

EVALUASI KAPASITAS PENAMPANG SUNGAI DELI DENGAN MENURUT APLIKASI HEC-RAS

Oloan Sitohang¹, Miduk E Sidabutar², Andar Sitohang³,
Pieter Leuvanggi Hutagalung⁴, Mananda Ture Siburian⁵

^{1,2} Universitas Katolik Santo Thomas, ^{3,4,5} Akademi Teknik Deli Serdang
Email: obed_sito@yahoo.com

ABSTRAK

Banjir adalah salah satu bencana alam yang paling sering terjadi di beberapa tempat, terutama di Indonesia karena iklimnya yang tropis dan curah hujan yang tinggi selama musim hujan yang memungkinkan banjir dan limpasan air di sepanjang DAS. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif untuk menentukan titik limpasan Sungai Deli di Jl. Avros, Kampung Baru, Kecamatan Medan Maimun, dan menemukan solusi pengendalian banjir yang tepat untuk Sungai Deli. Digunakan dalam penelitian ini: debit banjir, curah hujan, dan lokasi banjir menggunakan HEC-RAS 5.0.7. Hasil dari analisis debit banjir yang direncanakan untuk Sungai Deli menggunakan metode rasional menunjukkan bahwa Stasiun SMPK TONGKOH Sibolangit memperoleh debit maksimum 823,57 m³/detik untuk Q25 setiap periode ulang. Jumlah titik meluap di lokasi penelitian selama periode ulang 20 tahun adalah 6 penampang melintang dengan panjang sungai 150 m, yang semuanya mengalami banjir.

Kata Kunci: Banjir, HEC-RAS 5.07, Sungai

1. PENDAHULUAN

Jumlah penduduk yang meningkat dan kepadatan penduduk yang cepat meningkatkan tekanan pada ruang dan lingkungan karena kebutuhan perumahan, area industri, jasa, dan fasilitas pendukung. Akibatnya, lahan terbuka dan/atau basah menjadi lahan terbangun. Kawasan-kawasan rendah yang semula berfungsi sebagai tempat penampungan air sementara (*retarding pond*) dan bantaran sungai menjadi tempat hunian penduduk telah berkembang secara tidak terkendali dan tidak sesuai lagi dengan tata ruang dan konsep pembangunan yang berkelanjutan.

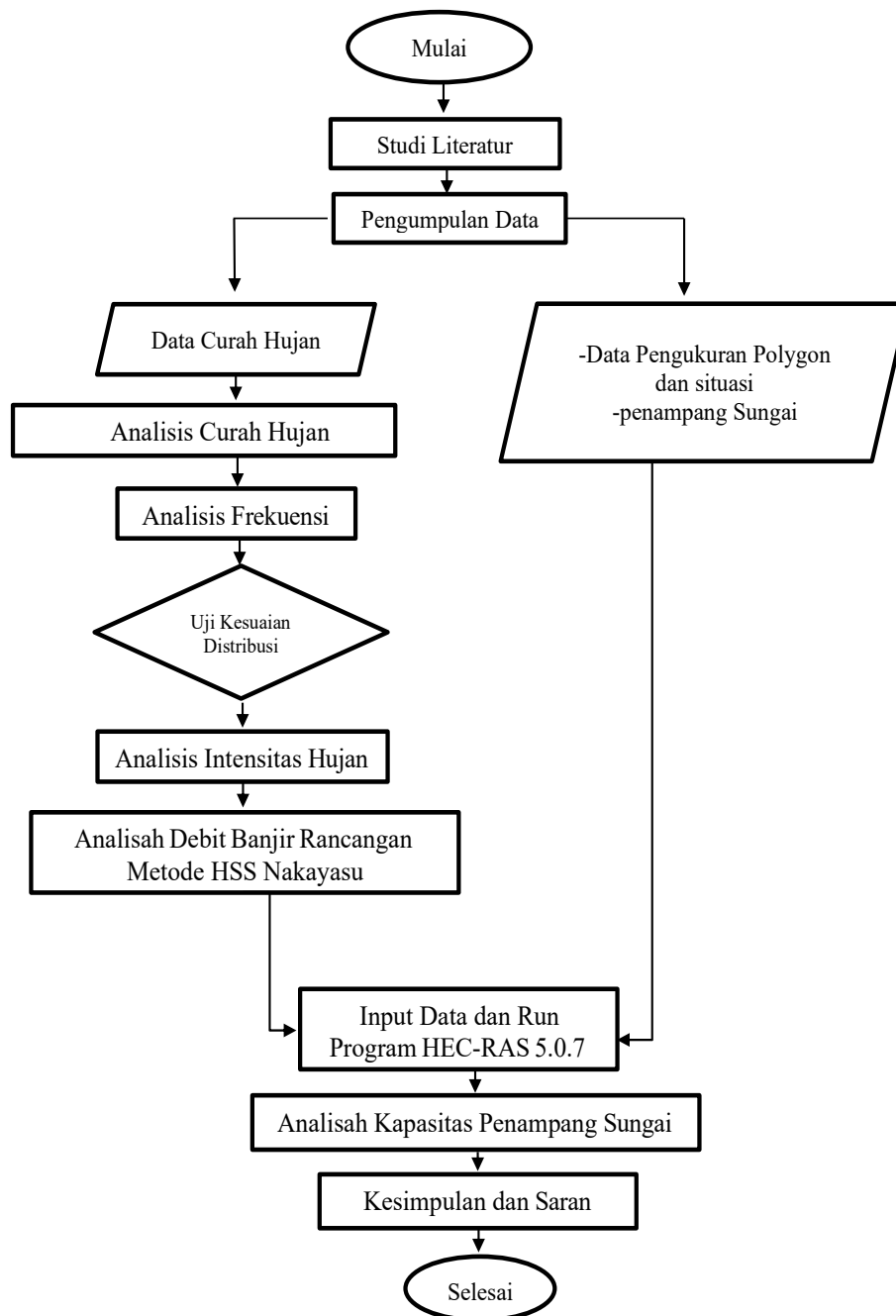
Salah satu dari delapan sungai di Kota Medan, di Provinsi Sumatera Utara, Indonesia, adalah Sungai Deli. Hulu sungai Gunung Sibayak terletak di Kabupaten Deli Serdang dan memiliki elevasi 1.400 meter (4.600 kaki). Muara Sungai, Selat Malaka, terletak di Medan Kota Belawan. Ini berjarak 73 km (45 mil) dan memiliki lebar rata-rata 5,58 m (1.831 ft). Kode DASnya adalah DAS120037, dan luas DASnya 346 km². Pengelola DASnya adalah BPDAS Wampu Sei Ular, dan wilayah sungai WS Belawan Ular Padang dengan kode wilayah 01.11.A3. Ada 1,346,520 orang di sana pada tahun 2025. Sungai ini mengalir di bagian utara pulau Sumatera, dengan iklim hutan hujan tropis. Suhu rata-rata tahunan adalah sekitar 24 derajat Celcius, dengan bulan terpanas Januari mencapai 26 derajat Celcius dan bulan terdingin Desember mencapai 22 derajat Celcius. Ada rata-rata 2862 mm curah hujan setiap tahun, dengan bulan tertinggi Oktober mencapai 446 mm dan bulan terendah Juni mencapai 129 mm curah hujan.

Berdasarkan uraian di atas, maka perlu dilakukan analisis mengenai masalah banjir guna mengetahui berapa besar kenaikan muka air banjir di sungai dan bagaimana langkah

yang akan dilakukan sebagai upaya penyelesaian masalah banjir tersebut. Dalam hal ini akan dilakukan analisis kenaikan muka air banjir serta kondisi eksisting sungai dengan menggunakan program HEC-RAS (*Hydrologic Engineering Center's – River Analysis System*) versi 5.0.7.

2. METODE PENELITIAN

Dalam diagram alir berikut ditunjukkan diagram alir secara umum dan menyeluruh mengenai evaluasi kapasitas penampang sungai deli dengan menggunakan aplikasi HEC-RAS.



Gambar 1. Alur Penelitian

2.1. Tahap Analisa Data

Adapun analisa yang harus dilakukan pada penelitian ini, adalah tentang Analisa Hidrologi, meliputi:

- Analisa debit banjir maksimum tahunan
- Analisa debit banjir rencana dengan beberapa metode perhitungan
- Pemilihan jenis distribusi probabilitas
- Pengujian distribusi probabilitas
- Analisa distribusi banjir

2.2. Analisis HEC-RAS

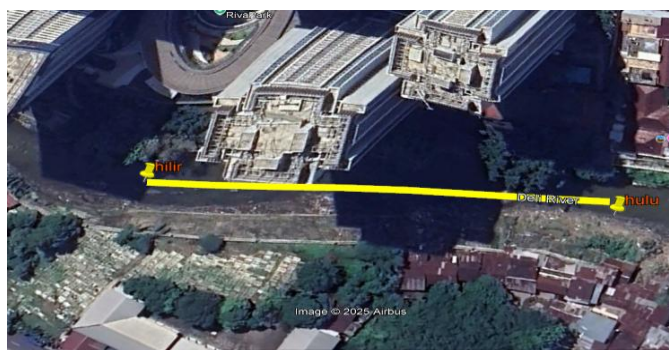
Analisis penampang eksisting menggunakan debit sebagai input. Tujuan dari analisis penampang eksisting HEC-RAS adalah untuk mengetahui kondisi sungai (eksisting). Profil muka air saat terjadi banjir dapat diidentifikasi dengan HEC-RAS, yang menampilkan model sungai sesuai dengan input data yang diberikan. Menghitung profil muka air, kecepatan aliran air, dan bilangan froude dalam penelitian ini dipermudah dengan HEC-RAS 5.0.7, perangkat lunak publik domain yang dimiliki oleh US Army Corps of Engineers (USACE).

Untuk menghitung hidrolika aliran, HEC-RAS membagi aliran ke dalam dua kategori: aliran permanen dan aliran tak permanen. Kecuali dalam kasus di mana kedalaman aliran melewati kedalaman kritis, HEC-RAS menggunakan persamaan energi untuk aliran permanen. HEC-RAS menggunakan persamaan kekekalan massa (kekekalan massa, pelestarian massa) dan persamaan momentum di lokasi loncat air, pertemuan alur, dan aliran dangkal melalui jembatan. Di lokasi terjenuh, aliran melalui peluap, dan aliran melalui bendung, HEC-RAS menggunakan persamaan empiris. Setelah kedua persamaan ditulis dalam bentuk persamaan diferensial parsial, metode aproksimasi perbedaan *finite implisite* digunakan untuk menyelesaikannya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Lokasi Penelitian

Lokasi yang ditinjau terletak di Jl. Sei Deli di Kota Medan Provinsi Sumatera Utara (Gambar 2), yang merupakan bagian dari DAS Sungai Deli dan merupakan daerah permukiman/perumahan yang terdiri dari berbagai kompleks perumahan. Sungai Deli di Jl. Sei Deli dianalisis dengan menggunakan aplikasi HEC-RAS untuk mengetahui tinggi banjir dengan menggunakan simulasi debit tahunan dan kapasitas penampang sungai. Ini dilakukan dengan menggunakan data curah hujan dari Stasiun SMPK Tongkoh karena stasiun ini paling dekat dengan hulu Sungai Deli, yang berkontribusi pada peningkatan curah hujan.



Gambar 2. Lokasi Penelitian Sungai Deli Jl. Sei Deli, Kec. Medan Baru, Kota Medan, Sumatera Utara.

3.2. ANALISIS DEBIT PUNCAK BANJIR HEC-RAS

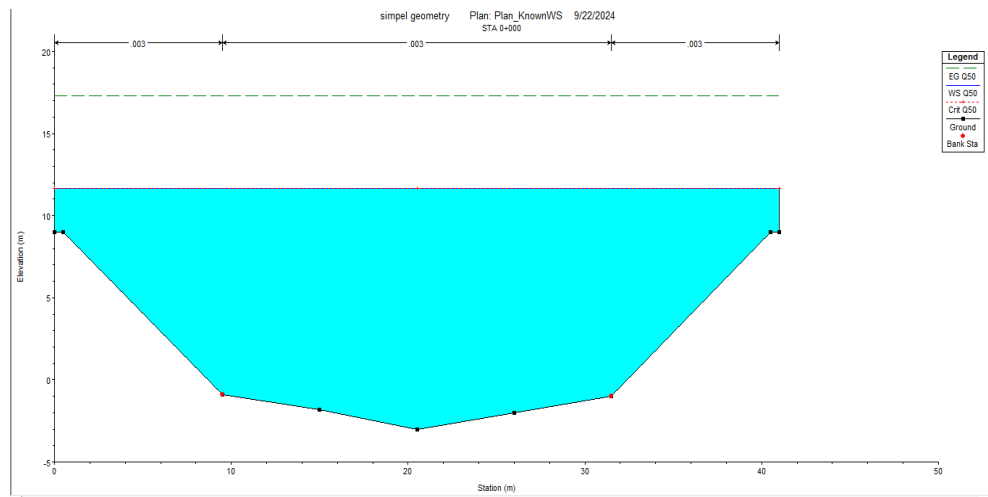
Evaluasi kapasitas penampang Sungai Deli Jl. Sei Deli mempunyai 6 *Cross Section* dengan jarak setiap *Cross Section* adalah 30 meter. Hasil perhitungan debit banjir rencana dengan periode ulang 20 tahun dari Stasiun SMPK Tongkoh selanjutnya akan digunakan untuk analisis kapasitas Sungai dengan program HEC-RAS.

Tabel 1. Debit banjir Sungai Deli

Q Peak	
Tr (Tahun)	HSS Nakayasu
100	953,85
50	897,47
20	832,57
10	774,41
5	709,38
2	599,92

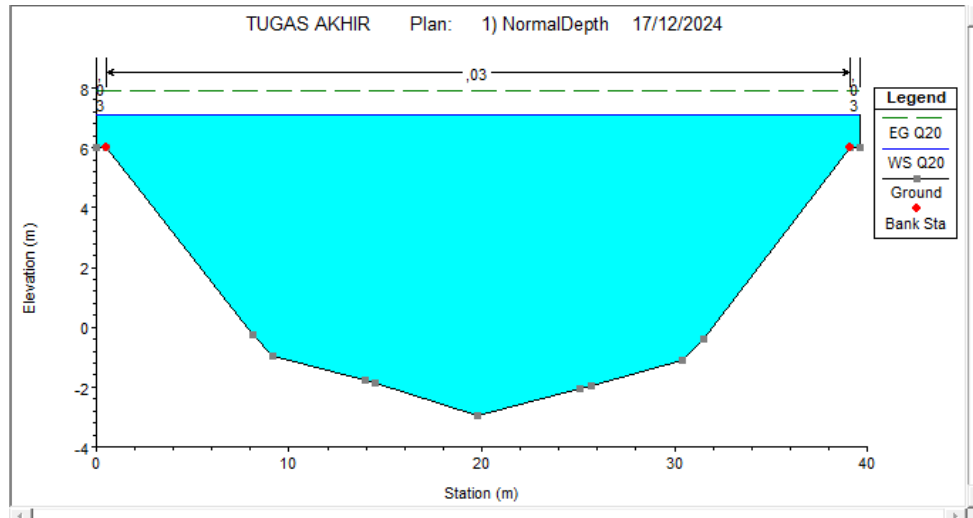
Hasil *output* HEC-RAS 5.0.7 yang akan ditampilkan adalah hasil *running* aliran *Steady flow* (aliran permanen) dari Stasiun SMPK Tongkoh, berikut:

1. Cross Section



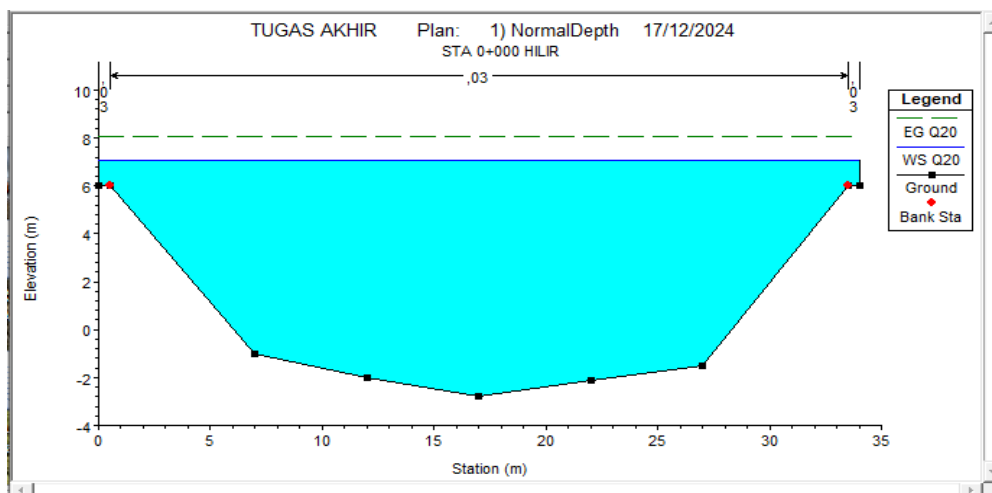
Gambar 3. Cross Section STA 0 dengan Debit Banjir Rencana Q₂₀ Tahun

Di sisi hilir sungai, penampang melintang memiliki dimensi 22 m lebar dasar dan 41 m lebar atas, dengan elevasi muka air banjir +7 m, sehingga tinggi muka air banjir adalah 1 m. Setelah dilaksanakan *running* pada STA 0 dalam kondisi pasang surut, saluran yang direncanakan untuk periode ulang 20 tahun (Q₂₀) tidak dapat menampung debit banjir. Oleh karena itu, metode perencanaan alternatif ini tidak dapat digunakan untuk mengurangi banjir yang sering terjadi di wilayah DAS Sungai Deli selama dua puluh tahun mendatang.



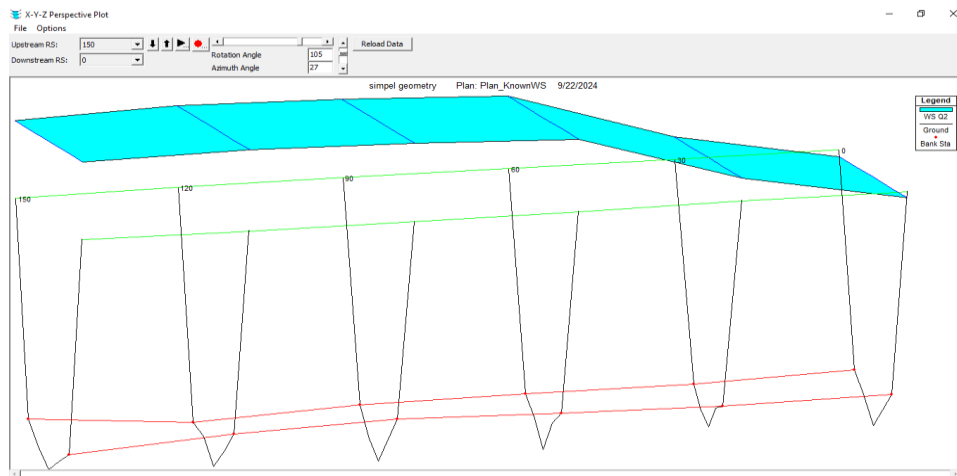
Gambar 4. Cross Section STA 2 dengan Debit Banjir Rencana Q₂₀ Tahun

Gambar 4 di atas menunjukkan bahwa bagian tengah sungai memiliki dimensi penampang melintang 17 m lebar bawah dan 40 m lebar atas, dengan elevasi muka air banjir +7,1 m, sehingga tinggi muka air banjir 1,1 m. Setelah melakukan pengujian pada STA 2 dalam kondisi pasang surut, ternyata saluran yang dirancang untuk Q₂₀ tidak dapat menampung debit banjir yang direncanakan untuk ulang tahun kedua puluh tahun. Akibatnya, metode perencanaan alternatif ini tidak dapat digunakan untuk mengurangi banjir yang sering terjadi di wilayah DAS Sungai Deli selama dua puluh tahun mendatang.



Gambar 5. Cross Section STA 5 dengan Debit Banjir Rencana Q₂₀ Tahun

Gambar 5 di atas menunjukkan bahwa kondisi dimensi penampang melintang bagian hulu terdiri dari lebar bawah yang mencapai 20 m dan lebar atas 34 m dengan Elevasi muka air banjir + 7,2 m sehingga tinggi muka air banjir mencapai 1,2 m. Maka setelah dilakukan running pada STA 5 dengan kondisi pasang surut ternyata saluran dengan rencana Q₂₀ tahun tidak mampu menampung debit banjir rancangan kala ulang 20 tahun. Oleh karena itu maka alternatif perencanaan ini tidak dapat digunakan sebagai penanggulangan masalah banjir yang kerap terjadi pada daerah DAS Sungai Deli untuk 20 tahun ke depan.



Gambar 6. Long Section STA 0 + 150 m Debit Banjir Rencana Q_{20} Tahun

Gambar 6 di atas menunjukkan bahwa hasil output HEC-RAS terjadi luapan banjir di penampang memanjang bagian hulu sampai penampang bagian hilir sungai dengan perhitungan debit banjir rencana Q_{20} tahun. Dari beberapa kondisi penampang yang diteliti yang mempunyai debit $832,57 \text{ m}^3/\text{det}$, tinggi elevasi muka air dan kecepatan pola aliran sungai yang berbeda-beda, tetapi elevasi muka air pada penampang STA 0 – 150 m mengalami banjir. Setelah mengetahui hasil dari HEC-RAS untuk semua titik tinjauan khususnya pada bagian lurus sungai dengan STA 0 – 150 m, dapat dilihat perbedaan tinggi elevasi muka air pada setiap penampang sungai, dan kecepatan aliran sungai tersebut, salah satu titik yang mengalami perbedaan diantaranya titik STA 0 di bagian hilir sungai dan STA 3 pada bagian tengah sungai.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisa yang dilakukan pada bab sebelumnya, maka dapat di ambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- Debit banjir rancangan Q_{20} tahun sebesar $832,57 \text{ m}^3/\text{det}$.
- Ppenampang sungai hasil program HEC-RAS, pada kondisi eksisting menunjukkan bahwa setiap *cross section* tidak mampu menampung debit banjir rancangan Q_{20} sebesar $832,57 \text{ m}^3/\text{det}$. Jumlah *Cross Section* yang tidak dapat menampung debit banjir rancangan Q_{20} tahun adalah 6 *Cross Section*, sehingga diperlukan upaya perbaikan untuk mengendalikan luapan Sungai Deli.
- Upaya penanggulangan banjir di Sungai Deli direncanakan berupa Normalisasi sungai dan pembuatan tanggul berupa dinding penahan tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Amri, K., dan Syukron, A. (2014). Analisis Debit Puncak DAS Padang Guci. *Jurnal Fropil*, Vol 2 No 2.
- Badan Standar Nasional Indonesia. (2016). Tata Cara Perhitungan Debit Banjir Rencana. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Bakornas Penanggulangan Bencana. 2007. *Pengenalan Karakteristik Bencana dan Upaya Mitigasinya di Indonesia*. Direktorat Mitigasi Lahar BAKORNAS.
- Bambang Triatmodjo, 2008. “*Hidrologi Terapan*”. Yogyakarta : Beta Offset.
- Cahyani, I., Sudarsono, dan Wigati, R. (2016). Analisis Banjir Menggunakan Software HECRAS 4.1 (Studi kasus sub DAS Cisimeut hilir HM 0+00 Sampai dengan HM 69+00). *Jurnal Teknik Sipil UNTIRTA* , Vol. V No. 1.

- [6] C.D. Soemarto, 1987 : *Hidrologi Teknik, Usaha Nasional, Surabaya.*
- [7] Chow, Ven Te, 1985, *Hidrolika Saluran Terbuka (Open Channel Hydraulics,* Erlangga, Jakarta, Indonesia.
- [8] Ponce, V. M. (1989), *Engineering Hydrology Principles And Practices,* Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey
- [9] Presiden RI, *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 38 tahun 2011 Tentang Sungai,* Sekertaris Negara RI, Jakarta 2011
- [10] Suripin. 2004. *Sistem Drainase Yang Berkelanjutan.* Penerbit Andi Offset, Yogyakarta.
- [11] U.S. Army Corps of Engineers, (2002), *Coastal Engineering Manual (CEM), Engineer Manual 1110-2-1100,* U.S. Army Corps of Engineers, Washington, D.C. (6 volumes)
- [12] Zahara, L. s. 2014. *Estimasi Sebaran Daerah Rawan Banjir Menggunakan Model HEC-RAS dan Kerugian Masyarakat di Wilayah Sub-DAS Citarik.* IPB. Bogor.