

# Model Peramalan Banjir Air Bengkulu Menggunakan Aplikasi Hec-Ras dan Sistem Informasi Geografis

Gusta Gunawan

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik  
Universitas Bengkulu

Jl.W.R.Supratman, Kandang Limun, Bengkulu 38371, Telp.(0736)344087  
g.gunawan@unib.ac.id

**Abstrak**—Penelitian ini bertujuan untuk menguji kehandalan software HEC-RAS dalam menghitung besar debit banjir yang terjadi pada sungai Air Bengkulu. Pemodelan geometrik dan pemodelan hidrolika menggunakan aplikasi ekstensi *Hec-GeoRAS* 4.3.1 dan aplikasi *HECRAS* 4.0. Data tutupan lahan dan kelerengan diperoleh dari Sistem Informasi Geografis. Data curah hujan diolah dengan menggunakan analisis frekuensi. Debit banjir yang akan dimodelkan adalah debit banjir kala ulang 2, 5, 10, 25, dan 50 tahun. Hasil perhitungan debit banjir rencana ( $Q_p$ ) dengan kala ulang tertentu akan divalidasi dengan data kejadian banjir di Air Bengkulu. Hasil pemodelan menunjukkan bahwa aplikasi HEC-RAS dalam menentukan profil sungai sudah mendekati model yang sebenarnya. Kesimpulan dari penelitian ini adalah tingkat kehandalan software akan meningkat jika data tentang geometrik sungai yang dijadikan sebagai input cukup rinci dan akurat.

**Kata Kunci**—Air Bengkulu; peramalan banjir; sistem informasi geografis; HEC-RAS

## I. PENDAHULUAN

HEC-RAS (*Hidrologic Engineering Centre- River Analysis System*) adalah perangkat lunak yang dirancang untuk dimanfaatkan sebagai alat peramalan debit banjir pada sungai dengan konsep *lump* model. Perangkat lunak tersebut mampu melakukan prediksi waktu dan besar debit puncak serta volume limpasan pada suatu sungai dengan cepat dan tidak membutuhkan data input yang terlalu rumit. Model ini hanya membutuhkan data input seperti data debit, data curah hujan, luasan DAS serta sedikit parameter yang memfasilitasi regionalisasi untuk mensimulasikan aliran pada node yang tidak tersedia alat ukur debit [1].

Software HEC-RAS tersebut sudah banyak digunakan untuk pemodelan sungai di Indonesia [2] [3] [4]. Nugroho dan Widyanto menghitung kapasitas Kali Silandak; Raviananda dan Prasodjo juga menggunakan HEC-RAS untuk mengkaji kapasitas sungai Wulan. Kedua penelitian tersebut sama-sama dilakukan di Jawa Tengah dan pada tahun yang sama yaitu 2008. Hasil penelitian mereka menunjukkan bahwa luaran dari HEC-RAS cukup memuaskan para peneliti dalam kemampuannya memodelkan penampang melintang sungai, dan profil aliran pada sungai yang relative datar dan panjang. Akan tetapi, penelitian dengan menggunakan HEC-RAS belum pernah dilakukan dengan karakteristik sungai seperti di

Air Bengkulu. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menguji kehandalan software HEC-RAS dalam menghitung besar debit banjir yang terjadi pada sungai Air Bengkulu.

## II. METODE PENELITIAN

### A. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Air Bengkulu yang merupakan sungai yang terdapat pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Air Bengkulu (lihat Gbr. 1).

Air Bengkulu melintasi dua kabupaten yaitu Kabupaten Bengkulu Tengah dan Kota Bengkulu (BPDAS Ketahun, 2013). DAS Air Bengkulu terbagi menjadi Sub-DAS Rindu Hati, Sub-DAS Susup-Kemumu, dan Sub-DAS Bengkulu Hilir. DAS Air Bengkulu dilewati oleh sungai utama dan enam anak sungai. Sungai utama ialah Sungai Air Bengkulu dan enam anak sungai yaitu Sungai Susup, Rindu Hati, Kemumu, Pesemah, Sialang, dan Muara Kurung. Sungai Air Bengkulu bermuara di Sub-DAS Bengkulu Hilir dan bertemu langsung dengan samudra Hindia.

### B. Data

Data yang digunakan adalah data primer dan data sekunder. Jenis dan sumber data disajikan pada Tabel I.

TABEL I. DATA PENELITIAN

No	Jenis Data	Sumber Data
1	Data curah hujan dari 3 pos hujan selama 15 tahun terakhir	BWS-S VII Bengkulu
2	Peta DAS Air Bengkulu	BPDAS Bengkulu
3	Data Geometrik Sungai Air Bengkulu	<i>erathexplorer.usgs.gov</i>
4	Peta RBI tata guna lahan Kota Bengkulu	<i>tanahair.indonesia.go.id</i>
6	Peta Bangunan Perumahan Penduduk	<i>tanahair.indonesia.go.id</i>

C. Alat dan Bahan

1) Alat

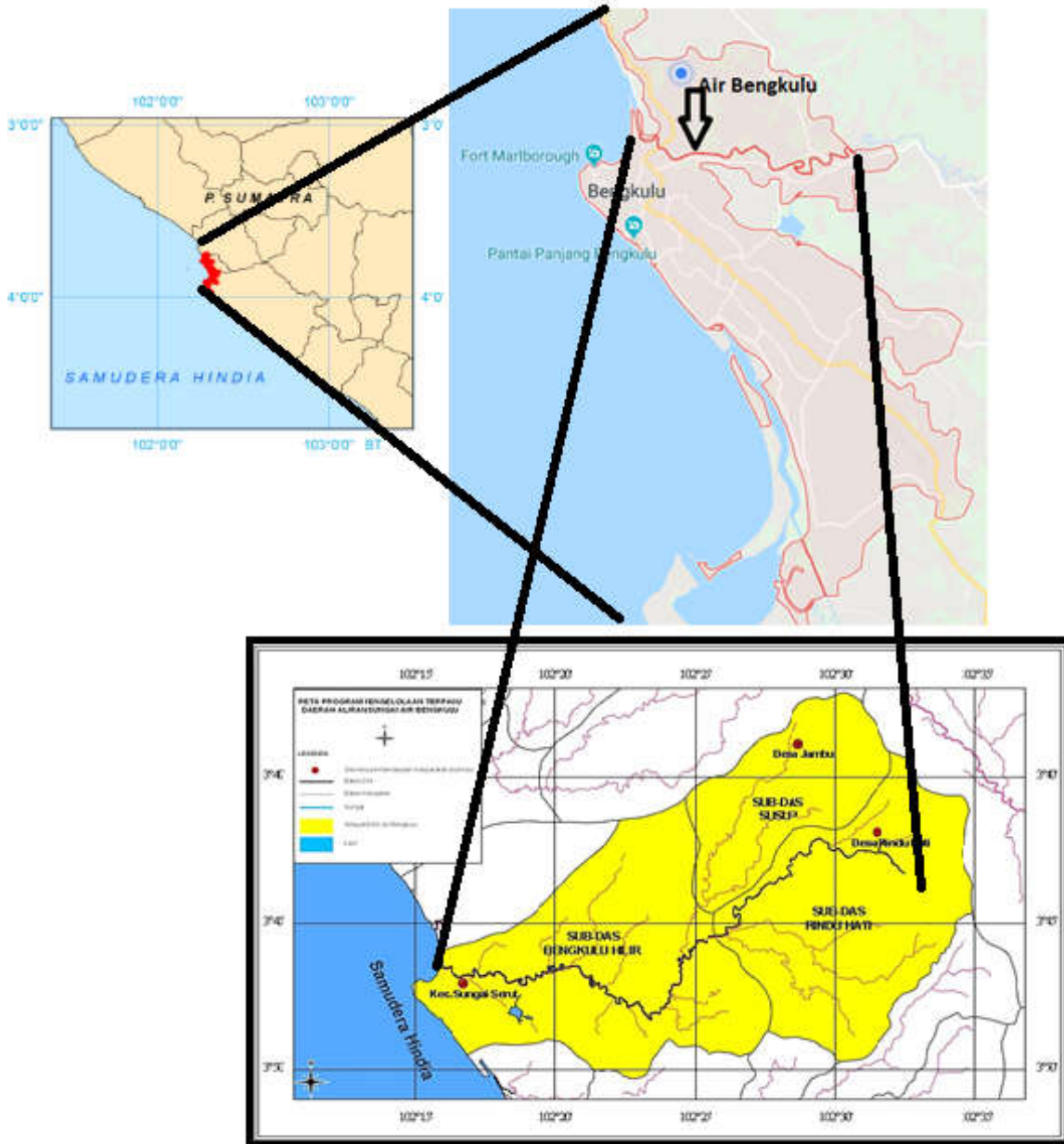
Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi perangkat keras (*Hardware*) dan Perangkat lunak (*Software*) yang disebutkan berikut:

- a. *Hardware* : Seperangkat Komputer (PC), *Printer*, Kamera untuk keperluan Dokumentasi, *Current Meter*, *Alat Meteran* dan Seperangkat *Alat Tulis*.

- b. *Software* : *ArcMap 9.3*, *Hec-GeoRAS 4.31*, *HEC-RAS 4.10*, *Microsoft Office 2013* dan *Software Google Earth Pro*.

2) Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian antara lain : *Data Curah Hujan* dari 3 pos hujan selama 15 tahun terakhir (2001 - 2015), *Peta DAS Air Bengkulu*, *DEM SRTM* resolusi 1 *Arc second* (30 m x 30 m), *Peta RBI* tata guna lahan Kota Bengkulu lembar 0912-12 skala 1:50.000, *Peta RBI* hidrografi lembar 0912-12 skala 1:50.000, *Citra Satelit* resolusi tinggi (*Quickbird quality*).



Gbr. 1. Lokasi Penelitian

D. Tahapan Pelaksanaan Penelitian

Tahapan-tahapan pelaksanaan penelitian yang akan dilakukan meliputi empat tahapan utama yang dijelaskan sebagai berikut :

1) Pengolahan data hidrologi

- 1) Menentukan curah hujan harian rata-rata dari tiga stasiun pos hujan selama 15 tahun,
- 1) Menentukan parameter statistik yaitu Deviasi standar (Sd), Koefisien kemencengan (Cs), Koefisien Kurtosis (Ck), dan Koefisien variasi (Cv),
- 2) Menentukan jenis distribusi (Gumbel Tipe I, Log Pearson Tipe III, dan Log Normal)
- 3) Menentukan banjir rencana sesuai distribusi hujan dengan persamaan antara lain,

$$X_t = \bar{X} + K_t \times S \tag{1}$$

- 4) Uji kecocokan sebaran menggunakan Chi-Kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov,
- 5) Penentuan waktu konsentrasi hujan  $T_c$  dengan rumus Kirpich.

$$t_c = 0,06628 \times L^{0,77} \times S^{-0,385} \tag{2}$$

- 7) Analisis intensitas curah hujan kala ulang 5, 10, 20, 50, 100 dan 200 Tahun, rumus yang digunakan dalam menghitung intensitas hujan adalah rumus Mononobe.

$$I_t = \frac{R_{24}}{24} \times \left[ \frac{24}{t_c} \right]^{2/3} \tag{3}$$

- 8). Menghitung Q (debit) puncak menggunakan Metode Rasional

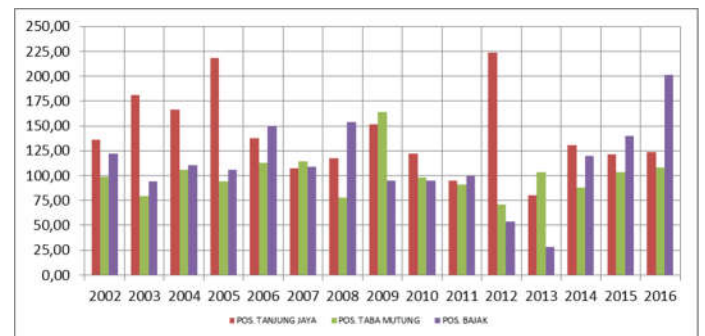
2) Pemodelan Hidrolika dengan HEC-RAS 4.1

- 1) Importing data GIS ke dalam HEC-RAS
- 2) Menentukan Manning's n pada cross-sections
- 3) Entering Flow Data and Boundary Conditions.
- 4) Running HEC-RAS
- 5) Exporting HEC-RAS Output

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Hujan

Data hujan dikumpulkan dari 3(tiga) alat ukur hujan yaitu Tanjung Jaya, Taba Mutung, Pos Bajak. Tinggi curah hujan yang terjadi pada masing-masing pos hujan disajikan pada Gbr. 2



Sumber : BMKG, 2017

Gbr. 2. Data Curah Hujan di wilayah DAS Air Bengkulu

Curah hujan yang sangat tinggi pernah terjadi di DAS Air Bengkulu yaitu pada tahun 2012 dan 2005 pada Pos Tanjung Jaya. Curah hujan dengan kategori rendah terjadi pada tahun 2013 di pos Bajak. Setelah dilakukan analisis distribusi frekuensi data hujan maka diketahui bahwa curah hujan di

No	Distribusi	Persyaratan	Hasil Hitungan	Keterangan
1	Normal	$(Xr \pm S)=68,27\%$	66,667	Tidak Memenuhi
		$(Xr \pm 2S)=95,44\%$	96,296	
		$Cs \approx 0$	0,417	
		$Ck \approx 3$	3,748	
2	Log Normal	$Cs = -0,201 = Cv^3 + 3Cv$	0,219	Tidak Memenuhi
		$Ck = 3,319 = Cv^8 + 6Cv^6 + 15Cv^4 + 16Cv^2 + 3$	3,086	
3	Gumbel	$Cs = 1,14$	0,417	Tidak Memenuhi
		$Ck = 5,4$	3,748	
4	Log Person III	-	-	Memenuhi

B. Perhitungan Debit Metode Rasional

Sebelum memulai estimasi debit puncak, terlebih dahulu mengidentifikasi nilai Intensitas curah hujan rencana dengan periode ulang T tahun ( $I_t$ ). Data - data yang diperlukan untuk perhitungan seperti nilai inputan panjang saluran utama sungai pada setiap sub DAS dan elevasi saluran pada bagian hulu serta hilir diekstraksi dari peta tutupan lahan dan peta hipsografi (kontur). Selanjutnya, Perhitungan  $I_t$  menggunakan persamaan Mononobe yang dimodifikasi untuk tiap sub DAS dan hasilnya disajikan pada tabel berikut

TABEL I. PARAMETER DAERAH PENGALIRAN PADA MASING-MASING SUB DAS

Parameter DPS	Rindu Hati	Kemumu	Bkl Hilir
Luas Daerah Pengaliran (A)	192,07 km <sup>2</sup>	98.90 km <sup>2</sup>	22.402 km <sup>2</sup>
Panjang saluran (L)	34.60 km	35.50 km	68.15 km
Elevasi hulu saluran utama	190 mdpl	190 mdpl	42 mdpl
Elevasi hilir saluran utama	18 mdpl	18 mdpl	10 mdpl

Sumber: Ervan dkk, 2017

TABEL II. HASIL PERHITUNGAN INTENSITAS HUJAN PADA MASING-MASING SUB DAS

No	Kala Ulang	Rindu Hati		Kemumu		Bengkulu Hilir	
		R (mm)	I (mm/jam)	R (mm)	I (mm/jam)	R (mm)	I (mm/jam)
1	5	129.743	11.41	129.743	10.53	129.743	4.40
2	10	141.708	12.46	141.708	11.50	141.708	4.80
3	25	156.832	13.79	156.832	12.73	156.832	5.31
4	50	168.049	14.78	168.049	13.64	168.049	5.69
5	100	179.184	15.76	179.184	14.54	179.184	6.07
6	200	190.282	16.73	190.282	15.44	190.282	6.45

TABEL III. PARAMETER STATISTIK DISTRIBUSI LOG PEARSON TYPE III

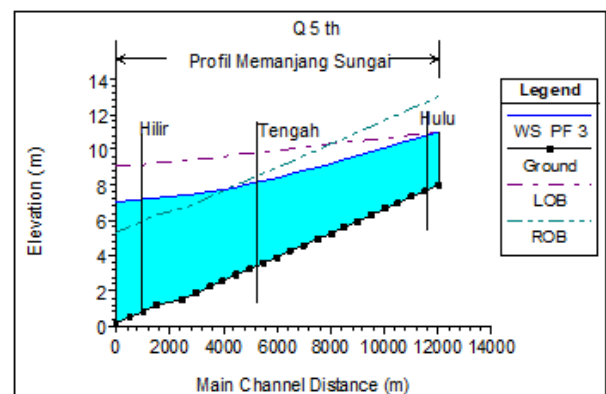
Parameter	Hasil Perhitungan
Rata-Rata ( $X_r$ )	1,253
Simpangan Baku (S)	0,091
Koefisien Skewness (Cs)	-0,201
Koefisien Kurtosis (Ck)	3,319
Koefisien Variasi (Cv)	0,073

Parameter statistik dari Tabel III digunakan untuk melihat jenis distribusi menurut analisis frekuensi dengan memperhatikan persyaratan dari tiap jenis distribusi. Hasil analisis data curah hujan di Air Bengkulu menunjukkan bahwa data hujan lebih mengikuti model distribusi Log Pearson III. Nilai dari koefisien skewness dan kurtosis tidak memenuhi untuk distribusi yang lain. Hasil perhitungan debit sungai dengan metode Rasional untuk berbagai kala Ulang disajikan pada Gbr. 3.

Pada debit rencana periode kala ulang 5 tahun dengan debit sungai sebesar 255.236 m<sup>3</sup>/s. Debit tersebut digunakan untuk perkiraan profil memanjang sungai dan penampang melintang sungai. Hasil luaran HEC-RAS disajikan pada Gbr. berikut.

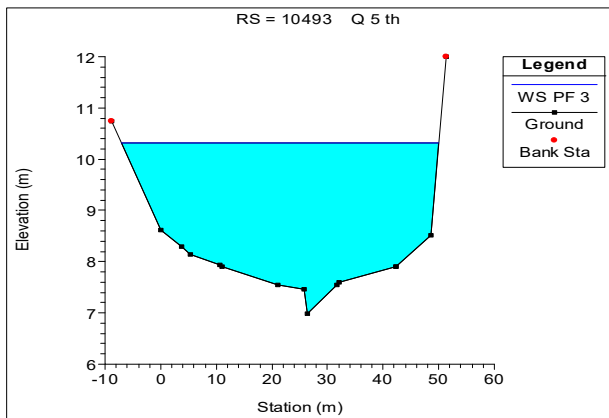


Gbr. 3. Debit Sungai Untuk Berbagai Kala Ulang

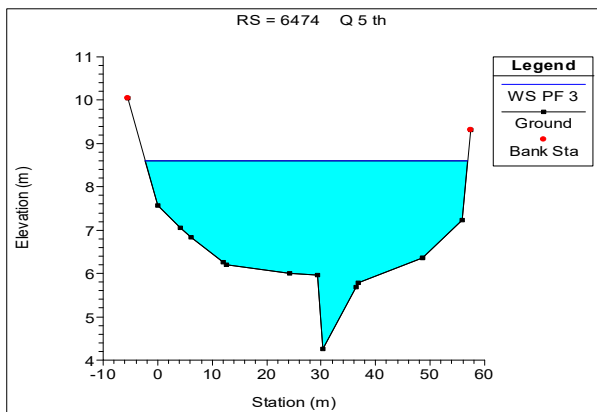


Gbr. 4. Profil Memanjang Sungai untuk Kala Ulang 5 tahun

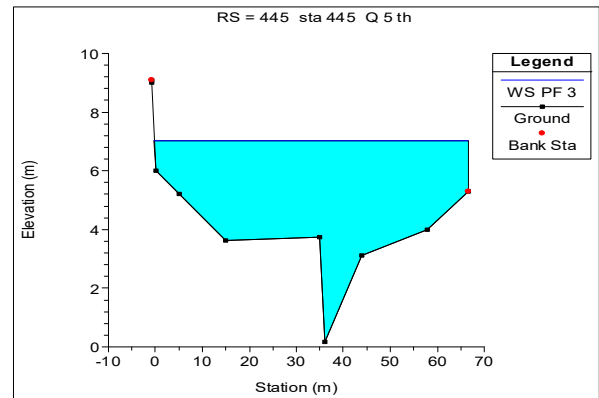
Pada Gbr. 4 diketahui bahwa penampang lintang bagian hulu dan tengah tengah masih mampu menampung debit banjir. Akan tetapi, penampang bagian hilir sudah mengalami limpasan. Gbr. 5 rinci dari masing-masing penampang adalah sebagai berikut.



Gbr. 5. Sample Penampang Hulu Sungai Q 5 tahun



Gbr. 6. Sample Penampang Tengah Sungai Q 5 tahun



Gbr. 7. Penampang hilir Sungai Q 5 th

Penampang hilir sungai pada Gbr. 7 menunjukkan bahwa penampang hilir sungai tidak mampu menampung air dan sangat berpotensi menyebabkan banjir. Hal ini ditunjukkan oleh muka air yang telah melimpas melewati garis profil sungai sisi kanan, sehingga perlu dilakukan upaya penanggulangan.

#### IV. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah HEC-RAS mampu mensimulasikan profil muka air baik profil memanjang maupun profil melintang sungai Air Bengkulu. Tingkat kehandalan software akan meningkat jika data tentang geometri sungai yang dijadikan sebagai input cukup rinci dan akurat.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Istiarto. (2014). *Modul Pelatihan HEC-RAS : SIMPLE GEOMETRY RIVER*. Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan Universitas Gajah Mada: (Tidak Diterbitkan).
- [2] Nugroho, S.E., dan Widayanto, W. 2008. *Kajian Kapasitas Kali Silandak Dengan Menggunakan Alat Bantu HEC-RAS 4.0*. UNIKA. Semarang.
- [3] Raviananda, J., dan Prasodjo, D. 2008. *Kajian Kapasitas Kali (Sungai) Wulan Dengan Menggunakan Alat Bantu HEC-RAS 4.0*. UNIKA. Semarang.
- [4] Suharyanto, Pranoto,s., Nugroho, H., dan Nugroho, P. 2001. *Sistem Peramalan Banjir Secara Spatial (Studi Kasus Pada Sungai Tuntang)*. Jurnal keairan. ISSN: 0854-4549.
- [5] BMKG, 2017, *Inventarisasi Data Curah Hujan Pos Kerjasama*, BMKG Provinsi Bengkulu
- [6] Ervan, S.I., Gunawan, G., Besperi., *Pemodelan Banjir di Sungai Air Bengkulu Hilir Menggunakan Hec-Ras Dan Gis*, Skripsi Prodi Teknik Sipil Unib, Tidak Dipublikasikan