



**STUDI *BASEFLOW* MENGGUNAKAN METODE GRAFIS  
DAN RDF (*Recursive Digital Filter*) DI DAS WILAYAH  
UPT PSDA PAMEKASAN (MADURA)**

**SKRIPSI**

Oleh:

**Zennita Sintya Ramadhiningtyas  
101710201062**

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



**STUDI *BASEFLOW* MENGGUNAKAN METODE GRAFIS  
DAN RDF (*Recursive Digital Filter*) DI DAS WILAYAH  
UPT PSDA PAMEKASAN (MADURA)**

**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:

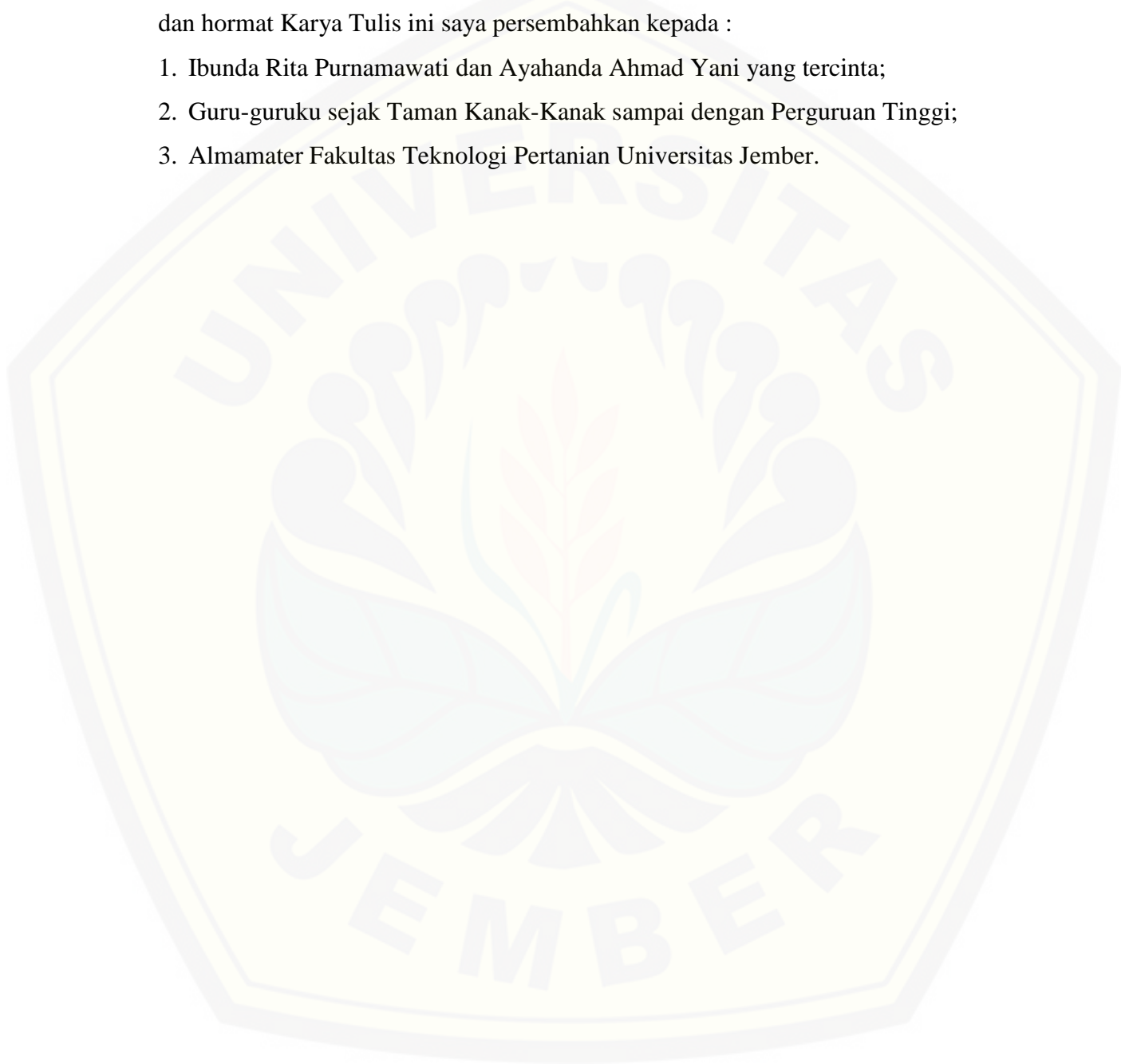
**Zennita Sintya Ramadhiningtyas  
101710201062**

**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 Rita Purnamawati dan Ayahanda Ahmad Yani yang tercinta;
2. Guru-guruku sejak Taman Kanak-Kanak sampai dengan Perguruan Tinggi;
3. Almamater Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.



**MOTTO**

“Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antara kamu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat”  
(terjemahan Surat *Al-Mujadalah* ayat 11)

"Orang yang berhasil akan mengambil manfaat dari kesalahan-kesalahan yang ia lakukan, dan akan mencoba kembali untuk melakukan dalam suatu cara yang berbeda"  
(*Dale Carnegie*)

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Zennita Sintya Ramadhiningtyas

NIM : 101710201062

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul “Studi *Baseflow* Menggunakan Metode Grafis dan RDF (*Recursive Digital Filter*) di DAS Wilayah UPT PSDA Pamekasan (Madura)” 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 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, 7 April 2015

Yang menyatakan,

Zennita Sintya R

NIM 101710201062

**SKRIPSI**

**STUDI *BASEFLOW* MENGGUNAKAN METODE GRAFIS  
DAN RDF (*Recursive Digital Filter*) DI DAS WILAYAH  
UPT PSDA PAMEKASAN (MADURA)**

Oleh

Zennita Sintya Ramadhiningtyas  
NIM 101710201062

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Sri Wahyuningsih, S.P, MT.

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

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “**Studi *Baseflow* Menggunakan Metode Grafis dan RDF (*Recursive Digital Filter*) di DAS Wilayah UPT PSDA Pamekasan (Madura)**” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember pada:

Hari : Selasa  
Tanggal : 7 April 2015  
Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Tim Penguji:

Ketua

Anggota

Ir. Hamid Ahmad  
NIP. 195502271984031002

Ir. Marga Mandala, MP., Ph.D.  
NIP. 196211101988031001

Mengesahkan  
Dekan

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

## RINGKASAN

**Studi *Baseflow* Menggunakan Metode Grafis dan RDF (*Recursive Digital Filter*) di DAS Wilayah UPT PSDA Pamekasan (Madura);** Zennita Sintya Ramadhiningtyas, 101710201062; 2015; 56 halaman; Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Daerah aliran sungai (DAS) terdiri dari beberapa komponen aliran, salah satunya aliran dasar. Aliran dasar berperan penting untuk memenuhi ketersediaan air pada saat musim kemarau, khususnya di bidang pertanian. Dengan mengetahui jumlah air yang tersedia, maka dapat mengatur pengeluaran air sesuai kebutuhan dan suplai air irigasi pada saat musim kemarau dapat terpenuhi secara merata. Penelitian ini menggunakan 2 metode grafis, yaitu: (1) *Local Minimum Method*; (2) *Fixed Interval Method* dan 1 metode RDF, yaitu *Eckhardt Filter*. Tujuan dari penelitian ini adalah mencari nilai parameter optimal dan menentukan metode yang memiliki performa baik dalam memodelkan aliran dasar pada DAS-DAS di wilayah UPT PSDA Pamekasan (Madura).

Kalibrasi adalah proses untuk menentukan parameter dalam pengujian metode yang digunakan. Data yang digunakan pada periode kalibrasi adalah data debit selama bulan Juli – September tahun 1996 – 2001. Validasi merupakan proses yang bertujuan untuk menentukan apakah nilai parameter yang didapatkan dari proses kalibrasi pada DAS Blega Telok bisa digunakan untuk memisahkan aliran dasar pada DAS lainnya. Proses ini dilakukan pada masing-masing metode untuk semua tahun. Analisis uji statistik yang digunakan untuk menilai performa dari ketiga metode yaitu RMSE dan FDC (*Flow Duration Curve*).

Parameter ditentukan dengan memeriksa bentuk grafik pemisahan aliran dasar setiap tahun dengan melihat selisih antara garis pemodelan aliran dasar dengan aliran sungainya. Rentang nilai untuk parameter N pada *Local Minimum Method* adalah 2 – 8 dan parameter f adalah 0,68 – 0,93. Rentang nilai untuk parameter N pada *Fixed Interval Method* adalah 5 – 17. Dan untuk rentang nilai parameter  $\alpha$  pada *Eckhardt Filter* adalah 0,96 – 0,99.



Hasil uji statistik menggunakan RMSE menunjukkan *Fixed Interval Method* dan *Eckhardt Filter* yang memiliki performa lebih baik dalam memodelkan aliran dasar, dengan nilai antara 0,01 – 0,05. Diartikan bahwa tingkat kesalahan pada kedua metode cukup kecil. Selanjutnya pada grafik FDC, metode yang menghasilkan performa paling baik adalah *Eckhardt Filter*, karena garis metode ini hampir berhimpitan dengan debit terukur.

Berdasarkan kriteria RMSE dan FDC, semua metode pada dasarnya bisa dipakai untuk memisahkan aliran dasar dengan debit total, tetapi untuk *Eckhardt Filter* menunjukkan performa yang lebih baik dibandingkan metode lainnya, yaitu dapat memodelkan aliran dasar yang mendekati debit terukur.

## SUMMARY

***Baseflow Study Using Methods of Graphics and RDF (Recursive Digital Filter in Watershed Area UPT PSDA Pamekasan (Madura); Zennita Sintya Ramadhiningtyas; 101710201062; 2015; 56 page; Agricultural of Engineering, Faculty of Agricultural Technology, Jember University.***

*Watershed consisting of several components the flow, one of them is the baseflow. Baseflow is an important role to fulfill the availability of water on the dry season, especially in the agricultural sector. By knowing the quantity of water available, it can be managing excretion water based on need and supply of irrigation water during the dry season can be fulfilled equally. This research used was the graphics methods, namely: (1) Local Minimum Method; (2) Fixed Interval Method and RDF (Recursive Digital Filters) method, namely Eckhardt Filter. This research was conducted to search for value of the optimal parameters and determine the better performance method of modelling the baseflow in the watersheds area UPT PSDA Pamekasan (Madura).*

*Calibration is a process to determine the parameters in testing methods used. Data used in the period of calibration was discharge during the month of July - September 1996 to 2001. Validation is a process that purpose to determine whether the value of parameters obtained from the calibration process at Blega Telok watershed can be used for baseflow separation in other watershed. This process be conducted in each a methods for all year. Analysis statistical test as used for evaluate performance of third the methods is RMSE (Root Mean Square Error) and FDC (Flow Duration Curve).*

*Parameter determined by examining graphical baseflow separation annually is to look at the difference among modeling lines baseflow with the flow of the river. Range of value for the parameter  $N$  in Local Minimum Method was 2 – 8 and parameter  $f$  was 0,68 – 0,93. Range of value for the parameter  $N$  in Fixed Interval Method was 5 – 17. And for range of value parameter  $\alpha$  in Eckhardt Filter was 0,96 – 0,99.*

*The results statistical test used RMSE show Fixed Interval Method and Eckhardt Filter that the method have better performance for modelling baseflow, with a value between 0,01 – 0,05. Can be defined level of errors on both methods was quite small. Next on a graphic FDC, the method have better performance was Eckhardt Filter, because the line this method almost intersecting with the discharge measurable.*

*The result of research based on criteria RMSE and FDC, all those methods basically can be used for separating baseflow with runoff, but for Eckhardt Filter shows better performance than other filter, which can of modelling baseflow to approached the discharge.*

## PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT, atas segala rahmat dan karuniaNya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “Studi *Baseflow* Menggunakan Metode Grafis dan RDF (*Recursive Digital Filter*) di DAS Wilayah UPT PSDA Pamekasan (Madura)”. 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. Dr. Sri Wahyuningsih, S.P, MT., dan Prof. Dr. Indarto, S.TP, DEA., selaku Dosen Pembimbing Utama dan Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan tenaga, waktu, pikiran, dan perhatian dalam membimbing penulisan skripsi ini;
2. Ir. Hamid Ahmad dan Ir. Marga Mandala, MP., Ph.D., selaku Ketua Tim Penguji dan Anggota Tim Penguji yang telah memberikan saran dan masukan dalam penyempurnaan skripsi ini;
3. Dekan Fakultas Teknologi Pertanian dan Ketua Jurusan Teknik Pertanian Universitas Jember atas segala inspirasi yang diberikan untuk kampus tercinta;
4. Dr. Sri Wahyuningsih, S.P, MT., sebagai Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa;
5. Ir. Muharjo Pudjojono selaku dosen dan Komisi Bimbingan Jurusan Teknik Pertanian;
6. Seluruh dosen pengampu mata kuliah, terima kasih atas ilmu dan pengalaman yang diberikan serta bimbingan selama studi di Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
7. Seluruh staf dan karyawan di lingkungan Fakultas Teknologi Pertanian, terima kasih atas bantuan dalam mengurus administrasi dan yang lainnya;
8. Kedua orang tua saya, Ibunda Rita Purnamawati dan Ayahanda Ahmad Yani yang tak pernah lelah memberikan doa, kasih sayang, kesabaran, semangat dan pengorbanan selama ini;

9. Adik-adikku tersayang Roby Fahrurrozi, Galan Dzikri Asasmara dan Keisha Najmi Ramadhani, serta sahabatku Sulvianti Tania Sari yang selalu memberi semangat dan doa;
10. Yunus Mega Arista yang selalu memberi semangat, nasehat, doa dan motivasi kepada penulis;
11. Sahabat-sahabatku Wulandari, Galuh, Agus, Ludhi, Novan, Tony, Reta, Fifi, mas Ryan dan Edi yang selalu mendukung dan memotivasi penulis dalam penulisan Karya Tulis Ilmiah ini;
12. Sahabat-sahabatku MANUSIA PETA (Wulan, Ari, Desi, Disty, Natalia, Novi, Andry, Isnan, Afif, Pras, Holid, Faruq, dan Faisol);
13. Teman-temanku Teknik Pertanian (TEP) seangkatan 2010 yang penuh dengan semangat dan kasih sayang terima kasih atas nasehat serta motivasinya;
14. 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, 7 April 2015

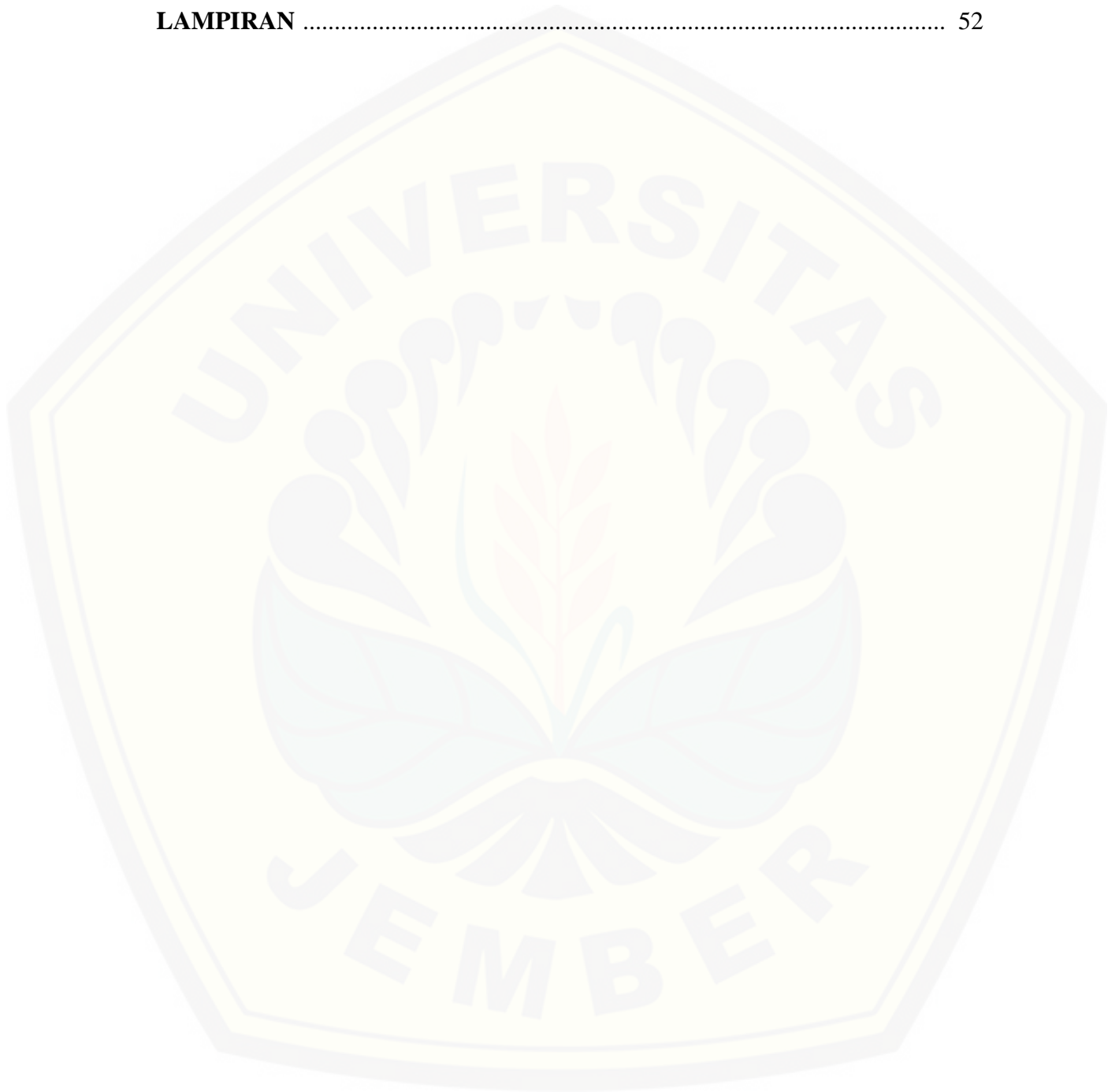
Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	ii
HALAMAN MOTTO .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN .....	v
HALAMAN PENGESAHAN .....	vi
RINGKASAN .....	vii
SUMMERY .....	ix
PRAKATA .....	xi
DAFTAR ISI .....	xiii
DAFTAR TABEL .....	xvi
DAFTAR GAMBAR .....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xix
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	<b>2</b>
<b>1.3 Tujuan Penelitian</b> .....	<b>2</b>
<b>1.4 Manfaat Penelitian</b> .....	<b>3</b>
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>4</b>
<b>2.1 Daerah Aliran Sungai (DAS)</b> .....	<b>4</b>
<b>2.2 Siklus Hidrologi</b> .....	<b>4</b>
<b>2.3 Aliran Dasar</b> .....	<b>5</b>
<b>2.4 Hidrograf</b> .....	<b>6</b>
<b>2.5 Komponen Hidrograf</b> .....	<b>7</b>
<b>2.6 Pemisahan Aliran Dasar</b> .....	<b>7</b>
2.6.1 Metode Grafik.....	8
2.6.2 Metode Pemisahan Filter .....	8
<b>2.7 Indeks Aliran Dasar (BFI)</b> .....	<b>12</b>

<b>BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	13
<b>3.1 Waktu dan Tempat Penelitian</b> .....	13
3.1.1 Tempat Penelitian .....	13
3.1.2 Waktu Penelitian.....	14
<b>3.2 Alat dan Bahan</b> .....	14
3.2.1 Alat .....	14
3.2.2 Bahan .....	14
<b>3.3 Tahapan Penelitian</b> .....	15
<b>3.4 Tahapan Pelaksanaan</b> .....	16
3.4.1 Inventarisasi Data .....	16
3.4.2 Pengolahan Data .....	16
3.4.3 Analisis <i>Baseflow</i> .....	16
3.4.4 Kalibrasi dan Validasi.....	17
<b>3.5 Analisis Uji Statistik Kinerja Model</b> .....	18
3.5.1 <i>Root Mean Square Error</i> (RMSE) .....	18
3.5.2 <i>R Square</i> ( $R^2$ ) .....	18
3.5.3 <i>Flow Duration Curve</i> (FDC) .....	19
<b>BAB 4. KARAKTERISTIK DAS</b> .....	20
<b>4.1 Karakteristik Fisik</b> .....	20
4.1.1 Luas dan Bentuk DAS .....	20
4.1.2 Jenis Tanah .....	21
4.1.3 Peruntukan Lahan .....	22
4.1.4 Akuifer .....	26
<b>4.2 Karakteristik Debit</b> .....	27
<b>4.3 Karakteristik Hujan</b> .....	28
<b>4.4 Hubungan Hujan dan Debit Terukur</b> .....	29
<b>BAB 5. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	31
<b>5.1 Analisis Aliran Dasar (<i>Baseflow</i>)</b> .....	31
5.1.1 Periode Kalibrasi.....	31
5.1.2 Periode Validasi.....	40
<b>BAB 6. PENUTUP</b> .....	49

<b>6.1 Kesimpulan</b> .....	49
<b>6.2 Saran</b> .....	49
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	50
<b>LAMPIRAN</b> .....	52





**DAFTAR TABEL**

	Halaman
4.1 Luas dan bentuk DAS .....	19
4.2 Luas dan persentase jenis tanah .....	21
4.3 Luas dan persentase peruntukan lahan .....	24
4.4 Luas dan persentase penyebaran akuifer .....	26
4.5 Karakteristik debit.....	26
4.6 Karakteristik hujan.....	27
5.1 Rentang nilai parameter .....	31
5.2 Nilai parameter optimal pada setiap DAS.....	31
5.3 Nilai RMSE pada DAS Blega Telok.....	35
5.4 Nilai RMSE pada proses validasi.....	39
5.5 Nilai BFI di DAS di wilayah UPT PSDA Pamekasan (Madura) .....	46

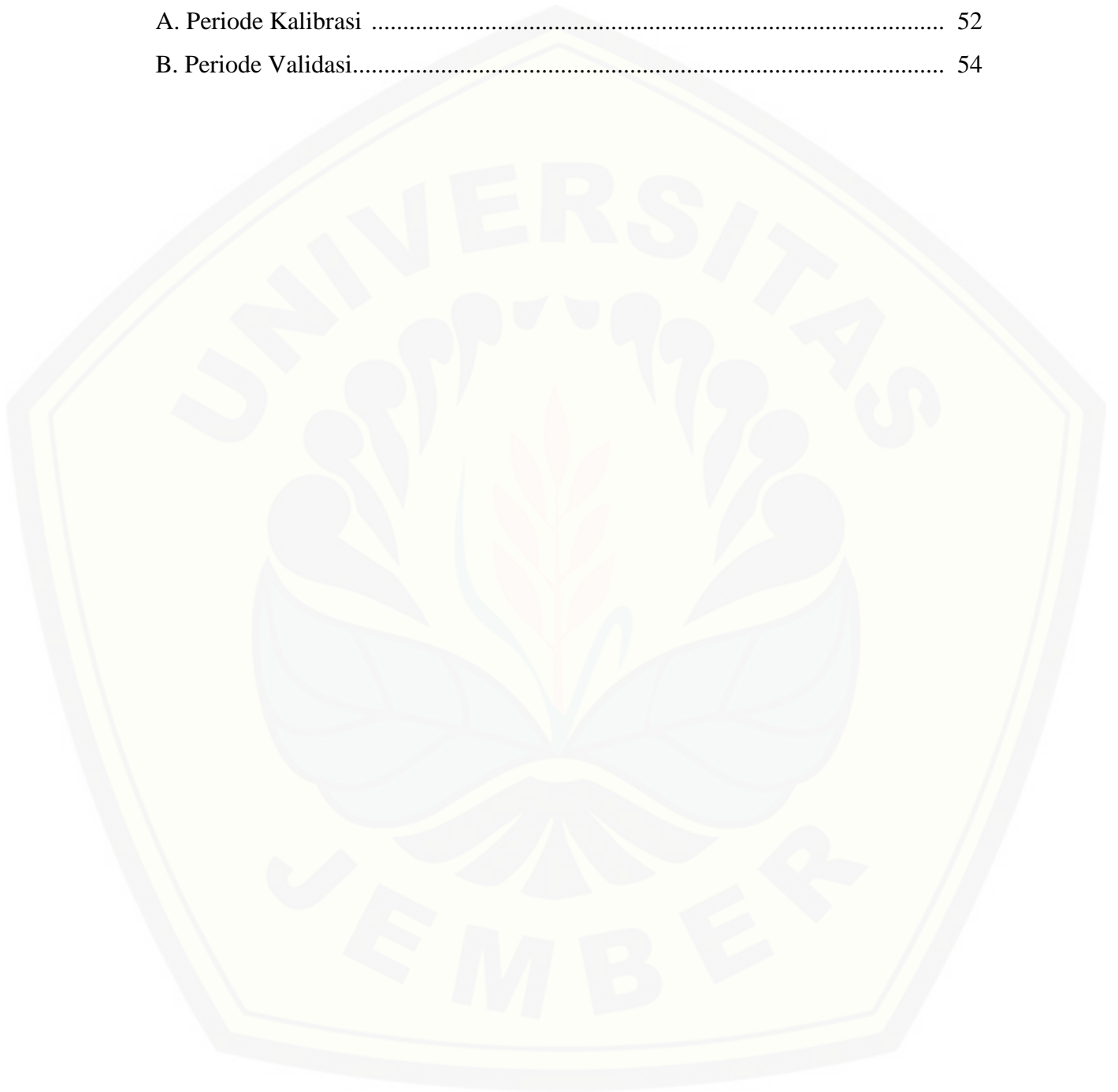
DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Siklus hidrologi .....	4
2.2 Bentuk hidrograf .....	7
2.3 Metode grafik .....	8
2.4 <i>Local Minimum Method</i> .....	10
2.5 <i>Fixed Interval Method</i> .....	11
3.1 Peta lokasi penelitian di DAS UPT PSDA Pamekasan (Madura).....	12
3.2 Diagram penelitian .....	14
4.1 Peta jenis tanah 5 DAS di UPT PSDA Pamekasan (Madura).....	20
4.2a Peta peruntukan lahan DAS Blega Telok.....	22
4.2b Peta peruntukan lahan DAS Kemuning Pangilen .....	22
4.2c Peta peruntukan lahan DAS Samiran Propo .....	23
4.2d Peta peruntukan lahan DAS Nipah Tebanan.....	23
4.2e Peta peruntukan lahan DAS Klampok Ambunten.....	24
4.3 Peta penyebaran akuifer 5 DAS di UPT PSDA Pamekasan (Madura) .....	25
4.4a Grafik kejadian hujan dan debit periode Januari 1996 – Desember 2001 pada DAS Blega Telok .....	28
4.4b Grafik kejadian hujan dan debit periode Januari – Desember 1997 pada DAS Blega Telok .....	29
5.1 Proses kalibrasi pada DAS Blega Telok .....	32
5.2a Grafik hubungan antara debit terukur dan terhitung menggunakan <i>Local Minimum Method</i> di DAS Blega Telok pada periode bulan Juli – September tahun 1996 – 2001 .....	33
5.2b Grafik hubungan antara debit terukur dan terhitung menggunakan metode <i>Fixed Interval Method</i> di DAS Blega Telok pada periode bulan Juli – September tahun 1996 – 2001 .....	32
5.2c Grafik hubungan antara debit terukur dan terhitung menggunakan metode <i>Eckhardt Filter</i> di DAS Blega Telok pada periode bulan Juli – September tahun 1996 – 2001 .....	34

5.3	Grafik aliran dasar dari ketiga metode pada periode bulan Juli – September tahun 1999 di DAS Blega Telok.....	36
5.4	Grafik FDC pada periode bulan Juli – September tahun 1996 – 2001 di DAS Blega Telok.....	37
5.5a	Hasil pemisahan aliran dasar pada DAS Blega Telok periode panjang tahun 1996 – 2005.....	40
5.5b	Hasil pemisahan aliran dasar pada DAS Blega Telok periode setahun 1 Januari - 31 Desember 1999 .....	41
5.5c	Hasil pemisahan aliran dasar pada DAS Blega Telok periode penghujan Oktober 1999 - Juni 2000.....	41
5.5d	Hasil pemisahan aliran dasar pada DAS Blega Telok periode kemarau Juli - September tahun 1999 .....	42
5.6a	Grafik <i>FDC</i> pada DAS Blega Telok periode panjang tahun 1996-2005 .....	43
5.6b	Grafik <i>FDC</i> pada DAS Kemuning Pangilen periode panjang tahun 1996-2001 .....	44
5.6c	Grafik <i>FDC</i> pada DAS Samiran Propo periode panjang tahun 1996-2001 .....	44
5.6d	Grafik <i>FDC</i> pada DAS Nipah Tebanan periode panjang tahun 1996-2001 .....	45
5.6e	Grafik <i>FDC</i> pada DAS Klampok Ambunten periode panjang tahun 1996-2001 .....	45

**DAFTAR LAMPIRAN**

	Halaman
A. Periode Kalibrasi .....	52
B. Periode Validasi.....	54



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Soemarto (1987: 30) menyatakan bahwa “Daerah aliran sungai (DAS) merupakan suatu wilayah penerima air hujan yang dibatasi oleh punggung bukit atau gunung, dimana semua curah hujan yang jatuh di atasnya akan mengalir di sungai utama dan akhirnya bermuara ke laut.” Pengelolaan DAS merupakan bentuk pengembangan wilayah yang menempatkan DAS sebagai suatu unit pengelolaan sumber daya alam (SDA) untuk mencapai tujuan peningkatan produksi pertanian, perkebunan, perikanan, kehutanan maupun untuk kebutuhan air bersih bagi masyarakat.

Ketersediaan air di sungai berasal dari hujan yang jatuh di wilayah DAS. Pada saat musim kemarau debit air sungai cenderung kecil, sehingga ketersediaan airnya sedikit. Saat musim kemarau yang berperan penting memenuhi ketersediaan air di sungai adalah aliran dasar (*baseflow*). Aliran dasar merupakan air hujan yang terinfiltrasi dan akan keluar sedikit demi sedikit dari air bawah tanah menuju sungai. Aliran dasar saat musim kemarau digunakan sebagai acuan untuk meningkatkan pengembangan dan pengelolaan sumberdaya air, khususnya pemenuhan kebutuhan air irigasi untuk pertanian. Tetapi besarnya nilai aliran dasar belum diketahui, sehingga penelitian untuk memperkirakan besarnya ketersediaan aliran dasar penting untuk dilakukan agar pemenuhan kebutuhan air pada musim kemarau tercukupi dan distribusi aliran air sungai dapat merata sepanjang tahun.

DAS Blega Telok, DAS Kemuning Pangilen, DAS Samiran Propo, DAS Nipah Tebanan, dan DAS Klampok Ambunten merupakan DAS di wilayah UPT PSDA Pamekasan (Madura) yang memiliki data cukup lengkap untuk dapat digunakan sebagai objek penelitian dalam memperkirakan besarnya aliran dasar. Di Madura banyak terdapat lahan yang digunakan untuk pertanian. Sehingga pada saat musim kemarau mengandalkan aliran dasar untuk pemenuhan kebutuhan air irigasi. Untuk mencukupi kebutuhan air pada saat musim kemarau perlu dilakukan penelitian tentang perkiraan besarnya aliran dasar.

Penelitian ini dilakukan untuk memperkiraan besarnya aliran dasar menggunakan 2 metode grafis, yaitu: (1) *Fixed Interval Method*, (2) *Local Minimum Method* dan 1 metode RDF, yaitu: *Eckhardt Filter*. Penelitian ini menggunakan metode grafis dan metode RDF karena penggunaannya mudah dan tidak rumit, hanya menggunakan data debit saja untuk mengolah, metode tersebut pada saat musim penghujan dapat memisahkan antara aliran dasar dengan debit total dan pada saat musim kemarau debit terukur dan terhitung saling berhimpitan. Ketiga metode menggunakan data debit untuk mengetahui keadaan aliran sungai di sebuah DAS. Masing-masing metode tersebut akan diuji untuk mengetahui metode tersebut dapat digunakan atau tidak dalam memodelkan aliran dasar.

## 1.2 Rumusan Masalah

DAS-DAS di Wilayah UPT PSDA Pamekasan (Madura) belum memiliki perkiraan besarnya aliran dasar pada saat musim kemarau menggunakan metode grafis dan RDF. Selain itu, saat musim kemarau ketersediaan air di sungai cenderung sangat sedikit. Aliran dasar sebagai sumber aliran saat musim kemarau berperan penting untuk memenuhi ketersediaan air, khususnya di bidang pertanian. Dengan mengetahui jumlah air yang tersedia, maka dapat mengatur pengeluaran air sesuai kebutuhan. Sehingga suplai air irigasi pada saat musim kemarau dapat terpenuhi secara merata.

## 1.3 Batasan Masalah

Penelitian dibatasi dengan membandingkan nilai *baseflow* menggunakan 2 metode grafis dan 1 metode RDF. Ketiga metode ini akan diuji untuk mengetahui metode tersebut dapat digunakan atau tidak dalam memodelkan aliran dasar pada 5 DAS di wilayah UPT PSDA Pamekasan (Madura). Analisis debit hanya sampai pada nilai *baseflow* dan mengabaikan nilai *interflow*.

#### **1.4 Tujuan**

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mendapatkan nilai parameter optimal dari 2 metode grafis dan 1 metode RDF pada 5 DAS di wilayah UPT PSDA Pamekasan (Madura).;
2. Menguji metode yang dapat memodelkan aliran dasar dari 2 metode grafis dan 1 metode RDF pada 5 DAS di wilayah UPT PSDA Pamekasan (Madura).
3. Mengetahui kondisi aliran sungai pada 5 DAS di wilayah UPT PSDA Pamekasan (Madura).

#### **1.5 Manfaat**

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan informasi tentang metode yang dapat memodelkan aliran dasar pada 5 DAS di wilayah UPT PSDA Pamekasan (Madura).
2. Menambah informasi yang dapat membantu penanganan sumberdaya air pada 5 DAS di wilayah UPT PSDA Pamekasan (Madura).

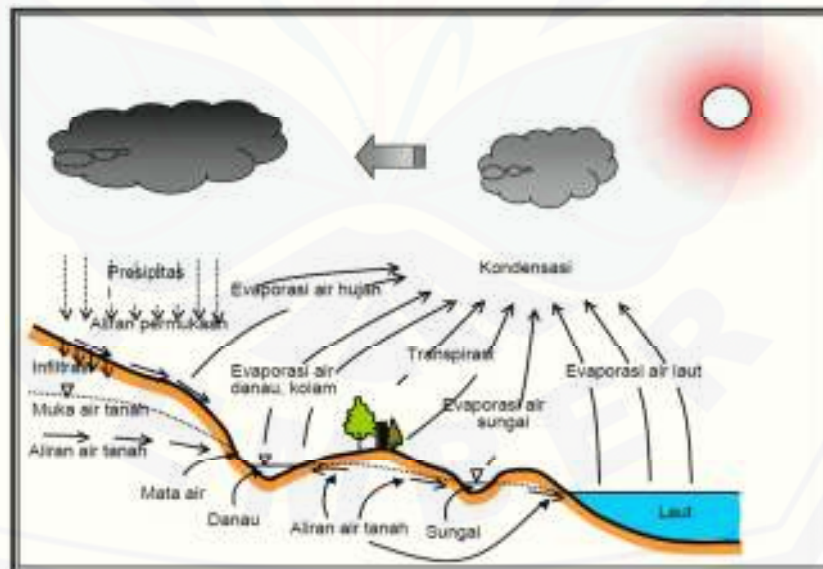
## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Daerah Aliran Sungai (DAS)

Menurut Soemarto (1987: 30), daerah aliran sungai (DAS) merupakan suatu wilayah penerima air hujan yang dibatasi oleh punggung bukit atau gunung, dan semua curah hujan yang jatuh di atasnya akan mengalir di sungai utama dan akhirnya bermuara ke laut (*outlet*).

“DAS dapat dibagi ke dalam tiga komponen yaitu: bagian hulu, tengah dan hilir. Ekosistem bagian hulu merupakan daerah tangkapan air utama dan pengatur aliran. Ekosistem tengah sebagai daerah distributor dan pengatur air, sedangkan ekosistem hilir merupakan pemakai air. Hubungan antara ekosistem-ekosistem ini menjadikan DAS sebagai satu kesatuan hidrologis. Di dalam DAS terintegrasi berbagai faktor yang dapat mengarah kepada kelestarian atau degradasi tergantung bagaimana suatu DAS dikelola” (Soemarto, 1987: 30).

### 2.2 Siklus Hidrologi



Gambar 2.1 Siklus hidrologi (The Comet Program, 2013).

Siklus hidrologi adalah gerakan air laut ke udara yang kemudian jatuh ke permukaan tanah sebagai air hujan atau bentuk presipitasi lain dan akhirnya



mengalir menuju laut kembali. Laut merupakan tempat penampungan air terbesar di bumi. Sinar matahari yang dipancarkan ke bumi menaikkan suhu air yang akan memacu perubahan wujud air dari cair menjadi gas. Proses ini dikenal sebagai evaporasi. Air dipermukaan tanaman juga berubah wujud menjadi gas yang dikenal dengan proses transpirasi. Proses evaporasi dan transpirasi akan naik ke atmosfer membentuk uap air yang terkondensasi membentuk awan. Ketika awan tidak lagi mampu menampung air, awan akan melepaskan uap air yang ada di dalamnya dan kemudian jatuh sebagai presipitasi dalam bentuk hujan, salju, hujan es, dan kabut. Sebagian air hujan yang jatuh ke permukaan bumi dikembalikan lagi ke atmosfer melalui proses evaporasi dan transpirasi oleh tanaman, sisanya akan mengalir ke permukaan tanah sebagai aliran permukaan (Asdak, 2004: 33).

Dari aliran permukaan selanjutnya mengalir melalui sungai dan tersimpan dipermukaan tanah dan sebagian lagi masuk ke dalam tanah dalam bentuk infiltrasi. Aliran permukaan yang mengalir melalui sungai menjadi debit sungai. Aliran ini sering disebut *surface runoff*. Pada saat tidak terjadi hujan, air yang masuk ke dalam tanah akan menjadi cadangan air tanah, selanjutnya pada lokasi tertentu mengalir keluar dan bergabung dengan aliran sungai. Air sungai ini yang disebut sebagai *baseflow* (Asdak, 2004: 35).

### 2.3 Aliran Dasar

“Aliran dasar (*baseflow*) merupakan komponen aliran dalam jangka waktu yang panjang. Aliran dasar diamati sebagai debit di sungai pada saat musim kemarau. Saat musim kemarau tidak ada hujan yang jatuh, tetapi pada kebanyakan sungai masih ada debit air yang mengalir. Air sungai ini berasal dari komponen aliran yang kita kenal sebagai *baseflow*. Aliran ini berasal dari air hujan yang terinfiltrasi dan masuk ke dalam tanah menjadi cadangan air tanah, selanjutnya pada lokasi tertentu mengalir ke luar dan bergabung dengan aliran sungai” (Indarto, 2010).

Aliran dasar merupakan aliran yang berasal dari *groundwater*. Aliran dasar merupakan komponen dari aliran debit yang berkontribusi besar pada saat musim kemarau. Aliran dasar menjadi salah satu hal terpenting untuk dipelajari terutama

dalam memahami karakteristik DAS. Besarnya nilai aliran dasar pada suatu DAS perlu diketahui untuk beberapa kepentingan yaitu untuk pengembangan strategi manajemen air khususnya pada kondisi kekeringan, mengetahui hubungan antara organisme akuatik dengan lingkungannya, estimasi besar kecilnya suplai air, dan manajemen kualitas air (Santhi *et al.*, 2008: 141).

Aliran dasar menjadi informasi penting dalam analisa kuantitas dan kualitas air, dan habitat akuatik. Selain itu, hubungan aliran dasar terhadap debit *groundwater* juga memberikan informasi penting mengenai kondisi *groundwater* pada skala regional (Piggott *et al.*, 2005: 912).

#### 2.4 Hidrograf

Hidrograf adalah gambaran suatu aliran sungai (aliran permukaan) secara kontinyu dari waktu ke waktu. Gambaran tersebut berupa fluktuasi aliran sungai sepanjang waktu (harian, bulanan, tahunan) atau satu kejadian hujan. Hidrograf menggambarkan grafik hubungan antara besar aliran persatuan waktu ( $\text{m}^3/\text{detik}$ ), yang biasa disebut debit aliran ( $Q$ ) dengan waktu ( $t$ ). Hasil yang diperoleh dari grafik tersebut nantinya adalah sebuah lengkung hidrograf. Hidrograf yang baik adalah hidrograf yang menggambarkan hubungan yang tidak terlalu berbeda besar debit aliran pada saat musim penghujan dan musim kemarau pada suatu DAS.

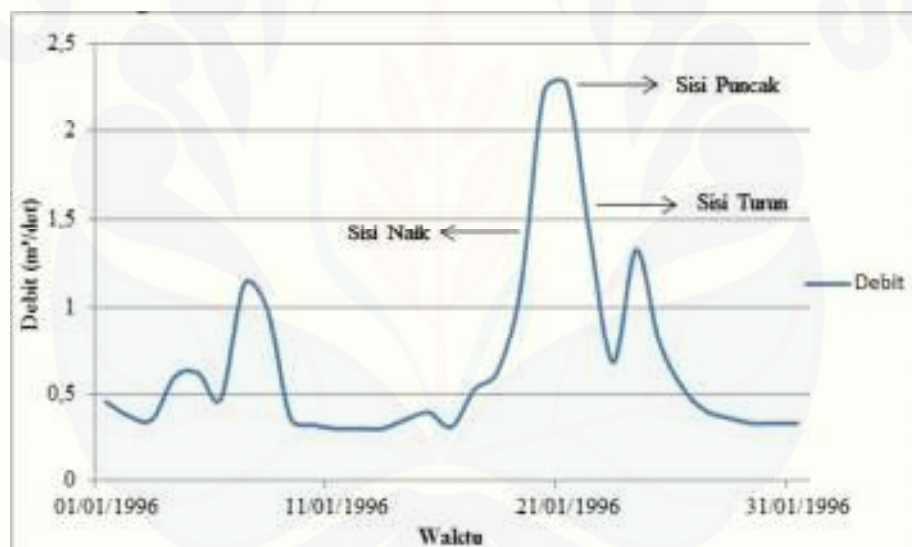
Terdapat beberapa macam hidrograf yang dikenal, antara lain:

1. Hidrograf muka air (*stage hydrograph*), yaitu hubungan antara perubahan tinggi muka air dengan waktu. Hidrograf ini tidak lain adalah merupakan hasil rekaman *Automatic Water Level Record* (AWLR).
2. Hidrograf debit (*discharge hydrograph*), yaitu hubungan antara debit dengan waktu. Dalam pengertian sehari-hari, bila tidak disebut lain, hidrograf debit ini sering disebut sebagai 'hidrograf'. Hidrograf ini dapat diperoleh dari hidrograf muka air dan *rating curve*.
3. Hidrograf sedimen (*sediment hydrograph*), yaitu hubungan antara kandungan sedimen dengan waktu (Harto, 1993: 61).

## 2.5 Komponen Hidrograf

Hidrograf aliran merupakan catatan waktu kondisi aliran di lokasi pengukuran. Hidrograf merupakan agregat dari sumber air yang berbeda yang berkontribusi terhadap aliran air. Komponen-komponen ini dapat dibagi lagi menjadi:

1. *Rising Limb* (sisi naik) waktu yang diukur dari waktu nol sampai waktu terjadinya debit puncak.
2. *Crest Or Peak* (sisi puncak) menggambarkan debit maksimum yang terjadi dalam suatu aliran.
3. *Recession Limb* (sisi turun) waktu yang diukur mulai dari debit puncak sampai dengan titik dimana aliran mulai stabil kembali (Brodie dan Hostetler, 2007: 20).



Gambar 2.2 Bentuk hidrograf (Sumber: Hasil pengolahan data, 2014).

## 2.6 Pemisahan Aliran Dasar

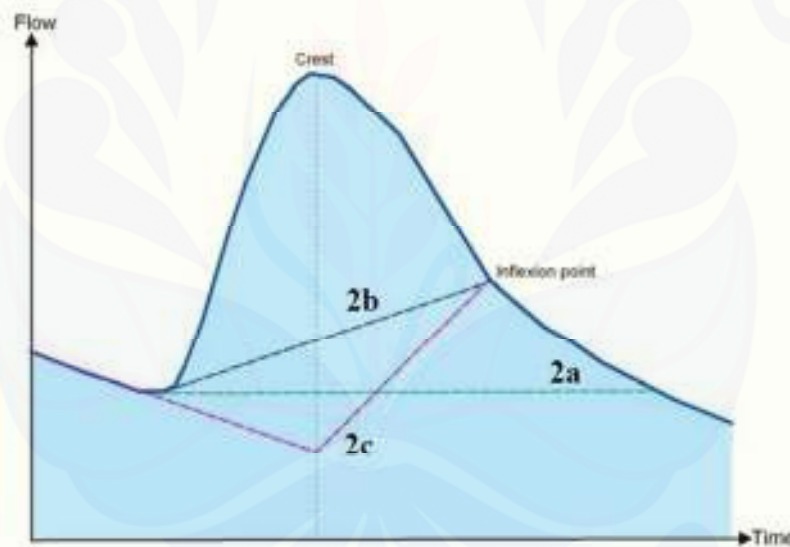
Terdapat beberapa teknik pemisahan hidrograf yang telah diterapkan untuk mengidentifikasi komponen-komponen aliran yang terdapat pada aliran sungai. Komponen-komponen tersebut mewakili karakteristik aliran yang terdapat pada sebuah DAS. Menurut Brodie *et al.* (2007: 59) terdapat tiga teknik analisis aliran dasar, yaitu: pemisahan aliran dasar (*baseflow separation*), metode analisis

frekuensi, dan metode analisis resesi. Teknik pemisahan aliran dasar bertujuan untuk mendapatkan hasil pemisahan antara aliran dasar (*baseflow*) dan aliran permukaan (*quickflow*).

Terdapat dua metode dalam pemisahan aliran dasar, yaitu metode grafik dan metode pemisahan *filter* (Brodie *et al.*, 2007: 60).

### 2.6.1 Metode Grafik

Metode grafik sering digunakan dalam merencanakan komponen aliran dasar dari hidrograf banjir, termasuk titik aliran dasar yang memotong garis *falling limb*. Metode grafik lebih fokus pada titik perpotongan antara *baseflow* dengan *rising* dan *falling limb*. Beberapa metode grafik untuk memisahkan aliran dasar yaitu: metode debit konstan, metode kemiringan konstan dan metode cekung (Linsley *et al.*, 1982: 9).



Gambar 2.3 Metode grafik (Sumber: Brodie dan Hostetler, 2007: 4).

### 2.6.2 Metode Pemisahan Filter

Nilai aliran dasar dari suatu DAS ditentukan dengan teknik pemisahan *baseflow* dari hidrograf debit aliran total. Terdapat berbagai cara yang bisa digunakan untuk pemisahan *baseflow*, antara lain metode grafis dan metode RDF (*Recursive Digital Filter*) seperti penjelasan sebagai berikut.

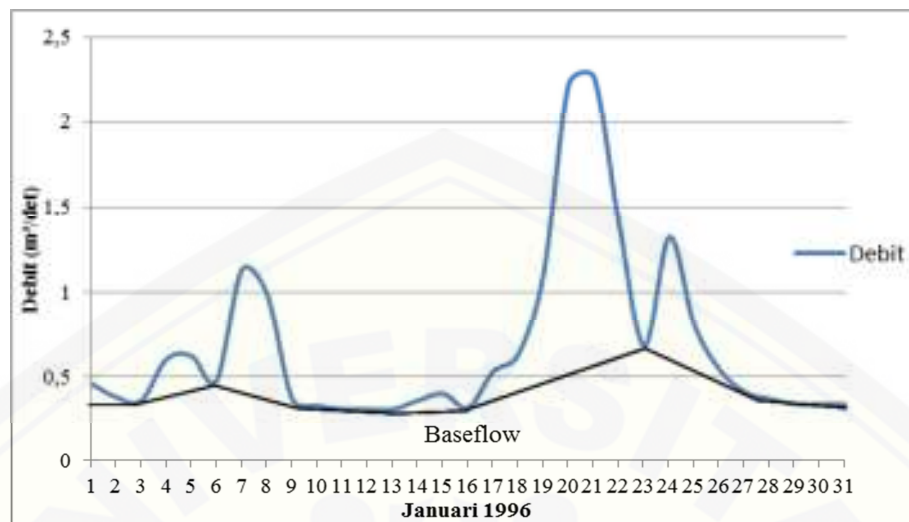
### 2.6.2.1 Metode Grafis

Metode grafis merupakan metode yang menggunakan waktu penghentian limpasan sebagai dasar pemisahan *baseflow*. Metode ini menggunakan interval waktu tertentu untuk menentukan debit minimum berturut-turut pada hidrograf. *Baseflow* hidrograf diasumsikan sebagai garis yang menghubungkan debit minimum yang telah dipilih. Sloto dan Crouse (1996: 5) menjelaskan terdapat beberapa metode utama, yaitu *Local Minimum Method* dan *Fixed Interval Method*. Kedua metode tersebut akan dijabarkan pada penjelasan sebagai berikut.

#### a. *Local Minimum Method*

Prinsip kerja *Local Minimum Method* adalah sebagai berikut:

- 1) Metode minimum (*Local Minimum Method*) mengevaluasi debit setiap harinya untuk menentukan apakah hari tersebut termasuk debit terendah atau tidak pada interval yang dimaksud menggunakan rumus  $[0,5 (2N^* - 1)$  hari]. N merupakan jumlah hari setelah limpasan permukaan berhenti.
- 2) Nilai N didapatkan secara empiris dari rumus  $N = A^{0,2}$  (Linsley *et al.*, 1982: 210), dimana A adalah luas DAS dengan satuan  $\text{mil}^2$ . Misalnya:  
Luas Blega Telok (A) =  $99,83 \text{ km}^2 = 38,54 \text{ mil}^2$   
 $N = A^{0,2} = (38,54)^{0,2} = 2,07$   
 $2N = 2 (2,07) = 4,15 \text{ hari} = 4 \text{ hari}$   
 $[0,5 (2N - 1)] \text{ hari} = [0,5 (4 - 1)] \text{ hari} = [0,5 (3)] \text{ hari} = 1,5 \text{ hari}$
- 3) Selanjutnya ditentukan nilai f (*turning point*) dan debit terendah pada setiap interval dihubungkan dengan garis lurus untuk menentukan *baseflow*, seperti pada gambar 2.3.

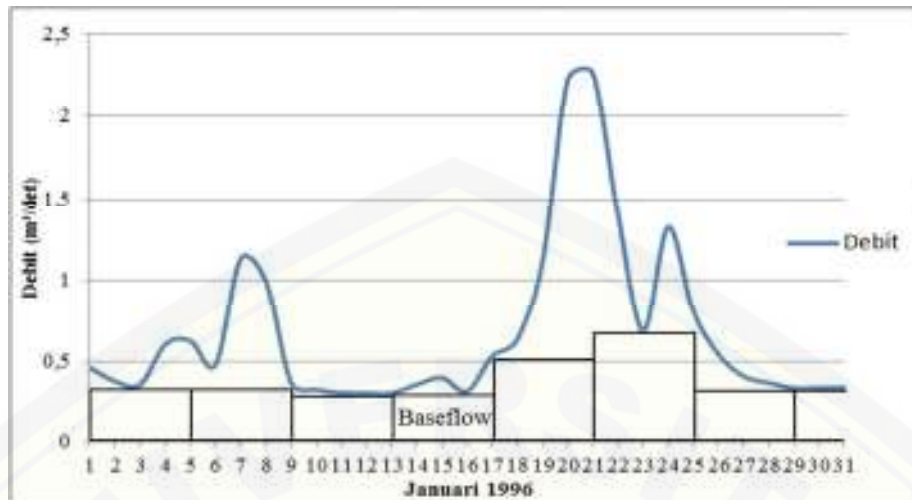


Gambar 2.4. *Local Minimum Method* (Sumber: Hasil pengolahan data, 2014).

b. *Fixed Interval Method*

Prinsip kerja *Fixed Interval Method* adalah sebagai berikut:

- 1) Merupakan metode yang menggunakan debit terendah dalam setiap interval. Banyaknya hari dalam setiap interval ditentukan dengan menggunakan rumus  $(2N^* \text{ hari})$ .  $N$  merupakan jumlah hari setelah limpasan permukaan berhenti.
- 2) Nilai  $N$  didapatkan secara empiris dari rumus  $N = A^{0,2}$  (Linsley *et al.*, 1982: 210), dimana  $A$  adalah luas daerah aliran sungai (DAS) dengan satuan  $\text{mil}^2$ . Misalnya:  
 Luas Blega Telok ( $A$ ) =  $99,83 \text{ km}^2 = 38,54 \text{ mil}^2$   
 $N = A^{0,2} = (38,54)^{0,2} = 2,07$   
 $2N = 2 (2,07) = 4,15 \text{ hari} = 4 \text{ hari}$
- 3) Metode ini dapat digambarkan dengan diagram batang yang ditarik ke atas hingga bersentuhan dengan debit terendah pada interval tersebut.
- 4) Aliran dasar untuk interval berikutnya ditentukan dengan menggeser diagram batang pada interval yang sama hingga bersentuhan dengan hidrograf pada debit terendah pada interval berikutnya. Proses tersebut diulang pada semua interval berikutnya, seperti pada gambar 2.4.



Gambar 2.5. *Fixed Interval Method* (Sumber: Hasil pengolahan data, 2014).

#### 2.6.2.2 Metode *Recursive Digital Filter*

Merupakan metode untuk menganalisis debit yang akan memisahkan antara *baseflow* dan *direct run off* (DRO) dengan menggunakan rumus empiris. Menurut Gregor (2010: 8), metode yang terdapat dalam *Recursive digital filter*, yaitu:

1. *One parameter algorithm*
2. *Boughton (two-parameter algorithm)*
3. *IHACRES (three-parameter algorithm)*
4. *BFLOW (Lynie & Holick algorithm)*
5. *Chapman algorithm*
6. *Furey & Gupta filter*
7. *Eckhardt filter*
8. *EWMA filter*

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Eckhardt filter*, dengan persamaan sebagai berikut:

##### a. *Eckhardt filter*

Metode ini menjelaskan bahwa nilai aliran dasar pada saat  $i$  ( $b_i$ ) merupakan penjumlahan dari nilai aliran dasar sebelum  $i$  ( $b_{i-1}$ ) dengan debit total saat  $i$  ( $Q_i$ ). Metode ini menggunakan koefisien parameter ( $\alpha$ ) dan nilai

indeks aliran dasar maksimum ( $BFI_{max}$ ). Persamaan metode ini adalah sebagai berikut:

$$b_i = \frac{(1 - BFI_{max})\alpha b_{i-1} + (1 - \alpha) BFI_{max} \times Q_i}{1 - \alpha BFI_{max}} \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan:

- $b_i$  : nilai aliran dasar saat i
- $b_{i-1}$  : nilai aliran dasar sebelum i
- $BFI_{max}$  : nilai indeks aliran dasar
- $\alpha$  : koefisien parameter
- $Q_i$  : debit total saat i

Nilai  $BFI_{max}$  ditentukan sesuai dengan keadaan tanahnya, seperti dijelaskan pada penjelasan berikut:

1.  $BFI_{max}$  dengan nilai 0,80 digunakan pada sungai yang alirannya selalu ada
2.  $BFI_{max}$  dengan nilai 0,50 digunakan pada sungai yang alirannya tidak selalu ada (Eckhardt, 2005: 5).

## 2.7 Indeks Aliran Dasar (BFI)

Dari analisis yang dilakukan juga akan mendapatkan hasil untuk menentukan nilai *Baseflow index* (BFI). *Baseflow index* merupakan perbandingan antara volume aliran dasar (*baseflow*) dengan volume total aliran (*streamflow*). BFI memiliki banyak area aplikasi dalam bidang perkiraan besar aliran dasar dan resapan air tanah (Smakhtin, 2001: 150).

$$BFI = \frac{\text{volume baseflow}}{\text{volume streamflow}} \dots\dots\dots (2.2)$$

Nilai BFI digunakan sebagai batas ambang untuk ketetapan suatu lokasi DAS. Semakin besar nilai *index* maka akan semakin baik persediaan air di DAS tersebut. Sedangkan semakin kecil nilai *indexnya* maka akan semakin jelek persediaan air di DAS tersebut (Smakhtin, 2001: 151).



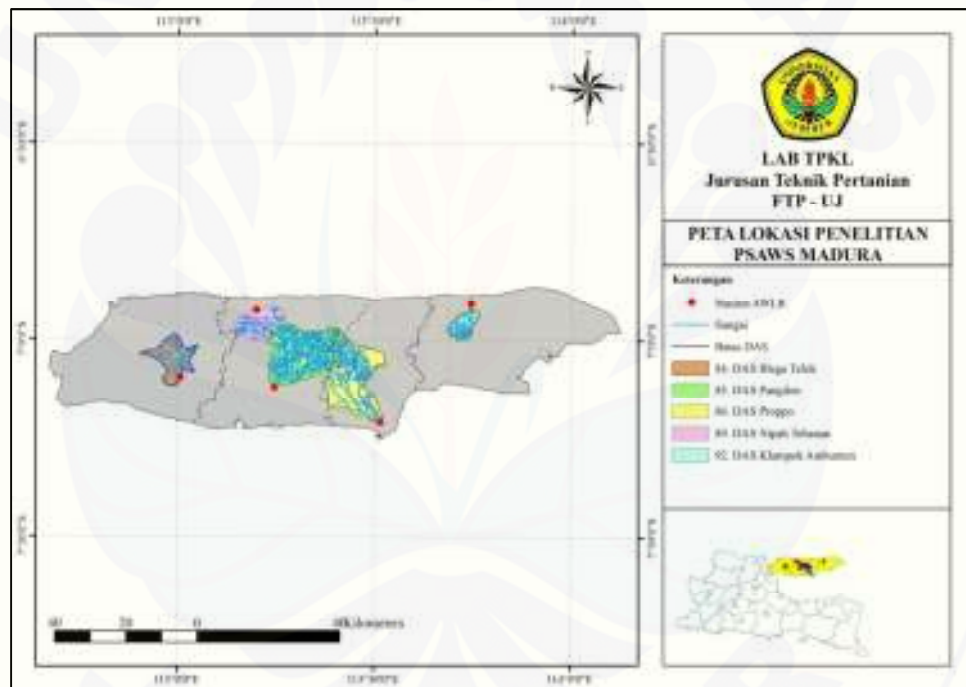
### BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

##### 3.1.1 Tempat Penelitian

###### a. Lokasi Pengamatan

Pengamatan dilakukan di lima DAS wilayah UPT PSDA Pamekasan (Madura). Lima DAS di wilayah UPT PSDA Pamekasan (Madura) terdiri dari: DAS Blega Telok, DAS Kemuning Pangilen, DAS Samiran Propo, DAS Nipah Tebanan, dan DAS Klampok Ambunten, seperti pada gambar 3.1 di bawah ini.



Gambar 3.1. Peta lokasi penelitian di DAS wilayah UPT PSDA Pamekasan (Madura) (Sumber: Hasil pengolahan data, 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 ini dilakukan mulai bulan Februari 2014 sampai dengan bulan Desember 2014.

## 3.2 Alat dan Bahan

### 3.2.1 Alat

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

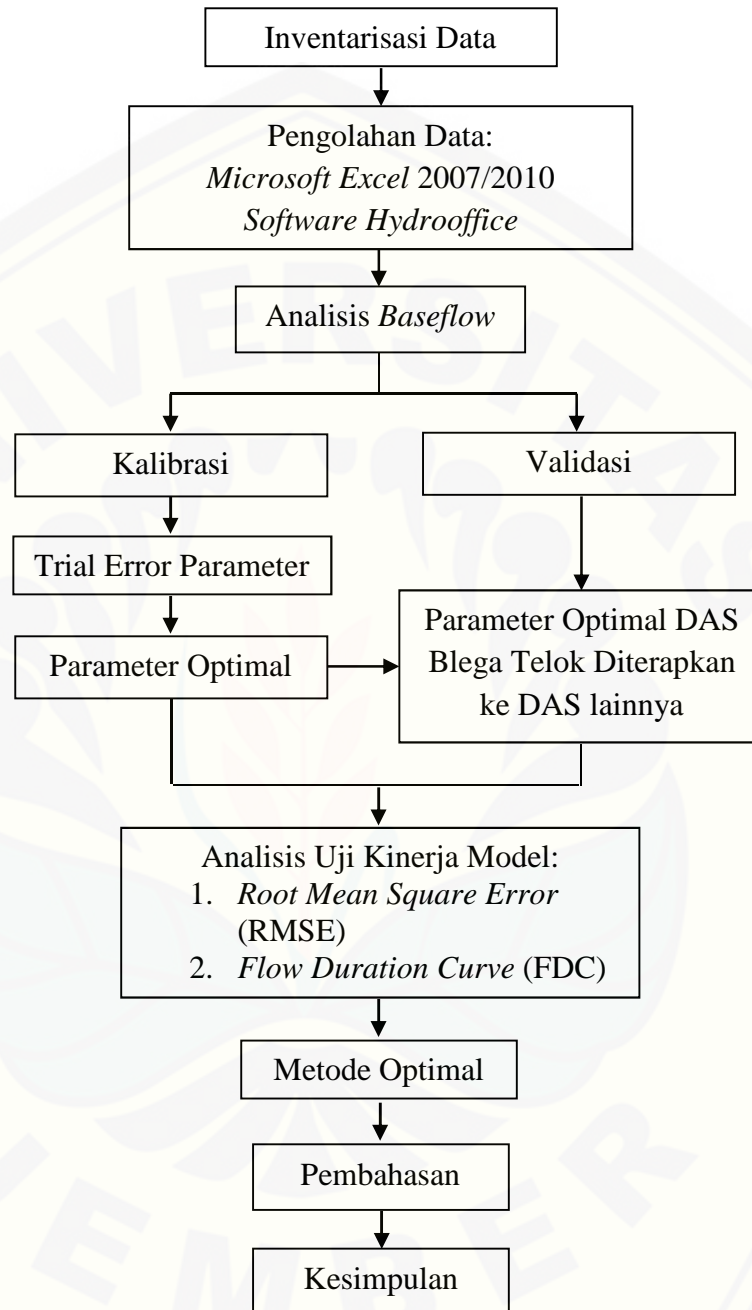
- a. Seperangkat PC (Komputer): digunakan untuk mengolah data
- b. *Software Hydrooffice*: digunakan untuk mengolah data sehingga menghasilkan nilai *baseflow*
- c. *Microsoft Excel 2003/2007*: digunakan untuk mengentri dan mengedit data
- d. *Software ArcGIS*: digunakan untuk membuat peta pada lokasi DAS yang diamati.

### 3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah:

- a. Data debit  
Data yang digunakan adalah data debit harian mulai 1 Januari 1996 sampai 31 Desember 2005 pada 5 DAS di wilayah UPT PSDA Pamekasan (Madura), yaitu: DAS Blega Telok, DAS Kemuning Pangilen, DAS Samiran Propo, DAS Nipah Tebanan, dan DAS Klampok Ambunten.
- b. Data hujan harian  
Data yang digunakan adalah data hujan harian mulai 1 Januari 2002 sampai dengan 31 Desember 2005 pada 5 DAS di wilayah UPT PSDA Pamekasan (Madura).
- c. Data Fisik DAS  
Data fisik DAS meliputi: batas DAS, jaringan sungai, stasiun hujan, dan stasiun AWLR pada 5 DAS di wilayah UPT PSDA Pamekasan (Madura).

### 3.3 Tahapan Penelitian



Gambar 3.2 Diagram Penelitian

### 3.4 Tahapan Pelaksanaan

#### 3.4.1 Inventarisasi Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data debit dan hujan harian pada DAS Blega Telok, DAS Kemuning Pangilen, DAS Samiran Propo, DAS Nipah Tebanan, dan DAS Klampok Ambunten di wilayah UPT PSDA Pamekasan (Madura) milik Dinas Pengairan Prov. Jawa Timur yang sudah diinventarisasi oleh Laboratorium Teknik Pengendalian dan Konservasi Lingkungan Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

#### 3.4.2 Pengolahan data

Pada DAS Blega Telok menggunakan data yang paling lengkap yaitu pada tahun 1991 – 2005. Dan data yang digunakan pada empat DAS lainnya yaitu tahun 1996 – 2001. Data debit harian yang didapatkan diubah formatnya menjadi *extensi.txt* kemudian diolah menggunakan *software Hydrooffice*. Data tersebut diolah dengan cara masing-masing metode sehingga dapat dilanjutkan dengan analisis dari hasil ketiga metode.

#### 3.4.3 Analisis *Baseflow*

Metode yang digunakan untuk memperkirakan besar aliran dasar dalam penelitian ini adalah 2 metode grafis, yaitu: (1) *Fixed Interval Method*, dan (2) *Local Minimum Method* dan 1 metode RDF, yaitu *Eckhardt Filter*.

##### 3.4.3.1 Metode Grafis

###### a. *Local Minimum Method*

Metode ini mengevaluasi debit setiap harinya untuk menentukan apakah hari tersebut termasuk debit terendah atau tidak pada interval yang dimaksud dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$[0,5 (2N - 1)] \text{ hari} \dots\dots\dots (3.1)$$

N merupakan jumlah hari setelah limpasan permukaan berhenti.

###### b. *Fixed Interval Method*

Metode ini dapat digambarkan dengan diagram batang yang ditarik ke atas hingga bersentuhan dengan debit terendah pada setiap interval. Banyaknya

hari dalam setiap interval ditentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$(2N) \text{ hari} \dots\dots\dots (3.2)$$

N merupakan jumlah hari setelah limpasan permukaan berhenti.

### 3.4.3.2 Metode *Recursive Digital Filter*

a. *Eckhardt Filter* menggunakan persamaan (2.1)

$$b_i = \frac{(1 - BFI_{max})^\alpha b_{i-1} + (1 - \alpha) BFI_{max} \times Q_i}{1 - \alpha BFI_{max}}$$

### 3.4.4 Kalibrasi dan Validasi

Kalibrasi merupakan proses untuk menentukan parameter dalam pengujian metode yang digunakan. Nilai parameter ditentukan dengan memeriksa bentuk pemisahan aliran dasar setiap tahun dengan melihat selisih antara garis pemodelan aliran dasar (debit terhitung) dengan aliran sungainya (debit terukur). Proses kalibrasi dilakukan dengan memasukkan nilai parameter secara manual sampai menghasilkan nilai aliran dasar yang sesuai pada tiap tahunnya.

Validasi merupakan proses yang dilakukan setelah melakukan kalibrasi. Proses ini dilakukan dengan menggunakan nilai parameter dari DAS Blega Telok (DAS dimana data nya paling lengkap) ke DAS lainnya (data kurang lengkap). Validasi dilakukan menggunakan data debit pada periode panjang, yaitu 1996 – 2001.

Perbandingan nilai parameter hasil kalibrasi pada tiap DAS dan hasil validasi dari satu DAS (DAS Blega Telok) ke DAS lainnya dilakukan untuk menguji apakah nilai parameter yang didapat pada satu DAS dapat digunakan pada DAS lainnya.

### 3.5 Analisis Uji Statistik Kinerja Model

Analisis uji statistik yang digunakan untuk menilai keoptimalan dari 2 metode grafis dan 1 metode RDF yaitu:

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

Menurut Mulla dan Addiscott (1999: 30) uji kinerja ini digunakan untuk mengevaluasi kinerja dengan mengukur tingkat kesalahan antara debit terukur dan terhitung. Apabila semakin rendah nilai RMSE yang dihasilkan, maka tingkat kesalahannya semakin kecil. Metode terbaik dipilih dari perhitungan RMSE yang menghasilkan nilai paling rendah mendekati nilai optimal, yaitu 0. Rumus RMSE adalah sebagai berikut:

$$\text{RMSE} = \frac{\sqrt{\sum(Q_M - Q_0)^2}}{n} \dots\dots\dots (3.3)$$

Keterangan:

- $Q_M$  : debit terhitung
- $Q_0$  : debit terukur
- $n$  : jumlah sampel

#### 3.5.2 *R Square* ( $R^2$ )

Nilai  $R^2$  digunakan untuk mengetahui tingkat kesesuaian atau kebenaran antara nilai debit terukur dan terhitung. Apabila semakin tinggi nilai  $R^2$  yang dihasilkan, maka kedua data menunjukkan hubungan yang sesuai. Metode terbaik dipilih dari perhitungan  $R^2$  yang menghasilkan nilai mendekati 1. Rumus  $R^2$  adalah sebagai berikut:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum(Q_0 - Q_M)^2}{(Q_0 - \bar{Q}_M)^2} \dots\dots\dots (3.4)$$

Keterangan:

- $R^2$  : tingkat kesesuaian debit terukur dan terhitung
- $Q_0$  : debit terukur
- $Q_M$  : debit terhitung
- $\bar{Q}_M$  : rerata debit terhitung (Indarto, 2010: 170).

### 3.5.3 *Flow Duration Curve (FDC)*

*Flow Duration Curve* merupakan metode yang menampilkan hubungan antara debit dan persentase waktu. FDC digunakan untuk mengambil semua data dalam suatu periode waktu dan memberi peringkat dari nilai terbesar ke terkecil. FDC diplotkan dengan menggunakan data debit sebagai sumbu y dan persentase waktu sebagai sumbu x.



## BAB 4. KARAKTERISTIK DAS

Karakteristik DAS dapat digambarkan secara spesifik baik keadaan fisik maupun hidrologinya. Analisis karakteristik fisik dan hidrologi bertujuan untuk mengetahui keadaan masing-masing DAS. Karakteristik fisik dan hidrologi DAS merupakan gambaran kondisi dari suatu DAS yang biasanya mempengaruhi seberapa besar kemampuan DAS tersebut menyimpan air hasil presipitasi.

### 4.1 Karakteristik Fisik

#### 4.1.1. Luas dan Bentuk DAS

Luas DAS menentukan besarnya daya tampung terhadap masukan hujan yang jatuh di atasnya. Semakin luas DAS maka akan semakin besar daya tampungnya dan semakin besar volume air yang dapat disimpan dan disumbangkan oleh DAS. Tabel 4.1 menampilkan luas dan bentuk DAS yang digunakan dalam penelitian. Dari tabel dapat dilihat DAS Samiran Propo merupakan DAS yang paling luas. Sehingga daya tampungnya lebih besar jika dibandingkan keempat DAS yang lain.

Tabel 4.1 Luas dan bentuk kelima DAS

No. DAS	Nama DAS	Luas DAS	Bentuk DAS
84	Blega Telok	99,83 km <sup>2</sup>	Kipas
85	Kemuning Pangilen	251,11 km <sup>2</sup>	Kipas
86	Samiran Propo	263,03 km <sup>2</sup>	Bulu Burung
89	Nipah Tebanan	98,83 km <sup>2</sup>	Kipas
92	Klampok Ambunten	47,08 km <sup>2</sup>	Bulu Burung

(Sumber: Hasil pengolahan data, 2014).

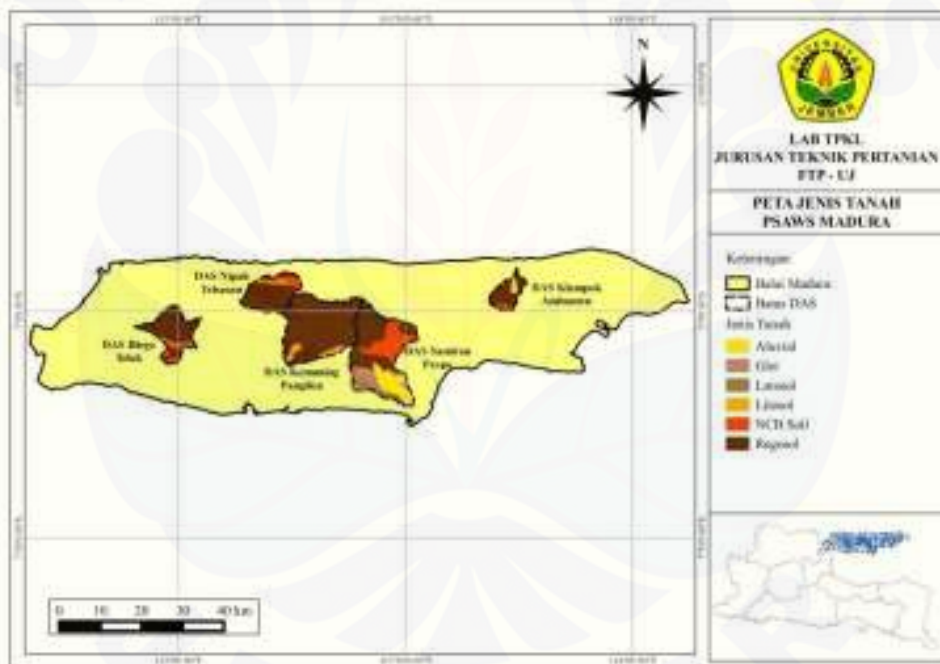
Menurut Hadihardaja (1990: 25) terdapat 3 bentuk DAS, yaitu: kipas, bulu burung dan lingkaran. DAS – DAS di Madura memiliki bentuk yang berbeda. Bentuk DAS berpengaruh pada pola aliran sungai dan puncak debit aliran. DAS yang berbentuk bulu burung cenderung menghasilkan debit puncak lebih rendah dibandingkan DAS yang berbentuk kipas walaupun luas keseluruhan dari dua bentuk DAS tersebut sama. Hal ini terjadi karena panjang sungai dari bentuk bulu



burung mempunyai jarak menuju outlet lebih panjang daripada bentuk kipas. Sehingga debit yang mengalir menuju outlet akan memerlukan waktu yang lama.

#### 4.1.2. Jenis Tanah

Jenis tanah umumnya dibagi menjadi tiga, yaitu ringan, sedang dan berat. Jenis tanah yang masuk dalam kelompok ringan adalah Regosol. Jenis tanah yang masuk dalam kelompok sedang adalah Aluvial dan Glei. Sedangkan jenis tanah yang masuk dalam kelompok berat adalah Litosol, Latosol dan *Nitrogen Cycling Bacteria* (NCB) Soil. Gambar 4.1 menampilkan peta jenis tanah yang terdapat di UPT PSDA Pamekasan (Madura). Sedangkan Tabel 4.2 menampilkan luas jenis tanah dari masing-masing DAS.



Gambar 4.1 Peta jenis tanah kelima DAS di UPT PSDA Pamekasan (Madura) (Sumber: Hasil pengolahan data, 2014).

Tabel 4.2 Luas dan persentase jenis tanah

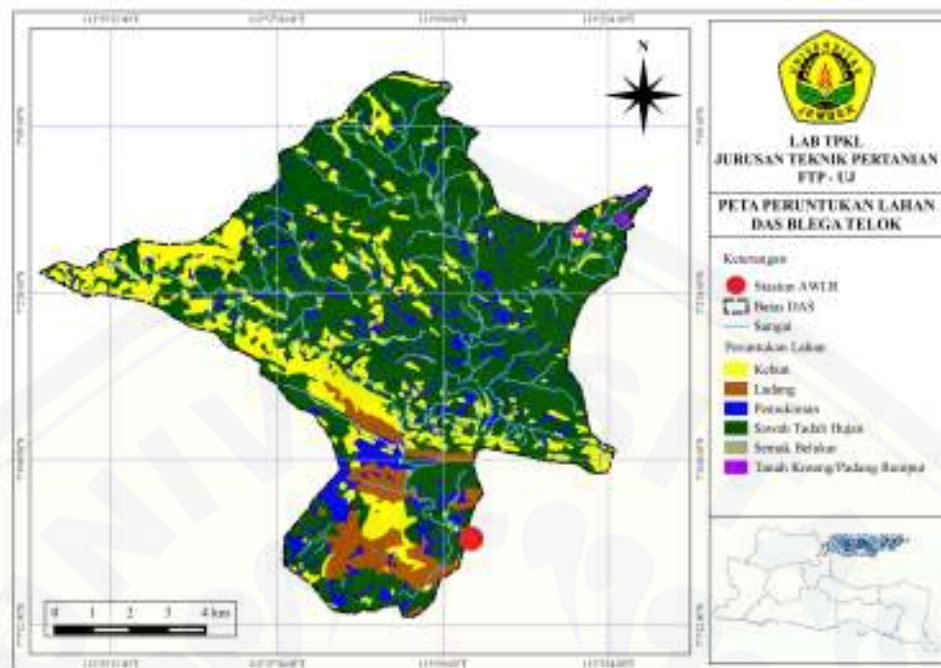
Jenis Tanah	Blega Telok		Kemuning Pangilen		Samiran Propo		Nipah Tebanan		Klampok Ambunten	
	Km <sup>2</sup>	%	Km <sup>2</sup>	%	Km <sup>2</sup>	%	Km <sup>2</sup>	%	Km <sup>2</sup>	%
Aluvial	-	-	-	-	39,81	15,14	-	-	5,94	12,62
Glei	-	-	-	-	27,96	10,63	-	-	-	-
Latosol	-	-	-	-	23,03	8,76	-	-	-	-
Litosol	7,36	7,37	20,7	8,24	3,08	1,17	7,71	7,80	-	-
NCB Soil	19,92	16,95	-	-	59,04	22,45	13,13	13,29	7,03	14,93
Regosol	<b>75,56</b>	<b>75,68</b>	<b>230,41</b>	<b>91,76</b>	<b>110,11</b>	<b>41,86</b>	<b>77,99</b>	<b>78,91</b>	<b>34,11</b>	<b>72,45</b>
<b>TOTAL</b>	<b>99,84</b>	<b>100</b>	<b>251,11</b>	<b>100</b>	<b>263,03</b>	<b>100</b>	<b>98,83</b>	<b>100</b>	<b>47,08</b>	<b>100</b>

(Sumber: Hasil pengolahan data, 2014).

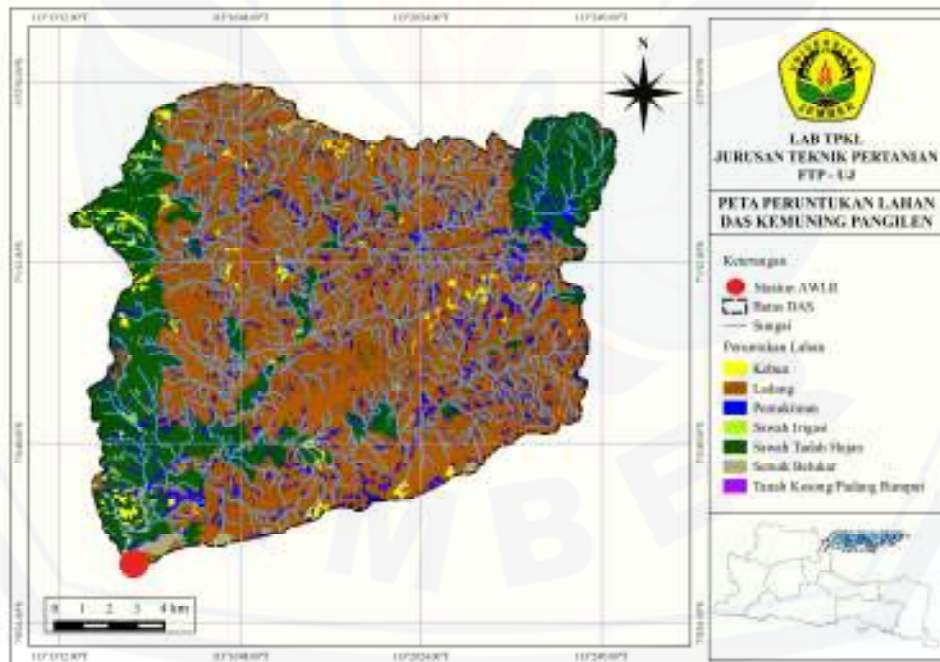
Dari Gambar 4.1 dan Tabel 4.2 dapat dilihat bahwa kelima DAS didominasi jenis tanah Regosol. Tanah regosol merupakan tanah bertekstur kasar, berbutir kasar, dan mudah tererosi. Jenis tanah mempengaruhi jumlah air yang dapat diserap dan disimpan oleh tanah. Tanah bertekstur berat mampu menyimpan air lebih banyak dibandingkan tanah bertekstur ringan. Tanah regosol termasuk jenis tanah ringan, sehingga daya simpan airnya cukup rendah namun daya serapnya cukup tinggi. Tanah Litosol dan Latosol termasuk jenis tanah berat, sehingga daya simpan airnya cukup tinggi. Tetapi, jenis tanah bertekstur ringan dan berat pada kelima DAS hampir sama. Sehingga sebagian besar air akan meresap ke dalam tanah dan sebagian lagi akan mengalir sebagai aliran permukaan.

#### 4.1.3. Peruntukan Lahan

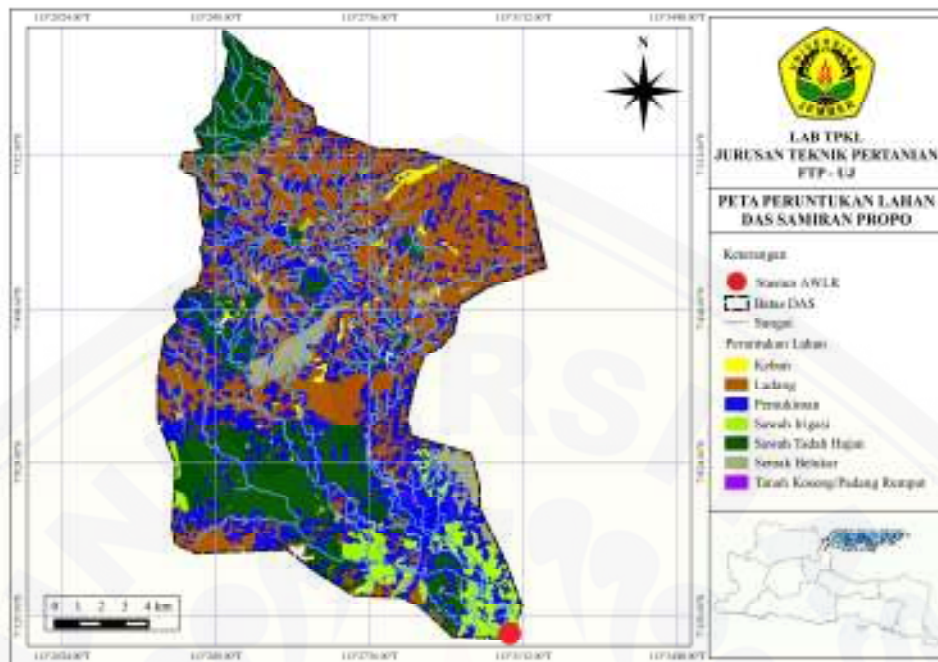
Terdapat berbagai macam peruntukan lahan pada DAS-DAS di Madura, yaitu: sawah irigasi, sawah tadah hujan, pemukiman, ladang, kebun, tanah kosong dan semak belukar. Peruntukan lahan dapat mempengaruhi jalannya aliran air dan jumlah air yang tertahan di permukaan tanah. Semakin lama jalannya air, maka akan semakin besar air yang masih tertahan di permukaan tanah. Peruntukan lahan pada kelima DAS dapat dilihat pada Gambar 4.2 (a, b, c, d, e) dan Tabel 4.3.



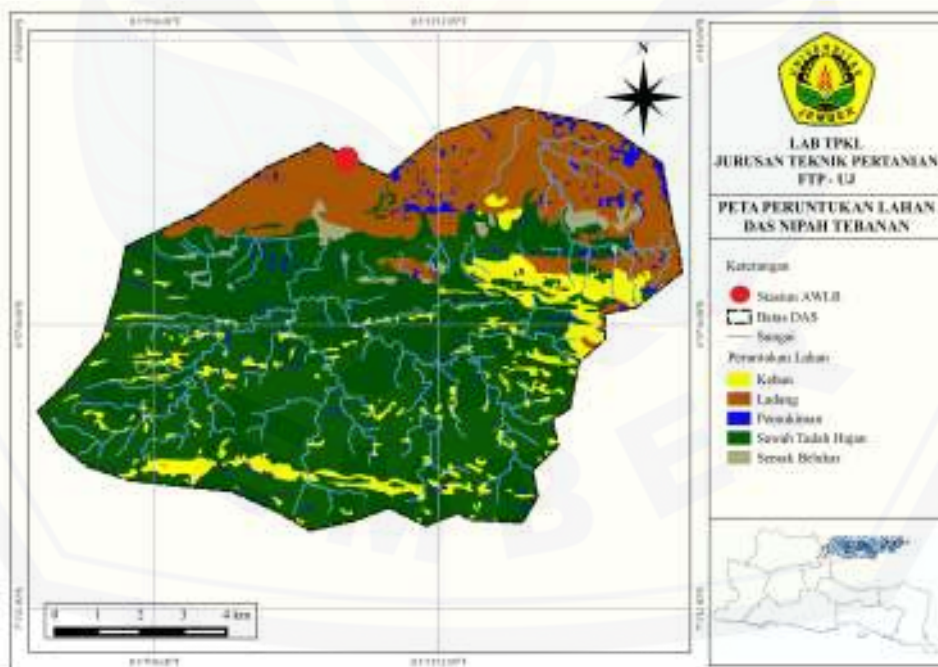
Gambar 4.2 (a) Peta peruntukan lahan DAS Blega Telok (Sumber: Hasil pengolahan data, 2014).



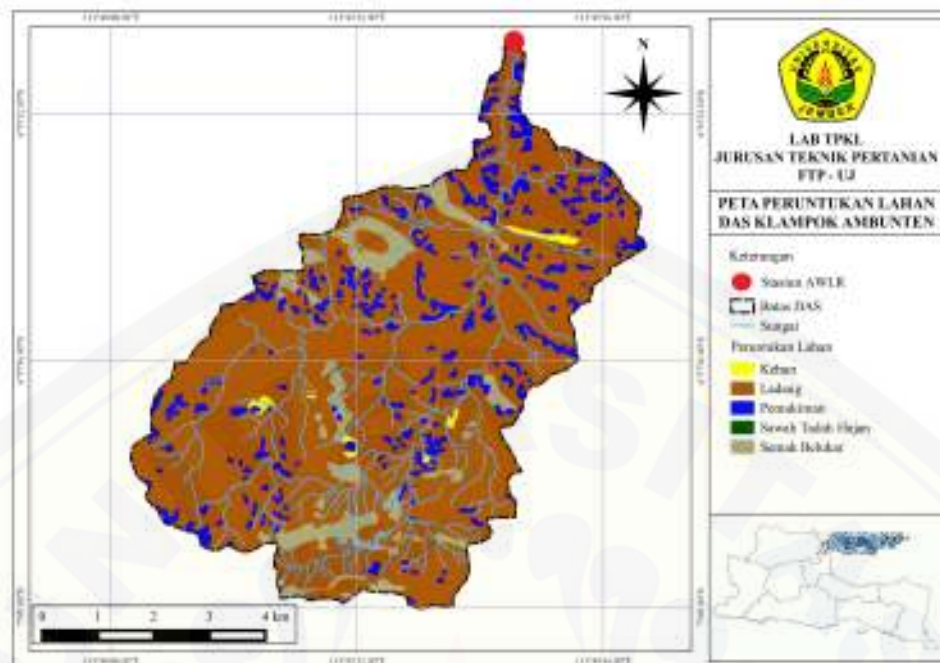
Gambar 4.2 (b) Peta peruntukan lahan DAS Kemuning Pangilen (Sumber: Hasil pengolahan data, 2014).



Gambar 4.2 (c) Peta peruntukan lahan DAS Samiran Propo (Sumber: Hasil pengolahan data, 2014).



Gambar 4.2 (d) Peta peruntukan lahan DAS Nipah Tebanan (Sumber: Hasil pengolahan data, 2014).



Gambar 4.2 (e) Peta peruntukan lahan DAS Klampok Ambunten (Sumber: Hasil pengolahan data, 2014).

Tabel 4.3 Luas dan persentase peruntukan lahan

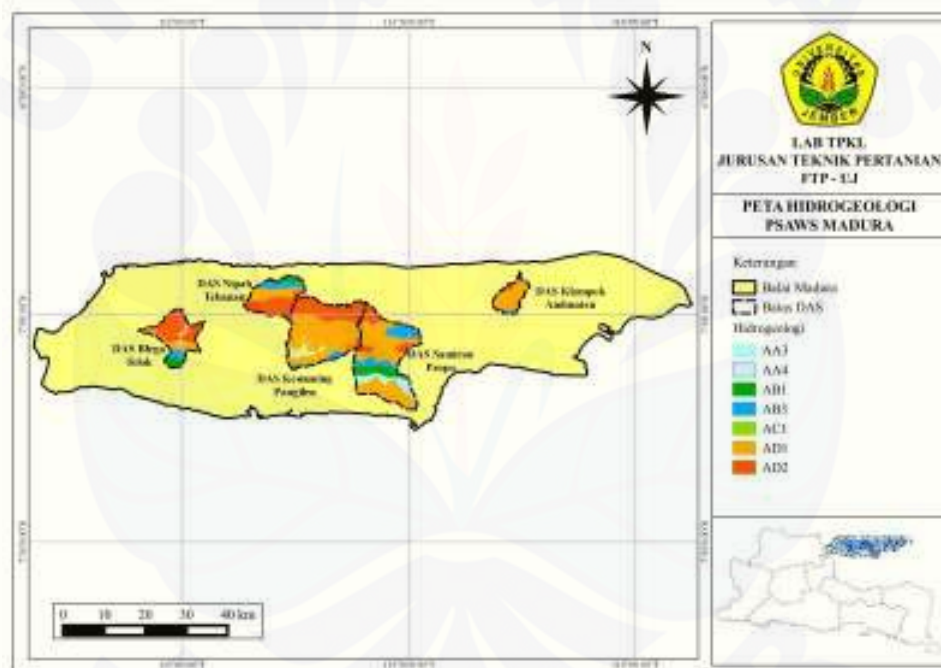
Peruntukan Lahan	Blega Telok		Kemuning Pangilen		Samiran Propo		Nipah Tebanan		Klampok Ambunten	
	Km <sup>2</sup>	%	Km <sup>2</sup>	%	Km <sup>2</sup>	%	Km <sup>2</sup>	%	Km <sup>2</sup>	%
Kebun	16,17	16,20	8,61	3,43	6,31	2,4	8,07	8,25	0,42	0,89
Ladang	5,49	5,50	<b>174,20</b>	69,37	<b>177,28</b>	67,4	19,45	19,89	<b>38,85</b>	82,52
Pemukiman	12,58	12,60	39,88	15,88	43,93	16,7	7,65	7,82	3,91	8,30
Sawah Irigasi	-	-	0,05	0,02	0,26	0,1	-	-	-	-
Sawah Tadah Hujan	<b>65,00</b>	65,10	25,51	10,16	19,46	7,4	<b>60,83</b>	62,20	0,005	0,01
Semak Belukar	0,01	0,01	2,71	1,08	15,52	5,9	1,79	1,83	3,90	8,28
Tanah Kosong	0,45	0,45	0,03	0,01	0,03	0,01	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>99,70</b>	99,86	<b>250,98</b>	99,95	<b>262,79</b>	99,91	<b>97,79</b>	100	<b>47,08</b>	100

(Sumber: Hasil pengolahan data, 2014).

Berdasarkan Gambar 4.2 dan Tabel 4.3, sebagian besar peruntukan lahan pada kelima DAS didominasi oleh ladang dan sawah tadah hujan. Semakin luas peruntukan lahan untuk tanaman, maka air yang masuk sebagai air tanah juga semakin besar dan air yang mengalir sebagai aliran permukaan kecil. Dengan kondisi peruntukan lahan yang didominasi oleh ladang dan sawah tadah hujan tersebut menunjukkan bahwa penghambat laju aliran permukaan menuju sungai cukup besar, sehingga dapat mengurangi volume limpasan yang mengalir ke sungai.

#### 4.1.4. Akuifer

Akuifer merupakan suatu batuan/formasi yang mempunyai kemampuan menyimpan dan mengalirkan air tanah dengan jumlah yang berarti. Secara umum, hidrogeologi yang terdapat pada tiap-tiap DAS dikelompokkan ke dalam beberapa karakteristik akuifer, yaitu akuifer produktif dengan penyebaran luas (AB), akuifer dengan aliran melalui ruang antar butir (AA), akuifer dengan aliran melalui celahan, rekahan dan saluran dengan produktif tinggi (AC) dan akuifer produktif kecil dan daerah air tanah langka (AD). Penyebaran akuifer pada kelima DAS di wilayah UPT PSDA Pamekasan (Madura) dapat dilihat pada Gambar 4.3 dan Tabel 4.4.



Gambar 4.3 Peta penyebaran akuifer kelima DAS di wilayah UPT PSDA Pamekasan (Madura) (Sumber: Hasil pengolahan data, 2014).

Tabel 4.4 Luas dan persentase penyebaran akuifer kelima DAS

Akuifer	Blega Telok		Kemuning Pangilen		Samiran Propo		Nipah Tebanan		Klampok Ambunten	
	Km <sup>2</sup>	%	Km <sup>2</sup>	%	Km <sup>2</sup>	%	Km <sup>2</sup>	%	Km <sup>2</sup>	%
AC1	0,49	0,49								
AA4	5,84	5,85	20,74	8,26						
AD2	<b>55,52</b>	55,61	79,95	31,84	18,68	7,1	<b>46,62</b>	47,17	4,15	8,81
AB1	9,80	9,82	6,91	2,75	0,53	0,2	10,02	10,14		
AD1	20,78	20,81	<b>136,15</b>	54,22	<b>207,79</b>	79	28,88	29,22	<b>40,06</b>	85,09
AB3	7,41	7,42	7,36	2,93	36,04	13,7	13,31	13,47	2,87	6,10
<b>TOTAL</b>	<b>99,84</b>	100	<b>251,11</b>	100	<b>263,03</b>	100	<b>98,83</b>	100	<b>47,08</b>	100

(Sumber: Hasil pengolahan data, 2014).

Dari Gambar 4.3 dan Tabel 4.4 dapat dilihat akuifer yang mendominasi adalah akuifer tipe AD1 dan AD2. Akuifer jenis AD merupakan akuifer produktif kecil dan daerah air tanah langka, yaitu akuifer dengan muka air tanah dangkal dan jumlah airnya terbatas. Pada daerah seperti ini sangat sulit diharapkan terdapat air tanah, kecuali batuan-batuan tersebut banyak mengandung rekahan.

#### 4.2 Karakteristik Debit

Debit merupakan besarnya air yang mengalir dari suatu penampang per satuan waktu. Debit maksimum merupakan debit tertinggi yang diukur dalam suatu kawasan DAS. Debit minimum merupakan debit terendah yang diukur dalam suatu kawasan DAS. Sedangkan debit rerata merupakan jumlah dari keseluruhan nilai debit yang terukur dibagi dengan banyaknya pengukuran. Tabel 4.5 menampilkan karakteristik debit pada kelima DAS di wilayah UPT PSDA Pamekasan (Madura). Data debit yang digunakan adalah periode 1 Januari 1996 – 31 Desember 2001.

Tabel 4.5 Karakteristik debit pada tahun 1996 – 2001 (m<sup>3</sup>/detik)

No. DAS	Nama DAS	Min	Max	Rerata
84	Blega Telok	0,04	68,10	1,78
85	Kemuning Pangilen	0,03	660,00	17,58
86	Samiran Propo	0,01	26,10	0,84
89	Nipah Tebanan	0,07	323,00	3,20
92	Klampok Ambunten	0,01	8,82	0,66

(Sumber: Hasil pengolahan data, 2014).

Debit yang dihasilkan masing-masing DAS berbeda. DAS yang berbentuk panjang akan menghasilkan debit puncak yang lebih kecil dibandingkan bentuk DAS yang melebar. Hal ini bisa dibuktikan bahwa debit maksimum yang paling tinggi dari kelima DAS adalah DAS Kemuning Pangilen, yaitu sebesar 660 m<sup>3</sup>/detik. DAS ini memiliki bentuk yang melebar, sehingga debit maksimum yang dihasilkan lebih tinggi. Sedangkan DAS yang memiliki debit maksimum terendah adalah DAS Klampok Ambunten yang berbentuk memanjang, yaitu sebesar 8,82 m<sup>3</sup>/detik.

Nilai debit terukur erat kaitannya dengan ketersediaan air yang dapat dimanfaatkan pada kawasan yang ada di bawahnya. Jika nilai debit terukur mendekati nilai nol, maka DAS tersebut tidak memiliki pasokan air yang cukup untuk dapat dimanfaatkan pada kawasan yang ada dibawahnya. Sebaliknya, apabila semakin besar debit yang tersedia, maka akan semakin besar pula debit yang bisa dimanfaatkan pada kawasan yang ada di bawahnya.

### 4.3 Karakteristik Hujan

Curah hujan merupakan ketinggian air hujan yang terkumpul dalam tempat yang datar, tidak menguap, tidak meresap dan tidak mengalir. Tabel 4.6 menampilkan karakteristik hujan pada kelima DAS di wilayah UPT PSDA Pamekasan (Madura). Data curah hujan yang digunakan adalah periode 1 Januari 1996 – 31 Desember 2001.

Tabel 4.6 Karakteristik hujan pada tahun 1996 – 2001 (mm/hari)

No. DAS	Nama DAS	Min	Max	Rerata
84	Blega Telok	0	163	21,59
85	Kemuning Pangilen	0	101	17,78
86	Samiran Propo	0	130	18,11
89	Nipah Tebanan	0	120	22,98
92	Klampok Ambunten	0	98	15,94

(Sumber: Hasil pengolahan data, 2014).

Curah hujan maksimum merupakan curah hujan tertinggi yang diukur dalam suatu kawasan DAS. Curah hujan minimum merupakan curah hujan terendah yang diukur dalam suatu kawasan. Sedangkan curah hujan rerata

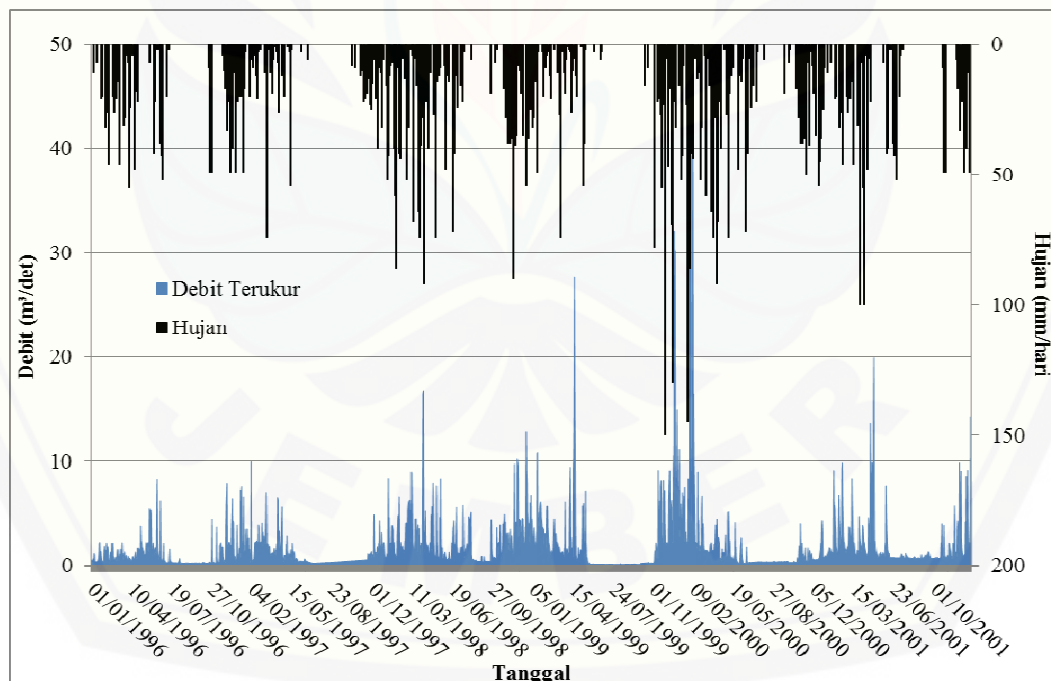


merupakan jumlah dari keseluruhan nilai curah hujan dibagi dengan banyaknya pengukuran yang dilakukan.

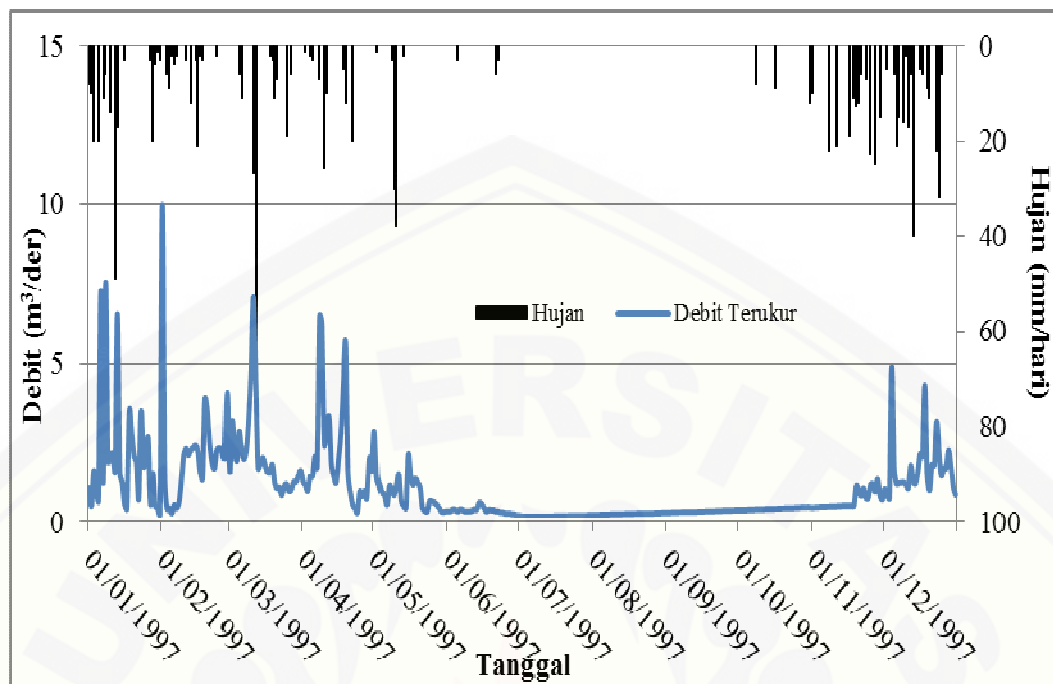
Besarnya curah hujan akan mempengaruhi besarnya aliran air permukaan dalam kawasan DAS. Semakin besar curah hujan yang jatuh pada daerah tersebut, debit yang dihasilkan akan semakin besar. Jadi curah hujan yang terjadi pada setiap DAS akan mempengaruhi jumlah debit pada DAS tersebut.

#### 4.4 Hubungan Hujan dan Debit Terukur

Data hujan digunakan untuk menampilkan hubungan antara fluktuasi kejadian hujan dengan fluktuasi volume debit. Data yang tersedia adalah periode 1 Januari 2002 – 31 Desember 2005. Guna melengkapi data curah hujan pada periode 1 Januari 1996 – 31 Desember 2001, dilakukan pengisian data curah hujan pada periode yang sama dengan asumsi bahwa pola curah hujan yang terjadi sama setiap waktunya. Grafik kejadian hujan dan debit ditampilkan pada gambar 4.4 (a) dan 4.4 (b) sebagai berikut.



Gambar 4.4 (a) Grafik kejadian hujan dan debit periode Januari 1996 – Desember 2001 pada DAS Blega Telok (Sumber: Hasil pengolahan data, 2014).



Gambar 4.4 (b) Grafik kejadian hujan dan debit periode Januari – Desember 1997 pada DAS Blega Telok (Sumber: Hasil pengolahan data, 2014).

Gambar 4.4 (a) menampilkan grafik kejadian hujan dan debit selama bulan Januari 1996 – Desember 2001. Sedangkan gambar 4.4 (b) menampilkan grafik kejadian hujan dan debit selama bulan Januari – Desember 1997. Dari gambar menunjukkan bahwa setiap tahun intensitas hujan berfluktuasi naik dan turun. Apabila intensitas hujan tinggi, maka nilai debit juga tinggi. Begitu pula sebaliknya. Nilai intensitas hujan berpengaruh terhadap besar kecilnya aliran dasar, karena tinggi rendahnya intensitas hujan mempengaruhi besar volume air yang masuk ke dalam tanah. Air itu nantinya akan menjadi aliran bawah tanah (*groundwater*) kemudian mengalir menuju sungai sebagai aliran dasar.

## BAB 5. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini mengkaji tentang perkiraan besarnya aliran dasar (*baseflow*) dengan menggunakan 2 metode grafis, yaitu *Local Minimum Method*, *Fixed Interval Method* dan 1 metode *Recursive Digital Filter* (RDF), yaitu *Eckhardt Filter*. Ketiga metode ini menggunakan data debit untuk memisahkan antara aliran dasar dengan aliran permukaan (*runoff*). Data debit yang digunakan dalam penelitian ini mulai tahun 1 Januari 1996 – 31 Desember 2001. Tempat yang dijadikan lokasi penelitian adalah DAS – DAS di wilayah UPT PSDA Pamekasan (Madura). Daerah tersebut banyak terdapat lahan yang digunakan untuk pertanian dan pada saat musim kemarau mengandalkan aliran dasar untuk pemenuhan kebutuhan air irigasinya. Dengan mengetahui perkiraan besarnya aliran dasar, diharapkan dapat membantu manajemen pengelolaan sumberdaya air seperti mengatur pengeluaran air irigasi sesuai kebutuhan. Sehingga distribusi aliran air sungai pada daerah tersebut dapat merata sepanjang tahun. Terdapat 10 DAS yang ada di wilayah UPT PSDA Pamekasan (Madura), tetapi hanya 5 DAS saja yang digunakan dalam penelitian. DAS yang digunakan dalam penelitian ini antara lain DAS Blega Telok, DAS Kemuning Pangilen, DAS Samiran Propo, DAS Nipah Tebanan dan DAS Klampok Ambunten. Pemilihan kelima DAS ini berdasarkan kelengkapan data debit dan data fisik DAS.

### 5.1 Analisis Aliran Dasar (*Baseflow*)

#### 5.1.1 Periode Kalibrasi

Kalibrasi adalah proses untuk menentukan parameter dalam pengujian metode yang digunakan. Data yang digunakan pada periode kalibrasi adalah data debit selama bulan Juli – September tahun 1996 – 2001. Berdasarkan gambar 4.4 (b) pada bab sebelumnya, periode bulan Juli – September masuk dalam periode kering dengan asumsi pada periode tersebut tidak ada kejadian hujan, sehingga diasumsikan tidak terjadi aliran limpasan permukaan (*runoff*). Dengan demikian,

nilai debit yang ada di aliran sungai pada saat periode kering adalah murni berasal dari aliran dasar (*baseflow*).

a. Nilai Parameter

Parameter adalah sebuah acuan yang dapat digunakan untuk menetapkan keadaan atau kondisi maupun ukuran tertentu. Tabel 5.1 dan 5.2 menampilkan nilai parameter dari masing-masing metode pada 5 DAS di UPT PSDA Pamekasan (Madura).

1. Nilai parameter yang diuji

Nilai dari rentang parameter yang didapatkan dari masing-masing metode ditampilkan pada Tabel 5.1 sebagai berikut:

Tabel 5.1 Rentang nilai parameter

Metode	Parameter			
	N	f	$\alpha$	BFI (max)
<i>Local Minimum Method</i>	2 - 8	0,68 – 0,93	-	-
<i>Fixed Interval Method</i>	5 - 17	-	-	-
<i>Eckhardt Filter</i>	-	-	0,96 - 0,99	0,80

(Sumber: Hasil pengolahan data, 2014).

Tabel 5.1 menampilkan rentang nilai parameter dari ketiga metode pemisahan aliran dasar yang diuji melalui metode *trial and error* pada tiap tahunnya. Nilai dari rentang parameter tersebut mencakup semua range nilai terkecil sampai terbesar yang diuji cobakan pada masing-masing DAS.

2. Nilai parameter optimal pada setiap DAS

Tabel 5.2 menampilkan nilai parameter optimal yang merupakan hasil dari nilai rerata parameter pada setiap tahunnya di masing-masing DAS.

Tabel 5.2 Nilai parameter optimal pada masing-masing DAS

DAS	<i>Local Minimum Method</i>		<i>Fixed Interval Method</i>	<i>Eckhardt Filter</i>	
	N	f	N	$\alpha$	BFI (max)
Blega Telok	3	0,93	5	0,98	0,80
Kemuning Pangilen	3	0,72	7	0,98	0,80
Samiran Propo	8	0,91	12	0,98	0,80
Nipah Tebanan	2	0,68	8	0,98	0,80
Klampok Ambunten	5	0,89	17	0,98	0,80

(Sumber: Hasil pengolahan data, 2014).

Tabel 5.2 menunjukkan nilai parameter optimal dari masing-masing metode pada tiap DAS. Nilai parameter ditentukan dengan memeriksa bentuk pemisahan aliran dasar setiap tahun dengan melihat selisih antara garis pemodelan aliran dasar (debit terhitung) dengan aliran sungainya (debit terukur).

Parameter  $N$ ,  $f$  dan  $\alpha$  didapatkan dari metode *trial error*. *Trial error* dilakukan dengan cara memasukkan nilai parameter secara manual sampai menghasilkan nilai aliran dasar yang sesuai pada tiap tahunnya. Setelah didapatkan parameter yang sesuai pada tiap tahunnya kemudian dilakukan rata-rata. Nilai rata-rata parameter tersebut adalah nilai parameter yang digunakan untuk memisahkan baseflow. Kalibrasi dilakukan pada tiap-tiap DAS dengan cara yang sama. Proses penentuan parameter setiap tahun dicontohkan berdasarkan Gambar 5.1 berikut.

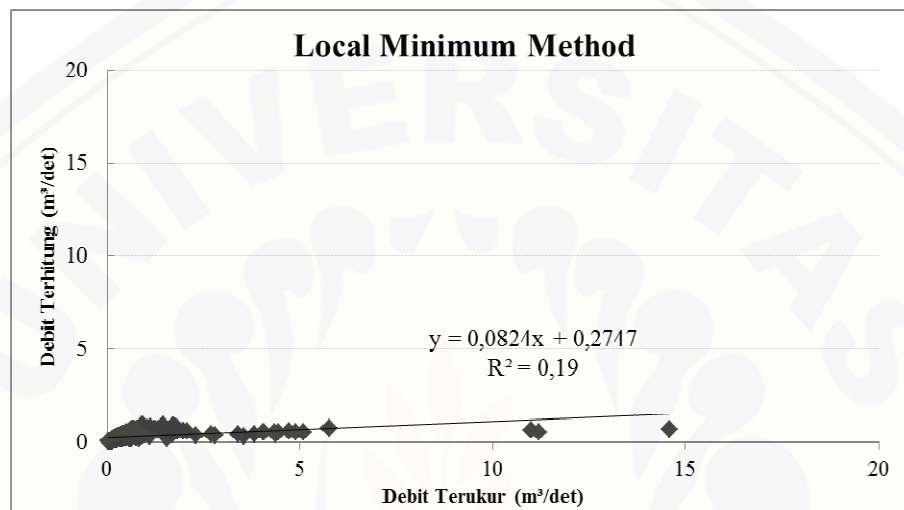


Gambar 5.1. Proses kalibrasi pada DAS Blega Telok

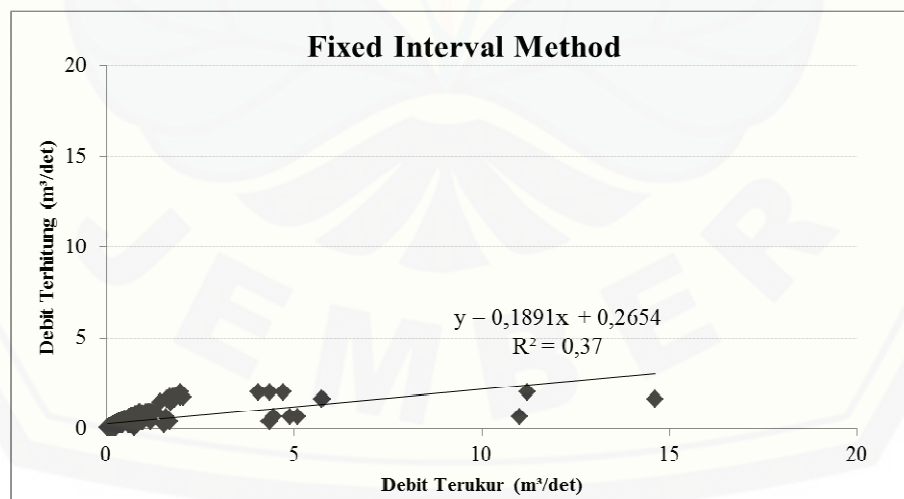
Selanjutnya untuk parameter BFI (max) ditentukan berdasarkan keadaan sungai dari masing-masing DAS, seperti yang dijelaskan pada bab sebelumnya. Apabila aliran di sungai selalu ada, maka menggunakan parameter 0,80. Sedangkan parameter 0,50 digunakan untuk keadaan sungai yang alirannya tidak selalu ada.

b. Hubungan Antara Debit Terukur dan Debit Terhitung

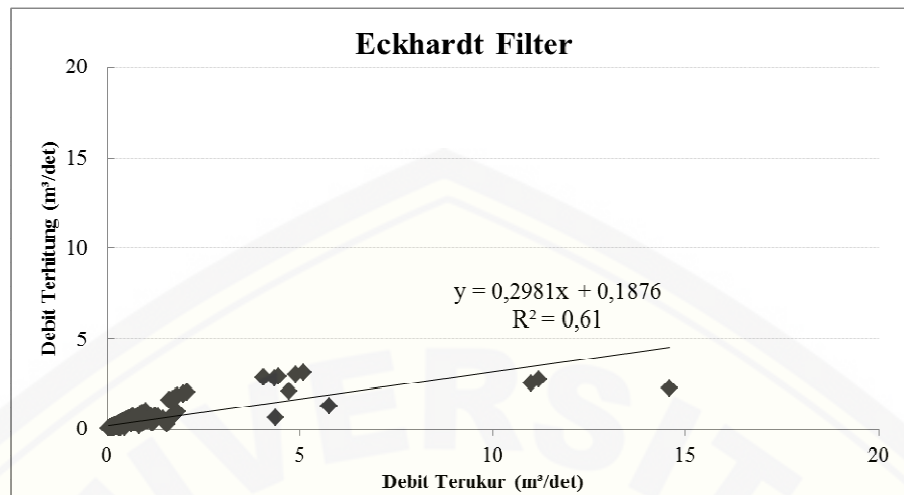
Debit terukur merupakan data debit hasil pengukuran pada periode kering, sedangkan debit terhitung merupakan hasil perkiraan nilai aliran dasar yang diperoleh menggunakan metode grafis dan RDF. Grafik hubungan antara debit terukur dan debit terhitung masing-masing metode pada periode bulan Juli – September tahun 1996 – 2001 ditampilkan pada gambar 5.2 sebagai berikut.



Gambar 5.2 (a) Grafik hubungan antara debit terukur dan terhitung menggunakan *Local Minimum Method* di DAS Blega Telok (Sumber: Hasil pengolahan data, 2014).



Gambar 5.2 (b) Grafik hubungan antara debit terukur dan terhitung menggunakan *Fixed Interval Method* di DAS Blega Telok (Sumber: Hasil pengolahan data, 2014).



Gambar 5.2 (c) Grafik hubungan antara debit terukur dan terhitung menggunakan *Eckhardt Filter* di DAS Blega Telok (Sumber: Hasil pengolahan data, 2014).

Gambar 5.2 menampilkan garis linier yang ada di titik-titik penyebaran data. Titik-titik penyebaran yang semakin mendekati garis linier menunjukkan bahwa tingkat kebenaran antara debit terukur dan debit terhitung tidak terlalu menyimpang. Hal ini menunjukkan bahwa prediksi tingkat kebenarannya lebih tinggi. Pada ketiga grafik juga terlihat bahwa nilai  $R^2$  menunjukkan nilai hubungan antara debit terukur dan debit terhitung. Kriteria optimal untuk  $R^2$  adalah yang menghasilkan nilai mendekati 1. Apabila nilai  $R^2$  mendekati 1, maka hubungan antara debit terukur dan terhitung menunjukkan tingkat kebenaran yang kuat. Sebaliknya, apabila nilai  $R^2$  semakin menjauhi nilai 1, artinya tingkat kebenaran dari kedua data tersebut lemah. Dari Gambar 5.2 dapat dilihat bahwa metode yang menunjukkan performa paling baik adalah *Eckhardt Filter*.

#### c. *Root Mean Square Error* (RMSE)

*Root Mean Square Error* (RMSE) merupakan uji kinerja untuk menganalisis tingkat kesalahan antara debit terukur dan terhitung. Nilai RMSE dari *ketiga metode* pada DAS Blega Telok ditampilkan pada tabel 5.3 sebagai berikut.

Tabel 5.3 Nilai RMSE pada DAS Blega Telok

Metode	RMSE Periode Kalibrasi
<i>Local Minimum Method</i>	0,03
<i>Fixed Interval Method</i>	0,02
<i>Eckhardt Filter</i>	0,02

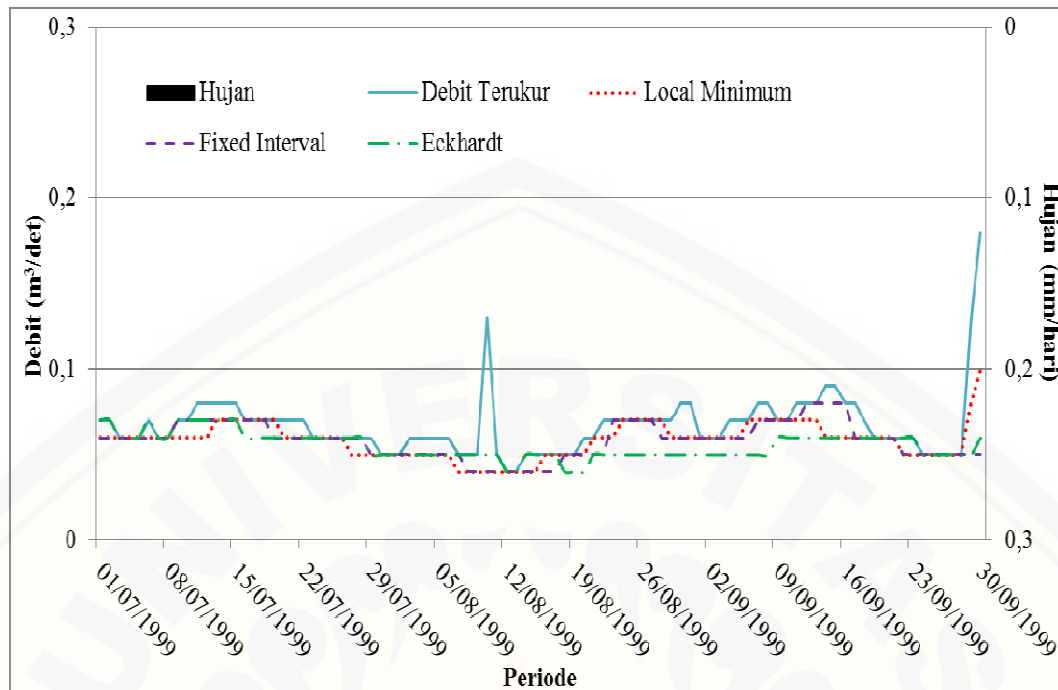
(Sumber: Hasil pengolahan data, 2014).

Dari hasil uji statistik menggunakan RMSE pada Tabel 5.3 menunjukkan bahwa metode yang menghasilkan performa yang lebih baik dari ketiga metode adalah *Fixed Interval Method* dan *Eckhardt Filter*, yaitu sebesar 0,02. Pemilihan metode ini berdasarkan kriteria RMSE yang menghasilkan nilai mendekati nol. Nilai RMSE yang mendekati nol menunjukkan tingkat kesalahan selama pengolahan data semakin kecil.

d. Hasil Pemisahan Aliran Dasar

Pemisahan aliran dasar menggunakan *Local Minimum Method*, *Fixed Interval Method* dan *Eckhardt Filter* dilakukan pada periode bulan Juli – September tahun 1996 - 2001. Pada Gambar 5.3 menampilkan grafik hasil pemodelan aliran dasar dari ketiga metode pada periode Juli – September tahun 1999. Grafik hanya menampilkan hasil pemodelan aliran dasar selama tiga bulan dalam satu tahun agar dapat lebih jelas melihat kondisi debit yang terjadi pada saar periode tersebut.





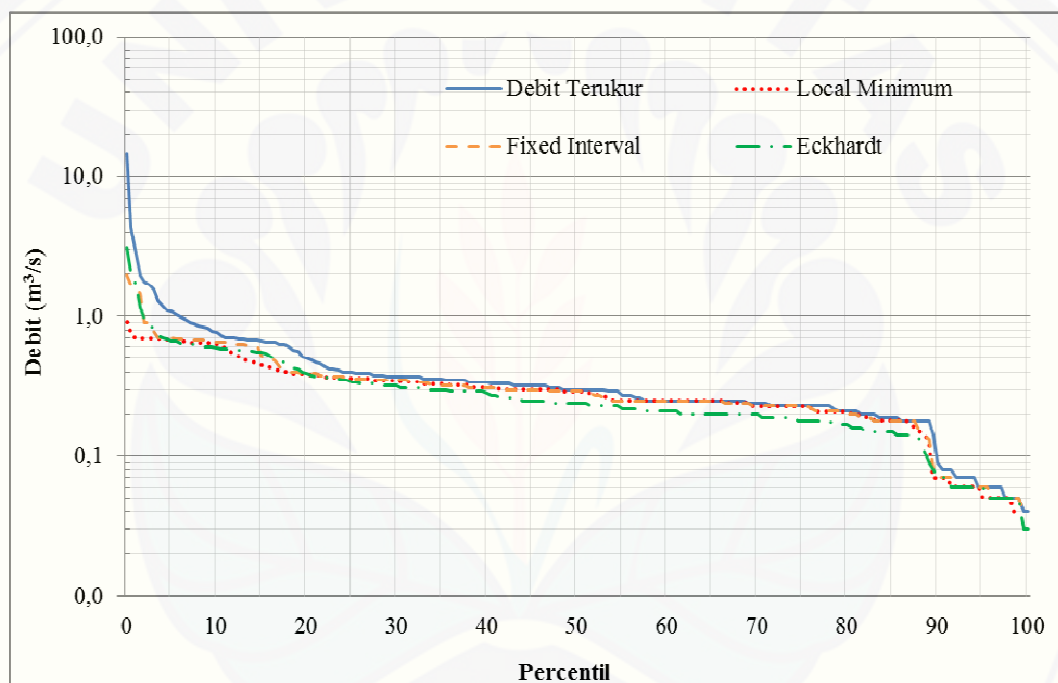
Gambar 5.3 Grafik aliran dasar dari ketiga metode pada periode bulan Juli – September tahun 1999 di DAS Blega Telok (Sumber: Hasil pengolahan data, 2014).

Gambar 5.3 menunjukkan bahwa pada periode tersebut tidak terjadi hujan, tetapi masih ada debit yang mengalir. Hal ini dikarenakan debit yang mengalir pada periode tersebut berasal dari air bawah tanah yang keluar menuju sungai sebagai aliran dasar (*baseflow*). Dapat dilihat pada Gambar 5.3 bahwa debit yang terjadi pada periode tersebut hampir terlihat konstan. Tetapi pada awal Agustus dan akhir September debitnya mengalami kenaikan sebesar  $0,13 \text{ m}^3/\text{detik}$  dan  $0,18 \text{ m}^3/\text{detik}$ . Hal ini dikarenakan air bawah tanah yang dikeluarkan sebagai *baseflow* sedikit lebih banyak dibandingkan hari – hari sebelumnya.

Dari gambar 5.3 dapat dilihat bahwa garis – garis setiap metode yang menampilkan besarnya nilai aliran dasar hampir berhimpitan dengan garis debit terukur. Garis yang menghasilkan performa paling baik dalam memodelkan aliran dasar adalah *Fixed Interval Method* dan *Eckhardt Filter*.

e. *Flow Duration Curve (FDC)*

*Flow Duration Curve (FDC)* dibuat dengan merangking semua data yang ada di dalam suatu rentang waktu dan diplotkan dengan nilai persentase kemunculannya dari 0% hingga 100%. FDC digunakan untuk melihat lebih detail kecenderungan signifikan yang dihasilkan dari perhitungan ketiga metode. Analisis FDC dilakukan menggunakan debit terukur dan debit terhitung dari ketiga metode selama periode bulan Juli – September tahun 1996 - 2001. Grafik FDC dari debit terukur dan terhitung pada DAS Blega Telok ditampilkan pada Gambar 5.4 sebagai berikut.



Gambar 5.4 Grafik FDC pada periode bulan Juli - September tahun 1996 – 2001 di DAS Blega Telok (Sumber: Hasil pengolahan data, 2014).

Gambar 5.4 menunjukkan perbandingan data debit terukur dan terhitung. Masing – masing metode memiliki persentase frekuensi kejadian debit yang berbeda. Hasil dari grafik FDC menunjukkan hubungan antara debit dengan persentase waktu. Dapat dilihat bahwa nilai debit sebesar  $0,3 \text{ m}^3/\text{detik}$  dengan persentase 50%. Hal ini menunjukkan bahwa debit sebesar  $0,3 \text{ m}^3/\text{detik}$  terjadi sebanyak 50% selama periode bulan Juli – September tahun 1996 – 2001.

Berdasarkan gambar 5.4 dapat terlihat juga bahwa garis debit terukur dan ketiga metode hampir berhimpitan atau mendekati garis debit terukur. Hal ini menandakan bahwa ketiga metode baik dalam memodelkan aliran dasar pada saat musim kemarau.



### 5.1.2 Periode Validasi

Validasi merupakan proses yang dilakukan setelah melakukan kalibrasi. Proses validasi dilakukan pada masing-masing metode untuk semua tahun. Proses ini bertujuan untuk menentukan apakah nilai parameter yang didapatkan dari proses kalibrasi pada DAS Blega Telok bisa digunakan untuk memisahkan aliran dasar pada DAS lainnya.

#### a. *Root Mean Square Error* (RMSE)

*Root Mean Square Error* (RMSE) merupakan uji kinerja untuk menganalisis tingkat kesalahan antara debit terukur dan terhitung. Tabel 5.4 menampilkan nilai RMSE dari ketiga metode pada 4 DAS di wilayah UPT PSDA Pamekasan (Madura).

Tabel 5.4 Nilai RMSE pada proses validasi

DAS	RMSE Periode Bulan Juli-September		
	<i>Local Minimum Method</i>	<i>Fixed Interval Method</i>	<i>Eckhardt Filter</i>
Kemuning Pangilen	0,06	0,05	0,03
Samiran Propo	0,00	0,00	0,01
Nipah Tebanan	0,02	0,02	0,02
Klampok Ambunten	0,00	0,00	0,00
<b>Min</b>	0,00	0,00	0,00
<b>Maks</b>	0,06	0,05	0,03
<b>Rerata</b>	0,02	0,02	0,02
<b>Standard Deviasi</b>	0,03	0,02	0,01

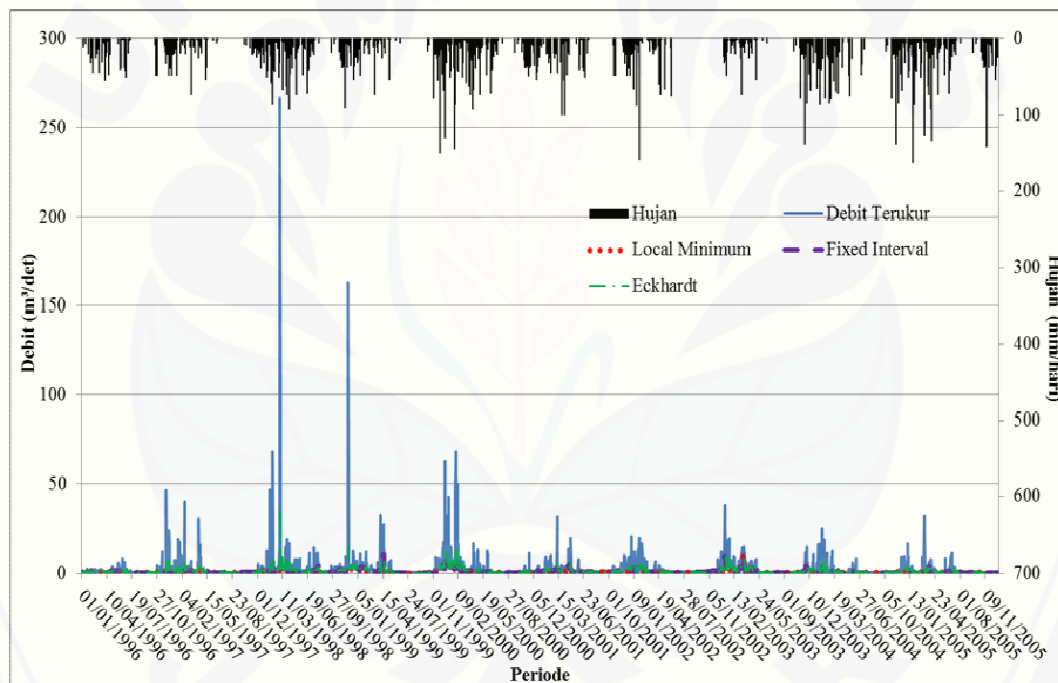
(Sumber: Hasil pengolahan data, 2014).

Tabel 5.4 menampilkan hasil nilai RMSE pada semua DAS dengan menggunakan parameter yang sama pada tiap DASnya, yaitu menggunakan parameter DAS Blega Telok. Metode yang memiliki performa lebih baik pada saat musim kemarau menghasilkan nilai RMSE yang baik, yaitu menghasilkan nilai RMSE mendekati nilai nol. Metode yang menghasilkan nilai RMSE mendekati nilai nol terdapat pada dua metode yaitu *Fixed Interval Method* dan *Eckhardt Filter*. Nilai RMSE yang mendekati nol menunjukkan tingkat kesalahan selama pengolahan data semakin kecil. Sehingga kedua metode tersebut memiliki performa lebih baik dalam memodelkan aliran dasar pada keempat DAS lainnya.

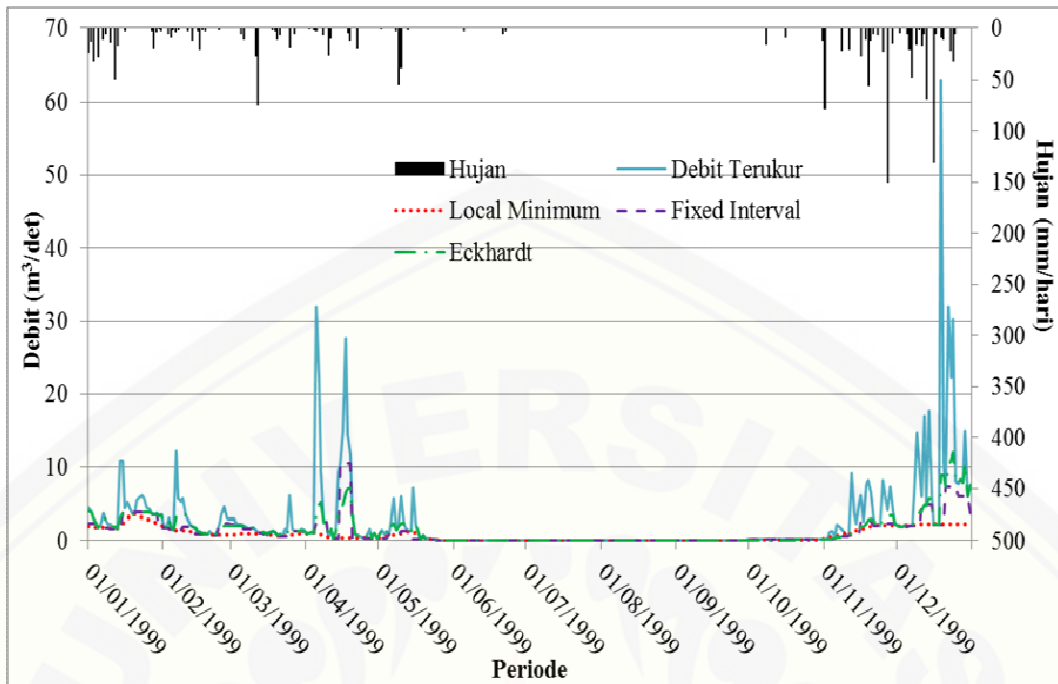
Pada tabel 5.4 juga menampilkan nilai minimum, maksimum dan rerata untuk masing-masing metode pada keempat DAS. Perolehan nilai minimum, maksimum dan rerata pada *Eckhardt Filter* menunjukkan nilai yang paling rendah atau mendekati 0, yaitu sebesar 0,00; 0,03 dan 0,02. Sedangkan nilai standar deviasi yang dihasilkan metode ini merupakan nilai yang paling kecil, yaitu 0,01. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat penyimpangan metode ini tidak terlalu besar jika dibandingkan dengan kedua metode lainnya.

#### b. Hasil Pemisahan Aliran Dasar

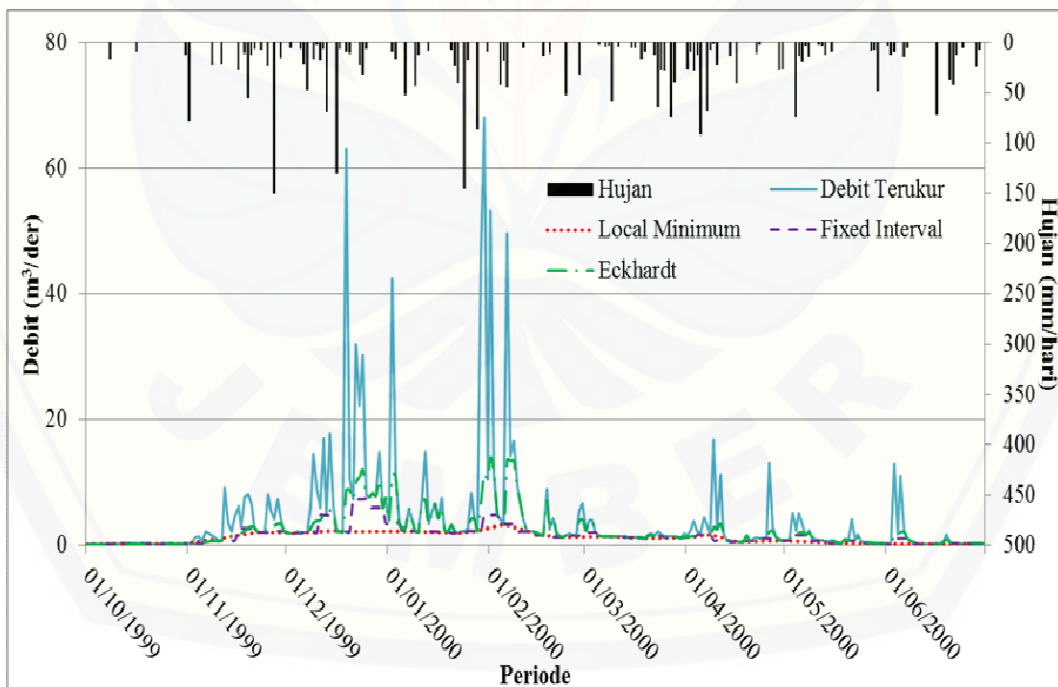
Grafik hasil pemodelan aliran dasar dari ketiga metode ditampilkan pada gambar 5.5 (a, b, c dan d) sebagai berikut.



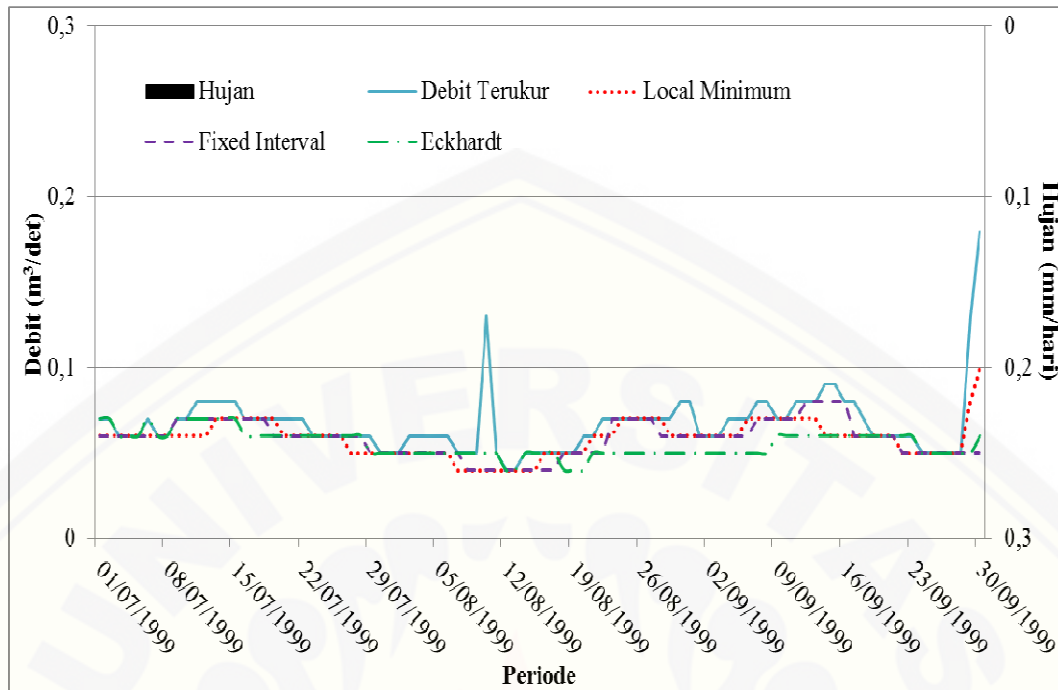
Gambar 5.5 (a) Hasil pemisahan aliran dasar pada DAS Blega Telok periode panjang tahun 1996 – 2005 (Sumber: Hasil pengolahan data, 2014).



Gambar 5.5 (b) Hasil pemisahan aliran dasar pada DAS Blega Telok periode setahun 1 Januari - 31 Desember 1999 (Sumber: Hasil pengolahan data, 2014).



Gambar 5.5 (c) Hasil pemisahan aliran dasar pada DAS Blega Telok periode penghujan Oktober 1999 - Juni 2000 (Sumber: Hasil pengolahan data, 2014).



Gambar 5.5 (d) Hasil pemisahan aliran dasar pada DAS Blega Telok periode kemarau Juli - September tahun 1999 (Sumber: Hasil pengolahan data, 2014).

Hasil pemisahan aliran dasar menggunakan ketiga metode menampilkan beberapa grafik pemodelan aliran dasar pada periode yang berbeda. Hal ini bertujuan agar dapat lebih jelas melihat kondisi debit yang terjadi pada saar periode tersebut. Pada Gambar 5.5 (a, b, c dan d) dapat terlihat bahwa besarnya nilai debit mengalami naik turun setiap harinya. Gambar 5.5 (b) menampilkan hasil pemodelan aliran dasar pada periode bulan Januari – Desember 1999. Dari gambar dapat dilihat bahwa besarnya nilai debit pada bulan Januari hingga Mei 1999 mengalami naik turun. Setelah itu, terlihat kenaikan debit yang bertahap pada bulan Juni sampai awal November. Kemudian pada bulan Desember terlihat adanya kenaikan debit. Kenaikan debit ditandai dengan adanya intensitas hujan yang cukup tinggi pada saat itu.

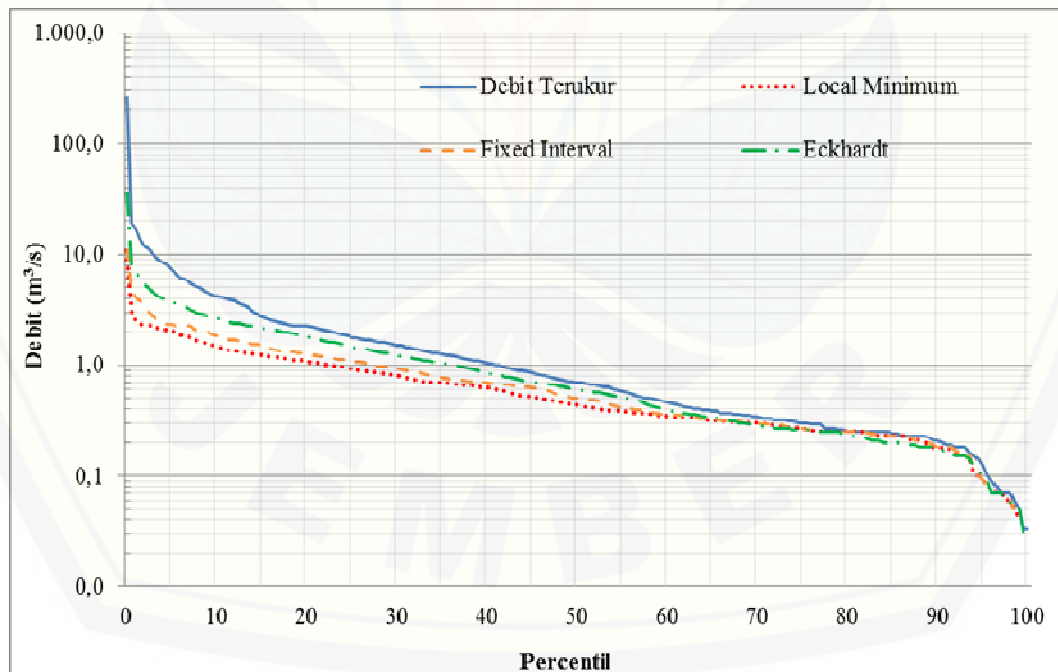
Gambar 5.5 (c) menampilkan hasil pemodelan aliran dasar pada periode bulan Oktober 1999 – Juni 2000. Gambar 5.5 (c) menunjukkan bahwa bulan Oktober sampai November 1999 terlihat bahwa nilai debit saat itu rendah. Hal ini dikarenakan intensitas hujan pada saat itu rendah, sehingga kontribusi dari air

hujan sedikit. Selanjutnya mulai bulan Desember 1999 hingga akhir Juni 2000 terlihat debit mengalami kenaikan yang cukup tinggi, hal ini tidak lepas dari pengaruh tingginya intensitas hujan yang jatuh pada saat itu.

Gambar 5.5 (d) menampilkan hasil pemodelan aliran dasar pada periode bulan Juli – September 1999. Dari gambar ditampilkan bahwa pada saat itu tidak terjadi hujan sama sekali, tetapi terlihat adanya debit yang mengalir pada periode kemarau. Besarnya nilai debit yang mengalir pada saat itu berkisar antara 0,05 – 0,2 m<sup>3</sup>/detik. Ini menandakan bahwa debit yang mengalir di sungai pada periode kering murni berasal dari aliran bawah tanah yang keluar sebagai aliran dasar.

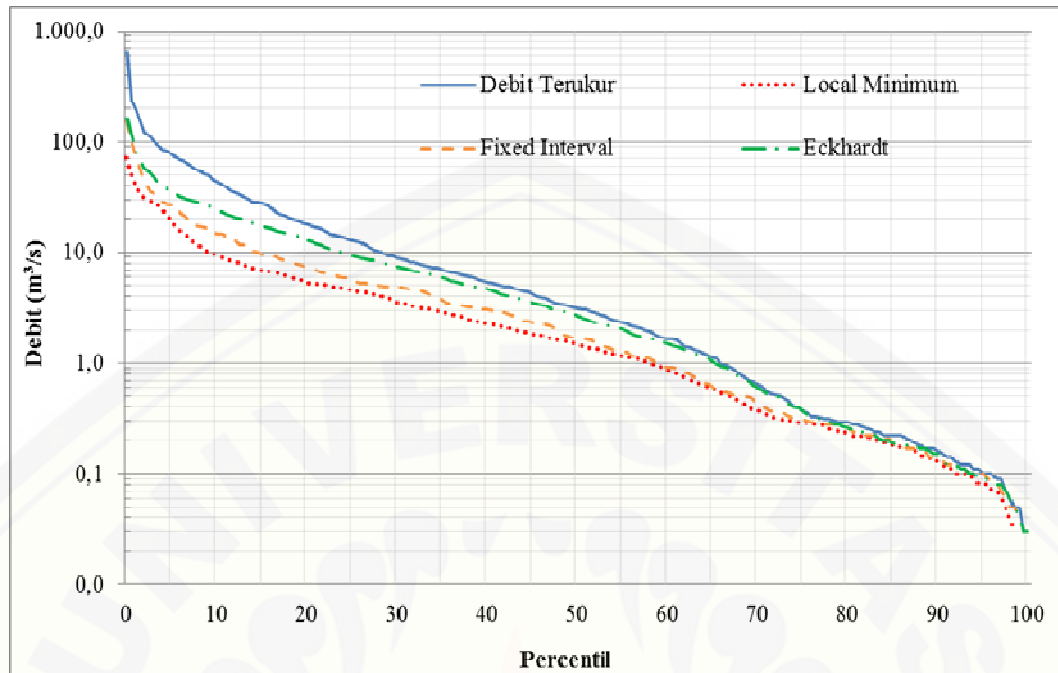
### c. *Flow Duration Curve (FDC)*

Analisis FDC dilakukan menggunakan debit terukur dan debit terhitung dari ketiga metode. FDC digunakan untuk melihat lebih detail kecenderungan signifikan yang dihasilkan dari perhitungan ketiga metode. Grafik FDC dari debit terukur dan terhitung pada kelima DAS ditampilkan pada gambar 5.6 (a, b, c, d dan e) sebagai berikut.

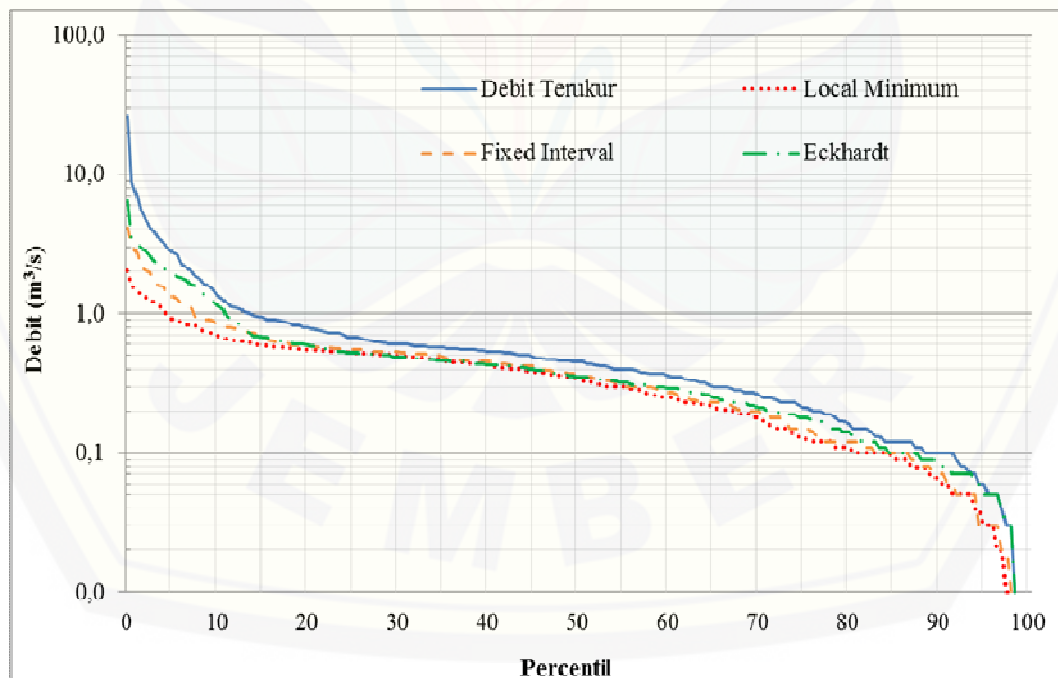


Gambar 5.6 (a) Grafik *FDC* pada DAS Blega Telok periode panjang tahun 1996-2005 (Sumber: Hasil pengolahan data, 2014).

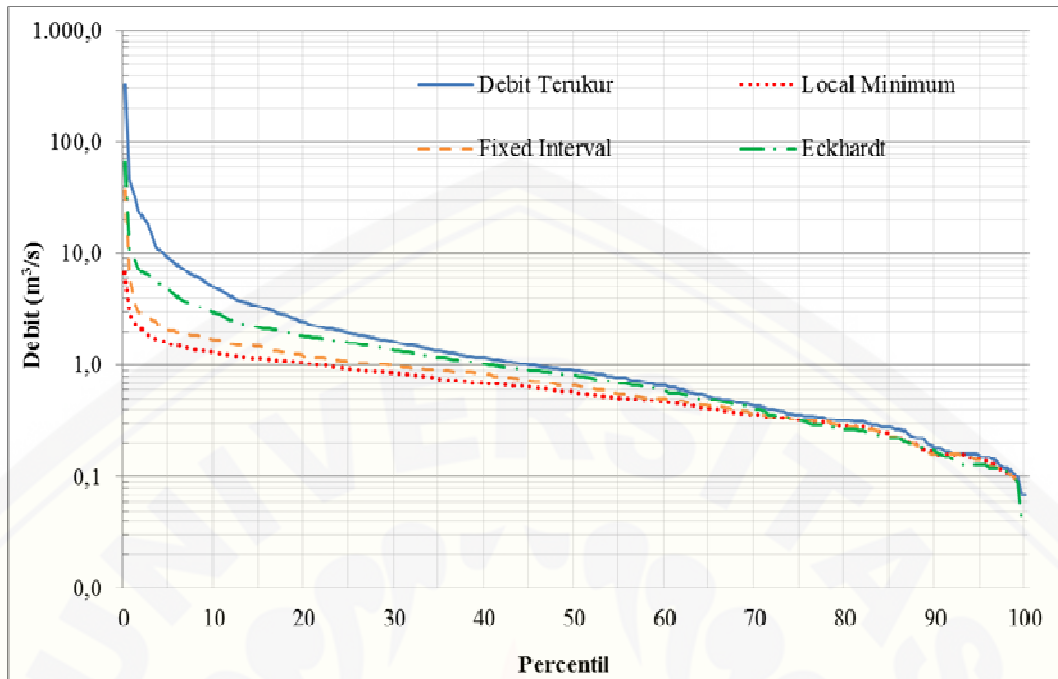




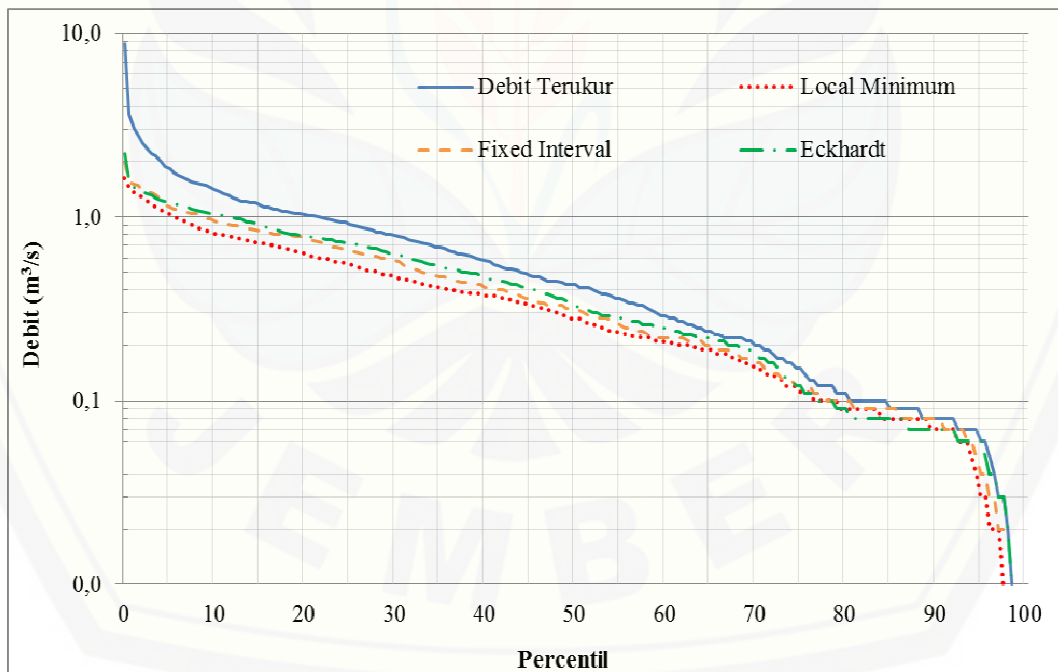
Gambar 5.6 (b) Grafik *FDC* pada DAS Kemuning Pangilen periode panjang tahun 1996-2001 (Sumber: Hasil pengolahan data, 2014).



Gambar 5.6 (c) Grafik *FDC* pada DAS Samiran Propo periode panjang tahun 1996-2001 (Sumber: Hasil pengolahan data, 2014).



Gambar 5.6 (d) Grafik *FDC* pada DAS Nipah Tebanan periode panjang tahun 1996-2001 (Sumber: Hasil pengolahan data, 2014).



Gambar 5.6 (e) Grafik *FDC* pada DAS Klampok Ambunten periode panjang tahun 1996-2001 (Sumber: Hasil pengolahan data, 2014).

Gambar 5.6 merupakan grafik FDC yang dihasilkan oleh masing-masing DAS di UPT PSDA Pamekasan (Madura). Hasil dari grafik FDC menunjukkan hubungan antara debit dengan persentase waktu. Pada grafik dapat dilihat bahwa garis debit terhitung masing-masing metode hampir berhimpitan atau mendekati garis debit terukur. Grafik yang menunjukkan metode yang memiliki performa paling baik adalah *Fixed Interval Method* dan *Eckhardt Filter*. Metode yang baik adalah apabila saat musim kemarau debit terukur dan terhitung saling berhimpitan, dan pada saat musim penghujan dapat memisahkan antara aliran dasar dengan debit total.

Dari Gambar 5.6 dapat terlihat bahwa debit terukur dan ketiga metode di DAS Blega Telok berhimpit pada debit sebesar  $0,19 \text{ m}^3/\text{detik}$  dengan persentase 80%. Hal ini menunjukkan bahwa debit sebesar  $0,19 \text{ m}^3/\text{detik}$  terjadi sebanyak 80% selama periode bulan Januari 1996 - Desember 2005.

d. *Baseflow Index* (BFI)

Tabel 5.5 menampilkan nilai BFI menggunakan ketiga metode pada 5 DAS di wilayah UPT PSDA Pamekasan (Madura).

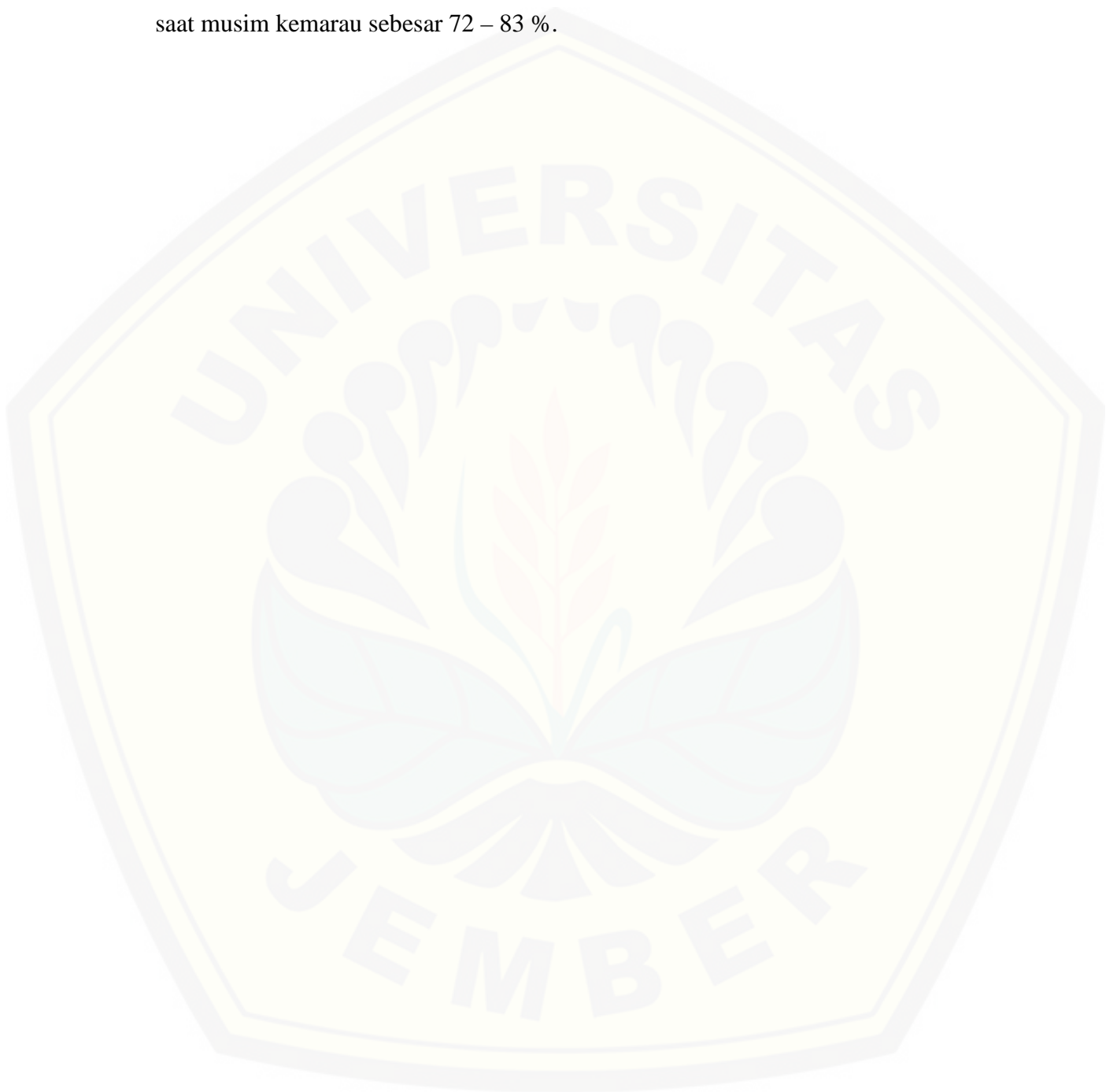
Tabel 5.5 Nilai BFI di DAS di wilayah UPT PSDA Pamekasan (Madura)

DAS	<i>Local Minimum Method</i>			<i>Fixed Interval Method</i>			<i>Eckhardt Filter</i>		
	Min	Max	Rerata	Min	Max	Rerata	Min	Max	Rerata
Blega Telok	0,01	1	0,72	0,00	1	0,77	0,07	1	0,83
Kemuning Pangilen	0,00	1	0,64	0,00	1	0,71	0,07	1	0,85
Samiran Propo	0,01	1	0,74	0,00	1	0,79	0,12	1	0,83
Nipah Tebanan	0,00	1	0,70	0,00	1	0,74	0,07	1	0,85
Klampok Ambunten	0,02	1	0,75	0,00	1	0,80	0,07	1	0,83

(Sumber: Hasil pengolahan data, 2014).

Tabel 5.5 menampilkan nilai BFI masing – masing metode pada kelima DAS di wilayah UPT PSDA Pamekasan (Madura). BFI diperoleh dari perbandingan antara volume aliran dasar dengan volume total aliran. Nilai BFI yang tinggi menunjukkan aliran yang stabil dan mampu mempertahankan aliran selama periode kering pada DAS tersebut. Tabel 5.5 menunjukkan bahwa nilai BFI menghasilkan rata – rata yang berkisar antara 0,64 – 0,85. Hal ini menunjukkan bahwa aliran di kelima DAS tersebut cukup stabil. Karena semakin besar nilai BFI maka akan semakin baik persediaan air di DAS tersebut. Sedangkan

semakin kecil nilai BFI maka akan semakin jelek persediaan air di DAS tersebut. Dari nilai BFI yang dihasilkan dapat diketahui bahwa persentase aliran dasar pada saat musim penghujan sebesar 60 – 80%. Sedangkan persentase aliran dasar pada saat musim kemarau sebesar 72 – 83 %.



## BAB 6. PENUTUP

### 6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan tentang “Studi *Baseflow* Menggunakan Metode Grafis dan RDF (*Recursive Digital Filter*) di DAS Wilayah UPT PSDA Pamekasan (Madura)”, dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Rentang nilai untuk parameter  $N$  pada *Local Minimum Method* adalah 2 – 8 dan parameter  $f$  adalah 0,68 – 0,93. Rentang nilai untuk parameter  $N$  pada *Fixed Interval Method* adalah 5 – 17. Sedangkan untuk rentang nilai parameter  $\alpha$  pada *Eckhardt Filter* adalah 0,96 – 0,99.
2. Berdasarkan kriteria RMSE dan FDC, semua metode pada dasarnya bisa dipakai untuk memisahkan aliran dasar dengan debit total, tetapi untuk *Eckhardt Filter* menunjukkan kinerja yang lebih baik dalam memodelkan aliran dasar pada 5 DAS di Wilayah PSDA Pamekasan (Madura).
3. Nilai BFI yang didapatkan berkisar antara 0,64 – 0,85. Hal ini menunjukkan bahwa aliran di kelima DAS tersebut cukup stabil dan mampu mempertahankan aliran selama periode kering, karena semakin besar nilai BFI maka akan semakin baik persediaan air di DAS tersebut.

### 6.2 Saran

Kelengkapan data perlu diperhatikan dalam mengolah menggunakan *software Hydrooffice*, karena dapat mempengaruhi hasil pengolahan. Grafik hasil pemisahan pada saat mencari nilai parameter  $N$ ,  $f$  dan  $\alpha$  perlu diperhatikan guna meningkatkan keakuratan debit terhitung.

## DAFTAR PUSTAKA

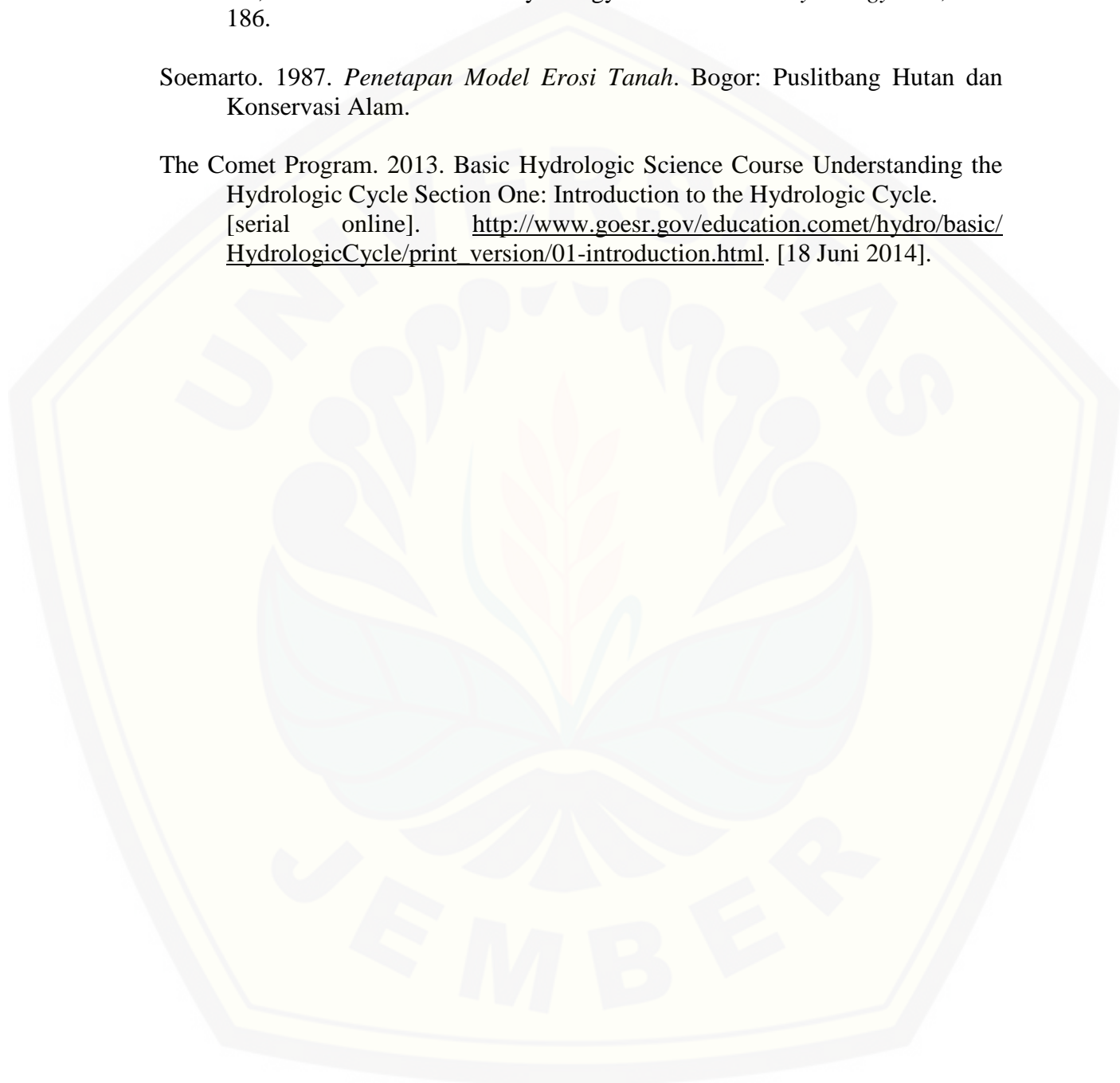
- Asdak, C. 2004. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Brodie, R. dan Hostetler, S. 2007. *An Overview of Tools for Assessing Groundwater-Surface Water Connectivity*. Canberra: Bureau of Rural Sciences.
- Brodie, Sundaram, Tottenham, Hostetler, dan Ransley. 2007. An Review of Tools for Assesing Groundwater Surface Water Connectivity. *Report to the Executive Steering Committee for Australia's Water Resources Information (ESCAWRI)*. Canberra : Bureau of Rural Sciences.
- Eckhardt, K. 2005. How to Construct Recursive Digital Filters for Baseflow Separation. *Hydrological Processes* 19, 507-515.
- Gregor, M. 2010. BFI+ 3.0 User's Manual. Department of Hydrogeology and Geothermal Energy, Geological Survey of Slovak Republic, Bratislava.
- Hadihardaja, J. 1990. *Sungai Sebagai Sumber Daya Air Berkaitan Dengan Pembangunan Nasional Memasuki Abad XXI*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Harto, S. 1993. *Analisis Hidrologi*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Indarto. 2010. *Hidrologi Dasar Teori Dan Contoh Aplikasi Model Hidrologi*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Linsley, R. K., Kohler, M.A., dan Paulhus, J.L. 1982. *Hydrology for Engineers*. Third Edition. New York: McGraw-Hill Book Co.
- Mulla, D.J. dan Addiscott, T.M. 1999. *Validation Approaches for Field, Basin, and Regional Scale Water Quality Models*. In: Assessment of non-point source pollution in the vadose zone. *Geophysical Monograph* 108. Washington, DC: American Geophysical Union.
- Piggott, A. R., Moin, S., dan Southam, C. 2005. *A Revised Approach to the UKIH Method for Calculation of Baseflow*. *Hydrol. Sci.-J.-des Sci. Hydrologiques* 50 (5): 911-920.
- Santhi, Allen, Muttiah, Arnold dan Tuppada. 2008. Regional Estimation Of Base Flow For The Conterminous United States By Hydrologic Landscape Regions. *Journal of Hydrology* 351, 139– 153.

Sloto, R. A., dan Crouse, M. Y. 1996. HYSEP: A Computer Program for Streamflow Hydrograph Separation and Analysis. *U.S. Geological Survey, Water Resources Investigations*, Report 96-4040, Pennsylvania, 46 p.

Smakhtin, V. U. 2001. Lowflow hydrology: A Review. *J. Hydrology* 240, 147-186.

Soemarto. 1987. *Penetapan Model Erosi Tanah*. Bogor: Puslitbang Hutan dan Konservasi Alam.

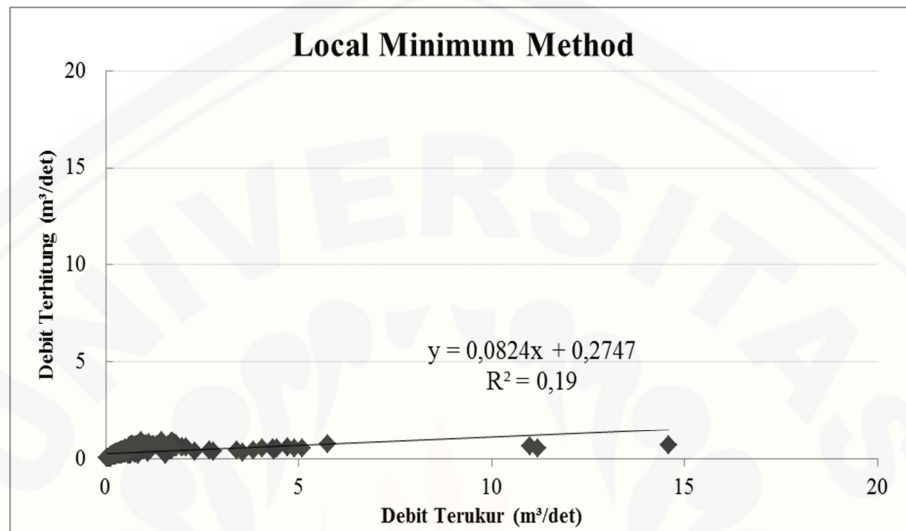
The Comet Program. 2013. Basic Hydrologic Science Course Understanding the Hydrologic Cycle Section One: Introduction to the Hydrologic Cycle. [serial online]. [http://www.goesr.gov/education.comet/hydro/basic/HydrologicCycle/print\\_version/01-introduction.html](http://www.goesr.gov/education.comet/hydro/basic/HydrologicCycle/print_version/01-introduction.html). [18 Juni 2014].



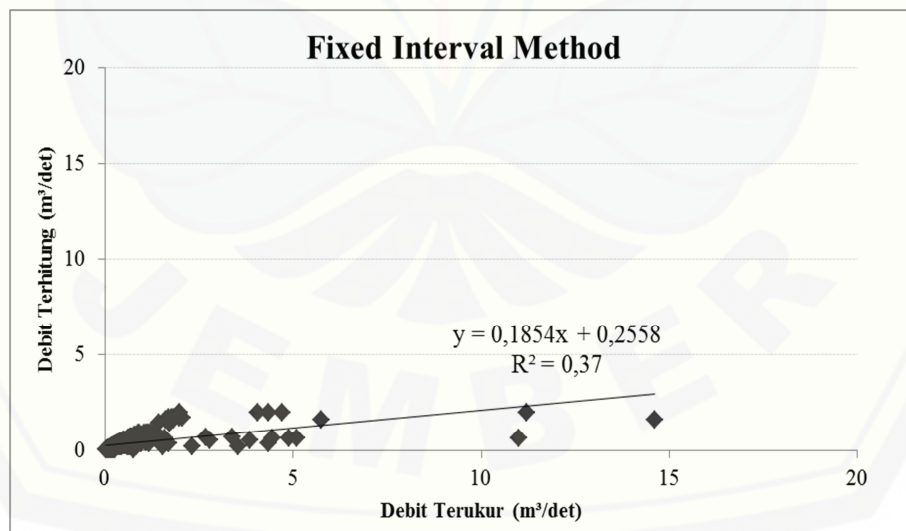
LAMPIRAN

A. Periode Kalibrasi

A1. Hubungan Antara Debit Terukur dan Terhitung Pada Periode Kalibrasi

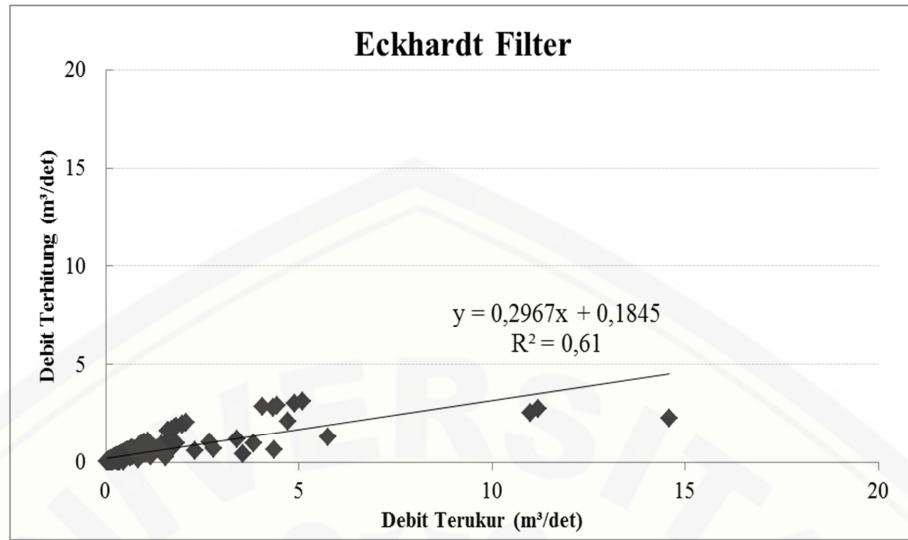


Gambar A1.a Grafik hubungan antara debit terukur dan terhitung menggunakan *Local Minimum Method* di DAS Blega Telok pada periode bulan Juli – September tahun 1996 – 2001 (Sumber: Hasil pengolahan data, 2014).



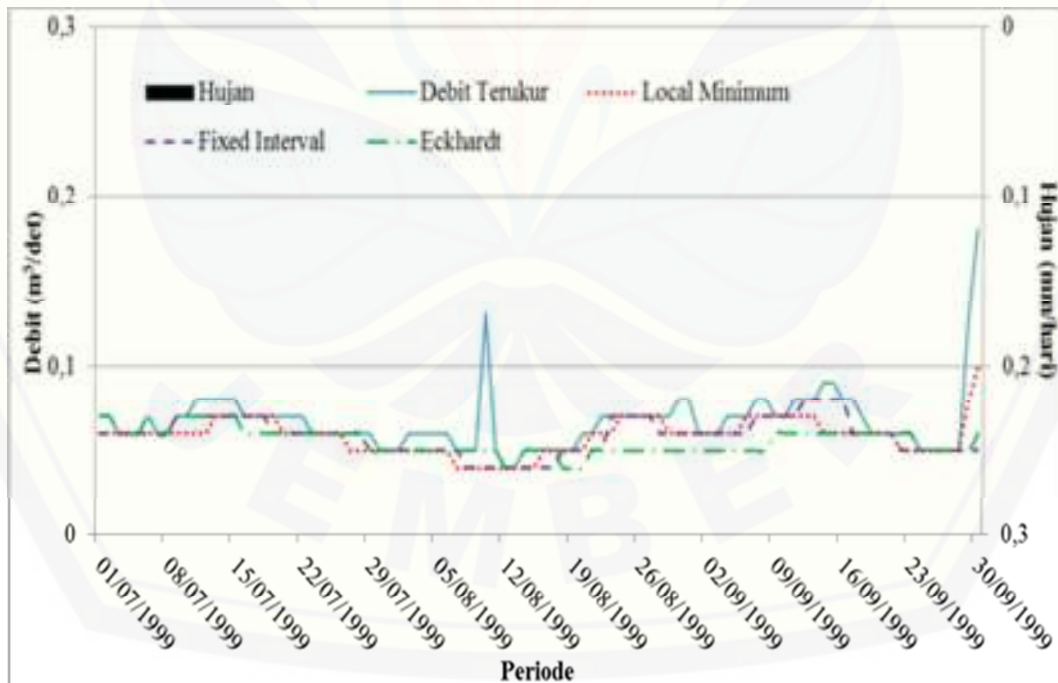
Gambar A1.b Grafik hubungan antara debit terukur dan terhitung menggunakan *Fixed Interval Method* di DAS Blega Telok pada periode bulan Juli – September tahun 1996 – 2001 (Sumber: Hasil pengolahan data, 2014).





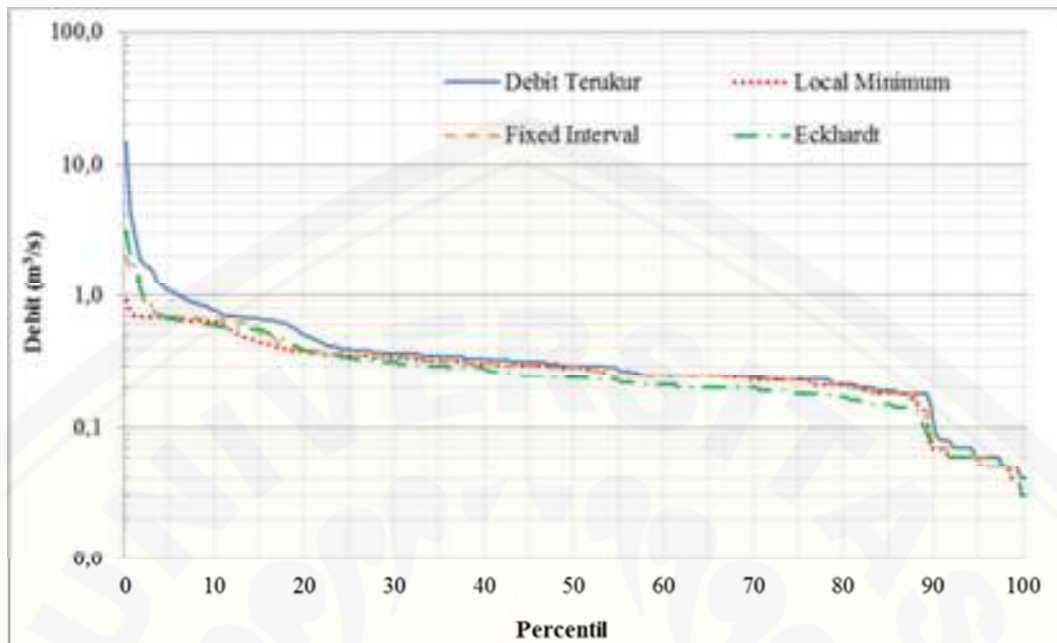
Gambar A1.c Grafik hubungan antara debit terukur dan terhitung menggunakan *Eckhardt Filter* di DAS Blega Telok pada periode bulan Juli – September tahun 1996 – 2001 (Sumber: Hasil pengolahan data, 2014).

A2. Hasil Pemisahan Aliran Dasar



Gambar A2.a Grafik aliran dasar dari ketiga metode pada periode bulan Juli – September 1999 di DAS Blega Telok (Sumber: Hasil pengolahan data, 2014).

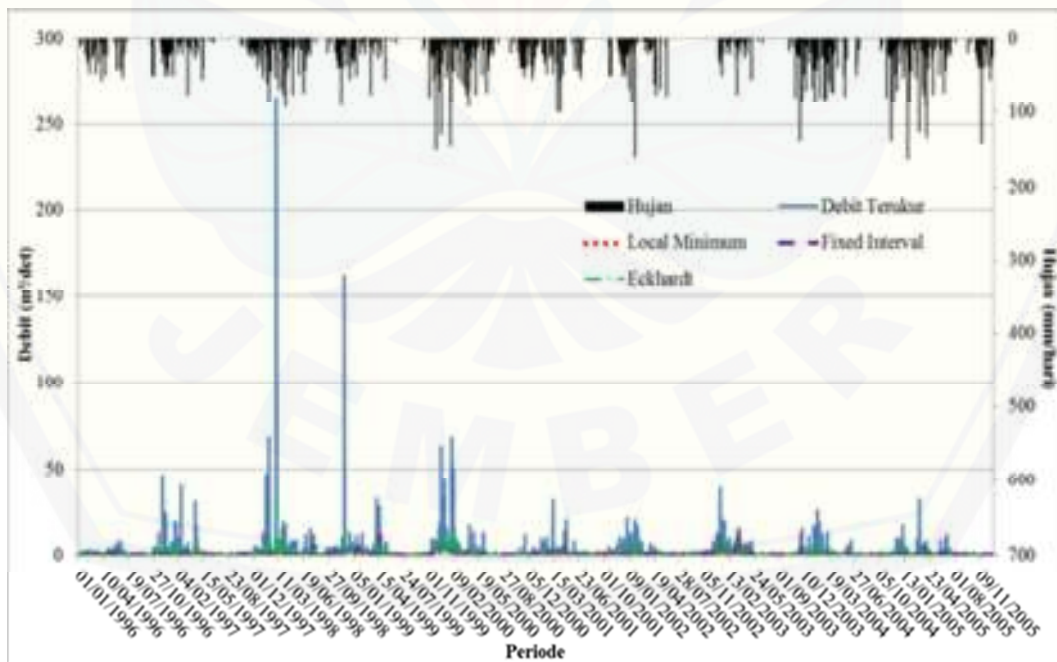
A3. Flow Duration Curve (FDC)



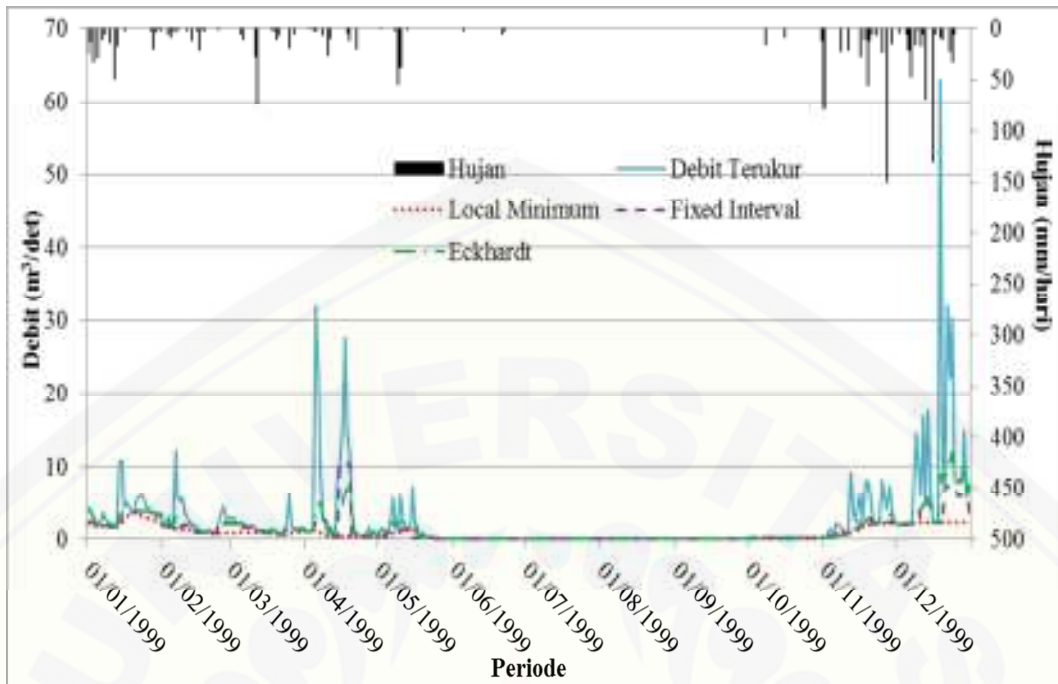
Gambar A3.a Grafik FDC pada periode bulan Juli – September tahun 1996 – 2001 di DAS Blega Telok (Sumber: Hasil pengolahan data, 2014).

B. Periode Validasi

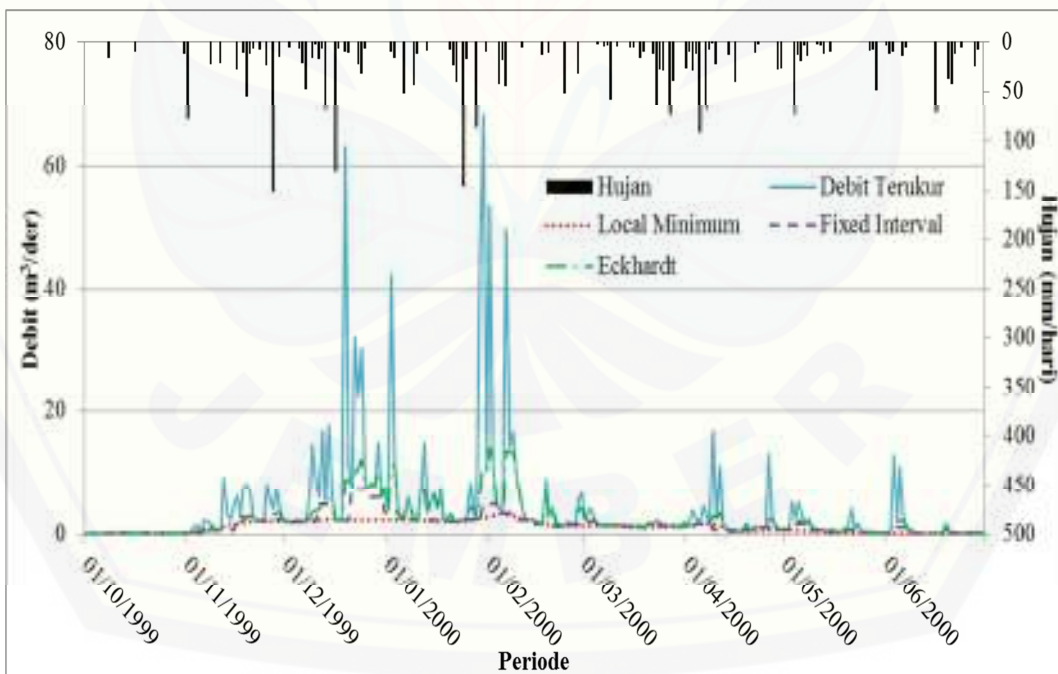
B1. Hasil Pemisahan Aliran Dasar



Gambar B1.a Hasil pemisahan aliran dasar pada DAS Blega Telok periode panjang tahun 1996 – 2005 (Sumber: Hasil pengolahan data, 2014).

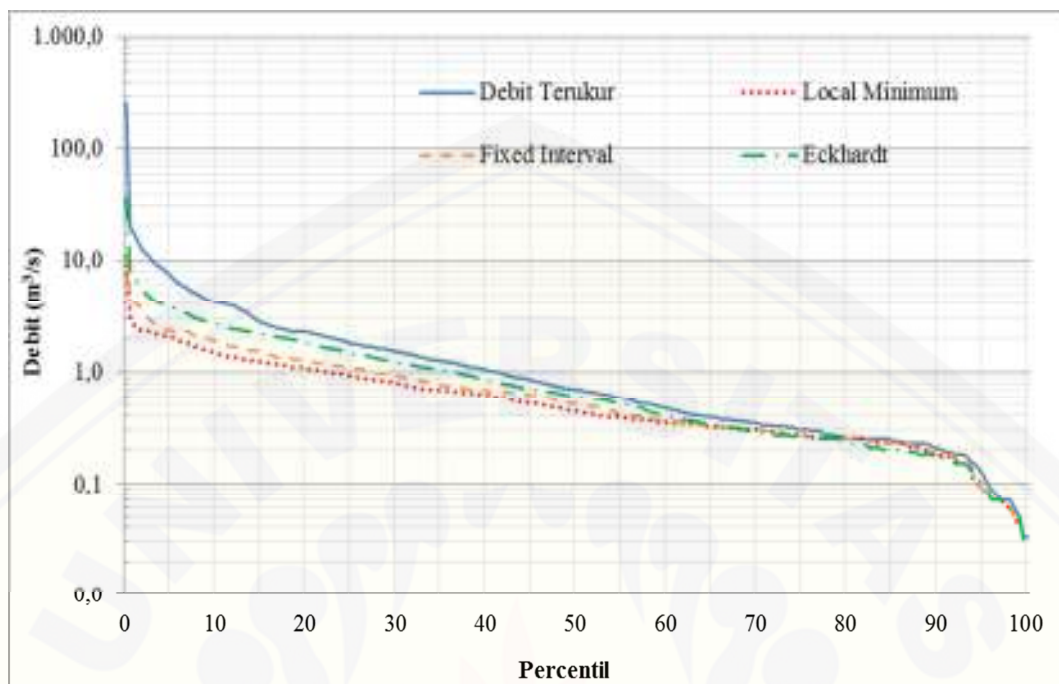


Gambar B1.b Hasil pemisahan aliran dasar pada DAS Blega Telok periode setahun 1 Januari - 31 Desember 1999 (Sumber: Hasil pengolahan data, 2014).



Gambar B1.c Hasil pemisahan aliran dasar pada DAS Blega Telok periode penghujan Oktober 1999 - Juni 2000 (Sumber: Hasil pengolahan data, 2014).

## B2. Flow Duration Curve (FDC)



Gambar B2.a Grafik FDC pada periode panjang tahun 1996 – 2001 di DAS Blega Telok (Sumber: Hasil pengolahan data, 2014).