

## PERHITUNGAN DEBIT BANJIR SUNGAI CIPINANG DAN SUNGAI SUNTER PADA BERBAGAI PERIODE ULANG

EMA KHOIRUNISA OVILIA<sup>1</sup>, ERI PRIMADIANTI<sup>2</sup>, DENNY YATMADI<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Jakarta Jl. Prof. DR. G.A. Siwabessy, Kukusan, Beji, Depok, Jawa Barat, 16424

e-mail : [ema.khoirunisa.ovilia.ts17@mhs.pnj.ac.id](mailto:ema.khoirunisa.ovilia.ts17@mhs.pnj.ac.id), [eri.primadianti.ts17@mhs.pnj.ac.id](mailto:eri.primadianti.ts17@mhs.pnj.ac.id), [denny.yatmadi@gmail.com](mailto:denny.yatmadi@gmail.com)

### ABSTRACT

*In the area around the Cipinang and Sunter Rivers, floods often occurred due to runoff from overflowing rivers. The data and information used in this study are secondary data from related agencies, namely the Balai Besar Wilayah Sungai Ciliwung-Cisadane and BMKG. Hydrological and hydraulic analysis from existing data yield calculation results the maximum flood discharge for the Sunter River for a 2-year return period is 114.035 m<sup>3</sup> / s and for a 100-year return period of 407.589 m<sup>3</sup> / s and for the Cipinang River, the discharge for the 2-year return period is 113.214 m<sup>3</sup> / s while for the 100 yearly repetition of 405,083 m<sup>3</sup> / sec.*

**Keywords :** Cipinang River, Sunter River, Flood Flow.

### ABSTRAK

*Pada daerah di sekitar Sungai Cipinang dan Sungai Sunter seringkali terjadi banjir akibat limpasan air dari sungai yang meluap. Data dan informasi yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang berasal dari instansi terkait yaitu Balai Besar Wilayah Sungai Ciliwung-Cisadane dan BMKG. Metode pengolahan data menggunakan analisa hidrologi dan analisa hidrolika. Dari hasil perhitungan, didapatkan debit banjir maksimum untuk Sungai Sunter periode ulang 2 tahunan sebesar 114,035 m<sup>3</sup>/det dan untuk periode ulang 100 tahunan sebesar 407,589 m<sup>3</sup>/det dan untuk Sungai Cipinang didapatkan debit pada periode ulang 2 tahunan sebesar 113,214 m<sup>3</sup>/det sedangkan untuk periode ulang 100 tahunan sebesar 405,083 m<sup>3</sup>/det.*

**Kata kunci :** Sungai Cipinang, Sungai Sunter, Debit Banjir.

### PENDAHULUAN

Curah hujan dapat diartikan jumlah air hujan yang turun di daerah tertentu dalam satuan waktu tertentu. Hujan yang memiliki intensitas tinggi seringkali mengakibatkan banjir, terutama di wilayah yang tidak memiliki sistem pengaliran air yang baik. Dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), banjir adalah berair banyak dan deras, kadang-kadang meluap. Luapan air tersebut terjadi karena kurangnya daya tampung dari daerah tersebut yang dalam penelitian ini akan meninjau dua sungai utama yang mengalir di DKI Jakarta

yaitu Sungai Cipinang dan Sungai Sunter.

Fenomena hujan merupakan fenomena alam yang tidak dapat diketahui secara pasti namun dapat dilakukan perkiraan-perkiraan berdasarkan data-data hujan terdahulu (Wesli, 2008:19). Curah hujan dibagi menjadi tiga kategori, yaitu rendah (0-100 mm), menengah (100-300 mm) dan tinggi (300-500 mm) ([bmksampali.net](http://bmksampali.net)). Data-data curah hujan dapat diperoleh dengan cara pengukuran yang selanjutnya diolah dengan perhitungan. Dalam pengukuran digunakan alat penakar hujan yang dibedakan menjadi dua macam yaitu penakar hujan biasa (manual raingauge) dan penakar hujan otomatis (automatic

rain gauge) (Triatmodjo, 2015:24). Sedangkan dalam pengolahan data terdapat tiga cara perhitungan curah hujan daerah yaitu metode rata-rata Aljabar, metode Thiessen serta metode Isohyet (Wesli, 2008:43).

Wilayah Sungai Cipinang dan Sungai Sunter seringkali mengalami banjir, walaupun sudah dilakukan normalisasi sungai pada tahun 2011. Normalisasi sungai dilakukan untuk mengembalikan bentuk sungai sesuai dengan peruntukan dan bentuk awalnya dan untuk beberapa sungai khusus dapat

menambah kapasitas sungai sehingga dapat menampung debit hujan yang mengalir di sungai tersebut. Oleh karena itu, penulis ingin meninjau kembali debit tiap periode ulang yang mengalir melalui Sungai Cipinang dan Sungai Sunter.

Menurut Triatmodjo (2015:214) periode ulang dapat didefinisikan sebagai waktu hipotetik dimana debit atau hujan suatu besaran tertentu ( $\chi t$ ) akan terlampaui sama dalam jangka waktu tersebut. Sedangkan menurut Kodoatie (2013:89) periode ulang merupakan analisis suatu perhitungan menggunakan ilmu statistik untuk menentukan besaran serta dalam konsep analisis kemungkinan (probabilitas). Contoh penggunaan periode ulang yaitu pada perhitungan debit/hujan, ketika  $T = 50$  tahun maka debit/hujan yang diperkirakan adalah 50 tahun yang artinya debit/hujan tersebut diharapkan dilampaui rata-rata satu kali dalam 50 tahun (Triatmodjo, 2013:214).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis debit banjir periode ulang 2, 5, 10, 20, 25, 50 dan 100 tahunan di daerah aliran Sungai Cipinang dan Sungai Sunter yang ditinjau. Berisi *Latar belakang, Tujuan dan Manfaat, Permasalahan, Teori*, banyaknya kata maksimal sekitar 35 % dari jumlah keseluruhan tulisan.

## METODE PENELITIAN

### A. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada Daerah Aliran Sungai Sunter dan Daerah Aliran Sungai Cipinang, tepatnya pada STA. 3 – 13 untuk Sungai Sunter dan STA. 308 – 342 untuk Sungai Cipinang.

### B. Variabel Penelitian

Dalam menganalisa perhitungan debit periode ulang Sungai Sunter dan Sungai Cipinang data yang digunakan adalah pengumpulan data sekunder, Data yang diambil dari BMKG dan Balai Besar Wilayah Sungai Ciliwung- Cisadane.

### C. Teknik Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan untuk penelitian ini adalah pengumpulan data sekunder melalui Instansi terkait yaitu Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) dan Balai Besar Wilayah Sungai Ciliwung- Cisadane (BBWSCC). Data sekunder yang diperlukan antara lain adalah Pos Hujan, Curah Hujan (2019), Luas Daerah Aliran Sungai Sunter dan Sungai Cipinang, Gambar Potongan Memanjang dan Potongan Melintang Sungai Sunter dan Sungai Cipinang.

## HASIL dan PEMBAHASAN

### A. Uji Konsistensi Curah Hujan

Pada uji konsistensi curah hujan digunakan kurva massa ganda. Misal data yang diuji terdapat 3 pos hujan. Setiap pos hujan akan dihitung jumlah kumulatifnya, kemudian hasil kumulatif salah satu pos hujan tersebut akan dibandingkan dengan kumulatif rata-rata pos hujan lainnya. Maka didapatkan nilai konsistensi dari data curah hujan Pos Hujan Cawang dan Pos Hujan Halim PK sebesar 0,9963.

### B. Curah Hujan Rata-Rata

Analisis curah hujan rata-rata digunakan polygon Thiessen dengan

cara menjumlahkan semua hasil kali curah hujan ada pos penangkar hujan  $R_n$  dengan suatu wilayah poligon tertutup dengan luas  $A_n$  untuk semua luas yang terletak di dalam *catchment area* dan kemudian dibagi dengan total luas  $A_t$ . Maka didapatkan nilai rata-rata sebesar 163,320 mm dan standar deviasi sebesar 87,354.

Berdasarkan daerah aliran Sungai Cipinang dan Sungai Sunter menurut didapatkan luasan thiesen untuk Pos Hujan Cawang sebesar 4,49 km<sup>2</sup> dan Pos Hujan Halim PK sebesar 52,546 km<sup>2</sup>. (sumber: *Google earth*).

$$\begin{aligned} \bar{R} &= \frac{A_1 \cdot R_1 + A_2 \cdot R_2 + \dots + A_n \cdot R_n}{A_t} \\ &= \frac{(52,546 \cdot 124,6) + (4,490 \cdot 130)}{52,546 + 4,490} \\ &= 125,025 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_a &= \frac{\sum X_i}{n} \\ &= 163,320 \text{ mm} \end{aligned}$$

C. Analisa Frekuensi Curah Hujan  
Dalam analisa frekuensi digunakan metode MAE (*Mean Absolute Error*) dan RMSE (*Root Mean Square Error*) untuk memprediksi nilai akurasi CH sebagai berikut:

$$\begin{aligned} 1. \text{ RMSE} &= \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (R - Ri)^2} \\ &= \sqrt{\frac{1}{5} \sum (7912,95)^2} \\ &= 39,7818 \\ 2. \text{ MAE} &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |(R - Ri)| \\ &= \frac{1}{5} \sum_{i=1}^n |(194,06)| \\ &= 38,8121 \end{aligned}$$

Setelah perhitungan RMSE dan MAE pada tabel 2 dan 3, didapatkan metode yang sesuai untuk perhitungan frekuensi yaitu Metode Gumbel. Metode Gumbel dipilih

karena memiliki nilai error dan penyimpangan terkecil dari metode lainnya.

#### D. Analisa Intensitas Curah Hujan

Pada perhitungan intensitas curah hujan digunakan metode Mononobe sebagai berikut De:

$$I = \left(\frac{R24}{24}\right) \times \left(\frac{24}{t}\right)^{2/3}$$

Hasil perhitungan disajikan dalam bentuk grafik 1 dan grafik 2 Lengkung IDF.

#### E. Analisa Debit Banjir Rencana

##### 1. Waktu Konsentrasi (Tc)

Menurut SNI Perhitungan Debit Banjir Rencana, 2016 metode yang paling sesuai digunakan yaitu metode kirpich dengan rumus sebagai berikut:

$$tc = 0,0195 \times \frac{L^{0,77}}{S^{0,385}}$$

Di mana :

L = Panjang Sungai

S = Kemiringan Sungai

Berikut perhitungan Tc untuk Sungai Sunter:

$$L = 37,908 \text{ km}$$

$$= 37908 \text{ m}$$

$$S = 0,003 \text{ (sumber: review desain BKT)}$$

$$tc = 0,0195 \times \frac{L^{0,77}}{S^{0,385}}$$

$$= 0,0195 \times \frac{37908^{0,77}}{0,003^{0,385}}$$

$$= 623,488 \text{ menit}$$

$$= 10,3915 \text{ jam}$$

Berikut perhitungan Tc untuk Sungai Cipinang :

$$L = 36,32 \text{ km}$$

$$\begin{aligned}
 &= 36320 \text{ m} && 0,00278 \times 0,653 \times \\
 S &= 0,003 \text{ (sumber: review} && 11,02 \times 5703,61 \\
 &\text{desain BKT)} && = 114,035 \text{ m}^3/\text{det} \\
 t_c &= 0,0195 \times \frac{L^{0,77}}{S^{0,385}} \\
 &= 0,0195 \times \frac{39700^{0,77}}{0,003^{0,385}} \\
 &= 672,2162 \text{ menit} \\
 &= 11,20 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

Maka didapatkan nilai intensitas curah hujan sesuai dengan waktu konsentrasi yang telah dihitung tertera pada tabel 2 dan tabel 3.

## 2. Perhitungan Debit

Perhitungan debit banjir rencana menggunakan metode rasional (SNI Perhitungan Debit Banjir Rencana, 2016) dengan rumus sebagai berikut:

$$Q = 0,00278 \times C \times I \times A$$

Di mana :

- Q = Debit rencana (m<sup>3</sup>/det)
- C = Koefisien pengaliran
- I = Intensitas curah hujan (mm/jam)
- A = Luas daerah pengaliran (hektar)

Berikut contoh perhitungan untuk Sungai Sunter untuk periode ulang 2 tahunan. Dengan nilai Koefisien *Runoff* berdasarkan keadaan tata guna lahan sebagai mana tertera pada tabel 5.

$$\begin{aligned}
 C &= \frac{C_1.A_1 + C_2.A_2 + \dots + C_n.A_n}{A_{total}} \\
 C &= \frac{(0,65 \times 0,907) + \dots + (0,35 \times \dots)}{57,036}
 \end{aligned}$$

$$C = 0,653 \text{ (Berdasarkan nilai tata guna lahan)}$$

(koef. *Runoff*)

$$\begin{aligned}
 I &= 11,02 \text{ mm/jam} \\
 A &= 57,036 \text{ km}^2 \\
 Q &= 0,00278 \times C \times I \times A \\
 &=
 \end{aligned}$$

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis perhitungan debit periode ulang 2, 5, 10, 20, 25, 50 dan 100 tahunan pada Daerah Aliran Sungai Sunter dan Sungai Cipinang pada Proyek Akhir ini, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Debit banjir Sungai Sunter pada berbagai periode ulang adalah Q2 sebesar 114,035 m<sup>3</sup>/det, Q5 sebesar 192,624 m<sup>3</sup>/det, Q10 sebesar 244,640 m<sup>3</sup>/det, Q20 sebesar 293,908 m<sup>3</sup>/det, Q25 sebesar 310,404 m<sup>3</sup>/det, Q50 sebesar 359,177 m<sup>3</sup>/det, Q100 sebesar 407,589 m<sup>3</sup>/det.

2. Debit banjir Sungai Cipinang pada berbagai periode ulang adalah Q2 sebesar 113,214 m<sup>3</sup>/det, Q5 sebesar 191,352 m<sup>3</sup>/det, Q10 sebesar 243,078 m<sup>3</sup>/det, Q20 sebesar 292,054 m<sup>3</sup>/det, Q25 sebesar 308,455 m<sup>3</sup>/det, Q50 sebesar 356,948 m<sup>3</sup>/det, Q100 sebesar 405,083 m<sup>3</sup>/det.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Dalam penyusunan Proyek Akhir ini tentunya tidak terlepas dari pihak-pihak yang turut membantu. Oleh karena itu, penyusun ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Kedua orangtua kami sebagai keluarga yang selalu memberikan dorongan, semangat dan doa untuk penyusun selama penyusunan hingga terselesainya Proyek Akhir ini.

2. Bapak Denny Yatmadi, S.T., M.T. sebagai dosen pembimbing Proyek Akhir yang telah banyak menyediakan

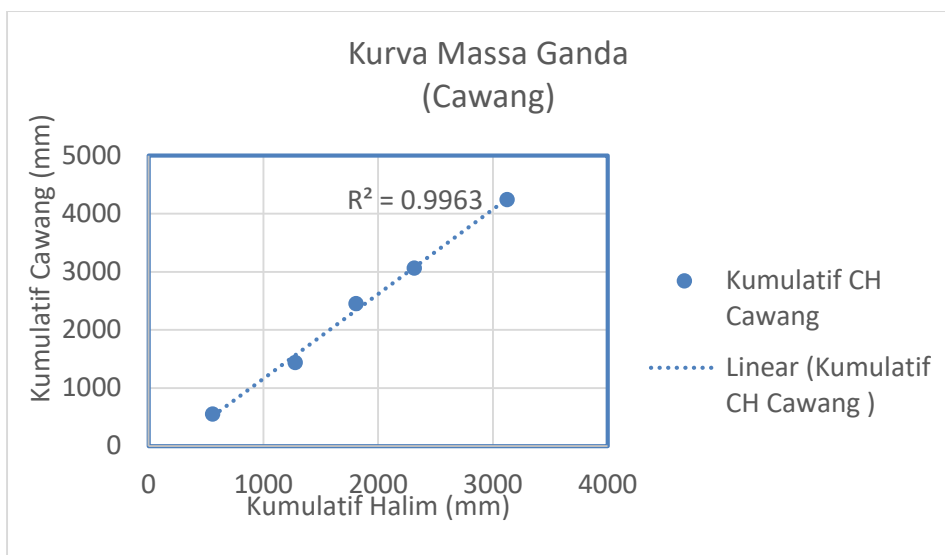
waktu, bimbingan serta arahan sehingga Proyek Akhir ini dapat diselesaikan.

## DAFTAR PUSTAKA

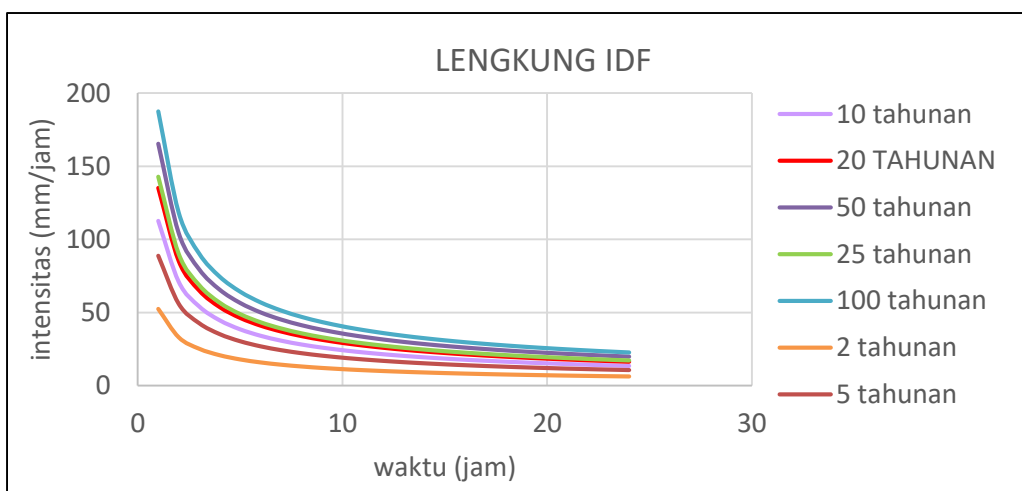
- [1] Badan Standardisasi Nasional, “SNI 2415:2016 - Tata cara perhitungan debit banjir rencana,” 2016.
- [2] M. A. Azka, P. A. Sugianto, A. K. Silitonga, and I. R. Nugraheni, “Uji Akurasi Produk Estimasi Curah Hujan Satelit Gpm Imerg Di Surabaya, Indonesia,” *J. Sains Teknol. Modif. Cuaca*, vol. 19, no. 2, 2018.
- [3] A. Undipasari, I. D. Priyantoro, and I. M. Taufiq, “Kajian Kapasitas Sungai Sunter (Ruas Jalan Tol Jakarta Cikampek Sampai dengan Pertemuan Kanal Banjir Timur) Jakarta Timur,” Unibraw, 2017.
- [4] M. Y. J. P. dan A. Susanto, “Pengantar Pengelolaan Sumber Daya Air,” Modul Pengelolaan Sumberdaya. Air, vol. 1, no. 1, pp. 1–51, 2017.
- [5] M. Arsyad, “Modul perhitungan hidrologi pelatihan perencanaan bendungan tingkat dasar 2017,” 2017.
- [6] L. Pendahuluan, “2 Gambaran Umum Pekerjaan 2.1,” pp. 1–26, 2012.
- [7] T. M. Sakethi, “Pengendalian Banjir Pemerintah Provinsi DKI Jakarta,” 2010.
- [8] N. Afrian et al., “Perencanaan Ulang Saluran Sekunder Babatan Surabaya” vol. 1, no. 1, pp. 1–10, 2017.
- [9] R. H. Awali, “Analisis Limpasan Sungai Cipinang Terhadap Banjir di Kelurahan Cibubur, Ciracas, Jakarta Timur,” 2018.
- M. B. Nugroho, “Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase Perkotaan,” *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, 2013.



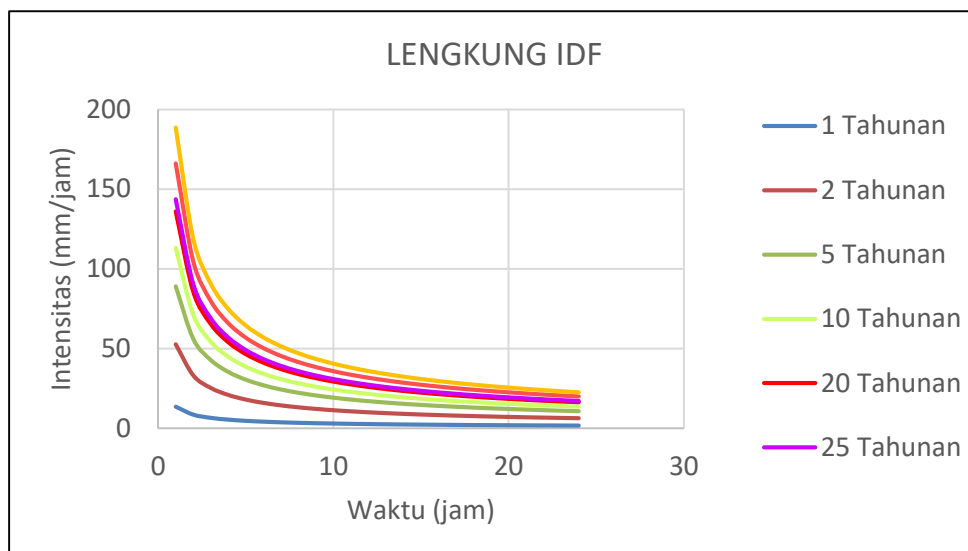
**Gambar 1.** Lokasi Pos Curah Hujan



**Gambar 2.** Grafik Kurva Massa Ganda (Sumber: Perhitungan Penulis)



**Gambar 3.** Grafik Lengkung IDF untuk Sungai Sunter



**Gambar 4.** Grafik Lengkung IDF untuk Sungai Cipinang

**Tabel 1.** Kumulatif Curah Hujan

Tahun	Curah Hujan (mm)			
	Cawang		Halim	
	CH (mm)	Kumulatif	CH (mm)	Kumulatif
2015	551.6	551.6	558.3	558.3
2016	889	1440.6	719	1277.3
2017	1010.5	2451.1	528.6	1805.9
2018	610.5	3061.6	509.4	2315.3
2019	1180	4241.6	807	3122.3

**Tabel 2.** Perbandingan Uji RMSE dan MAE untuk Sungai Cipinang

GUMBEL			LOG PEARSON III			NORMAL			LOG NORMAL		
R	MSE	MAE	R	MSE	MAE	R	MSE	MAE	R	MSE	MAE
265.272	2786.81	52.79	211.05	11451.32	107.01	245.36	5285.74	72.70	225.47	8572.78	92.59
152.566	0.00	0.05	151.68	0.89	0.94	200.64	2305.98	48.02	180.26	763.95	27.64
185.742	3682.92	60.69	132.46	54.81	7.40	163.87	1506.41	38.81	149.96	620.19	24.90
152.566	1449.14	38.07	132.46	322.57	17.96	125.12	112.81	10.62	123.52	81.47	9.03
152.566	1889.04	43.46	132.46	545.50	23.36	18.45	8218.49	90.66	72.43	1345.13	36.68
	9807.91	195.06		12375.09	156.67		17429.42	260.81		11383.52	190.83
	<b>MSE</b>	<b>MAE</b>		<b>MSE</b>	<b>MAE</b>		<b>MSE</b>	<b>MAE</b>		<b>MSE</b>	<b>MAE</b>
	44.29	39.01		49.75	31.33		59.04	52.16		47.71	38.17



**Tabel 3.** Perbandingan Uji RMSE dan MAE untuk Sungai Sunter

<b>GUMBEL</b>			<b>LOG PEARSON III</b>			<b>NORMAL</b>			<b>LOG NORMAL</b>		
<b>R</b>	<b>MSE</b>	<b>MAE</b>	<b>R</b>	<b>MSE</b>	<b>MAE</b>	<b>R</b>	<b>MSE</b>	<b>MAE</b>	<b>R</b>	<b>MSE</b>	<b>MAE</b>
264.11	2764.19	52.58	210.20	11338.39	106.48	244.30	5239.96	72.39	224.50	8497.94	92.18
184.99	1118.24	33.44	196.75	2043.33	45.20	199.81	2329.01	48.26	179.55	784.05	28.00
151.99	726.98	26.96	132.03	49.09	7.01	163.23	1459.63	38.21	149.42	595.05	24.39
151.99	1419.74	37.68	132.03	314.10	17.72	124.69	107.68	10.38	123.12	77.68	8.81
151.99	1883.80	43.40	132.03	549.73	23.45	18.57	8102.44	90.01	72.26	1319.55	36.33
	7912.95	194.06		14294.64	199.86		17238.71	259.24		11274.27	189.72
	<b>MSE</b>	<b>MAE</b>		<b>MSE</b>	<b>MAE</b>		<b>MSE</b>	<b>MAE</b>		<b>MSE</b>	<b>MAE</b>
	39.78	38.81		53.47	39.97		58.72	51.85		47.48	37.94

**Tabel 4.** Perhitungan Tata Guna Lahan Wilayah Sungai Sunter

<b>Tata Guna Lahan</b>	<b>Koef Runoff (C)</b>	<b>Persentase (%)</b>	<b>Luas Area (km<sup>2</sup>)</b>
Industri	0.65	1.59	0.907
Jasa Perdagangan	0.8	5.84	3.331
Tanah basah dan badan air	0.6	32.35	18.451
Perumahan	0.75	47.65	27.178
Ruang Terbuka Hijau	0.35	12.58	7.175
		Total	57.036

*(Nilai presentase lahan didapatkan dari Satelit Citra FMIPA UI)*

**Tabel 5.** Hasil Perhitungan Debit Sungai Sunter

<b>Periode Ulang</b>	<b>Debit (m<sup>3</sup>/det)</b>
2	114.035
5	192.624
10	244.649
20	293.908
25	310.404
50	359.177
100	407.589

*(Sumber: Perhitungan)*

**Tabel 6.** Hasil Perhitungan Debit Sungai Cipinang

<b>Periode Ulang</b>	<b>Debit (m<sup>3</sup>/det)</b>
2	113.214
5	191.352
10	243.078
20	292.054
25	308.455
50	356.948
100	405.083

*(Sumber: Perhitungan)*