



**OPTIMASI PARAMETER MODEL CLARK UNIT HYDROGRAPH
PADA DAS DELUANG DAN LOBAWANG**

SKRIPSI

Oleh

**IRDHIAN DWIE YULIAR
NIM 131910301121**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2015**



**OPTIMASI PARAMETER MODEL CLARK UNIT HYDROGRAPH
PADA DAS DELUANG DAN LOBAWANG**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Strata 1 Teknik Sipil
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

**IRDHIAN DWIE YULIAR
NIM 131910301121**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2015**

PERSEMBAHAN

Sebuah dakian menuju puncak impian yang terkikis sedikit demi sedikit. Ketidakpercayaan atas kemampuan dalam mewujudkan kewajiban dalam agama-Mu (menuntut ilmu), *Alhamdulillah* telah Engkau kabulkan mimpiku Ya Allah. Akhirnya, kupersembahkan tugas akhir ini untuk:

1. Kedua Orangtuaku, Ibunda tercinta Dian Tatik S yang senantiasa mendoakan anakmu ini. Ayahku tercinta Irsam Anggoro yang telah memberikan semangat, do'a dan dukungan finansial dan hal lain yang tak terhitung nilainya;
2. Kakakku Diah Prima A, dan Adikku Reza Diar A yang selalu mendukungku ketika terjatuh untuk bangkit lagi, lagi dan lagi;
3. Dr. Ir. Entin hidayah, M.UM dan Sri Wahyuni, ST., MT., Phd yang telah membimbingku dengan sabar;
4. *UPT PSDA Sampean* Bondowoso, Dinas Pengairan Kab. Bondowoso, BP DAS Bondowoso yang telah banyak memberikan informasi;
5. Almamater Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

MOTO

Yakinlah Ada Sesuatu Yang Menantimu Selepas Banyak Kesabaran (Yang Kau Jalani) Yang Akan Membuatmu Terpana Hingga Kau Lupa Pedihnya Rasa Sakit.

(Imam Ali bin Abi Thalib As)^{*)}

Menjadi Kuat Bukan Berarti Kamu Tahu Segalanya. Bukan Berarti Kamu Tidak Bisa Hancur. Kekuatanmu Ada Pada Kemampuanmu Bangkit Lagi Setelah Berkali-Kali Jatuh. Jangan Pikirkan Kamu Sampai Dimana Dan Kapan. Tidak Ada Yang Tahu. Your Strength Is Simply Your Will To Go On.

(Dee, Supernova : Partikel)^{**)}

Tiada suatu usaha yang besar akan berhasil tanpa dimulai dari usaha yang kecil.^{***)}

^{*)} Imam Ali bin Abi Thalib AS. 2014. <https://farichnovrinandy.wordpress.com/page/2/>

^{**)} Dee Lestari. 2004. *Supernova #4 Partikel*. Jakarta: Bentang Pustaka.

^{***)} Joeniaro, 1967 dalam Mulyono, E. 1998. *Beberapa Permasalahan Implementasi Konvensi Keanekaragaman Hayati dalam Pengelolaan Taman Nasional Meru betiri*. Tesis magister, tidak dipublikasikan.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Irdhian Dwie Yuliar

NIM : 131910301121

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul "Estimasi Probable Maximum Flood Pada Das Deluang Dan Lobawang" adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab penuh atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 30 Juni 2015

Yang menyatakan,

Irdhian Dwie Yuliar

NIM 131910301121

SKRIPSI

**OPTIMASI PARAMETER MODEL CLARK UNIT HYDROGRAPH
PADA DAS DELUANG DAN LOBAWANG**

Oleh

Irdhian Dwie Yuliar

NIM 131910301121

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Ir. Entin Hidayah, M.U.M.

Dosen Pembimbing Anggota : Sri Wahyuni, ST.MT., Phd.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Optimasi Parameter Model Clark Unit Hydrograph Pada Das Deluang Dan Lobawang” telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : Senin, 30 Juni 2015

tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember.

Tim Penguji:

Pembimbing Utama,

Pembimbing Anggota,

Dr. Ir. Entin Hidayah, M.UM.
NIP. 19661215 199503 2 001

Sri Wahyuni, S.T., MT., Ph.D
NIP. 19711209 199803 2 001

Penguji I,

Penguji II,

Wiwik Yunarni Widiarti, ST.,MT
NIP. 19700613 199802 2 001

Rrin Endah B, ST.,MT
NIP. 19720528 199802 2 001

Mengesahkan
Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember,

Ir. Widyono Hadi, M.T.
NIP. 19610414 198902 1 001

RINGKASAN

Optimasi Parameter Model Clark Unit Hydrograph Pada DAS Deluang dan Lobawang; Irdhian Dwie Yuliar, 131910301121; 2015:57 halaman; Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember.

Model hidrologi merupakan satu model yang dapat digunakan untuk dua tujuan yang berbeda seperti pengelolaan air atau peramalan banjir. Pemodelan untuk pengelolaan air seperti penentuan debit andalan irigasi dan hidropower pada umumnya dapat menggunakan data hujan maupun debit harian. Sedangkan untuk memprediksi banjir yang digunakan adalah data hujan dengan resolusi yang lebih tinggi seperti jam-jaman. Mengingat besarnya manfaat sungai Deluang dan Lobawang sebagai pemasok irigasi, maka prediksi hujan menjadi aliran di DAS ini dengan data hujan harian time series menjadi penting untuk dilakukan..

Tujuan penelitian ini adalah menjadikan data hujan harian yang ditransformasi menjadi aliran pada DAS Deluang dan Lobawang yang berfokus pada kualitas air untuk aliran lowflow. Akurasi model dievaluasi dengan membandingkan hidrograf aliran hasil pemodelan terhadap data debit hasil pengukuran. Hal pertama yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu mengumpulkan data yang dibutuhkan yaitu data karakteristik DAS dan curah hujan rerata *polygon thiessen*. Selanjutnya membuat pemodelan hujan aliran yang menggunakan program HEC-HMS dengan menggunakan metode Clark Unit Hydrograph pada direct runoff, loss method menggunakan metode Initial and Constant-rate loss dan baseflow menggunakan metode Constant Monthly. Hasil dari pemodelan tersebut adalah optimasi parameter dengan menggunakan *objective function Peak-Weighted RMS Error* pada parameter *Time of Concentration*, *Storage Coefficient* pada *Clark Unit Hydrograph* dan pada *Initial and Constant-Rate Loss* terdapat parameter *Initial Loss*, *Constant-Rate Loss*.

Hasil optimasi parameter didapatkan nilai parameter time of concentration, storage coefficient, initial loss dan constant-rate loss pada DAS Deluang secara berurutan sebesar 0,937 hr, 8,561 hr, 2,54 mm dan 0,08 mm/hr, sedangkan pada DAS Lobawang secara berurutan sebesar 0,649 hr, 7,831 hr, 0,01 mm dan 0,01 mm/hr. Hasil optimasi parameter tersebut mendapatkan percent difference volume pada proses kalibrasi sebesar -0,09 di DAS Deluang dan -0,06 di DAS Lobawang, sedangkan pada proses validasi mendapatkan percent difference volume sebesar -25,01 di DAS Deluang dan -1,46 di DAS Lobawang.

SUMMARY

Parameter Optimization of Clark Unit Hydrograph Model for Deluang and Lobawang Watersheds; Irdhian Dwie Yuliar, 131910301121; 2015: 57 pages; Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Jember.

Hydrological model is a model that can be used for two different purposes such as water management or flood forecasting. Modeling for water management, such as determining a mainstay discharge for irrigation and hydropower, in general can use rainfall data and daily discharge. Meanwhile, the prediction of flooding uses rainfall data with higher resolution such as hourly data. Given the large benefits of Deluang and Lobawang Rivers as a supplier of irrigation, the prediction of rainfall into streams in these watersheds with daily precipitation time series data becomes important to make.

This research aimed to make daily rainfall data transformed into a stream in Deluang and Lobawang Watersheds which focus on the quality of water for low flow. The accuracy of the model was evaluated by comparing the flow hydrograph resulted from modeling against the discharge data resulted from measurement. The first thing to do in this research was to collect required data, that is, watershed characteristic data and the average rainfall Thiessen polygon. Then, the rainfall-flow modeling was made using HEC-HMS program using Clark unit hydrograph method in direct runoff, loss method using Initial method and Constant-rate loss and base flow used Constant Monthly. The results of the modeling was parameter optimization using *objective function Peak-Weighted RMS Error* in parameters of *Time of Concentration*, *Storage Coefficient* in *Clark unit hydrograph*, and the *Initial and Constant-Rate Loss* contained parameters of *Initial Loss*, *Constant-Rate Loss*.

The results of parameter optimization obtained parameter values of time of concentration, storage coefficient, initial loss and constant-rate loss in Deluang Watershed sequentially by 0.937 days, 8.561 days, 2.54 mm and 0.08 mm/day while in Lobawang Watershed sequentially by 0.649 days, 7.831 days, 0.01 mm and 0.01 mm/day. The parameter optimization results gained percent difference in the volume of the calibration process in Deluang Watershed by -0.09 and -0.06 in Lobawang Watershed while in the validation process gained percent difference in volume by -25.01 in Deluang Watershed and -1.46 in Lobawang Watershed.

PRAKATA

Alhamdulillah, Puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Estimasi Curah Hujan Maksimum Boleh Jadi Di Daerah Aliran Sungai Di Kabupaten Situbondo Menggunakan Metode *Hersfield*”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi strata satu (S1) Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Selama penyusunan skripsi ini penulis mendapat bantuan dari berbagai pihak, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

Ir. Widyono Hadi, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember;

Dr. Ir. Entin Hidayah, M.U.M., selaku Dosen Pembimbing Utama;

Sri Wahyuni, ST., MT., Ph.D selaku Dosen Pembimbing Anggota;

Wiwik Yunarni S, ST., MT., selaku Dosen Penguji Utama;

Ririn Endah B, S.T., MT selaku Dosen Penguji Anggota;

Segala kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun pembaca sekalian.

Jember, 30 Juni 2015

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
SUMMARY	ix
PRAKATA	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan dan Manfaat	2
1.4 Batasan Masalah	2
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Hujan	3
2.2 Hujan Rata-Rata Wilayah	3
2.3 Pemodelan Hujan Aliran HEC-HMS	4
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	11
3.1 Lokasi Penelitian	11

3.2 Alat dan Bahan.....	12
3.2.1 Alat.....	12
3.2.2 Bahan.....	12
3.3 Langkah-Langkah Penelitian.....	12
3.4 Pemodelan HEC HMS.....	13
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	18
4.1 Karakteristik Fisik DAS.....	18
4.2 Analisa Hidrologi.....	19
4.2.1 Data Curah Hujan.....	19
4.2.2 Metode Poligon Thiessen.....	19
4.3 Pemodelan Hujan Aliran dengan HEC HMS.....	21
4.3.1 Basin Model.....	21
4.3.2 <i>Meteorologic Models</i>	25
4.3.3 <i>Data Control Specifications</i>	25
4.3.3 <i>Time Series Data</i>	25
4.4 Proses Running dan Kalibrasi Model.....	26
4.4.1 Proses Running Model pada DAS Deluang.....	26
4.4.2 Kalibrasi Model pada DAS Deluang.....	32
4.4.3 Proses Running Model pada DAS Lobawang.....	34
4.4.4 Kalibrasi Model pada DAS Lobawang.....	40
4.5 Validasi Model.....	42
4.5.1 Hasil Validasi DAS Deluang.....	42
4.5.2 Hasil Validasi DAS Lobawang.....	44
4.6 Perbandingan Data.....	46
BAB 5. KESIMPULAN.....	48
DAFTAR PUSTAKA.....	49
LAMPIRAN.....	50

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul	Halaman
1.	Perhitungan dan Model yang Terdapat dalam HEC-HMS.....	6
2.	<i>SCS soil group and infiltration (loss) rates</i>	7
3.	Nilai Parameter Untuk Kalibrasi Model HEC-HMS.....	10
4.	Pemilihan parameter model dengan metodenya untuk setiap komponen model.....	13
5.	Karakteristik Fisik DAS Deluang dan Lobawang.....	19
6.	Koordinat Stasiun Hujan.....	20
7.	Koefisien Thiessen DAS Deluang.....	20
8.	<i>SCS soil group and infiltration (loss) rates</i>	23
9.	Nilai Parameter Model Initial loss and Constant Loss Rate....	23
10.	Nilai Parameter Model <i>Clark Unit Hydrograph</i>	24
11.	Nilai Baseflow.....	25
12.	Parameter Awal.....	26
13.	Trial and Error Time Of Concentration pada DAS Deluang...	30
14.	Trial and Error Storage Coefficient.....	30
15.	Trial and Error Pada Nilai Initial Loss.....	31
16.	Trial and Error Pada Constant Loss Rate.....	31
17.	<i>Trial and Error</i>	32
18.	Parameter pada <i>Trial and Error</i> ke-3.....	33
19.	Parameter Awal.....	34
20.	Trial – Error Time Of Concentration pada DAS Lobawang...	38
21.	Trial – Error Storage Coefficient.....	38
22.	Trial – Error Pada Nilai Initial Loss.....	39
23.	Trial – Error Pada Constant Loss Rate.....	39
24.	<i>Trial and Error</i>	40
25.	Parameter pada <i>trial and error</i> ke-3.....	41
26.	Nilai Parameter Hasil Percobaan ke-3.....	43
27.	Nilai Parameter Hasil Percobaan ke-3.....	44
28.	Rincian Hasil.....	46

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul	Halaman
1.	Skema Poligon Thiessen.....	4
2.	Lokasi DAS Deluang dan Lobawang.....	11
3.	Alur Penelitian.....	15
4.	Pemodelan HEC HMS.....	16
5.	Bentuk dan Jaringan Sungai DAS Deluang dan Lobawang...	18
6.	Pengaruh Stasiun Hujan pada DAS Deluang dan Lobawang	21
7.	Penggambaran Objek DAS Deluang.....	22
8.	Penggambaran Objek DAS Lobawang.....	22
9.	Summary Results.....	26
10.	<i>Output</i> Grafik Hasil <i>Running</i> Model Hujan Aliran.....	27
11.	Nilai <i>Percent Difference</i>	28
12.	<i>Output</i> Grafik Hasil Optimasi.....	28
13.	Nilai Sensitifitas Parameter.....	29
14.	Nilai <i>Percent Difference</i>	33
15.	<i>Output</i> Grafik Hasil Optimasi.....	34
16.	Summary Results.....	35
17.	<i>Output</i> Grafik Hasil <i>Running</i> Model Hujan Aliran.....	35
18.	Nilai <i>Percent Difference</i>	36
19.	<i>Output</i> Grafik Hasil Optimasi.....	36
20.	Nilai Sensitifitas Parameter.....	37
21.	Nilai <i>Percent Difference</i>	41
22.	<i>Output</i> Grafik Hasil Optimasi.....	42
23.	Nilai <i>Percent Difference</i>	43
24.	<i>Output</i> Grafik Hasil Validasi.....	44
25.	Nilai <i>Percent Difference</i>	45
26.	<i>Output</i> Grafik Hasil Validasi.....	45

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul	Halaman
1.	Data Curah Hujan	50
2.	Data Curah Hujan <i>Polygon Thiessen</i>	62
3.	Tata Guna Lahan Dan Jenis Tanah.....	68
4.	Trial and Error pada DAS Deluang.....	69
5.	Trial and Error pada DAS Lobawang.....	78

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan kebutuhan pokok bagi kehidupan manusia seperti untuk keperluan air minum, industri, pertanian, pemadam kebakaran, tempat rekreasi, transportasi, pembangkit listrik tenaga air dan lain-lain. Seperti halnya di DAS Deluang dan Lobawang merupakan sungai yang airnya banyak digunakan untuk mengairi pertanian, perkebunan, memenuhi kebutuhan mandi dan cuci serta keperluan rumah tangga. Mengingat pentingnya kebutuhan air di kedua sungai ini, maka ketersediaanya perlu diperhatikan.

Ketersediaan air sangat dipengaruhi oleh manajemen daerah aliran sungai (Choudhari et. al.,2014). Sebagai contoh penggundulan hutan dan alih fungsi lahan akan berpengaruh negatif terhadap ketersediaan air. Mengingat pentingnya ketersediaan air, estimasi parameter model hidrologi yang diakibatkan oleh hujan menjadi limpasan merupakan tantangan yang harus diselesaikan.

Model hidrologi merupakan satu model yang dapat digunakan untuk dua tujuan yang berbeda seperti pengelolaan air atau peramalan banjir. Pemodelan untuk pengelolaan air seperti penentuan debit andalan irigasi dan hidropower pada umumnya dapat menggunakan data hujan maupun debit harian. Sedangkan untuk memprediksi banjir yang digunakan adalah data hujan dengan resolusi yang lebih tinggi seperti jam-jaman. Mengingat besarnya manfaat sungai Deluang dan Lobawang sebagai pemasok irigasi, maka prediksi hujan menjadi aliran di DAS ini dengan data hujan harian time series menjadi penting untuk dilakukan.

Hidayah dkk. (2014) telah melakukan pemodelan hujan aliran secara time-series dengan data hujan harian yang di running dengan HEC HMS telah dilakukan di DAS Kelapa Sawit. Menurut Hidayah dkk. (2014) mengatakan bahwa kelebihan dari HEC HMS ini adalah estimasi parameter model HEC-HMS relative lebih singkat

karena tersedia komponen untuk melakukan optimasi secara otomatis, model HEC-HMS lebih mampu menggambarkan kondisi *baseflow* yang sesuai kondisi observasi tetapi untuk *peakflow*-nya terjadi overestimasi. Oleh karena itu dalam penelitian ini menggunakan HEC HMS untuk memprediksi hujan menjadi aliran dengan menggunakan data hujan harian pada DAS Deluang dan Lobawang.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka didapat rumusan masalah yaitu Bagaimana optimasi parameter model hujan aliran pada DAS Deluang dan Lobawang ?

1.3 Tujuan dan Manfaat

Dari rumusan masalah tersebut mendapatkan suatu tujuan yaitu :

Dari rumusan masalah tersebut mendapatkan suatu tujuan yaitu untuk mengetahui parameter model pada DAS Deluang dan Lobawang.

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk mengetahui respon banjir dan kondisi aliran pada DAS Deluang dan Lobawang.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah pemodelan laju aliran pada DAS Deluang dan Lobawang dengan menggunakan software HEC HMS yang berfokus pada kualitas air untuk aliran lowflow.

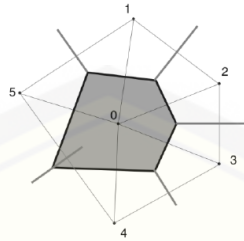
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Hujan

Hujan adalah suatu fenomena alam yang sangat penting keberadaannya. Dalam jumlah yang cukup dan terkendali, hujan merupakan karunia Tuhan yang tidak terhingga manfaatnya. Sebaliknya, hujan akan membawa bencana jika jumlah dan sebarannya tidak terkendali. Hujan terjadi akibat adanya massa udara yang menjadi dingin, mencapai suhu di bawah titik embunnya dan terdapat inti higroskopik yang dapat memulai pembentukan molekul air. Apabila massa udara terangkat ke atas, dan menjadi dingin karena ekspansi adiabatik, dan mencapai ketinggian yang memungkinkan terjadinya kondensasi, maka akan terbentuk awan. Hujan hanya akan terjadi apabila molekulmolekul air hujan sudah mencapai ukuran lebih dari 1 mm (Sri Harto, 2000).

2.2 Hujan Rata-Rata Wilayah

Di dalam analisis hidrologi masukan hujan yang digunakan adalah besaran hujan DAS (*catchment rainfall*) yang dapat dianggap mewakili seluruh hujan yang terjadi dalam DAS. Besaran hujan ini diperoleh dengan merata-ratakan hujan titik (*point rainfall*). Salah satu cara perata-rataan hujan titik menjadi hujan rata-rata DAS yang sering digunakan adalah cara poligon Thiessen. Metode ini menganggap bahwa hujan yang terjadi pada suatu stasiun mempunyai pengaruh yang dibatasi oleh poligon Thiessen. Jika titik-titik di daerah pengamatan di dalam daerah itu tidak tersebar merata, maka cara perhitungan curah hujan dilakukan dengan memperhitungkan daerah pengaruh tiap titik pengamatan. (Supirin, 2004).



Gambar 2.1 Skema Poligon Thiessen

Curah hujan rata-rata wilayah tersebut dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$\bar{R} = \sum_{i=1}^n \frac{A_i R_i}{A} \dots\dots\dots (2.1)$$

dimana :

\bar{R} = tinggi curah hujan rata-rata

R_i = tinggi curah hujan stasiun ke-i

A_i = luas wilayah pengaruh dari stasiun ke-i

A = luas total wilayah pengamatan

Cara Thiessen ini memberikan hasil yang lebih teliti daripada cara aljabar. Akan tetapi penentuan titik pengamatan dan pemilihan ketinggian akan mempengaruhi ketelitian hasil yang didapat. Kerugian yang lain umpamanya untuk penentuan kembali jaringan segitiga jika terdapat kekurangan pengamatan pada salah satu titik pengamatan.

2.3 Pemodelan Hujan Aliran HEC-HMS

HEC-HMS merupakan singkatan dari *Hydrologic Engineering Center-Hydrologic Modelling System*. HEC-HMS merupakan sebuah *software* yang dikembangkan oleh *Hydrologic Engineering Center* milik *US Army Corps of Engineers*. Program HEC-HMS didalamnya terdapat fasilitas kalibrasi maupun simulasi model distribusi, model menerus dan kemampuan membaca data GIS. Selain itu, program HEC-HMS digunakan untuk simulasi perhitungan limpasan permukaan serta penelusuran banjir pada suatu daerah aliran sungai, baik itu dalam kondisi

eksisting maupun dalam keadaan terkontrol atau terencana, perhitungan aliran dasar (*baseflow*), evaluasi bangunan pengendali air serta presipitasi air hujan.

Sebelum menjalankan proses pengolahan dalam program HEC-HMS ini, diperlukan bantuan program-program lain untuk melakukan pengolahan data spasial sebelum dimasukkan dan dimanfaatkan didalam HEC-HMS. Diantaranya program *ArcView GIS* dengan ekstensi *HEC GeoHMS*. Hal ini karena program HEC-HMS tersebut tidak dapat melakukan pengolahan data spasial berupa peta-peta digital yang nantinya akan digunakan didalam proses analisa dan perhitungan. HEC-HMS hanya dapat menggunakan input peta digital yang telah diolah sebelumnya oleh program tambahan tersebut, kemudian diimpor kedalam program HEC-HMS.

Program HEC-HMS di dalamnya terdapat 3 komponen utama, yaitu sebagai berikut:

- a. *Basin model*, yaitu elemen-elemen yang terdapat pada suatu sub DAS serta parameter-parameter dalam limpasan.
- b. *Meteorologic Model*, yaitu berisi data sebaran stasiun hujan dan data evapotranspirasi.
- c. *Control Specifications*, yaitu merupakan interval waktu simulasi untuk memulai atau mengakhiri dalam kalkulasi data.

Program HEC-HMS, didalamnya terdapat beberapa model yang terpisah dimana masing-masing model yang dipilih mempunyai input yang berbeda-beda. Beberapa model yang digunakan untuk menghitung *volume runoff*, *direct runoff*, *baseflow*, dan *channel flow* ditunjukkan pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Perhitungan dan Model yang Terdapat dalam HEC-HMS

Perhitungan	Model
Precipitation	User hyetograph User gage weighting Gridded precipitation Frequency storm Standard projek storm
Volume runoff	Initial and Constant rate SCS curve number (CN) Gridded SCS CN Green and Ampt Deficit and constant rate Soil moisture accounting (SMA) Gridded SMA
Direct runoff (overland flow dan interflow)	User-spesified unit hydrograph Clark 's UH Snyder 's UH SCS UH Modclark Kinematic wave
Baseflow	Constant monthly Exponential recession Linier reservoir
Channel flow	Kinematic wave Lag Modified Puls Muskingum Muskingum-Cunge Standard Section Muskingum-Curve 8-point Section

Sumber : Technical Reference Manual HEC-HMS (2000)

Sesuai dengan fasilitas yang terdapat dalam HEC-HMS dan pertimbangan parameter-parameter yang dibutuhkan dan faktor ketersediaan data, maka model-model hidrologi yang dipilih dalam analisis adalah sebagai berikut :

b. Volume Aliran (*volume runoff*)

Program HEC-HMS didalamnya terdapat suatu model yang digunakan untuk pemodelan menerus (*continuous model*) dalam menentukan volume aliran yaitu *Initial and Constant Rate*.

Loss rate method adalah pemodelan untuk menghitung kehilangan air yang terjadi karena proses intersepsi dan pengurangan tampungan. Metode yang digunakan pemodelan ini adalah *Initial and Constant Loss Method*. Konsep dasar dari metode ini memperhitungkan rata-rata kehilangan air hujan yang terjadi selama hujan berlangsung. Intersepsi merupakan hasil dari proses penyerapan air hujan oleh permukaan tanah, sedang pengurangan tampungan akibat dari perbedaan topografi pada suatu DAS. Air hujan yang jatuh akan diinfiltrasi atau dievaporasikan, hal ini akan sangat berpengaruh pada debit banjir yang akan mengalir pada sungai tersebut.

Pada loss method menggunakan metode *Initial and Constant Rate*, metode ini terdiri dari satu parameter (*Constant Rate*) dan satu kondisi yang telah ditentukan (*Initial Loss*), yang menggambarkan keadaan fisik DAS seperti tanah, dan tataguna lahan. Dalam penentuannya digunakan tabel 4.4.

Tabel 2.2 *SCS soil group and infiltration (loss) rates*

Soil Group	Descriptions	Range of Loss Rate (in/hr)
A	Deep sand, deep loess, aggregated silts	0,30-0,45
B	Shallow loes, sandy loam	0,15-0,30
C	Clay loams, shallow sandy loam, soil low inorganic content, and soil usually higt in clay	0,05-0,15
D	Soil that swell significantly when wet, heavy plastic clay, certain saine soil	0,00-0,05

Sumber : SCS, 1986; Skaggs and Khaleel, 1982

Menurut Azizah *et al* (2000) bahwa permukaan kedap air (*impervious surface*) penyebab yang sangat mempengaruhi dampak DAS karena peningkatan permukaan kedap air dapat menyebabkan meningkatnya limpasan selama kejadian hujan deras sehingga volume air di DAS sangat cepat meningkat. Persentase permukaan kedap air

(*imperviousness*), sering disebut sebagai PIMP dalam perhitungan, merupakan faktor penting ketika mempertimbangkan drainase air. Hal ini dihitung dengan mengukur persentase dari daerah tangkapan air yang terdiri dari permukaan tahan seperti jalan, atap dan permukaan beraspal lainnya. Nilai PIMP dapat dihitung menggunakan persamaan (Butler *et al.*, 2000) :

$$PIMP = J6,4^{0,5} \dots\dots\dots(2.2)$$

dimana :

PIMP = prosentase *imperviousness*

J = luas permukiman (ha).

c. Aliran Langsung (*direct runoff*)

Model *direct runoff* yang digunakan dalam model HEC-HMS adalah *Clark Unit Hydrograph*. Model *Clark Unit Hydrograph* adalah suatu Unit Hidrograf yang melalui proses perubahan dan penyimpanan mendominasi pergerakan aliran melalui DAS. Perubahan yang dimaksudkan adalah gerakan aliran downgradient melalui DAS dalam menanggapi gravitasi yang mengurangi hasil dari gaya gesek dan tampungan saluran (*HEC-HMS Technical Manual*). Clark (dalam USGS, 2000) mencatat bahwa terjemahan dari aliran seluruh DAS bisa digambarkan oleh kurva waktu - daerah, yang mengungkapkan kurva dari fraksi wilayah DAS kontribusi limpasan ke outlet DAS sebagai fungsi waktu sejak awal curah hujan efektif. Curah hujan efektif adalah bahwa curah hujan yang tidak ditahan di permukaan tanah atau menyusup ke dalam tanah. Kurva waktu - daerah dibatasi dalam waktu oleh *time concentration* (T_c) DAS. Dengan demikian, T_c adalah parameter hidrograf dari metode Clark unit hidrograf (USGS, 2000). Berdasarkan USGS Report 00-4184 (2000) tentang Persamaan Estimasi Clark Unit Hydrograph Parameter untuk DAS Pertanian Kecil di Illinois, telah menghasilkan estimasi terbaik dengan analisis regresi untuk menghubungkan logaritma dari rata-rata T_c dan rata-rata R untuk setiap DAS terhadap logaritma. Karakter daerah aliran sungai yaitu panjang *main-channel* dan lereng. Persamaan untuk T_c dan R estimasi (dalam jam) yang menghasilkan nilai R^2

tertinggi dalam penelitian tersebut sebagai berikut (USGS,2000):

$$Tc = 1,54L^{0,875}S^{-0,181} \dots\dots\dots(2.3)$$

$$R = 16,4L^{0,342}S^{-0,790} \dots\dots\dots(2.4)$$

dimana :

L = panjang sungai utama (*mill*)

S = merupakan kemiringan sungai.

d. Model *Baseflow*

Aliran dasar (*baseflow*) merupakan aliran air yang tertahan berdasarkan hujan sebelumnya yang tertampung sementara didalam tanah. Model *baseflow* yang digunakan dalam HEC-HMS menggunakan *constant monthly model* yang berfungsi untuk menetapkan debit aliran dasar secara konstan tiap bulan (Firmansyah, 2012).

e. Kalibrasi

Untuk aplikasi di HEC-HMS, parameter memiliki arti fisik yang jelas, atau mungkin murni empiris. Sebagai contoh basin model dengan volume runoff menggunakan metode Initial and Constant Rate dengan parameter Initial dan constant loss rate, dan direct runoff dengan menggunakan metode Clark Unit Hydrograph dengan parameter Time of Concentration (waktu konsentrasi) dan Storage Coefficient (koefisien tampungan) yang diperlukan. Hal ini dapat diperkirakan melalui kalibrasi, seperti yang dijelaskan dalam tabel 2.3

Tabel 2.3 Nilai Parameter Untuk Kalibrasi Model HEC-HMS

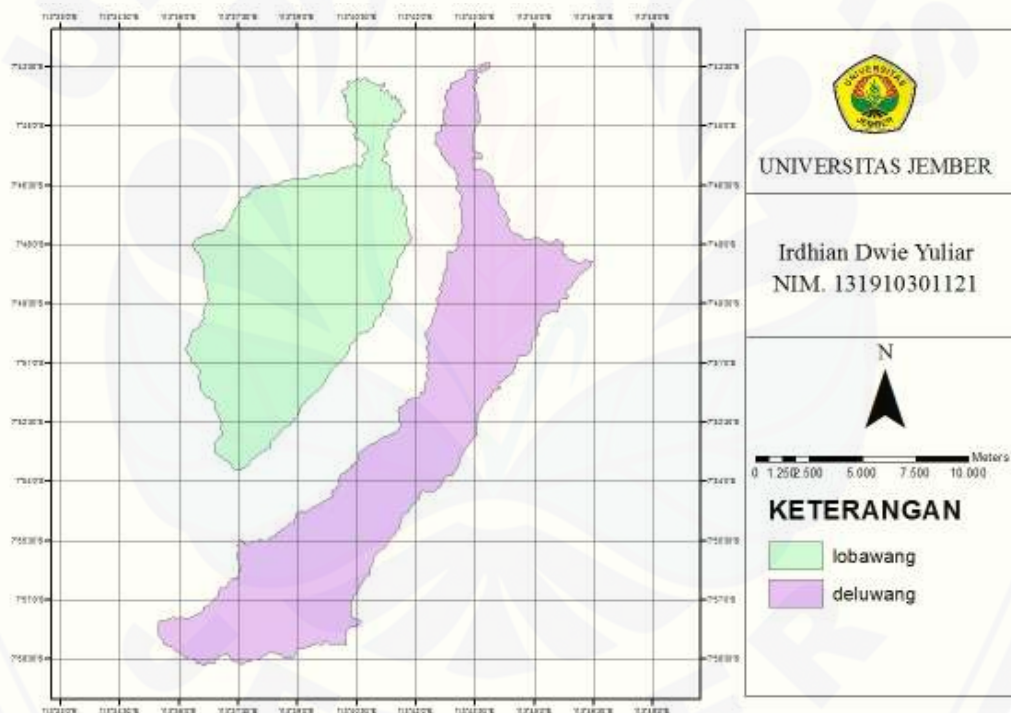
Model	Parameter	Min	Max
Initial and Constant-rate loss	Initial Loss	0 mm	500 mm
	Constant-rate loss	0 mm/hr	300 mm/hr
SCS loss	Initial abstraction	0 mm	500 mm
	Curve Number	1	100
Green and Ampt loss	Moisture deficit	0	1
	Hydraulic conductivity	0 mm/mm	250 mm/mm
	Wetting front suction	0 mm	1000 mm
Deficit and constant-rate loss	Initial deficit	0 mm	500 mm
	Maximum deficit	0 mm	500 mm
	Deficit recovery factor	0,1	5
Clark's UH	Time of concentration	0,1 hr	500 hr
	Storage coefficient	0 hr	150 hr
Snyder's UH	Lag	0,1 hr	500 hr
	Cp	0,1	1
SCS UH	Lag	0,1 min	30000 min
Kinematic wave	Manning's n	0	1
Baseflow	Initial baseflow	0 m ³ /s	100000 m ³ /s
	Recession factor	0,000011	-
	Flow-to-peak-ratio	0	1
Muskingum routing	K	0,1 hr	150 hr
	X	0	0,5
	Number of steps	1	100
Kinematik wave routing	N-value factor	0,01	10
Lag routing	Lag	0 min	30000 min

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

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi Penelitian adalah di DAS Deluang dan Lobawang kabupaten Situbondo, secara geografis DAS Deluang berada dikoordinat bujur $7^{\circ}43'30''\text{S}$ – $7^{\circ}58'30''$ dan koordinat lintang $113^{\circ}36'0''\text{E}$ – $113^{\circ}46'30''\text{E}$ Sedangkan DAS Lobawang berada dikoordinat bujur $7^{\circ}43'30''\text{S}$ – $7^{\circ}54'0''\text{S}$ dan koordinat lintang $113^{\circ}36'0''\text{E}$ – $113^{\circ}42'0''\text{E}$. Lokasi DAS tersebut dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Lokasi DAS Deluang dan Lobawang

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu seperangkat komputer yang dilengkapi dengan program Ms. Office 2007 dan HEC-HMS versi 3.5 .

3.2.2 Bahan

1. Data Karakteristik DAS

- Luas DAS
- Panjang sungai
- Kemiringan sungai
- Tata guna lahan

2. Data Hidrologi

- Data curah hujan harian 1 Januari – 31 Desember 2003
- Data debit harian 1 Januari – 31 Desember 2003
- Data curah hujan harian 1 Januari – 31 Desember 2005
- Data debit harian 1 Januari – 31 Desember 2005

3.3 Langkah – Langkah Penelitian

Langkah – langkah penelitian pada Gambar 3.2 dapat dijelaskan sebagai berikut.

a. Pengumpulan data

Data primer yang dibutuhkan antara lain data karakteristik DAS berasal dari BPP DAS Sampean Baru Bondowoso, Stasiun hujan beserta curah hujan harian dan debit observasi berasal dari UPT PSDA WS Bondowoso.

b. Pengolahan Data

Pengolahan data awal adalah data karakteristik DAS dan data curah hujan harian 1 Januari – 31 Desember 2003 dan 1 Januari – 31 Desember 2005 menjadi data curah hujan wilayah menggunakan *polygon thiessen*.

Kemudian data curah hujan wilayah, data karakteristik DAS dan debit observasi digunakan sebagai input dalam pemodelan HEC HMS. Kalibrasi model menggunakan debit harian 1 Januari – 31 Desember 2003 sebagai tolak

ukur nilai parameter. Validasi model menggunakan nilai parameter hasil kalibrasi, data curah hujan wilayah dan debit observasi 1 Januari – 31 Desember 2005.

1 Parameter Model

Parameter model dihasilkan pada proses kalibrasi dan validasi, kemudian parameter ini mendeskripsikan kondisi hidrologi DAS. Hasil dari kalibrasi model mendapatkan nilai parameter time of concentration, storage coefficient, initial loss dan constant-rate loss.

3.4 Pemodelan HEC HMS

Langkah – langkah pemodelan HEC HMS pada gambar 3.3 dapat dijelaskan sebagai berikut :

3.4.1 Menyusun Parameter dan *Initial Condition*

Komponen yang akan dipilih dalam menggambar objek ini berupa *basin models* dan *meteorologic models*. Pemodelan yang dibuat diasumsikan dengan metode Lump, dimana dalam satu DAS hanya diwakili oleh satu data hasil rata-rata.

3.4.2 Parameter Model Sub-basin

Pemilihan metode parameter model disesuaikan dengan kebutuhan data yang ada dan hasil yang akan diharapkan. Data awal yang terdapat antara lain karakter fisik DAS dan nilai PIMP. Adapun pemilihan parameter model dengan metodenya untuk setiap komponen model disajikan pada Tabel 3.1.

Komponen Model	Parameter	Metode
Subbasin	Loss	Initial and Constant-rate loss
	Transform	Clark Unit Hydrograph
	Baseflow	Constant Monthly

3.4.3 *Meteorologic Models*

Meteorologic Model merupakan masukan data curah hujan (presipitasi), data curah hujan yang dipakai adalah data curah hujan wilayah dalam kurun waktu satu tahun yaitu mulai tanggal 1 Januari sampai dengan 31 Desember 2003. Data hujan

harian hasil dimasukkan dalam bentuk *time series* dengan tipe data *precipitation gages*. Data *precipitation gages* nantinya diidentifikasi pada komponen meterologi model dalam bentuk *Specified Hyetograph* agar data hujan harian sesuai dengan lokasi subbasin.

3.4.4 Control Specifications

Control specifications atau kontrol waktu simulasi yang digunakan dalam periode *running* model yaitu data satu periode (1 Januari – 31 Desember 2003).

3.4.5 Running Model

Pada *running model* merupakan proses untuk menghasilkan hujan aliran yang dapat dilihat dalam bentuk hidrograf dan tabel.

3.4.6 Kalibrasi Model

Langkah kalibrasi ini dilakukan supaya hidrograf hasil hitungan sama atau menyerupai hidrograf terukur, sehingga dalam kalibrasi ini memerlukan debit terukur dan data hujan pada rentang waktu yang sama. Debit yang digunakan adalah pengukuran debit pada Kali Deluang – Demung pada DAS Deluang dan Kali Pekalen – Condong pada DAS Lobawang. Proses kalibrasi digunakan untuk menentukan nilai parameter – parameter yang sesuai dari karakteristik DAS.

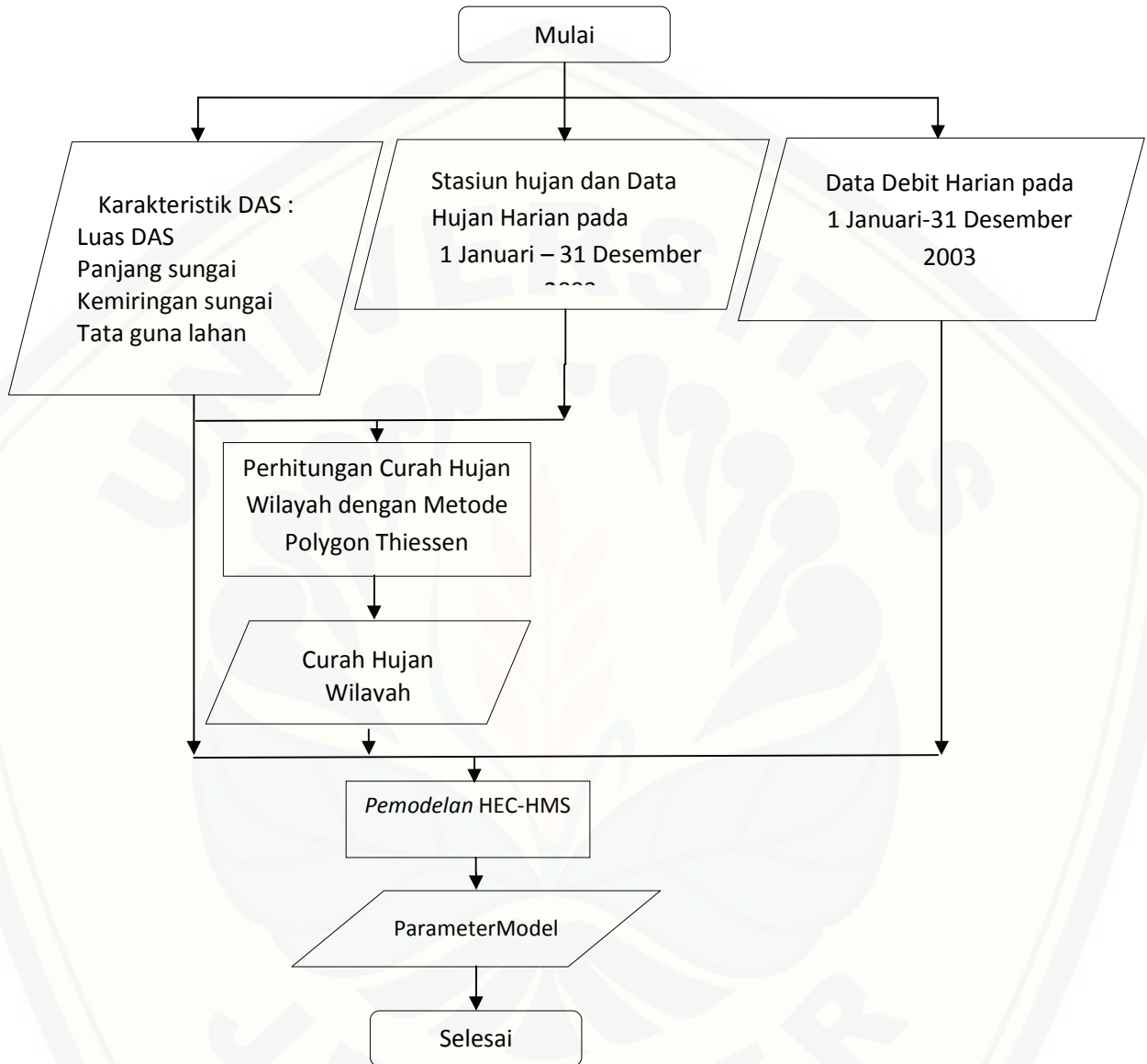
3.4.7 Optimasi Model

Proses optimasi parameter dapat membantu dalam menentukan parameter yang tepat pada kondisi DAS yang ada. Proses ini akan mengacu pada satu ketentuan yaitu pada nilai percent difference volume pada objective function dengan menggunakan metode Peak-Weighted RMS Error. Adapun yang di parameter yang akan dioptimasi merupakan parameter *trial and error* dan hasil *trial and error* disajikan pada Lampiran C. Proses optimasi parameter akan menghasilkan nilai parameter baru yang akan digunakan untuk proses validasi.

3.4.8 Validasi Model

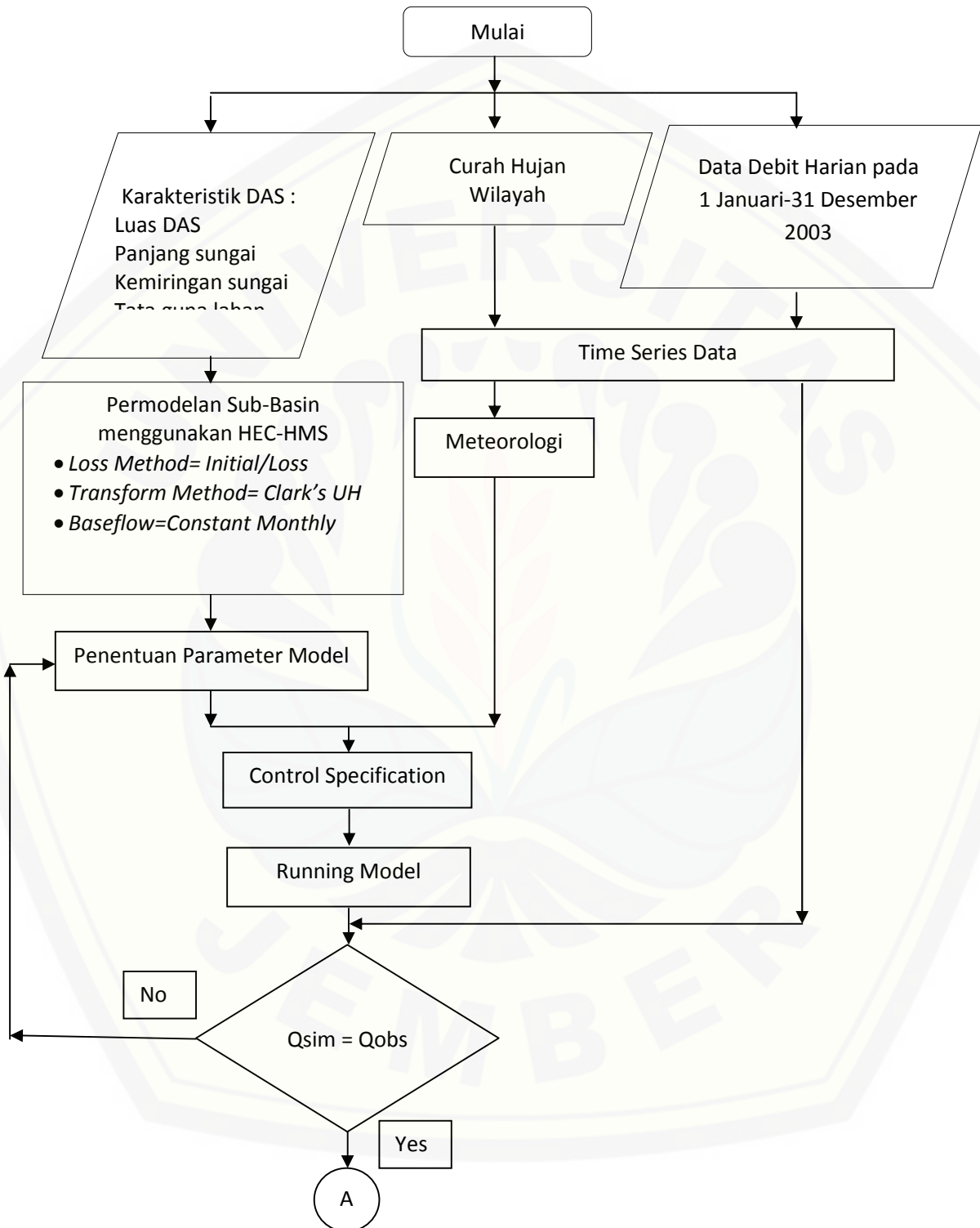
Proses validasi digunakan untuk mengetahui kesesuaian parameter yang telah dihasilkan pada proses kalibrasi.

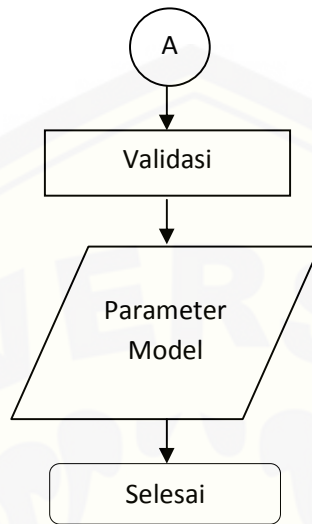
3.3 Alur Penelitian



Gambar 3.2 Alur Penelitian

3.4 Pemodelan HEC HMS



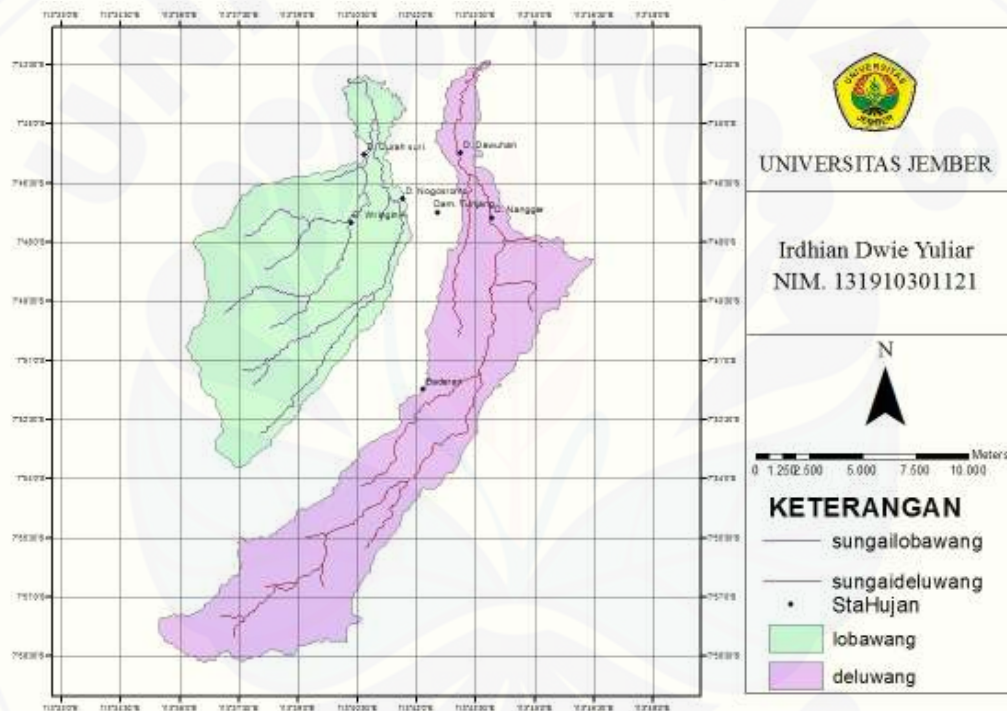


Gambar 3.3 Alur Pemodelan HEC HMS

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Karakteristik Fisik DAS

DAS Deluang merupakan DAS yang terletak pada dua kabupaten, yaitu kabupaten Situbondo dan Bondowoso. Sedangkan DAS Lobawang terletak pada kabupaten Situbondo.



Gambar 4.1 Bentuk dan Jaringan Sungai DAS Deluang dan Lobawang

Dalam karakteristik fisik DAS, dapat dilihat perbedaan bentuk pada DAS Deluang dan Lobawang, DAS Deluang memiliki bentuk DAS memanjang sedangkan pada DAS Lobawang memiliki bentuk bulat dan lebih kecil daripada DAS Deluang. Selain itu didapatkan luasan DAS sebesar 120,457 km² pada DAS Deluang dan 99,135 km² pada DAS Lobawang, panjang sungai pada DAS Deluang 34 km sedangkan pada DAS Lobawang 22 km dan kemiringan sungai pada DAS Deluang

sebesar 0,05882 % sedangkan pada DAS Lobawang sebesar 0,05454 %. Karakteristik pada masing – masing DAS disajikan pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Karakteristik Fisik DAS Deluang dan Lobawang

Uraian	Notasi	Satuan	Kisaran	
			Deluang	Lobawang
Luas DAS	A	Km ²	120,457	99,135
Panjang Sungai Utama	L	Km	34	22
Kemiringan Sungai	S	%	0,05882	0,05454

Pada tabel 4.1 terlihat perbedaan karakteristik pada DAS Deluang dan Lobawang yaitu Luas DAS pada DAS Deluang lebih besar dari pada luas DAS Lobawang. Panjang sungai pada DAS Deluang lebih panjang dari pada DAS Lobawang. Namun, pada masing – masing DAS memiliki kemiripan pada kemiringan sungai dengan selisih nilai yang kecil.

4.2 Analisa Hidrologi

4.2.1 Data Curah hujan

Di DAS Deluang terdapat 5 stasiun hujan, dalam penelitian ini hanya empat stasiun hujan yang di ambil data curah hujan karena satu stasiun hujan kehilangan data hujan, sedangkan pada DAS Lobawang terdapat 4 stasiun hujan, dalam penelitian ini menggunakan tiga stasiun hujan yg berada di DAS Lobawang dan satu stasiun hujan pada DAS Deluang yaitu Sta Baderan dikarenakan wilayah stasiun hujan mempengaruhi sebagian wilayah di DAS Lobawang. Data hujan yang digunakan dalam analisa tersebut meliputi data curah hujan harian pada tanggal 1 Januari 2003 sampai 31 Desember 2003. Data Curah Hujan dapat dilihat pada Lampiran A.

4.2.2 Metode Poligon Thiessen

Wilayah DAS Deluang dan Lobawang masing – masing mencakup empat stasiun hujan, stasiun hujan di sajikan beserta koordinatnya pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Koordinat Stasiun Hujan

Stasiun	Deluang		Stasiun	Lobawang	
	Koordinat			Koordinat	
	LON	LAT		LON	LAT
Dawuhan	+113.7185	-7.7622	Nogosromo	+113.6939	-7.78172
Nangger	+113.7319	-7.7897	Wringin	+113.6721	-7.79184
Tunjang	+113.7090	-7.7874	Curah Suri	+113.6778	-7.76305
Baderan	+113.7025	-7.8622	Baderan	+113.7025	-7.86223

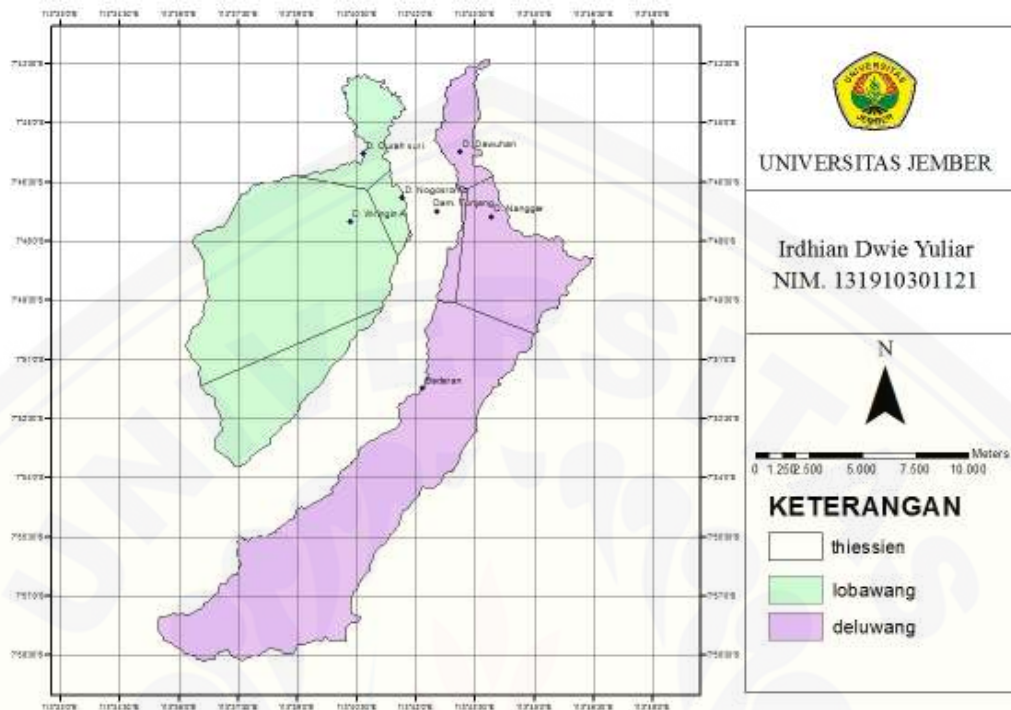
Stasiun hujan yang ada di DAS Deluang dan Lobawang tidak tersebar merata, maka perhitungan curah hujan dilakukan dengan memperhitungkan daerah pengaruh tiap stasiun hujan yang dibatasi oleh poligon Thiessen. Data yang digunakan dalam menghitung curah hujan rata-rata wilayah adalah data hujan bulan Januari 2003 sampai dengan Desember 2003.

Hal yang dilakukan pertama kali dalam menghitung curah hujan rata-rata wilayah menggunakan metode poligon Thiessen yaitu mencari koefisien dari pengaruh setiap stasiun hujan. Nilai dari koefisien dari setiap stasiun hujan di DAS Deluang dan Lobawang dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Koefisien Thiessen DAS Deluang

Stasiun	Deluang		Stasiun	Lobawang	
	Luas	Bobot		Luas	Bobot
Dawuhan	8,144	0,06756	Nogosromo	4,035	0,04070
Nangger	24,461	0,20292	Wringin	63,469	0,64023
Tunjang	2,460	0,02041	Curah Suri	10,000	0,10164
Baderan	85,482	0,70912	Baderan	21,555	0,21743

Sumber : Hasil Perhitungan



Gambar 4.2. Pengaruh Stasiun Hujan pada DAS Deluang dan Lobawang

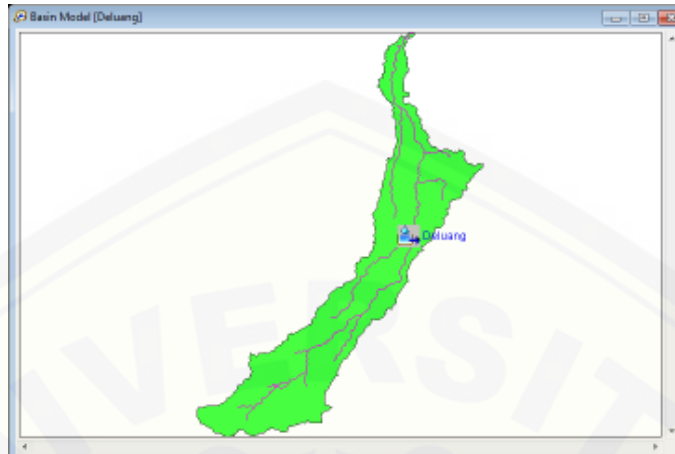
Pada gambar 4.2 menunjukkan daerah pengaruh pada masing – masing stasiun hujan, pada DAS Deluang terdapat stasiun hujan Dawuhan, Nangger, Tunjang yang mencakup wilayah DAS Deluang sedangkan Baderan selain mencakup DAS deluang juga mencakup daerah DAS Lobawang yang memiliki stasiun hujan Nogosromo, Wringin dan Curah Suri.

4.3 Pemodelan Hujan Aliran dengan HEC-HMS

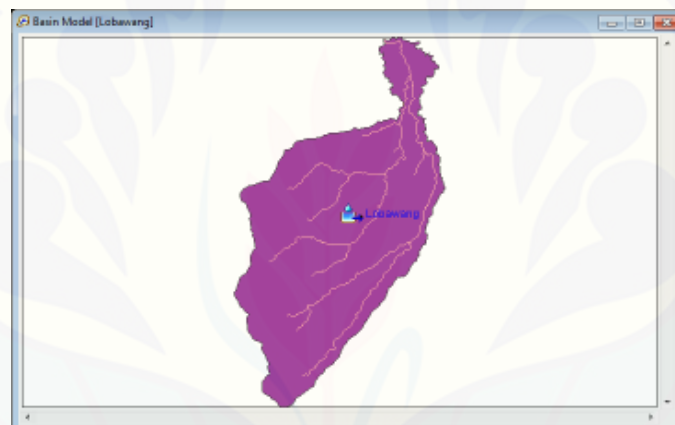
Beberapa tahap yang dilakukan dalam pemodelan hujan menjadi debit dengan HEC-HMS adalah sebagai berikut:

4.3.1 Basin Model

Dalam pembuatan model hujan aliran, pertama kali yang dilakukan adalah menggambar objek. Pemodelan yang dibuat diasumsikan dengan metode Lump, dimana dalam satu DAS hanya diwakili oleh satu data hasil rata-rata. Gambar objek yang digunakan seperti pada gambar 4.3 dan 4.4.



Gambar 4.3 Penggambaran Objek DAS Deluang



Gambar 4.4 Penggambaran Objek DAS Lobawang

Setelah selesai penggambaran objek, selanjutnya diisi parameter awal untuk perhitungan *loss method*, *direct runoff* dan *baseflow*. Pada perhitungan metode di atas membutuhkan beberapa parameter sebagai input pada proses pemodelan. Berikut adalah perhitungan parameter untuk *initial condition* :

a. Loss Method

Pada *loss method* menggunakan metode *Initial and Constant Rate*, metode ini terdiri dari satu parameter (*Constant Rate*) dan satu kondisi yang telah ditentukan (*Initial Loss*), yang menggambarkan keadaan fisik DAS seperti tanah, dan tataguna lahan. Dalam penentuannya digunakan tabel 4.4.

Tabel 4.4 SCS soil group and infiltration (loss) rates

Soil Group	Descriptions	Range of Loss Rate (in/hr)
A	Deep sand, deep loess, aggregated silts	0,30-0,45
B	Shallow loes, sandy loam	0,15-0,30
C	Clay loams, shallow sandy loam, soil low inorganic content, and soil usually higt in clay	0,05-0,15
D	Soil that swell significantly when wet, heavy plastic clay, certain saine soil	0,00-0,05

Sumber : SCS, 1986 ; Skaggs and Khaleel, 1982

DAS Deluang dan Lobawang masuk dalam kategori jenis tanah latosol yaitu tanah dari pelapukan batuan beku dan sedimen yang masih baru (belum sempurna) sehingga butirannya besar dan kasar dengan mempunyai ciri-ciri tekstur tanahnya beraneka ragam dan pada umumnya berpasir, tak bertekstur, warna kandungan batu, kerikil dan kesuburan bervariasi. Dalam tabel 4.4 Pengelompokan Jenis Tanah Menurut Metode SCS, ciri-ciri tanah latosol tersebut masuk dalam jenis C dengan nilai range 0,05-0,15 (in/hr).

Tabel 4.5 Nilai Parameter Model Initial loss and Constant Loss Rate

Tabel Parameter	Nilai		Satuan
	Deluang	Lobawang	
Initial Loss	2,54	2,54	MM
Constant Rate	2,54	2,54	MM/HR
Impervious	0,641	0,581	%

Sumber : Hasil Perhitungan

Pada tabel 4.5 menjelaskan bahwa dari hasil perhitungan didapatkan kesamaan nilai initial loss dan constant loss rate pada DAS Deluang dan Lobawang dikarenakan jenis tanah pada kedua DAS tersebut adalah sama (latosol) dengan nilai initial loss sebesar 2,54 mm dan constant loss rate sebesar 2,54 mm/hr. Namun terjadi perbedaan pada nilai impervious yaitu 0,641 % untuk DAS Deluang dan 0,581 % untuk DAS Lobawang, maka nilai impervious DAS Deluang lebih besar dari pada DAS lobawang dikarenakan nilai impervious dipengaruhi oleh luas daerah pemukiman pada masing – masing DAS.

b. Direct Runoff

Pada *direct runoff* menggunakan metode *Clark Unit Hydrograph*, pada metode tersebut terdapat dua parameter yang di hitung, yaitu *time of concentration* (T_c) dan *Storage Coefficient* (R). Berikut contoh perhitungan nilai *time of concentration* dan *storage coefficient*. (contoh pada DAS Deluang)

1) Perhitungan *Time of Concentration* (T_c)

$$T_c = 1,54L^{0,875}Y^{-0,181}$$

$$T_c = 1,54 * 34^{0,875} * 0,059^{-0,181}$$

$$T_c = 56,270 \text{ menit} = 0,937 \text{ jam}$$

2) Perhitungan *Storage Coefficient* (R)

$$R = 16,4L^{0,342}Y^{-0,790}$$

$$R = 16,4 * 34^{0,342} * 0,059^{-0,790}$$

$$R = 513,670 \text{ menit} = 8,561 \text{ jam}$$

Tabel 4.6 Nilai Parameter Model *Clark Unit Hydrograph*

Tabel Parameter	Nilai		Satuan
	Deluang	Lobawang	
Time of Concentration	0,937	0,649	HR
Storage Coefficient	8,561	7,831	HR

Sumber : Hasil Perhitungan

Pada tabel 4.6 menjelaskan bahwa hasil perhitungan didapatkan nilai parameter *time of concentration* dan *storage coefficient* DAS Deluang lebih besar dari DAS lobawang yaitu secara berurutan sebesar 0,937 hr dan 8,561 hr pada DAS Deluang sedangkan pada DAS Lobawang secara berurutan sebesar 0,649 hr dan 7,831 hr. Hal ini dipengaruhi oleh panjang sungai dan kemiringan sungai, panjang sungai pada DAS Deluang lebih panjang, maka benar jika nilai *time of concentration* dan *storage coefficient* pada DAS Deluang mendapat hasil yang lebih besar.

c. Baseflow

Baseflow dapat diartikan sebagai aliran dasar, model ini digunakan untuk menggambarkan aliran dasar yang terjadi pada saat limpasan, sehingga dapat dihitung

tinggi puncak hidrograf yang terjadi. Pada penelitian ini untuk parameter *baseflow* menggunakan metode *Constant Monthly* karena ketiadaan data sekunder yang dapat digunakan jika ingin menggunakan metode yang lainnya, maka data yang dimasukkan menggunakan perhitungan terhadap curah hujan dan debit dalam satu bulan.

Tabel 4.7 Nilai Baseflow

No	Bulan	Deluang	Lobawang
1	Januari	0,015	2,425
2	Februari	0,009	0,687
3	Maret	0,223	9,454
4	April	0,946	11,579
5	Mei	1,775	7,491
6	Juni	1,839	10,182
7	Juli	1,870	7,890
8	Agustus	2,243	7,499
9	September	2,412	7,349
10	Oktober	2,017	7,560
11	November	1,066	3,528
12	Desember	0,623	2,595

Sumber : Hasil Perhitungan

4.3.2 *Meteorologic Models*

Meteorologic Model merupakan masukan data curah hujan (presipitasi), data curah hujan yang dipakai adalah data curah hujan dalam kurun waktu satu tahun yaitu mulai tanggal 1 Januari sampai dengan 31 Desember 2003.

4.3.3 *Data Control Specifications*

Control specifications atau kontrol waktu simulasi yang digunakan dalam periode *running* model yaitu data satu periode (1 Januari – 31 Desember 2003).

4.3.4 *Time Series Data*

Pada komponen ini, terdapat beberapa data yang di inputkan antara lain, data hujan (*precipitation gages*) dan debit observasi (*discharge gages*). Pengisian data hujan sebagai kontrol dari hasil *running* model dilakukan pada bagian ini. *Input* data hujan yang dimasukkan yaitu data hujan harian pada 1 Januari - 31 Desember 2003.

Sedangkan untuk *input data* debit observasi, yaitu dengan memasukkan data debit harian, data debit yang dimasukkan yaitu debit observasi harian tanggal 1 Januari - 30 Desember 2003. Data untuk pengisian pada time series dapat dilihat pada lampiran A.

4.4 Proses Running dan Kalibrasi Model

Tahapan ini dilakukan sebelum proses *running* model dilakukan, pada subbasin, parameter dipilih sesuai metode yang digunakan. Hal ini bertujuan untuk mengkalibrasi simulasi hujan aliran HEC-HMS.

4.4.1 Proses Running Model pada DAS Deluang

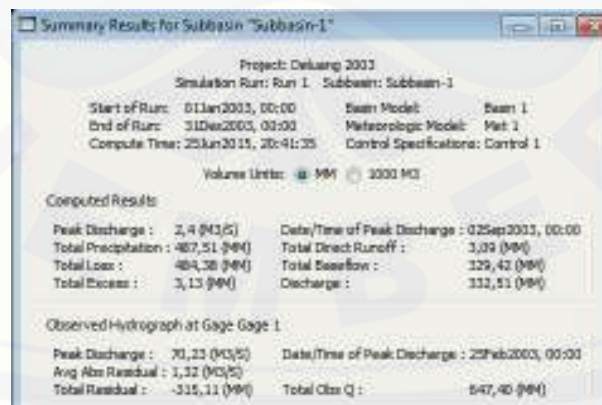
Nilai parameter yang digunakan untuk me-running model hujan aliran dapat dilihat pada tabel 4.8

Tabel 4.8 Parameter Awal

Parameter	Nilai	Satuan
Initial Loss	2,54	Mm
Constant Loss rate	2,54	mm/hr
Impervious	0,641	%
Tc	0,937	Hr
R	8,561	Hr

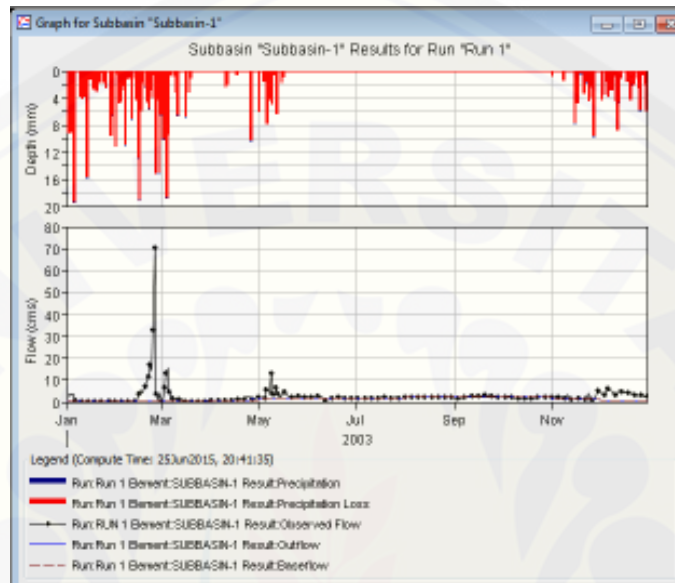
Sumber : hasil perhitungan

Output grafik hasil *running* model hujan aliran ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 4.5 Summary Results

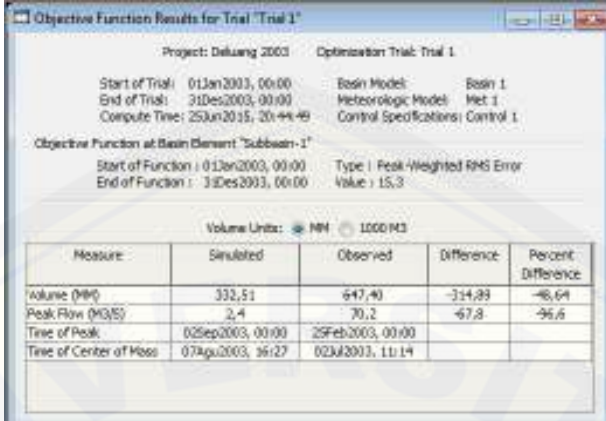
Pada gambar 4.5 menunjukkan bahwa volume untuk hasil running model adalah 332,51 mm sedangkan untuk debit observasi adalah 647,40 mm. Dapat disimpulkan bahwa volume hasil simulasi lebih kecil dari pada volume observasi.



Gambar 4.6 Output Grafik Hasil *Running* Model Hujan Aliran

Dari grafik hasil running model hujan aliran, mendapatkan pola model simulasi dan observasi tidak mempunyai kemiripan dan terjadi kehilangan curah hujan yang besar sehingga pola model simulasi tidak terlihat dalam grafik hasil running tersebut. Maka perlu dilakukan optimasi sehingga mendapatkan pola model simulasi sama atau menyerupai pola model observasi.

Berikut adalah hasil optimasi model *intial condition*, di dapatkan nilai *percent difference* yang disajikan pada gambar 4.7, output grafik hasil optimasi pada gambar 4.8 dan nilai sensitifitas parameter pada gambar 4.9.



Project: Delung 2003 Optimization Trial: Trial 1

Start of Trial: 01Jan2003, 00:00 Basin Model: Basin 1
 End of Trial: 31Des2003, 00:00 Meteorologic Model: Met 1
 Compute Time: 25Jun2015, 20:44:49 Control Specifications: Control 1

Objective Function at Basin Element "Subbasin-1"

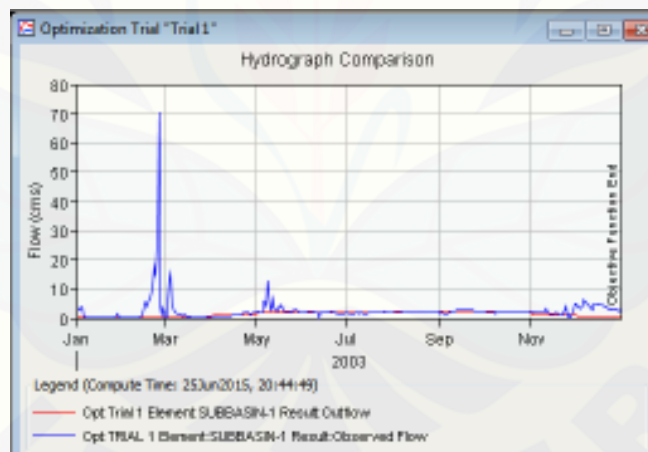
Start of Function: 01Jan2003, 00:00 Type: Peak-Weighted RMS Error
 End of Function: 31Des2003, 00:00 Value: 15,3

Volume Units: MM 1000 MM

Measure:	Simulated	Observed	Difference:	Percent Difference:
Volume (MM)	332,51	647,40	-314,89	-48,64
Peak Flow (MG/S)	2,4	70,2	-67,8	-96,6
Time of Peak:	02Sep2003, 00:00	25Feb2003, 00:00		
Time of Center of Mass:	07Agu2003, 16:27	02Jul2003, 11:14		

Gambar 4.7 Nilai *Percent Difference*

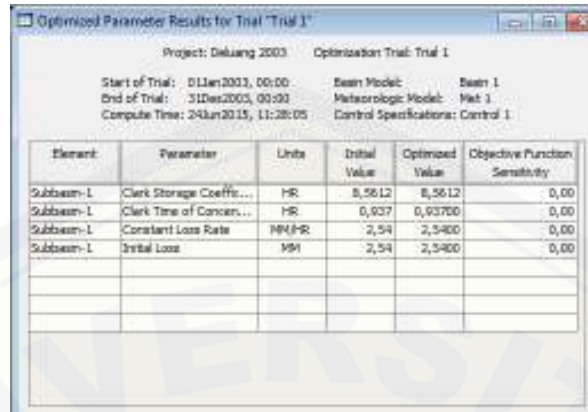
Pada gambar 4.7 menjelaskan bahwa, hasil optimasi model *initial condition* menggunakan *Objective Function Peak Weighted RMS Error* belum menunjukkan adanya kemiripan hasil simulasi dengan hasil observasi. Didapatkan volume untuk hasil simulasi adalah 332,51 mm sedangkan volume observasi adalah 647,40 mm dengan didapatkan nilai percent difference sebesar -48,64 %



Gambar 4.8 Output Grafik Hasil Optimasi

Dari gambar 4.8 menjelaskan bahwa :

1. Pola model simulasi terhadap observasi belum mengalami perubahan yang signifikan.
2. Kondisi baseflow simulasi menyerupai kondisi observasi.



Optimized Parameter Results for Trial "Trial 1"

Project: Delung 2003 Optimization Trial: Trial 1

Start of Trial: 01Jan2003, 00:00 Basin Model: Basin 1
 End of Trial: 31Dec2003, 00:00 Meteorologic Model: Met 1
 Compute Time: 24Jun2015, 11:28:05 Control Specifications: Control 1

Element	Parameter	Units	Initial Value	Optimized Value	Objective Function Sensitivity
Subbasin-1	Clerk Storage Coeffe...	HR	8,5612	8,5612	0,00
Subbasin-1	Clerk Time of Concen...	HR	0,937	0,93700	0,00
Subbasin-1	Constant Loss Rate	MM/HR	2,54	2,5400	0,00
Subbasin-1	Initial Loss	MM	2,54	2,5400	0,00

Gambar 4.9 Nilai Sensitifitas Parameter

Hasil dari optimasi model *initial condition* dengan menggunakan *Objective Function Peak Weighted RMS Error* mendapatkan nilai parameter sensitifitas seperti pada gambar 4.9. Dalam tabel tersebut menjelaskan bahwa tidak adanya parameter yang sensitif terhadap nilai parameter yang di optimasi. Maka optimasi selanjutnya dilakukan perubahan pada nilai parameter.

Untuk mengetahui parameter yang paling berpengaruh terhadap nilai *percent difference* pada *volume* dan *peak flow* dilakukan beberapa *trial and error* terhadap nilai pada parameter *Time Of Concentration*, *Storage Coefficient*, *Constant Loss Rate* dan *Initial Loss*.

Trial and error tersebut dengan mengubah nilai dari salah satu parameter, dengan begitu kita mendapatkan parameter mana yang paling berpengaruh terhadap perubahan nilai *percent difference* pada *volume*. *Trial and error* yang akan dilakukan secara berurutan dengan mengubah nilai *time of concentration*, *storage coefficient*, *initial loss* dan yang terakhir adalah *constant loss rate*. Berikut hasil *trial and error* dapat dilihat pada tabel 4.9 – 4.12.

Tabel 4.9 Trial and Error Time Of Concentration

No	Tc	R	Percent Difference Volume
1	0,1	8,5612	-48,64
2	1	8,5612	-48,64
3	10	8,5612	-48,64
4	25	8,5612	-48,64
5	50	8,5612	-48,64
6	75	8,5612	-48,64
7	100	8,5612	-48,64
8	150	8,5612	-48,64

Pada tabel 4.9 adalah hasil trial and error dengan mengubah parameter time of cocentration tanpa mengubah parameter yang lain, dari tabel tersebut dapat disimpulkan bahwa dengan di ubahnya nilai time of concentration (Tc) tidak berpengaruh terhadap perubahan percent difference volume.

Tabel 4.10 Trial and Error Storage Coefficient

No	Tc	R	Percent Difference Volume
1	0,937	0,1	-48,64
2	0,937	1	-48,64
3	0,937	10	-48,64
4	0,937	25	-48,64
5	0,937	50	-48,64
6	0,937	75	-48,64
7	0,937	100	-48,64
8	0,937	150	-48,64

Pada tabel 4.10 adalah hasil trial and error dengan mengubah parameter storage coefficient (R) tanpa mengubah parameter yang lain, dari tabel tersebut dapat disimpulkan bahwa dengan di ubahnya nilai R tidak berpengaruh terhadap perubahan percent difference volume.

Tabel 4.11 Trial and Error Pada Nilai Initial Loss

No	Constant Loss Rate	Initial Loss	Percent Difference Volume
1	2,54	0,01	-48,64
2	2,54	0,05	-48,64
3	2,54	0,1	-48,64
4	2,54	1	-48,64
5	2,54	2	-48,64
6	2,54	2,54	-48,64
7	2,54	3	-48,64
8	2,54	5	-48,64

Pada tabel 4.11 adalah hasil trial and error dengan mengubah parameter *Initial Loss* tanpa mengubah parameter yang lain, dari tabel tersebut dapat disimpulkan bahwa dengan di ubahnya nilai *Initial Loss* tidak berpengaruh terhadap perubahan percent difference volume.

Tabel 4.12 Trial and Error Pada Constant Loss Rate

No	Constant Loss Rate	Initial Loss	Percent Difference Volume
1	0,01	2,54	21,15
2	0,05	2,54	7,9
3	0,1	2,54	-4,77
4	0,2	2,54	-12,22
5	0,5	2,54	-42,72
6	1	2,54	-48,64
7	2	2,54	-48,64
8	3	2,54	-48,64

Pada tabel 4.12 adalah hasil trial and error dengan mengubah parameter *Constant Loss Rate* tanpa mengubah parameter yang lain, dari tabel tersebut dapat disimpulkan bahwa dengan di ubahnya nilai tersebut terjadi perubahan terhadap nilai percent difference volume.

Dengan dilakukan trial and error pada beberapa parameter yaitu time of concentration, storage coefficient, initial loss dan constant loss rate, parameter constant loss rate yang paling berpengaruh terhadap nilai *percent difference* pada

volume, sedangkan parameter *initial loss*, *time of concentration* dan *storage coefficient* pengaruhnya sangat kecil.

4.4.2 Kalibrasi Model pada DAS Deluang

Dengan di dapatnya nilai parameter yang paling berpengaruh terhadap nilai *percent difference*, maka untuk kalibrasi awal menggunakan *trial and error* pada nilai parameter *constant loss rate* dan kemudian nilai parameter *initial loss* sebagai parameter pendukung. Berikut adalah hasil kalibrasi menggunakan *trial and error* pada parameter *constan loss rate* dan *initial loss*.

Tabel 4.13 *Trial and Error*

Trial and Error	Loss Method			Transform Method		Percent Difference Volume
	Initial Loss	Constant Loss Rate	Impervious	Tc	R	
1	2,54	0,05	0,641	0,937	8,5612	7,9
2	2,54	0,07	0,641	0,937	8,5612	2,40
3	2,54	0,08	0,641	0,937	8,5612	-0,09
4	2,5906	0,0830131	0,641	0,937	8,5612	6,07
5	2,54	0,0830131	0,641	0,937	8,5612	6,07
6	2,54	0,09	0,641	0,937	8,5612	-2,48
7	2,54	0,1	0,641	0,937	8,5612	-4,77
8	2,54	1	0,641	0,937	8,5612	-48,64
9	2,54	2	0,641	0,937	8,5612	-48,64
10	2,54	2,54	0,641	0,937	8,5612	-48,64

Sumber : hasil perhitungan

Dari beberapa kali *trial and error* diatas terlihat bahwa nilai percent difference volume yang mendekati 0 ialah *trial and error* ke-3 yaitu sebesar -0,09, maka untuk kalibrasi model diambil nilai parameter pada percobaan ke-3.

Parameter pada *trial and error* ke-3 yang akan menjadi input dalam kalibrasi adalah initial loss, constant loss rate, time of concentration dan storage coefficient yang disajikan pada tabel 4.14.

Tabel 4.14 Parameter pada *Trial and Error* ke-3

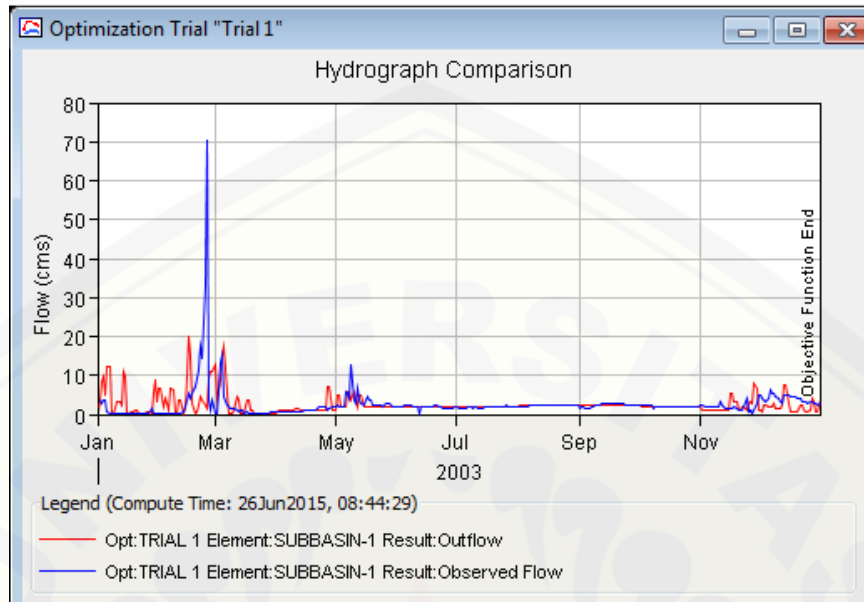
Parameter	Nilai	Satuan
Initial Loss	2,54	Mm
Constant Loss rate	0,08	mm/hr
Impervious	0,641	%
Tc	0,937	Hr
R	8,561	Hr

Untuk hasil kalibrasi dengan menggunakan nilai parameter *trial and error* ke-3 disajikan dalam gambar berikut, nilai *percent difference* yang disajikan pada gambar 4.10, output grafik hasil optimasi pada gambar 4.11 dan nilai sensitifitas parameter pada gambar 4.12.

Measure	Simulated	Observed	Difference	Percent Difference
Volume (MM)	646,79	647,40	-0,09	-0,09
Peak Flow (M3/S)	29,3	70,2	-50,4	-71,8
Time of Peak	10Feb2003, 00:00	29Feb2003, 00:00		
Time of Center of Mass	10Jun2003, 01:05	02Jul2003, 11:14		

Gambar 4.10 Nilai *Percent Difference*

Pada gambar 4.10 menjelaskan bahwa kalibrasi model menggunakan *Objective Function Peak Weighted RMS Error* mendapatkan hasil *volume* simulasi adalah 646,79 mm sedangkan *volume* observasi adalah 647,40 mm dengan nilai *percent difference* sebesar -0,09 % dan bisa disimpulkan bahwa kondisi saluran mengalami *under estimate*.



Gambar 4.11 Output Grafik Hasil Optimasi

Dari gambar 4.11 menjelaskan bahwa :

1. Pola model simulasi terhadap observasi telah mengalami perubahan dan didapatkan kemiripan antara pola model simulasi dan observasi.
2. Kondisi baseflow simulasi menyerupai kondisi observasi.

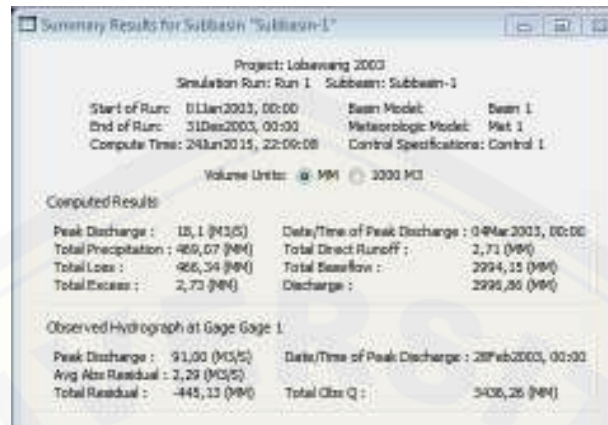
4.4.3 Proses Running Model pada DAS Lobawang

Nilai parameter yang digunakan untuk me-running model hujan aliran dapat dilihat pada tabel 4.15.

Tabel 4.15 Parameter Awal

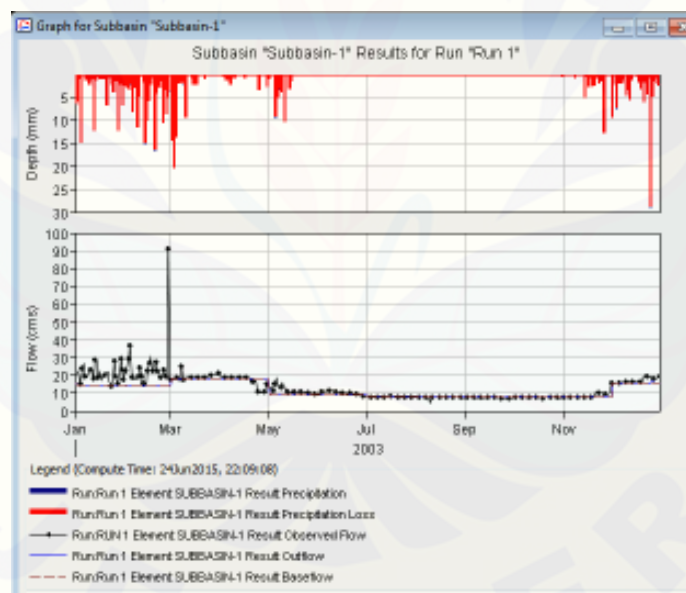
Parameter	Nilai	Satuan
Initial Loss	2,54	Mm
Constant Loss rate	2,54	mm/hr
Impervious	0,581	%
Tc	0,649	Hr
R	7,831	Hr

Output grafik hasil *running* model hujan aliran ditunjukkan pada gambar dibawah ini.




Gambar 4.12 Summary Results

Pada gambar 4.12 menunjukkan bahwa *Volume* untuk hasil simulasi adalah 2996,86 mm sedangkan untuk debit observasi adalah 3436,26 mm. Dapat disimpulkan bahwa debit simulasi lebih kecil daripada debit observasi.

Gambar 4.13 Output Grafik Hasil *Running Model* Hujan Aliran

Dari grafik hasil *running model* hujan aliran, mendapatkan pola model simulasi dan observasi tidak mempunyai kemiripan dan terjadi kehilangan curah hujan yang besar sehingga pola model simulasi tidak terlihat dalam grafik hasil *running* tersebut. Maka perlu dilakukan kalibrasi sehingga mendapatkan pola model

simulasi sama atau menyerupai pola model observasi. Berikut adalah hasil kalibrasi model, nilai *percent difference* yang disajikan pada gambar 4.14, output grafik hasil optimasi pada gambar 4.15 dan nilai sensitifitas parameter pada gambar 4.16.



Project: Lobawang 2003 Optimization Trial: Trial 1

Start of Trial: 01Jan2003, 00:00 Basin Model: Basin 1
 End of Trial: 31Dec2003, 00:00 Meteorologic Model: Met 1
 Compute Time: 26Jun2015, 02:40:47 Control Specifications: Control 1

Objective Function at Basin Element "Subbasin-1"

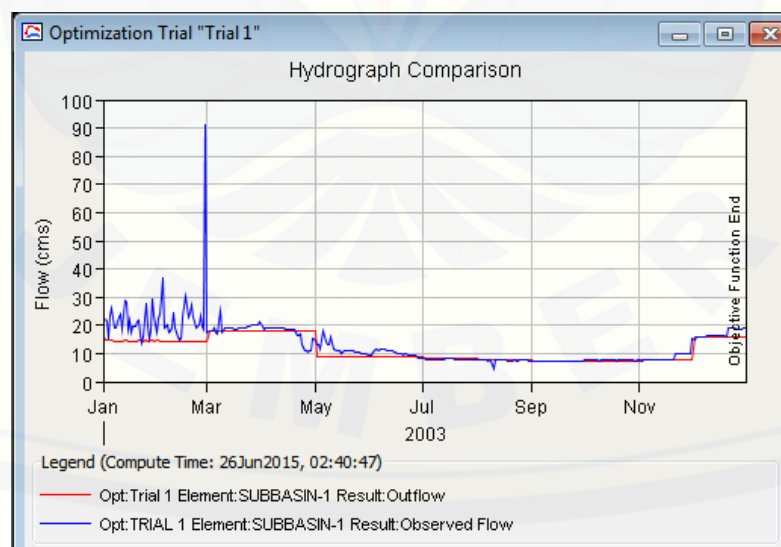
Start of Function: 01Jan2003, 00:00 Type: Peak-Weighted RMS Error
 End of Function: 31Dec2003, 00:00 Value: 9,2

Volume Units: MM 3000 Y3

Measure	Simulated	Observed	Difference	Percent Difference
Volume (MM)	2996,86	3436,26	-439,40	-12,79
Peak Flow (M3/S)	18,1	91,0	-72,9	-80,1
Time of Peak	04Apr2003, 00:00	28Feb2003, 00:00		
Time of Center of Mass	13Jun2003, 05:57	01Jun2003, 03:04		

Gambar 4.14 Nilai *Percent Difference*

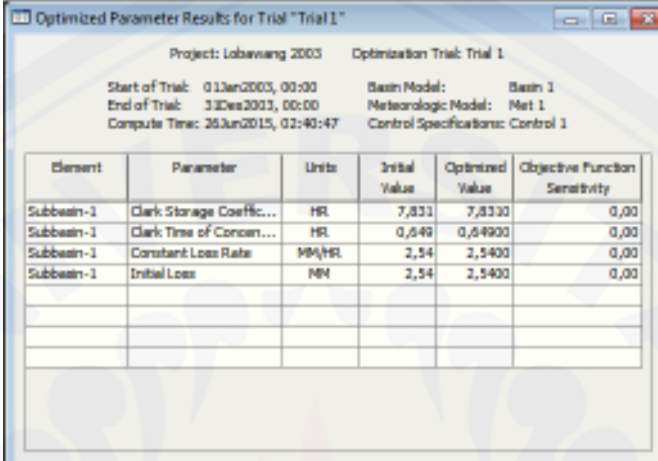
Pada gambar 4.7 menjelaskan bahwa dari hasil optimasi model menggunakan *Objective Function Peak Weighted RMS Error* hasil kalibrasi belum menunjukkan adanya kemiripan hasil simulasi dengan hasil observasi. Didapatkan hasil volume untuk simulasi adalah 2996,86 mm sedangkan volume observasi adalah 3436,26 mm dengan didapatkan nilai *percent difference* -12,79 %.



Gambar 4.15 Output Grafik Hasil Optimasi

Dari gambar 4.15 menjelaskan bahwa :

1. Pola model simulasi terhadap observasi belum mengalami kemiripan.
2. Kondisi baseflow simulasi menyerupai kondisi observasi.



Element	Parameter	Units	Initial Value	Optimized Value	Objective Function Sensitivity
Subbasin-1	Clark Storage Coeff...	HR	7,831	7,8330	0,00
Subbasin-1	Clark Time of Concent...	HR	0,649	0,64900	0,00
Subbasin-1	Constant Loss Rate	MM/HR	2,54	2,5400	0,00
Subbasin-1	Initial Loss	MM	2,54	2,5400	0,00

Gambar 4.16 Nilai Sensitifitas Parameter

Hasil dari optimasi model *initial condition* dengan menggunakan *Objective Function Peak Weighted RMS Error* mendapatkan nilai parameter sensitifitas seperti pada gambar 4.16. Dalam tabel tersebut menjelaskan bahwa tidak adanya parameter yang sensitif terhadap nilai parameter yang di optimasi. Maka optimasi selanjutnya dilakukan perubahan pada nilai parameter.

Untuk mengetahui parameter yang paling berpengaruh terhadap nilai *percent difference* pada *volume* dilakukan beberapa *trial and error* terhadap nilai pada parameter *Time Of Concentration*, *Storage Coefficient*, *Constant Loss Rate* dan *Initial Loss*.

Trial and error tersebut dengan mengubah nilai dari salah satu parameter, dengan begitu kita mendapatkan parameter mana yang paling berpengaruh terhadap perubahan nilai *percent difference* pada *volume*. *Trial and error* yang akan dilakukan secara berurutan dengan mengubah nilai *time of concentration*, *storage coefficient*, *initial loss* dan yang terakhir adalah *constant loss rate*. Berikut hasil *trial and error* dapat dilihat pada tabel 4.16 – 4.19.

Tabel 4.16 Trial – Error Time Of Concentration

No	Tc	R	Percent Difference Volume
1	0,1	7,831	-12,79
2	1	7,831	-12,79
3	10	7,831	-12,79
4	25	7,831	-12,79
5	50	7,831	-12,79
6	75	7,831	-12,79
7	100	7,831	-12,79
8	150	7,831	-12,79

Pada tabel 4.16 adalah hasil trial and error dengan mengubah parameter time of cocentration tanpa mengubah parameter yang lain, dari tabel tersebut dapat disimpulkan bahwa dengan di ubahnya nilai time of concentration (Tc) tidak berpengaruh terhadap perubahan percent difference volume.

Tabel 4.17 Trial – Error Storage Coefficient

No	Tc	R	Percent Difference Volume
1	0,649	0,1	-12,79
2	0,649	1	-12,79
3	0,649	10	-12,79
4	0,649	25	-12,79
5	0,649	50	-12,79
6	0,649	75	-12,79
7	0,649	100	-12,79
8	0,649	150	-12,79

Pada tabel 4.17 adalah hasil trial and error dengan mengubah parameter storage coefficient (R) tanpa mengubah parameter yang lain, dari tabel tersebut dapat disimpulkan bahwa dengan di ubahnya nilai R tidak berpengaruh terhadap perubahan percent difference volume.

Tabel 4.18 Trial – Error Pada Nilai Initial Loss

No	Constant Loss Rate	Initial Loss	Percent Difference Volume
1	2,54	0,01	-12,79
2	2,54	0,05	-12,79
3	2,54	0,1	-12,79
4	2,54	1	-12,79
5	2,54	2	-12,79
6	2,54	2,54	-12,79
7	2,54	3	-12,79
8	2,54	5	-12,79

Pada tabel 4.18 adalah hasil trial and error dengan mengubah parameter *Initial Loss* tanpa mengubah parameter yang lain, dari tabel tersebut dapat disimpulkan bahwa dengan di ubahnya nilai *Initial Loss* tidak berpengaruh terhadap perubahan percent difference volume.

Tabel 4.19 Trial – Error Pada Constant Loss Rate

No	Constant Loss Rate	Initial Loss	Percent Difference Volume
1	0,01	2,54	-0,13
2	0,05	2,54	1,8
3	0,1	2,54	-3,68
4	0,2	2,54	-7,64
5	0,5	2,54	-11,35
6	1	2,54	-12,66
7	2	2,54	-12,79
8	3	2,54	-12,79

Pada tabel 4.19 adalah hasil trial and error dengan mengubah parameter *Constant Loss Rate* tanpa mengubah parameter yang lain, dari tabel tersebut dapat disimpulkan bahwa dengan di ubahnya nilai tersebut terjadi perubahan terhadap nilai percent difference volume.

Dengan dilakukan trial and error pada beberapa parameter yaitu time of concentration, storage coefficient, initial loss dan constant loss rate, parameter constant loss rate yang paling berpengaruh terhadap nilai *percent difference* pada

volume, sedangkan parameter *initial loss*, *time of concentration* dan *storage coefficient* pengaruhnya sangat kecil.

4.4.4 Kalibrasi Model pada DAS Lobawang

Dengan di dapatnya nilai parameter yang paling berpengaruh terhadap nilai *percent difference*, maka untuk kalibrasi awal menggunakan *trial and error* pada nilai parameter *constant loss rate* dan kemudian nilai parameter *initial loss* sebagai parameter pendukung. Berikut adalah hasil kalibrasi menggunakan *trial and error* pada parameter *constant loss rate* dan *initial loss*.

Tabel 4.20 *Trial and Error*

Trial and Error	Loss Method			Transform Method		Percent Difference Volume
	Initial Loss	Constant Loss Rate	Impervious	Tc	R	
1	2,54	0,005	0,581	0,649	7,831	0,61
2	2,54	0,009	0,581	0,649	7,831	0,57
3	0,01	0,01	0,581	0,649	7,831	-0,06
4	2,54	0,01	0,581	0,649	7,831	-0,13
5	2,3428	0,01	0,581	0,649	7,831	-0,12
6	2,1609	0,01	0,581	0,649	7,831	-0,12
7	1,9931	0,01	0,581	0,649	7,831	-0,11
8	2,54	0,02	0,581	0,649	7,831	0,86
9	2,54	1	0,581	0,649	7,831	-12,66
10	2,54	2,54	0,581	0,649	7,831	-12,79

Sumber : hasil perhitungan

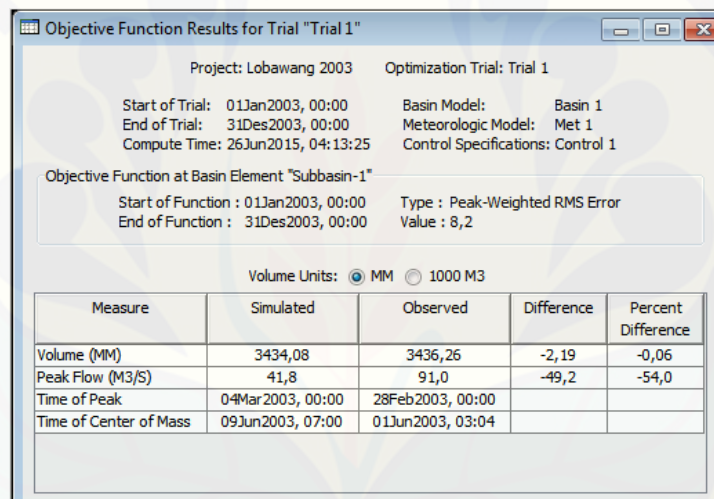
Dari beberapa kali trial and error diatas terlihat bahwa nilai *percent difference* pada *volume* yang mendekati 0 ialah percobaan ke-3 sebesar -0,06. Untuk proses kalibrasi selanjutnya digunakan nilai parameter pada percobaan ke-3.

Parameter pada percobaan ke-3 yang akan di input dalam kalibrasi yaitu *initial loss* dan *constant loss rate*, *time of concentration*, dan *storage coefficient* yang disajikan pada tabel 4.21.

Tabel 4.21 Parameter pada *trial and error* ke-3

Parameter	Nilai	Satuan
Initial Loss	0,01	Mm
Constant Loss rate	0,01	mm/hr
Impervious	0,581	%
Tc	0,649	Hr
R	7,831	Hr

Untuk hasil kalibrasi menggunakan *trial and error* ke-3 disajikan dalam gambar berikut, nilai *percent difference* yang disajikan pada gambar 4.17, output grafik hasil optimasi pada gambar 4.18 dan nilai sensitifitas parameter pada gambar 4.19.



Project: Lobawang 2003 Optimization Trial: Trial 1

Start of Trial: 01Jan2003, 00:00 Basin Model: Basin 1
 End of Trial: 31Des2003, 00:00 Meteorologic Model: Met 1
 Compute Time: 26Jun2015, 04:13:25 Control Specifications: Control 1

Objective Function at Basin Element "Subbasin-1"

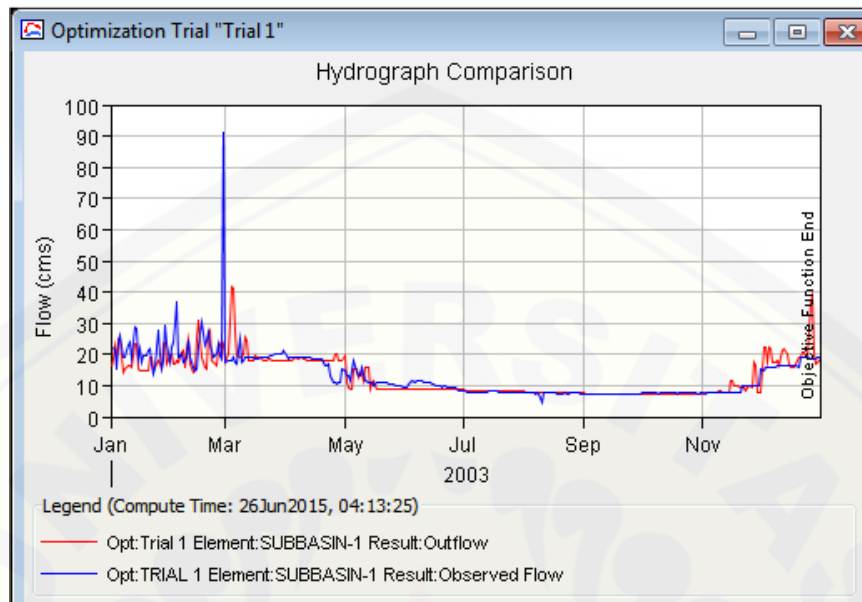
Start of Function : 01Jan2003, 00:00 Type : Peak-Weighted RMS Error
 End of Function : 31Des2003, 00:00 Value : 8,2

Volume Units: MM 1000 M3

Measure	Simulated	Observed	Difference	Percent Difference
Volume (MM)	3434,08	3436,26	-2,19	-0,06
Peak Flow (M3/S)	41,8	91,0	-49,2	-54,0
Time of Peak	04Mar2003, 00:00	28Feb2003, 00:00		
Time of Center of Mass	09Jun2003, 07:00	01Jun2003, 03:04		

Gambar 4.17 Nilai *Percent Difference*

Pada gambar 4.17 menjelaskan bahwa hasil kalibrasi model menggunakan *Objective Function Peak Weighted RMS Error* mendapatkan hasil *volume* simulasi adalah 3434,08 mm sedangkan *volume* observasi adalah 3436,26 mm dengan didapatkan nilai *percent difference* -0,06 % dan dapat disimpulkan bahwa saluran tersebut mengalami *under estimate*.



Gambar 4.18 Output Grafik Hasil Optimasi

Dari gambar 4.18 menjelaskan bahwa :

1. Pola model simulasi terhadap observasi telah mengalami perubahan dan didapatkan kemiripan antara pola model simulasi dan observasi.
2. Kondisi baseflow simulasi menyerupai kondisi observasi.

4.5 Validasi Model

Validasi model dimaksudkan untuk menguji apakah nilai-nilai parameter DAS yang telah didapatkan pada tahap optimasi sudah merupakan nilai yang cukup representatif untuk DAS yang ditinjau (Hidayah, 2014).

Proses validasi dilakukan dengan menggunakan data curah hujan dari 1 Januari - 31 Desember 2005, nilai parameter initial loss, constant loss rate, time of concentration dan storage coefficient didapat dari hasil hasil kalibrasi.

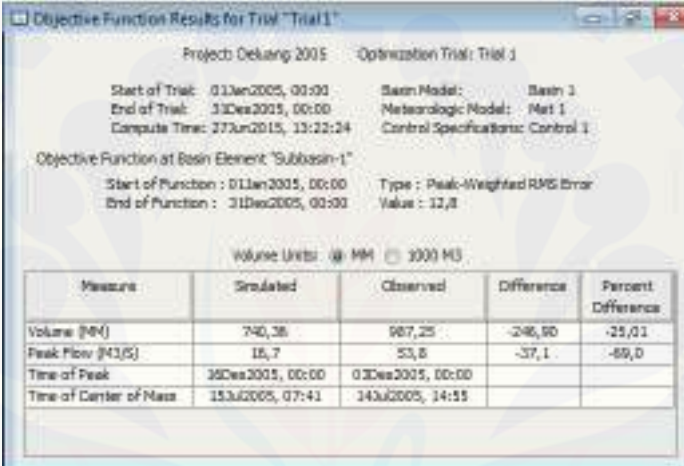
4.5.1 Hasil Validasi DAS Deluang

Input data validasi dengan menggunakan nilai parameter hasil trial and error ke-3 dapat dilihat pada tabel 4.22.

Tabel 4.22 Nilai Parameter Hasil Percobaan ke-3

Parameter	Nilai	Satuan
Initial Loss	2,54	Mm
Constant Loss rate	0,08	mm/hr
Impervious	0,641	%
Tc	0,937	Hr
R	8,561	Hr

Hasil validasi disajikan dalam gambar berikut, nilai *percent difference* yang disajikan pada gambar 4.19 dan output grafik hasil optimasi pada gambar 4.20.



Project: Dekang 2005 Optimization Trial: Trial 1

Start of Trial: 01Jan2005, 00:00 Basin Model: Basin 1
 End of Trial: 31Dec2005, 00:00 Meteorologic Model: Met 1
 Compute Time: 27Jun2015, 13:22:24 Control Specifications: Control 1

Objective Function at Basin Element "Subbasin-1"

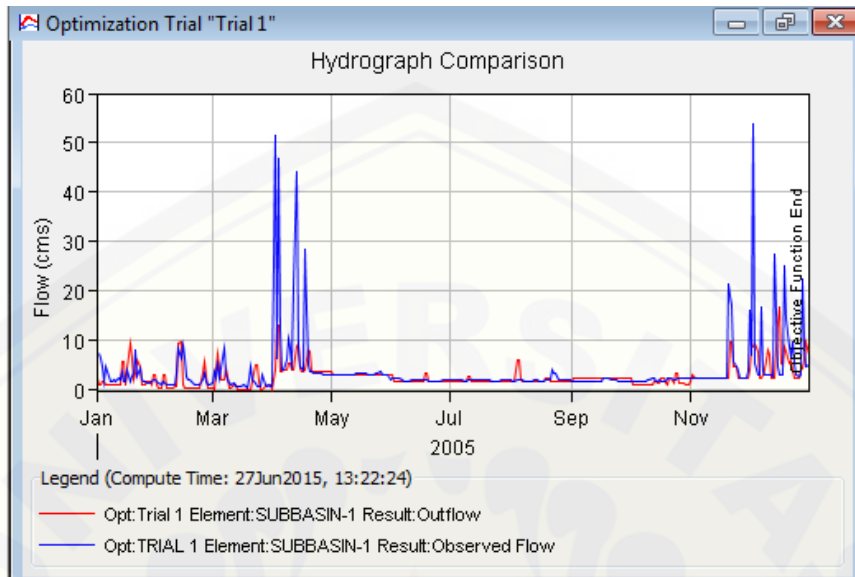
Start of Function: 01Jan2005, 00:00 Type: Peak-Weighted RMS Error
 End of Function: 31Dec2005, 00:00 Value: 12,8

Volume Units: MM 1000 M3

Measure	Simulated	Observed	Difference	Percent Difference
Volume (MM)	740,36	987,25	-246,89	-25,01
Peak Flow (M3/S)	16,7	53,6	-37,1	-69,0
Time of Peak	30Dec2005, 00:00	03Dec2005, 00:00		
Time of Center of Mass	15Jul2005, 07:41	14Jul2005, 14:55		

Gambar 4.19 Nilai *Percent Difference*

Pada gambar 4.19 menunjukkan bahwa hasil validasi model menggunakan *Objective Function Peak Weighted RMS Error* mendapatkan *volume* simulasi adalah 740,36 mm sedangkan *volume* observasi adalah 987,25 mm dengan didapatkan nilai *percent difference* sebesar -25,01 %.



Gambar 4.20 Output Grafik Hasil Validasi

Dari gambar 4.18 menjelaskan bahwa :

1. Pola model simulasi terhadap observasi didapatkan kemiripan.
2. Kondisi baseflow simulasi menyerupai kondisi observasi.

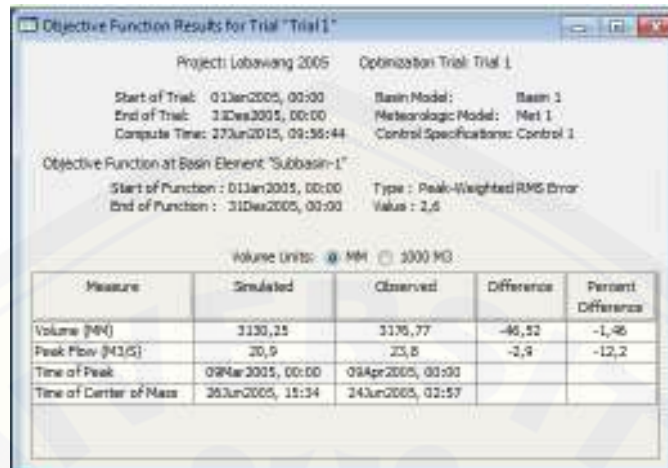
4.5.2 Hasil Validasi DAS Lobawang

Input data validasi dengan menggunakan nilai parameter hasil simulasi ke-3 dapat dilihat pada tabel 4.23.

Tabel 4.23 Nilai Parameter Hasil Percobaan ke-3

Parameter	Nilai	Satuan
Initial Loss	0,01	Mm
Constant Loss rate	0,01	mm/hr
Impervious	0,581	%
Tc	0,649	Hr
R	7,831	Hr

Hasil validasi disajikan dalam gambar berikut, nilai *percent difference* yang disajikan pada gambar 4.21 dan output grafik hasil optimasi pada gambar 4.22.



Project: Lobawang 2005 Optimization Trial: Trial 1

Start of Trial: 01Jan2005, 00:00 Basin Model: Basin 1
 End of Trial: 31Dec2005, 00:00 Meteorologic Model: Met 1
 Compute Time: 27Jun2015, 09:56:44 Control Specifications: Control 1

Objective Function at Basin Element: "Subbasin-1"

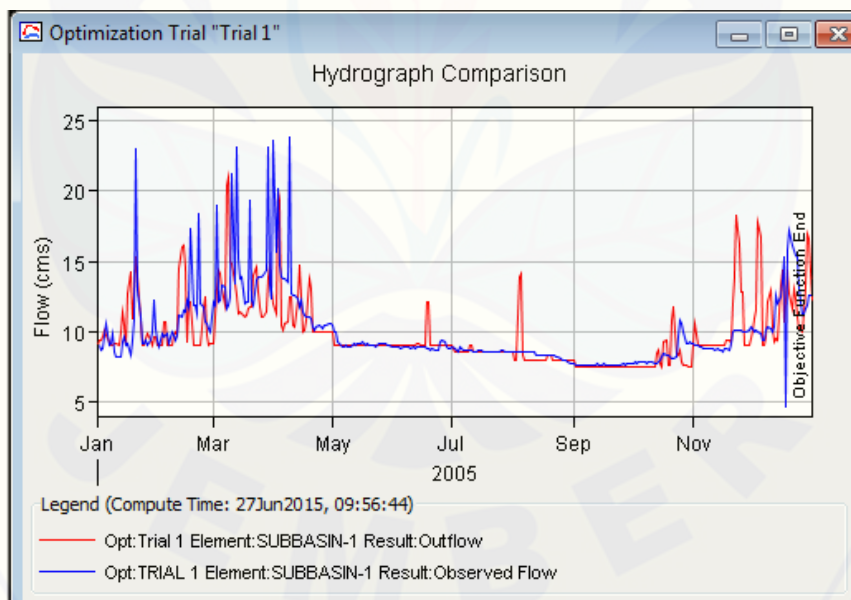
Start of Function: 01Jan2005, 00:00 Type: Peak-Weighted RMS Error
 End of Function: 31Dec2005, 00:00 Value: 2,6

Volume Units: MM 1000 MG

Measure	Simulated	Observed	Difference	Percent Difference
Volume (MM)	3130,25	3176,77	-46,52	-1,46
Peak Flow (M3/S)	20,9	23,8	-2,9	-12,2
Time of Peak	09Mar2005, 00:00	09Apr2005, 00:00		
Time of Center of Mass	26Jun2005, 15:34	24Jun2005, 02:57		

Gambar 4.21 Nilai *Percent Difference*

Pada gambar 4.21 menunjukkan bahwa hasil validasi model menggunakan *Objective Function Peak Weighted RMS Error* mendapatkan *volume* simulasi adalah 3130,25 mm sedangkan *volume* observasi adalah 3176,77 mm dengan nilai *percent difference* -1,46 %.



Gambar 4.22 Output Grafik Hasil Validasi

Dari gambar 4.22 menjelaskan bahwa :

1. Pola model simulasi terhadap observasi didapatkan kemiripan.

2. Kondisi baseflow simulasi menyerupai kondisi observasi.

2.6 Perbandingan Data

Tabel 4.24 Rincian Hasil

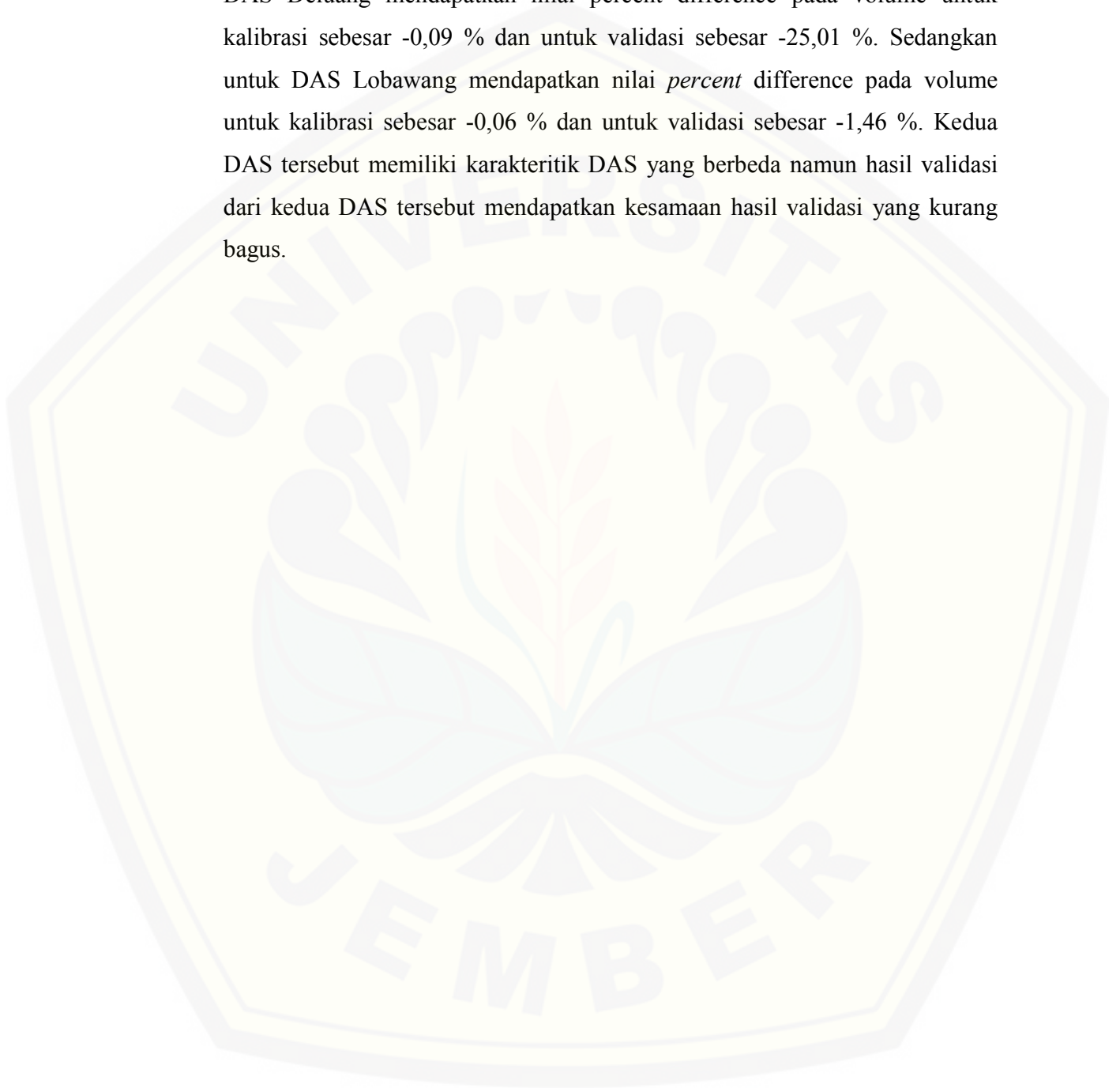
Parameter	Deluang		Lobawang		
	Kalibrasi	Validasi	Kalibrasi	Validasi	
Direct Runoff	Time of concentration	0,937	0,937	0,649	0,649
	Storage Coefficient	8,561	8,561	7,831	7,831
Loss Method	Initial Loss	2,540	2,540	0,010	0,010
	Constant Loss Rate	0,080	0,080	0,010	0,010
	Impervious	0,641	0,641	0,581	0,581
Volume	Simulasi	646,790	740,360	3434,080	3130,250
	Observasi	647,400	987,250	3436,260	3176,770
Percent Difference		-0,09	-25,01	-0,06	-1,46

Sumber : Hasil Perhitungan

Dengan beberapa parameter yang diinput pada HEC HMS untuk kalibrasi dan validasi. Pada tabel 4.24 dapat dilihat bahwa :

1. Hasil kalibrasi pada DAS Deluang mendapatkan hasil volume simulasi sebesar 646,790 mm dan simulasi observasi sebesar 647,400 mm serta pada validasi mendapatkan hasil volume simulasi sebesar 740,360 mm dan volume observasi sebesar 978,250 mm. Sedangkan pada DAS Lobawang dengan kalibrasi mendapatkan hasil volume simulasi sebesar 3434,080 mm dan volume observasi sebesar 3436,260 mm serta pada validasi mendapatkan hasil volume simulasi sebesar 3130,250 mm dan volume observasi sebesar 3176,770 mm. Dengan adanya perbedaan dalam karakteristik DAS, ditinjau dari hasil volume simulasi dan observasi, kedua DAS tersebut memiliki kemiripan pada hasil volume simulasi yang lebih kecil daripada volume observasi. Maka aliran pada kedua DAS tersebut dikatakan underestimate.

2. Dengan menggunakan *Objective Function Peak Weighted RMS Error* pada DAS Deluang mendapatkan nilai percent difference pada volume untuk kalibrasi sebesar -0,09 % dan untuk validasi sebesar -25,01 %. Sedangkan untuk DAS Lobawang mendapatkan nilai *percent difference* pada volume untuk kalibrasi sebesar -0,06 % dan untuk validasi sebesar -1,46 %. Kedua DAS tersebut memiliki karakteristik DAS yang berbeda namun hasil validasi dari kedua DAS tersebut mendapatkan kesamaan hasil validasi yang kurang bagus.



BAB 5. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, dapat di simpulkan bahwa pemodelan tranformasi hujan menjadi aliran pada DAS Deluang dan Lobawang dengan menggunakan metode Clark Unit Hydrograph untuk Direct Runoff, metode Initial and Constant Loss Rate pada Loss Method dan Baseflow menggunakan metode Constant Monthly. Optimasi menggunakan objective functin Peak Weighted RMS Error, parameter yang akan di optimasi adalah initial loss dan constant loss rate pada komponen Initial and constant loss rate, sedangkan pada Clark Unit Hydrograph terdapat parameter time of concentration dan storage coefficient yang akan di optimasi. Hasil optimasi dari parameter tersebut secara berurutan adalah 2,54 mm, 0,08 mm/hr, 0,937 hr dan 8,561 hr pada DAS Deluang dengan hasil percent difference volume kalibrasi -0,09 dan validasi -25,01, sedangkan pada DAS Lobawang didapatkan hasil optimasi 0,01 mm, 0,01 mm/hr, 0,649 hr dan 7,831 hr dengan nilai percent difference volume kalibrasi -0,06 dan validasi -1,46.

DAFTAR PUSTAKA

- Affandy, Nur Azizah dan Nadjadji Anwar. ----. *Pemodelan Hujan-Debit Menggunakan Model HEC-HMS di DAS Sampean Baru*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh September.
- Choudhari K., Panigrahi B., and Paul J. C. 2014. Simulation of rainfall-runoff process using HEC-HMS model for BalijoreNala watershed, Odisha, India, *International Journal Of Geomatics And Geosciences Volume 5, No 2, 2014*.
- Firmansyah, Adiet. 2012. *“Perbandingan Pemodelan Hujan Aliran Berdasarkan Kerapatan Spasial Hujan Menggunakan Mudrain (Studi Kasus Subdas Klop Sawit Das Sampean)”*.
- Indarto. 2010. *“Hidrologi Dasar teori Dan Contoh Aplikasi Model Hidrologi”*. Jakarta : PT Bumi Aksara.
- Maulana, Mahendra Andiek. 2010. *“Pemodelan Hujan Debit Daerah Aliran Sungai Deluwang Dengan Pembagian Sub Catchment Area Berdasarkan Orde Sungai”*.
- Sutapa, 2006. *“Studi Pengaruh Dan Hubungan Variabel Bentuk DAS Terhadap Parameter Hidrograf Satuan Sintetik”*.
- Universitas Jember. 2011. *Pedoman Penulisan Karya Ilmiah*. Jember : UPT Penerbitan Universitas Jember.
- USACE.2000. *Hydrologic Modeling System HEC-HMS Technical Reference Manual*. US Army Corps of Engineers. <http://www.hec.usace.army.mil>.

LAMPIRAN A

A1. Data Curah Hujan

Bln	Tgl	Deluang					Lobawang			
		Debit	Curah Hujan				Debit	Curah Hujan		
			Dawuhan	Nangger	Tunjang	Baderan		Nogosromo	Wringin	C.Suri
Jan	1	3,83	6	23	31	44	17,78	27	29	7
Jan	2	2,79	13	14	26	41	22,3	21	23	11
Jan	3	3,79	26	25	19	41	21,18	16	18	19
Jan	4	3,50	4	14	0	0	15,31	0	0	32
Jan	5	0,61	90	98	61	71	23,51	56	58	41
Jan	6	0,09	0	0	0	0	26,17	0	1	0
Jan	7	0,01	0	0	0	0	19,29	0	0	0
Jan	8	0,02	0	0	8	0	19	5	7	0
Jan	9	0,12	0	0	0	21	21,04	0	0	0
Jan	10	0,03	0	0	6	23	22,88	3	5	0
Jan	11	0,02	0	0	0	21	23,83	0	0	0
Jan	12	0,02	18	0	0	17	18,42	0	0	0
Jan	13	0,02	6	41	48	75	28,89	21	45	28
Jan	14	0,14	0	0	7	4	28,35	15	3	8
Jan	15	0,03	0	11	0	4	18,6	6	0	8
Jan	16	0,07	0	0	0	0	21,89	2	0	0
Jan	17	0,04	0	0	0	15	17,57	0	0	0
Jan	18	0,06	0	0	0	0	19,71	0	0	0
Jan	19	0,02	0	0	0	17	19,81	0	0	0
Jan	20	0,07	0	0	0	0	21,03	0	0	0
Jan	21	0,08	30	21	34	0	22,01	36	38	6
Jan	22	0,10	0	0	0	0	16,8	0	0	0
Jan	23	0,12	8	0	7	0	13,79	1	3	0
Jan	24	0,12	10	11	9	5	15,69	10	8	14
Jan	25	0,10	8	34	16	3	27,82	18	17	30
Jan	26	0,14	0	0	0	0	19,38	0	0	0
Jan	27	1,31	0	0	6	0	15,23	6	7	8
Jan	28	0,06	0	22	60	46	18,07	29	57	9
Jan	29	0,02	0	0	0	37	29,39	0	0	2
Jan	30	0,02	6	0	8	0	23,24	7	9	4
Jan	31	0,03	8	52	4	47	17,61	14	18	37

Bln	Tgl	Deluang					Lobawang			
		Debit	Curah Hujan				Debit	Curah Hujan		
			Dawuhan	Nangger	Tunjang	Baderan		Nogosromo	Wringin	C.Suri
Feb	1	0,05	0	6	5	0	22,3	10	12	14
Feb	2	0,03	4	0	7	26	23,82	2	4	0
Feb	3	0,06	3	0	5	25	29,62	3	8	6
Feb	4	0,10	28	18	30	7	36,83	14	17	4
Feb	5	0,33	3	0	0	12	18,96	4	6	11
Feb	6	0,14	14	24	53	52	20,14	27	29	9
Feb	7	0,12	4	0	20	5	17,51	5	14	7
Feb	8	0,04	0	21	17	0	17,78	0	0	0
Feb	9	0,23	29	0	15	2	19,35	46	56	78
Feb	10	0,26	5	7	10	37	24,58	13	15	6
Feb	11	0,26	0	0	0	0	19,24	0	0	0
Feb	12	0,58	0	0	0	6	15,91	0	0	0
Feb	13	1,77	0	0	2	24	14,77	0	1	0
Feb	14	3,87	19	62	68	51	15,07	64	66	35
Feb	15	5,36	16	21	30	99	22,65	11	26	11
Feb	16	4,01	80	0	22	25	26,64	17	21	31
Feb	17	5,36	4	0	10	9	30,23	8	9	3
Feb	18	7,11	3	0	5	0	22,83	3	4	2
Feb	19	9,16	4	0	7	13	24,27	6	7	4
Feb	20	11,55	40	45	62	7	27,19	59	96	2
Feb	21	17,26	22	24	25	22	22,71	15	12	28
Feb	22	14,50	20	19	28	8	21,2	16	12	0
Feb	23	33,07	33	0	7	19	19,1	8	10	3
Feb	24	70,23	10	0	0	2	20,18	4	6	10
Feb	25	3,82	30	27	65	73	23,3	10	36	26
Feb	26	1,13	2	0	28	23	19,58	7	11	3
Feb	27	3,60	4	18	26	79	18,64	15	25	7
Feb	28	0,25	4	40	51	23	91	20	21	4

Bln	Tgl	Deluang					Lobawang			
		Debit	Curah Hujan				Debit	Curah Hujan		
			Dawuhan	Nangger	Tunjang	Baderan		Nogosromo	Wringin	C.Suri
Mar	1	0,25	0	0	0	4	17,47	0	0	0
Mar	2	6,86	11	0	5	56	17,79	2	3	3
Mar	3	13,32	29	43	64	14	18,19	57	76	31
Mar	4	15,08	60	54	86	82	17,82	74	80	91
Mar	5	4,71	31	42	32	37	18,97	47	63	38
Mar	6	2,53	0	0	0	3	17,47	2	5	0
Mar	7	1,88	10	11	0	0	17,02	7	9	9
Mar	8	1,39	5	0	0	0	24,93	0	1	0
Mar	9	1,44	8	0	0	3	17,72	6	8	4
Mar	10	1,44	8	16	0	12	18,18	5	7	4
Mar	11	1,24	0	10	12	34	18,99	21	42	20
Mar	12	0,84	0	0	0	0	19,02	0	0	0
Mar	13	1,01	0	0	0	0	19,02	0	0	0
Mar	14	0,88	0	0	0	0	19,02	0	0	0
Mar	15	0,43	0	0	0	0	19,02	2	3	3
Mar	16	0,53	0	0	0	38	18,64	0	0	0
Mar	17	0,35	2	0	0	0	18,62	0	0	0
Mar	18	0,21	0	0	0	18	18,62	3	6	1
Mar	19	0,34	16	16	0	0	19,01	0	0	0
Mar	20	0,23	0	0	0	0	19,02	0	0	0
Mar	21	0,17	0	0	0	0	19,03	0	0	0
Mar	22	0,19	0	0	0	0	19,03	0	0	0
Mar	23	0,28	0	0	0	0	19,03	2	5	0
Mar	24	0,23	0	0	0	0	19,41	0	0	0
Mar	25	0,40	0	0	0	0	19,82	0	0	0
Mar	26	0,25	0	0	0	0	20,22	0	0	0
Mar	27	0,34	0	0	0	0	20,24	0	0	0
Mar	28	0,46	0	0	0	0	20,24	0	0	0
Mar	29	0,50	0	0	0	0	20,24	0	0	0
Mar	30	0,56	0	0	0	0	20,24	0	0	0
Mar	31	0,56	0	0	0	0	21,12	0	0	0

Bln	Tgl	Deluang					Lobawang			
		Debit	Curah Hujan				Debit	Curah Hujan		
			Dawuhan	Nangger	Tunjang	Baderan		Nogosromo	Wringin	C.Suri
Apr	1	0,53	0	0	0	0	19,89	0	0	0
Apr	2	0,50	0	0	0	0	18,67	0	0	0
Apr	3	0,59	0	0	0	0	19,01	0	0	0
Apr	4	0,59	0	0	0	0	19,03	4	2	0
Apr	5	0,62	6	0	0	0	19,03	7	6	0
Apr	6	0,75	0	0	0	0	19,03	8	5	4
Apr	7	0,75	1	0	0	0	19,03	0	0	0
Apr	8	0,85	3	0	0	0	19,03	14	12	0
Apr	9	0,85	0	0	0	0	19,03	0	0	0
Apr	10	0,60	0	0	0	13	19,03	0	0	0
Apr	11	0,62	0	0	0	11	19,03	0	0	0
Apr	12	0,74	0	0	0	0	19,03	0	0	0
Apr	13	0,84	0	0	0	0	19,03	0	0	0
Apr	14	0,98	0	0	0	0	18,65	0	0	0
Apr	15	0,99	0	0	0	0	18,63	0	0	0
Apr	16	0,99	0	0	0	0	18,63	0	0	0
Apr	17	0,99	0	0	0	3	18,63	1	2	0
Apr	18	0,99	0	0	0	0	18,63	0	0	0
Apr	19	0,99	0	0	0	0	18,63	0	0	0
Apr	20	0,98	0	0	0	0	17,47	0	0	0
Apr	21	1,30	0	0	0	0	16,65	0	0	0
Apr	22	2,07	0	0	0	0	16,61	0	0	0
Apr	23	2,10	0	0	0	0	17	0	0	0
Apr	24	2,10	0	0	0	0	13,16	0	0	0
Apr	25	2,01	0	0	0	0	10,84	0	0	0
Apr	26	1,11	0	0	0	58	10,84	0	0	0
Apr	27	1,49	0	0	0	0	10,46	0	0	0
Apr	28	1,84	0	0	0	0	11,03	0	0	0
Apr	29	2,08	0	0	0	0	11,05	0	0	0
Apr	30	2,09	0	0	0	0	15,28	0	0	0

Bln	Tgl	Deluang					Lobawang			
		Debit	Curah Hujan				Debit	Curah Hujan		
			Dawuhan	Nangger	Tunjang	Baderan		Nogosromo	Wringin	C.Suri
Mei	1	2,34	0	0	5	34	14,78	4	4	0
Mei	2	1,86	0	0	7	0	13,41	6	5	0
Mei	3	1,84	0	0	5	0	13,02	0	0	0
Mei	4	1,84	0	27	30	0	11,71	0	0	0
Mei	5	5,63	0	0	0	0	14,97	0	0	0
Mei	6	5,49	15	0	53	41	18,11	37	38	18
Mei	7	4,29	0	0	20	0	14,22	2	3	0
Mei	8	12,88	16	0	17	22	13,38	19	20	17
Mei	9	3,61	11	31	15	17	13,35	13	12	6
Mei	10	2,71	33	0	10	0	15,71	17	18	31
Mei	11	6,74	0	0	0	0	13,79	0	0	0
Mei	12	3,56	24	28	6	25	11,74	44	45	50
Mei	13	2,63	0	0	0	0	11,08	0	0	0
Mei	14	2,43	0	0	0	0	11,06	0	0	0
Mei	15	3,59	0	0	4	9	11,06	11	12	16
Mei	16	4,59	1	0	2	5	9,91	5	6	0
Mei	17	3,78	0	0	0	0	10,72	0	0	0
Mei	18	3,64	0	0	0	0	10,76	0	0	0
Mei	19	2,46	0	0	0	0	10,76	0	0	0
Mei	20	2,32	0	0	0	0	10,76	0	0	0
Mei	21	2,23	0	0	0	0	10,76	0	0	0
Mei	22	2,23	0	0	0	0	10,76	0	0	0
Mei	23	2,22	0	0	0	0	10,76	0	0	0
Mei	24	2,14	0	0	0	0	10,47	0	0	0
Mei	25	2,64	0	0	0	0	10,75	0	0	0
Mei	26	2,75	0	0	0	0	10,47	0	0	0
Mei	27	2,67	0	0	0	0	10,17	0	0	0
Mei	28	2,23	0	0	0	0	10,16	0	0	0
Mei	29	2,04	0	0	0	0	9,87	0	0	0
Mei	30	2,12	0	0	0	0	9,86	0	0	0
Mei	31	2,12	0	0	0	0	9,57	0	0	0

Bln	Tgl	Deluang					Lobawang			
		Debit	Curah Hujan				Debit	Curah Hujan		
			Dawuhan	Nangger	Tunjang	Baderan		Nogosromo	Wringin	C.Suri
Jun	1	2,12	0	0	0	0	9,56	0	0	0
Jun	2	2,12	0	0	0	0	9,56	0	0	0
Jun	3	2,03	0	0	0	0	10,72	0	0	0
Jun	4	2,37	0	0	0	0	10,76	0	0	0
Jun	5	2,55	0	0	0	0	11,34	0	0	0
Jun	6	2,56	0	0	0	0	11,08	0	0	0
Jun	7	2,47	0	0	0	0	11,35	0	0	0
Jun	8	2,04	0	0	0	0	11,36	0	0	0
Jun	9	2,02	0	0	0	0	11,36	0	0	0
Jun	10	1,80	0	0	0	0	11,37	0	0	0
Jun	11	0,18	0	0	0	0	11,08	0	0	0
Jun	12	1,79	0	0	0	0	11,07	0	0	0
Jun	13	1,79	1	0	0	0	11,07	0	0	0
Jun	14	1,78	0	0	0	0	10,78	0	0	0
Jun	15	1,78	0	0	0	0	10,48	0	0	0
Jun	16	1,78	0	0	0	0	10,47	0	0	0
Jun	17	1,85	0	0	0	0	10,18	0	0	0
Jun	18	2,08	0	0	0	0	9,88	0	0	0
Jun	19	2,17	0	0	0	0	9,87	0	0	0
Jun	20	2,17	0	0	0	0	9,58	0	0	0
Jun	21	2,00	0	0	0	0	10,14	0	0	0
Jun	22	1,78	0	0	0	0	10,17	0	0	0
Jun	23	1,64	0	0	0	0	9,59	0	0	0
Jun	24	1,63	0	0	0	0	9,28	0	0	0
Jun	25	1,63	0	0	0	0	9,27	0	0	0
Jun	26	1,63	0	0	0	0	9,27	0	0	0
Jun	27	1,63	0	0	0	0	9,27	0	0	0
Jun	28	1,63	0	0	0	0	8,7	0	0	0
Jun	29	1,96	0	0	0	0	8,43	0	0	0
Jun	30	1,99	0	0	0	0	8,42	0	0	0

Bln	Tgl	Deluang					Lobawang			
		Debit	Curah Hujan				Debit	Curah Hujan		
			Dawuhan	Nangger	Tunjang	Baderan		Nogosromo	Wringin	C.Suri
Jul	1	1,72	0	0	0	0	8,18	0	0	0
Jul	2	1,71	0	0	0	0	8,18	0	0	0
Jul	3	1,71	0	0	0	0	7,94	0	0	0
Jul	4	1,72	0	0	0	0	7,93	0	0	0
Jul	5	1,72	0	0	0	0	7,93	0	0	0
Jul	6	1,73	0	0	0	0	7,93	0	0	0
Jul	7	1,73	0	0	0	0	7,69	0	0	0
Jul	8	1,67	0	0	0	0	7,68	0	0	0
Jul	9	2,02	0	0	0	0	7,68	0	0	0
Jul	10	1,89	0	0	0	0	7,68	0	0	0
Jul	11	1,69	0	0	0	0	7,68	0	0	0
Jul	12	1,68	0	0	0	0	7,68	0	0	0
Jul	13	1,69	0	0	0	0	7,92	0	0	0
Jul	14	1,76	0	0	0	0	8,17	0	0	0
Jul	15	1,83	0	0	0	0	8,18	0	0	0
Jul	16	2,15	0	0	0	0	8,18	0	0	0
Jul	17	2,09	0	0	0	0	8,18	0	0	0
Jul	18	2,09	0	0	0	0	8,18	0	0	0
Jul	19	2,09	0	0	0	0	7,94	0	0	0
Jul	20	1,87	0	0	0	0	7,69	0	0	0
Jul	21	1,86	0	0	0	0	7,68	0	0	0
Jul	22	1,86	0	0	0	0	7,92	0	0	0
Jul	23	1,87	0	0	0	0	7,69	0	0	0
Jul	24	1,87	0	0	0	0	7,68	0	0	0
Jul	25	2,20	0	0	0	0	7,68	0	0	0
Jul	26	2,14	0	0	0	0	7,68	0	0	0
Jul	27	1,90	0	0	0	0	7,92	0	0	0
Jul	28	1,89	0	0	0	0	7,93	0	0	0
Jul	29	1,90	0	0	0	0	7,93	0	0	0
Jul	30	1,93	0	0	0	0	7,93	0	0	0
Jul	31	1,98	0	0	0	0	7,93	0	0	0

Bln	Tgl	Deluang					Lobawang			
		Debit	Curah Hujan				Debit	Curah Hujan		
			Dawuhan	Nangger	Tunjang	Baderan		Nogosromo	Wringin	C.Suri
Ags	1	1,99	0	0	0	0	7,93	0	0	0
Ags	2	2,08	0	0	0	0	7,93	0	0	0
Ags	3	2,01	0	0	0	0	7,69	0	0	0
Ags	4	2,01	0	0	0	0	7,68	0	0	0
Ags	5	2,01	0	0	0	0	7,68	0	0	0
Ags	6	2,19	0	0	0	0	7,68	0	0	0
Ags	7	2,20	0	0	0	0	7,45	0	0	0
Ags	8	2,29	0	0	0	0	7,67	0	0	0
Ags	9	2,30	0	0	0	0	7,21	0	0	0
Ags	10	2,31	0	0	0	0	4,43	0	0	0
Ags	11	2,31	0	0	0	0	7,67	0	0	0
Ags	12	2,32	0	0	0	0	7,68	0	0	0
Ags	13	2,33	0	0	0	0	7,68	0	0	0
Ags	14	2,33	0	0	0	0	7,68	0	0	0
Ags	15	2,34	0	0	0	0	7,68	0	0	0
Ags	16	2,34	0	0	0	0	7,68	0	0	0
Ags	17	2,26	0	0	0	0	7,68	0	0	0
Ags	18	2,27	0	0	0	0	7,45	0	0	0
Ags	19	2,27	0	0	0	0	7,44	0	0	0
Ags	20	2,28	0	0	0	0	7,44	0	0	0
Ags	21	2,37	0	0	0	0	7,44	0	0	0
Ags	22	2,38	0	0	0	0	7,67	0	0	0
Ags	23	2,38	0	0	0	0	7,45	0	0	0
Ags	24	2,30	0	0	0	0	7,44	0	0	0
Ags	25	2,31	0	0	0	0	7,67	0	0	0
Ags	26	2,31	0	0	0	0	7,68	0	0	0
Ags	27	2,32	0	0	0	0	7,68	0	0	0
Ags	28	2,41	0	0	0	0	7,68	0	0	0
Ags	29	2,33	0	0	0	0	7,68	0	0	0
Ags	30	2,33	0	0	0	0	7,45	0	0	0
Ags	31	1,66	0	0	0	0	7,2	0	0	0

Bln	Tgl	Deluang					Lobawang			
		Debit	Curah Hujan				Debit	Curah Hujan		
			Dawuhan	Nangger	Tunjang	Baderan		Nogosromo	Wringin	C.Suri
Sep	1	1,83	0	0	0	0	7,19	0	0	0
Sep	2	1,78	0	0	0	0	7,43	0	0	0
Sep	3	1,58	0	0	0	0	7,44	0	0	0
Sep	4	1,58	0	0	0	0	7,44	0	0	0
Sep	5	1,65	0	0	0	0	7,44	0	0	0
Sep	6	2,00	0	0	0	0	7,44	0	0	0
Sep	7	2,02	0	0	0	0	7,44	0	0	0
Sep	8	2,20	0	0	0	0	7,2	0	0	0
Sep	9	2,56	0	0	0	0	7,43	0	0	0
Sep	10	2,58	0	0	0	0	7,44	0	0	0
Sep	11	2,67	0	0	0	0	7,2	0	0	0
Sep	12	2,68	0	0	0	0	7,19	0	0	0
Sep	13	2,77	0	0	0	0	7,19	0	0	0
Sep	14	2,78	0	0	0	0	7,43	0	0	0
Sep	15	2,78	0	0	0	0	7,44	0	0	0
Sep	16	2,79	0	0	0	0	7,44	0	0	0
Sep	17	2,79	0	0	0	0	7,43	0	0	0
Sep	18	2,80	0	0	0	0	7,43	0	0	0
Sep	19	3,00	0	0	0	0	7,43	0	0	0
Sep	20	2,82	0	0	0	0	7,42	0	0	0
Sep	21	2,73	0	0	0	0	7,42	0	0	0
Sep	22	2,65	0	0	0	0	7,41	0	0	0
Sep	23	2,56	0	0	0	0	7,17	0	0	0
Sep	24	2,48	0	0	0	0	7,4	0	0	0
Sep	25	2,48	0	0	0	0	7,4	0	0	0
Sep	26	2,49	0	0	0	0	7,4	0	0	0
Sep	27	2,32	0	0	0	0	7,15	0	0	0
Sep	28	2,32	0	0	0	0	7,14	0	0	0
Sep	29	2,33	0	0	0	0	7,13	0	0	0
Sep	30	2,33	0	0	0	0	7,37	0	0	0

Bln	Tgl	Deluang					Lobawang			
		Debit	Curah Hujan				Debit	Curah Hujan		
			Dawuhan	Nangger	Tunjang	Baderan		Nogosromo	Wringin	C.Suri
Okt	1	2,34	0	0	0	0	7,61	0	0	0
Okt	2	2,35	0	0	0	0	7,62	0	0	0
Okt	3	2,35	0	0	0	0	7,62	0	0	0
Okt	4	2,53	0	0	0	0	7,61	0	0	0
Okt	5	2,54	0	0	0	0	7,61	0	0	0
Okt	6	2,29	0	0	0	0	7,6	0	0	0
Okt	7	1,68	0	0	0	0	7,6	0	0	0
Okt	8	1,73	0	0	0	0	7,59	0	0	0
Okt	9	1,80	0	0	0	0	7,35	0	0	0
Okt	10	1,81	0	0	0	0	7,58	0	0	0
Okt	11	1,81	0	0	0	0	7,58	0	0	0
Okt	12	1,81	0	0	0	0	7,58	0	0	0
Okt	13	1,82	0	0	0	0	7,57	0	0	0
Okt	14	1,82	0	0	0	0	7,57	0	0	0
Okt	15	1,83	0	0	0	0	7,56	0	0	0
Okt	16	1,83	0	0	0	0	7,56	0	0	0
Okt	17	1,84	0	0	0	0	7,56	0	0	0
Okt	18	1,84	0	0	0	0	7,56	0	0	0
Okt	19	1,85	0	0	0	0	7,32	0	0	0
Okt	20	1,85	0	0	0	0	7,55	0	0	0
Okt	21	1,86	0	0	0	0	7,56	0	0	0
Okt	22	2,01	0	0	0	0	7,8	0	0	0
Okt	23	2,03	0	0	0	0	7,81	0	0	0
Okt	24	2,03	0	0	0	0	7,57	0	0	0
Okt	25	2,04	0	0	0	0	7,56	0	0	0
Okt	26	2,04	0	0	0	0	7,56	0	0	0
Okt	27	2,05	0	0	0	0	7,56	0	0	0
Okt	28	2,14	0	0	0	0	7,56	0	0	0
Okt	29	2,15	0	0	0	0	7,32	0	0	0
Okt	30	2,15	0	0	0	0	7,31	0	0	0
Okt	31	2,32	0	0	0	0	7,55	0	0	0

Bln	Tgl	Deluang					Lobawang			
		Debit	Curah Hujan				Debit	Curah Hujan		
			Dawuhan	Nangger	Tunjang	Baderan		Nogosromo	Wringin	C.Suri
Nop	2	2,06	0	0	0	0	7,32	0	0	0
Nop	3	2,06	0	0	0	0	7,55	0	0	0
Nop	4	2,06	0	0	0	0	7,56	0	0	0
Nop	5	2,06	0	0	0	0	7,56	0	0	0
Nop	6	2,06	0	0	0	0	7,56	0	0	0
Nop	7	2,06	0	0	0	0	7,56	0	0	0
Nop	8	1,90	0	12	0	4	7,56	0	0	0
Nop	9	2,14	0	0	0	0	7,8	3	4	0
Nop	10	3,26	0	0	0	0	7,81	0	0	0
Nop	11	2,45	0	0	0	0	7,81	2	0	0
Nop	12	1,46	0	0	0	0	7,81	0	0	0
Nop	13	1,42	0	0	0	0	7,81	0	0	0
Nop	14	1,42	0	0	0	0	7,81	0	0	0
Nop	15	1,35	10	25	16	35	7,81	10	16	17
Nop	16	1,68	0	0	0	8	7,81	0	0	0
Nop	17	1,89	0	0	0	27	7,81	2	6	0
Nop	18	1,31	0	3	0	0	7,81	1	4	0
Nop	19	1,16	15	0	13	0	7,81	9	13	16
Nop	20	1,16	3	0	11	0	7,57	0	0	0
Nop	21	1,28	5	0	6	18	9,93	12	7	4
Nop	22	1,80	0	0	0	4	10,03	0	0	0
Nop	23	3,89	0	0	0	9	10,03	0	0	0
Nop	24	0,52	8	0	4	24	10,03	1	3	2
Nop	25	1,08	30	0	2	10	10,03	2	4	9
Nop	26	0,28	0	18	0	17	9,74	0	1	0
Nop	27	1,02	5	20	34	47	9,73	19	56	35
Nop	28	2,70	0	0	0	0	9,73	0	0	0
Nop	29	5,08	4	0	0	0	9,73	0	0	0
Nop	30	4,78	0	0	0	0	10,02	0	0	0

Bln	Tgl	Deluang					Lobawang			
		Debit	Curah Hujan				Debit	Curah Hujan		
			Dawuhan	Nangger	Tunjang	Baderan		Nogosromo	Wringin	C.Suri
Des	1	4,12	0	0	0	0	15,44	0	0	0
Des	2	3,66	8	28	29	14	14,9	28	48	21
Des	3	3,32	0	0	0	0	15,64	0	0	0
Des	4	4,06	3	0	8	19	15,66	6	5	5
Des	5	6,16	0	0	10	8	15,66	7	42	0
Des	6	5,35	0	0	5	21	15,66	3	4	0
Des	7	5,18	32	0	0	13	15,66	0	0	0
Des	8	4,65	0	12	12	1	15,66	10	11	0
Des	9	4,00	0	0	0	16	16,42	0	0	10
Des	10	3,33	0	0	16	4	16,45	0	0	0
Des	11	2,71	5	18	5	19	16,45	14	19	8
Des	12	5,08	1	0	14	49	16,45	3	4	1
Des	13	4,91	2	17	6	21	16,45	12	24	14
Des	14	4,90	7	19	0	0	16,45	5	6	7
Des	15	4,64	0	0	0	0	16,45	0	0	0
Des	16	4,63	9	0	0	0	16,45	0	0	0
Des	17	4,36	0	0	0	0	16,45	0	0	0
Des	18	4,35	0	8	7	6	16,45	0	0	0
Des	19	3,99	33	0	12	5	16,45	6	8	1
Des	20	3,98	8	20	10	17	15,7	10	11	8
Des	21	3,33	8	14	34	6	19,13	7	6	7
Des	22	3,30	10	0	8	10	19,28	25	32	1
Des	23	3,20	5	0	27	5	19,28	4	8	0
Des	24	2,87	0	0	0	0	19,28	21	25	4
Des	25	3,07	0	0	49	13	19,28	0	0	0
Des	26	3,30	112	75	14	0	18,5	142	146	160
Des	27	2,79	12	0	5	0	18,47	11	15	82
Des	28	2,60	13	0	4	2	18,47	7	5	18
Des	29	2,42	0	21	0	5	18,47	1	2	4
Des	30	2,67	0	0	6	33	19,25	0	0	0
Des	31	3,17	0	0	0	27	19,28	3	4	3

A2. Data Curah Hujan *Polygon Thiessen*

Bln	Tgl	Rerata Hujan Wilayah		Bln	Tgl	Rerata Hujan Wilayah	
		Deluang	Lobawang			Deluang	Lobawang
Jan	1	9,226557	7,485999	Feb	1	0,46492	1,832679
Jan	2	8,330875	6,40317	Feb	2	0,374752	1,696378
Jan	3	9,07275	5,755286	Feb	3	0,369127	1,712441
Jan	4	0,777767	0,813113	Feb	4	0,047981	0,052858
Jan	5	19,38957	14,75433	Feb	5	1,059949	3,12988
Jan	6	0	0,160057	Feb	6	0	0
Jan	7	0	0	Feb	7	0	0
Jan	8	0,040814	1,171277	Feb	8	0,04436	0,012099
Jan	9	3,722867	1,141512	Feb	9	0,075972	0,825425
Jan	10	4,108037	2,081038	Feb	10	0,111066	0,911452
Jan	11	3,722867	1,141512	Feb	11	0,075972	0,825425
Jan	12	3,317764	0,924081	Feb	12	0,061502	0,675926
Jan	13	15,72207	12,20455	Feb	13	0,613065	3,085014
Jan	14	0,74483	1,053513	Feb	14	0,129952	0,199592
Jan	15	1,267139	0,481762	Feb	15	0,095464	0,192952
Jan	16	0	0,020351	Feb	16	0,014431	0,004425
Jan	17	2,659191	0,815365	Feb	17	0,054266	0,589589
Jan	18	0	0	Feb	18	0	0
Jan	19	3,01375	0,924081	Feb	19	0,061502	0,668201
Jan	20	0,017728	0,005436	Feb	20	0,000362	0,003931
Jan	21	1,745462	6,600943	Feb	21	0,366932	0,130206
Jan	22	0	0	Feb	22	0	0
Jan	23	0,17083	0,490346	Feb	23	0,014462	0,006553
Jan	24	1,65923	2,009737	Feb	24	0,137261	0,252771
Jan	25	2,473376	3,829495	Feb	25	0,273823	0,238103
Jan	26	0	0	Feb	26	0	0
Jan	27	0,03061	1,38473	Feb	27	0,049505	0,022326
Jan	28	9,576999	12,14748	Feb	28	0,513182	1,91768
Jan	29	6,559338	2,062054				
Jan	30	0,142152	1,613381				
Jan	31	11,12557	6,518457				

Bln	Tgl	Rerata Hujan Wilayah		Bln	Tgl	Rerata Hujan Wilayah	
		Deluang	Lobawang			Deluang	Lobawang
Mar	1	0,709118	0,217431	Apr	1	0,143892	0,127874
Mar	2	10,13894	3,620782	Apr	2	2,357122	1,9431142
Mar	3	5,479579	14,29305	Apr	3	9,163458	3,9161029
Mar	4	18,72842	20,32717	Apr	4	12,07473	6,4796513
Mar	5	9,376799	13,53865	Apr	5	8,50224	4,1191808
Mar	6	0,531838	0,98625	Apr	6	0,67583	0,2908288
Mar	7	0,726918	1,74043	Apr	7	1,022947	0,4737841
Mar	8	0,084448	0,162598	Apr	8	0,113499	0,0524495
Mar	9	0,666956	1,606221	Apr	9	1,017159	0,4326126
Mar	10	3,074137	1,925208	Apr	10	1,227208	0,8111151
Mar	11	6,596012	9,292437	Apr	11	5,998545	2,8287361
Mar	12	0	0	Apr	12	0	0
Mar	13	0	0	Apr	13	0	0
Mar	14	0	0	Apr	14	0	0
Mar	15	0,001689	0,576751	Apr	15	0,340913	0,1193294
Mar	16	6,736617	2,065592	Apr	16	1,366972	1,2148029
Mar	17	0,033779	0	Apr	17	0	0,0054066
Mar	18	3,191029	1,994717	Apr	18	1,329131	0,8100643
Mar	19	1,081902	0	Apr	19	0	0,1731659
Mar	20	0	0	Apr	20	0	0
Mar	21	0	0	Apr	21	0	0
Mar	22	0	0	Apr	22	0	0
Mar	23	0	0,820636	Apr	23	0,567911	0,1948588
Mar	24	0	0	Apr	24	0	0
Mar	25	0	0	Apr	25	0	0
Mar	26	0	0,016006	Apr	26	0,01135	0,0038868
Mar	27	0	0	Apr	27	0	0
Mar	28	0	0	Apr	28	0	0
Mar	29	0	0	Apr	29	0	0
Mar	30	0	0	Apr	30	0	0
Mar	31	0	0				

Bln	Tgl	Rerata Hujan Wilayah		Bln	Tgl	Rerata Hujan Wilayah	
		Deluang	Lobawang			Deluang	Lobawang
Mei	1	6,053008	2,529092	Jun	1	1,679631	1,2475193
Mei	2	0,035712	0,861338	Jun	2	0,571155	0,201609
Mei	3	0,025509	0	Jun	3	0,001723	0,0040828
Mei	4	1,52274	0	Jun	4	0,01034	0,2437252
Mei	5	0	0	Jun	5	0	0
Mei	6	7,792193	9,144702	Jun	6	5,813812	2,8927213
Mei	7	0,102035	0,500522	Jun	7	0,347806	0,1334535
Mei	8	4,257111	5,02231	Jun	8	3,071194	1,553697
Mei	9	4,848667	3,129505	Jun	9	1,9814	1,3108109
Mei	10	0,608377	3,841713	Jun	10	2,049963	0,8214158
Mei	11	0	0	Jun	11	0	0
Mei	12	6,288365	10,27972	Jun	12	6,017994	2,8890733
Mei	13	0	0	Jun	13	0	0
Mei	14	0	0	Jun	14	0	0
Mei	15	1,615922	2,928391	Jun	15	1,68941	0,7705774
Mei	16	0,91349	1,283008	Jun	16	0,862588	0,3986817
Mei	17	0	0	Jun	17	0	0
Mei	18	0	0	Jun	18	0	0
Mei	19	0	0	Jun	19	0	0
Mei	20	0	0	Jun	20	0	0
Mei	21	0	0	Jun	21	0	0
Mei	22	0	0	Jun	22	0	0
Mei	23	0	0	Jun	23	0	0
Mei	24	0	0	Jun	24	0	0
Mei	25	0	0	Jun	25	0	0
Mei	26	0	0	Jun	26	0	0
Mei	27	0	0	Jun	27	0	0
Mei	28	0	0	Jun	28	0	0
Mei	29	0	0	Jun	29	0	0
Mei	30	0	0	Jun	30	0	0
Mei	31	0	0				

Bln	Tgl	Rerata Hujan Wilayah		Bln	Tgl	Rerata Hujan Wilayah	
		Deluang	Lobawang			Deluang	Lobawang
Jul	1	0	0	Agust	1	0	0
Jul	2	0	0	Agust	2	0	0
Jul	3	0	0	Agust	3	0	0
Jul	4	0	0	Agust	4	0	0
Jul	5	0	0	Agust	5	0	0
Jul	6	0	0	Agust	6	0	0
Jul	7	0	0	Agust	7	0	0
Jul	8	0	0	Agust	8	0	0
Jul	9	0	0	Agust	9	0	0
Jul	10	0	0	Agust	10	0	0
Jul	11	0	0	Agust	11	0	0
Jul	12	0	0	Agust	12	0	0
Jul	13	0	0	Agust	13	0	0
Jul	14	0	0	Agust	14	0	0
Jul	15	0	0	Agust	15	0	0
Jul	16	0	0	Agust	16	0	0
Jul	17	0	0	Agust	17	0	0
Jul	18	0	0	Agust	18	0	0
Jul	19	0	0	Agust	19	0	0
Jul	20	0	0	Agust	20	0	0
Jul	21	0	0	Agust	21	0	0
Jul	22	0	0	Agust	22	0	0
Jul	23	0	0	Agust	23	0	0
Jul	24	0	0	Agust	24	0	0
Jul	25	0	0	Agust	25	0	0
Jul	26	0	0	Agust	26	0	0
Jul	27	0	0	Agust	27	0	0
Jul	28	0	0	Agust	28	0	0
Jul	29	0	0	Agust	29	0	0
Jul	30	0	0	Agust	30	0	0
Jul	31	0	0	Agust	31	0	0

Bln	Tgl	Rerata Hujan Wilayah		Bln	Tgl	Rerata Hujan Wilayah	
		Deluang	Lobawang			Deluang	Lobawang
		Sep	1			0	0
Sep	2	0	0	Okt	2	0	0
Sep	3	0	0	Okt	3	0	0
Sep	4	0	0	Okt	4	0	0
Sep	5	0	0	Okt	5	0	0
Sep	6	0	0	Okt	6	0	0
Sep	7	0	0	Okt	7	0	0
Sep	8	0	0	Okt	8	0	0
Sep	9	0	0	Okt	9	0	0
Sep	10	0	0	Okt	10	0	0
Sep	11	0	0	Okt	11	0	0
Sep	12	0	0	Okt	12	0	0
Sep	13	0	0	Okt	13	0	0
Sep	14	0	0	Okt	14	0	0
Sep	15	0	0	Okt	15	0	0
Sep	16	0	0	Okt	16	0	0
Sep	17	0	0	Okt	17	0	0
Sep	18	0	0	Okt	18	0	0
Sep	19	0	0	Okt	19	0	0
Sep	20	0	0	Okt	20	0	0
Sep	21	0	0	Okt	21	0	0
Sep	22	0	0	Okt	22	0	0
Sep	23	0	0	Okt	23	0	0
Sep	24	0	0	Okt	24	0	0
Sep	25	0	0	Okt	25	0	0
Sep	26	0	0	Okt	26	0	0
Sep	27	0	0	Okt	27	0	0
Sep	28	0	0	Okt	28	0	0
Sep	29	0	0	Okt	29	0	0
Sep	30	0	0	Okt	30	0	0

Bln	Tgl	Rerata Hujan Wilayah		Bln	Tgl	Rerata Hujan Wilayah	
		Deluang	Lobawang			Deluang	Lobawang
Nop	1	0,676189	0,251579	Des	1	0,11433	0,1494226
Nop	2	0	0	Des	2	0	0
Nop	3	0	0	Des	3	0	0
Nop	4	0	0	Des	4	0	0
Nop	5	0	0	Des	5	0	0
Nop	6	0	0	Des	6	0	0
Nop	7	0	0	Des	7	0	0
Nop	8	1,317868	0,217431	Des	8	0,143892	0,2253087
Nop	9	0	0,670755	Des	9	0,45462	0,156249
Nop	10	0	0	Des	10	0	0
Nop	11	0	0,020351	Des	11	0,000415	0,0005171
Nop	12	0	0	Des	12	0	0
Nop	13	0	0	Des	13	0	0
Nop	14	0	0	Des	14	0	0
Nop	15	7,723533	4,997153	Des	15	3,082632	1,9974397
Nop	16	1,418235	0,434862	Des	16	0,287784	0,255748
Nop	17	4,786544	2,448351	Des	17	1,65268	1,0968765
Nop	18	0,152188	0,650403	Des	18	0,454205	0,1800906
Nop	19	0,319668	2,578877	Des	19	1,48184	0,5691109
Nop	20	0,106788	0,016006	Des	20	0,015141	0,020979
Nop	21	3,306088	2,322583	Des	21	1,446568	0,8716126
Nop	22	0,709118	0,217431	Des	22	0,143892	0,127874
Nop	23	1,595515	0,489219	Des	23	0,323757	0,2877165
Nop	24	4,41023	1,845751	Des	24	1,205435	0,9102916
Nop	25	2,289688	1,432844	Des	25	0,814831	0,5642188
Nop	26	3,926875	1,084138	Des	26	0,725039	0,7284848
Nop	27	9,604623	12,60068	Des	27	8,06235	3,9103276
Nop	28	0	0	Des	28	0	0
Nop	29	0,067559	0	Des	29	0	0,0108132
Nop	30	0	0	Des	30	0	0
					31	0	0

LAMPIRAN B

B1. Tata Guna Lahan Dan Jenis Tanah

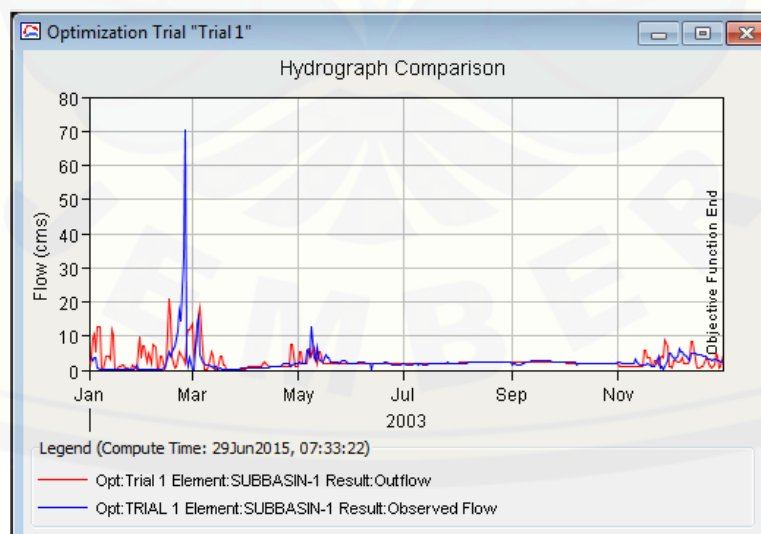
No.	Tata Guna Lahan	Jenis Tanah	
		Deluang	Lobawang
1	Gedung	Aluvial & latosol	Latosol
2	Hutan	Andosol & latosol	Latosol, andosol
3	Kebun	Andosol, latosol, aluvial, regosol	Latosol, mediteran
4	Pasir Darat	Andosol	-
5	Pemukiman	Latosol, aluvial, regosol	Latosol, mediteran
6	Rerumputan / Tanah Kosong	Aluvial, regosol, latosol	Latosol, regosol
7	Sawah Irigasi	Latosol, regosol, aluvial	mediteran, latosol
8	Sawah Tadah Hujan	Latosol, andosol, aluvial	Mediteran, latosol
9	Semak Belukar	Latosol, andosol, regosol	Latosol, andosol, mediteran
10	Tanah Berbatu	Andosol	-
11	Tegalan	Latosol, andosol, regosol, aluvial	Latosol, mediteran

LAMPIRAN C

C1. Trial and Error pada DAS Deluang

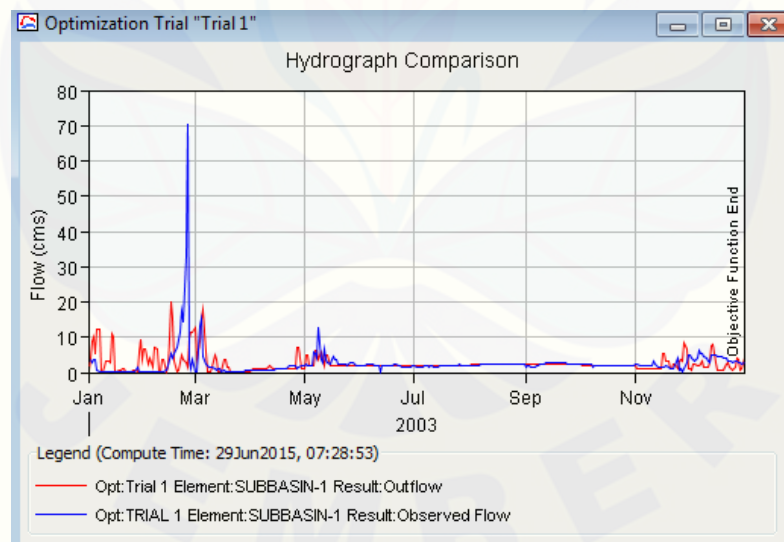
a. Trial and Error 1

Parameter	Nilai	Satuan
Initial Loss	2,54	Mm
Constant Loss rate	0,05	mm/hr
Impervious	0,641	%
Tc	0,937	Hr
R	8,561	Hr



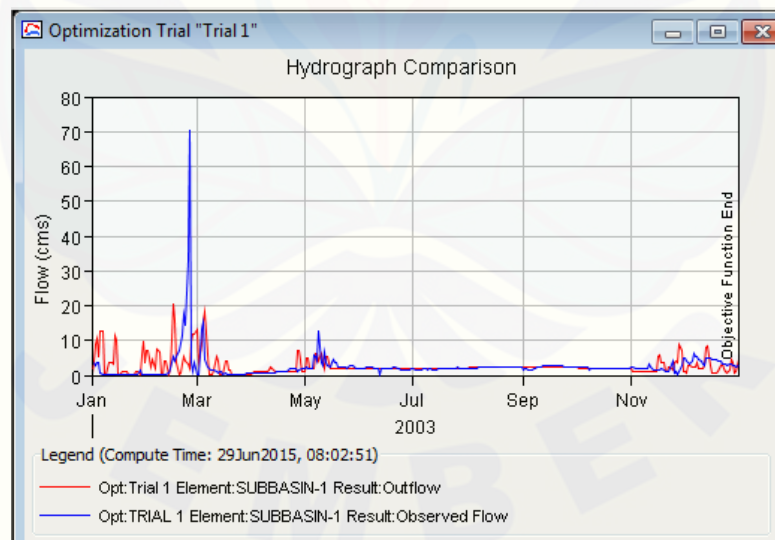
b. Trial and Error 2

Parameter	Nilai	Satuan
Initial Loss	2,54	Mm
Constant Loss rate	0,07	mm/hr
Impervious	0,641	%
Tc	0,937	Hr
R	8,561	Hr



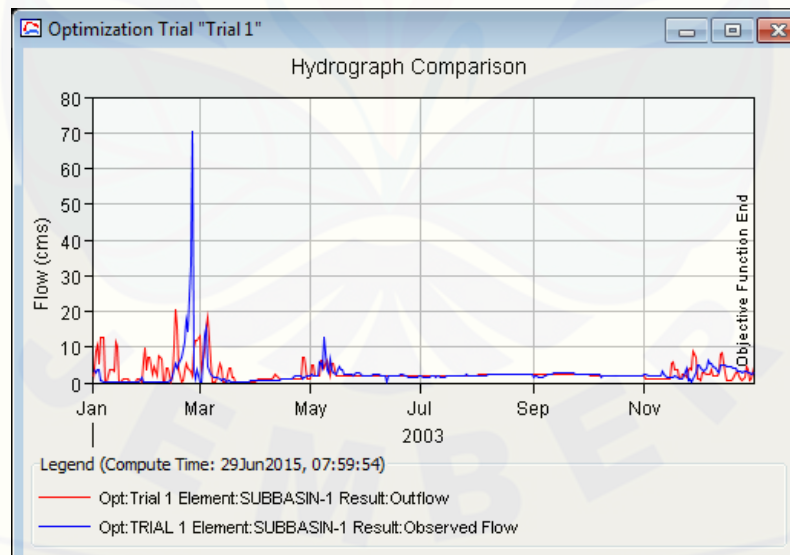
c. Trial and Error 4

Parameter	Nilai	Satuan
Initial Loss	2,5906	Mm
Constant Loss rate	0,083	mm/hr
Impervious	0,641	%
Tc	0,937	Hr
R	8,561	Hr



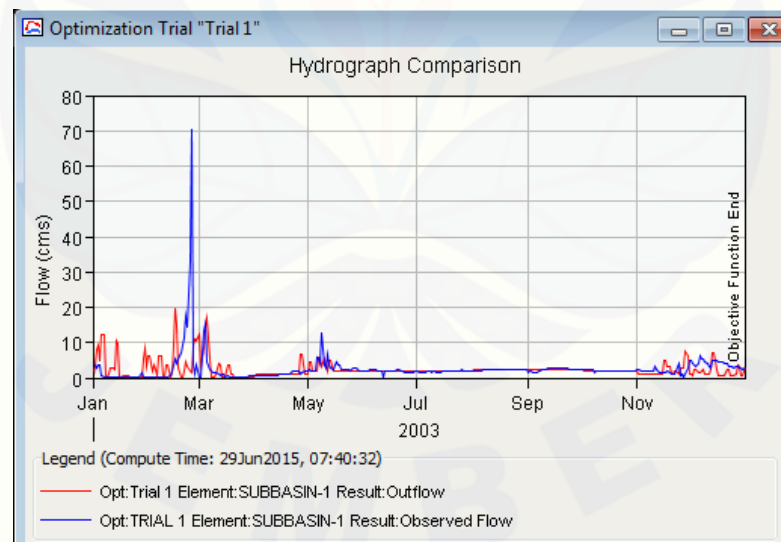
d. Trial and Error 5

Parameter	Nilai	Satuan
Initial Loss	2,54	Mm
Constant Loss rate	0,083	mm/hr
Impervious	0,641	%
Tc	0,937	Hr
R	8,561	Hr



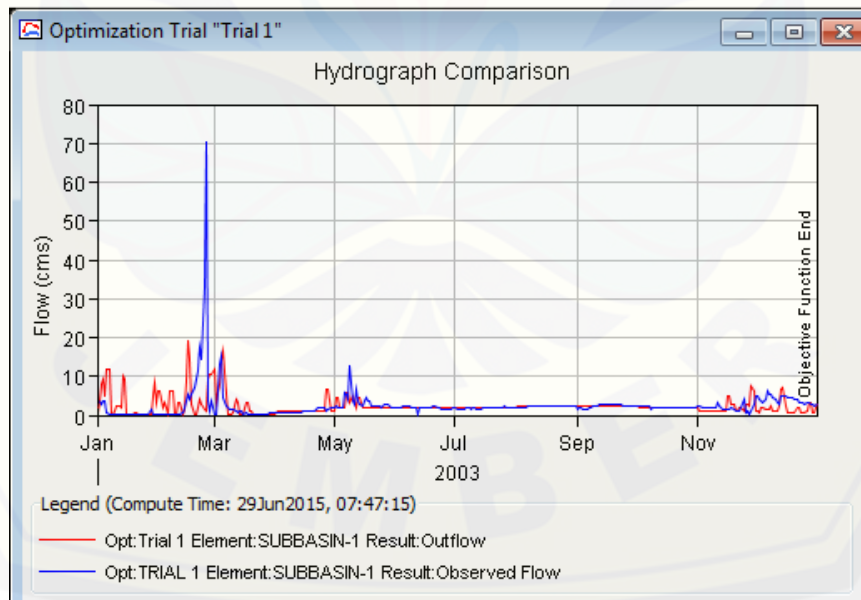
e. Trial and Error 6

Parameter	Nilai	Satuan
Initial Loss	2,54	Mm
Constant Loss rate	0,09	mm/hr
Impervious	0,641	%
Tc	0,937	Hr
R	8,561	Hr



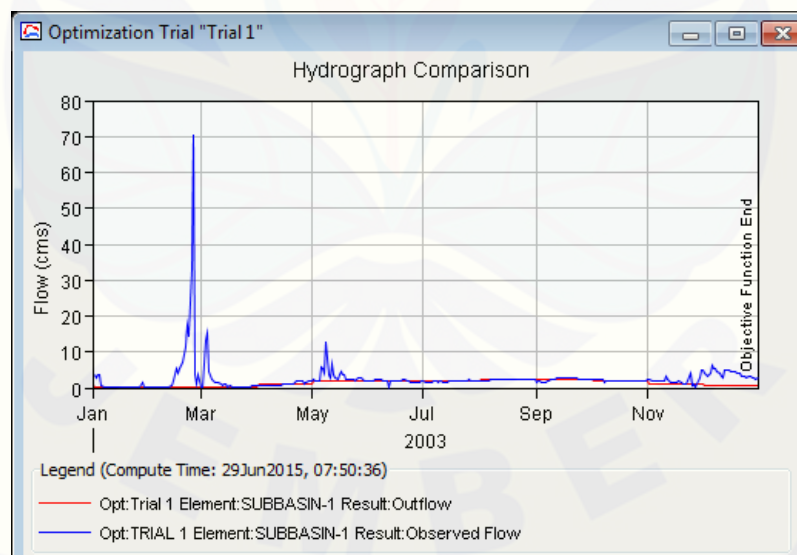
f. Trial and Error 7

Parameter	Nilai	Satuan
Initial Loss	2,54	Mm
Constant Loss rate	0,1	mm/hr
Impervious	0,641	%
Tc	0,937	Hr
R	8,561	Hr



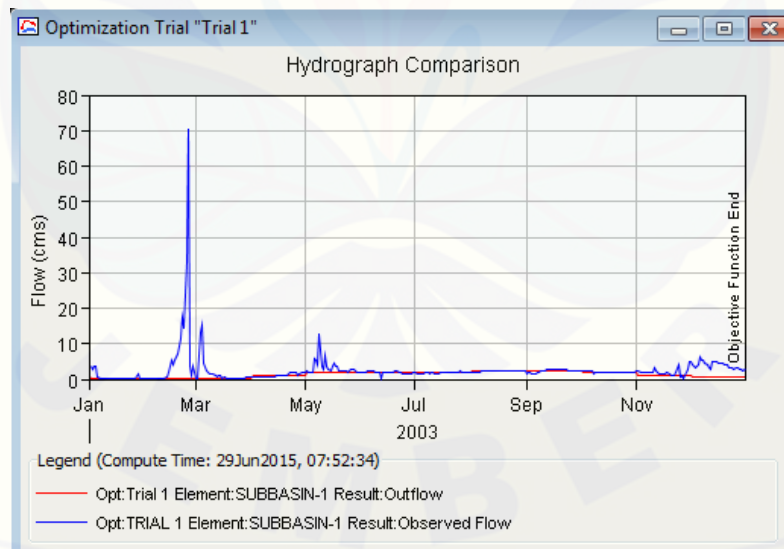
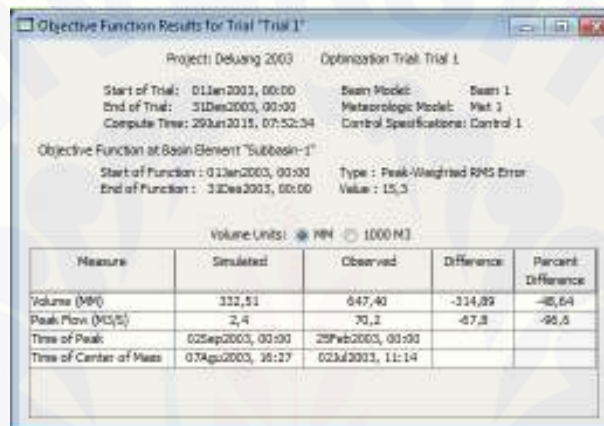
g. Trial and Error 8

Parameter	Nilai	Satuan
Initial Loss	2,54	Mm
Constant Loss rate	1	mm/hr
Impervious	0,641	%
Tc	0,937	Hr
R	8,561	Hr



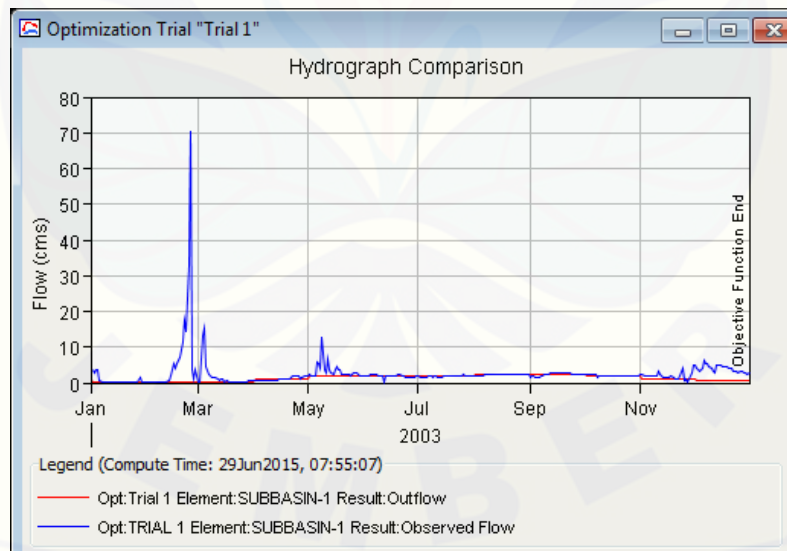
h. Trial and Error 9

Parameter	Nilai	Satuan
Initial Loss	2,54	Mm
Constant Loss rate	2	mm/hr
Impervious	0,641	%
Tc	0,937	Hr
R	8,561	Hr



i. Trial and Error 10

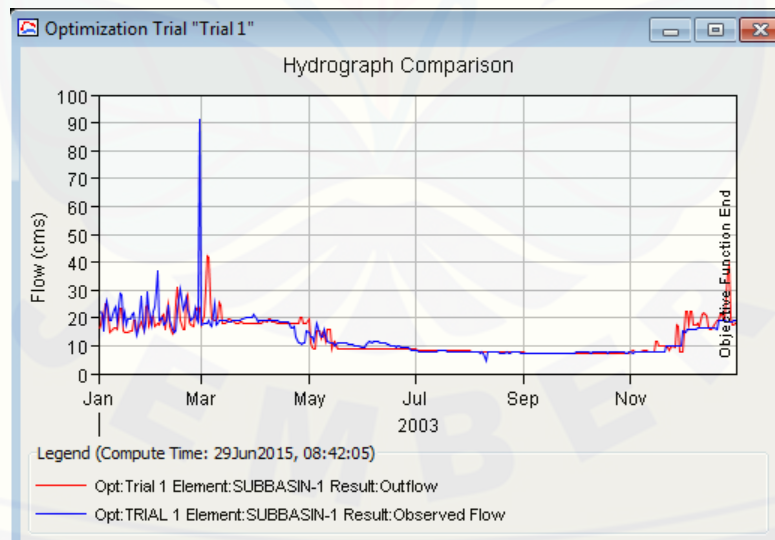
Parameter	Nilai	Satuan
Initial Loss	2,54	Mm
Constant Loss rate	2,54	mm/hr
Impervious	0,641	%
Tc	0,937	Hr
R	8,561	Hr



C2. Trial and Error pada DAS Lobawang

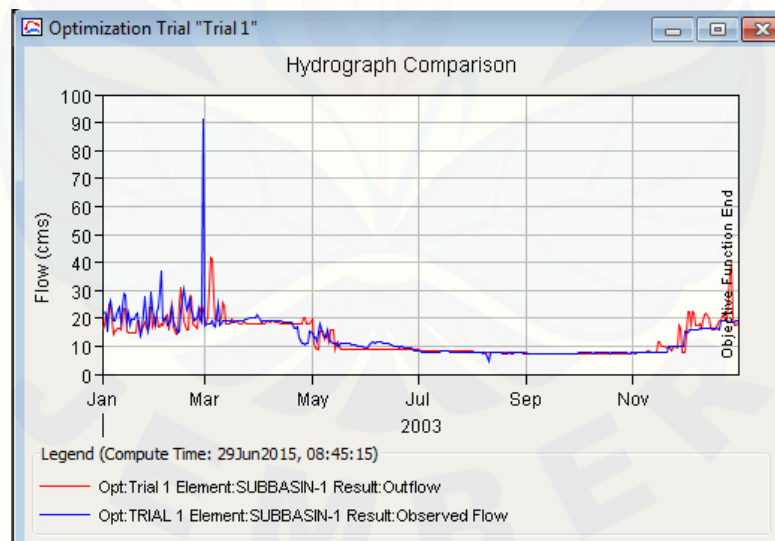
a. Trial and Error 1

Parameter	Nilai	Satuan
Initial Loss	2,54	Mm
Constant Loss rate	0,005	mm/hr
Impervious	0,581	%
Tc	0,649	Hr
R	7,831	Hr



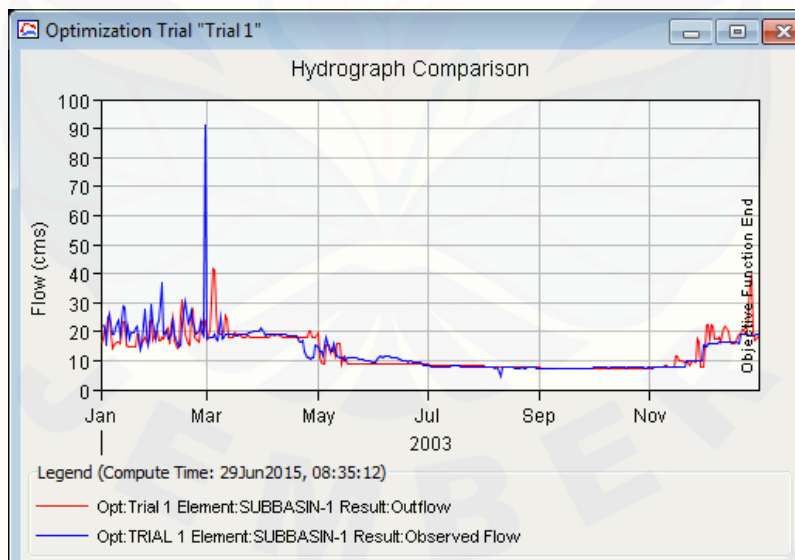
b. Trial and Error 2

Parameter	Nilai	Satuan
Initial Loss	2,54	Mm
Constant Loss rate	0,009	mm/hr
Impervious	0,581	%
Tc	0,649	Hr
R	7,831	Hr



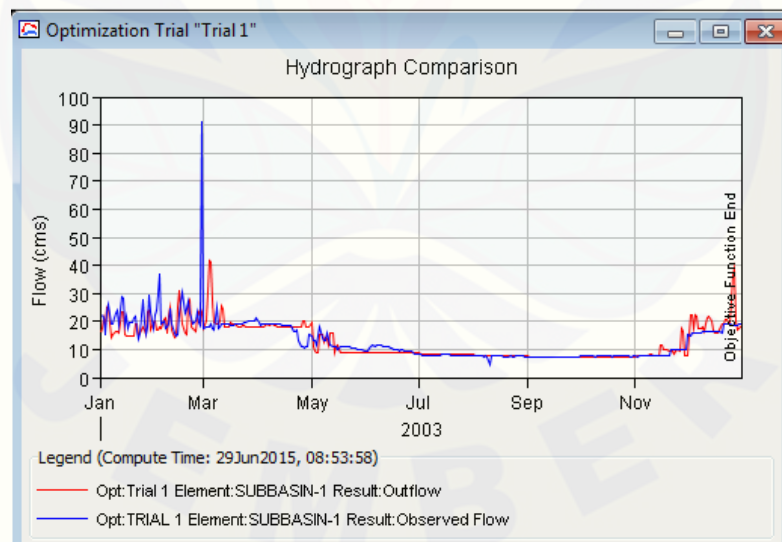
c. Trial and Error 4

Parameter	Nilai	Satuan
Initial Loss	2,54	Mm
Constant Loss rate	0,01	mm/hr
Impervious	0,581	%
Tc	0,649	Hr
R	7,831	Hr



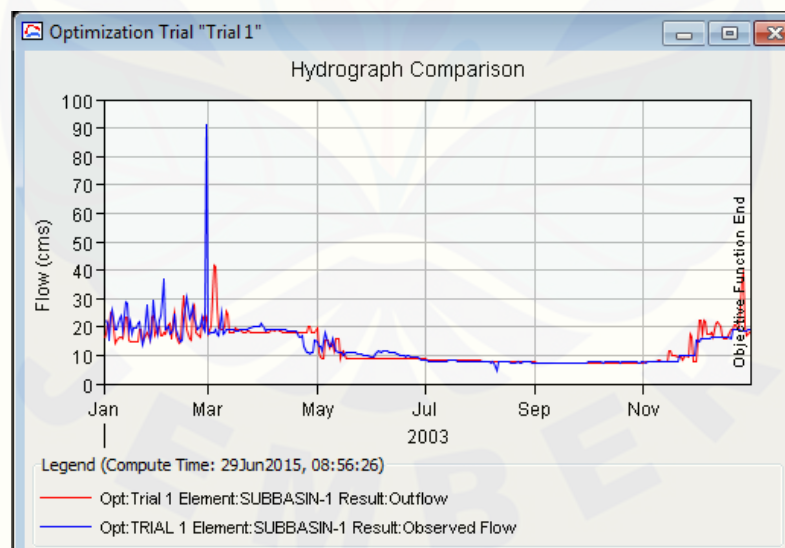
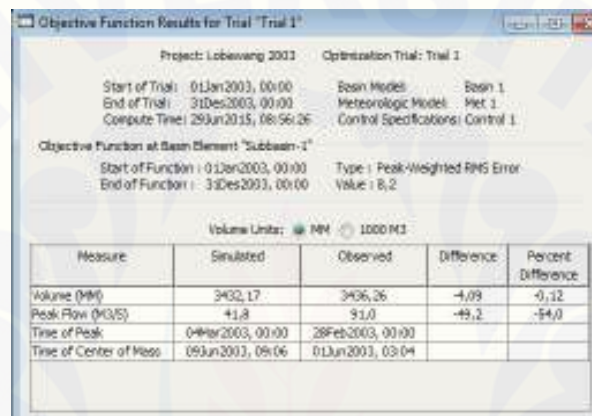
d. Trial and Error 5

Parameter	Nilai	Satuan
Initial Loss	2,3428	Mm
Constant Loss rate	0,01	mm/hr
Impervious	0,581	%
Tc	0,649	Hr
R	7,831	Hr



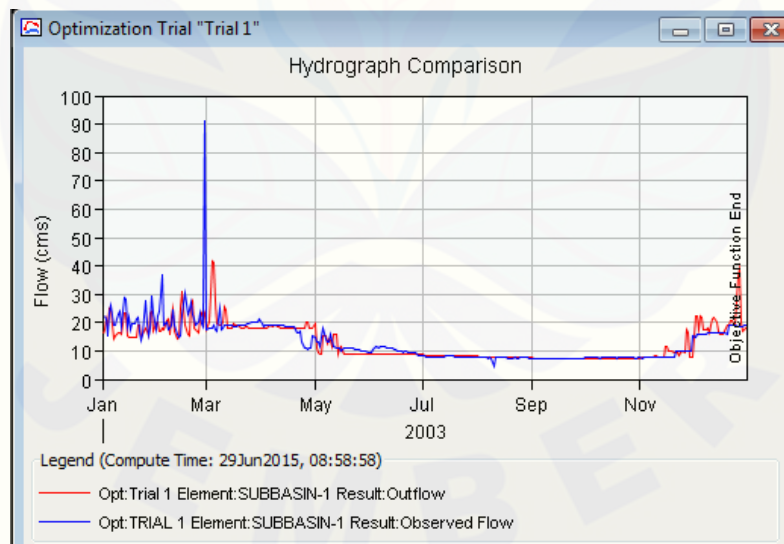
e. Trial and Error 6

Parameter	Nilai	Satuan
Initial Loss	2,1609	Mm
Constant Loss rate	0,01	mm/hr
Impervious	0,581	%
Tc	0,649	Hr
R	7,831	Hr



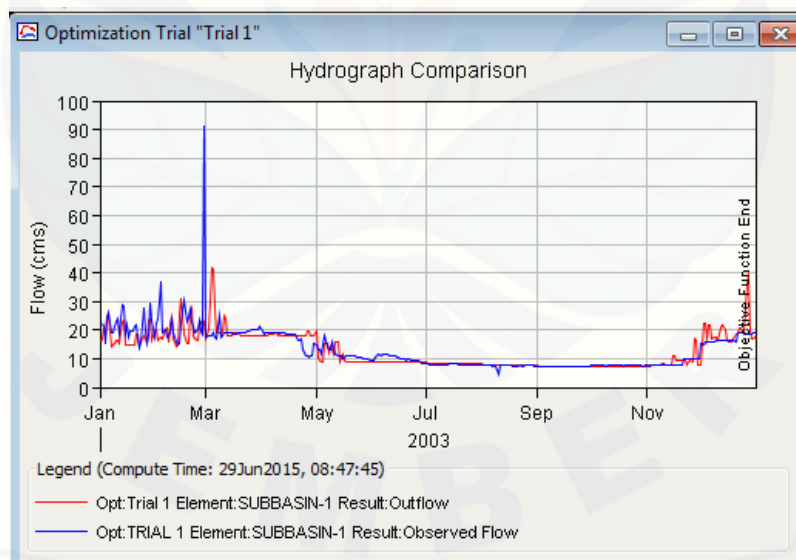
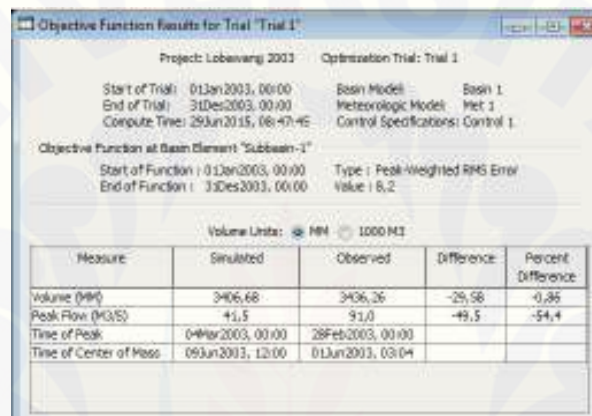
f. Trial and Error 7

Parameter	Nilai	Satuan
Initial Loss	1,9931	Mm
Constant Loss rate	0,01	mm/hr
Impervious	0,581	%
Tc	0,649	Hr
R	7,831	Hr



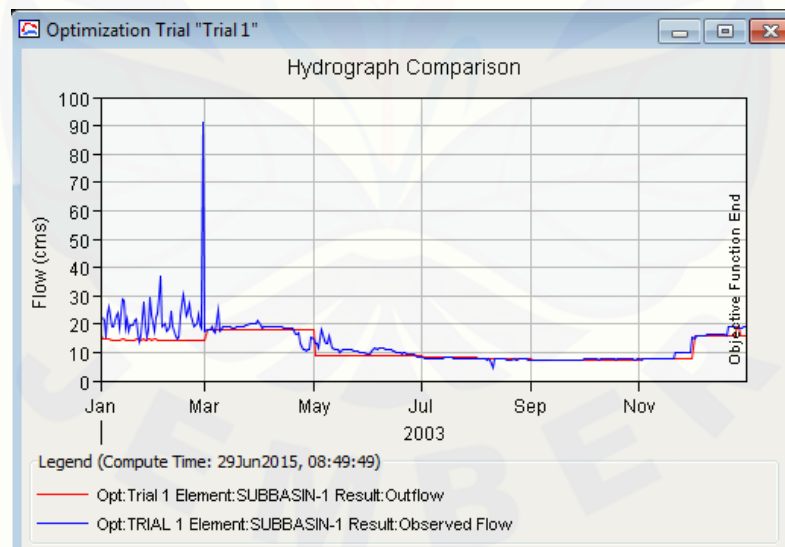
g. Trial and Error 8

Parameter	Nilai	Satuan
Initial Loss	2,54	Mm
Constant Loss rate	0,02	mm/hr
Impervious	0,581	%
Tc	0,649	Hr
R	7,831	Hr



h. Trial and Error 9

Parameter	Nilai	Satuan
Initial Loss	2,54	Mm
Constant Loss rate	1	mm/hr
Impervious	0,581	%
Tc	0,649	Hr
R	7,831	Hr



i. Trial and Error 10

Parameter	Nilai	Satuan
Initial Loss	2,54	Mm
Constant Loss rate	2,54	mm/hr
Impervious	0,581	%
Tc	0,649	Hr
R	7,831	Hr

