



Analisis Dampak Perubahan Tataguna Lahan Sub DAS Beringin di Bukit Semarang Baru Terhadap Peningkatan Debit Sungai Beringin Kota Semarang

✉ Sumiyadi¹

¹Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang (UNNES)

Kata Kunci/ Keywords :

Flood, land use

Banjir, tataguna lahan

Abstract/ Abstrak:

The changes of landuse in watershed area of Beringin river, from rubber forest into housing area of Bukit Semarang Baru (BSB), is suspected as the cause of increase in water discharge into Beringin river. The research objective is to describe the rise in water discharge of Beringin river due to the changes of landuse in the watershed area of Beringin river which currently inhibited by BSB housing. According to statistics criteria, the distribution of maximum daily rainfall frequency for repeated period of 2, 5, 10 and 20 years was analyzed by distribution frequency Gumbel. Research result shows that there is an increase in water discharge of Beringin river due to the rise of runoff water as the consequence of land use change in BSB area. Ten years discharge before the land use change was = 7,94 m³/dt, then raised into 113,49 m³/dt following the change, so the water discharge of Beringin river is = 121,43 m³/dt. This impact analysis can be an early information for the future researcher to find the solution of flood phenomena in Semarang.

Perubahan tataguna lahan di sub DAS Beringin, dari hutan karet menjadi kawasan hunian Bukit Semarang Baru (BSB) diduga penyebab meningkatnya aliran limpasan yang masuk sungai Beringin. Tujuan penelitian untuk mengetahui peningkatan debit sungai Beringin, akibat dari perubahan tataguna lahan sub DAS Beringin di kawasan hunian BSB. Berdasarkan kriteria statistik, distribusi frekuensi hujan harian maksimum untuk periode ulang 2, 5, 10, dan 20 tahunan dilakukan analisis frekuensi agihan Gumbel. Hasil penelitian menunjukkan terjadi peningkatan debit di sungai Beringin karena bertambahnya aliran limpasan akibat dari perubahan tata guna lahan di kawasan BSB. Debit 10 tahunan sebelum perubahan tataguna lahan $Q_{10} = 7,94 \text{ m}^3/\text{dt}$, setelah perubahan ada tambahan debit $113,49 \text{ m}^3/\text{dt}$, sehingga debit sungai beringin menjadi $Q_{10} = 121,43 \text{ m}^3/\text{dt}$. Analisa dampak ini sebagai informasi awal bagi para peneliti, untuk mencari solusi terhadap masalah banjir di Semarang.

Sitasi:

Sumiyadi. (2017). Analisis Dampak Perubahan Tataguna Lahan Sub Das Beringin di Bukit Semarang Baru terhadap Peningkatan Debit Sungai Beringin Kota Semarang. *Jurnal Teknik Sipil & Perencanaan*, 19(1), 31 - 38.

© 2017 Universitas Negeri Semarang

✉ Sumiyadi :

Gedung E4, Kampus Sekaran
Universitas Negeri Semarang, Kota Semarang
E-mail : jtsp.unnes@gmail.com

p-ISSN 1411-1772
e-ISSN 2503-1899

PENDAHULUAN

Kebutuhan sarana dan prasarana penunjang pertumbuhan ekonomi memerlukan pengembangan/pemekaran kota Semarang ke daerah pinggiran.

Sebagian besar daerah pinggiran Kota Semarang merupakan zona sabuk hijau (Green belt) yang berfungsi sebagai daerah resapan. Permasalahan yang dihadapi oleh Kota Semarang adalah terjadinya banjir di kawasan kota bagian bawah. Salah satu faktor penyebabnya adalah debit air limpasan begitu besar yang diakibatkan oleh perubahan tata guna lahan, yang semula berupa kebun menjadi daerah permukiman, hal ini akan meningkatkan nilai koefisien limpasan C, Kecamatan Mijen yang terletak di sebelah barat Kota Semarang sebagian besar merupakan daerah perbukitan dan hutan lindung, merupakan sub DAS Beringin, dimana akan dibangun sebuah kawasan kota terpadu Bukit Semarang Baru (BSB) seluas lebih-kurang 12 km².

Untuk mempersiapkan kawasan tersebut telah dilakukan penebangan pohon, yang berakibat timbulnya banjir di Semarang bawah (daerah Mangkang).

Tujuan penelitian adalah mengkaji besar peningkatan debit sungai Beringin yang diakibatkan oleh perubahan tata guna lahan di kawasan kota terpadu BSB.

Curah Hujan, adalah bentuk tetesan air yang mempunyai garis tengah lebih dari 0,50 mm atau lebih kecil dan terhambur luas pada suatu kawasan, Soewarno (2000: 177). "Hujan adalah suatu bentuk presipitasi uap air yang berasal dari awan yang terdapat di atmosfer, bentuk presipitasi tersebut adalah salju/es", Kartasapoetra, (1987).

Untuk mendapatkan perkiraan besarnya banjir yang terjadi di suatu penampang sungai tertentu, maka kedalaman hujan yang terjadi pun harus diketahui pula. Dalam hal ini perlu diperhatikan bahwa yang diperlukan adalah besaran kedalaman hujan yang terjadi di seluruh DAS. Jadi, tidak hanya besaran hujan yang terjadi di satu stasiun pengukuran hujan. Dalam hal ini yang diperlukan adalah data kedalaman hujan dari banyak stasiun hujan yang tersebar di seluruh DAS. Sri Harto (1993).

Untuk memperoleh besaran hujan yang dapat dianggap sebagai kedalaman hujan yang sebenarnya terjadi di seluruh DAS, maka diperlukan sejumlah stasiun hujan yang dipasang sedemikian rupa sehingga dapat mewakili besaran hujan di DAS tersebut. Dalam kaitan ini ada dua faktor yang sangat menentukan ketelitian pengukuran hujan, yaitu jumlah dan pola penyebaran stasiun hujan.

Perhitungan debit banjir maksimum berdasarkan data debit puncak banjir maksimum tahunan hasil pengamatan dalam periode waktu yang cukup lama, minimal 10 tahun data runtut waktu, Soewarno (1995: 227).

Untuk menghitung curah hujan harian maksimum dapat digunakan beberapa metode distribusi antara lain Distribusi Log Normal, Distribusi Gumbel, Distribusi Log Pearson III.

a. Distribusi *Log Normal*

$$X_t = \bar{X} + K.S_x, \text{ dengan:}$$

X_t = Besar curah hujan harian maksimum dengan periode ulang t tahun (mm)

\bar{X} = Curah hujan harian maksimum rata-rata (mm)

K = Standart periode untuk kala ulang

S_x = Standart deviasi,

b. Distribusi *Gumbel*

$$X_t = \bar{X} + \frac{Y_t - Y_n}{S_n} S_x, \text{ dengan:}$$

X_t = Besar curah hujan harian maksimum dengan periode ulang t tahun (mm)

\bar{X} = Curah hujan harian maksimum rata-rata (mm)

Y_t = *Reduced variate*, parameter *Gumbel* untuk periode t tahun

Y_n = *Reduced mean*, yang merupakan fungsi dari banyaknya data

S_x = Standart deviasi,

c. Distribusi *Log Pearson III*

$$\text{Log } X_t = \overline{\text{Log}(X)} + K.(\overline{S \log X})$$

dengan:

X_t = Besar curah hujan harian maksimum dengan periode ulang t tahun (mm)

$\text{Log } X_t$ = Logaritma curah hujan dalam periode ulang t tahun

$$\overline{\text{Log}(X)} = \text{Harga rerata} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Log}(X_i)}{n}$$

$$S \log X = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log(X_i) - \overline{\log(X)})^2}{n-1}}$$

= Standart deviasi logaritma natural data
K = Faktor frekuensi periode ulang t tahun
(Soewarno, 1995: 143)

Namun demikian sebenarnya penetapan frekuensi kejadian suatu kejadian banjir ataupun hujan dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu dengan atau tanpa menggunakan andaian agihah frekuensi.

1. Daerah Aliran Sungai (Das)

DAS adalah "suatu daerah yang dibatasi oleh pemisah topografi, yang menerima hujan, menampung, menyimpan, dan mengalirkan ke sungai ke danau atau ke laut".

Fungsi suatu DAS merupakan fungsi gabungan yang dilakukan oleh seluruh faktor yang ada pada DAS tersebut, yaitu vegetasi, bentuk wilayah, tanah, dan manusia. Apabila salah satu dari faktor-faktor tersebut di atas mengalami perubahan, maka hal tersebut akan mempengaruhi juga ekosistem DAS. Perubahan ekosistem juga akan menyebabkan gangguan terhadap bekerjanya fungsi DAS, sehingga tidak sebagaimana mestinya. Suripin (2002: 185)

2. Limpasan permukaan: adalah pada bagian akhir hujan permulaan, air yang mengisi lekukan-lekukan menambah dalamnya luapan dan mulai meluap. Air luapan ini lambat laun bertambah besar, mempersatukan aliran-aliran yang kecil dan mengalir di permukaan tanah ke sungai. Aliran di tingkatan ini disebut aliran pelimpahan permukaan (*overland flow*). Air yang mencapai sungai mengalir ke hilir, mempersatukan aliran-aliran dari samping. Sosrodarsono Suyono dkk (1993:81).

3. Periode Ulang, adalah "Laju suatu data hidrologi (X) mencapai suatu harga tertentu (X_T) atau kurang dari (X_T) diperkirakan terjadi sekali dalam T tahun, maka T tahun ini dianggap sebagai periode ulang (X_T)" Sosrodarsono Suyono, (1999: 40).

Periode ulang menurut Soewarno (1995: 116) adalah "Interval waktu rata-rata nilai variat atau variabel hidrologi tertentu akan disamai atau dilampaui (disamai atau tidak dilampaui) satu kali". Lebih jelasnya lagi dapat dicontohkan sebagai berikut, untuk debit banjir, maka debit banjir 5 tahunan

akan terjadi rata-rata sekali dalam 5 tahun. Terjadinya tidak harus setiap 5 tahun, melainkan rata-rata satu kali tiap 5 tahun, yaitu terjadi 10 kali setiap 50 tahun, 20 kali setiap 100 tahun dan seterusnya.

4. Banjir, merupakan genangan air pada tanah sampai melebihi tinggi batas tertentu yang mengakibatkan kerugian. Subarkah (1980:5).

Perhitungan debit banjir rencana dapat menggunakan metode Rasional, (DPU Pengairan, 1989: 19, 20, 22)

$$Q = \frac{C \times I \times A}{3,6}, \text{ dengan:}$$

Q = debit puncak (m^3 / dt)

C = koefisien limpasan

I = intensitas hujan (mm/jam)

A = luas wilayah DAS (km^2)

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di kawasan perumahan Bukit Semarang Baru (BSB), yang merupakan sub DAS Beringin. Dengan menggunakan data sekunder dari arsip dan dokumen berupa: (1) Peta topografi yang menyangkut kondisi topografi di sekitar daerah pengaliran sungai. yang diperoleh dari Dinas PSDA Propinsi Jawa Tengah dengan skala 1:50.000. (2) Data Hidrologi (curah hujan) sepanjang 14 tahun (1991–2004), diperoleh dari Dinas PSDA Jawa Tengah, (3) Data tata guna lahan seluas $12 km^2$ berdasarkan fungsi, dan fasilitas serta prasarana kawasan Bukit Semarang Baru, meliputi Perumahan dengan luas $6,25 km^2$. Institusi pemerintah dan bisnis komersial dengan luas $1,20 km^2$. Industri dengan luas $0,85 km^2$. Fasilitas kota dan regional dengan luass $1,35 km^2$. Wisata, hiburan, dan rekreasi dengan luas $0,35 km^2$. Pertanian dengan luas $0,60 km^2$. Dan Fasilitas dan prasarana kota seluas $1,40 km^2$ yang berasal dari PT Karya Deka Alam Lestari.

HASIL PEMBAHASAN

Dari data curah hujan harian maksimum hasil perekaman curah hujan di stasiun Mijen sepanjang 14 tahun (1991–2004), dihitung dengan menggunakan metode statistik, untuk mencari parameter guna menentukan metode analisis frekuensi yang sesuai dengan sebaran data dalam menghitung curah hujan harian maksimum periode ulang 2, 5, 10, 20, dan 50 tahunan.

Tabel 1. Curah Hujan Harian Maks

No	Tahun	Stasiun Mijen (mm)
1	1991	97
2	1992	86
3	1993	144
4	1994	136
5	1995	101
6	1996	120
7	1997	134
8	1998	87
9	1999	91
10	2000	115
11	2001	69
12	2002	79
13	2003	83
14	2004	99

Sumber : Dinas PSDA Air Jawa Tengah

Dari analisis statistik seperti tersebut di atas diperoleh beberapa parameter sebagai berikut:

- a. Rerata Hitung (\bar{X}_i), hasil penjumlahan nilai-nilai (X_1, X_2, \dots, X_n) dibagi dengan jumlah pengukuran n :

$$(\bar{X}_i) = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} = 102,93 \text{ mm}$$

- b. Deviasi Standart S_{xi} , apabila penyebaran data sangat besar terhadap nilai rerata maka nilai S_{xi} akan besar, tetapi apabila penyebaran data sangat kecil terhadap nilai rerata maka nilai S_{xi} akan kecil.

$$(S_{xi}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X}_i)^2}{n-1}} = 23,27 \text{ mm}$$

- Dengan demikian curah hujan maksimum DAS Beringin selama tahun 1991 – 2004 mempunyai deviasi standart 23,27 mm dan varian 541,60 mm dari rerata sebesar 102,93 mm.
- c. Koefisien *Skewness* (C_s), adalah derajat ketidaksimetrisan (*assymetry*) dari bentuk distribusi. Pengukuran kemencengan adalah mengukur seberapa besar kurva frekuensi dari suatu distribusi tidak simetri atau menceng. Ukurannya dinyatakan dengan koefisien kemencengan:

$$(C_s) = \frac{n \sum (X_i - \bar{X}_i)^3}{(n-1)(n-2)(S_{x_i})^3} = 0,47$$

Berarti distribusi debit maksimum tidak dapat disebut simetri, akan tetapi menceng ke kanan karena C_s lebih besar dari nol.

- d. *Koefisien Kuortis* (C_k), menentukan keruncingan kurva distribusi, lazimnya dibandingkan dengan distribusi normal

$$(C_k) = \frac{n^2 \sum (X_i - \bar{X}_i)^4}{(n-1)(n-2)(n-3)(S_{x_i})^4} = 2,75$$

Karena $C_k < 3$ distribusi ini disebut dengan platikurtis (*platikurtic*), artinya puncaknya lebih datar.

- e. Koefisien variasi (C_v), adalah nilai perbandingan antara deviasi standart dengan nilai rerata hitung distribusi:

$$(C_v) = \frac{S_{x_i}}{\bar{X}_i} = 0,23 \text{ atau } 23 \%$$

Analisis frekuensi yang sesuai dengan sebaran data dalam menghitung besarnya curah hujan harian maksimum periode ulang 2 tahunan, 5 tahunan, 10 tahunan, 20 tahunan, dan 50 tahunan adalah agihan Gumbel, hal ini sesuai dengan persyaratan kriteria dari jenis distribusi sebagai berikut : $C_s \leq 1,1396$ serta $C_k \leq 5,4002$, seperti yang tercantum dalam Tabel 2 di bawah ini:

Tabel 2. Syarat Kriteria Jenis Sebaran

No	Distribusi	Syarat	Hasil
1	Normal	$C_s = 0$	$C_s = 0,47$ (tidak memenuhi)
2	Log Normal	$C_s = 3C_v + 2C_v = 1,1912060$	$C_s = 3,0,47 + 2,0,47 = 2,35$ (tak memenuhi)
3	Log Pearson	$C_s < 0$	$0,47 > 0$ (tidak memenuhi)
4	Gumbel	$C_s \leq 1,1396$ dan $C_k \leq 5,4002$	$0,47 \leq 1,1396$ dan $2,27 \leq 5,4002$ (memenuhi)

Dengan persamaan $X_T = \bar{X} + \frac{Y_t - Y_n}{S_n} S_x$

dicari besarnya ketebalan curah hujan harian maks periode ulang 2 tahunan

$$X_2 = 102,93 + \frac{0,366 - 0,5100}{1,0095} \cdot 23,27$$

$$= 99,61 \text{ mm}$$

Durasi (t) 2 jam =120 menit ditentukan berdasar waktu/lamanya hujan berlangsung yang sering terjadi di lokasi yang bersangkutan, (sumber Dinas Meteorologi dan Geofisika Stasiun Klimatologi Semarang). Besarnya Intensitas hujan rencana adalah:

$$I_2 = \frac{R_2}{0,06(t + 60)} = \frac{99,61}{0,06(120 + 60)}$$

$$= 9,22 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{dt} = 33,19 \text{ mm/jam.}$$

Tabel 3. Intensitas Hujan Rencana Maksimum Tahunan

No	Periode Ulang (Tahun)	Intensitas Hujan Harian Maksimum (X2) mm	Intensitas Hujan Rencana t = 120 menit (I2) mm/jam
1	2	99,61	33,19
2	5	125,77	41,90
3	10	143,04	47,66
4	20	159,63	53,21
5	50	181,07	60,63

Hasil analisis menunjukkan bahwa semakin besar interval tahun kejadian peristiwa hujan maka akan semakin besar kemungkinan hujan yang terjadi

1. Debit banjir yang berasal dari air limpasan dihitung menggunakan persamaan rasional:

$$Q = \frac{C \times I \times A}{3,6}, \text{ dengan :}$$

Q = debit yang terjadi di titik yang ditentukan
C = Koefisien limpasan

I = Intensitas curah hujan untuk kala ulang T
A = luas area (sub DAS) yang bersangkutan

Debit banjir sebelum pembangunan (perubahan tataguna lahan) seluas 12 km² dengan periode ulang 2 tahunan adalah:

$$Q_2 = \frac{1}{3,6} \cdot 0,05 \cdot 33,19 \cdot 12 = 5,53 \text{ m}^3/\text{dt.}$$

Hasil perhitungan debit sebelum dan sesudah pembangunan (perubahan tataguna lahan) dengan luas area 12 km² periode ulang T tahun dapat dilihat pada Tabel 4 dan Tabel 5.

Peningkatan debit yang terjadi pada lahan dengan luas area 12 km² untuk periode ulang 2 tahunan adalah debit sesudah pembangunan dikurangi dengan debit sebelum pembangunan sebesar:

$$= (84,56 - 5,53) \text{ m}^3/\text{dt} = 79,03 \text{ m}^3/\text{dt.}$$

Hasil selengkapnya besarnya peningkatan debit banjir di sungai beringin yang disebabkan oleh limpasan di sub DAS beringin di kawasan hunian BSB setelah pembangunan, tercantum pada Tabel 6 dan Gambar 1 di bawah.

Tabel 4. Debit sungai Beringin sebelum perubahan tataguna lahan dalam Kala Ulang T Tahun

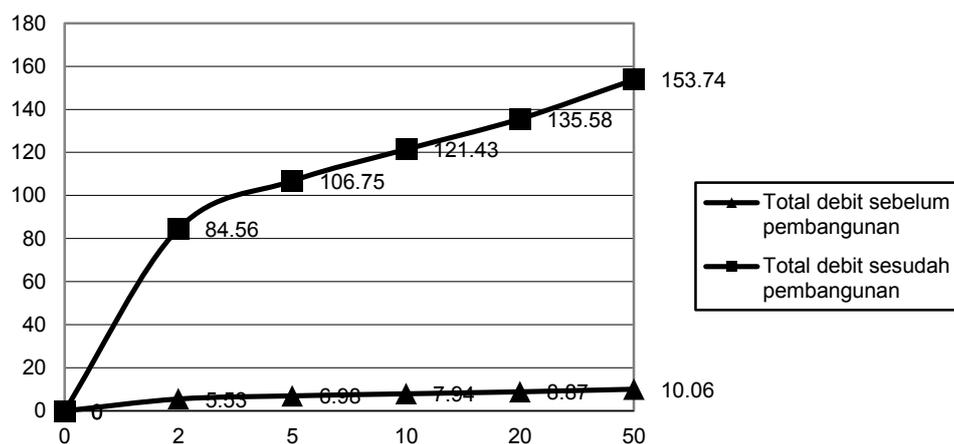
Tata Guna Lahan	A	C	I2	I5	I10	I20	I50	Q2	Q5	Q10	Q20	Q50
	(km ²)	(mm/jam)						(m ³ /dt)				
Perkebunan Karet	12	0,05	33,19	41,90	47,66	53,21	60,34	5,53	6,98	7,94	8,87	10,06

Tabel 5. Debit sungai Beringin setelah perubahan tataguna lahan dalam Kala Ulang T Tahun

Tata Guna Lahan	A	C	I2	I5	I10	I20	I50	Q2	Q5	Q10	Q20	Q50
	(km ²)	(mm/jam)						(m ³ /dt)				
Perumahan	6,25	0,75	33,19	41,90	47,66	53,21	60,34	43,22	54,56	62,06	62,28	78,57
Instalasi Pemerintah	1,2	0,95	33,19	41,90	47,66	53,21	60,34	10,51	13,27	15,09	16,85	19,11
Industri	0,85	0,9	33,19	41,90	47,66	53,21	60,34	7,05	8,90	10,13	11,31	12,82
Fasilitas Kota	1,35	0,7	33,19	41,90	47,66	53,21	60,34	8,71	10,99	12,51	13,97	15,84
Wisata Konservasi	0,35	0,1	33,19	41,90	47,66	53,21	60,34	0,32	0,41	0,46	0,52	0,59
Pertanian	0,6	0,45	33,19	41,90	47,66	53,21	60,34	2,49	3,14	3,57	3,99	4,52
Prasarana	1,4	0,95	33,19	41,90	47,66	53,21	60,34	12,26	15,48	17,61	19,66	22,29
Jumlah	12							84,56	106,75	121,43	135,58	153,74

Tabel 6. Peningkatan Debit sungai Beringin, terkait dengan pembangunan BSB

No	Periode Ulang (Tahun)	Debit		Peningkatan Debit	Persentase (%)
		Sebelum Pembangunan (m ³ /dt)	Sesudah Pembangunan (m ³ /dt)		
1	2	5,53	84,56	79,03	1429
2	5	6,98	106,75	99,77	1429
3	10	7,94	121,43	113,49	1429
4	20	8,87	135,58	126,7	1428
5	50	10,06	153,74	143,68	1428

**Gambar 1.** Kurva Probabilitas Peningkatan Debit Kali Beringin Terkait dengan Pembangunan Kawasan Hunian Bukit Semarang Baru (BSB) Semarang

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian disampaikan bahwa terjadi peningkatan debit di sungai Beringin yang berasal dari aliran limpasan akibat dari perubahan tata guna lahan seluas 12 km disub DAS Beringin kawasan BSB Semarang.

- a. Debit kali Beringin yang berasal dari limpasan sebelum ada perubahan tataguna lahan, untuk kala ulang Q_T

$$Q_2 = 5,53 \text{ m}^3 / \text{dt}, Q_5 = 6,98 \text{ m}^3 / \text{dt}, Q_{10} = 7,94 \text{ m}^3 / \text{dt}, Q_{20} = 8,87 \text{ m}^3 / \text{dt}, \text{ dan } Q_{50} = 10,06 \text{ m}^3 / \text{dt}.$$

- b. Peningkatan debit kali Beringin yang berasal dari limpasan diakibatkan oleh perubahan tataguna lahan, untuk periode ulang tahunan Q_T :

$$\text{debit 2 tahunan } Q_2 = 79,03 \text{ m}^3 / \text{dt}, \text{ debit 5 tahunan } Q_5 = 99,77 \text{ m}^3 / \text{dt}, \text{ 10 tahunan } Q_{10} = 113,49 \text{ m}^3 / \text{dt}, \text{ dan 20 tahunan } Q_{20} = 126,7 \text{ m}^3 / \text{dt}, \text{ 50 tahunan dan } Q_{50} = 143,68 \text{ m}^3 / \text{dt}.$$

- c. Debit kali Beringin yang berasal dari limpasan setelah terjadi perubahan tataguna lahan, untuk kala ulang tahunan Q_T : untuk debit 2 tahunan $Q_2 = 84,56 \text{ m}^3 / \text{dt}$, debit 5 tahunan $Q_5 = 106,75 \text{ m}^3 / \text{dt}$, debit 10 tahunan $Q_{10} = 121,4 \text{ m}^3 / \text{dt}$, debit 20 tahunan $Q_{20} = 135,58 \text{ m}^3 / \text{dt}$, dan 50 tahunan serta $Q_{50} = 153,74 \text{ m}^3 / \text{dt}$.

Hasil analisa dampak ini dapat dijadikan informasi awal bagi para peneliti, dalam pengembangan penelitian lanjut untuk mencari jalan keluar terhadap masalah banjir di daerah Mangkang Semarang.

Hasil penelitian ini bisa dijadikan bahan pertimbangan oleh Fihak Pengembang, dalam perencanaan pengembangan hunian di kawasan Semarang atas, agar dampak negatif berupa banjir di Semarang bawah bisa dihindarkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Br, Sri Harto. 1993. *Analisis Hidrologi*. Jakarta:Gramedia Pustaka Utama.
- Dinas Pengelolaan Sumber Daya Air Jawa Tengah. 2005. *Daftar Curah Hujan Bulanan Tertinggi*. Semarang.

Kartasapoetra. dkk. *Teknologi Konservasi Tanah dan Air*. Jakarta:Rineka Cipta.

Soewarno. 1991. *Hidrologi Pengukuran dan Pengolahan Data Aliran Sungai (Hidrometri)*. Bandung:Nova.

Soewarno. 1995. *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data*. Bandung: Nova.

Sosrodarsono, Suyono. Dkk. 1999. *Hidrologi Untuk Pengairan*. Jakarta:Paradnya Paramita

Subarkah, Iman. 1980. *Hidrologi Untuk Perencanaan Bangunan Air*. Bandung:Idea Dharma.

Suripin. 2001. *Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air*. Yogyakarta:ANDI.

