

Kalibrasi Satu Dan Dua Parameter Pada Debit Banjir Di Sub-DAS Rokan Menggunakan Program HEC-HMS

Yesy Dian Permatasari¹⁾, Yohanna Lilis Handayani²⁾, Sigit Sutikno²⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, ²⁾Dosen Jurusan Teknik Sipil

Fakultas Teknik Universitas Riau, Pekanbaru 28293

Email : Yesydian@gmail.com

Abstract

Floods occurred in Rokan Hulu are due to heavy rainfall with fairly long duration and high rainfall. The main difficulty encountered in the analysis of river flooding in Rokan Hulu is due to limited availability of data. An alternative to overcome these limitations is to use a hydrological model. In this research was used as a calibration adjustment process model parameter values to obtain a result of the same model or close observation. This study aims to look at the characteristics of the calibration using rainfall data and flow data hourly to the Transform Method Clark Unit hydrograph and Transform Method Snyder Unit Hydrograph, by using hydrologic Engineering Center Modeling System (HEC-HMS). The best result of the calibration is to use two parameters, the results of two-parameter calibration method Transform Method Clark unit hydrograph has the result Different Percent Peak = 0.0 and Different Volume = -7.67 and methods Transform Method Snyder unit hydrograph have results Different Percent Peak = 0.0 and Different Percent Volume = -23.43. From the results of the calibration is the best method is Transform Method Clark Unit Hydrograph.

Keywords: DAS, debit, HEC-HMS

I. PENDAHULUAN

Sungai Rokan yang terletak di Kabupaten Rokan Hulu Provinsi Riau merupakan salah satu sungai yang sering mengalami luapan air setiap tahunnya yang mengakibatkan banjir. Banjir yang terjadi pada tahun 2013 mengakibatkan sejumlah rumah penduduk mengalami kerusakan, wilayah Kecamatan Rokan IV Koto juga mengalami banjir. Puluhan rumah terendam banjir yang disebabkan meluapnya sungai Rokan tersebut. Berdasarkan informasi yang didapatkan dari camat Rokan IV Koto Ridarmanto menyebutkan bahwa ada 30 rumah warga desa Koto Ruang, 45 rumah warga kelurahan Rokan dan 12 rumah warga desa Lubuk Bendahara juga terendam banjir. (Anonim, 2013).

Penyebab utama terjadinya banjir di Kabupaten Rokan Hulu yaitu dikarenakan hujan deras dengan durasi

yang cukup lama. Serta luapan mengakibatkan desa dan kecamatan mengalami banjir hingga ke daerah pemukiman penduduk.

Permasalahan utama yang dihadapi dalam analisis banjir di sungai Rokan, Kabupaten Rokan Hulu adalah karena ketersediaan data yang sangat terbatas. Salah satu alternatif untuk mengatasi keterbatasan tersebut adalah dengan pemanfaatan model hidrologi.

Berbagai model simulasi hidrologi yang menerangkan proses perubahan masukan hujan menjadi luapan Daerah Aliran Sungai (DAS) berupa debit sungai telah banyak dikembangkan, salah satunya adalah HEC-HMS (*Hydrologic Engineering Center-Hydrologic Modelling System*). HEC-HMS adalah program yang dirancang untuk mensimulasikan respon hidrologi dalam bentuk aliran limpasan permukaan dari

suatu DAS dengan curah hujan sebagai komponen masukannya. Hasil keluaran program adalah perhitungan hidrograf aliran sungai pada lokasi yang dikehendaki dalam DAS (Risyanto, 2007).

Akan sangat berguna apabila pemodelan ini diaplikasikan pada DAS yang terdapat di Provinsi Riau, agar dapat diketahui suatu hubungan antara hujan dan aliran di Sub DAS Rokan Stasiun Lubuk Bendahara Kecamatan Rokan IV Koto Kabupaten Rokan Hulu. Sehingga dari hubungan ini dapat digunakan untuk memprediksi suatu kejadian banjir dari data hujan yang diperoleh. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghitung *Error Peak* kalibrasi dan menentukan metod terbaik dalam karakteristik kalibrasi.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Daerah aliran sungai (DAS) adalah daerah yang dibatasi oleh punggung- punggung gunung atau pegunungan dimana air yang jatuh di daerah tersebut akan mengalir menuju sungai utama pada suatu titik stasiun yang ditinjau. DAS ditentukan dengan menggunakan peta topografi yang dilengkapi dengan garis-garis kontur. Garis-garis kontur dipelajari untuk menentukan arah dari limpasan permukaan. Limpasan berasal dari titik-titik tertinggi dan bergerak menuju titik-titik lebih rendah dalam arah tegak lurus dengan garis-garis kontur. Daerah yang dibatasi oleh garis yang menghubungkan titik-titik tertinggi tersebut adalah DAS. Air hujan yang jatuh didalam DAS akan mengalir menuju sungai utama yang ditinjau, sedang yang jatuh diluarnya akan mengalir ke sungai lain disebelahnya (Triatmodjo, 2010).

Debit adalah volume air (volume) yang mengalir melalui suatu penampang dalam waktu tertentu, umumnya dinyatakan dalam satuan volume/waktu yaitu ($m^3/detik$). Pengukuran debit pada

waktu-waktu tertentu dapat digunakan sebagai bahan analisis karena semakin banyak pengukuran dilakukan maka keakuratan dan ketelitian akan dicapai.

Limpasan air dari suatu DAS yang besar biasanya dimonitor dengan alat yang disebut *Automatic Water Level Recorder* (AWLR). Alat ini mengukur tinggi muka air sungai secara terus menerus. Perubahan kondisi permukaan air sungai dalam jangka waktu yang panjang akan dapat diketahui dengan mengadakan pengamatan permukaan air

Perhitungan nilai debit dilakukan dengan menggunakan lengkung debit di Stasiun Lubuk Bendahara, rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$Q = 80,678 \times (H - 0,22)^{1,43} \quad 1$$

dengan :

Q = debit (m^3/d),

H = tinggi elevasi (m).

Program HEC-HMS adalah model hidrologi numerik yang dikembangkan oleh *Hydrologic Engineering Centre (HEC)* dari *US Army Corps Of Engineers* dalam bentuk program komputer, struktur pembangunan model HEC-HMS terdiri dari enam komponen, antara lain model hujan, model volume limpasan, model limpasan langsung, model aliran dasar, model penelusuran aliran dan model *Water-Control Measure* yang meliputi *Diversions* dan *Storage Facilities*. Masing-masing komponen model tersebut didukung oleh beberapa metode perhitungan yang dapat dipilih dan ditentukan oleh *User* berdasarkan ketersediaan data simulasi pada suatu DAS. Pada model HEC-HMS hampir semua parameter fisik DAS telah diakomodasi dalam sub-sub model. Menurut USACE (2001), tingkat akurasi hasil simulasi model tergantung pada ketersediaan data dan metode yang dipilih oleh *User*. Dalam *Software HEC-HMS* terdapat fasilitas kalibrasi maupun

simulasi model distribusi, model menerus dan kemampuan membaca data GIS.

Penyusunan *basin model* merupakan salah satu tahap penting dalam analisa sistem hidrologi menggunakan HEC-HMS. Dalam basin model, perlu disusun konfigurasi yang menggambarkan representasi fisik dari suatu DAS berdasarkan elemen-elemen hidrologi.

Terdapat tujuh elemen hidrologi yang tersedia dalam HEC-HMS, yaitu: *Sub basin, Reach, Reservoir, Junction, Diversion, Source, dan Sink*. Elemen hidrologi yang digunakan pada pemodelan ini adalah : *Sub basin*, dan *Sink*.

Bagian dari curah hujan yang hilang pada suatu DAS akibat proses infiltrasi, intersepsi, evaporasi dan bentuk kehilangan lainnya sebelum menjadi limpasan (*Precipitation Loss*) dianalisis dalam *Loss Model* . Dan pada dasarnya perhitungan *Loss model* bertujuan untuk mencari curah hujan efektif, yaitu suatu curah hujan yang menyebabkan terjadinya limpasan. Untuk menentukan metode yang akan digunakan dalam pemodelan sebaiknya disesuaikan pada kecocokan penerapan metode pada daerah yang bersangkutan dan ketersediaan data pada daerah tersebut.

Metode yang dapat digunakan untuk menentukan kehilangan hujan dalam program HEC-HMS yaitu : *Deficit and Constant, Exponential, Green and Ampt, Gridded SCS Curve Number, Gridded Soil Moisture Accounting, Initial and Constant, SCS Curve Number, Smith Parlange, Soil Moisture Accounting*.

Pada penelitian ini perhitungan dilakukan menggunakan metode *Initial and Constant*, Konsep dasar dari metode ini memperhitungkan rata-rata kehilangan air hujan yang terjadi selama hujan berlangsung. Air hujan yang jatuh akan diinfiltrasi atau dievaporasikan, hal ini akan sangat berpengaruh pada debit banjir yang akan mengalir pada sungai

tersebut. Metode ini terdiri dari satu parameter (*Constant Rate*) dan satu kondisi yang telah ditentukan (*Initial Loss*), yang menggambarkan keadaan fisik DAS seperti tanah dan tata guna lahan.

Model limpasan langsung didalam model HEC-HMS mengikuti prinsip hidrograf satuan dengan asumsi sebagai berikut : hujan terjadi merata diseluruh DAS (*Evenly Distributed*) dan intensitas tetap pada setiap interval waktu (*Constant Intensity*), hujan terjadi kapanpun tidak berpengaruh pada proses transformasi hujan menjadi debit atau hidrograf (*Time Invariant*) (Tunas, 2005).

Beberapa metode *Transform* yang tersedia pada program HEC-HMS, yaitu: *Clark Unit Hydrograph, Kinematik Wave, Modclark, SCS Unit Hydrograph, Snyder Unit Hydrograph, User-Specified S-Graph, dan User-Specified Unit Hydrograph*. Pada penelitian ini akan digunakan metode *Transform Method Clark Unit Hydrograph* dan *Transform Method Snyder Unit Hydrograph*.

Dua komponen utama penyusun hidrograf aliran di saluran (sungai) adalah limpasan langsung dan aliran dasar (*Base Flow*). Aliran dasar merupakan aliran yang berasal dari air tanah dan selalu tersedia setiap saat. Aliran dasar terjadi akibat limpasan yang berasal dari suatu kejadian presipitasi terdahulu yang tersimpan secara temporer dalam suatu DAS, ditambah dengan limpasan subpermukaan yang tertunda dari suatu kejadian hujan (*Technical Reference Manual*, 2000).

Komponen utama dalam penyusunan hidrograf aliran di saluran (sungai) adalah limpasan langsung dan aliran dasar (*Base Flow*), pada penelitian tugas akhir ini metode *Base Flow* menggunakan *Recession*.

Presipitasi adalah istilah umum untuk menyatakan uap air yang mengkondensasi dan jatuh dari atmosfer ke bumi dalam segala bentuknya dalam

rangkaian siklus hidrologi. Jika air yang jatuh berbentuk cair disebut hujan (*rainfall*) dan jika berupa padat disebut salju (*Snow*) (Suripin, 2003).

Metode analisis presipitasi yang digunakan sebagai salah satu masukan HEC-HMS adalah metode *Specified Hyetograph*, yaitu menentukan bobot curah hujan untuk setiap satu titik pengamatan sebagai dasar perhitungan curah hujan wilayah. Curah hujan harian yang diperoleh diubah menjadi data curah hujan jam-jaman dengan menggunakan metode Rasio Mononobe (Gufrión, 2014).

Rumus Mononobe :

$$I = \frac{R_{24}}{24} \cdot \left[\frac{24}{t} \right]^2 \quad 2$$

dengan :

I = Intensitas curah hujan t (mm/jam),

R_{24} = Curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm),

t = Lamanya curah hujan (jam).

Menurut Indarto (2010), fenomena hidrologi sangatlah kompleks, dan mungkin sulit untuk dapat dipahami seluruhnya. Untuk dapat memahami fenomena yang ada di alam, kita membutuhkan suatu abstraksi (penyederhanaan). Tujuan dari model hidrologi adalah untuk mempelajari siklus air yang ada di alam dan meramalkan outputnya.

Kalibrasi terhadap suatu model adalah proses pemilihan kombinasi parameter. Dengan kata lain, proses optimalisasi nilai parameter untuk meningkatkan koherensi antara respons hidrologi DAS yang teramati dan tersimulasi. Dalam koherensi (ketepatan antara yang terukur dan terhitung) dapat diamati secara kualitatif, misalnya dengan membandingkan hidrograf debit terukur dan terhitung. Pada umumnya koherensi ini dinilai secara kuantitatif (Indarto, 2010).

Model kalibrasi merupakan suatu proses penyesuaian nilai-nilai parameter model sampai diperoleh suatu hasil

model yang sama atau mendekati hasil pengamatan. Metode yang digunakan dalam program HEC-HMS adalah *Objective Functions*.

Tabel 1. Metode Perhitungan *Objective Function*

Kriteria	Persamaan
Sum of absolute errors	$Z = \sum_{i=1}^{NQ} q_o(i) - q_s(i) $
Sum of squared residuals	$Z = \sum_{i=1}^{NQ} q_o(i) - q_s(i) ^2$
Percent error in peak	$Z = 100 \left \frac{q_s(\text{peak}) - q_o(\text{peak})}{q_o(\text{peak})} \right $
Peak-weighted root mean square error objective function	$Z = \left\{ \frac{1}{NQ} \left[\sum_{i=1}^{NQ} (q_o(i) - q_s(i))^2 \left(\frac{q_o(i) + q_o(\text{mean})}{2 q_o(\text{mean})} \right) \right] \right\}^{1/2}$

Sumber : USACE (2000)

dengan :

Z = *objective function*,

NQ = jumlah ordinat hidrograf hasil perhitungan,

$q_o(i)$ = debit observasi,

$q_s(i)$ = debit hasil perhitungan,

$q_o(\text{peak})$ = debit puncak observasi,

$q_o(\text{mean})$ = rata-rata debit observasi, dan

$q_s(\text{peak})$ = debit puncak hasil perhitungan.

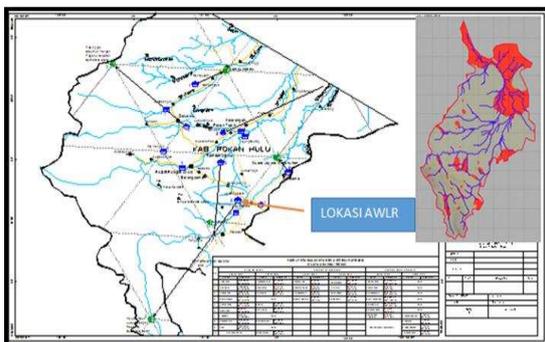
Program HEC-HMS menyediakan fitur *Optimization Manager* yang berguna untuk mengestimasi semua nilai parameter secara otomatis. Untuk melakukannya diperlukan data debit hasil pengamatan. Metode yang digunakan dalam HEC-HMS adalah *Objective Functions*, nilai parameter kalibrasi dalam penelitian ini menggunakan kriteria *Percent Error In Peak*.

Objective Functions merupakan suatu ukuran kuantitatif bagi *Goodness-Of-Fit* yang menunjukkan derajat keragaman antara hidrograf hasil perhitungan dengan data pengamatan. *Search Methods* digunakan untuk meminimalkan *Objective Function* dan mendapatkan nilai parameter yang paling sesuai, dalam penelitian ini menggunakan *Search Methods Univariate-Gradient Search Algorithm*.

Dalam proses kalibrasi ini, diharapkan dapat menentukan nilai parameter-parameter dari karakteristik DAS, daerah penelitian seperti *Initial Loss*, *Transform Method*, dan *Base Flow*, sehingga akhirnya memperoleh hasil yang paling mendekati dengan kondisi di lapangan. Parameter yang digunakan sebagai acuan dalam proses kalibrasi ini adalah nilai dari debit banjir Hidrograf Satuan Sintetik *Snyder* dan *Clark* pada DAS daerah penelitian. Nilai debit banjir HSS *Snyder* dan *Clark* ini dikalibrasi dengan nilai debit banjir yang dihasilkan oleh perhitungan HEC-HMS, sebaran dari kedua nilai inilah yang perlu diperhatikan. Semakin kecil sebarannya, maka semakin baik kualitas pemodelan yang telah dilakukan. Berikut adalah tabel nilai parameter-parameter yang diizinkan dalam pemodelan HEC-HMS.

III. METODOLOGI PENELITIAN

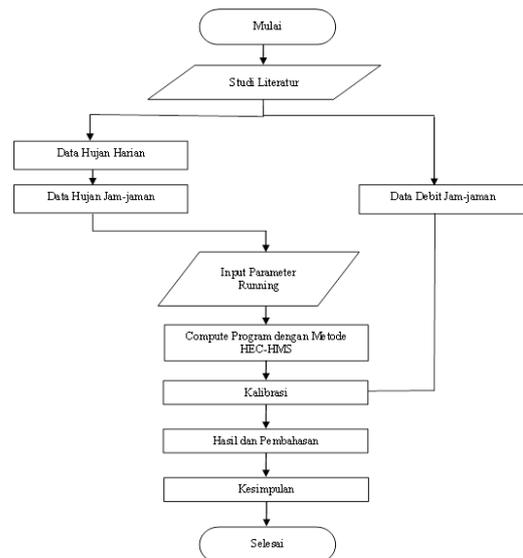
Penelitian dilakukan pada DAS Rokan Stasiun AWLR Lubuk Bendahara. Stasiun Lubuk Bendahara secara administrasi terletak di Provinsi Riau, Kabupaten Rokan Hulu, Kecamatan Rokan IV Koto dengan letak geografis $00^{\circ} 41' 29''$ LS dan $100^{\circ} 13' 14''$ BT. Stasiun ini memiliki luas daerah aliran sungai sebesar 3196 km^2 seperti diperlihatkan pada Gambar 1. berikut ini.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Sumber: Kementerian PU Republik Indonesia, 2013

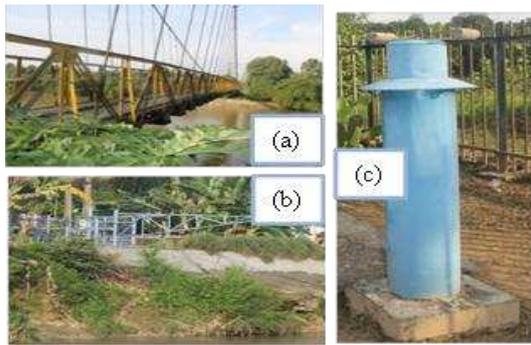
Tahapan yang akan dilakukan dalam penyelesaian tugas akhir ini dapat dilihat dalam bagan alir pada Gambar 2 berikut ini.



Gambar 2 Bagan Alir Penelitian

Studi literatur merupakan suatu studi kepustakaan untuk mendapatkan dasar-dasar teori, referensi terkait, serta langkah-langkah penelitian yang berkaitan dengan penggunaan pemodelan program HEC-HMS yang diambil dari berbagai buku, *website*, dan jurnal.

Data yang digunakan pada penelitian ini berupa data AWLR, data curah hujan harian dan data debit di stasiun hujan Lubuk Bendahara pada tahun 2012 yang diubah kedalam data jam-jaman, dan data lapangan lainnya yaitu posisi AWLR dan data sekunder kejadian banjir didapat dengan melakukan survei lapangan seperti Gambar 3 berikut ini. DAS Rokan Stasiun Lubuk Bendahara, Kecamatan Rokan IV Koto yang terletak di Kabupaten Rokan Hulu Provinsi Riau memiliki luas daerah aliran sungai sebesar 3196 km^2 (Karunia, 2016).



Gambar 3 (a) Sungai Batang Rokan, (b) Alat Pengukur Elevasi Muka Air Otomatis (AWLR), (c) Alat Pengukur Data Curah Hujan Sistem Telemetri di Stasiun Lubuk Bendahara

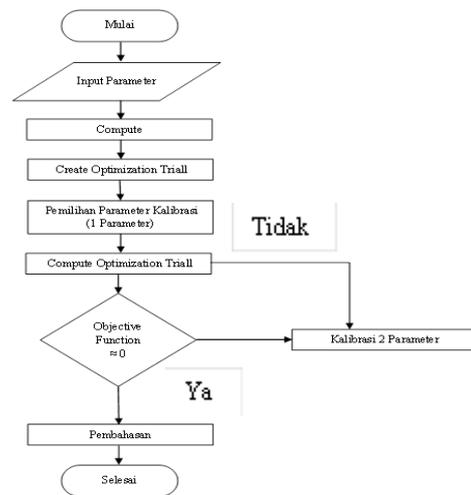
Sumber : Survei Lapangan, 11 Mei 2015

Input Parameter *Running* adalah data debit yang diperoleh dari Balai Wilayah Sungai Sumatera III Provinsi Riau masih dalam bentuk grafik elevasi AWLR dengan satuan sentimeter sehingga harus dikonversi kedalam satuan meter kemudian diubah menjadi data debit dengan memasukkan nilai elevasi (H) kedalam rumus lengkung debitnya pada Stasiun Lubuk Bendahara, dan data curah hujan yang diperoleh dari Balai Wilayah Sungai Sumatera III Provinsi Riau adalah data curah hujan harian, dan dalam penelitian tugas akhir ini data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan jam-jaman sehingga dalam hal ini data curah hujan harian diubah menjadi data hujan jam-jaman dengan menggunakan metode Rasio Mononobe.

Kalibrasi dilakukan dengan *Objective Function Percent Error In Peak* yang mengacu pada metode *Transform Method Clark Unit Hydrograph* dan *Transform Method Snyder Unit Hydrograph*. Pertama adalah mengkalibrasi dengan menggunakan satu parameter dahulu, satu parameter yang dikalibrasi pada setiap metode *Transform*.

Tahapan kalibrasi dapat dilihat pada Gambar 4 Tahapan pertama

menginput parameter yang akan digunakan pada kalibrasi seperti tanggal, waktu, serta parameter yang dikalibrasi, *compute* setelah itu membuat *creat* baru pada *Optimization Triall Manager*, selanjutnya pemilihan parameter kalibrasi yaitu satu parameter, lalu *Compute Optimize triall*, tujuannya untuk melihat hasil kalibrasi menggunakan satu parameter apakah *Percent Difference* mendekati nol yang berarti *error* atau kesalahan yang diperoleh kecil. Apabila hasil *Percent Difference* mendekati nol maka langsung pembahasan dan selesai, tetapi apabila hasil *Percent Difference* belum mendekati nol maka akan dilakukan kalibrasi kembali dengan menggunakan dua parameter, setelah itu mengecek kembali hasil *Percent Difference* jika sudah mendekati nol atau sudah nol maka langsung masuk ke pembahasan dan selesai.



Gambar 4. Bagan Alir Kalibrasi

Pada pemodelan HEC-HMS penyusunan basin model merupakan salah satu tahap penting dalam analisa sistem hidrologi dengan menggunakan HEC-HMS. Dalam basin model, perlu disusun konfigurasi yang menggambarkan representasi fisik dari suatu DAS berdasarkan elemen-elemen hidrologi. Proses hujan-debit dalam program HEC-HMS versi 4.0 dapat dijelaskan seperti tahapan di bawah ini.

Langkah yang dilakukan dalam input parameter dengan pemodelan HEC-HMS adalah sebagai berikut :

1. Membuat *project* baru
2. *Basin Model Manager*
 - a. *Basin Model*
 - b. *Loss Model*
 - c. *Transform*
 - d. *Base Flow*
3. *Meteorologic Model Manager*
4. *Control Specification Manager*
5. *Time-Series Data Manager*
6. *Running Model*
7. Kalibrasi

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data debit harian dari AWLR Stasiun Lubuk Bendahara DAS Rokan pada tahun 2012 diperoleh dari Balai Wilayah Sungai Sumatera III Bagian Hidrologi Provinsi Riau. Data AWLR yang digunakan dalam penelitian ini adalah data debit sungai jam-jaman pada tanggal 28 Oktober 2012 – 29 Oktober 2012 pada Pukul 14:00–22:00 WIB.

Contoh perhitungan pada tanggal 28 Oktober 2012 pada Pukul 14:00 WIB perhitungan nilai debit dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Q = 80,678 \times (H - 0,22)^{1,43}$$

$$= 80,678 \times (1,96 - 0,22)^{1,43}$$

$$= 178,13 \text{ m}^3/\text{detik}.$$

Perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Data Debit Jam-jaman Sub DAS Rokan Stasiun Lubuk Bendahara Oktober 2012

No.	Tanggal	Waktu	Elevasi (cm)	Elevasi (m)	Debit (m ³ /detik)
1	28/10/2012	14:00	196	1,96	178,13
2	28/10/2012	15:00	197	1,97	179,6
3	28/10/2012	16:00	198	1,98	181,07
4	28/10/2012	17:00	204	2,04	189,96
5	28/10/2012	18:00	207	2,07	194,45
6	28/10/2012	19:00	210	2,1	198,98
7	28/10/2012	20:00	220	2,2	214,28
8	28/10/2012	21:00	229	2,29	228,35
9	28/10/2012	22:00	235	2,35	237,87
10	28/10/2012	23:00	238	2,38	242,67

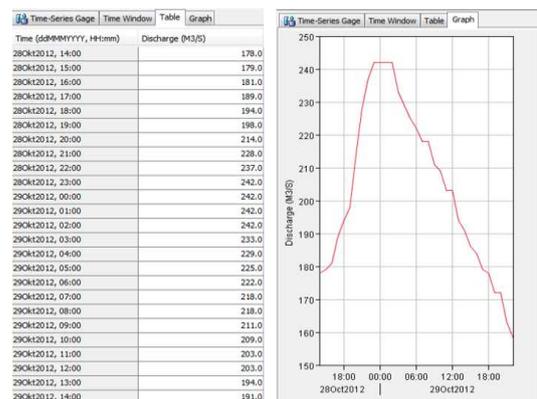
Sumber : Hasil Perhitungan, 2016

Tabel 4. (Sambungan)

No.	Tanggal	Waktu	Elevasi (cm)	Elevasi (m)	Debit (m ³ /detik)
11	29/10/2012	0:00	238	2,38	242,67
12	29/10/2012	1:00	238	2,38	242,67
13	29/10/2012	2:00	238	2,38	242,67
14	29/10/2012	3:00	232	2,32	233,09
15	29/10/2012	4:00	230	2,3	229,92
16	29/10/2012	5:00	227	2,27	225,2
17	29/10/2012	6:00	225	2,25	222,06
18	29/10/2012	7:00	223	2,23	218,94
19	29/10/2012	8:00	223	2,23	218,94
20	29/10/2012	9:00	218	2,18	211,19
21	29/10/2012	10:00	217	2,17	209,65
22	29/10/2012	11:00	213	2,13	203,53
23	29/10/2012	12:00	213	2,13	203,53
24	29/10/2012	13:00	207	2,07	194,45
25	29/10/2012	14:00	205	2,05	191,45
26	29/10/2012	15:00	202	2,02	186,98
27	29/10/2012	16:00	200	2	184,02
28	29/10/2012	17:00	197	1,97	179,6
29	29/10/2012	18:00	196	1,96	178,13
30	29/10/2012	19:00	192	1,92	172,3
31	29/10/2012	20:00	192	1,92	172,3
32	29/10/2012	21:00	186	1,86	163,67
33	29/10/2012	22:00	182	1,82	158

Sumber : Hasil Perhitungan, 2016

Pada Gambar 5 disajikan tampilan input data debit serta gambar hidrograf data debit Stasiun Lubuk Bendahara tahun 2012 dengan menggunakan *Transform Method Clark Unit Hydrograph* dan *Transform Method Snyder Unit Hydrograph* pada program HEC-HMS. Dari gambar dapat dilihat bahwa data debit sebagai data masukan dimulai pada tanggal 28 oktober 2012 pukul 14:00 sampai 29 oktober 2012 pukul 22:00.



Gambar 5. Tampilan Input Nilai Debit

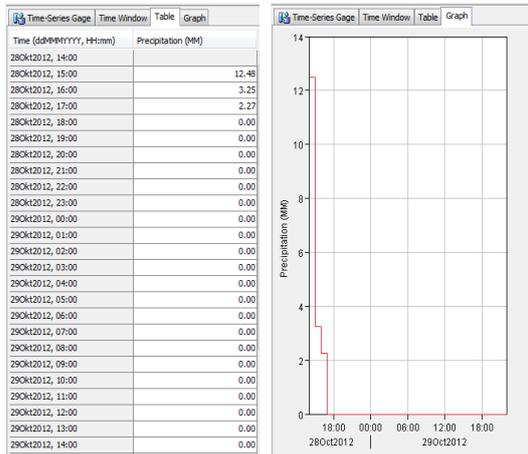
Sumber : Hasil Program HEC-HMS ver. 4.0, 2016

Metode yang digunakan dalam analisis presipitasi sebagai salah satu masukan HEC-HMS adalah metode *User Gage Weights*. Dalam penelitian ini digunakan data curah hujan harian yang diubah menjadi data curah hujan jam-jaman dengan menggunakan metode Mononobe dengan asumsi hujan terjadi selama 3 jam.

Presipitasi adalah salah satu input data kedalam program HEC-HMS dengan

data curah hujan jam-jaman. Data curah hujan jam-jaman yang digunakan pada program ini yaitu menggunakan hujan dengan durasi 3 jam yang dapat dilihat pada Gambar 6 berikut ini.

Gambar 6. Data Input Curah Hujan Jam-Jaman Dengan Durasi 3 Jam



Sumber : Hasil Program HEC-HMS ver. 4.0, 2016

Metode yang digunakan pada tahapan kalibrasi ini adalah *Transform Method Clark Unit Hydrograph* dan *Transform Method Snyder Unit Hydrograph* yang menggunakan satu parameter serta dua nilai *Initial Value* yang berbeda.

Tabel 3. Kalibrasi Satu Parameter *Transform Method Clark Unit Hydrograph Base Flow 100*

No.	Metode	Parameter	Initial	Initial
			Value	Value
			1	2
1	Loss	Constant Rate	8	19
2	Loss	Initial Loss	9	19
3	Transform	Storage Coefficient	0,2	19
4	Transform	Time Of Concentration	9	19
5	Base Flow	Initial Discharge	100	19
6	Base Flow	Recession Constant	0,7	19
7	Base Flow	Thereshold Discharge	140	19

Sumber : Hasil Program HEC-HMS ver. 4.0, 201

Tabel 4. Kalibrasi Satu Parameter *Transform Method Snyder Unit Hydrograph Base Flow 100*

No.	Metode	Parameter	Initial Value 1	Initial Value 2
1	Loss	Constant Rate	8	6
2	Loss	Initial Loss	9	6
3	Transform	Peaking Coefficient	0,2	6
4	Transform	Standard Lag	9	6
5	Base Flow	Initial Discharge	100	6
6	Base Flow	Recession Constant	0,7	6
7	Base Flow	Thereshold Discharge	140	6

Sumber : Hasil Program HEC-HMS ver. 4.0, 2016

Hasil kalibrasi satu parameter dengan menggunakan dua macam nilai *Initial Value* yang berbeda dapat dilihat pada Tabel pada Tabel 5 berikut ini.

Tabel 5. Hasil Kalibrasi Satu Parameter *Transform Method Clark Unit Hydrograph Base Flow 100*

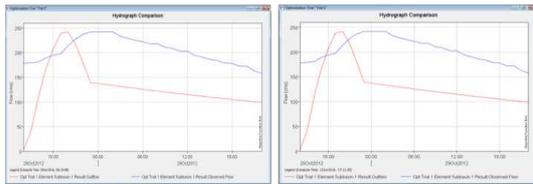
No.	Metode	Parameter	Initial Value	Optimized Value	Objective Function Sensitivity	Percent Different	
						Peak	Volume
1	Loss	Constant Rate	8	10,372	-40,58	0,2	-31,11
			19	19	0	-32,1	-39,24
2	Loss	Initial Loss	9	13,5	0	-32,1	-39,24
			19	19	0	-32,1	-39,24
3	Transform	Storage Coefficient	0,2	0,2	0	36,5	-22,42
			19	4,9155	24,23	0	-27,42
4	Transform	Time Of Concentration	9	9,0911	-1,63	35,9	-22,45
			19	14,545	-11,67	-0,1	-24,23
5	Base Flow	Initial Discharge	100	3,3051	13,67	0	-36,04
			19	3,3102	117,74	0	-36,04
6	Base Flow	Recession Constant	0,7	1	0,66	1,2	-70,86
			19	1	0,66	1,2	-70,86
7	Base Flow	Thereshold Discharge	140	140	0	36,5	-22,42
			19	19	0	36,5	-37,34

Sumber : Hasil Program HEC-HMS ver. 4.0, 2016



(a)

(b)



(c) (d)

Gambar 7 (a) Hidrograf *Storage Coefficient* 19, (b) Hidrograf *Time Of Concentration* 19, (c) Hidrograf *Initial Discharge* 19, (d) Hidrograf *Initial Discharge* 100.

Sumber : Hasil Program HEC-HMS ver. 4.0, 2016

Pada kasus ini parameter *Initial Discharge* tidak dikalibrasi, untuk kalibrasi selanjutnya yaitu parameter *Constant Rate* dengan *Initial Value* bernilai 8 memiliki *Peak* bernilai -2,6, serta nilai *Objective Function Sensitivity* bernilai 0,00, parameter *Storage Coefficient* dengan *Initial Value* bernilai 19 memiliki *Peak* bernilai -0,3, serta nilai *Objective Function Sensitivity* bernilai -59,70, dan parameter *Time Of Concentration* dengan nilai *Initial Value* 19 memiliki *Peak* bernilai -0,2, serta nilai *Objective Function Sensitivity* bernilai -59,92.

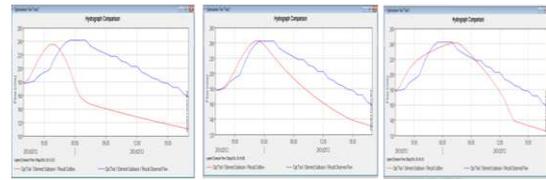
Tabel 6. Hasil Kalibrasi Satu Parameter *Transform Method Clark Unit Hydrograph Base Flow 178*

Metode	Parameter	Initial Value	Optimized Value	Objective Function Sensitivity	Percent Different	
					Peak	Volume
Loss	Constant Rate	8	18,000	0,00	-2,6	-23,43
Transform	Storage Coefficient	19	12,784	-59,70	-0,3	-9,65
Transform	Time Of Concentration	19	23,990	59,92	-0,2	-5,39

Sumber : Hasil Program HEC-HMS ver. 4.0, 2016

Grafik hidrograf hasil kalibrasi dapat dilihat pada Gambar 8. a,b, dan c di bawah ini. Dari ketiga hidrograf tersebut hanya hidrograf dengan parameter *Storage Coefficient* yang hampir mendekati kondisi di lapangan, tetapi karena nilai *Peak* yang diperoleh belum mencapai 0 sehingga akan dilakukan

kalibrasi kembali dengan menggunakan dua parameter.



(a) (b) (c)

Gambar 8. (a) Hidrograf *Constant Rate* 8, (b) Hidrograf *Storage Coefficient* 19, (c) Hidrograf *Time Of Concentration* 19.

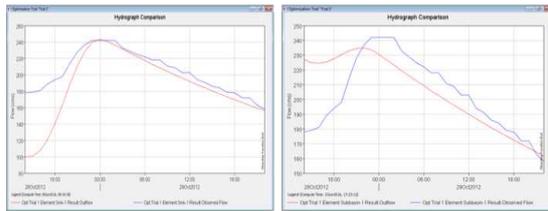
Sumber : Hasil Program HEC-HMS ver. 4.0, 2016

Tabel 7 Hasil Kalibrasi Satu Parameter *Transform Method Snyder Unit Hydrograph Base Flow 100*

No.	Metode	Parameter	Initial Value	Optimized Value	Objective Function Sensitivity	Percent Different	
						Peak	Volume
1	Loss	Constant Rate	8	3,2795	0,19	-38,9	-39,27
			6	0,5959	-18,76	0,5	-7,95
2	Loss	Initial Loss	9	0,3441	0,04	-24,6	-28,28
			6	0,3441	0,04	-24,6	-28,28
3	Transform	Peaking Coefficient	0,2	0,9953	0,6	-7,6	-25,09
			0,6	0,8975	2,93	-7,5	-25,08
4	Transform	Standard Lag	9	1,5125	0,21	4	-28,85
			6	1,5125	-0,21	-4	-28,28
5	Base Flow	Initial Discharge	100	227,26	-25,23	-2,9	0,32
			6	69,374	-0,41	-60,5	-60,24
6	Base Flow	Recession Constant	0,7	0,7139	-0,28	-49,2	-47,76
			6	0,6119	-0,23	-51,2	-51,91
7	Base Flow	Threshold Discharge	140	140	0	-49,5	-48,32
			6	19	0	-49,5	-49,19

Sumber : Hasil Program HEC-HMS ver. 4.0, 2016

Grafik hidrograf hasil kalibrasi satu parameter *Transform Method Snyder Unit Hydrograph* dapat dilihat pada Gambar 9. a dan Gambar 4.7 b Gambar tersebut menampilkan perbandingan hidrograf terukur dengan hidrograf hasil kalibrasi, dimana dua hidrograf yang mewakili hasil kalibrasi satu parameter masih belum sesuai dengan kondisi di lapangan, sehingga perlu dilakukan kalibrasi selanjutnya dengan menggunakan dua parameter.



(a) (b)

Gambar 9. (a) Hidrograf *Constant Rate* 6, (b) Hidrograf *Initial Discharge* 100.

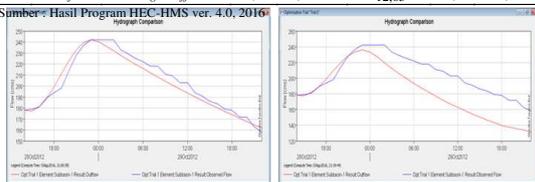
Sumber : Hasil Program HEC-HMS ver. 4.0, 2016

Pada kasus ini parameter *Initial Discharge* tidak dikalibrasi, untuk kalibrasi selanjutnya yaitu parameter *Constant rate* dengan *Initial Value* bernilai 6 memiliki *Peak* bernilai 0,1, serta nilai *Objective Function Sensitivity* bernilai -42,63, parameter *Peaking coefficient* dengan *Initial Value* bernilai 0,6 memiliki *Peak* bernilai -2,5, serta nilai *Objective Function Sensitivity* bernilai -12,65. Dari hasil yang diperoleh hidrograf hasil kalibrasi belum mendekati hidrograf di lapangan sehingga akan dilakukan kalibrasi selanjutnya dengan dua parameter.

Tabel 8. Hasil Kalibrasi Satu Parameter
Transform Method
Snyder Unit Hydrograph Base Flow 178

No.	Metode	Parameter	Initial Value	Optimized Value	Objective Function Sensitivity	Percent Different
1	Loss	Constant Rate	6	2,2137	-42,63	0,1 -1,14
	Transform	Peaking Coefficient	0,6	0,46000	-12,65	-2,5 -10,32

Sumber : Hasil Program HEC-HMS ver. 4.0, 2016



(a) (b)

Gambar 10. (a) Hidrograf *Constant Rate* 6, (b) Hidrograf Parameter *Peaking Coefficient* 0,6.

Sumber : Hasil Program HEC-HMS ver. 4.0,2016

Pada tahap kalibrasi dua parameter ini untuk *Transform Method Clark Unit Hydrograph* dilakukan tiga kali kalibrasi sedangkan untuk *Transform Method Snyder Unit Hydrograph* dilakukan satu kali kalibrasi.

Tabel 9. Kalibrasi Dua Parameter
Transform Method
Clark Unit Hydrograph Base Flow 178

No.	Metode	Parameter	Initial Value
1	Loss	Constant Rate	18,000
	Transform	Storage Coefficient	12,784
2	Loss	Constant Rate	18,000
	Transform	Time Of Concentration	23,990
3	Transform	Storage Coefficient	12,784
	Transform	Time Of Concentration	23,990

Sumber : Hasil Program HEC-HMS ver. 4.0, 2016

Tabel 10. Kalibrasi Dua Parameter
Transform Method
Snyder Unit Hydrograph Base Flow 178

No.	Metode	Parameter	Initial Value
1	Loss	Constant Rate	2,2137
	Transform	Peaking Coefficient	0,46000

Sumber : Hasil Program HEC-HMS ver. 4.0, 2016

Hasil kalibrasi dua parameter metode *Transform Method Clark Unit Hydrograph* berdasarkan Tabel 11. hasil kalibrasi dua parameter dengan menggunakan *Transform Method Clark Unit Hydrograph*, dan dengan menaikkan nilai *Initial Discharge* pada *Base Flow* yang digunakan sebelum kalibrasi yang bernilai 100 menjadi 178 sesuai dengan nilai debit awal yang diperoleh setelah *running*, sehingga diperoleh satu hasil kalibrasi untuk kalibrasi dua parameter yaitu parameter *Storage Coefficient* dan *Time Of Concentration* dengan *Initial*

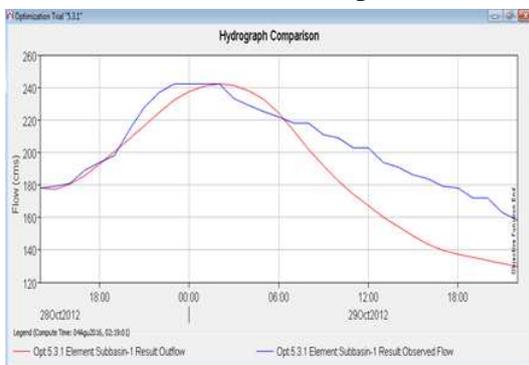
Value bernilai 12,784 dan 15,532 memiliki *Peak* bernilai -0,0 serta nilai *Objective Function Sensitivity* bernilai 13,94 dan 8,75.

Tabel 11. Hasil Kalibrasi Dua Parameter *Transform Method Clark UniHydrograph Base Flow 178*

No.	Metode	Parameter	Initial Value	Optimized Value	Objective Function Sensitivity	Percent Different	
						Peak	Volume
1	Loss	Constant Rate	18,000	18,000	0,00	-2,7	-23,43
	Transform	Storage Coefficient	12,784	0,59912	0,19		
2	Loss	Constant Rate	18,000	18,000	0,0	-0,1	-23,43
	Transform	Time Of Concentration	23,990	8,3332	-5,31		
3	Transform	Storage Coefficient	12,784	7,5453	13,94	0,0	-7,67
	Transform	Time Of Concentration	23,990	15,532	8,75		

Sumber : Hasil Program HEC-HMS ver. 4.0, 2016

Grafik hidrograf hasil kalibrasi dapat dilihat pada Gambar 11 berikut ini dan yang menjadi hasil kalibrasi dua parameter menggunakan *Transform Method Clark Unit Hydrograph* adalah hidrograf dengan parameter *Storage Coefficient* dan *Time Of Concentration*, karena dari tiga kalibrasi hidrograf ini yang mendekati kondisi dilapangan dan memiliki nilai *Peak* mencapai -0,0.



Gambar 11 Hidrograf *Storage Coefficient* 12,784 dan *Time Of Concentration* 23,990.

Sumber : Hasil Program HEC-HMS ver. 4.0, 2016

Hasil kalibrasi dua parameter metode *Transform Method Snyder Unit Hydrograph* berdasarkan Tabel 12. di bawah ini hasil kalibrasi dua parameter dengan menggunakan *Transform Method Snyder Unit Hydrograph*, dan dengan

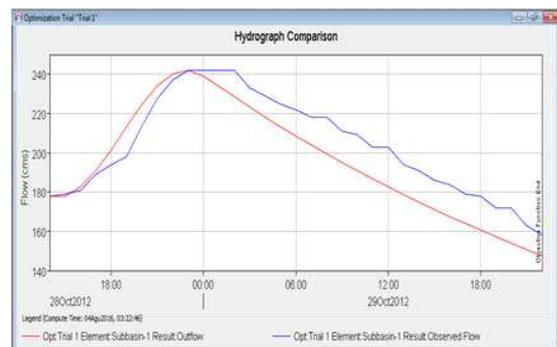
menaikkan nilai *Initial Discharge* pada *Base Flow* yang digunakan sebelum kalibrasi yang bernilai 100 menjadi 178 sesuai dengan nilai debit observasi, maka diperoleh hasil kalibrasi untuk kalibrasi dua parameter yaitu parameter *Constant Rate* dan *Peaking Coefficient* dengan *Initial Value* bernilai 2,2137 dan 0,46000 memiliki *Peak* bernilai 0,0 serta nilai *Objective Function Sensitivity* bernilai 28,62 dan 10,93.

Tabel 12. Hasil Kalibrasi Dua Parameter *Transform Method Snyder Unit Hydrograph Base Flow 178*

Metode	Parameter	Initial Value	Optimized Value	Objective Function Sensitivity	Percent Different	
					Peak	Volume
Loss	Constant Rate	2,2137	3,3479	28,62	0,0	-23,43
Transform	Peaking Coefficient	0,46000	0,28863	-10,93		

Sumber : Hasil Program HEC-HMS ver. 4.0, 2016

Grafik hidrograf hasil kalibrasi dapat dilihat pada Gambar 12 di bawah ini, dan yang menjadi hasil kalibrasi dua parameter menggunakan *Transform Method Snyder Unit Hydrograph* adalah hidrograf dengan parameter *Constant Rate* dan *Peaking Coefficient*, karena hidrograf ini yang mendekati kondisi di lapangan dan memiliki nilai *Peak* mencapai 0,0.



Gambar 12 Hidrograf *Constant Rate* 2,2137 dan *Peaking Coefficient* 0,46000.

Sumber : Hasil Program HEC-HMS ver. 4.0, 2016

V. KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil kalibrasi dua parameter metode *Transform Method Clark Unit Hydrograph* memiliki hasil *Percent Different Peak* = 0,0 serta *Percent Different Volume* = -7,67 dan metode *Transform Method Snyder Unit Hydrograph* memiliki hasil *Percent Different Peak* = 0,0 serta *Percent Different Volume* = -23,43.
2. Dari hasil kalibrasi tersebut yang paling bagus adalah metode *Transform Method Clark Unit Hydrograph*.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim**, 2014. *Banjir Rohul rendam 2.505 rumah Penduduk*. (<http://m.jpnn.com/news.php?270264>), diakses pada tanggal 04 November 2015, pukul 12:07 WIB.
- Gufriyon. E.S.** 2014. *Analisa Hujan-Debit Pada Daerah Aliran Sungai Menggunakan Program Bantu HEC-HMS*. Tugas Akhir Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau.
- Indarto.** 2010., *Dasar Teori dan Contoh Aplikasi Model Hidrologi*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Risyanto.** 2007. *Aplikasi HEC-HMS Untuk Perkiraan Hidrograf Aliran Di DAS Ciliwung Bagian Hulu*. Tugas Akhir Mahasiswa Jurusan Geofisika Dan Meteorologi, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor.
- Suripin.** 2003. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*, Yogyakarta : ANDI.
- Suripin.** 2004., *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*, Yogyakarta : ANDI.
- Triatmodjo. B.** 2010. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta : Beta Offset.
- Tunas. G.** 2005 *Kalibrasi Parameter Model HEC-HMS Untuk Menghitung Aliran Banjir DAS Bengkulu* Majalah Ilmiah Mektek Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Tadulako, Palu.
- USACE.** 2000. *HEC-HMS Applications Guid*, USACE-HEC, Davis C.A.
- US Army Corp of Engineers.** 1990: *HEC-1 Flood Hydrograph Package Users Manual*, Hydrologic Engineering Center, Davis, California.