

**ANALISIS FAKTOR PENYEBAB GENANGAN BANJIR
PADA BADAN JALAN
(STUDI KASUS : SIMPANG RAYA INDAH, JALAN JENDRAL SUDIRMAN, MUKA
KUNING, SEI BEDUK BATAM)**

Harry Kurniawan¹, Nadia Khaira Ardi², Chairil Anwar³
Program Studi Teknik Sipil, Universitas Riau Kepulauan Batam,
Email : harry@ft.unrika.ac.id¹, nadia.khairaardi01@gmail.com²,
chairildamanik795@yahoo.com³

ABSTRACT

Batam City is one of the big cities that are still experiencing flooding. The cause of the problem of flooding that hit the city of Batam is typical in some areas in the city of Batam, namely land conversion that occurred in a very fast period where development is still ongoing, in some areas of Batam existing channels are unable to accommodate rainwater runoff. One example is at Simpang Raya Indah, Jendral Sudirman Street, Sei Beduk, Muka Kuning, Batam.

The purpose of this study is to analyze the capacity of the existing channels in Simpang Raya Indah, Jalan Jendral Sudirman to determine the causes of inundation by comparing the results of the planned discharge with the existing channel discharge capacity. In its implementation, it is necessary to collect data in the form of maximum daily rainfall, dimensions of the channel, slope of the channel, channel length. From the results of calculations obtained after doing the calculations show that the difference in the discharge between runoff that occurs and exists, so that some channels are no longer able to drain high rainfall. Where the capacity of existing A2 Q drainage channels (1.627 m³/sec) < rational Q (1,930 m³/sec), existing B1 Q (1,416 m³/sec) < rational Q (1,914 m³/sec), existing B2 Q (1,234 m³/sec) < Rational Q (2,065 m³/sec), existing C1 Q (1,547 m³/sec) < rational Q (1,950 m³/sec).

Key Word : puddle, rainfall, rain intensity, debit.

ABSTRAK

Kota Batam adalah salah satu kota besar yang masih saja mengalami banjir. Penyebab permasalahan banjir yang melanda kota Batam ini merupakan hal yang tipikal pada beberapa wilayah di kota Batam, yaitu alih fungsi lahan yang terjadi dalam kurun waktu yang sangat cepat dimana pembangunan yang masih terus dilakukan, di beberapa wilayah kota Batam saluran yang sudah ada tidak mampu menampung air limpasan hujan. Salah satu contohnya yaitu di Simpang Raya Indah, Jalan Jendral Sudirman, Sei Beduk, Muka Kuning, Batam.

Adapun tujuan penelitian ini adalah menganalisis kapasitas daya tampung saluran yang ada di Simpang Raya Indah, Jalan Jendral Sudirman untuk mengetahui penyebab terjadinya genangan dengan cara membandingkan hasil perhitungan debit rencana dengan daya tampung debit saluran yang ada. Dalam pelaksanaannya diperlukan pengumpulan data berupa curah hujan harian maksimum, dimensi saluran, kemiringan saluran, panjang lintasan saluran. Dari hasil perhitungan yang diperoleh setelah melakukan perhitungan menunjukkan bahwa perbedaan debit antara limpasan yang terjadi dan eksisting, sehingga beberapa saluran tidak mampu lagi mengalirkan air hujan tinggi. Dimana kapasitas saluran drainase A2 Q eksisting (1,627 m³/det) < Q rasional (1,930 m³/det), B1 Q eksisting (1,416 m³/det) < Q rasional (1,914 m³/det), B2 Q eksisting (1,234 m³/det) < Q rasional (2,065 m³/det), C1 Q eksisting (1,547 m³/det) < Q rasional (1,950 m³/det).

Kata Kunci : genangan, curah hujan, intensitas hujan, debit.

I. PENDAHULUAN

Air adalah bagian dari sumber kehidupan dan termasuk dalam bagian kemakmuran manusia, walaupun demikian pada konstruksi jalan air adalah musuh utama. Air dapat mengakibatkan kerusakan fatal pada konstruksi jalan akibat pengikisan, oleh karena itu pengelolaan air harus diperhatikan baik pada air permukaan maupun air dalam jalan.

Indonesia merupakan salah satu negara yang kaya akan sumber daya, daratannya tersebar dalam gugusan pulau yang membentang di sepanjang wilayah dengan iklim tropis, sehingga peluang terkena banjir dan kebanyakan lebih besar dibandingkan negara lainnya.

Sumber permasalahan yang utama pada banjir atau genangan pada suatu kawasan disebabkan oleh faktor pertumbuhan jumlah penduduk, faktor peningkatan pembangunan konstruksi seperti kawasan industri, perumahan dan konstruksi lainnya. Dimana hal ini menyebabkan kerusakan hutan sebagai resapan air, yang berdampak pada tingkat peluapan air tanah ke permukaan tanah saat terjadinya hujan musiman, di samping itu faktor lainnya yang menyebabkan banjir adalah sistem drainase yang kurang memadai.

Kota Batam merupakan salah satu pulau yang dikelilingi laut, sehingga secara geografis kota Batam menjadi salah satu pulau yang rentan dilanda banjir. Hal ini disebabkan oleh kurangnya saluran pembuangan air ke laut. Kota Batam juga termasuk kota dengan pertumbuhan konstruksi yang sangat pesat yang berada pada jalur pelayaran internasional. Kota Batam juga merupakan salah satu kawasan industri terbesar di Indonesia, yang banyak menggunakan lahan hutan sebagai kawasan pembangunan konstruksi sehingga timbulkan dampak pada siklus hidrologi yang berpengaruh terhadap sistem drainasenya.

II. LANDASAN TEORI

A. Drainase Perkotaan

Drainase merupakan salah satu fasilitas dasar yang di rancang sebagai sistem guna memenuhi kebutuhan masyarakat dan merupakan komponen penting dalam perencanaan kota (perencanaan infrastruktur khususnya). Drainase diartikan 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 salinitas [2].

B. Klasifikasi Banjir dan Penyebabnya

Banjir adalah suatu kondisi tidak tertampungnya air dalam saluran atau terhambatnya aliran air di dalam pembuangan, sehingga terjadi luapan air ke permukaan tanah. Banjir dapat disebabkan oleh dua hal yaitu peristiwa alam dan aktifitas manusia. Banjir karena peristiwa alam disebabkan oleh intensitas hujan yang tinggi dan lama curah hujan, topografi, pendangkalan alamiah. Banjir akibat ulah manusia yaitu dikarenakan kerapatan penduduk, sistem jaringan saluran yang buruk. Banjir juga dapat disebabkan oleh perubahan tataguna lahan, pembangunan permukiman dan kegiatan – kegiatan lain di dataran banjir [4].

Dampak dari banjir dapat berupa fisik alami dan fisik bangunan. Implikasi fisik alami berupa rusak atau tergenangnya lahan permukiman, lahan pertanian, dan kawasan industri. Implikasi fisik bangunan dapat berupa robohnya fasilitas umum (gedung sekolah, perkantoran, rumah sakit, pasar), bangunan rumah penduduk, bangunan industri, rusaknya sarana transportasi (jalan, jembatan) dan rusaknya jaringan irigasi atau drainase kota. Dampak sosial dapat berupa terganggunya aktifitas masyarakat [5].

C. Perancangan Saluran Drainase

Perencanaan drainase perkotaan perlu memperhatikan fungsi drainase perkotaan sebagai prasarana kota yang dilandaskan pada konsep pembangunan yang berwawasan lingkungan. Konsep ini antara lain berkaitan dengan usaha konservasi sumberdaya air, yang pada prinsipnya adalah mengendalikan air hujan supaya lebih banyak meresap ke dalam tanah dan tidak banyak terbuang sebagai aliran permukaan, antara lain dengan membuat bangunan resapan buatan, kolam tendon, penataan lansekap dan sengkedan.

a. Dimensi Saluran

Dimensi saluran harus mampu mengalirkan debit rencana atau dengan kata lain debit yang dialirkan oleh saluran (Q_s) sama atau lebih besar dari debit rencana (Q_T). Hubungan ini ditunjukkan sebagai berikut :

$$Q_s > Q_T \dots\dots\dots(2.1)$$

Debit suatu penampang saluran (Q_s) dapat diperoleh dengan menggunakan rumus seperti di bawah ini :

$$Q_s = A_s \cdot V \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan :

Q_s = Debit penampang saluran (m^3/det)

A_s = Luas penampang saluran tegak lurus arah aliran (m^2)

V = Kecepatan rata – rata aliran di dalam saluran (m/det).

Kecepatan rata – rata aliran di dalam suatu saluran dapat dihitung dengan menggunakan rumus Manning seperti di bawah ini, yaitu :

$$V = 1/n \times R^{(2/3)} \times S^{(1/2)} \dots\dots\dots(2.3)$$

$$R = A/P \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan :

V = Kecepatan rata – rata aliran di dalam saluran (m/det)

n = Koefisien kekasaran Manning

R = Jari – jari hidrolis (m)

S = Kemiringan Saluran

A = Luas penampang saluran tegak lurus arah aliran (m^2)

P = Keliling basah saluran (m)

Tabel 2.2 Koefisien Kekasaran Manning [6].

No	Tipe Saluran	Koefisien Manning (n)
1	Baja	0,011-0,014
2	Baja permukaan gelombang	0,021-0,030
3	Semen Beton	0,010-0,013
4	Pasangan batu	0,011-0,015
5	Kayu	0,017-0,030
6	Bata	0,011-0,015
7	Aspal	0,013

Pada daerah-daerah yang telah diidentifikasi dan bermasalah, dilakukan perhitungan debit saluran drainase yang sudah ada (eksisting) dengan menggunakan persamaan Manning dengan asumsi aliran mengalir penuh di saluran terbuka. Debit adalah luas penampang

basah dikalikan dengan jari-jari hidrolis dipangkatkan dengan 2/3 dikalikan dengan akar kuadrat dari kemiringan saluran dibagi dengan koefisien kekasaran Manning.

D. Analisa Hidrologi

Analisis hidrologi adalah kumpulan keterangan atau fakta mengenai fenomena hidrologi [8]. Fenomena hidrologi sebagaimana telah dijelaskan di bagian sebelumnya adalah kumpulan keterangan atau fakta mengenai fenomena hidrologi. Fenomena hidrologi dari besarnya curah hujan, temperatur, penguapan, lama penyinaran matahari, kecepatan angin, debit sungai, tinggi muka air akan selalu berubah menurut waktu. Untuk suatu tujuan tertentu data-data hidrologi dapat dikumpulkan, dihitung, disajikan, dan ditafsirkan dengan menggunakan prosedur tertentu. Analisis hidrologi diperlukan untuk memperoleh besarnya debit banjir rencana suatu wilayah. Debit banjir rencana merupakan debit maksimum dengan periode ulang tertentu yaitu besarnya debit maksimum yang rata – rata terjadi satu kali dalam periode ulang yang ditinjau.

a. Hujan

Hujan adalah titik-titik air yang jatuh dari awan melalui lapisan atmosfer ke permukaan bumi secara proses alam. Hujan turun ke permukaan bumi selalu didahului dengan adanya pembentukan awan, karena adanya penggabungan uap air yang ada di atmosfer melalui proses kondensasi, maka terbentuklah butir – butir air yang bila lebih berat dari gravitasi akan jatuh berupa hujan.

Curah hujan harian adalah hujan yang terjadi dan tercatat pada stasiun pengamatan curah hujan setiap hari (selama 24 jam). Data curah hujan harian biasanya dipakai untuk simulasi kebutuhan air tanaman, serta simulasi operasi waduk.

Curah hujan harian maksimum adalah curah hujan harian tertinggi dalam tahun pengamatan pada suatu stasiun tertentu. Data ini biasanya dipergunakan untuk perancangan bangunan hidrolis sungai seperti bendung, bendungan, tanggul, pengaman sungai dan drainase.

Curah hujan bulanan adalah jumlah curah hujan harian dalam satu bulan pengamatan pada suatu stasiun curah hujan tertentu. Data

ini biasanya dipergunakan untuk simulasi kebutuhan air dan menentukan pola tanam.

b. Hujan Rencana

Dalam perhitungan curah hujan rancangan ini digunakan analisa frekuensi. Frekuensi adalah besarnya kemungkinan suatu besaran hujan disamai atau dilampaui. Sebaliknya kala ulang (return) periode dalah waktu hipotetik dimana hujan dengan suatu besaran tertentu akan disamai atau dilampau. Adapun untuk menghitung analisa frekuensi digunakan metode-metode sebagai berikut :

- 1) Distribusi normal
- 2) Distribusi log normal
- 3) Distribusi Gumbel
- 4) Distribusi Pearson III
- 5) Distriusi log Pearson III

E. Analisa Hidrolika

Perencanaan saluran drainase harus berdasarkan pertimbangan kapasitas tampungan saluran yang ada, baik tinjauan hidrolis maupun elevasi kondisi lapangan. Tinjauan hidrolis untuk menguraikan elevasi kapasitas tampungan saluran debit banjir ulang 10 tahun, sedangkan kondisi di lapangan adalah didasarkan pengamatan secara langsung di lapangan untuk mengetahui apakah saluran yang ada mampu atau tidak untuk mengalirkan air secara langsung pada saat hujan.

F. Penelitian Relevan

Dalam penelitian ini penulis memaparkan penelitian terdahulu yang relevan dengan permasalahan yang akan diteliti sebagai berikut.

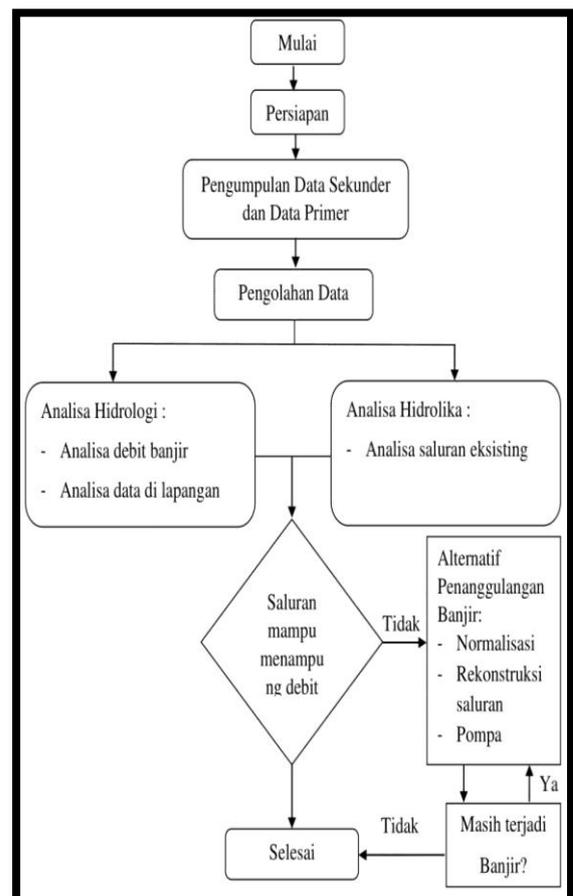
1. Muhammad Fadli Natsir, (2017), dalam tugas akhirnya yang berjudul “Analisis Permasalahan Banjir Wilayah Kelurahan Karunrung Kecamatan Rappocini Kota Makassar” dari hasil analisis diperoleh gambaran penyebab terjadinya banjir di wilayah kelurahan Karunrung kecamatan Rappocini, Makassar. Dengan genangan banjir rata – rata yang terjadi dari 20 – 40 cm akibat dari berkurangnya kapasitas drainase sampai 30% karena sedimentasi dan perlunya dilakukan rekonstruksi sistem drainase.
2. Limpat Ovi Haryoko (2013), dalam tugas akhirnya yang berjudul “Evaluasi Rencana Pengembangan Sistem Drainase Di kecamatan Tanjung Karang Pusat

Bandar Lampung” menganalisis kelayakan sistem drainase di Kecamatan Tanjung Karang Pusat, Bandar Lampung.

3. Kreshna Eka Madani Agung Titah (2013), dalam tugas akhir yang berjudul “Evaluasi Saluran Drainase Pada Jalan Pasar I di Kelurahan Tanjung Sari Kecamatan Medan Selayang” yang memaparkan evaluasi saluran drainase eksisting.
4. Erwin Feriyanto (2016), dalam tugas akhir yang berjudul “Evaluasi Sistem Drainase Perkotaan Terhadap Tata Ruang Wilayah Kota Metro” yang membahas tentang intensitas hujan, air limpasan dan kelayakan sistem drainase.
5. Felisitas Aprilia Rastri Utami (2012), dalam tugas akhir yang berjudul “Analisis Genangan di Jalan Prof. Dr. Supomo, Surakarta” yang memaparkarkan kondisi kelayakan drainase di lokasi tersebut.

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Alur Penelitian



IV. HASIL DAN PEMAHASAN

A. Analisis Data Sekunder

a. Analisis Intensitas Curah Hujan

Intensitas hujan adalah jumlah hujan yang dinyatakan dalam tinggi hujan atau volume hujan tiap satuan waktu. Besarnya intensitas hujan berbeda-beda, tergantung dari lamanya curah hujan dan frekuensi kejadiannya [6].

Untuk menghitung besarnya intensitas curah hujan tersebut diperoleh dari data curah hujan harian maksimum yang diambil dari data Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG Batam). Selama 11 tahun terakhir.

Tabel 4.2. curah hujan harian maksimum (mm)

TAHUN	CURAH HUJAN (mm)
2007	209
2008	103.2
2009	89.2
2010	94.1
2011	279.5
2012	91.7
2013	85
2014	77.9
2015	68.2
2016	154.2
2017	155.7

Dari data curah hujan harian maksimum di atas kemudian dianalisis dengan menggunakan metode analisis distribusi frekuensi yang sering digunakan dalam bidang hidrologi yaitu distribusi normal, distribusi log normal, distribusi pearson III, distribusi log pearson III dan distribusi gumbel.

B. Analisis Distribusi Frekuensi Curah Hujan Maksimum

Dari data curah harian maksimum akan dilakukan analisis distribusi frekuensi, analisis frekuensi ini didasarkan pada sifat statistik data kejadian yang telah lalu untuk memperoleh probabilitas besaran hujan dimasa

yang akan datang dengan anggapan bahwa sifat statistik kejadian hujan di masa akan datang akan masih sama dengan sifat statistik kejadian hujan masa lalu.

a. Distribusi Normal

Distribusi normal atau kurva normal disebut juga distribusi Gauss. Distribusi ini merupakan distribusi yang paling penting dan paling banyak digunakan di bidang stasistika.

$$X_T = \bar{X} + KTS$$

Keterangan :

X_T =curah hujan maksimum harian/
selama 24 jam (mm)

\bar{X} =nilai rata – rata hitung varian

KT =faktor frekuensi, nilai faktor frekuensi

dapat dilihat pada table reduksi Gauss
 S =Standar deviasi nilai varian

Tabel 4.4.Perkiraan total hujan yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T distribusi normal

No	PUT (tahun)	\bar{X}	K	S	X_T
1	2	127.97	0	65.946	128
2	5	127.97	0.84	65.946	183
3	10	127.97	1.28	65.946	212
4	20	127.97	1.64	65.946	236
5	50	127.97	2.05	65.946	263

b. Distribusi Log Normal

Pada perhitungan distribusi log normal menggunakan rumus persamaan sebagai berikut

$$\log X_T = \log \bar{X} + K_T \log S$$

Tabel 4.6.Perkiraan total hujan yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T distribusi log normal.

No	PUT (tahun)	$\log \bar{X}$	K	S	$\log X_T$	X_T
1	2	2.06379	0	0.194547	2.06379	116
2	5	2.06379	0.84	0.194547	2.22721	169
3	10	2.06379	1.28	0.194547	2.31281	205
4	20	2.06379	1.64	0.194547	2.38284	242
5	50	2.06379	2.05	0.194547	2.46261	290

c. Distribusi Pearson III

Tabel 4.7. Perkiraan total hujan yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T distribusi pearson III.

No	PUT (tahun)	\bar{X}	S	K	XT
1	2	127.97	65.946	-0.164	117
2	5	127.97	65.946	0.758	178
3	10	127.97	65.946	1.340	216
4	20	127.97	65.946	2.043	263
5	50	127.97	65.946	2.542	296

d. Distribusi Log Pearson III

Tabel 4.9. Perkiraan total hujan yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T distribusi log pearson III.

No	PUT (tahun)	$\log \bar{X}$	K	S	$\log XT$	XT
1	2	2.06379	-0.132	0.19455	2.03811	109
2	5	2.06379	0.78	0.19455	2.21553	164
3	10	2.06379	1.336	0.19455	2.32370	211
4	25	2.06379	1.998	0.19455	2.45249	283
5	50	2.06379	2.453	0.19455	2.54101	348

e. Distribusi Gumbel

Distribusi Gumbel atau distribusi ekstrim digunakan untuk analisis data maksimum dengan rumus persamaan :

$$X_T = \bar{X} + ((Y_T - Y_n) / S_n) S$$

Keterangan :

X_T = Curah hujan rencana dalam periode ulang T tahun (mm/24jam)

\bar{X} = Nilai rata – rata varian

Y_T = Reduced variasi, parameter Gumbel untuk periode ulang T tahun

Y_n = Reduced rata-rata (mean), merupakan

fungsi dari banyak data (n)

S_n = Reduced standar deviasi

S = Standar deviasi

Tabel 4.10. Perkiraan total hujan yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T distribusi Gumbel.

No	Tahun	\bar{X}	Y_T	Y_n	S_n	σ_x	X_T
1	2	127.97	0.3665	0.4996	0.9676	65.946	119
2	5	127.97	1.4999	0.4996	0.9676	65.946	196
3	10	127.97	2.2504	0.4996	0.9676	65.946	247
4	20	127.97	2.9702	0.4996	0.9676	65.946	296
5	50	127.97	3.9019	0.4996	0.9676	65.946	360

Tabel 4.11. Rekapitulasi perkiraan total hujan yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T untuk masing – masing distribusi.

Periode Ulang	Analisa Frekuensi Curah Hujan Rencana (mm/hr)				
	Normal	Log Normal	Gumbel	Pearson III	Log Pearson Type III
XT2	128	116	119	117	109
XT5	183	169	196	178	164
XT10	212	205	247	216	211
XT20	236	241	296	263	283
XT50	263	290	360	296	348

C. Analisis Frekuensi Curah Hujan

Analisa frekuensi curah hujan diperlukan untuk menentukan jenis sebaran (distribusi).

Selanjutnya ditentukan jenis sebaran yang sesuai dengan penentuan menghitung nilai C_s (Koefisien Skewness), C_k (Koefisien Kurtosis), C_v (Koefisien Varian).

Tabel 4.13. Hasil Perhitungan Dispersi.

No	Dispersi	Hasil Dispersi	
		Parameter Statistik	Parameter Statistik Logaritma
1	S_d	65.946	0.1945
2	C_s	1.101	0.8935
3	C_k	5.327	3.5906
4	C_v	0.515	0.0943

Tabel 4.14. syarat-syarat batas penentuan sebaran

No.	Jenis Distribusi	Syarat	Hasil Hitung	Keterangan
1	Normal	Cs = 0	1.101	Tidak Memenuhi
		Ck = 3	5.327	Tidak Memenuhi
2	Log Normal	Cs = 3	0.8935	Tidak Memenuhi
		Ck > 0	Ck=3.5906,	Memenuhi
		Cv = 0.6	Cv=0.0943	Tidak Memenuhi
3	Gumbel	Cs ≤ 1.1396	1.101	Memenuhi
		Ck ≤ 5.4002	5.327	Memenuhi
4	Log Pearson III	Cs < 0	0.8935	Tidak Memenuhi
		Cv = 0,3	0.0943	Tidak Memenuhi

Dari beberapa metode yang digunakan di atas yang paling mendekati adalah sebaran Metode Gumbel dengan periode ulang 10 tahun karena nilai hasil perhitungan Cs dan Cv yang lebih dominan memenuhi persyaratan. Dari jenis sebaran yang telah memenuhi syarat tersebut perlu diuji kecocokan sebarannya dengan beberapa metode. Hasil uji kecocokan sebaran menunjukkan distribusi dapat diterima atau tidak.

D. Pengujian Keselarasan Sebaran

a. Uji Sebaran Dengan Chi Kuadrat

Untuk menguji keselarasan sebaran Metode Gumbel, digunakan Uji Sebaran Chi Kuadrat (Chi Square Test) [9].

$$X^2 = \sum_{i=1}^Q \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

$$K = 1 + 3,322 \log(n) = 1 + 3,322 \log(11) = 4,459 \sim 5$$

$$Dk = K - (1 + 1) = 5 - 2 = 3$$

$$E_i = n/K = 11/5 = 2.2$$

$$\Delta X = (X_{maks} - X_{min}) / (K - 1) = (279,5 - 68,2) / (5 - 1) = 53$$

$$X_{awal} = X_{min} - (0,5 \times \Delta X)$$

$$X_{akhir} = X_{max} + (0,5 \times \Delta X) = 279,5 + (0,5 \times 53) = 306$$

Nilai f^2 cr di cari pada tabel Chi Kuadrat dengan menggunakan nilai DK = 3 dan derajat kepercayaan 5%, lalu dibandingkan dengan

nilai f^2 hasil perhitungan yang dapat dilihat pada tabel 4.15. Syarat yang harus dipenuhi yaitu f^2 hitungan < f^2 cr.

Tabel 4.15. Uji Keselarasan Sebaran Dengan Chi Kuadrat.

Probabilitas (%)	Jumlah Data		O _i - E _i	(O _i - E _i) ² / E _i
	O _i	E _i		
41 < X > 94	5	2.2	2.8	3.563636
94 < X > 147	2	2.2	-0.2	0.018182
147 < X > 200	2	2.2	-0.2	0.018182
200 < X > 253	1	2.2	-1.2	0.654545
253 < X > 306	1	2.2	-1.2	0.654545
Jumlah				4.909091

$$\text{Derajat Signifikan } (\alpha) = 5\%$$

$$f^2 \text{ hasil hitungan} = 4,909091$$

$$f^2 \text{ cr tabel Chi Kuadrat} = 7,815$$

Dari hasil perbandingan diatas bahwa ternyata f^2 hitungan < f^2 cr, sehingga analisa distribusi dapat diterima.

b. Uji Sebaran Smirnov – Kolmogorov

Uji keselarasan Smirnov – Kolmogorov, sering juga disebut uji kecocokan non parametrik, karena pengujian tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu. Hasil perhitungan uji keselarasan sebaran dengan Smirnov – Kolmogorov untuk Metode Gumbel dapat dilihat pada tabel 4.16.

$$X_i = \text{Curah hujan rencana}$$

$$X = \text{Rata – rata curah hujan} = 127,5 \text{ mm}$$

$$S = \text{Standar deviasi} = 65,946$$

$$n = \text{Jumlah data}$$

Tabel 4.16. Uji Keselarasan Sebaran Smirnov – Kolmogorov

X _i	M	P(x)	P(x<)	f(t)	P'(x<)	P(x<)	D
		M/(n+1)	1 - P(x)	(X _i - X̄)/S	M/(n-1)	1 - P'(x)	P(x<) - P'(x<)
279.5	1	0.083	0.917	2.298	0.100	0.900	0.017
209	2	0.167	0.833	1.229	0.200	0.800	0.033
155.7	3	0.250	0.750	0.420	0.300	0.700	0.050
154.2	4	0.333	0.667	0.398	0.400	0.600	0.067
103.2	5	0.417	0.583	-0.376	0.500	0.500	0.083
94.1	6	0.500	0.500	-0.514	0.600	0.400	0.100
91.7	7	0.583	0.417	-0.550	0.700	0.300	0.117
89.2	8	0.667	0.333	-0.588	0.800	0.200	0.133
85	9	0.750	0.250	-0.652	0.900	0.100	0.150
77.9	10	0.833	0.167	-0.759	1.000	0.000	0.167
68.2	11	0.917	0.083	-0.906	1.100	-0.100	0.183

$$\text{Derajat signifikasi} = 0,05 (5\%)$$

$$D_{maks} = 0,183 \text{ (m = 11)}$$

$$D_o \text{ kritis} = 0,391 \text{ untuk}$$

$$n=11 \text{ (Tabel nilai kritis Smirnov-Kolmogorov)}$$

Dilihat dari perbandingan di atas bahwa $D_{max} < D_o$ Kritis, maka metode sebaran yang diuji dapat diterima.

E. Perhitungan Debit Saluran Yang Ada Di Lapangan

Perhitungan debit saluran yang ada bertujuan untuk mengetahui besarnya debit yang mampu dialirkan oleh penampang saluran maksimum sehingga nantinya berdasarkan analisis hidrolika dapat di kontrol apakah saluran tersebut masih dapat berfungsi atau tidak. Pada tabel 4.17 dapat dilihat perhitungan kapasitas saluran yang ada :

Tabel 4.17. Perhitungan kapasitas saluran yang ada dilapangan (saluran trapesium)

Penampang Saluran	b (m)	h (m)	m	A (m ²)	P (m)	R (m)	n	S	
A	A1	0.6	0.6	0.5	0.54	1.94	0.28	0.020	0.030
	A2	0.6	0.6	0.5	0.54	1.94	0.28	0.020	0.020
B	B1	0.4	0.6	1	0.48	2.41	0.20	0.020	0.030
	B2	0.4	0.6	1	0.45	2.53	0.18	0.020	0.030
C	C1	0.5	0.6	0.4	0.45	1.80	0.25	0.020	0.030
	C2	0.3	0.6	1	0.48	1.92	0.25	0.015	0.030

Contoh perhitungan pada penampang saluran A1, yaitu :

$$\text{Lebar dasar saluran (b)} = 0,6 \text{ m}$$

$$\text{Kemiringan saluran (m)} = 0,5$$

$$\text{Tinggi basah saluran (h)} = 1,1 \text{ m}$$

$$A = h \cdot (b + (m \cdot h))$$

$$= 0,5 \cdot (0,6 + (0,5 \cdot 0,5))$$

$$= 0,54 \text{ m}^2$$

$$P = b + (2h(1 + m^2)^{0.5})$$

$$= 1,94 \text{ m}$$

$$R = A/P$$

$$= 0,54 \text{ m}^2 / 1,94 \text{ m}$$

$$= 0,28 \text{ m}$$

Dari tabel 4.17 dapat dilihat bahwa perhitungan pada beberapa penampang saluran drainase Jalan Jendral Sudirman, Simpang Raya Indah apakah masih memenuhi atau tidak, maka perlu dihitung debit yang akan masuk ke masing – masing saluran kemudian dibandingkan dengan kapasitas angkut saluran. Perhitungan Debit Eksisting :

Penampang saluran A1

$$\text{Luas penampang basah saluran (A)} = 0,54 \text{ m}^2$$

$$\text{Keliling basah saluran (P)} = 1,94 \text{ m}$$

$$\text{Jari – jari hidrolis (R)} = 0,28 \text{ m}$$

$$\text{Kemiringan saluran} = 0,03$$

$$\text{Koefisien kekasaran Manning untuk pasangan batu (n)} = 0,020$$

$$V = 1/n \cdot R^{(2/3)} \cdot S^{(1/2)}$$

$$= 1/0,02 \cdot [(0,28)]^{(2/3)} \cdot [(0,03)]^{(1/2)}$$

$$= 3,69 \text{ m/det}$$

$$Q = A \cdot V$$

$$= 0,54 \cdot 3,69$$

$$= 1,993 \text{ m}^3/\text{det}$$

Dari pengolahan analisa hidrolika dan analisis hidrologi didapat hasil bahwa jika $Q_{Eks} > Q_{Ras}$ = memenuhi, atau sebaliknya jika $Q_{Eks} < Q_{Ras}$ = Tidak Memenuhi seperti dalam tabel 4.18 dibawah ini :

Tabel 4.18. Hasil Perhitungan Debit Pada Penampang Saluran Drainase

Penampang saluran	Total Q Eksisting (m ³ /det)	Total Rasional (m ³ /det)	Q% Perbedaan (%)	Keterangan
A1	1.993	1.975	0.87	Memenuhi
A2	1.627	1.930	-18.61	Tidak Memenuhi
B1	1.416	1.914	-35.17	Tidak Memenuhi
B2	1.234	2.065	-67.39	Tidak Memenuhi
C1	1.547	1.950	-26.09	Tidak Memenuhi
C2	2.116	2.171	-2.58	Tidak Memenuhi

F. Perencanaan Penampang Saluran

Perencanaan penampang saluran di Simpang Raya Indah, Jalan Jendral Sudirman, Sei Beduk, Batam dapat di hitung dengan menggunakan persamaan manning (5, 6 dan 7) yang merupakan dasar dalam menentukan dimensi saluran.

Luas penampang basah saluran terbuka trapezium (A) dapat di hitung dengan menggunakan persamaan :

$$A = h^2 + (b/h + m)$$

$$= 0,6^2 + (0,8/0,6 + 0.5)$$

$$= 0,66 \text{ m}^2$$

Keliling basah saluran trapezium (P) dapat dihitung menggunakan persamaan :

$$P = b + 2h((1 + m^2)^{0.5})$$

$$= 0,8 + 2(0,6)((1+0,5^2)^{0,5}) = 2.14 \text{ m}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, maka perhitungan radius hidrolis (R) dapat menggunakan persamaan :

$$R = A/P$$

$$= 0,66 \text{ m}^2 / 2.14 \text{ m}$$

$$= 0,31 \text{ m}$$

Setelah di dapat nilai R maka selanjutnya dihitung kecepatan aliran rata – rata dalam saluran (V) adalah :

$$V = 1/n \cdot R^{(2/3)} \cdot S^{(1/2)}$$

$$= 1/0,02 \cdot [0,31]^{(2/3)} \cdot [0,03]^{(1/2)}$$

$$= 3,95 \text{ m/det}$$

Perhitungan debit saluran rencana (Q) :

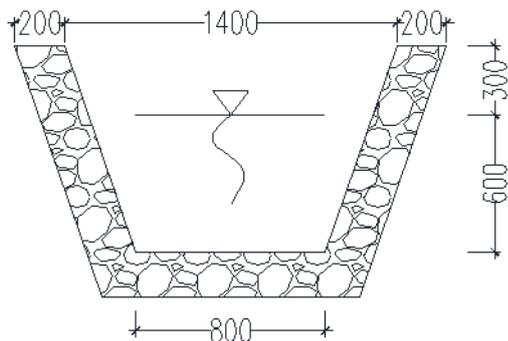
$$Q = A \times V$$

$$= 0,66 \text{ m}^2 \times 3,95 \text{ m/det}$$

$$= 2,61 \text{ m}^3/\text{det}$$

Tabel4.22. Hasil Perhitungan Dimensi Rencana Saluran

Saluran	h (m)	b (m)	m	A (m ²)	P (m)	R (m)	n	S	Qsaluran (m ³ /det)
A2	0.6	0.8	0.5	0.66	2.14	0.31	0.02	0.03	2.61
B1	0.6	0.8	0.5	0.66	2.14	0.31	0.02	0.03	2.61
B2	0.6	0.8	0.5	0.66	2.14	0.31	0.02	0.03	2.61
C1	0.6	0.8	0.5	0.66	2.14	0.31	0.02	0.03	2.61
C2	0.6	0.8	0.5	0.66	2.14	0.31	0.02	0.03	2.61



Gambar 4.6. Penampang Saluran Rencana

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu :

1. Penyebab meluapnya air hujan kepermukaan di Simpang Raya Indah, Jalan Jendral Sudirman, Sei Beduk, Kota Batam adalah akibat beberapa saluran, yaitu saluran A2, B1, B2, C1, C2 dan box culvert sudah tidak mampu untuk mengalirkan air pada saat curah hujan tinggi.
2. Banjir atau genangan yang besar dan tinggi di Simpang Raya Indah, Jalan

Jendral Sudirman, Sei Beduk, Kota Batam disebabkan juga karena sedimentasi tanah bawaan dan reruntuhan bahu jalan ke drainase sehingga menyumbat aliran saluran dan tidak mampu menampung debit aliran yang mengalir.

3. Kemiringan saluran mempengaruhi kecepatan aliran, perlu adanya perhitungan dan pertimbangan dalam pemilihan material yang digunakan untuk saluran, karena kecepatan aliran air menimbulkan gesekan pada dinding saluran. Hal tersebut dapat merusak saluran dan mengurangi daya tampung pengaliran.

B. Saran

Adapun hal yang perlu dilakukan untuk menangani masalah banjir di daerah Simpang Raya Indah, Jalan Jendral Sudirman, Sei Beduk, Kota Batam, yaitu :

1. Memperbesar dimensi saluran drainase yang sudah tidak mampu menampung debit yang mengalir akibat curah hujan yang tinggi.
2. Merekonstruksi box culvert eksisting menjadi jembatan T girder dengan dimensi penampang lebar bentang 7 m dan tinggi 3,5 m agar daya tampung debit air lebih besar dan dapat digunakan untuk menangani banjir dalam jangka waktu panjang.
3. Perlunya menormalisasi saluran induk (outlet) dan perawatan pada tiap – tiap saluran yang sudah tidak berfungsi dengan baik akibat sedimentasi (sampah dan gerusan tanah).
4. Untuk penelitian selanjutnya akan lebih baik jika memperhitungkan perencanaan struktur jembatan dan memperhitungkan RAB perencanaan saluran.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hasmar, H.A. Halim. *Drainase Terapan*. Yogyakarta. UII, 2012.
- [2] Suripin M.Eng, Dr. Ir, *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*, Yogyakarta, Indonesia: ANDI Offset, 2004:7.
- [3] Hendrasarie, N, Evaluasi Banjir Pada Area Drainase Kali Kepiting dan Kali Kenjeran Surabaya Timur, *Jurnal Rekayasa Perencanaan*, 2005.
- [4] Suhandini, Purwadhi. *Banjir Bandang Di DAS Garang Jawa Tengah*. Yogyakarta, UGM, 2011.
- [5] Kodoatie, Robert J., dan Roestam, Sjarief. *Tata Ruang Air*. Yogyakarta: ANDI Offset, 2010.
- [6] Wesli, *Drainase Perkotaan*, Yogyakarta, Graha Ilmu, 2008.
- [7] Triatmodjo, B, *Hidraulika II*, Yogyakarta, Beta Offset, 2003.
- [8] Soemarto, C.D, *Hidrologi Teknik*, Surabaya, Usaha Nasional, 1987.
- [9] Soewarno,. *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data*. Bandung, Nova, 1995.