Tabel 1.** rekapitulasi perhitungan curah hujan rencana

No	Periode ulang hujan	Curah hujan rencana (mm)
1	2	213.18
2	5	251.62
3	10	274.44

**Perhitungan Intensitas Hujan**

Setelah didapatkan nilai curah hujan, selanjutnya perhitungan intensitas hujan menggunakan metode Mononobe dengan

periode ulang hujan 5 tahun. Hasil dari perhitungan intensitas hujan berupa kurva IDF yang nantinya akan digunakan dalam penyusunan Hyetograph hujan rencana dengan Alternating Block Method (ABM). Untuk hasil perhitungan intensitas hujan dengan menggunakan rumus Mononobe dilampirkan pada tabel dibawah ini.

**Tabel 2.**Perhitungan intensitas hujan

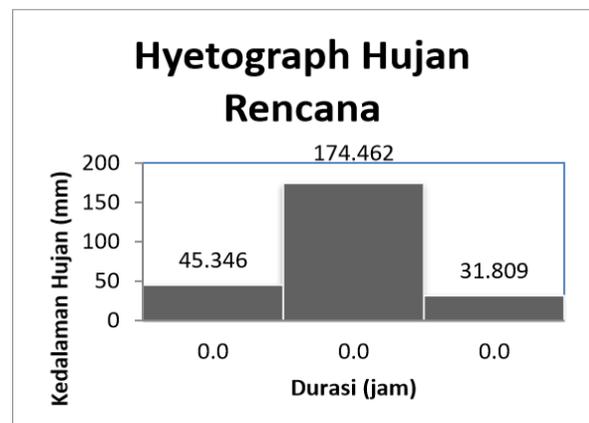
Durasi		Intensitas Hujan Perioda Ulang 5 th
Menit	(Jam)	
		251,62
30	0.5	138.471
60	1.0	87.231
90	1.5	54.952
120	2.0	41.936
150	2.5	34.618
180	3.0	29.833

**Perhitungan Hyetograph Hujan Rencana**

Untuk perhitungan pola distribusi hujan jam–jaman dengan metode Alternating Block Method (ABM) menggunakan hasil perhitungan dari intensitas hujan pada tabel 2 dengan durasi kejadian hujan yang diambil selama 3 jam.

**Tabel 3.** Hasil hyetograph hujan rencana periode ulang 5 tahun

Durasi (t)	Hyetograph	
	%	mm
Jam		
1.0	18.022	45.346
2.0	69.336	174.462
3.0	12.642	31.809
Total	100	251.6184



**Gambar 2.** Hyetograph hujan rencana periode ulang hujan 5 tahun

**Debit Limpasan**

Hasil simulasi debit limpasan pada setiap subcatchment akibat hujan periode ulang 5 tahun dapat dilihat pada tabel berikut :

**Tabel 4.** Debit Limpasan pada periode ulang 5 Tahun

DTA	Luas	Impervious(%)	Debit Puncak (m3/detik)
			251.62
S1	37	0.34	6.03
S2	6.44	0.66	1.62
S3	5.31	0.63	1.23
S4	4.52	0.42	1.57
S5	1.48	0.15	0.43
S6	0.63	0.70	0.29
S7	0.31	0.70	0.15
S8	0.25	0.70	0.12
S9	6	0.53	2.08
S10	4.1	0.52	1.41
S11	2.22	0.56	0.88
S12	2.4	0.70	1.11
S13	0.7	0.70	0.34
S14	0.61	0.70	0.29
S15	0.84	0.70	0.4

Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa subcatchment yang memiliki debit puncak limpasan maksimum terdapat pada subcatchment yang memiliki luas terbesar yaitu subcatchment 1. Selain luas area, % impervious area juga memiliki pengaruh terhadap debit puncak limpasan yang dihasilkan.

**Titik-Titik Banjir**

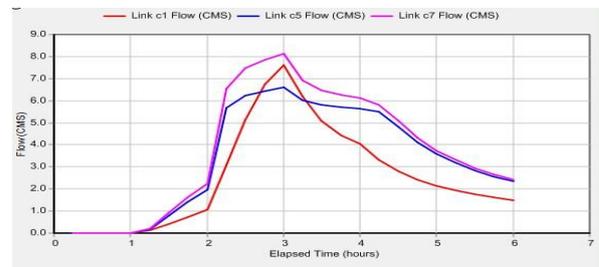
Akibat Hujan Periode Ulang 5 tahun Berdasarkan hasil simulasi kita dapat mengetahui dimana lokasi titik-titik yang mengalami banjir, waktu terjadi banjir dan durasi banjir.

**Tabel 5.** Node flooding summary akibat hujan periode ulang 5 tahun

Node	Hours Flooded	Maximum Rate CMS	Day of Maximum Flooding	Hour of Maximum Flooding	Total Flood Volume 10 <sup>6</sup> ltr	Maximum Ponded Volume 1000 m3
J1	0.16	0.483	0	03:00	0.143	0.000
J3	0.63	2.541	0	03:00	3.245	0.000
J4	2.08	5.155	0	03:00	23.191	0.000
J8	3.35	5.401	0	03:00	35.262	0.000

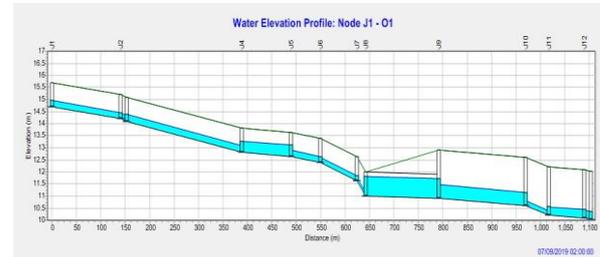
Dari tabel dapat diketahui bahwa terdapat 4 titik yang mengalami banjir atau over capacity, titik J8 merupakan titik yang

paling lama mengalami banjir yaitu selama 3,35 jam. Sedangkan titik dengan volume banjir yang paling besar adalah titik J8. Selain mengetahui titik banjir, hasil simulasi juga dapat menampilkan grafik aliran yang terjadi pada saluran yang dapat dilihat pada gambar 3.

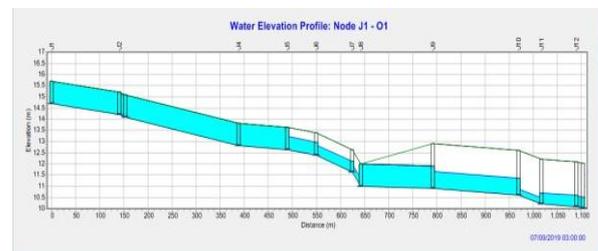


**Gambar 3.** Grafik aliran C1, C5 dan C7

Pada gambar diatas dapat dilihat puncak grafik di C1 dan C7 menggambarkan bahwa saluran mengalami banjir, sementara pada grafik C5 dapat menggambarkan puncak aliran terjadi pada jam ke 3 dan tidak terjadi banjir. Profil memanjang saluran dapat dilihat pada gambar 4 dan 5.



**Gambar 4.** Profil memanjang saluran akibat R 5 tahun 2 jam setelah hujan



**Gambar 5.** Profil memanjang saluran akibat R 5 tahun 3 jam setelah hujan

Pada saat jam kedua belum ada saluran yang mengalami banjir tetapi pada saat jam ke-3 saluran J1, J3, J4, dan J8 sudah mengalami banjir. Hal tersebut terjadi karena pada saat jam kedua terjadi puncak hujan dan masih terjadi di lahan. Sementara

pada saat jam ketiga air tersebut telah sampai disaluran yang menyebabkan saluran mengalami debit maksimum. Dari hasil simulasi dengan menggunakan hujan periode ulang 5 tahun, saluran tidak menampung debit limpasan yang terjadi karena masih terdapat saluran yang banjir atau over capacity. D. Perbandingan Debit Manual dan EPA SWMM 5.1

Menggunakan Periode Ulang 5 Tahun Debit manual dengan menggunakan metode Rasional Data saluran subcatchment 1 :

$$R_n = 241,618$$

$$A = 0,37 \text{ Km}^2$$

$$L = 0,35 \text{ Km}$$

$$S = 0,0006$$

$$C = 0,34$$

Rumus Kirpich :

$$t_c = \left[ \frac{0,87 \times L^2}{1000 \times S} \right]^{0,385}$$

$$t_c = \left[ \frac{0,87 \times 0,35^2}{1000 \times 0,0006} \right]^{0,385}$$

$$t_c = 0,514$$

$$I = \frac{R \cdot 24}{24} \times \left( \frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$I = \frac{251,618}{24} \times \left( \frac{24}{0,514} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$I = 62,104 \text{ mm/jam}$$

$$Q = 0,278 \times C \cdot I \cdot A$$

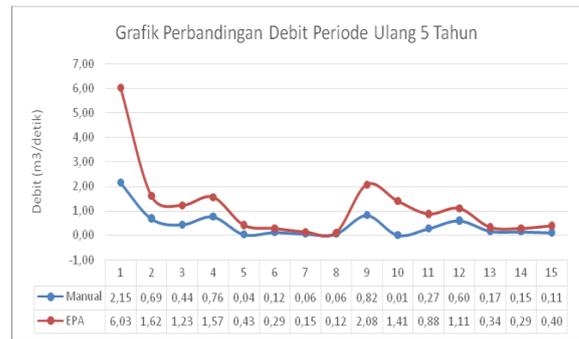
$$Q = 0,278 \times 0,34 \times 62,104 \times 0,37$$

$$Q = 2,149 \text{ m}^3/\text{det}$$

Jadi besarnya debit yang terdapat pada saluran subcatchment 1 adalah : 2,149 m<sup>3</sup>/det. Berikut tabel nilai perbandingan debit manual dan EPA SWMM 5.1

**Tabel 6.** nilai perbandingan debit manual dan EPA SWMM 5.1

Debit Manual (m <sup>3</sup> /det)	Debit EPA SWMM (m <sup>3</sup> /det)
2,15	6,03
0,69	1,62
0,44	1,23
0,76	1,57
0,04	0,43
0,12	0,29
0,06	0,15
0,06	0,12
0,82	2,08
0,01	1,41
0,27	0,88
0,60	1,11
0,17	0,34
0,15	0,29
0,11	0,40



**Gambar 6.** Grafik Perbandingan debit

Debit Limpasan di Saluran Persamaan metode rasional tidak untuk menghitung debit dari tiap debit masukan kemudian dijumlahkan. Hal ini akan mengabaikan perbedaan waktu debit puncak pada masing-masing sub-area. Berikut adalah data saluran dan bentuk saluran drainase jondul rawang :

**Tabel 7.** Data Saluran Drainase Jondul Rawang

Saluran	b (m)	h (m)	A (m <sup>2</sup> )	P (m)	R (m)	n	I	V (m/det)
1 - 2	2	1	2	4	0,5	0,017	0,004	2,24
2 - 3	2	1	2	4	0,5	0,017	0,008	3,25
3 - 4	2	1	2	4	0,5	0,017	0,005	2,74
4 - 5	2	1	2	4	0,5	0,017	0,002	1,48
5 - 6	3	1	3	5	0,6	0,017	0,004	2,80
6 - 7	3	1	3	5	0,6	0,017	0,010	4,13
7 - 8	3	1	3	5	0,6	0,017	0,036	7,89
8 - 9	2	1	2	4	0,5	0,017	0,001	0,91
9 - 10	2	2	4	6	0,7	0,017	0,002	1,91
10 - 11	4	2	8	8	1	0,017	0,008	5,37
11 - 12	4	2	8	8	1	0,017	0,001	2,19
12 - 13	2,4	2	4,8	6,4	0,75	0,017	0,007	4,10

Data saluran 1 – 2 :

$$b = 2 \text{ Meter } h =$$

$$1 \text{ Meter } A =$$

$$b \times h$$

$$= 2 \times 1$$

$$= 2 \text{ Meter}^2$$

$$P = b + 2h$$

$$= 2 + 2 \times 1$$

$$= 4 \text{ Meter}$$

$$A = 2$$

$$R = \frac{A}{P} = \frac{2}{4} = 0,5 \text{ Meter}$$

$$P = 4$$

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

$$= 2,24 \text{ m/dt}$$

$$Q = V \cdot A$$

$$= 2,24 \cdot 2$$

$$= 4,47 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Berikut adalah rekapitulasi nilai debit yang mampu ditampung saluran :

**Tabel 8.** Rekapitulasi nilai debit yang mampu ditampung saluran

Saluran	A (m <sup>2</sup> )	V (m/det)	Q Saluran (m <sup>3</sup> /detik)	Bentuk Saluran
1 - 2	2	2,24	4,47	Persegi
2 - 3	2	3,25	6,50	Persegi
3 - 4	2	2,74	5,48	Persegi
4 - 5	2	1,48	2,96	Persegi
5 - 6	3	2,80	8,41	Persegi
6 - 7	3	4,13	12,39	Persegi
7 - 8	3	7,89	23,67	Persegi
8 - 9	2	0,91	1,82	Persegi
9 - 10	4	1,91	7,63	Persegi
10 - 11	8	5,37	42,96	Persegi
11 - 12	8	2,19	17,54	Persegi
12 - 13	4,8	4,10	19,70	Persegi

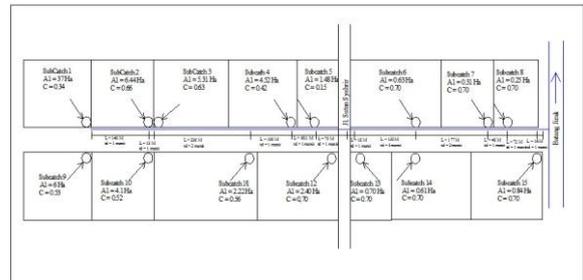
Berikut adalah gambar bentuk saluran drainase di jondul rawang :

Nama Saluran	Bentuk Saluran
Saluran 1 - 2	
Saluran 2 - 3	
Saluran 3 - 4	
Saluran 4 - 5	
Saluran 5 - 6	
Saluran 6 - 7	

**Gambar 7a.** Profil Melintang Saluran

Nama Saluran	Bentuk Saluran
Saluran 7 - 8	
Saluran 8 - 9	
Saluran 9 - 10	
Saluran 10 - 11	
Saluran 11 - 12	
Saluran 12 - 13	

**Gambar 7b.** Profil Melintang Saluran  
Sketsa tata letak inlet dan karakteristik sub-catchment dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



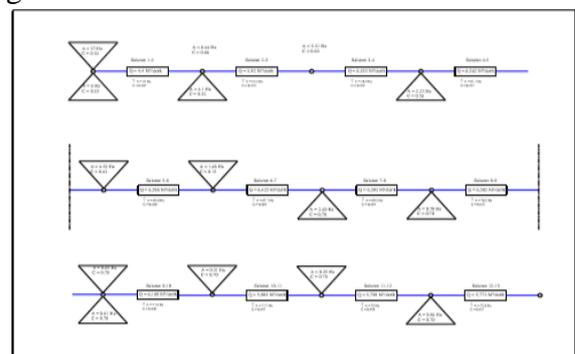
**Gambar 8.** Sketsa karakteristik subcatchment

Perhitungan debit di saluran dapat dilihat pada tabel 9

**Tabel 9.** Tabel perhitungan debit pada segmen saluran Periode Ulang 5 tahun

Saluran	tc (Menit)	C	I (mm/jam)	A (hektar)	Q Limpasan (m <sup>3</sup> /detik)	Q Saluran (m <sup>3</sup> /detik)	Keterangan
1 - 2	15	0,367	100,4	43,0	4,5	4,47	Banjir
2 - 3	16	0,414	96,2	53,5	5,92	6,50	Tidak Banjir
3 - 4	17	0,432	92,4	58,9	6,53	5,48	Banjir
4 - 5	19	0,437	85,8	61,1	6,36	2,96	Banjir
5 - 6	20	0,436	82,9	65,6	6,59	8,41	Tidak Banjir
6 - 7	21	0,429	80,3	67,1	6,42	12,39	Tidak Banjir
7 - 8	22	0,439	77,8	69,5	6,59	23,67	Tidak Banjir
8 - 9	23	0,441	75,5	70,2	6,50	1,82	Banjir
9 - 10	26	0,446	69,6	71,4	6,16	7,63	Tidak Banjir
10 - 11	28	0,447	66,2	71,7	5,90	42,96	Tidak Banjir
11 - 12	29	0,448	64,7	72,0	5,80	17,54	Tidak Banjir
12 - 13	30	0,451	63,3	72,8	5,77	19,70	Tidak Banjir

Hasil perhitungan diatas dapat diringkas secara skematis seperti ditunjukkan pada gambar berikut ini :



**Gambar 8.** Perhitungan debit di saluran dengan metode rasional beberapa sub-area

Ada beberapa solusi yang dapat dilakukan untuk mengurangi efek yang

merugikan akibat limpasan yang tidak terkendalikan. Berikut adalah beberapa solusi efektif mengurangi efek limpasan :

1. Kolam Retensi Kolam retensi adalah kolam yang dibuat untuk menggantikan fungsi lahan resapan yang sudah tidak bisa lagi menjalankan fungsinya dengan maksimal dikarenakan banyak hal. Misalnya saja lahan resapan yang tertutup, lahan resapan yang berfungsi menjadi kawasan perumahan dan perkantoran serta beberapa penyebab lainnya. Kolam buatan ini selanjutnya akan menampung air hujan secara kemudian diresapkan kedalam tanah. Karena berfungsi sebagai resapan buatan, maka kolam retensi dibuat pada bagian yang paling rendah dari lahan. Sedangkan luas dan kedalaman kolam bergantung pada luas lahan yang beralih fungsi menjadi kawasan perkantoran atau pemukiman. Kolam retensi juga berfungsi menjernihkan air sebelum disalurkan ke sebuah waduk. Proses penjernihan air dalam kolam ini lebih murah dan lebih mudah jika dibandingkan dengan penjernihan air dalam waduk karena ukurannya yang lebih kecil. Dengan perencanaan yang baik, kolam ini bisa menjadi tempat yang efektif untuk menampung air hujan sementara waktu dan juga untuk distribusi air.
2. Infiltrasi Permukaan Pengendalian banjir pada saluran tidak hanya dengan memperbesar saluran, akan tetapi adalah bagaimana mengendalikan air dari lahan atau daerah tangkapan air sebelum menuju saluran. Salah satu metode yang dapat mengurangi limpasan yang terjadi di permukaan adalah dengan memperbanyak previous area atau daerah yang mampu infiltrasi. Seperti halaman rumput, lahan parkir, serta membuat sumur resapan. Sumur resapan dianggap cukup efektif untuk mereduksi runoff karena dengan adanya sumur resapan air dapat diserap oleh tanah. Sumur resapan ini harus memperhitungkan besaran muka air tanah.

3. Memperbesar Dimensi Saluran Dengan memperbesar dimensi saluran maka akan memperbesar kapasitas tampungan saluran.

### SIMPULAN

Berdasarkan tujuan penelitian tentang Analisis Banjir di Kawasan Jondul Rawang Kota Padang dapat disimpulkan bahwa :

1. Dari hasil analisa hidrologi pada periode ulang rencana 2 tahun, 5 tahun dan periode 10 tahun diperoleh curah hujan masing-masing adalah 213,18 mm/jam, 251,62 mm/jam dan 274,44 mm/jam.
2. Berdasarkan hujan rencana pada periode ulang rencana 2 tahun, 5 tahun dan 10 tahun tersebut, diperoleh debit paling tinggi terdapat pada subcatchment 1 dengan luas areal 37 Ha. Menghasilkan debit manual sebesar 1,92 m<sup>3</sup> /dt, 2,15 m<sup>3</sup> /dt dan 2,277 m<sup>3</sup> /dt ,dan debit pada aplikasi EPA SWMM sebesar 4,86 m<sup>3</sup> /dt, 6,03 m<sup>3</sup> /dt dan 6,75 m<sup>3</sup> /dt.
3. Untuk mengatasi permasalahan banjir tersebut salah satu metodenya adalah dengan memperbesar dimensi saluran. Karena dapat dilihat pada saluran 8 – 9 debit limpasan yang terjadi cukup besar yaitu 6,50 m<sup>3</sup> /dt sedangkan daya tampung saluran tersebut hanya 1,82 m<sup>3</sup> /dt .

### SARAN

Saran yang dapat penulis usulkan :

1. Untuk mengatasi banjir di drainase Jondul Rawang perlu dilakukan perbaikan saluran dengan cara memperbesar dimensi saluran agar mampu menampung debit limpasan yang mengalir saat musim hujan.
2. Perlu dilakukannya perawatan secara berkala dan edukasi tentang pentingnya menjaga kebersihan dan tidak membuang sampah sembarangan, sehingga sampah tidak akan menumpuk di saluran yang mengakibatkan saluran tersumbat.

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] [EPA] Environmental Protection Agency. 2015. Storm Water Management Model (SWMM) Version 5.1. with Low Impact Development (LID) controls diakses melalui <http://www.epa.gov/water-research/storm-water-management-model-swmm>
- [2] Gunadarma. 2011. Hidraulika Pada Saluran Terbuka. Usaha Nasional. Surabaya
- [3] Kamiana, I Made. 2011 .Materi Kuliah Drainase dan Pengendalian Banjir. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- [4] Lingga, Dea Fatonah R. 2017. Evaluasi Sistem Drainase Bandar Purus Menggunakan Software SWMM. [Diploma, Thesis]. Universitas Andalas, diakses melalui <http://scholar.unand.ac.id/id/eprint/27085>.
- [5] Robert J. Kodoatie. 2005. Pengantar Manajemen Infrastruktur. Pustaka Pelajar. Yogyakarta.
- [6] Rossman L. 2004. Storm Water Management Model User's Manual Version 5.0. Cincinnati. Washington (US): EPA United States Environmental Agency.
- [7] Soemarto, 1999. Hidrologi Teknik. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- [8] Soewarno, 1995. Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data. Penerbit Nova, Bandung.
- [9] Suripin. 2004 .Perencanaan Sistem Drainase yang Berkelanjutan. Yogyakarta: Andi Offset. Triatmodjo B. 2008. Hidrologi Terapan. Yogyakarta (ID): Beta Offset.
- [10] Wesli. 2008. Drainase Perkotaan. Yogyakarta: Graha Ilmu.