



**KALIBRASI 6 METODE RDF UNTUK ANALISIS ALIRAN DASAR  
DI WILAYAH UPT PSDA (UNIT PELAKSANA TEKNIS PENGELOLAAN  
SUMBERDAYA AIR) LUMAJANG**

**SKRIPSI**

Oleh

**Diestya Riasuti**

**NIM 101710201012**

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2015**



**KALIBRASI 6 METODE RDF UNTUK ANALISIS ALIRAN DASAR  
DI WILAYAH UPT PSDA (UNIT PELAKSANA TEKNIS  
PENGELOLAAN SUMBERDAYA AIR) LUMAJANG**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Pertanian (S1)  
dan mencapai gelar Sarjana Teknologi Pertanian

Oleh:

**Diestya Riastuti  
101710201012**

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2015**

**PERSEMBAHAN**

Karya Tulis Ilmiah ini merupakan salah satu hal yang berharga bagi saya dalam meniti jalan mencapai cita-cita saya yang besar. Dengan penuh rasa syukur dan hormat Karya Tulis ini saya persembahkan kepada :

1. Ibunda Sri Astuti, Ayahanda Yani Mustofa, Adekku Vondra Ardiansyah yang tercinta;
2. Guru-guruku sejak Taman Kanak-Kanak sampai dengan Perguruan Tinggi;
3. Almamater Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Diesty Riastuti

NIM : 101710201012

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul “Kalibrasi 6 Metode RDF untuk Analisis Aliran Dasar di Wilayah UPT PSDA (Unit Pelaksana Teknis Pengelolaan Sumberdaya Air) Lumajang” adalah benar-benar hasil karya sendiri dengan pembimbing dari pihak Lab. TPKL UNEJ kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Data dan hak publikasi karya tulis ilmiah ini adalah milik Laboratorium Teknik Pengendalian dan Konservasi Lingkungan TEP, FTP UNEJ. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 13 Februari 2015

Yang menyatakan,

Diesty Riastuti

NIM 101710201012

**SKRIPSI**

**KALIBRASI 6 METODE RDF UNTUK ANALISIS ALIRAN DASAR  
DI WILAYAH UPT PSDA (UNIT PELAKSANA TEKNIS  
PENGELOLAAN SUMBERDAYA AIR) LUMAJANG**

Oleh

Diestya Riastuti

NIM 101710201012

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Prof. Dr. Indarto, S.TP.,DEA.

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Elida Novita, S.TP.,MT.

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “Kalibrasi 6 Metode RDF untuk Analisis Aliran Dasar di Wilayah UPT PSDA (Unit Pelaksana Teknis Pengelolaan Sumberdaya Air) Lumajang” telah diuji dan disahkan pada:

Hari : Jum’at  
Tanggal : 13 Februari 2015  
Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua,

Anggota,

Dr. Sri Wahyuningsih S.P.,M.T.,  
NIP. 1972113019993032001

Wiwik Yunarni W. S.T.,M.T.,  
NIP. 19700613199822001

Mengesahkan  
Dekan,

Dr. Yuli Witono S.TP., M.P.  
NIP. 196912121998021001

## RINGKASAN

**Kalibrasi 6 Metode RDF untuk Analisis Aliran Dasar di Wilayah UPT PSDA (Unit Pelaksana Teknis Pengelolaan Sumberdaya Air) Lumajang;** Diesty Riastuti, 101710201012; 2015; 92 halaman; Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Daerah Aliran Sungai terdiri dari beberapa komponen aliran, salah satunya aliran dasar (*baseflow*). Aliran dasar dapat digunakan salah satunya sebagai dasar pemenuhan kebutuhan air tanaman, untuk suplai air irigasi saat musim kemarau. Penelitian ini menggunakan 6 metode RDF yakni; (1) IHACRES (2) Lynie & Hollick *algorithm* (3) Chapman *Algorithm*, (4) *One parameter algorithm*, (5) *Two parameter algorithm* (6) EWMA *filter*. Tujuan dari penelitian ini adalah menguji keenam metode RDF, menghitung *range* nilai parameter untuk UPT PSDA Lumajang dan menentukan nilai BFI.

Penelitian ini menggunakan debit harian tahun 1997-2002. Proses kalibrasi menggunakan data debit harian 1 Juli – 30 September tahun 1997-2002. Validasi menggunakan data debit dari 1 Januari 1997 hingga 31 Desember 2002. Penggunaan nilai parameter untuk enam metode RDF melalui metode *trial and error*. *Trial and error* dilakukan pada setiap tahun yang digunakan, hingga mendapatkan parameter optimal setiap metode.

Analisis aliran dasar di UPT PSDA Lumajang dengan menggunakan enam metode RDF pada proses kalibrasi meliputi mencari nilai parameter masing-masing *filter*, menghasilkan grafik pemisahan aliran dasar setiap tahunnya pada *software hydrooffice*. Selanjutnya dihasilkan rentang parameter yang digunakan pada proses validasi. Uji statistik untuk 6 metode tersebut menggunakan R *square*, RMSE dan FDC (*Flow Duration Curve*).

Hasil nilai  $R^2$  menunjukkan seberapa dekat hasil peramalan dengan data yang sebenarnya. Nilai  $R^2$  pada proses kalibrasi yang dihasilkan metode IHACRES dan Lynie-Hollick antara 0,6 – 0,8. Selanjutnya untuk nilai RMSE kedua metode bervariasi, antara 0,02 – 0,17 atau mendekati 0. Diartikan bahwa tingkat kesalahan pada metode IHACRES dan Lynie-Hollick cukup kecil. Nilai BFI metode IHACRES dan Lynie-Hollick cukup tinggi. Grafik FDC yang dihasilkan saat proses kalibrasi, metode IHACRES sangat berhimpitan dengan debit terukur.

Nilai  $R^2$  yang cukup tinggi, cenderung dihasilkan dari metode Lynie-Hollick dan IHACRES pada validasi. Selanjutnya nilai RMSE terendah terletak pada metode Lynie-Hollick dan IHACRES yaitu 0,02 – 0,49. Nilai BFI untuk proses validasi pada seluruh DAS yakni antara 0,75 – 0,86. Grafik FDC menunjukkan bahwa metode IHACRES mendekati debit terukur. Dari enam metode RDF yang digunakan untuk analisis aliran dasar pada UPT PSDA Lumajang. Metode IHACRES dan Lynie-Hollick cukup bagus menggambarkan debit terhitung yang mendekati debit terukur.



## SUMMARY

### **Calibration of 6 RDF methods for baseflow analysis in the area of technical implementation unit of water resource management district at Lumajang;**

Diestya Riastuti; 101710201012; 2014; 92 page; agricultural of engineering faculty of agricultural technology jember university

Watershed consists of several flow components, one of them is the baseflow. Baseflow is used as the fulfilling basic needs of water for irrigation water supply in dry season. In this study, using six RDF methods namely; (1) IHACRES (Identification of unit hydrograph and Component Flows From Rainfall, Evaporation and Stream flow Data), (2) Lynie & Holick Algorithm, (3) Chapman Algorithm, (4) One parameter algorithm, (5) Two parameters algorithm (6) EWMA (exponentially weighted moving average) filter. The purpose of this study is determining the optimal method based on six methods RDF, counting the range of the parameters of UPT PSDA Lumajang and predicted the condition of flow on rivers through the magnitude of BFI.

The data which is used in this study is the daily discharge data in 1997-2002. In the calibration process is used daily discharge data July 1 to September 30 in 1997-2002. The validation process uses daily discharge data 1 January 1997 - 31 December 2002. The using of parameter values for the six RDF methods through *trial and error* method. *Trial and error* is done in every year, to find the appropriate parameters.

The research of analysis the baseflow in UPT PSDA Lumajang using six RDF methods is in the calibration process consisting of finding the parameter values of each filter, identify separation chart of baseflow every year on *hydrooffice software*, then it is produced a range of parameters to be used as a simulation on the validation process. The statistical test for six methods uses R square, RMSE and FDC (Flow Duration Curve).

The result of  $R^2$  value shows how close the forecasting results with actual data. The value of R square in the calibration process is resulted methods Lynie-

Hollick IHACRES between 0,6 – 0,8. Furthermore, to the value of the second RMSE methods are various, between 0,02 to 0,17 or close to 0. It means that the error rate in the IHACRES and Lynie-Hollick method are quite small. On the whole of the six methods which used, BFI value is high enough in the IHACRES and Lynie-Hollick method.

$R^2$  value which is quite high tends to be resulted from the Lynie-Holick and IHACRES method. In the validation process of the lowest RMSE value is in the Lynie-Hollick and IHACRES method, it is 0,02 to 0,49. The baseflow index value is the ratio between the value of baseflow and total flow in the river. The BFI value for the validation process on the entire watershed is between 0,75 – 0,86. From the six RDF methods which are used for baseflow analysis on UPT PSDA Lumajang. IHACRES and Lyne-Holick method are good enough for describe the discharge count approaching discharge measured.

## PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT, atas segala rahmat dan karuniaNya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “Kalibrasi 6 Metode RDF untuk Analisis Aliran Dasar di Wilayah UPT PSDA (Unit Pelaksana Teknis Pengelolaan Sumberdaya Air) Lumajang”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Program Studi Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Indarto, S.TP.,DEA., selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah meluangkan tenaga, waktu, pikiran, dan perhatian dalam membimbing penulisan skripsi ini;
2. Dr. Elida Novita, S.TP.,MT., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perbaikan dalam penulisan skripsi ini;
3. Dr. Sri Wahyuningsih S.P.,M.T., selaku Ketua Tim Penguji yang telah memberikan saran dan masukan dalam penyempurnaan skripsi ini;
4. Wiwik Yunarni W. S.T.,M.T., selaku Anggota Tim Penguji yang telah memberikan saran dan pengarahan dalam penyelesaian skripsi ini;
5. Dr. Yuli Witono, S.TP, M.P selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember
6. Ir. Hamid Ahmad sebagai Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa;
7. Ir. Muharjo Pudjojono selaku dosen dan Komisi Bimbingan Jurusan Teknik Pertanian;
8. Seluruh dosen pengampu mata kuliah, terima kasih atas ilmu dan pengalaman yang diberikan serta bimbingan selama studi di Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;

9. Seluruh staf dan karyawan di lingkungan Fakultas Teknologi Pertanian, terima kasih atas bantuan dalam mengurus administrasi dan yang lainnya;
10. Kedua orang tua saya, ibunda Sri Astuti dan Ayahanda Yani Mustofa yang tercinta yang selalu mendoakan dalam setiap saat;
11. Adikku tersayang Vondra Ardiansyah yang selalu memberi semangat dan doa;
12. A.Dian Reza Patria yang selalu memberi semangat, nasehat, doa dan motivasi kepada penulis;
13. Sahabatku Lilik Yuliatin yang selalu memberikan semangat kepada penulis;
14. Sahabat-sahabatku Arif Lukman Hakim, Ghofirus Saichoni, Farihatus Su'aidah, Nurita Eviana, Niken R., dan Ayu Octyaningrum yang mendukung serta memotivasi penulis dalam penulisan Karya Tulis Ilmiah ini;
15. Sahabat-sahabatku Tim Peta 2010 (Ari E., Andri, Afif, Desi R., Zennita, Prasitta, Faruq, Wulan, Isnani, Faisol, Natalia, Holid, Novi);
16. Teman-temanku Teknik Pertanian seangkatan 2010 yang penuh dengan semangat dan kasih sayang terima kasih atas nasehat serta motivasinya;
17. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah membantu baik tenaga maupun pikiran dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan skripsi ini.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua.

Jember, Februari 2015

Penulis

**DAFTAR ISI**

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PEMBIMBINGAN</b> .....	v
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vi
<b>RINGKASAN</b> .....	vii
<b>SUMMERY</b> .....	ix
<b>PRAKATA</b> .....	xi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xiii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xvi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xviii
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	2
<b>1.3 Batasan Masalah</b> .....	2
<b>1.4 Tujuan Penelitian</b> .....	2
<b>1.5 Manfaat Penelitian</b> .....	2
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	2
<b>2.1 Siklus Hidrologi</b> .....	3
<b>2.2 Aliran Dasar (<i>Baseflow</i>)</b> .....	3
<b>2.3 Pengertian Hidrograf</b> .....	4

<b>2.4 Teknik Analisis Aliran Dasar</b> .....	4
2.4.1 Metode Pemisahan Grafik .....	4
2.4.2 Metode Pemisahan <i>Filter</i> .....	5
<b>2.5 RMSE (<i>Root Mean Square</i>)</b> .....	9
<b>2.6 R Square (<math>R^2</math>)</b> .....	9
<b>2.7 Flow Duration Curve (FDC)</b> .....	10
<b>2.8 Kalibrasi</b> .....	11
<b>2.9 Validasi</b> .....	11
<b>BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	12
<b>3.1 Tempat dan Waktu Penelitian</b> .....	12
3.1.1 Lokasi Penelitian .....	12
3.1.2 Waktu Penelitian .....	12
<b>3.2 Alat dan Bahan Penelitian</b> .....	13
3.2.1 Alat .....	13
3.2.2 Bahan .....	13
<b>3.3 Tahapan Penelitian</b> .....	14
<b>3.4 Tahapan Pelaksanaan</b> .....	15
3.4.1 Inventarisasi Data .....	15
3.4.2 Pengolahan Data .....	15
3.4.3 Kriteria .....	15
3.4.4 Kalibrasi .....	16
3.4.5 Validasi .....	16
<b>BAB 4. KARAKTERISTIK FISIK DAN HIDROLOGI</b> .....	17
<b>4.1 Karakteristik Fisik DAS</b> .....	17
<b>4.2 Karakteristik Hujan</b> .....	24

4.3 Karakteristik Debit .....	24
4.4 Hubungan Hujan dan Debit Terukur .....	26
<b>BAB 5. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	27
5.1 Analisis <i>Baseflow</i> .....	27
5.1.1 Kalibrasi .....	27
5.1.2 Validasi .....	36
<b>BAB 6. PENUTUP</b> .....	53
6.1 Kesimpulan .....	53
6.2 Saran .....	53
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	54
<b>LAMPIRAN</b> .....	57

**DAFTAR TABEL**

	Halaman
4.1 Bentuk dan luas DAS .....	18
4.2 Jenis tanah .....	19
4.3a Peruntukan lahan (Km <sup>2</sup> ) .....	24
4.3b Peruntukan lahan (%) .....	24
4.4 Karakteristik hujan tujuh DAS .....	25
4.5 Karakteristik debit .....	25
5.1 Nilai R <sup>2</sup> proses kalibrasi tujuh DAS .....	29
5.2 <i>Range</i> parameter untuk UPT PSDA Lumajang .....	30
5.3 Nilai RMSE pada proses kalibrasi .....	32
5.4 Nilai BFI ( <i>Baseflow Index</i> ) pada proses kalibrasi .....	35
5.5 Nilai R <sup>2</sup> proses validasi .....	38

5.6 Nilai RMSE pada proses validasi.....	39
5.7 Nilai BFI ( <i>Baseflow Index</i> ) pada proses validasi .....	52

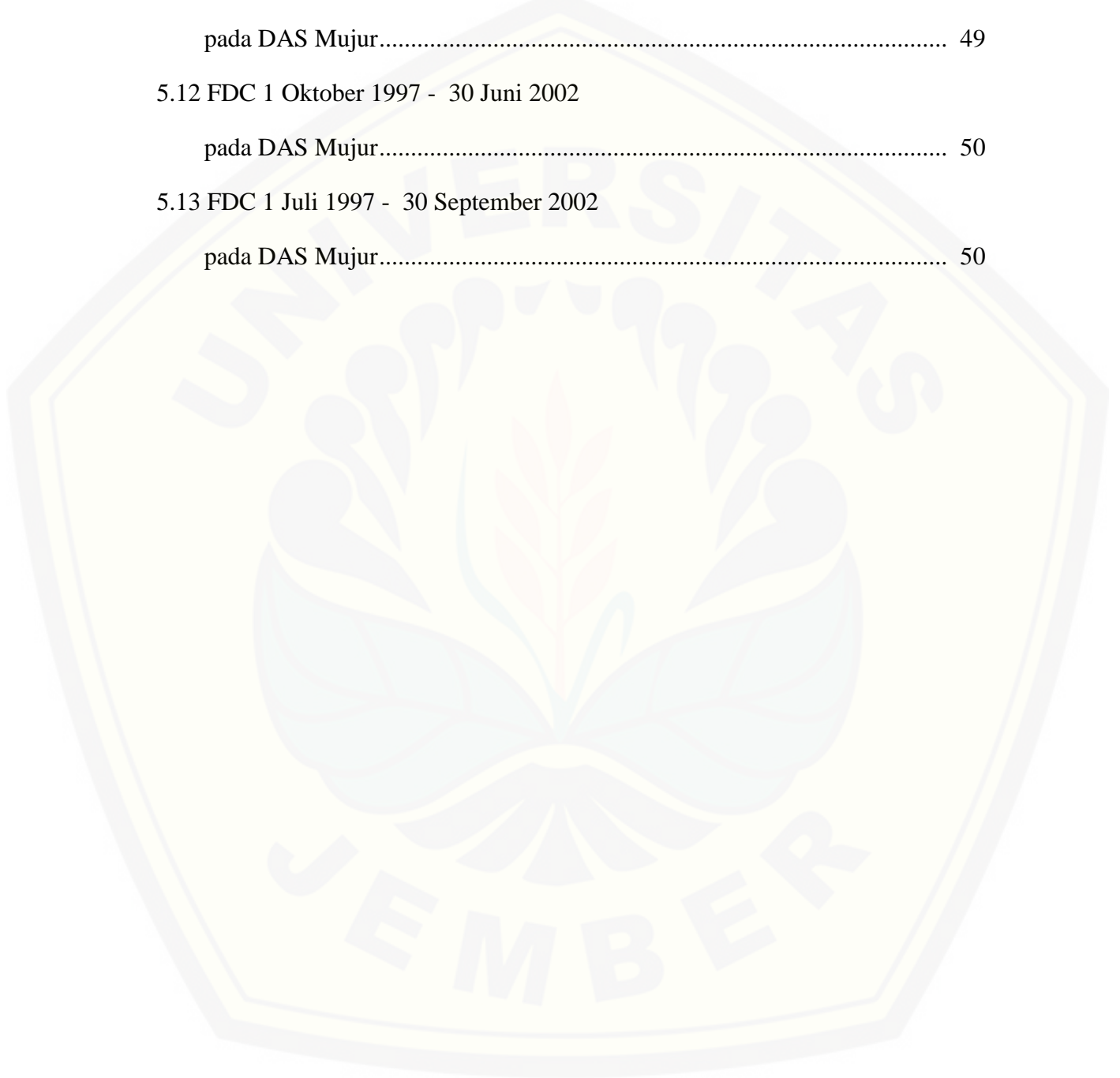
**DAFTAR GAMBAR**

	Halaman
2.1 Siklus Hidrologi .....	3
2.2 Aliran Dasar .....	4
2.3 Kurva hidrograf DAS Mujur.....	4
2.4 Metode pemisahan grafik .....	5
3.1 Peta Lokasi Penelitian .....	12
3.2 Diagram alir penelitian.....	14



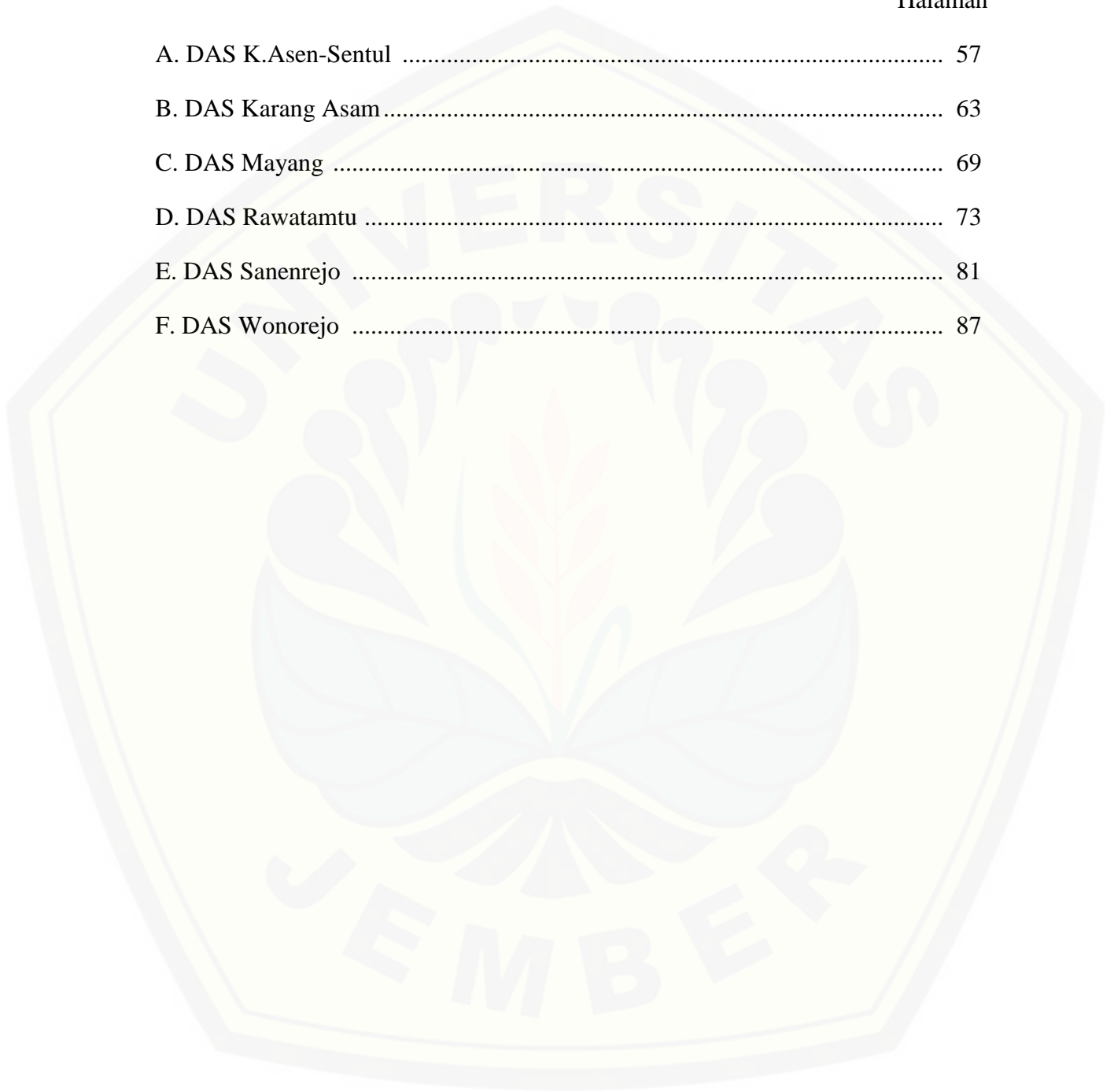
4.1 Bentuk DAS .....	18
4.2 Karakteristik tanah pada UPT PSDA Lumajang.....	19
4.3 Peruntukan lahan DAS Karang Asen-Sentul .....	20
4.4 Peruntukan lahan DAS Karang Asam.....	21
4.5 Peruntukan lahan DAS Karang Mayang .....	21
4.6 Peruntukan lahan DAS Karang Mujur .....	22
4.7 Peruntukan lahan DAS Rawatamtu.....	22
4.8 Peruntukan lahan DAS Sanenrejo .....	23
4.9 Peruntukan lahan DAS Wonorejo .....	23
4.10 Hubungan data hujan dan debit tahun 1997 pada DAS Mujur .....	26
5.1 Grafik 1 Juli – 30 September tahun 1997-2002 pada DAS Mujur.....	27
5.2 Pemisahan aliran dasar 1 Juli 1997 - 30 September 1997 DAS Mujur.....	33
5.3 FDC 1 Juli - 30 September 1997 DAS Mujur.....	34
5.4 Grafik 1 Januari 1997 – 31 Desember 2002 pada DAS Mujur .....	36
5.5 Pemisahan aliran dasar 1 Januari 1997 - 31 Desember 2002 pada DAS Mujur.....	41
5.6 Pemisahan aliran dasar 1 Januari 1997 - 31 Desember 1997 pada DAS Mujur.....	43
5.7 Pemisahan aliran dasar 1 Januari 1999 - 31 Desember 1999 pada DAS Mujur.....	44
5.8 Pemisahan aliran dasar 1 Oktober 1997 - 30 Juni 1998 pada DAS Mujur.....	46
5.9 Pemisahan aliran dasar 1 Juli 1997 - 30 September 1998 pada DAS Mujur.....	47

5.10 FDC 1 Januari 1997 - 31 Desember 2002	
pada DAS Mujur.....	48
5.11 FDC 1 Januari 1997 - 31 Desember 1997	
pada DAS Mujur.....	49
5.12 FDC 1 Oktober 1997 - 30 Juni 2002	
pada DAS Mujur.....	50
5.13 FDC 1 Juli 1997 - 30 September 2002	
pada DAS Mujur.....	50



**DAFTAR LAMPIRAN**

	Halaman
A. DAS K.Asen-Sentul .....	57
B. DAS Karang Asam.....	63
C. DAS Mayang .....	69
D. DAS Rawatamtu .....	73
E. DAS Sanenrejo .....	81
F. DAS Wonorejo .....	87



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Menurut Kodoatie (2010: 114), DAS digunakan untuk menampung, menyimpan air hujan yang kemudian dialirkan ke sungai. Daerah Aliran Sungai dapat berfungsi menanggulangi fluktuasi terjadinya aliran permukaan setelah turunnya hujan, serta menstabilkan atau mempertahankan debit sungai di musim kemarau. Ketersediaan air pada suatu DAS dipengaruhi oleh siklus air yang terjadi.

Di dalam suatu DAS terdiri dari beberapa komponen, salah satunya aliran dasar (*baseflow*). Besarnya *baseflow* dapat dipengaruhi oleh kondisi topografi, jenis tanah, kondisi geologinya dan peruntukan lahan pada suatu DAS. *Baseflow* merupakan penyuplai air utama pada sungai saat musim kemarau. Saat kemarau debit air di sungai cenderung mengalami penurunan, sedangkan lahan pertanian tetap membutuhkan air setiap hari untuk pertumbuhan tanaman.

Salah satu cara untuk menganalisis aliran dasar adalah dengan menggunakan teknik pemisahan aliran dasar. Teknik pemisahan aliran dasar dapat dilakukan dengan metode *Recursive Digital Filter* (RDF). Metode RDF merupakan perhitungan matematis untuk pemisahan aliran dasar menggunakan *filter* ( $q_b(i)$ ,  $q_f(i)$ ,  $q_b(i-1)$ ,  $q_f(i-1)$ ) dan parameter ( $k$ ,  $C$ ,  $\alpha$ ).

Penelitian ini membahas kondisi ketersediaan aliran dasar berdasarkan debit terukur menggunakan 6 metode RDF untuk menganalisis aliran dasar pada DAS di Wilayah UPT PSDA Lumajang. Analisis mengenai besarnya aliran dasar, diharapkan dapat meningkatkan pemanfaatan dan pengelolaan sistem air terutama saat kemarau.

## 1.2 Rumusan Masalah

Saat kemarau aliran dasar digunakan sebagai dasar pemenuhan kebutuhan air di Sungai. Diharapkan saat musim kemarau pemanfaatan air dapat diatur sesuai kebutuhan sehingga air tetap tersedia.

Penelitian ini dibatasi dengan menggunakan 6 metode RDF yakni; (1) IHACRES (*Identification of Unit Hydrograph and Component Flows From Rainfall, Evaporation and Streamflow Data*), (2) BFLOW (Lynie & Hollick *Algorithm*), (3) Chapman *Algorithm*, (4) *One parameter algorithm*, (5) *Two parameter algorithm* (6) EWMA (*Exponentially Weighted Moving Average*) filter.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian aliran dasar tersebut adalah:

1. Menentukan metode yang optimal, berdasarkan enam metode RDF untuk analisis aliran dasar.
2. Menghitung *range* parameter wilayah UPT PSDA Lumajang.
3. Memperkirakan kondisi aliran pada sungai melalui besarnya nilai BFI.

## 1.5 Manfaat

Manfaat dari Penelitian ini adalah:

1. Mendapatkan metode yang optimal dari enam metode RDF pada setiap DAS.
2. Memberikan *range* parameter untuk analisis aliran dasar pada Dinas Pengairan Kabupaten Lumajang dalam upaya pengelolaan air.
3. Sebagai informasi pencegahan kekeringan atau banjir di daerah sekitar dengan menggunakan perkiraan besarnya nilai BFI.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Siklus Hidrologi

Siklus hidrologi terjadi karena pergerakan dan perubahan air di dalam hidrosfer. Proses awal yang terjadi yakni air di bumi menguap disebut sebagai evaporasi dan transpirasi (air pada permukaan tanaman yang menguap) sehingga membentuk uap air di atmosfer, selanjutnya terkondensasi menjadi awan. Hujan atau salju akan terjadi saat awan tidak mampu menampung air. Air hujan yang jatuh ke bumi akan diserap tanah dan sisanya mengalir sebagian menjadi aliran permukaan (*surface run-off*). Aliran permukaan akan mengalir ke sungai menjadi debit Sungai (*streamflow*) atau tersimpan di permukaan tanah dan masuk ke dalam tanah melalui proses infiltrasi. Air yang mengalir dalam lapisan tanah dapat menjadi mata air (*spring*) kemudian bergabung dengan aliran permukaan (Indarto, 2010 : 4-6). Proses siklus hidrologi tersebut disajikan seperti pada Gambar (2.1)

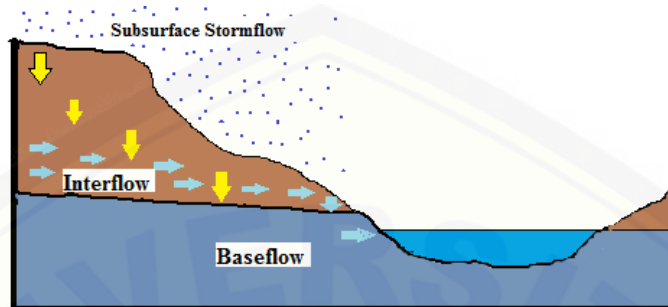


Gambar 2.1 Siklus Hidrologi (The COMET Program, 2013)

### 2.2 Aliran Dasar (*Baseflow*)

Aliran dasar (*baseflow*) merupakan salah satu komponen aliran yang ada di dalam tanah dan akan teramati dalam jangka waktu yang lama. *Baseflow* teramati sebagai debit di Sungai saat musim kemarau. Saat musim kemarau relatif tidak ada hujan yang jatuh namun di Sungai masih terdapat debit air. Aliran ini berasal dari air hujan yang terinfiltrasi dan masuk ke dalam tanah menjadi cadangan air

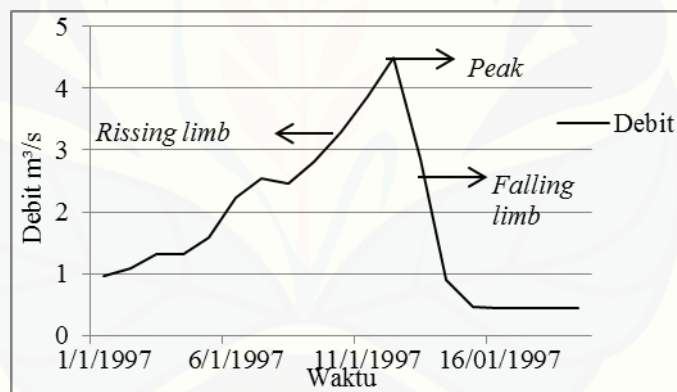
tanah, selanjutnya pada lokasi tertentu mengalir bergabung dengan debit sungai (Indarto, 2010 : 57). Proses terbentuknya aliran dasar disajikan seperti pada Gambar (2.2) berikut



Gambar 2.2 Aliran Dasar (The Comet Program, 2013)

### 2.3 Pengertian Hidrograf

Menurut Indarto (2010 : 37), Hidrograf merupakan grafik perubahan debit menurut satuan waktu. Kurva hidrograf disajikan seperti pada Gambar (2.3)



Gambar 2.3 Kurva hidrograf DAS Mujur (Sumber: Data olah primer, 2014)

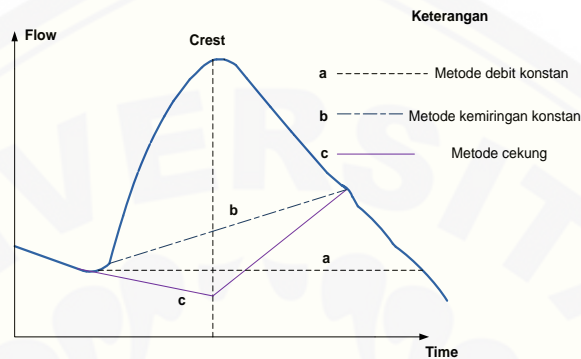
Hidrograf terdiri dari tiga bagian yakni; *peak* (puncak), *rising limb* (periode kenaikan), *falling limb* (periode penurunan) (Graszkiewicz *et al.*, 2009: 10-11).

### 2.4 Teknik Analisis Aliran Dasar

Brodie dan Hostetler (2010), menjelaskan bahwa teknik analisis aliran dasar terdiri dari metode *baseflow separation*, *frequency analysis* dan *recession analysis*. “Metode *baseflow separation* dibagi menjadi 2 metode yaitu pemisahan grafik dan pemisahan menggunakan *filter*” (Gregor, 2010).

### 2.4.1 Metode Pemisahan Grafik

Teknik pemisahan aliran dasar dapat dilakukan dengan berbagai cara, salah satunya dengan metode grafik. Metode grafik umumnya digunakan untuk menggambarkan komponen aliran dasar dari hidrograf dengan titik aliran dasar memotong *falling limb* (Brodie dan Hostetler, 2010).



Gambar 2.4 Metode pemisahan grafik (Linsley *et al.*, 1958).

Beberapa metode pemisahan grafik yang digunakan untuk memisahkan aliran dasar, diantaranya :

- Metode debit konstan**, mengasumsikan bahwa besarnya aliran dasar konstan sepanjang garis lengkung hidrograf.
- Metode kemiringan konstan**, yakni menghubungkan titik awal kenaikan debit (*rising limb*) dengan titik penurunan debit (*falling limb*).
- Metode cekung**, menggambarkan titik awal penurunan debit dinyatakan sebagai aliran dasar selama periode kenaikan (*rising limb*) dengan proyeksi penurunan hidrograf (Linsley *et al.*, 1958).

### 3.4.2 Metode Pemisahan menggunakan Filter

Menurut Brodie dan Hostetler (2010), metode *filter* memisahkan aliran dasar dari debit sungai terhadap waktu.

Teknik pemisahan *filter* menurut Gregor (2010), terdiri dari *fixed interval*, *sliding interval*, *local minimum method* dan *Recursive Digital Filter*.

Metode *Recursive Digital Filter* pertama kali disarankan oleh Lyne dan Hollick (1979) digunakan di Australia. Pernyataan tersebut direformulasikan



tahun 1990, kemudian disederhanakan tahun 1996 pada persamaan *One-parameter* (Chapman, 1999).

Metode RDF menampilkan rasio aliran dasar dari debit selama tidak terjadinya aliran cepat (*quickflow*) (Gregor, 2013).

Metode *Recursive Digital Filter* yang digunakan pada penelitian ini adalah 6 metode, sebagai berikut.

## 1. *One parameter algorithm*

Persamaan (2.1) mengasumsikan bahwa nilai *baseflow* hari ke-*i* ( $q_{b(i)}$ ) merupakan jumlah dari debit pada hari ke-*i* ( $q_{(i)}$ ) dan *baseflow* sebelum hari ke-*i* ( $q_{b(i-1)}$ ).

$$q_{b(i)} = \frac{k}{2-k} q_{b(i-1)} + \frac{1-k}{2-k} q_{(i)} \dots \dots \dots (2.1)$$

Keterangan :

$q_{b(i)}$  : nilai *baseflow* pada hari ke-*i*

$q_{(i)}$  : nilai debit sungai pada hari ke-*i*

$q_{b(i-1)}$  : nilai *baseflow* sebelum hari ke-*i*

$k$  : parameter *filter* koefisien nilai  $0 < k < 1, k \neq 0$

(Chapman dan Maxwell, 1996).

Persamaan (2.1) menggunakan satu parameter  $k$ . Parameter  $k$  merupakan konstanta resesi. Persamaan (2.1) lebih mudah untuk mengetahui nilai *baseflow* di suatu daerah aliran sungai karena hanya menggunakan satu parameter  $k$  sebagai konstanta resesi.

## 2. *Two parameter algorithm*

Persamaan (2.2) mengasumsikan bahwa nilai *baseflow* pada hari ke-*i* ( $q_{b(i)}$ ) merupakan hasil jumlah dari nilai *baseflow* sebelum hari ke-*i* ( $q_{b(i-1)}$ ) dan nilai debit pada hari ke-*i* ( $q_{(i)}$ ).

$$q_{b(i)} = \frac{k}{1+c} q_{b(i-1)} + \frac{c}{1+c} q(i) \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan :

$q_{b(i)}$  : nilai *baseflow* pada hari ke-*i*

$q_{b(i-1)}$  : nilai *baseflow* sebelum hari ke-*i*

$q(i)$  : debit sungai pada hari ke-*i*

$C$  : parameter pemisahan *baseflow*, koefisien nilai  $0 < C \leq 1, C \neq 0$

$k$  : parameter *filter*, koefisien nilai  $0 < k < 1, k \neq 0$

(Boughton, 1993).

Parameter C berasal dari (1-*k*), yang terdapat pada persamaan (2.1). Persamaan (2.2) digunakan oleh Boughton (2003) dalam pemodelan AWBM (*Australian Water Balance Model*). AWBM merupakan pemodelan neraca air antara hujan dan aliran (Boughton, 2003).

Persamaan (2.2) telah digunakan oleh Chapman dan Maxwell (1996), Graszkievicz *et al*, (2009), Gregor (2010) Brodie dan Hostetler (2010).

Persamaan (2.2) menggunakan dua parameter yakni C dan *k*. Metode *trial and error* digunakan pada kalibrasi, untuk menghitung atau mencari parameter yang bagus.

### 3. IHACRES – Three Parameter

Persamaan (2.3) mengasumsikan bahwa nilai *baseflow* hari ke-*i* ( $q_{b(i)}$ ) merupakan jumlah nilai debit pada hari ke-*i* ( $q(i)$ ) dan nilai debit sebelum hari ke-*I* ( $q(i-1)$ ), yang selanjutnya ditambah dengan nilai *baseflow* sebelum hari ke-*i* ( $q_{b(i-1)}$ ).

$$q_{b(i)} = \frac{k}{1+c} q_{b(i-1)} + \frac{c}{1+c} (q(i) + a_q q(i-1)) \dots\dots\dots (2.3)$$

Keterangan:

$q_{b(i)}$  : nilai *baseflow* pada hari ke-*i*

- $q_{(i)}$  : nilai debit pada hari ke- $i$   
 $q_{b(i-1)}$  : nilai *baseflow* sebelum hari ke- $i$   
 $k$  : parameter *filter*, koefisien nilai  $0 < k < 1, k \neq 0$   
 $C$  : parameter untuk pemisahan *baseflow*, koefisien  $0 < C \leq 1, C \neq 0$   
 $\alpha_q$  : parameter *filter* (Jakeman dan Hornberger, 1993: 48-54).

IHACRES merupakan pengembangan dari persamaan *Two Parameter*. Persamaan IHACRES menggunakan 3 parameter yaitu  $k$ ,  $C$ , dan  $\alpha$ . Parameter  $k$  dan  $C$  yang berasal dari persamaan *Two Parameter* dan  $\alpha_q$  merupakan parameter tambahan yang dikembangkan oleh Jakeman dan Hornberger (1993).

Persamaan ini telah digunakan oleh para peneliti diantaranya Chapman (1999), Brodie dan Hostetler (2010).

#### 4. Lynie & Hollick *Algorithm*

Persamaan (2.4a) digunakan untuk menghitung nilai *quickflow* pada hari ke- $i$  ( $q_{f(i)}$ ) dari jumlah antara a dan b. Variabel a merupakan nilai *quickflow* sebelum hari ke- $i$  ( $q_{f(i-1)}$ ). Variabel b merupakan selisih antara nilai debit pada hari ke- $i$  ( $q_{(i)}$ ) dan nilai debit sebelum hari ke- $i$  ( $q_{(i-1)}$ ).

$$q_{f(i)} = \alpha q_{f(i-1)} + (q_{(i)} - q_{(i-1)}) \frac{1+\alpha}{2} \dots\dots\dots (2.4a)$$

Keterangan:

- $q_{f(i)}$  : nilai *quickflow* pada hari ke- $i$   
 $q_{f(i-1)}$  : nilai *quickflow* sebelum hari ke- $i$   
 $q_{(i)}$  : nilai debit pada hari ke- $i$   
 $q_{(i-1)}$  : nilai debit sebelum hari ke- $i$   
 $\alpha$  : parameter *filter*, nilai koefisien  $0 \leq \alpha < 1$

(Lyne dan Hollick, 1979: 89-91).

Selanjutnya, nilai *baseflow* ( $q_{b(i)}$ ) dapat dihitung dari hasil selisih antara nilai debit ( $q_{(i)}$ ) dengan nilai *quickflow* ( $q_{f(i)}$ ) seperti pada persamaan (2.4b).

$$q_{b(i)} = q_{(i)} - q_{f(i)} \dots\dots\dots (2.4b)$$

Keterangan :

$q_{b(i)}$  : nilai *baseflow* pada hari ke- $i$

$q_{(i)}$  : nilai debit pada hari ke- $i$

$q_{f(i)}$  : nilai *quickflow* pada hari ke- $i$  (Lyne dan Hollick, 1979: 93).

Persamaan (2.4a) hanya menggunakan satu parameter filter yaitu  $\alpha$ . Lyne dan Hollick (1979), menyatakan bahwa nilai  $\alpha$  yang dapat direkomendasikan untuk debit harian yakni 0,925. Nathan dan McMahon (1990), menyimpulkan bahwa nilai  $\alpha$  sebesar 0,925 paling tepat untuk studi kasus dilokasi Australia selatan.

Persamaan (2.4a) dikenalkan oleh Lyne dan Hollick (1979) untuk pemisahan *baseflow* dengan menggunakan perhitungan *quickflow*. Persamaan (2.4a) telah digunakan oleh Nathan dan McMahon (1990), Tullaram dan Ilahee (2008), Brodie dan Hostetler (2010).

### 5. Chapman Algorithm

Persamaan (2.5) digunakan untuk mencari nilai *quickflow* pada hari ke- $i$  dengan asumsi bahwa nilai *quickflow* ( $q_{f(i)}$ ) merupakan selisih dari nilai debit pada hari ke- $i$  ( $q_{(i)}$ ) dan nilai debit sebelum hari ke- $i$  ( $q_{(i-1)}$ ), selanjutnya ditambah nilai *quickflow* sebelum hari ke- $i$  ( $q_{f(i-1)}$ ) (Chapman, 1991: 7-9).

$$q_{f(i)} = \frac{3\alpha-1}{3-\alpha} q_{f(i-1)} + \frac{2}{3-\alpha} (q_{(i)} - \alpha q_{(i-1)}) \dots\dots\dots (2.5a)$$

Keterangan :

$q_{(i)}$  : nilai debit pada hari ke- $i$

$q_{(i-1)}$  : nilai debit sebelum hari ke- $i$

- $q_f(i)$  : nilai *quickflow* pada hari ke- $i$
- $q_f(i-1)$  : nilai *quickflow* sebelum hari ke- $i$
- $\alpha$  : parameter *filter*, nilai koefisien  $0 \leq \alpha < 1$  (Chapman, 1991: 7-9).

Selanjutnya, nilai *baseflow* ( $q_{b(i)}$ ) dapat dihitung dengan

$$q_{b(i)} = q(i) - q_f(i) \dots\dots\dots (2.5b)$$

#### 6. EWMA

Tularam dan Ilahee (2008) mengenalkan persamaan (2.6) dengan asumsi bahwa nilai *baseflow* pada hari ke- $i$  ( $q_{b(i)}$ ) merupakan jumlah dari nilai debit pada hari ke- $i$  ( $q(i)$ ) dan nilai *baseflow* sebelum hari ke- $i$  ( $q_{b(i-1)}$ ).

$$q_{b(i)} = \alpha q(i) + (1 - \alpha) q_{b(i-1)} \dots\dots\dots (2.6)$$

Keterangan:

- $q_{b(i)}$  : nilai *baseflow* pada hari ke- $i$
- $q(i)$  : nilai debit pada hari ke- $i$
- $q_{b(i-1)}$  : nilai *baseflow* pada hari sebelumnya
- $\alpha$  : parameter *filter* (Tularam dan Ilahee, 2008).

Persamaan ini menggunakan satu parameter *filter*. Tularam dan Ilahee (2008) menjelaskan bahwa parameter  $\alpha$  ditentukan dari 3 sampai 5 kejadian debit dari DAS yang sama berdasarkan analisis sensitifitas. Ketentuan dari nilai parameter ini adalah  $0 \leq \alpha < 1$  (Shome *et al.*, 2012: 82).

#### 2.5 RMSE (*Root Mean Square Error*)

RMSE merupakan cara untuk mengevaluasi atau mengukur kesalahan dalam pendugaan. Menurut referensi umum, nilai RMSE optimal adalah  $RMSE \leq 1.00$ . Persamaan RMSE adalah sebagai berikut :

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Z_{fi} - Z_{oi})^2}{n}} \dots\dots\dots(2.7)$$

Keterangan :

n = jumlah data

$Z_{fi}$  = debit terhitung

$Z_{oi}$  = debit terukur (Barnston dan Anthony, 1992).

### 2.6 R Square ( $R^2$ )

Penilaian statistik untuk pemodelan hidrologi dapat menggunakan metode R Square ( $R^2$ ). Nilai R square digunakan untuk mengetahui tingkat kesesuaian nilai debit terhitung dan terukur. Persamaan R Square yaitu

$$R^2 = 1 - \frac{\sum (Z_{oi} - Z_{fi})^2}{(Z_{oi} - \hat{Z}_{fi})^2} \dots\dots\dots(2.8)$$

Keterangan :

$R^2$  : Tingkat kesesuaian debit terukur dan terhitung

$Z_{oi}$  : Debit terukur

$Z_{fi}$  : Debit terhitung

$\hat{Z}_{fi}$  : Rerata debit terhitung (Indarto, 2010 : 170).

Nilai R square berkisar antara 0 sampai 1. Semakin besar nilai R square, semakin baik model regresi yang diperoleh (Kurniawan, 2008).

### 2.7 Flow Duration Curve (FDC)

Penilaian statitik pada pemodelan hidrologi juga dapat menggunakan FDC. FDC merupakan range data rentang waktu dan debit, dengan menggunakan persentase. FDC digunakan untuk melengkapi informasi hidrologi mengenai aliran sungai berdasarkan data harian, bulanan atau dengan interval waktu

tertentu. Penggunaan aplikasi FDC dapat digunakan untuk pengelolaan air sungai (Vogel dan Fennessey, 1994: 485-487).

Langkah dasar dalam pembuatan *flow duration curve* sebagai berikut;

1. Menyiapkan data debit sungai
2. Menyusun data debit menurun dari yang terbesar
3. Mengurutkan data aliran
4. Memperoleh frekuensi kejadian atau probabilitas

Persamaan frekuensi kejadian debit sebagai berikut;

$$F = 100 \times \frac{R}{n+1}$$

Keterangan :

$F$  : Frekuensi kejadian

$R$  : Urutan atau peringkat

$n$  : Jumlah data (Kannan dan Jeong, 2011).

## 2.8 Kalibrasi

Kalibrasi adalah proses penyesuaian parameter suatu model. Proses kalibrasi dikatakan berhasil jika nilai parameter telah mencapai patokan ketelitian yang ditentukan. Proses kalibrasi dapat dilakukan dengan 3 cara yaitu pengaturan parameter secara manual berdasarkan pengamatan, pengaturan parameter secara otomatis dan kombinasi antara coba ulang secara manual dan otomatis (Fleming, 1975).

## 2.9 Validasi

Proses validasi adalah suatu tindakan penilaian terhadap parameter, berdasarkan percobaan untuk membuktikan bahwa parameter tersebut memenuhi persyaratan untuk penggunaannya (Harmita, 2004).

Validasi model hidrologi dapat dilakukan jika terdapat data terukur yang digunakan sebagai data masukan model yang kemudian menghasilkan data simulasi (Setiawan, 2010).





**BAB 4. KARAKTERISTIK FISIK DAN HIDROLOGI**

**4.1 Karakteristik Fisik DAS**

a. Bentuk dan Luas

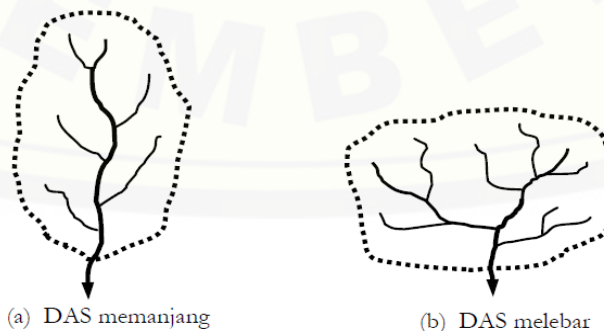
Karakteristik fisik atau hidrologi suatu DAS merupakan gambaran dari kenampakan yang terjadi dari suatu DAS. Analisa karakteristik suatu DAS digunakan untuk mengetahui ciri-ciri atau perbedaan dari masing - masing DAS. Karakteristik masing-masing DAS disajikan Tabel (4.1) sebagai berikut

Tabel 4.1 Bentuk dan Luas DAS

Karakteristik	DAS-Mayang	DAS-Rawatamtu	DAS-Sanenrejo	DAS-K.Asen-Sentul	DAS-Kr.Asam	DAS-Mujur	DAS-Wonorejo
Luas (km <sup>2</sup> )	264,25	771,83	275,48	327,48	179,16	199,14	116,84
Keliling (km)	97,99	149,29	83,18	105,87	76,68	87,47	51,99
Bentuk	Memanjang	Triangle melebar	Elips memanjang	Triangle melebar	Memanjang	Memanjang	Triangle melebar
Ketinggian (mdpl)	107-3176	33-3040	20-1207	95-2357	173-2741	57-3049	60-1569

(Sumber : Data sekunder diolah, 2014)

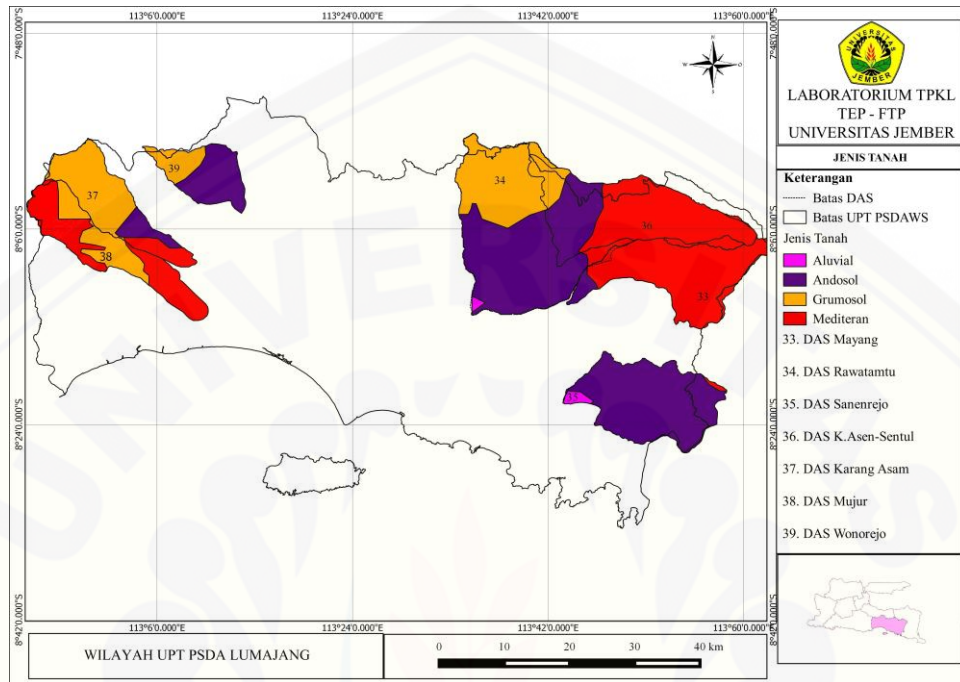
Menurut Suripin (2004), Bentuk DAS dapat mempengaruhi pola aliran dalam sungai. Pengaruh tersebut terlihat pada aliran permukaan (*quickflow*) yang terjadi pada sungai. Bentuk DAS memanjang cenderung menghasilkan laju aliran permukaan yang lebih kecil bila dibandingkan dengan bentuk melebar. Hal ini disebabkan aliran permukaan yang menuju bagian hilir lebih lambat, berpengaruh terhadap laju dan volume. Sebaliknya untuk bentuk melebar laju aliran akan sampai hilir pada saat yang sama, sehingga dapat menghasilkan debit puncak. Bentuk DAS disajikan seperti pada Gambar (4.1) berikut.



Gambar 4.1 Bentuk DAS (Suripin, 2004)

b. Karakteristik Tanah

Berdasarkan data jenis tanah Jawa Timur, di Wilayah UPT PSDA Lumajang memiliki 4 jenis tanah. Peta jenis tanah disajikan Gambar (4.2)



Gambar 4.2 Karakteristik tanah di Wilayah UPT PSDA Lumajang (Sumber: Hasil Pemetaan, 2014)

Berdasarkan Gambar 4.2 tanah pada DAS Sanenrejo, DAS Wonorejo dan DAS Rawatamtu didominasi oleh Andosol. Pada DAS Mayang, DAS K.Asen Sentul dan DAS Mujur didominasi tanah mediteran. Sedangkan DAS Kr.Asam didominasi oleh Grumosol. Tabel 4.2 menunjukkan persentase luas jenis tanah setiap DAS

Tabel 4.2 Jenis tanah

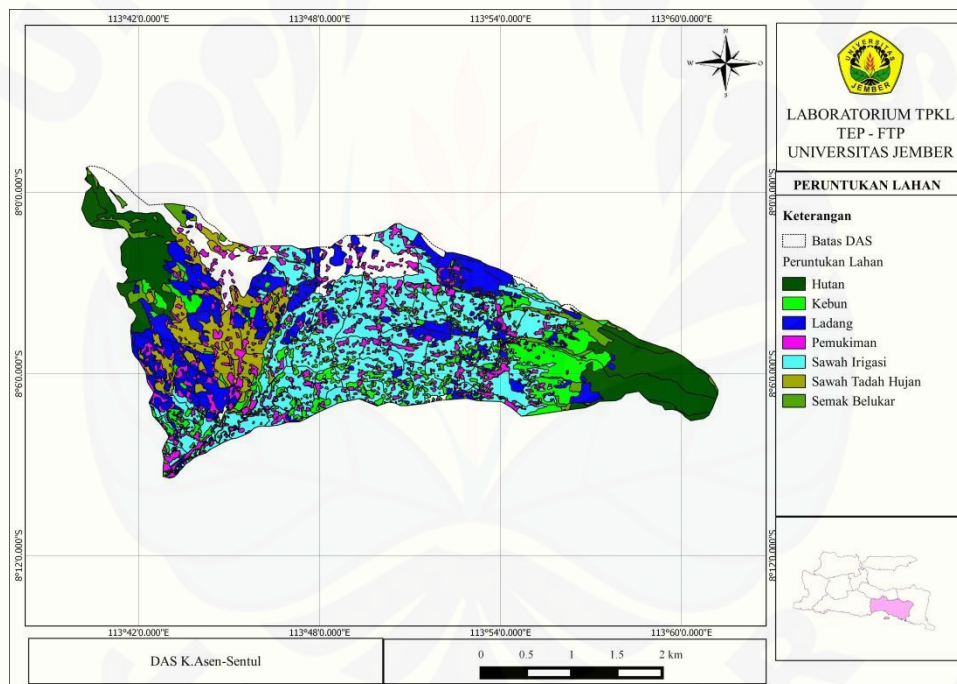
Nama DAS	Mediteran		Andosol		Grumosol		Aluvial	
	Km	%	Km	%	Km	%	Km	%
DAS Mayang	243,03	95,10	12,82	4,85	-	-	-	-
DAS Rawatamtu	219,93	25,54	350,06	45,43	210,00	27,20	3,49	0,40
DAS Sanenrejo	2,52	0,91	264,70	96,11	-	-	7,70	2,79
DAS K.Asen Sentul	204,34	62,40	92,18	28,10	30,52	9,33	-	-
DAS Kr.Asam	29,40	14,93	26,75	16,50	121,94	6,00	-	-
DAS Mujur	126,80	63,72	-	-	70,50	35,40	-	-
DAS Wonorejo	-	-	80,00	68,40	36,94	31,59	-	-

(Sumber : Data sekunder diolah, 2014)

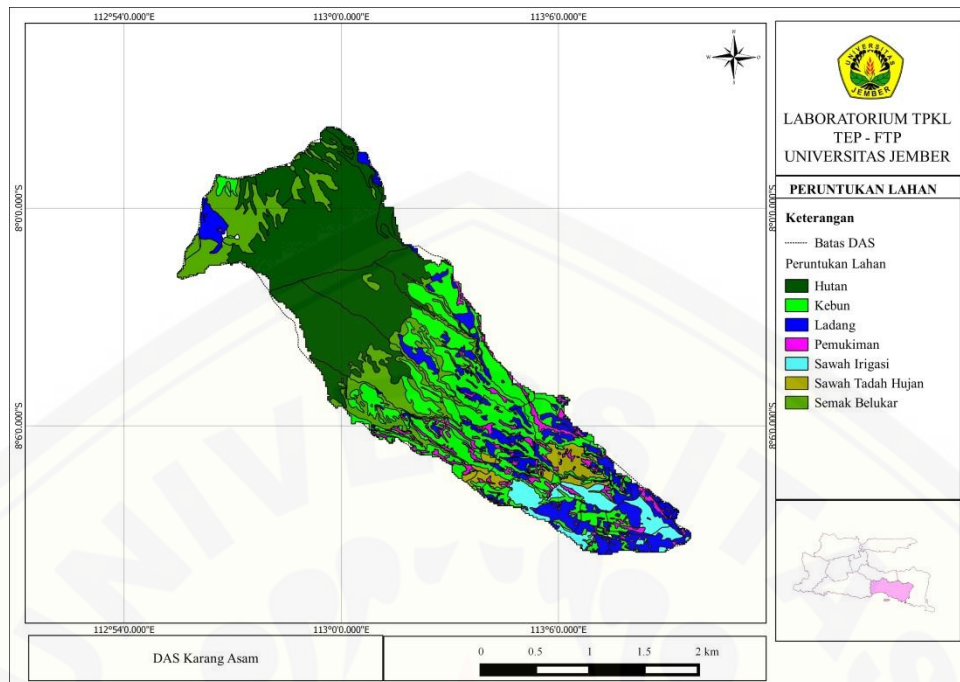
Menurut Buringh (1993), bahwa tanah aluvial atau endapan terbentuk dari lumpur sungai yang mengendap dan bersifat subur. Sedangkan untuk tanah mediteran terbentuk dari pelapukan kapur dan kemampuan menahan air cukup lama. Tanah andosol umumnya berwarna hitam, mengandung abu vulkanik > 60%. Tanah andosol baik untuk pertanian dan dapat menyerap air cukup banyak. Tanah grumosol memiliki kadar liat > 30% berwarna gelap. Saat musim kering, maka tanah akan retak dan saat basah akan lengket.

### c. Peruntukan Lahan

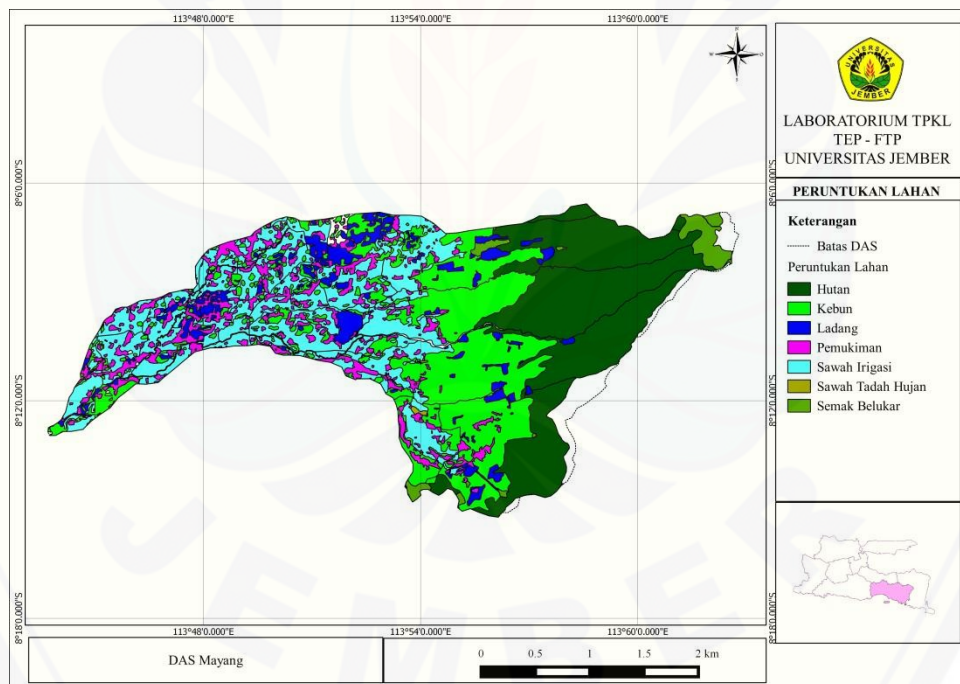
Peruntukan lahan setiap DAS disajikan pada Gambar (4.3 DAS Karang Asen-Sentul, 4.4 DAS Karang Asam, 4.5 DAS Mayang, 4.6 DAS Mujur, 4.7 DAS Rawatamtu, 4.8 DAS Sanenrejo dan 4.9 DAS Wonorejo).



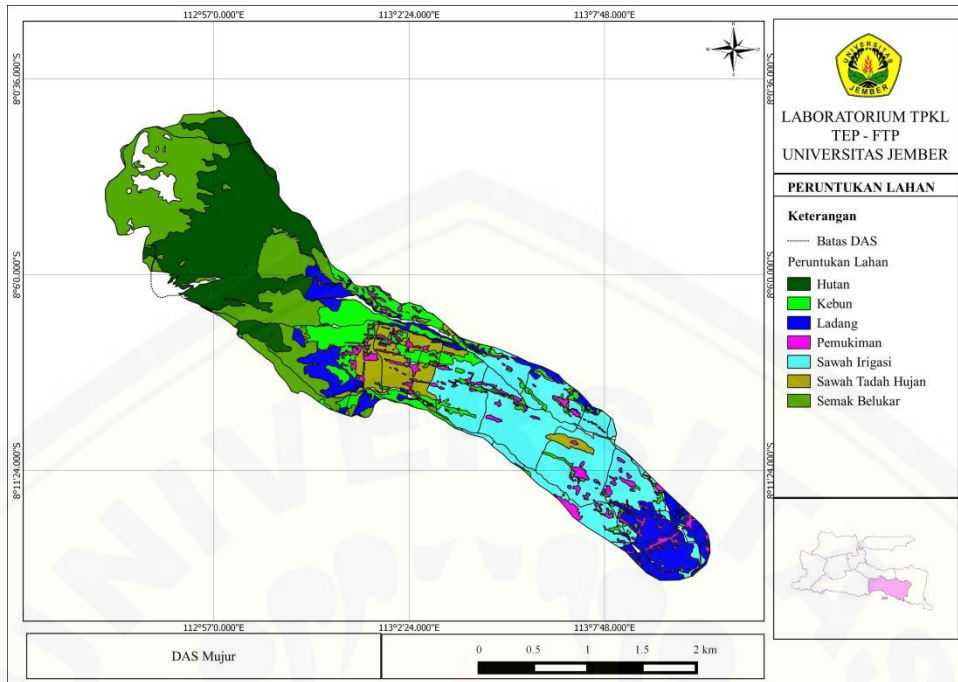
Gambar 4.3 Peruntukan lahan DAS Karang Asen-Sentul (Sumber: Hasil Pemetaan, 2014)



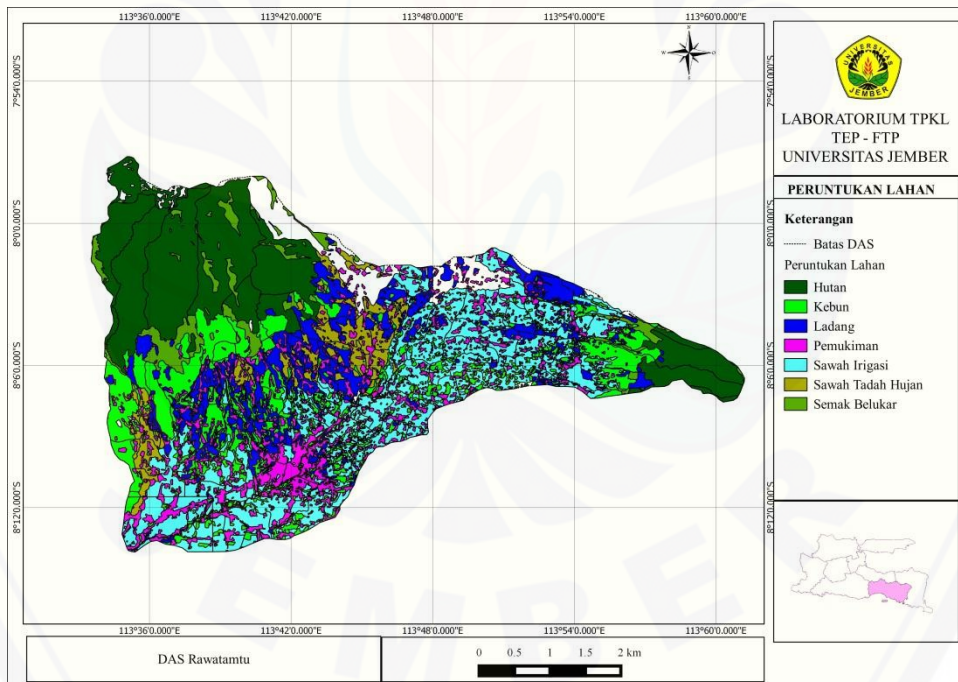
Gambar 4.4 Peruntukan lahan DAS Karang Asam (Sumber : Hasil Pemetaan, 2014)



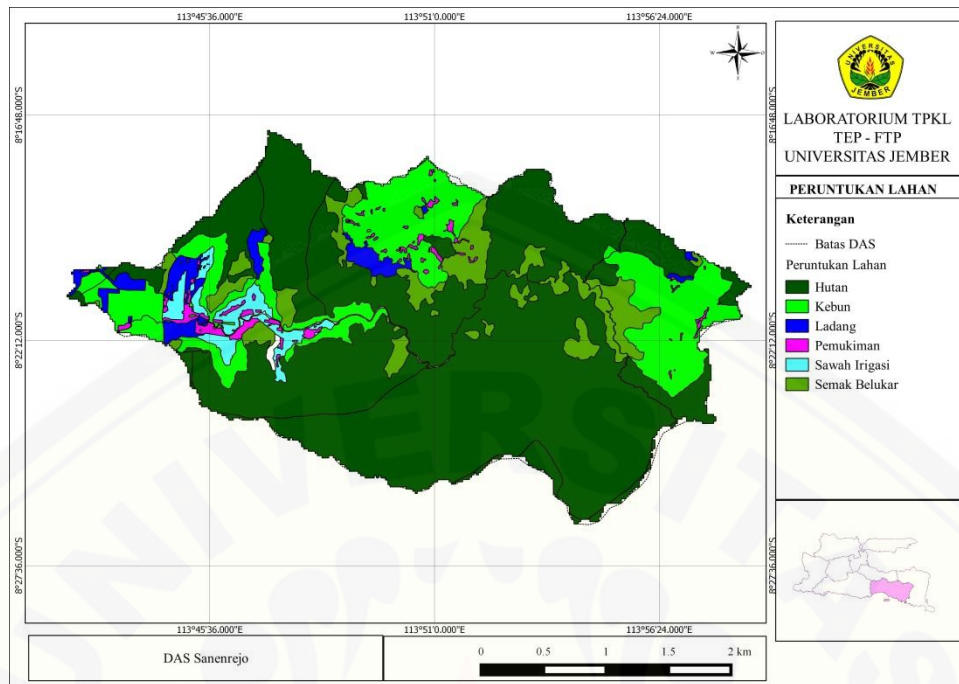
Gambar 4.5 Peruntukan lahan DAS Mayang (Sumber : Hasil Pemetaan, 2014)



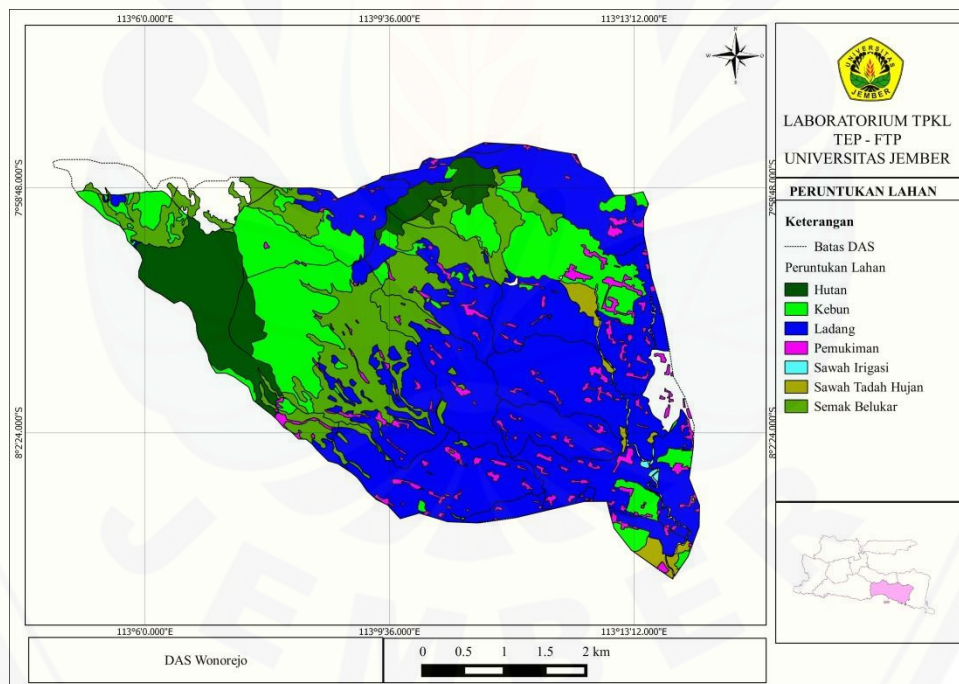
Gambar 4.6 Peruntukan lahan DAS Mujur (Sumber : Hasil Pemetaan, 2014)



Gambar 4.7 Peruntukan lahan DAS Rawatamtu (Sumber : Hasil Pemetaan, 2014)



Gambar 4.8 Peruntukan lahan DAS Sanenrejo (Sumber : Hasil Pemetaan, 2014)



Gambar 4.9 Peruntukan lahan DAS Wonorejo (Sumber : Hasil Pemetaan, 2014)

Secara keseluruhan dari tujuh DAS yang terdapat di Wilayah UPT PSDA Lumajang, terlihat tataguna lahan yang berbeda pada setiap DAS. Pada DAS K.Asen-Sentul dan DAS Mayang sebagian besar lahan difungsikan untuk sawah irigasi. Selanjutnya untuk DAS Kr.Asam, DAS Mujur, DAS Rawatamtu dan DAS

Sanenrejo didominasi oleh hutan. Pada DAS Wonorejo ladang menjadi daerah terluas di DAS tersebut. Peruntukan lahan setiap DAS disajikan pada Tabel (4.3a) dan (4.3b) sebagai berikut

Tabel 4.3a Luas Peruntukan Lahan

Peruntukan Lahan	DAS						
	Rawatamtu	Mayang	Wonorejo	Karang Asam	Mujur	Sanenrejo	K.Asen-Sentul
	Km <sup>2</sup>	Km <sup>2</sup>	Km <sup>2</sup>	Km <sup>2</sup>	Km <sup>2</sup>	Km <sup>2</sup>	Km <sup>2</sup>
Pemukiman	94,93	30,3	7,36	8,59	8,36	4,13	23,97
Sawah Irigasi	176,74	77,42	0,11	7,16	41,22	6,88	98,7
Sawah Tadah Hujan	40,9	0,26	5,02	5,01	11,15	-	36,93
Kebun	128,12	63,94	24,41	-	21,1	50,68	43,55
Hutan	201,44	64,74	6,07	110,3	47,59	180,99	64,31
Semak Belukar	32,41	5,81	13,09	26,69	45,8	23,41	4,32
Ladang	92,61	17,7	58,88	21,32	16,92	7,98	46,53

(Sumber : Data sekunder diolah, 2014)

Tabel 4.3b Persentase Peruntukan Lahan

Peruntukan Lahan	DAS						
	Rawatamtu	Mayang	Wonorejo	Karang Asam	Mujur	Sanenrejo	K.Asen-Sentul
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Pemukiman	12,30	11,50	6,30	4,80	4,20	1,50	7,32
Sawah Irigasi	22,90	29,30	0,10	4,00	20,70	2,50	30,14
Sawah Tadah Hujan	5,30	0,10	4,30	2,80	5,60	-	11,28
Kebun	16,60	24,20	20,90	-	10,60	18,40	13,30
Hutan	26,10	24,50	5,20	61,60	23,90	65,70	19,64
Semak Belukar	4,20	2,20	11,90	14,90	23,00	8,50	1,32
Ladang	12,00	6,70	50,40	11,90	8,50	2,90	14,21

(Sumber : Data sekunder diolah, 2014)

Informasi mengenai tataguna lahan suatu DAS berkaitan langsung dengan *quickflow*. Peruntukan lahan dapat menjadi salah satu faktor besarnya *quickflow* disuatu daerah. Perubahan tataguna lahan pada daerah konservasi menjadi kawasan seperti perkebunan dapat menimbulkan banjir, tanah longsor dan kekeringan (Asdak, 1995).

#### 4.2 Karakteristik Hujan

UPT PSDA Lumajang terletak di Kabupaten Lumajang dengan dua musim yaitu musim kemarau dan musim hujan. Berikut karakteristik hujan tujuh DAS, disajikan pada Tabel (4.4)

Tabel 4.4 Karakteristik Hujan Tujuh DAS

Karakteristik	DAS- Mayang	DAS- Rawatamtu	DAS- Sanenrejo	DAS- K.Asen- Sentul	DAS- Kr.Asam	DAS- Mujur	DAS- Wonorejo
Minimal	0	0	0	0	0	0	0
Maximal	69,7	68,4	102,5	98	104	124,2	99,3
Rata-rata	5,18	4,98	3,9	12,4	14,35	5,69	4,79

(Sumber : Data diolah, 2014)

Data hujan harian diperoleh dari masing-masing stasiun hujan yang terdapat di DAS tersebut. Selanjutnya dilakukan rata-rata setiap hari untuk semua stasiun hujan di DAS tersebut.

### 4.3 Karakteristik Debit

Data debit diolah menggunakan *software* RAP (*River Analysis Package*). Tabel (4.5) menunjukkan karakteristik debit di tujuh DAS.

Tabel 4.5 Karakteristik Debit

Karakteristik	DAS- Mayang	DAS- Rawatamtu	DAS- Sanenrejo	DAS- K.Asen- Sentul	DAS- Kr.Asam	DAS- Mujur	DAS- Wonorejo
Minimal	0,21	0,82	0,03	1,68	1,68	0,17	10,00
Maximal	70,45	588,00	283,00	104,00	104,00	23,20	196,06
Rata-rata	5,75	35,90	9,89	14,17	14,35	5,05	18,57
Skewnees	1,34	1,78	2,60	1,88	1,91	1,24	1,24

(Sumber : Data diolah, 2014)

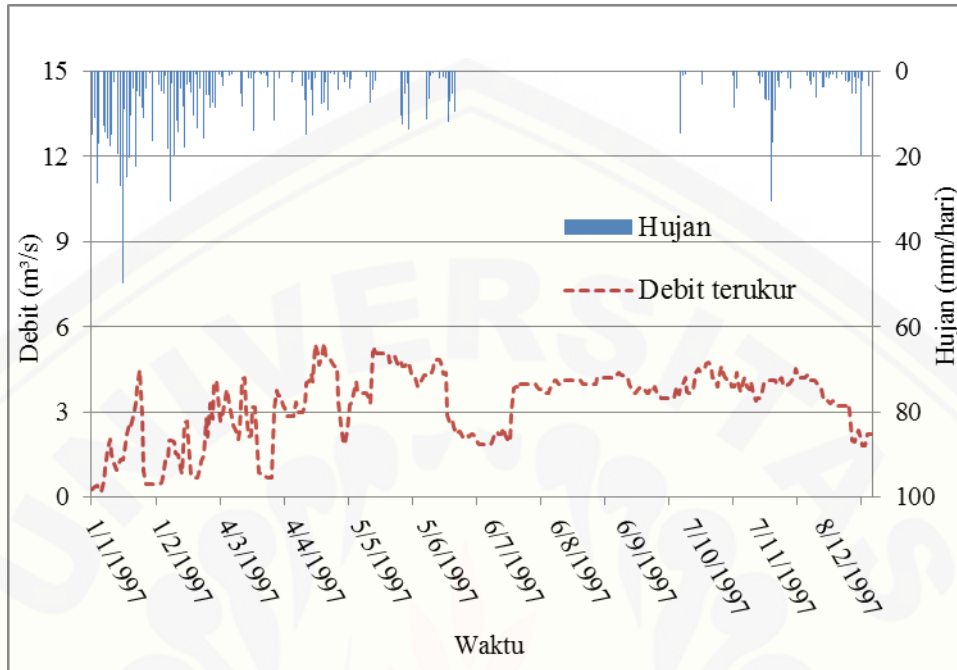
Data debit harian diperoleh dari stasiun pengukuran pada masing-masing outlet ke tujuh DAS. Data debit tersebut untuk memodelkan setiap metode yang digunakan. *Skewness* atau kemiringan digunakan untuk mengetahui sejauh mana perbedaan *mean* dan *median*. *Skewness* juga dapat digunakan untuk memprediksi DAS yang mempunyai respon cepat dan lambat dengan hujan (Indarto *et al.*, 2010).

Berdasarkan Tabel (4.5) terlihat nilai *skewness* tertinggi pada DAS Sanenrejo. Namun bila diperhatikan luas DAS Sanenrejo, relatif tidak luas bila dibandingkan DAS Rawatamtu. DAS Sanenrejo memiliki respon cepat, sehingga terbentuknya debit di sungai dengan waktu hujan yang terjadi cukup cepat. Nilai *Skewness* yang tinggi memiliki potensi rawan akan banjir. Hal tersebut karena debit besar yang terjadi sewaktu-waktu akibat intensitas hujan tinggi.



#### 4.4 Hubungan Hujan dan Debit Terukur

Hubungan antara hujan dan debit DAS Mujur, disajikan pada Gambar (4.10)



Gambar 4.10 Hubungan data hujan dan debit tahun 1997 pada DAS Mujur (Sumber: Data diolah, 2014)

Dari Gambar (4.10) nilai hujan tertinggi terjadi pada tanggal 30 Januari 1997 dengan intensitas 50 mm/hari. Namun debit saat itu tidak menunjukkan peningkatan yang signifikan. Hal tersebut dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya jenis tanah pada DAS tersebut.

Pada DAS Mujur, memiliki tanah dengan jenis mediteran. Jenis tanah mediteran tersebut, merupakan tanah yang terbentuk dari pelapukan batu kapur dengan tipe sangat berat. Tanah kapur dapat menyimpan air dengan kekuatan daya menyimpan air yang cukup. Intensitas hujan tinggi, sebagian air akan diserap oleh tanah dan sebagian menjadi aliran permukaan. Sehingga debit tetap stabil dan tidak terjadi kenaikan debit yang signifikan saat terjadinya hujan.

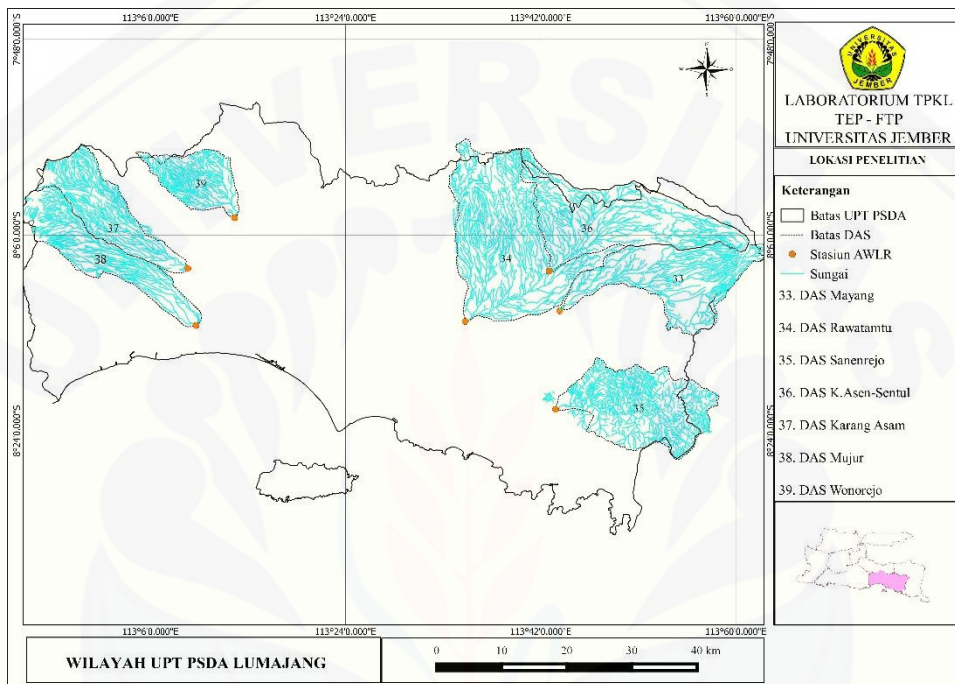
### BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

##### 3.1.1 Tempat Penelitian

###### a. Lokasi Penelitian

Peta lokasi penelitian, disajikan seperti pada Gambar (3.1) berikut



Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian (Sumber: Hasil Pemetaan, 2014)

###### b. Lokasi Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan di Laboratorium Teknik Pengendalian dan Konservasi Lingkungan (TPKL) Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

##### 3.1.2 Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan mulai bulan Februari 2014 sampai Desember 2014.

## 3.2 Alat dan Bahan Penelitian

### 3.2.1 Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

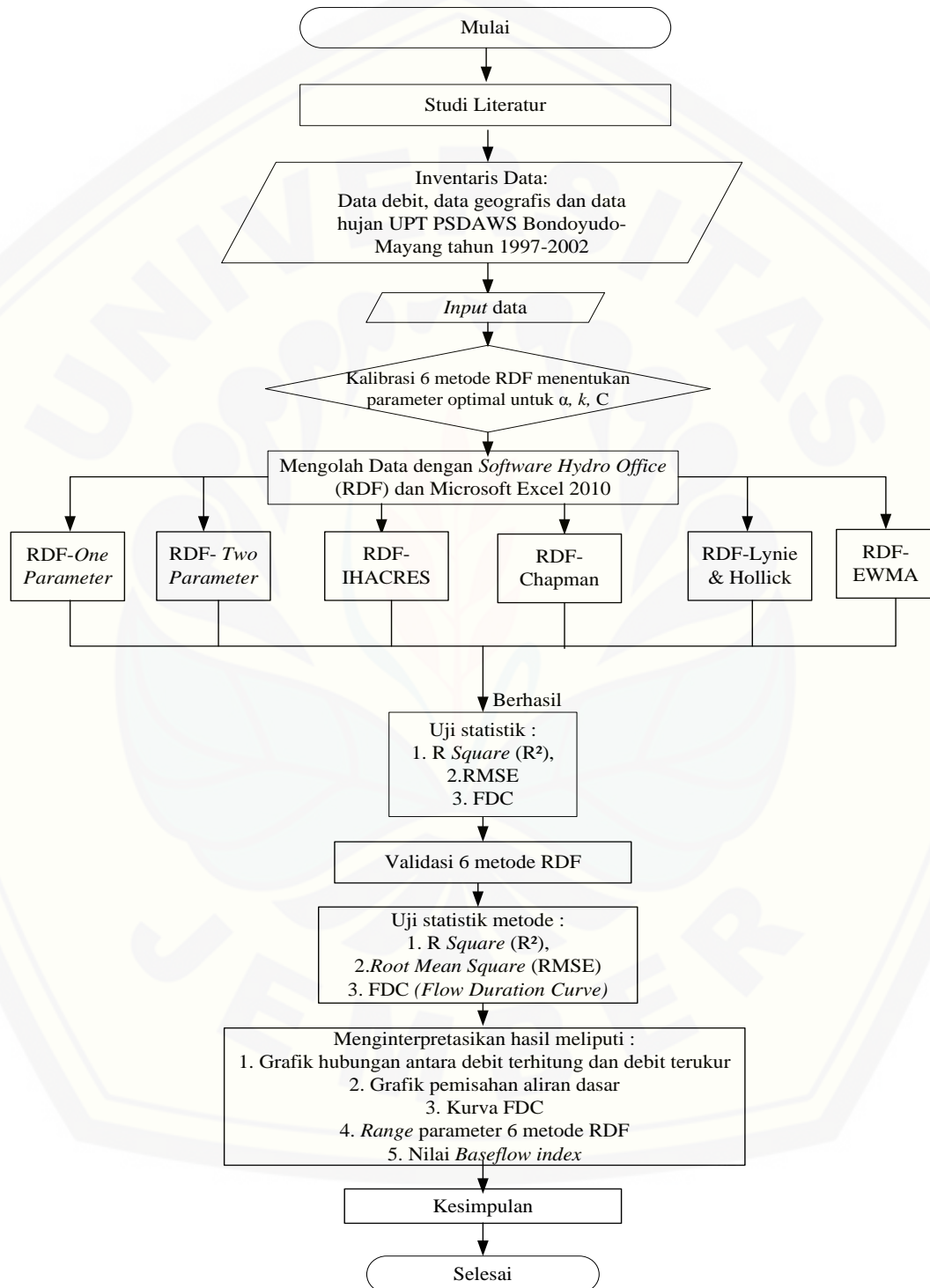
- a. Seperangkat *Personal Computer* (PC) :digunakan untuk mengolah data input
- b. *Software Hydrooffice* :digunakan untuk memperkirakan besarnya aliran dasar
- c. *Microsoft Excel 2007* :digunakan untuk menghitung data setiap tahun atau bulannya
- d. *Software ArcGis* :digunakan untuk mengelola data spasial

### 3.2.2 Bahan

- a. Data debit harian tahun 1997-2002  
Data debit harian digunakan untuk proses kalibrasi 6 metode dan menganalisis besarnya *baseflow*. Data debit harian menggunakan satuan  $m^3/s$ .
- b. Data curah hujan tahun 1997-2002  
Data curah hujan digunakan sebagai *input* model hidrologi. Data hujan dalam satuan mm/hari.

### 3.3 Tahapan Penelitian

Secara umum tahapan penelitian, disajikan seperti pada Gambar (3.2) sebagai berikut:



Gambar 3.2 Diagram alir penelitian

## 3.4 Tahapan Pelaksanaan

### 3.4.1 Inventarisasi Data

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data debit harian dengan format .csv. Data diambil dari hasil inventarisasi dengan menggunakan data dari tahun 1997–2002. Penggunaan data tahun 1997-2002 didasarkan pada kelengkapan data. Pada tahun 1996 dan 2002-2005, data debit yang akan digunakan banyak yang kosong.

### 3.4.2 Pengolahan Data

Data debit harian diformat dalam excel dengan ekstensi .txt agar dapat terbaca oleh 6 metode filter. Proses *running* keenam metode RDF didasarkan pada metode *trial and error* dan tidak menggunakan data fisik DAS dalam pengolahannya. *Running* keenam metode RDF yang optimal dilakukan pada setiap tahun yang digunakan, selanjutnya ditentukan rentang koefisien parameter yang sesuai. Parameter yang digunakan enam metode diantaranya  $k$ ,  $C$ , dan  $\alpha$ . Selanjutnya digunakan koefisien parameter dari masing-masing metode untuk menghasilkan besarnya nilai *baseflow* dan *baseflow index*.

### 3.4.3 Kriteria

Kriteria statistik yang digunakan pada proses kalibrasi dan validasi yakni *R Square* ( $R^2$ ) dan RMSE. Setelah di kalibrasi, jika parameter menghasilkan nilai *R Square* mendekati 1 dan RMSE mendekati 0 maka dapat dikatakan bagus atau layak. Apabila nilai *R Square* tidak mendekati 1 dan nilai RMSE tidak mendekati 0 sebaiknya dilakukan penentuan *range* parameter ulang agar diperoleh *range* parameter yang optimum. Uji statistik meliputi *R Square*, RMSE dan FDC.

Saat musim kering terjadi, hampir seluruh sungai bersumber dari air tanah. Bagian dasar dari kurva FDC, dapat menunjukkan secara umum karakteristik dari kumpulan air tanah di DAS tersebut. Kurva durasi aliran menunjukkan terjadinya berbagai tingkatan aliran. Kurva FDC merupakan kurva frekuensi kumulatif dengan cara mengatur semua catatan debit berdasar besarnya urutan atau nilai dan dibagi sesuai dengan persentase waktu (Pettyjohn dan Henning, 1979).

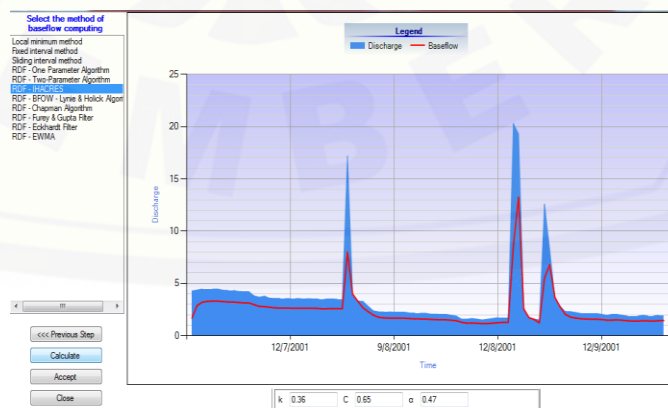
Prinsip FDC, metode yang optimal akan ditunjukkan dengan kurva hubungan garis yang berhimpitan antara debit terhitung dengan debit terukur pada masing-masing metode.

## 3.4.4 Kalibrasi

Kalibrasi dilakukan pada bulan kering yakni antara bulan Juli, Agustus, September tahun 1997-2002. Penggunaan tiga bulan pada proses kalibrasi didasarkan pada musim kemarau yang berkisar bulan April – Oktober. Sehingga digunakan tiga bulan diantaranya. Pada periode tersebut tidak terjadi hujan atau minim terjadinya hujan pada tujuh DAS. Nilai parameter ( $C$ ,  $k$  dan  $\alpha$ ) dihitung dengan menggunakan metode *trial and error*.

Proses kalibrasi dengan menggunakan metode *trial and error*:

1. Menampilkan data debit periode Juli-September tahun 1997-2002 dengan format .txt kedalam *software Hydrooffice*.
2. Penggunaan *tool parameter calibration* untuk setiap tahunnya (6 tahun).
3. Memilih metode yang akan dilakukan sebelum melakukan proses *trial and error* pada parameter.
4. Proses *trial and error* dilakukan untuk mendapatkan nilai parameter setiap tahunnya.
5. Parameter dengan tingkat akurasi tinggi, ditunjukkan oleh grafik pemisahan aliran dasar dimana debit terhitung mendekati debit terukur.



Gambar 3.3 Pemisahan aliran dasar pada *Hydrooffice*

6. Parameter yang dihasilkan selama 6 tahun di rata-rata. Sehingga mendapatkan satu parameter.
7. Satu parameter tersebut digunakan untuk pengambilan data *baseflow* dan *baseflow index* seluruh tahun.
8. *Range* parameter diambil dari nilai parameter yang dihasilkan 6 tahun.

Metode *trial and error*, banyak direkomendasikan untuk pemodelan hujan aliran yang berkaitan dengan parameter. Metode tersebut bersifat cukup sederhana (Indarto, 2010).

### 3.4.5 Validasi

Proses selanjutnya yaitu validasi, untuk mengetahui layak atau tidaknya parameter yang dihasilkan dari proses kalibrasi dengan RMSE,  $R^2$  dan FDC sesuai kriteria. Validasi dilakukan pada seluruh bulan yakni 1 Januari 1997 - 31 Desember 2002. Penggunaan bulan Januari - Desember pada validasi digunakan untuk proses evaluasi, sehingga perlu digunakan semua bulan. Setelah proses kalibrasi dan validasi, maka akan terlihat metode yang paling optimal dari 6 metode tersebut.

### 3.4.6 Hasil Penelitian

Penelitian yang telah dilakukan menghasilkan grafik hubungan antara debit terhitung dan terukur periode 1 Juli – 30 September tahun 1997- 2002 dan periode 1 Januari 1997 – 31 Desember 2002. Selanjutnya grafik pemisahan aliran dasar periode 1 Juli 1997 – 30 September 2002, periode 1 Januari 1997 – 31 Desember 2002, periode setahun, periode hujan dan periode kering pada validasi. Kurva FDC meliputi periode 1 Juli 1997 – 30 September 2002, periode 1 Januari 1997 – 31 Desember 2002, periode setahun, periode hujan dan periode kering. Nilai BFI pada periode 1 Juli – 30 September tahun 1997- 2002 dan periode 1 Januari 1997 – 31 Desember 2002. *Range* parameter setiap metode pada tujuh DAS.

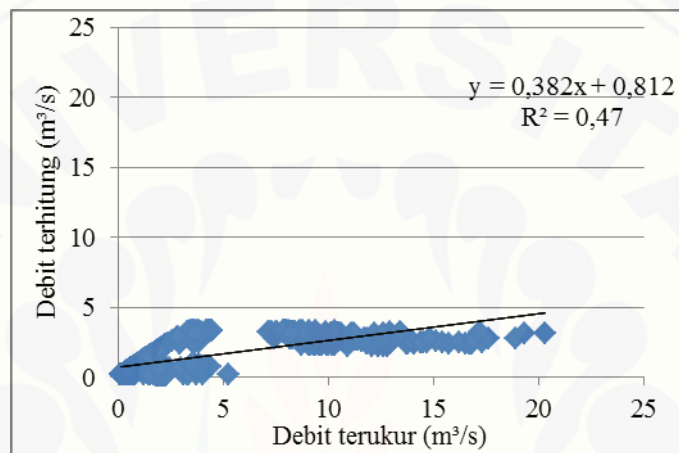
## BAB 5. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 5.1 Analisis *Baseflow*

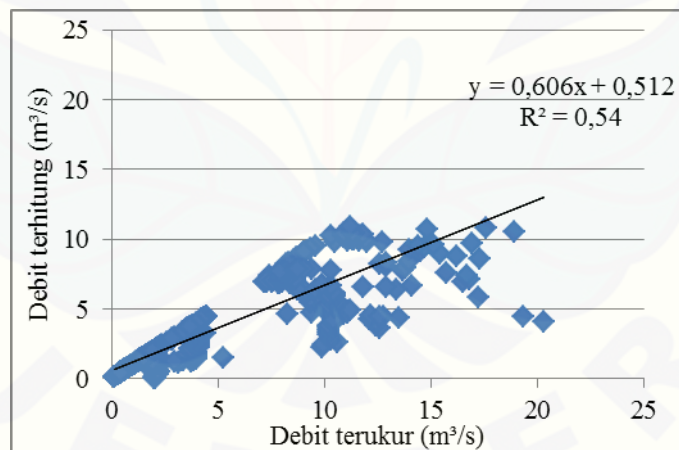
#### 5.1.1 Kalibrasi

##### a. Hasil pengujian $R^2$

Grafik pada Gambar (5.1) menunjukkan perbandingan antara debit terhitung dan debit terukur pada DAS Mujur.

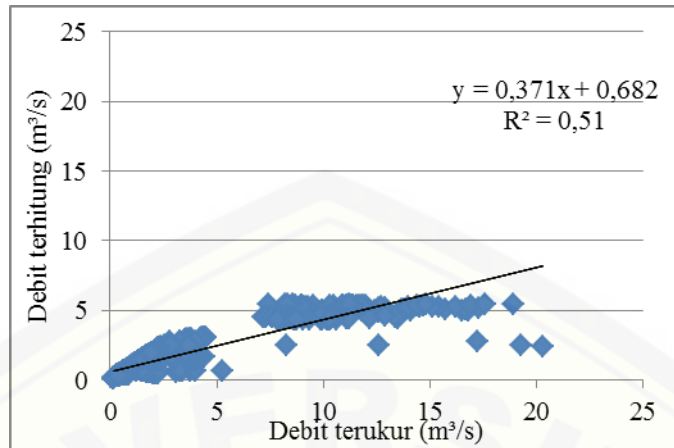


Gambar 5.1a Metode *One parameter*

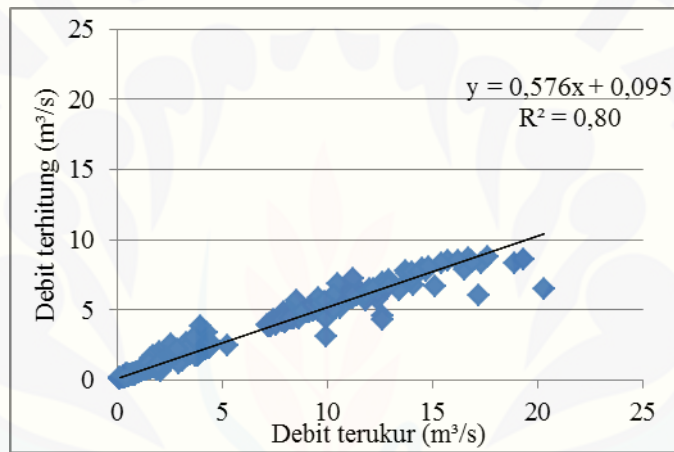


Gambar 5.1b Metode *Two-parameter*

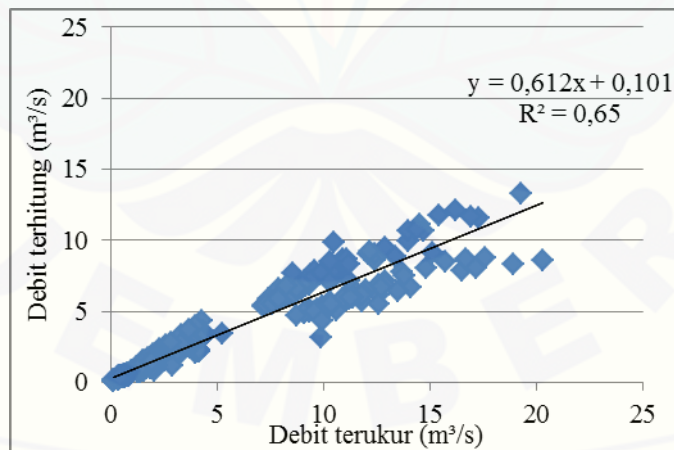




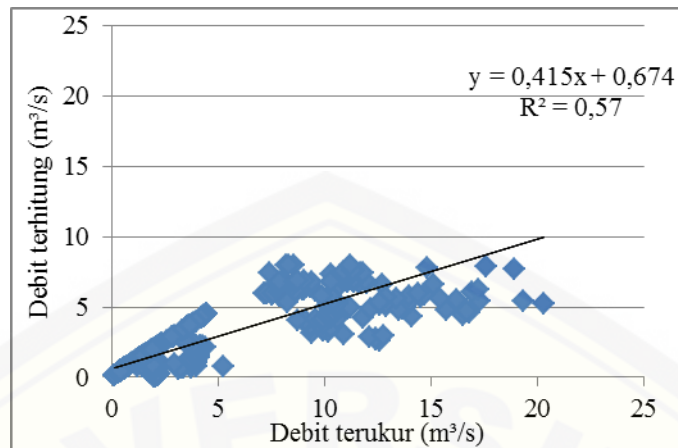
Gambar 5.1c Metode Chapman



Gambar 5.1d Metode IHACRES



Gambar 5.1e Metode Lynie-Hollick



Gambar 5.1f Metode EWMA

Gambar 5.1 Grafik hubungan antara debit terukur dan terhitung pada DAS Mujur periode 1 Juli – 30 September tahun 1997-2002

Tabel (5.1) memuat hasil  $R^2$  tujuh DAS sebagai berikut:

Tabel 5.1 Hasil pengujian nilai  $R^2$  proses kalibrasi untuk tujuh DAS

Nama DAS	One parameter	Two parameter	Chapman	IHACRES	Lynie-Holick	EWMA
K.asen Sentul	0,43	0,50	0,73	0,81	<b>0,84</b>	0,24
Kr.Asam	0,51	<b>0,81</b>	0,50	0,79	0,54	0,47
Mayang	0,52	0,68	0,74	0,80	<b>0,82</b>	0,63
Mujur	0,47	0,54	0,51	<b>0,80</b>	0,65	0,57
Rawatamtu	0,45	0,52	0,51	0,73	<b>0,76</b>	0,45
Sanenrejo	0,51	0,54	0,62	0,76	<b>0,78</b>	0,76
Wonorejo	0,42	0,53	0,57	<b>0,68</b>	0,15	0,17
Minimal	0,42	0,50	0,50	0,68	0,15	0,17
Maximal	0,52	0,81	0,74	0,81	0,84	0,76
Rerata	0,47	0,59	0,60	0,77	0,65	0,47
S.Deviasi	0,04	0,11	0,10	0,04	0,23	0,19

(Sumber : Data diolah, 2014)

Hasil nilai  $R^2$  menunjukkan seberapa dekat hasil peramalan dengan data yang sebenarnya. sumbu x sebagai debit terukur (data sebenarnya) dan sumbu y sebagai debit terhitung (perkiraan). Besarnya nilai pemodelan (variabel terikat) dapat diprediksi dari nilai debit terukur (variabel bebas). Nilai  $R^2$  yang dihasilkan metode IHACRES dan Lynie-Hollick antara 0,6–0,8.  $R^2$  tertinggi sebesar 0,84 yang menunjukkan bahwa tingkat kesesuaian yang cukup baik antara debit terhitung dengan debit terukur. Berdasarkan nilai  $R^2$  secara keseluruhan, terlihat nilai yang cukup tinggi ditunjukkan pada metode IHACRES dan Lynie-Hollick.

## b. Nilai Parameter untuk setiap DAS

Penggunaan parameter didasarkan pada proses *trial and error*. Proses tersebut dilakukan dengan mencoba-coba parameter pada setiap tahun selama enam tahun. Pada *software hydrooffice* terdapat *tool parameters calibration*, digunakan untuk kalibrasi data setiap tahunnya. Pada *tool* tersebut akan dibantu dengan garfik pemisahan aliran dasar dan parameter setiap metode. Sehingga akan dihasilkan parameter selama enam tahun yang berbeda-beda. Selanjutnya parameter selama 6 tahun tersebut diberikan rentang. Proses *trial and error* tersebut akan menghasilkan grafik *baseflow* yang mendekati grafik debit terukur disungai. Parameter yang bagus yakni dapat memodelkan debit terhitung dengan nilai mendekati debit terukur.

*Range* parameter UPT PSDA Lumajang, disajikan Tabel (5.2)

Tabel 5.2 *Range* Parameter Wilayah UPT PSDA Lumajang

Metode RDF	Parameter	DAS						
		K.asen Sentul	Karang Asam	Mayang	Mujur	Rawatamtu	Sanenrejo	Wonorejo
<i>One parameter</i>	<i>k</i>	0,49-0,60	0,12-0,15	0,58-0,80	0,97-0,999	0,61-0,65	0,86-0,92	0,76-0,863
<i>Two parameter</i>	<i>k</i>	0,29-0,37	0,58-0,62	0,67-0,72	0,59-0,62	0,43-0,47	0,61-0,67	0,73-0,75
	<i>C</i>	0,41-0,48	0,69-0,74	0,53-0,56	0,36-0,43	0,51-0,58	0,67-0,72	0,36-0,42
	<i>k</i>	0,44-0,51	0,17-0,30	0,30-0,40	0,33-0,36	0,23-0,27	0,48-0,53	0,40-0,44
IHACRES	$\alpha$	0,28-0,32	0,26-0,30	0,37-0,40	0,40-0,47	0,28-0,36	0,43-0,47	0,34-0,37
	<i>C</i>	0,51-0,54	0,48-0,50	0,45-0,53	0,61-0,65	0,19-0,24	0,42-0,46	0,48-0,52
Chapman	$\alpha$	0,35-0,38	0,27-0,30	0,93-0,99	0,93-0,995	0,76-0,85	0,91-0,95	0,26-0,32
Lynie & Hollick	$\alpha$	0,82-0,88	0,94-0,99	0,95-0,963	0,96-0,975	0,93-0,965	0,96-0,999	0,93-0,997
EWMA	$\alpha$	0,002-0,006	0,003-0,01	0,007-0,01	0,008-0,01	0,01-0,02	0,007-0,01	0,001-0,003

(Sumber : Data diolah, 2014)

Perbedaan nilai parameter setiap DAS di Wilayah UPT PSDA Lumajang dapat dipengaruhi oleh karkteristik hujan. DAS K.Asen-Sentul, DAS Rawatamtu

dan DAS Mayang parameter untuk Lynie-Hollick cukup kecil bila dibandingkan parameter Lynie-Hollick pada DAS yang lain. Hal tersebut mungkin dipengaruhi karakteristik hujan tiga DAS tersebut, curah hujan yang terjadi cukup kecil. Curah hujan yang kecil, mempengaruhi besarnya *quickflow* yang terjadi pada DAS tersebut. Oleh sebab itu penggunaan parameter yang tidak terlalu tinggi, sudah cukup memodelkan besarnya aliran dasar pada DAS tersebut.

Berdasarkan enam metode yang digunakan untuk pemisahan aliran dasar. Terdapat beberapa perbedaan dalam setiap metode tersebut. Pada metode *One-Parameter* menggunakan  $k$  (konstanta resesi). Persamaan *One-Parameter* measumsikan bahwa nilai aliran dasar berasal dari rata-rata nilai *quickflow* dan nilai aliran dasar pada waktu sebelumnya (Chapman, 1991).

Metode *Two-Parameter* menggunakan, parameter  $C$ . Penggunaan parameter  $C$  sebagai penambahan. Persamaan *Two-Parameter* menggunakan parameter tambahan berdasarkan bentuk pemisahan aliran dasar pada nilai *quickflow* (Chapman dan Maxwell, 1996).

Selanjutnya metode IHACRES menggunakan persamaan metode *Two-Parameter* yang dikembangkan. Selanjutnya metode Lynie-Hollick dengan menggunakan persamaan nilai *quickflow*, sebagai koefisien dalam pemisahan aliran dasarnya. Kemudian metode Chapman berasal dari metode Lynie-Hollick yang dikembangkan, hanya dengan menggunakan satu parameter. Sedangkan metode EWMA menggunakan persamaan yang lebih sederhana. Parameter *filter* yang digunakan EWMA hanya mewakili sebagian kecil dari *quickflow*.

### c. Hasil pengujian RMSE

Hasil prediksi pemodelan yang akurat, dapat diketahui salah satunya dengan uji RMSE. Besarnya nilai RMSE digunakan untuk mengetahui tingkat kesalahan dengan asumsi nilai kesalahan tersebut mendekati 0 (nol). Nilai prediksi (debit terhitung) dapat dikatakan baik apabila nilai prsediksi tidak jauh menyimpang dari nilai asli (debit terukur). Sehingga rata-rata nilai asli dan nilai prediksi tidak jauh berbeda.

Nilai RMSE setiap DAS, disajikan pada Tabel (5.3) sebagai berikut;

Tabel 5.3 Nilai RMSE pada proses kalibrasi

Nama DAS	One parameter	Two parameter	Chapman	IHACRES	Lynie-Hollick	EWMA
K.asen Sentul	0,27	0,30	0,19	0,16	<b>0,13</b>	0,42
Kr.Asam	0,25	<b>0,18</b>	0,26	0,18	0,38	0,39
Mayang	0,03	0,02	0,02	0,03	<b>0,01</b>	0,02
Mujur	0,12	0,08	0,09	<b>0,06</b>	0,06	0,08
Rawatamtu	0,15	0,19	0,16	0,14	<b>0,11</b>	0,12
Sanenrejo	0,08	0,06	0,07	0,03	<b>0,02</b>	0,04
Wonorejo	0,25	0,18	0,23	<b>0,18</b>	0,24	0,24
Minimal	0,03	0,02	0,02	0,03	0,01	0,02
Maximal	0,27	0,30	0,26	0,18	0,38	0,42
Rerata	0,16	0,14	0,15	0,11	0,14	0,19
S.Deviasi	0,09	0,10	0,09	0,07	0,13	0,17

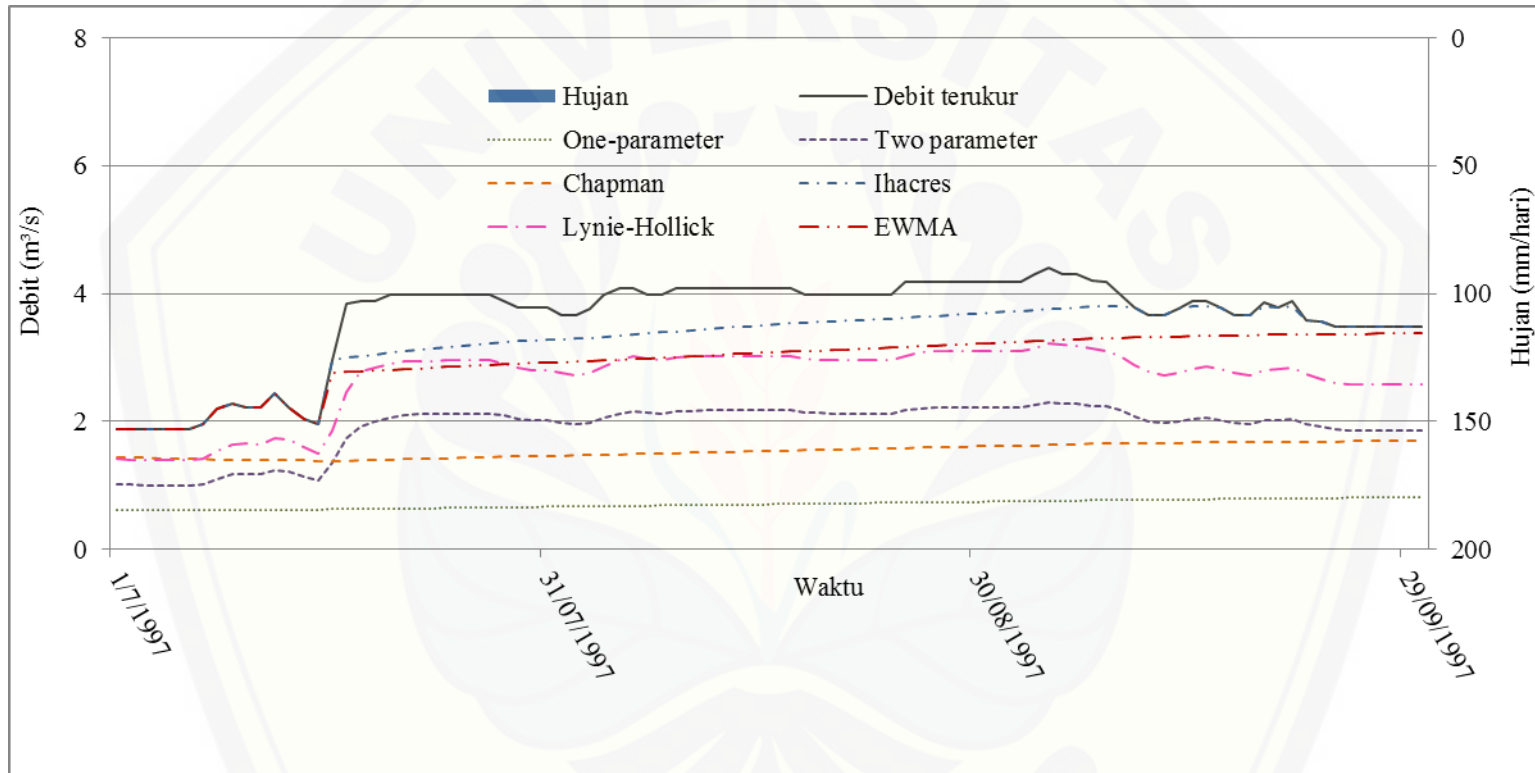
(Sumber : Data diolah, 2014)

Nilai RMSE optimal kedua metode bervariasi, mulai 0,02 – 0,18 atau mendekati 0. Sehingga dapat diartikan bahwa tingkat kesalahan pada metode IHACRES dan Lynie-Hollick cukup kecil.

Standar deviasi digunakan untuk mengetahui tingkat penyebaran data dari nilai rata-rata. Apabila penyebaran data sangat beragam atau besar maka nilai standar deviasi yang dihasilkan juga akan besar. Tabel (5.3) menunjukkan nilai standar deviasi yang besar terdapat pada metode EWMA. Hal tersebut dipengaruhi oleh besarnya penyebaran data yang terjadi. Metode IHACRES, menghasilkan nilai standar deviasi yang kecil. Nilai standar deviasi yang kecil, menunjukkan simpangan nilai yang terjadi tidak terlalu besar.

d. Hasil pemisahan aliran dasar

Berikut ditampilkan grafik enam metode dan debit terukur harian DAS Mujur ditunjukkan Gambar (5.2) berikut.

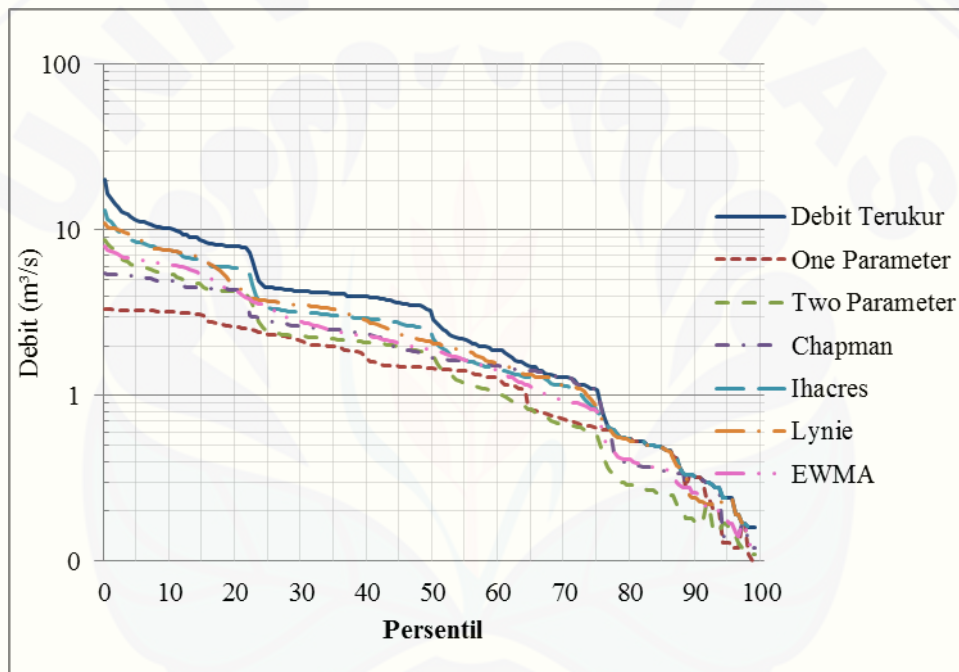


Gambar 5.2 Pemisahan aliran dasar periode 1 Juli 1997 - 30 September 1997 pada DAS Mujur (Sumber : Data diolah, 2014)

Gambar (5.2) menunjukkan perbandingan enam metode dengan debit terukur harian. Pada awal bulan Juli terlihat debit terukur di sungai cukup kecil. Tingginya debit tidak terlepas dari intensitas hujan yang terjadi. Pada tanggal 15 Juli 1997 besarnya debit terukur  $1,96 \text{ m}^3/\text{s}$ , selanjutnya untuk debit pada metode IHACRES sebesar  $1,96 \text{ m}^3/\text{s}$ . Terjadi kenaikan debit pada hari selanjutnya. Kenaikan debit terjadi karena adanya hujan pada hari-hari sebelumnya.

e. FDC

Gambar (5.3) menampilkan grafik FDC DAS Mujur untuk menampilkan durasi aliran dengan menggunakan semua data pada periode tertentu, sebagai berikut.



Gambar 5.3 FDC 1 Juli-30 September 1997-2002 DAS Mujur (Sumber: Data olah, 2014)

Gambar (5.3) menunjukkan garis yang paling mendekati debit terukur adalah garis metode IHACRES. Nilai debit terukur  $2,72 \text{ m}^3/\text{s}$  dengan frekuensi kejadian 50% selama rentang waktu tahun 1997-2002 sedangkan untuk model IHACRES, nilai debit  $2,04 \text{ m}^3/\text{s}$  dengan frekuensi kejadian 50% selama rentang waktu 1997-2002. Hal tersebut menjelaskan bahwa selisih antara debit terukur dan metode IHACRES tidak terlalu jauh. Kurva FDC juga dapat digunakan untuk menjelaskan seberapa mirip antara debit terhitung dengan debit terukur.

f. Nilai *baseflow index*

Nilai BFI pada tujuh DAS, ditampilkan Tabel (5.4) sebagai berikut.

Tabel 5.4 Nilai BFI (*Baseflow Index*) pada proses kalibrasi

Metode RDF	Keterangan	DAS						
		K.asen Sentul	Karang Asam	Mayang	Mujur	Rawatamtu	Sanenrejo	Wonorejo
<i>One parameter</i>	Rerata	0,50	0,50	0,51	0,47	0,51	0,54	0,51
	Maks	0,90	0,57	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	Min	0,29	0,47	0,17	0,03	0,27	0,09	0,19
<i>Two parameter</i>	Rerata	0,43	<b>0,82</b>	0,67	0,54	0,53	0,69	0,63
	Maks	0,62	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	Min	0,32	0,12	0,36	0,03	0,37	0,43	0,37
<i>Ihacres</i>	Rerata	0,69	0,54	0,66	<b>0,80</b>	0,34	0,74	<b>0,91</b>
	Maks	0,35	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	Min	0,40	0,37	0,35	0,42	0,20	0,33	0,14
<i>Chapman</i>	Rerata	0,50	0,50	0,54	0,62	0,51	0,57	0,50
	Maks	0,92	0,71	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	Min	0,24	0,30	0,01	0,10	0,09	0,04	0,30
<i>Lynie &amp; Hollick</i>	Rerata	<b>0,93</b>	0,82	<b>0,90</b>	0,75	<b>0,91</b>	<b>0,92</b>	0,66
	Maks	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	Min	0,06	0,11	0,12	0,20	0,10	0,25	0,42
EWMA	Rerata	0,73	0,66	0,81	0,77	0,89	0,87	0,84
	Maks	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	Min	0,09	0,47	0,07	0,21	0,14	0,04	0,14

(Sumber : Data diolah, 2014)

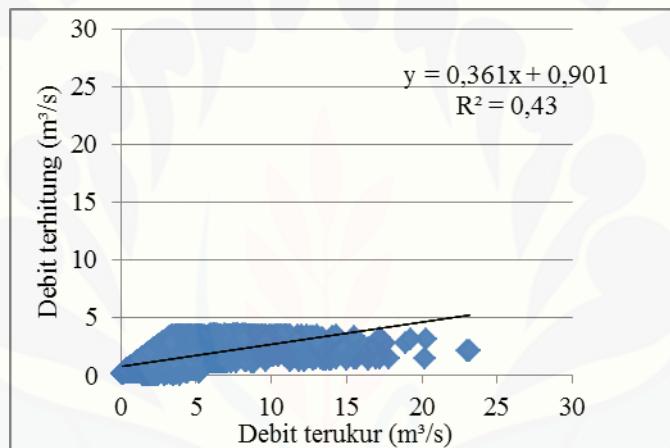
*Baseflow index* merupakan perbandingan antara besarnya nilai *baseflow* dan total *flow* pada sungai. Koefisien enam metode tersebut dihitung menggunakan metode *trial and error*. Berdasarkan tabel BFI diatas, terlihat besarnya nilai rata-rata setiap metode pada seluruh DAS. Secara keseluruhan dari enam metode yang digunakan, nilai BFI yang cukup tinggi yakni pada metode IHACRES dan Lynie-Hollick. BFI yang dihasilkan pada proses kalibrasi cukup tinggi. Hal tersebut mungkin karena intensitas hujan yang cukup kecil sehingga *baseflow* dapat memberikan kontribusi yang maksimal pada debit sungai.



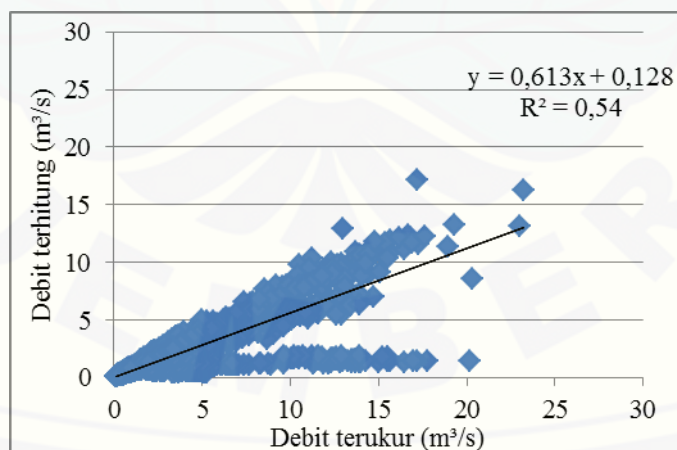
### 5.1.2 Proses Validasi

#### a. Hasil pengujian $R^2$

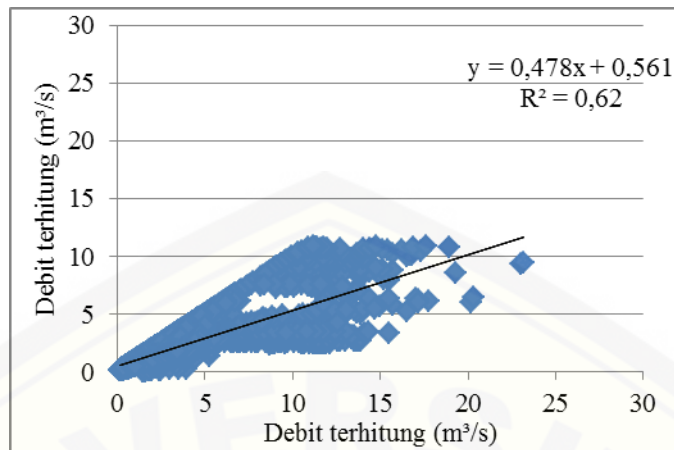
Proses validasi digunakan untuk mengevaluasi metode yang digunakan untuk memprediksi keadaan hidrologi dengan cara mendapatkan tingkat ketidakpastian suatu metode. Validasi berfungsi mengukur tingkat kesalahan antara debit terukur dan debit terhitung. Data yang digunakan untuk validasi pada Wilayah UPT PSDA Lumajang yaitu 1 Januari 1997 – 31 Desember 2002. Grafik pada Gambar (5.4) menunjukkan perbandingan antara debit terhitung dan debit terukur pada DAS Mujur.



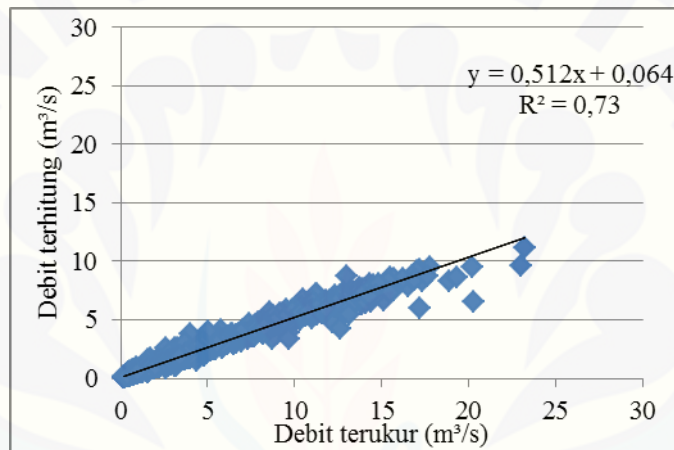
Gambar 5.4a Metode *One parameter*



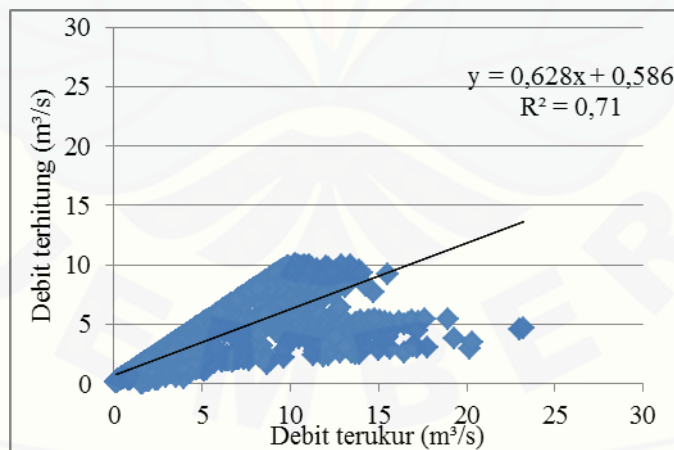
Gambar 5.4b Metode *Two-parameter*



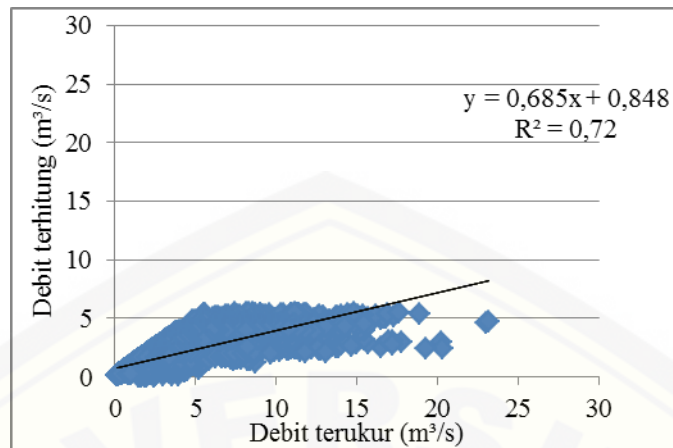
Gambar 5.4c Metode Chapman



5.4d Metode IHACRES



5.4e Metode Lynie-Hollick



Gambar 5.4f Metode EWMA (Sumber : Data diolah, 2014)

Gambar 5.4 Grafik hubungan antara debit terukur dan terhitung pada DAS Mujur periode 1 Januari 1997 – 31 Desember 2002

Nilai parameter yang digunakan proses validasi sama seperti nilai parameter untuk proses kalibrasi. Besarnya nilai parameter validasi, dapat dilihat Tabel (5.2) pada proses kalibrasi.

Hasil nilai  $R^2$  pada proses validasi dapat dilihat pada Tabel (5.5) dibawah ini

Tabel 5.5 Nilai  $R^2$  proses validasi

Nama DAS	One parameter	Two parameter	Chapman	IHACRES	Lynie-Holick	EWMA
K.asen Sentul	0,50	0,43	0,33	0,71	<b>0,78</b>	0,73
Kr.Asam	0,50	<b>0,82</b>	0,51	0,61	0,65	0,67
Mayang	0,51	0,67	0,52	0,66	<b>0,73</b>	0,65
Mujur	0,43	0,54	0,62	<b>0,73</b>	0,71	0,72
Rawatamtu	0,51	0,54	0,52	0,61	<b>0,62</b>	0,61
Sanenrejo	0,54	0,62	0,53	0,63	<b>0,73</b>	0,41
Wonorejo	0,51	0,63	0,50	<b>0,66</b>	0,18	0,19
Minimal	0,43	0,43	0,33	0,61	0,18	0,19
Maximal	0,54	0,82	0,62	0,73	0,78	0,73
Rerata	0,50	0,61	0,50	0,66	0,63	0,57
S.Deviasi	0,03	0,12	0,09	0,05	0,20	0,20

(Sumber : Data diolah, 2014)

Setelah dilakukan proses kalibrasi dan validasi, maka didapatkan hasil pengujian pada setiap DAS di Wilayah UPT PSDA Lumajang. Nilai  $R^2$  didapatkan dengan memprediksi nilai rata-rata dan dibantu dengan garis lurus. Saat diambil garis yang mewakili rata-rata dari seluruh titik tersebut, selanjutnya akan diperoleh garis lurus (linier).

Berdasarkan Tabel (5.5) nilai  $R^2$  setiap DAS pada proses validasi bervariasi. Nilai  $R^2$  yang cukup tinggi, cenderung dihasilkan dari metode Lynie-Holick dan IHACRES.  $R$  squared yang dihasilkan pada proses validasi hampir sama dengan proses kalibrasi. Hal tersebut menunjukkan bahwa metode IHACRES dan Lynie-Hollick cukup bagus diterapkan pada Wilayah UPT PSDA Lumajang. Nilai standar deviasi yang cukup kecil diantaranya pada metode IHACRES, dengan tingkat penyebaran data yang cukup seragam.

b. Hasil pengujian RMSE

Data nilai RMSE proses validasi pada Wilayah UPT PSDA Lumajang disajikan dalam Tabel (5.6) sebagai berikut:

Tabel 5.6 Nilai RMSE proses validasi

Nama DAS	One parameter	Two parameter	Chapman	IHACRES	Lynie-Holick	EWMA
K.asen Sentul	0,15	0,17	0,15	0,26	<b>0,06</b>	0,17
Kr.Asam	0,15	<b>0,10</b>	0,15	0,14	0,15	0,15
Mayang	0,05	0,03	0,03	0,07	<b>0,03</b>	0,04
Mujur	0,06	0,04	0,05	<b>0,04</b>	0,04	0,04
Rawatamtu	0,40	0,43	0,46	0,37	<b>0,35</b>	0,42
Sanenrejo	0,18	0,10	0,18	0,21	<b>0,10</b>	0,19
Wonorejo	0,19	0,14	0,18	<b>0,13</b>	0,17	0,17
Minimal	0,05	0,03	0,03	0,04	0,03	0,04
Maximal	0,40	0,43	0,46	0,37	0,35	0,42
Rerata	0,17	0,14	0,17	0,17	0,13	0,17
S.Deviasi	0,12	0,14	0,14	0,11	0,11	0,13

(Sumber : Data diolah, 2014)

Secara visual maupun uji statistik pada proses kalibrasi dan validasi menunjukkan hasil yang memuaskan. Metode Lyine-Hollick dan IHACRES dikategorikan dapat melakukan pemisahan aliran dasar cukup baik apabila dibandingkan metode lainnya. Nilai RMSE keduanya antara 0,03–0,35.

Salah satu yang mempengaruhi hasil metode Lyine-Hollick dan IHACRES, mungkin dari jenis parameter yang digunakan dua metode tersebut. Pada metode IHACRES digunakan 3 jenis parameter yakni  $\alpha$ ,  $k$  dan  $C$ . Penggunaan tiga jenis parameter tersebut pada metode IHACRES, sehingga lebih kompleks dalam memodelkan debit terukur. Hasil debit terhitung bisa mendekati debit terukur. Selanjutnya adanya faktor pendukung pada metode IHACRES yakni parameter  $k$ . Parameter  $k$  (konstanta resesi), memberikan peranan sebagai indikator besarnya aliran dasar. Semakin besar nilai  $k$ , maka nilai *baseflow* akan semakin besar.

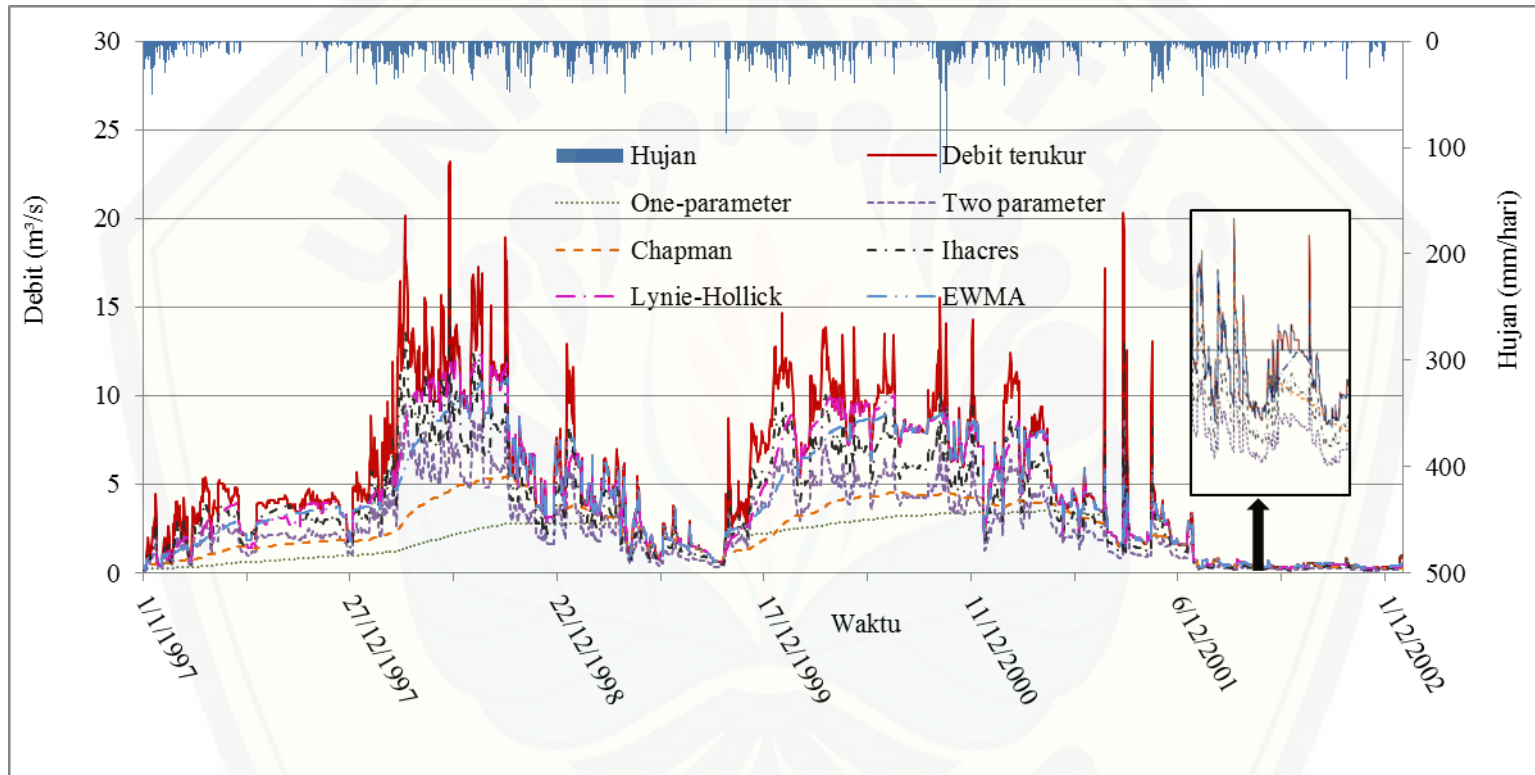
Parameter  $\alpha$  digunakan sebagai konstanta yang dapat mempengaruhi respon terhadap kenaikan debit di sungai. Sedangkan untuk parameter C dipengaruhi oleh besarnya nilai  $k$ , karena nilai C berasal dari  $1-k$ . Parameter C merupakan koefisien dari aliran permukaan (Chapman, 1999).

Sedangkan Lyne-Hollick memberikan hasil yang baik dalam memodelkan aliran dasar mendekati debit terukur di Wilayah UPT PSDA Lumajang. Menurut Chapman dan Maxwell (1996), menyatakan bahwa persamaan Lyne-Hollick menekankan bahwa nilai aliran dasar akan stabil apabila nilai *quickflow* rendah. Sehingga hal tersebut dapat mempengaruhi kerja dari parameter yang digunakan. Pada DAS K.Asen Sentul, DAS Mayang, DAS Rawatamtu dan DAS Sanenrejo metode Lynie-Hollick cenderung lebih baik dalam pemodelan. Hal tersebut mungkin dipengaruhi karakteristik nilai hujan pada DAS tersebut yang cenderung kecil, sehingga nilai *quickflow* relatif kecil pada parameter  $\alpha$ .

Perbedaan nilai  $\alpha$  yang digunakan metode Lynie-Hollick dan IHACRES berbeda pada setiap DAS. Terjadi karena cenderung dipengaruhi oleh hujan pada setiap DAS dan bentuk DAS. Nilai  $\alpha$  dari empat DAS untuk metode Lynie-Hollick berdasarkan pada rendahnya hujan pada empat DAS dan bentuk DAS yang memanjang. Karakter fisik empat DAS tersebut menekan nilai *quickflow* untuk metode Lynie-Hollick.

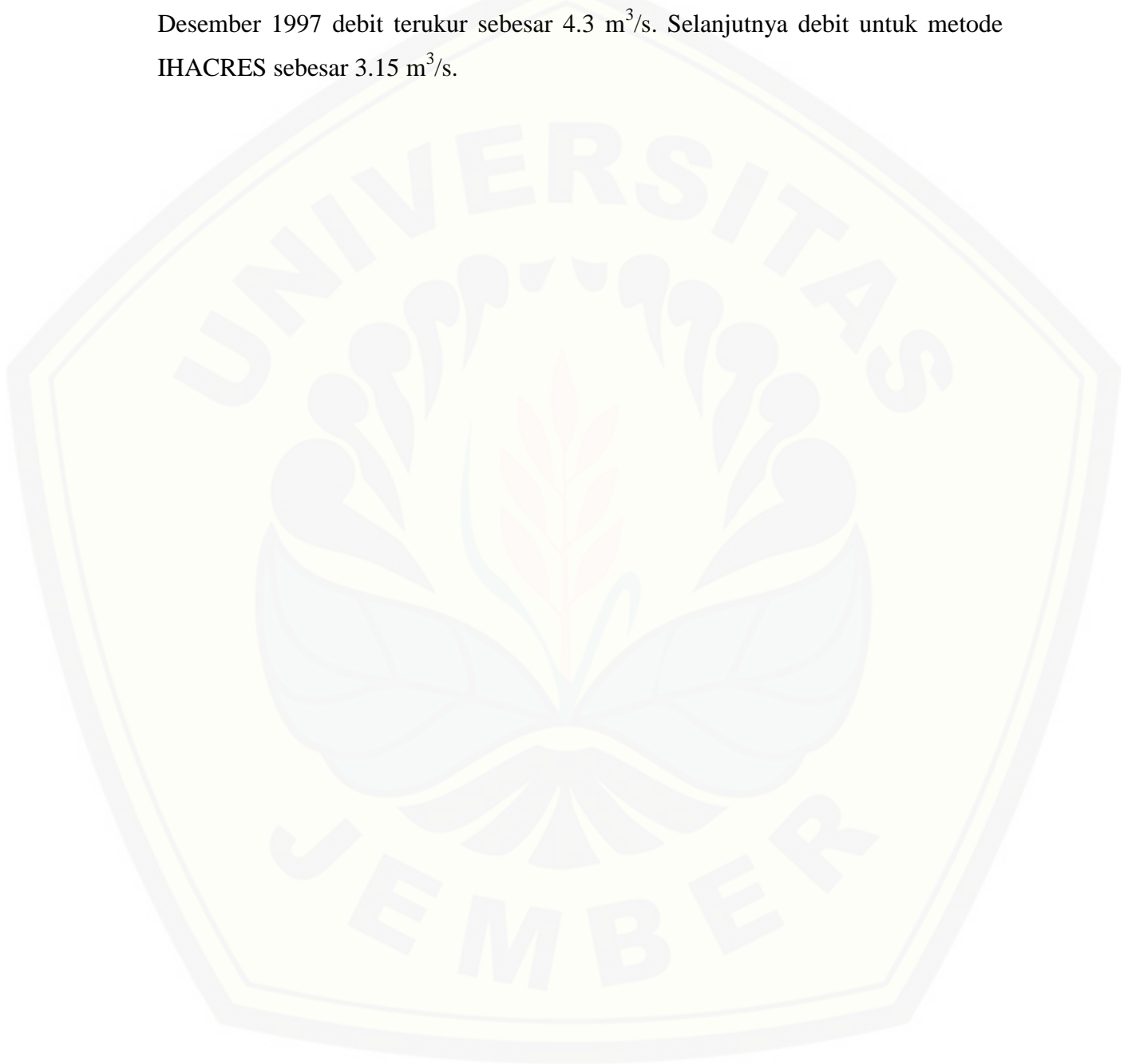
d. Hasil Pemisahan Aliran Dasar

Hasil grafik enam metode dan debit terukur harian DAS Mujur ditunjukkan Gambar (5.5) berikut.

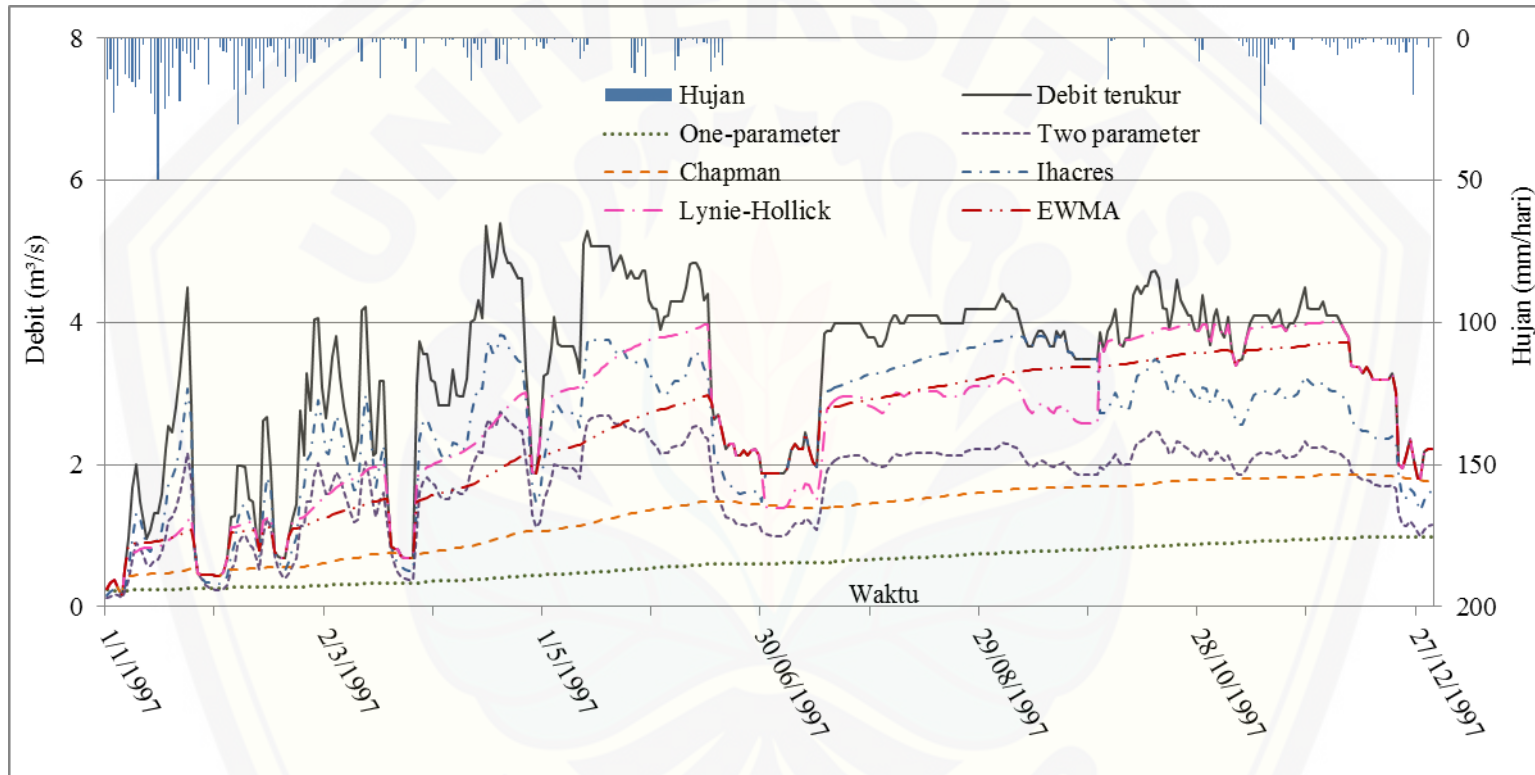


Gambar 5.5 Hasil pemisahan aliran dasar periode 1 Januari 1997 - 31 Desember 2002 pada DAS Mujur (Sumber : Data diolah, 2014)

Gambar (5.5) menunjukkan besarnya debit saat awal bulan Januari 1997 cukup kecil serta hujan yang relatif kecil. Kemudian terjadi kenaikan debit yang cukup signifikan saat bulan Mei 1998 hingga debit  $18 \text{ m}^3/\text{s}$ . Debit konstan nampak saat tahun 2002 dengan intensitas hujan yang cukup kecil. Pada 1 Desember 1997 debit terukur sebesar  $4.3 \text{ m}^3/\text{s}$ . Selanjutnya debit untuk metode IHACRES sebesar  $3.15 \text{ m}^3/\text{s}$ .

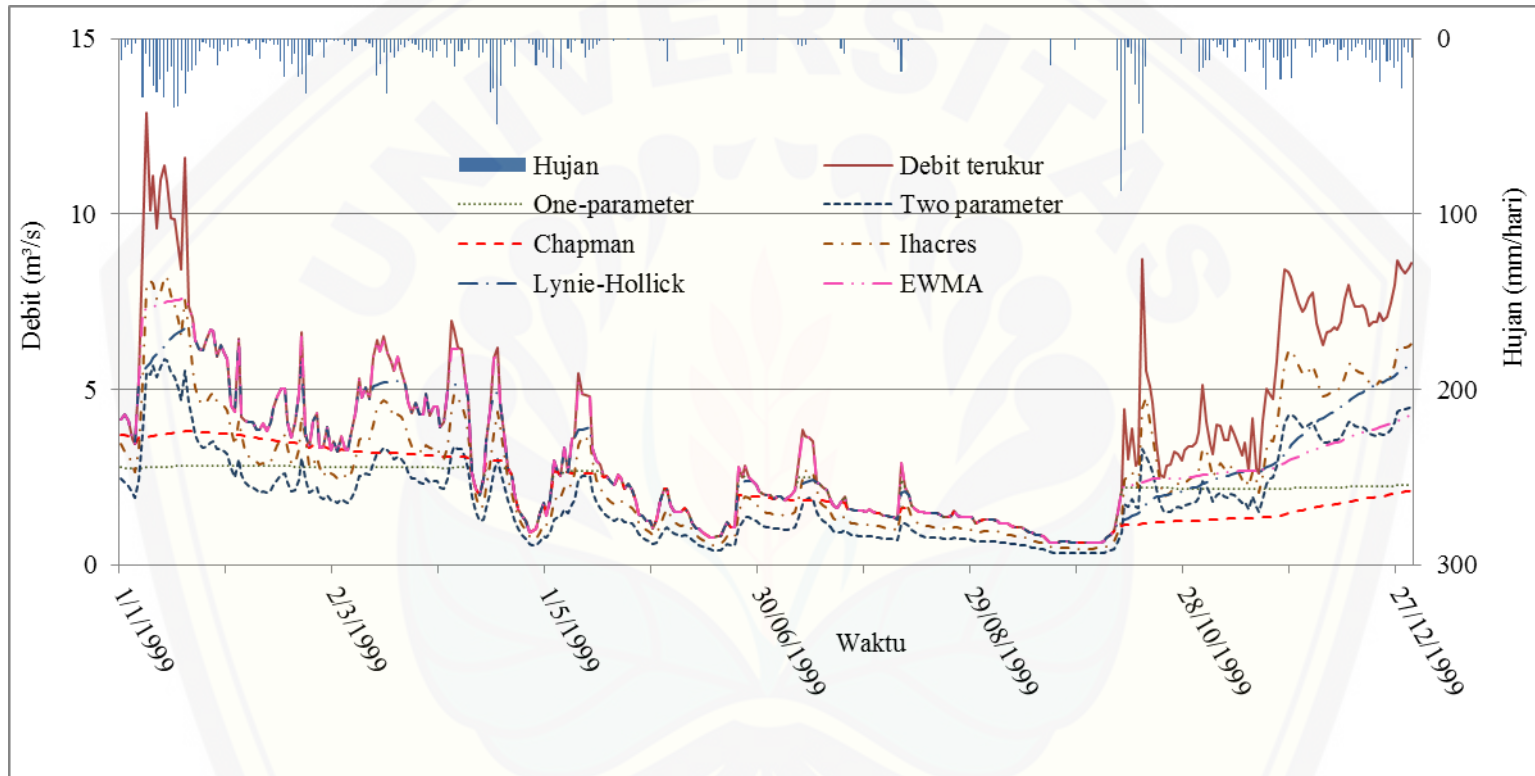


Selanjutnya Gambar (5.6) dan (5.7) menampilkan pemisahan aliran dasar periode setahun, sampel yang digunakan tahun 1997 dan 1999.



Gambar 5.6 Hasil pemisahan aliran dasar 1 Januari 1997 – 31 Desember 1997 pada DAS Mujur (Sumber : Data diolah, 2014)





Gambar 5.7 Hasil pemisahan aliran dasar 1 Januari 1999 – 31 Desember 1999 pada DAS Mujur (Sumber : Data diolah, 2014)

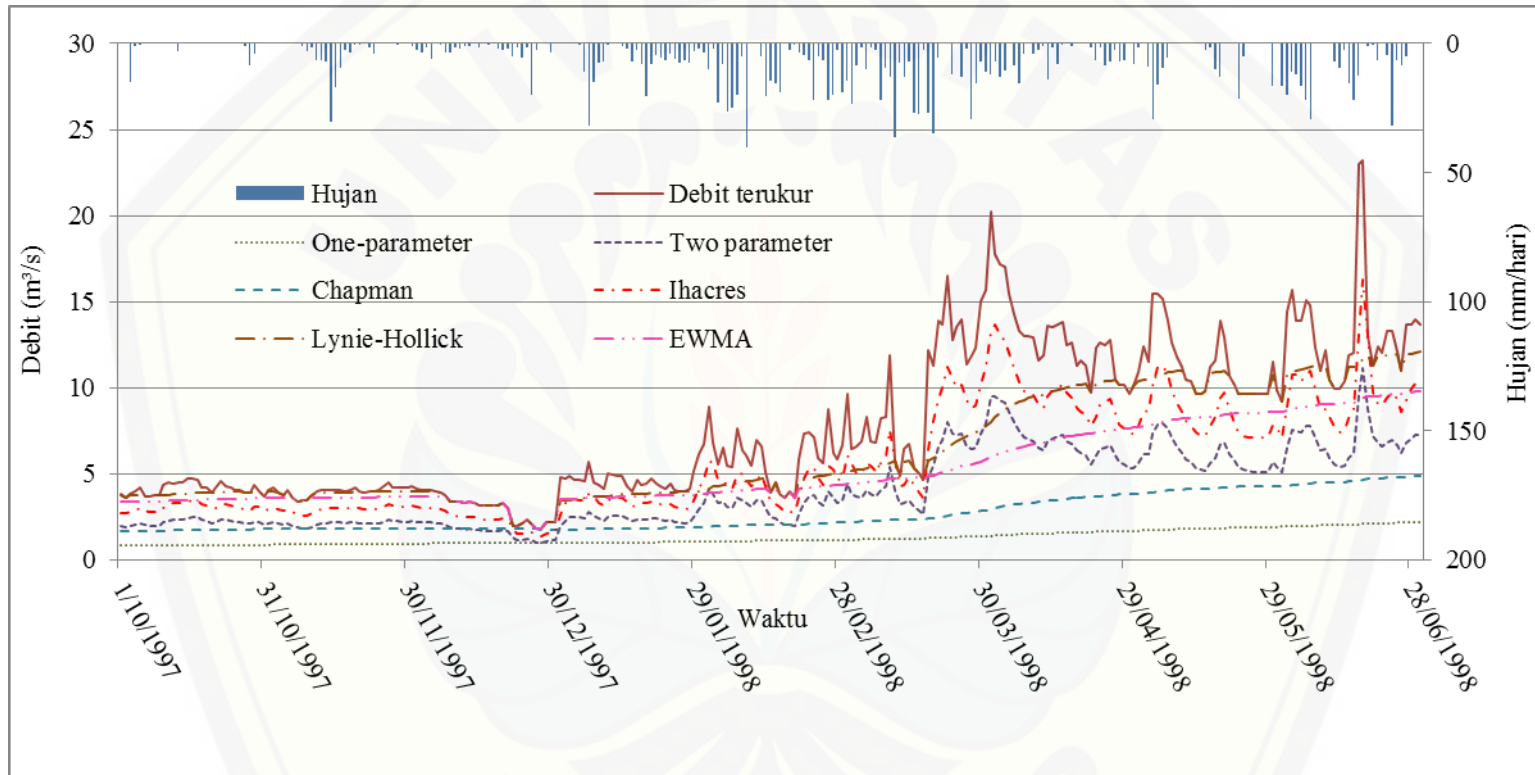
Berdasarkan Gambar (5.6) menunjukkan terjadinya curah hujan yang tinggi pada awal tahun 1997 di DAS Mujur. Terlihat saat terjadinya hujan dengan intensitas tinggi, maka debit tidak langsung naik secara signifikan. Hal tersebut terjadi karena sebagian air yang hujan jatuh akan diserap tanah dan akan keluar setelah terjadinya hujan. Selanjutnya sebagian lainnya menjadi aliran permukaan saat hujan.

Gambar (5.7) menampilkan keadaan debit pada saat tahun 1999 di DAS Mujur. Apabila dibandingkan dengan tahun sebelumnya seperti Gambar (5.6). Terlihat bahwa saat tahun 1999, debit disungai lebih besar dibandingkan tahun 1997 berbanding lurus dengan intensitas hujan yang terjadi.



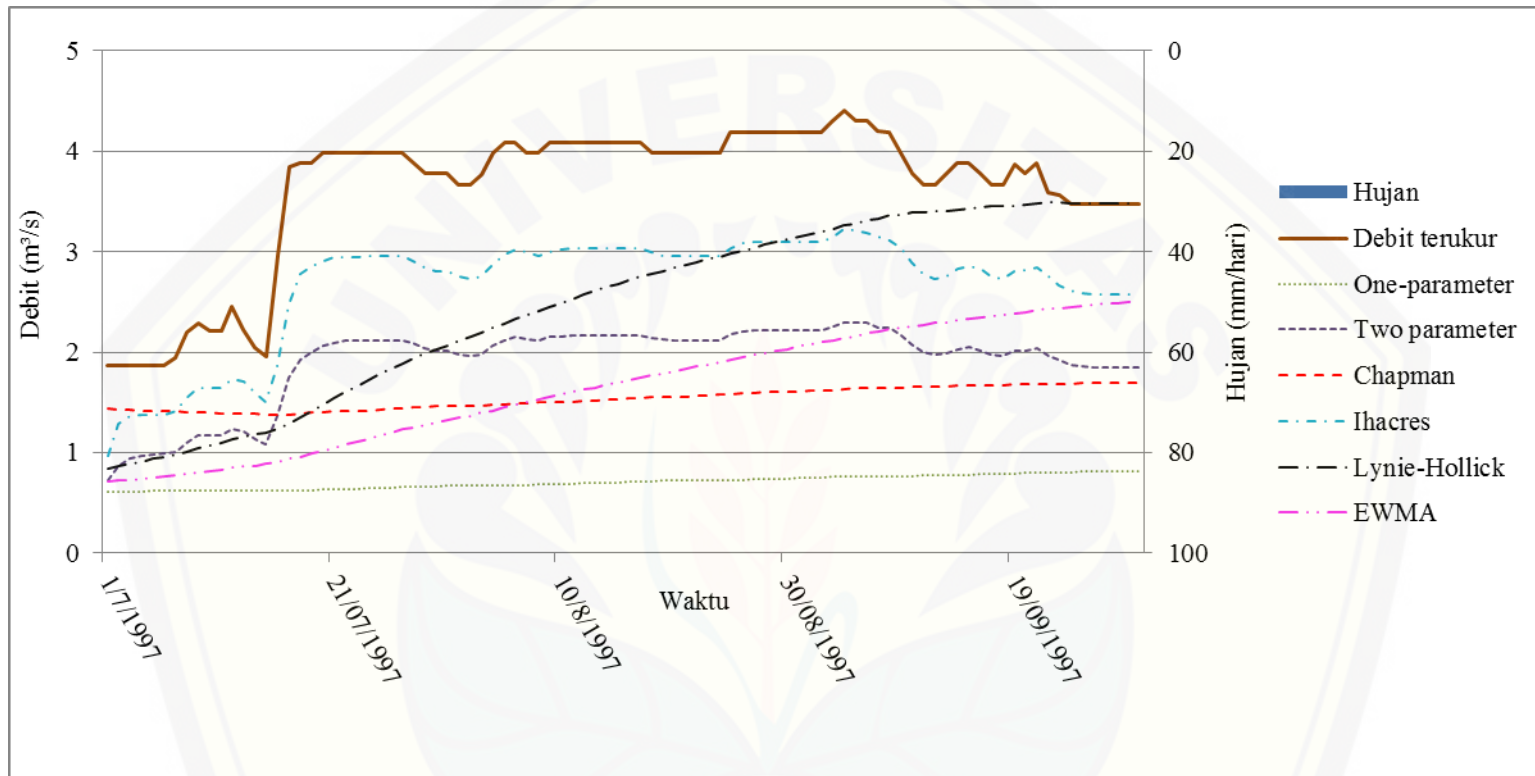
e. Hasil pemisahan aliran dasar

Berikut ini ditampilkan pemisahan aliran dasar pada periode penghujan di DAS Mujur, pada Gambar (5.8) di bawah ini:



Gambar 5.8 Hasil pemisahan aliran dasar 1 Oktober 1997 – 30 Juni 1998 pada DAS Mujur (Sumber : Data diolah, 2014)

Selanjutnya ditampilkan gambar pemisahan aliran dasar pada periode kemarau di DAS Mujur, pada Gambar (5.9) di bawah ini

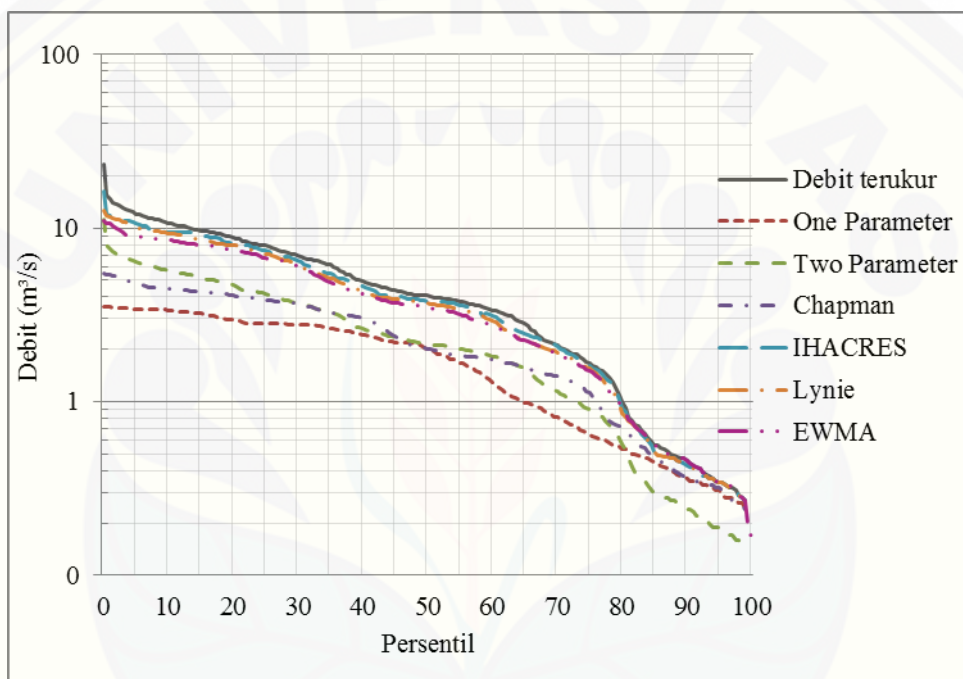


Gambar 5.9 Hasil pemisahan aliran dasar 1 Juli 1997 – 30 September 1997 pada DAS Mujur (Sumber : Data diolah, 2014)

Dari Gambar (5.8) dan (5.9) yang telah ditampilkan diatas, terlihat perbedaan debit yang cukup besar diantara keduanya. Hal tersebut terlihat bahwa untuk musim kemarau tahun 1997, debit maximum hanya mencapai  $4,3 \text{ m}^3/\text{s}$ . Intensitas hujan yang terjadi relatif kecil, hal tersebut mempengaruhi besarnya debit sungai. Apabila dibandingkan dengan musim penghujan tahun 1997, debit maximal dapat mencapai  $24 \text{ m}^3/\text{s}$  dengan intensitas hujan mencapai  $50 \text{ mm}/\text{hari}$ .

## f. Grafik FDC Tahunan

FDC seluruh tahun DAS Mujur, ditunjukkan Gambar (5.10) sebagai berikut:

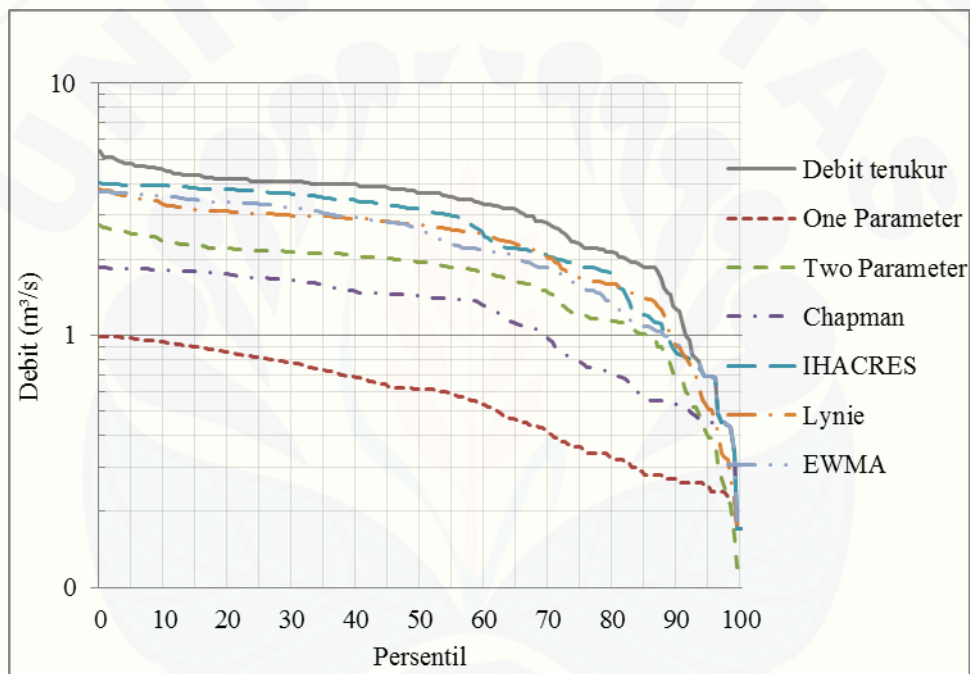


Gambar 5.10 Grafik FDC periode 1 Januari 1997-31 Desember 2002 pada DAS Mujur (Sumber : Data olah, 2014)

Gambar (5.10) menjelaskan besar terjadinya debit terukur  $4,07 \text{ m}^3/\text{s}$  sebesar 50% sedangkan model IHACRES besar terjadinya debit  $3,79 \text{ m}^3/\text{s}$  sebesar 50% selama rentang waktu tahun 1997-2002. Selanjutnya, besar terjadinya debit terukur  $0,46 \text{ m}^3/\text{s}$  sebesar 90% sedangkan model IHACRES besar terjadinya debit  $0,43 \text{ m}^3/\text{s}$  sebesar 90% selama rentang waktu tahun 1997-2002. Menjelaskan bahwa selisih atau simpangan antara debit terukur dan metode IHACRES tidak terlalu jauh.

Proses pembuatan kurva durasi aliran dengan *hydrooffice* sebagai berikut : digunakan data debit dalam rentang tahun yang telah ditentukan, data debit diformat dalam bentuk .txt. Setelah itu data debit tersebut dimasukkan pada *software* dengan menggunakan *long-term*. Selanjutnya dihasilkan prosentase kejadian debit selama periode tertentu. Kurva durasi aliran dibuat dengan cara memplotkan sumbu y sebagai nilai debit dan sumbu x sebagai prosentase terjadinya debit dalam periode tertentu.

Grafik FDC setahun untuk DAS Mujur, ditunjukkan Gambar (5.11) sebagai berikut:



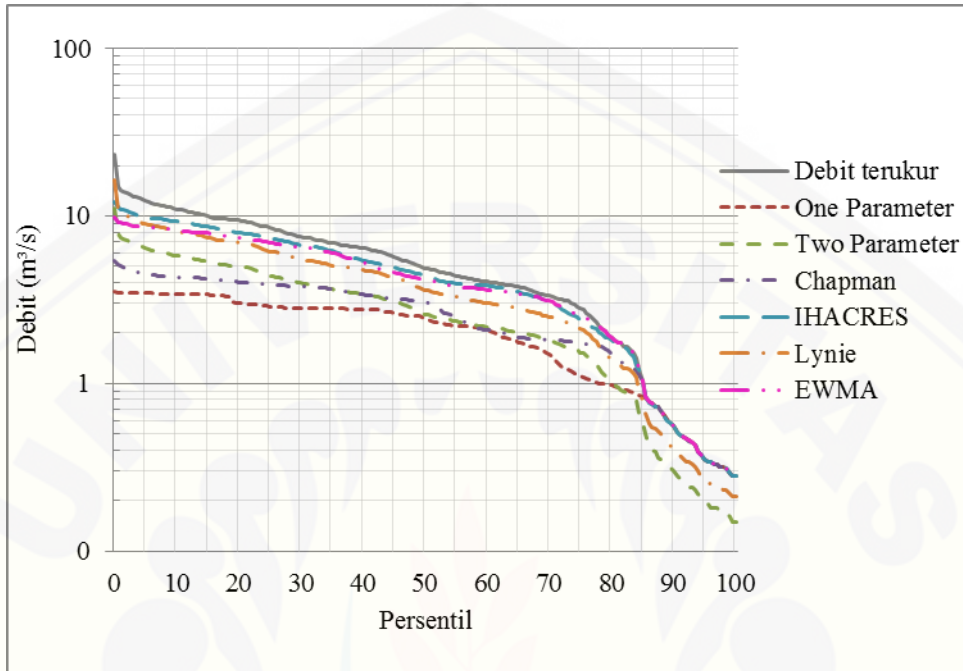
Gambar 5.11 Grafik FDC periode 1 Januari 1997–31 Desember 1997 DAS Mujur (Sumber : Data olah, 2014)

Gambar (5.11) merupakan hasil *zoom* atau perbesaran dari periode seluruh bulan untuk proses validasi. Gambar (5.11) menjelaskan besarnya nilai FDC pada tahun 1997. Pada metode IHACRES frekuensi terjadinya debit  $4,34 \text{ m}^3/\text{s}$  sebesar 50% selama rentang waktu tahun 1997. Selanjutnya untuk metode IHACRES frekuensi terjadinya debit  $0,85 \text{ m}^3/\text{s}$  sebesar 90 % dalam rentang waktu setahun.

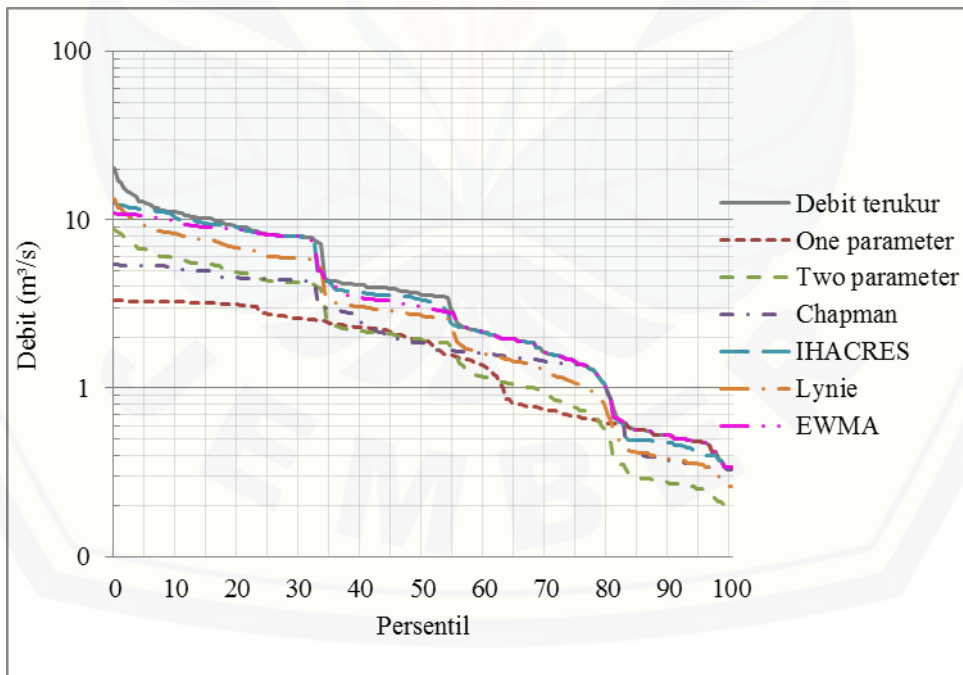
Kurva FDC digunakan untuk menghitung dan menganalisis durasi aliran. FDC digunakan untuk menganalisis kekeringan hidrologi dalam suatu DAS (Tallaksen dan Lanen, 2004)

g. Grafik FDC Musim Penghujan dan Kemarau

Grafik FDC periode penghujan dan kemarau pada DAS Mujur ditunjukkan Gambar (5.12) dan (5.13).



Gambar 5.12 FDC 1 Oktober 1997 – 30 Juni 2002 (Sumber : Data diolah, 2014)



Gambar 5.13 FDC 1 Juli 1997 – 30 September 2002 (Sumber : Data diolah, 2014)

Berdasarkan Gambar (5.12) dan (5.13) saat musim kemarau frekuensi terjadinya debit terukur 3,58 m<sup>3</sup>/s sebesar 50% sedangkan model IHACRES besar terjadinya debit 3,3 m<sup>3</sup>/s dengan frekuensi kejadian 50% selama rentang waktu tahun 1997-2002. Apabila dibandingkan dengan musim penghujan. Frekuensi terjadinya debit terukur 4,89 m<sup>3</sup>/s sebesar 50% sedangkan dengan model IHACRES besar terjadinya debit 4,4 m<sup>3</sup>/s sebesar 50% selama rentang waktu tahun 1997-2002. Saat musim kemarau kemungkinan besarnya debit 0,47 m<sup>3</sup>/s sebesar 90 % pada penggunaan metode IHACRES selama rentang waktu 1997-2002 saat musim penghujan.

Bentuk kurva FDC pada Gambar (5.12) dan (5.13) menunjukkan karakteristik aliran yang terjadi. Secara umum terlihat kemiringan (*slope*) pada Gambar (5.13) lebih tajam bila dibandingkan Gambar (5.12). Hal tersebut menunjukkan persentase aliran dengan jumlah nilai debit besar yang lebih banyak terjadi pada gambar (5.12). Nilai debit yang tinggi pada Gambar (5.12) disebabkan oleh adanya kontribusi debit besar pada periode hujan.

h. Nilai *baseflow index*

Besarnya nilai BFI pada tujuh DAS, ditampilkan pada Tabel (5.7) berikut

Tabel 5.7 Nilai BFI (*Baseflow Index*) proses validasi

Metode RDF	Keterangan	DAS						
		K.asen Sentul	Karang Asam	Mayang	Mujur	Rawatamtu	Sanenrejo	Wonorejo
<i>One parameter</i>	Rerata	0,43	0,50	0,52	0,56	0,51	0,58	0,52
	Maks	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	Min	0,32	0,46	0,20	0,06	0,26	0,09	0,18
<i>Two parameter</i>	Rerata	0,43	<b>0,79</b>	0,68	0,54	0,53	0,70	0,64
	Maks	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	Min	0,32	0,11	0,38	0,32	0,37	0,43	0,35
<i>Ihacres</i>	Rerata	0,70	0,50	0,66	<b>0,75</b>	0,34	0,74	<b>0,82</b>
	Maks	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
<i>Chapman</i>	Min	0,35	0,27	0,37	0,42	0,19	0,33	0,07
	Rerata	0,50	0,33	0,60	0,63	0,54	0,61	0,50
	Maks	1,00	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
<i>Lynie &amp; Hollick</i>	Min	0,24	0,33	0,05	0,12	0,07	0,04	0,29
	Rerata	<b>0,86</b>	0,66	<b>0,84</b>	0,74	<b>0,84</b>	<b>0,85</b>	0,66
	Maks	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
EWMA	Min	0,06	0,45	0,01	0,17	0,02	0,25	0,39
	Rerata	0,82	0,78	0,81	0,74	0,82	0,82	0,81
	Maks	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	Min	0,11	0,11	0,01	0,24	0,02	0,05	0,07

(Sumber : Data diolah, 2014)



Tabel (5.7) menunjukkan besarnya nilai BFI yang tinggi pada Wilayah UPT PSDA Lumajang, lebih cenderung pada metode IHACRES dan Lynie-Holick. Nilai BFI maximal untuk proses validasi pada seluruh DAS yakni antara 0,75 – 0,86. Menurut Smakhtin (2001), nilai BFI yang tinggi menunjukkan bahwa pola aliran sungai di DAS tersebut cukup stabil.

Pada proses validasi, nilai BFI yang dihasilkan cukup kecil, apabila dibandingkan saat kalibrasi. Kecilnya nilai BFI dapat disebabkan karena adanya hujan yang cukup tinggi pada bulan Juni-Oktober. Adanya hujan yang cukup tinggi dapat meningkatkan nilai *quickflow*, sehingga nilai BFI dapat dipengaruhi oleh *quickflow*.



## **BAB 6 PENUTUP**

### **6.1 Kesimpulan**

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, maka kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut :

1. Dari enam metode RDF yang digunakan untuk analisis aliran dasar pada Wilayah UPT PSDA Lumajang. Metode yang direkomendasikan adalah IHACRES dan Lynie-Hollick. Metode tersebut dapat menggambarkan debit terhitung yang mendekati debit terukur.
2. Nilai BFI metode Lynie-Hollick dan IHACRES pada proses kalibrasi antara 0,80 – 0,93. Pada proses validasi nilai BFI dari kedua metode tersebut antara 0,75 – 0,86.

### **6.2 Saran**

Penggunaan data debit diharapkan lengkap sehingga dapat mendukung proses pengolahan. Diharapkan pada penelitian selanjutnya, lebih memperhatikan nilai parameter setiap tahunnya sehingga akan dihasilkan rentang parameter.