

Pemodelan Banjir di Sub Daerah Aliran Sungai Banjir Kanal Timur Kota Semarang

Widhi Kurniawan Aprianto [✉], Tjaturahono Budi Sanjoto, Heri Tjahjono

Jurusan Geografi, Fakultas Ilmu Sosial, Universitas Negeri Semarang, Indonesia

Info Artikel

Sejarah Artikel:

Diterima

Disetujui

Dipublikasikan

Keywords:

Flood Routing, Hydrologic Model, Hec-RAS,

Abstrak

Peningkatan frekuensi banjir yang terjadi di Banjir Kanal Timur perlu dilakukan prediksi untuk mengurangi kerugian yang lebih besar. Berdasarkan hal tersebut penelitian ini memiliki tujuan 1) Mengetahui hasil model banjir genangan di Sub DAS BKT Kota Semarang. 2) Mengidentifikasi daerah rawan banjir berdasarkan model di Sub DAS Banjir Kanal Timur pada periode ulang 2, 5, 10, 25, 50, 100 dan 200 tahun. Penelitian ini menggunakan metode penelitian kuantitatif, dengan populasi seluruh wilayah sub DAS BKT. Teknik analisis yang digunakan adalah aliran tak permanen dan HSS-SCS. Dalam penelitian ini diketahui bahwa sungai mengalami luapan dari periode ulang 2 tahun hingga 200 tahunan dengan volume debit puncak sebesar 202,32 m³/detik pada periode ulang 2 tahun dan 283,15 m³/detik pada periode ulang 200 tahun. Simulasi aliran tak permanen menunjukkan bahwa luapan sungai Banjir Kanal Timur Kota Semarang terjadi di 8 kelurahan yang berada di sepanjang sungai utama. Kelurahan Terboyo Kulon memiliki tingkat kerawanan banjir terluas dengan sebaran sebesar 112 Ha dan Kelurahan Tanjung mas 107 Ha, dikarenakan adanya pasang surut air laut.

Abstract

The increased frequency of floods that occurred in the East Flood Canal should be done prediction to reduce losses. With that case this study aims 1) To knowing the result of flood models in the East Flood Canal Sub Watershed on 2, 5, 10, 25, 50, 100 and 200 years periodically. 2) Identify flood-prone areas based on models in the East Flood Canal Sub Watershed in Semarang City. The research used quantitative research methods, with the population is area in East Flood Canal Sub Watershed. The analysis technique which was used unsteady-flow and HSS-SCS. In this study showed that main river of East Flood Canal Sub Watershed has overflowed on 2 years up to 200 years periodically with a peak discharge volume 202,32 m³/sec in a 2 year periodically and 283,15 m³/sec in a 200 year periodically. Unsteady flow simulation showed that overflowed East Flood Canal occurred in 8 Villages along the main river. The largest flood-prone area on Terboyo Kulon Village with 112 Ha distribution and followed by Tanjung Mas Village 107 Ha, due to tidal.

[✉] Alamat korespondensi:

Gedung C1 Lantai 1 FIS Unnes

Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang, 50229

E-mail: geografiunnes@gmail.com

PENDAHULUAN

Banjir merupakan suatu keadaan sungai dimana aliran airnya tidak tertampung oleh palung sungai, karena debit banjir lebih besar dari kapasitas sungai yang ada (Asdak, 1995). Menurut Kodoati J Robert (dalam Syah, 2017) penyebab terjadinya banjir disebabkan oleh faktor alam dan tindakan manusia. Bencana banjir yang terjadi di Kota Semarang diakibatkan adanya sedimentasi sungai, pasang surut air laut dan perubahan penggunaan lahan yang menyebabkan berkurangnya resapan air.

Daerah yang awalnya merupakan resapan air berubah menjadi kawasan permukiman. Peningkatan luas penggunaan lahan permukiman di Kecamatan Gayamsari naik sebesar 40 ha atau sebesar 6,29% (Ahadi, 2015), sedangkan Kecamatan Tembalang permukiman naik sebesar 3,20% pada rentang tahun 2010-2013 (Kusumo, 2015). Hal tersebut memicu naiknya limpasan permukaan. Sehingga menyebabkan debit sungai naik.

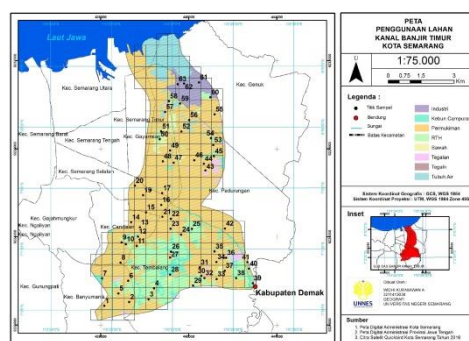
Sub DAS Banjir Kanal Timur sering mengalami banjir kurang lebih 1 kali ketika curah hujan tinggi. Pada tahun 2015 di bulan Februari dan Maret terjadi banjir dengan wilayah terdampak yaitu Kecamatan Semarang Timur, Gayamsari dan Genuk. Sedangkan pada tahun 2016 bencana banjir terjadi di bulan Mei dan di tahun 2017 banjir terjadi pada bulan Januari karena luapan sungai Banjir Kanal Timur dengan ketinggian genangan 0-10 cm (BPPD Kota Semarang, 2017).

Peningkatan frekuensi banjir yang terjadi di BKT perlu dilakukan prediksi untuk mengurangi kerugian yang lebih besar. Berdasarkan uraian diatas, tujuan dari penulisan ini adalah untuk mengetahui prediksi banjir di Sub DAS Banjir Kanal Timur Kota Semarang pada periode ulang 2, 5, 10, 25, 50, 100 dan 200 untuk mengidentifikasi daerah rawan banjir berdasarkan model banjir.

METODE PENELITIAN

Pendekatan penelitian ini dapat digolongkan sebagai penelitian kuantitatif.

Populasi dari penelitian ini adalah seluruh wilayah yang berada dalam Sub DAS Banjir Kanal Timur Kota Semarang. Untuk mengetahui sebaran jenis penggunaan lahan di lokasi penelitian maka digunakan teknik grid berukuran 500 m x 500 m pada peta model penggunaan lahan seperti yang ada pada Gambar 1.



Gambar 1. Sebaran Titik Sampel.

Setelah grid terbentuk maka akan ditentukan dengan menggunakan teknik *Purposive sampling* dimana peneliti mengambil 30% dari populasi yaitu jumlah seluruh grid yang telah dibuat sebanyak 209 grid. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat dalam persamaan berikut ini:

$$\begin{aligned} \text{sampel} &= \text{jumlah grid} \times 30\% \\ \text{sampel} &= 209 \times 30\% \\ \text{sampel} &= 63 \text{ titik} \end{aligned}$$

Jumlah grid yang dijadikan sampel uji ketelitian adalah 63 titik yang kemudian diambil secara acak menggunakan teknik *Proportional Sampling*, yang sebarannya dapat dilihat pada Gambar 1.

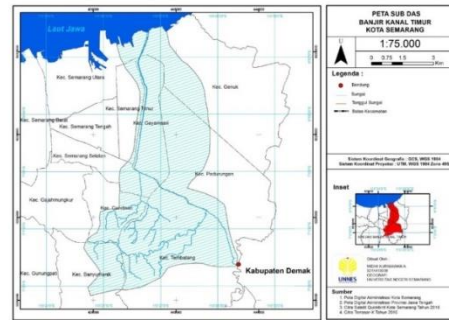
Teknik pengumpulan data yang digunakan yaitu observasi lapangan, dokumentasi, dan interpretasi dari citra. Teknik analisis yang digunakan untuk pemodelan simulasi aliran tak permanen (*unsteady flow*) menggunakan *software* HEC-RAS dengan DEM Terrasar-X yang telah dikoreksi dengan *benchmark* lokal. Perhitungan debit menggunakan metode HSS-SCS, dengan rumus sebagai berikut:

$$t_l = \frac{L^{0,8}(2540 - 22,86CN)^{0,7}}{14,104CN^{0,7} \times S^{0,5}}$$

$$t_p = \frac{t_r}{2} + t_l$$

Untuk persamaan debit puncak menggunakan rumus,

$$Q_p = \frac{2,08 \times A}{t_p}$$



Gambar 2. Lokasi Penelitian

Berdasarkan nilai t_p dan q_p di atas maka dilakukan perhitungan ordinat HSS SCS menggunakan tabel 1. Debit kolom 4 pada tabel 1 akan dikalikan dengan curah hujan efektif untuk mendapatkan limpasan langsung yang dijelaskan pada gambar 3.

Tabel 1. Nilai t/T_p dan q/Q_p HSS-SCS

t/t_p	T (Jam)	q/q_p	Q ($m^3/dt/cm$)
0,000		0,000	
0,500		0,430	
1,000		1,000	
1,500		0,660	
2,000		0,320	
2,400		0,180	
3,000		0,075	
3,500		0,036	
4,000		0,018	
5,000		0,004	

Sumber : Laporan Hidrologi, 2018

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan di Sub DAS Banjir Kanal Timur Kota Semarang meliputi 8 kecamatan yaitu Kecamatan Semarang Utara, Semarang Timur, Kecamatan Genuk, Kecamatan Gayamsari, Kecamatan Semarang Selatan, Kecamatan Pedurungan, Kecamatan Candisari dan Kecamatan Tembalang. Berikut merupakan peta penelitian.

Data Curah Hujan

Data curah hujan harian maksimum tahunan diambil dari 3 stasiun yaitu stasiun karangroto, pucanggading dan maritim. Berikut adalah tabel hasil rekapitulasi hasil polygon Thiessen.

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Polygon Thiessen Data Curah Hujan Rata-Rata Maksimum Tahunan

Tahun	Curah Hujan Rata-Rata Harian Maksimum (mm/th)
2006	81,11
2007	58,98
2008	61,84
2009	78,83
2010	53,29
2011	82,14
2012	66,23
2013	109,63
2014	84,51
2015	113,28
Rata - rata	78,98
Hujan Tertinggi	113,28
Hujan Terendah	53,29

Sumber : Hasil Penelitian, 2018

Dari Tabel 2 diketahui sebaran curah hujan tertinggi terdapat pada tahun 2015 dimana Banjir Kanal Timur Kota Semarang mengalami banjir. Hal ini menunjukkan bahwa setiap tahunnya curah hujan yang terjadi di wilayah Banjir Kanal Timur Kota Semarang cenderung mengalami kenaikan dari tahun 2006-2015 meskipun di tahun 2010 mengalami penurunan.

Periode Ulang Curah Hujan

Curah hujan pada Tabel 3 selanjutnya akan dihitung sebaran tiap periode ulang. Setiap periode ulang memiliki presentase terjadinya pengulangan sebesar 50%, 20%, 10%, 4%, 2%, 1% dan 0,5%. Hal tersebut menandakan bahwa

semakin bertambahnya periode ulang maka tingkat presentase peluang akan semakin kecil.

Tabel 3. Curah hujan berdasarkan periode kala ulang

Periode Ulang	Curah Hujan (mm)	Peluang Terjadi (%)
2	76.2535	50
5	95.1472	20
10	107.5831	10
25	123.3507	4
50	135.1948	2
100	147.0918	1
200	159.1869	0,5

Sumber : Hasil Penelitian, 2018

Metode Hidrograf SCS

Dalam perhitungan debit limpasan dengan menggunakan metode HSS SCS, perlu dihitung *Curve Number* (CN) yang terdiri dari jenis tanah dan penggunaan lahan. Jenis tanah dan penggunaan lahan di Banjir Kanal Timur Kota Semarang menentukan aliran air di permukaan. Diketahui dari Tabel 4 penggunaan lahan permukiman yang terdapat di Banjir Kanal Timur memiliki nilai 92 pada jenis tanah D artinya daerah tersebut sangat mudah

meloloskan air hujan, sedangkan penggunaan lahan RTH kondisi baik yang memiliki jenis tanah A memiliki nilai CN 39 artinya daerah tersebut sulit meloloskan air sehingga dapat diresapkan ke dalam tanah. Berikut ini adalah tabel nilai CN untuk Sub DAS Banjir Kanal Timur.

Dari hitungan *Curve Number* tiap penggunaan lahan dapat selanjutnya dilakukan penghitungan debit dengan komponen waktu jeda (t_t)= 3,88 jam , waktu puncak (t_p)= 4,387 jam dan debit puncak (Q_p) =23,91m³/dt/cm, selanjutnya akan dimasukkan kedalam ordinat hidrograf seperti Tabel 5. Untuk mendapatkan debit tiap jam maka harus dilakukan interpolasi waktu terhadap debit.

Debit rancangan dapat diketahui setelah mengalikan Q dan hujan efektif yang hasilnya dapat dilihat pada gambar 3. Debit rancangan terhitung dijumlahkan dengan debit dilepaskan dari Bendung Pucanggading sebesar 172 m³ /detik (data Dinas PSDA Jeratun). Grafik hidrograf limpasan langsung Sungai BKT setelah dijumlahkan dengan lepasan debit bendung dapat dilihat pada Gambar 4. Grafik hidrograf limpasan menjelaskan hubungan antara waktu dan debit akibat intensitas hujan.

Tabel 4. Nilai CN untuk penggunaan lahan Banjir Kanal Timur Kota Semarang

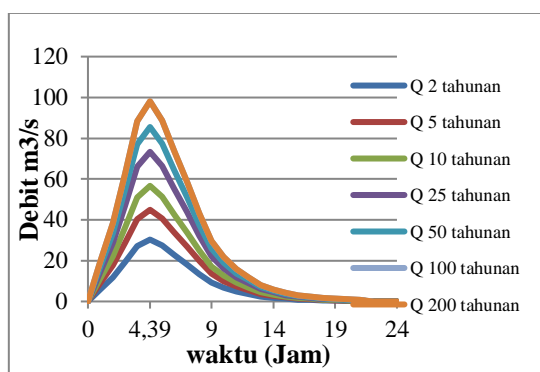
Penggunaan Lahan	Penggunaan Lahan/Kondisi Penutup Lahan	Hydrologic Soil Group			
		A	B	C	D
Permukiman	Daerah Permukiman				
Kerapatan 30%	65% daerah kedap air	77	85	90	92
Kerapatan 60%	38% daerah kedap air	61	75	83	87
Kerapatan 80%	20% daerah kedap air	51	68	79	84
Industri		81	88	91	93
Tegalan	Tanaman Panenan berjajar	67	78	85	89
Sawah Tadah Hujan	Tanaman Padi-padian	61	72	79	82
Sawah Irigasi		59	70	78	81
Kebun Campuran Ruang Terbuka		36	60	73	77
Kondisi Buruk	Rumput <50%	68	79	86	89
Kondisi Sedang	Rumput 50%-75%	49	69	79	84
Kondisi Baik	Rumput >75%	39	61	74	80
Tubuh Air		100	100	100	100

Sumber : Hasil Penelitian, 2018

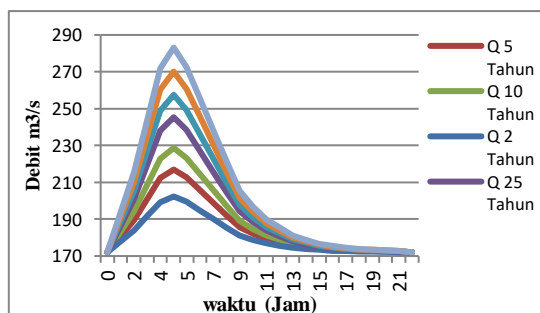
Tabel 5. Nilai t/T_p dan q/Q_p HSS-SCS Sungai BKT

t/T_p	T (Jam)	q/Q_p	Q ($m^3/dt/cm$)
0,000	0,00	0,000	0,00
0,500	2,19	0,430	10,28
1,000	4,39	1,000	23,91
1,500	6,58	0,660	15,78
2,000	8,77	0,320	7,65
2,400	10,53	0,180	4,30
3,000	13,16	0,075	1,79
3,500	15,36	0,036	0,86
4,000	17,55	0,018	0,43
5,000	21,94	0,004	0,10

Sumber : Hasil Penelitian, 2018



Gambar 3. Perhitungan Hidrograf Limpasan Langsung Rancangan BKT

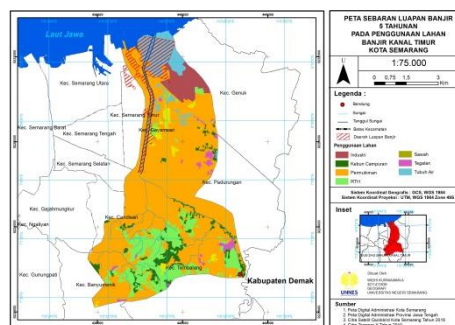


Gambar 4. Perhitungan Hidrograf Limpasan Langsung Rancangan BKT Setelah Ditambah Debit Lepasam Bendung Pucanggading.

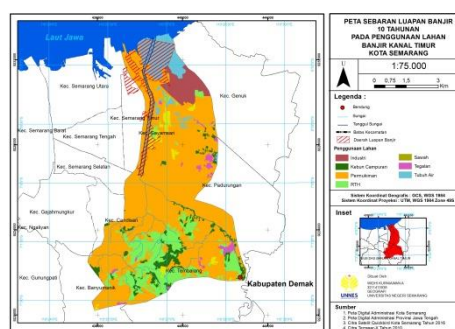
Prediksi Banjir

Prediksi terjadinya banjir dilakukan dengan menggunakan DEM Terrasar-X yang telah dikoreksi dengan pengukuran geodetik lokal sehingga didapatkan ketinggian penampang dan daerah sekitar sungai. KodoatieJ. Robert, (dalam Syah, 2017) mengatakan secara umum beberapa penyebab

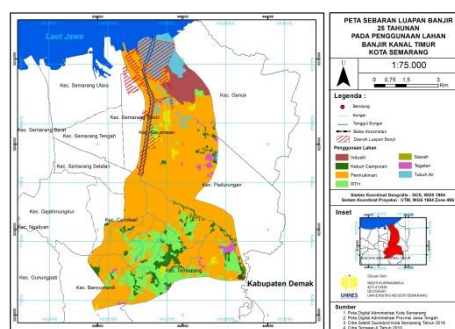
terjadinya banjir yaitu pengaruh fisiografi, erosi /sedimentasi, kapasitas drainase yang tidak memadai dan perubahan kondisi daerah aliran sungai.



Gambar 5. Sebaran Banjir Periode Ulang 5 tahunan.



Gambar 6. Sebaran Banjir Periode Ulang 10 tahunan

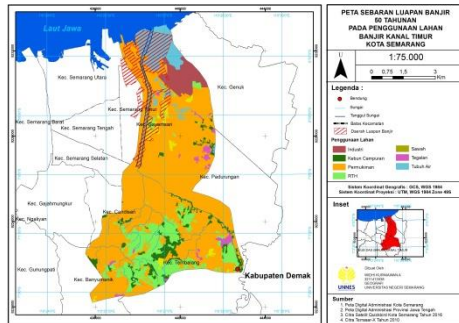


Gambar 7. Sebaran Banjir Periode Ulang 25 tahunan

Hasil pemodelan banjir 5 – 10 tahun digunakan untuk mengelola saluran drainase sedangkan 25-50 digunakan untuk mengelola sungai. Dari hasil tersebut menunjukkan daerah yang mengalami dampak akibat banjir luapan dan kenaikan air laut berada pada Kelurahan Kemijen, Bugangan, Mlatiharjo, Kaligawe,

Sawah Besar, Tambak Rejo, Genuksari, Muktiharjo Lor, Terboyo Wetan, Semarang Utara yang dijelaskan pada tabel 6.

lahan permukiman mendominasi hampir 67% dari total luas Sub DAS Banjir Kanal Timur.



Gambar 8. Sebaran Banjir Periode Ulang 50 tahunan.

Menurut Winanti, (dalam Liesnoor 2007) kondisi penggunaan lahan yang mempengaruhi peresapan air terutama berkaitan dengan faktor dan jenis vegetasi. Dominasi permukiman pada Sub DAS Banjir Kanal Timur membuat minimnya ruang terbuka hijau sehingga mengakibatkan hujan yang turun tidak dapat ditahan oleh vegetasi. Dari hasil penelitian interpretasi citra pada tahun 2017 penggunaan

Daerah Rawan Banjir Berdasarkan Model

Daerah rawan banjir dapat diketahui setelah mengidentifikasi Peta Sebaran Luapan Banjir dari model. Diketahui dari tabel 6 bahwa sepanjang aliran sungai BKT mengalami luapan, sedangkan luapan paling besar berada do Kelurahan Tanjung Mas dan Kelurahan Terboyo Kulon dengan luas sebaran 107 Ha dan 112 Ha.

Kedua Kelurahan tersebut mengalami banjir yang besar karena tingginya pasang surut dan limpasan dari sungai Banjir Kanal Timur. Luapan yang terjadi di Kelurahan Terboyo Kulon berada pada penggunaan lahan tambak. Hal ini didukung dengan adanya interpretasi citra dimana sebagian besar penggunaan lahan dari Kelurahan Terboyo Kulon adalah tubuh air. Analisis digital elevation model (DEM) Terrasar-X tahun 2010 menunjukkan bahwa pada daerah tersebut memiliki ketinggian <1m sehingga air laut dapat dengan mudah menjangkau daratan.

Tabel 6. Sebaran Luapan Banjir Di Tiap Kecamatan Berdasarkan Periode Ulang

No	Kecamatan	Kelurahan	Tahun			
			5	10	25	50
			Luas (Ha)			
1	Genuk	Terboyo Kulon	106,18	106,42	112,4	112,66
2	Semarang Utara	Tanjung Mas	80,00	82,52	98,74	107,53
3		Kemijen	41,04	56,55	65,52	82,95
4		Mlatiharjo	5,34	8,26	21,51	27,68
5		Semarang Timur	Bugangan	1,37	3,86	4,87
6		Rejomulyo	-	-	1,22	1,22
7		Karangtempel	-	6,5	17,03	19,08
8		Tambakrejo	68,39	71,20	77,30	79,08
9		Kaligawe	3,13	4,27	17,00	19,45
10	Gayamsari	Sawah Besar	2,63	3,37	7,75	22,103
11		Sambirejo	18,40	30,81	41,65	53,01
12		Pandean Lamper	-	-	10,33	11,48
13	Pedurungan	Muktiharjo Kidul	-	-	6,49	24,76

Sumber : Hasil olahan data penelitian

SIMPULAN

Pemodelan banjir menghasilkan sebaran penampang yang meluap, dari hasil sebaran tersebut dapat diketahui banjir yang terjadi pada setiap periode ulang akibat pasang surut air laut dan penampang yang ada belum/tidak mampu menampung debit rancangan.

Daerah rawan banjir akibat luapan dari sungai Banjir Kanal Timur Kota Semarang berada di 8 kelurahan sepanjang sungai. Kelurahan Terboyo Kulon memiliki tingkat kerawanan banjir terluas dengan sebaran sebesar 112 Ha dan Kelurahan Tanjung Mas 107 Ha.

Berdasarkan hasil penelitian, perlu adanya kontrol dari pemerintah terhadap permukiman liar yang berada di sepanjang bantaran sungai Banjir Kanal Timur Kota Semarang. Normalisasi sungai perlu dilakukan agar sungai dapat menampung debit dari Sub DAS Banjir Kanal Timur dan lepasan dari Bendungan Pucanggading. Masyarakat juga harus berperan aktif dalam menjaga kelestarian sungai dengan tidak membangun di bantaran sungai.

DAFTAR PUSTAKA

- Adijaya, Krisna, Wisnu Prianto, Suripin. 2015. Penataan Kanal Banjir Timur Semarang. *Jurnal Karya Teknik Sipil, Volume 4, Nomor 4, Tahun 2015* (313-323)
- Ahadi, Muhammad Ardhi, Sawitri Subiyanto, Hani'ah. Pengaruh Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap Perubahan Zona Nilai Tanah Di Kecamatan Gayamsari Kota Semarang Tahun 2004 Dan 2014. *Jurnal Volume 4 No. 4 Tahun 2015*
- Asdak, Chay. 2002. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada
- Badan Penanggulangan Bencana Daerah. 2016. *Laporan Harian Kegiatan Badan Penanggulangan Bencana Daerah Bidang Kedaruratan Dan Logistik Bulan Mei*. Kota Semarang: BPBD Kota Semarang
- Badan Penanggulangan Bencana Daerah . 2017. *Laporan Harian Kegiatan Badan Penanggulangan Bencana Daerah Bidang Kedaruratan Dan Logistik Bulan Januari*. Kota Semarang: BPBD Kota Semarang
- Badan Penanggulangan Bencana Daerah. 2016. *Data Bencana Alam di Kota Semarang Tahun 2016*. Kota Semarang: BPBD Kota Semarang.
- CTI Engineering International, 2016. Detailed Design Of East Floodway Final Report, Semarang.
- Kusumo, Agatha Dimitri Vara Diba, Sutomo Kahar, Sawitri Subiyanto. Analisis Perubahan Zona Nilai Tanah Akibat Perubahan Penggunaan Lahan Di Kecamatan Tembalang Kota Semarang. *Jurnal Volume 4 No. 1 Tahun 2015*
- Masrifah, Bintang Yudha Wisudawan. 2016. *Laporan Hidrologi Hidrograf Debit Sungai Menggunakan Hidrograf Satuan Sintetis*. [Online]. Tersedia : https://www.academia.edu/30173328/hidrologi_HSS.docx
- Ponce, V. M. 1989. *Engineering Hidrology Principles and Practice*. Prentice Hall. New Jersey. Hal 118 – 127 dan 153 – 195
- Setyowati, Dewi Liesnoor. 2010. Hubungan Hujan dan Limpasan pada Sub DAS Kecil Penggunaan Lahan Hutan, Sawah, Kebun Campuran di DAS Kreo. *Forum Geografi, Vol. 24, No.1, Juli 200* (39-56).
- Setyowati, Dewi Liesnoor. 2007. Sifat Fisik Tanah Dan Kemampuan Tanah Meresapkan Air Pada Lahan Hutan, Sawah, Dan Permukiman. *Jurnal Geografi, Vol 4 No 2 Juli 2007*.
- Soewarno. 1995. *Hidrologi Aplikasi Metode untuk Analisa Data Jilid 1*. Bandung : Penerbit Nova
- Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*. ANDI Offset, Yogyakarta.
- Syah, Rahmat Hidayat. 2017. *Normalisasi Sungai Gunting Untuk Penanggulangan Banjir Di Kecamatan Mojoagung Kabupaten Jombang*. Thesis. Malang : Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Malang.
- Triatmodjo, Bambang. 2009. *Hidrologi Terapan*. Beta Offset, Yogyakarta.