

EVALUASI SALURAN DRAINASE PRIMER JALAN SUDIRMAN SAMPAI JALAN PEMUDA KOTA BUKITTINGGI

FEBRIK APAHDIL¹, MASRIL², DEDDY KURNIAWAN³

Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat^{1,2,3}

Email: febrikapahdil@gmail.com¹, mril6030@gmail.com², deddydk22@gmail.com³

Abstrak: Banjir yang sering terjadi di kota Bukittinggi umumnya disebabkan oleh tingginya curah hujan dan intensitas yang lama sehingga saluran drainase yang ada tidak mampu mengalirkan air. Daerah Birugo, Belakang Balok dan Pasar Bawah merupakan daerah yang sering mengalami banjir saat musim hujan. Tujuan penelitian untuk mengevaluasi kapasitas saluran drainase pada daerah Birugo, Belakang Balok dan Pasar Bawah. Manfaat penelitian ini untuk memprediksi banjir-banjir yang akan datang dan memberi masukan dalam upaya pengendalian banjir. Metode perhitungan frekuensi curah hujan yang digunakan adalah metode Gumbel yang didasari dari hasil pemilihan distribusi. Penelitian ini menggunakan aplikasi model EPA SWMM 5.1 untuk menganalisis jaringan drainase yang ada. Kemudian memodelkan peta daerah pengalirannya sehingga kemudian dapat dievaluasi menggunakan debit rencana curah hujan. Berdasarkan hasil simulasi yang telah dilakukan dengan analisis periode ulang 2 dan 5 tahun didapatkan sebanyak 3 titik persimpangan saluran (junction) yang sama-sama mengalami limpasan. Dimana titik J22 menjadi titik dengan debit aliran terbesar yaitu 1,57 m³/s pada periode ulang lima tahun. Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa titik sambungan yang mengalami limpasan disebabkan oleh elevasi yang rendah dan dimensi saluran drainase yang tidak memadai.

Kata kunci : Curah Hujan Rencana, Drainase, EPA SWMM 5.1, Limpasan, Hyetograph

Abstract: Floods that often occur in the city of Bukittinggi are generally caused by high rainfall and long intensity so that the existing drainage channels are unable to drain water. The areas of Birugo, Belakang Balok and Pasar Bawah are areas that often experience flooding during the rainy season. The aim of this study was to evaluate the capacity of the drainage channels in the Birugo, Belakang Balok and Pasar Bawah areas. The benefit of this research is to predict future floods and provide input in flood control efforts. The rainfall frequency calculation method used is the Gumbel method which is based on the distribution selection results. This study uses the EPA SWMM 5.1 model application to analyze the existing drainage network. Then model the drainage area map so that it can then be evaluated using the planned rainfall discharge. Based on the simulation results that have been carried out with the analysis of the return period of 2 and 5 years, it was found that there were 3 junction points that both experienced runoff. Where point J22 is the point with the largest flow rate, which is 1.57 m³/s over the five-year return period. From this study it can be concluded that the connection points that experience runoff are caused by low elevation and inadequate dimensions of the drainage channel.

Keywords : Planned Rainfall, Drainage, EPA SWMM 5.1, Runoff, Hyetograph

A. Pendahuluan

Saat ini Kota Bukittinggi masih sering terjadi banjir atau genangan di beberapa lokasi didalam kota saat terjadi hujan. Mengingat Kota Bukittinggi mempunyai intensitas hujan yang cukup tinggi, khususnya Kawasan Belakang Balok, Rumah Sakit Yarsi dan SMPN 01 Kota Bukittinggi merupakan daerah yang sering mengalami banjir. Penyebab utamanya adalah saluran drainase existing yang berupa gorong-gorong dari SMPN 01 Kota Bukittinggi yang melintasi Jalan Sudirman ke saluran drainase yang didepan Kantor PLN Kota Bukittinggi terjadi penyempitan dimensi saluran, hal ini juga terjadi pada saluran drainase disepanjang Jalan Perintis Kemerdekaan karena banyaknya toko dan bangunan berdiri diatas saluran drainase dan memakan dimensi saluran drainase tersebut, Hal ini yang menyebabkan aliran air tidak lancar dan diperparah oleh banyak sampah sehingga terjadinya banjir yang akan menghambat aktifitas masyarakat perkotaan. Tujuan dibuatnya penelitian ini adalah untuk mengevaluasi kapasitas saluran Drainase Primer Jalan Sudirman sampai Jalan Pemuda Kota Bukittinggi apakah sudah efektif dalam mengalirkan debit air ataupun memperlancar jalannya aliran air dan menghilangkan banjir pada kawasan tersebut. Drainase berperan penting untuk mengatur suplai air demi pencegahan banjir. Drainase mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang, atau

mengalihkan air. Secara umum, drainase didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan/atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal. Drainase juga diartikan sebagai usaha untuk mengontrol kualitas air tanah dalam kaitannya dengan sanitasi. (Suripin, 2004)

B. Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian adalah suatu ilmu pengetahuan yang menjelaskan sistematika penelitian berdasarkan fakta dan gejala yang terjadi secara objektif. Dalam penelitian ini metode penelitian yang dipakai bersifat kualitatif yaitu metode ini mengumpulkan data dari survey lapangan.

C. Hasil dan Pembahasan

1. Hasil Perhitungan Hidrologi

1.1 Curah Hujan

Data curah hujan yang digunakan adalah stasiun Batang Agam, Data curah hujan yang di gunakan dari tahun 2006 sampai dengan tahun 2020.

Nilai rata - rata dari data ketiga stasiun curah hujan tersebut, yang akan digunakan dalam menganalisis saluran drainase dengan program EPA SWMM 5.1.

Tabel Rata-rata Curah hujan Harian Maksimum

No.	Tahun	Tinggi Hujan Harian Maksimum (mm)	R(Xi)
		Batang Agam	
1	2020	101	101,00
2	2019	51	51,00
3	2018	110	110,00
4	2017	90	90,00
5	2016	100	100,00
6	2015	111	111,00
7	2014	70	70,00
8	2013	60	60,00
9	2012	100,7	100,70
10	2011	100,6	100,60
12	2009	70,5	70,50
13	2008	60,9	60,90
14	2007	60,9	60,90
15	2006	41	41,00

Sumber : Hasil Perhitungan

1.2 Pemilihan Distribusi

Berikut perbandingan syarat - syarat distribusi dengan hasil analisis perhitungan frekuensi curah hujan Tabel berikut, seperti pada tabel berikut:

Tabel Hasil Perhitungan Distribusi

No.	Distribusi	Persyaratan	Hasil Perhitungan	Keterangan	
1	Normal	$C_s = 0$	$C_s = 0,83$ $C_k = 2,01$	Tidak memenuhi	
2	Log Normal	$C_s = C_v^2 + 3C_v$		$C_s = 0,83$ $C_k = 2,01$	Tidak memenuhi
		$C_s = 0,83$			Tidak memenuhi
3	Log Pearson III	C_s mendekati 0			$C_s = 0,83$ $C_k = 2,01$
4	Gumbel	$C_s \leq 1,14$	Memenuhi		
		$C_k \leq 5,4$	Memenuhi		

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari hasil perhitungan pada tabel di atas, maka metode yang digunakan adalah Distribusi Gumbel.

1.3 Fekkuensi Curah Hujan

Perhitungan frekuensi curah hujan bertujuan untuk mendapatkan faktor faktor yang dibutuhkan dalam penentuan jenis sebaran hujan pada lokasi studi.

Tabel Frekuensi Curah Hujan Dengan Metode Gumbel

No.	Tahun	X_i	$X_i - X$	$(X_i - X)^2$	X_i^2	$(X_i - X)^3$	$(X_i - X)^4$
1	2020	101,0	21,2	447,7	10201,0	9474,3	200.476,1
2	2019	51,0	-28,8	831,7	2.601,0	-23.987,5	691.800,7
3	2018	110,0	30,2	909,6	12.100,0	27.434,3	827.418,7
4	2017	90,0	10,2	103,2	8.100,0	1.048,8	10.655,5
5	2016	100,0	20,2	406,4	10.000,0	8.193,5	165.181,8
6	2015	111,0	31,2	970,9	12.321,0	30.254,7	942.735,4
7	2014	70,0	-9,8	96,8	4.900,0	-952,8	9.375,2
8	2013	60,0	-19,8	393,6	3.600,0	-7.809,5	154.941,1
9	2012	100,7	20,9	435,1	10.140,5	9.077,0	189.346,5
10	2011	100,6	20,8	431,0	10.120,4	8.947,1	185.741,7
11	2010	70,0	-9,8	96,8	4.900,0	-952,8	9.375,2
12	2009	70,5	-9,3	87,2	4.970,3	-814,8	7.610,0
13	2008	60,9	-18,9	358,7	3.708,8	-6.794,2	128.682,6
14	2007	60,9	-18,9	358,7	3.708,8	-6.794,2	128.682,6
15	2006	41,0	-38,8	1.508,5	1.681,0	-58.591,9	2.275.709,8
Total		1197,6		5.026,3	84.083,9	61.679,9	3.377.672,7
Average (X)		79,8					
Sum of Data		15					
Standard Deviation (Sx)		18,3					

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari tabel tersebut didapatkan data sebagai berikut :

- Standar Deviasi (S) : 18,278
- Koefisien Keruncingan (Ck) : 2,01
- Koefisien *Skewness* (Cs) : 0,83
- Koefisien Variasi (Cv) : 0,228

Data ini yang dijadikan patokan untuk perhitungan dispersi sehingga didapatkan jenis distribusi yang sesuai.

1.4 Uji Keselarasan Sebaran

Pembuktian bahwa metode yang digunakan ini menggunakan metode Chi-Kuadrat sebagai berikut:

- a. Jumlah kelas $(k) = 1 + 3,22 \log n = 5$
- b. Derajat kebebasan $(dk) = k - r - l = 3$
- c. Jumlah Nialai Teoritis $Ef = \frac{n}{k} = 3,06$

Untuk nilai derajat kebebasan (dk), besar nilai signifikan (α) = 5%, maka berdasarkan Lampiran 1 nilai X^2 adalah 7,814.

1.5 Curah Hujan Rencana

Perhitungan curah hujan tertentu untuk periode ulang metode Gumbel antara lain:

- N = 10 tahun, $Y_n = 0,4952$ (Tabel 2.3)
- $S_n = 0,9496$ (Tabel 2.4)
- T = 2 tahun, $Y_t = 0,3665$ (Tabel 2.2)
- T = 5 tahun, $Y_t = 1,4999$ (Tabel 2.2)
- T = 10 tahun, $Y_t = 2,2502$ (Tabel 2.2)
- T = 20 tahun, $Y_t = 2,9606$ (Tabel 2.2)

Tabel Curah Hujan dengan Periode Ulang Tertentu

Periode Ulang (T)	R (mm)	Yt	Yn	Sn	Sx	Curah Hujan Rencana (mm)
2	79,84	0,367	0,509	1,006	18,278	77,244
5	79,84	1,500	0,509	1,006	18,278	97,833
10	79,84	2,250	0,509	1,006	18,278	111,462

Sumber: Hasil Perhitungan

2. Analisa Debit Banjir Menggunakan Metode Rasional

Debit banjir dihitung dengan metode rasional atau metode rasional yang telah dimodifikasi atau hidrograf satuan untuk daerah perkotaan. Metode Rasional persamaannya adalah sebagai berikut :

$$Q_p = 0,278 C \cdot I \cdot A$$

Dimana :

Q_p = Debit puncak banjir dengan kala ulang tertentu (m^3/dt)

C = Koefisien limpasan

I = Intensitas curah hujan dalam mm/ jam

A = Luas sub- DPSal dalam ha

Tabel Perhitungan Debit Banjir Rancangan

NO	Nama Saluran	Fungsi	Kala Ulang (T)	Curah Hujan Rencana (mm)	Catchment Area		Koefisien Limpasan (C)	Panjang Saluran (L) (m)	So (%)	tc		Intensitas (mm/jam)	Q (m3/det)
					Ha	(Km ²)				(menit)	(Jam)		
1	Saluran Drainase Primer Jl. Sudirman Hingga Jl. Pemuda Kota Bukittinggi	Beton Primer	5	97,83	84,40	0,8440	0,75	1.050,00	2,000	18,64	0,31	73,94	13,012
Nilai Tc Maksimum Pada Sistem ini											0,31 Jam		

3. Analisa Kapasitas Saluran Box Culvert

dengan menggunakan data perencanaan sebagai berikut

Q Banjir	: 13,012m3/det	Kemiringan tanggul (m)	: 0.00
Elevasi Awal	: 915.430 m	Koef Kekasaran (n)	: 0.012
Elevasi Akhir	: 900.240 m	Lebar Saluran (m)	: 1.50
Panjang (L)	: 1050 m	Dalam Saluran (m)	: 1,50
Beda Tinggi (Δh)	: 15,19 m	Kemiringan (S)	: 0.014

- a. Luas penampang basah saluran :

$$A = b \times h \\ = 1,50 \times 1,50 \\ = 2,25 \text{ m}^2$$

- b. Keliling basah saluran :

$$P = b + 2h \\ P = 1,50 + 2(1,50) \\ = 4,50 \text{ m}$$

c. Jari-jari hidrolis :

$$R = \frac{A}{P}$$
$$R = \frac{2,25}{4,50}$$
$$= 0,5 \text{ m}$$

d. Menghitung kemiringan memanjang dasar saluran (S) :

$$S = \frac{r_1 - r_2}{L} \times 100\%$$
$$S = \frac{915,430 - 900,240}{1050} \times 100\%$$
$$= 0,014$$

e. Kecepatan aliran :

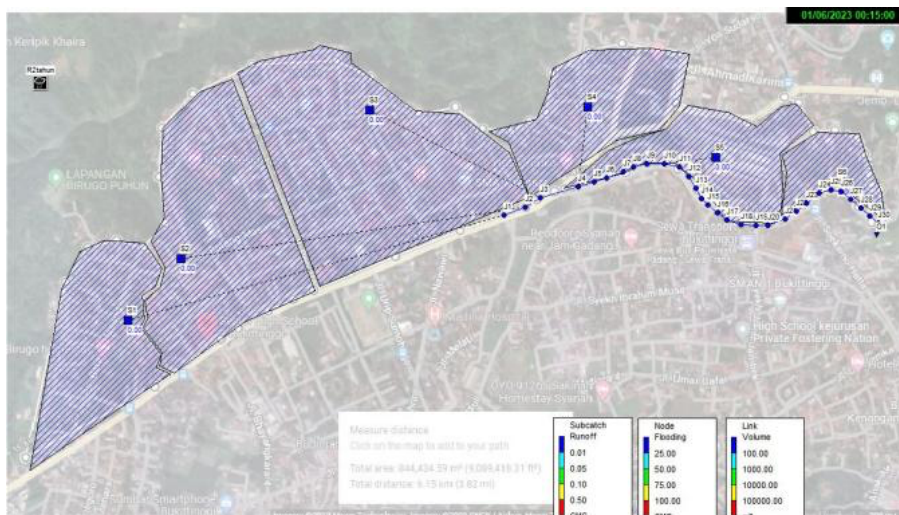
$$V = \frac{1}{n} (R)^{2/3} (S)^{1/2}$$
$$V = \left(\frac{1}{0,012}\right) (0,5)^{2/3} (0,014)^{1/2}$$
$$= 6,31 \text{ m/det}$$

f. Menghitung debit saluran *box culvert* (Q) :

$$Q = V.A$$
$$Q = 6,31 \times 2,25 = 14,20 \text{ m}^3/\text{det}$$

4. Hasil Dan Pembahasan Permodelan SWMM 5.1

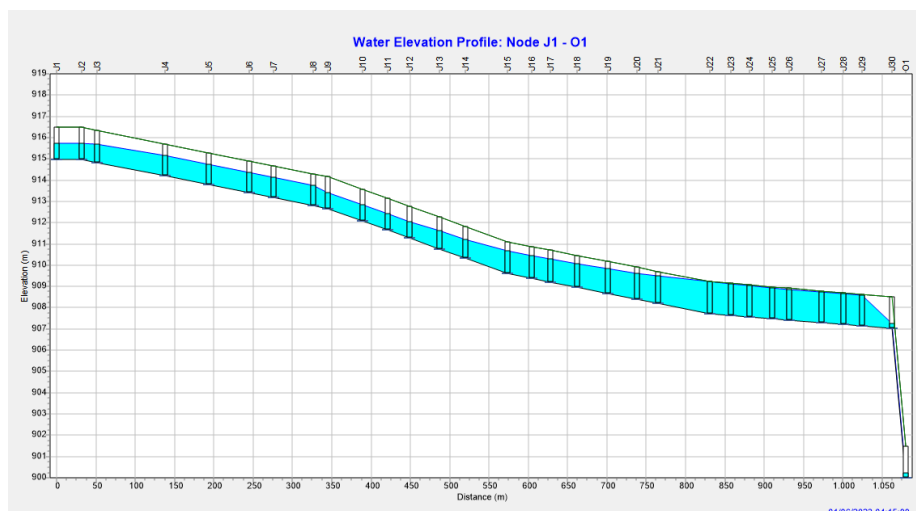
Berdasarkan hasil *running* EPA SWMM 5.1 menghasilkan data *current error* untuk *flowrouting* untuk permodelan jaringan drainase sebesar 0,28% periode 2 tahun dan 0,56% pada periode 5 tahun, ini menunjukkan persentase ketepatan gambar dan terjadinya limpasan pada saluran drainase.



Gambar *Running* SWMM Saat *Time of Day* 15:00:00

Dengan memasukkan semua parameter data total curah hujan 77,244 mm untuk *time series* 2 (dua) tahun didapatkan hasil analisis pada *summary result* menunjukkan tidak terjadinya limpasan pada saluran. Pada periode ulang 5 tahun dengan data total curah hujan 97,833 mm terdapat 3 titik persimpangan yang mengalami limpasan yaitu; J22, J23 dan J25.

Titik yang mengalami limpasan/banjir paling lama pada titik persimpangan J22 dengan durasi lebih kurang 38,4 (Tiga Puluh Delapan Koma Empat) menit, hal ini dikarenakan J22 merupakan titik kumpul aliran air dari *subcatchmen area* S1 sampai dengan S5 sebelum pembuangan/*outfall*.



Gambar *Running SWMM time series 5 tahun*

D. Penutup

Simpulan

Berdasarkan hasil simulasi permodelan menggunakan perangkat lunak EPA SWMM 5.1, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- Berdasarkan hasil analisis pemodelan EPA SWMM 5.1 menggunakan kondisi eksisting, menunjukkan bahwa pada periode ulang 5 tahun dengan data total curah hujan 97,833 mm terdapat 3 titik persimpangan yang mengalami limpasan yaitu; J22, J23 dan J25.
- Titik J22 mengalami limpasan paling lama dengan durasi lebih kurang 38,4 (tiga puluh delapan koma empat) menit, hal ini dikarenakan J22 merupakan titik kumpul aliran air dari *subcatchmen area* S1 sampai dengan S5 sebelum pembuangan/*outfall*.
- Sedangkan hasil perhitungan menggunakan Metoda Rasional didapatkan Debit Banjir sebesar 13,012 m³/det lebih kecil dari Debit Box Cuilvert 14,20 m³/det.
- Penggunaan Box Cuilvert dengan Ukuran 1,5 m x 1,5 m yang digunakan masih dianggap mampu dalam mengalirkan Debit Banjir pada Kawasan Birugo, Belakang Balok dan Pasar Bawah. Walaupun masih terdapat Limpasan pada beberapa titik, tetapi dengan durasi yang tidak terlalu lama

Saran

Adapun saran dari lokasi penelitian tersebut adalah :

- Perencanaan Saluran Drainase Primer Jalan Sudirman Sampai Jalan Pemuda Kota Bukittinggi sebaiknya Memiliki ukuran dimensi Bak Kontrol yang lebih besar dengan kedalaman lantai Bak Kontrol yang lebih dalam dari elevasi Saluran *Box Cuilvert*, hal ini dapat berfungsi untuk memperlambat kecepatan aliran air, sehingga tidak terjadi limpasan pada titik persimpangan J22, serta sebagai tangkapan sedimentasi sehingga lebih mudah dalam pemeliharaan nantinya.
- Untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat diperlukan penelitian yang lebih lanjut terutama mengenai kondisi infiltrasi pada lokasi penelitian.
- Untuk data curah hujan diharapkan untuk menggunakan data dari sumber yang terpercaya dan memiliki data yang lengkap.

Daftar Pustaka

- Angraini, Librina. 2017. *Analisa Debit Banjir Das Batang Luruh Sebelum dan Sesudah adanya Shortcut*. Padang : Universitas Andalas
- CD, Soemarto.1996 *Hidrologi*
- Chow, dkk. 1988, *Applied Hidrology*. McGraw-Hill, New York
- Fathonah R, Lingga Dea. 2017, *Evaluasi Sistem Drainase Bandar Purus Menggunakan Software Storm Water Management Model (SWMM)*. Padang : Universitas Andalas
- Harto, Sri. 1993. *Analisa Hidrologi*. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama

- Kodoatie, R.j. dan Sugiyanto, 2002. *Banjir*, Beberapa Penyebab dan Metode Pengendaliannya dalam Prespektif Lingkungan, pustaka Pelajar, Yogyakarta.
- Marta, Lusita. 2017. *Simulasi Jaringan Drainase Kawasan Rsud Sungai Sapih Menggunakan Program Epa Swmm Versi 5.1*. Padang : Universitas Andalas
- Republik Indonesia. 2007. Undang-Undang No. 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan bencana.
- Republik Indonesia. 2014. Permen PU No. 12 Tahun 2014 tentang Drainase Perkotaan.
- SNI. 2016. *Tata Cara Perhitungan Debit Banjir Rencana*.
- Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*, ANDI. Yogyakarta.
- Anggraini, Librina. 2017. *Analisa Debit Banjir Das Batang Luruih Sebelum dan Sesudah adanya Shortcut*. Padang : Universitas Andalas
- CD, Soemarto.1996 *Hidrologi*
- Chow, dkk. 1988, *Applied Hidrology*. McGraw-Hill, New York
- Fathonah R, Lingga Dea. 2017, *Evaluasi Sistem Drainase Bandar Purus Menggunakan Software Storm Water Management Model (SWMM)*. Padang : Universitas Andalas
- Harto, Sri. 1993. *Analisa Hidrologi*. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama
- Kodoatie, R.j. dan Sugiyanto, 2002. *Banjir*, Beberapa Penyebab dan Metode Pengendaliannya dalam Prespektif Lingkungan, pustaka Pelajar, Yogyakarta.
- Marta, Lusita. 2017. *Simulasi Jaringan Drainase Kawasan Rsud Sungai Sapih Menggunakan Program Epa Swmm Versi 5.1*. Padang : Universitas Andalas
- Republik Indonesia. 2007. Undang-Undang No. 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan bencana.
- Republik Indonesia. 2014. Permen PU No. 12 Tahun 2014 tentang Drainase Perkotaan.
- SNI. 2016. *Tata Cara Perhitungan Debit Banjir Rencana*.
- Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*, ANDI. Yogyakarta.