

## ANALISIS KINERJA SISTEM DRAINASE KELURAHAN KUTO PANJI KECAMATAN BELINYU

**Esi Restiani**

Alumni Jurusan Teknik Sipil Universitas Bangka Belitung

Email: *sabrifadillah@yahoo.com*

**Fadillah Sabri**

Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Universitas Bangka Belitung

Email: *sabrifadillah@yahoo.com*

### ABSTRAK

*Kelurahan Kuto Panji merupakan salah satu kelurahan di Kecamatan Belinyu yang memiliki permasalahan pada sistem drainase. Hal ini dikarenakan sering terjadinya banjir saat musim penghujan. Kapasitas tampang saluran tidak mampu menampung air hujan sehingga menyebabkan banjir yang mengganggu aktifitas masyarakat serta arus lalu lintas. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis kinerja sistem drainase Kelurahan Kuto Panji Kecamatan Belinyu. Dalam analisis kapasitas tampang saluran, perhitungan dilakukan berdasarkan debit rencana, sedangkan penilaian indikator fisik berdasarkan bobot yang telah ditentukan. Data yang digunakan adalah data curah hujan, peta administrasi, peta kontur, peta tata guna lahan dan outline plan drainase Kota Belinyu. Berdasarkan perhitungan dan kondisi eksisting di lapangan diperoleh hasil bahwa ada beberapa saluran sekunder yang tidak mampu menampung debit rencana yaitu saluran sekunder S2, S3, S4, S6, S8, S11, S12. Sedangkan tingkat kinerja sistem drainase terhadap indikator fisik yang dinyatakan dalam score adalah kurang (diperoleh total pengalihan nilai dengan bobot sebesar  $6015 \leq 6100$ ) menurut Kementrian Pekerjaan Umum. Diperlukan solusi terhadap permasalahan banjir antara lain dengan cara pembersihan dan pemeliharaan saluran drainase dari semak, diperlukannya saringan sampah dan normalisasi saluran berupa pengerukan secara berkala serta sumur resapan pada bangunan di pinggir saluran.*

**Kata kunci :** *banjir, debit rencana, indikator fisik, sistem drainase*

### PENDAHULUAN

Belinyu adalah sebuah Kecamatan di Kabupaten Bangka, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. Luas 546.50 km<sup>2</sup>, terdiri dari 3 kelurahan dan 5 desa. Kecamatan Belinyu terletak di wilayah Kabupaten Bangka di bagian utara Pulau Bangka. Sebagian besar berbatasan dengan perairan laut, di utara terdapat Laut Natuna, di barat Teluk Kelabat. Sementara sebelah timur

dan selatan berbatasan dengan Kecamatan Riau Silip. Kuto Panji adalah salah satu Kelurahan yang berada di Kecamatan Belinyu, dengan luas wilayah 24.739 km<sup>2</sup> dan berpenduduk 11.833 jiwa. Persoalan.

Sejak 20 tahun terakhir di seputar Jalan Singayudha Kelurahan Kuto Panji selalu banjir ketika hujan. Hal ini menyebabkan terancamnya pemukiman dan infrastruktur perekonomian serta terganggunya arus lalu lintas di wilayah

tersebut. Oleh sebab itu perlu dilakukan kajian penyebab dan besarnya debit banjir yang terjadi serta bagaimana upaya untuk menanggulangnya. Termasuk kajian terhadap kinerja saluran drainasi pada kawasan tersebut.

## TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian yang menganalisis permasalahan pada kinerja sistem drainase dilakukan Muttaqin (2006). Analisis data dilakukan dengan metode diskriptif kualitatif dan metode pembobotan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa partisipasi masyarakat Perumahan Josroyo Indah dalam pengelolaan jaringan drainase adalah baik dan kinerja system jaringan drainase di Perumahan Josroyo Indah adalah baik dikarenakan kondisi komponen menunjukkan angka 87,35 %. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Arifin (2009) terhadap kinerja sistem drainase perkotaan di Purwokerto menunjukan bahwa kapasitas saluran drainase Kali Caban, Kali Wadas, Kali Besar, Kali Putih, dan Kali Putat tidak memenuhi melayani debit rencana dengan kala ualang 10 tahun. Demikian juga kajian yang serupa oleh Diah Pitaloka (2013) pada saluran drainase Tamansari Kota Pangkalpinang menunjukan hasil kinerja yang kurang, masih terdapat saluran drainase yang belum berfungsi dengan baik.

Astri dkk (2014) melakukan penelitian yang berkaitan dengan banjir pada sistem jaringan drainase Kota Pontianak. Drainase lingkungan di kawasan permukiman yang mengalirkan air ke badan air pembuangan, beberapa di antaranya masih sangat sempit dan

sederhana sekali, sehingga kita dapati air sisa limbah atau buangan sisa mencuci rumah tangga tidak mengalir dengan lancar, masih tersisa di saluran.

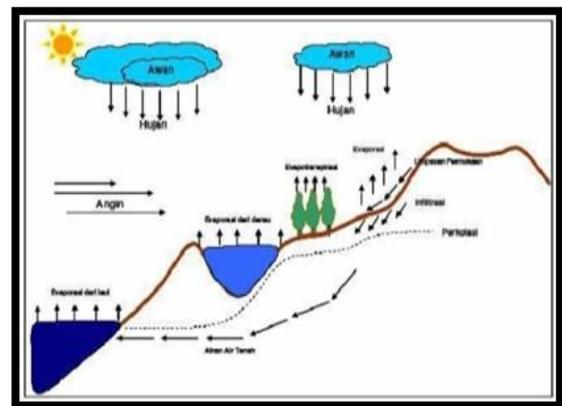
## LANDASAN TEORI

### Definisi Drainase

Secara umum drainase didefinisikan sebagai ilmu pengetahuan yang mempelajari usaha untuk mengalirkan air yang berlebihan dalam suatu konteks pemanfaatan tertentu.

### Siklus Hidrologi

Menurut Soemarto (1993), bahwa siklus hidrologi diartikan sebagai sebuah bentuk gerakan air laut ke udara, yang kemudian jatuh ke permukaan tanah sebagai hujan atau bentuk presipitasi yang lain dan akhirnya mengalir ke laut kembali.



Gambar 1. Siklus hidrologi

### Debit Banjir

Menurut Hadisusanto (2011), untuk memperkirakan debit puncak banjir dapat digunakan metode alternatif perhitungan yaitu metode rasional. Penggunaan metode tersebut penerapannya tergantung pada

data yang tersedia, tingkat detail perhitungan dan tingkat bahaya kerusakan akibat banjir. Adapun rumus rasional adalah :

$$Q = \frac{1}{3,60} C.I.A \dots\dots\dots(1)$$

dimana :

- Q : debit banjir maksimum (m<sup>3</sup>/detik)
- C : koefisien aliran yang tergantung pada jenis permukaan lahan.
- I : intensitas hujan maksimum (mm/jam)
- A : luas daerah aliran sungai (km<sup>2</sup>)

**Durasi Hujan**

Berdasarkan Edisono dkk (1997), durasi hujan adalah lama kejadian hujan (menitan, jam-jaman, harian) diperoleh terutama dari hasil pencatatan alat pengukur hujan otomatis. Dalam perencanaan drainase durasi hujan ini sering dikaitkan dengan waktu konsentrasi.

**Intensitas Hujan**

Intensitas hujan adalah tinggi curah hujan dalam periode tertentu yang dinyatakan dalam satuan mm/jam.

Kurva intensitas hujan rencana, jika yang tersedia adalah hujan harian, dapat ditentukan dengan Rumus Haspers dan Der Weduwen alasannya karena rumus ini lebih cocok digunakan di Indonesia karena Haspers dan Der Weduwen mendapatkan rumus ini melalui penelitian yang dilakukan di Indonesia. Bentuk umum dari Rumus Haspers dan Der Weduwen adalah :

$$I = \frac{R}{t} \dots\dots\dots(2)$$

dimana :

- I : intensitas hujan rencana (mm).
- R : Curah Hujan menurut Haspers dan Der Weduwen (mm).
- T : durasi hujan atau waktu konsentrasi (jam).

Curah hujan menurut Haspers dan Der Weduwen dapat diperoleh dengan menggunakan rumus berikut. Sebelum mencari nilai intensitas harus diketahui terlebih dahulu nilai curah hujan menurut Harpers dan Der Weduwen (*Melinda, 2007*).

$$R_i = X_t \left( \frac{1218t+54}{X_t(1-t) + 1272t} \right) \dots\dots\dots (3)$$

dimana :

- R<sub>i</sub> : curah hujan analisis distribusi frekuensi ( mm)
- X<sub>t</sub> : nilai hujan rancangan yang terpilih (mm)
- T : durasi curah hujan atau waktu konsentrasi (jam)

Setelah diperoleh nilai curah hujan analisis distribusi frekuensi maka untuk mencari nilai curah hujan menurut Haspers dan Der Weduwen menggunakan rumus dibawah ini.

$$R = \sqrt{\frac{11300t}{t+3.12} \cdot \left[ \frac{R_i}{100} \right]} \dots\dots\dots (4)$$

dimana :

- R : Curah hujan menurut Haspers dan Der Weduwen (mm)
- R<sub>i</sub> : Nilai curah hujan distribusi frekuensi (mm)
- t : durasi curah hujan atau waktu konsentrasi (mm)

**Waktu Konsentrasi**

Waktu konsentrasi adalah waktu yang diperlukan untuk mengalirkan air dari titik yang paling jauh pada daerah aliran ke titik kontrol yang ditentukan di bagian hilir suatu saluran (Edisono dkk dalam Diah Pitaloka, 2013). Salah satu metode yang digunakan untuk memperkirakan waktu konsentrasi adalah Rumus Kirpich sebagai berikut :

$$t_c = \left[ \frac{0,87.L^2}{1000.S} \right]^{0,385} \dots\dots\dots(5)$$

dimana :

- $t_c$  : waktu konsentrasi (jam)
- $L$  : panjang lintasan air dari titik terjauh ke titik ditinjau (km).
- $S$  : kemiringan rata-rata daerah lintasan air.

**Analisis Distribusi Probabilitas**

Dalam analisis frekuensi data hujan guna memperoleh nilai hujan rencana, dikenal beberapa distribusi probabilitas kontinu yang sering digunakan, yaitu Gumbel, Normal, Log Normal dan Log Pearson III.

**a. Distribusi Probabilitas Gumbel**

Distribusi Probabilitas Gumbel dilakukan dengan rumus-rumus berikut.

$$X_T = \bar{X} + S.K \dots\dots\dots(6)$$

dimana:

- $X_T$  : hujan rencana atau debit dengan periode ulang T.
- $\bar{X}$  : nilai rata-rata dari data hujan (X).
- $S$  : standar deviasi dari data hujan (X).

$K$  : faktor Frekuensi Gumbel

$$K = \frac{Y_t \cdot Y_n}{S_n} \dots\dots\dots (7)$$

$Y_t$  : *reduced variated*

$$: -Ln - Ln \frac{T-1}{T} \dots\dots\dots (8)$$

$S_n$  : *Reduced standard deviasi*

$Y_n$  : *Reduced mean*

**b. Distribusi Probabilitas Normal**

Perhitungan hujan rencana berdasarkan Distribusi Probabilitas Normal, jika data yang dipergunakan adalah berupa sampel, dilakukan dengan rumus-rumus berikut.

$$X_T = \bar{X} + K_T S \dots\dots\dots (9)$$

dimana:

- $X_T$  : hujan rencana atau debit dengan periode ulang T.
- $\bar{X}$  : nilai rata-rata dari data hujan (X) mm.
- $S$  : standar deviasi dari data hujan (X) mm.
- $K_T$  : faktor Frekuensi, nilainya bergantung dari T

**c. Distribusi Probabilitas Log Normal**

Perhitungan hujan rencana berdasarkan Distribusi Probabilitas Log Normal, jika data yang dipergunakan adalah berupa sampel, dilakukan dengan rumus-rumus berikut.

$$Log X_T = \overline{Log X} + K_T \cdot S \cdot Log X \dots\dots\dots (10)$$

dimana:

$LogX_T$  : nilai logaritmis hujan rencana dengan periode ulang T.

$\overline{LogX}$  : nilai rata-rata dari

$$log X = \frac{\sum_{i=1}^i \log Xi}{n} \dots\dots\dots(11)$$

S : standar deviasi dari

$$Log X = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^i (LogXi - \overline{LogX})^2}{n-1}} \dots\dots(12)$$

$K_T$  : Faktor Frekuensi, nilainya bergantung dari T (lihat Variabel Reduksi Gauss).

**d. Distribusi Probabilitas Log Person III**

Perhitungan hujan rencana berdasarkan Distribusi Probabilitas Log Person III, jika data yang dipergunakan adalah berupa sampel, dilakukan dengan rumus-rumus berikut.

$$Log X_T = \overline{LogX} + K_T \cdot S \cdot Log \dots\dots\dots(13)$$

dimana:

$LogX_T$  : nilai logaritmis hujan rencana dengan periode ulang T.

$\overline{LogX}$  : nilai rata-rata dari

$$\frac{\sum_{i=1}^i \log Xi}{n} \dots\dots\dots(14)$$

$S \cdot Log X$  : standar deviasi dari  $\overline{LogX}$ .

$$S \cdot Log X = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^i (LogXi - \overline{LogX})^2}{n-1}} \dots\dots(15)$$

$K_T$  : variable standard, besarnya bergantung koefisien kepengcengan (Cs atau G).

**Uji Kesesuaian Distribusi Frekuensi**

Terdapat dua metode pengujian distribusi probabilitas, yaitu Metode Chi-Kuadrat ( $\chi^2$ ) dan Metode Smirnov Kolmogorov.

**a. Metode Chi-Kuadrat ( $\chi^2$ )**

Prosedur perhitungan dengan menggunakan Metode Uji Chi-Kuadrat adalah sebagai berikut :

1. data diurutkan dari yang besar ke kecil atau sebaliknya.
2. menghitung jumlah kelas
3. menghitung derajat kebebasan ( $Dk$ ) dan  $\chi^2_{cr}$
4. menghitung kelas distribusi
5. menghitung interval kelas
6. perhitungan nilai  $\chi^2$
7. bandingkan nilai  $\chi^2$  terhadap  $\chi^2_{cr}$

**b. Metode Smirnov Kolmogorov**

Pengujian distribusi probabilitas dengan Metode Smirnov Kolmogorov dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Urutkan data ( $X_i$ ) dari besar ke kecil atau sebaliknya
2. Tentukan peluang empiris masing-masing data yang sudah diurut.
3. Tentukan peluang teoritis masing-masing data yang sudah diurut.
4. Hitung selisih ( $\Delta_{maks}$ ) antara peluang empiris dan teoritis untuk setiap data yang sudah diurut :
5. Tentukan apakah  $\Delta_{maks} < \Delta_{kritis}$ , jika “tidak” artinya distribusi probabilitas

yang dipilih tidak dapat diterima, demikian sebaliknya.

**Analisis Kapasitas Saluran**

Berdasarkan perhitungan debit puncak yang dapat ditampung pada suatu saluran akan dapat menentukan daya tampung saluran, penampang saluran yang dipilih adalah berbentuk trapesium yang ekonomis. Persamaan yang dipergunakan untuk analisis penampang saluran tersebut adalah sebagai berikut:

$$Q = A.V.....(16)$$

Rumus kecepatan pengaliran (V) aliran seragam yang banyak digunakan adalah rumus empiris, yang biasanya disebut dengan rumus Manning. Persamaannya adalah sebagai berikut :

$$V = 1/n .R^{2/3} . S^{1/2}.....(17)$$

$$A = ( b + m.h).....(18)$$

$$P = b + 2h. \sqrt{m^2 + 1} .....(19)$$

$$b = 1,5 .....(20)$$

$$freeboard = 0,25h.....(21)$$

dimana :

- Q : Debit (m<sup>3</sup>/dt)
- A : Luas tampang basah saluran (m<sup>2</sup>)
- V : Kecepatan pengaliran (m/dt)
- b : Lebar dasar saluran (m)
- h : Tinggi air normal di saluran (m)
- m : Kemiringan tebing saluran.
- P : Keliling tampang basah saluran
- n : Koefisien Manning
- S : Kemiringan dasar saluran
- R : jari-jari hidrolis

**Indikator Fisik Kinerja Sistem Drainase**

Penilaian kinerja sistem drainase dilakukan dengan memberi bobot dan

penilaian terhadap masing-masing indikator atau sub indikator. Bobot diperoleh dari hasil modifikasi. Berdasarkan Kementerian Pekerjaan Umum, penilaian terhadap kinerja sistem drainase ditinjau dari dua aspek yaitu aspek non fisik dengan bobot 40 dan fisik dengan bobot 60.

Pada penelitian ini penilaian indikator fisik dinilai dengan menggunakan metode pembobotan yang sama pada penelitian Diah Pitaloka (2013) dan aspek yang dikaji untuk penilaian sistem drainase adalah aspek fisik, sehingga total bobot awal sebesar 60 dimodifikasi menjadi 100. Data fisik prasarana yang awalnya mempunyai bobot sebesar 24 dimodifikasi menjadi 40 dengan cara membagikan bobot awal sebesar 24 dengan total bobot awal sebesar 60 kemudian mengalikan hasil tersebut dengan 100. Hal yang sama juga dilakukan untuk setiap indikator.

Berikut adalah salah satu contoh perhitungan bobot sub indikator sistem drainase. Bobot awal untuk sub indikator sistem drainase pada peraturan dari Kementerian Pekerjaan Umum sebesar 6 kemudian dimodifikasi dengan cara membagikan bobot awal sebesar 6 dengan total bobot awal data fisik prasarana sebesar 24 kemudian mengalikannya dengan total bobot data fisik prasarana yang telah dihitung sebesar 40 sehingga dihasilkan bobot modifikasi sub indikator sistem drainase sebesar 10. Hal yang sama juga dilakukan untuk mendapatkan bobot modifikasi pada sub indikator lainnya. Untuk mengetahui kinerja sistem drainase adalah dengan cara menghitung total

pengalihan bobot dengan nilai. Nilai akhir (bobot x nilai) keseluruhan akan mempunyai besaran 0 - 10000 per segmen. Agar diperoleh nilai yang lebih optimal penilaian kinerja sistem drainase dibagi per segmen yaitu per 100 m dari 1,5 km saluran primer.

Adapun keterangan untuk nilai adalah sebagai berikut.

- a. kurang apabila nilai  $\leq 60$ .
- b. cukup apabila nilai berkisar antara 61 – 80.
- c. baik apabila nilai berkisar antara 81 – 90.
- d. sangat baik apabila diperoleh nilai  $> 90$ .

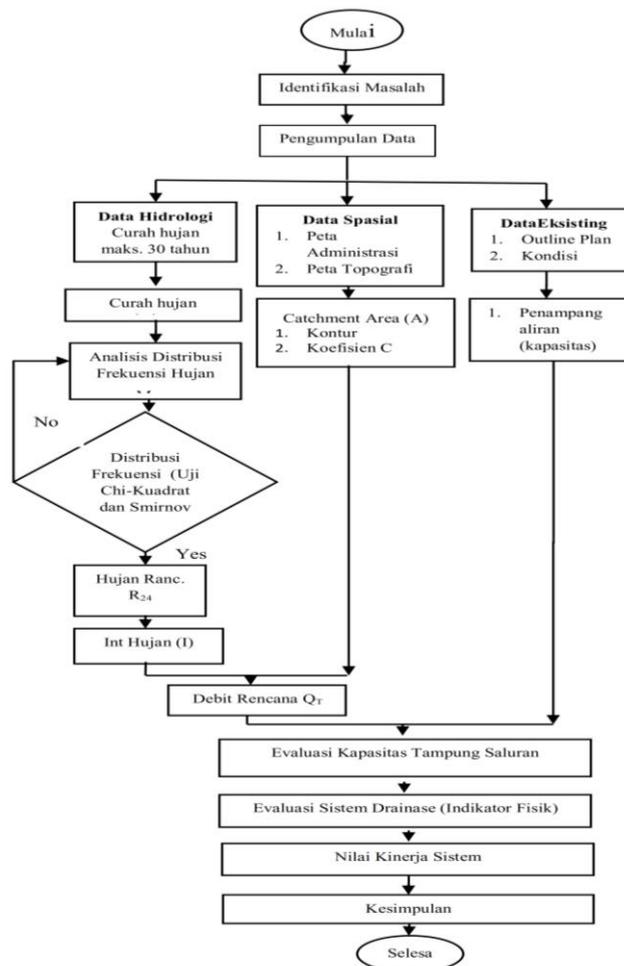
Untuk kriteria penilaian yakni nilai maksimal bobot x nilai = 10000

- a. Sangat baik apabila  $> 9100$ .
- b. Baik apabila 8100-9000.
- c. Cukup apabila 6100-8000.
- d. Kurang apabila  $\leq 6100$

**METODE PENELITIAN**

**Tahapan Penelitian**

Tahapan penelitian diawali dengan identifikasi masalah, pengumpulan dan pengolahan data, analisis data serta pembahasan, hingga kesimpulan. Tahapan penelian secara sistimatis sebagaimana terlihat pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Bagan Alir prosedur penelitian

**Sumber Data dan Teknik Pengambilan Data**

Data yang dipakai sebagai bahan analisis dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dengan cara menyebarkan kuisioner kepada responden. Responden disini adalah instansi terkait yaitu Dinas Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Kelurahan Kuto Panji dan warga setempat. Selain itu dilakukan survey ke lapangan untuk mengidentifikasi permasalahan yang ada pada saluran primer Busen. Data primer yang dibutuhkan antara lain data eksisting drainase mengenai kondisi fisik prasarana, fungsi prasarana sistem drainase dan kondisi operasi dan pemeliharaan prasarana. Untuk data sekunder yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Sumber data sekunder

Data	Tahun	Sumber
Data Curah Hujan	1983-2012	BMKG Kota Pangkal Pinang
Peta Administrasi	2015	BAPPEDA Bangka
Peta Kontur	2015	BAPPEDA Bangka
Peta Tata Guna Lahan	2015	BAPPEDA Bangka
Outline Plan Drainase Kota Belinyu	2015	Dinas Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat

**ANALISA DAN PEMBAHASAN**

**Analisis Distribusi Frekuensi Hujan Maksimum**

**a. Distribusi Probabilitas Normal**

Tabel 2. Perolehan nilai X pada distribusi probabilitas Normal

T	S	$\bar{X}$	K	X
2	26.82	99.653	0	99.653
5	26.82	99.653	0.84	122.182
10	26.82	99.653	1.28	133.983

Sumber : Hasil Perhitungan, 2015

**b. Distribusi Probabilitas Gumbel**

Tabel 3. Perolehan nilai X pada distribusi probabilitas Gumbel

T	S	$\bar{X}$	K	Y	X
			-		
2	26.8	99.65	0.20	0.30	
	2	3	7	7	94.113
5	26.8	99.65	0.86	1.50	122.89
	2	3	7	0	7
10	26.8	99.65	1.54	2.25	140.99
	2	3	2	0	8

Sumber: Hasil Perhitungan, 2015

**c. Distribusi Probabilitas Log Normal**

Tabel 4. Perolehan nilai X pada distribusi probabilitas Log Normal

T	S Log X	Log $\bar{X}$	K	X
2	0.12	1.984	0	96.281
5	0.12	1.984	0.84	120.522
10	0.12	1.984	1.28	135.566

Sumber: Hasil Perhitungan, 2015

**d. Distribusi Probabilitas Log Pearson III**

Tabel 5. Perolehan nilai X pada distribusi probabilitas Log Pearson III

T	S Log X	Log $\bar{X}$	K	X
2	0.12	1.98	0	96.281
5	0.12	1.98	0.84	120.587
10	0.12	1.98	1.28	135.639

Sumber: Hasil Perhitungan, 2015

## Uji Distribusi Frekuensi

Untuk dapat memperoleh hujan rancangan, diperlukan jenis distribusi yang sesuai dengan sifat statistik data sehingga diperlukan pengujian yakni pengujian dengan Chi-Kuadrat dan Smirnov Kolmogorov. Diperlukan kertas probabilitas untuk melakukan pengujian Smirnov Kolmogorov. Skala ordinat dan absis dari kertas probabilitas dibuat sedemikian rupa sehingga data yang digambarkan diharapkan tampak mendekati garis lurus. Berdasarkan data yang sudah digambarkan kemudian dibuat garis teoritis yang mendekati titik-titik data. Ada tiga macam kertas probabilitas yaitu kertas probabilitas normal, log normal (bisa juga digunakan untuk distribusi log pearson III) dan gumbel. Dalam kertas probabilitas tersebut, absis menunjukkan probabilitas sedangkan ordinatnya menunjukkan nilai besaran hujan.

### a. Uji Chi-Kuadrat

Rekapitulasi dari perbandingan nilai  $\chi^2$  dan  $\chi^2$  cr disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Rekapitulasi nilai  $\chi^2$  dan  $\chi^2$  cr

Distribusi Prob.	$\chi^2$ terhitung	$\chi^2$ cr	Ket.
Normal	2.8	7.815	Diterima
Gumbel	1.2	7.815	Diterima
Log Normal	0.8	7.815	Diterima
Log Pearson III	1.2	5.991	Diterima

Sumber : Hasil Perhitungan, 2015

Setelah dilakukan pengujian Chi-Kuadrat, semua distribusi dapat diterima. Namun, yang paling baik untuk menganalisis seri data hujan adalah Distribusi Probabilitas Log Normal karena selain memiliki nilai  $\chi^2 < \chi^2$  cr, Distribusi Probabilitas Normal mempunyai selisih

paling besar antara  $\chi^2$  dan  $\chi^2$  cr dibandingkan dengan probabilitas lainnya.

### b. Uji Smirnov Kolmogorov

Berikut adalah rekapitulasi nilai  $\Delta_{maks}$  dan  $\Delta_{kritis}$ .

Tabel 7. Rekapitulasi Nilai  $\Delta_{maks}$  dan  $\Delta_{kritis}$

Distribusi Prob.	$\Delta_{maks}$	$\Delta_{kritis}$	Ket.
Normal	0.088	0.24	Diterima
Gumbel	0.069	0.24	Diterima
Log Normal	0.051	0.24	Diterima
Log Pearson III	0.050	0.24	Diterima

Sumber : Hasil Perhitungan, 2015

Nilai  $\Delta_{maks}$  terkecil diperoleh pada distribusi probabilitas Log Normal dan Log Pearson III. Namun, distribusi probabilitas yang dapat diterima pada uji Chi-Kuadrat adalah Distribusi Probabilitas Normal, maka dapat disimpulkan bahwa hujan rencana ( $R_{24}$ ) yang digunakan adalah hujan rencana pada Distribusi Probabilitas Log Normal karena memiliki nilai terbaik pada kedua pengujian yakni pengujian Chi-Kuadrat dan Smirnov Kolmogorov.

### Analisis Intensitas Hujan

Intensitas hujan diperoleh dengan menggunakan persamaan 2. Besarnya intensitas hujan ini tergantung pada besarnya waktu konsentrasi yang dapat diperoleh berdasarkan karakteristik fisik daerah alirannya. Waktu konsentrasi ( $t_c$ ) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 5. Nilai  $t_c$  diperoleh berdasarkan panjang lintasan air dari titik terjauh ke titik yang ditinjau serta kemiringan rata-rata daerah lintasan air. Besarnya  $t_c$  untuk setiap saluran sekunder dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Nilai  $t_c$  pada saluran sekunder

No	Saluran	S	L (km)	$t_c$ (jam)
1	S1	0.030	0.168	0.065
2	S2	0.033	0.180	0.066
3	S3	0.034	0.174	0.063
4	S4	0.004	0.270	0.203
5	S5	0.004	0.192	0.156
6	S6	0.008	0.126	0.086
7	S7	0.015	0.120	0.065
8	S8	0.076	0.066	0.022
9	S9	0.036	0.168	0.060
10	S10	0.023	0.258	0.100
11	S11	0.010	0.306	0.157
12	S12	0.033	0.210	0.074
13	S13	0.016	0.186	0.089

Sumber : Hasil Perhitungan , 2015

Setelah diketahui nilai hujan rencana dan waktu konsentrasi, maka hal selanjutnya yang harus dilakukan adalah menghitung nilai curah hujan analisis distribusi frekuensi dan juga menghitung nilai curah hujan berdasarkan rumus haspers dan Der Weduwen. Besarnya intensitas hujan pada setiap zona disajikan dalam Tabel 9.

Tabel 9. Besar intensitas hujan pada setiap zona

$t_c$ (mm)	$R_i$ (mm)	R (mm)	I(mm/jam)
0.065	82.096	12.447	192.117
0.066	82.382	12.592	191.176
0.063	81.730	12.264	193.336
0.203	102.469	26.910	132.692
0.156	21.408	4.966	31.835
0.086	87.221	15.216	176.197
0.065	82.231	12.515	191.671
0.022	66.803	5.950	269.714
0.060	80.889	11.849	196.188
0.100	89.879	16.826	168.492
0.157	98.084	22.817	145.392
0.074	84.475	13.683	184.498
0.089	87.823	15.569	174.429

Sumber : Hasil Perhitungan, 2015

### Analisis Koefisien Pengaliran ( $C_{komposit}$ )

Pada penelitian ini *catchment area* terbagi menjadi 13 zona, sehingga debit rencana dihitung pada setiap zona yang masing-masing memiliki saluran sekunder. Debit rencana pada saluran primer dihitung berdasarkan debit saluran sekunder yang masuk ke saluran primer. Debit rencana dapat dihitung berdasarkan koefisien limpasan ( $C$ ), intensitas hujan ( $I$ ) dan luas daerah ( $A$ ). Nilai  $C$  ditentukan berdasarkan penggunaan lahan pada setiap zona.

### Debit

Setelah diketahui nilai intensitas hujan ( $I$ ), koefisien limpasan ( $C_{komposit}$ ) dan luasan ( $A$ ), maka debit rencana pada masing-masing zona dapat dihitung. Debit rencana pada masing-masing saluran sekunder dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Debit rencana pada saluran sekunder

$t_c$ (jam)	C	I(mm/jam)	A (km <sup>2</sup> )	Q (m <sup>3</sup> /dtk)
0.104	0.400	192.117	0.029	0.615
0.375	0.395	191.176	0.042	0.881
0.698	0.421	193.336	0.087	1.966
0.323	0.412	132.692	0.084	1.276
0.432	0.406	31.835	0.052	0.188
0.316	0.418	176.197	0.062	1.264
0.270	0.350	191.671	0.058	1.073
0.372	0.400	269.714	0.038	1.133
0.220	0.426	196.188	0.020	0.464
0.204	0.042	168.492	0.076	0.150
0.418	0.427	145.392	0.040	0.683
0.336	0.373	184.498	0.097	1.859
0.201	0.400	174.429	0.029	0.558

Sumber : Hasil Perhitungan, 2015

Sedangkan debit rencana untuk saluran primer Sungai Busen dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Debit rencana pada saluran primer Sungai Busen

Saluran	Q (m <sup>3</sup> /dtk)
P1	1.748
P2	1.345
P3	1.495
P4	2.771
P5	3.454
P6	3.642
P7	6.765
P8	8.396

Sumber : Hasil Perhitungan, 2015

### Analisis Penampang Saluran

Berdasarkan debit rencana, penampang saluran dapat dianalisis. Untuk menganalisis penampang saluran dapat menggunakan persamaan 16. Dengan memasukkan persamaan 17 sebagai  $V$  dan Persamaan 18 sebagai  $A$ , maka akan diperoleh tinggi air normal pada saluran ( $h$ ). Untuk mencari lebar saluran bawah ( $b$ ) dapat menggunakan Persamaan 20 dan *freeboard* menggunakan Persamaan 21.. Setelah diketahui nilai  $b$ ,  $h$  dan  $m$ , luas penampang basah saluran ( $A$ ) dapat dihitung menggunakan Persamaan 18. Keliling tampang basah saluran dapat dihitung menggunakan Persamaan 19. Hasil perhitungan kapasitas tampang saluran sekunder dapat dilihat pada Tabel 12 sedangkan perhitungan kapasitas tampang saluran primer dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 12. Kapasitas tampang saluran sekunder

Saluran	A (m <sup>2</sup> )
S1	0.378
S2	1.872
S3	5.285
S4	1.112
S5	0.193
S6	1.256
S7	0.809
S8	1.669
S9	0.232
S10	0.053
S11	0.600
S12	1.746
S13	0.311

Sumber : Hasil Perhitungan, 2015

Berdasarkan survey lapangan, kapasitas tampang saluran sekunder dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Kapasitas tampang saluran sekunder berdasarkan kondisi eksisting

Saluran	A (m <sup>2</sup> )
S1	1.310
S2	0.797
S3	0.500
S4	0.586
S5	5.753
S6	0.720
S7	0.952
S8	0.528
S9	0.365
S10	0.575
S11	0.557
S12	0.219
S13	0.473

Sumber : Hasil Perhitungan, 2015

Berdasarkan perhitungan dan kondisi eksisting di lapangan diperoleh hasil bahwa ada beberapa saluran sekunder yang tidak mampu menampung debit rencana yaitu saluran sekunder S2, S3, S4, S6, S8,

S11, S12. Dapat dilihat dalam tabel kapasitas tampang basah saluran sekunder di lapangan lebih kecil daripada kapasitas tampang basah sekunder hasil perhitungan. Perhitungan kapasitas penampung saluran primer dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14 Kapasitas tampang saluran primer

Saluran	A (m <sup>2</sup> )
P1	0.778
P2	0.737
P3	2.293
P4	2.042
P5	3.928
P6	4.333
P7	12.772
P8	10.349

Sumber : Hasil Perhitungan, 2015

Berdasarkan survey lapangan, kapasitas tampang saluran primer dapat dilihat pada Tabel 15.

Tabel 15 Kapasitas tampang saluran primer berdasarkan kondisi eksisting

Saluran	A (m <sup>2</sup> )
P1	0.361
P2	0.902
P3	0.902
P4	0.902
P5	0.902
P6	1.440
P7	1.440
P8	1.440

Sumber : Hasil Perhitungan, 2015

Seperti halnya saluran sekunder, seluruh saluran primer tidak mampu menampung debit rencana karena luas tampang basah saluran pada kondisi lapangan lebih kecil dibandingkan luas tampang basah saluran pada perhitungan. Hanya saluran primer P2 yang mampu menampung debit rencana.

## Analisis Indikator Fisik Kinerja Sistem Drainase

Berdasarkan survey lapangan kondisi saluran dan wawancara kepada Dinas Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Kabupaten Bangka, wawancara kepada Kaur Lurah Kelurahan Kuto Panji serta kepada Bapak Erza Andi yang merupakan warga yang bertempat tinggal di daerah penelitian, terdapat beberapa permasalahan pada saluran sekunder maupun primer. Untuk penilaian terhadap indikator fisik kinerja sistem drainase disesuaikan dengan kondisi lapangan dan wawancara kepada Dinas Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Kabupaten Bangka, Kaur Lurah Kelurahan Kuto Panji serta kepada Bapak Erza Andi.

Penilaian indikator fisik kinerja sistem drainase dapat dilihat pada Tabel 16. Dari hasil kuesioner diperoleh beberapa sub indikator yang tidak diperlukan pada saluran primer, yaitu *siphon* dikarenakan *siphon* digunakan pada pertemuan dua sungai, talang, *manhole* digunakan pada saluran tertutup dan rumah pompa maka bobot dari masing-masing sub indikator dibagi pada sub indikator yang lain. Setelah itu dilakukan pengalihan antara nilai dan bobot per segmen masing-masing sub indikator untuk mengetahui bagaimana kinerja sistem drainase Kelurahan Kuto panji. Dari hasil kuesioner diperoleh beberapa sub indikator Hasil seluruh perhitungan per segmen dirata-ratakan lalu bandingkan hasil dari ketiga kuesioner yang telah diperoleh. Berdasarkan perhitungan, diperoleh total pengalihan nilai dengan bobot sebesar 6015. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa penilaian terhadap kinerja fisik sistem drainase Kelurahan Kuto Panji Kecamatan Belinyu adalah kurang. Hal ini

dikarenakan total pengalihan dengan bobot  $\leq 6100$ .

Tabel 16. Hasil perhitungan penilaian indikator fisik kinerja sistem drainase primer Sungai Busen yang ditujukan pada Kelurahan Kuto Panji

No	Indikator atau Sub Indikator	Skala penilaian	Bobot	Nilai	Bobot.Nilai
<b>1</b>	<b><i>Data fisik prasarana</i></b>		<b>40</b>		
	1. Sistem Drainase	Baik	11.75	85	998.75
	2. Bangunan Penunjang	Cukup	9.75	65	633.75
	3. Waduk atau Kolam Retensi atau Tandon	Kurang	9.75	50	487.5
	4. Rumah Pompa dan Kelengkapannya				
	5. Resapan ( sumur, saluran, bidang)	Kurang	8.75	50	437.5
<b>2</b>	<b><i>Fungsi Prasarana Sistem Drainase</i></b>		<b>40</b>		
	6. Berfungsinya Saluran	Cukup	11.4	70	798
	7. Berfungsinya Bangunan Penunjang	Kurang	8.4	50	420
	8. Berfungsinya Waduk atau Kolam Retensi atau Tandon	Kurang	9.4	50	470
	9. Berfungsinya Rumah Pompa dan Kelengkapannya				
	10. Sal. Drainase tidak menjadi tempat pembuangan sampah	Kurang	6.4	50	320
	11. Sal. Drainase tidak menjadi tempat penyaluran air limbah yang tidak terolah	Cukup	4.4	70	308
<b>3</b>	<b><i>Kondisi Operasi dan Pemeliharaan Prasarana</i></b>		<b>20</b>		
	12. Dilaksankannya Operasi dan Pemeliharaan Sistem Saluran	Cukup	10	70	700
	13. Dilaksanakannya Operasi dan Pemeliharaan Bangunan Penunjang	Kurang	5	50	250
	14. Dilaksanakannya Operasi dan Pemeliharaan Waduk atau Kolam Retensi atau Tandon, Rumah Pompa dan Kelengkapannya serta fasilitas resapan air ( skala besar )	Kurang	5	50	250
	<b>JUMLAH</b>				<b>6073.5</b>

Sumber : Hasil perhitungan, 2015

### Analisis Solusi Penanggulangan Masalah Banjir

Terdapat beberapa permasalahan pada saluran. Permasalahan ini didasarkan pada kondisi di lapangan sehingga solusi yang diberikan tidak didasari analisis khusus. Secara umum, permasalahan yang terjadi adalah sampah yang terdapat pada saluran sehingga menyebabkan

terganggunya aliran air, saluran ditumbuhi semak yang menutupi hampir 80% dari saluran sehingga menghambat aliran air dan juga merusak drainase, bangunan yang berada di pinggir saluran, air limbah tak terolah dari bangunan dibuang pada saluran. Untuk lebih detail, solusi dari permasalahan tersebut dijabarkan pada Tabel 17 dan Tabel 18.

Tabel 17. Solusi penanggulangan banjir saluran sekunder

Saluran	Permasalahan	Solusi
S1	Sampah	Membuat saringan sampah dan menghimbau masyarakat agar tidak membuang sampah pada saluran drainase
S2	Sampah	Membuat saringan sampah dan menghimbau masyarakat agar tidak membuang sampah pada saluran drainase
S3	Sampah	Membuat saringan sampah dan menghimbau masyarakat agar tidak membuang sampah pada saluran drainase
S4	Sampah Sedimentasi	Membuat saringan sampah dan menghimbau masyarakat agar tidak membuang sampah pada saluran drainase Normalisasi dengan cara pengerukan
S5	Sampah Sedimentasi	Membuat saringan sampah dan menghimbau masyarakat agar tidak membuang sampah pada saluran drainase Normalisasi dengan cara pengerukan
S6	Sampah	Membuat saringan sampah dan menghimbau masyarakat agar tidak membuang sampah pada saluran drainase
S7	Sampah Semak Sedimentasi	Membuat saringan sampah dan menghimbau masyarakat agar tidak membuang sampah pada saluran drainase Pemeliharaan/pembersihan secara berkala Normalisasi dengan cara pengerukan
S8	Sampah Semak	Membuat saringan sampah dan menghimbau masyarakat agar tidak membuang sampah pada saluran drainase Pemeliharaan/pembersihan secara berkala
S9	Sampah	Membuat saringan sampah dan menghimbau masyarakat agar tidak membuang sampah pada saluran drainase
S10	Sampah	Membuat saringan sampah dan menghimbau masyarakat agar tidak membuang sampah pada saluran drainase
S11	Sampah	Membuat saringan sampah dan menghimbau masyarakat agar tidak membuang sampah pada saluran drainase
S12	Sampah Semak	Membuat saringan sampah dan menghimbau masyarakat agar tidak membuang sampah pada saluran drainase Pemeliharaan/pembersihan secara berkala
S13	Sampah	Membuat saringan sampah dan menghimbau masyarakat agar tidak membuang sampah pada saluran drainase

Sumber : Hasil Analisis, 2015

Tabel 18. Solusi penanggulangan banjir saluran primer

Saluran	Permasalahan	Solusi
P1	Sampah Semak	Membuat saringan sampah dan menghimbau masyarakat agar tidak membuang sampah pada saluran drainase Pemeliharaan/pembersihan secara berkala
P2	Sampah Semak	Membuat saringan sampah dan menghimbau masyarakat agar tidak membuang sampah pada saluran drainase Pemeliharaan/pembersihan secara berkala
P3	Sampah Semak	Membuat saringan sampah dan menghimbau masyarakat agar tidak membuang sampah pada saluran drainase Pemeliharaan/pembersihan secara berkala
P4	Sampah Semak	Membuat saringan sampah dan menghimbau masyarakat agar tidak membuang sampah pada saluran drainase Pemeliharaan/pembersihan secara berkala
P5	Sampah Semak	Membuat saringan sampah dan menghimbau masyarakat agar tidak membuang sampah pada saluran drainase Pemeliharaan/pembersihan secara berkala
P6	Sampah Semak	Membuat saringan sampah dan menghimbau masyarakat agar tidak membuang sampah pada saluran drainase Pemeliharaan/pembersihan secara berkala
P7	Sampah Semak	Membuat saringan sampah dan menghimbau masyarakat agar tidak membuang sampah pada saluran drainase Pemeliharaan/pembersihan secara berkala
P8	Sampah	Membuat saringan sampah dan menghimbau masyarakat agar tidak membuang sampah pada saluran drainase

Sumber : Hasil Analisis, 2015

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

1. Debit Rencana yang dihasilkan pada saluran primer Sungai Busen adalah 10,363 m<sup>3</sup>/dtk. Dari hasil perhitungan pada kondisi eksisting diperoleh bahwa ada beberapa saluran sekunder yang tidak mampu menampung debit rencana yaitu saluran sekunder S2, S3, S4, S6, S8, S11 dan S12.
2. Dari hasil perhitungan bobot Kinerja Indikator Fisik Drainase diperoleh hasil bahwa kinerja drainase sungai Busen adalah kurang, dikarenakan setelah

dilakukan perbandingan pada hasil penilaian dari ketiga narasumber diperoleh total nilai akhir  $\leq 6100$ .

3. Solusi dari permasalahan banjir dan genangan adalah pelebaran saluran agar bias menampung debit rencana, untuk mengurangi sampah dapat dibuat saringan sampah dan juga menghimbau masyarakat agar tidak membuang sampah pada saluran drainase, untuk memperlancar aliran air yang terhambat karena dipenuhi semak maka harus dilaksanakannya operasi dan pemeliharaan secara rutin pada saluran drainase.

**Saran**

1. Diharapkan penelitian ini dapat menjadi masukan bagi Pemerintah dan juga instansi terkait untuk lebih memperhatikan kondisi drainase wilayah perkotaan.
2. Diperlukan kajian lebih lanjut karena penelitian ini belum memperhitungkan pasang surut air laut yang dapat memberikan pengaruh pada saluran.
3. Diperlukan kajian lebih lanjut karena penelitian ini belum memperhitungkan secara khusus mengenai limbah dari rumah tangga yang memberikan pengaruh pada saluran.
4. Untuk analisis selanjutnya perlu memperhitungkan penilaian terhadap indikator non fisik seperti peraturan dan manajemen pembangunan agar mendapatkan hasil yang mendekati kondisi sebenarnya.
5. Perlu analisis Teknis dalam menetapkan solusi dari permasalahan sistem drainase yang ada karena penelitian ini menetapkan solusi hanya dari kondisi fisik di lapangan.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Arifin, M., 2009, *Evaluasi Kinerja Sistem Drainase Perkotaan di Wilayah Purwokerto*, (Online), (<http://www.etd.ugm.ac.id>, diakses 23 April 2013).
- Edisono, S., dkk, 1997, *Drainase Perkotaan*, Universitas Gunadarma, Jakarta.
- Emilia, 2008, *Analisis Banjir di Kelurahan Gedung Nasional Kota Pangkalpinang*, Tugas Akhir Sarjana, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Bangka Belitung.
- Hadisusanto, N., 2011, *Aplikasi Hidrologi*, Jogja Media Utama, Yogyakarta.
- Hartono, Sri., 1993, *Analisi Hidrologi*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- Kamiana, I.M., 2011, *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Kementerian Pekerjaan Umum, 2013, *Analisa Hidrologi*, PU.
- Kementerian Pekerjaan Umum, 2013, *Dasar-Dasar Teknik dan Manajemen Drainase Perkotaan*, PU.
- Kementerian Pekerjaan Umum, 2013, *Kinerja Sistem Drainase*, PU.
- Kementerian Pekerjaan Umum, 2013, *Prosedur Desain MP-FS-DED Drainase*, PU.
- Kustamar, dkk., 2008, *Kajian Sistem Jaringan Drainase Guna Menanggulangi Genangan Air Hujan Daerah Gading Kesri-Bareng*, (Online), (<http://www.itnmalang.ac.id>, diakses 25 April 2013).
- Lyna, M.O., Maryoko., S.B., 2008, *Studi Evaluasi Sistem Drainase Kota Unggaran Bagian Barat dengan Program EPA SWMM 5,0*, (Online), (<http://www.unika.ac.id>, diakses tanggal 23 April 2013).
- Mardiansyah, Y., Tarigan, A.D.M., 2012, *Evaluasi Sistem Drainase Kampus Universitas Sumatera Utara*, (Online), (<http://www.usu.ac.id>, diakses 23 April 2013).
- Muttaqin, A.Y., 2006, *Kinerja Sistem Drainase yang Berkelanjutan Berbasis Partisipasi Masyarakat*, Tesis Magister, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Diponegoro, Semarang.

- Pitaloka, Diah., 2013, *Evaluasi Kinerja Sistem Drainase Kecamatan Tamansari Kota Pangkalpinang*, Tugas Akhir Sarjana, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Bangka Belitung.
- Pratiwi, R.A., 2012, *Evaluasi Saluran Drainase Kampus Universitas Negeri Yogyakarta Karang Malang*, (Online), (<http://www.uny.ac.id>, diakses 24 April 2013).
- Suripin, 2004 *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*, Yogyakarta
- Triatmodjo, B., 2008, *Hidrologi Terapan*, Beta Offset, Yogyakarta.
- Wesli., 2008., *Drainase Perkotaan*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Zulkodri, 2011, *Sudah 20 Tahun Daerah Genas dan Rawabangun Langganan Banjir*, (Online), (<http://www.bangka.tribunnews.com>, diakses 23 April 2013).

