ANALISIS SENSITIVITAS PARAMETER KALIBRASI DALAM HEC-HMS

Meiki Prayudi[1)], Yohanna Lilis Handayani[2)], Bambang Sujatmoko[2)]
[1)]Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau
[2)]Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Bina Widya J. HR Soebrantas KM 12,5 Pekanbaru, Kode Pos 28293
Email : Meiki.prayudi@gmail.com

Abstract

Lubuh River which is located in the stems of Rokan Hulu Riau Province is one of the rivers that often have overflow water on rainy season that happen flood. Resolve problems that happened, there is a hydrological modeling to predict debit with software tools Hydrologic Engineering Center-Hydrologic Modeling System. This research took the case study of Automatic Water Level Recorder station of Pasir Pengaraian in Rokan watershed with the length of the data for six days (May 1, 2012 00:00 to May 6, 2012 23:00). Based on the results calibration using six parameter, then be obtained parameter have sensitivity is greater than the parameter other that is parameter Initial and Constant-Constant Rate because of change parameter values 99,64% produce changes volume into 92,8%.

Keyword: hydrological modeling, predict debit, calibration, HEC-HMS, sensitivity parameter

I. PENDAHULUAN

Sungai Batang Lubuh merupakan salah satu sungai yang terletak di Kabupaten Rokan Hulu Provinsi Riau dengan luas DAS sebesar 1716 Km². Sungai ini sering meluap pada musim hujan sehingga terjadi banjir yang menggenangi kawasan pemukiman penduduk disekitarnya. Banjir yang terbesar terjadi pada tahun 2014 yang mengakibatkan 2.505 rumah penduduk di sejumlah desa yang berada di tujuh kecamatan terendam banjir. Banjir yang terparah terjadi di Kecamatan Rambah seperti Desa Babussalam, Kelurahan Pasir Pengaraian, Desa Pematang Barangan, Desa Tanjung Belit, Pawan, Desa Rambah Hulu dan Koto Tinggi (Anonim, 2014).

Permasalahan banjir yang terjadi di sub-DAS Pasir Pengaraian diakibatkan oleh pertumbuhan penduduk semakin padat dan didorong dengan aktivitas manusia sehari-hari seperti: penebangan hutan secara liar, penambangan pasir atau batu yang berlebihan yang akan merusak karakteristik dari sungai tersebut.

Mengatasi permasalahan yang terjadi ada suatu pemodelan hidrologi yang digunakan untuk memprediksi data debit adalah dengan menggunakan model transformasi hujan dan model HEC-HMS untuk memodelkan keadaan pada saat terjadinya banjir. HEC-HMS merupakan program computer untuk menghitung proses routing dan

pengalihan ragaman hujan pada suatu sistem DAS.

Pemodelan HEC-HMS memiliki kelebihan yaitu dapat melakukan kalibrasi untuk mendapatkan model hidrologi yang mendekati keadaan di lapangan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan nilai sensitivitas parameter kalibrasi pada saat proses kalibrasi.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Menurut Suripin (2004) secara keseluruhan jumlah air di bumi ini relatif tetap dari masa ke masa karena mengalami suatu siklus disebut siklus hidrologi. Siklus hidrologi adalah air di permukaan tanah dan laut menguap ke udara. Uap air bergerak dan naik ke atmosfer, kemudian berubah menjadi titik-titik air yang berbentuk awan, selanjutnya titik-titik tersebut jatuh sebagai hujan dan mengalir kembali ke sungai dan terus mengalir sampai ke laut (Triatmodjo, 2008).

Daerah aliran sungai (DAS) adalah daerah yang dibatasi oleh punggung-punggung pegunungan dimana daerah air hujan yang jatuh pada daerah tersebut ditampung oleh punggung pegunungan untuk dialirkan dari sungai-sungai kecil ke sungai utama (Asdak, 1995).

Sungai merupakan alur atau wadah air alami atau buatan berupa jaringan pengaliran air beserta air didalamnya, mulai dari hulu sampai muara, dengan dibatasi kanan dan kiri oleh garis sempadan (Anonim,2011).

Data hujan merupakan komponen masukan yang paling penting dalam proses hidrologi, karena jumlah kedalaman hujan (*rainfall depth)* akan dialihragamkan menjadi aliran di sungai, baik melalui limpasan permukaan (*surface runoff),* aliran antara (*interflow, sub surface flow)* maupun sebagai aliran air tanah (*groundwater*).

Debit adalah jumlah air yang mengalir pada suatu penampang dalam satuan volume/waktu yang dinyatakan dalam bentuk meter kubik per detik (m^3/s) (Asdak, 2002).

Alat untuk memonitor limpasan air atau mengukur elevasi muka air dari suatu daerah aliran sungai yang besar biasanya digunakan alat Automatic Water Level Recorder (AWLR). Alat ini mengukur tinggi muka air sungai secara terus menerus. Perubahan kondisi permukaan sungai dapat diketahui dengan mengadakan pengamatan air sungai dalam jangka waktu yang panjang (Triesnawati, 2006).

Perhitungan nilai debit dilakukan dengan menggunakan lengkung debit di stasiun Pasir Pengaraian, rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$Q = 47{,}662\ x(H - 0.140)^{1.950}. \quad 1$$

dengan :

Q = debit (m^3/s)

H = tinggi elevasi (m)

Hydrologic Engineering Center (HEC) dari Us Army Corps Of Engineers mengembangkan model hidrologi numeric untuk menghitung transformasi hujan dan proses routing tujuan untuk memprediksi keluaran pada suatu sistem DAS dengan menggunakan program HEC-HMS. Struktur pembangun model HEC-HMS terdiri dari enam komponen, antara lain

model hujan, model volume limpasan, model limpasan langsung, model aliran dasar dan model penelusuran aliran dan model water-control measure yang meliputi diversions dan storage fasilities.

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 beradasarkan elemen-elemen hidrologi.

Terdapat tujuh elemen hidrologi yang tersedia dalam HEC-HMS, yaitu : *Subbasin, Reach, Reservoir, Junction, Diversion, Source,* dan *Sink* (Nainggolan, 2015).

Metode yang 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.*

Banyak metode untuk menentukan kehilangan hujan dalam program HEC-HMS tetapi metode yang paling tepat digunakan pada pemodelan ini adalah *Initial and Constant.* Metode ini dapat memperhitungkan rata-rata kehilangan air hujan yang terjadi selama hujan berlangsung. Air hujan yang jatuh akan mengalami evaporasi sehingga akan mempengaruhi debit banjir yang akan mengalir pada sungai tersebut, dan metode ini memiliki satu parameter yaitu *Constant Rate.*

Model limpasan langsung di dalam model HEC-HMS mengikuti prinsip hidrograf satuan dengan asumsi hujan terjadi merata diseluruh DAS.

Metode untuk menentukan hidrograf satuan dalam program HEC-HMS yaitu: *Clack Unit Hydrograph, Kinematik Wave, Modclark, SCS Unit Hydrograph, Synder Unit Hidrograph, User – Spesicified S-Graph, dan User – Specifies Unit Hydrograph.* Pada penelitian ini pemodelan metode yang digunakan sesuai dengan keadaan daerah penelitian adalah *Snyder Unit Hidrograph.*

Dua komponen utama penyusun hidrograf aliran di saluran (sungai) adalah limpasan langsung dan aliran dasar (baseflow). Aliran dasar (baseflow) adalah aliran air yang tertahan berdasarkan curah hujan sebelumnya yang tertampung sementara di dalam tanah dan selalu tersedia setiap saat. Metode untuk menentukan aliran dasar dalam program HEC-HMS yaitu: *Boundedrecession, Constant Monthly, Linier Reservoir, Nonlinier Boussinesq, Recession.*

Pada penelitian ini akan digunakan model resesi eksponensial (*exponential recession model*). Parameter yang digunakan dalam model resesi ini adalah *Initial Discharge, Recession Constant, dan Treshold Ratio to Peak. Ratio* merupakan nilai aliran dasar awal yang dapat dihitung dari data observasi.

Penyusunan suatu rancangan pemanfaatan air dan pengendalian banjir adalah curah hujan rata-rata seluruh daerah yang bersangkutan.

Metode analisis presipitasi yang digunakan untuk HEC-HMS adalah metode *usergage weights,* yaitu menentukan curah hujan wilayah yang diperkirakan dari satu titik pengamatan curah hujan (Sosrodarsono, 2003)**.**

Menurut Indarto (2010), kalibrasi terhadap suatu model adalah proses pemilihan kombinasi. Dengan kata lain, proses optimalisasi nilai parameter untuk meningkatkan koherensi antara respon hidrologi DAS yang teramati dan tersimulasi.

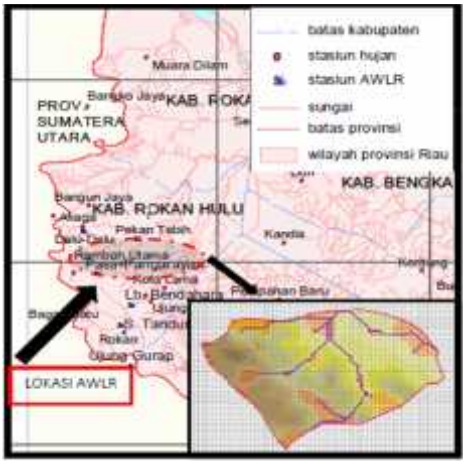
Kriteria Kalibrasi model adalah satu cara mengkaji model untuk mengetahui parameter-parameter yang dipakai model dapat diterapkan pada kondisi lapangan atau kondisi rencana. Hasil pengukuran AWLR stasiun debit Pasir Pengaraian digunakan sebagai data *(measurement data)* yang akan dibandingkan dengan hasil simulasi. Parameter kalibrasi yang diamati dalam penelitian ini adalah 6 parameter yaitu : *Recession-Ratio to Peak, Snyder Unit Hydrograph-Standar Lag, Recession-Initial Discharge, Recession-Recession Constant, Snyder Unit Hydrograph Peaching Coefient, Initial and Constan-Constan Rate.*

Sensitivitas parameter kalibrasi adalah untuk melihat besarnya pengaruh-pengaruh yang akan terjadi pada saat kalibrasi akibat dari keadaan nilai parameter yang berubah. Dengan kata lain, pada saat dilakukan kalibrasi ada suatu parameter yang memiliki sensitivitas tinggi dengan dilakukan perubahan nilai parameter tersebut maka akan menghasilkan pengaruh besar terhadap perubahan nilai volume.

Dalam proses kalibrasi ini, diharapkan dapat menentukan nilai sensitivitas dari parameter-parameter yang digunakan dalam proses kalibrasi.

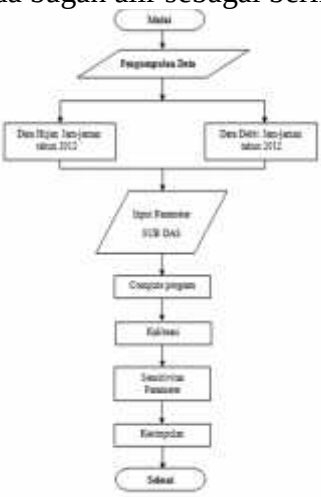
III.METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada DAS Rokan di Sub-DAS Rokan Stasiun Pasir Pengaraian. Secara administrasi terletak di Provinsi Riau, Kabupaten Rokan Hulu, Kecamatan Rambah dengan letak geografis 00°54' 00" LS dan 101°11' 00" BT.



Gambar 1 Peta Lokasi Penelitian
Sumber : Anonim, 2008

Prosedur penelitian mengikuti alur pada bagan alir sebagai berikut.



Gambar 2 Bagan Alir Penelitian

Studi literatur merupakan studi kepustakaan untuk mendapatkan dasar-dasar teori, referensi terkait, serta langkah-langkah penelitian yang berkaitan dengan pemodelan hidrologi menggunakan data hujan satelit pada program HEC-HMS untuk menentukan debit.

Data yang digunakan pada penelitian ini berupa data AWLR, data satelit tahun 2012. Adapun hal yang menyebabkan digunakannya data hujan tahun 2012 karena data tersebut merupakan data debit puncak tertinggi. Data yang digunakan dari data satelit tahun 2012 tersebut merupakan data hujan jam-jaman guna untuk meningkatkan ketelitian dalam perhitungan aplikasi HEC-HMS.

Gambar 3 (a) Batas banjir rumah warga, (b) Sungai Batang Lubuh, (c) Stasiun AWLR Pasir Pengaraian, (d) GPS alat pencatat koordinat AWLR.

Sumber : Fitriani, 2015

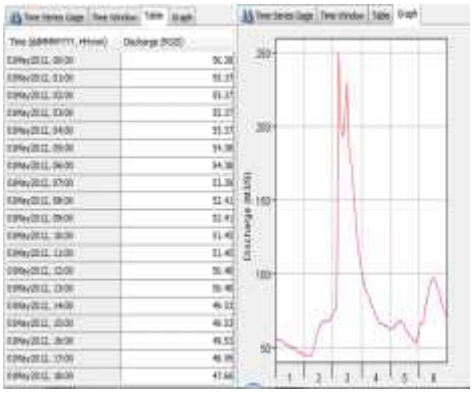
Data curah hujan satelit yang digunakan dalam penelitian ini adalah data hujan jam-jaman dengan periode (01 Mei 2012 – 06 Mei 2012). Untuk input data debit yang diperoleh masih dalam bentuk data elevasi AWLR dengan satuan sentimeter sehingga harus dikonversi kedalam satuan meter kemudian diubah menjadi data debit dengan memasukkan nilai elevasi (H) kedalam rumus lengkung debitnya pada Stasiun Batang Lubuh.

Kalibrasi parameter dilakukan dengan coba-coba agar diperoleh ketelitian model yang optimal (memenuhi batasan-batasan evaluasi ketelitian model yang telah ditentukan). Dalam kalibrasi parameter yang digunakan enam parameter yaitu *Recession-Ratio to Peak, Snyder Unit Hydrograph-Standar Lag, Recession-Initial Discharge, Recession-Recession Constant, Snyder Unit Hydrograph Peaching Coefient, Initial and Constan-Constan Rate.*

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemodelan Hidrologi dalam menentukan debit yang diolah oleh HEC-HMS menggunakan data hujan satelit GSMaP_NRT *original* dan GSMap_NRT *corrected* dengan kondisi selama enam hari (periode 01 Mei 2012 pukul 00:00 sampai dengan 06 Mei 2012 pukul 23:00). Kondisi waktu ini dipilih dikarenakan pada kondisi ini didapati debit puncak yang tinggi dan sinkron dengan debit hujan.

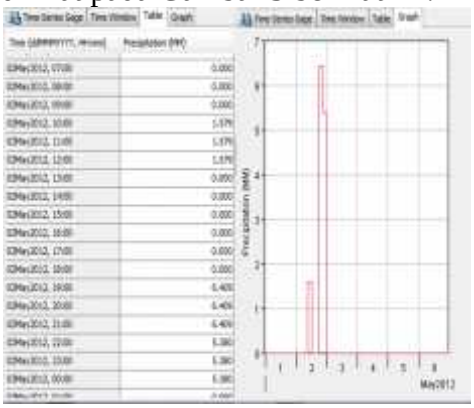
Pada Gambar 4 disajikan tampilan input data serta gambar hidrograf data debit serta gambar hidrograf data debit Stasiun Pasir Pengaraian tahun 2012 dengan menggunakan *Trasnform Method Snyder Unit Hydrograph* pada program HEC-HMS.



Gambar 4 Tampilan input data dan hidrograf data debit

Sumber : Hasil Program HEC-HMS Versi 4.1 2016

Data curah hujan jam-jaman yang digunakan pada program HEC-HMS yaitu menggunakan hujan dengan durasi 9 jam yang dapat dilihat pada Gambar 5 berikut ini.



Gambar 5 Tampilan input data dan hidrograf data hujan

Sumber : Hasil Program HEC-HMS Versi 4.1 2016

Metode yang digunakan pada tahapan kalibrasi ini adalah *Trasnform Method Snyder Unit Hydrograph* yang menggunakan enam parameter sebagai berikut : *Recession-Ratio to Peak, Snyder Unit Hydrograph-Standar Lag, Recession-Initial Discharge, Recession-Recession Constant, Snyder Unit Hydrograph Peaching Coefient, Initial and Constan-Constan Rate.* Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk melihat nilai sensitivitas dari parameter-parameter yang digunakan dalam kalibrasi parameter.

Analisis sensitivitas hasil kalibrasi dengan merubah nilai parameter yang akan dilihat sensitiv terhadap perubahan hasil kalibrasinya, kemudian dilakukan kalibrasi.

Analisis pertama nilai parameter awal tidak diganti dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1 Parameter Kalibrasi

No.	Element	Parameter	Initial Value Awal	Initial Value Dirubah
1	Subbasin 1	Recession-Ratio to Peak	0,1	0,1
2	Subbasin 1	Snyder Unit Hydrograph Standar Lag	0,17	0,17
3	Subbasin 1	Recession-Initial Discharge	0,59	0,59
4	Subbasin 1	Recession-Recession Constant	0,79	0,79
5	Subbasin 1	Snyder Unit Hydrograph Peaching Coefient	0,16	0,16
6	Subbasin 1	Initial and Constan-Constant Rate	0,23	0,23

Sumber : Hasil Program HEC-HMS versi 4.1 2016

Hasil kalibrasi dengan menggunakan nilai parameter awal sehingga mendapatkan hasil volume dapat dilihat Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2 Selisih Volume, Debit Puncak, Waktu Puncak dan *Time of Centre of Mass* Hasil Kalibrasi

Measure	Simulated	Observed	Difference	Percent Difference
Volume (MM)	211.00	24.26	186.74	769.82
Peak Flow (M3/S)	7995.4	250.1	7745.3	2936.8
Time of Peak	03May2012, 00:00	03May2012, 05:00		
Time of Center of Mass	03May2012, 08:12	04May2012, 01:30		

Sumber : Hasil Program HEC-HMS versi 4.1 2016

Analisis kedua dengan mengubah nilai parameter *Recession-Ratio to Peak* sedangkan nilai untuk parameter lainnya tetap dapat dilihat pada Tabel 3 berikut ini.

Tabel 3 Parameter Kalibrasi

No.	Element	Parameter	Initial Value Awal	Initial Value Di ubah
1	Subbasin 1	*Recession-Ratio to Peak*	0,1	0,43
2	Subbasin 1	*Snyder Unit Hydrograph Standar Lag*	0,17	0,17
3	Subbasin 1	*Recession-Initial Discharge*	0,59	0,59
4	Subbasin 1	*Recession-Recession Constant*	0,79	0,79
5	Subbasin 1	*Snyder Unit Hydrograph Peaking Coefient*	0,16	0,16
6	Subbasin 1	*Initial and Constan-Constant Rate*	0,23	0,23

Sumber : Hasil Program HEC-HMS versi 4.1 2016

Hasil perubahan volume yang terjadi akibat perubahan nilai parameter menunjukkan hasil yang terlihat pada Tabel 4 berikut ini.

Tabel 4 Selisih Volume, Debit Puncak, Waktu Puncak dan *Time of Centre of Mass* Hasil Kalibrasi

Project:Proposal Meki Optimization Trial:Trial 1

Start of Trial: 03May2012, 00:00 Basin Model: Basin 1
End of Trial: 06May2012, 23:00 Meteorologic Model:Met 1
Compute Time:03Nov2016, 15:21:53

Objective Function at Basin Element "Sink-1"
Start of Function:03May2012, 00:00 Type: Peak-Weighted RMS Error
End of Function: 06May2012, 23:00 Value:1897.77

Volume Units: MM 1000 M3

Measure	Simulated	Observed	Difference	Percent Difference
Volume (MM)	320.91	24.26	296.65	1222.94
Peak Flow (M3/S)	5202.4	250.1	4952.3	1980.0
Time of Peak	03May2012, 01:00	03May2012, 05:00		
Time of Center of Mass	03May2012, 23:51	04May2012, 01:30		

Sumber : Hasil Program HEC-HMS versi 4.1 2016

Analisis ketiga dengan mengubah nilai parameter *Snyder Unit Hydrograph-Standar Lag* sedangkan untuk parameter lain tetap dapat dilihat pada Tabel 5 berikut ini.

Tabel 5 Parameter Kalibrasi

No.	Element	Parameter	Initial Value Awal	Initial Value Di ubah
1	Subbasin 1	*Recession-Ratio to Peak*	0,1	0,43
2	Subbasin 1	*Snyder Unit Hydrograph Standar Lag*	0,17	0,69
3	Subbasin 1	*Recession-Initial Discharge*	0,59	0,59
4	Subbasin 1	*Recession-Recession Constant*	0,79	0,79
5	Subbasin 1	*Snyder Unit Hydrograph Peaking Coefient*	0,16	0,16
6	Subbasin 1	*Initial and Constan-Constant Rate*	0,23	0,23

Sumber : Hasil Program HEC-HMS versi 4.1 2016

Hasil perubahan volume yang terjadi akibat perubahan nilai parameter menunjukkan hasil yang terlihat pada Tabel 6 berikut ini.

Tabel 6 Selisih Volume, Debit Puncak, Waktu Puncak dan *Time of Centre of Mass* Hasil Kalibrasi

Project:Proposal Meki Optimization Trial:Trial 1

Start of Trial: 03May2012, 00:00 Basin Model: Basin 1
End of Trial: 06May2012, 23:00 Meteorologic Model:Met 1
Compute Time:03Nov2016, 15:27:21

Objective Function at Basin Element "Sink-1"
Start of Function:03May2012, 00:00 Type: Peak-Weighted RMS Error
End of Function: 06May2012, 23:00 Value:1773.20

Volume Units: MM 1000 M3

Measure	Simulated	Observed	Difference	Percent Difference
Volume (MM)	362.86	24.26	338.60	1400.00
Peak Flow (M3/S)	5398.3	250.1	5149.2	2058.8
Time of Peak	03May2012, 01:00	03May2012, 05:00		
Time of Center of Mass	04May2012, 04:30	04May2012, 01:30		

Sumber : Hasil Program HEC-HMS versi 4.1 2016

Analisis keempat dengan mengubah nilai parameter *Recession-Initial Discharge* sedangkan untuk

parameter lain tetap dapat dilihat pada Tabel 7 berikut ini.

Tabel 7 Parameter Kalibrasi

No.	Element	Parameter	Initial Value Awal	Initial Value Di ubah
1	Subbasin 1	Recession-Ratio to Peak	0,1	0,43
2	Subbasin 1	Snyder Unit Hydrograph Standar Lag	0,17	0,69
3	Subbasin 1	Recession-Initial Discharge	0,59	59
4	Subbasin 1	Recession-Recession Constant	0,79	0,79
5	Subbasin 1	Snyder Unit Hydrograph Peaching Coefient	0,16	0,16
6	Subbasin 1	Initial and Constan-Constant Rate	0,23	0,23

Sumber : Hasil Program HEC-HMS versi 4.1 2016

Hasil perubahan volume yang terjadi akibat perubahan nilai parameter menunjukkan hasil yang terlihat pada Tabel 8 berikut ini.

Tabel 8 Selisih Volume, Debit Puncak, Waktu Puncak dan *Time of Centre of Mass* Hasil Kalibrasi

Project:Proposal Meiki Optimization Trial:Trial 1

Start of Trial: 01May2012, 00:00 Basin Model: Basin 1
End of Trial: 06May2012, 23:00 Meteorologic Model:Met 1
Compute Time:01Nov2016, 15:30:46

Objective Function at Basin Element "Sink-1"
Start of Function:01May2012, 00:00 Type: Peak-Weighted RMS Error
End of Function: 06May2012, 23:00 Value:1787.45

Volume Units: MM 1000 M3

Measure	Simulated	Observed	Difference	Percent Difference
Volume (MM)	370.44	24.26	346.18	1427.09
Peak Flow (M3/S)	5429.3	250.1	5179.2	2070.8
Time of Peak	03May2012, 01:00	03May2012, 05:00		
Time of Center of Mass	04May2012, 03:55	04May2012, 01:30		

Sumber : Hasil Program HEC-HMS versi 4.1 2016

Analisis kelima dengan mengubah nilai parameter *Recession-Recession Constant* sedangkan untuk parameter lain tetap dapat dilihat pada Tabel 9 berikut ini.

Tabel 9 Parameter Kalibrasi

No.	Element	Parameter	Initial Value Awal	Initial Value Di ubah
1	Subbasin 1	Recession-Ratio to Peak	0,1	0,43
2	Subbasin 1	Snyder Unit Hydrograph Standar Lag	0,17	0,69
3	Subbasin 1	Recession-Initial Discharge	0,59	59
4	Subbasin 1	Recession-Recession Constant	0,79	0,86
5	Subbasin 1	Snyder Unit Hydrograph Peaching Coefient	0,16	0,16
6	Subbasin 1	Initial and Constan-Constant Rate	0,23	0,23

Sumber : Hasil Program HEC-HMS versi 4.1 2016

Hasil perubahan volume yang terjadi akibat perubahan nilai parameter menunjukkan hasil yang terlihat pada Tabel 10 berikut ini.

Tabel 10 Selisih Volume, Debit Puncak, Waktu Puncak dan *Time of Centre of Mass* Hasil Kalibrasi

Project:Proposal Meiki Optimization Trial:Trial 1

Start of Trial: 01May2012, 00:00 Basin Model: Basin 1
End of Trial: 06May2012, 23:00 Meteorologic Model:Met 1
Compute Time:01Nov2016, 15:34:20

Objective Function at Basin Element "Sink-1"
Start of Function:01May2012, 00:00 Type: Peak-Weighted RMS Error
End of Function: 06May2012, 23:00 Value:1843.58

Volume Units: MM 1000 M3

Measure	Simulated	Observed	Difference	Percent Difference
Volume (MM)	398.83	24.26	374.57	1544.13
Peak Flow (M3/S)	5435.0	250.1	5184.9	2073.1
Time of Peak	03May2012, 01:00	03May2012, 05:00		
Time of Center of Mass	04May2012, 06:22	04May2012, 01:30		

Sumber : Hasil Program HEC-HMS versi 4.1 2016

Analisis keenam dengan mengubah nilai parameter *Snyder Unit Hydrograph Peaching Coefient* sedangkan untuk parameter lain tetap dapat dilihat pada Tabel 11 berikut ini.

Tabel 11 Parameter Kalibrasi

No.	Element	Parameter	*Initial Value* Awal	*Initial Value* Diubah
1	*Subbasin 1*	*Recession-Ratio to Peak*	0,1	0,43
2	*Subbasin 1*	*Snyder Unit Hydrograph Standar Lag*	0,17	0,69
3	*Subbasin 1*	*Recession-Initial Discharge*	0,59	59
4	*Subbasin 1*	*Recession-Recession Constant*	0,79	0,86
5	*Subbasin 1*	*Snyder Unit Hydrograph Peaking Coefient*	0,16	0,43
6	*Subbasin 1*	*Initial and Constan-Constant Rate*	0,23	0,23

Sumber : Hasil Program HEC-HMS versi 4.1 2016

Hasil perubahan volume yang terjadi akibat perubahan nilai parameter menunjukkan hasil yang terlihat pada Tabel 12 berikut ini.

Tabel 12 Selisih Volume, Debit Puncak, Waktu Puncak dan *Time of Centre of Mass* Hasil Kalibrasi

Project:Proposal Meiki Optimization Trial:Trial 1

Start of Trial: 03May2012, 00:00 Basin Model: Basin 1
End of Trial: 06May2012, 23:00 Meteorologic Model:Met 1
Compute Time:04Nov2016, 10:00:30

Objective Function at Basin Element "Sink-1"
Start of Function:03May2012, 00:00 Type: Peak-Weighted RMS Error
End of Function: 06May2012, 23:00 Value: 1846.82

Volume Units: MM 1000 M3

Measure	Simulated	Observed	Difference	Percent Difference
Volume (MM)	345.78	24.26	321.52	1325.44
Peak Flow (M3/S)	6521.3	250.1	6271.2	2507.4
Time of Peak	03May2012, 01:00	03May2012, 05:00		
Time of Center of Mass	04May2012, 00:28	04May2012, 01:30		

Sumber : Hasil Program HEC-HMS versi 4.1 2016

Analisis ketujuh dengan mengubah nilai semua parameter kecuali nilai parameter *Recession-Ratio to Peak* tetap dapat dilihat pada Tabel 13 berikut ini.

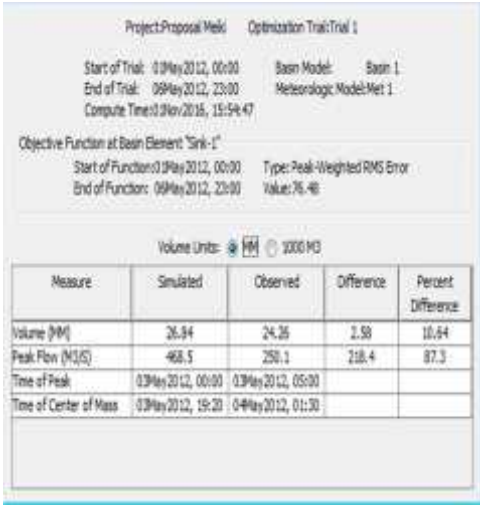
Tabel 13 Parameter Kalibrasi

No.	Element	Parameter	*Initial Value* Awal	*Initial Value* Diubah
1	*Subbasin 1*	*Recession-Ratio to Peak*	0,1	0,43
2	*Subbasin 1*	*Snyder Unit Hydrograph Standar Lag*	0,69	0,58
3	*Subbasin 1*	*Recession-Initial Discharge*	59	42
4	*Subbasin 1*	*Recession-Recession Constant*	0,86	0,64
5	*Subbasin 1*	*Snyder Unit Hydrograph Peaking Coefient*	0,43	0,48
6	*Subbasin 1*	*Initial and Constan-Constant Rate*	0,23	64

Sumber : Hasil Program HEC-HMS versi 4.1 2016

Hasil perubahan volume yang terjadi akibat perubahan nilai parameter menunjukkan hasil yang terlihat pada Tabel 14 berikut ini.

Tabel 14 Selisih Volume, Debit Puncak, Waktu Puncak dan *Time of Centre of Mass* Hasil Kalibrasi


Project:Proposal Meiki Optimization Trial:Trial 1

Start of Trial: 03May2012, 00:00 Basin Model: Basin 1
End of Trial: 06May2012, 23:00 Meteorologic Model:Met 1
Compute Time:03Nov2016, 15:54:47

Objective Function at Basin Element "Sink-1"
Start of Function:03May2012, 00:00 Type: Peak-Weighted RMS Error
End of Function: 06May2012, 23:00 Value: 76.48

Volume Units: MM 1000 M3

Measure	Simulated	Observed	Difference	Percent Difference
Volume (MM)	26.84	24.26	2.58	10.64
Peak Flow (M3/S)	468.5	250.1	218.4	87.3
Time of Peak	03May2012, 00:00	03May2012, 05:00		
Time of Center of Mass	03May2012, 19:20	04May2012, 01:30		

Sumber : Hasil Program HEC-HMS versi 4.1 2016

Hasil dari proses kalibrasi tergantung dari nilai sensitivitas parameter yang digunakan. Nilai sensitivitas dari parameter yang digunakan dalam kalibrasi ada enam parameter dapat dilihat pada Tabel 15 berikut.

Tabel 15 Parameter Kalibrasi

No	Parameter Kalibrasi	Persen Perubahan Parameter	Persen Perubahan Volume
1	*Recession-Ratio to Peak*	76,74	31,50
2	*Snyder Unit Hydrograph-Standar Lag*	75,36	3,78
3	*Recession-Initial Discharge*	99	0,55
4	*Recession-Recession Constant*	8,13	0,1
5	*Snyder Unit Hydrograph Peaching Coefient*	62,79	19,98
6	*Initial and Constant-Constant Rate*	99,64	92,8

Sumber : Perhitungan, 2016

Nilai sensitivitas parameter kalibrasi yang terdapat pada proses kalibrasi yang tercantum pada tabel 15 menunjukkan bahwa nilai sensitivitas parameter yang terbesar adalah parameter *Initial and Constant-Constant Rate* karena perubahan nilai volume yang dihasilkan oleh perubahan nilai parameter lebih besar dibandingkan parameter lainnya.

V. KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan kesimpulan sebagai berikut.

1. Pemodelan program *Hidrologic Engineering Center-Hydrologic Modeling Sistem* (HEC-HMS) versi 4.1 pada penelitian ini menggunakan enam parameter sebagai berikut : *Recession-Ratio to Peak, Snyder Unit Hydrograph-Standar Lag, Recession-Initial Discharge, Recession-Recession Constant, Snyder Unit Hydrograph Peaching Coefient, Initial and Constan-Constan Rate.*
2. Nilai sensitivitas paling besar dari parameter yang digunakan dalam proses kalibrasi adalah parameter *Initial and Constant-Constant Rate* karena perubahan nilai volume yang dihasilkan oleh perubahan nilai parameter lebih besar dibandingkan parameter lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim. 2014. *Ribuan Rumah di Rokan Hulu, Terendam. (regional kompas.com).*

Anonim. 2011. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2011 tentang sungai.* Jakarta : RI.

Asdak. 1995. *Hidrologi dan Pengolahan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada Universitas Press.

Asdak. 2002. *Hidrologi dan Pengolahan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada Universitas Press.

Fitriani. (2015). Model Hidrologi Berbasis Data Satelit Untuk Analisis Banjir Studi Kasus SUB-DAS Rokan Stasiun Pasir Pengaraian. *Tugas Akhir Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Riau.*

Indarto. 2010. Dasar Teori dan Contoh Aplikasi Model Hidrologi. Jakarta : Bumi Aksara.

Nainggolan, A.J. 2015. *Analisis Perubahan Tata Guna Lahan Dan Siak Bagian Hulu Terhadap Debit Banjir,*

Tugas Akhir Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau.

Sosrodarsono, S. K. 2003. *Hidrologi Untuk Pengairan* Pradnya Paramita Jakarta.

Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan.* Yogyakarta : ANDI.

Triesnawati. 2006. *AWLR (Automatic Water Level Recording) Basis Kalkulator Printing*. Bogor: Departemen Geofisika dan Meteorologi Fakultas Matematika Ilmu Pengetahuan Alam IPB.

Triatmodjo, B. 2008. *Hidrologi Terapan.* Yogyakarta : Beta Offset.