

Analisis Tinggi Muka Air Daerah Genangan Banjir Rob Sungai Banjir Kanal Barat Bagian Hilir Menggunakan *Software* HEC-RAS

Rahmat Harta K¹, Prambudi Terrano², Budi Santosa³
e-mail: ¹rahmatharta@gmail.com, ²prambuditerrano@gmail.com

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Soegijapranata; Jl. Pawiyatan
Luhur IV No. 1 Bendan Dhuwur Semarang, telp: (024) 8441555

Abstrak

Banjir merupakan bencana alam yang sejatinya dapat diminimalisir dampaknya ataupun bisa dihindari jika tahu sumber permasalahannya. Kenaikan debit banjir sebagian besar dipengaruhi oleh adanya perubahan tata guna lahan pada Daerah Aliran Sungai (DAS), dan bentuk profil sungai yang tidak dapat menampung debit banjir yang terjadi disetiap periodenya. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui luas genangan yang terjadi akibat limpasan dari sungai banjir kanal barat pada daerah yang tergenang rob, serta memberikan solusi alternatif mengatasi dan meminimalisir terjadinya banjir. Data yang diperlukan berupa data curah hujan harian dari tahun 2005 – 2017 di lima stasiun hujan, yaitu Stasiun Madukoro, Stasiun Simongan, Stasiun Kalisari, Stasiun Gunungpati, dan Stasiun Sumur Jurang. Hasil dari penelitian ini adalah luas area genangan periode ulang 2 tahunan sebesar 1.461.331 m² dan tinggi muka air banjir antara 1,17 m sampai 4,52 m. Luas area genangan periode ulang 5 tahunan sebesar 1.841.309 m² dan tinggi muka air banjir antara 1,67 m sampai 4,8 m. Luas area genangan periode ulang 10 tahunan sebesar 2.455.585 m² dan tinggi muka air banjir antara 2,01 m sampai 5,01 m. Luas area genangan periode ulang 25 tahunan sebesar 2.681.935 m² dan tinggi muka air banjir antara 2,32 m sampai 5,2 m. Luas area genangan periode ulang 50 tahunan sebesar 3.579.047 m² dan tinggi muka air banjir antara 2,47 m sampai 5,28 m. Luas area genangan periode ulang 100 tahunan sebesar 5.131.457 m² dan tinggi muka air banjir antara 2,56 m sampai 5,34 m. Dari permodelan tersebut dapat diketahui pada bagian mana yang terjadi limpasan. Maka dari itu dilakukan solusi alternatif berupa normalisasi sungai.

Kata kunci: Daerah Aliran Sungai (DAS), HEC-HMS, HEC-RAS, Luas Genangan

Abstract

Floods are natural disasters that can actually be minimized or can be avoided if you know the source of the problem. The increase in flood discharge is largely influenced by changes in land use in the watershed (DAS), and river profile forms that cannot accommodate the flood discharge that occurs in each period. The purpose of this study was to determine the area of inundation that occurs due to runoff from the western banjir river in the flooded area, and provide alternative solutions to overcome and minimize the occurrence of flooding. Data needed in the form of daily rainfall data from 2005 - 2017 at five rain stations, namely Madukoro Station, Simongan Station, Kalisari Station, Gunungpati Station, and Sumur Jurang Station. The results of this study are the 2-year return period inundation area of 1,461,331 m² and flood water level between 1.17 m to 4.52 m. The area of the 5-year return period inundation is 1,841,309 m² and the flood water level is between 1.67 m and 4.8 m. The total inundation area of the 10-year return period is 2,455,585 m² and the flood water level is between 2.01 m and 5.01 m. The total inundation area of the annual return period is 2,681,935 m² and the

flood water level is between 2.32 m to 5.2 m. The total inundation area of the 50-year return period is 3,579,047 m² and the flood water level is between 2.47 m to 5.28 m. The 100-year return period inundation area is 5,131,457 m² and the flood water level is between 2.56 m and 5.34 m. From the modeling it can be seen where the runoff occurred. So from that, alternative solutions were made in the form of river normalization.

Keywords: Watershed (DAS), HEC-HMS, HEC-RAS, Inundation Area

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sungai merupakan salah satu sumber daya air yang banyak dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan air setiap makhluk hidup. Salah satu sumber air dari sungai adalah air hujan.

Indonesia tercatat memiliki lebih dari 500 sungai besar dan kecil, 30% diantaranya melewati kawasan padat penduduk, yang berpotensi menimbulkan banjir pada wilayah tersebut. (Depkes RI, 2006). Apabila sudah memasuki musim penghujan, beberapa daerah di Indonesia mengalami musibah banjir. Salah satu faktor penyebab terjadinya musibah banjir adalah volume air yang sangat besar dan tidak dapat ditampung oleh penyimpanan air yang ada di daerah tersebut.

Kota Semarang adalah satu diantara kota - kota besar di Indonesia dan menjadi Ibu Kota Jawa Tengah. Luas daerah administrasi 363,4 km² terdiri dari 16 Kecamatan dan 177 Kelurahan, mempunyai letak geografis yang strategis sebagai pusat pemerintahan. Beberapa Kelurahan selain letaknya yang berada di tepi Pantai Jawa juga letaknya berada di sepanjang arah aliran Sungai Semarang, dimana Kelurahan-Kelurahan ini sering dilanda genangan banjir (Astuti, 2009). Sungai Banjir Kanal Barat merupakan salah satu sungai terpanjang yang membelah Kota Semarang yang digunakan sebagai drainase kota.

Keseluruhan area tangkapan kira-kira 204 km², yang termasuk area tangkapan 70 km²

untuk sungai Kreo (panjang sungai berkisar 10 km) dan 34 km² untuk Sungai Kripik (panjang sungai berkisar 12 km). Satuan Wilayah Sungai (SWS) Sungai Banjir Kanal Barat Semarang meliputi wilayah seluas ± 11.946,26 Ha. Pada daerah utara Kota Semarang sering terjadi Rob, ditambah dengan seringnya terjadi limpasan dari sungai Banjir Kanal Barat. Diperlukan evaluasi untuk mengurangi dampak yang terjadi akibat terjadinya rob dan limpasan yang terjadi.

1.2 Rumusan Masalah

Meluapnya sungai Sungai Banjir Kanal Barat pada daerah tergenang rob mengakibatkan dampak yang merugikan. Diperlukan evaluasi untuk mengurangi dampak yang terjadi akibat terjadinya rob dan limpasan yang terjadi.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Untuk mengetahui debit dan tinggi muka air banjir rob Sungai Banjir Kanal Barat bagian hilir.
- Untuk mengetahui luas daerah genangan banjir rob maksimum Sungai Banjir Kanal Barat bagian hilir.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Siklus Hidrologi

Siklus Hidrologi adalah gerakan air laut ke udara, yang kemudian jatuh ke permukaan tanah lagi sebagai hujan atau bentuk presipitasi lain, dan akhirnya mengalir ke laut kembali.

2.2 Hujan

Daerah aliran sungai (DAS) adalah daerah yang dibatasi oleh punggung-punggungan / pegunungan dimana air hujan yang jatuh didaerah tersebut akan mengalir menuju sungai utama pada suatu titik/stasiun yang ditinjau (Triatmodjo, 2010).

2.3 Sungai

Sungai atau saluran terbuka menurut Triatmodjo (2010) adalah saluran dimana terdapat air mengalir dengan muka air bebas. Pada saluran terbuka, misalnya sungai (saluran alam), variabel aliran sangat tidak teratur terhadap ruang dan waktu.

2.4 Muara Sungai

Muara sungai adalah bagian hilir dari sungai yang berhubungan dengan laut. Permasalahan di muara sungai dapat ditinjau dibagian mulut sungai (*river mouth*) dan estuari.

2.5 Rob dan Pasang

Banjir pasang air laut atau disebut rob adalah merupakan banjir yang terjadi akibat pasang air laut yang menggenangi kawasan yang mempunyai ketinggian lebih rendah dari permukaan air laut. Banjir pasang air laut (rob) adalah pola fluktuasi muka air laut yang dipengaruhi oleh gaya tarik benda-benda angkasa, terutama oleh bulan dan matahari terhadap massa air laut di Bumi (Sunarto, 2003).

2.6 Hujan

Menurut Triatmodjo (2010) hujan adalah bentuk presipitasi berbentuk air dari atmosfer yang jatuh sampai ke permukaan bumi; yang bisa berupa hujan, hujan salju, kabut, embun dan hujan es.

2.6.1 Pemilihan Jenis Distribusi

- Distribusi Gumbel (Soemarto, 1999)

$$X_T = \bar{X} + \frac{S}{S_n} (Y_T - Y_n)$$

.....(1)

- Distribusi Log Person III Soewarno (1995)

$$C_s = \sqrt{\frac{n \sum \left(\text{Log} X_i - \overline{\text{Log} X} \right)^3}{(n-1)(n-2)S^3}}$$

.....(2)

$$\text{Log} X_i = \overline{\text{Log} X} + K_T \times S$$

.....(3)

2.6.2 Pengujian Kecocokan Distribusi

Pengujian kecocokan sebaran digunakan untuk menguji apakah sebaran tersebut dapat memenuhi syarat untuk data perencanaan. Pengujian kecocokan dapat dilakukan 2 cara.

- Perhitungan Chi Kuadrat
- Perhitungan Smirnov Kolmogorov

2.7 Banjir

Satu definisi banjir menurut Suripin (2004) adalah suatu kondisi di mana tidak tertampungnya air dalam saluran pembuang (palung sungai) atau terhambatnya aliran air di dalam saluran pembuang, sehingga meluap menggenangi daerah (dataran banjir) sekitarnya.

2.8 Model Hidrologi

Hydrologic Engineering Centre (HEC) - *Hydrologic Modeling System* (HMS) merupakan salah satu model hidrologi yang masuk dalam kategori model matematik yang dikembangkan oleh *Hydrologic Engineering Centre* (HEC) dari *US Army Corps Of Engineers* (Arlen, 2000).

2.9 Model Hidraulika

HEC-RAS adalah singkatan dari *Hydraulic Engineering Centre-River Analysis System*. HEC-RAS merupakan program aplikasi yang didesain untuk

memodelkan aliran di sungai, Program *River Analysis System* (RAS), yang dibuat oleh *Hydrologic Engineering Center* (HEC) yang merupakan satu divisi di dalam *Institute for Water Resources* (IWR), di bawah *US Army Corps of Engineers* (USACE). HEC-RAS merupakan model satu dimensi aliran permanen maupun tak permanen (*steady and unsteady one-dimensional flow model*) (Istiarto, 2014).

3. METODE PENELITIAN

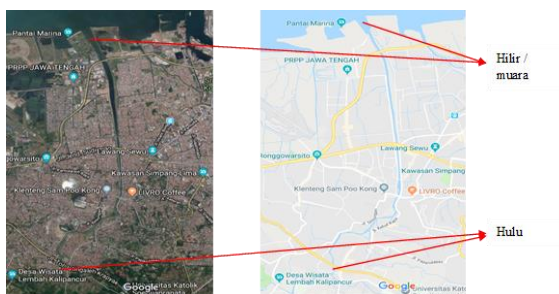
3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi yang diambil pada penelitian ini adalah Sungai Banjir Kanal Barat yang berada di Kota Semarang Provinsi Jawa Tengah. Pada penelitian ini dimulai dari hulu Sungai Banjir Kanal Barat hingga ke hilir Sungai Banjir Kanal Barat. Hulu dari Sungai Banjir Kanal Barat merupakan kelanjutan dari ruas kali Garang yang mengalir dari gunung Ungaran ke Utara pada pertemuan 2 cabang utama yaitu Sungai Kripik dan Sungai Kreo, masing-masing kurang lebih 12 km dan 10 km dihitung dari hulu ke mulut sungai. Penelitian dilakukan di Laboratorium Bahan Bangunan Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Unika SOEGIJAPRANATA. Waktu pelaksanaan Tugas Akhir dilaksanakan selama 6 bulan dari 30 September 2017 hingga 30 Maret 2018.

3.2 Tahapan Penelitian

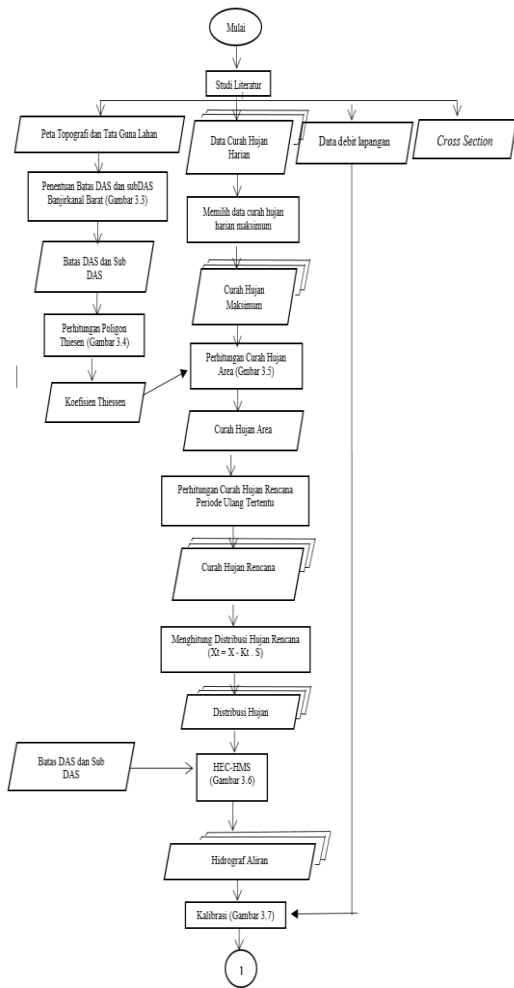
Analisis dilakukan dalam beberapa tahapan, yaitu:

1. Siapkan data yang akan diolah
 - a. Curah hujan harian maksimum
 - b. Data geometri Sungai Banjir Kanal Barat
2. Penentuan batas DAS dan membagi menjadi Sub DAS.
3. Penentuan area *Poligon Thiessen*.
4. Penentuan distribusi hujan rancangan.
5. Penentuan parameter awal yang digunakan
 - a. *Curve number* (CN)
 - b. *Impervious* (%)
 - c. *Lag time*.
6. Hitung besar debit puncak banjir lapangan.
7. *Input* data parameter awal kedalam *software* HEC-HMS.
8. Kalibrasi parameter awal dan didapatkan debit puncak banjir simulasi.
9. Penentuan parameter awal yang digunakan pada HEC-RAS.
 - a. Geometri saluran sungai
 - b. Nilai kekerasan *manning*
 - c. Data aliran untuk analisis hidrologi
10. *Input* data geometri dan debit rencana. Kedalam *software* HEC-RAS.
11. *Running Digital Elevation Model* untuk mencari luas genangan..
12. Hitung luas wilayah genangan.
13. Analisis Sungai Banjir Kanal Barat kondisi eksisting terhadap debit banjir dan luas genangan.
14. Memberikan solusi alternatif.

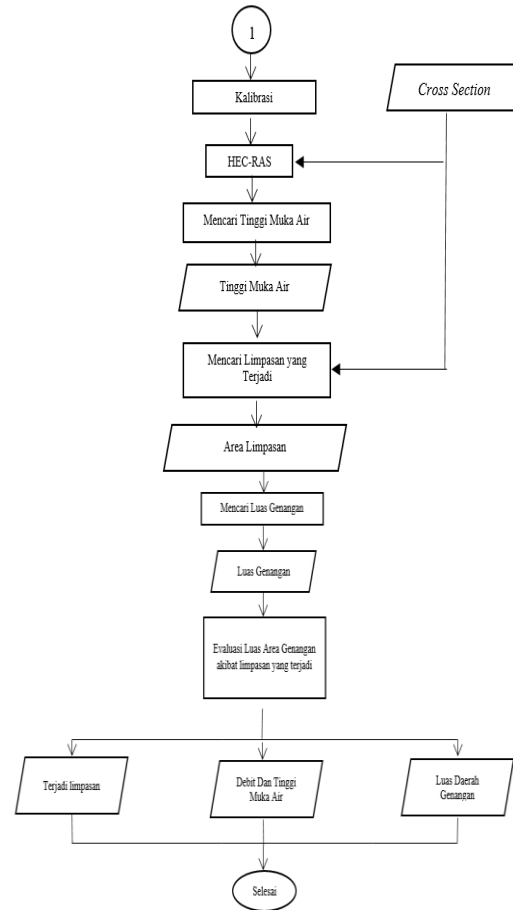


Gambar 3.1 Lokasi Penelitian

3.3 Diagram Alir



Gambar 3.2 Bagan Alir Secara Umum



Gambar 3.2 Bagan Alir Secara Umum (Lanjutan)

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan pengolahan data distribusi hujan jam-jaman dan karakteristik DAS Banjir Kanal Barat, selanjutnya dapat dilakukan simulasi debit puncak banjir menggunakan *software* HEC-HMS. Hasil dari simulasi menggunakan HEC-HMS berupa besar debit puncak banjir yang selanjutnya dapat di gunakan untuk input data *software* HEC-RAS. Setelah melakukan simulasi dengan debit banjir rencana maka diketahui bahwa kapasitas Sungai Banjir Kanal Barat tidak dapat cukup menampung air, dimana air diharuskan tidak melebihi kapasitas penampung. Dalam kajian ini solusi alternatif yang dilakukan adalah berupa normalisasi sungai.

4.1 Analisis Debit Puncak Banjir Hasil Output Software HEC-HMS

Setelah dilakukan seluruh tahapan dalam software HEC-HMS, maka dilakukan simulation run sehingga mendapatkan data output berupa *peak discharge* (debit puncak) dengan periode ulang tertentu yaitu 2 tahunan, 5 tahunan, 10 tahunan, 25 tahunan, 50 tahunan, dan 100 tahunan.

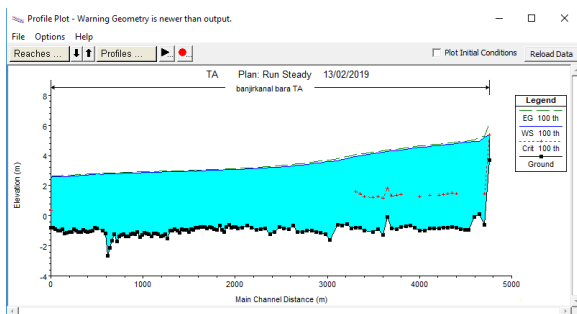
Tabel 4.1 Debit Banjir Rencana Sungai Banjir Kanal Barat

Periode Ulang	Debit Banjir
2 Tahunan	169,9 m ³ /s
5 Tahunan	268,0 m ³ /s
10 Tahunan	348,0 m ³ /s
25 Tahunan	426,7 m ³ /s
50 Tahunan	465,9 m ³ /s
100 Tahunan	492,7 m ³ /s

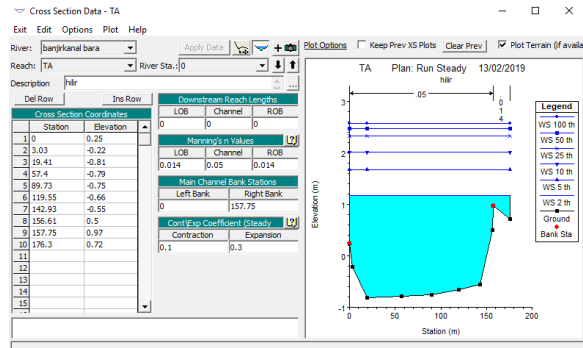
Berdasarkan tabel 4.1 dapat dilihat peningkatan debit puncak banjir dari periode 2 tahunan sampai periode 100 tahunan.

4.2 Simulasi Model HEC-RAS

Setelah dilakukan seluruh tahapan dalam software HEC-RAS, maka dilakukan *simulation run* sehingga dapat diketahui bentuk penampang sungai, tinggi muka air dan kapasitas Sungai Banjir Kanal Barat mencukupi atau tidak, contoh hasil *output* dari simulasi HEC-RAS dengan periode ulang 100 tahunan dapat dilihat pada Gambar dibawah ini.



Gambar 4.1 Profil Muka Air Eksisting terhadap Debit Banjir Rencana 100 tahun



Gambar 4.2 Hasil Output HEC-RAS terhadap Debit Banjir Rencana 100 Tahun

Hasil Output HEC-RAS menunjukkan profil muka air akibat debit rencana 100 tahunan dapat dilihat pada Gambar 4.1 sedangkan Gambar 4.2 menunjukkan hasil simulasi HEC-RAS pada *cross section* akibat debit banjir rencana 100 tahunan.

4.3 Analisis Daerah Genangan Banjir Rob Hilir Sungai Banjir Kanal Barat

Setelah melakukan analisis dengan menggunakan software HEC-RAS maka diperoleh hasil berupa luas genangan menurut periode ulangnya. Untuk menentukan luas genangan yang terjadi yaitu setelah dilakukan proses running pada software HEC-RAS kemudian menggunakan bantuan google earth. Untuk mencari genangan dapat diketahui langsung menggunakan software HEC-RAS. Karena cakupan wilayah untuk proses *running* memiliki batas cakupan area minimal, dan untuk wilayah lokasi penelitian terbilang kurang dari cakupan minimal maka tidak dapat dilakukan proses *running* untuk mengetahui secara langsung genangan yang terjadi.

Dengan proses manual menggunakan garis kontur dan konsep batas DAS maka luas daerah genangan yang terjadi dapat diketahui dengan bantuan *google earth* sekaligus besar genangan yang terjadi. Berikut adalah hasil analisis luas daerah genangan banjir menurut periode ulangnya.



Gambar 4.3 Luas Genangan Periode Ulang 2 Tahunan



Gambar 4.7 Luas Genangan Periode Ulang 50 Tahunan



Gambar 4.4 Luas Genangan Periode Ulang 5 Tahunan



Gambar 4.8 Luas Genangan Periode Ulang 100 Tahunan



Gambar 4.5 Luas Genangan Periode Ulang 10 Tahunan



Gambar 4.6 Luas Genangan Periode Ulang 25 Tahunan

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Debit rencana periode ulang 2, 5, 10, 25, 50, 100 tahunan adalah 169,9 m³/det, 268 m³/det, 348 m³/det, 426,7 m³/det, 465,9 m³/det, 492,7 m³/det.
2. Tinggi muka air banjir minimum periode ulang 2, 5, 10, 25, 50, 100 tahunan adalah 1,17 m, 1,67 m, 2,01 m, 2,32 m, 2,47 m, 2,56 m. Sedangkan tinggi muka air banjir maksimum periode ulang 2, 5, 10, 25, 50, 100 tahunan adalah 4,52 m, 4,8 m, 5,01 m, 5,2 m, 5,28 m, 5,34 m.
3. Luas genangan periode ulang 2, 5, 10, 25, 50, 100 tahunan adalah 1.461.331 m², 1.841.309 m², 2.455.585 m², 2.681.935 m², 3.579.047 m², 5.131.457 m².

5.2. Saran

Dari beberapa kesimpulan di atas dapat dikemukakan saran-saran sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan normalisasi dan perencanaan suatu program ataupun metode untuk mengantisipasi dan meminimalisir dampak apabila rob serta terjadi limpasan dari sungai Banjirkanal Barat secara bersamaan.
2. Untuk mengantisipasi atau meminimalisir dampak yang terjadi akibat limpasan dapat berupa pembuatan embung untuk mengatur dan menampung suplai aliran air hujan serta untuk meningkatkan kualitas air di badan air yang terkait (sungai, danau), mencegah banjir dan pengairan. Pembuatan biopori yang berguna sebagai resapan.
3. Adanya perawatan atau *maintenance* secara berkala sehingga fasilitas untuk menjaga kualitas air dalam meminimalisir terjadinya limpasan atau banjir tetap berfungsi optimal.

Soewarno. 1995. Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Jilid 1. Bandung: Nova.

Sunarto. 2003. Geomorfologi Pantai. Dinamika Pantai. Fakultas Geografi UGM. Yogyakarta.

Suripin. 2004. Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air. Andi Offset. Yogyakarta.

Triatmodjo, B. 2010. Hidrologi Terapan. Yogyakarta : Beta Offset.

DAFTAR PUSTAKA

Astuti, Sri. 2009. Reklamasi Tipologi Bangunan dan Kawasan Akibat Pengaruh Kenaikan Muka Air Laut di Kota Pantai Semarang. Departemen Kimpraswil. Bandung.

Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 2006. Banjir. Jakarta: <http://www.depkes.go.id/development/site/jkn/index.php?cid=13010400004&id=buku-banjir-2006>. Diakses pada tanggal 10 Mei 2018.

Istiarto. 2014. Modul Pelatihan Simulasi Aliran 1-Dimensi Dengan Bantuan Paket Program Hidrodinamika HEC-RAS. Universitas Gadjah Mada.

Soemarto, CD. 1999. Hidrologi Teknik. Jakarta : Erlangga.