



**PENGGUNAAN DATA HUJAN LAPANGAN DAN DATA HUJAN  
SATELIT TRMM TERHADAP KEANDALAN  
MODEL HUJAN-ALIRAN IHACRES  
(STUDI KASUS : DAS BEDADUNG)**

**SKRIPSI**

Oleh

**Ramadani Masitoh Widayati**

**NIM 131910301097**

**JURUSAN S1 TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS JEMBER**

**2017**



**PENGGUNAAN DATA HUJAN LAPANGAN DAN DATA HUJAN  
SATELIT TRMM TERHADAP KEANDALAN  
MODEL HUJAN-ALIRAN IHACRES  
(STUDI KASUS : DAS BEDADUNG)**

**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

**Ramadani Masitoh Widayati**

**NIM 131910301097**

**JURUSAN S1 TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2017**

## PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan dengan penuh rasa cinta, syukur dan terima kasih yang sebesar-besarnya untuk:

1. Ibuhandi Siyati, S.ST dan Ayahanda Drs. Uksul Widayat yang telah memberikan semangat, motivasi, moril, materil, nasihat, doa, dan pengalaman yang sangat berharga sampai saat ini;
2. Keluarga di Lumajang yang selalu memberi semangat dan doa hingga penulis memperoleh gelar sarjana;
3. Busthomi Irsyadur Ridlo, S.T yang telah memberikan semangat, perhatian, pendampingan dan selalu membantu segala kesulitan setiap saat;
4. TC Nona, Ocha, Abid, Wahyu, Deni, Mirza, Herdhy, Vicky, Lukman, Ikhwan, Agung, dan Ade yang selalu memberi semangat membantu dalam segala hal dan saling mendoakan;
5. Hidro squad Pepy, Anta, Mutia, Ary, dan Astika yang saling memberi motivasi, semangat, dan membantu selama proses skripsi dari awal hingga akhir;
6. Kepompong Aud, Dinni, Nabila, Ningrum, Tyas, Kiki, dan Firda yang telah memberi semangat, motivasi, dan doa hingga memperoleh gelar sarjana;
7. Kos Khansa Ikek, Risa, Dini, Irun, Nisa, Dini Bikang, Dew, Mimin, Iik, dan Firdha yang telah menemani dan menghibur penulis dikala patah semangat;
8. Warga Paku Payung 2013 yang telah memberikan semua warna dalam hidup dan tak akan terlupakan;
9. Guru dan dosen dari TK sampai perguruan tinggi yang telah memberikan segala pengorbanan dan ilmu yang sangat bermanfaat;
10. Almamaterku Universitas Jember;
11. Semua pihak yang turut berperan serta dalam penyelesaian skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

**MOTTO**

“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Hendaknya kita tidak mudah menyerah dalam menghadapi kesulitan karena Allah SWT akan memberikan kemudahan setelahnya.”

(terjemahan Surat *Al Insiroh* 94:6-7)

“Dan Dia memudahkan untukmu apa yang ada di langit dan apa yang ada di bumi semuanya, (sebagai rahmat) daripada-Nya. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi kaum yang berfikir.”

(terjemahan Surat *Al-Jatsyah*:13)

“You Can, If You Think You Can”

(Mulyono)

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ramadani Masitoh Widayati

NIM : 131910301097

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul : “Penggunaan Data Hujan Lapangan dan Data Hujan Satelit TRMM Terhadap Keandalan Model Hujan-Aliran IHACRES (Studi Kasus : DAS Bedadung)” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

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

Jember, Juli 2017

Yang menyatakan,

Ramadani Masitoh Widayati

NIM 131910301097

**SKRIPSI**

**PENGGUNAAN DATA HUJAN LAPANGAN DAN DATA HUJAN  
SATELIT TRMM TERHADAP KEANDALAN  
MODEL HUJAN-ALIRAN IHACRES  
(STUDI KASUS : DAS BEDADUNG)**

oleh

**Ramadani Masitoh Widayati**

**NIM 131910301097**

**Pembimbing**

**Dosen Pembimbing Utama : Dr. Gusfan Halik., S.T, M.T.**

**Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Ir. Entin Hidayah., M.UM.**



**HALAMAN PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “Penggunaan Data Hujan Lapangan dan Data Hujan Satelit TRMM Terhadap Keandalan Model Hujan-Aliran IHACRES (Studi Kasus : DAS Bedadung)” telah diuji dan disahkan pada :

hari : Rabu  
tanggal : 12 Juli 2017  
tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji

Pembimbing Utama,



Dr. Gusfan Halik, ST., MT.  
NIP . 19710804 199803 1 002

Pembimbing Anggota,



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

Penguji I,



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

Penguji II,



Januar Fery Irawan, S.t., M.Eng  
NIP. 19760111 200012 1 002

Mengesahkan

Dekan,



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

## RINGKASAN

**PENGGUNAAN DATA HUJAN LAPANGAN DAN DATA HUJAN SATELIT TRMM TERHADAP KEANDALAN MODEL IHACRES(STUDI KASUS : DAS BEDADUNG);** Ramadani Masitoh Widayati, 131910301097; 2017: 81 halaman; Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Model hujan-aliran merupakan pengalihragaman hujan menjadi aliran yang disederhanakan menjadi model. *Identification of Unit Hydrograph and Component Flow from Rainfall Evaporation and Stream Flow Data* (IHACRES) merupakan salah satu model hujan-aliran yang cukup dikenal dan banyak digunakan oleh ahli hidrologi untuk mengetahui karakteristik hubungan dinamis antara curah hujan dengan debit yang keluar pada DAS. Input utama model hujan-aliran IHACRES terdiri dari: data hujan, data debit, dan data suhu. Keterbatasan data di lapangan sering menjadi kendala dalam dunia hidrologi. Data hujan di lapangan terkadang mengalami kendala ketidakkonsistenan data seperti, tidak meratanya letak stasiun hujan, data hujan yang tidak lengkap, alat ukur yang rusak dan lain sebagainya.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui keandalan model hujan-aliran IHACRES menggunakan data hujan lapangan dan data hujan satelit TRMM 3B42 di DAS Bedadung. Dalam pengolahan data hujan satelit TRMM dibantu dengan *software panoply* yang didukung dengan *java runtime*. Data hujan lapangan perstasiun hujan dijadikan data hujan rerata wilayah. IHACRES memiliki enam parameter yaitu, tiga parameter pada model non-linier untuk menghasilkan hujan efektif dan tiga parameter pada model linier untuk menghasilkan *streamflow*. Parameter-parameter tersebut nantinya akan dilakukan iterasi sehingga menghasilkan model yang handal. Model dikatakan handal jika memiliki nilai  $R^2$  mendekati satu dan bias mendekati nol.

Berdasarkan hasil pemodelan hujan aliran menggunakan model IHACRES dapat disimpulkan bahwa keandalan model menggunakan input data hujan lapangan lebih baik daripada penggunaan data hujan satelit TRMM 3B42. Hal ini dapat dilihat dari nilai rerata  $R^2$ , data hujan lapangan menghasilkan 0,613 sedangkan satelit TRMM 3B42 menghasilkan 0,480.



## SUMMARY

**THE USE OF RAINFALL FIELD DATA AND RAINFALL SATELLITE TRMM DATA TO REELIABILITY RAINFALL-RAINFALL MODELING IHACRES (CASE STUDY: BEDADUNG WATERSHED);** Ramadani Masitoh Widayati, 131910301097; 2016: 81 pages; Department of Civil Engineering Faculty of Engineering, University of Jember.

The rainfall-rainoff model is a diversion of rainfall into a stream that is simplified into a model. Identification of Unit Hydrograph and Component Flow from Rainfall Evaporation and Stream Flow Data (IHACRES) is well-known rainfall-rainoff models used by hydrologists to know the characteristics of the dynamic relationship between rainfall and streamflow in the watershed. The main inputs of the IHACRES rainfall-rainoff model consist of: rainfall data, streamflow data, and temperature data. Limitations of field data often become an obstacle in the hydrological world. Rainfall field data sometimes has experience inconsistency of data such as, uneven location of the rainfall station, lost rainfall data, damaged measuring instruments, etc.

The purpose of this research is to know the reliability of IHACRES rainfall-rainoff model using rainfall field data and rainfall satellite TRMM 3B42 data in Bedadung watershed. The rainfall satellite TRMM data processing assisted with software panoply, it is supported by java runtime. The rainfall field data from rainfall stations data become the average of the rainfall data of the region. IHACRES has six parameters, three parameters in the non-linear model to produce effective rainfall and three parameters in the linear model to produce streamflow. These parameters will be iterated to produce a reliable model. A reliable models if it has a value of  $R^2$  close to one and the bias close to zero.

Based on the results of rainfall-rainoff modeling using IHACRES it can be concluded that the use of rainfall field data has more reliable results than the use of rainfall satellite TRMM 3B42 data. This can be shown from the average value of  $R^2$ , the field data has 0,613 value while the rainfall satellite TRMM 3B42 data has 0,480 value.

## PRAKATA

Puji dan syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmad serta hidayah-Nya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Penggunaan Data Hujan Lapangan dan Data Hujan Satelit TRMM Terhadap Keandalan Model Hujan-Aliran IHACRES (Studi Kasus : DAS Bedadung)” dengan baik dan lancar. Shalawat tetap saya haturkan kepada junjungan kita nabi besar Muhammad SAW yang telah mengajarkan kita untuk terus berjuang dalam hal kebenaran.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis mendapatkan banyak bantuan dari berbagai pihak. Bantuan tersebut berupa moril, materil maupun dukungan demi terselesaikannya skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dr. Ir. Entin Hidayah, M.U.M, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember;
2. Ir. Hernu Suyoso, M.T, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember;
3. Dr. Gusfan Halik, ST., MT., selaku Dosen Pembimbing Utama, dan Dr. Ir. Entin Hidayah, M.U.M, selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah memberikan bimbingan, ilmu, semangat, saran, perhatian dan pembelajaran dalam pengerjaan skripsi maupun riset;
4. Sri Wahyuni, S.T., M.T., Ph.D., selaku Dosen Penguji Skripsi Pertama, dan Januar Fery Irawan, S.t., M.Eng, selaku Dosen Penguji Skripsi Kedua yang telah banyak memberi saran dan pembelajaran demi perbaikan skripsi ini;
5. Dr. Ir. Entin Hidayah, M.U.M, selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah banyak memberikan saran dan nasihat selama berlangsungnya perkuliahan hingga akhir;
6. Ahmad Hasanuddin, S.T., M.T, Dr. Yeni Dhokhikah, S.T., M.T, dan Willy Kriswardhana, S.T., M.T selaku Dosen Komisi Bimbingan Skripsi yang telah membantu segala birokrasi dan kelengkapan skripsi;
7. Seluruh Dosen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember yang telah memberikan semua ilmu dan pelajaran selama perkuliahan;

8. Semua pihak yang turut berperan serta dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, Juli 2017

Penulis



DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PEMBIMBINGAN</b> .....	<b>v</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>vi</b>
<b>RINGKASAN</b> .....	<b>vii</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>viii</b>
<b>PRAKATA</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xvi</b>
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	3
1.3. Tujuan Penelitian .....	3
1.4. Manfaat Penelitian .....	3
1.5. Batasan Permasalahan .....	3
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>4</b>
2.1. Siklus Hidrologi .....	4
2.2. Satelit TRMM .....	5
2.3. Hujan .....	7
2.4. Aliran Permukaan .....	7
2.5. Pemodelan Hujan Aliran IHACRES .....	8
2.5.1. Proses <i>Non Linear Loss Module</i> .....	11
2.5.2. Proses <i>Linear Unit Hydrograph Module</i> .....	12
2.6. Uji Keandalan Model .....	14
2.7. Kalibrasi Model .....	15

2.8. Validasi Model .....	16
<b>BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>17</b>
3.1. Lokasi Penelitian .....	17
3.2. Waktu Penelitian .....	17
3.3. Tahap Persiapan dan Studi Literatur .....	17
3.4. Tahap Pengumpulan Data .....	18
3.5. Penentuan Periode Data .....	18
3.6. Pengolahan Data Curah Hujan .....	19
3.7. Input Data .....	19
3.8. Kalibrasi Model .....	19
3.9. Validasi Model .....	19
3.10. Hasil dan Pembahasan .....	20
3.11. Pemodelan Hujan-Aliran dengan IHACRES .....	20
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>28</b>
4.1. Analisa Data Sekunder .....	28
4.1.1. Data Curah Hujan Satelit .....	28
4.1.2. Data Curah Hujan Lapangan .....	28
4.1.3. Data Debit untuk Kurva Probabilitas .....	29
4.2. Pembahasan Model IHACRES .....	30
4.2.1. Kalibrasi Menggunakan Data Hujan Satelit TRMM 3B42 .....	30
4.2.2. Kalibrasi Menggunakan Data Hujan Lapangan .....	38
4.2.3. Output Model .....	47
4.3. Evaluasi Output model Hujan-aliran IHACRES Data Hujan Lapangan dan Data Hujan Satelit .....	47
<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>49</b>
5.1. Kesimpulan .....	49
5.2. Saran .....	49
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>50</b>

**DAFTAR TABEL**

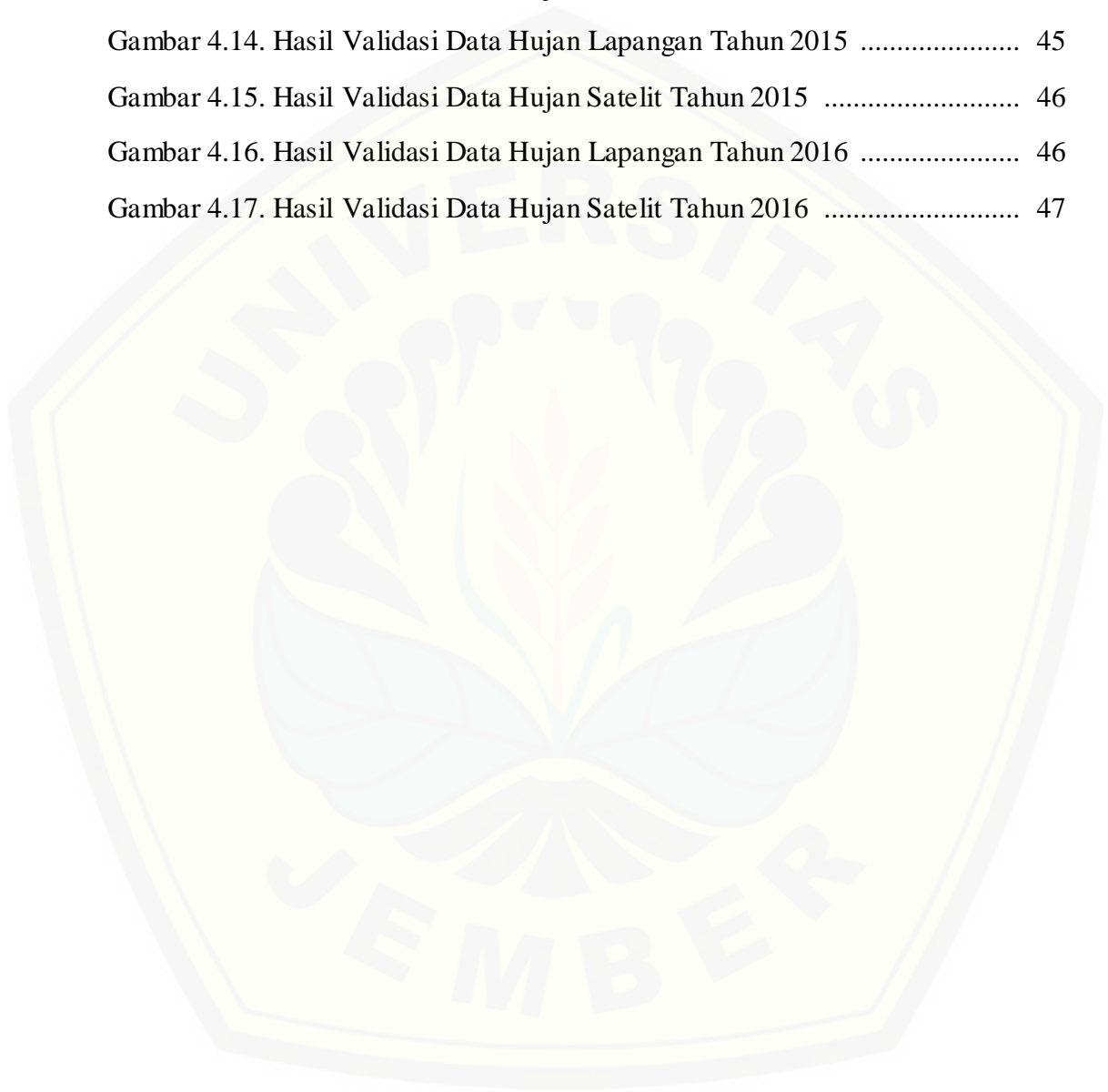
Tabel 2.1 Kriteria Nilai Koefisien Efisiensi .....	15
Tabel 3.1 Skema Panjang Periode Kalibrasi dan Validasi .....	18
Tabel 4.1 Hasil Plotting dari Kurva Probabilitas .....	29
Tabel 4.2 Nilai $R^2$ dan Bias Hasil <i>Warm up</i> .....	30
Tabel 4.3 Parameter Hasil Kalibrasi Skema 3 .....	31
Tabel 4.4 Variabel Hasil Kalibrasi Skema 3 .....	31
Tabel 4.5 Nilai $R^2$ dan Bias Hasil Kalibrasi Skema 3 .....	34
Tabel 4.6 Hasil Validasi .....	34
Tabel 4.7 Nilai $R^2$ dan Bias Hasil <i>Warm up</i> .....	39
Tabel 4.8 Parameter Hasil Kalibrasi Skema 3 .....	39
Tabel 4.9 Variabel Hasil Kalibrasi Skema 3 .....	40
Tabel 4.10 Nilai $R^2$ dan Bias Hasil Kalibrasi Skema 3 .....	42
Tabel 4.11 Hasil Validasi .....	43
Tabel 4.12 Hasil Validasi Kedua Model .....	48



**DAFTAR GAMBAR**

Gambar 2.1. Siklus Hidrologi .....	4
Gambar 2.2. Diagram Alir Algoritma TRMM .....	6
Gambar 2.3. Deskripsi Proses Hujan Aliran Menurut IHACRES .....	9
Gambar 2.4. Proses Hidrologi Menurut IHACRES .....	10
Gambar 2.5. Enam parameter model IHACRES .....	10
Gambar 3.1. Peta DAS Bedadung .....	17
Gambar 3.2. <i>Summauy</i> .....	20
Gambar 3.3. Input Periode Kalibrasi .....	21
Gambar 3.4. Input <i>warm up</i> .....	21
Gambar 3.5. Delay .....	22
Gambar 3.6 <i>Setting</i> Parameter IHACRES .....	23
Gambar 3.7. Hasil <i>Running Grid Search</i> .....	23
Gambar 3.8. Parameter IHACRES DAS Bedadung .....	24
Gambar 3.9. Hasil Validasi .....	25
Gambar 3.10. Output Model .....	25
Gambar 3.11. Diagram alir Penelitian .....	26
Gambar 3.12. Diagram Alir IHACRES .....	27
Gambar 4.1. Kurva Probabilitas .....	29
Gambar 4.2. Hasil Validasi Data Hujan Lapangan Tahun 2013 .....	35
Gambar 4.3. Hasil Validasi Data Hujan Satelit Tahun 2013 .....	35
Gambar 4.4. Hasil Validasi Data Hujan Lapangan Tahun 2014 .....	36
Gambar 4.5. Hasil Validasi Data Hujan Satelit Tahun 2014 .....	36
Gambar 4.6. Hasil Validasi Data Hujan Lapangan Tahun 2015 .....	37
Gambar 4.7. Hasil Validasi Data Hujan Satelit Tahun 2015 .....	37
Gambar 4.8. Hasil Validasi Data Hujan Lapangan Tahun 2016 .....	38
Gambar 4.9. Hasil Validasi Data Hujan Satelit Tahun 2016 .....	38

Gambar 4.10. Hasil Validasi Data Hujan Lapangan Tahun 2013 .....	43
Gambar 4.11. Hasil Validasi Data Hujan Satelit Tahun 2013 .....	44
Gambar 4.12. Hasil Validasi Data Hujan Lapangan Tahun 2014 .....	44
Gambar 4.13. Hasil Validasi Data Hujan Satelit Tahun 2014 .....	45
Gambar 4.14. Hasil Validasi Data Hujan Lapangan Tahun 2015 .....	45
Gambar 4.15. Hasil Validasi Data Hujan Satelit Tahun 2015 .....	46
Gambar 4.16. Hasil Validasi Data Hujan Lapangan Tahun 2016 .....	46
Gambar 4.17. Hasil Validasi Data Hujan Satelit Tahun 2016 .....	47



**DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1 Output Model IHACRES Kalibrasi Menggunakan Data Hujan Satelit TRMM 3B42.....	52
Lampiran 2 Output Model IHACRES Kalibrasi Menggunakan Data Lapangan...	67



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1.Latar Belakang

Secara geografis Indonesia terletak diantara  $6^{\circ}LU - 11^{\circ}LS$  dan  $95^{\circ}BT - 141^{\circ}BT$ . Posisi geografis ini membuat Indonesia menerima penyinaran matahari sepanjang tahun dan membuat Indonesia berada pada kawasan iklim tropis. Indonesia yang memiliki iklim tropis memiliki dua musim dalam satu tahunnya, yaitu musim kemarau dan musim hujan. Musim hujan disebabkan karena adanya pergerakan angin muson barat yang membawa uap air, sehingga saat berjalan melewati Indonesia berpotensi turun hujan. Angin muson barat ini terjadi pada bulan Oktober sampai April, oleh karena itu pada bulan-bulan tersebut Indonesia mengalami musim hujan.

Hujan yang turun di daratan akan menjadi limpasan dan sebagian akan masuk ke dalam permukaan tanah (infiltrasi) menjadi air tanah. Daratan/kawasan yang menerima dan menampung air hujan ini disebut dengan Daerah Aliran Sungai (DAS). Proses hidrologi DAS merupakan hubungan antara masukan/inflow berupa hujan, proses, dan keluaran berupa aliran. Proses alih ragam hujan menjadi aliran sungai merupakan proses alamiah yang sangat kompleks. Dalam menyederhanakan proses yang kompleks tersebut diperlukan pendekatan model hujan-aliran.

Model hujan-aliran digunakan untuk memprediksi nilai *runoff* harian maupun bulanan yang didasarkan pada data hujan, penguapan dan parameter karakteristik DAS setempat. *Identification of Unit Hydrograph and Component Flow from Rainfall Evaporation and Stream Flow Data* (IHACRES) merupakan salah satu model hujan-aliran yang cukup dikenal dan banyak digunakan. Model IHACRES dikembangkan di Inggris dengan mendeskripsikan hujan-aliran menjadi dua sub proses, yakni sub proses vertikal dan sub proses lateral (Croke dkk,2005).

Sub proses vertikal digambarkan oleh *Non-linier loss-module* dan sub proses lateral digambarkan oleh *Linear unit hydrograph module*. *Non-linier*

*loss-module* berfungsi untuk mengkonversi hujan menjadi hujan efektif. Masukan utama modul ini adalah hujan dan suhu. Selanjutnya hujan efektif ditransfer secara lateral melalui *linear unit hydrograph module* menjadi aliran permukaan berupa debit terhitung. Dari konsep IHACRES tersebut diketahui bahwa input utama model hujan-aliran IHACRES terdiri dari: data hujan, data debit, dan data suhu. Keterbatasan data di lapangan sering menjadi masalah dalam dunia hidrologi. Data hujan di lapangan terkadang mengalami kendala ketidakkonsistenan data seperti, tidak meratanya letak stasiun hujan, data hujan yang hilang, terbatasnya data hujan jam-jaman dan lain sebagainya. Oleh karena itu, dalam penelitian ini mengusulkan penggunaan data hujan satelit sebagai data alternatif saat terjadi keterbatasan data hujan di lapangan.

Di Indonesia telah dilakukan penelitian model IHACRES menggunakan data hujan lapangan dengan menghasilkan nilai  $R^2$  dan bias beraneka ragam. Penelitian Indarto, 2006 di DAS Bedadung dengan  $R^2$  0,77. Penelitian Dyah Pangesti, 2014 yang menghasilkan nilai  $R^2$  pada DAS Karangdoro 0,378, DAS Kloposawit 0,355, DAS Bomo Atas 0,147, DAS Bomo Bawah 0,032 dan DAS Stail 0,105. Selain itu juga terdapat penelitian yang dilakukan oleh Ahmad Fadli tahun 2015 di Sub-DAS Rokan Hulu dengan menggunakan data hujan lapangan dan data hujan satelit GsMap\_MVK+ dengan resolusi mencapai 0,1 derajat perjam. Hasil kedua model hujan lapangan dengan hujan satelit GsMap\_MVK+ menunjukkan bahwa penggunaan data hujan satelit GsMap\_MVK+ lebih baik daripada penggunaan data hujan lapangan dengan menghasilkan koefisien efisiensi (CE) 0,924. Oleh karena itu, penting dilakukan pengujian keandalan model IHACRES di daerah lain khususnya di Kabupaten Jember dengan menggunakan data hujan lapangan dan data hujan satelit TRMM 3B42.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keandalan model hujan-aliran IHACRES menggunakan data hujan lapangan dengan data hujan satelit TRMM 3B42 di DAS Bedadung.

### **1.2.Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

Bagaimana keandalan model hujan aliran IHACRES menggunakan data hujan satelit dan data hujan lapangan pada lokasi penelitian?

### **1.3.Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini sebagai berikut:

Mengetahui keandalan model hujan aliran IHACRES menggunakan data hujan satelit dan data hujan lapangan pada lokasi penelitian.

### **1.4.Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini sebagai berikut :

Dapat digunakan oleh Instansi terkait untuk simulasi neraca air, menghitung ketersediaan air, dll

### **1.5.Batasan Permasalahan**

Adapun batasan permasalahan dalam penelitian ini sebagai berikut :

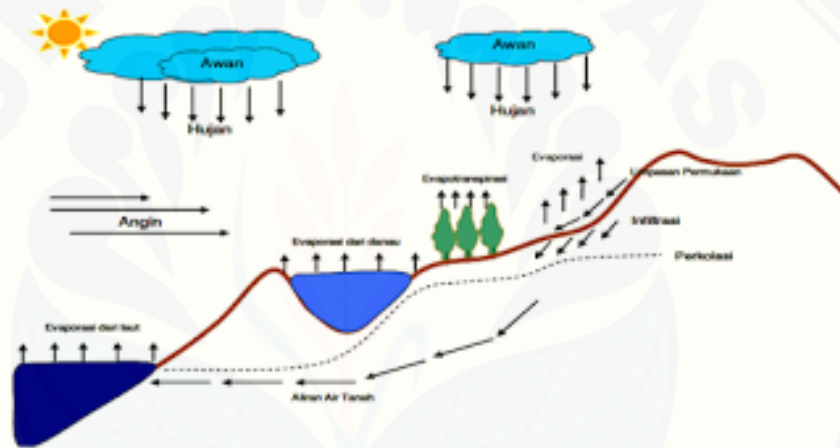
1. Data curah hujan, data debit dan data suhu harian yang digunakan pada tahun 2013-2016.
2. Dalam penelitian ini menggunakan Satelit TRMM 3B42.



## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Siklus Hidrologi

Siklus hidrologi merupakan sirkulasi air yang terjadi terus menerus dari atmosfer ke bumi dan kembali ke atmosfer lagi melalui proses kondensasi, presipitasi, evaporasi, dan transpirasi. Menurut Soemarto (1987) siklus hidrologi adalah gerakan air laut ke udara, yang kemudian jatuh ke permukaan tanah lagi sebagai hujan atau bentuk presipitasi lain, dan akhirnya mengalir ke laut kembali. Siklus hidrologi menurut Soemarto dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Sumber : Soemarto, 1987

Gambar 2.1 Siklus Hidrologi

Kunci dari siklus hidrologi ini yaitu adanya panas matahari yang menyebabkan adanya penguapan (evaporasi) air di permukaan bumi. Air berevaporasi, kemudian jatuh ke bumi dalam bentuk hujan, salju, kabut, dan hujan es.

Siklus hidrologi dimulai dengan penguapan air dari laut dan permukaan bumi. Uap ini dibawa oleh angin kemudian akibat perbedaan suhu dari panas menjadi dingin uap akan terkumpul membentuk awan. Kumpulan awan yang jatuh ini nantinya akan jatuh menjadi titik-titik hujan. Air yang sampai dipermukaan bumi nantinya ada yang menjadi air tanah, digunakan sebagai

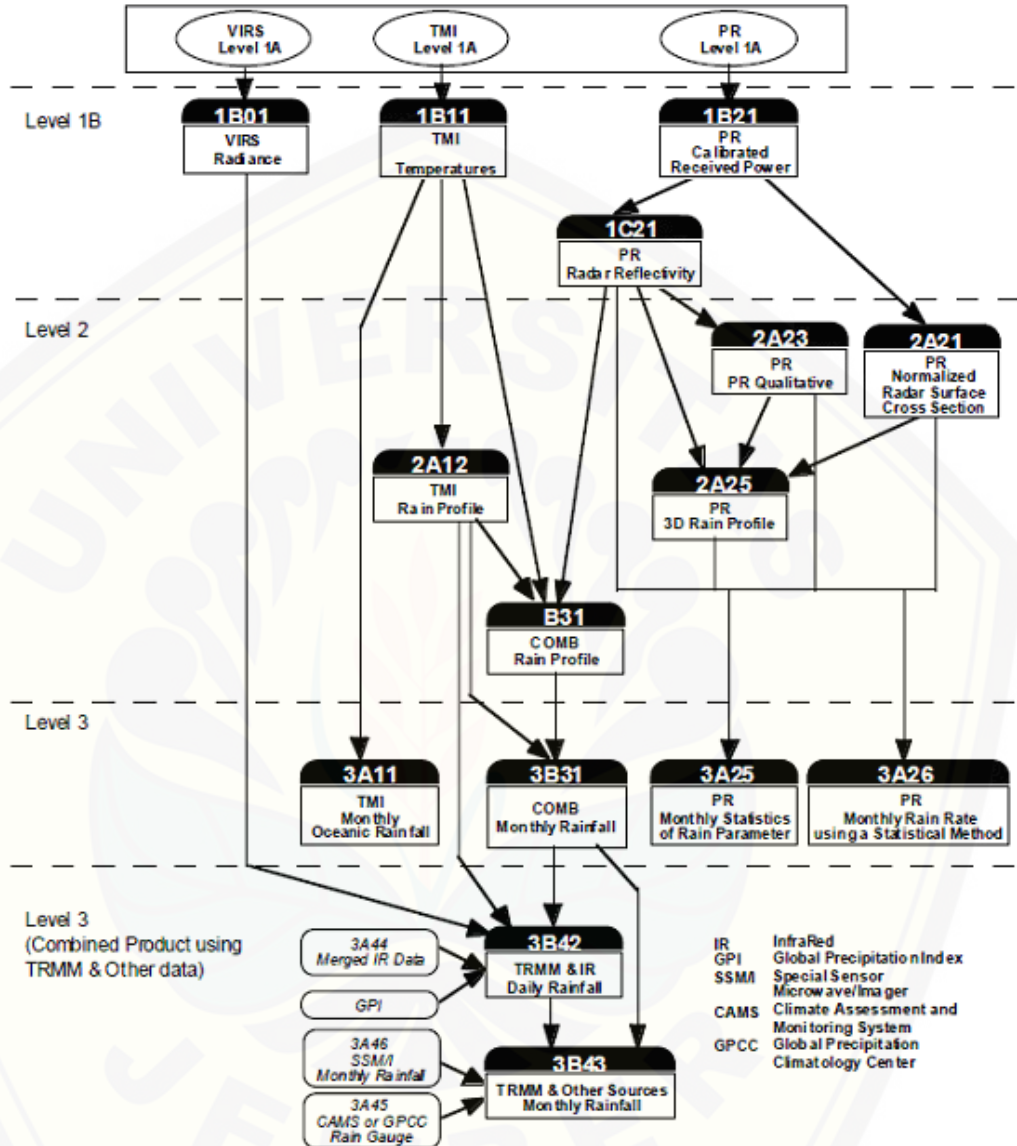
kebutuhan makhluk hidup dan sebagian menjadi limpasan yang nantinya kembali lagi dalam siklus hidrologi.

## 2.2. Satelit TRMM

TRMM merupakan singkatan dari *Tropical Rainfall Measuring Mission* yang merupakan misi antara National Aeronautics and Space Administration (NASA) dan *Japan Aerospace Exploration Agency* (JAXA) untuk pengukuran curah hujan di wilayah tropis. Satelit TRMM diluncurkan pada tanggal 27 November 1997 pada jam 6:27 pagi waktu Jepang dan dibawa oleh roket H-II di pusat stasiun peluncuran roket milik JAXA di Tanegashima-Jepang. TRMM membawa 5 buah sensor yaitu PR, TMI, VIRS, *Clouds and the Earth's Radiant Energy System* (CERES), dan *Lightning Imaging Sensor* (LIS). Akan tetapi yang sering digunakan untuk mengambil data hujan hanya dua jenis sensor yaitu PR dan TMI. Program TRMM adalah untuk penelitian jangka panjang yang didesain untuk studi tentang tanah, laut, udara, es, dan sistem total kehidupan di bumi (Xie *et al.*, 2007). TRMM dapat mengamati struktur hujan, jumlah dan distribusinya di daerah tropis dan sub tropis serta berperan penting untuk mengetahui mekanisme perubahan iklim global dan memonitoring variasi lingkungan.

Data hujan yang dihasilkan oleh TRMM memiliki tipe dan bentuk yang cukup beragam yang dimulai dari level 1 sampai level 3. Level 1 merupakan data yang masih dalam bentuk raw dan telah dikalibrasi dan dikoreksi geometrik. Level 2 merupakan data yang telah memiliki gambaran parameter geofisik hujan pada resolusi spasial yang sama, akan tetapi data hujan level 2 merupakan data hujan asli sesuai dengan keadaan hujan saat satelit tersebut melewati daerah yang direkam. Sedangkan level 3 merupakan data yang telah memiliki nilai-nilai hujan, khususnya kondisi hujan bulanan yang merupakan penggabungan dari kondisi hujan dari level 2 (Feidas 2010). Untuk mendapatkan data hujan dalam bentuk milimeter (mm) sebaiknya menggunakan level 3, dengan resolusi spasial  $0,25^\circ \times 0,25^\circ$ , dan resolusi

temporal setiap 3 jam sekali. Diagram alir algoritma dan produk TRMM pada berbagai level dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Sumber : NASDA, 2001

Gambar 2.2. Diagram Alir Algoritma TRMM

TRMM memiliki resolusi spasial 0.25 - 5 derajat, dengan resolusi temporal tertinggi adalah 1 - 3 jam. Produk *TRMM Multisatellite Precipitation Analysis* (TMPA) NASA juga menyediakan data hujan harian dan bulanan. Format data yang umum digunakan adalah NetCDF, HDF dan *plain binary*. Beberapa produk data juga menggunakan format teks (ASCII), walaupun terbatas.

### 2.3. Hujan

Hujan adalah proses kondensasi uap air di atmosfer menjadi butir air yang jatuh ke permukaan bumi. Hujan biasanya terjadi karena pendinginan suhu udara atau penambahan uap air ke udara. Hal tersebut kemungkinan dapat terjadi secara bersamaan. Turunnya hujan biasanya tidak lepas dari kelembaban udara yang memacu jumlah titik-titik air yang terdapat pada udara.

Sedangkan menurut Badan Meteorologi dan Geofisika (BMKG) hujan merupakan satu bentuk presipitasi yang berwujud cairan. Presipitasi sendiri dapat berwujud padat (salju dan hujan es) atau aerosol (embun dan kabut). Tidak semua air hujan sampai ke permukaan bumi karena sebagian menguap ketika jatuh melalui udara kering. Hujan jenis ini disebut sebagai virga.

Menurut Linsley (1996), ada dua jenis hujan berdasarkan ukuran butirannya, yaitu :

- 1) Hujan grimis (*drizzle*), merupakan hujan yang terdiri dari tetes-tetes air yang tipis, biasanya dengan diameter antara 0,1 dan 0,5 mm (0,04 dan 0,02 inci) dengan kecepatan jatuh yang lambat sehingga kelihatannya seolah-olah melayang.
- 2) Hujan (*rain*) merupakan hujan yang terdiri dari tetes-tetes air yang mempunyai diameter lebih besar dari 0,5 mm (0,02 inci).

### 2.4. Aliran Permukaan

Limpasan Permukaan atau aliran permukaan merupakan bagian dari curah hujan yang mengalir di atas permukaan tanah menuju kesungai, danau dan lautan (Asdak, 1995). Variabilitas limpasan sangat tergantung dari variabilitas komponen aliran dasar (*baseflow/groundwater flow*).

Faktor-faktor yang mempengaruhi limpasan permukaan dibagi menjadi dua kelompok, yaitu elemen meteorologi dan elemen sifat fisik daerah pengaliran. Elemen meteorologi meliputi jenis presipitasi, intensitas hujan, durasi hujan, dan distribusi hujan dalam daerah pengaliran, sedangkan elemen sifat fisik daerah pengaliran meliputi tata guna lahan (*land use*), jenis tanah,

dan kondisi topografi daerah pengaliran (*catchment*). Elemen sifat fisik dapat dikategorikan sebagai aspek statis sedangkan elemen meteorologi merupakan aspek dinamis yang dapat berubah terhadap waktu.

Menurut Ward (1967), limpasan terdiri dari air yang berasal dari tiga sumber yaitu :

1. Presipitasi langsung, merupakan hujan yang langsung masuk ke dalam saluran memiliki presentase yang kecil dari seluruh volume air yang mengalir. Walaupun daerah luas, tapi akan terevaporasi pula sehingga sulit untuk diperkirakan besarnya. Oleh karena itu, biasanya diabaikan dalam perhitungan.
2. Limpasan permukaan, merupakan air yang mengalir di atas permukaan tanah baik sebagai aliran tipis di permukaan tanah atau sebagai aliran di saluran.
3. Aliran antara, merupakan sebagian air hujan yang terinfiltrasi ke dalam tanah yang akan menyebar dan mengalir secara lateral. Kontribusi aliran antara terhadap total limpasan permukaan tergantung dari karakteristik tanah daerah tangkapan.
4. Base flow, merupakan sebagian dari air hujan yang terpekolasi ke dalam menembus lapisan tanah dan pada akhirnya akan mengisi saluran sungai.

## 2.5. Pemodelan Hujan Aliran IHACRES

*Identification of Unit Hydrograph and Component Flow from Rainfall Evaporation and Stream Flow Data* (IHACRES) merupakan buah kerjasama antara Institute Hidrology (HI) dan *the Centre for Resource and Environmental Studies* (CRES) di *Australian National University* (ANU), Canberra (Indarto, 2008). Model ini input utamanya adalah data hujan, data debit dan data suhu untuk menghitung nilai evapotranspirasi, selanjutnya model akan memprediksi atau menghitung debit yang keluar dari DAS.

Secara umum, model ini dibuat untuk membantu para ahli hidrologi atau insinyur dibidang sumber daya air untuk mengetahui karakteristik hubungan



dinamis antara curah hujan dengan debit pada suatu DAS. Beberapa bentuk aplikasi IHACRES antara lain :

- Identifikasi hidrograf satuan
- Simulasi debit sungai secara konntinyu
- Mempelajari dampak perubahan lingkungan
- Memodelkan aliran permukaan
- Pemisahan hidrograf (misalnya : membantu dalam penelitian kualitas air)
- Menentukan *Sloew Flow Index (SFI)*
- Menentukan *Dynamic Respanse Characteristics (DRCs)*
- Mempelajari teori hidrograf satuan dan aplikasinya
- Pengontrolan kualitas data hidrometri
- Prediksi data debit yang hilang

Model IHACRES menurut Croke dan Jakerman merupakan gabungan dari model konseptual dan model matrik dengan melakukan penyederhanaan terhadap model matrik untuk mengurangi ketidakpastian parameter yang melekat dalam model hidrologi, sementara pada saat yang sama berusaha mewakili proses internal lebih detail dibandingkan dengan model matrik. Proses hidrologi menurut konsep IHACRES disederhanakan seperti pada Gambar 2.3. berikut :



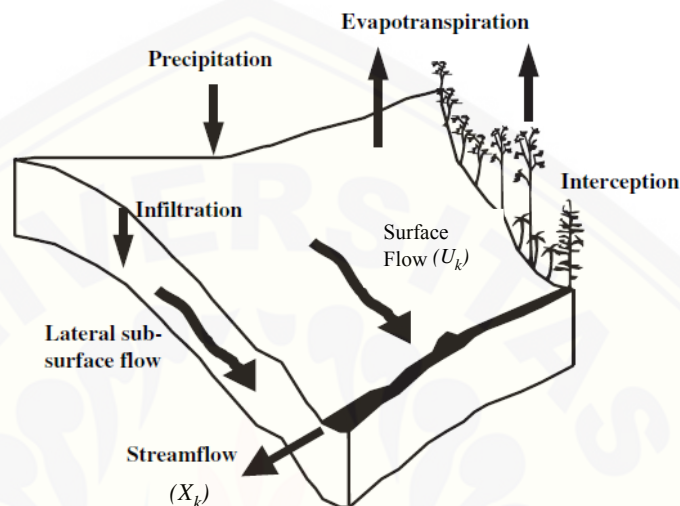
Sumber : Jokerman dan Croke, 2005

Gambar 2.3. Deskripsi Proses Hujan aliran menurut IHACRES

Berdasarkan Gambar 2.3, siklus hidrologi menurut IHACRES dibedakan menjadi dua yaitu sub proses vertikal dan sub proses lateral. Sub proses vertikal digambarkan oleh *Non Linear Loss Module* dan sub proses lateral yang diimplementasikan melalui *Linear Unit Hydrograph Module*. *Non*



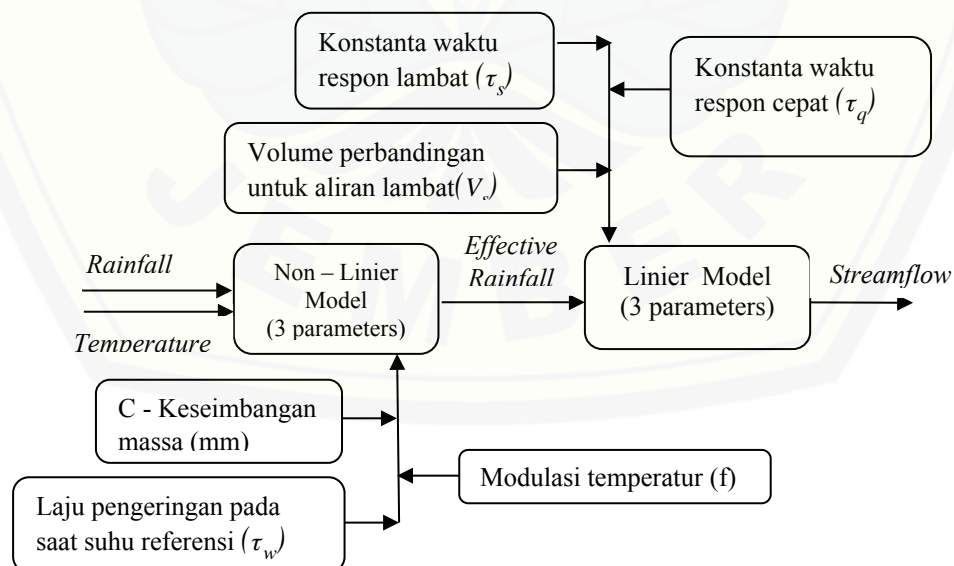
*Linear Loss Module* berfungsi untuk mengkonversi hujan menjadi hujan efektif. Hujan efektif ( $U_k$ ) merupakan air hujan yang langsung menjadi limpasan permukaan. Gambar 2.4 menjelaskan siklus hidrologi menurut IHACRES.



Sumber : Moretti dan Montanari, 2006

Gambar 2.4 Proses Hidrologi Menurut IHACRES

Terdapat enam parameter dalam model IHACRES, dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Sumber : Littlewood, 2007

Gambar 2.5 Enam Parameter Model IHACRES

### 2.5.1. Proses *Non Linear Loss Module*

Proses *Non Linear Loss Module* merupakan proses perubahan hujan menjadi aliran permukaan pada skala DAS diasumsikan bersifat *non linear*. Kinerja *non linear loss module* ditentukan oleh kondisi DAS atau kadar air pada permukaan tanah. Perhitungan curah hujan efektif ( $u_k$ ) dapat dihitung menggunakan persamaan berikut (Croke at all, 2005) :

$$u_k = [c(\phi_k - l)]^p r_k \dots \dots \dots (2.1)$$

$$\phi_k = r_k + \left(1 - \frac{l}{\tau_k}\right) \phi_{k-1} \dots \dots \dots (2.2)$$

$$\tau_k = \tau_w l^{(0,062f(t_p - t_k))} \dots \dots \dots (2.3)$$

Dengan :

$u_k$  : curah hujan efektif (mm)

$r_k$  : curah hujan observasi (mm)

$c$  : keseimbangan massa ( $\text{mm}^{-1}$ )

$l$  : indeks ambang batas kelembaban tanah untuk menghasilkan aliran

$p$  : respon jangka waktu *non linear*

$\phi_k$  : kelembaban tanah (mm)

$\tau_k$  : laju pengeringan pada saat suhu referensi

$t_k$  : temperatur observasi ( $^{\circ}\text{C}$ )

$f$  : modulasi temperatur ( $^{\circ}\text{C}^{-1}$ )

$t_r$  : temperatur referensi ( $^{\circ}\text{C}$ )

Ada beberapa parameter yang berpengaruh pada model non linier ini diantaranya (Croke dkk, 2005) :

- Periode hari kering ( $\tau_w$ )

( $\tau_w$ ) merupakan parameter yang menggambarkan jumlah hari yang diperlukan untuk mengeringkan suatu DAS dalam keadaan jenuh

air. Selama selang waktu ini banyaknya air yang menguap dipengaruhi oleh temperature, sehingga semakin tinggi temperature semakin sedikit hari yang diperlukan untuk mengeringkan DAS (nilai  $\tau_w$  semakin rendah)

- *Temperature dependence of drying rate (f)*

Parameter ini menunjukkan besarnya tingkat pengeringan yang terjadi di dalam DAS. Yang mempengaruhi tingkat pengeringan suatu DAS salah satunya yaitu tata guna lahan dari DAS itu sendiri.

- *Refrence Temperature ( $t_{ref}$ )*

$t_{ref}$  merupakan gambaran besarnya suhu di lapangan yang terjadi. Semakin tinggi suhu di lapangan maka semakin tinggi nilai  $t_{ref}$

- *Moisture threshold for producing flow (l)*

Merupakan parameter yang menyatakan kelembaban untuk menghasilkan aliran.

- *Power on soil moisture (p)*

Parameter ini menggambarkan kondisi kelembaban tanah pada suatu DAS. Parameter l dan p ini pada umumnya jarang dirubah karena kondisi tersebut relative tidak berubah. Namun, apabila diperlukan ( $R^2$  dan Bias belum optimal) maka parameter ini dapat dirubah dengan cara coba-coba.

### 2.5.2. Proses *linear unit hydrograph module*

Dalam modul linear, curah hujan efektif diubah menjadi limpasan menggunakan hubungan linear. Ada dua komponen yang berpengaruh di dalam aliran yakni aliran cepat (*quick flow*) dan aliran lambat (*slow flow*). Konfigurasi paralel dari kedua komponen dalam kondisi waktu k untuk aliran cepat ( $x_k^{(q)}$ ) dan aliran lambat ( $x_k^{(s)}$ ) yang dikombinasikan untuk menghasilkan limpasan ( $x_k$ ) disajikan dalam rumusan berikut (Croke dkk, 2005) :

$$x_k = x_k^{(q)} + x_k^{(s)} \dots\dots\dots(2.4)$$

$$x_k^{(q)} = \beta_q u_k - \alpha_q x_{k-1}^{(q)} \dots\dots\dots(2.5)$$

$$x_k^{(s)} = \beta_s u_k - \alpha_s x_{k-1}^{(s)} \dots\dots\dots(2.6)$$

dengan :

$x_k$  : limpasan atau debit (mm)

$x_k^{(q)}$  : aliran cepat (mm)

$x_k^{(s)}$  : aliran lambat (mm)

$\alpha_q$  : angka resesi untuk aliran cepat

$\alpha_s$  : angka resesi untuk aliran lambat

$\beta_q$  : respon puncak untuk aliran cepat

$\beta_s$  : respon puncak untuk aliran lambat

Karakteristik respon dinamis *Dynamic Response Characteristics* (DRCs), merupakan ukuran numerik yang berasal dari curah hujan, suhu, dan debit sungai dari serangkaian DAS. Adapun karakteristik respon dinamis untuk aliran cepat dan lambat dapat dihitung menggunakan rumus :

$$\tau_q = \frac{-\Delta}{\ln(-\alpha_q)} \dots\dots\dots(2.7)$$

$$\tau_s = \frac{-\Delta}{\ln(-\alpha_s)} \dots\dots\dots(2.8)$$

dengan:

$\Delta$  : kurun waktu

$\tau_q$  : konstanta waktu respon cepat (hari)

$\tau_s$  : konstanta waktu respon lambat (hari)

Volume perbandingan untuk aliran cepat dan aliran yang lambat dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$v_q = \frac{\beta_q}{1 + \alpha_q} = 1 - v_s = 1 - \frac{\beta_s}{1 + \alpha_s} \dots\dots\dots(2.9)$$

Dengan :

$v_q$  : volume perbandingan untuk aliran cepat

$v_s$  : volume perbandingan untuk aliran lambat

Terdapat dua parameter pada model linier ini diantaranya :

- Waktu tunda (*Delay*)

Merupakan hujan yang terjadi menyebabkan perubahan debit suatu DAS. *Delay* bernilai nol berarti hujan yang terjadi pada hari ini menghasilkan perubahan debit terukur pada hari yang sama. Namun, jika pada kotak dialog bernilai 1 (misal) ini berarti IHACRES memperkirakan bahwa arus sungai lebih berkorelasi dengan curah hujan kemarin daripada hari ini.

- *Instrumental variabel*

Instrumental variabel digunakan untuk menentukan parameter struktur model linier. Konfigurasi algoritma diidentifikasi dari data curah hujan dan debit. Terdapat beberapa *instrumental variabel* diantaranya :

a) *Single exponential store* (1,0)

Digunakan untuk DAS yang tidak mempunyai pola *baseflow*.

b) *2 exponential store in series* (2,0)

Instrumental ini secara umum jarang digunakan.

c) *2 exponential stores and instantaneous store in parallel* (2,2)

Digunakan pada DAS yang memiliki karakteristik *baseflow* dan *peak flow*. Dengan kata lain antara *quick flow* dan *slow flow* seimbang.

d) *Exponential store in parallel* (1,1)

Digunakan pada DAS yang memiliki sedikit pola *baseflow* dari *single exponential store* (1,0)

e) *2 exponential stores in parallel* (2,1)

Digunakan pada DAS yang karakteristik *baseflow*nya kuat. Pengertian *baseflow* kuat adalah periode kering yang berlangsung dalam waktu yang panjang dengan ketersediaan air  $10m^3/s$ .

## 2.6. Uji Keandalan Model

Menurut Croke dkk (2004) evaluasi keandalan model IHACRES menggunakan fungsi objektif yang terdiri dari :

### 1. R Squared

R Squared menunjukkan tingkat kesesuaian antara debit observasi dengan debit model.

$$R^2 = 1 - \frac{\sum(Q_o - Q_m)^2}{\sum(Q_o - \bar{Q}_m)^2} \dots\dots\dots( 2.10 )$$

### 2. Bias

Bias menunjukkan tingkat kesalahan volume aliran secara umum (sisa model), yaitu selisih antara debit observasi dengan debit model.

$$Bias = \frac{\sum(Q_o - Q_m)}{n} \dots\dots\dots( 2.11 )$$

Dengan :

$Q_o$  : debit observasi ( $m^3/detik$ )

$Q_m$  : debit model ( $m^3/detik$ )

n : jumlah sampel

### 3. Koefisien Efisiensi (CE)

Koefisien Efisiensi (CE) adalah nilai yang menunjukkan efisiensi model terhadap debit terukur. Perhitungan CE dirumuskan persamaan 2.12 dan criteria CE pada Tabel. 2.1 berikut:

$$CE = \frac{(\sum_{i=1}^N (Q_{o_i} - Q_{m_i})^2)}{(\sum_{i=1}^N (Q_{o_i} - \bar{Q}_{o_i})^2)} \dots\dots\dots( 2.12 )$$

Tabel 2.1 Kriteria Nilai Koefisien Efisiensi

Nilai Koefisien CE	Interpretasi
CE > 0,75	Optimasi sangat efisien
0,36 < CE < 0,75	Optimasi cukup efisien
CE < 0,36	Optimasi tidak efisien

Sumber : Hambali, 2008



Indikator statistik yang digunakan untuk menentukan keandalan model adalah  $R^2$  dan bias. Kedua indikator ini akan digunakan untuk mengevaluasi kinerja model dalam hal membandingkan antara hasil model dengan data yang diamati. Model dikatakan baik jika  $R^2$  mendekati satu dan bias mendekati nol.

### 2.7. Kalibrasi Model

Menurut Vase, dkk (2011) kalibrasi model merupakan suatu proses mengoptimalkan atau secara sistematis menyesuaikan nilai parameter model untuk mendapatkan satu set parameter yang memberikan estimasi terbaik dari debit sungai yang diamati. Dalam penelitian ini dilakukan pemilihan periode kalibrasi dan periode *warm up*. Pemilihan periode kalibrasi disesuaikan dengan kalender hidrologis, diawali dan diakhiri pada keadaan debit sungai relatif kecil sehingga perubahan penyimpanan air di DAS selama periode kalibrasi dapat diasumsikan mendekati nol (Littlewood, dkk, 1999). *Warm-up* adalah periode untuk inisiasi dan dicari dengan coba-coba. Selama proses kalibrasi dilakukan, perlu adanya pengecekan kriteria statistik yaitu  $R^2$  dan bias sebagai indikator kesesuaian parameter yang dikalibrasi.

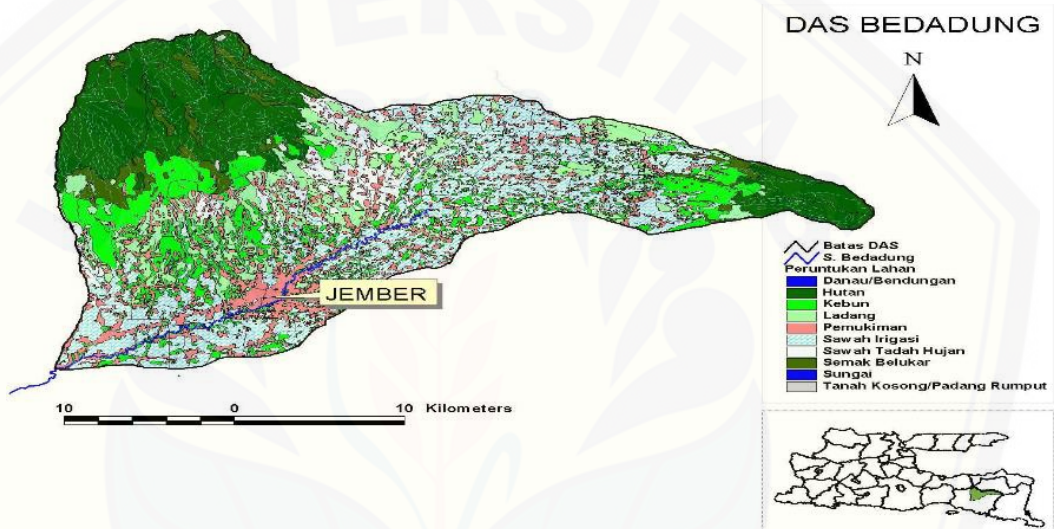
### 2.8. Validasi Model

Validasi model dilakukan untuk menguji keandalan parameter model hasil kalibrasi. Validasi dilakukan pada periode data yang berbeda pada tahap kalibrasi.

## BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1. Lokasi Penelitian

Lokasi Penelitian adalah DAS Bedadung yang terletak di Kabupaten Jember. Secara geografis DAS Bedadung terletak pada  $7^{\circ}58'8''$  –  $8^{\circ}13'52''LS$  dan  $113^{\circ}35'$  –  $114^{\circ}1'17''BT$ . Luas DAS Bedadung adalah 698  $km^2$ . Bentuk DAS Bedadung dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Sumber : Indarto, 2006

Gambar 3.1 Peta DAS Bedadung

### 3.2. Waktu Penelitian

Waktu penelitian dalam penyelesaian tugas akhir ini mulai Bulan Februari sampai Bulan Juli.

### 3.3. Tahap Persiapan dan Studi Literatur

Tahap persiapan bertujuan untuk memudahkan peneliti dalam menyusun tugas akhir. Kegiatan dalam tahap ini adalah :

1. Mengumpulkan studi literatur mengenai model hujan aliran IHACRES.

2. Menentukan data-data yang dibutuhkan untuk pemodelan hujan aliran IHACRES.

### 3.4. Tahap Pengumpulan Data

Pengumpulan data terdiri dari :

a. Data hidrologi berupa :

1. Data hujan lapangan yang digunakan dalam penelitian ini didapat dari UPT PSAWS Bondoyudo Mayang di Lumajang. Data yang diperoleh antara lain :

- 1) Data curah hujan harian DAS Bedadung tahun 2013-2016.
- 2) Data debit harian DAS Bedadung 2013-2016.
- 3) Data suhu tahun 2013-2016

2. Data hujan satelit digunakan satelit TRMM 3B42 di wilayah Jember pada tahun 2013-2016. Data hujan satelit TRMM 3B42 dapat diperoleh dari web NASA. Data hujan satelit TRMM 3B42 berada pada level 3 dengan resolusi spasial  $0,25^{\circ} \times 0,25^{\circ}$ .

b. Data spasial berupa :

- 1) Luas DAS Bedadung yang dapat di peroleh dari jurnal Indarto 2006
- 2) Letak geografis DAS.

### 3.5. Penentuan Periode Data

Menentukan panjang data yang akan digunakan dalam tahap kalibrasi model IHACRES. Panjang data yang digunakan pada periode kalibrasi disesuaikan dengan kalender hidrologis, diawali dan diakhiri pada keadaan debit sungai relatif kecil yang dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Skema Panjang Periode Kalibrasi dan Validasi

Skema	Kalibrasi	Validasi
1	30 Juni 2013 – 7 November 2014	2015-2016
2	13 September 2014 – 7 November 2015	2013, 2016
3	30 Juni 2013 - 7 November 2015	2016

### 3.6. Pengolahan Data Curah Hujan

Pengolahan data satelit yang berbasis .HDF dan .nc dikonvert ke file excel dengan bantuan software *panoply*. Penggunaan software *panoply* didukung dengan *java runtime*. Sedangkan data hujan lapangan (data hujan harian) akan di lakukan pengolahan data dari data hujan harian per stasiun hujan menjadi data hujan harian rata-rata wilayah DAS Bedadung. Input data curah hujan dalam IHACRES menggunakan format ASCII.

### 3.7. Input Data

Input data ke program IHACRES versi 2.1.2 sesuai dengan panjang data yang telah dibuat pada tahap penentuan pajang data. Data yang dimasukkan meliputi data hujan, data temperatur, data debit, dan luas DAS.

### 3.8. Kalibrasi Model

Kalibrasi (*calibration* atau *calage*) model adalah proses pemilihan kombinasi parameter. Pada proses ini dilakukan pengisian periode kalibrasi dan *warm up*. Periode kalibrasi dalam penelitian ini sesuai dengan skema yang telah ditetapkan pada tahap sebelumnya. Pengisian durasi *warm up* diisi dengan kelipatan 100 sampai diperoleh parameter dengan nilai  $R^2$  dan bias yang optimal. Model dikatakan handal apabila nilai  $R^2$  mendekati satu dan bias mendekati nol.

### 3.9. Validasi Model

Validasi adalah proses evaluasi terhadap model untuk mendapatkan gambaran tentang tingkat keandalan dalam memprediksi debit aliran (Indarto, 2006). Umumnya validasi dilakukan dengan menggunakan data di luar periode yang digunakan untuk kalibrasi. Periode validasi pada penelitian ini sesuai dengan skema yang telah dibuat pada tahap sebelumnya. Dalam tahap ini juga menggunakan parameter yang sama seperti pada tahap kalibrasi, kemudian dilihat hasil  $R^2$  dan bias yang dihasilkan.

### 3.10. Hasil dan Pembahasan

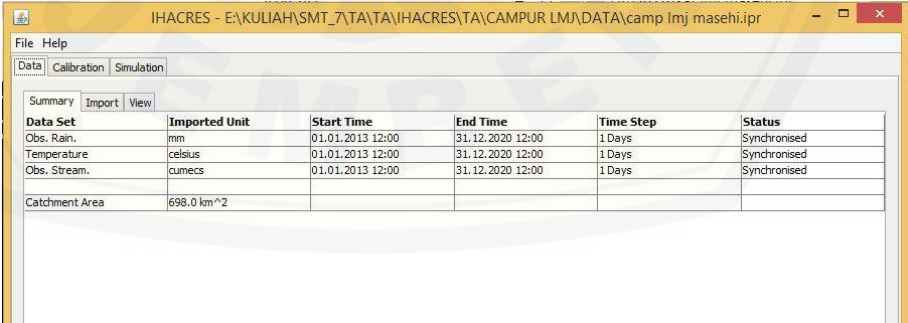
Keandalan model hujan aliran IHACRES ditunjukkan dengan nilai  $R^2$  dan bias.  $R^2$  dan bias dihasilkan dari perbandingan antara debit observasi dengan debit model IHACRES. Dari hasil uji keandalan model ini dapat digunakan untuk menjawab rumusan masalah penelitian.

### 3.11. Pemodelan Hujan-Aliran dengan IHACRES

Tahapan yang dilakukan dalam pemodelan hujan-aliran menggunakan IHACRES adalah sebagai berikut

#### 1. Input Data

Data masukan yang digunakan meliputi data hujan harian, data debit harian, dan data suhu harian. Input data dilakukan pada tab Data → *import*. Sebelum input data, pastikan format file telah di ubah menjadi file .csv. Input data curah hujan dengan memilih file melalui “*open raw data file*” kemudian mengisi kolom A pada subtab “*obs. Rain*” dengan satuan mm, jangan lupa isi *start time* dengan tahun 2013 Bulan Januari tanggal 1 kemudian pilih “*import*”. Hal yang sama dilakukan juga dalam pengisian data suhu dan data debit. Data Debit berada pada kolom C dengan satuan *cumecs*. Sedangkan data suhu pada kolom B dengan satuan *celcius*. Setelah data berhasil diimport kita dapat melihatnya pada Data → *Summary* seperti pada Gambar 3.2.



Data Set	Imported Unit	Start Time	End Time	Time Step	Status
Obs. Rain.	mm	01.01.2013 12:00	31.12.2020 12:00	1 Days	Synchronised
Temperature	celcius	01.01.2013 12:00	31.12.2020 12:00	1 Days	Synchronised
Obs. Stream.	cumecs	01.01.2013 12:00	31.12.2020 12:00	1 Days	Synchronised
Catchment Area	698.0 km <sup>2</sup>				

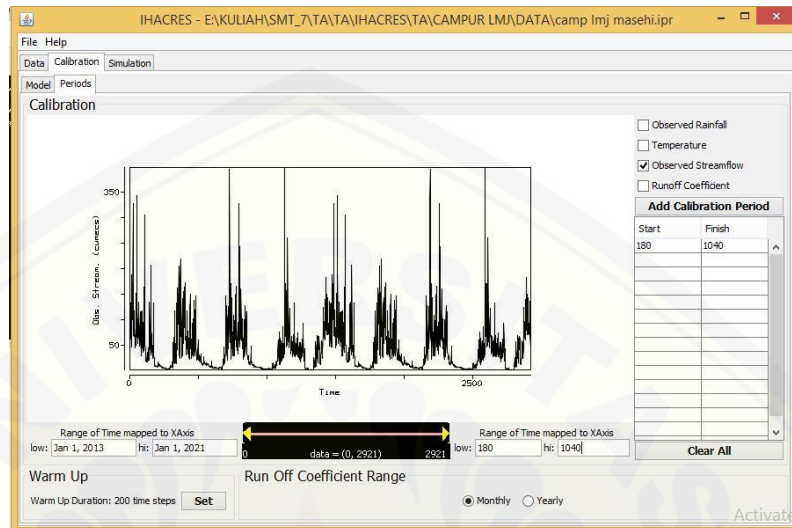
Gambar 3.2 *Summary*

#### 2. Memasukkan Periode Kalibrasi

Penentuan panjang periode kalibrasi dapat ditentukan berdasarkan jumlah data yang digunakan, pada penelitian ini terdapat 4 tahun data



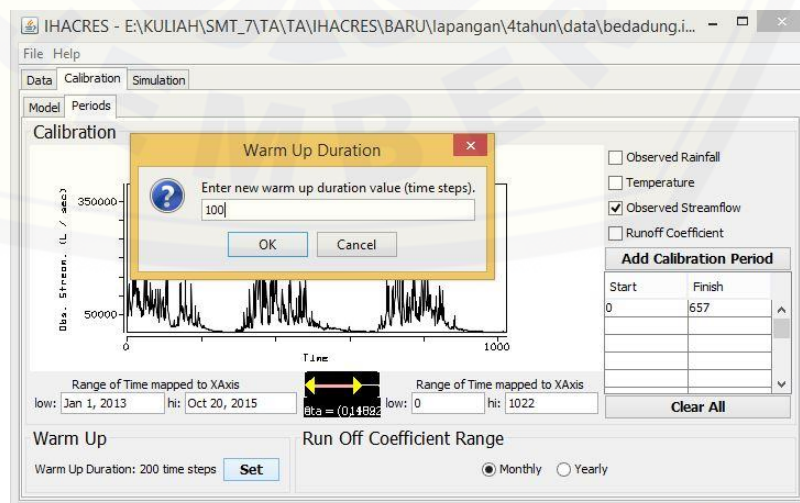
yaitu tahun 2013-2016. Untuk periode kalibrasi digunakan skema ketiga seperti yang telah dijelaskan pada Tabel 3.1. Gambar 3.3 menunjukkan penentuan periode kalibrasi.



Gambar 3.3 Input Periode Kalibrasi.

### 3. Masukkan durasi *warm up*

Periode *warm up* yang dimasukkan yaitu kelipatan 100 dan berhenti hingga nilai  $R^2$  menurun. Pengisian nilai *warm up* seperti pada Gambar 3.4. Pada penelitian ini melakukan *warm up* mulai 100 hingga 300. Pemilihan *warm up* ini bertujuan untuk mengisi kondisi awal DAS. periode *warm up* dengan asumsi kondisi initial di model sudah mendekati kondisi initial di alam.

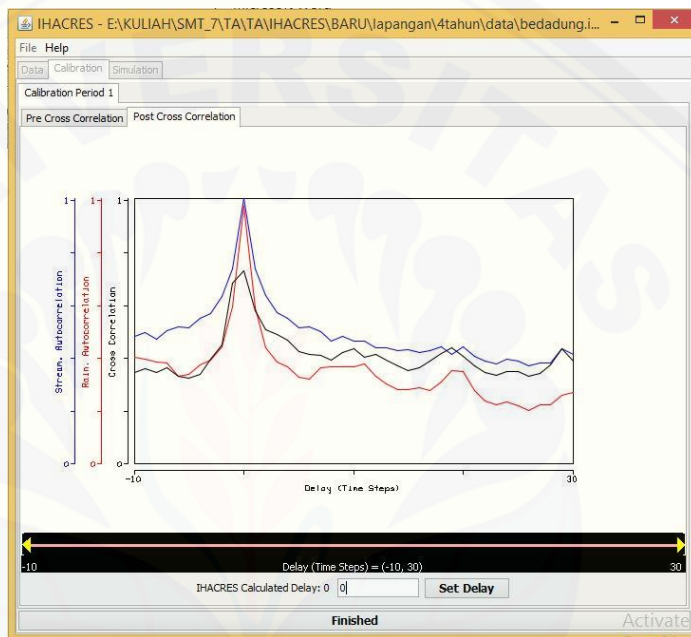


Gambar 3.4 Input *warm up*



#### 4. Cross correlation

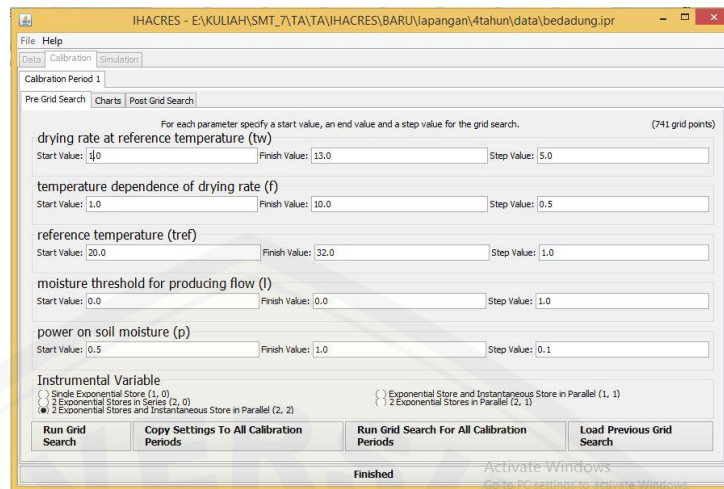
Setelah mengisi periode kalibrasi dan nilai *warm up*, selanjutnya yaitu *cross correlation* antara hujan dan debit. Pada tahap ini terdapat pengisian delay/tundaan untuk hubungan perubahan debit akibat adanya hujan, seperti pada Gambar 3.6. Pada penelitian ini memasukkan delay 0 sehingga hujan yang terjadi sekarang akan dihasilkan debit pada hari ini juga.



Gambar 3.5 Delay

#### 5. Menentukan Parameter

IHACRES membutuhkan beberapa parameter yang harus diisi untuk mengolah data curah hujan, suhu, dan luas DAS. Parameter yang digunakan memiliki range dimulai dari yang terkecil hingga yang terbesar. Range tersebut berfungsi sebagai indikasi parameter yang ada di lapangan, sehingga hasil dari kalibrasi memiliki kesamaan dan kesesuaian dengan data lapangan.



Gambar 3.6 Setting Parameter IHACRES

Setelah mengisi parameter selanjutnya dilakukan *running* dengan memilih “*running grid search*” seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.7.

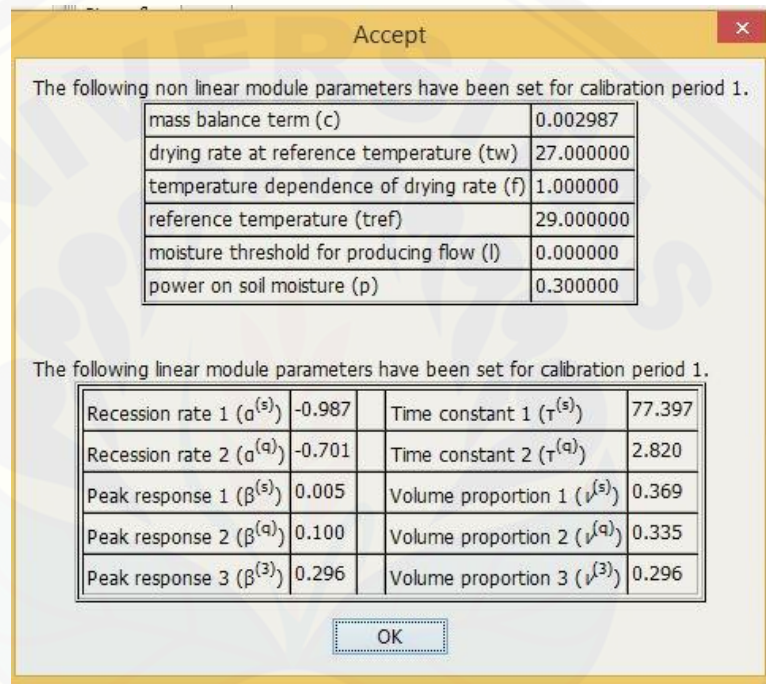
An...	ma...	dr...	te...	ref...	mo...	po...	Bia...	Re...	R...	R2...	R2...	R2...	Mo...	U 1	X 1	(U...	ARPE	Ta...	Tau 2	Vol...	Vol...	Vol...
0.002	7.000	7.000	31...	0.000	0.600	56.517	0.035	0.680	0.827	0.881	0.816	0.909	0.306	0.207	54...	0.506	92...	2.705	0.344	0.374	0.282	
0.001	7.000	7.500	32...	0.000	0.500	58.006	0.036	0.678	0.827	0.882	0.824	0.914	0.342	0.249	5000	0.326	117...	4.531	0.283	0.415	0.301	
0.001	7.000	10.000	31...	0.000	0.500	60.480	0.038	0.676	0.825	0.880	0.824	0.909	0.335	0.244	5000	0.330	118...	4.142	0.291	0.419	0.300	
0.001	7.000	10.500	31...	0.000	0.500	58.367	0.036	0.675	0.824	0.880	0.823	0.908	0.330	0.241	1.000	0.317	127...	3.834	0.272	0.430	0.298	
0.002	7.000	7.500	32...	0.000	0.600	54.069	0.034	0.674	0.819	0.867	0.769	0.905	0.322	0.234	48...	0.315	193...	2.784	0.274	0.449	0.277	
0.002	7.000	7.000	32...	0.000	0.600	50.585	0.031	0.674	0.820	0.869	0.773	0.906	0.308	0.217	53...	0.373	170...	2.195	0.281	0.457	0.261	
0.001	7.000	11.000	31...	0.000	0.500	55.704	0.035	0.673	0.823	0.879	0.825	0.907	0.327	0.239	0.000	0.310	130...	3.781	0.267	0.435	0.298	
0.001	7.000	8.500	32...	0.000	0.500	58.125	0.036	0.672	0.827	0.889	0.861	0.910	0.284	0.180	0.000	0.533	87...	1.872	0.275	0.477	0.249	
0.001	7.000	11.000	32...	0.000	0.500	59.080	0.024	0.672	0.824	0.881	0.808	0.916	0.254	0.144	0.000	0.916	55...	1.587	0.318	0.447	0.235	
0.001	7.000	8.000	32...	0.000	0.600	57.242	0.036	0.672	0.818	0.867	0.770	0.904	0.330	0.243	37...	0.289	212...	3.321	0.268	0.446	0.285	
0.002	7.000	9.500	31...	0.000	0.500	61.641	0.038	0.672	0.822	0.877	0.818	0.909	0.356	0.259	9.000	0.361	103...	5.615	0.311	0.386	0.303	
0.001	7.000	8.000	32...	0.000	0.500	59.680	0.037	0.672	0.827	0.888	0.856	0.911	0.283	0.179	1.000	0.615	92...	1.640	0.277	0.496	0.227	
0.002	7.000	9.500	31...	0.000	0.600	56.543	0.035	0.671	0.816	0.864	0.766	0.901	0.317	0.230	48...	0.339	162...	2.058	0.280	0.448	0.272	
0.002	7.000	9.000	31...	0.000	0.600	55.251	0.034	0.670	0.817	0.867	0.775	0.902	0.304	0.214	49...	0.394	166...	2.092	0.285	0.456	0.259	
0.001	7.000	8.500	32...	0.000	0.600	58.440	0.036	0.670	0.817	0.867	0.774	0.902	0.333	0.248	29...	0.276	226...	3.690	0.264	0.447	0.289	
0.002	7.000	10.000	31...	0.000	0.600	58.287	0.036	0.670	0.815	0.863	0.765	0.900	0.324	0.239	48...	0.310	197...	2.978	0.276	0.444	0.280	
0.001	7.000	11.000	32...	0.000	0.600	54.318	0.021	0.670	0.826	0.888	0.859	0.909	0.265	0.155	0.000	0.494	67...	3.316	0.287	0.436	0.277	
0.001	7.000	10.500	32...	0.000	0.600	56.991	0.023	0.668	0.826	0.890	0.872	0.906	0.277	0.170	0.000	0.409	80...	2.632	0.272	0.443	0.284	
0.001	7.000	10.000	32...	0.000	0.500	45.022	0.028	0.668	0.822	0.882	0.817	0.913	0.252	0.141	0.000	1.043	57...	1.432	0.311	0.476	0.213	
0.001	7.000	10.000	32...	0.000	0.600	38.729	0.024	0.668	0.823	0.884	0.845	0.904	0.303	0.208	2.000	0.299	128...	3.514	0.251	0.452	0.297	

Gambar 3.7 Hasil Running Grid Search

Gambar 3.7 menunjukkan hasil *running grid search*. Hasil *running* tersebut kemudian dipilih berdasarkan nilai  $R^2$  yang mendekati satu. Dalam mencari nilai  $R^2$  pada *running grid search* ini dilakukan hingga dihasilkan nilai yang optimum. Setelah dilakukan beberapa kali iterasi (coba-banding) sehingga didapatkan nilai  $R^2$  0.68.

## 6. Kalibrasi Model

Parameter kalibrasi dapat dilihat setelah menyelesaikan *running grid search*. Gambar 3.8 menunjukkan parameter yang digunakan untuk kalibrasi dan validasi. Pada tahap kalibrasi terdapat proses pengisian parameter modul linier dan non-linier. Penentuan hasil kalibrasi yang digunakan pada tahap simulasi selanjutnya dipilih berdasarkan nilai  $R^2$  optimum.



Gambar 3.8 Parameter IHACRES DAS Bedadung

## 7. Simulasi Model

Pada tahap simulasi, parameter dan variabel yang digunakan sama dengan tahap sebelumnya, namun periode waktu yang digunakan berbeda dari periode kalibrasi. Gambar 3.9 menunjukkan hasil validasi setiap tahun.

Period	Number ...	P (mm/yr)	Q (mm/yr)	Bias (m...)	Rel. Bias	R Squared	R2_sqrt	R2_log	R2_inv	MonthlyR2	U 1	X 1	(U > R) ...
Calibrato...	861	1674	1568	-22.567	-0.015	0.694	0.822	0.868	0.824	0.910	0.242	0.153	49.000
Rest	2061	2342	1987	44.450	0.022	0.500	0.656	0.708	0.561	0.832	0.087	0.080	71.000
Year 1	365	2589	2064	82.828	0.039	0.612	0.758	0.818	0.802	0.815	0.380	0.315	17.000
Year 2	365	1623	1475	331.715	0.183	0.644	0.805	0.878	0.822	0.400	0.312	0.312	25.000
Year 3	365	1783	1687	-243.539	-0.169	0.690	0.832	0.884	0.856	0.912	0.225	0.108	8.000
Year 4	366	2960	2474	-327.854	-0.133	0.513	0.543	0.444	0.151	0.819	0.419	0.338	31.000
Year 5	365	2424	2258	-165.108	-0.077	0.559	0.674	0.757	0.728	0.913	-0.013	-0.014	37.000
Year 6	365	1697	1481	338.372	0.181	0.449	0.720	0.858	0.930	0.902	-0.014	0.067	0.000
Year 7	365	1554	1392	51.688	0.036	0.618	0.799	0.882	0.855	0.902	0.038	0.079	0.000
Year 8	366	2486	2008	140.168	0.065	0.411	0.456	0.434	0.182	0.757	-0.107	-0.068	1.000

Gambar 3.9 Hasil Validasi

8. Output Model

Output model berupa debit model harian, disamping itu output model juga terdapat hujan efektif yang diperoleh dari model linier. Gambar 3.10 menunjukkan output model IHACRES.

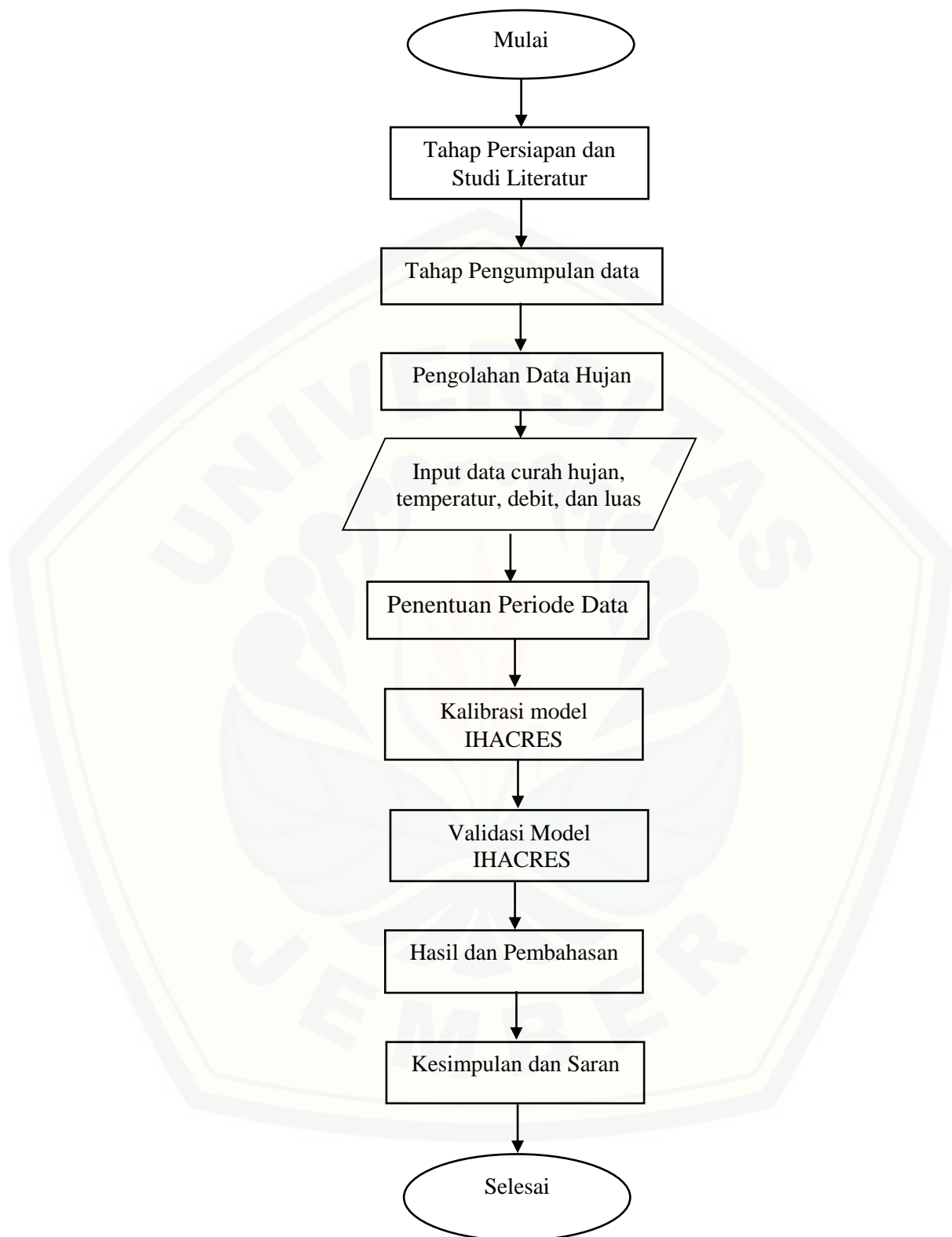
Date and Time	Obs. Rain, (mm)	Temperature (cels...)	Obs. Stream, (l / ...)	Eff. Rain, (mm)	Mod. Stream, (l / ...)
2013/01/01 12:00	28.950001	28.299999	130651.000000	5.895179	19118.296875
2013/01/02 12:00	30.160000	28.299999	73444.000000	9.302010	34146.601563
2013/01/03 12:00	13.160000	27.500000	69032.000000	4.519640	23738.876953
2013/01/04 12:00	17.950001	25.600000	46296.000000	7.033512	32269.263672
2013/01/05 12:00	12.740000	28.100000	132342.000000	5.306697	28665.742188
2013/01/06 12:00	25.420000	27.100000	119252.000000	12.047694	50801.015625
2013/01/07 12:00	19.110001	28.000000	93427.000000	9.708053	47997.937500
2013/01/08 12:00	37.630001	27.200001	76631.000000	21.915835	89417.765625
2013/01/09 12:00	13.890000	26.000000	81867.000000	8.410303	65205.945313
2013/01/10 12:00	15.530000	27.900000	65311.000000	9.682891	57027.804688
2013/01/11 12:00	17.260000	28.200001	57060.000000	11.081021	60895.714844
2013/01/12 12:00	12.580000	28.500000	45429.000000	8.152911	51961.050781
2013/01/13 12:00	14.160000	28.100000	64183.000000	9.343547	54322.667969
2013/01/14 12:00	15.160000	28.100000	83042.000000	10.201487	56935.140625
2013/01/15 12:00	21.370001	27.500000	187733.000000	14.971147	72937.476563
2013/01/16 12:00	16.840000	27.000000	115795.000000	12.141214	67428.031250
2013/01/17 12:00	15.470000	27.799999	156929.000000	11.348732	65602.203125
2013/01/18 12:00	26.950001	27.600000	170355.000000	20.673638	95916.484375
2013/01/19 12:00	33.680000	26.900000	98674.000000	27.408304	124189.210938
2013/01/20 12:00	23.950001	27.600000	135221.000000	20.063883	109528.875000
2013/01/21 12:00	27.530001	26.900000	104891.000000	23.963575	123769.937500
2013/01/22 12:00	16.420000	28.000000	144948.000000	14.391418	96619.054688
2013/01/23 12:00	25.629999	27.799999	141159.000000	23.026493	121040.421875
2013/01/24 12:00	38.110001	27.799999	326407.000000	35.763046	165803.921875
2013/01/25 12:00	30.840000	27.100000	116834.000000	29.922649	158030.281250

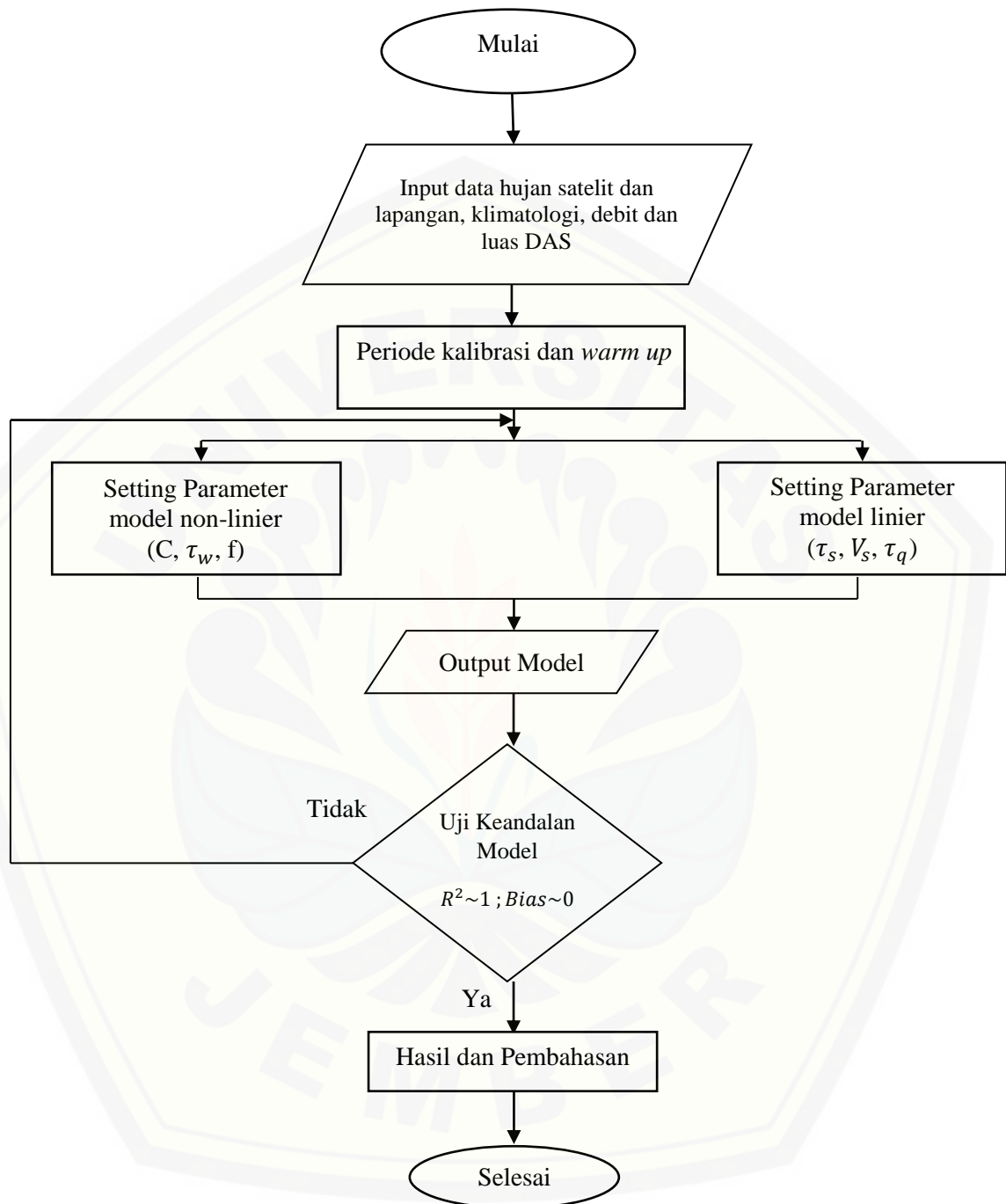
Calibration Period	
P (mm/yr)	2188.646484
Q (mm/yr)	1766.316895
Bias (mm/yr)	139.149521
Rel. Bias	0.073086
R Squared	0.630615
R2_sqrt	0.801884
R2_log	0.874929
R2_inv	0.837265
MonthlyR2	0.869927
U 1	0.369541
X 1	0.260889
(U > R) steps	54.000000

Gambar 3.10 Output Model





Gambar 3.11 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.12 Diagram Alir IHACRES



## BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pemodelan hujan aliran menggunakan model IHACRES dapat disimpulkan bahwa keandalan model menggunakan input data hujan lapangan lebih baik daripada penggunaan data hujan satelit TRMM 3B42. Hal ini dapat dilihat dari nilai rerata  $R^2$  yang dihasilkan 0,613, sedangkan data hujan satelit TRMM 3B42 menghasilkan nilai rerata  $R^2$  0,480.

### 5.2. Saran

1. Dapat dilakukan pemodelan hujan aliran terdistribusi menggunakan HEC-HMS atau SWAT.
2. Dapat dilakukan pemodelan hujan aliran menggunakan IHACRES pada lokasi penelitian yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, C., 1995. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. UGM–Press, Yogyakarta.
- Croke, B.F.W., Andrews, F., Spate, J. & Cuddy, S. 2004. *IHACRES User Guide, Software Version Classic Plus – V2.0*. Australia : ICAM Centre dan The Australian National University.
- Croke, B.F.W, Andrews, F., Jakeman, A.J.,Cuddy, S. & Luddy, A. 2005.Redesign of the IHACRES Rainfall-Runoff. Makalah dalam 29<sup>th</sup> *Hydrology and Water ResourcesSymposium*. Canberra, 21 – 23Februari 2005.
- Dyah Pangesti, Novita. 2014. Aplikasi Model IHACRES pada 5 DAS di Wilayah UPT PSAWS Sampean Baru. *Skripsi*. Jember: Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.
- Fadhli, A. R. 2015. Perbandingan Penggunaan Data Hujan Lapangan Dan Data HujanSatelit Untuk Analisis Hujan-Aliran Menggunakan Model IHACRES.*Jom FTEKNIK*. Volume 2 (2)
- Feidas, H. 2010. Validation of satellite rainfall products over Greece. *Theoretical and Applied Climatology*, 99. 193–216.
- Hambali, R. 2008. *Analisis Ketersediaan Air dengan Model Mock*. Bahan Ajar. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Indarto, 2006. Kalibrasi Model IHACRES untuk Simulasi Neraca Air Harian di DAS Bedadung, Jawa Timur, Indonesia. *Media Teknik Sipil*. Juli 2006 : 111-122.
- Indarto, 2008. Kalibrasi Model IHACRES pada Dua DAS Identik. *Dinamika Teknik Sipil*. Volume 8 (1) : 89-100.
- Jokeman and Croke. 2008. Use of the IHACRES Rainfall-Runoff Model in Arid and Semi Arid Regions. Australia : ICAM Centre and The Australian National University.
- Linsley, R.K., M.A. Kohler, dan J.H. Paulhus. 1996. *Hidrologi untuk Insinyur*. Edisi Ketiga. Erlangga. Jakarta.
- Littlewood, I.G., Jakeman, A.J., Croke, B. F. W., Kokkonen, T. S., dan Post, D . A. 2007. Unit hydrograph characterization of flow regimes leading to

streamflow estimation in ungauged catchments (regionalization).  
*Proceedings of the PUB Kick-off meeting held. Brasilia.*

Moretti, G, dan Montanari, A. 2006. AFFDEF: A spatially distributed grid based rainfall runoff model for continuous time simulations of river discharge. *Science Direct Environmental Modelling & Software* 22 (2007) 823-836.

Motovilov, Y.G., Gottschalk, L., Engeland, K. & Rodhe, A. 1999. Validation of a Distributed Hydrological Model Against Spatial Observations. *Elsevier Agricultural and Forest Meteorology*. 98 : 257-277.

NASDA. 2001. *TRMM Data Users Handbook*. Earth Observation Center, National Space Development Agency of Japan.

Soemarto, C.D., 1987. Hidrologi Teknik. Usaha Nasional, Surabaya.

Sriwongsitanon, N. & Taesombat, W, 2011. Estimation of the IHACRES Model Parameters for Flood Estimation of Ungauged in the Upper Ping River Basin. *Kasetsart J (Nat. Sci.)* 45. Juni 2011 : 917-931.

Vase, J., Jordan, p., Beecham, R., Frost, A. & Summerell, G. 2011. *Guidelines for Rain-fall-Runoff Modelling : Towards Best Practice Model Application*. Australia : e water Cooperative Research Centre.

Xie, P., A. Yatagai, M. Chen, T. Hayasaka, Y. Fukushima, C. Liu, and S. Yang. 2007. A Gauge-Based Analysis of Daily Precipitation over East Asia. *Journal of Hydrometeorology*, 8. 607–626.

## Lampiran 1 Output Model IHACRES Kalibrasi Menggunakan Data Hujan Satelit

Date and Time	Obs. Rain. (mm)	Temperature (celcius)	Obs. Stream. (cumesecs)	Eff. Rain. (mm)	Mod. Stream. (cumesecs)
1/1/2013 12:00	26	28.299999	130.651	8.724056	11.625486
1/2/2013 12:00	27.870001	28.299999	73.444	13.313679	26.315626
1/3/2013 12:00	11.6	27.5	69.031998	6.009781	27.637159
1/4/2013 12:00	14.33	25.6	46.296001	8.098032	31.760262
1/5/2013 12:00	12.07	28.1	132.342	7.215059	33.837677
1/6/2013 12:00	19.73	27.1	119.252	12.896569	43.197239
1/7/2013 12:00	16.799999	28	93.427002	11.65091	48.671906
1/8/2013 12:00	35.669998	27.200001	76.630997	27.961365	74.811142
1/9/2013 12:00	10.73	26	81.866997	8.551646	68.569908
1/10/2013 12:00	9.93	27.9	65.310997	8.005439	63.992809
1/11/2013 12:00	11.2	28.200001	57.060001	9.16256	62.471199
1/12/2013 12:00	9.13	28.5	45.429001	7.520364	59.413181
1/13/2013 12:00	14.07	28.1	64.182999	11.847626	63.169209
1/14/2013 12:00	10.67	28.1	83.042	9.075917	62.425255
1/15/2013 12:00	20.73	27.5	187.733	18.325964	74.466362
1/16/2013 12:00	11.87	27	115.795	10.610969	73.254982
1/17/2013 12:00	9.73	27.799999	156.929	8.73438	70.266609
1/18/2013 12:00	19.469999	27.6	170.355	17.999256	80.637566
1/19/2013 12:00	31.07	26.9	98.674004	30.320324	104.86587
1/20/2013 12:00	19.200001	27.6	135.22099	19.137581	108.20395
1/21/2013 12:00	25.530001	26.9	104.891	26.299965	120.90575
1/22/2013 12:00	12.47	28	144.948	12.886327	112.85736
1/23/2013 12:00	25.07	27.799999	141.159	26.639223	125.86853
1/24/2013 12:00	31.07	27.799999	326.40701	34.227684	145.86351
1/25/2013 12:00	28.799999	27.1	116.834	32.655403	159.09705
1/26/2013 12:00	0.2	27.799999	98.219002	0.221768	126.41848
1/27/2013 12:00	6.27	27.9	68.735001	6.874163	111.94637
1/28/2013 12:00	4.07	27.9	119.368	4.39517	97.912659
1/29/2013 12:00	5.6	27.799999	76.122002	5.975811	89.656273
1/30/2013 12:00	7	27.799999	119.128	7.403311	85.33625
1/31/2013 12:00	14.8	28.1	116.749	15.750623	93.134087
2/1/2013 12:00	5.73	23.799999	89.727997	6.045207	85.825386
2/2/2013 12:00	10.53	22.4	110.299	11.128498	87.284721
2/3/2013 12:00	11.87	22.200001	66.469002	12.599443	90.176949
2/4/2013 12:00	13.53	21.4	75.139999	14.473373	94.773483
2/5/2013 12:00	18.07	22.4	83.994003	19.62612	105.04117
2/6/2013 12:00	1.53	22	61.604	1.635443	88.709007

Date and Time	Obs. Rain. (mm)	Temperature (celcius)	Obs. Stream. (cumescs)	Eff. Rain. (mm)	Mod. Stream. (cumescs)
2/9/2013 12:00	5.6	23.200001	67.471001	5.888903	78.389687
2/10/2013 12:00	9.07	22	46.131001	9.530666	79.37175
2/11/2013 12:00	8.2	22.799999	61.432999	8.591419	78.68026
2/12/2013 12:00	17.67	20.799999	49.662998	18.825726	91.727745
2/13/2013 12:00	7.33	21.4	60.035	7.776593	86.53199
2/14/2013 12:00	11.2	21.200001	49.91	11.923652	88.393997
2/15/2013 12:00	10.8	22.200001	76.916	11.520754	89.158333
2/16/2013 12:00	9.07	22	151.56101	9.663092	87.264755
2/17/2013 12:00	15.33	21.6	129.634	16.51034	95.006416
2/18/2013 12:00	7.87	21.799999	100.807	8.444419	89.936577
2/19/2013 12:00	6.4	23.4	65.487999	6.816783	84.1651
2/20/2013 12:00	7.27	23	68.706001	7.702859	81.042686
2/21/2013 12:00	5.93	22.200001	81.267998	6.237692	76.683632
2/22/2013 12:00	28.4	22.200001	342.64899	30.957462	106.31294
2/23/2013 12:00	18.4	21.799999	185.713	20.358032	113.90143
2/24/2013 12:00	19.27	21.4	88.617996	21.657072	121.70657
2/25/2013 12:00	13.6	21.6	84.375999	15.361272	119.36476
2/26/2013 12:00	3.2	23	74.113998	3.564662	102.25217
2/27/2013 12:00	5.13	23.200001	100.333	5.655609	92.599846
2/28/2013 12:00	8.2	22.4	81.844002	9.002631	89.803719
3/1/2013 12:00	4.2	22.4	52.161999	4.559143	81.678093
3/2/2013 12:00	7.67	22.200001	54.450001	8.287975	80.567932
3/3/2013 12:00	12.07	22.6	65.023003	13.088252	85.942215
3/4/2013 12:00	12.47	21	133.799	13.589554	90.44706
3/5/2013 12:00	13.87	23	127.748	15.208442	95.925499
3/6/2013 12:00	2.53	22	74.82	2.735135	83.376869
3/7/2013 12:00	6.47	22.200001	63.008999	6.947939	79.824852
3/8/2013 12:00	3.2	22.6	90.209	3.391911	72.256035
3/9/2013 12:00	7	22.4	113.503	7.380673	71.851372
3/10/2013 12:00	0.33	22	69.007004	0.34167	61.940712
3/11/2013 12:00	3.8	21	56.799	3.893729	59.22015
3/12/2013 12:00	5.8	22	77.185997	5.903957	59.578739
3/13/2013 12:00	5.07	21.6	47.926998	5.121	58.559658
3/14/2013 12:00	5.53	22.4	87.225998	5.546314	58.191605
3/15/2013 12:00	11.8	22	69.953003	11.915956	66.219841
3/16/2013 12:00	4	22	89.194	3.998605	61.422523
3/17/2013 12:00	9.6	22.4	88.737999	9.616309	65.374031
3/18/2013 12:00	20.469999	22.799999	115.205	21.014879	83.312981
3/19/2013 12:00	16.129999	21.6	80.889999	16.803396	90.901833
3/20/2013 12:00	0.6	20.4	62.161999	0.614697	75.201729



Date and Time	Obs. Rain. (mm)	Temperature (celcius)	Obs. Stream. (cumescs)	Eff. Rain. (mm)	Mod. Stream. (cumescs)
3/23/2013 12:00	5.13	22.799999	39.528999	5.107243	60.486504
3/24/2013 12:00	3.27	21.6	49.873001	3.219	56.01189
3/25/2013 12:00	9.6	21.4	115.521	9.481147	60.918003
3/26/2013 12:00	6.4	22.799999	50.005001	6.290498	60.098606
3/27/2013 12:00	2.87	22.200001	28.259001	2.786263	54.792477
3/28/2013 12:00	9.73	22	28.643	9.482256	59.710724
3/29/2013 12:00	17.27	22.6	116.347	17.171915	73.409149
3/30/2013 12:00	20.67	22.200001	78.796997	21.092873	88.722015
3/31/2013 12:00	16.33	23.200001	97.583	16.907812	94.637871
4/1/2013 12:00	12.8	28.9	65.025002	13.29151	94.519714
4/2/2013 12:00	5.4	27.9	44.143002	5.543108	84.375755
4/3/2013 12:00	5.07	26	60.455002	5.149188	76.551231
4/4/2013 12:00	8.53	29	79.863998	8.618921	75.377045
4/5/2013 12:00	10.27	29.1	79.053001	10.363581	76.760986
4/6/2013 12:00	9.47	29.700001	81.904999	9.523976	76.649536
4/7/2013 12:00	11.13	29.200001	94.734001	11.201005	78.828712
4/8/2013 12:00	19.799999	28.200001	62.244999	20.318691	92.594795
4/9/2013 12:00	0.53	27.700001	46.269001	0.532336	76.430954
4/10/2013 12:00	0	28.200001	34.980999	0	64.085487
4/11/2013 12:00	4.47	27.9	65.716003	4.33396	60.575024
4/12/2013 12:00	24.799999	25.200001	60.028	24.911367	85.163223
4/13/2013 12:00	3.67	26.5	46.148998	3.636688	74.781433
4/14/2013 12:00	5.67	28.5	39.506001	5.561213	70.03997
4/15/2013 12:00	9.93	29.6	116.689	9.728867	71.981567
4/16/2013 12:00	13.4	28	163.662	13.232162	77.984344
4/17/2013 12:00	25	28	76.433998	25.493454	98.746132
4/18/2013 12:00	18.6	28.4	304.45599	19.270927	105.85806
4/19/2013 12:00	31.27	27.1	114.065	33.711979	130.76515
4/20/2013 12:00	6.27	28	71.350998	6.687444	113.43506
4/21/2013 12:00	10.8	28.200001	60.278	11.49728	107.74651
4/22/2013 12:00	5.87	27.9	48.859001	6.179734	96.514923
4/23/2013 12:00	4.53	28.4	48.674999	4.70308	86.364502
4/24/2013 12:00	0	28.299999	41.897999	0	72.547058
4/25/2013 12:00	1	27.5	29.264	0.994215	63.540039
4/26/2013 12:00	0	27	25.472	0	55.282104
4/27/2013 12:00	0.87	27.799999	24.252001	0.828812	49.997253
4/28/2013 12:00	0	26.799999	21.483	0	44.656685
4/29/2013 12:00	0	27.799999	18.523811	0	40.392063
4/30/2013 12:00	1.07	28.5	17.83481	0.955285	38.175549
5/1/2013 12:00	0	27.299999	18.297001	0	34.927376



Date and Time	Obs. Rain. (mm)	Temperature (celcius)	Obs. Stream. (cumescs)	Eff. Rain. (mm)	Mod. Stream. (cumescs)
5/2/2013 12:00	2.8	27.200001	18.889	2.410659	35.435577
5/3/2013 12:00	0	27.299999	17.466	0	32.278854
5/4/2013 12:00	0	26.9	17.527	0	29.702765
5/5/2013 12:00	0	27.1	17.305	0	27.513971
5/6/2013 12:00	5.07	27.9	17.973	4.0623	31.032841
5/7/2013 12:00	1.27	26.299999	35.181999	1.000258	29.277651
5/8/2013 12:00	1.07	26.700001	24.267	0.827696	27.596626
5/9/2013 12:00	1.47	27.1	18.347	1.118344	26.535431
5/10/2013 12:00	0	26.700001	16.768	0	24.057959
5/11/2013 12:00	2.4	26.799999	17.579	1.76456	24.393188
5/12/2013 12:00	1.53	27.200001	16.145	1.107185	23.556742
5/13/2013 12:00	3.4	27	23.292999	2.441725	24.56041
5/14/2013 12:00	3.27	26.6	22.422001	2.330381	24.990562
5/15/2013 12:00	1	26.799999	20.597	0.70027	23.016066
5/16/2013 12:00	2.6	28.5	20.021	1.800246	22.915941
5/17/2013 12:00	4.07	28	44.686001	2.806999	24.042608
5/18/2013 12:00	20.4	26.9	43.889	15.039241	41.063221
5/19/2013 12:00	10.4	27.200001	38.066002	7.816447	43.913673
5/20/2013 12:00	3.4	27.6	19.843	2.532282	39.215439
5/21/2013 12:00	15.33	26.6	31.999001	11.848808	48.273571
5/22/2013 12:00	5.47	27.5	56.536999	4.218811	44.765785
5/23/2013 12:00	14.47	26.799999	130.46201	11.502882	52.082794
5/24/2013 12:00	20.469999	27.200001	99.638	17.041595	64.885956
5/25/2013 12:00	16.27	28	133.767	13.926008	70.371422
5/26/2013 12:00	11.87	27.4	86.322998	10.293015	69.924599
5/27/2013 12:00	18.870001	27.5	61.32	16.884451	78.674118
5/28/2013 12:00	3.67	26.799999	55.943001	3.245634	67.156883
5/29/2013 12:00	10.07	26.9	71.554001	8.961709	66.63427
5/30/2013 12:00	16.73	27	64.768997	15.243502	74.638672
5/31/2013 12:00	3.4	28.200001	45.138	3.055557	64.417686
6/1/2013 12:00	5.67	27	37.382999	5.062755	59.81839
6/2/2013 12:00	6.4	26.4	49.779999	5.692562	57.234348
6/3/2013 12:00	9.53	26	36.136002	8.519851	59.078106
6/4/2013 12:00	4.73	26.4	30.853001	4.192916	54.652447
6/5/2013 12:00	5.87	27.200001	88.030998	5.174334	52.739048
6/6/2013 12:00	33.599998	27.4	206.15199	31.671379	86.574844
6/7/2013 12:00	39.470001	27.6	81.165001	39.867958	122.40186
6/8/2013 12:00	5.27	27.200001	56.708	5.266546	103.33038
6/9/2013 12:00	8.87	24.4	71.752998	8.857813	94.959572
6/10/2013 12:00	10.2	24.6	52.775002	10.207073	90.696495

Date and Time	Obs. Rain. (mm)	Temperature (celcius)	Obs. Stream. (cumescs)	Eff. Rain. (mm)	Mod. Stream. (cumescs)
6/11/2013 12:00	0.47	25.799999	37.959	0.460911	74.686951
6/12/2013 12:00	0.2	26.200001	36.514	0.192041	62.634415
6/13/2013 12:00	0.2	24.6	34.84	0.188239	53.581989
6/14/2013 12:00	5.4	24.799999	43.041	5.046743	53.163139
6/15/2013 12:00	0	24.200001	29.646	0	45.879631
6/16/2013 12:00	0	25.200001	23.996	0	40.362911
6/17/2013 12:00	2	26.4	39.390999	1.765234	38.382584
6/18/2013 12:00	1.07	26.6	44.181	0.926877	35.531517
6/19/2013 12:00	6.73	28.4	48.939999	5.811325	39.706715
6/20/2013 12:00	1.07	28.200001	40.085999	0.905899	36.005772
6/21/2013 12:00	6.8	28	61.306999	5.746951	39.613609
6/22/2013 12:00	4	27	132.017	3.348297	38.86515
6/23/2013 12:00	7.8	25	54.632	6.553804	42.49519
6/24/2013 12:00	1.6	26	37.933998	1.322608	38.071907
6/25/2013 12:00	1	25	27.849001	0.812326	34.087685
6/26/2013 12:00	0.33	24.6	26.098	0.262928	30.260439
6/27/2013 12:00	1.4	23.799999	24.85	1.09881	28.376328
6/28/2013 12:00	0.6	24.799999	22.667	0.462322	25.946274
6/29/2013 12:00	0.33	26	21.15	0.249202	23.69758
6/30/2013 12:00	2.6	25	22.045	1.94278	24.11235
7/1/2013 12:00	4.07	24	28.839651	3.029252	25.680828
7/2/2013 12:00	1.4	24.5	23.305872	1.026742	24.031155
7/3/2013 12:00	2.07	26.200001	24.039145	1.498613	23.344303
7/4/2013 12:00	11.6	25.6	48.500973	8.623541	32.196159
7/5/2013 12:00	0.27	24.799999	25.09659	0.196841	27.374752
7/6/2013 12:00	0	24	20.573318	0	23.621696
7/7/2013 12:00	3.8	24.5	27.770132	2.704624	24.340378
7/8/2013 12:00	0.27	24.700001	19.822334	0.188488	21.385162
7/9/2013 12:00	1.07	24.799999	20.111919	0.735343	19.864897
7/10/2013 12:00	11.73	26.200001	46.333199	8.320561	28.726288
7/11/2013 12:00	16.469999	25.799999	65.345146	12.25348	40.388809
7/12/2013 12:00	15.67	26.5	70.658089	12.115697	48.886307
7/13/2013 12:00	2.2	25.9	38.772797	1.678853	41.453426
7/14/2013 12:00	1.2	24.9	29.559189	0.901154	35.170784
7/15/2013 12:00	9.67	24.9	47.257599	7.383259	39.164265
7/16/2013 12:00	0	27.200001	25.033739	0	32.212399
7/17/2013 12:00	0	26.299999	20.562696	0	27.169516
7/18/2013 12:00	0	27.5	18.018003	0	23.357416
7/19/2013 12:00	0	27.799999	16.536713	0	20.432699
7/20/2013 12:00	0	26.700001	15.642849	0	18.150463

Date and Time	Obs. Rain. (mm)	Temperature (celcius)	Obs. Stream. (cumescs)	Eff. Rain. (mm)	Mod. Stream. (cumescs)
7/21/2013 12:00	4.47	26.799999	26.038109	3.052367	20.403429
7/22/2013 12:00	0	26.6	7.586	0	17.864044
7/23/2013 12:00	0.47	26.1	8.097	0.30807	16.345839
7/24/2013 12:00	2.07	27.299999	17.164	1.341269	16.482843
7/25/2013 12:00	5.4	27.700001	14.521	3.519026	19.372503
7/26/2013 12:00	0.2	27	11.234	0.127621	16.899208
7/27/2013 12:00	1.27	26.700001	10.097	0.798414	15.945414
7/28/2013 12:00	0	27.200001	8.457	0	14.081965
7/29/2013 12:00	0	25.1	7.566	0	12.625948
7/30/2013 12:00	0.73	25.299999	7.384	0.43243	12.028584
7/31/2013 12:00	0	25	7.223	0	10.911899
8/1/2013 12:00	0	22.799999	12.55	0	10.00081
8/2/2013 12:00	0	22.9	11.75	0	9.234389
8/3/2013 12:00	0	23.9	11.197	0	8.57713
8/4/2013 12:00	0	23.5	10.615	0	8.003447
8/5/2013 12:00	0	24.4	10.43	0	7.494823
8/6/2013 12:00	0	26.700001	10.261	0	7.037792
8/7/2013 12:00	0	25	10.03	0	6.622495
8/8/2013 12:00	0	23.1	9.789	0	6.241652
8/9/2013 12:00	0.6	23.5	10.188	0.292116	6.279098
8/10/2013 12:00	0	27.299999	9.951	0	5.850028
8/11/2013 12:00	0	24.299999	9.16	0	5.476926
8/12/2013 12:00	0	21.9	8.696	0	5.141989
8/13/2013 12:00	0	24.1	8.256	0	4.837876
8/14/2013 12:00	0	23.6	8.067	0	4.559171
8/15/2013 12:00	0	25.1	7.491	0	4.301835
8/16/2013 12:00	0	26.6	7.855	0	4.062823
8/17/2013 12:00	0	26.200001	7.766	0	3.839804
8/18/2013 12:00	0	20.200001	7.342	0	3.630961
8/19/2013 12:00	0	25	6.977	0	3.434857
8/20/2013 12:00	0	25.1	6.643	0	3.250328
8/21/2013 12:00	0	25.5	5.778	0	3.076411
8/22/2013 12:00	0	26.4	5.432	0	2.912299
8/23/2013 12:00	0	24.799999	5.224	0	2.757296
8/24/2013 12:00	0	25.4	5.167	0	2.610795
8/25/2013 12:00	0	24.799999	5.139	0	2.472259
8/26/2013 12:00	0	24.799999	5.068	0	2.341201
8/27/2013 12:00	0	26.1	5.933	0	2.217181
8/28/2013 12:00	0	25.6	5.786	0	2.099796
8/29/2013 12:00	0.27	27.1	5.435	0.087254	2.104944

Date and Time	Obs. Rain. (mm)	Temperature (celcius)	Obs. Stream. (cumescs)	Eff. Rain. (mm)	Mod. Stream. (cumescs)
8/30/2013 12:00	0	27.700001	5.486	0	1.969215
8/31/2013 12:00	0	27.4	5.512	0	1.849288
9/1/2013 12:00	0	26.1	5.512	0	1.740273
9/2/2013 12:00	0	26.700001	5.253	0	1.640273
9/3/2013 12:00	0	26.6	5.016	0	1.547874
9/4/2013 12:00	0	24.5	4.984	0	1.462004
9/5/2013 12:00	0	26.299999	4.774	0	1.381844
9/6/2013 12:00	0	26.5	4.673	0	1.306753
9/7/2013 12:00	0	27	4.26	0	1.236225
9/8/2013 12:00	0.93	26.1	4.084	0.248873	1.501488
9/9/2013 12:00	0	25.5	4.291	0	1.351869
9/10/2013 12:00	0	27.200001	5.085	0	1.2349
9/11/2013 12:00	0	25.9	4.504	0	1.137251
9/12/2013 12:00	0	24.799999	4.406	0	1.054111
9/13/2013 12:00	0	27	4.43	0	0.982013
9/14/2013 12:00	0	24.5	4.152	0	0.918455
9/15/2013 12:00	0	27	3.843	0	0.86162
9/16/2013 12:00	0	27.799999	3.989	0	0.810183
9/17/2013 12:00	0	28	4.151	0	0.763166
9/18/2013 12:00	0	28.799999	4.17	0	0.719845
9/19/2013 12:00	0	27.299999	3.863	0	0.679675
9/20/2013 12:00	0	26.6	3.73	0	0.642241
9/21/2013 12:00	0	26.299999	3.416	0	0.607221
9/22/2013 12:00	0	26.6	3.316	0	0.574363
9/23/2013 12:00	0	25.4	3.282	0	0.543461
9/24/2013 12:00	0	27.4	3.15	0	0.51435
9/25/2013 12:00	0	29	3.106	0	0.486889
9/26/2013 12:00	0	26.9	3.09	0	0.460958
9/27/2013 12:00	0	26.799999	3.045	0	0.436455
9/28/2013 12:00	0	27.1	2.999	0	0.413287
9/29/2013 12:00	0	27.1	2.939	0	0.391372
9/30/2013 12:00	0	26.799999	2.741	0	0.370636
10/1/2013 12:00	0	25.700001	3.246	0	0.351011
10/2/2013 12:00	0	23.4	3.019	0	0.332432
10/3/2013 12:00	0	26.6	2.741	0	0.314844
10/4/2013 12:00	0	27	2.741	0	0.29819
10/5/2013 12:00	0	26.9	2.578	0	0.28242
10/6/2013 12:00	0.27	27	2.495	0.040228	0.321092
10/7/2013 12:00	0.13	26.200001	2.972	0.019205	0.318472
10/8/2013 12:00	0	26.5	2.549	0	0.288999

Date and Time	Obs. Rain. (mm)	Temperature (celcius)	Obs. Stream. (cumescs)	Eff. Rain. (mm)	Mod. Stream. (cumescs)
10/9/2013 12:00	0	27.1	2.428	0	0.265076
10/10/2013 12:00	0	27.6	2.374	0	0.244915
10/11/2013 12:00	0	28.1	2.588	0	0.227594
10/12/2013 12:00	0	27.6	2.487	0	0.212452
10/13/2013 12:00	0	26	2.373	0	0.199009
10/14/2013 12:00	0	26.9	2.236	0	0.186916
10/15/2013 12:00	0	28.299999	2.256	0	0.175916
10/16/2013 12:00	0	27.1	2.795	0	0.165821
10/17/2013 12:00	1.33	27.700001	3.636	0.186804	0.40542
10/18/2013 12:00	5.2	27.700001	3.135	1.057698	1.740873
10/19/2013 12:00	0	26.799999	3.897	0	1.319353
10/20/2013 12:00	7.53	28.1	6.388	1.998362	3.697159
10/21/2013 12:00	3.8	27.4	8.875	1.100042	4.256185
10/22/2013 12:00	3.4	27.6	9.99	1.047024	4.648921
10/23/2013 12:00	1.2	27.799999	10.418	0.371466	4.072364
10/24/2013 12:00	0.67	27.799999	7	0.205939	3.459099
10/25/2013 12:00	1.2	27.799999	4.045	0.370809	3.241197
10/26/2013 12:00	1.8	28.5	5.398	0.566225	3.348096
10/27/2013 12:00	1.6	28.9	6.244	0.509352	3.359537
10/28/2013 12:00	5.2	29.1	7.156	1.795193	5.093274
10/29/2013 12:00	3.13	28.799999	7.341	1.1167	5.477731
10/30/2013 12:00	3.33	28.1	7.134	1.228094	5.951421
10/31/2013 12:00	0.53	28.1	6.356	0.192719	4.949421
11/1/2013 12:00	1.67	27.200001	6.264	0.610632	4.798033
11/2/2013 12:00	5.53	26.799999	8.633	2.155271	6.748963
11/3/2013 12:00	6.87	28.1	9.646	2.8727	9.154409
11/4/2013 12:00	2.87	27.1	6.537	1.2166	8.769721
11/5/2013 12:00	4.8	27.5	7.756	2.106463	9.742188
11/6/2013 12:00	12	27.6	16.561001	5.830378	15.454835
11/7/2013 12:00	17.73	27.1	15.856	9.753111	24.947113
11/8/2013 12:00	6.4	27.799999	11.004	3.602801	23.897865
11/9/2013 12:00	3.67	27.700001	4.882	2.072122	21.340881
11/10/2013 12:00	4.33	28.1	8.121	2.461905	20.094805
11/11/2013 12:00	17.870001	26.9	53.986	11.11273	30.773056
11/12/2013 12:00	12.6	28.1	23.577	8.20427	34.83683
11/13/2013 12:00	4.4	28.200001	13.155405	2.865061	30.991684
11/14/2013 12:00	2.73	28.299999	20.09	1.762337	26.907587
11/15/2013 12:00	18.799999	27.5	20.464001	13.022764	38.987839
11/16/2013 12:00	7.67	29	14.469	5.374303	37.743099
11/17/2013 12:00	8.67	28.5	19.815001	6.168927	38.187008



Date and Time	Obs. Rain. (mm)	Temperature (celcius)	Obs. Stream. (cumescs)	Eff. Rain. (mm)	Mod. Stream. (cumescs)
11/18/2013 12:00	13.87	28.799999	17.775999	10.222284	44.051014
11/19/2013 12:00	12.87	28.200001	65.616997	9.755161	47.894581
11/20/2013 12:00	14.53	27.4	41.523998	11.369588	53.115524
11/21/2013 12:00	13.33	27.1	43.665001	10.692725	56.293163
11/22/2013 12:00	3.53	26.5	20.695	2.804827	48.394043
11/23/2013 12:00	4.33	26.9	15.902	3.41733	43.637047
11/24/2013 12:00	3.4	28.299999	13.625	2.654503	39.16003
11/25/2013 12:00	10.53	28.799999	48.167999	8.339821	43.463223
11/26/2013 12:00	44.200001	27.299999	116.585	39.317909	87.906113
11/27/2013 12:00	11.33	28.200001	41.584999	10.164441	81.949524
11/28/2013 12:00	12.8	28	30.444	11.621675	80.403214
11/29/2013 12:00	16.07	27.5	53.511002	14.88312	83.887177
11/30/2013 12:00	0.47	27.799999	37.650002	0.426057	67.465431
12/1/2013 12:00	1.87	27.6	18.684999	1.66592	57.335999
12/2/2013 12:00	1.33	28.1	15.08881	1.16243	49.148834
12/3/2013 12:00	7.93	28.6	23.698999	6.929173	50.719917
12/4/2013 12:00	0.13	28.799999	16.078409	0.111008	42.669567
12/5/2013 12:00	4.07	28.6	13.332	3.438244	41.164406
12/6/2013 12:00	7.93	27.700001	72.267998	6.71221	44.249256
12/7/2013 12:00	38.869999	28	99.523003	35.895493	85.310173
12/8/2013 12:00	13.47	28	132.537	12.586299	84.512917
12/9/2013 12:00	31.129999	28.200001	105.34	30.63904	108.71211
12/10/2013 12:00	5.07	28.1	71.316002	4.934635	92.55722
12/11/2013 12:00	5.93	27.700001	40.575001	5.722146	82.379219
12/12/2013 12:00	10.53	27.5	45.622002	10.186527	80.905403
12/13/2013 12:00	14.07	28.1	87.641998	13.74891	84.600777
12/14/2013 12:00	19.73	28.200001	126.319	19.70488	95.36734
12/15/2013 12:00	37.73	27.799999	161.15601	39.869335	130.3589
12/16/2013 12:00	44.200001	27.299999	139.689	49.600101	169.46495
12/17/2013 12:00	29	27.6	149.31799	33.436531	177.62657
12/18/2013 12:00	11	28.299999	106.494	12.624387	157.09245
12/19/2013 12:00	12.33	28.1	102.88	14.120968	144.78445
12/20/2013 12:00	17.870001	27.6	90.855003	20.617979	144.6546
12/21/2013 12:00	25.200001	28	128.55299	29.613379	156.7721
12/22/2013 12:00	27.07	27.200001	121.993	32.462208	169.82939
12/23/2013 12:00	44.669998	27.6	205.043	55.938244	211.26927
12/24/2013 12:00	14.73	27.6	104.012	18.414494	192.43628
12/25/2013 12:00	22.6	28.1	147.319	28.504425	193.19959
12/26/2013 12:00	11.8	27.6	78.621002	14.793744	175.82825
12/27/2013 12:00	2.33	27.9	41.178001	2.865022	147.61511

Date and Time	Obs. Rain. (mm)	Temperature (celcius)	Obs. Stream. (cumescs)	Eff. Rain. (mm)	Mod. Stream. (cumescs)
12/28/2013 12:00	2.67	27.1	29.681	3.223902	127.39987
12/29/2013 12:00	2.73	26.799999	31.205999	3.238366	112.2466
12/30/2013 12:00	2.33	26.799999	24.1	2.713943	100.0248
12/31/2013 12:00	5.13	27.299999	40.556	5.893276	94.845047
1/1/2014 12:00	58.93	27.6	152.746	72.57608	179.43765
1/2/2014 12:00	14.33	27.4	69.906998	17.622934	168.21428
1/3/2014 12:00	4.27	27.299999	91.315002	5.168048	144.64604
1/4/2014 12:00	18.870001	25.700001	179.524	23.000732	151.18404
1/5/2014 12:00	33.200001	27.5	217.638	41.523075	180.48021
1/6/2014 12:00	19.870001	27	99.291	24.997005	180.22835
1/7/2014 12:00	7.4	28.4	70.968002	9.192688	159.62563
1/8/2014 12:00	6.93	28	92.705002	8.499828	143.80241
1/9/2014 12:00	5.93	26.799999	66.401001	7.178458	130.24699
1/10/2014 12:00	5.53	28	133.51801	6.598955	119.26328
1/11/2014 12:00	9.53	27.5	82.823997	11.28688	117.11431
1/12/2014 12:00	6.2	27.5	89.865997	7.251429	109.80928
1/13/2014 12:00	34.529999	27.4	93.627998	41.687855	150.06757
1/14/2014 12:00	10.87	28.6	65.595001	13.0367	141.24277
1/15/2014 12:00	4.27	27.299999	38.462002	5.041661	124.60851
1/16/2014 12:00	0.87	26.9	27.773001	1.006254	106.88745
1/17/2014 12:00	0.67	27.700001	24.466	0.758473	93.183495
1/18/2014 12:00	4.2	27.4	46.442001	4.683723	87.857552
1/19/2014 12:00	4.73	26.799999	37.813999	5.20438	84.129593
1/20/2014 12:00	2.47	27.299999	29.080999	2.669992	77.589218
1/21/2014 12:00	10.67	27	36.967999	11.512546	84.156837
1/22/2014 12:00	17.93	27.299999	128.258	19.567446	99.292015
1/23/2014 12:00	29.530001	28.1	140.355	33.22052	128.43549
1/24/2014 12:00	24.67	28.5	100.205	28.290596	143.39145
1/25/2014 12:00	26.67	27.200001	141.689	31.254284	158.80481
1/26/2014 12:00	6.13	27.4	138.29601	7.09529	138.37192
1/27/2014 12:00	3.47	27.9	68.556	3.949074	119.6093
1/28/2014 12:00	1.4	28.5	52.355999	1.560588	102.50365
1/29/2014 12:00	3.2	27.6	52.344002	3.507876	92.245125
1/30/2014 12:00	4.13	28.4	154.914	4.458277	85.590141
1/31/2014 12:00	4.4	28.200001	92.273003	4.681481	80.630493
2/1/2014 12:00	24.93	28.1	103.741	27.187847	106.62332
2/2/2014 12:00	8.27	27.6	83.445	8.955873	101.16113
2/3/2014 12:00	18.799999	28	164.009	20.610182	112.89848
2/4/2014 12:00	26.129999	27.299999	104.113	29.360317	133.07562
2/5/2014 12:00	16.200001	28.9	120.403	18.290731	133.35033

Date and Time	Obs. Rain. (mm)	Temperature (celcius)	Obs. Stream. (cumescs)	Eff. Rain. (mm)	Mod. Stream. (cumescs)
2/6/2014 12:00	13.27	29.1	171.849	14.974511	129.53459
2/7/2014 12:00	12.73	28.9	85.133003	14.346599	126.05588
2/8/2014 12:00	10.87	29.299999	82.446999	12.192789	120.69836
2/9/2014 12:00	12.53	28.299999	69.682999	14.041432	119.25222
2/10/2014 12:00	7.2	28.299999	59.91	7.986602	110.08752
2/11/2014 12:00	3.33	28.299999	66.938004	3.63177	97.523064
2/12/2014 12:00	12.6	28.700001	66.704002	13.743788	101.57075
2/13/2014 12:00	0.2	28.1	44.880001	0.2133	86.23053
2/14/2014 12:00	2.53	28.700001	36.104	2.649292	78.094543
2/15/2014 12:00	4.87	27.6	33.019001	5.035924	74.884796
2/16/2014 12:00	6	28.299999	37.683998	6.139787	73.62867
2/17/2014 12:00	5.8	27.6	32.609001	5.875257	72.043495
2/18/2014 12:00	1.67	27.6	29.693001	1.660068	64.988159
2/19/2014 12:00	0	28.1	60.598	0	57.311161
2/20/2014 12:00	6	28	42.675999	5.779342	58.995655
2/21/2014 12:00	4.6	25.9	116.438	4.385564	57.981907
2/22/2014 12:00	11.27	27	74.845001	10.800601	65.528336
2/23/2014 12:00	16.33	27.799999	107.463	15.903367	77.628983
2/24/2014 12:00	3.93	27.6	76.669998	3.77702	70.306686
2/25/2014 12:00	3	27.4	51.868999	2.840051	63.734982
2/26/2014 12:00	1.67	28.700001	73.025002	1.551021	56.984089
2/27/2014 12:00	7.33	28.299999	76.496002	6.779712	58.74826
2/28/2014 12:00	5.53	28	56.759998	5.072171	57.507034
3/1/2014 12:00	0.8	27.799999	39.812	0.718862	50.648037
3/2/2014 12:00	4.67	27.6	32.507	4.156274	50.001373
3/3/2014 12:00	5.8	28.1	53.609001	5.128205	50.548672
3/4/2014 12:00	5.67	27.6	62.641998	4.981449	50.565285
3/5/2014 12:00	3	28.4	41.591999	2.598078	47.245598
3/6/2014 12:00	0.4	27.4	45.120998	0.33915	41.640911
3/7/2014 12:00	2	27.9	39.617001	1.668035	39.08263
3/8/2014 12:00	0	27.5	28.771	0	34.721725
3/9/2014 12:00	0	27.6	25.483	0	31.28376
3/10/2014 12:00	0.27	27.9	21.912001	0.21064	28.770864
3/11/2014 12:00	0.93	27.299999	24.922001	0.711976	27.329124
3/12/2014 12:00	1.07	28	24.607	0.803982	26.142179
3/13/2014 12:00	7.8	27.299999	127.911	5.908014	31.842598
3/14/2014 12:00	18	28	82.476997	14.242367	46.940262
3/15/2014 12:00	9.27	27.200001	96.149002	7.40999	48.897377
3/16/2014 12:00	9.13	27.6	149.66299	7.362805	50.442822
3/17/2014 12:00	9.13	27.299999	110.105	7.425639	51.706528

Date and Time	Obs. Rain. (mm)	Temperature (celcius)	Obs. Stream. (cumescs)	Eff. Rain. (mm)	Mod. Stream. (cumescs)
3/18/2014 12:00	10.93	28.1	73.32	9.007969	54.791763
3/19/2014 12:00	4.93	27.5	70.609001	4.037607	50.492981
3/20/2014 12:00	1.53	27.1	48.056999	1.231881	43.674252
3/21/2014 12:00	0.07	28.299999	42.213001	0.055091	37.047836
3/22/2014 12:00	0.67	27.6	42.528999	0.516811	32.661293
3/23/2014 12:00	1.6	28.299999	60.896	1.213401	30.19129
3/24/2014 12:00	4.8	28	37.416	3.624758	31.416924
3/25/2014 12:00	1.2	27.6	36.446999	0.890215	28.522915
3/26/2014 12:00	2.4	27.9	25.714001	1.757505	27.452398
3/27/2014 12:00	0.2	27.700001	23.077	0.143307	24.362341
3/28/2014 12:00	4.8	23.299999	41.244999	3.442668	26.352001
3/29/2014 12:00	5.73	28	46.987	4.117131	28.554432
3/30/2014 12:00	5.07	28.4	41.551998	3.638095	29.459658
3/31/2014 12:00	4.6	28.799999	30.931999	3.289191	29.612131
4/1/2014 12:00	4.13	28.700001	41.456001	2.937416	29.205965
4/2/2014 12:00	11.13	27.9	93.237	8.114686	35.754192
4/3/2014 12:00	10.27	27.4	52.209999	7.635509	39.889343
4/4/2014 12:00	3.87	28.799999	35.693001	2.854999	36.646069
4/5/2014 12:00	7.71	29.1	29.66	5.730903	38.171776
4/6/2014 12:00	1.6	29.5	35.792	1.168784	33.192772
4/7/2014 12:00	0	29	25.996	0	28.000132
4/8/2014 12:00	15.33	28.5	100.266	11.39363	39.278309
4/9/2014 12:00	7.93	27.9	81.278	5.945687	40.217915
4/10/2014 12:00	0	28.4	45.951	0	33.144741
4/11/2014 12:00	0.27	28.1	42.175999	0.193558	28.238073
4/12/2014 12:00	15.53	26.799999	137.37601	11.612033	39.737843
4/13/2014 12:00	20.33	26.700001	111.992	16.048599	54.018089
4/14/2014 12:00	2.87	28.6	58.125	2.236516	46.307976
4/15/2014 12:00	1.27	29.799999	42.827	0.970635	39.243172
4/16/2014 12:00	0.73	28.1	35.077999	0.546841	33.462208
4/17/2014 12:00	2.13	27.9	28.608	1.573054	30.499332
4/18/2014 12:00	2.13	28.6	56.854	1.550449	28.183182
4/19/2014 12:00	10.8	27.200001	49.435001	8.035398	35.025925
4/20/2014 12:00	8.6	28.1	42.721001	6.470228	37.890232
4/21/2014 12:00	6.6	28.299999	92.257004	4.979077	38.080399
4/22/2014 12:00	2.07	28.1	118.402	1.538812	33.683537
4/23/2014 12:00	19.469999	28.299999	75.921997	15.232133	48.706036
4/24/2014 12:00	5.33	28.200001	43.945	4.154877	44.954906
4/25/2014 12:00	4.27	27.6	80.345001	3.305817	41.320946
4/26/2014 12:00	5.53	27.1	87.677002	4.273958	39.954983



Date and Time	Obs. Rain. (mm)	Temperature (celcius)	Obs. Stream. (cumescs)	Eff. Rain. (mm)	Mod. Stream. (cumescs)
4/27/2014 12:00	5.33	27.700001	146.063	4.107925	38.713287
4/28/2014 12:00	10.6	26.9	71.560997	8.307978	43.392265
4/29/2014 12:00	0	27.9	43.101002	0	35.760349
4/30/2014 12:00	0	28.299999	31.933001	0	30.221731
5/1/2014 12:00	0	22.799999	30.733999	0	26.02907
5/2/2014 12:00	5.13	22.9	33.384998	3.773062	27.835091
5/3/2014 12:00	0.47	23.9	27.267	0.339485	24.449121
5/4/2014 12:00	0.53	23.5	25.299	0.376181	21.947121
5/5/2014 12:00	0	24.4	21.403999	0	19.470999
5/6/2014 12:00	3.13	26.700001	20.09	2.160634	20.391624
5/7/2014 12:00	0.73	25	41.818001	0.495274	18.709135
5/8/2014 12:00	6.8	23.1	32.766998	4.6723	22.947235
5/9/2014 12:00	3.27	23.5	26.806	2.236911	22.708181
5/10/2014 12:00	0	27.299999	20.815001	0	19.539158
5/11/2014 12:00	0	24.299999	25.968	0	17.146046
5/12/2014 12:00	0	21.9	31.313999	0	15.272117
5/13/2014 12:00	0	24.1	58.806999	0	13.776572
5/14/2014 12:00	2.73	23.6	37.451	1.713282	14.841857
5/15/2014 12:00	1	25.1	36.037998	0.618161	14.05427
5/16/2014 12:00	0	27.200001	23.034	0	12.581283
5/17/2014 12:00	0.13	26.299999	20.775999	0.076974	11.510572
5/18/2014 12:00	0.2	27.5	31.881001	0.115941	10.673611
5/19/2014 12:00	0	27.799999	22.197001	0	9.805959
5/20/2014 12:00	0	26.700001	17.835812	0	9.073854
5/21/2014 12:00	2.47	26.799999	30.247999	1.363841	10.25959
5/22/2014 12:00	0	26.6	24.629	0	9.228168
5/23/2014 12:00	0.67	26.1	20.649	0.356102	8.891437
5/24/2014 12:00	0	27.299999	18.472811	0	8.091886
5/25/2014 12:00	0	27.700001	17.818001	0	7.43612
5/26/2014 12:00	5.33	27	27.034	2.770217	10.572381
5/27/2014 12:00	3.73	26.700001	21.483	1.95499	11.729543
5/28/2014 12:00	1.27	27.200001	27.055	0.657774	10.857137
5/29/2014 12:00	1.53	25.1	24.778	0.786041	10.378964
5/30/2014 12:00	0.6	25.299999	22.773001	0.303407	9.349889
5/31/2014 12:00	0	25	18.709	0	8.155642
6/1/2014 12:00	0.07	27.299999	15.498	0.033927	7.27725
6/2/2014 12:00	0.8	27	20.936001	0.382177	7.042058
6/3/2014 12:00	0	27.6	31.9	0	6.307743
6/4/2014 12:00	2	26.5	17.75	0.932809	6.966658
6/5/2014 12:00	0.47	26.799999	16.321405	0.215493	6.446681



Date and Time	Obs. Rain. (mm)	Temperature (celcius)	Obs. Stream. (cumescs)	Eff. Rain. (mm)	Mod. Stream. (cumescs)
6/6/2014 12:00	0	26.700001	16.479	0	5.750248
6/7/2014 12:00	0	27.200001	16.295	0	5.197165
6/8/2014 12:00	0.47	27.799999	13.51	0.202678	5.015322
6/9/2014 12:00	0	26.700001	13.91	0	4.567553
6/10/2014 12:00	0	26.700001	13.425	0	4.199817
6/11/2014 12:00	0	27.700001	11.961	0	3.887982
6/12/2014 12:00	0	27	11.699	0	3.618566
6/13/2014 12:00	0	27	13.334	0	3.381841
6/14/2014 12:00	0	27.200001	12.129	0	3.170753
6/15/2014 12:00	0	26.1	10.459	0	2.980157
6/16/2014 12:00	0	27	9.984	0	2.806276
6/17/2014 12:00	0	27.299999	11.417	0	2.646309
6/18/2014 12:00	2.8	27	13.611	1.016074	3.852155
6/19/2014 12:00	0	27	12.775405	0	3.358837
6/20/2014 12:00	2.87	26	13.055	1.047197	4.388903
6/21/2014 12:00	0	25.6	12.527	0	3.730771
6/22/2014 12:00	0	27.5	12.180405	0	3.249208
6/23/2014 12:00	3.33	26.4	13.186	1.206439	4.482862
6/24/2014 12:00	1.73	26.5	26.079	0.631294	4.606281
6/25/2014 12:00	8.53	26.6	20.167	3.45869	8.474998
6/26/2014 12:00	3.13	26.1	19.66	1.294505	8.443886
6/27/2014 12:00	1.53	25.700001	15.762	0.631889	7.609449
6/28/2014 12:00	0	26.299999	13.471405	0	6.178879
6/29/2014 12:00	0	25.4	13.214	0	5.132105
6/30/2014 12:00	0	25.5	13.45	0	4.348555
7/1/2014 12:00	0.33	25.700001	12.648	0.125813	3.921958
7/2/2014 12:00	0	23.4	14.241	0	3.420303
7/3/2014 12:00	0.13	26.6	13.533	0.047646	3.095882
7/4/2014 12:00	0	27	13.186	0	2.7716
7/5/2014 12:00	0.2	26.9	12.188	0.070382	2.605477
7/6/2014 12:00	0	27	11.84	0	2.367424
7/7/2014 12:00	0.33	26.200001	12.928	0.111868	2.321253
7/8/2014 12:00	0	26.5	13.619	0	2.117441
7/9/2014 12:00	0	27.1	12.28	0	1.949823
7/10/2014 12:00	0	27.5	12.085	0	1.807143
7/11/2014 12:00	0	28.1	10.873	0	1.683443
7/12/2014 12:00	0	27.6	10.213	0	1.574416
7/13/2014 12:00	0	26	14.537	0	1.476939
7/14/2014 12:00	0	26.9	14.841	0	1.388731
7/15/2014 12:00	0	28.299999	13.845	0	1.308113

Date and Time	Obs. Rain. (mm)	Temperature (celcius)	Obs. Stream. (cumescs)	Eff. Rain. (mm)	Mod. Stream. (cumescs)
7/16/2014 12:00	0	27.1	13.55	0	1.23384
7/17/2014 12:00	0	27.700001	12.789	0	1.164974
7/18/2014 12:00	0	27.700001	11.695	0	1.100802
7/19/2014 12:00	0	26.799999	11.292	0	1.040771
7/20/2014 12:00	0	28.200001	10.658	0	0.984447
7/21/2014 12:00	0	27.4	12.689	0	0.931479
7/22/2014 12:00	0	27.6	10.526	0	0.88158
7/23/2014 12:00	0	27.799999	11.503	0	0.834511
7/24/2014 12:00	2.73	27.799999	12.497	0.698539	1.720924
7/25/2014 12:00	0	27.799999	12.614	0	1.4346
7/26/2014 12:00	0	28.5	11.868	0	1.232323
7/27/2014 12:00	0.8	28.9	10.906	0.196707	1.339368
7/28/2014 12:00	0	29.1	10.594	0	1.149646
7/29/2014 12:00	0	28.799999	10.346	0	1.007808
7/30/2014 12:00	0	28.1	9.976	0	0.89687
7/31/2014 12:00	0	28.1	9.69	0	0.808444
8/1/2014 12:00	0	24.9	7.904	0	0.736533
8/2/2014 12:00	0	24.5	8.853	0	0.676846
8/3/2014 12:00	0	25.5	8.186	0	0.626306
8/4/2014 12:00	0	25.4	7.904	0	0.5827
8/5/2014 12:00	0	26.200001	8.42	0	0.54443
8/6/2014 12:00	0	27.799999	6.872	0	0.51034
8/7/2014 12:00	0	25.799999	7.251	0	0.479585
8/8/2014 12:00	1	24.9	8.526	0.200293	0.718453
8/9/2014 12:00	0	25.700001	6.983	0	0.622618
8/10/2014 12:00	0	29.5	7.134	0	0.552141
8/11/2014 12:00	0	26.200001	7.365	0	0.496233
8/12/2014 12:00	0	23.5	7.182	0	0.450995
8/13/2014 12:00	0	26	7.262	0	0.413635
8/14/2014 12:00	0	25.299999	6.37	0	0.382154
8/15/2014 12:00	0	26.6	6.231	0	0.355113
8/16/2014 12:00	0	27.299999	5.614	0	0.331476
8/17/2014 12:00	0	26.5	6.052	0	0.310494
8/18/2014 12:00	0	25.9	5.862	0	0.29162
8/19/2014 12:00	0	26	5.504	0	0.274455
8/20/2014 12:00	0	25	5.435	0	0.258702
8/21/2014 12:00	0	25.6	17.813	0	0.244142
8/22/2014 12:00	0	26.299999	9.059	0	0.230607
8/23/2014 12:00	0	25.200001	9.356	0	0.21797
8/24/2014 12:00	0	25.700001	7.252	0	0.20613



Lampiran 2 Output Model IHACRES Kalibrasi Menggunakan Data Hujan Lapangan

Date and Time	Obs. Rain. (mm)	Temperature (celcius)	Obs. Stream. (cumescs)	Eff. Rain. (mm)	Mod. Stream. (cumescs)
1/3/2013 12:00	11.6	27.5	69.032	7.019738	37.65156
1/4/2013 12:00	14.33	25.6	46.296	9.155496	44.64931
1/5/2013 12:00	12.07	28.1	132.342	7.989913	42.29799
1/6/2013 12:00	19.73	27.1	119.252	13.79542	61.47658
1/7/2013 12:00	16.8	28	93.427	12.18725	60.12997
1/8/2013 12:00	35.67	27.2	76.631	27.84856	112.7003
1/9/2013 12:00	10.73	26	81.867	8.482182	60.9145
1/10/2013 12:00	9.93	27.9	65.311	7.920463	55.33349
1/11/2013 12:00	11.2	28.2	57.06	9.028305	56.01825
1/12/2013 12:00	9.13	28.5	45.429	7.403599	49.46406
1/13/2013 12:00	14.07	28.1	64.183	11.57601	61.16099
1/14/2013 12:00	10.67	28.1	83.042	8.846639	53.64128
1/15/2013 12:00	20.73	27.5	187.733	17.59816	81.34921
1/16/2013 12:00	11.87	27	115.795	10.16196	62.20786
1/17/2013 12:00	9.73	27.8	156.929	8.36569	55.52832
1/18/2013 12:00	19.47	27.6	170.355	17.04606	82.02066
1/19/2013 12:00	31.07	26.9	98.674	28.0824	121.9284
1/20/2013 12:00	19.2	27.6	135.221	17.59135	97.73241
1/21/2013 12:00	25.53	26.9	104.891	23.86767	118.8345
1/22/2013 12:00	12.47	28	144.948	11.69916	83.95011
1/23/2013 12:00	25.07	27.8	141.159	23.92312	119.5508
1/24/2013 12:00	31.07	27.8	326.407	30.29123	144.8569
1/25/2013 12:00	28.8	27.1	116.834	28.57884	146.6755
1/26/2013 12:00	0.2	27.8	98.219	0.196429	59.22321
1/27/2013 12:00	6.27	27.9	68.735	6.130745	64.65083
1/28/2013 12:00	4.07	27.9	119.368	3.953749	51.47892
1/29/2013 12:00	5.6	27.8	76.122	5.413854	50.61425
1/30/2013 12:00	7	27.8	119.128	6.744938	51.88018
1/31/2013 12:00	14.8	28.1	116.749	14.32455	75.09687
2/1/2013 12:00	5.73	23.8	89.728	5.532998	50.32157
2/2/2013 12:00	10.53	22.4	110.299	10.20061	62.80991
2/3/2013 12:00	11.87	22.2	66.469	11.55057	68.17349
2/4/2013 12:00	13.53	21.4	75.14	13.24877	75.24532
2/5/2013 12:00	18.07	22.4	83.994	17.86906	92.4072
2/6/2013 12:00	1.53	22	61.604	1.504188	43.86905
2/7/2013 12:00	7.53	22.6	68.384	7.40051	56.32004
2/8/2013 12:00	8.13	22.4	44.737	7.992894	57.1094

Date and Time	Obs. Rain. (mm)	Temperature (celcius)	Obs. Stream. (cumescs)	Eff. Rain. (mm)	Mod. Stream. (cumescs)
2/11/2013 12:00	8.2	22.8	61.433	8.05567	55.98005
2/12/2013 12:00	17.67	20.8	49.663	17.53254	86.76868
2/13/2013 12:00	7.33	21.4	60.035	7.271556	59.39328
2/14/2013 12:00	11.2	21.2	49.91	11.14894	69.97546
2/15/2013 12:00	10.8	22.2	76.916	10.77796	69.75904
2/16/2013 12:00	9.07	22	151.561	9.060376	64.73026
2/17/2013 12:00	15.33	21.6	129.634	15.41647	84.69823
2/18/2013 12:00	7.87	21.8	100.807	7.912891	63.86524
2/19/2013 12:00	6.4	23.4	65.488	6.420555	57.03377
2/20/2013 12:00	7.27	23	68.706	7.284476	57.55104
2/21/2013 12:00	5.93	22.2	81.268	5.929832	52.09901
2/22/2013 12:00	28.4	22.2	342.649	28.90436	124.9157
2/23/2013 12:00	18.4	21.8	185.713	18.88322	105.2751
2/24/2013 12:00	19.27	21.4	88.618	19.95029	111.9029
2/25/2013 12:00	13.6	21.6	84.376	14.13384	96.08727
2/26/2013 12:00	3.2	23	74.114	3.30842	59.79586
2/27/2013 12:00	5.13	23.2	100.333	5.284413	58.86027
2/28/2013 12:00	8.2	22.4	81.844	8.440698	65.0952
3/1/2013 12:00	4.2	22.4	52.162	4.306073	50.81518
3/2/2013 12:00	7.67	22.2	54.45	7.856115	59.20276
3/3/2013 12:00	12.07	22.6	65.023	12.39385	73.83685
3/4/2013 12:00	12.47	21	133.799	12.84875	78.0297
3/5/2013 12:00	13.87	23	127.748	14.34234	85.11299
3/6/2013 12:00	2.53	22	74.82	2.602546	49.66262
3/7/2013 12:00	6.47	22.2	63.009	6.642093	57.51967
3/8/2013 12:00	3.2	22.6	90.209	3.269109	45.33905
3/9/2013 12:00	7	22.4	113.503	7.14015	54.94714
3/10/2013 12:00	0.33	22	69.007	0.334258	33.17145
3/11/2013 12:00	3.8	21	56.799	3.835489	40.57843
3/12/2013 12:00	5.8	22	77.186	5.841485	46.36642
3/13/2013 12:00	5.07	21.6	47.927	5.093016	44.63322
3/14/2013 12:00	5.53	22.4	87.226	5.54118	46.10965
3/15/2013 12:00	11.8	22	69.953	11.86276	66.84672
3/16/2013 12:00	4	22	89.194	4.006421	45.41999
3/17/2013 12:00	9.6	22.4	88.738	9.626701	61.73362
3/18/2013 12:00	20.47	22.8	115.205	20.74202	99.76382
3/19/2013 12:00	16.13	21.6	80.89	16.45474	94.07527
3/20/2013 12:00	0.6	20.4	62.162	0.608371	46.09169
3/21/2013 12:00	6.07	23.2	55.754	6.138874	56.84782
3/22/2013 12:00	2.2	21.6	57.974	2.213492	42.40495



Date and Time	Obs. Rain. (mm)	Temperature (celcius)	Obs. Stream. (cumesecs)	Eff. Rain. (mm)	Mod. Stream. (cumescs)
3/25/2013 12:00	9.6	21.4	115.521	9.605559	60.2278
3/26/2013 12:00	6.4	22.8	50.005	6.391886	52.41943
3/27/2013 12:00	2.87	22.2	28.259	2.852796	40.87528
3/28/2013 12:00	9.73	22	28.643	9.688042	60.79795
3/29/2013 12:00	17.27	22.6	116.347	17.33565	88.09652
3/30/2013 12:00	20.67	22.2	78.797	20.97391	106.3118
3/31/2013 12:00	16.33	23.2	97.583	16.6718	99.21702
4/1/2013 12:00	12.8	28.9	65.025	13.06349	89.88399
4/2/2013 12:00	5.4	27.9	44.143	5.478652	64.90508
4/3/2013 12:00	5.07	26	60.455	5.118515	58.92286
4/4/2013 12:00	8.53	29	79.864	8.579559	66.51248
4/5/2013 12:00	10.27	29.1	79.053	10.30736	71.6405
4/6/2013 12:00	9.47	29.7	81.905	9.473721	69.67667
4/7/2013 12:00	11.13	29.2	94.734	11.11999	75.05213
4/8/2013 12:00	19.8	28.2	62.245	19.92383	104.6018
4/9/2013 12:00	0.53	27.7	46.269	0.528035	47.92054
4/10/2013 12:00	0	28.2	34.981	0	38.91111
4/11/2013 12:00	4.47	27.9	65.716	4.378343	47.57002
4/12/2013 12:00	24.8	25.2	60.028	24.65037	111.8869
4/13/2013 12:00	3.67	26.5	46.149	3.625221	55.13538
4/14/2013 12:00	5.67	28.5	39.506	5.569932	56.84718
4/15/2013 12:00	9.93	29.6	116.689	9.734302	68.24657
4/16/2013 12:00	13.4	28	163.662	13.16718	80.39617
4/17/2013 12:00	25	28	76.434	24.88752	121.1613
4/18/2013 12:00	18.6	28.4	304.456	18.63053	110.0354
4/19/2013 12:00	31.27	27.1	114.065	31.87332	155.7115
4/20/2013 12:00	6.27	28	71.351	6.357717	83.21201
4/21/2013 12:00	10.8	28.2	60.278	10.93645	89.95756
4/22/2013 12:00	5.87	27.9	48.859	5.912255	70.7785
4/23/2013 12:00	4.53	28.4	48.675	4.531601	61.26015
4/24/2013 12:00	0	28.3	41.898	0	42.19293
4/25/2013 12:00	1	27.5	29.264	0.980376	39.50518
4/26/2013 12:00	0	27	25.472	0	32.72655
4/27/2013 12:00	0.87	27.8	24.252	0.836385	32.23797
4/28/2013 12:00	0	26.8	21.483	0	27.70995
4/29/2013 12:00	0	27.8	18.52381	0	25.85329
4/30/2013 12:00	1.07	28.5	17.83481	0.998146	27.69947
5/1/2013 12:00	0	27.3	18.297	0	24.01904
5/2/2013 12:00	2.8	27.2	18.889	2.568172	31.34401
5/3/2013 12:00	0	27.3	17.466	0	23.81037

Date and Time	Obs. Rain. (mm)	Temperature (celcius)	Obs. Stream. (cumesecs)	Eff. Rain. (mm)	Mod. Stream. (cumesecs)
5/6/2013 12:00	5.07	27.9	17.973	4.495535	35.83764
5/7/2013 12:00	1.27	26.3	35.182	1.117351	27.08662
5/8/2013 12:00	1.07	26.7	24.267	0.933629	25.9567
5/9/2013 12:00	1.47	27.1	18.347	1.27255	26.50498
5/10/2013 12:00	0	26.7	16.768	0	22.14222
5/11/2013 12:00	2.4	26.8	17.579	2.044745	27.76202
5/12/2013 12:00	1.53	27.2	16.145	1.29353	25.79307
5/13/2013 12:00	3.4	27	23.293	2.861553	30.69017
5/14/2013 12:00	3.27	26.6	22.422	2.740053	31.06249
5/15/2013 12:00	1	26.8	20.597	0.831102	25.30827
5/16/2013 12:00	2.6	28.5	20.021	2.146809	28.67211
5/17/2013 12:00	4.07	28	44.686	3.348643	32.66957
5/18/2013 12:00	20.4	26.9	43.889	17.19653	78.24947
5/19/2013 12:00	10.4	27.2	38.066	8.823676	60.01239
5/20/2013 12:00	3.4	27.6	19.843	2.870394	42.02121
5/21/2013 12:00	15.33	26.6	31.999	13.12765	72.54975
5/22/2013 12:00	5.47	27.5	56.537	4.675219	49.47427
5/23/2013 12:00	14.47	26.8	130.462	12.51615	72.82632
5/24/2013 12:00	20.47	27.2	99.638	18.04889	94.03024
5/25/2013 12:00	16.27	28	133.767	14.51173	88.30075
5/26/2013 12:00	11.87	27.4	86.323	10.64519	77.7856
5/27/2013 12:00	18.87	27.5	61.32	17.15904	98.02246
5/28/2013 12:00	3.67	26.8	55.943	3.319844	56.60997
5/29/2013 12:00	10.07	26.9	71.554	9.135085	69.55801
5/30/2013 12:00	16.73	27	64.769	15.34053	88.99733
5/31/2013 12:00	3.4	28.2	45.138	3.097181	52.68704
6/1/2013 12:00	5.67	27	37.383	5.150068	54.35564
6/2/2013 12:00	6.4	26.4	49.78	5.804071	54.18005
6/3/2013 12:00	9.53	26	36.136	8.665046	62.20821
6/4/2013 12:00	4.73	26.4	30.853	4.284991	48.88238
6/5/2013 12:00	5.87	27.2	88.031	5.303726	50.15033
6/6/2013 12:00	33.6	27.4	206.152	31.30032	133.4604
6/7/2013 12:00	39.47	27.6	81.165	37.99271	170.2224
6/8/2013 12:00	5.27	27.2	56.708	5.049417	78.48787
6/9/2013 12:00	8.87	24.4	71.753	8.505619	80.55708
6/10/2013 12:00	10.2	24.6	52.775	9.801009	80.41493
6/11/2013 12:00	0.47	25.8	37.959	0.447678	47.89172
6/12/2013 12:00	0.2	26.2	36.514	0.188743	39.85085
6/13/2013 12:00	0.2	24.6	34.84	0.187172	34.55999
6/14/2013 12:00	5.4	24.8	43.041	5.040837	46.48301

Date and Time	Obs. Rain. (mm)	Temperature (celcius)	Obs. Stream. (cumesecs)	Eff. Rain. (mm)	Mod. Stream. (cumesecs)
6/17/2013 12:00	2	26.4	39.391	1.821918	31.19512
6/18/2013 12:00	1.07	26.6	44.181	0.96659	27.95202
6/19/2013 12:00	6.73	28.4	48.94	6.065902	43.55109
6/20/2013 12:00	1.07	28.2	40.086	0.955428	29.38819
6/21/2013 12:00	6.8	28	61.307	6.062415	44.49055
6/22/2013 12:00	4	27	132.017	3.549777	38.37609
6/23/2013 12:00	7.8	25	54.632	6.93405	49.21975
6/24/2013 12:00	1.6	26	37.934	1.412181	33.27729
6/25/2013 12:00	1	25	27.849	0.876104	29.56214
6/26/2013 12:00	0.33	24.6	26.098	0.28678	25.88358
6/27/2013 12:00	1.4	23.8	24.85	1.209233	27.20776
6/28/2013 12:00	0.6	24.8	22.667	0.514222	24.28084
6/29/2013 12:00	0.33	26	21.15	0.280327	22.57072
6/30/2013 12:00	2.6	25	22.045	2.198296	27.9042
7/1/2013 12:00	4.07	24	28.83965	3.435079	32.38596
7/2/2013 12:00	1.4	24.5	23.30587	1.174222	26.10562
7/3/2013 12:00	2.07	26.2	24.03915	1.725668	27.2216
7/4/2013 12:00	11.6	25.6	48.50097	9.766591	53.05758
7/5/2013 12:00	0.27	24.8	25.09659	0.225459	26.84919
7/6/2013 12:00	0	24	20.57332	0	23.67385
7/7/2013 12:00	3.8	24.5	27.77013	3.140634	31.92349
7/8/2013 12:00	0.27	24.7	19.82233	0.221336	22.96124
7/9/2013 12:00	1.07	24.8	20.11192	0.871219	23.6116
7/10/2013 12:00	11.73	26.2	46.3332	9.659327	51.36809
7/11/2013 12:00	16.47	25.8	65.34515	13.81584	69.59264
7/12/2013 12:00	15.67	26.5	70.65809	13.34753	73.97477
7/13/2013 12:00	2.2	25.9	38.7728	1.862986	40.7405
7/14/2013 12:00	1.2	24.9	29.55919	1.009265	33.88195
7/15/2013 12:00	9.67	24.9	47.2576	8.187954	53.6842
7/16/2013 12:00	0	27.2	25.03374	0	29.05433
7/17/2013 12:00	0	26.3	20.5627	0	25.44584
7/18/2013 12:00	0	27.5	18.018	0	22.84975
7/19/2013 12:00	0	27.8	16.53671	0	20.9646
7/20/2013 12:00	0	26.7	15.64285	0	19.57895
7/21/2013 12:00	4.47	26.8	26.03811	3.594225	30.1784
7/22/2013 12:00	0	26.6	7.586	0	19.92827
7/23/2013 12:00	0.47	26.1	8.097	0.371088	19.90672
7/24/2013 12:00	2.07	27.3	17.164	1.62462	23.27006
7/25/2013 12:00	5.4	27.7	14.521	4.240676	31.95227
7/26/2013 12:00	0.2	27	11.234	0.155567	20.41849

Date and Time	Obs. Rain. (mm)	Temperature (celcius)	Obs. Stream. (cumesecs)	Eff. Rain. (mm)	Mod. Stream. (cumesecs)
7/29/2013 12:00	0	25.1	7.566	0	17.18459
7/30/2013 12:00	0.73	25.3	7.384	0.549211	18.22661
7/31/2013 12:00	0	25	7.223	0	16.20822
8/1/2013 12:00	0	22.8	12.55	0	15.65788
8/2/2013 12:00	0	22.9	11.75	0	15.21679
8/3/2013 12:00	0	23.9	11.197	0	14.85305
8/4/2013 12:00	0	23.5	10.615	0	14.54427
8/5/2013 12:00	0	24.4	10.43	0	14.27471
8/6/2013 12:00	0	26.7	10.261	0	14.03335
8/7/2013 12:00	0	25	10.03	0	13.81244
8/8/2013 12:00	0	23.1	9.789	0	13.60654
8/9/2013 12:00	0.6	23.5	10.188	0.416101	14.75867
8/10/2013 12:00	0	27.3	9.951	0	13.47693
8/11/2013 12:00	0	24.3	9.16	0	13.22673
8/12/2013 12:00	0	21.9	8.696	0	13.00279
8/13/2013 12:00	0	24.1	8.256	0	12.79789
8/14/2013 12:00	0	23.6	8.067	0	12.60697
8/15/2013 12:00	0	25.1	7.491	0	12.42644
8/16/2013 12:00	0	26.6	7.855	0	12.25382
8/17/2013 12:00	0	26.2	7.766	0	12.08732
8/18/2013 12:00	0	20.2	7.342	0	11.9257
8/19/2013 12:00	0	25	6.977	0	11.76809
8/20/2013 12:00	0	25.1	6.643	0	11.61384
8/21/2013 12:00	0	25.5	5.778	0	11.46253
8/22/2013 12:00	0	26.4	5.432	0	11.31382
8/23/2013 12:00	0	24.8	5.224	0	11.16749
8/24/2013 12:00	0	25.4	5.167	0	11.02336
8/25/2013 12:00	0	24.8	5.139	0	10.88131
8/26/2013 12:00	0	24.8	5.068	0	10.74125
8/27/2013 12:00	0	26.1	5.933	0	10.60309
8/28/2013 12:00	0	25.6	5.786	0	10.46679
8/29/2013 12:00	0.27	27.1	5.435	0.15713	10.8409
8/30/2013 12:00	0	27.7	5.486	0	10.29449
8/31/2013 12:00	0	27.4	5.512	0	10.13685
9/1/2013 12:00	0	26.1	5.512	0	9.988837
9/2/2013 12:00	0	26.7	5.253	0	9.848068
9/3/2013 12:00	0	26.6	5.016	0	9.712851
9/4/2013 12:00	0	24.5	4.984	0	9.581994
9/5/2013 12:00	0	26.3	4.774	0	9.45466
9/6/2013 12:00	0	26.5	4.673	0	9.330253

Date and Time	Obs. Rain. (mm)	Temperature (celcius)	Obs. Stream. (cumesecs)	Eff. Rain. (mm)	Mod. Stream. (cumescs)
9/9/2013 12:00	0	25.5	4.291	0	9.269769
9/10/2013 12:00	0	27.2	5.085	0	9.069986
9/11/2013 12:00	0	25.9	4.504	0	8.896891
9/12/2013 12:00	0	24.8	4.406	0	8.742934
9/13/2013 12:00	0	27	4.43	0	8.602822
9/14/2013 12:00	0	24.5	4.152	0	8.472833
9/15/2013 12:00	0	27	3.843	0	8.350349
9/16/2013 12:00	0	27.8	3.989	0	8.233534
9/17/2013 12:00	0	28	4.151	0	8.12109
9/18/2013 12:00	0	28.8	4.17	0	8.012105
9/19/2013 12:00	0	27.3	3.863	0	7.905932
9/20/2013 12:00	0	26.6	3.73	0	7.802113
9/21/2013 12:00	0	26.3	3.416	0	7.700322
9/22/2013 12:00	0	26.6	3.316	0	7.600325
9/23/2013 12:00	0	25.4	3.282	0	7.501955
9/24/2013 12:00	0	27.4	3.15	0	7.405087
9/25/2013 12:00	0	29	3.106	0	7.30963
9/26/2013 12:00	0	26.9	3.09	0	7.215518
9/27/2013 12:00	0	26.8	3.045	0	7.122695
9/28/2013 12:00	0	27.1	2.999	0	7.031123
9/29/2013 12:00	0	27.1	2.939	0	6.940767
9/30/2013 12:00	0	26.8	2.741	0	6.8516
10/1/2013 12:00	0	25.7	3.246	0	6.763597
10/2/2013 12:00	0	23.4	3.019	0	6.676738
10/3/2013 12:00	0	26.6	2.741	0	6.591004
10/4/2013 12:00	0	27	2.741	0	6.506377
10/5/2013 12:00	0	26.9	2.578	0	6.422842
10/6/2013 12:00	0.27	27	2.495	0.109718	6.695522
10/7/2013 12:00	0.13	26.2	2.972	0.052455	6.495049
10/8/2013 12:00	0	26.5	2.549	0	6.257992
10/9/2013 12:00	0	27.1	2.428	0	6.156713
10/10/2013 12:00	0	27.6	2.374	0	6.062988
10/11/2013 12:00	0	28.1	2.588	0	5.974853
10/12/2013 12:00	0	27.6	2.487	0	5.890925
10/13/2013 12:00	0	26	2.373	0	5.810233
10/14/2013 12:00	0	26.9	2.236	0	5.73209
10/15/2013 12:00	0	28.3	2.256	0	5.656012
10/16/2013 12:00	0	27.1	2.795	0	5.581655
10/17/2013 12:00	1.33	27.7	3.636	0.500815	7.129833
10/18/2013 12:00	5.2	27.7	3.135	2.151375	12.70339



Date and Time	Obs. Rain. (mm)	Temperature (celcius)	Obs. Stream. (cumesecs)	Eff. Rain. (mm)	Mod. Stream. (cumeecs)
10/21/2013 12:00	3.8	27.4	8.875	1.785898	13.86831
10/22/2013 12:00	3.4	27.6	9.99	1.640599	13.62076
10/23/2013 12:00	1.2	27.8	10.418	0.580125	10.25593
10/24/2013 12:00	0.67	27.8	7	0.32275	8.827487
10/25/2013 12:00	1.2	27.8	4.045	0.579188	9.070765
10/26/2013 12:00	1.8	28.5	5.398	0.875254	9.756113
10/27/2013 12:00	1.6	28.9	6.244	0.781729	9.427436
10/28/2013 12:00	5.2	29.1	7.156	2.63676	15.34723
10/29/2013 12:00	3.13	28.8	7.341	1.612062	13.0808
10/30/2013 12:00	3.33	28.1	7.134	1.743231	13.63245
10/31/2013 12:00	0.53	28.1	6.356	0.275662	9.048682
11/1/2013 12:00	1.67	27.2	6.264	0.871438	10.20698
11/2/2013 12:00	5.53	26.8	8.633	2.979096	16.83259
11/3/2013 12:00	6.87	28.1	9.646	3.835378	20.72995
11/4/2013 12:00	2.87	27.1	6.537	1.615074	14.8633
11/5/2013 12:00	4.8	27.5	7.756	2.75167	18.14937
11/6/2013 12:00	12	27.6	16.561	7.256917	33.14122
11/7/2013 12:00	17.73	27.1	15.856	11.46502	49.78102
11/8/2013 12:00	6.4	27.8	11.004	4.196389	30.97201
11/9/2013 12:00	3.67	27.7	4.882	2.413983	24.22504
11/10/2013 12:00	4.33	28.1	8.121	2.862736	23.93894
11/11/2013 12:00	17.87	26.9	53.986	12.41439	53.91194
11/12/2013 12:00	12.6	28.1	23.577	8.986757	47.93388
11/13/2013 12:00	4.4	28.2	13.15541	3.143207	30.64966
11/14/2013 12:00	2.73	28.3	20.09	1.944084	24.45558
11/15/2013 12:00	18.8	27.5	20.464	13.92591	60.90187
11/16/2013 12:00	7.67	29	14.469	5.724145	39.94924
11/17/2013 12:00	8.67	28.5	19.815	6.533347	41.66452
11/18/2013 12:00	13.87	28.8	17.776	10.66557	54.93038
11/19/2013 12:00	12.87	28.2	65.617	10.06265	55.44218
11/20/2013 12:00	14.53	27.4	41.524	11.57726	61.79649
11/21/2013 12:00	13.33	27.1	43.665	10.7838	61.24184
11/22/2013 12:00	3.53	26.5	20.695	2.846828	36.57999
11/23/2013 12:00	4.33	26.9	15.902	3.485673	34.66096
11/24/2013 12:00	3.4	28.3	13.625	2.725019	29.78742
11/25/2013 12:00	10.53	28.8	48.168	8.512687	46.37632
11/26/2013 12:00	44.2	27.3	116.585	38.06696	144.0283
11/27/2013 12:00	11.33	28.2	41.585	9.817272	71.89733
11/28/2013 12:00	12.8	28	30.444	11.17945	73.16384
11/29/2013 12:00	16.07	27.5	53.511	14.20819	81.65471

Date and Time	Obs. Rain. (mm)	Temperature (celcius)	Obs. Stream. (cumesecs)	Eff. Rain. (mm)	Mod. Stream. (cumescs)
12/2/2013 12:00	1.33	28.1	15.08881	1.145453	28.25827
12/3/2013 12:00	7.93	28.6	23.699	6.835463	43.15039
12/4/2013 12:00	0.13	28.8	16.07841	0.110833	22.32055
12/5/2013 12:00	4.07	28.6	13.332	3.45376	29.77018
12/6/2013 12:00	7.93	27.7	72.268	6.74295	40.03289
12/7/2013 12:00	38.87	28	99.523	34.59664	131.9063
12/8/2013 12:00	13.47	28	132.537	12.0765	77.07449
12/9/2013 12:00	31.13	28.2	105.34	28.70774	130.3063
12/10/2013 12:00	5.07	28.1	71.316	4.654076	62.15975
12/11/2013 12:00	5.93	27.7	40.575	5.426133	57.20504
12/12/2013 12:00	10.53	27.5	45.622	9.659872	66.14874
12/13/2013 12:00	14.07	28.1	87.642	12.98805	76.14998
12/14/2013 12:00	19.73	28.2	126.319	18.43737	95.31335
12/15/2013 12:00	37.73	27.8	161.156	36.34851	157.7409
12/16/2013 12:00	44.2	27.3	139.689	44.00882	196.627
12/17/2013 12:00	29	27.6	149.318	29.33305	163.9748
12/18/2013 12:00	11	28.3	106.494	11.1135	106.9709
12/19/2013 12:00	12.33	28.1	102.88	12.45932	101.9573
12/20/2013 12:00	17.87	27.6	90.855	18.15213	114.6794
12/21/2013 12:00	25.2	28	128.553	25.87557	139.1847
12/22/2013 12:00	27.07	27.2	121.993	28.13197	150.936
12/23/2013 12:00	44.67	27.6	205.043	47.55147	218.4873
12/24/2013 12:00	14.73	27.6	104.012	15.68845	130.6069
12/25/2013 12:00	22.6	28.1	147.319	24.21167	150.087
12/26/2013 12:00	11.8	27.6	78.621	12.6189	112.1137
12/27/2013 12:00	2.33	27.9	41.178	2.469772	72.12473
12/28/2013 12:00	2.67	27.1	29.681	2.807582	62.13337
12/29/2013 12:00	2.73	26.8	31.206	2.848586	54.63744
12/30/2013 12:00	2.33	26.8	24.1	2.411868	47.84447
12/31/2013 12:00	5.13	27.3	40.556	5.278686	53.03476
1/1/2014 12:00	58.93	27.6	152.746	62.83665	238.1482
1/2/2014 12:00	14.33	27.4	69.907	15.28463	118.1381
1/3/2014 12:00	4.27	27.3	91.315	4.522712	78.95997
1/4/2014 12:00	18.87	25.7	179.524	20.08423	119.8588
1/5/2014 12:00	33.2	27.5	217.638	35.82452	173.5235
1/6/2014 12:00	19.87	27	99.291	21.52613	138.7829
1/7/2014 12:00	7.4	28.4	70.968	7.971359	94.66196
1/8/2014 12:00	6.93	28	92.705	7.42301	84.66399
1/9/2014 12:00	5.93	26.8	66.401	6.316906	74.97425
1/10/2014 12:00	5.53	28	133.518	5.852646	68.50185

Date and Time	Obs. Rain. (mm)	Temperature (celcius)	Obs. Stream. (cumesecs)	Eff. Rain. (mm)	Mod. Stream. (cumesecs)
1/13/2014 12:00	34.53	27.4	93.628	36.81111	162.52
1/14/2014 12:00	10.87	28.6	65.595	11.55356	97.47562
1/15/2014 12:00	4.27	27.3	38.462	4.50705	71.43305
1/16/2014 12:00	0.87	26.9	27.773	0.909848	53.29004
1/17/2014 12:00	0.67	27.7	24.466	0.693788	45.8081
1/18/2014 12:00	4.2	27.4	46.442	4.3197	52.56765
1/19/2014 12:00	4.73	26.8	37.814	4.836222	52.84876
1/20/2014 12:00	2.47	27.3	29.081	2.505217	44.59029
1/21/2014 12:00	10.67	27	36.968	10.8146	69.53431
1/22/2014 12:00	17.93	27.3	128.258	18.2698	97.24758
1/23/2014 12:00	29.53	28.1	140.355	30.51426	143.9193
1/24/2014 12:00	24.67	28.5	100.205	25.72043	140.8384
1/25/2014 12:00	26.67	27.2	141.689	28.10374	154.6134
1/26/2014 12:00	6.13	27.4	138.296	6.424116	90.30937
1/27/2014 12:00	3.47	27.9	68.556	3.608162	72.41767
1/28/2014 12:00	1.4	28.5	52.356	1.441503	57.51267
1/29/2014 12:00	3.2	27.6	52.344	3.269644	56.52123
1/30/2014 12:00	4.13	28.4	154.914	4.18898	55.66822
1/31/2014 12:00	4.4	28.2	92.273	4.432186	54.259
2/1/2014 12:00	24.93	28.1	103.741	25.3923	120.6544
2/2/2014 12:00	8.27	27.6	83.445	8.396152	77.23346
2/3/2014 12:00	18.8	28	164.009	19.19246	110.2189
2/4/2014 12:00	26.13	27.3	104.113	26.98743	140.5857
2/5/2014 12:00	16.2	28.9	120.403	16.76483	115.9138
2/6/2014 12:00	13.27	29.1	171.849	13.72479	105.991
2/7/2014 12:00	12.73	28.9	85.133	13.1551	102.3285
2/8/2014 12:00	10.87	29.3	82.447	11.2038	94.43487
2/9/2014 12:00	12.53	28.3	69.683	12.90846	97.70269
2/10/2014 12:00	7.2	28.3	59.91	7.381687	79.27888
2/11/2014 12:00	3.33	28.3	66.938	3.38683	62.66673
2/12/2014 12:00	12.6	28.7	66.704	12.81201	88.15112
2/13/2014 12:00	0.2	28.1	44.88	0.201237	49.43119
2/14/2014 12:00	2.53	28.7	36.104	2.523308	50.8338
2/15/2014 12:00	4.87	27.6	33.019	4.828827	55.3062
2/16/2014 12:00	6	28.3	37.684	5.918697	58.05094
2/17/2014 12:00	5.8	27.6	32.609	5.694086	57.38066
2/18/2014 12:00	1.67	27.6	29.693	1.625267	44.0747
2/19/2014 12:00	0	28.1	60.598	0	36.21894
2/20/2014 12:00	6	28	42.676	5.751928	51.94975
2/21/2014 12:00	4.6	25.9	116.438	4.390203	48.88971

Date and Time	Obs. Rain. (mm)	Temperature (celcius)	Obs. Stream. (cumesecs)	Eff. Rain. (mm)	Mod. Stream. (cumescs)
2/24/2014 12:00	3.93	27.6	76.67	3.759463	56.51088
2/25/2014 12:00	3	27.4	51.869	2.849724	50.41934
2/26/2014 12:00	1.67	28.7	73.025	1.571705	43.466
2/27/2014 12:00	7.33	28.3	76.496	6.880573	57.83349
2/28/2014 12:00	5.53	28	56.76	5.168373	53.44102
3/1/2014 12:00	0.8	27.8	39.812	0.740566	38.85762
3/2/2014 12:00	4.67	27.6	32.507	4.302294	47.49381
3/3/2014 12:00	5.8	28.1	53.609	5.323585	50.83336
3/4/2014 12:00	5.67	27.6	62.642	5.186357	50.98056
3/5/2014 12:00	3	28.4	41.592	2.724493	43.30622
3/6/2014 12:00	0.4	27.4	45.121	0.359751	34.33262
3/7/2014 12:00	2	27.9	39.617	1.784544	36.52591
3/8/2014 12:00	0	27.5	28.771	0	29.82448
3/9/2014 12:00	0	27.6	25.483	0	28.02471
3/10/2014 12:00	0.27	27.9	21.912	0.233599	27.42723
3/11/2014 12:00	0.93	27.3	24.922	0.797587	28.3544
3/12/2014 12:00	1.07	28	24.607	0.909453	28.3407
3/13/2014 12:00	7.8	27.3	127.911	6.642993	46.62408
3/14/2014 12:00	18	28	82.477	15.58706	78.76817
3/15/2014 12:00	9.27	27.2	96.149	8.055176	62.01754
3/16/2014 12:00	9.13	27.6	149.663	7.95628	62.58144
3/17/2014 12:00	9.13	27.3	110.105	7.979606	63.21763
3/18/2014 12:00	10.93	28.1	73.32	9.598726	68.86513
3/19/2014 12:00	4.93	27.5	70.609	4.315122	53.0258
3/20/2014 12:00	1.53	27.1	48.057	1.328717	41.07044
3/21/2014 12:00	0.07	28.3	42.213	0.060142	33.51458
3/22/2014 12:00	0.67	27.6	42.529	0.570298	31.9079
3/23/2014 12:00	1.6	28.3	60.896	1.35065	32.37198
3/24/2014 12:00	4.8	28	37.416	4.040247	40.02482
3/25/2014 12:00	1.2	27.6	36.447	1.001619	31.00668
3/26/2014 12:00	2.4	27.9	25.714	1.990216	32.9056
3/27/2014 12:00	0.2	27.7	23.077	0.164187	26.60854
3/28/2014 12:00	4.8	23.3	41.245	3.942459	37.40452
3/29/2014 12:00	5.73	28	46.987	4.703725	41.06686
3/30/2014 12:00	5.07	28.4	41.552	4.153864	40.55071
3/31/2014 12:00	4.6	28.8	30.932	3.757578	39.79421
4/1/2014 12:00	4.13	28.7	41.456	3.361306	38.60769
4/2/2014 12:00	11.13	27.9	93.237	9.142968	57.11268
4/3/2014 12:00	10.27	27.4	52.21	8.50058	58.33788
4/4/2014 12:00	3.87	28.8	35.693	3.18887	43.09628

Date and Time	Obs. Rain. (mm)	Temperature (celcius)	Obs. Stream. (cumesecs)	Eff. Rain. (mm)	Mod. Stream. (cumesecs)
4/7/2014 12:00	0	29	25.996	0	28.90023
4/8/2014 12:00	15.33	28.5	100.266	12.61136	67.0126
4/9/2014 12:00	7.93	27.9	81.278	6.54475	53.0183
4/10/2014 12:00	0	28.4	45.951	0	32.18814
4/11/2014 12:00	0.27	28.1	42.176	0.218181	29.18415
4/12/2014 12:00	15.53	26.8	137.376	12.77821	67.29263
4/13/2014 12:00	20.33	26.7	111.992	17.13837	87.13454
4/14/2014 12:00	2.87	28.6	58.125	2.404092	46.1583
4/15/2014 12:00	1.27	29.8	42.827	1.053478	37.70738
4/16/2014 12:00	0.73	28.1	35.078	0.599856	32.51187
4/17/2014 12:00	2.13	27.9	28.608	1.738434	33.24486
4/18/2014 12:00	2.13	28.6	56.854	1.726018	31.75345
4/19/2014 12:00	10.8	27.2	49.435	8.834462	53.682
4/20/2014 12:00	8.6	28.1	42.721	7.066653	51.44173
4/21/2014 12:00	6.6	28.3	92.257	5.427258	47.53271
4/22/2014 12:00	2.07	28.1	118.402	1.690262	35.43022
4/23/2014 12:00	19.47	28.3	75.922	16.26421	80.32779
4/24/2014 12:00	5.33	28.2	43.945	4.444036	49.22087
4/25/2014 12:00	4.27	27.6	80.345	3.548888	44.30435
4/26/2014 12:00	5.53	27.1	87.677	4.592896	45.70156
4/27/2014 12:00	5.33	27.7	146.063	4.420656	44.34997
4/28/2014 12:00	10.6	26.9	71.561	8.860919	58.03862
4/29/2014 12:00	0	27.9	43.101	0	31.53553
4/30/2014 12:00	0	28.3	31.933	0	27.73473
5/1/2014 12:00	0	22.8	30.734	0	24.9967
5/2/2014 12:00	5.13	22.9	33.385	4.17215	36.50964
5/3/2014 12:00	0.47	23.9	27.267	0.379445	25.28632
5/4/2014 12:00	0.53	23.5	25.299	0.424894	23.85673
5/5/2014 12:00	0	24.4	21.404	0	21.33801
5/6/2014 12:00	3.13	26.7	20.09	2.479097	28.24018
5/7/2014 12:00	0.73	25	41.818	0.573965	22.71656
5/8/2014 12:00	6.8	23.1	32.767	5.37772	37.526
5/9/2014 12:00	3.27	23.5	26.806	2.582178	30.80055
5/10/2014 12:00	0	27.3	20.815	0	22.37618
5/11/2014 12:00	0	24.3	25.968	0	20.73261
5/12/2014 12:00	0	21.9	31.314	0	19.51512
5/13/2014 12:00	0	24.1	58.807	0	18.59732
5/14/2014 12:00	2.73	23.6	37.451	2.079372	24.62114
5/15/2014 12:00	1	25.1	36.038	0.756683	21.03794
5/16/2014 12:00	0	27.2	23.034	0	18.24041



Date and Time	Obs. Rain. (mm)	Temperature (celcius)	Obs. Stream. (cumesecs)	Eff. Rain. (mm)	Mod. Stream. (cumescs)
5/19/2014 12:00	0	27.8	22.197	0	16.55512
5/20/2014 12:00	0	26.7	17.83581	0	16.12844
5/21/2014 12:00	2.47	26.8	30.248	1.773365	21.51128
5/22/2014 12:00	0	26.6	24.629	0	16.5346
5/23/2014 12:00	0.67	26.1	20.649	0.472814	17.49192
5/24/2014 12:00	0	27.3	18.47281	0	15.7891
5/25/2014 12:00	0	27.7	17.818	0	15.33237
5/26/2014 12:00	5.33	27	27.034	3.708544	26.96133
5/27/2014 12:00	3.73	26.7	21.483	2.599333	25.29424
5/28/2014 12:00	1.27	27.2	27.055	0.879549	20.39332
5/29/2014 12:00	1.53	25.1	24.778	1.055292	20.36526
5/30/2014 12:00	0.6	25.3	22.773	0.410928	17.92376
5/31/2014 12:00	0	25	18.709	0	15.91403
6/1/2014 12:00	0.07	27.3	15.498	0.047052	15.29415
6/2/2014 12:00	0.8	27	20.936	0.533874	16.30563
6/3/2014 12:00	0	27.6	31.9	0	14.42593
6/4/2014 12:00	2	26.5	17.75	1.31778	18.21849
6/5/2014 12:00	0.47	26.8	16.32141	0.307177	15.36245
6/6/2014 12:00	0	26.7	16.479	0	14.01451
6/7/2014 12:00	0	27.2	16.295	0	13.53606
6/8/2014 12:00	0.47	27.8	13.51	0.298553	14.11925
6/9/2014 12:00	0	26.7	13.91	0	13.01751
6/10/2014 12:00	0	26.7	13.425	0	12.69907
6/11/2014 12:00	0	27.7	11.961	0	12.4299
6/12/2014 12:00	0	27	11.699	0	12.19588
6/13/2014 12:00	0	27	13.334	0	11.9871
6/14/2014 12:00	0	27.2	12.129	0	11.79659
6/15/2014 12:00	0	26.1	10.459	0	11.61946
6/16/2014 12:00	0	27	9.984	0	11.45227
6/17/2014 12:00	0	27.3	11.417	0	11.29262
6/18/2014 12:00	2.8	27	13.611	1.635029	16.43112
6/19/2014 12:00	0	27	12.77541	0	11.97726
6/20/2014 12:00	2.87	26	13.055	1.670374	16.96132
6/21/2014 12:00	0	25.6	12.527	0	12.22665
6/22/2014 12:00	0	27.5	12.18041	0	11.66711
6/23/2014 12:00	3.33	26.4	13.186	1.919366	17.44764
6/24/2014 12:00	1.73	26.5	26.079	0.997359	15.2804
6/25/2014 12:00	8.53	26.6	20.167	5.098334	28.55288
6/26/2014 12:00	3.13	26.1	19.66	1.882503	20.59216
6/27/2014 12:00	1.53	25.7	15.762	0.918735	17.26435

Date and Time	Obs. Rain. (mm)	Temperature (celcius)	Obs. Stream. (cumesecs)	Eff. Rain. (mm)	Mod. Stream. (cumesecs)
6/30/2014 12:00	0	25.5	13.45	0	11.62393
7/1/2014 12:00	0.33	25.7	12.648	0.191339	11.63519
7/2/2014 12:00	0	23.4	14.241	0	10.66817
7/3/2014 12:00	0.13	26.6	13.533	0.074111	10.5144
7/4/2014 12:00	0	27	13.186	0	10.00732
7/5/2014 12:00	0.2	26.9	12.188	0.111909	10.1028
7/6/2014 12:00	0	27	11.84	0	9.586128
7/7/2014 12:00	0.33	26.2	12.928	0.181485	9.964364
7/8/2014 12:00	0	26.5	13.619	0	9.305758
7/9/2014 12:00	0	27.1	12.28	0	9.114552
7/10/2014 12:00	0	27.5	12.085	0	8.947221
7/11/2014 12:00	0	28.1	10.873	0	8.797065
7/12/2014 12:00	0	27.6	10.213	0	8.659375
7/13/2014 12:00	0	26	14.537	0	8.530847
7/14/2014 12:00	0	26.9	14.841	0	8.409153
7/15/2014 12:00	0	28.3	13.845	0	8.292659
7/16/2014 12:00	0	27.1	13.55	0	8.180211
7/17/2014 12:00	0	27.7	12.789	0	8.070995
7/18/2014 12:00	0	27.7	11.695	0	7.964438
7/19/2014 12:00	0	26.8	11.292	0	7.860128
7/20/2014 12:00	0	28.2	10.658	0	7.757775
7/21/2014 12:00	0	27.4	12.689	0	7.657169
7/22/2014 12:00	0	27.6	10.526	0	7.558159
7/23/2014 12:00	0	27.8	11.503	0	7.460632
7/24/2014 12:00	2.73	27.8	12.497	1.300264	11.57326
7/25/2014 12:00	0	27.8	12.614	0	8.055179
7/26/2014 12:00	0	28.5	11.868	0	7.741206
7/27/2014 12:00	0.8	28.9	10.906	0.372221	8.698956
7/28/2014 12:00	0	29.1	10.594	0	7.519185
7/29/2014 12:00	0	28.8	10.346	0	7.289767
7/30/2014 12:00	0	28.1	9.976	0	7.102974
7/31/2014 12:00	0	28.1	9.69	0	6.946411
8/1/2014 12:00	0	24.9	7.904	0	6.811378
8/2/2014 12:00	0	24.5	8.853	0	6.691773
8/3/2014 12:00	0	25.5	8.186	0	6.583307
8/4/2014 12:00	0	25.4	7.904	0	6.48297
8/5/2014 12:00	0	26.2	8.42	0	6.388647
8/6/2014 12:00	0	27.8	6.872	0	6.298848
8/7/2014 12:00	0	25.8	7.251	0	6.212527
8/8/2014 12:00	1	24.9	8.526	0.420659	7.490552

Date and Time	Obs. Rain. (mm)	Temperature (celcius)	Obs. Stream. (cumesecs)	Eff. Rain. (mm)	Mod. Stream. (cumesecs)
8/11/2014 12:00	0	26.2	7.365	0	6.022818
8/12/2014 12:00	0	23.5	7.182	0	5.911087
8/13/2014 12:00	0	26	7.262	0	5.811066
8/14/2014 12:00	0	25.3	6.37	0	5.719536
8/15/2014 12:00	0	26.6	6.231	0	5.634237
8/16/2014 12:00	0	27.3	5.614	0	5.553579
8/17/2014 12:00	0	26.5	6.052	0	5.476443
8/18/2014 12:00	0	25.9	5.862	0	5.402042
8/19/2014 12:00	0	26	5.504	0	5.329821
8/20/2014 12:00	0	25	5.435	0	5.259384
8/21/2014 12:00	0	25.6	17.813	0	5.190454
8/22/2014 12:00	0	26.3	9.059	0	5.12283
8/23/2014 12:00	0	25.2	9.356	0	5.056372
8/24/2014 12:00	0	25.7	7.252	0	4.990974
8/25/2014 12:00	0	25.7	5.263	0	4.926561
8/26/2014 12:00	0	25.7	5.059	0	4.863078
8/27/2014 12:00	0	27.2	4.553	0	4.80048
8/28/2014 12:00	0	26.3	4.615	0	4.738738
8/29/2014 12:00	0	27.8	4.466	0	4.677822
8/30/2014 12:00	0	28.8	4.38	0	4.617713
8/31/2014 12:00	0	27.8	4.195	0	4.558394
9/1/2014 12:00	0	27.7	4.189	0	4.499848
9/2/2014 12:00	0	27.5	4.393	0	4.442062
9/3/2014 12:00	0	28.1	3.72	0	4.385025
9/4/2014 12:00	0	28.2	4.416	0	4.328723
9/5/2014 12:00	0	27.8	4.212	0	4.273147
9/6/2014 12:00	0	27.3	6.817	0	4.218287
9/7/2014 12:00	0	27.6	5.773	0	4.164132
9/8/2014 12:00	0	28.3	6.167	0	4.110674
9/9/2014 12:00	0	28.1	6.447	0	4.057902
9/10/2014 12:00	0	27.6	3.986	0	4.005809
9/11/2014 12:00	0	27.2	6.06	0	3.954385
9/12/2014 12:00	0	26.8	6.616	0	3.90362
9/13/2014 12:00	0	28.1	5.132	0	3.853508
9/14/2014 12:00	0	27.1	5.274	0	3.80404
9/15/2014 12:00	0	27.5	5.408	0	3.755206
9/16/2014 12:00	0	27.6	4.409	0	3.706999
9/17/2014 12:00	0	27.1	5.481	0	3.659412
9/18/2014 12:00	0	27.8	5.685	0	3.612435
9/19/2014 12:00	0	27.7	5.724	0	3.566061

