

KAJIAN SISTEM JARINGAN SUNGAI PETAI II SEBAGAI SALURAN KOLEKTOR SEKUNDER DI KOTA BANGKINANG

Musrizal, Mudjiatko, Trimaijon

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Bina Widya Jl. HR Soebrantas KM 12,5 Pekanbaru, Kode Pos 28293
email : musrizal.sipil06@yahoo.co.id

ABSTRACT

Rain fall with high intensity has causing flood and over flowing water in several point of Petai II river region. Like that usually happen in Jendral Sudirman street in front of Partai Persatuan Pembangunan branch building of Bangkinang city. In civilian region on Anugerah Kampung Dalam street, Teuku Umar street in Inpres Traditional market and in the cross road between Agus Salim street with Teuku Umar street. The flood was happened because of the drainage could not accommodate. The surface run off water flowing. The purpose from the research is to analyse the capacity of Petai II river. So in case the problem from drainage it self could be deal with it.

15th years rain fall data analysis data of Pasar Kampar Territory Station was used to caunt the rain fall design, the field survey was needed to get the flow pattern and the existing dimension, moreover the value of rain fall design was used to get the debit design price with certain repeated period. The debit design was used to determine the dimension of drainage.

The results of study showed the capacity of Petai II river in existing condition was not in accordance with the debit of surface current that happened so it need to make a changes the drainage dimension for Petai II river until 70%.

Key words: Flood, rain fall, dimension, Petai II River

PENDAHULUAN

Kota Bangkinang secara geografis terletak di 0⁰ 19' 00" LU sampai dengan 0⁰ 20' 00" LU dan 101⁰ 00' 00" BT - 101⁰ 01' 30" BT dan berada pada ketinggian ± 36 meter di atas permukaan laut. Sebagian besar Kota Bangkinang memiliki lahan yang relatif datar yaitu dengan kemiringan antara 0 – 2%.

Secara umum ada 3 sungai yang berfungsi sebagai saluran pembuang di Kota Bangkinang, yaitu sungai Petai I, sungai Petai II dan sungai Petai III di samping sungai Kampar. Sungai Petai II merupakan sungai yang mengalir di tengah kota Bangkinang dan melewati perumahan penduduk yang berfungsi sebagai saluran kolektor. Dari hasil pengamatan apabila ada curah hujan dengan intensitas sedang sampai tinggi, air meluap dan menimbulkan genangan di

beberapa tempat, seperti Jalan Jenderal Sudirman di depan kantor cabang Partai Persatuan Pembangunan Kota Bangkinang, kawasan pemukiman penduduk Gg. Anugerah Kampung Dalam, jalan Teuku Umar arah pasar inpres dan di persimpangan jalan Agus Salim dengan jalan Teuku Umar. Banjir ini terjadi karena sungai Petai II tidak mampu menampung air limpasan permukaan. Hal ini dapat ditunjukkan jika terjadi hujan lebih dari satu jam maka rumah warga dan jalan akan mengalami banjir. Genangan yang terjadi akan mengakibatkan terganggunya aktifitas masyarakat seperti rumah warga terendam air dan kemacetan lalu-lintas serta banyaknya jalan yang berlubang karena genangan air yang terjadi akan mengakibatkan rusaknya pondasi jalan.

Oleh karena itu diperlukan suatu kajian yang berkaitan dengan kapasitas dan sistem jaringan sungai Petai II di Kota Bangkinang sehingga permasalahan drainase yang berhubungan dengan saluran sungai Petai II dapat di ditanggulangi seminimal mungkin.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kapasitas saluran drainase sungai Petai II. Sedangkan manfaat penelitian ini dapat memberikan usulan-usulan yang berguna untuk perencanaan saluran drainase sungai Petai II untuk meminimalkan pengaruh genangan air/banjir dan memberikan masukan bagi pihak-pihak yang berkepentingan dalam pembangunan suatu lingkungan di daerah perkotaan.

Hujan

Hujan merupakan istilah yang digunakan untuk menyatakan uap air yang mengkondensasi dan jatuh dari atmosfer ke bumi dalam segala bentuknya pada rangkaian siklus hidrologi (Suripin, 2004).

Analisa Frekuensi

Analisa frekuensi bertujuan untuk menentukan besaran hujan/debit ekstrim yang berkaitan dengan frekuensi terjadinya melalui penerapan distribusi kemungkinan. Didalam analisis frekuensi diperlukan seri data hujan yang diperoleh dari pos penakar hujan, baik yang manual maupun yang otomatis.

Intensitas Hujan

Intensitas hujan adalah tinggi atau kedalaman air hujan persatuan waktu. Sifat umum hujan adalah makin singkat hujan berlangsung intensitasnya cenderung makin tinggi dan makin besar periode ulangnya makin tinggi pula intensitasnya. Apabila data hujan jangka pendek tidak tersedia, yang ada hanya data hujan harian maka intensitas hujan (I) dapat dihitung dengan Persamaan Mononobe (Triatmodjo, 2009):

$$I = \left(\frac{R_{24}}{24} \right)^x \left(\frac{24}{t_c} \right)^{\frac{2}{3}}$$

Waktu konsentrasi (t_c) adalah waktu yang diperlukan air hujan untuk mengalir dari titik terjauh sampai dengan titik yang ditinjau pada daerah pengaliran. Pada prinsipnya waktu konsentrasi dibagi menjadi:

- a. Waktu Inlet (t_0) waktu yang diperlukan oleh air untuk mengalir di permukaan lahan menuju saluran terdekat.
- b. Waktu drain (t_d) waktu yang diperlukan air yang mengalir dalam saluran sampai menuju titik yang ditinjau.

Kala Ulang Minimum

Perencanaan dalam mengatasi banjir pada umumnya ditentukan dengan suatu kala, misalnya 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun atau 100 tahun, sehingga banjir akan aman jika debit banjir yang terjadi tidak melebihi debit banjir rencana kala ulang tersebut. Kala ulang yang digunakan untuk desain hidrologi sistem drainase perkotaan berpedoman pada standar yang telah ditetapkan, seperti terlihat pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Kriteria Desain Hidrologi Sistem Drainase Perkotaan

Luas DAS (HA)	Kala Ulang (Tahun)	Metode perhitungan debit banjir
<10	2	Rasional
10 - 100	2-5	Rasional
101 - 500	5-20	Rasional
> 500	10-25	Hidrograf satuan

Sumber: Suripin, 2004

Analisa Debit Limbah Domestik

Air kotor (limbah domestik) dihitung berdasarkan standar kebutuhan konsumsi air tiap orang dalam satu unit rumah. Dimana 80% dari kebutuhan tersebut akan menjadi air buangan atau limbah domestik. Adapun standar kebutuhan konsumsi air bersih menurut standar Departemen Pekerjaan Umum dapat dilihat pada tabel 2 berikut:

Tabel 2. Kebutuhan Air Bersih per orang per hari Menurut Departemen Pekerjaan Umum

Kategori Kota	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Konsumsi Air (liter/org/hari)
Metropolitan	1.000.000	190
Besar	500.000 – 1.000.000	170
Sedang	100.000 – 500.000	150
Kecil	20.000 – 100.000	130
Desa	20.000	30

Sumber : Standar Direktorat Jendral Cipta Karya, Departemen Pekerjaan Umum (PU) : dalam muhammad Fauzi, 2010.

Debit Rancangan Dengan Metode Rasional

Metode rasional digunakan untuk memperkirakan debit puncak yang ditimbulkan oleh hujan pada daerah tangkapan (DTA) kecil. Suatu DTA disebut kecil apabila distribusi hujan dapat dianggap seragam dalam ruang dan waktu dan

biasanya waktu hujan melebihi waktu konsentrasi. Metode ini sangat simpel dan mudah penggunaannya, namun terbatas untuk DTA dengan ukuran kecil, yaitu kurang dari 300 ha (Suripin, 2004)

Debit rencana untuk daerah perkotaan umumnya dikehendaki pembuangan air yang secepatnya, agar jangan ada genangan air yang berarti. Untuk memenuhi tujuan ini saluran-saluran harus dibuat cukup sesuai dengan debit rancangan.

Besarnya debit rencana (Q) dihitung dengan memakai metode rasional kalau daerah alirannya kurang dari 80 Ha. Untuk daerah aliran yang lebih luas sampai dengan 5000 Ha dapat digunakan metode rasional yang diubah.

Persamaan metode rasional (Triatmodjo, 2009) adalah :

$$Q = f \cdot \beta \cdot C \cdot I \cdot A$$

Koefisien penyebaran hujan (β) merupakan nilai yang digunakan untuk mengoreksi pengaruh penyebaran hujan yang tidak merata pada suatu daerah pengaliran. Nilai besaran ini tergantung dari kondisi dan daerah pengaliran. Untuk daerah yang relatif kecil biasanya kejadian hujan diasumsikan merata. sehingga nilai $\beta=1$.

Koefisien pengaliran permukaan (C) merupakan bilangan yang menunjukkan besarnya aliran permukaan dengan besarnya curah hujan yang dipengaruhi oleh tata guna lahan. Nilai C berkisar antara 0 sampai 1, semakin baik kondisi lahan maka nilai $C \approx 0$ diartikan hampir semua air hujan yang terinfiltrasi. Jika kondisi daerah tangkapan semakin buruk maka nilai $C \approx 1$, diartikan bahwa sedikitnya air yang terinfiltrasi dan mengakibatkan aliran permukaan semakin tinggi.

Kawasan yang terdiri dari berbagai macam penggunaan lahan dengan koefisien aliran permukaan yang berbeda, maka nilai C yang digunakan adalah koefisien kawasan yang dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$C_k = \frac{\sum_{i=1}^n C_i A_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

Debit Air Di Saluran

Debit air (Q) di saluran untuk aliran mantap (tunak) dihitung dengan menggunakan persamaan Manning yang diperlihatkan sebagai berikut :

$$Q = AV = \frac{A}{n} R^{2/3} S_o^{1/2}$$

Kondisi debit pembuangan berfluktuasi sehingga perlu memperhatikan perihal kecepatan aliran (v) diupayakan agar pada saat debit pembuangan kecil masih dapat mengangkut sedimen dan pada saat debit besar aman dari erosi. Syarat yang berhubungan dengan aliran mantap merata disebut sebagai aliran normal.

Kecepatan aliran harus memenuhi persyaratan tidak boleh kurang dari kecepatan minimum dan tidak melebihi kecepatan maksimum yang diizinkan sesuai dengan tipe dan material saluran yang ditinjau. Hal ini dimaksudkan untuk

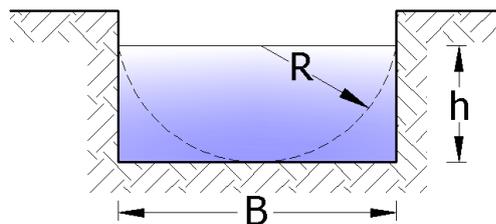
mencegah terjadinya pengendapan partikel (sedimen) dan terjadinya erosi pada saluran.

Kecepatan minimum yang diizinkan adalah kecepatan terendah yang tidak akan menyebabkan pengendapan partikel (sedimentasi) maupun tumbuhnya tumbuhan air. Sedangkan kecepatan maksimum adalah kecepatan dimana aliran air dapat menimbulkan gerusan (erosi) pada saluran.

Dimensi Saluran Drainase

Saluran drainase terdiri dari beberapa bentuk seperti: persegi, trapesium, lingkaran, setengah lingkaran, segi tiga dan lainnya. Namun dalam perencanaan dimensi saluran hendaknya mempertimbangkan efisiensi hidrolis saluran, kepraktisan saluran dan faktor biaya yang ekonomis.

Menurut Triatmodjo (2003), bahwa saluran dengan luas tampang basah tertentu akan efisien apabila mengalirkan debit maksimal, hal tersebut tercapai jika nilai jari-jari hidrolis saluran ($R=A/P$) maksimum atau apabila keliling basah minimum. Untuk tampang saluran persegi empat akan memberikan luas tampang ekonomis apabila lebar dasar sama dengan 2 kali kedalaman ($B=2h$). Adapun bentuk saluran persegi tersebut adalah sebagai berikut ini.



Gambar 1 Bentuk Saluran Persegi Empat
(Sumber: Triatmodjo, 2003)

Debit aliran merupakan fungsi kecepatan air (v) dan luas tampang basah saluran (A).

Berdasarkan SNI-3434-1994 dalam Mudjiatko dan Siswanto (2010) tinggi jagaan (w) saluran terbuka baik untuk bentuk trapesium maupun bentuk U, ditetapkan rumus sebagai berikut ini.

$$w = \sqrt{0,5H}$$

METODOLOGI PENELITIAN

Pengumpulan Data

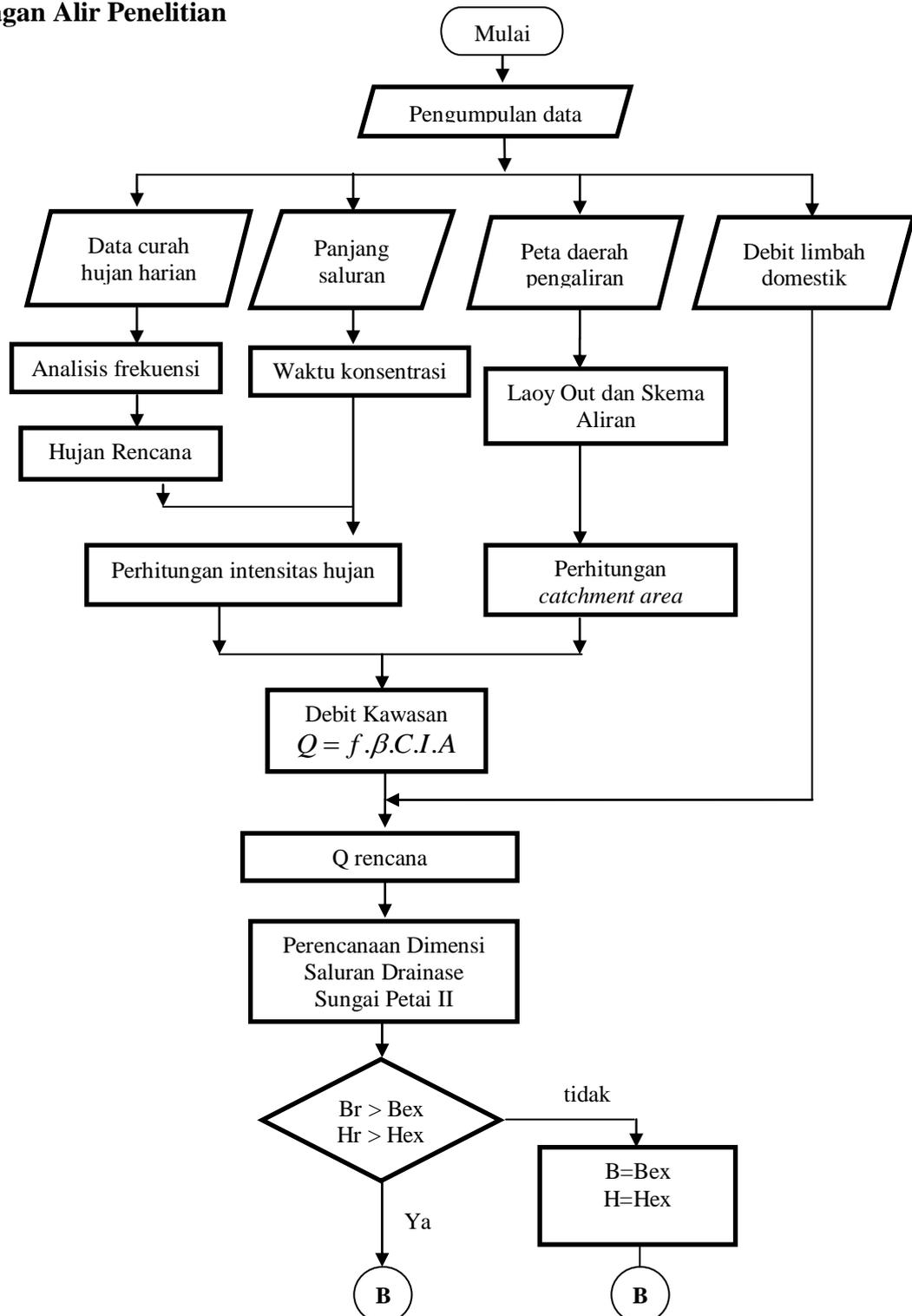
Proses pelaksanaan kajian ini pada prinsipnya terbagi dalam tiga bagian yaitu pengumpulan data, pengolahan data atau perhitungan dan keluaran berupa evaluasi hasil analisa sebagai rekomendasi kepada pihak yang membutuhkan. Langkah-langkah yang diambil dalam prosedur penelitian ini adalah studi literatur, survei dan pengumpulan data.

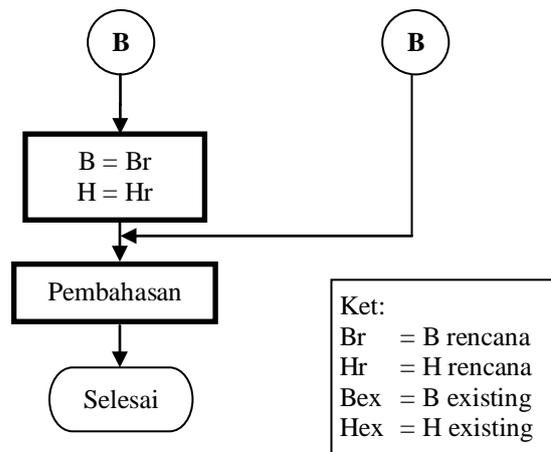
Studi literatur adalah studi kepustakaan guna mendapatkan teori-teori yang berkaitan dengan analisa hidrologi berupa, analisa curah hujan, analisa distribusi frekuensi, analisa intensitas hujan dan debit puncak dengan Metode Rasional.

Pengumpulan data yang diperlukan pada penelitian ini dilakukan dengan dua cara, yaitu: survei lapangan dan survei instansional

Survei lapangan dilakukan untuk mengamati langsung pola aliran dan mengukur dimensi existing saluran drainase sungai Petai II. Data yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari Badan Klimatologi Stasiun Penakar Hujan Wilayah Pasar Kampar. Data hidrologi tersebut berupa data curah hujan yang diikumpulkan selama 15 tahun mulai tahun 1997 sampai tahun 2011 wilayah Pasar Kampar.

Bagan Alir Penelitian





Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

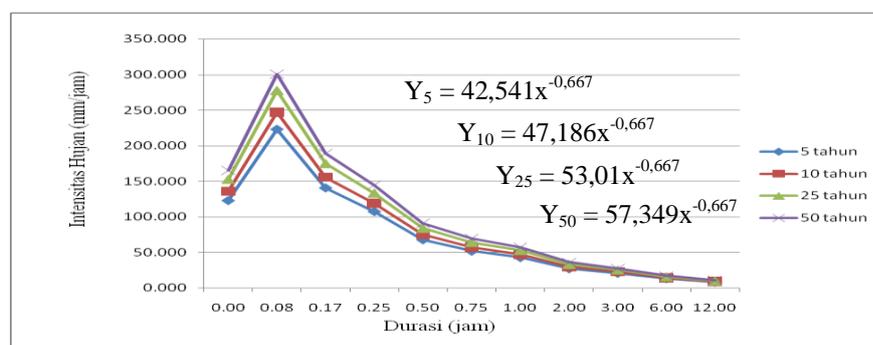
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Analisa Frekuensi

Data curah hujan yang digunakan berupa data curah hujan harian selama 15 tahun (1997-2011) pada DPS Pasar Kampar. Hasil perhitungan parameter statistik diperoleh nilai deviasi standar (s) sebesar 22,567, koefisien *skewness* (C_s) sebesar 0,213 dan koefisien kurtosis (C_k) sebesar 2,504. Dengan demikian distribusi yang sesuai dengan data tersebut adalah distribusi Log Person III.

Berdasarkan uji Chi-kuadrat diperoleh nilai chi-kuadrat terhitung sebesar 2,667, dimana nilai tersebut jauh lebih kecil dibandingkan nilai chi-kuadrat kritis sebesar 8,326. Sedangkan hasil uji Smirnov-klomogorov diketahui penyimpangan maksimum (D_{maks}) peluang teoritis terhadap peluang pengamatan adalah sebesar 0,078, hal tersebut masih dalam batas toleransi penyimpangan kritis (D_{kritis}) sebesar 0,270. Sehingga melalui pengujian kecocokan tersebut diketahui bahwa metode Log Person III dapat diterima atau mewakili distribusi frekuensi data yang tersedia.

Hasil perhitungan hujan rancangan untuk berbagai kala ulang dengan menggunakan distribusi Log Person III, didapat Hujan Rancangan untuk kala ulang 5 tahun adalah 122,7128 mm. Hujan rancangan tersebut berupa hujan rancangan harian atau tinggi hujan rencana selama 24 jam. Tinggi hujan untuk waktu yang lebih pendek diperoleh dari analisa IDF (intensitas durasi dan frekuensi), dimana hasil analisa IDF diperoleh grafik seperti berikut ini.



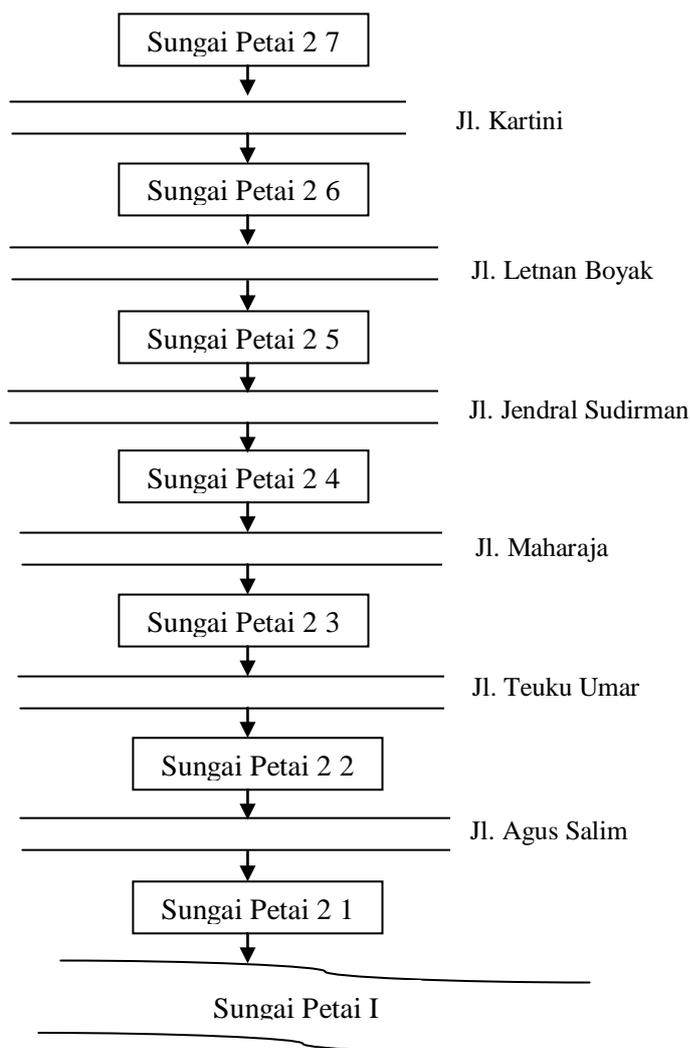
Gambar 3 Grafik IDF
(Sumber : Perhitungan, 2013)

Grafik tersebut memperlihatkan hubungan antara intensitas hujan, durasi hujan dan kala ulang rencana. Dalam perhitungan debit maksimum saluran, waktu konsentrasi digunakan sebagai dasar untuk menghitung intensitas hujan.

Dari kurva IDF terlihat bahwa hujan intensitas yang tinggi berlangsung dengan durasi yang pendek. Dari grafik, untuk intensitas hujan pada kala ulang 5 tahun 122,7128 mm/jam dengan durasi 0,08 jam intensitasnya yaitu 222,984. Sedangkan dengan durasi 12 jam intensitas hujannya 8,116. Hal ini menunjukkan bahwa hujan deras pada umumnya berlangsung dalam waktu singkat namun hujan yang rintik rintik (tidak deras) berlangsung dalam waktu yang lama.

Hubungan antara grafik IDF dengan drainase adalah hujan dengan intensitas rendah yang berlangsung dalam durasi yang lama masih bisa ditampung oleh saluran drainase, namun jika hujan dengan intensitas tinggi berlangsung dalam durasi yang pendek, maka saluran drainase tidak mampu menampung debit air hujan sehingga menyebabkan banjir.

Skema Aliran



Gambar 4. Skema Aliran Sungai Petai II

Debit Saluran Drainase

Hasil perhitungan debit puncak yang terjadi pada masing-masing saluran drainase Sungai Petai II diperlihatkan pada Tabel 3 berikut ini:

Tabel 3. Debit Saluran Drainase

NAMA SALURAN	Debit
	m ³ /det
SUNGAI PETAI 2 7	0.45
SUNGAI PETAI 2 6	1.66
SUNGAI PETAI 2 5	2.25
SUNGAI PETAI 2 4	2.94
SUNGAI PETAI 2 3	3.15
SUNGAI PETAI 2 2	3.25
SUNGAI PETAI 2 1	3.48

Sumber : Perhitungan 2013

Debit saluran drainase dihitung dengan metode rasional. Setiap saluran memiliki debit puncak masing-masing dimana semakin ke hilir maka debit akan semakin besar, hal ini terjadi karena bagian hilir akan menampung beban air dari hulu yang mengalir menuju saluran drainase Sungai Petai I.

Dimensi Saluran Drainase

Dimensi saluran ditentukan berdasarkan debit total yang dilayaninya, dimensi saluran tersebut diperlihatkan pada Tabel 4 berikut ini:

Tabel 4. Dimensi Saluran Rencana

NAMA SALURAN	Debit Total	Dimensi Saluran Rencana			
		b	h	w	H=h+w
SUNGAI PETAI 2 7	0.45	0.5	0.3	0.4	0.6
SUNGAI PETAI 2 6	1.66	1.1	0.5	0.5	1.1
SUNGAI PETAI 2 5	2.25	1.3	0.6	0.6	1.2
SUNGAI PETAI 2 4	2.94	1.5	0.7	0.6	1.4
SUNGAI PETAI 2 3	3.15	1.5	0.8	0.6	1.4
SUNGAI PETAI 2 2	3.25	1.6	0.8	0.6	1.4
SUNGAI PETAI 2 1	3.48	1.6	0.8	0.6	1.5

Sumber : Perhitungan 2013

Dari hasil perhitungan dimensi, terlihat bahwa semakin ke hilir, dimensi saluran semakin besar, hal ini disebabkan karena debit air yang mengalir menuju hilir sungai Petai II semakin besar. Oleh karena itu dibutuhkan dimensi yang besar agar dapat menampung debit yang mengalir.

Perbandingan Kondisi Rencana dan Kondisi Existing

Untuk perbandingan debit rencana dan existing diperlihatkan pada Tabel 5 berikut:

Tabel 5. Perbandingan Debit Rencana dan Existing

NAMA SALURAN	Br	Hr	Bex	Hex	Qr	Qex	Q Limpasan
SUNGAI PETAI 2 7	0.5	0.6	0.8	0.7	0.45	0.84	0.00
SUNGAI PETAI 2 6	1.1	1.1	1.2	0.9	1.66	1.62	0.04
SUNGAI PETAI 2 5	1.3	1.2	1.3	0.3	2.25	0.59	1.67
SUNGAI PETAI 2 4	1.5	1.4	1.3	1.0	2.94	1.85	1.08
SUNGAI PETAI 2 3	1.5	1.4	1.8	1.0	3.15	2.70	0.45
SUNGAI PETAI 2 2	1.6	1.4	1.8	0.9	3.25	2.30	0.95
SUNGAI PETAI 2 1	1.6	1.5	2.0	1.2	3.48	3.60	0.00

Sumber : Perhitungan 2013

Berdasarkan tabel 5 dapat dilihat pada saluran Sungai Petai 2 7, tidak terjadi debit limpasan karena saluran dapat melayani debit yang terjadi sehingga tidak menyebabkan banjir. Sedangkan pada saluran Sungai Petai 2 6, Sungai Petai 2 5, Sungai Petai 2 4, Sungai Petai 2 3 dan Sungai Petai 2 2 terjadi debit yang melimpah karena saluran tidak mampu melayani debit yang terjadi dan menyebabkan banjir.

Pada kondisi existing dilapangan saluran yang ada berbentuk segi empat. Analisa perbandingan dimensi rencana dan existing dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Perbandingan Dimensi Rencana dan Existing

NAMA SALURAN	B rencana	B existing	Keterangan	H rencana	H existing	Keterangan
SUNGAI PETAI 2 7	0.5	0.8	OK	0.6	0.7	OK
SUNGAI PETAI 2 6	1.1	1.2	OK	1.1	0.9	Tambah H
SUNGAI PETAI 2 5	1.3	1.3	OK	1.2	0.3	Tambah H
SUNGAI PETAI 2 4	1.5	1.3	Tambah B	1.4	1.0	Tambah H
SUNGAI PETAI 2 3	1.5	1.8	OK	1.4	1.0	Tambah H
SUNGAI PETAI 2 2	1.6	1.8	OK	1.4	0.9	Tambah H
SUNGAI PETAI 2 1	1.6	2.0	OK	1.5	1.2	Tambah H

Sumber : Perhitungan 2013

Dari tabel diatas dapat dilihat jika dimensi rencana lebih kecil dari dimensi existing berarti saluran mampu menampung debit yang terjadi, namun jika dimensi rencana lebih besar dari dimensi existing, maka perlu dilakukan penambahan dimensi saluran agar debit yang terjadi mampu dilayani oleh saluran dan tidak menyebabkan banjir.

Penanggulangan Wilayah Rawan Banjir di Sungai Petai II

Dari hasil analisa dalam menginventarisasi titik rawan banjir Kota Bangkinang yang dipengaruhi oleh Sungai Petai II, saat ini terdapat 4 titik rawan banjir yaitu: Jalan Jenderal Sudirman di sekitar kantor cabang Partai Persatuan Pembangunan Kota Bangkinang, kawasan pemukiman penduduk Gg. Anugerah Kampung Dalam, jalan Teuku Umar arah pasar inpres dan di persimpangan jalan Agus Salim dengan jalan Teuku Umar.

Banjir terjadi karena saluran drainase tidak mampu untuk menampung debit yang terjadi, maka diperlukan penambahan dimensi saluran drainase yang sesuai dengan dimensi rencana sehingga tidak terjadi lagi banjir.

SIMPULAN DAN SARAN

Hasil studi dan analisa kapasitas Sungai Petai II di Kota Bangkinang menghasilkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Titik-titik rawan banjir kota Bangkinang yang dipengaruhi oleh Sungai Petai II terdapat pada: Jalan Jenderal Sudirman di sekitar kantor cabang Parsai Persatuan Pembangunan Kota Bangkinang, kawasan pemukiman penduduk sepanjang Gg. Anugerah Kampung Dalam dan jalan Teuku Umar, kemudian di persimpangan jalan Agus Salim dengan jalan Teuku Umar.
2. Curah hujan harian rencana (R_{24}) untuk kala ulang 5 tahun pada daerah studi adalah 122,7128 mm.
3. Kapasitas Sungai Petai II yang ada pada kondisi existing tidak sesuai dengan debit aliran permukaan yang terjadi sehingga harus dilakukan perubahan dimensi saluran untuk 70% saluran drainase Sungai Petai II.

Adapun saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Perlu suatu kajian terhadap berubahnya tata guna lahan terhadap perubahan jumlah penduduk
2. Perlu dilakukan suatu kajian tentang kemungkinan terjadinya peningkatan debit di masa yang akan datang.

DAFTAR PUSTAKA

- Direktorat Jenderal Bina Marga.** (1990). *Petunjuk Desain Drainase Permukaan Jalan*. Jakarta.
- Fauzi, Muhammad.** 2010. Faktor-faktor yang mempengaruhi kesediaan membayar pelanggan rumah tangga UPT PAM Kota Metro. Universitas Indonesia, Jakarta.
- Hadihardjaja, Joetata.** (1997). *Drainase Perkotaan*. Jakarta: Gunadarma.
- Haryono, M.S.** (1999). *Drainase Perkotaan*. Jakarta: Pradnya Paramitha.
- Kamaruzzaman, Rizal.** 2010. Desain saluran drainase bandara udara juwata Kota Tarakan-Kalimantan Timur. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Gunadarma.
- Mudjiatko, & Siswanto.** 2012. Kajian pola aliran dan kapasitas saluran drainase Sebagai usaha mengatasi banjir genangan Di kota siak sri indrapura. Staff Dosen Jurusan Teknik Sipil Universitas Riau
- Notodiharjo, M. , Sctiawan, N. I., Haryono, Y.. , Sitompul, A. T.** (1998). *Drinase Perkotaan*. Jakarta: UPT Penerbitan Universitas Tarumanegara.
- Soemarto, CD.** (1993). *Hidrologi Teknik..* Jakarta: Erlangga.
- Sri, Harto, BR.** (1993). *Analisis Hidrologi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Suria, Asmadi.** 2012. Kajian sistem drainase terhadap banjir akibat curah hujan studi kasus: Jalan Sudirman ujung Kota Langsa. Universitas Sumtera Utara, Medan.
- Suripin.** (2004). *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Triatmodjo, Bambang.** (2009). *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Yusuf, Muttaqin, Adi.** 2006. Kinerja sistem drainase yang berkelanjutan berbasis partisipasi masyarakat (Studi kasus di Perumahan Josroyo Indah Jaten Kabupaten Karang Anyar), Universitas Diponegoro, Semarang.