

Analisis Metode Aliran Permukaan Langsung (*Direct Runoff*) Sungai Way Besai Menggunakan *Software* HEC-HMS

Juwita Novi Yana¹⁾
Dyah Indriana Kusumastuti²⁾
Dwi Joko Winarno³⁾

Abstract

The river is a gathering place for water in the surrounding environment which flows towards a lower place. Way Besai river is located in Sumberjaya sub-district, West Lampung district which has an area of 410.72 km². Direct runoff needs to be carried out on the Way Besai river to determine the flood hydrograph that occurs in the Way Besai river. The HEC-HMS model is a numerical hydrological model developed by the Hydrologic Engineering Center (HEC) of the US Army Corps Of Engineers.

The methods used in direct flow runoff in the HEC-HMS software are the SCS UH method, the Clark's UH method and the Snyder's UH method. The purpose of this research was to analyze the Way Besai river flood hydrograph by calculating direct runoff using these three methods. The results of this study indicate that the SCS UH method is the most suitable compared to Clark's UH method and Snyder's UH method because it produces the smallest deviation value.

Keywords : Way Besai, direct runoff flow, HEC-HMS, SCS UH, Clark's UH, Snyder's UH

Abstrak

Sungai merupakan tempat berkumpulnya air di lingkungan sekitarnya yang mengalir menuju tempat yang lebih rendah. Sungai Way Besai terletak di kecamatan Sumberjaya, kabupaten Lampung Barat yang memiliki luas 410,72 km². Limpasan aliran langsung (*Direct Runoff*) perlu dilakukan pada sungai Way Besai untuk mengetahui hidrograf banjir yang terjadi di sungai Way Besai. Model HEC-HMS merupakan model hidrologi numerik yang dikembangkan oleh *Hydrologic Engineering Center (HEC)* dari *US Army Corps Of Engineers*.

Metode yang digunakan dalam limpasan aliran langsung pada *software* HEC-HMS yaitu metode SCS UH, metode *Clark's UH* dan metode *Snyder's UH*. Tujuan dilakukannya penelitian ini untuk menganalisis hidrograf banjir sungai Way Besai dengan memperhitungkan limpasan aliran langsung menggunakan tiga metode tersebut. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa metode SCS UH paling sesuai dibandingkan metode *Clark's UH* dan metode *Snyder's UH* karena menghasilkan nilai deviasi paling kecil.

Kata kunci : Way Besai, Aliran limpasan langsung, HEC-HMS, SCS UH, *Clark's UH*, *Snyder's UH*

¹⁾ Mahasiswa pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung.

²⁾ Staf pengajar pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan. Prof. Sumantri Brojonegoro 1. Gedong Meneng Bandar Lampung.

³⁾ Staf pengajar pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan Prof. Sumantri Brojonegoro 1. Gedong Meneng Bandar Lampung.

1. PENDAHULUAN

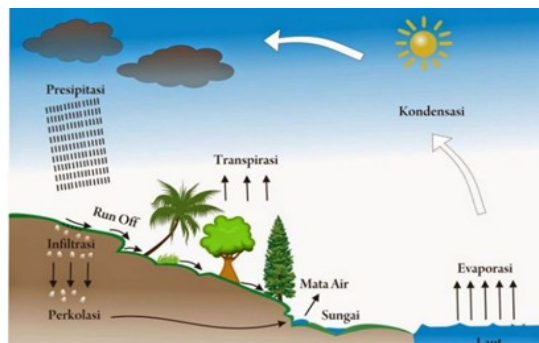
1.1. Latar Belakang

Sungai merupakan tempat berkumpulnya air di lingkungan sekitarnya yang mengalir menuju tempat yang lebih rendah (Wiwoho, 2005). DAS Way Besai terletak di kecamatan Sumberjaya, kabupaten Lampung Barat memiliki luas sekitar 410,72 km². Selain menghitung limpasan aliran langsung (*direct runoff*) diperlukan juga untuk melakukan perhitungan *baseflow* dan perhitungan *routing* (penelusuran banjir). Metode yang digunakan untuk menghitung *baseflow* yaitu *constant monthly* dan metode yang digunakan untuk menghitung *routing* yaitu *muskingum*.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Hidrologi

Hidrologi menurut Singh (1992), mengatakan bahwa hidrologi adalah ilmu yang membahas karakteristik kuantitas dan kualitas air di bumi menurut ruang serta waktu, termasuk proses hidrologi, pergerakan, penyebaran, sirkulasi tampungan, eksplorasi sampai ke tahap pengembangan dan manajemen. Siklus hidrologi adalah salah satu dari enam siklus biogeokimia yang berlangsung dan berada di bumi.



Gambar 1. Siklus Hidrologi

2.2. Analisis Frekuensi

Analisis frekuensi dapat diterapkan pada data debit sungai atau data hujan (Triatmodjo, 2008). Tahapan analisis frekuensi hujan dapat dijabarkan sebagai berikut :

1. Mencari data hujan, kemudian diurutkan dan dicari nilai terbesar dari data hujan rerata tersebut.
2. Hitung besaran statistik data yang bersangkutan ($\bar{X}$, s , C_v , C_s , C_k).
3. Menentukan jenis distribusi sebaran

Distribusi probabilitas yang sering dipakai dalam analisis hidrologi yaitu distribusi Normal, Log Normal, Gumbel dan Log Pearson III.

2.3. Aliran Permukaan Langsung

Air aliran permukaan atau *runoff* adalah bagian dari curah hujan yang mengalir di atas permukaan tanah yang menuju ke sungai, danau dan lautan.

2.4. Hidrograf

Hidrograf (*hydrograph*) adalah suatu grafik yang menunjukkan hubungan antara tinggi muka air (*stage*) atau tma, debit (*discharge*, *flow*, *streamflow*), kecepatan (*velocity*) atau karakteristik aliran air terhadap waktu.

2.5. Sistem Informasi Geografis (SIG)

Menurut Purwadhi (2008), Sistem Informasi Geografis adalah sistem komputer yang memiliki kemampuan untuk membangun, menyimpan, mengelola dan menampilkan informasi bereferensi geografis, misalnya data yang diidentifikasi menurut lokasinya dalam sebuah database.

2.6. HEC-HMS

Model hidrologi numerik untuk menghitung transformasi hujan dan proses routing tujuan untuk memprediksi keluaran pada suatu sistem DAS dengan menggunakan program HEC-HMS. HEC-HMS ini merupakan pengembangan program HEC-1. Dalam HEC-HMS terdapat fasilitas kalibrasi, kemampuan simulasi model distribusi, model kontinyu dan kemampuan membaca data GIS (Sujono, 2008).

Tabel 1. Metode Simulasi pada HEC – HMS

No.	Model	Metode
1	<i>Precipitation</i>	<i>User hyetograph</i> <i>User gage weighting</i> <i>Inverse-distance gage weights</i> <i>Gridded precipitation</i> <i>Frequency storm</i> <i>Standard project storm</i>
2	<i>Volume runoff</i>	<i>Innitial and constant-rate</i> <i>SCS curve number</i> <i>Gridded SCS curve number</i> <i>Green and Ampt</i> <i>Deficit and constant rate</i> <i>Soil moisture accounting</i> <i>Gridded SMA</i>
3	<i>Direct runoff</i>	<i>User-specified unit hydrograph (UH)</i> <i>Clark's UH</i> <i>Snyder's UH</i> <i>SCS UH</i> <i>Modclark</i> <i>Kinematic wave</i>
4	<i>Baseflow</i>	<i>Constant monthly</i> <i>Exponential recession</i> <i>Linear reservoir</i>
5	<i>Routing</i>	<i>Kinematic wave</i> <i>Lag</i> <i>Modified Puls</i> <i>Muskingum</i> <i>Muskingum-Cunge Standard Section</i> <i>Muskingum-Cunge 8- point section</i>

Sumber : *Technical Reference Manual HEC-HMS* (2000).

3. METODE PENELITIAN

3.1. Lokasi penelitian

Lokasi penelitian ini berada di DAS Way Besai yang berlokasi di Kecamatan Sumber Jaya, Kabupaten Lampung Barat, Provinsi Lampung.



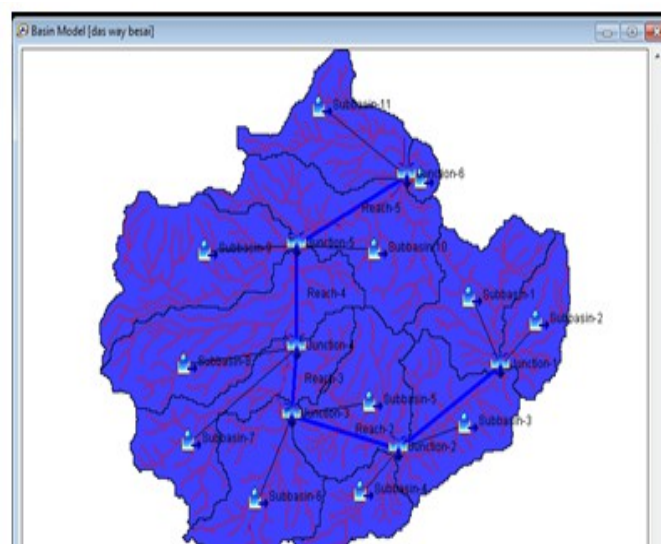
Gambar 2. Daerah Aliran Sungai Way Besai

3.2. Metodologi Penelitian

3.2.1. Model HEC-HMS

3.2.1.1. *Basin Model*

Penggambaran objek merupakan langkah awal yang harus dikerjakan dalam proses pemodelan.



Gambar 3. DAS pada *software* HEC-HMS

Gambar basin setelah dilengkapi oleh *tools subbasin*, *junction* dan *Reach* seperti gambar diatas. Selanjutnya setiap *subbasin* dilengkapi parameter-parameter *Loss*, *Transform*, *Baseflow* dan *Routing*. Parameter *Loss* dipilih *SCS Curve Number* yang nantinya dimasukkan nilai *CN (Curve Number)* yang diperoleh dari data Tata Guna Lahan dan tipe tanah.

Tabel 2. Nilai *Curve Number* dan Luas Tata Guna Lahan

No.	Tutupan Lahan	Luas (Km2)	CN	Persentase Tutupan Lahan
1	Kawasan pemukiman	3,61	79	0,18
2	Kawasan pertanian	6,75	78	0,58
3	Kawasan perkebunan	226,69	88	0,04
4	Kawasan kehutanan	173,67	70	0,05

Metode *Clark's UH* didalam program HEC-HMS dimasukkan nilai *Time of Concentration (Tc)* sebesar 3,17 dan nilai *Storage Coefficient (R)* sebesar 0,29. Metode *Snyder's UH* didalam program HEC-HMS dimasukkan nilai *Standard Lag (Tp)* dengan nilai 3,01 dan nilai *Peaking Coefficient (Cp)* dengan nilai 0,8. Parameter *Baseflow* dipilih metode *Recession* pada program HEC-HMS dimasukkan nilai *Initial Discharge* sebesar 10 m3/s *Recession Constant* sebesar 0,95 dan *Ratio to Peak* sebesar 0,25.

3.2.1.2. Meteorologic Models

Prosedur pembuatan *meteorologic models* sama dengan pembuatan *basin models* yaitu dengan cara klik *components* kemudian pilih *meteorologic model*. Data yang dimasukkan dalam *meteorologic models* yaitu data hujan rancangan dan poligon *thiessen*.

Tabel 3. Hasil Periode Kala Ulang dan Hujan Rancangan

Periode	Log R	Sd log R	k	Y=log R+k.Sd log	Rt=10^ Y
2	1,8129	0,2312	-0,1774	1,7718	59,1353
5	1,8129	0,2312	0,7468	1,9855	96,7218
10	1,8129	0,2312	1,34	2,1227	132,6436
25	1,8129	0,2312	2,0620	2,2896	194,8151
50	1,8129	0,2312	2,5783	2,4090	256,4436
100	1,8129	0,2312	3,0768	2,5243	334,4010

3.2.1.3. Control Specifications

Pembuatan *Control Specification* yaitu dengan cara klik *components* kemudian pilih *Control Specification*. Data yang dimasukkan pada *Control Specification* yaitu waktu yang akan kita *running*.

3.2.1.4. Time Series Data

Tahapan data *Time-Series* merupakan input data hujan dan data debit sebagai kontrol dari hasil *running*. Prosedur pembuatan data *Time-Series* dapat dilakukan dengan klik *Components – Time-Series Data – Precipitation Gages* dan *Discharge Gages*.

3.3. Pengumpulan Data

3.3.1. Data aliran permukaan langsung (*direct runoff*)

Data sekunder yang diperlukan untuk mendapatkan aliran permukaan langsung (*direct runoff*) adalah data topografi, luas DAS dan analisa data spasial (Tata Guna Lahan).

3.3.2. Data Hidrograf Satuan Sintetik (HEC-HMS)

Data HSS (HEC-HMS) didapat dari data sekunder seperti data curah hujan, data debit dan parameter-parameter HEC-HMS.

3.4. Alat yang Digunakan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah komputer yang dilengkapi dengan *software Microsoft Office*, SIG dan HEC-HMS.

3.5. Pelaksanaan Penelitian

Langkah pelaksanaan dilakukan dengan membagi kegiatan kedalam tahapan-tahapan berikut:

3.5.1. Pengumpulan Data

3.5.2. Pemodelan menggunakan HEC-HMS

Langkah berikutnya dengan memodelkan DAS Way Besai kedalam HEC-HMS dengan memasukkan parameter-parameter yang telah ditentukan. Pada parameter limpasan aliran langsung (*direct runoff*) akan digunakan 3 metode yang terdapat dalam *software* HEC-HMS yaitu metode SCS UH, *Clark's UH* dan *Snyder's UH*. Dari pemodelan ini akan dihasilkan hidrograf banjir dari DAS Way Besai.

3.5.3. Menganalisa ketiga metode *direct runoff* yaitu metode SCS UH, *Clark's UH* dan *Snyder's UH*.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Data Hujan

Sungai Way Besai memiliki 2 stasiun hujan yang terdiri dari stasiun hujan R 275 Fajar Bulan dan R 233 Purajaya. Data hujan yang digunakan meliputi data curah hujan harian dengan periode tahun 1977 sampai dengan tahun 2015.

4.2. Hujan Rancangan

Hujan rancangan adalah hujan harian daerah maksimum yang mungkin terjadi selanjutnya digunakan untuk perhitungan debit banjir rancangan (*flood design*). Hujan rancangan kala ulang tertentu dibutuhkan sebagai input HEC-HMS.

4.2.1. Curah Hujan Rata-rata Harian Maksimum

Data curah hujan rata-rata harian maksimum tahunan DAS Way Besai stasiun hujan R 275 Fajar Bulan dan R 233 Purajaya.

4.2.2. Pemilihan Jenis Sebaran

Berdasarkan hasil curah hujan rata-rata harian maksimum diatas maka dapat dihitung parameter statistiknya, bahwa distribusi *Log Pearson III*.

4.2.3. Perhitungan curah hujan rancangan

Nilai C_s diperoleh berdasarkan perhitungan diatas adalah 1,0864, maka nilai k dapat dihitung menggunakan tabel distribusi *Log Pearson III* (Triadmojo, 2008).

4.3. Debit Banjir Rancangan

Pembandingan antara debit terukur dan debit hasil dari HEC-HMS dapat menggunakan debit banjir rancangan, selain itu dapat digunakan sebagai pengkalibrasi parameter dalam program. Berikut langkah-langkah perhitungan debit banjir rancangan.

4.3.1. Penyiapan Data Debit

Data debit terukur yang digunakan adalah data debit 33 tahun untuk menghitung debit banjir kala ulang. Data dimulai dari tahun 1977-2003 dan tahun 2010-2015.

4.3.2. Pemilihan Jenis Sebaran

Data debit banjir rancangan dihitung menggunakan distribusi *Log Pearson III* merupakan jenis distribusi yang tepat digunakan. Parameter-parameter statistik yang diperlukan oleh distribusi *Log Pearson III* adalah (Soemarto, 1987) Harga rata-rata ($\bar{x}$), Standar deviasi (S), Koefisien kemencengan (C_s), Data digambarkan pada kertas probabilitas, Ploting

persamaan garis teoritis Selanjutnya dilakukan pengujian dengan Chi-kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov.

4.3.3. Perhitungan Debit Banjir Rancangan

Pembandingan antara debit terukur dan debit hasil dari HEC-HMS dapat menggunakan debit banjir rancangan, selain itu dapat digunakan sebagai pengkalibrasi parameter dalam program. Data debit terukur yang digunakan adalah data debit 33 tahun untuk menghitung debit banjir kala ulang. Data dimulai dari tahun 1977-2003 dan tahun 2010-2015. Parameter-parameter statistik yang diperlukan oleh distribusi *Log Pearson III* adalah (Soemarto, 1987) Harga rata-rata ($\bar{x}$), Standar deviasi (S), Koefisien kemencengan (C_s), Data digambarkan pada kertas probabilitas, Ploting persamaan garis teoritis

Selanjutnya dilakukan pengujian dengan Chi-kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov. Koefisien skewness (C_s) untuk menentukan nilai k dari data debit.

Tabel 5. Perhitungan Debit Banjir Rancangan Kala Ulang Tertentu

Periode	log x	s*log x	Cs	k	Y	X (Q) (m ³ /s)
2	1,8129	0,2312	1,9890	-0,3070	1,7419	55,19
5	1,8129	0,2312	1,9890	0,6090	1,9537	89,88
10	1,8129	0,2312	1,9890	1,3020	2,1139	129,99
25	1,8129	0,2312	1,9890	2,2190	2,3259	211,80
50	1,8129	0,2312	1,9890	2,1920	2,3197	208,78
100	1,8129	0,2312	1,9890	3,6050	2,6464	442,98

4.4. Pemodelan Hujan dengan HEC-HMS

Penelitian ini melakukan 3 kali proses *running* yaitu pada komponen *direct runoff* menggunakan metode SCS UH, metode *Snyders* UH dan metode *Clark* UH. Proses *running* program juga dilakukan pada kala ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun dan 100 tahun.. Hasil dari program HEC-HMS yang akan ditampilkan merupakan bagian hilir dari setiap *element* yaitu *element reach-5*, *subbasin-12*, dan *junction-6*. Hasil analisa debit puncak pada *junction-6* merupakan outlet pada DAS Way Besai sehingga hasilnya dapat dibandingkan dengan data debit terukur.

4.4.1. Direct Runoff metode SCS Unit Hidrograf

Parameter yang digunakan adalah nilai *time lag* (menit). Tahun 1988 untuk *running* kala ulang 2 tahun dan 5 tahun, tahun 1997 untuk *running* kala ulang 10 tahun dan 100 tahun sedangkan tahun 2000 digunakan untuk *running* kala ulang 25 tahun dan 50 tahun. Pengisian parameter *Direct Runoff* metode SCS UH dilakukan melalui *toolbar parameters - Direct Runoff - SCS UH*. Setelah memasukkan nilai *time lag* pada setiap subbasin, dilakukan *running* melalui *toolbar compute* dan perintah *create simulation run*.

Tabel 6. Deviasi Debit Banjir Menggunakan *Direct Runoff* Metode SCS UH

Kala Ulang	Waktu Puncak (Tp)	Debit Puncak (Qp) (m ³ /s)	Debit Puncak (Qp) (m ³ /s)	Deviasi (%)
2	02/08/1988	120	59,1353	102,9245
5	25/09/1988	120	96,7218	24,0672
10	02/09/1997	136,8	132,6436	3,1335
25	21/11/2000	177,1	194,8151	9,0933
50	21/11/2000	191,8	256,4436	25,2077
100	08/06/1997	353,2	334,401	5,6217
Deviasi rata-rata				28,3413

4.4.2. Direct Runoff metode Clark Unit Hidrograf

Parameter yang digunakan adalah nilai *Time of Concentration* dan nilai *Storage Coefficient*. Pengisian parameter *Direct Runoff* metode *Clark* UH dilakukan dengan melalui *toolbar parameters - Direct Runoff - Clark UH*.

Tabel 7. Deviasi Debit Banjir Menggunakan *Direct Runoff* Metode *Clark UH*

Kala Ulang	Waktu Puncak (Tp)	Debit Puncak (Qp) (m ³ /s)	Debit Puncak (Qp) (m ³ /s)	Deviasi (%)
2	02/08/1988	120	59,1353	102,9245
5	25/09/1988	120	96,7218	24,0672
10	02/09/1997	136,8	132,6436	3,1335
25	21/11/2000	177,1	194,8151	9,0933
50	21/11/2000	191,8	256,4436	25,2077
100	08/06/1997	353,2	334,401	5,6217
Deviasi rata-rata				28,3413

4.4.3. *Direct Runoff* Metode *Snyder's Unit Hidrograf*

Parameter yang digunakan adalah nilai *Time Lag Snyder's* dan nilai *Peaking Coefficient*. Pengisian parameter *Direct Runoff* metode *Snyder's UH* dilakukan dengan melalui *toolbar parameters - Direct Runoff - Snyder's UH standard*.

Tabel 8. Deviasi debit banjir menggunakan *direct runoff* metode *Snyder's Unit Hidrograf*

Kala Ulang	Waktu Puncak (Tp)	Debit Puncak (Qp) (m ³ /s)	Debit Puncak (Qp) (m ³ /s)	Deviasi (%)
2	02/08/1988	120	59,1353	102,9245
5	25/09/1988	120	96,7218	24,0672
10	02/09/1997	120	132,6436	9,532
25	21/11/2000	186,5	194,8151	4,2682
50	21/11/2000	203,1	256,4436	20,8013
100	08/06/1997	413,1	334,401	23,5343
Deviasi rata-rata				30,8546

5. KESIMPULAN

Hasil dari pemodelan HEC-HMS dengan *Direct Runoff* (Aliran Limpasan Langsung) menggunakan 3 metode, maka hasil pada metode SCS UH didapat deviasi sebesar 28,3413 %, metode *Clark UH* dan metode *Snyder's UH* didapat deviasi sebesar 30,8546 %.

Pemodelan HEC-HMS dengan *Direct Runoff* (Aliran Limpasan Langsung) pada DAS Way Besai menggunakan 3 metode yaitu SCS UH, *Clark UH* dan *Snyder's UH* yang paling sesuai adalah SCS UH dikarenakan menghasilkan deviasi paling kecil yaitu sebesar 28,3413 %.

DAFTAR PUSTAKA

- Purwadhi, Sri Hardiyanti, 2008. *Interpretasi Citra Digital*. Grasindo Penerbit PT Gramedia Widiasarana Indonesia, Jakarta.
- Singh, P. V., 1992. *Elementary Hydrology*. Prentice-Hall Engewood Cliffs, New Jersey.
- Soemarto, C. 1987. *Hidrologi Teknik*. Usaha Nasional: Surabaya.
- Sujono, Joko. 2008. *Petunjuk Singkat Aplikasi Hec-HMS Versi 3.2*. Universitas Gajah Mada : Yogyakarta.
- Triatmodjo, Bambang. 2008. *Hidrologi Terapan*. Beta Offset: Yogyakarta.
- USACE. 2000. *Hydrologic Modelling System HEC HMS Technical Reference*
- Wiwoho, 2005, *Model Identifikasi Daya Tampung Beban Cemaran Sungai Dengan QUAL2E* . Tesis. Universitas Diponegoro. Semarang.