



**ANALISIS BASEFLOW MENGGUNAKAN METODE GRAFIS
DAN METODE RDF (*Recursive Digital Filter*)
(STUDI KASUS DI WILAYAH UPT PSDA BONDOWOSO)**

SKRIPSI

Oleh

**Natalia Desi Puspitasari
101710201009**

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

2015



**ANALISIS BASEFLOW MENGGUNAKAN METODE GRAFIS
DAN METODE RDF (*Recursive Digital Filter*)
(STUDI KASUS DI WILAYAH UPT PSDA BONDOWOSO)**

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

**Natalia Desi Puspitasari
101710201009**

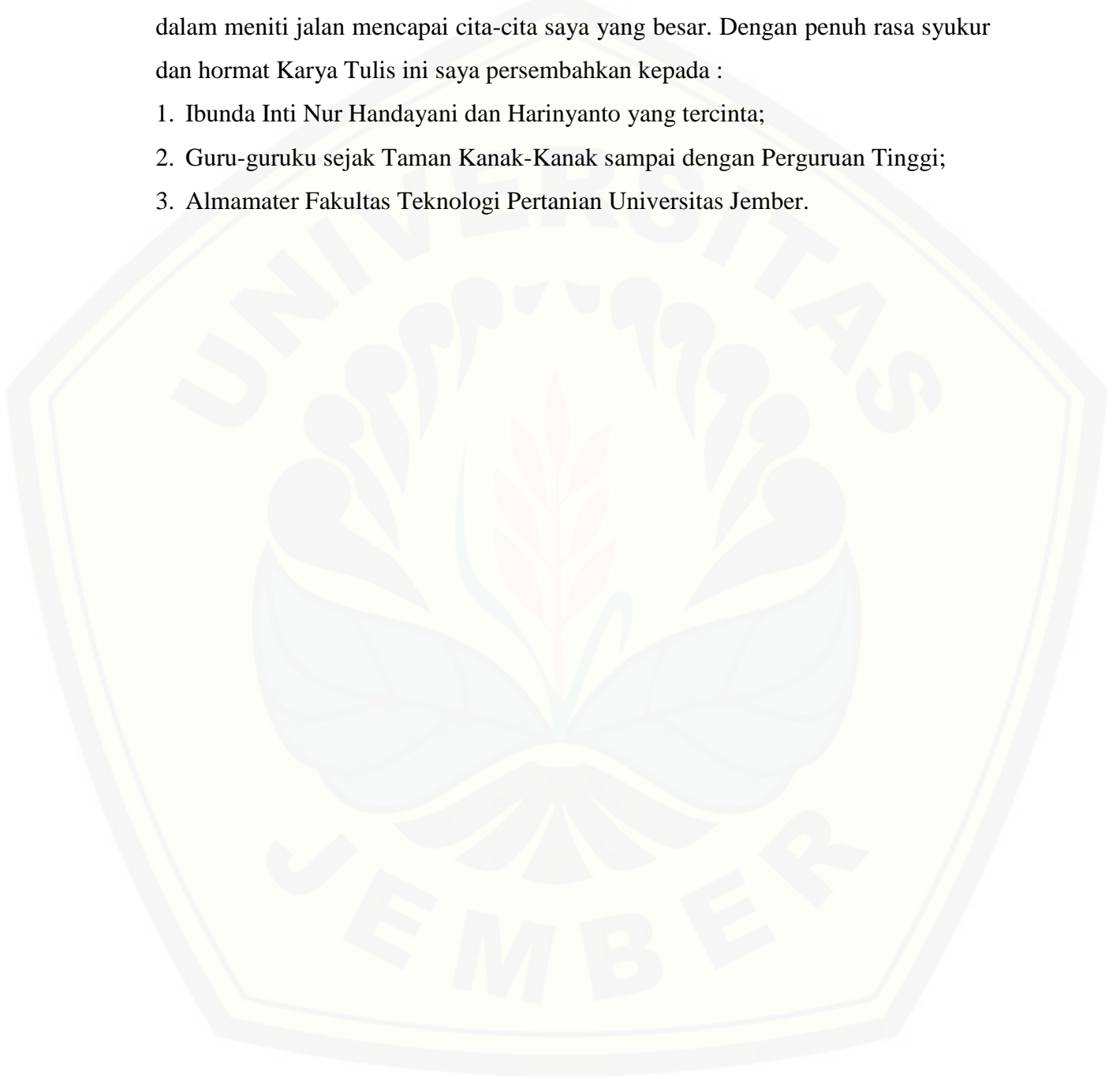
**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER**

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 Inti Nur Handayani dan Harinyanto yang tercinta;
2. Guru-guruku sejak Taman Kanak-Kanak sampai dengan Perguruan Tinggi;
3. Almamater Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.



MOTTO

“Banyak kegagalan dalam hidup ini dikarenakan orang-orang tidak menyadari betapa dekatnya mereka dengan keberhasilan saat mereka menyerah”
(Thomas Alva Edison)

“Gantilah mengeluh dengan berikhtiar dan bekerja, Allah akan memberikan pertolongan sehingga apa yang akan kita cita-citakan bisa terwujud”
(Susilo Bambang Yudoyono)

“Hai orang-orang beriman, mintalah pertolongan (kepada Allah) dengan sabar dan salat; sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar”
(terjemahan Surat Al-Baqarah ayat 153)*)

“Man jaddah wajadah, selama kita bersungguh-sungguh, maka kita akan memetik buah yang manis. Segala keputusan hanya ditangan kita sendiri, kita mampu untuk itu”
(B.J Habibie)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Natalia Desi Puspitasari

NIM : 101710201009

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul **“Analisis Baseflow Menggunakan Metode Grafis Dan Metode RDF (*Recursive Digital Filter*) (Studi Kasus Di Wilayah UPT PSDA Bondowoso)”** adalah benar-benar hasil karya sendiri dengan pembimbingan dari pihak laboratorium UNEJ TPKL, 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, 6 Maret 2015

Yang menyatakan,

Natalia Desi.P
NIM 101710201009

SKRIPSI

**ANALISIS BASEFLOW MENGGUNAKAN METODE GRAFIS
DAN METODE RDF (*Recursive Digital Filter*)
(STUDI KASUS DI WILAYAH UPT PSDA BONDOWOSO)**

Oleh

Natalia Desi Puspitasari
NIM 101710201009

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Prof. Dr. Indarto, STP., DEA

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Sri Wahyuningsih, S.P., M.T

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “**Analisis Baseflow Menggunakan Metode Grafis Dan Metode RDF (*Recursive Digital Filter*) (Studi Kasus Di Wilayah UPT PSDA Bondowoso)**” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember pada :

Hari : Jumat

Tanggal : 6 Maret 2015

Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua

Anggota,

Ir.Hamid Ahmad

NIP. 195502271984031002

Wiwiek Yunarni Widiarti S.T.,MT

NIP. 197006131998022001

Mengesahkan

Dekan,

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

NIP. 196912121998021001

RINGKASAN

Analisis Baseflow Menggunakan Metode Grafis Dan Metode RDF (*Recursive Digital Filter*) (Studi Kasus Di Wilayah UPT PSDA Bondowoso); Natalia Desi Puspitasari, 101710201009; 2015; 103 halaman; Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Aliran dasar merupakan komponen aliran sungai yang berasal dari aliran bawah tanah (*groundwater*) yang mengalir ke sungai. Aliran dasar bermanfaat untuk menyuplai kebutuhan air seperti kegiatan perkebunan dan pertanian saat musim kemarau. Hal tersebut dikarenakan, saat musim kemarau intensitas hujan menurun sehingga debit di sungai didapatkan dari kontribusi aliran dasar. Tujuan umum dari penelitian ini adalah menganalisis aliran dasar menggunakan 2 metode grafis yaitu (1) *Fixed Interval Method*; (2) *Local Minimum Method* dan 1 metode RDF (*Recursive digital Filter*) yaitu *Eckhardt Filter* pada 8 DAS di UPT PSDA Bondowoso.

Penelitian ini diawali dengan inventarisasi data yang dibutuhkan. Pengolahan data meliputi; analisis aliran dasar menggunakan *Fixed Interval Method*, *Local Minimum Method* dan *Eckhardt Filter* dalam software *HydroOffice*. Nilai aliran dasar yang dihasilkan 3 metode kemudian dianalisis menggunakan *R-squared*, RMSE dan FDC (*Flow Duration Curve*) untuk mengetahui metode yang optimal.

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan metode yang optimal ada metode *Fixed Interval Method*. Hal tersebut didasari dari uji kinerja pada model menggunakan R^2 , RMSE dan FDC diperoleh nilai rata-rata $R^2 = 0,75$, nilai rata-rata RMSE = 0,07 dan pada FDC paling berhimpit dengan debit observasi.

SUMMARY

Analysis of Baseflow Using Grafis Methods and Recursive Digital Filter Methods (Case Study in Technical Implementation Unit of Water Resource Management at Bondowoso); Natalia Desi Puspitasari; 101710201009; 2015; 103 pages; Departmentn of Agricultural Engineering, Faculty of Agricultural Technology, Jember University.

Baseflow is part of river's stream that come from groundwater's stream that flow to the river. Baseflow useful to supplies the water needs for plantations and agricultural activities during dry season. That is, because during dry season the intensity of rainfall decline so as to discharge in a river obtained from the contribution of the baseflow. This study analyze baseflow using two graphical methods; (1) Fixed Interval Method, (2) Local Minimum Method and one of Recursive Digital Filter method, named Eckhardt Filter at 8 watershed to UPT PSDAWS Sampean Baru.

This research begin by collecting data. The data processing include; analyzing baseflow by Fixed Interval Method, Local Minimum Method and Eckhardt Filter. Value of baseflow that generated by three methods were analyzed using the R-squared, RMSE and FDC (Flow Duration Curve) to find the optimal method.

The result show that, Fixed Interval Method. It is based on the test performance of the model using R^2 , RMSE and FDC obtained an average value of $R^2 = 0,75$, the average value of RMSE = 0,07 and at least FDC discharge coincide with observations.

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT, atas segala rahmat dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “Analisis Baseflow Menggunakan Metode Grafis Dan Metode RDF (*Recursive Digital Filter*) (Studi Kasus Di UPT PSDAWS Sampean Baru)”. 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, STP., DEA selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah meluangkan tenaga, waktu, pikiran, dan perhatian dalam membimbing penulisan skripsi ini;
2. Dr. Sri Wahyuningsih, S.P., M.T., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perbaikan dalam penulisan skripsi ini;
3. Ir.Hamid Ahmad selaku Ketua Tim Penguji yang telah memberikan saran dan masukan dalam penyempurnaan skripsi ini;
4. Wiwiek Yunarni Widiarti S.T.,MT selaku Anggota Tim Penguji yang telah memberikan saran dan pengarahan dalam penyelesaian skripsi ini;
5. Dekan Fakultas Teknologi Pertanian dan Ketua Jurusan Teknik Pertanian Universitas Jember atas segala inspirasi yang diberikan untuk kampus tercinta;
6. Dr. Elida Novita S.TP.,M.T., 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 Inti Nur Handayani dan Ayahanda Hariyanto yang tercinta yang selalu mendoakan dalam setiap saat;
11. Kakakku tersayang Christina Ruri Kusuma Wardani yang selalu memberi semangat dan doa;
12. Teman-temanku Rini, Desi, Aini dan Leni yang selalu memberi semangat dan dukungan;
13. Teman-teman grup manusia peta (Desi, Sintya, Disty, Ari, Holid, Faruk, Isnan, Pras, Andry, Faisol, Afif) yang selalu memberikan dukungan dan semangat;
14. Teman-temanku Teknik Pertanian (TEP) 2010 yang penuh dengan semangat dan kasih sayang terima kasih atas nasehat serta motivasinya;
15. Erick Kristanto yang selalu menyemangati, memberikan nasehat, memberikan perhatian dan motivasi;
16. 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, 6 Maret 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
SUMMARY	viii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Siklus Hidrologi	4
2.2 Aliran Dasar	5
2.3 Hidrograf Aliran Dasar	5
2.4 Komponen Hidrograf	6
2.5 Metode Analisis Aliran Dasar	8
2.6 Pemisahan Aliran Dasar Menggunakan Grafis Dan RDF	9
2.6.1 Grafis	9
a. Fixed Interval Method	9
b. Local Minimum Method	10

2.6.2 <i>Recursive Digital Filter</i> (RDF).....	11
a. <i>Eckhardt Filter</i>	11
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	13
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	13
3.1.1 Tempat Penelitian	13
a. Lokasi Pengamatan	13
b. Lokasi Pengolahan Data	13
3.1.2 Waktu Penelitian.....	14
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	14
3.2.1 Alat	14
3.2.1 Bahan	14
3.3 Tahapan Penelitian	15
3.3.1 Identifikasi dan Karakteristik DAS	16
3.3.2 Inventarisasi Data	16
3.2.3 Pengolahan Data	16
3.2.4 Analisis Baseflow	16
3.2.4.1 Metode Grafis	16
3.2.4.2 Metode RDF	17
3.4 Periode Bulan Kering dan Periode Panjang	18
3.5 Analisis Uji Statistik Kinerja Model	18
3.5.1 Analisis R^2	18
3.5.2 <i>Root Mean Square Error</i> (RMSE)	19
3.5.3 <i>Flow Duration Curve</i> (FDC)	19
BAB 4. KARAKTERISTIK DAS DI UPT PSDA BONDOWOSO	21
4.1 Karakteristik Fisik	21
4.2 Karakteristik Debit	23
4.3 Karakteristik Hujan	24
BAB 5. Pembahasan	25
5.1 Data Hujan dan Debit	25
5.2 Analisis Baseflow	28
5.2.1 Periode Bulan Kering.....	28

a. Analisis Hubungan Antara	
Debit Observasi dan Debit Prediksi.....	29
b. Nilai Parameter.....	31
c. Uji RMSE	35
d. Hasil Pemisahan Aliran Dasar.....	36
e. FDC	36
f. <i>Baseflow Index</i>	37
5.2.2 Periode Panjang	39
a. Analisis Hubungan Antara	
Debit Observasi dan Debit Prediksi.....	39
b. Nilai Parameter.....	42
c. Uji RMSE	42
d. Hasil Pemisahan Aliran Dasar.....	43
e. FDC	49
f. <i>Baseflow Index</i>	52
BAB 5. PENUTUP	55
5.1 Kesimpulan	55
5.2 Saran	55
DAFTAR PUSTAKA	56
LAMPIRAN	58

DAFTAR TABEL

	Halaman
4.1 Rangkuman karakteristik fisik	21
4.2 Karakteristik debit DAS	23
4.3 Karakteristik hujan pada 8 DAS yang diamati	24
5.1 Perbandingan nilai R^2 dari 1 metode RDF dan 2 metode grafis pada periode bulan Juli-September	31
5.2 Nilai parameter dari 1 metode RDF dan 2 metode Grafis	32
5.3 Perbandingan nilai RMSE dari 1 metode RDF dan 2 metode grafis pada periode bulan Juli-September	35
5.4 Perbandingan nilai BFI dari ketiga metode pada periode bulan Juli-September tahun 1999-2001	38
5.5 Perbandingan nilai R^2 dari 1 metode RDF dan 2 metode grafis pada periode tahun 1999-2001	41
5.6 Nilai parameter dari 1 metode RDF dan 2 metode Grafis	42
5.7 Perbandingan nilai RMSE dari 1 metode RDF dan 2 metode grafis pada pada tahun 1997-1998.....	43
5.8 Perbandingan nilai BFI dari ketiga metode pada tahun1999-2001	53

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Siklus hidrologi	4
2.2 <i>Rating curve</i>	6
2.3 Bentuk hidrograf	7
2.4 <i>Fixed Interval Method</i>	10
2.5 <i>Local Minimum Method</i>	11
3.1 Lokasi PSDA Bondowoso	13
3.2 Diagram penelitian	16
3.3 Grafik FDC pada 3 metode	20
5.1 Plot data hujan dan data debit	
DAS K.Stail-Keradenan tahun 1997-2001	26
5.2 Plot data hujan dan data debit DAS K.Stail-Keradenan tahun 1997.....	27
5.3 Grafik hubungan antara debit observasi dengan	
debit metode Eckhardt K.Stail-Keradenan	29
5.4 Grafik hubungan antara debit observasi dengan	
debit metode <i>Fixed Interval Method</i> K.Stail-Keradenan.....	29
5.5 Grafik hubungan antara debit observasi dengan	
debit metode <i>Local Minimum Method</i> K.Stail-Keradenan	29
5.6 Grafik perbandingan debit observasi dan debit <i>Local Minimum Method</i>	
menggunakan parameter f sebesar 0,8 pada DAS K.Stail-Keradenan.....	34
5.7 Grafik perbandingan debit observasi dan debit <i>Local Minimum Method</i>	
menggunakan parameter f sebesar 0,9 pada DAS K.Stail-Keradenan.....	34
5.8 Grafik perbandingan debit observasi dan debit <i>Local Minimum Method</i>	
menggunakan parameter f sebesar 0,95 pada DAS K.Stail-Keradenan.....	34
5.9 Grafik aliran dasar DAS K.Stail-Keradenan bulan Juli-September.....	36
5.10 Grafik FDC DAS K.Stail-Keradenan	
bulan Juli-September tahun 1997-2001	37
5.11 Grafik hubungan antara debit observasi dengan	
debit metode Eckhardt K.Stail-Keradenan	40

5.12 Grafik hubungan antara debit observasi dengan debit metode <i>Fixed Interval Method</i> K.Stail-Keradenan.....	40
5.13 Grafik hubungan antara debit observasi dengan debit metode <i>Local Minimum Method</i> K.Stail-Keradenan.....	40
5.14 Grafik aliran dasar DAS K.Stail-Keradenan tahun 1997-2001.....	44
5.15 Grafik aliran dasar DAS K.Stail-Keradenan tahun 1997.....	45
5.16 Grafik aliran dasar DAS K.Stail-Keradenan tahun 1998.....	45
5.17 Grafik aliran dasar DAS K.Stail-Keradenan periode 1 Oktober 1997-30 Juni 1998	47
5.18 Grafik aliran dasar DAS K.Stail-Keradenan periode 1 Oktober 1998-30 Juni 1999	47
5.19 Grafik aliran dasar DAS K.Stail-Keradenan periode kemarau tahun 1997.....	50
5.20 Grafik FDC tahunan (longterm) DAS K.Stail-Keradenan pada tahun 1997-2001.....	51
5.21 Grafik FDC musim penghujan DAS K.Stail-Keradenan pada tahun 1997-2001.....	50
5.22 Grafik FDC musim kemarau DAS K.Stail-Keradenan pada tahun 1997-2001.....	52

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Contoh data hujan DAS K.stail-Keradenan Tahun 1997	58
B. Contoh data debit DAS K.stail-Keradenan Tahun 1997	59
C. Fluktasi data hujan dan debit tahun 1997-2001	60
D. Plot data hujan dan data debit tahun 1997	63
E. Hasil periode bulan kering	66
E.1 Hasil periode bulan kering DAS Bajulmati	66
E.2 Hasil periode bulan kering DAS Bomo Atas	68
E.3 Hasil periode bulan kering DAS Bomo Bawah	70
E.4 Hasil periode bulan kering DAS Demung-Delulawang.....	72
E.5 Hasil periode bulan kering DAS Tambong-Pakistaji.....	74
E.6 Hasil periode bulan kering DAS Karangdono	76
E.7 Hasil periode bulan kering DAS Kloposawit.....	78
F. Hasil periode panjang	80
F.1 Hasil periode panjang DAS Bajulmati	80
F.2 Hasil periode panjang DAS Bomo Atas.....	84
F.3 Hasil periode panjang DAS Bomo Bawah.....	88
F.4 Hasil periode panjang DAS Demung-Delulawang	92
F.5 Hasil periode panjang DAS Tambong-Pakistaji	96
F.6 Hasil periode panjang DAS Karangdono.....	100
F.7 Hasil periode panjang DAS Kloposawit	104

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan tempat menampung dan mengalirkan air menuju laut. Banyak kegiatan yang menggantungkan kebutuhan air pada aliran sungai yaitu pertanian, perkebunan dan biota sungai. Pada bidang pertanian, aliran sungai digunakan untuk irigasi pertanian. Pada bidang perkebunan digunakan untuk menyiram tanaman perkebunan. Sungai digunakan juga digunakan hidup habitat ikan, alga dan tanaman air.

Kebutuhan air pada kegiatan perkebunan diperlukan secara terus menerus. Pada musim kemarau intensitas hujan menurun dan volume ketersediaan air sungai juga menurun. Sungai mempertahankan aliran air saat musim kemarau yang didapatkan dari aliran dasar.

Aliran dasar merupakan aliran yang keluar sedikit demi sedikit dari aliran bawah tanah yang mengalir menuju sungai. Aliran dasar didapatkan dari peresapan air hujan yang ditampung, selanjutnya dialirkan ke sungai. Aliran dasar sangat berperan dalam menyediakan air di sungai agar tidak terjadi kekeringan dan mencukupi kebutuhan air saat musim kemarau. Sehingga, biota sungai bisa tetap hidup, kegiatan irigasi pertanian dan penyiraman tanaman perkebunan dapat berlangsung meskipun saat musim kemarau. Namun, volume aliran dasar belum diketahui dapat atau tidaknya mencukupi kebutuhan air saat musim kemarau.

Pada dasarnya, informasi mengenai perkiraan ketersediaan dan kontribusi aliran dasar diperlukan sebagai acuan dalam strategi pengembangan dan pengelolaan sumber daya air di sebuah DAS. Dengan orientasi kontribusi aliran dasar masuk ke sungai dapat dipertahankan selama periode kering dan dimanfaatkan untuk menyuplai air seperti irigasi pertanian, perkebunan, dan industri (Brodie, 2007:4).

UPT PSDA Bondowoso memiliki wilayah kerja meliputi kabupaten Banyuwangi, Kabupaten Situbondo dan Kabupaten Bondowoso. UPT PSDA Bondowoso terdiri dari delapan DAS yaitu, DAS Bajulmati, DAS Bomo Atas, DAS Bomo Bawah-Rogojampi, DAS K.Stail-Keradenan, DAS Tambong-

Pakistaji, DAS Karangdono, DAS Kloposawit, DAS Deluwang-Demung. Di wilayah tersebut terdapat banyak perkebunan dan pertanian yang selalu membutuhkan air. Untuk mencukupi kebutuhan air saat musim kemarau perlu dilakukan penelitian mengenai besarnya debit aliran dasar.

Dari permasalahan tersebut, penelitian ini dilakukan untuk memperkirakan aliran dasar pada aliran sungai dengan menggunakan 2 metode grafis yaitu (1) *Local Minimum Method*; (2) *Fixed Interval Method*; dan 1 metode RDF (*Recursive Digital Filter*) yaitu *Eckhardt Filter*.

1.2 Rumusan Masalah

Pada wilayah UPT PSDA Bondowoso terdapat banyak perkebunan dan pertanian yang selalu membutuhkan air. Pada musim kemarau intensitas hujan menurun. Hal tersebut membuat ketersediaan air di sungai berkurang. Padahal, kegiatan pertanian dan perkebunan bergantung pada aliran sungai. Ketersediaan air di sungai saat musim kemarau didapatkan dari aliran dasar (*baseflow*). Maka perlu diketahui besarnya aliran dasar untuk memperkirakan cukup atau tidaknya aliran dasar dalam memenuhi kebutuhan air sungai pada saat musim kemarau.

Penelitian ini dibatasi dengan membandingkan nilai *baseflow index* dari perhitungan 2 metode grafis yaitu (1) *Local Minimum Method*; (2) *Fixed Interval Method* dan 1 metode RDF yaitu *Eckhardt Filter*.

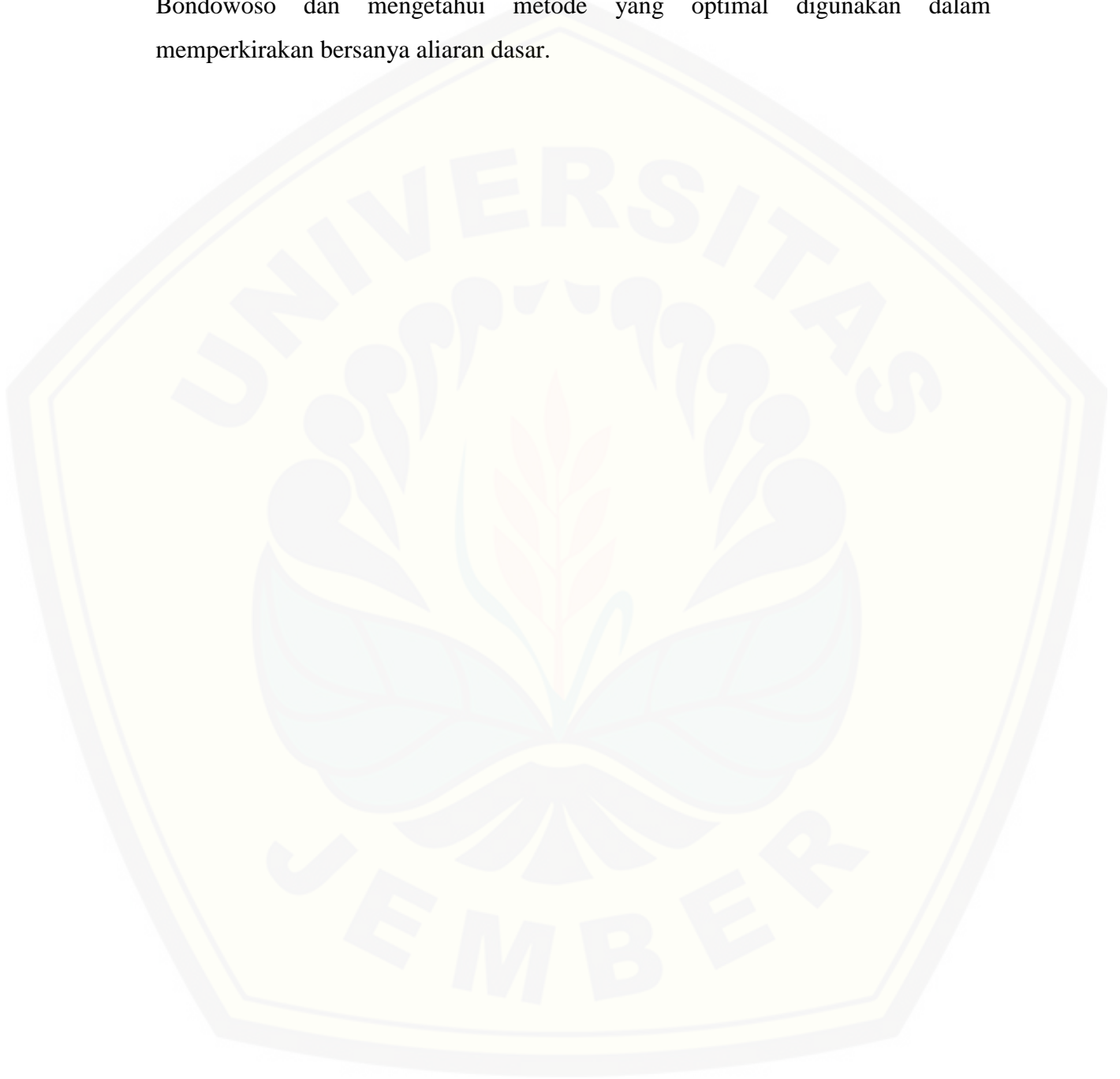
1.3 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menganalisis aliran dasar pada 8 DAS di UPT PSDA Bondowoso menggunakan 2 metode grafis dan 1 metode RDF.
2. Membandingkan hasil pemisahan 2 metode grafis yaitu (1) *Local Minimum Method*; (2) *Fixed Interval Method*; dan 1 metode RDF (1) metode *Eckhardt Filter*.

1.4 Manfaat

Manfaat yang diharapkan dalam penelitian adalah memberikan informasi mengenai besarnya perkiraan aliran dasar yang berkontribusi di UPT PSDA Bondowoso dan mengetahui metode yang optimal digunakan dalam memperkirakan besarnya aliran dasar.



BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Siklus Hidrologi

Menurut Seyhan (1990) siklus hidrologi diberi batasan sebagai tahapan-tahapan yang dilalui air dari atmosfer ke bumi dan kembali lagi ke atmosfer; evaporasi dari tanah atau laut maupun air tanah, kondensasi untuk membentuk awan, presipitasi, akumulasi di dalam tanah (Gambar 2.1).



Gambar 2.1 Siklus hidrologi (Sumber: Asdak,1995:9)

Arsyad (2000) menjelaskan secara terinci tentang siklus air, bahwa sebagian air yang jatuh sebagai hujan menguap sebelum tiba di permukaan bumi, yakni ketika sedang jatuh atau ditahan dan melekat pada tumbuh-tumbuhan. Bagian air hujan yang ditahan dan melekat di permukaan daun dan cabang disebut air intersepsi dan peristiwa penahanan air tersebut disebut peristiwa intersepsi. Air hujan yang sampai di permukaan tanah adalah air yang jatuh langsung, air hujan yang setelah tertahan oleh daun atau cabang pohon kemudian jatuh ke permukaan tanah disebut lolosan tajuk, dan air hujan jatuh di permukaan daun, cabang, batang kemudian mengalir melalui batang ke bawah disebut aliran batang. Bagian dari air

tersebut yang sampai ke permukaan tanah disebut persediaan air permukaan akan mengalir di permukaan atau masuk ke dalam tanah. Air yang mengalir di permukaan tanah disebut aliran permukaan. Peristiwa masuknya air ke dalam tanah disebut infiltrasi. Aliran permukaan akan terkumpul di dalam danau reservoir atau sungai dan kemudian mengalir ke laut. Dalam perjalanan air menuju laut sebagian ada yang diuapkan kembali ke udara.

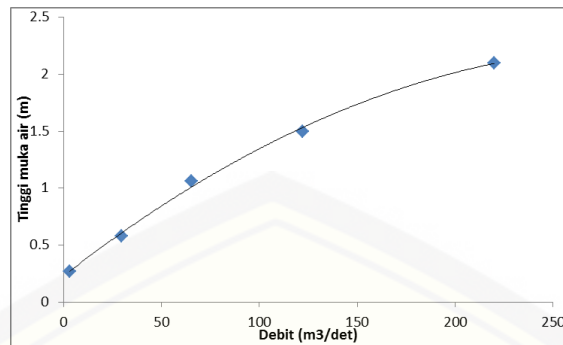
Sebagian air yang masuk ke dalam tanah akan segera ke luar kembali ke sungai-sungai sebagai aliran intra (*interflow*), sedangkan sebagian besar lainnya akan tersimpan sebagai air tanah yang akan keluar sedikit demi sedikit dalam jangka waktu yang lama ke permukaan tanah di daerah-daerah yang rendah sebagai air tanah (Sosrodarsono dan Takeda, 1993).

2.2 Aliran Dasar

Menurut Stuckey (2006:5) menyatakan bahwa aliran dasar didefinisikan sebagai komponen aliran sungai yang berasal dari aliran bawah tanah (*groundwater*) dan sumber lainnya seperti lelehan salju (*snow melt*) yang mengalir ke sungai. Laju aliran aliran dasar ke sungai sangat lambat menuju sungai sehingga aliran dasar yang ke luar ke sungai relatif sedikit. Aliran dasar berasal dari air hujan yang meresap ke tanah dan ditampung. Kuantitas dan kualitas aliran dasar dipengaruhi oleh geologi, geomorfologi dan hidrologi daerah setempat.

2.3 Hidrograf aliran sungai

Hidrograf adalah kurva yang menggambarkan hubungan antara parameter aliran dan waktu. Parameter tersebut biasa berupa tinggi aliran atau debit aliran, ada dua macam hidrograf yaitu hidrograf muka air dan hidrograf debit. Hidrograf muka air dapat ditransformasikan menjadi hidrograf debit dengan menggunakan *rating curve* (gambar 2.2) (Triadmodjo, 2010).



Gambar 2.2 Rating curve

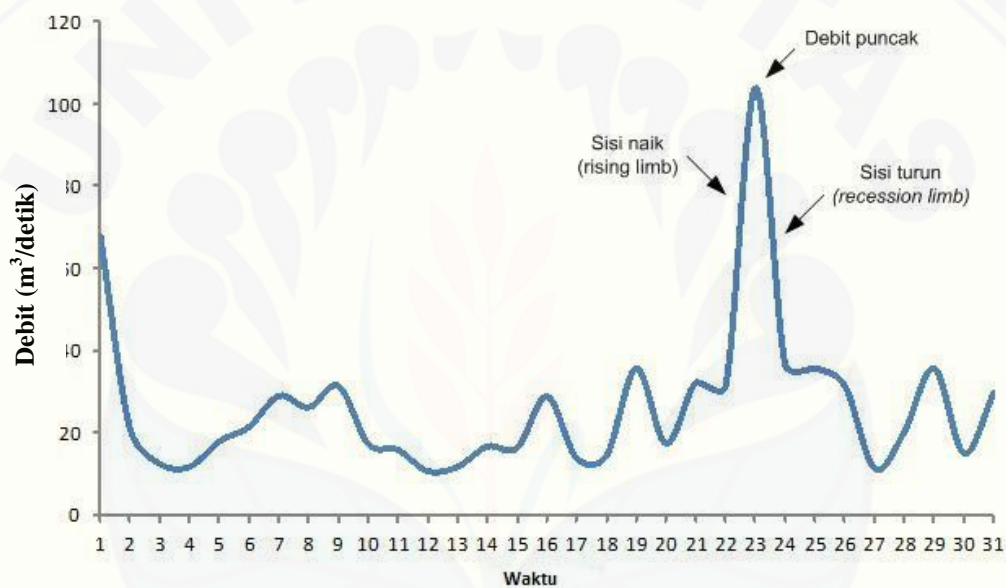
2.4 Komponen Hidrograf

Air yang membentuk aliran sungai dapat mencapai sungai melalui berbagai cara, dimulai dari titik air jatuh ke bumi sebagai hujan. Sebagian air tersebut mengalir di atas permukaan tanah dan mencapai sungai tak lama setelah terjadiannya sebagai hujan. Sebagian lain meresap melalui permukaan tanah dan mengalir di bawah permukaan menuju sungai. Air ini bergerak lebih lambat dibandingkan dengan limpasan permukaan dan menyumbangkan airnya ke aliran sungai yang tetap ada selama periode musim kering berlangsung. Dalam penelitian hidrologi yang melibatkan besarnya laju aliran pada sungai, perlu dibedakan antara komponen-komponen ini dengan aliran totalnya. Langkah pertama dalam studi tradisional adalah membagi hidrograf aliran sungai yang diamati menjadi komponen-komponennya (Liensley *et al.* 1982).

Liensley *et al.* (1982:99) menyatakan terdapat 3 komponen penyusun hidrograf, yaitu: (1) aliran di atas tanah (*overland flow/surface runoff*), ialah air yang dalam perjalanannya menuju saluran melalui permukaan tanah; (2) aliran bawah tanah (*interflow/subsurface storm flow*), ialah sebagian air yang memasuki permukaan tanah dan bergerak ke samping melalui lapisan atas tanah sampai ke sungai. Kecepatan pergerakan aliran bawah permukaan ini lebih lambat dibandingkan dengan aliran permukaan; dan (3) aliran air tanah (*groundwater flow*) yang juga disebut sebagai aliran dasar. Sedangkan Viessman *et al.* (1989) menambahkan satu komponen hidrograf terdiri dari: (1) aliran permukaan

langsung, (2) aliran antara (*inter flow*), (3) air tanah atau aliran dasar, dan (4) presipitasi di saluran air (*chanel precipitation*).

Hidrograf terdiri dari tiga bagian yaitu sisi naik, puncak dan sisi resesi (gambar 2.3). Hidrograf ditunjukkan dengan sifat-sifat pokok yaitu waktu naik yaitu hidrograf yang diukur pada saat mulai naik sampai terjadinya debit puncak. Debit puncak adalah debit maksimum yang terjadi dalam suatu kasus tertentu dan sisi resesi adalah waktu yang diukur dari saat hidrograf naik sampai waktu debit kembali pada suatu besaran yang di tetapkan (Harto, 1993).



Gambar 2.3 Bentuk hidrograf

Waktu nol (*zero time*) menunjukkan awal hidrograf. Puncak hidrograf adalah bagian dari hidrograf yang menggambarkan debit maksimum. Waktu capai puncak (*time to peak*) adalah waktu yang diukur dari waktu nol sampai waktu terjadinya debit puncak. Sisi naik (*rising limb*) adalah bagian dari hidrograf antara waktu nol dan waktu capai puncak. Sisi turun (*recession limb*) adalah bagian hidrograf yang menurun antara waktu puncak dan waktu dasar. Waktu dasar (*time base*) adalah waktu yang diukur dari nol sampai waktu dimana sisi turun berakhir. Akhir dari sisi turun ini ditentukan dengan perkiraan. Volume hidrograf diperoleh

dengan mengintegrasikan debit aliran dari waktu nol sampai waktu dasar (Triadmodjo, 2010).

2.5 Metode Analisis Aliran Dasar

Ada banyak 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. Secara sederhana menggunakan hidrograf aliran yang memisahkan ke dalam aliran permukaan atau aliran limpasan dan aliran bawah tanah atau aliran dasar (Nathan & Mahon, 1990 :20).

Rentang waktu aliran dasar digunakan sebagai ukuran suatu aktivitas dinamis air tanah pada sebuah DAS. Sedangkan proporsi aliran terhadap dasar total aliran sungai digunakan sebagai suatu indeks kemampuan DAS dalam menyimpan dan melepaskan air selama periode kering. Nilai indeks aliran dasar (*Baseflow Index/ BFI*) yang tinggi mendiskripsikan bahwa DAS tersebut memiliki pola aliran yang lebih stabil dan mampu mempertahankan aliran sungai selama periode kekeringan (Tallaksen, 1995: 4).

Menurut Bousinessq (1904 : 8) wacana tentang analisis teknik aliran dasar telah lengkap dibahas sebagai proyek manajemen sumber daya air yang berfokus pada hubungan manajemen air. Secara umum teknik analisis *baseflow* dapat dikelompokkan menjadi 3, yaitu: pemisahan aliran dasar (*baseflow separation*), analisis frekuensi, dan analisis resesi. Teknik pemisahan aliran dasar (*baseflow*) berdasarkan perekaman *baseflow time series* pada sungai untuk memperoleh poin-poin *baseflow*. Teknik pemisahan frekuensi berdasarkan besarnya debit dengan frekuensi debit sungai. Dan teknik pemisahan analisis resesi berdasarkan pada kurva resesi yang didapatkan dari puncak hidrograf ketika aliran sungai kontinyu.

2.6 Pemisahan Aliran Dasar menggunakan Grafis Dan RDF

Metode grafis dan dan RDF merupakan metode pemisahan komponen aliran dasar dari data debit sungai dengan menggunakan metode *filter*. Proses analisis pada kedua metode ini didasarkan pada analisis penandaan dan pengolahan dengan menerapkan aturan-aturan matematis untuk memisahkan aliran dasar dari debit sungai (Brodie *et al.*, 2007: 22).

2.6.1 Grafis

Metode ini menampilkan garis yang menghubungkan antara titik rendah *streamflow hydrograph*. Titik rendah tersebut dihubungkan dengan titik rendah yang berdekatan hingga berbentuk garis. Garis yang menghubungkan antara titik terendah mendefinisikan aliran dasar. Teknik tersebut dikembangkan oleh Pettyjohn dan Henning (1979:8).

Beberapa metode grafis yang digunakan untuk memperkirakan besarnya aliran dasar, diantaranya:

a. *Fixed Interval Method*

Metode ini pertama kali dikemukakan oleh Pattyjohn (Pattyjohn *et al.*, 1979). Prinsip kerja metode-interval-tetap (*Fixed Interval Method*) adalah sebagai berikut:

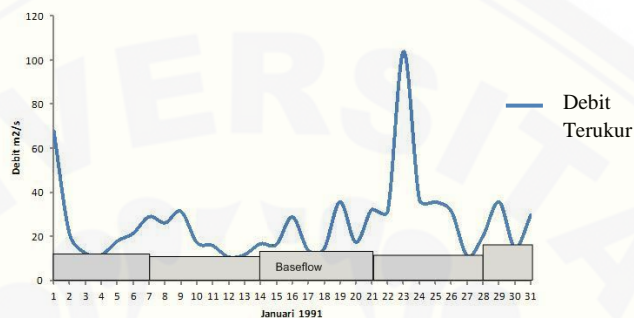
- (1) Merupakan metode yang menggunakan debit terendah dalam setiap interval.
- (2) Banyaknya hari dalam setiap interval ditentukan dengan menggunakan persamaan (2N). N merupakan jumlah hari setelah limpasan permukaan berakhir. Nilai N didapatkan secara empiris dari rumus $N = A^{0,2}$ (Linsley *et al.* 1982), dimana A adalah luas daerah aliran sungai (DAS) dengan satuan mil². Misalnya gambar 2.4 pada DAS Kloposawit periode tanggal 1 – 31 Januari 1991

$$A = 721,8 \text{ km}^2 = 448,32 \text{ mil}^2 ,$$

$$N = A^{0,2} = (448,32)^{0,2} = 3,381$$

$$2N = 2 (3,381) = 6,762 \text{ hari} = 7 \text{ hari}$$

Metode ini dapat digambarkan dengan diagram batang yang ditarik ke atas hingga bersentuhan dengan debit terendah pada interval tersebut (gambar 2.3). 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.



Gambar 2.4 *Fixed Interval Method*

b. *Local-Minimum Method*

Metode ini pertama kali dikemukakan oleh Pattyjohn (Pattyjohn dan Henning, 1979). Prinsip metode minimum lokal (*Local Minimum Method*) adalah sebagai berikut:

- (1) Mengevaluasi debit setiap harinya untuk menentukan apakah hari tersebut termasuk debit terendah atau tidak pada suatu interval.
- (2) Banyaknya hari disetiap interval ditentukan menggunakan persamaan $[0,5 (2N - 1)$ hari]. (Linsley *et al.* 1982), dimana A adalah luas daerah aliran sungai (DAS) dengan satuan mil^2 . Misalnya gambar 2.5 pada DAS Kloposawit periode tanggal 1 – 31 Januari 1991.

$$A = 721,8 \text{ km}^2 = 448,32 \text{ mil}^2,$$

$$N = A^{0,2} = (448,32)^{0,2} = 3,381$$

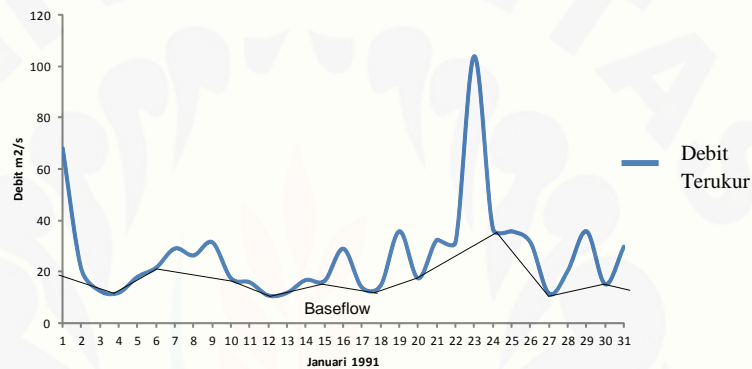
$$[0,5 (2N^* - 1) \text{ hari}] = [0,5 (2(3,381) - 1) \text{ hari}]$$

$$= [0,5(6,762-1)]$$

= 2,881 hari

= 3 hari

Selanjutnya ditentukan faktor f (*turning point*) menggunakan metode *trial and error* hingga nilai aliran dasar mendekati debit sungai. Debit terendah pada setiap interval dihubungkan dengan garis lurus untuk menentukan baseflow (gambar 2.4). Pada gambar 2.5, *local minimum* terjadi pada tanggal 4,6,10, 12, 15,18, 20, 24, 27 dan 30 Januari 1991 karena pada tanggal tersebut memiliki debit terendah pada setiap intervalnya.



Gambar 2.5 *Local-Minimum Method*

2.6.2 Recursive Digital Filter (RDF)

Chapman dan Maxwell (1996:5) mendeskripsikan bahwa metode *Recursive Digital Filter* (RDF) merupakan metode dengan memanfaatkan konstanta resesi hidrograf yang digunakan untuk mendapatkan besarnya rasio aliran dasar dari debit kontinyu selama periode tidak ada limpasan langsung (*quickflow*). Salah satu metode RDF yang digunakan untuk memperkirakan besarnya aliran dasar, yaitu:

a. Eckhardt *Filter*.

Persamaan ini pertama kali dikemukakan oleh Eckhardt (Eckhardt : 2005). Metode ini menjelaskan bahwa nilai aliran dasar pada saat interval 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 (α) dan nilai indeks aliran dasar maksimum (BF_{Imax}).

$$b_i = \frac{(1-BFI_{max})\alpha b_{i-1} + (1-\alpha)BFI_{max} Q_i}{1-\alpha BFI_{max}} \dots\dots\dots(2.6)$$

Keterangan:

b_i : nilai aliran dasar terpisah saat i

b_{i-1} : nilai aliran *baseflow* sebelum i

BFI_{max} : nilai maksimum rasio antara aliran dasar (*baseflow*) dengan aliran total (*streamflow*)

α : parameter filter

Q_i : aliran total saat i

Nilai BFI_{max} ditentukan sesuai dengan keadaan sungai, sebagai berikut:

1. Nilai BFI_{max} 0,80 digunakan pada sungai yang alirannya selalu ada.
2. Nilai BFI_{max} 0,50 digunakan pada sungai yang alirannya tidak selalu atau sungai musiman.

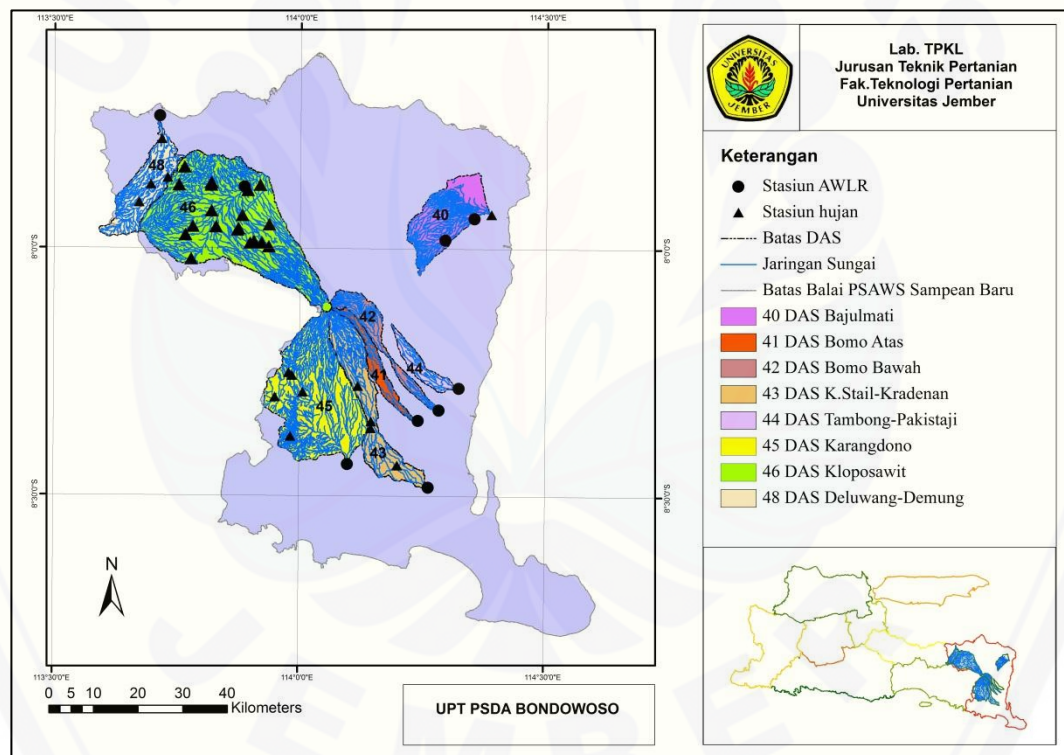
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

3.1.1. Tempat Pengamatan

a. Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di wilayah Administratif UPT PSDA Bondowoso. Lokasi pengamatan mencakup yaitu: Bajulmati, Bomo Atas, Bomo Bawah-Rogojampi, K.Stail-Kradenan, Tambong-Pakistaji, Karangdono, Kloposawit, dan Deluwang-Demung (gambar 3.1). Lokasi ini dipilih berdasarkan pertimbangan mengenai kelengkapan data: debit, hujan, data luas DAS, peta stasiun hujan, peta jaringan sungai dan data geografis.



Gambar 3.1 Lokasi PSDA Bondowoso (Sumber: Data Lab.TPKL, 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 Desember 2014.

3.2. Alat dan Bahan Penelitian

3.2.1. Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

a. Seperangkat personal komputer (PC)

Digunakan sebagai media pengolahan data dan pengerjaan skripsi.

b. *Microsoft Exel 2007/2010*

Digunakan untuk mengolah data *baseflow* dengan 2 metode *Grafis* dan 1 metode *Recursive Digital Filter* yang akan dibandingkan dan ditampilkan secara grafik agar mudah dipahami.

c. *Software ArcGIS*

Digunakan untuk membuat *layout* peta lokasi DAS yang diamati.

d. *Software HydroOffice*

Digunakan untuk mengolah data debit sehingga menghasilkan nilai *baseflow* dan BFI dari 3 metode *Grafis* dan 2 metode *Recursive Digital Filter*.

3.2.2. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah data yang diperoleh dari Dinas Pengairan Provinsi Jawa Timur yang telah diinventarisasi oleh Lab. TPKL, yaitu :

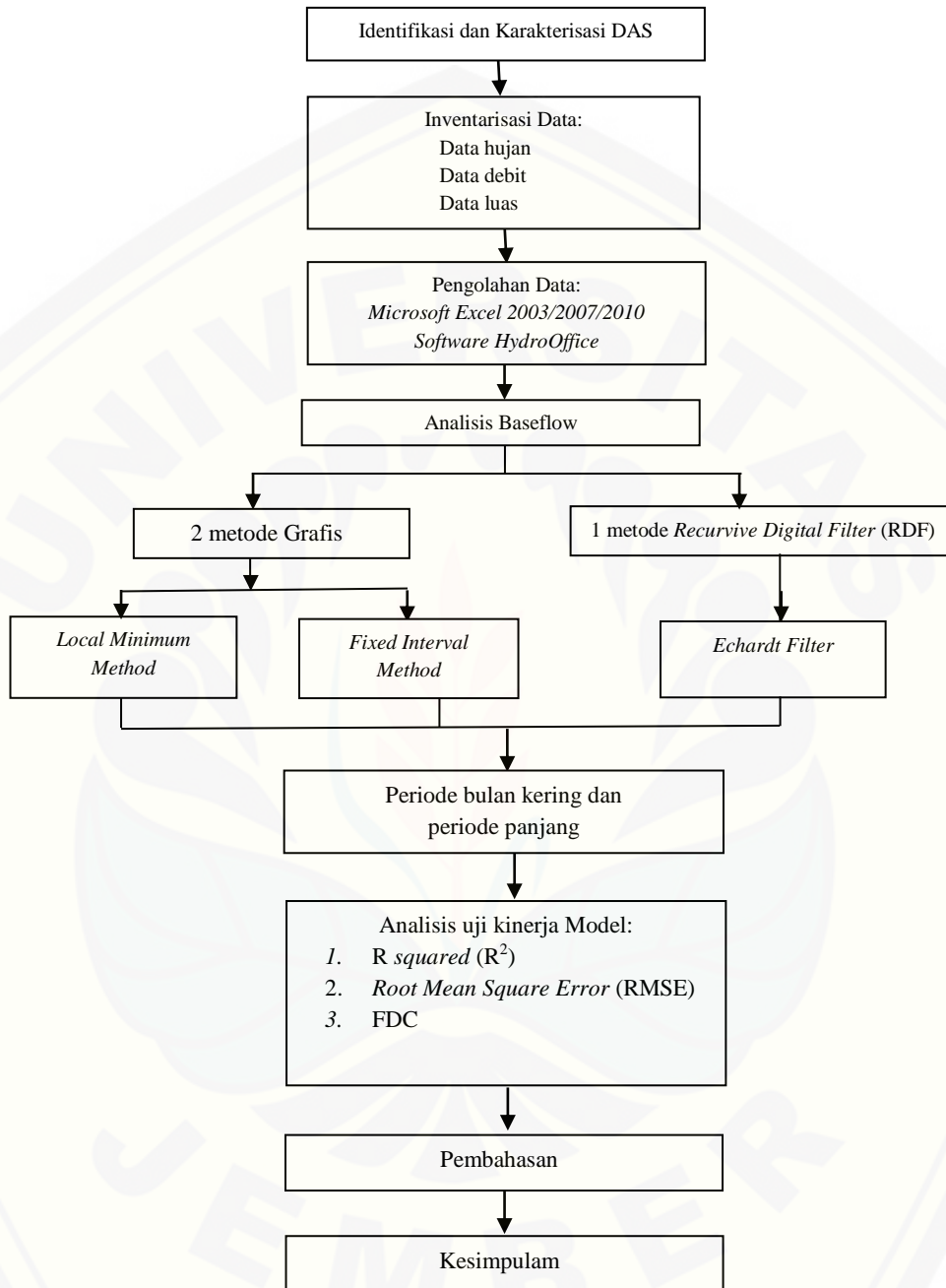
a. Data hujan harian mulai tanggal 1 Januari 1996 sd 31 Desember 2001. Data hujan harian diperoleh dari stasiun hujan yang terdapat di delapan DAS yang diamati.

b. Data debit harian mulai tanggal 1 Januari 1997 sd 31 Desember 2001. Data debit diperoleh dari stasiun AWLR yang terdapat di 8 DAS yang diamati.

c. Data luas DAS yang diamati dari 8 DAS yang diamati.

3.3. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian disajikan pada gambar 3.2 sebagai berikut :



Gambar 3.2 Diagram Penelitian

3.3.1 Identifikasi dan karakteristik DAS

Mengidentifikasi karakteristik DAS, yaitu luas DAS, bentuk DAS, panjang sungai utama, jenis tanah, peruntukan lahan, hidrogeologi, debit dan curah hujan yang didapatkan dari layout.

3.3.2 Inventarisasi Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data debit harian dan data luas DAS yang terdapat di PSDA Bondowoso, yaitu DAS Bajulmati, DAS Bomo Atas, DAS Bomo Bawah-Rogojampi, DAS K.Stail-Keradenan, DAS Tambong-Pakistaji, DAS Karangdono, DAS Kloposawit, dan DAS Deluwang-Demung yang berbentuk file excel dan data karakter fisik setiap DAS.

3.3.3 Pengeloaahan Data

Data debit harian di Microsoft excel di urutkan lalu diolah dengan software Hydrooffice dan di plot dalam bentuk grafik. Kemudian diturunkan menjadi data rentang waktu debit tahunan.

3.3.4 Analisis *Baseflow*

Analisis *baseflow* dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan 2 metode grafis yaitu (1) *Local Minimum Method*; (2) *Fixed Interval Method*; dan 1 metode RDF yaitu *Eckhardt Filter*.

3.3.4.1 Metode grafis

Sebelum menggunakan metode grafis, nilai N (jumlah hari setelah limpasan) terlebih dahulu dengan menggunakan persamaan berikut:

$$N = A^{0,2} \dots\dots\dots(3.1)$$

Keterangan:

- N : jumlah hari setelah limpasan permukaan yang berhenti
- A : Luas DAS (mil²)

Pattyjohn et al. (1979:12) mengatakan bahwa metode grafis menampilkan garis yang menghubungkan antara titik rendah *streamflow hydrograph* yang berdekatan. Garis yang menghubungkan antara titik terendah mendefinisikan arus basis aliran dasar. Metode grafis yang digunakan dalam pengolahan data debit yaitu:

a. *Local Minimum Method*

Metode ini melakukan pemisahan aliran dasar menggunakan debit sungai dengan persamaan berikut :

$$[0,5 (2N - 1) \text{ hari}] \dots \dots \dots (3.2)$$

Keterangan:

N : jumlah hari setelah limpasan permukaan yang berhenti

Selanjutnya menentukan nilai f (turning point) menggunakan metode *trial and error*.

b. *Fixed Interval Method*

Metode ini menggunakan debit terendah dalam setiap interval untuk semua hari disetiap interval, yang dimulai dari hari pertama periode data

$$(2N) \dots \dots \dots (3.3)$$

Keterangan:

N : jumlah hari setelah limpasan permukaan yang berhenti

3.3.4.2 Metode RDF

Metode RDF (*Recurvive Digital Filter*) yang digunakan dalam pengolahan data, yaitu:

a. Eckhardt Filter.

Nilai aliran dasar dengan metode Eckhardt *Filter* ditentukan dengan persamaan (2.6) :

$$b_t = \frac{(1-BFI_{max})\alpha b_{t-1} + \alpha(1-\alpha) \times BFI_{max} \times Q_t}{1-\alpha BFI_{max}} \dots \dots \dots (2.6)$$

Keterangan:

- b_t : nilai aliran dasar terpisah saat t
 b_{t-1} : nilai aliran *baseflow* sebelum t
 BFI_{max} : nilai indeks aliran dasar
 α : koefisien parameter filter dengan *range* koefisien nilai $0 < \alpha \leq 1$,
 $\alpha \neq 0$
 Q_t : aliran total saat t

3.4 Periode Bulan Kering dan Periode panjang

Periode bulan kering digunakan untuk dalam pengujian metode pada DAS yang diteliti. Periode bulan kering dilakukan pada musim kemarau bulan Juli-September tahun 1997-2001.

Perode panjang merupakan proses yang digunakan untuk menentukan metode yang optimal dan dapat digunakan sebagai acuan dari masing-masing DAS. Periode panjang dilakukan pada seluruh bulan pada tahun 1997-2001.

3.5 Analisis Uji Statistik Kinerja Model

3.5.1 Analisis R^2 (*R Squared*)

Analisis R^2 (*R Squared*) digunakan untuk mengukur kekuatan hubungan antara variable dan tingkat kesesuaian antara debit prediksi dan debit observasi.

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

Keterangan:

- R^2 = tingkat kesesuaian anatar debit observasi dan debit prediksi
 Q_M = debit prediksi
 Q_o = debit observasi
 \bar{Q}_M = rerata debit prediksi (Indarto, 2010: 170).

3.5.2 Root Mean Square Error (RMSE)

Untuk mengevaluasi kinerja dari metode *Recursive Digital Filter* dan metode grafis yang digunakan dalam penelitian ini, digunakan metode *Root Mean Square Error* (RMSE). Dengan memasukan data dengan persamaan sebagai berikut:

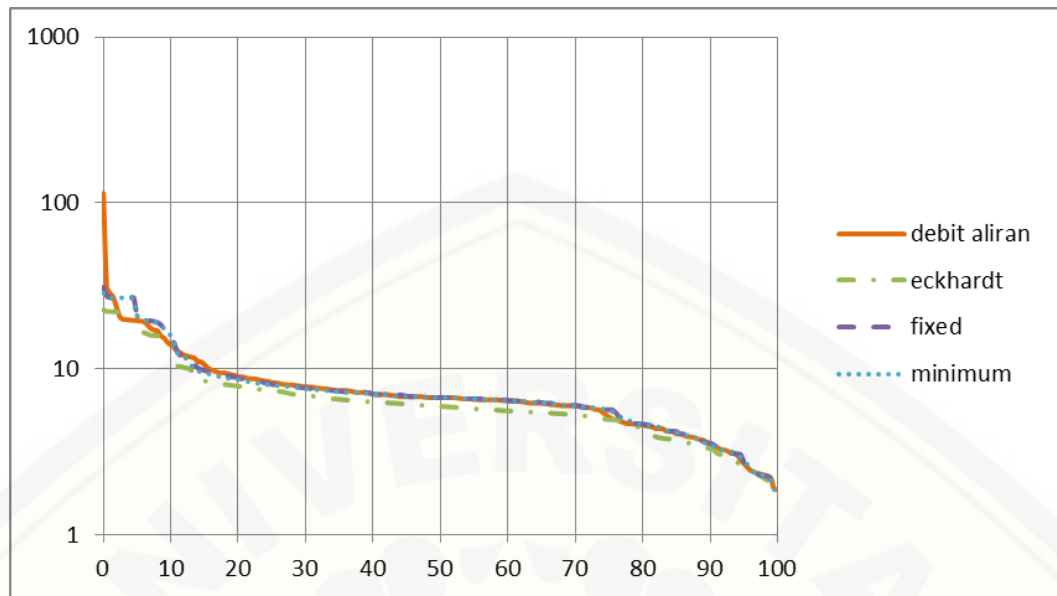
$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{\sum(Q_M - Q_O)^2}{n}} \dots\dots\dots(3.5)$$

Keterangan :

- Q_M : nilai *baseflow* prediksi (dihasilkan dari perhitungan menggunakan metode RDF dan grafis).
- Q_O : nilai *baseflow* observasi (diasumsikan dari nilai debit pada saat periode kering)
- n : jumlah dari sample

3.5.3 Flow Duration Curve (FDC)

Flow Duration Curve (FDC) merupakan metode sederhana untuk menyatakan kisaran (*range*) dari suatu seri data rentang waktu. *Flow Duration Curve* menampilkan hubungan antara debit sungai (*streamflow*) dan persentase sebaran frekuensi. FDC diciptakan untuk mengambil semua data dalam suatu periode waktu dan merangking dari terbesar ke terkecil. Data peringkat diplot terhadap nilai persentase dari 0% sampai 100% (gambar 3.3).



Gambar 3.3 Grafik FDC pada 3 metode

BAB 4. KARAKTERISTIK DAS DI UPT PSDA BONDOWOSO

Karakteristik DAS berpengaruh terhadap besarnya aliran yang masuk ke dalam tanah atau menjadi *run off* yang nantinya masuk ke sungai. Berikut beberapa karakteristik dari masing-masing DAS.

4.1. Karakteristik Fisik

Karakteristik suatu DAS dengan DAS yang lain pada UPT PSDA Bondowoso berbeda-beda. Rangkuman karakteristik fisik 8 DAS yang diamati disajikan pada tabel 4.1 berikut:

Tabel 4.1 Rangkuman karakteristik fisik

No	DAS	Luas DAS (km ²)	Bentuk DAS	Panjang Sungai Utama (Km)
1	DAS Bajulmati	203,1	Radial	19,31
2	DAS Bomo Atas	65,7	Memanjang	33,12
3	DAS Bomo Bawah	93,5	Memanjang	36,56
4	DAS Karangdono	477,8	Radial	40,03
5	DAS Kloposawit	722,1	Radial	48,84
6	DAS K.Stail-Keradenan	218,1	Memanjang	47,17
7	DAS Tambong - Pakistaji	53,9	Memanjang	17,21
8	DAS Delulawang - Demung	162,7	Memanjang	35,12

Sumber: Data Lab.TPKL diolah (2014)

Ukuran luas DAS akan berpengaruh dengan aliran permukaan dan volume aliran yang keluar dari DAS. Semakin besar luas DAS maka volume aliran yang keluar semakin besar. Panjang sungai berpengaruh pada volume aliran di dalam DAS. DAS dengan karakteristik sungai yang cenderung panjang dapat menampung debit sungai yang cukup besar dibandingkan dengan sungai dengan DAS yang mempunyai panjang sungai yang cenderung pendek.

Dari tabel 4.1 diketahui bahwa bentuk DAS PSDA Bondowoso adalah bentuk radial dan memanjang. DAS dengan bentuk radial, titik air dari berbagai lokasi di bagian hulu akan sampai di *outlet* pada saat yang relatif sama dan menghasilkan debit puncak yang tinggi. Sedangkan pada DAS yang berbentuk memanjang, titik-titik air dari berbagai lokasi di bagian hulu DAS kecil kemungkinan sampai di *outlet* pada saat yang berbeda dan debit puncak tidak terlalu tinggi.

Dari perbandingan setiap luas daerah aliran sungai dengan panjang sungai utama masing-masing DAS, diketahui bahwa semakin besar luasan daerah pengaliran sungai maka semakin lebar daerah pengaliran anak-anak sungainya, begitu pula sebaliknya semakin kecil luasan daerah pengaliran sungai maka semakin sempit daerah pengaliran anak-anak sungainya dan panjang daerah alirannya. Hal ini sesuai dengan pernyataan yang disampaikan oleh Sosrodarsono dan Takeda (1983). DAS yang memiliki luas daerah pengaliran sempit dan panjang akan menimbulkan limpasan dengan waktu konsentrasi yang lebih lambat dibandingkan daerah yang memiliki luas daerah pengaliran yang melebar pada luasan yang sama.

4.2 Karakteristik Debit

Debit merupakan jumlah air yang mengalir di dalam saluran atau sungai per satuan waktu. Data yang digunakan untuk menentukan karakteristik debit adalah data debit dengan rentang waktu 1997-2001. Nilai karakteristik debit meliputi nilai debit maksimum (Max), nilai debit minimum (Min) dan nilai debit rata-rata. Data yang digunakan 1997-2001 disajikan pada tabel 4.2 berikut:

Tabel 4.2 Karakteristik debit DAS

No	DAS	Debit (m ³ /det)		
		Min	Max	Rata-rata
1	Bajulmati	0,00	12,02	1,99
2	Bomo Atas	0,00	15,4	1,45
3	Bomo Bawah	0,2	63,8	1,28
4	K.Stail-Keradenan	0,13	115	9,11
5	Tambong-Pakistaji	0,41	54	3,73
6	Karangdono	0,71	119	22,02
7	Kloposawit	1,29	97	9,21
8	Delulawang-Deemung	0,00	15,4	1,28

Sumber: Data Lab.TPKL diolah (2014)

Tabel 4.2 menampilkan karakteristik debit dari kedelapan DAS yang digunakan sebagai input utama penggunaan metode grafis dan metode RDF. DAS Karangdonono memiliki nilai rerata debit paling tinggi dari pada DAS lainnya. Dikarenakan sebagian besar wilayah DAS Karangdono diperuntukan untuk kebun dan hutan sehingga saat terjadi hujan, air tidak langsung jatuh ke tanah menjadi *run off* namun masih tertahan pada tanaman dan akan jatuh ke tanah secara perlahan menjadi aliran dasar. Aliran dasar tersebut akan menambah debit di sungai. Meskipun jenis tanah di DAS Karangdono adalah Mediteran yang bertekstur berat namun, dengan sebagian besar wilayah diperuntukan untuk kebun dan hutan sehingga air hujan tidak banyak menjadi *run off*. Semakin tinggi nilai debit semakin tinggi pula nilai aliran dasarnya.

4.3 Karakteristik Hujan

Karakteristik hujan diperoleh dari rentang waktu 1997-2001 dengan menggunakan analisis statistik umum yang mencakup nilai minimum hujan (Min), nilai maksimum hujan (Max), nilai rerata hujan, Berikut adalah data hujan dari setiap DAS yang diamati dari tahun pengamatan 1997- 2001 disajikan pada tabel 4.3 berikut:

Tabel 4.3 Karakteristik hujan pada 8 DAS yang diamati

No	DAS	Hujan (mm/hari)		
		Min	Max	Rata-rata
1	Bajulmati	0,00	51,3	3,44
2	Bomo Atas	0,00	96,7	2,8
3	Bomo Bawah	0,00	149,8	7,29
4	K.Stail-Keradenan	0,00	118,8	4,92
5	Tambong-Pakistaji	0,00	145	17,89
6	Karangdono	0,00	81,5	4,37
7	Kloposawit	0,00	67,4	4,09
8	Delulawang-Demung	0,00	62	3,00

Sumber: Data Lab.TPKL diolah (2014)

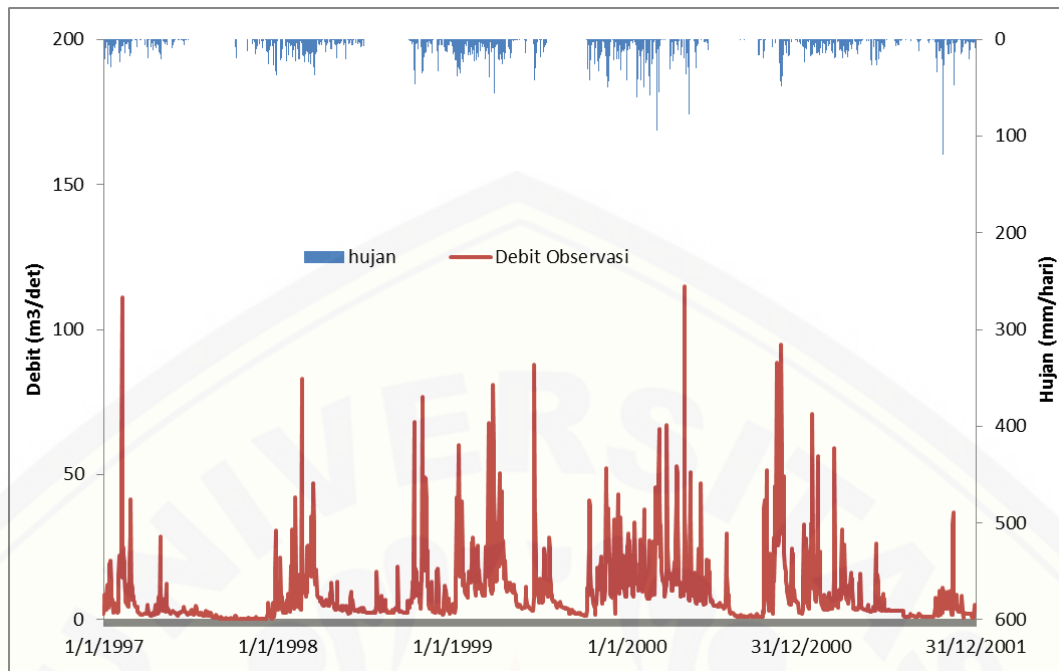
Tabel 4.3 menunjukkan bahwa curah hujan berkaitan dengan aliran permukaan (*runoff*) pada suatu DAS. Dari tabel 4.3 tersebut diketahui bahwa DAS Bomo Atas memiliki rerata curah hujan terkecil dibandingkan dengan DAS lainnya. Hal tersebut diperjelas dengan tataguna lahannya yang sebagian besar wilayah DAS Bomo Atas diperuntukkan untuk sawah irigasi dan lahan kosong yang cukup besar. Curah hujan yang rendah mengakibatkan terjadinya aliran permukaan semakin kecil dan bahkan berkemungkinan tidak terjadi aliran permukaan. Pada saat curah hujan telah melampaui kapasitas infiltrasi pada permukaan tanah, maka air yang berlebih mulai berkumpul di tempat yang dapat menyimpan di permukaan bumi. Saat tempat penyimpanan sudah penuh, maka terjadi pergerakan di atas permukaan. Pada ketujuh DAS nilai rata-rata curah hujan cukup tinggi dikarenakan sebagian besar wilayahnya diperuntukkan untuk hutan dan tanaman sehingga proses transpirasi oleh tanaman besar sehingga proses kondensasi besar membuat curah hujan tinggi.

BAB 5. PEMBAHASAN

Penelitian ini mengkaji besarnya aliran dasar (*baseflow*) pada 8 DAS yang terdapat di PSDA Bondowoso yaitu DAS Bajulmati, DAS Bomo Atas, DAS Bomo Bawah, DAS Deluwang, DAS Tambong, DAS K.Stail, DAS Karangdono dan DAS Kloposawit menggunakan metode 1 *Recursive Digital Filter* (RDF) dan metode grafis. Kedua metode ini menggunakan data debit untuk menggambarkan aliran dasar. Prinsip kerja metode *Recursive Digital Filter* (RDF) dengan memisahkan aliran dasar (*baseflow*) dari aliran permukaan (*run off*) dengan menggunakan konstanta resesi, sedangkan prinsip kerja metode grafis adalah memisahkan aliran dasar (*baseflow*) dari aliran permukaan (*run off*) dengan menentukan titik yang bersinggungan dengan kurva kenaikan dan penurunan hidograf banjir. Data debit yang digunakan yaitu data tanggal pada tanggal 1 Januari 1997 sampai dengan periode 31 Desember 2001. Metode *Recursive Digital Filter* (RDF) yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *Eckhardt Filter* sedangkan metode grafis yang digunakan yaitu, (1) *Local Minimum Method*; (2) *Fixed Interval Method*.

5.1 Data Hujan dan Debit

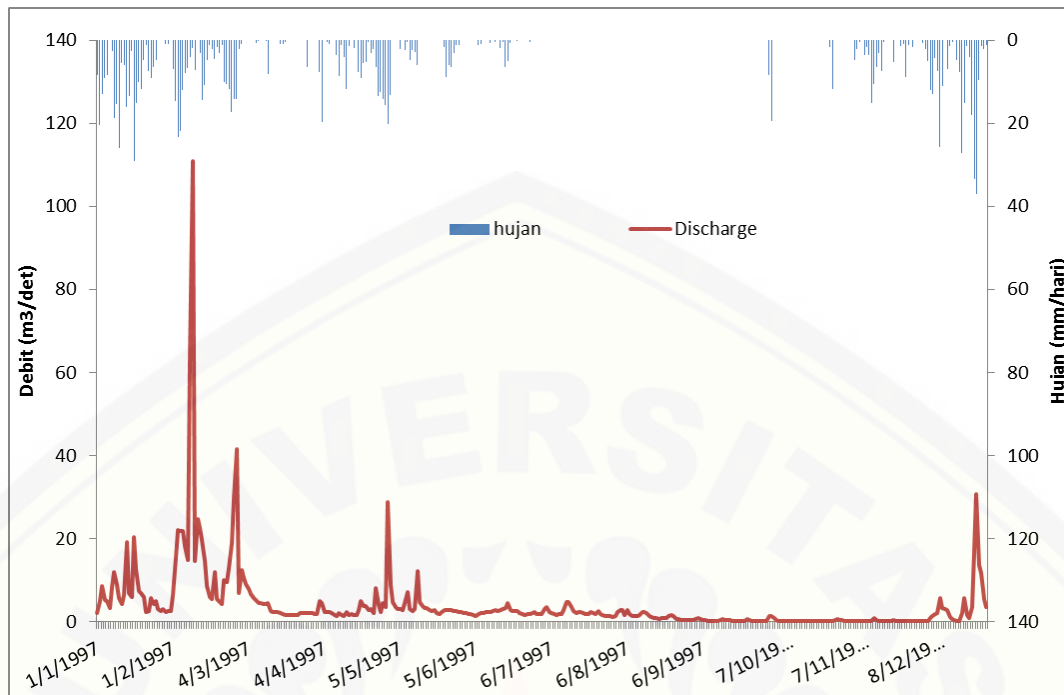
Pada gambar 5.1 menampilkan plot data hujan dan data debit dengan periode tahun 1997-2001 pada DAS K.Stail-Keradenan. Data yang digunakan dalam pengolahan adalah data debit. namun, data hujan digunakan untuk menampilkan fluktuasi kejadian hujan dan fluktuasi besarnya debit yang terjadi pada tahun 1997-2001.



Gambar 5.1 Plot data hujan dan data debit DAS K.Stail-Keradenan tahun 1997-2001 (Sumber: Data sekunder diolah, 2014)

Gambar 5.1 menampilkan fluktuasi antara debit aliran sungai dengan intensitas hujan pada tahun 1997-2001. Dari gambar tersebut terlihat fluktuasi data hujan naik turun pada setiap tahunnya. Curah hujan tinggi terjadi pada awal dan akhir tahun terlihat dari fluktuasi data hujan tinggi. Kejadian tersebut mempengaruhi besarnya volume aliran sungai, karena tinggi rendahnya intensitas curah hujan mempengaruhi besarnya volume air yang masuk ke sungai.

Untuk lebih jelas dalam menampilkan fluktuasi antara debit aliran sungai dan intensitas hujan di DAS K.Stail-Keradenan maka dibuat analisis data pada waktu satu tahun yaitu tahun 1997 yang dapat dilihat pada gambar 5.2 sebagai berikut.



Gambar 5.2 Plot data hujan dan data debit DAS K. Stail-Keradenan tahun 1997 (Sumber: Data sekunder diolah, 2014)

Dari gambar 5.2 menampilkan fluktuasi data hujan dan data debit periode tahun 1997, curah hujan terjadi pada bulan Januari sampai bulan Juni. Debit tertinggi terdapat pada bulan Februari namun, curah hujan pada saat tersebut tidak terlalu tinggi. Diketahui bahwa terjadi curah hujan yang cukup tinggi sebelum terjadinya debit tertinggi di bulan Februari. Hal tersebut dipengaruhi oleh *Time of concentration* (T_c) yang menyebabkan adanya selang waktu (*delay*) dari waktu turun hujan hingga menjadi debit di sungai. *Delay* merupakan selang waktu yang dibutuhkan dalam proses mengalirnya *run off* hingga menjadi debit. Dari gambar 5.2 terlihat pada bulan Juni curah hujan menurun yang menandakan peralihan dari musim penghujan ke musim kemarau. Pada bulan Juli sampai September tidak ada kejadian hujan namun aliran di sungai tetap ada dan debit di sungai konstan. Debit di sungai pada bulan tersebut merupakan aliran dasar yang didapatkan dari peresapan air pada musim penghujan.

Curah hujan yang naik turun mempengaruhi volume aliran dasar dikarenakan kondisi intensitas hujan mempengaruhi besarnya debit aliran sungai.

Terlihat pada gambar 5.2, curah hujan pada bulan Januari sampai bulan Juni mempunyai intensitas yang tinggi membuat volume debit aliran dasar tinggi dan di bulan Juli sampai September debit aliran dasar relatif konstan dikarenakan kejadian hujan pada bulan-bulan tersebut jarang terjadi. Sedangkan pada bulan Oktober-Desember debit aliran sungai naik dikarenakan saat tersebut merupakan musim penghujan sehingga curah hujan tinggi dan pengaruh dari Tc. Sebagian curah hujan pada hari-hari sebelumnya masih dalam proses infiltrasi menjadi air tanah yang nantinya akan keluar menjadi aliran dasar di sungai.

5.2 Analisis *Baseflow*

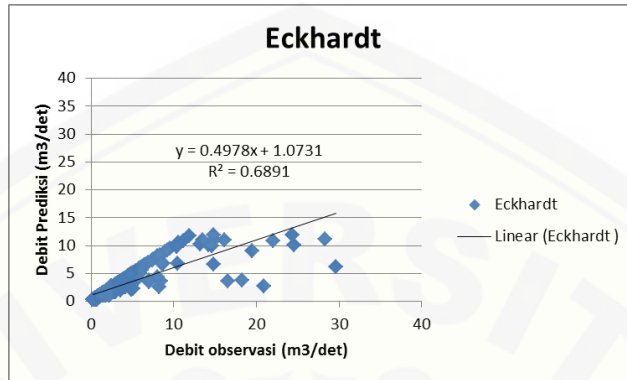
Untuk mengetahui metode signifikan dan sesuai dengan DAS yang diamati dalam menampilkan perkiraan besarnya aliran dasar maka dilakukan perbandingan antara debit terukur dan debit prediksi. Debit terukur didapatkan dari jumlah debit aliran sungai saat musim kemarau yang terjadi pada bulan Juli-September. Debit tersebut diasumsikan hasil dari kontribusi aliran bawah tanah dikarenakan tidak adanya hujan sehingga tidak ada aliran limpasan permukaan (*runoff*). Debit prediksi didapatkan dari hasil penggunaan metode RDF dan metode grafik.

5.2.1 Periode Bulan Kering

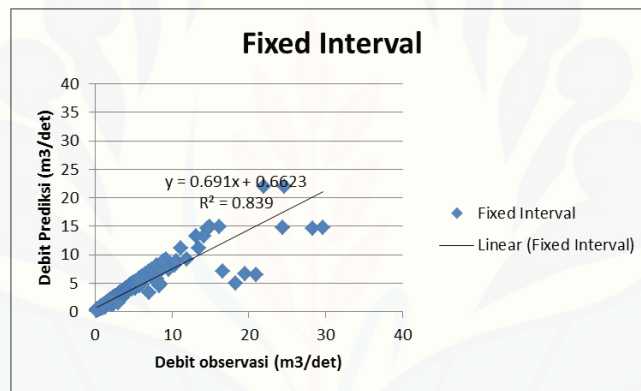
Periode bulan kering yaitu bulan Juli-September pada tahun 1997-2001, dikarenakan pada bulan tersebut kejadian hujan jarang terjadi sehingga aliran sungai diprediksi didapatkan dari kontribusi aliran sungai yang tersimpan di wadah air tanah selama musim penghujan dan debit aliran sungai pada bulan tersebut relatif konstan. Analisis pada bulan kering digunakan dalam pengujian metode untuk mendapatkan metode yang optimal.

a. Analisis Hubungan Antara Debit Observasi dan Debit Prediksi

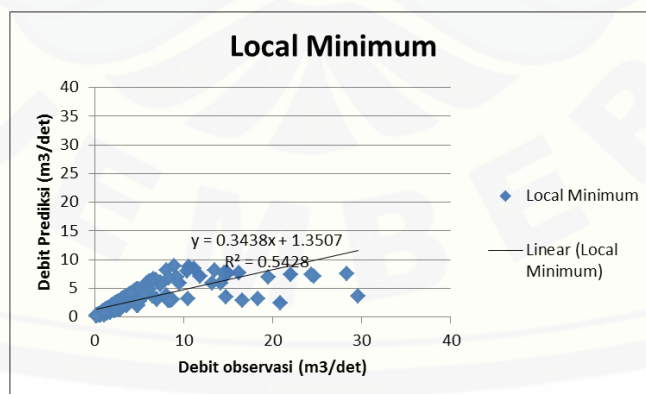
Untuk mengetahui hubungan antara debit terukur (observasi) dan debit prediksi maka dibuat grafik seperti pada gambar 5.3, 5.4, dan 5.5 berikut.



Gambar 5.3 Grafik hubungan antara debit observasi dengan debit metode Eckhardt DAS K.Stail-Keradenan(Sumber: Data primer diolah, 2014)



Gambar 5.4 Grafik hubungan antara debit observasi dengan debit *Fixed Interval Method* DAS K.Stail-Keradenan(Sumber: Data primer diolah, 2014)



Gambar 5.5 Grafik hubungan antara debit observasi dengan debit *Local Minimum Method* DAS K.Stail-Keradenan (Sumber: Data primer diolah, 2014)

Gambar 5.3, 5.4 dan 5.5 menampilkan grafik hubungan antara debit observasi dengan debit prediksi DAS K.Stail-Keradenan yang menunjukkan hubungan R^2 antara debit observasi dan debit prediksi dengan sampel bulan Juli – September tahun 1997-2001 pada setiap metode yang digunakan. Besarnya nilai R^2 mendekati 1 menunjukkan kesesuaian debit prediksi dengan debit observasi sehingga akan terlihat kecenderungan optimal dari ketiga metode. Dari gambar 5.4 terlihat metode yang optimal adalah *Fixed Interval Method* dengan nilai $R^2=0,84$. Nilai tersebut menunjukkan kesesuaian kuat maka hubungan antara kedua variabel tersebut baik dengan tingkat kepercayaan 84%. Metode Eckhardt dan *Local Minimum Method* kurang optimal digunakan pada DAS K.Stail-Keradenan dikarenakan nilai R^2 kurang mendekati nilai 1 yang artinya kesesuaian antara kedua metode tersebut dengan debit prediksi kurang. Nilai R^2 metode Eckhardt sebesar 0,23 menunjukkan tingkat kepercayaan terhadap metode Eckhart sebesar 23%. Sedangkan, nilai R^2 *Local Minimum Method* sebesar 0,54 menunjukkan tingkat kepercayaan sebesar 54%.

Untuk membandingkan metode yang optimal pada setiap DAS di pada bulan Juli-September dapat dilihat di tabel 5.1.

Tabel 5.1 Perbandingan nilai R^2 dari satu metode RDF dan dua metode grafis pada periode bulan Juli-September

No	Nama DAS	Nilai R^2 Debit Prediksi Bulan Juli-September Tahun 1997-2001		
		Eckhardt	<i>Local Minimum Method</i>	<i>Fixed Interval Method</i>
1	Bajulmati	0,74	0,70	0,81
2	Bomo Atas	0,39	0,04	0,47
3	Bomo Bawah	0,10	0,63	0,63
4	Karangdono	0,77	0,69	0,81
5	Kloposawit	0,80	0,72	0,91
6	K.Stail - Keradenan	0,29	0,54	0,83
7	Tambong-Pakistaji	0,34	0,20	0,35
8	Deluwang	0,93	0,89	0,97
Maksimum		0,93	0,89	0,97
Minimum		0,10	0,04	0,35
Rata-Rata		0,55	0,55	0,72
Standart Deviasi		0,30	0,29	0,22

(Sumber: Data primer diolah, 2014)

Dari tabel 5.1 terlihat bahwa metode yang optimal pada setiap DAS adalah *Fixed Interval Method* karena mempunyai nilai R^2 paling mendekati 1 dari pada dua metode lainnya. Jika nilai R^2 semakin mendekati nilai 1 maka kesesuaian dua variabel tersebut semakin baik. Dan sebaliknya, jika nilai R^2 semakin menjauhi nilai 1 maka kesesuaian dua variabel tersebut semakin buruk. Nilai standart deviasi paling kacil adalah *Fixed Interval Method* menunjukkan tingkat kesalahan yang paling sedikit. Sehingga dapat dikatakan bahwa *Fixed Interval Method* merupakan metode yang paling optimal digunakan.

b. Nilai Parameter

Tabel 5.2 menampilkan nilai nilai parameter digunakan untuk menghitung pada persamaan digital filter dan untuk menentukan titik point pada metode grafis.

Tabel 5.2 Nilai parameter dari satu metode RDF dan dua metode Grafis

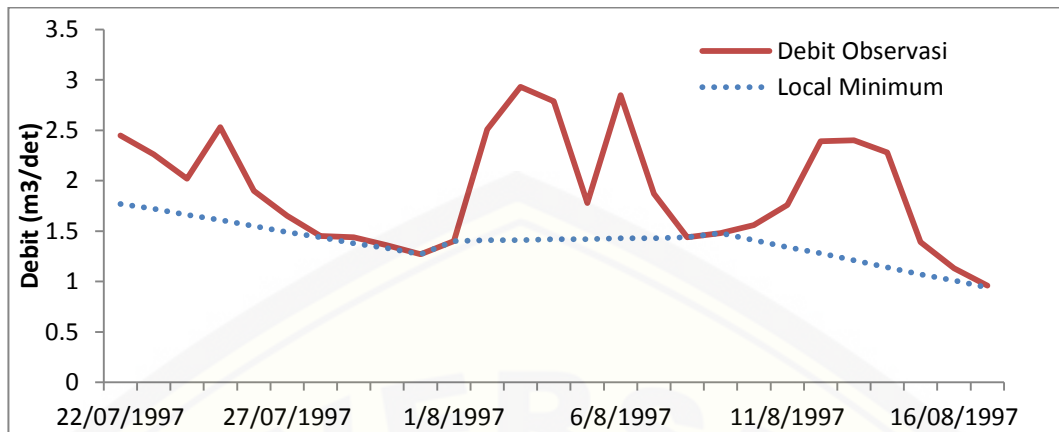
Nama DAS	Parameter				
	Eckhardt		Fixed Interval Method	Local Minimum Method	
	α	BFI_{max}	N	N	f
Bajulmati	0,98	0,80	2	2	0,8
Bomo Atas	0,98	0,80	2	2	0,75
Bomo Bawah	0,98	0,80	2	2	0,85
Karangdono	0,98	0,80	3	3	0,8
Kloposawit	0,98	0,80	3	3	0,8
Keradenan-K.Satail	0,98	0,80	2	2	0,9
Tambong-Pakistaji	0,98	0,80	2	2	0,8
Delulawang	0,98	0,80	2	2	0,8

Sumber: Data primer diolah (2014)

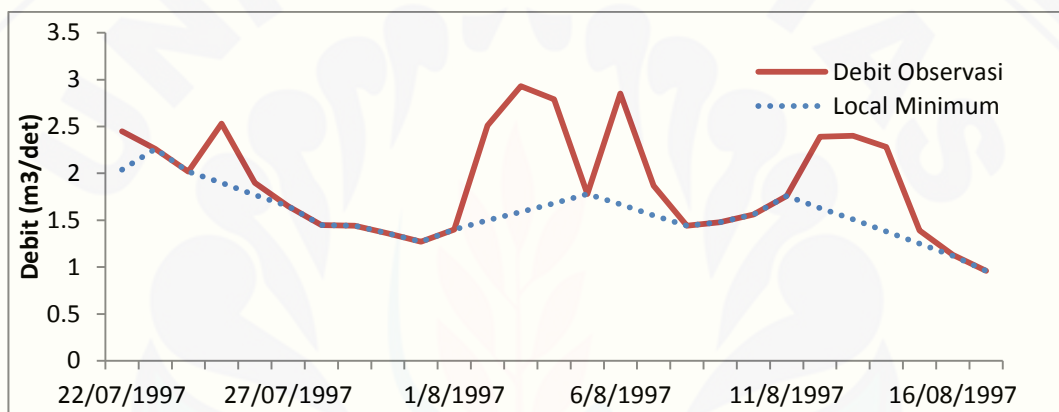
Tabel 5.2 menampilkan nilai koefisien atau parameter yang digunakan pada setiap DAS yang diamati. Pada metode Eckhardt menggunakan dua koefisien yaitu koefisien α dan BFI_{max} . DAS Bajulmati, DAS Bomo Atas, DAS Bomo Bawah, DAS Delulawang, DAS Tambong, DAS K.Stail, DAS Karangdono dan DAS Kloposawit mempunyai nilai BFI_{max} sebesar 0,80 dikarenakan keadaan keadaan sungai yang aliran airnya selalu ada bukan sungai musiman. Nilai parameter α pada setiap DAS menggunakan nilai 0,98 karena sudah ditetapkan dari metode Eckhardt. Disarankan nilai parameter α sebesar 0,98 dikarenakan hasil aliran dasar lebih baik daripada menggunakan nilai lain. Nilai koefisien pada *Fixed Interval Method* dan *Local Minimum Method* pada DAS sama memiliki nilai yang sama karena persamaan yang digunakan sama. Besarnya nilai N dipengaruhi oleh luas DAS. Nilai f pada metode *Local Minimum Method* di dapatkan dari metode *trial and error* yang merupakan metode coba-coba memasukan nilai hingga dipatkan nilai parameter yang optimal dan sesuai pada DAS yang diamati.

Langkah-langkah metode yang digunakan *trial and error*, sebagai berikut:

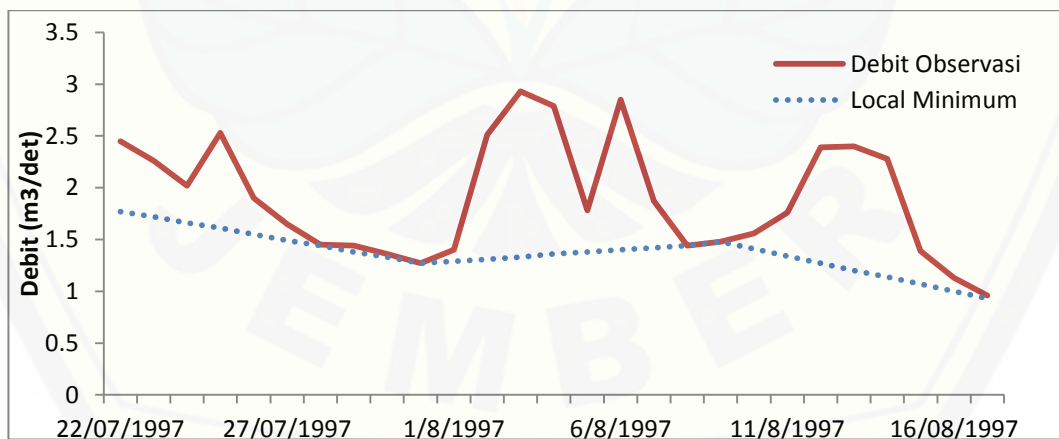
1. Data debit berbentuk txt dengan rentang waktu periode kering pada tahun 1997 dimasukkan kedalam software hidrooffice;
2. Dimasukan nilai parameter N yang didapatkan dari persamaan 3.2;
3. Dimasukan nilai f dengan cara coba-coba dari nilai 0-1 hingga nilai aliran dasar mendekati debit observasi (gambar 5.6, 5.7 dan 5.8);
4. Nilai f yang didapatkan pada langkah 3 dicoba pada periode kering pada tahun selanjutnya. Bila nilai f yang digunakan sudah sesuai pada setiap tahun maka nilai tersebut dapat digunakan. Namun, bila f belum sesuai setiap tahun yang digunakan maka dilakukan langkah 3 hingga nilai f sesuai setiap tahun.



Gambar 5.6 Grafik perbandingan debit observasi dan debit *Local Minimum Method* menggunakan parameter f sebesar 0,8 pada DAS K.Stail-Keradenan



Gambar 5.7 Grafik perbandingan debit observasi dan debit *Local Minimum Method* menggunakan parameter f sebesar 0,9 pada DAS K.Stail-Keradenan



Gambar 5.8 Grafik perbandingan debit observasi dan debit *Local Minimum Method* menggunakan parameter f sebesar 0,95 pada DAS K.Stail-Keradenan

Gambar 5.6, 5.7 dan 5.8 menunjukkan hasil proses *trial and error* pada parameter f . Dari ketiga gambar didapat nilai parameter f yang optimal digunakan

sebesar 0,9 karena pada gambar 5.7 terlihat garis debit *local minimum* paling mendekati garis debit observasi daripada menggunakan nilai lainnya.

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

Nilai RMSE satu metode RDF dan dua metode grafis disajikan pada tabel 5.3 berikut:

Tabel 5.3 Perbandingan Nilai RMSE Dari Satu Metode RDF dan Dua Metode Grafis Pada Periode bulan Juli-September

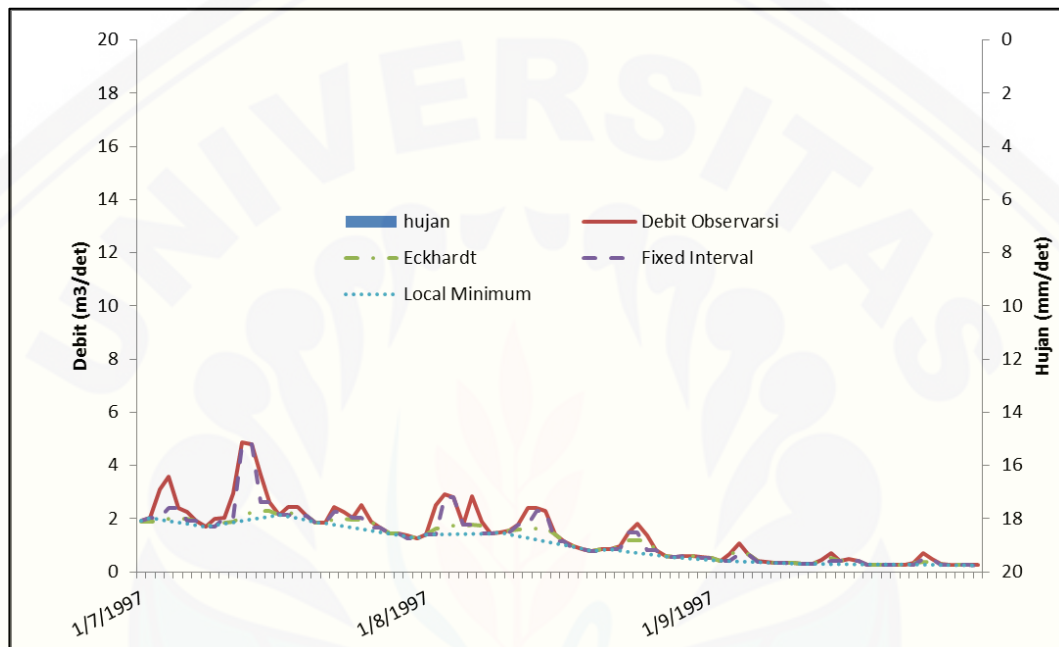
No	Nama DAS	Nilai RMSE Debit Prediksi Bulan Juli-September Tahun 1997-2001		
		Eckhardt	<i>Local Minimum Method</i>	<i>Fixed Interval Method</i>
1	Bajulmati	0,01	0,10	0,01
2	Bomo Atas	0,05	0,06	0,04
3	Bomo Bawah	0,2	0,12	0,12
4	Karangdono	0,26	0,29	0,20
5	Kloposawit	0,08	0,08	0,04
6	Keradenan-K.Stail	0,19	0,13	0,08
7	Tambong-Pakistaji	0,13	0,15	0,12
8	Deluwang	0,01	0,01	0,01
Maksimum		0,26	0,29	0,20
Minimum		0,05	0,00	0,00
Rata-rata		0,12	0,12	0,08
Standart Deviasi		0,09	0,08	0,07

Sumber: Data primer diolah (2014)

Dari tabel 5.3 diketahui bahwa semua DAS metode yang optimal menggunakan *Fixed Interval Method* dikarenakan nilai RMSE mendekati 0. Bila nilai RMSE mendekati 0 menunjukkan tingkat kesalahan dari metode tersebut semakin kecil. Dan, dari uji statistik standart deviasi nilai *Fixed Interval Method* paling kecil menunjukkan tingkat kesalahan paling sedikit.

d. Hasil Pemisahan Aliran Dasar

Hasil pemisahan aliran dasar menggunakan metode prediksi selama bulan kering yaitu bulan Juli-September pada tahun 1997-2001. Namun untuk lebih detail menampilkan hasil pemisahan dengan ketiga metode digunakan sampel bulan Juli-September pada tahun 1997 yang dapat dilihat pada gambar 5.6 sebagai berikut.



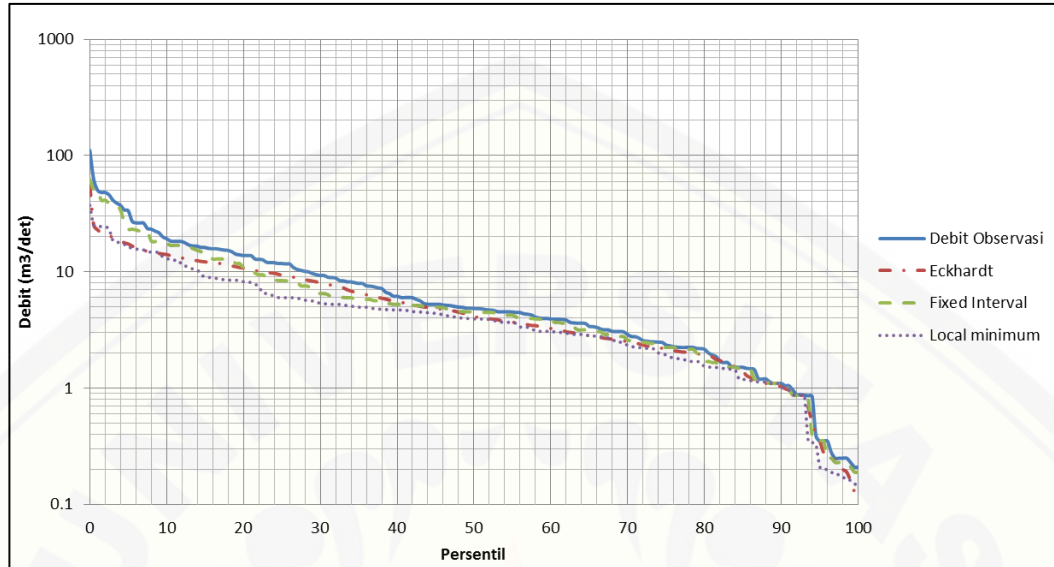
Gambar 5.9 Grafik aliran dasar DAS K.Stail-Keradenan bulan Juli-September pada tahun 1997 (Sumber: Data primer diolah, 2014)

Pada gambar 5.9 menunjukkan *Fixed Interval Method* paling mendekati debit observasi dikarenakan prinsip kerja metode tersebut menggunakan debit terendah dalam setiap intervalnya. Sedangkan *Local Minimum Method* dan metode Eckhardt kurang mendekati garis debit observasi sehingga metode yang optimal adalah *Fixed Interval Method*.

e. FDC (*Flow Durasi Curve*) Atau Kurva Durasi Aliran

Debit terukur dan hasil pemodelan aliran dasar dengan ketiga metode dilakukan perangkingan dalam rentang waktu periode kering dari yang besar ke

paling kecil menggunakan FDC. Kurva FDC bulan Juli-September ditampilkan pada gambar 5.10 berikut.



Gambar 5.10 Grafik aliran dasar DAS K.Stail-Keradenan bulan Juli-September pada tahun 1997-2001 (Sumber: Data primer diolah,2014)

Dari gambar 5.10 menunjukkan perbandingan data debit observasi dan ketiga debit prediksi bulan Juli-September pada tahun 1997-2004. Ketiga metode berimpit pada debit $1,2 \text{ m}^3/\text{det}$ dengan prosentase 84%, sehingga dapat dikatakan bahwa debit $1,2 \text{ m}^3/\text{det}$ terjadi sebanyak 84% selama bulan Juli-September tahun 1997-2001. Metode yang optimal digunakan adalah *Fixed Interval Method*, karena paling berhimpit debit observasi.

f. Baseflow index (BFI)

BFI didapatkan dari perbandingan antara besarnya aliran dasar dengan besarnya aliran total. besarnya aliran dasar didapatkan dari ketiga metode yang digunakan. Nilai BFI pada debit prediksi ditampilkan pada tabel 5.4 berikut.

Tabel 5.4 Perbandingan nilai BFI dari ketiga metode pada periode bulan Juli-September tahun 1997-2001

No	Nama DAS	Eckhardt			Fixed Interval Method			Local Minimum Method		
		Min	Max	Rata-rata	Min	Max	Rata-rata	Min	Max	Rata-rata
1	Bajulmati	0,39	1	0,83	0,4	1	0,98	0,4	1	0,96
2	Bomo Atas	0,09	1	0,79	0	1	0,89	0,01	1	0,78
3	Bomo Bawah	0,01	1	0,82	0	1	0,89	0,01	1	0,77
4	Karangdono	0,29	1	0,86	0,28	1	0,93	0,26	1	0,88
5	Kloposawit	0,33	1	0,82	0,48	1	0,96	0,3	1	0,91
6	Keradenan-K.Stail	0,09	1	0,9	0,27	1	0,94	0,12	1	0,87
7	Tambong-Pakistaji	0,08	1	0,88	0,01	1	0,95	0,01	1	0,89
8	Deluwang	0,32	1	0,87	0,35	1	0,98	0,022	1	0,95

Sumber: Data primer diolah (2014)

Pada tabel 5.4 menampilkan nilai *baseflow index* (BFI) setiap DAS pada tahun 1997-2001 menggunakan ketiga metode. Nilai BFI dapat mendiskripsikan bahwa DAS memiliki pola aliran yang stabil atau tidak dan dapat mempertahankan aliran sungai pada saat musin kemarau. Dari tabel 5.4 dapat diketahui bahwa setiap DAS berbeda-beda dan nilai BFI yang tertinggi menggunakan *Fixed Interval Method*, sehingga metode yang optimal digunakan adalah *Fixed Interval Method*.

Dapat disimpulkan bahwa setiap DAS memiliki aliran yang stabil dan dapat mempertahankan aliran sungai saat musim kemarau. Dikarenakan nilai BFI setiap DAS pada metode Eckhardt, *Local minimum Method* dan *Fixed Interval Method* di atas 0,7. Nilai BFI mendekati 1 menunjukkan bahwa DAS tersebut memiliki aliran yang stabil dan mampu mempertahankan aliran sungai selama musim kemarau. Sehingga kondisi sungai di setiap DAS bersifat *permeable*.

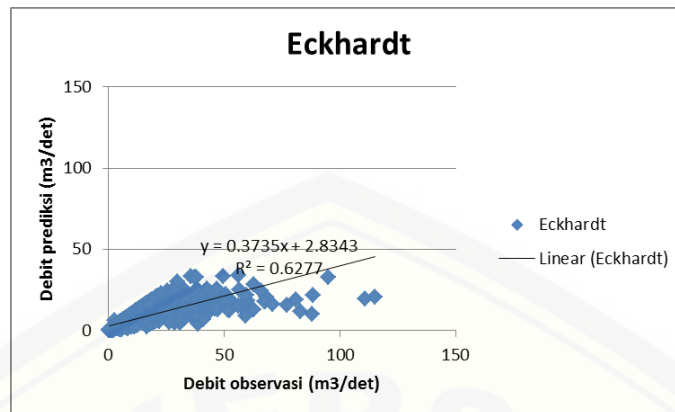
Sungai bersifat *permeable* artinya sungai yang mampu mempertahankan debit aliran sungai selama periode kering.

5.2.2 Periode Panjang

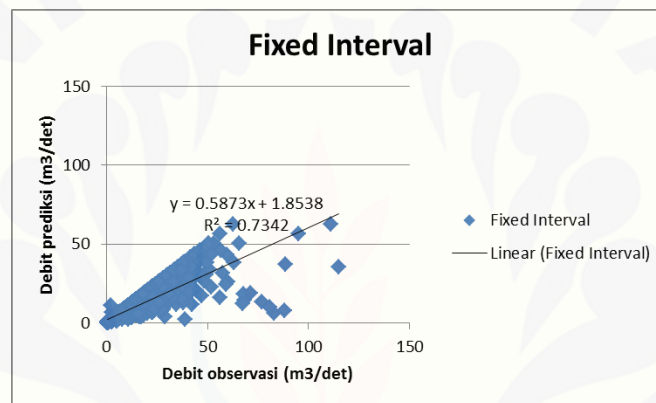
Setelah proses pada periode bulan kering dilakukan proses pada periode panjang untuk mendapatkan kepastian model tersebut baik atau tidaknya digunakan pada setiap DAS di PSDA Bonsowoso. Periode panjang pada 1 Januari 1997- 31 Desember 2001.

a. Analisis Hubungan Antara Debit Observasi Dengan Debit Prediksi

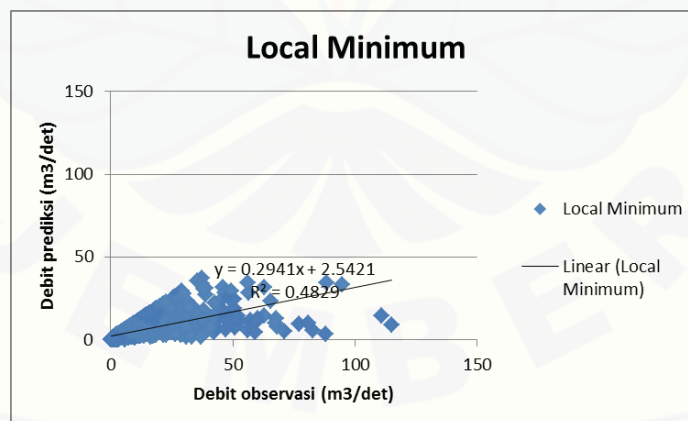
Analisis hubungan anatar debit observasi dengan debit prediksi menggunakan *R squared* (R^2) untuk mengetahui tingkat kesesuaian dari dua debit observasi dengan debit prediksi. Grafik hubungan antara debit observasi atau debit terukur dangan debit prediksi disajikan pada gambar 5.11, 5.12 dan 5.13.



Gambar 5.11 Grafik hubungan antara debit observasi dan debit metode Eckhardt DAS K.Stail-Keradenan (Sumber: Data primer diolah,2014)



Gambar 5.12 Grafik hubungan antara debit observasi dan debit *Fixed Interval Method* DAS K.Stail-Keradenan (Sumber: Data primer diolah,2014)



Gambar 5.13 Grafik hubungan antara debit observasi dan debit *Local Minimuml Method* DAS K.Stail-Keradenan (Sumber: Data primer diolah,2014)

Gambar 5.11, 5.12 dan 5.13 menampilkan hubungan antara debit observasi dan debit prediksi ketiga debit prediksi dengan debit observasi untuk

mengetahui kesesuaian antara debit prediksi dan debit observasi selama tahun 1997-2001 di DAS K.Stail-Keradenan. Dari ketiga metode terlihat yang optimal dengan nilai R^2 sebesar 0,73 menunjukkan tingkat keadesuain paling baik dari pada dua metode lainnya. Sedangkan, nilai R^2 metode Eckhardt sebesar 0,63 dan *Local Minimum Method* sebesar 0,48 kurang optimal dikarenakan nilai R^2 kedua metode tersebut jauh dari nilai 1.

Tabel 5.5 Perbandingan nilai R^2 dari satu metode RDF dan dua metode Grafis pada periode tahun 1997-2001

No	Nama DAS	Nilai R^2 Debit Prediksi Tahun 1997-2001		
		Eckhardt	<i>Local Minimum Method</i>	<i>Fixed Interval Method</i>
1	Bajulmati	0,63	0,59	0,81
2	Bomo Atas	0,63	0,44	0,74
3	Bomo Bawah	0,24	0,68	0,68
4	Karangdono	0,72	0,62	0,82
5	Kloposawit	0,69	0,49	0,69
6	Keradenan-K.Stail	0,63	0,48	0,73
7	Tambong-Pakistaji	0,66	0,59	0,75
8	Deluwang	0,61	0,61	0,80
Maksimum		0,72	0,68	0,82
Minimum		0,24	0,44	0,68
Rata-rata		0,57	0,56	0,75
Standart Deviasi		0,16	0,08	0,05

Sumber: Data primer diolah (2014)

Tabel 5.5 menampilkan nilai R^2 pada setiap DAS tahun 1997-2001. Terlihat bahwa semua DAS menunjukkan metode yang optimal adalah *Fixed Interval Method* dikarenakan nilai R^2 semua DAS paling mendekati 1 dari pada dua metode lainnya. Dan, Dari uji statistik standart deviasi nilai *Fixed Interval Method* paling kecil daripada dua metode lainnya menunjukkan mempunyai tingkat kesalahan paling sedikit.

b. Nilai Parameter

Nilai parameter satu metode RDF dan dua metode grafis disajikan pada tabel 5.6 sebagai berikut.

Tabel 5.6 Nilai parameter dari satu metode RDF dan dua metode Grafis

Nama DAS	Eckhardt		Fixed Interval Method	Local Minimum Method	
	α	BFI_{max}	N	N	f
Bajulmati	0,98	0,80	2	2	0,8
Bomo Atas	0,98	0,80	2	2	0,75
Bomo Bawah	0,98	0,80	2	2	0,85
Karangdono	0,98	0,80	3	3	0,8
Kloposawit	0,98	0,80	3	3	0,8
Keradenan-K.Satail	0,98	0,80	2	2	0,9
Tambong-Pakistaji	0,98	0,80	2	2	0,8
Delulawang	0,98	0,80	2	2	0,8

Sumber: Data primer diolah (2014)

Tabel 5.6 menampilkan nilai parameter yang digunakan dalam menghitung persamaan digital filter pada persamaan Eckhardt dan banyaknya hari untuk menentukan titik point pada metode grafis. Nilai parameter yang digunakan pada periode panjang sama dengan periode bulan kering, dikarenakan untuk memastikan parameter-parameter yang digunakan untuk memastikan sudah signifikan atau belum parameter yang digunakan.

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

Hasil RMSE dapat dilihat pada tabel 5.7 sebagai berikut.

Tabel 5.7 Perbandingan nilai RMSE dari satu metode RDF dan dua metode Grafis pada tahun 1997-2001

Nama DAS	Nilai RMSE Debit Prediksi Tahun 1997-2001		
	Eckhardt	<i>Local Minimum Method</i>	<i>Fixed Interval Method</i>
Bajulmati	0,02	0,02	0,01
Bomo Atas	0,02	0,03	0,02
Bomo Bawah	0,13	0,07	0,07
Karangdono	0,25	0,29	0,19
Kloposawit	0,10	0,13	0,09
Keradenan-K.Stail	0,20	0,23	0,15
Tambong-Pakistaji	0,06	0,06	0,05
Deluwang	0,03	0,03	0,02
Maksimum	0,25	0,29	0,19
Minimum	0,02	0,02	0,01
Rata-rata	0,10	0,11	0,07
Standart Deviasi	0,09	0,10	0,07

Sumber: Data primer diolah (2014)

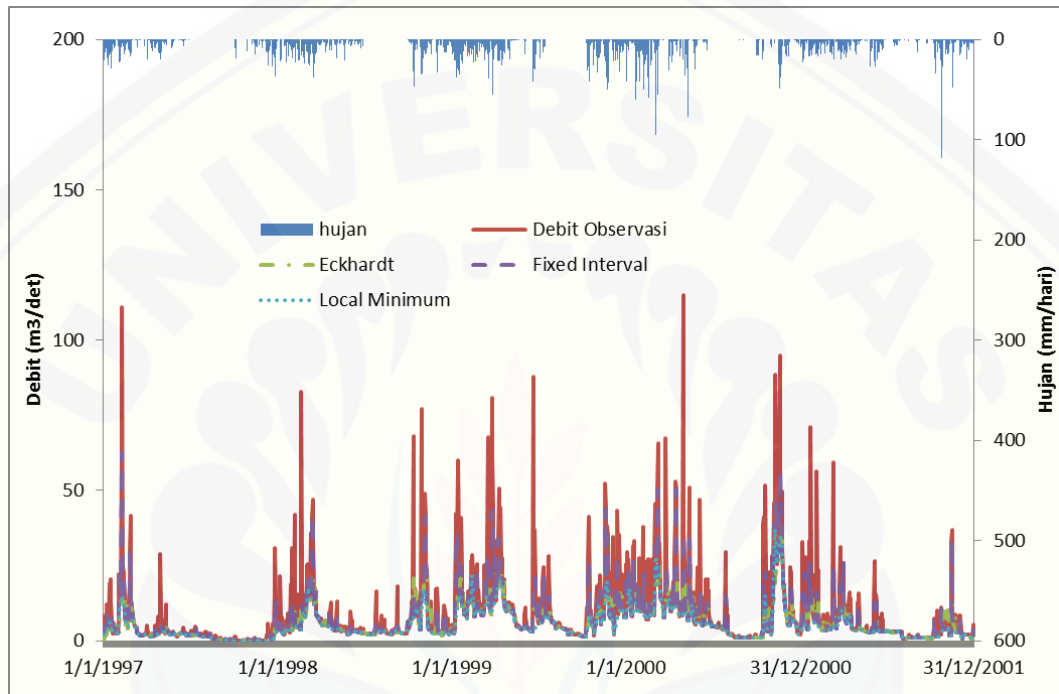
Pada tabel 5.7 terlihat metode yang optimal digunakan pada delapan DAS yaitu *Fixed Interval Method*, dikarenakan nilai RMSE paling mendekati 0 yang artinya tingkat kesalahan paling kecil. Dan, Dari uji statistik standart deviasi mempunyai nilai paling kecil daripada dua metode lainnya. Hal tersebut menunjukkan bahwa *Fixed Interval Method* mempunyai tingkat kesalahan data paling sedikit.

d. Hasil Pemisahan Aliran dasar

Hasil pemisahan aliran menggunakan tiga metode prediksi ditampilkan dalam bentuk grafik agar lebih mudah dalam membandingkan debit prediksi yang mendekati dengan debit observasi.

1. Periode Panjang

Periode panjang adalah periode seluruh data yang digunakan dalam mengolah data. Periode panjang yang digunakan dalam penelitian ini adalah tahun 1997 sampai 2001. Hasil pemisahan aliran dasar DAS K.Stail-Keradenan periode panjang tahun 1997-2001 dapat dilihat pada gambar 5.14 sebagai berikut.

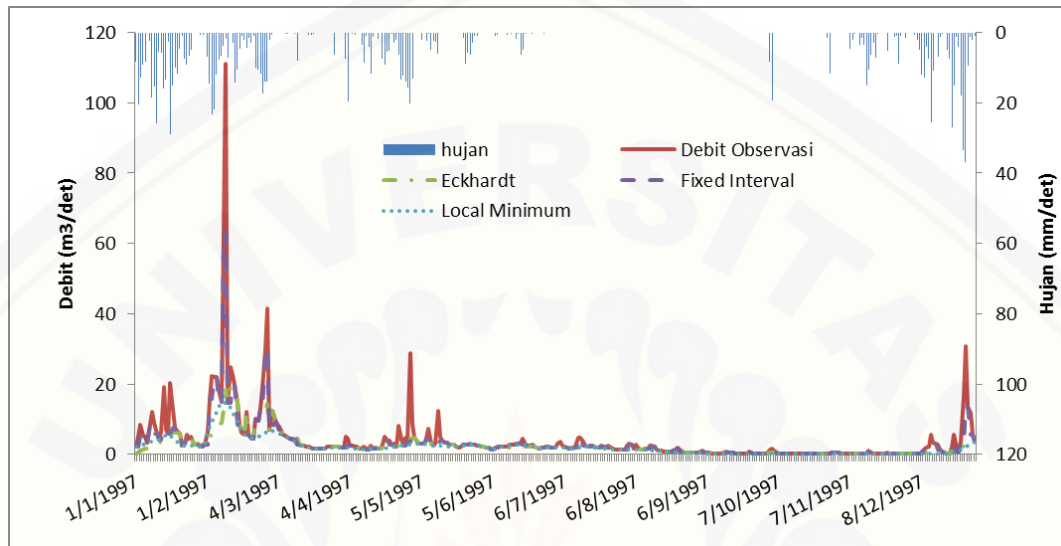


Gambar 5.14 Grafik aliran dasar DAS K.Stail-Keradenan tahun 1997-2001 (Sumber: Data primer diolah, 2014)

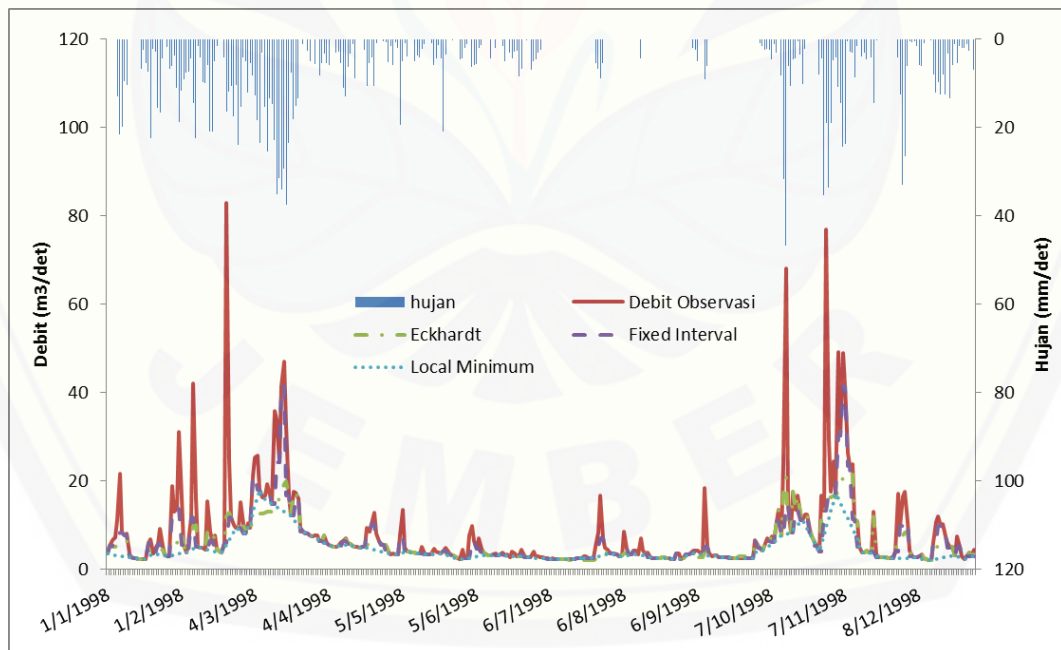
Gambar 5.14 menampilkan hasil pemodelan ketiga metode dengan periode pemisahan aliran dasar tahun 1997-2001 DAS K.Stail-Keradenan. Terlihat bahwa nilai debit dipengaruhi oleh intensitas hujan karena, saat curah hujan tinggi fluktuasi debit aliran juga ikut tinggi dan saat tidak ada hujan kondisi debit aliran stabil. Dari gambar 5.14 terlihat bahwa garis metode prediksi yang mendekati debit observasi adalah *Fixed Interval Method*, sehingga metode yang optimal adalah *Fixed Interval Method*.

1. Periode satu tahun

Untuk lebih detail pemisahan aliran dasar dapat dilihat setiap tahunnya, sample DAS K.Stail-Keradenan tahun 1997 disajikan pada gambar 5.15 dan tahun 1998 disajikan pada gambar 5.16 sebagai berikut.



Gambar 5.15 Grafik aliran dasar DAS K.Stail-Keradenan periode tahun 1997 (Sumber: Data primer diolah, 2014)

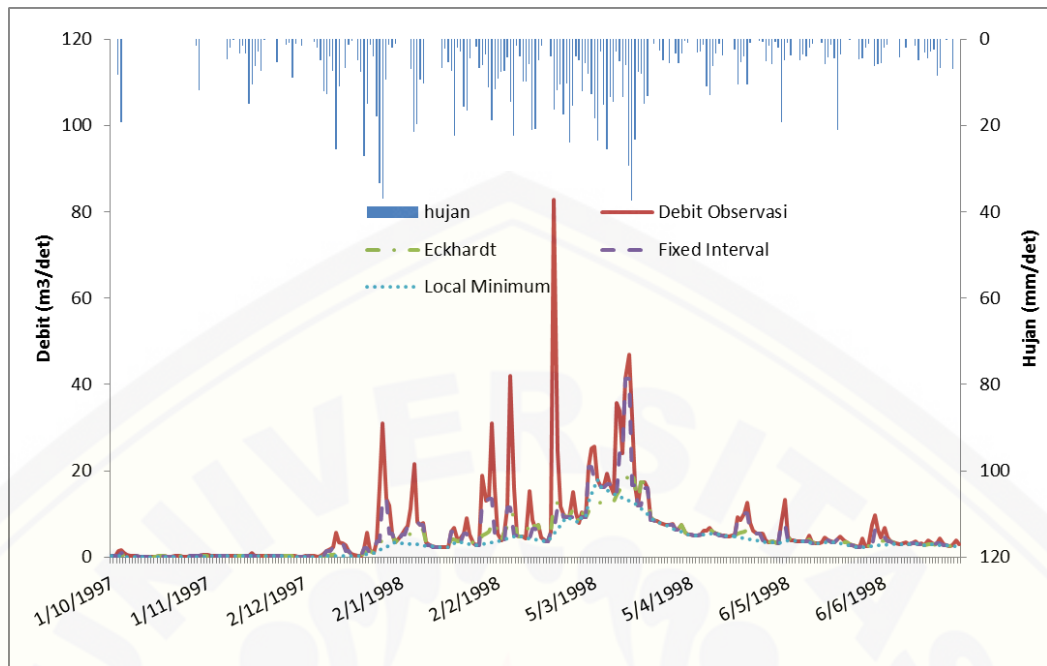


Gambar 5.16 Grafik aliran dasar DAS K.Stail-Keradenan periode tahun 1998 (Sumber: Data primer diolah, 2014)

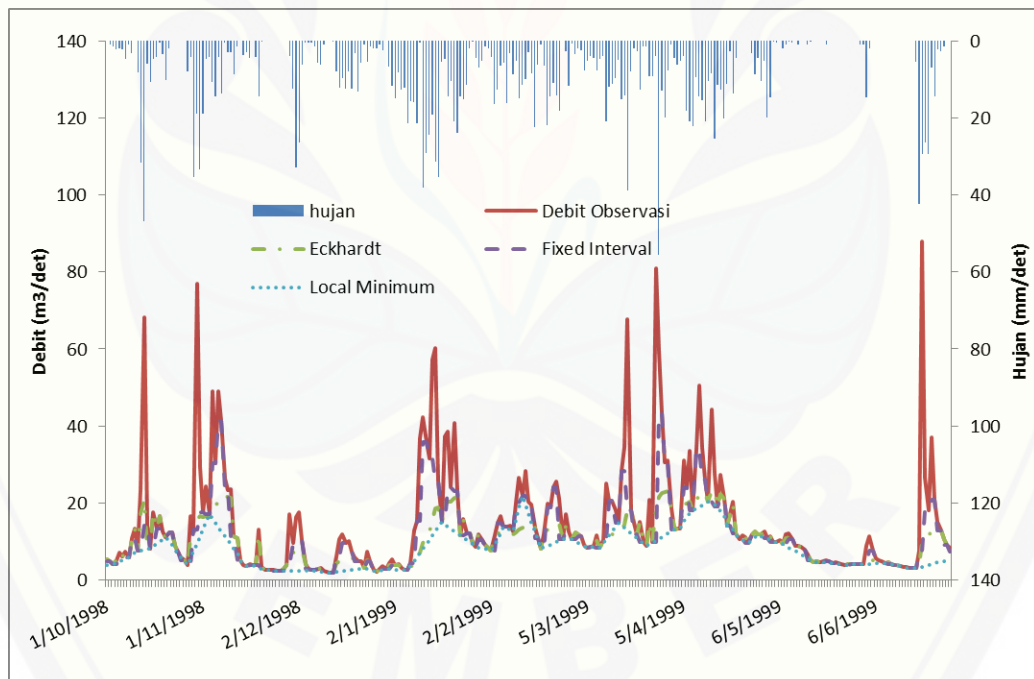
Gambar 5.15 menampilkan pemodelan aliran dasar DAS K.Stail-Keradenan tahun 1997 dan gambar 5.16 pada tahun 1998. Sedangkan, gambar untuk DAS lainya terdapat di lampiran. Terlihat dari gambar 5.15 dan 5.16 fluktuasi data debit dan data hujan pada kedua tahun berbeda. Pada gambar 5.15 debit tertinggi di bulan Februari sedangkan pada gambar 5.16 debit tertinggi di bulan Oktober. Terlihat di kedua gambar metode yang mendekati debit observasi adalah *Fixed Interval Method*. Hal tersebut menunjukan optimal di gunakan di DAS K.Stail-Keradenan.

2. Periode Hujan

Hasil pemisahan aliran dasar periode hujan pada bulan 1 Oktober 1997-30 Juni 1998 pada gambar 5.17 dan 1 Oktober 1998 - 30 Juni 1999 pada gambar 5.18 sebagai berikut.



Gambar 5.17 Grafik aliran dasar DAS Keradenan periode hujan 1 Oktober 1997-30 Juni 1998 (Sumber: Data primer diolah, 2014)



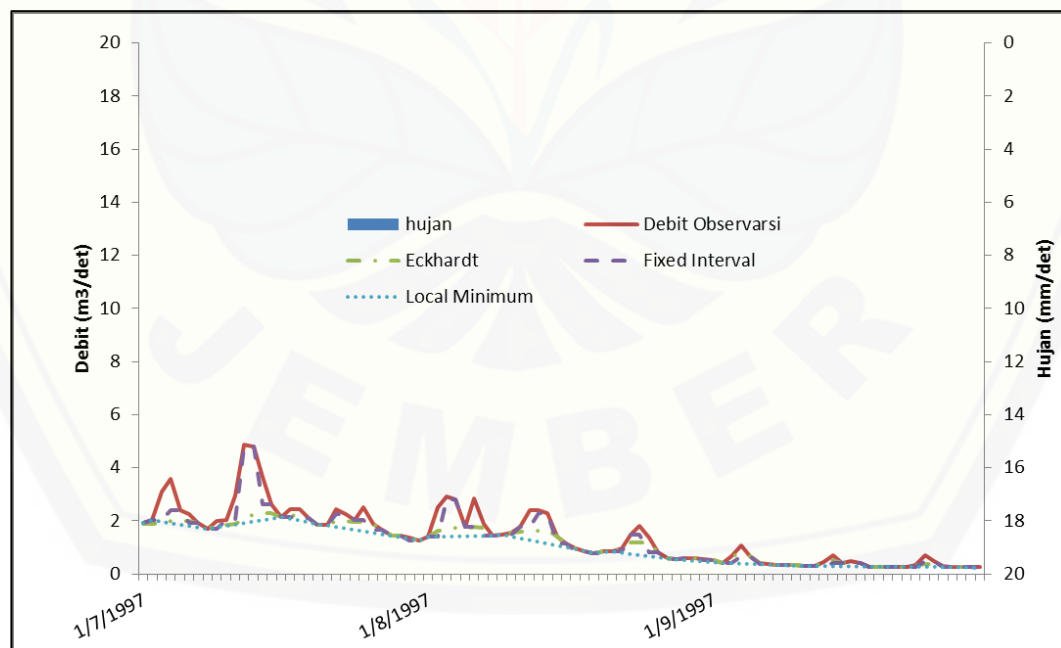
Gambar 5.18 Grafik aliran dasar DAS Keradenan periode 1 Oktober 1998-30 Juni 1999 (Sumber: Data primer diolah, 2014)

Gambar 5.17 menampilkan perbandingan pemodelan aliran dasar dari metode Eckhardt, *Fixed Interval Method* dan *Local Minimum Method* periode

hujan sampel 1 Oktober 1997- 30 Juni 1998 dan gambar 5.18 pada periode 1 Oktober 1998-30 Juni 1999 . Besarnya debit kedua berbeda dikarenakan curah hujan pada kedua sampel berbeda. Debit kedua sampel sepanjang periode basah cukup tinggi karena masih bercampur dengan air limpasan terlihat dari jarak garis debit observasi dan garis debit prediksi yang cukup jauh. Pada gambar 5.17 fluktuasi debit tinggi mulai pada bulan Desember 1997 dikarenakan bulan sebelumnya merupakan pergantian musim hujan. Kejadian hujan baru terjadi di bulan November akhir. Sedangkan pada gambar 5.18 debit aliran selama periode hujan naik turun dikarenakan curah hujan tinggi. Dari kedua sampel terlihat metode yang optimal adalah metode *Fixed Interval Method*, karena paling mendekati debit observasi dibandingkan dengan metode lainnya.

3. Periode Kemarau

Pada periode kemarau bulan Juli-September tahun 1997-2001 menggunakan sampel bulan Juli- September 1997 terlihat pada gambar 5.19 sebagai berikut.



Gambar 5.19 Grafik aliran dasar DAS K.Stail-Keradenan periode kemarau tahun 1997 (Sumber: Data primer diolah, 2014)

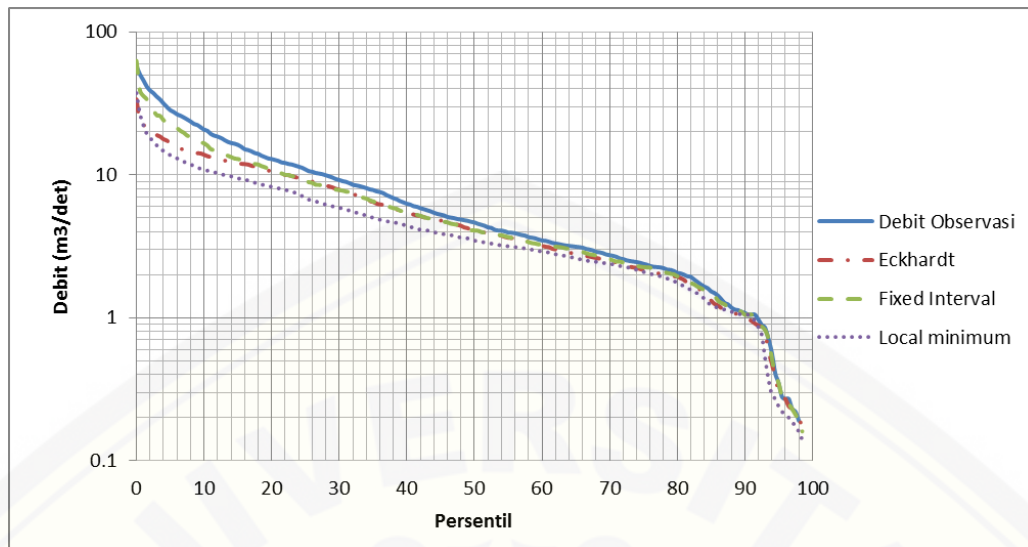
Gambar 5.19 menampilkan hasil pemodelan ketiga metode pada periode kering tahun 1997 di DAS K.Stail-Keradenan. Teliat bahwa debit pada bulan juli masih tinggi dan intenstas hujan tinggi, dikarenakan pada bulan Juli 1997 merupakan peralihan dari musim penghujan ke musin kemarau. Sehingga lama-kelamaan nilai debit menurun. Debit aliran saat periode kering relatif stabil dikarenakan kejadian hujan sedikit terjadi pada bulan kering namun, di sungai masih terdapat aliran sungai. Aliran sungai saat musim kemarau diprediksi merupakan kontribusi dari aliran dasar. Dari grafik tersebut terlihat metode yang optimal digunakan adalah *Fixed Interval Method* karena paling mendekati debit observasi.

e. Analisis Kurva Durasi Aliran (FDC)

Analisis kurva durasi aliran (FDC) merupakan suatu analisis hidrologi untuk mengetahui karakteristik DAS. FDC akan menunjukkan berapa persen waktu terjadi nilai debit aliran tertentu yang terjadi selama kurun waktu tertentu dengan dengan tingkat kejadian 1 sampai 100 persen. Sehingga diketahui berapa persen terjadinya nilai debit aliran tertentu.

1. Periode Tahunan

FDC periode tahunan merupakan analisis kurva durasi aliran selama satu beberapa tahun pengamatan. Dalam penelitian ini, FDC tahunan digunakan untuk mengatahui berapa persen kejadian nilai debit dimulai dari tahun 1997-2001 yang dapat dilihat pada gambar 5.20 sebagai berikut.

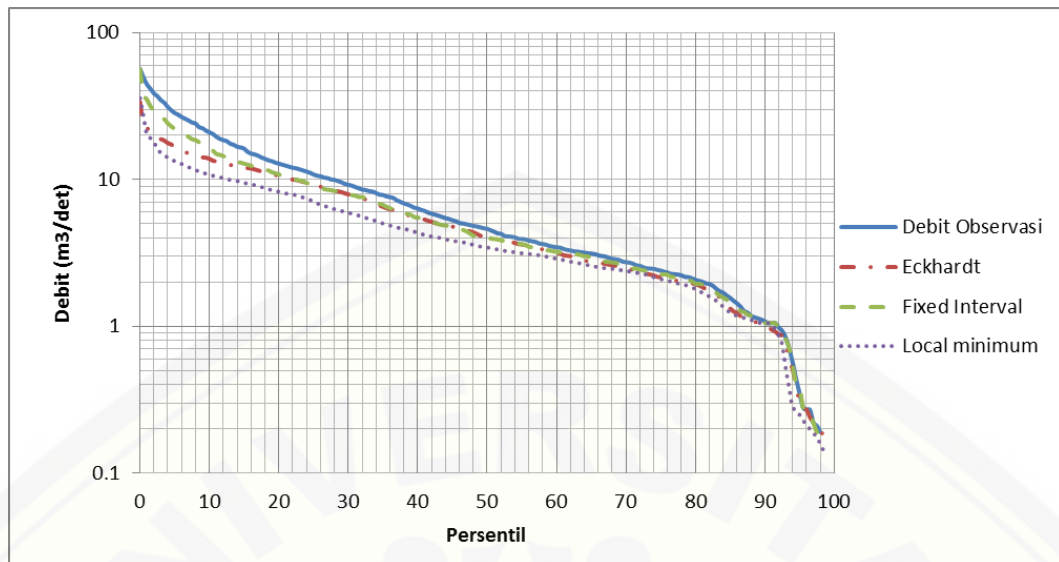


Gambar 5.20 Grafik FDC tahunan (*longterm*) DAS K.Stail-Keradenan pada tahun 1997-2001 (Sumber: Data primer diolah, 2014)

Gambar 5.20 menampilkan grafik FDC dari ketiga metode dengan debit terukur DAS K.Stail-Keradenan tahun 1997-2001. Ketiga metode berhimpit pada debit $1,2 \text{ m}^3/\text{detik}$ dengan prosentase kejadian 90% yang artinya terjadinya musim kemarau pada debit $1,2 \text{ m}^3/\text{detik}$ dengan tingkat kejadian 90%. Terlihat bahwa metode yang berhimpit dengan debit observasi adalah *Fixed Interval method*. Sehingga metode yang optimal digunakan adalah *Fixed interval method* karena nilai hasil pemisahan mendekati debit observasi saat musim kemarau. Sedangkan *Local Minimum Method* dan Eckhardt kurang optimal dikarenakan garis kedua metode tersebut kurang berhimpit dengan garis debit observasi.

2. Musim Penghujan

FDC musim penghujan menggunakan data bulan Oktober – Juni sepanjang tahun 1997-2001 pada gambar 5.21 sebagai berikut.

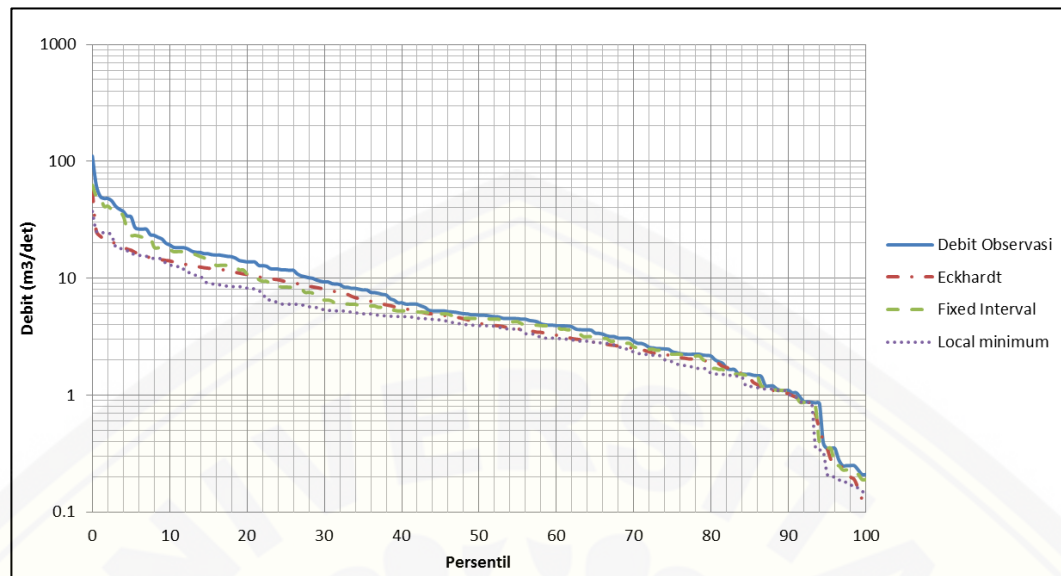


Gambar 5.21 Grafik FDC musim penghujan DAS K.Stail- Keradenan pada tahun 1997-2001 (Sumber: Data primer diolah, 2014)

Gambar 5.18 menampilkan FDC musim penghujan bulan Oktober – Juli tahun 1997-2001 pada DAS K.Stail-Keradenan. Terlihat metode prediksi berhimpit pada debit $1,2 \text{ m}^3/\text{det}$ dengan persentase 90% yang menunjukkan bahwa pada debit $1,2 \text{ m}^3$ tingkat terjadi sebanyak 90% selama musim penghujan tahun 1997-2001. Metode yang paling berhimpit adalah *Fixed Interval Method* karena garis debit prediksi paling mendekati garis debit observasi sehingga metode yang optimal adalah *Fixed Interval Method*.

3. Musim Kemarau

FDC musim kemarau digunakan untuk mempersentasekan besarnya debit selama musim kemarau dalam rentang waktu tertentu sehingga didapatkan tingkat frekuensi debit tersebut terjadi. Data yang digunakan dalam FDC kemarau pada bulan Juli-September tahun 1997-2001 yang dapat dilihat pada gambar 5.22 sebagai berikut.



Gambar 5.22 Grafik FDC musim kemarau DAS K.Stail-Keradenan pada tahun 1997-2001 (Sumber: Data primer diolah, 2014).

Gambar 5.22 menampilkan FDC musim kemarau DAS Kradenan tahun 1997-2001. Data debit terukur dan debit prediksi di rangking dari yang kecil ke yang besar sesuai tingkat kejadian yang terjadi. Terlihat metode prediksi berhimpit pada debit 1,2 dengan persentase 89%. Metode prediksi yang paling berhimpit dan paling mendekati dengan debit observasi adalah *Fixed Interval Method*. Dikarenakan nilai hasil perangkingan dengan debit observasi sangat mendekati dan saat debit observasi.

e. Hasil *Baseflow Index* (BFI)

BFI didapatkan dari perbandingan antaran volume aliran dasar dengan volume total aliran. Volume aliran dasar didapatkan dari ketiga metode yang digunakan. Nilai BFI pada debit prediksi sepanjang tahun 1997-2001 ditampilkan pada tabel 5.8 berikut

Tabel 5.8 Perbandingan nilai BFI dari ketiga metode pada tahun 1997-2001

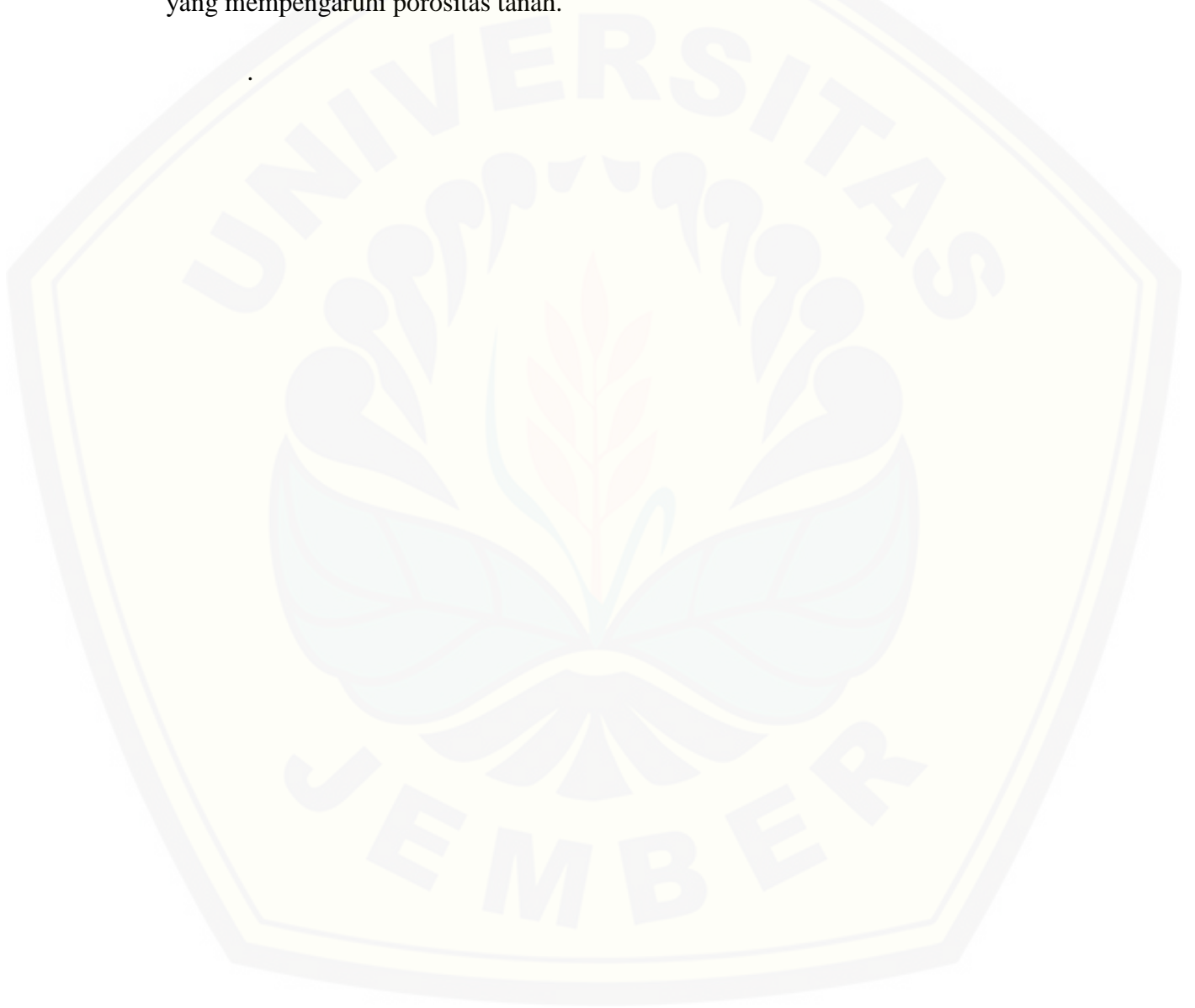
No	Nama DAS	Eckhardt			Fixed Interval Method			Local Minimum Method		
		Min	Max	Rata-rata	Min	Max	Rata-rata	Min	Max	Rata-rata
1	Bajulmati	0,07	1	0,82	0,19	1	0,9	0,2	1	0,92
2	Bomo Atas	0,07	1	0,83	0	1	0,88	0,01	1	0,72
3	Bomo Bawah	0,01	1	0,45	0	1	0,88	0,64	1	0,72
4	Karangdono	0,07	1	0,83	0	1	0,88	0,08	1	0,78
5	Kloposawit	0,07	1	0,81	0	1	0,91	0,1	1	0,82
6	Keradenan-K.Stail	0,07	1	0,85	0,01	1	0,89	0	1	0,76
7	Tambong-Pakistaji	0,07	1	0,84	0,01	1	0,92	0,01	1	0,84
8	Deluwang	0,07	1	0,84	0,03	1	0,92	0,03	1	0,84

Sumber: Data primer diolah (2014)

Pada tabel 5.8 menampilkan nilai *baseflow index* (BFI) tahun 1997-2001 menggunakan ketiga metode. BFI didapatkan dari perbandingan antara volume aliran dasar dengan volume total aliran. Volume aliran dasar didapatkan dari ketiga metode yang digunakan. Di dalam tabel terlihat nilai minimal, maksimal, dan rata-rata. Hampir semua nilai maksimal setiap metode adalah 1. Sedangkan nilai rata-rata setiap DAS dan setiap metode berkisar 0,7-0,9. Hal tersebut menunjukkan kontribusi air tanah tinggi untuk aliran sungai. Dikarenakan semakin nilai BFI mendekati 1 maka semakin besar pula kontribusi air tanah untuk sungai. Nilai BFI dipengaruhi oleh karakteristik DAS tersebut dalam penyerapan air. Semakin besar tata guna lahan untuk tanaman dan hutan maka semakin besar air yang masuk kedalam tanah. Jenis tanah mempengaruhi nilai BFI, dikarenakan tanah ikut andil dalam penyerapan dan penyimpanan air tanah. Tanah yang cepat penyerapan dan dapat menyimpan air maka nilai BFI semakin mendekati 1.

Nilai BFI dapat mendiskripsikan bahwa DAS memiliki pola aliran yang stabil atau tidak stabil dan dapat mempertahankan aliran sungai pada saat musim kemarau. Dari tabel 5.8 dapat diketahui bahwa DAS di PSDA Bondowoso

memiliki aliran yang stabil dan dapat mempertahankan aliran sungai saat musim kemarau. Dikarenakan nilai BFI pada ketiga metode diatas 0,79 yang berarti air tanah berkontribusi dalam aliran sungai sehingga dapat mempertahankan debit sungai. Sehingga kondisi sungai bersifat *permeable* dikarenakan nilai BFI mendekati 1. *Permeable* adalah keadaan sungai yang mempunyai nilai BFI mendekati 1. Sifat *permeable* dipengaruhi oleh kondisi vegetasi penutup tanah yang mempengaruhi porositas tanah.



BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis aliran dasar menggunakan metode RDF dan metode grafis di UPT PSDA Bondowoso dapat disimpulkan bahwa:

1. Analisis *baseflow* metode Eckhardt cukup baik digunakan dikarenakan nilai yang nilai R^2 , RMSE dan FDC cukup baik, pada *Fixed Interval Method* sangat baik dikarenakan nilai R^2 , RMSE dan FDC sangat baik, dan *Local Minimum Method* kurang baik karena nilai R^2 , RMSE dan FDC kurang baik
2. Metode yang optimal untuk setiap DAS di UPT PSDA Bondowoso adalah *Fixed Interval Method* dikarenakan nilai R^2 mendekati 1, nilai RMSE mendekati 0 dan dari FDC garis *Fixed Interval Method* berhimpit dengan debit terukur.

5.2 Saran

Diperlukan penelitian mengenai nilai parameter α dan BFI_{max} yang optimal pada metode Eckhardt dan nilai parameter N pada metode grafis untuk keakuratan hasil metode prediksi dan hasil aliran dasar metode RDF dan grafis.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, S. 2000. *Konservasi Tanah dan Air*. Bogor: IPB Press.
- Asdak, C. 1995. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Bloschl, G., and Grayson, R. 2000. 'Spatial observation and interpolation.' In : R. Grayson and G. Bloschl, (eds), *Spatial Pattern in Catchment Hydrology : Observation and modeling*, Cambridge University Press, Cambridge pp : 17-50.
- Bousinessq, J. 1904. *Recherches thoretique sur l'rcoulement des nappes d'eau infiltr-es dans le sol et sur le drbit des sources*. J. Math. Pure Appl., 10 (5th series), 5-78. Cited by Hall.
- Brodie, R. 2007. *An Overview of tools assessing groundwater-surface water connectivity*. Canberra : Bureau of Rural Science.
- Chapman, T.G. dan Maxwell, A.I. 1996. *Baseflow separation – comparison of numerical methods with tracer experiments*. Institute Engineers Australian National Conference. Publ. 96/05, 539-545.
- Eckhardt, K. 2005. *How to construct recursive digital filters for baseflow separation*. Hydrological Procesess 19, 507-512.
- Harto, S.B. 1993. *Analisis Hidrologi*. Jakarta: PT.Gramedia Utama.
- Indarto. 2010. *Hidrologi Dasar Teori dan Contoh Aplikasi Model Hidrologi*. Jakarta: PT. Bumi Aksara.
- Liensley, R.K., Kohler, M.A., dan Paulhus, J.L.H. 1982. *Hidrologi Untuk Insinyur*. Hermawan Y, penerjemah; Sianipar Y, Haryadi F, Editor. Jakarta: Penerbit Erlangga. Terjemahan dari: *Hydrology for Engieneers*.
- Nathan, R.J. dan Mahon, T.A. 1990. *Evaluation of automated techniques for baseflow and recession analysis*. Water Resources Publications : USA. 26(7):1465-1473.
- Pettyjohn, W.A. dan Henning, R. 1979. *Preliminary estimate of ground-water recharge rates, related streamflow and water quality in Ohio*: Ohio

State University Water Resources Center Project Completion Report
Number 552, 323 p.

- Seyhan, E. 1990. *Dasar-Dasar Hidrologi*. Penerjemah: Subagyo. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Sosrodarsono, S. dan Takeda, K. 1993. *Hidrologi untuk Pengairan*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Stuckey, M. 2006. *Remediation of a groundwater N-plume utilizing enhanced microbial degradation and phyto-remediation-processes*. Presented at the Enviro 06 Conference, Urban Groundwater Stream, Melbourne.
- Tallaksen L.M. 1995. *A review of baseflow recession analysis*. Journal of Hydrology 165, 349-370.
- Triatmodjo, B. 2010. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Viessman W, Lewis GL, Knapp JW. 1989. *Introduction to Hydrology*. Ed Ke-3. New York: Harper & Row, Publisher, Inc.

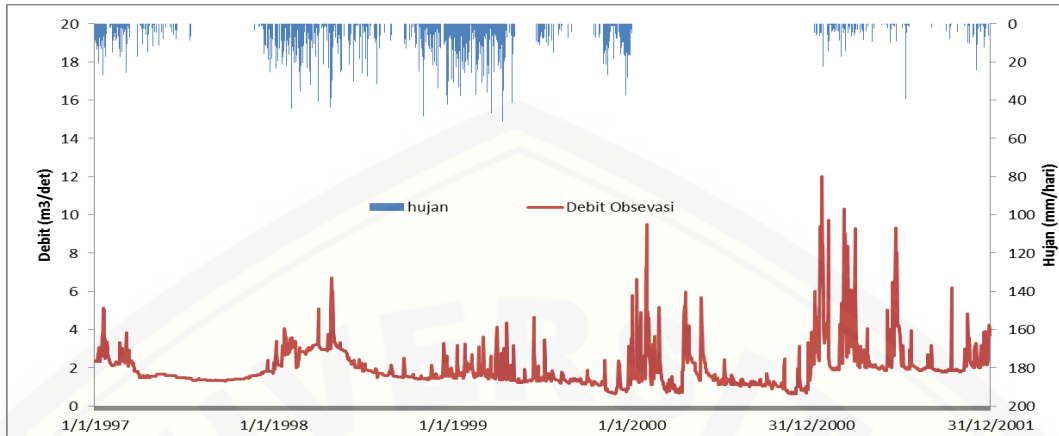
Lampiran A. Contoh data hujan DAS K.Stail-Keradenan tahun 1997

Tgl	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1	8,3	6,8	0,8	0	13,1	0	0	0	0	0	0	1,5
2	20,4	14,6	0	7,6	0	0	0	0	0	0	0	0
3	12,9	23,3	0	19,6	0	0	0	0	0	8,3	0	0
4	9,1	21,8	0	0	0	0	0	0	0	19,3	0	0
5	8,3	12	0	0,3	2	0	0	0	0	0	0	0,6
6	0	7,8	0	0,8	0	1,1	0	0	0	0	0	2
7	2,5	6,6	0,5	0	2,4	0,8	0	0	0	0	4,6	4,9
8	18,6	3,9	0,1	0	0,4	0	0	0	0	0	2	12
9	15,4	1,9	0	3,6	4,8	0	0	0	0	0	0,3	12,8
10	26	7,1	0	8,5	2,4	0	0	0	0	0	0	4,1
11	5,4	0	0,1	1,1	2,8	0,6	0	0	0	0	3,4	7,4
12	5,8	2,9	8	4	6	0	0	0	0	0	1,5	25,6
13	16	14,4	0	11,6	0	0,3	0	0	0	0	3,4	11
14	13,4	10,6	0	1,3	0	0	0	0	0	0	15,1	0
15	2,6	4,6	0	0	0	1,8	0	0	0	0	10,5	6,8
16	28,9	1	0	1,9	0	0,3	0	0	0	0	6,3	1,3
17	15	2,1	0,8	0	0	6,3	0	0	0	0	3	0,4
18	9,9	4,5	0,8	7,5	0	4,9	0	0	0	0	7,3	0
19	11,8	1,6	0,3	9,1	0	0,5	0	0	0	0	0,3	4,8
20	4,6	3	0	5,4	0	0	0	0	0	0	0	7,5
21	1,1	1	0	5,1	0	0	0	0	0	0	0	27,1
22	7,4	10	0	0,3	0	0,1	0	0	0	0	0	15
23	9,1	10,5	0	2,9	1,6	0	0	0	0	0	5,3	1,3
24	6,5	11,8	0	2,1	8,8	0	0	0	0	0	0	4
25	4,8	17,3	0	6,3	5,8	0	0	0	0	0	0	17,9
26	0	14,1	0	13,3	6,3	0	0	0	0	0	1,4	33,4
27	0	14,1	0	12,3	2,9	0,3	0	0	0	0	0,9	36,9
28	0	2,1	6,3	14	1	0	0	0	0	1,5	8,9	9,5
29	0,8		0	15,6	1,1	0	0	0	0	11,8	1	1,4
30	0,8		0	20,1	0	0	0	0	0	0	0	2
31	0		0		0		0	0		0		1

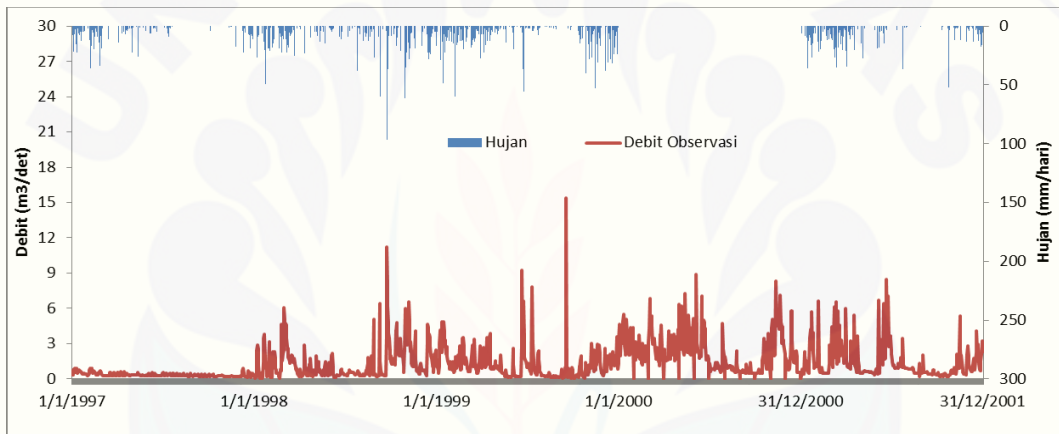
Lampiran B. Contoh data debit DAS K.Stail-Keradenan tahun 1997

Tgl	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1	2,14	6,38	12,5	1,97	8,86	2,14	1,92	1,4	0,52	0,23	0,57	0,16
2	5,01	15,7	10,7	5,11	4,72	1,92	2,02	2,51	0,42	0,27	0,39	0,19
3	8,56	22,2	9,07	4,52	3,63	1,81	3,1	2,93	0,68	1,41	0,28	0,22
4	5,24	22	7,84	2,49	3,17	1,7	3,57	2,79	1,08	1,53	0,27	0,19
5	5,07	21,9	6,74	2,41	3,01	1,43	2,4	1,78	0,65	0,95	0,22	0,22
6	3,44	18,4	5,71	2,3	3	2	2,25	2,85	0,4	0,55	0,27	0,16
7	8,38	14,9	5,19	2,19	4,52	2,24	1,93	1,87	0,39	0,35	0,25	0,21
8	12	62,8	4,68	1,66	7,18	2,24	1,7	1,44	0,35	0,28	0,25	0,85
9	8,94	111	4,53	1,53	3,17	2,35	2,01	1,48	0,35	0,23	0,25	1,47
10	5,85	14,6	4,4	2,16	2,59	2,35	2,03	1,56	0,35	0,18	0,19	1,96
11	4,26	24,9	4,27	1,66	3,13	2,35	2,96	1,76	0,3	0,13	0,21	2,24
12	6,46	22,6	4,51	1,46	12,3	2,69	4,88	2,39	0,3	0,13	0,19	5,75
13	19,3	19,8	2,65	2,42	4,91	2,85	4,78	2,4	0,44	0,13	0,24	3,39
14	7,04	14,7	2,5	1,57	3,92	2,71	3,64	2,28	0,71	0,16	0,19	3,14
15	6,03	8,55	2,42	1,99	3,46	2,99	2,61	1,39	0,41	0,16	1,02	2,85
16	20,4	6,04	2,35	1,79	3,3	3,14	2,14	1,13	0,48	0,19	0,4	1,32
17	12,8	5,57	2,27	1,64	2,87	3,43	2,42	0,96	0,4	0,19	0,24	0,76
18	7,55	12,1	1,99	2,82	2,71	4,54	2,42	0,87	0,28	0,22	0,27	0,59
19	6,87	5,6	1,69	5,02	2,85	2,78	2,09	0,79	0,28	0,14	0,27	0,27
20	5,95	4,76	1,61	3,85	2,27	2,58	1,86	0,85	0,28	0,16	0,22	0,27
21	2,49	4,35	1,65	3,94	2,03	2,58	1,83	0,84	0,28	0,27	0,22	2,05
22	2,55	10,2	1,64	2,91	2,34	2,7	2,45	0,98	0,28	0,27	0,24	5,75
23	5,72	9,55	1,75	3,17	2,83	2,26	2,26	1,49	0,34	0,23	0,4	1,73
24	4,38	13,1	1,75	2,16	2,85	2,03	2,02	1,8	0,71	0,18	0,29	0,89
25	5,03	19	2,17	8,1	2,85	1,71	2,53	1,36	0,5	0,13	0,28	3,68
26	3,14	29,8	2,19	4,13	2,99	2,01	1,9	0,82	0,31	0,21	0,19	16,5
27	2,76	41,6	2,08	2,51	2,72	2,03	1,65	0,6	0,28	0,22	0,19	30,9
28	3,16	6,9	2,08	4,63	2,7	2,13	1,45	0,54	0,28	0,29	0,19	13,6
29	2,29		2,08	3,72	2,47	2,35	1,44	0,58	0,25	0,27	0,22	11,9
30	2,68		2,08	28,8	2,36	2,04	1,36	0,58	0,25	0,5	0,16	5,55
31	2,69		1,97		2,25		1,27	0,57		0,62		3,49

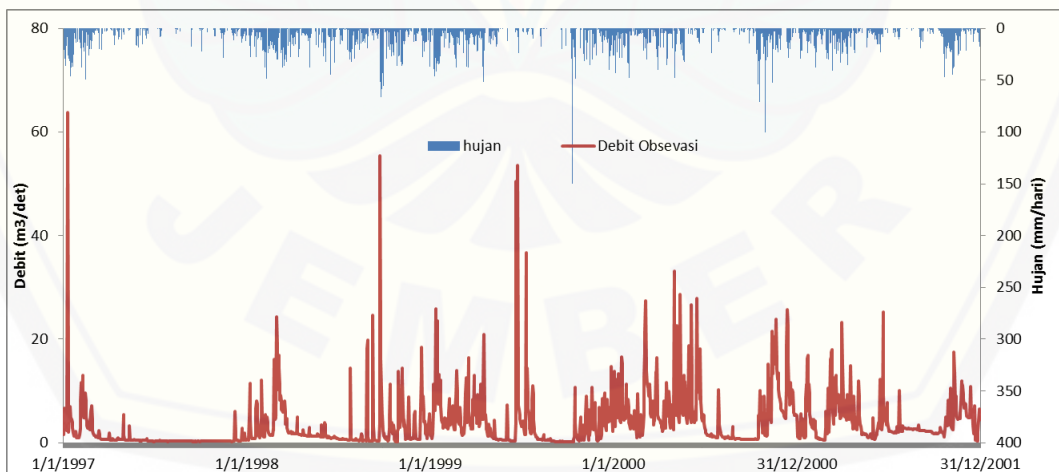
Lampiran C. Fluktuasi data hujan dan debit tahun 1997-2001



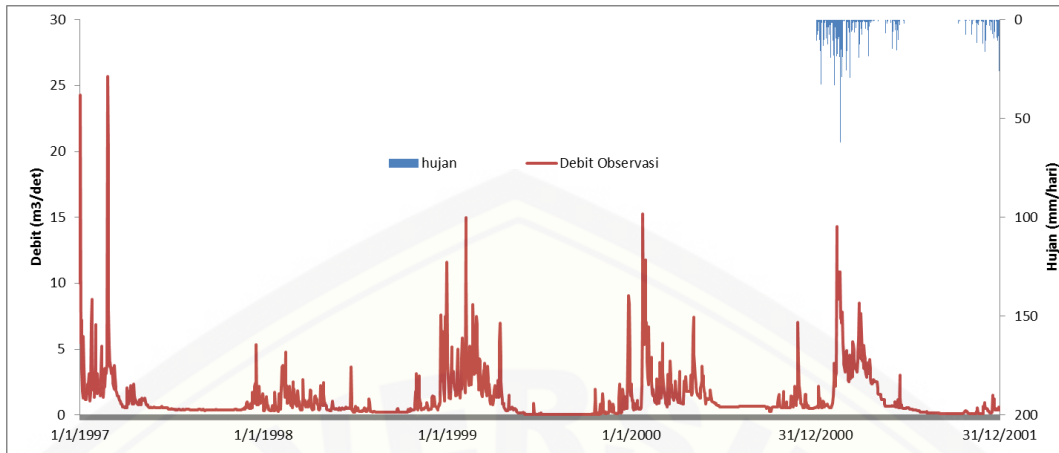
Gambar 5.23 Plot data hujan dan data debit DAS K.Stail-Keradenan tahun 1997-2001



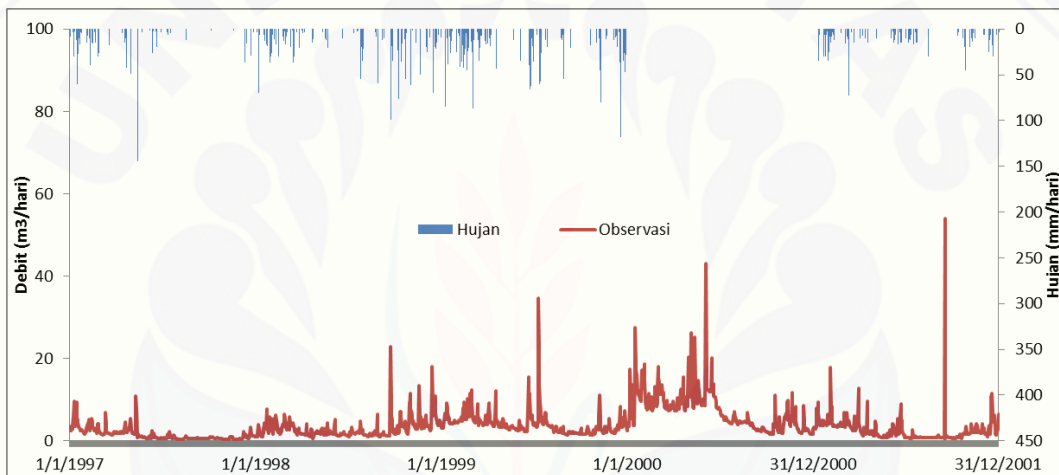
Gambar 5.24 Plot data hujan dan data debit DAS Bomo Atas tahun 1997-2001



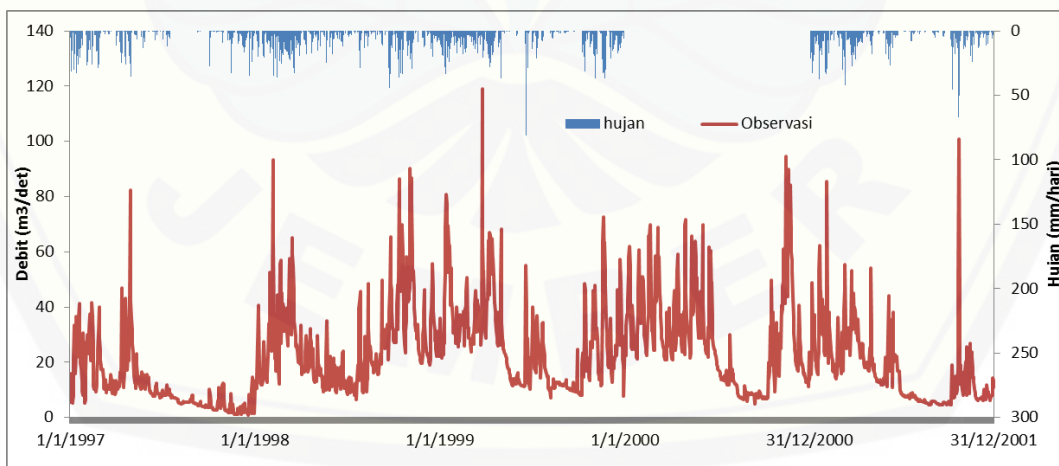
Gambar 5.25 Plot data hujan dan data debit DAS Bomo Bawah tahun 1997-2001



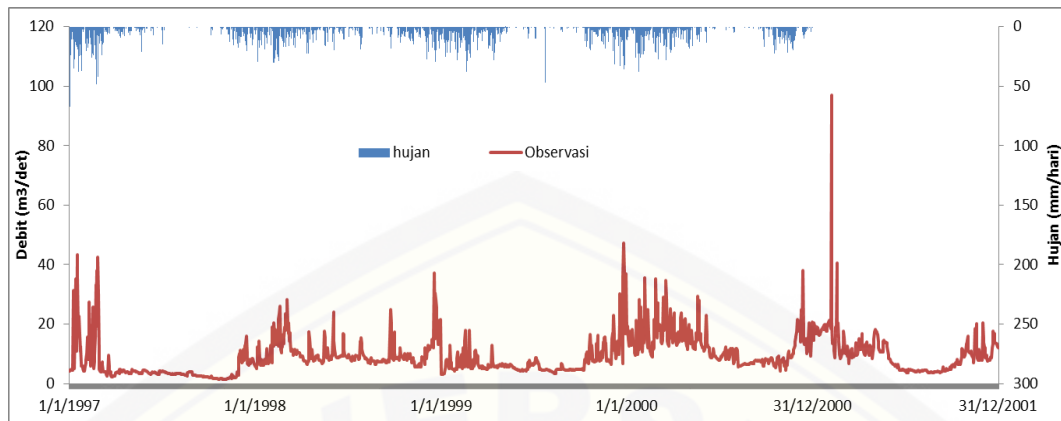
Gambar 5.26 Plot data hujan dan data debit DAS Demung-Delulawang tahun 1997-2001



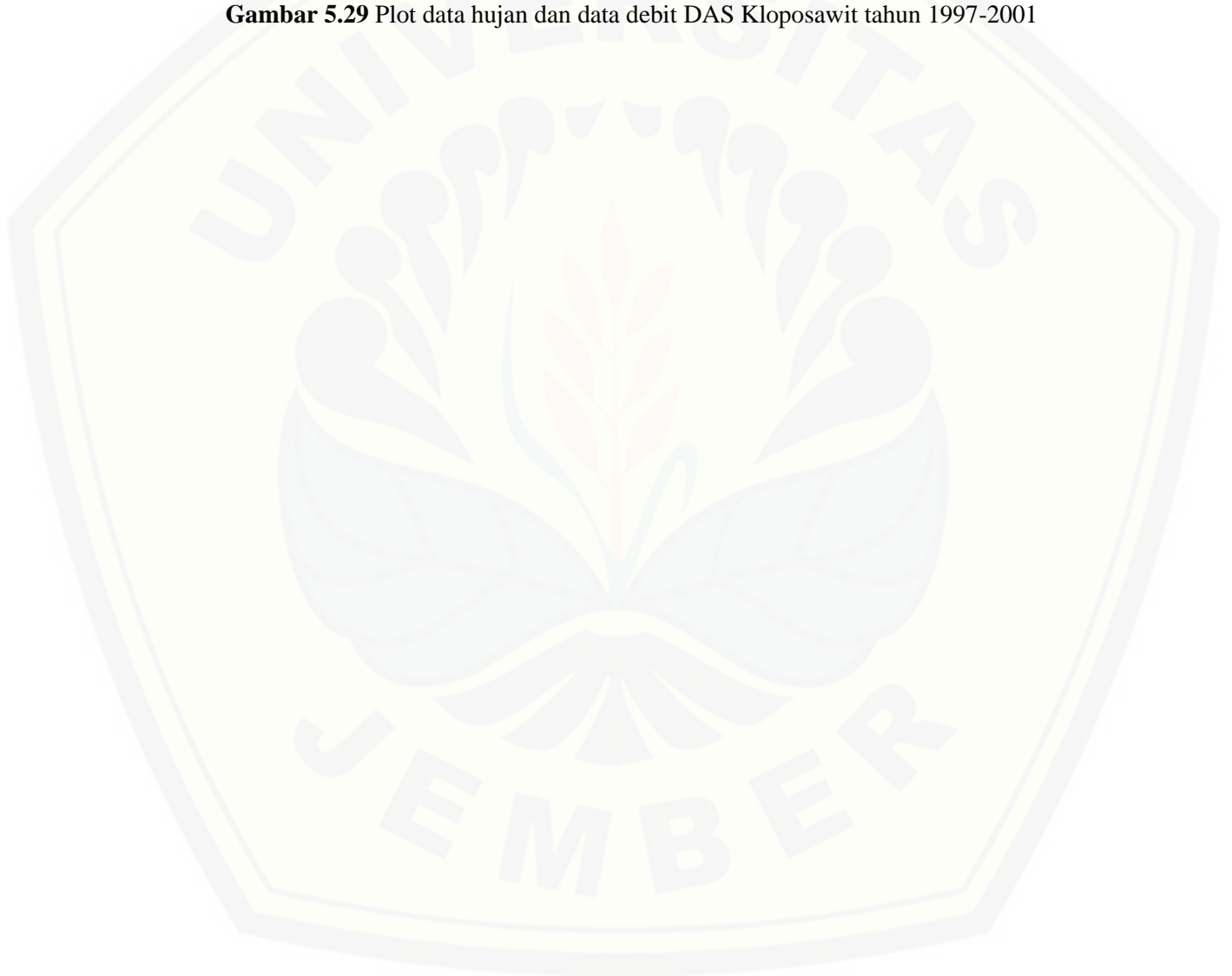
Gambar 5.27 Plot data hujan dan data debit DAS Tambong-Pakistaji tahun 1997-2001



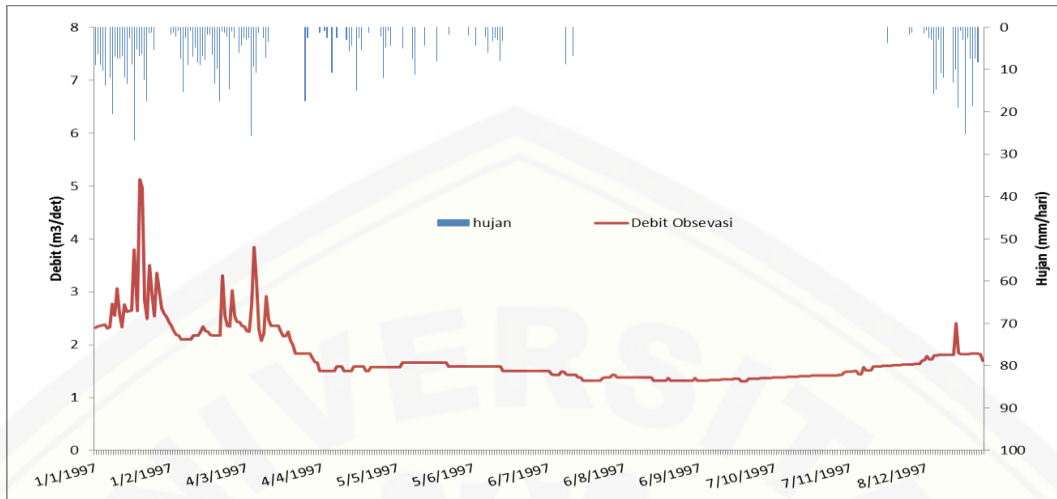
Gambar 5.27 Plot data hujan dan data debit DAS Karangdono tahun 1997-2001



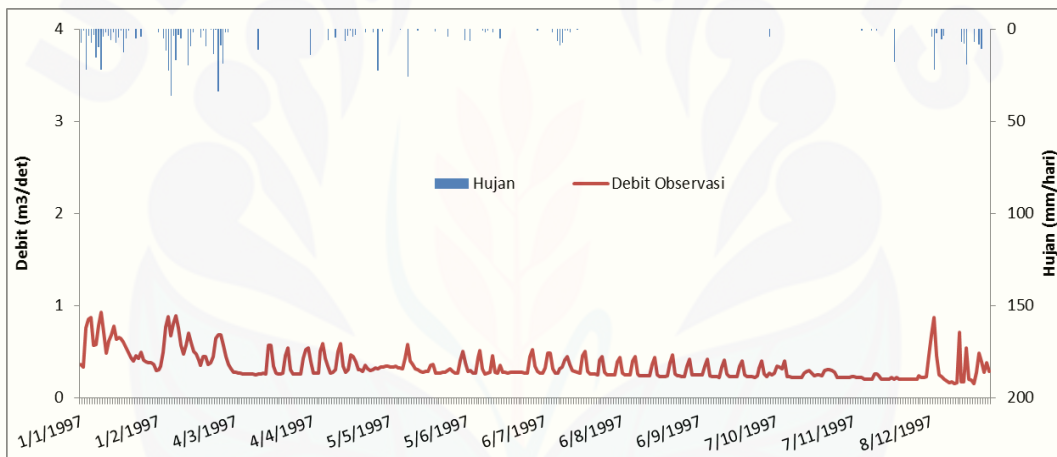
Gambar 5.29 Plot data hujan dan data debit DAS Kloposawit tahun 1997-2001



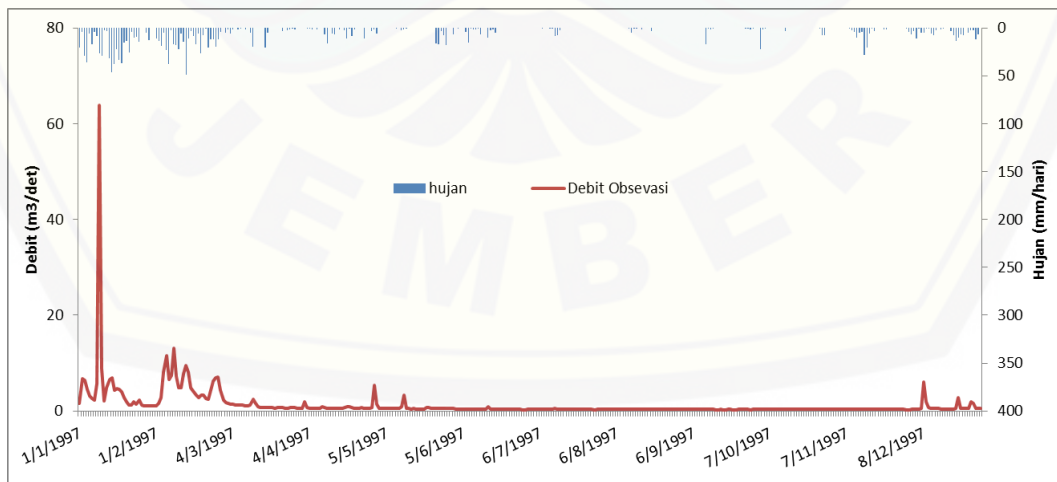
Lampiran D. Plot data hujan dan debit tahun 1997



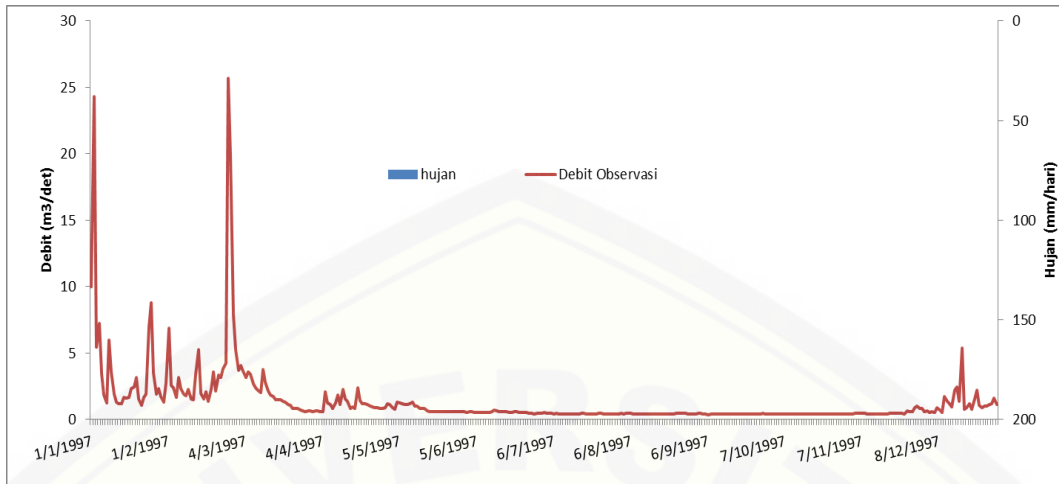
Gambar 5.30 Plot data hujan dan data debit DAS Bajulmati tahun 1997



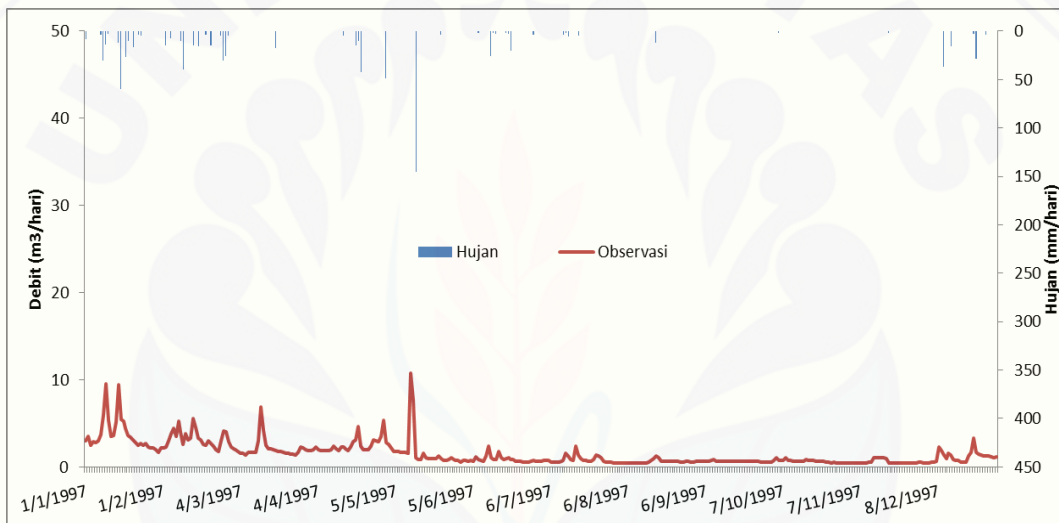
Gambar 5.31 Plot data hujan dan data debit DAS Bomo Atas tahun 1997



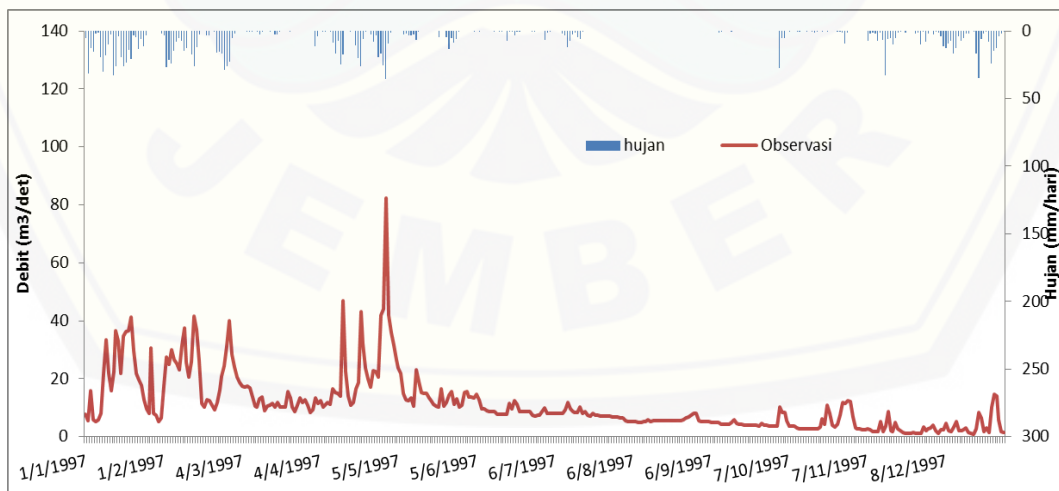
Gambar 5.32 Plot data hujan dan data debit DAS Bomo Bawah tahun 1997



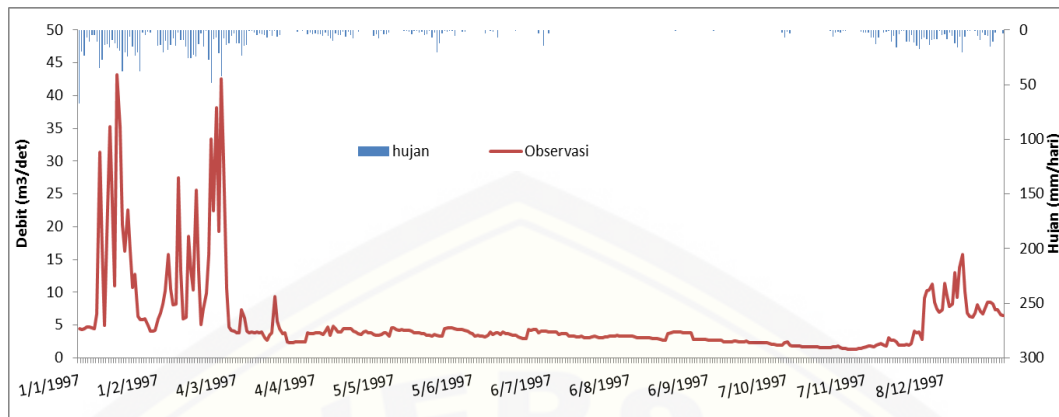
Gambar 5.33 Plot data hujan dan data debit DAS Demung-Delulawang tahun 1997



Gambar 5.34 Plot data hujan dan data debit DAS Tambong-Pakistaji tahun 1997



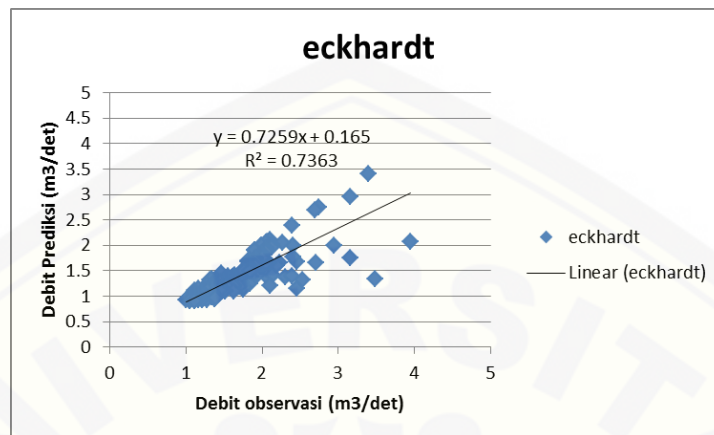
Gambar 5.35 Plot data hujan dan data debit DAS Karangdono tahun 1997



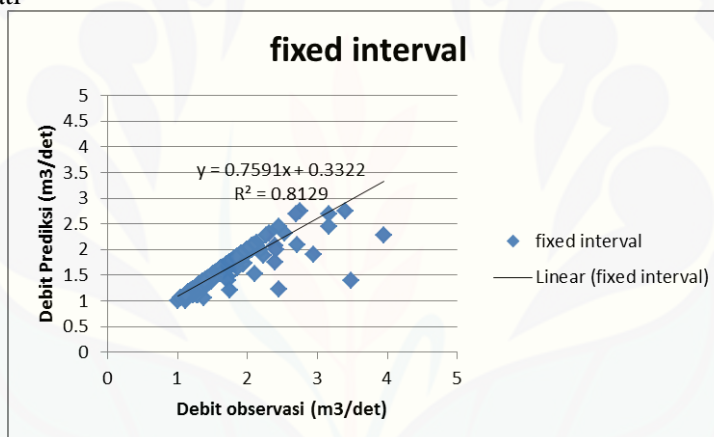
Gambar 5.36 Plot data hujan dan data debit DAS Kloposawit tahun 1997

Lampiran E. Hasil periode bulan kering

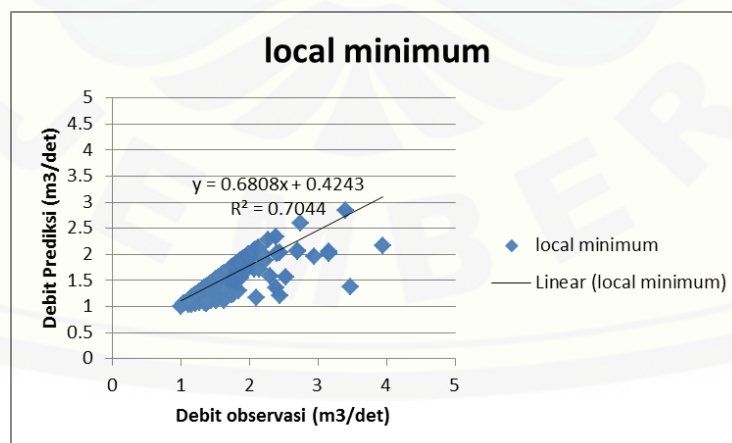
E.1 Hasil periode bulan kering DAS Bajulmati



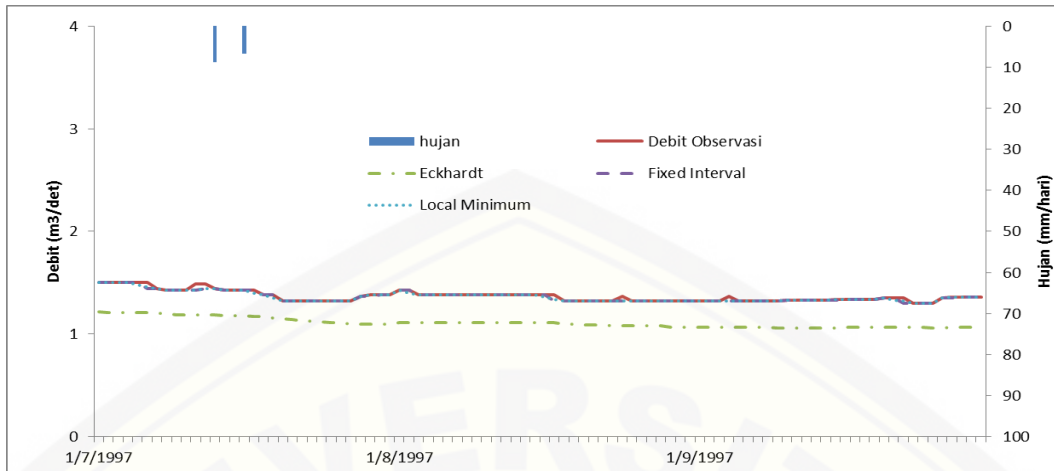
Gambar 5.37 Grafik hubungan antara debit observasi dengan debit metode Eckhardt DAS Bajulmati



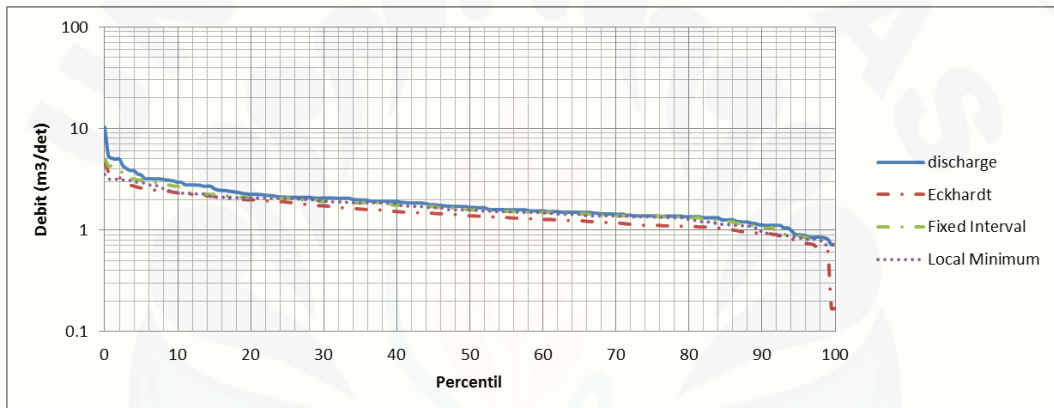
Gambar 5.38 Grafik hubungan antara debit observasi dengan debit *Fixed Interval Method* DAS Bajulmati



Gambar 5.39 Grafik hubungan antara debit observasi dengan *debit Local Minimum Method* DAS Bajulmati

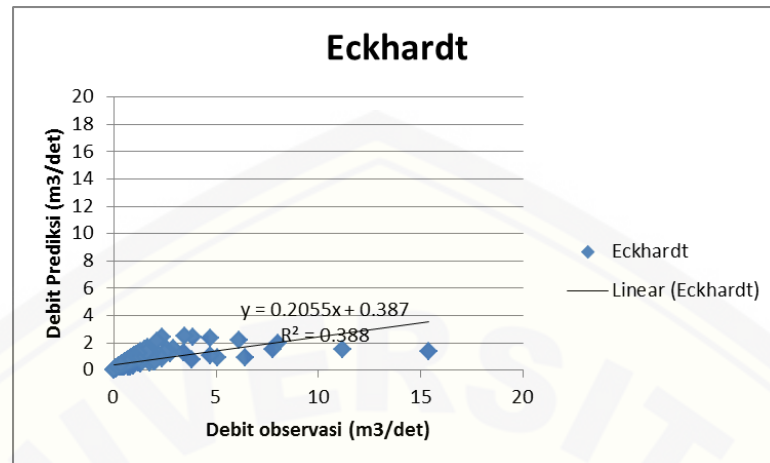


Gambar 5.40 Grafik aliran dasar DAS K.Stail-Keradenan bulan Juli-September pada tahun 1997

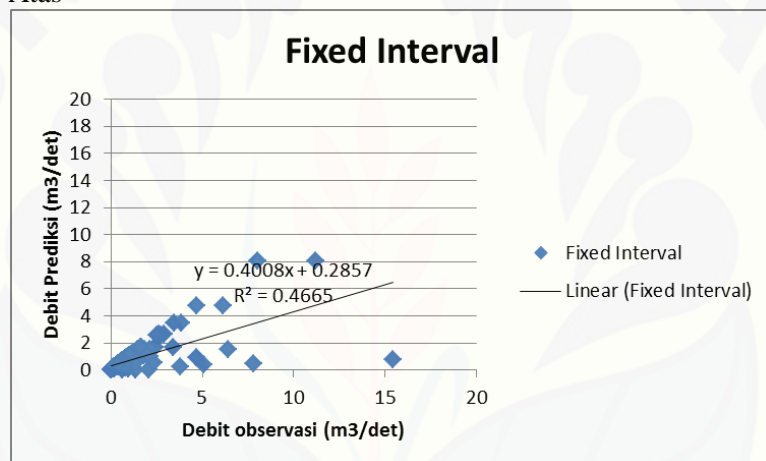


Gambar 5.41 Grafik aliran dasar DAS K.Stail-Keradenan bulan Juli-September pada tahun 1997-2001

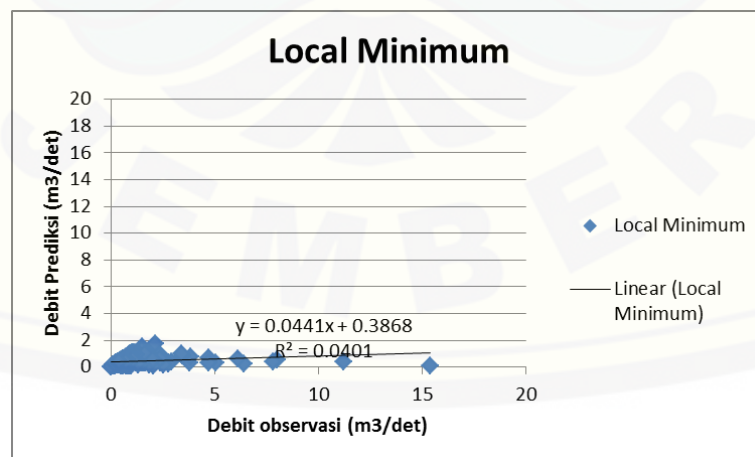
E.2 Hasil periode bulan kering Bomo Atas



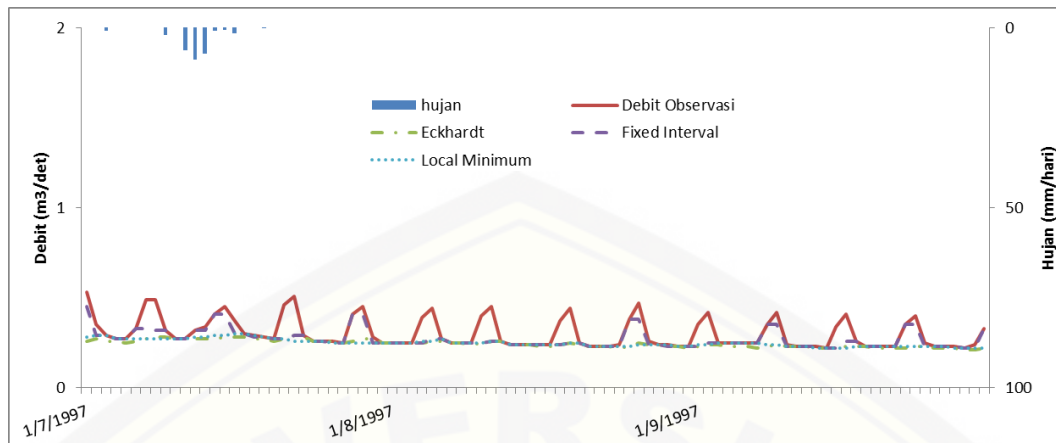
Gambar 5.42 Grafik hubungan antara debit observasi dengan debit metode Eckhardt DAS Bomo Atas



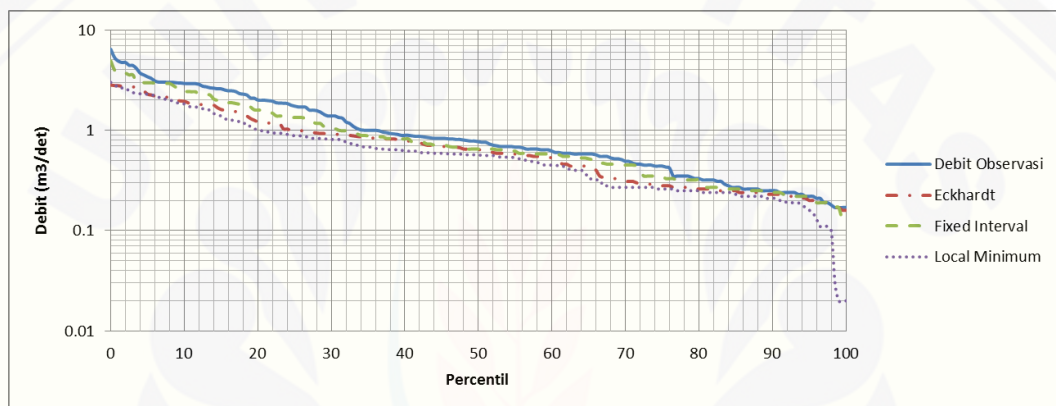
Gambar 5.43 Grafik hubungan antara debit observasi dengan debit *Fixed Interval Method* DAS Bomo Atas



Gambar 5.44 Grafik hubungan antara debit observasi dengan *debit Local Minimum Method* DAS Bomo Atas

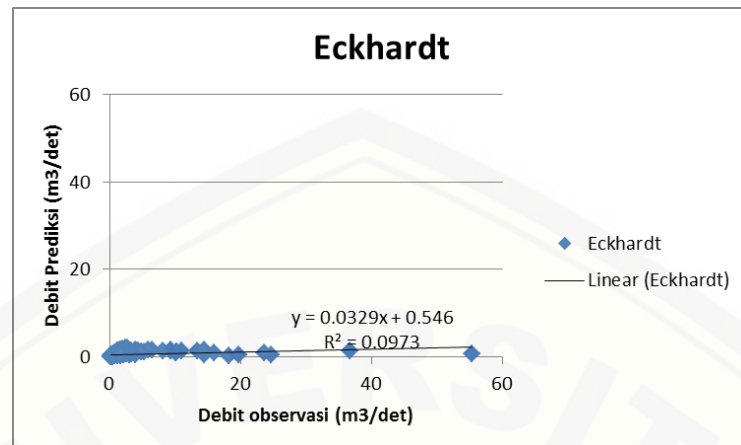


Gambar 5.45 Grafik aliran dasar DAS Bomo Atas bulan Juli-September pada tahun 1997

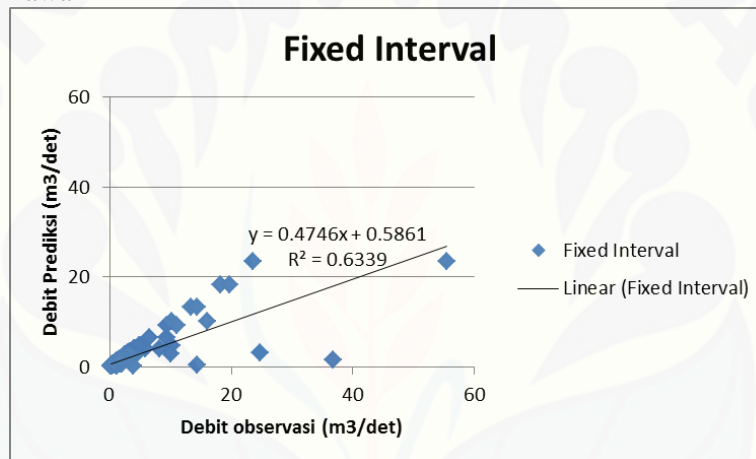


Gambar 5.46 Grafik aliran dasar DAS Bomo Atas bulan Juli-September pada tahun 1997-2001

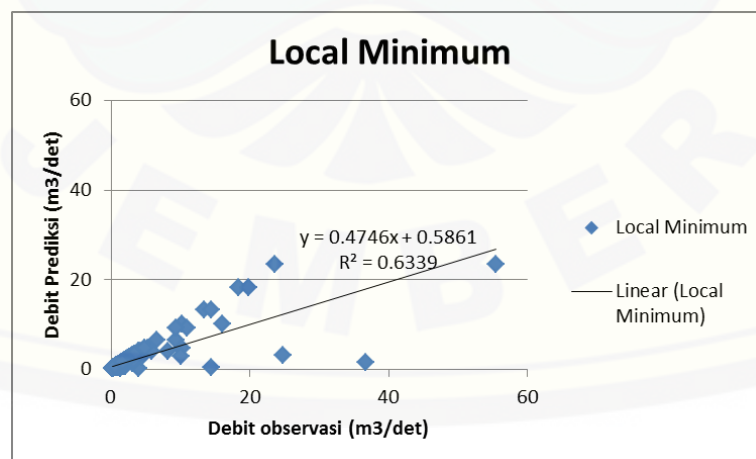
E.3 Hasil periode bulan kering DAS Bomo Bawah



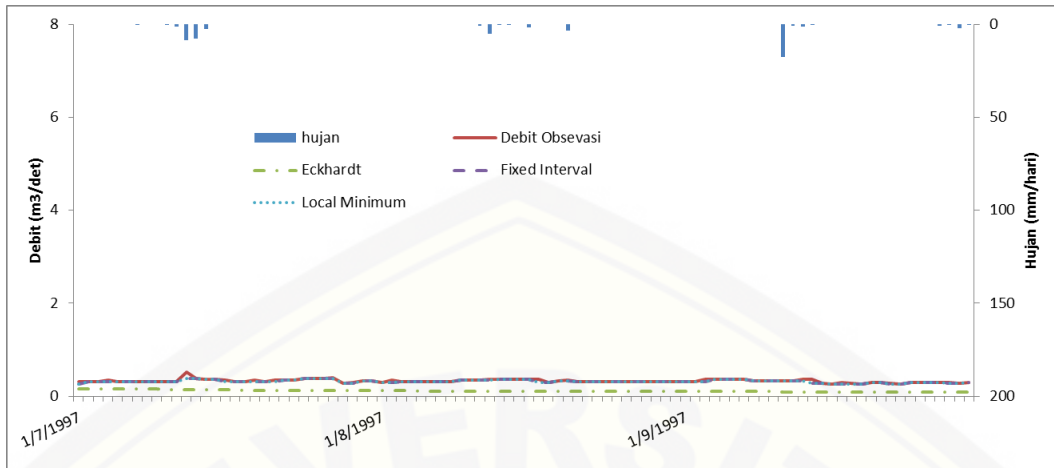
Gambar 5.47 Grafik hubungan antara debit observasi dengan debit metode Eckhardt DAS Bomo Bawah



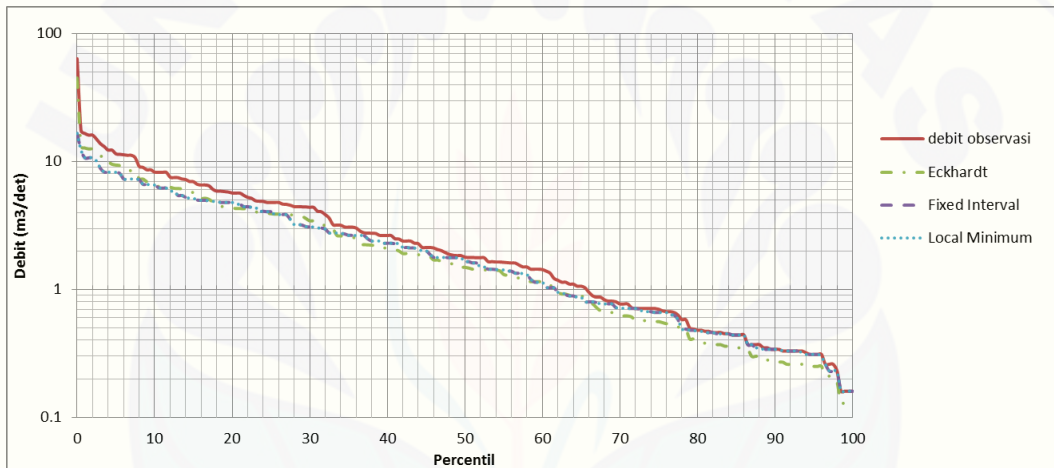
Gambar 5.48 Grafik hubungan antara debit observasi dengan debit *Fixed Interval Method* DAS Bomo Atas



Gambar 5.49 Grafik hubungan antara debit observasi dengan debit *Local Minimum Method* DAS Bomo Bawah

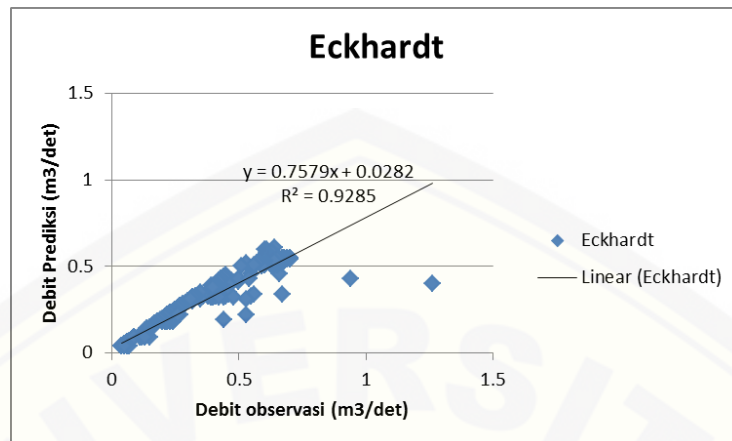


Gambar 5.50 Grafik aliran dasar DAS Bomo Bawah bulan Juli-September pada tahun 1997

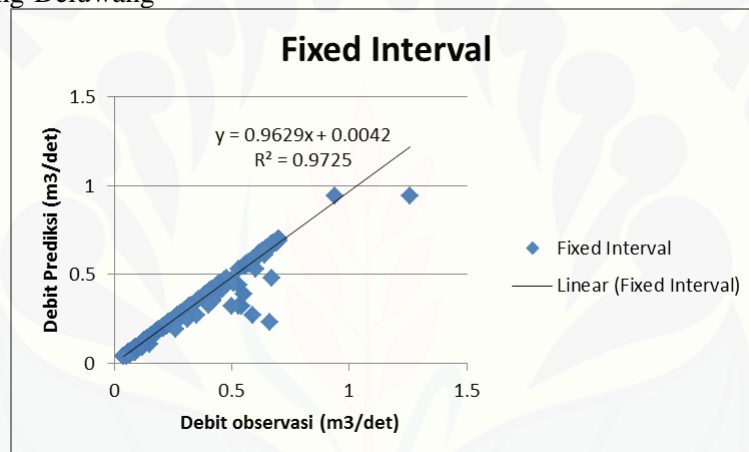


Gambar 5.51 Grafik aliran dasar DAS Bomo Bawah bulan Juli-September pada tahun 1997-2001

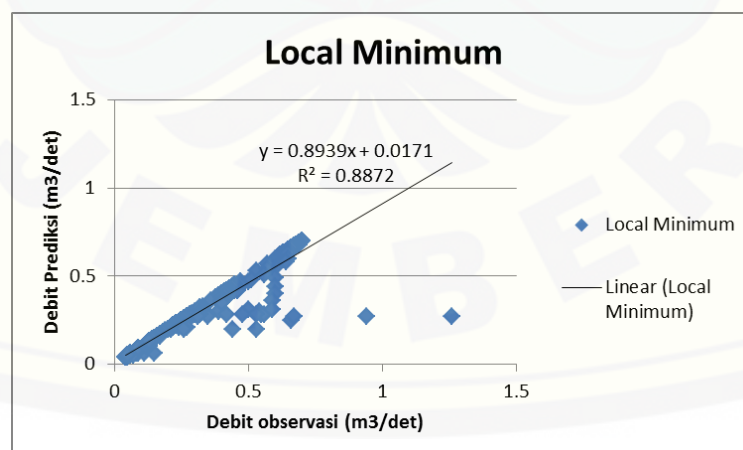
E.4 Hasil periode bulan kering DAS Demung-Deluwang



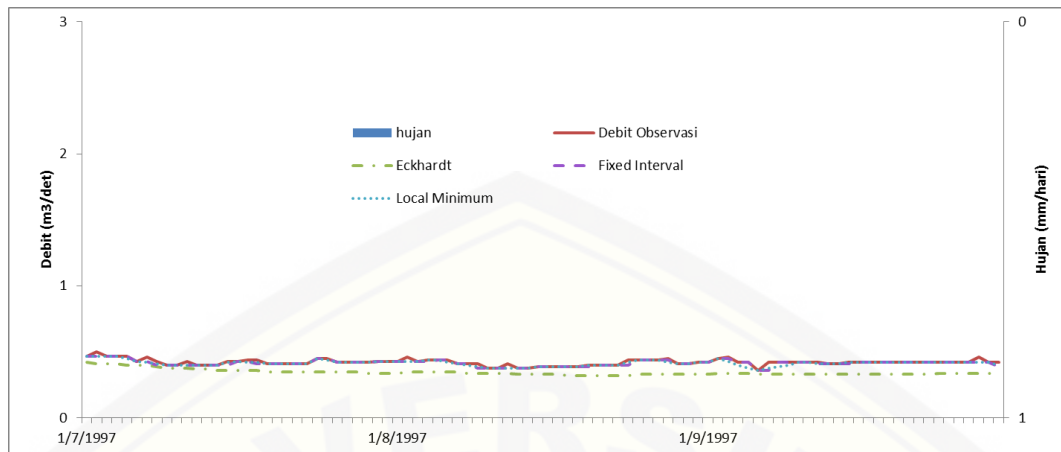
Gambar 5.52 Grafik hubungan antara debit observasi dengan debit metode Eckhardt DAS Demung-Deluwang



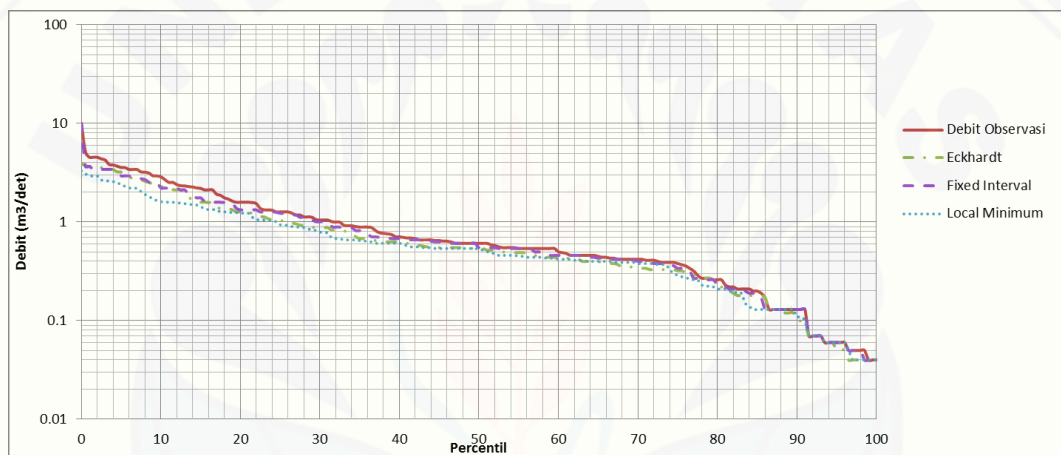
Gambar 5.53 Grafik hubungan antara debit observasi dengan debit *Fixed Interval Method* DAS Demung-Deluwang



Gambar 5.54 Grafik hubungan antara debit observasi dengan debit *Local Minimum Method* DAS Demung-Deluwang

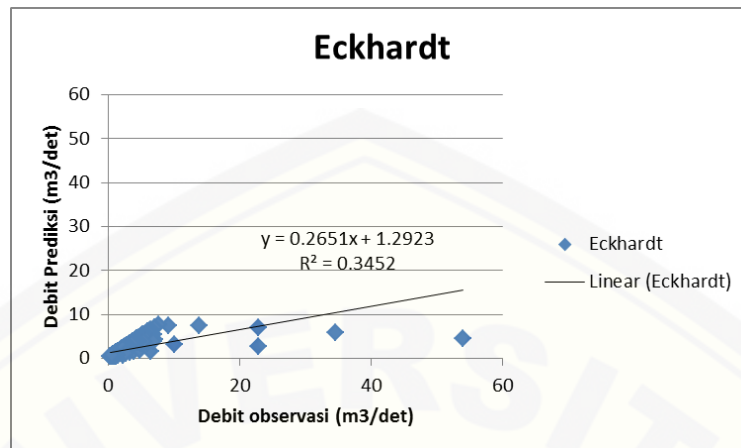


Gambar 5.55 Grafik aliran dasar DAS Demung-Delulawang bulan Juli-September pada tahun 1997

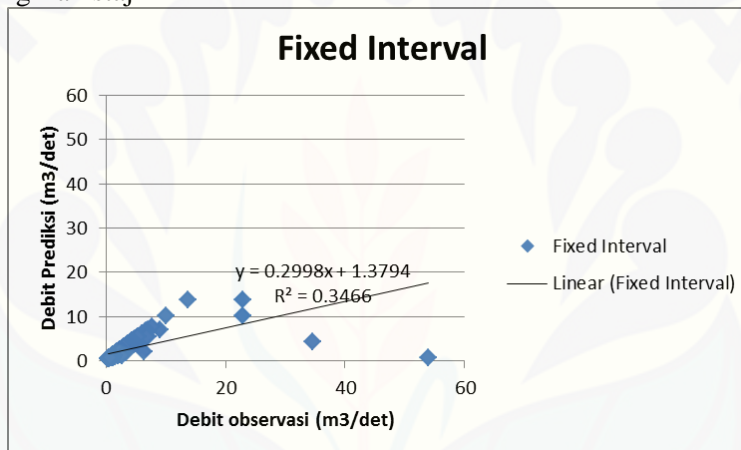


Gambar 5.56 Grafik aliran dasar DAS Demung-Delulawang bulan Juli-September pada tahun 1997-2001

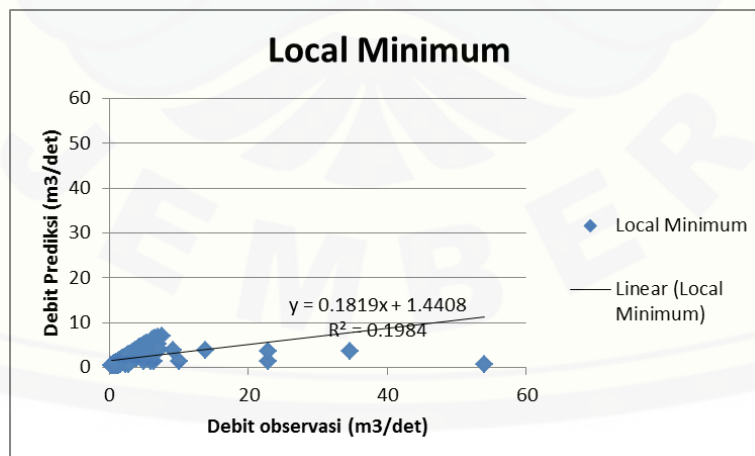
E.5 Hasil periode bulan kering DAS Tambong-Pakistaji



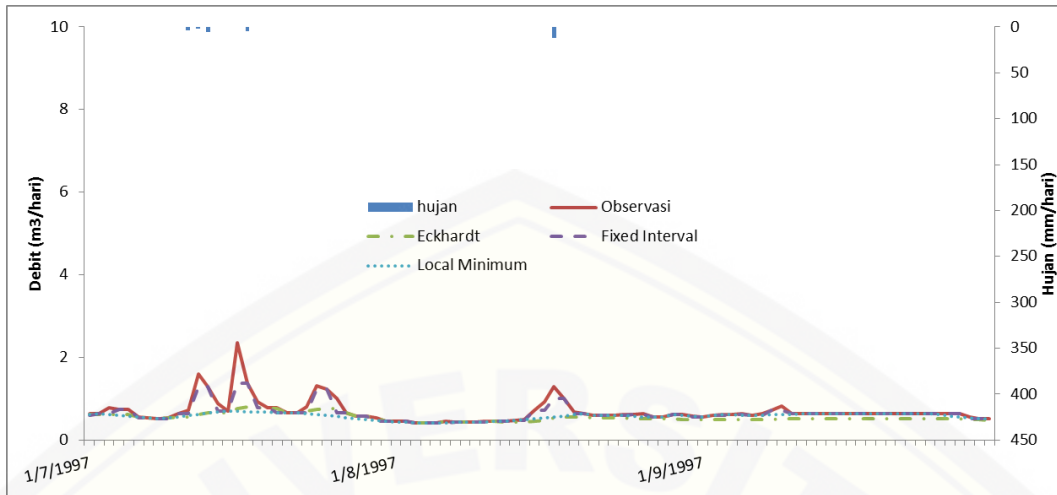
Gambar 5.57 Grafik hubungan antara debit observasi dengan debit metode Eckhardt DAS Tambong-Pakistaji



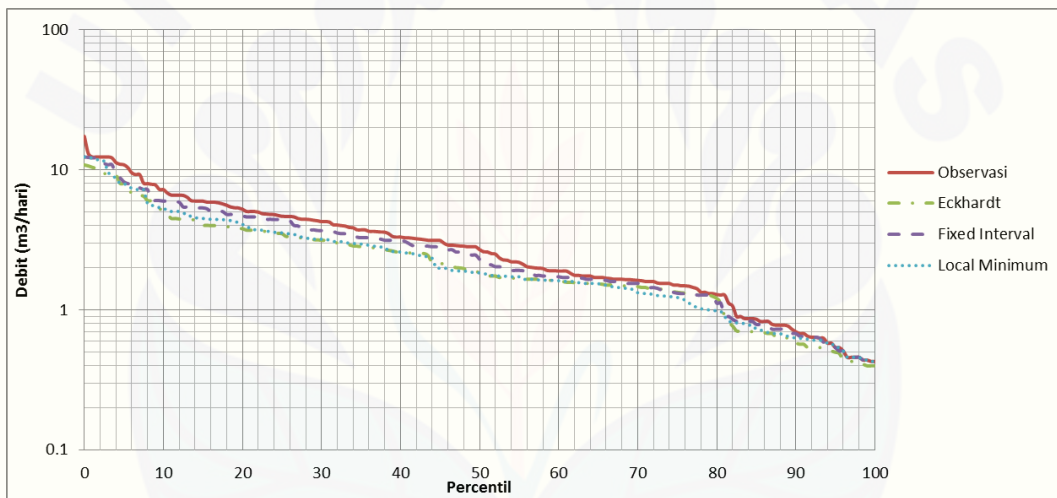
Gambar 5.58 Grafik hubungan antara debit observasi dengan debit *Fixed Interval Method* DAS Tambong-Pakistaji



Gambar 5.59 Grafik hubungan antara debit observasi dengan debit *Local Minimum Method* DAS Tambong-Pakistaji

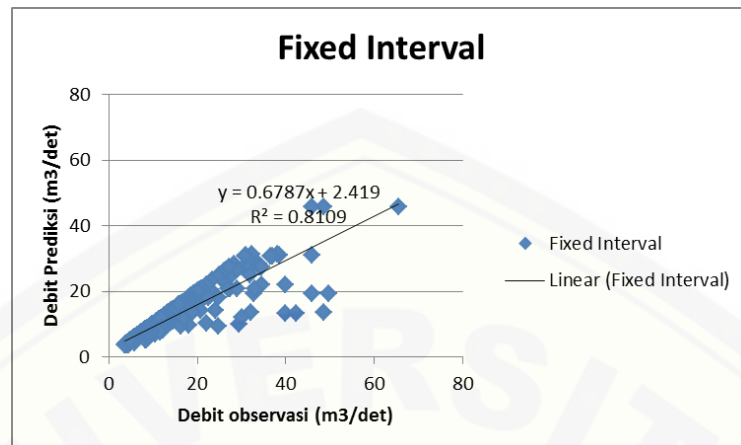


Gambar 5.60 Grafik aliran dasar DAS Tambong-Pakistaji bulan Juli-September pada tahun 1997

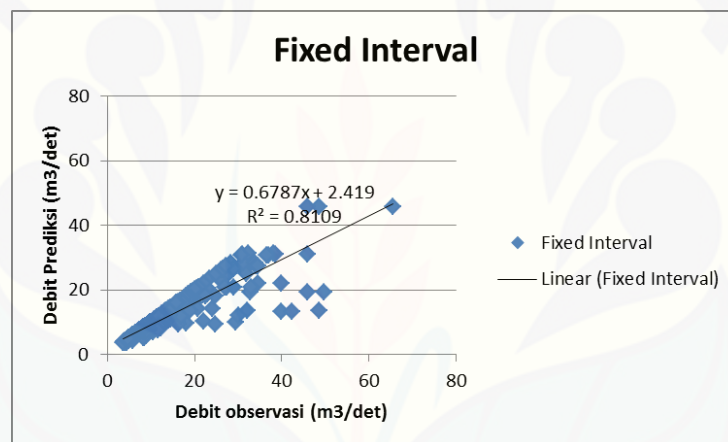


Gambar 5.61 Grafik aliran dasar DAS Tambong-Pakistaji bulan Juli-September pada tahun 1997-2001

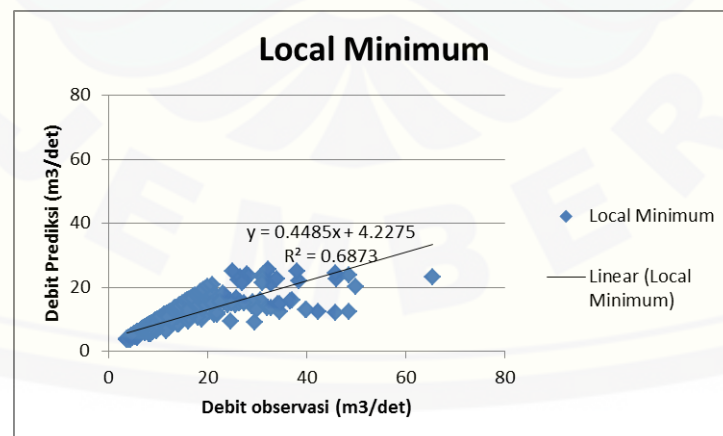
E.6 Hasil periode bulan kering DAS Karangdono



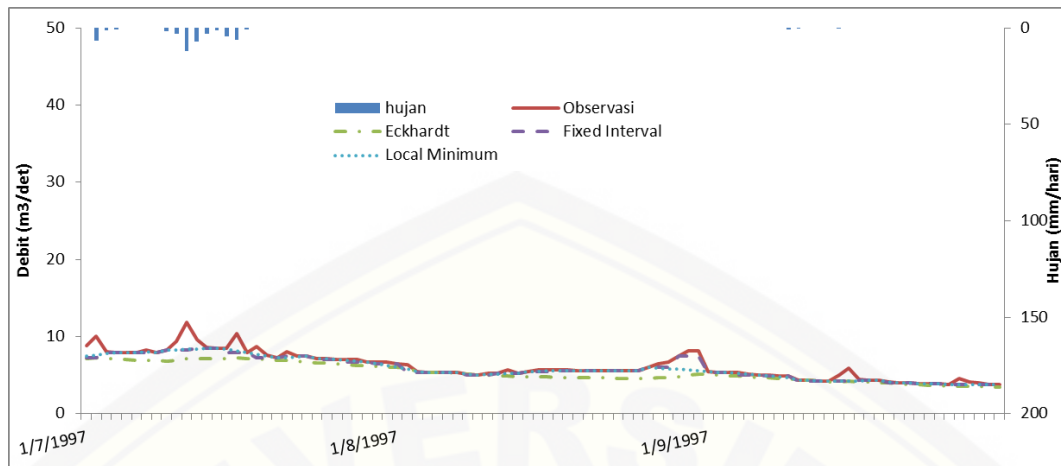
Gambar 5.62 Grafik hubungan antara debit observasi dengan debit metode Eckhardt DAS Karangdono



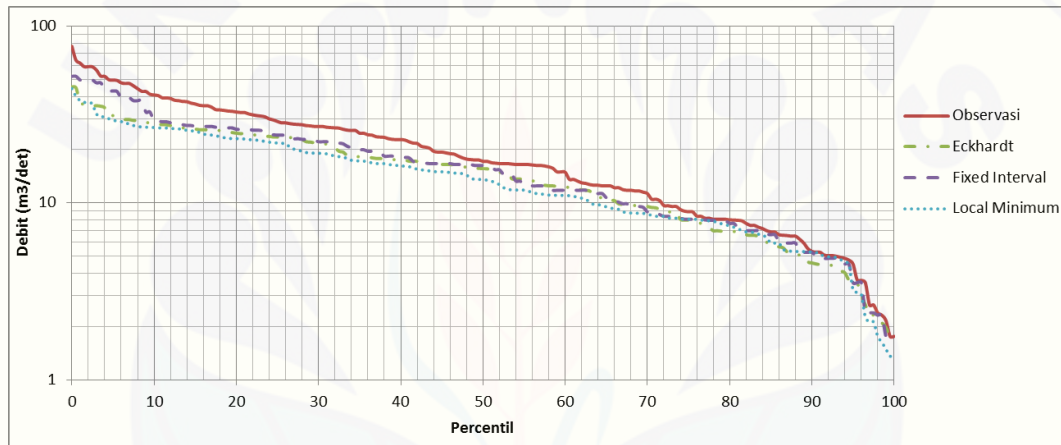
Gambar 5.63 Grafik hubungan antara debit observasi dengan debit *Fixed Interval Method* DAS Karangdono



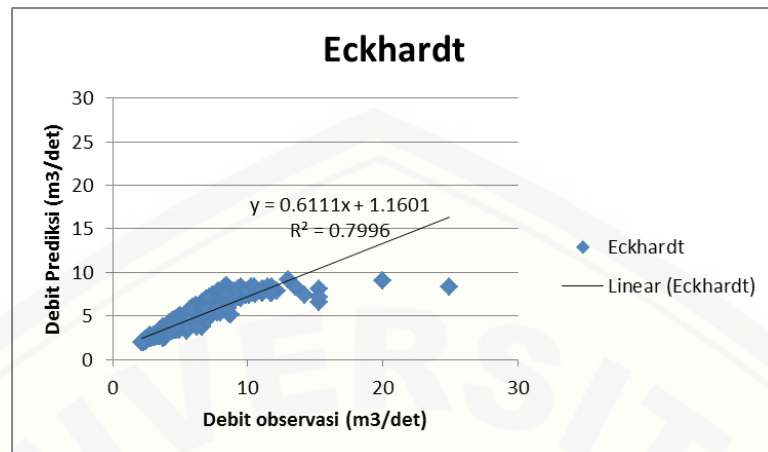
Gambar 5.64 Grafik hubungan antara debit observasi dengan debit *Local Minimum Method* DAS Karangdono



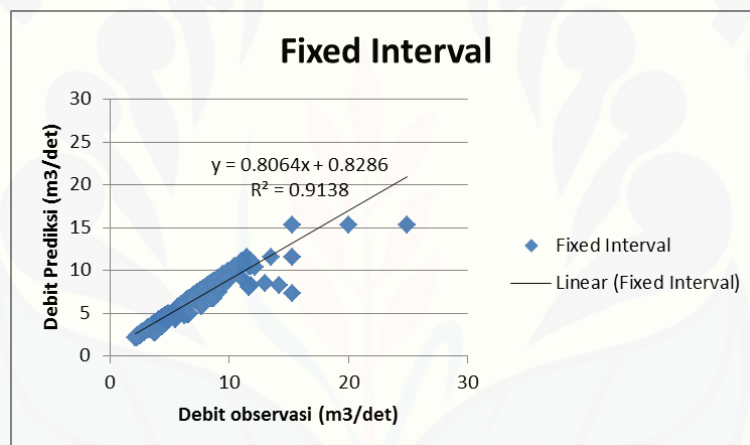
Gambar 5.65 Grafik aliran dasar DAS Karangdono bulan Juli-September pada tahun 1997



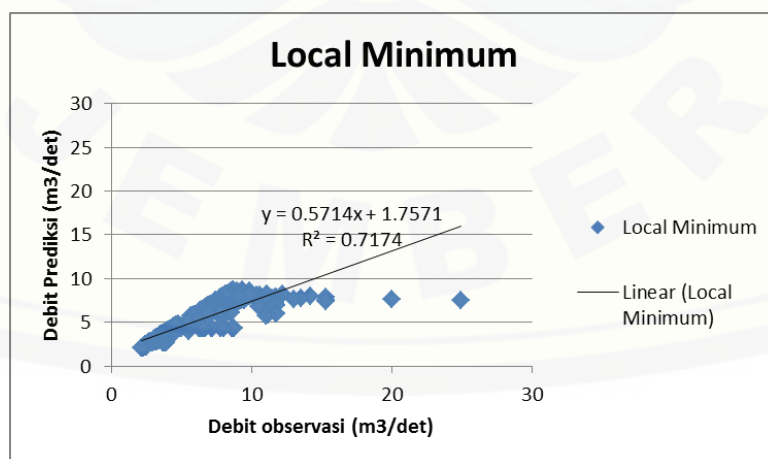
Gambar 5.66 Grafik aliran dasar DAS Karangdono bulan Juli-September pada tahun 1997-2001

E.7 Hasil periode bulan kering DAS Kloposawit

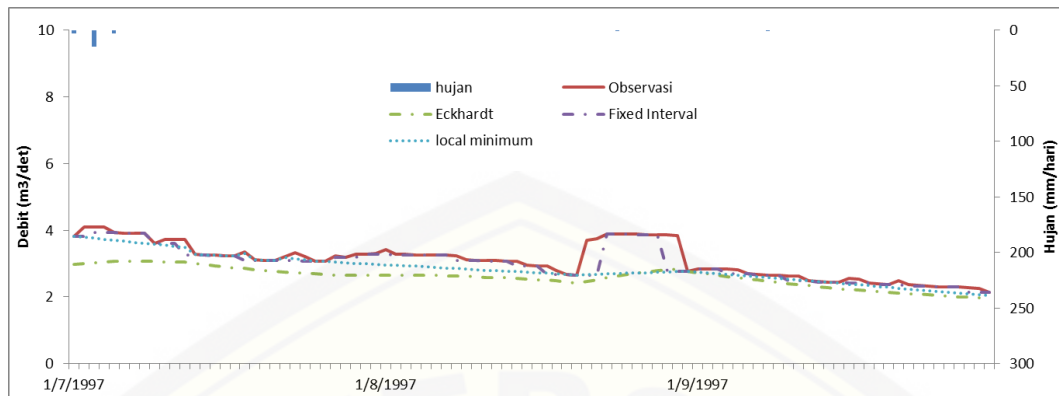
Gambar 5.67 Grafik hubungan antara debit observasi dengan debit metode Eckhardt DAS Kloposawit



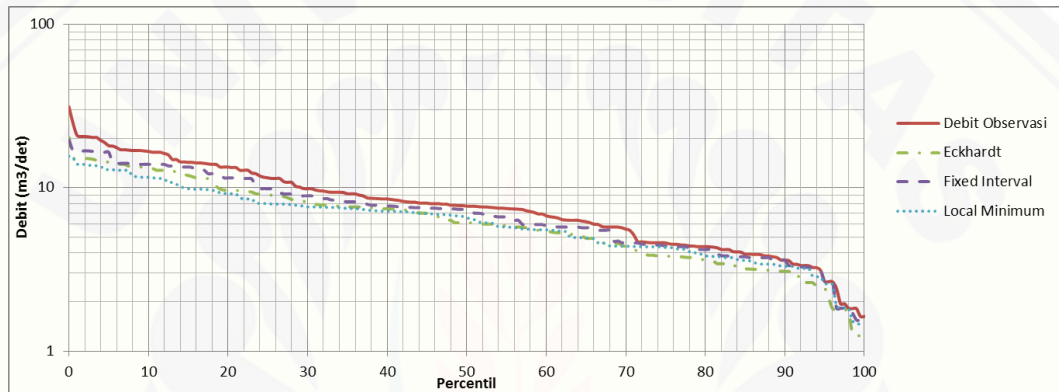
Gambar 5.68 Grafik hubungan antara debit observasi dengan debit *Fixed Interval Method* DAS Kloposawit



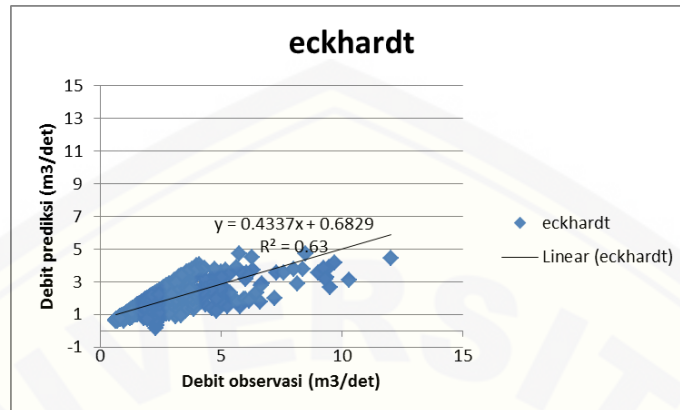
Gambar 5.69 Grafik hubungan antara debit observasi dengan debit *Local Minimum Method* DAS Kloposawit



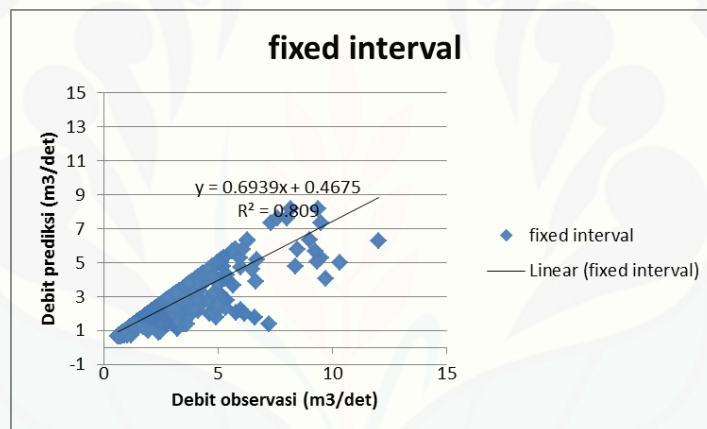
Gambar 5.70 Grafik aliran dasar DAS Klopasawit bulan Juli-September pada tahun 1997



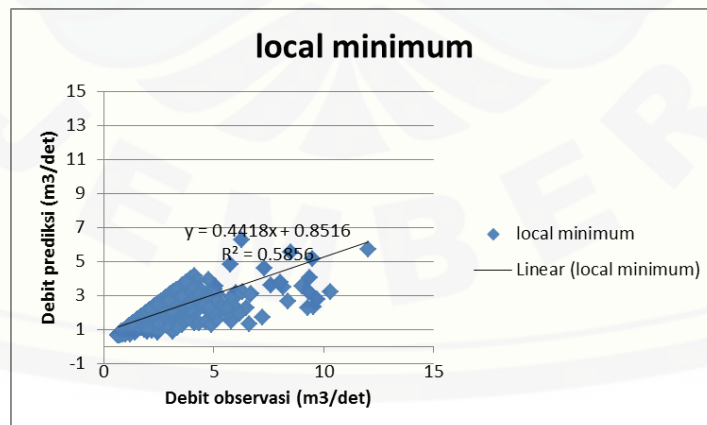
Gambar 5.71 Grafik aliran dasar DAS Klopasawit bulan Juli-September pada tahun 1997-2001

Lampiran F. Hasil periode panjang**F.1 Hasil periode panjang DAS Bajulmati**

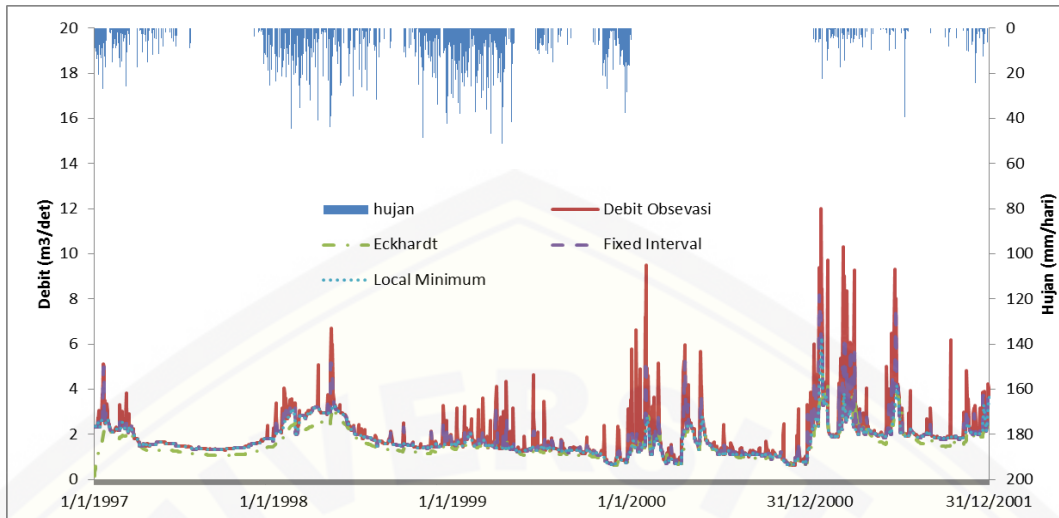
Gambar 5.72 Grafik hubungan antara debit observasi dengan debit metode Eckhardt DAS K.Stail-Keradenan



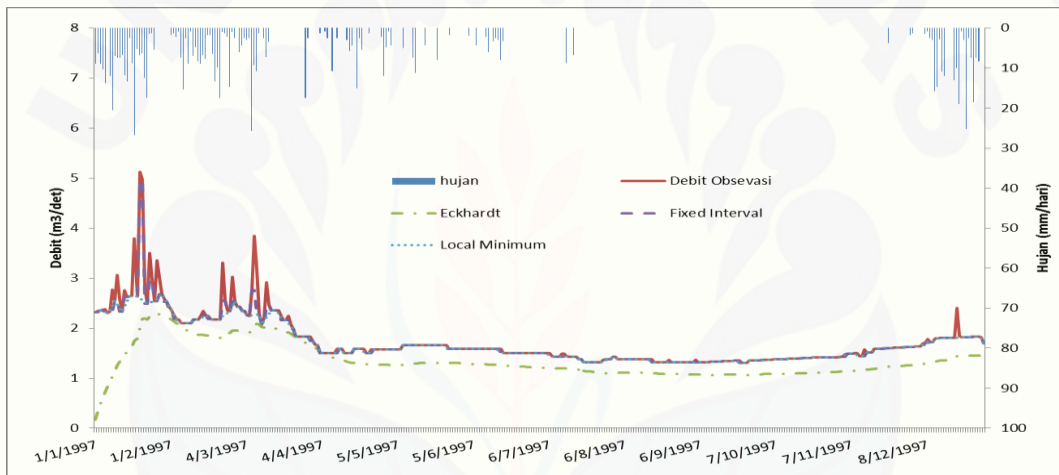
Gambar 5.73 Grafik hubungan antara debit observasi dengan debit *Fixed Interval Method* DAS K.Stail-Keradenan



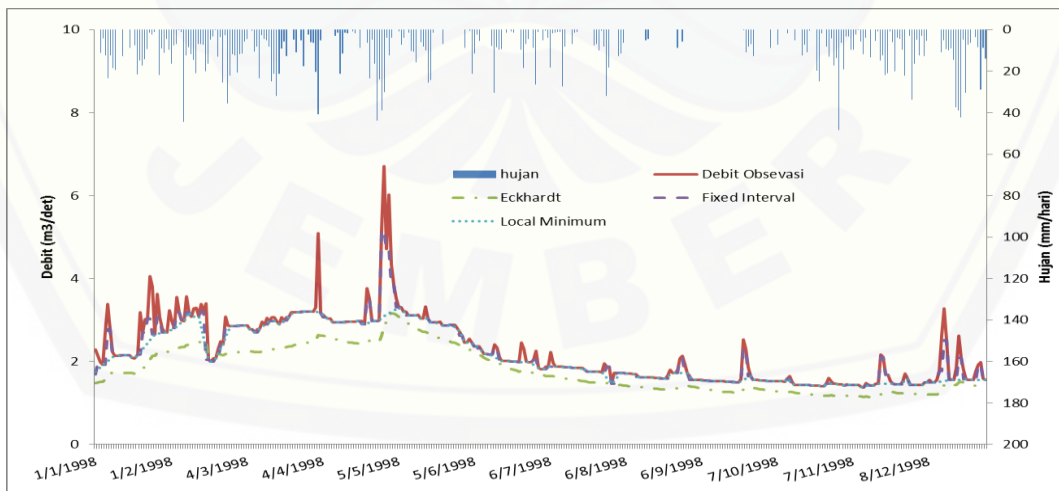
Gambar 5.74 Grafik hubungan antara debit observasi dengan *debit Local Minimum Method* DAS K.Stail-Keradenan



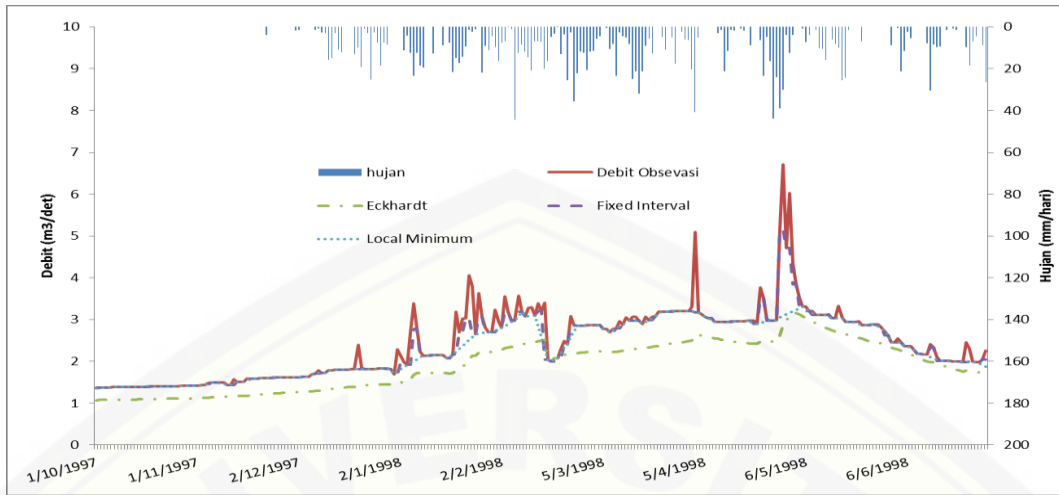
Gambar 5.75 Grafik aliran dasar DAS K.Stail-Keradenan tahun 1997-2001



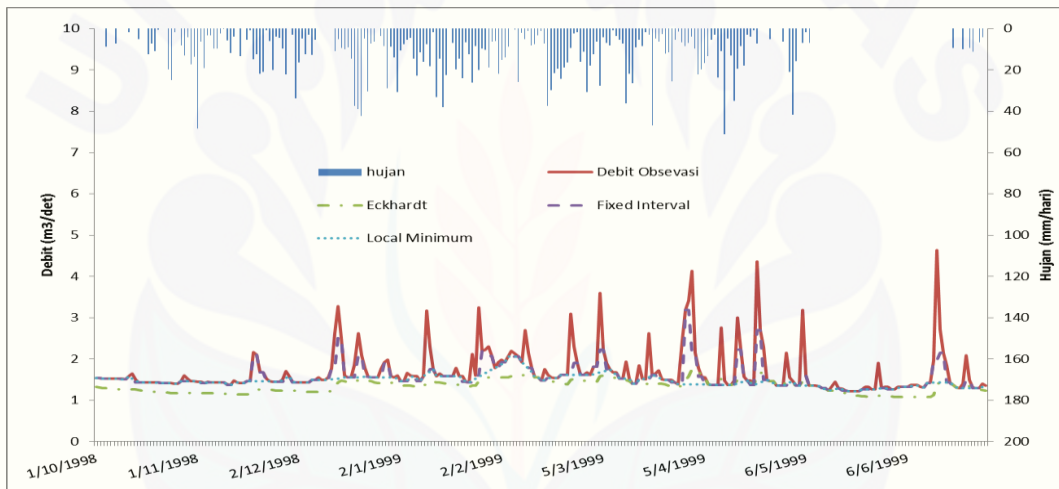
Gambar 5.76 Grafik aliran dasar DAS K.Stail-Keradenan periode tahun 1997



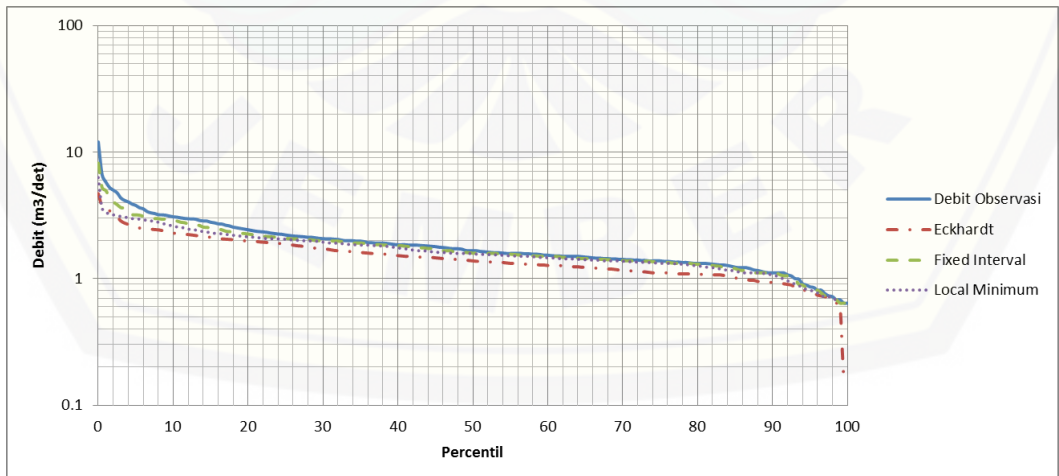
Gambar 5.77 Grafik aliran dasar DAS K.Stail-Keradenan periode tahun 1998



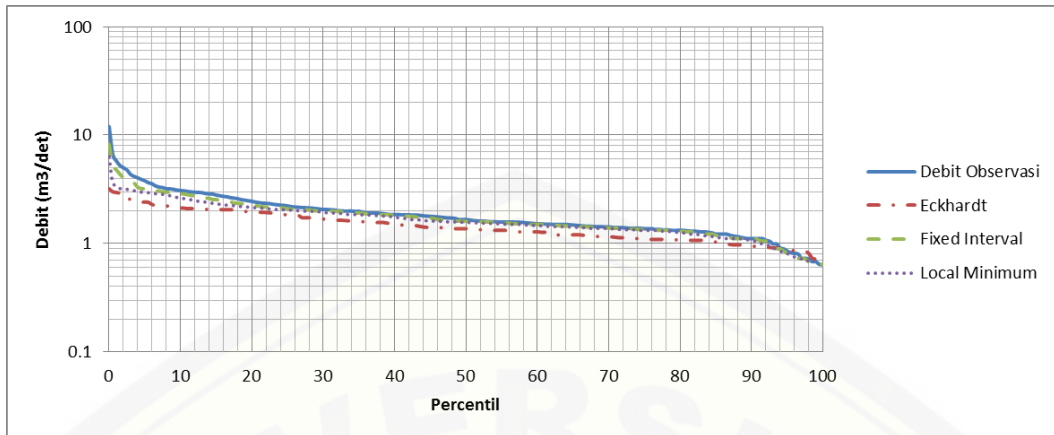
Gambar 5.78 Grafik aliran dasar DAS Keradenan periode hujan 1 Oktober 1997-30 Juni 1998



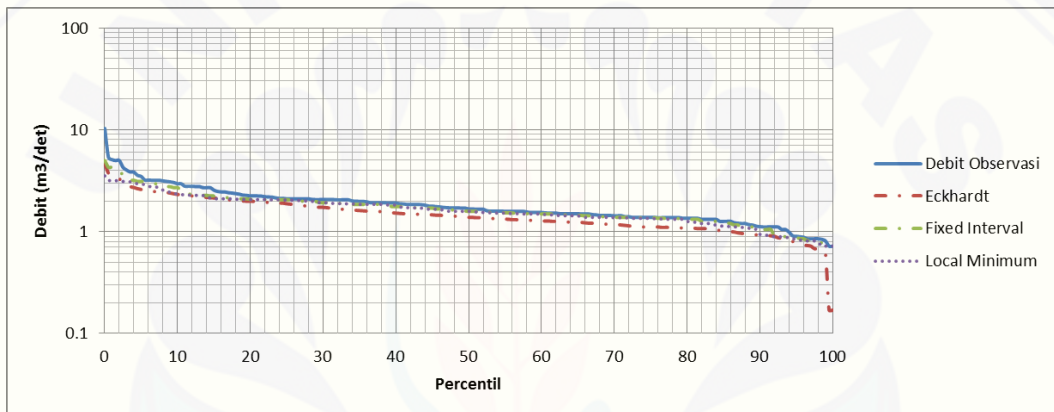
Gambar 5.79 Grafik aliran dasar DAS Keradenan periode 1 Oktober 1998-30 Juni 1999



Gambar 5.80 Grafik FDC tahunan (*longterm*) DAS K.Stail-Keradenan pada tahun 1997-2001

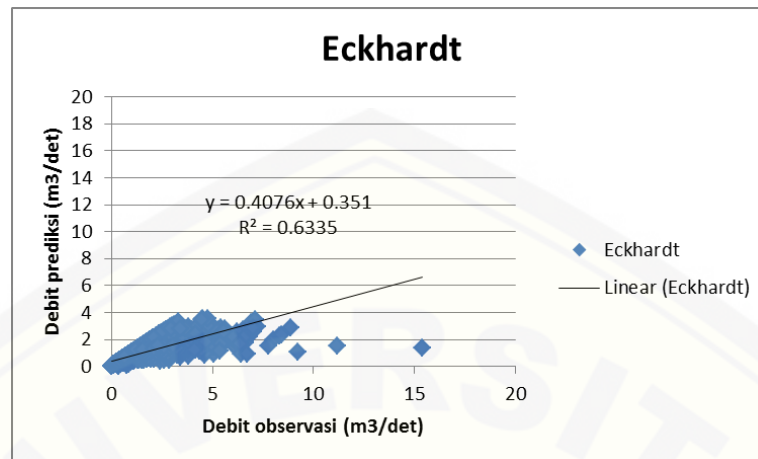


Gambar 5.81 Grafik FDC musim penghujan DAS K.Stail- Keradenan pada tahun 1997-2001

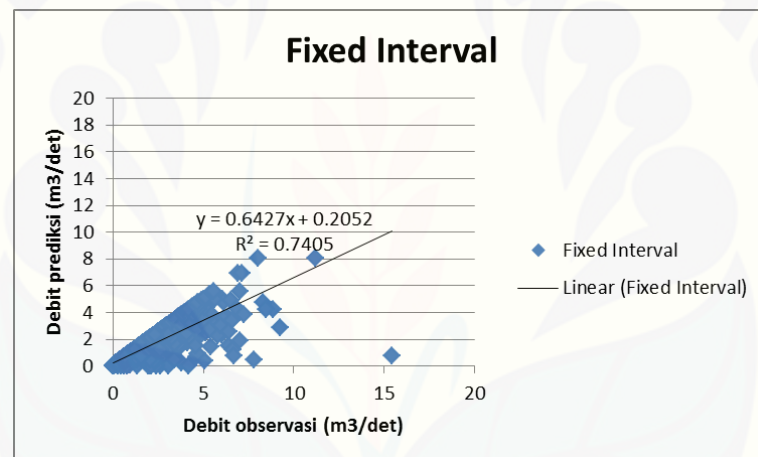


Gambar 5.82 Grafik FDC musim kemarau DAS K.Stail-Keradenan pada tahun 1997-2001

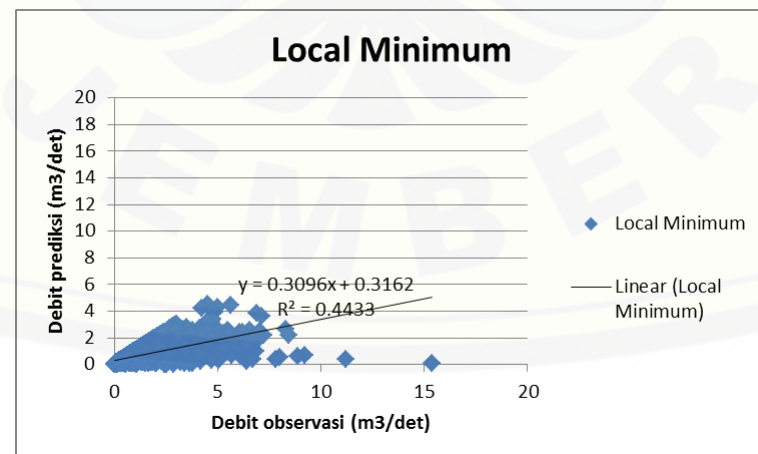
F.2 Hasil periode panjang DAS Bomo Atas



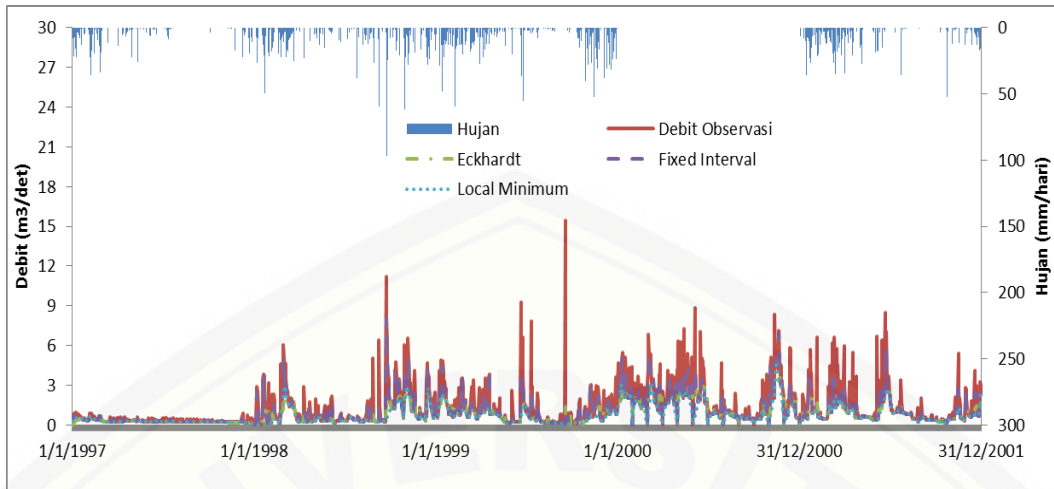
Gambar 5.83 Grafik hubungan antara debit observasi dan debit metode Eckhardt DAS Bomo Atas



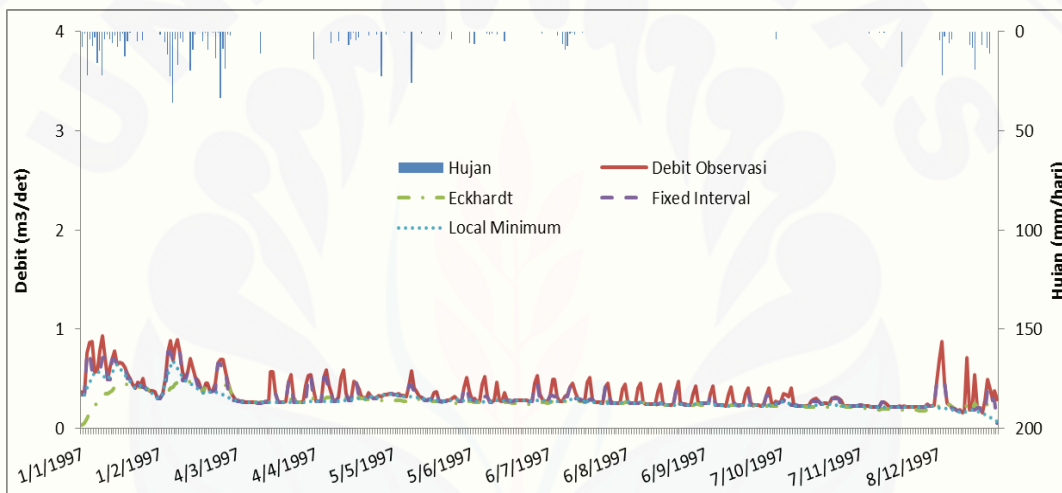
Gambar 5.84 Grafik hubungan antara debit observasi dan debit *Fixed Interval Method* DAS Bomo Atas



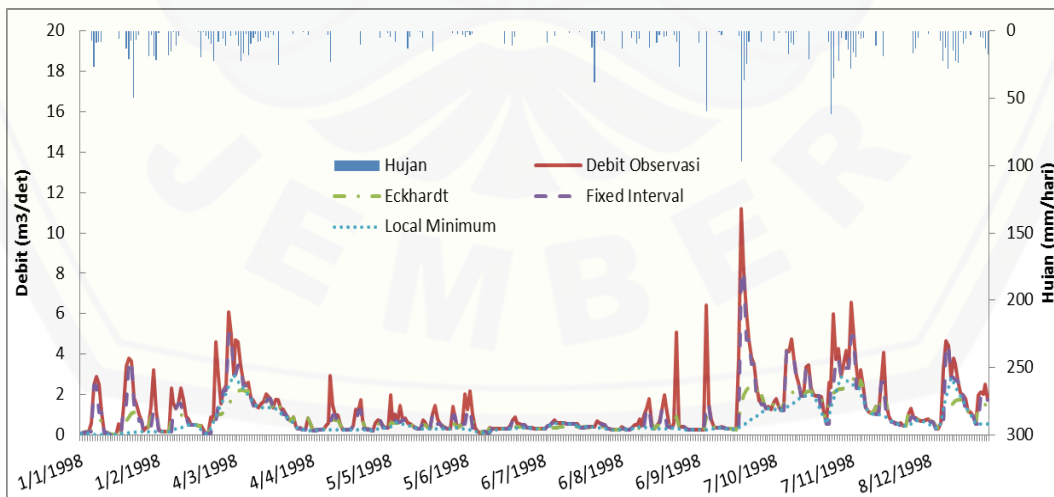
Gambar 5.85 Grafik hubungan antara debit observasi dan debit *Local Minimuml Method* DAS Bomo Atas



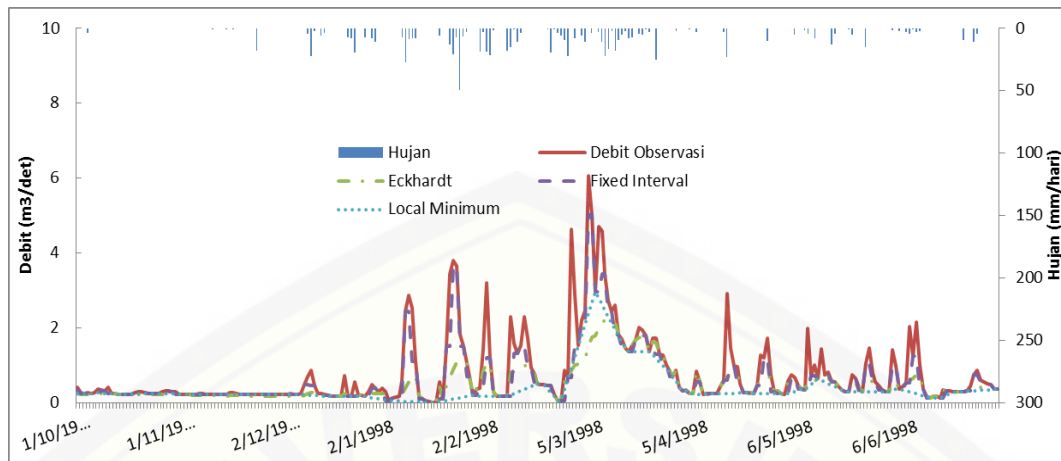
Gambar 5.86 Grafik aliran dasar DAS Bomo Atas tahun 1997-2001



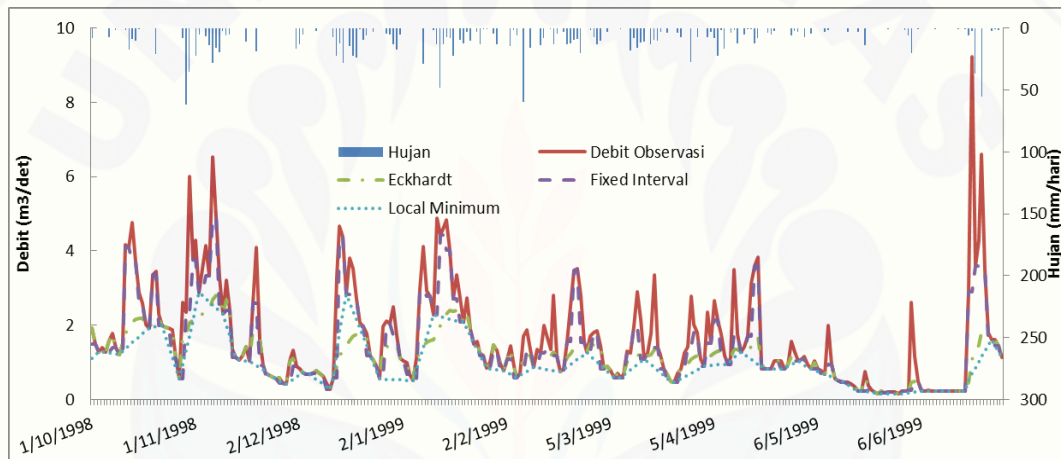
Gambar 5.87 Grafik aliran dasar DAS Bomo Atas periode tahun 1997



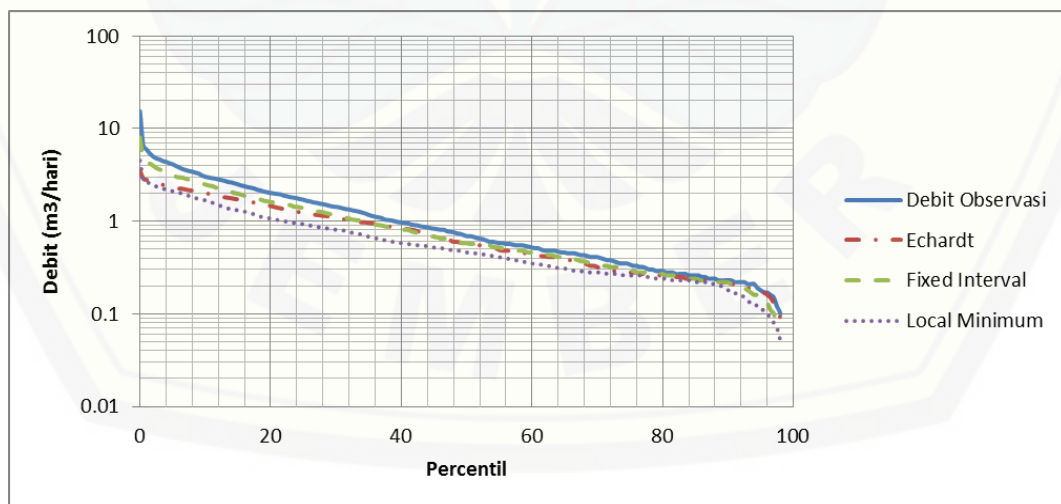
Gambar 5.88 Grafik aliran dasar DAS Bomo Atas periode tahun 1998



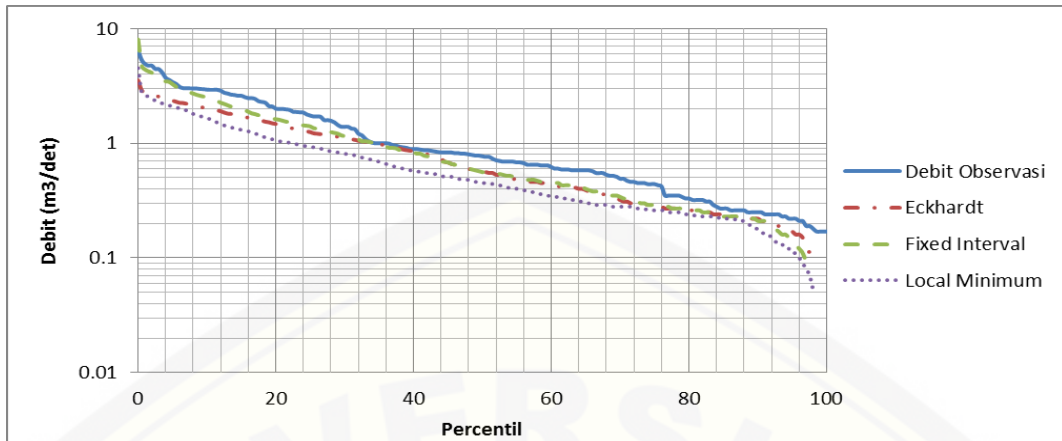
Gambar 5.89 Grafik aliran dasar DAS Bomo Atas periode hujan 1 Oktober 1997-30 Juni 1998



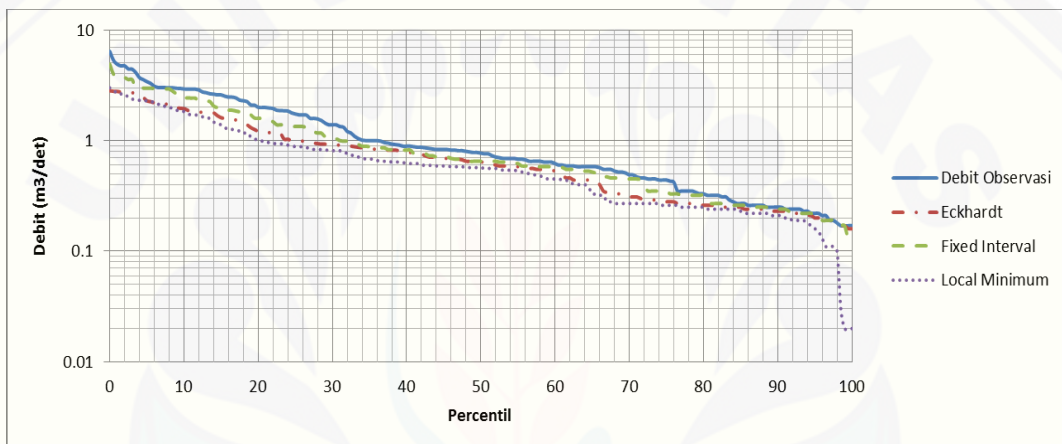
Gambar 5.90 Grafik aliran dasar DAS Bomo Atas periode 1 Oktober 1998-30 Juni 1999



Gambar 5.91 Grafik FDC tahunan (*longterm*) DAS Bomo Atas pada tahun 1997-2001

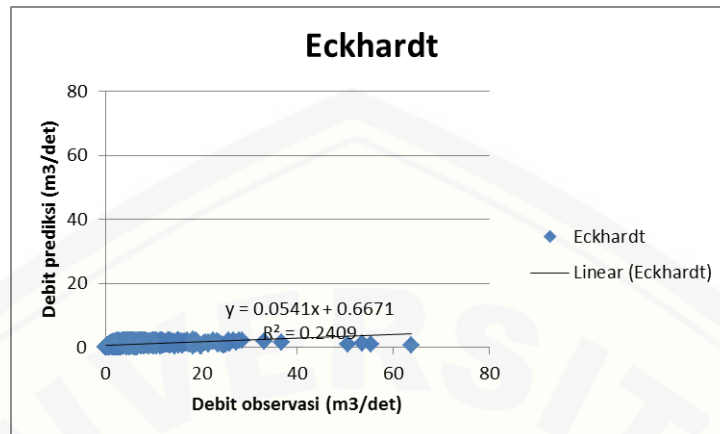


Gambar 5.92 Grafik FDC musim penghujan DAS Bomo Atas pada tahun 1997-2001

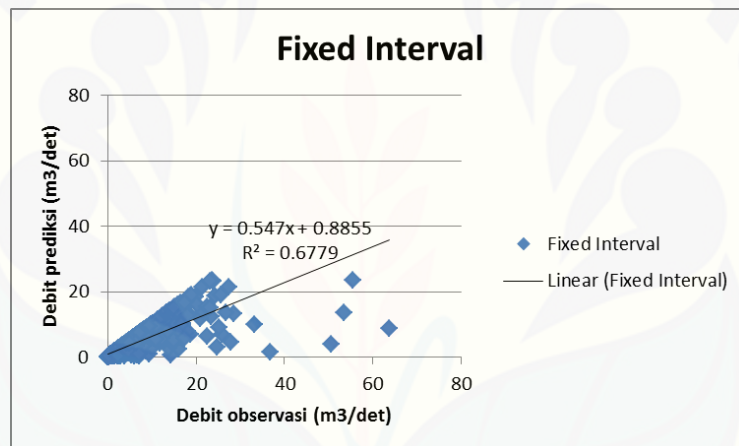


Gambar 5.93 Grafik FDC musim kemarau DAS Bomo Atas pada tahun 1997-2001

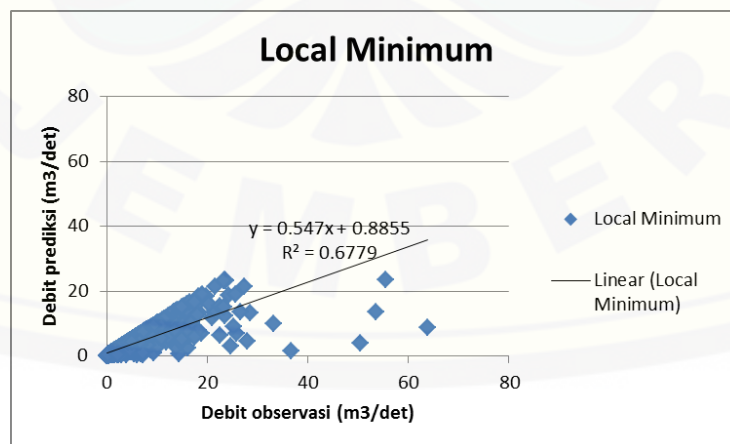
F.3 Hasil periode panjang DAS Bomo Bawah



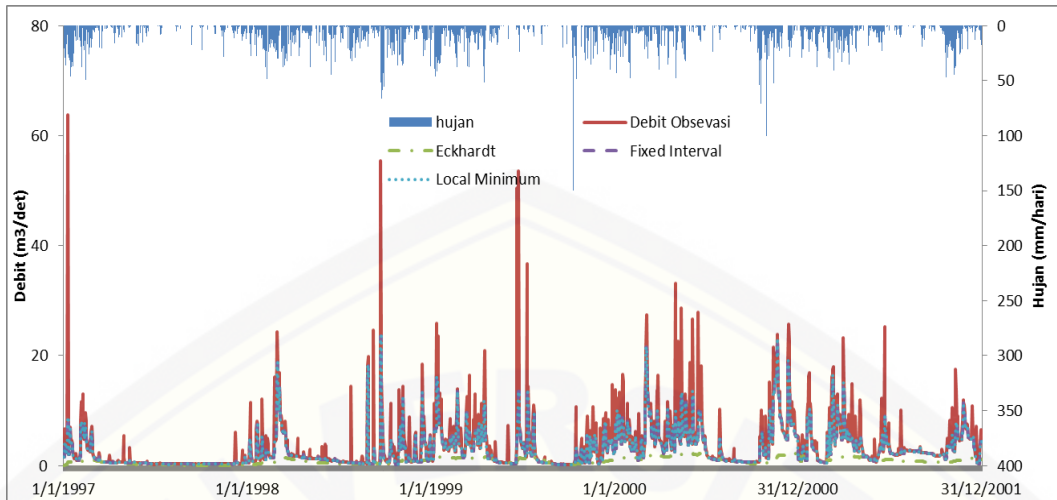
Gambar 5.94 Grafik hubungan antara debit observasi dan debit metode Eckhardt DAS Bomo Bawah



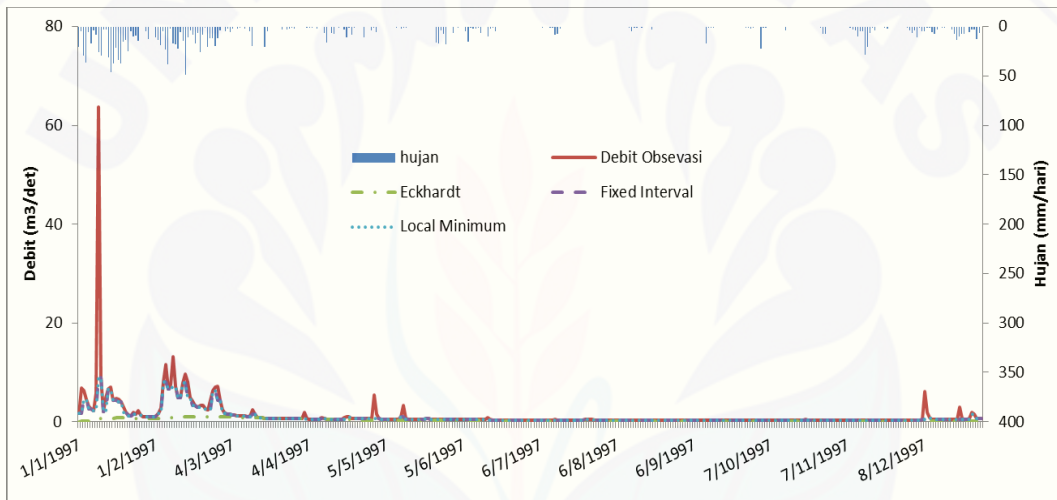
Gambar 5.95 Grafik hubungan antara debit observasi dan debit *Fixed Interval Method* DAS Bomo Bawah



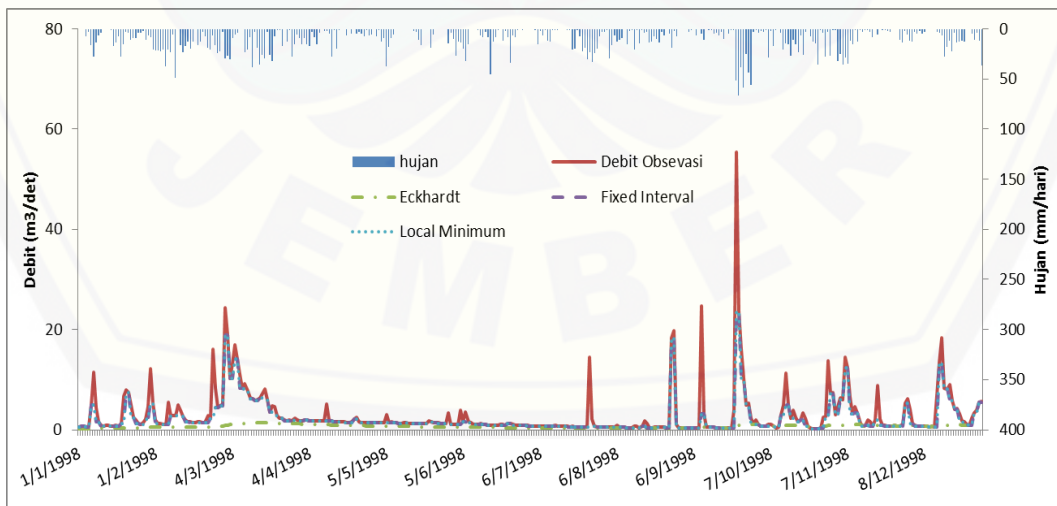
Gambar 5.96 Grafik hubungan antara debit observasi dan debit *Local Minimuml Method* DAS Bomo Bawah



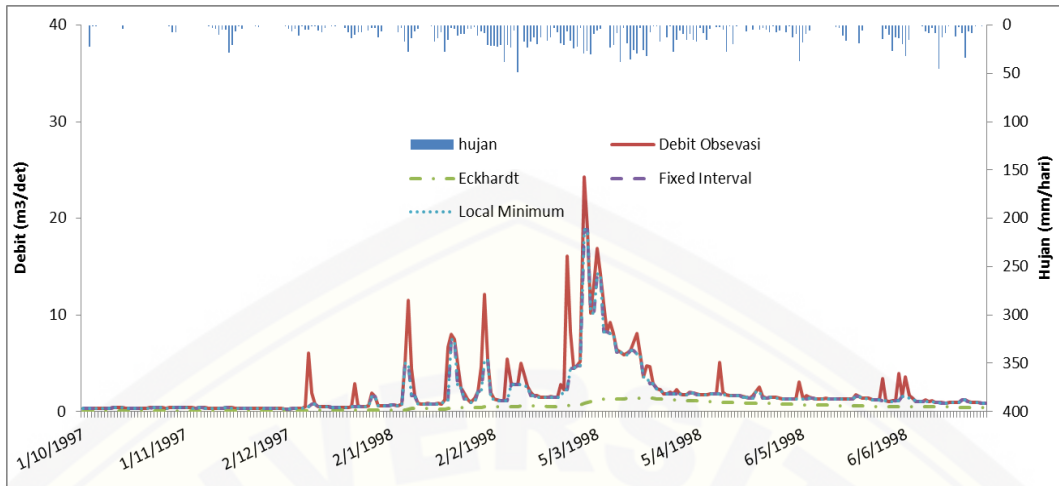
Gambar 5.97 Grafik aliran dasar DAS Bomo Bawah tahun 1997-2001



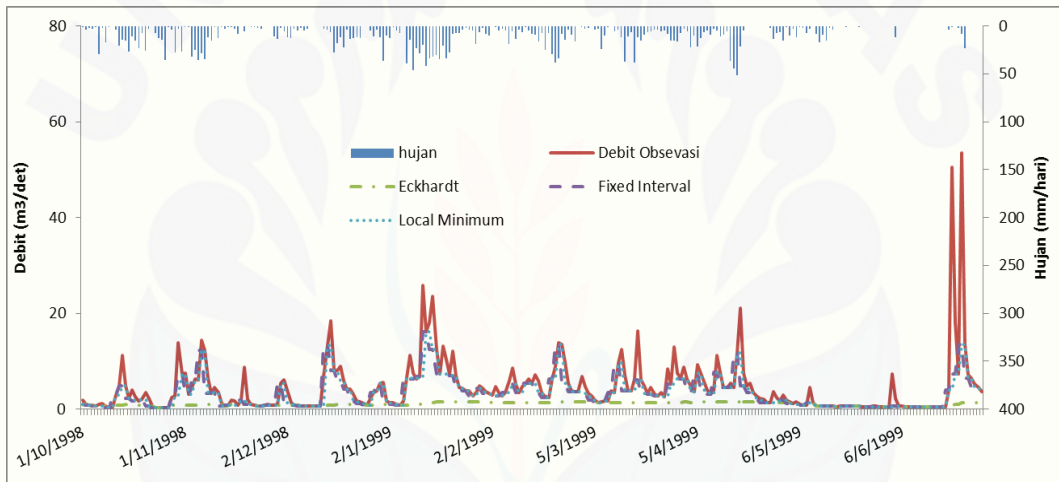
Gambar 5.98 Grafik aliran dasar DAS Bomo Bawah periode tahun 1997



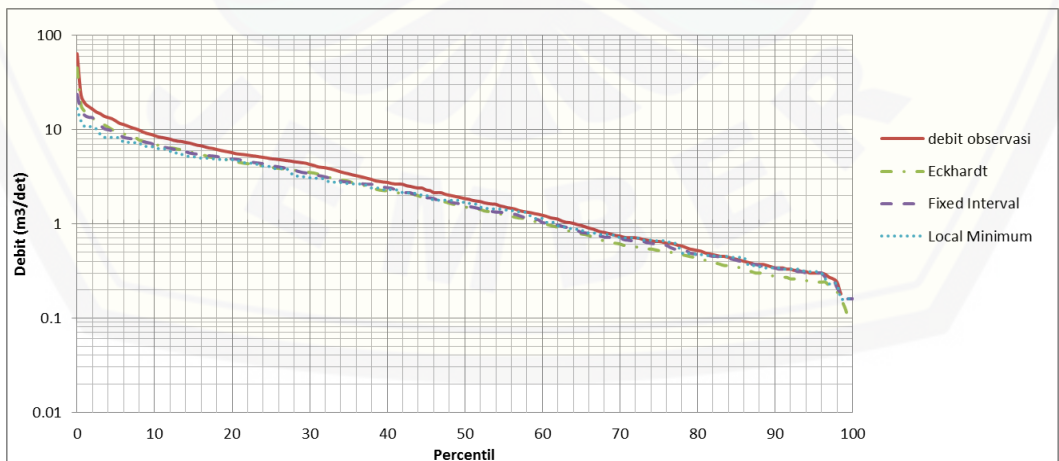
Gambar 5.99 Grafik aliran dasar DAS Bomo Bawah periode tahun 1998



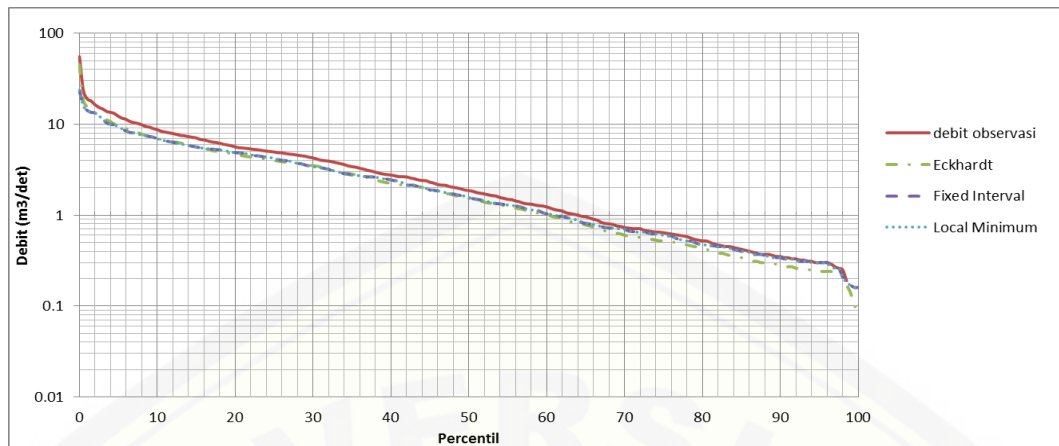
Gambar 5.100 Grafik aliran dasar DAS Bomo Bawah periode hujan 1 Oktober 1997-30 Juni 1998



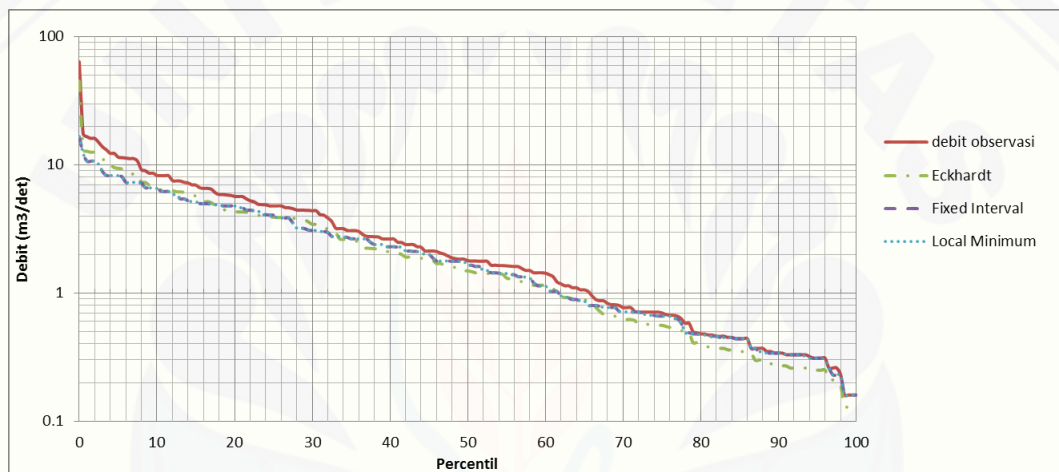
Gambar 5.101 Grafik aliran dasar DAS Bomo Atas periode 1 Oktober 1998-30 Juni 1999



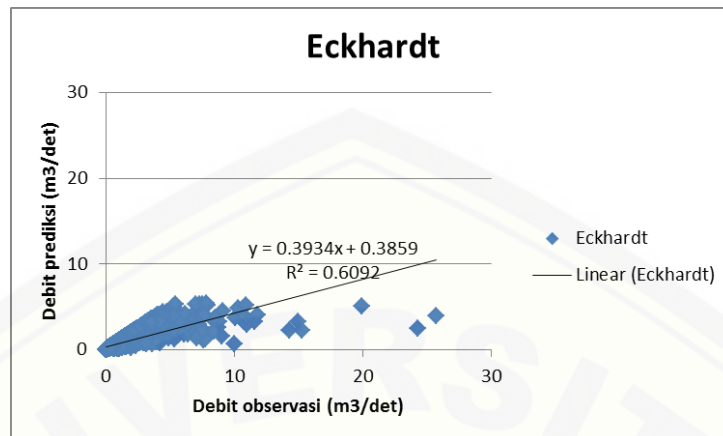
Gambar 5.102 Grafik FDC tahunan (*longterm*) DAS Bomo bawah pada tahun 1997-2001



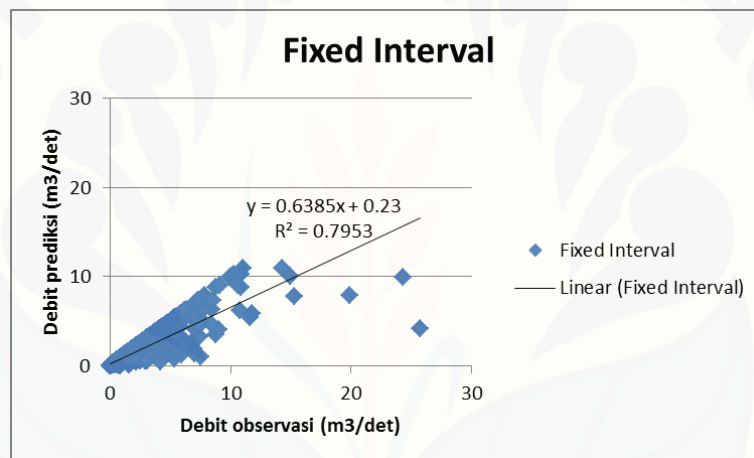
Gambar 5.103 Grafik FDC musim penghujan DAS Bomo Bawah pada tahun 1997-2001



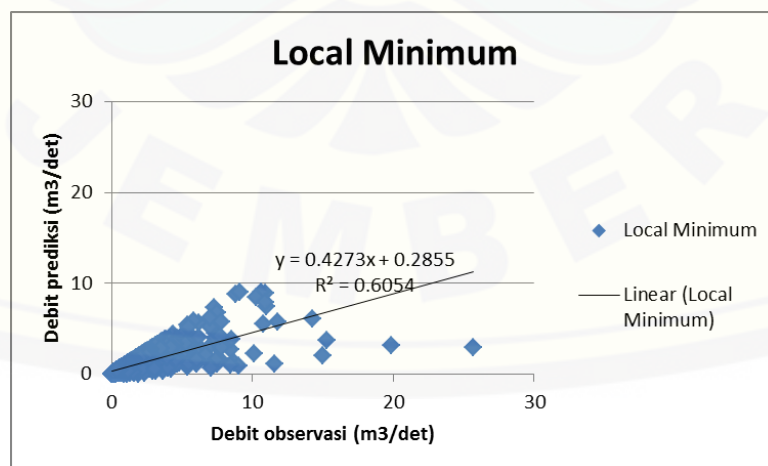
Gambar 5.104 Grafik FDC musim kemarau DAS Bomo Bawah pada tahun 1997-2001

F.4 Hasil periode panjang DAS Demung-Delulawang

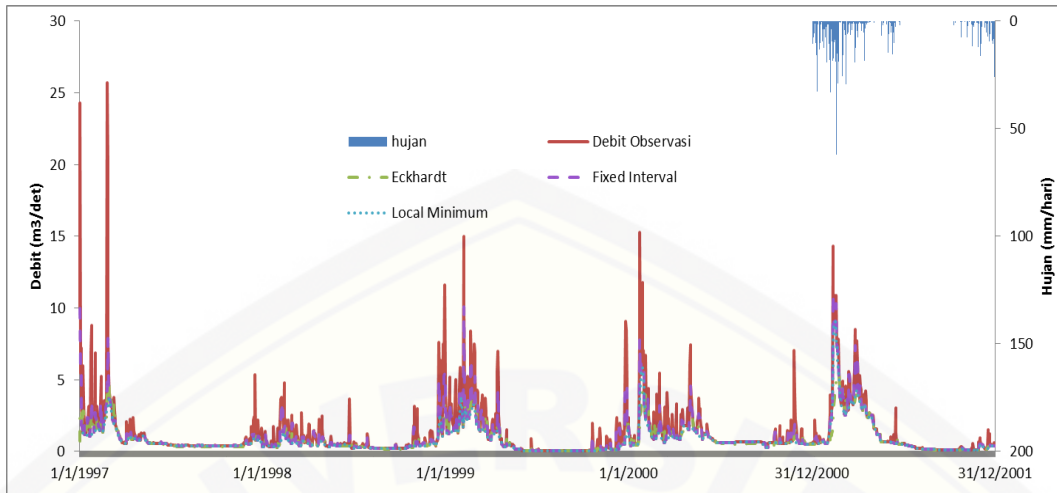
Gambar 5.105 Grafik hubungan antara debit observasi dan debit metode Eckhardt DAS Demung-Delulawang



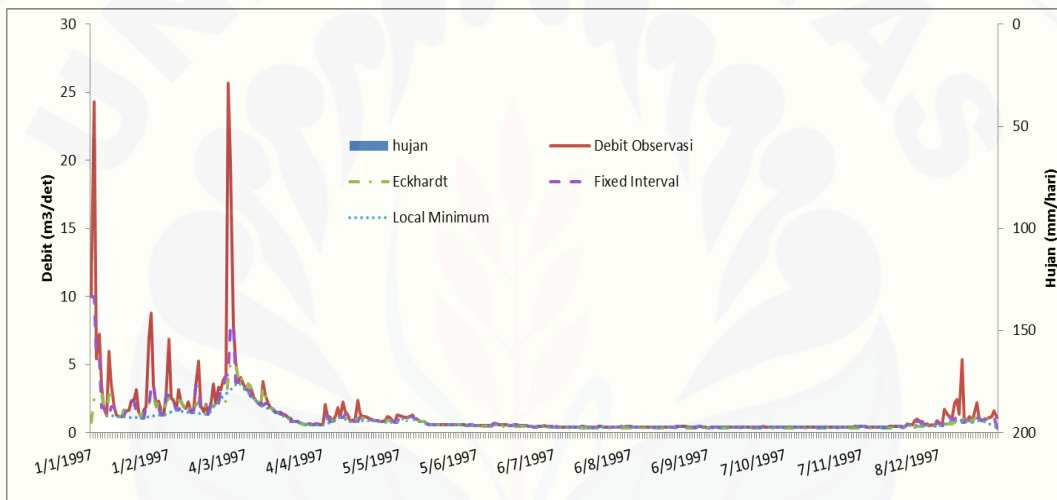
Gambar 5.106 Grafik hubungan antara debit observasi dan debit *Fixed Interval Method* DAS Demung-Delulawang



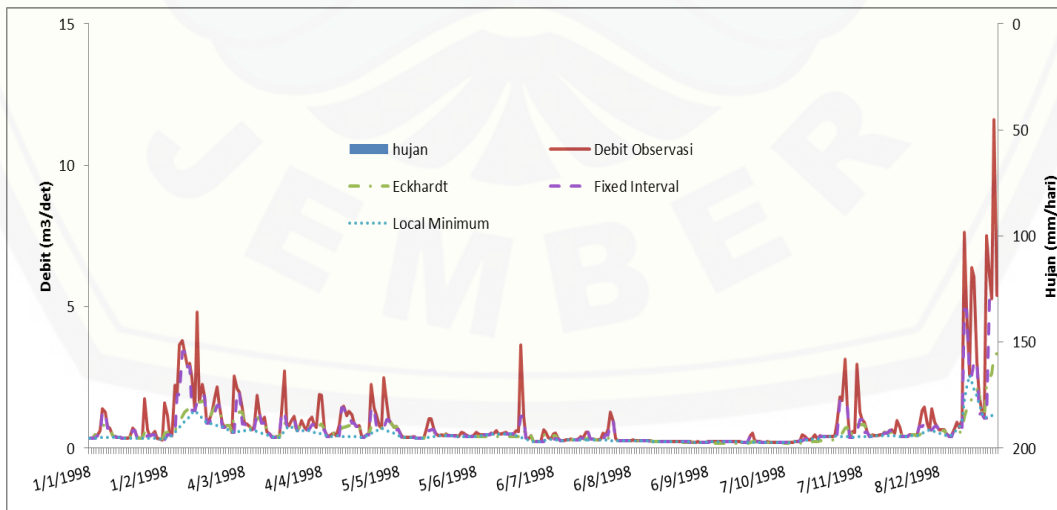
Gambar 5.107 Grafik hubungan antara debit observasi dan debit *Local Minimum Method* DAS Demung-Delulawang



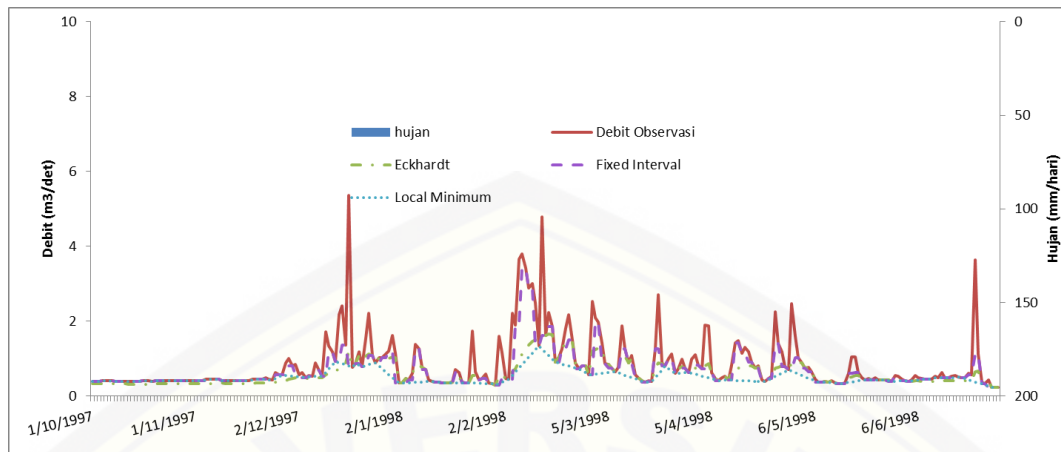
Gambar 5.108 Grafik aliran dasar DAS Demung-Delulawang tahun 1997-2001



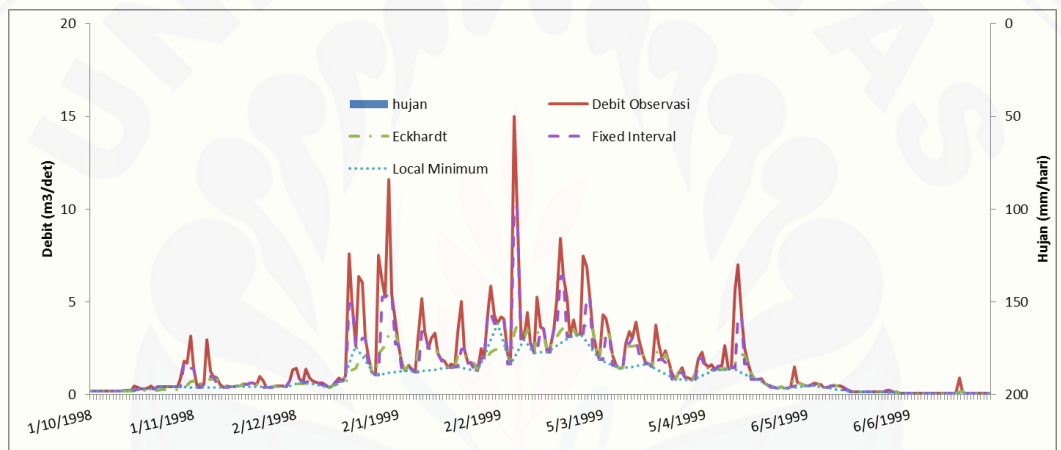
Gambar 5.109 Grafik aliran dasar DAS Demung-Delulawang periode tahun 1997



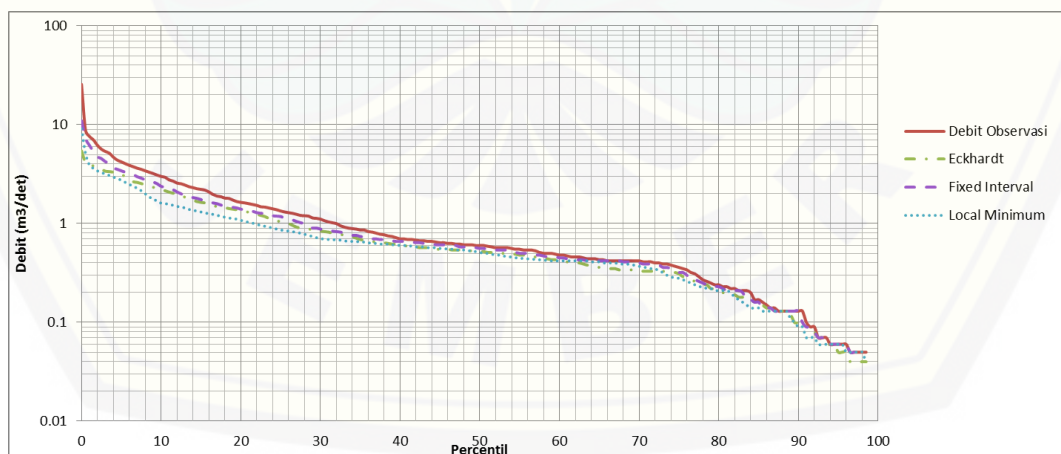
Gambar 5.110 Grafik aliran dasar DAS Demung-Delulawang periode tahun 1998



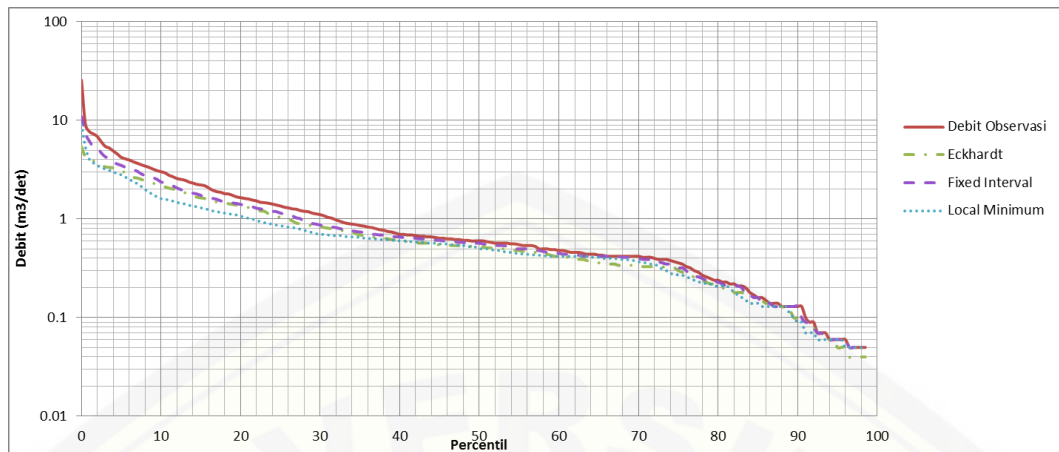
Gambar 5.111 Grafik aliran dasar DAS Demung-Delulawang periode hujan 1 Oktober 1997-30 Juni 1998



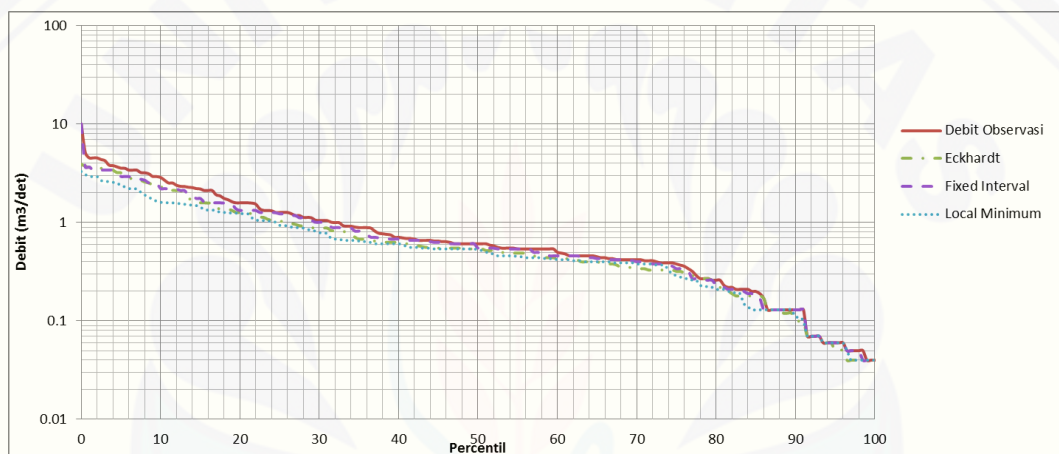
Gambar 5.112 Grafik aliran dasar DAS Demung-Delulawang periode 1 Oktober 1998-30 Juni 1999



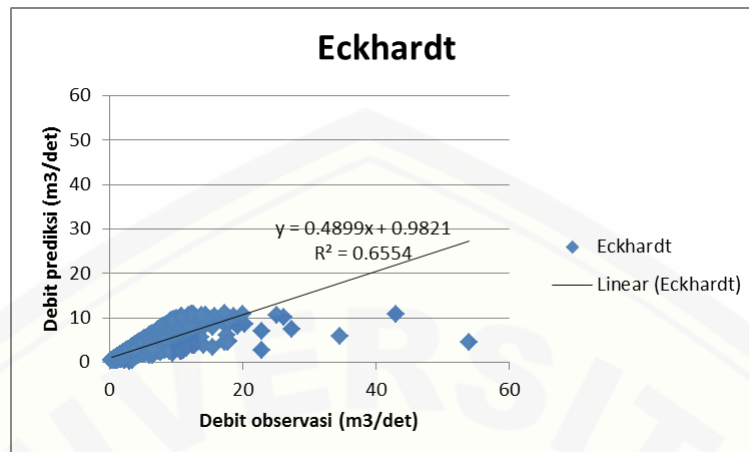
Gambar 5.113 Grafik FDC tahunan (*longterm*) DAS Demung-Delulawang pada tahun 1997-2001



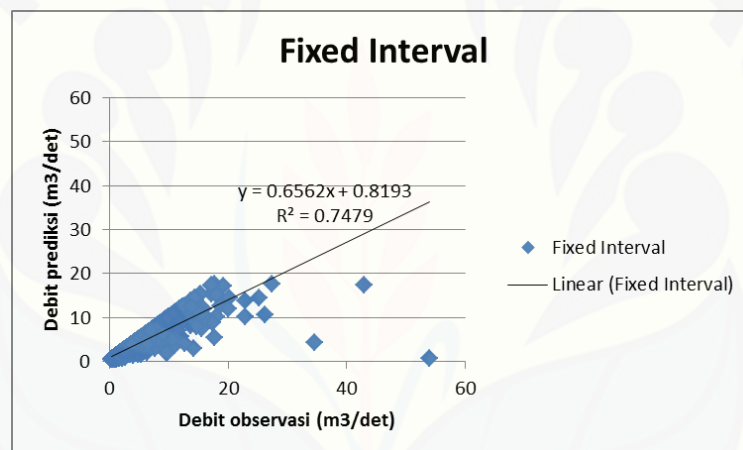
Gambar 5.114 Grafik FDC musim penghujan DAS Bomo Bawah pada tahun 1997-2001



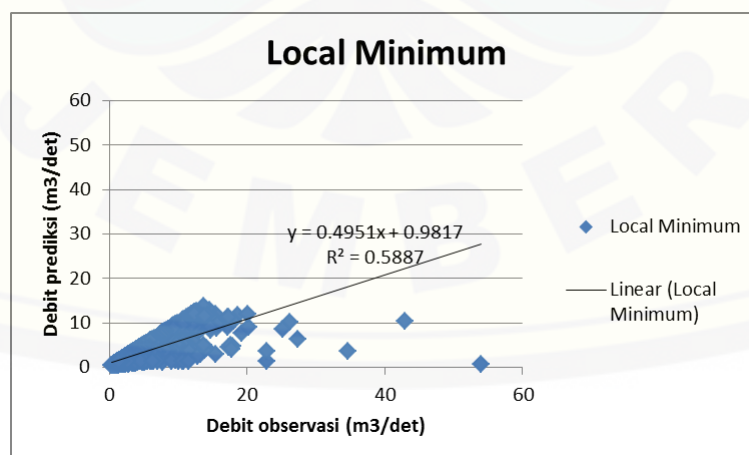
Gambar 5.115 Grafik FDC musim kemarau DAS Demung-Delulawang pada tahun 1997-2001

F.5 Hasil periode panjang DAS Tambong-Pakistaji

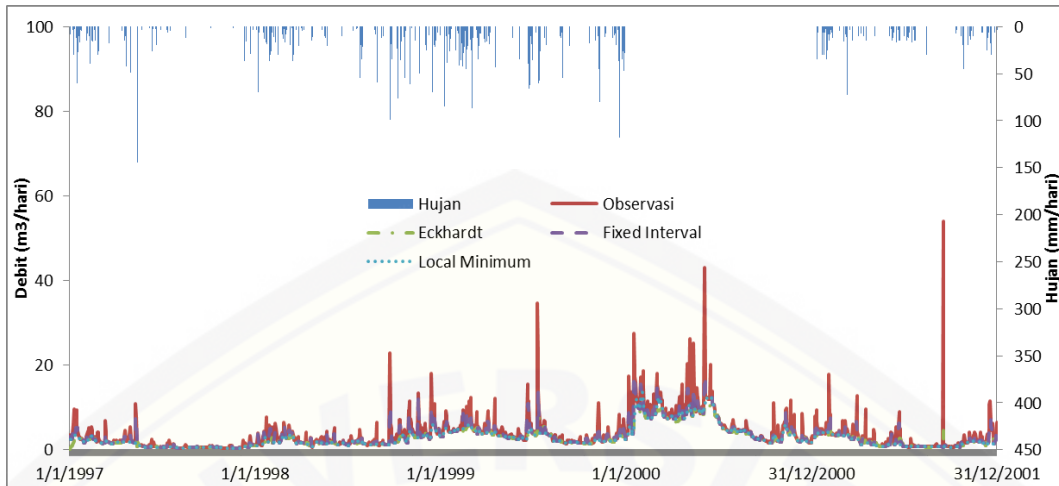
Gambar 5.116 Grafik hubungan antara debit observasi dan debit metode Eckhardt DAS Tambong-Pakistaji



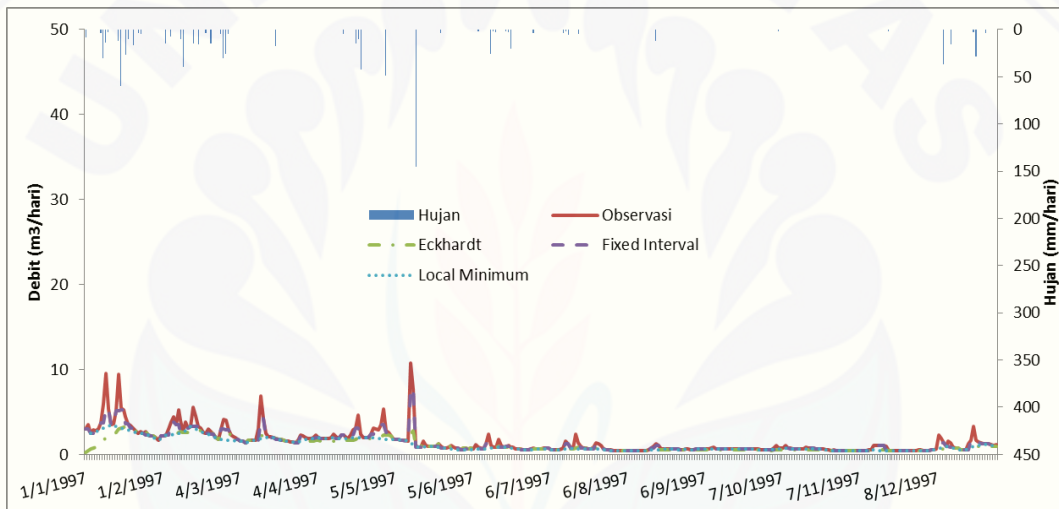
Gambar 5.117 Grafik hubungan antara debit observasi dan debit *Fixed Interval Method* DAS Tambong-Pakistaji



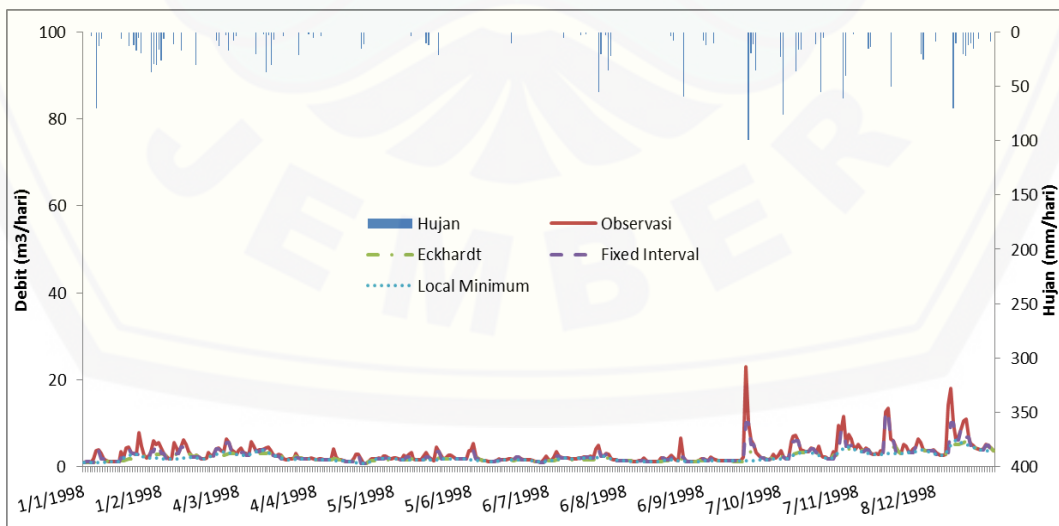
Gambar 5.118 Grafik hubungan antara debit observasi dan debit *Local Minimum Method* DAS Tambong-Pakistaji



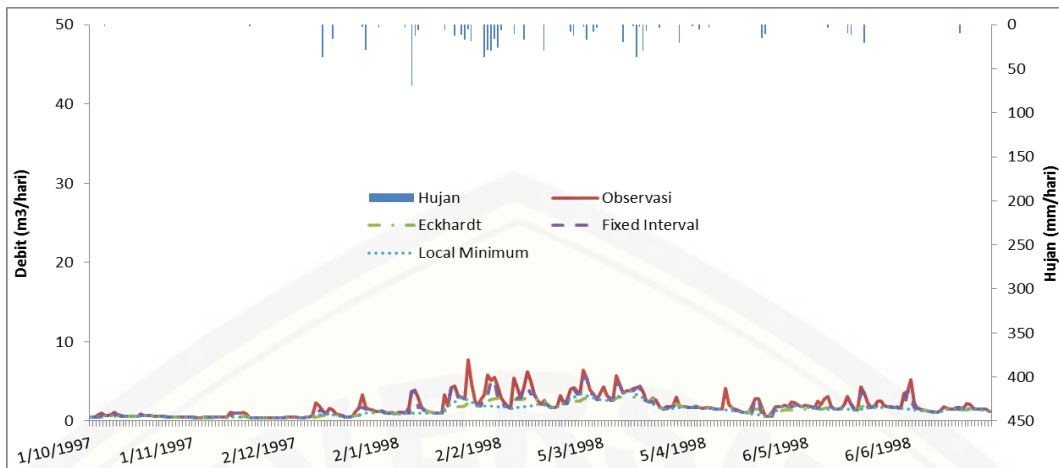
Gambar 5.119 Grafik aliran dasar DAS Tambong-Pakistaji tahun 1997-2001



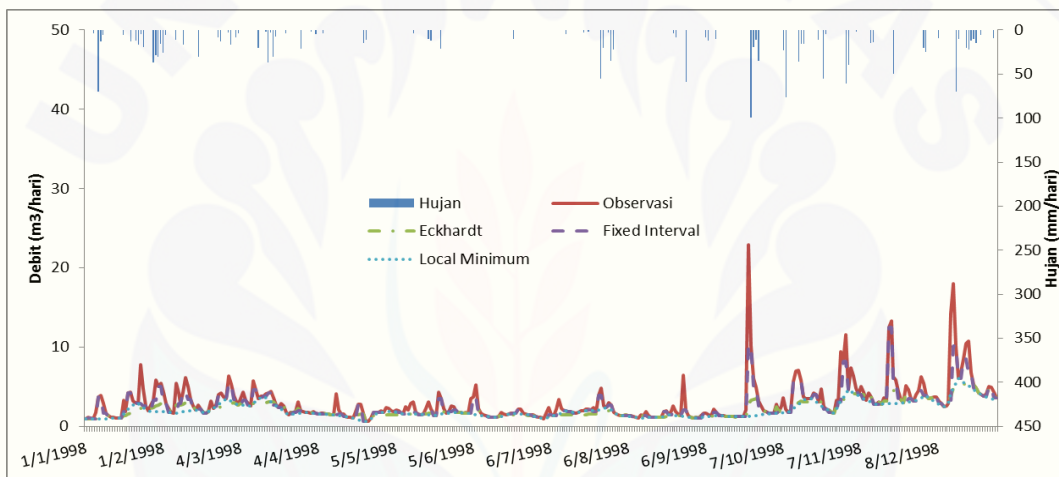
Gambar 5.120 Grafik aliran dasar DAS Tambong-Pakistaji periode tahun 1997



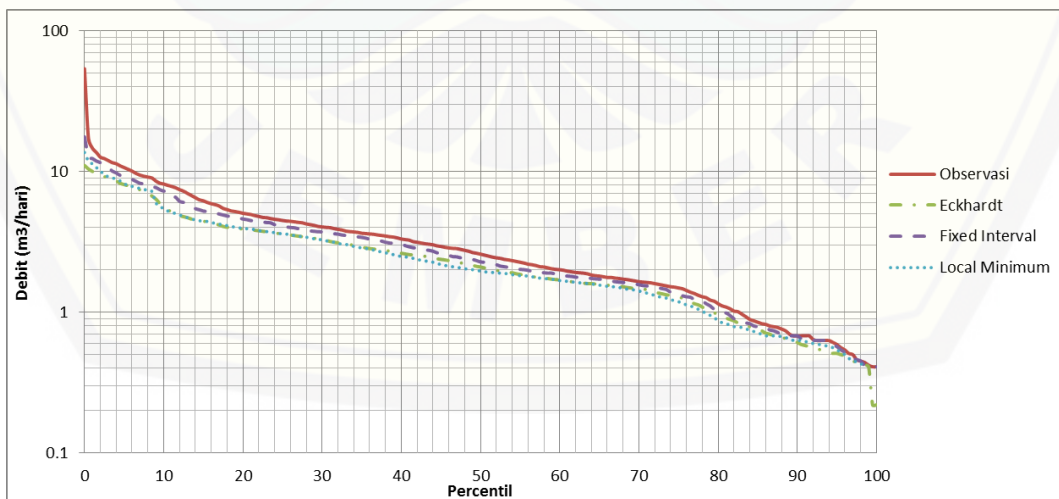
Gambar 5.121 Grafik aliran dasar DAS Tambong-Pakistaji periode tahun 1998



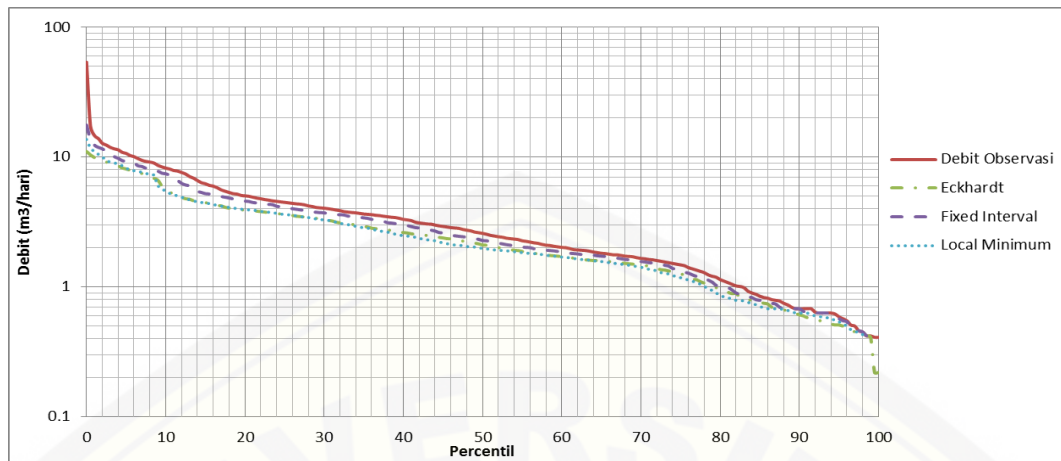
Gambar 5.122 Grafik aliran dasar DAS Tambong-Pakistaji periode hujan 1 Oktober 1997-30 Juni 1998



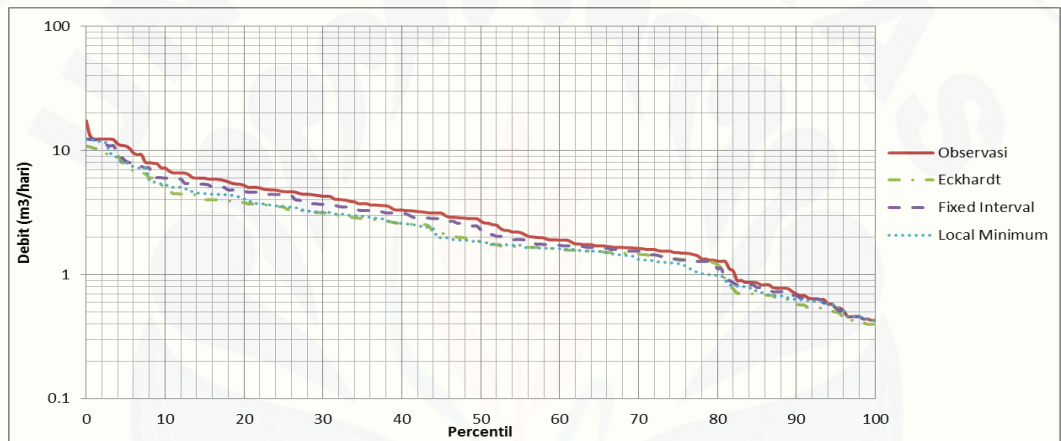
Gambar 5.123 Grafik aliran dasar DAS Tambong-Pakistaji periode 1 Oktober 1998-30 Juni 1999



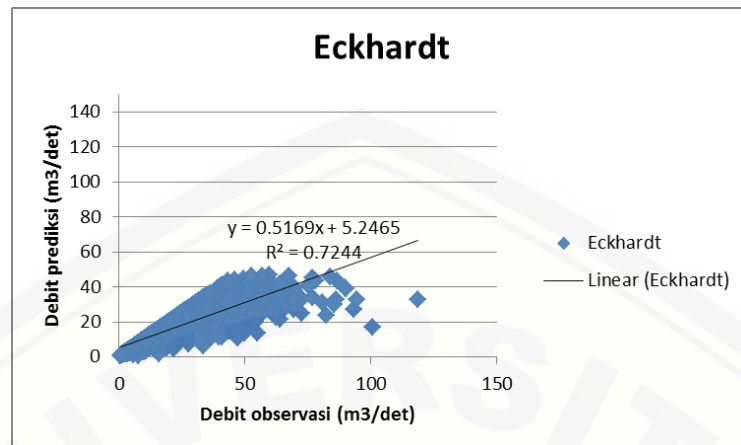
Gambar 5.124 Grafik FDC tahunan (*longterm*) DAS Tambong-Pakistaji pada tahun 1997-2001



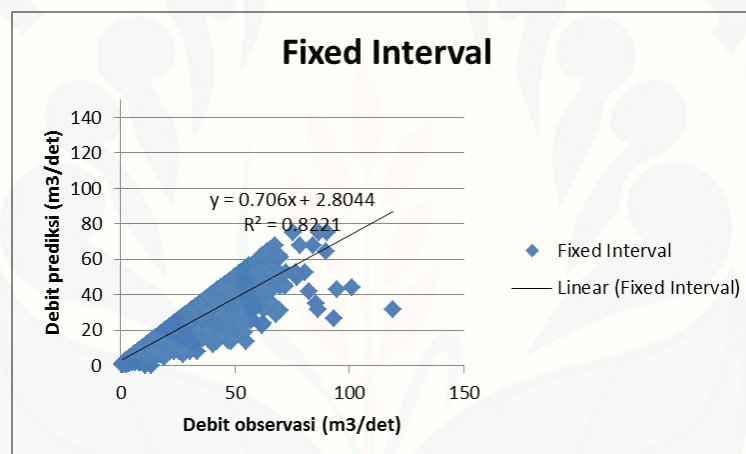
Gambar 5.125 Grafik FDC musim penghujan DAS Tambong-Pakistaji pada tahun 1997-2001



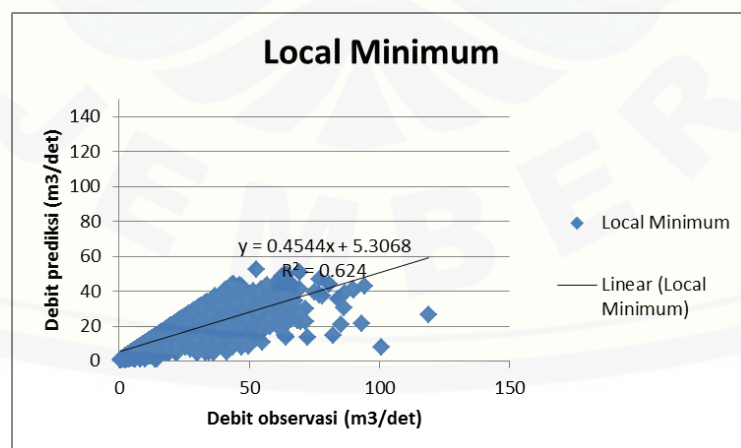
Gambar 5.126 Grafik FDC musim kemarau DAS Tambong-Pakistaji pada tahun 1997-2001

F.6 Hasil periode panjang DAS Karangdono

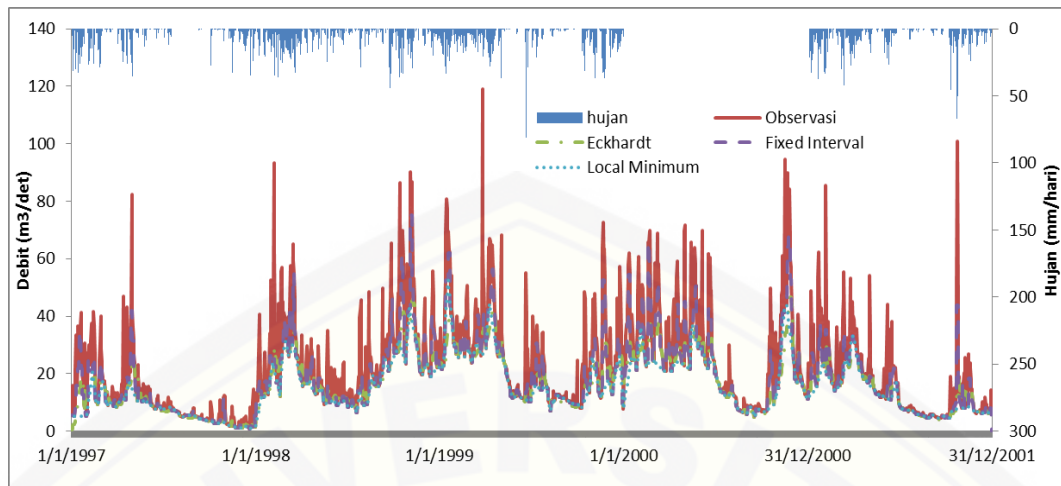
Gambar 5.127 Grafik hubungan antara debit observasi dan debit metode Eckhardt DAS Karangdono



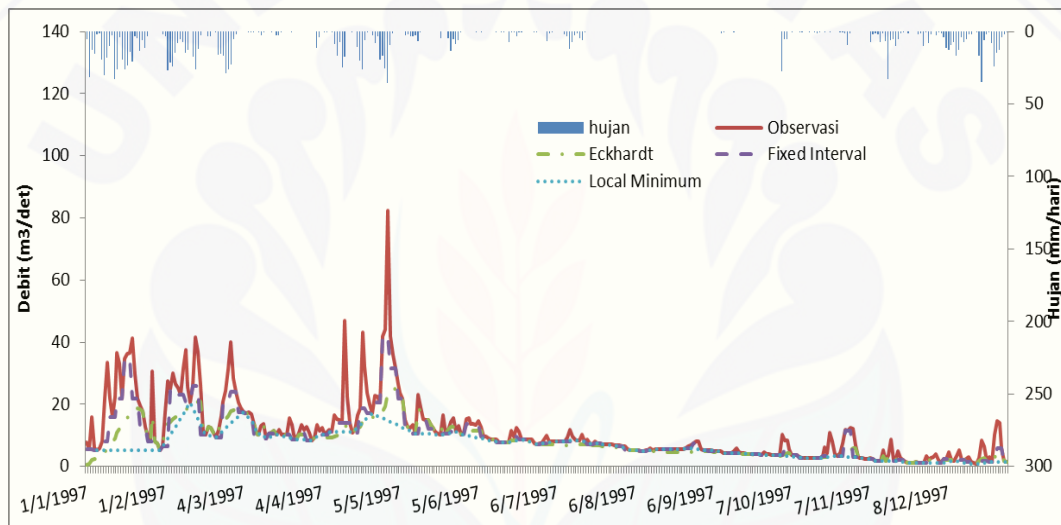
Gambar 5.128 Grafik hubungan antara debit observasi dan debit *Fixed Interval Method* DAS Karangdono



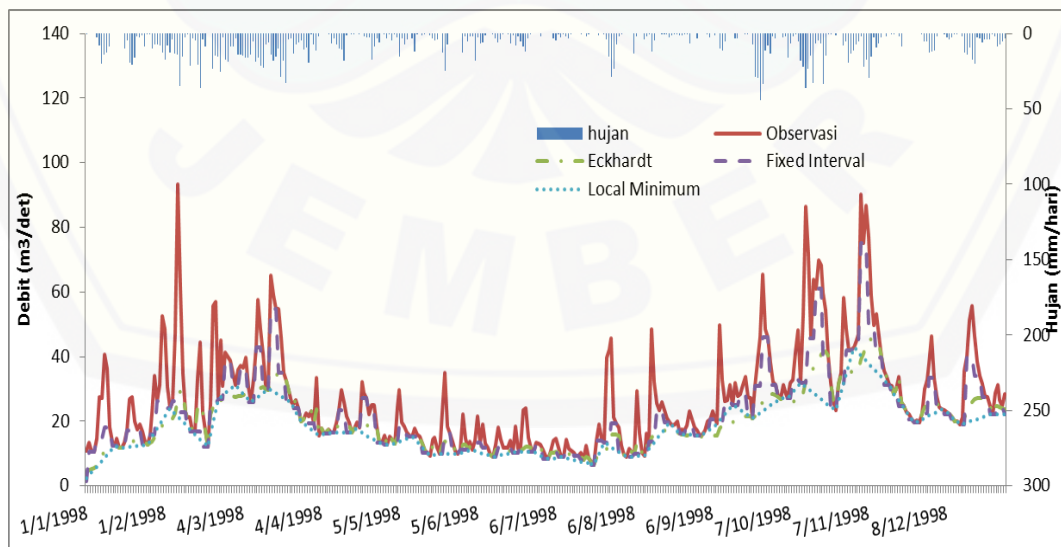
Gambar 5.129 Grafik hubungan antara debit observasi dan debit *Local Minimum Method* DAS Karangdono



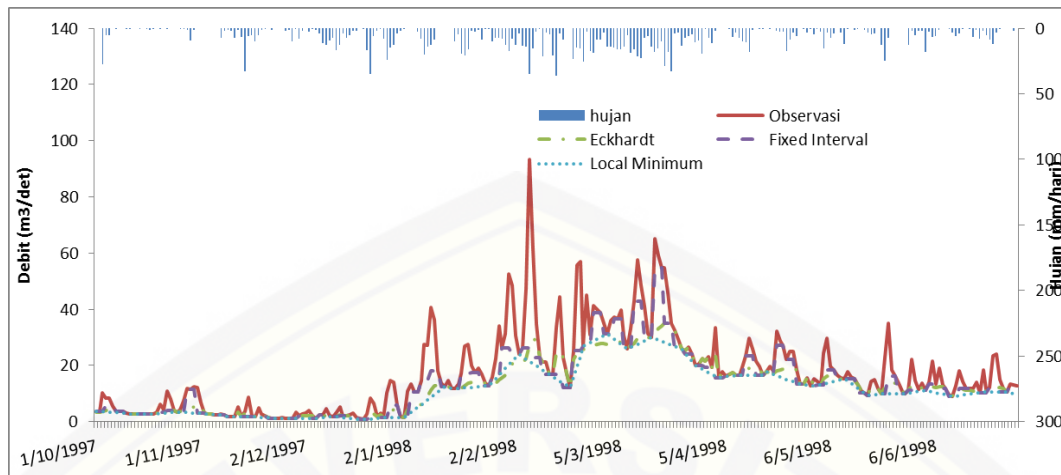
Gambar 5.130 Grafik aliran dasar DAS Karangdono tahun 1997-2001



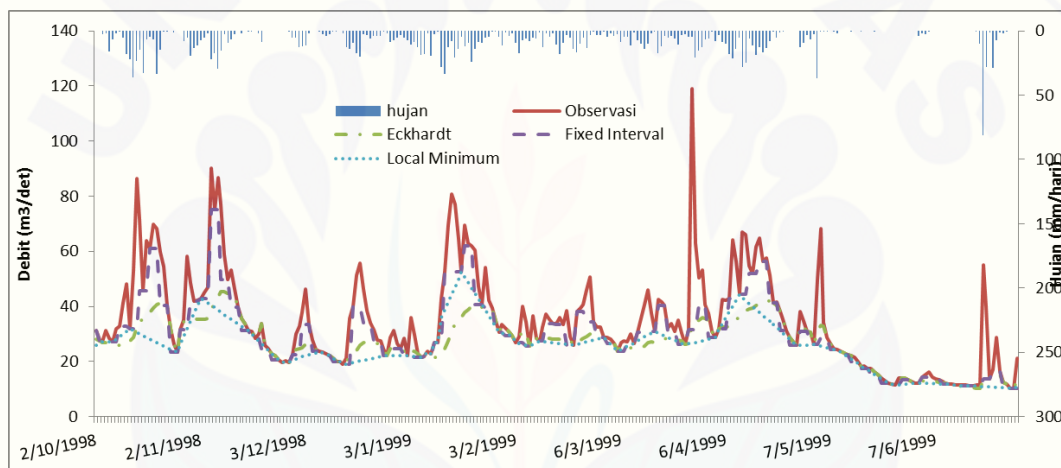
Gambar 5.131 Grafik aliran dasar DAS Karangdono periode tahun 1997



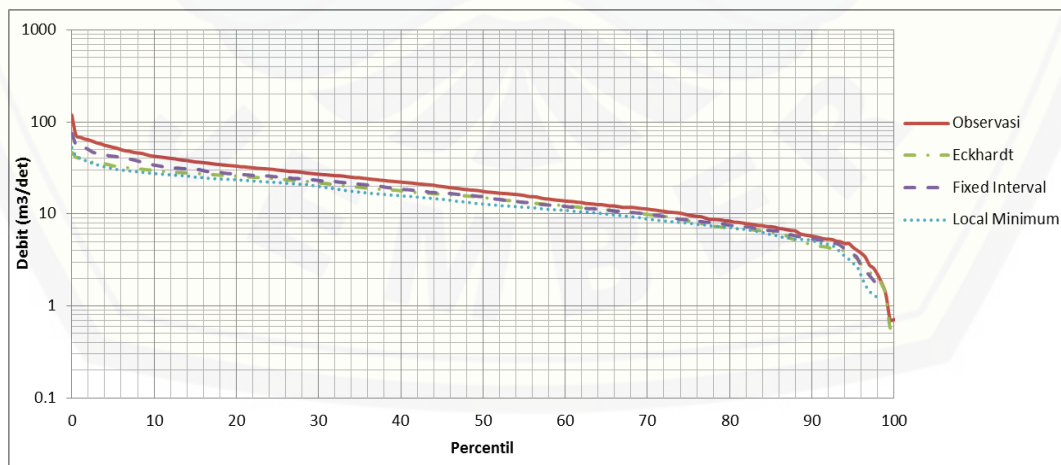
Gambar 5.132 Grafik aliran dasar DAS Karangdono periode tahun 1998



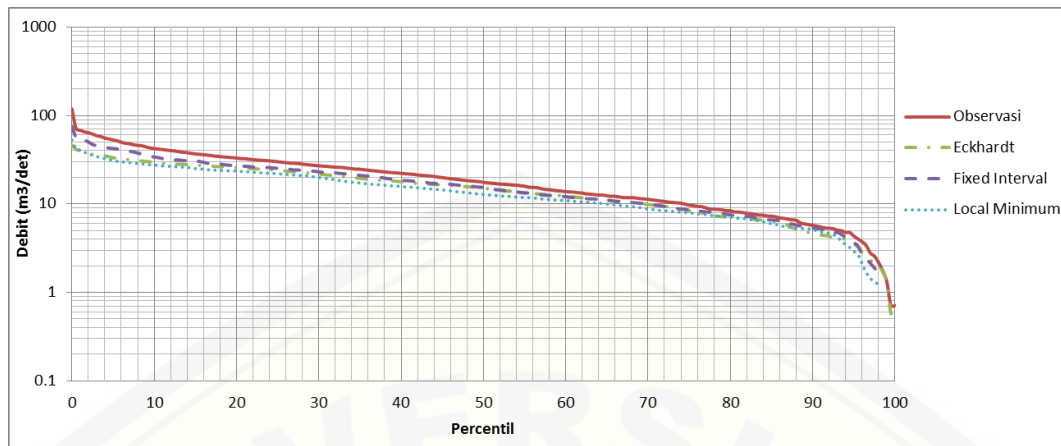
Gambar 5.133 Grafik aliran dasar DAS Karangdono periode hujan 1 Oktober 1997-30 Juni 1998



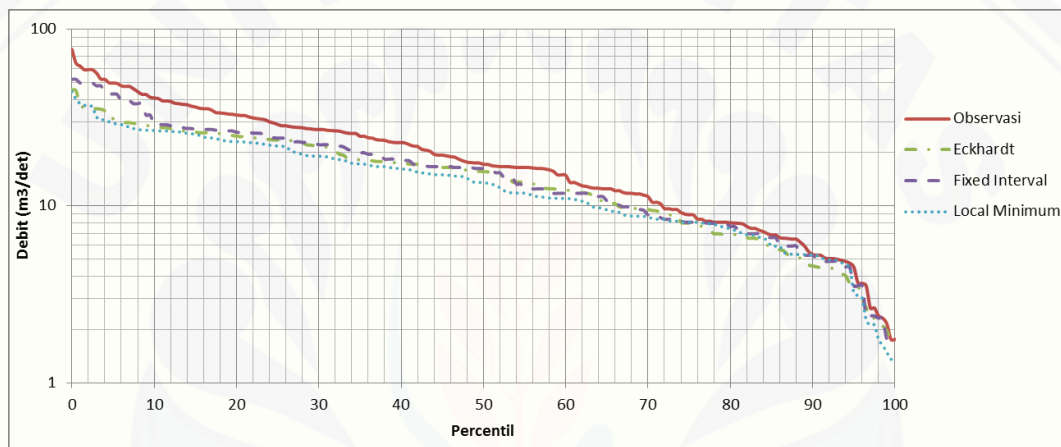
Gambar 5.134 Grafik aliran dasar DAS Karangdono periode 1 Oktober 1998-30 Juni 1999



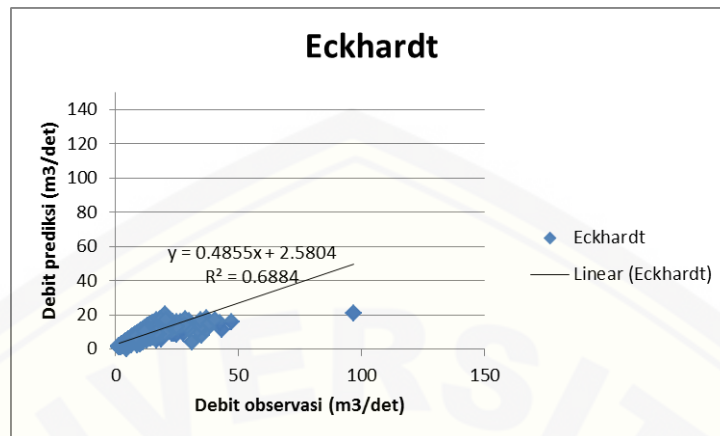
Gambar 5.135 Grafik FDC tahunan (*longterm*) DAS Karangdono pada tahun 1997-2001



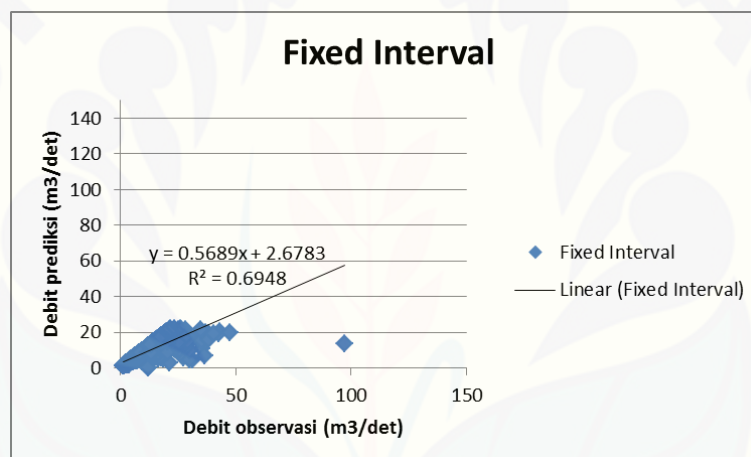
Gambar 5.136 Grafik FDC musim penghujan DAS Karangdono pada tahun 1997-2001



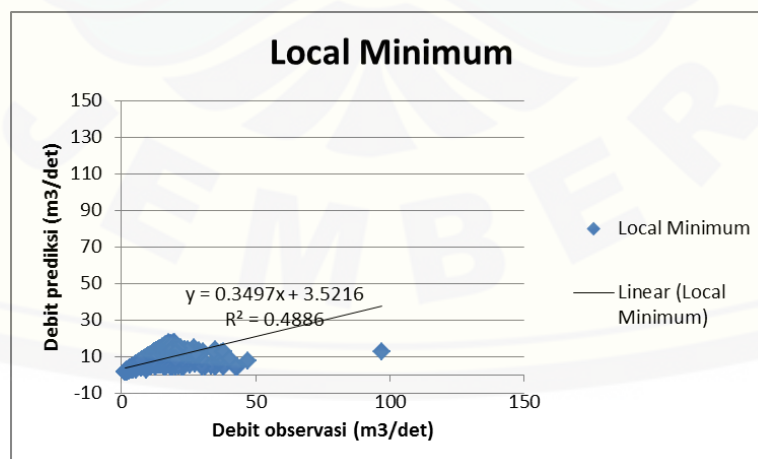
Gambar 5.137 Grafik FDC musim kemarau DAS Karangdono pada tahun 1997-2001

F.7 Hasil periode panjang DAS Kloposawit

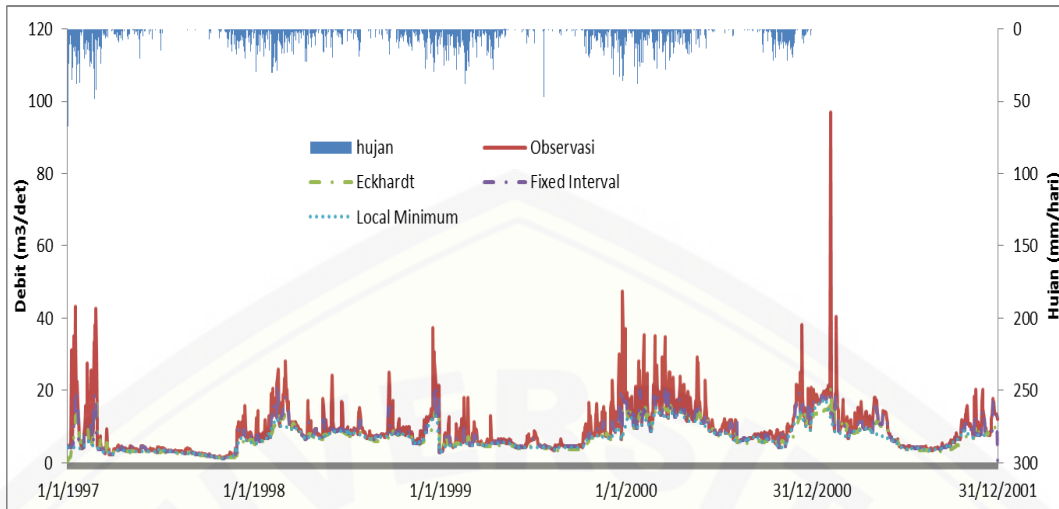
Gambar 5.138 Grafik hubungan antara debit observasi dan debit metode Eckhardt DAS Kloposawit



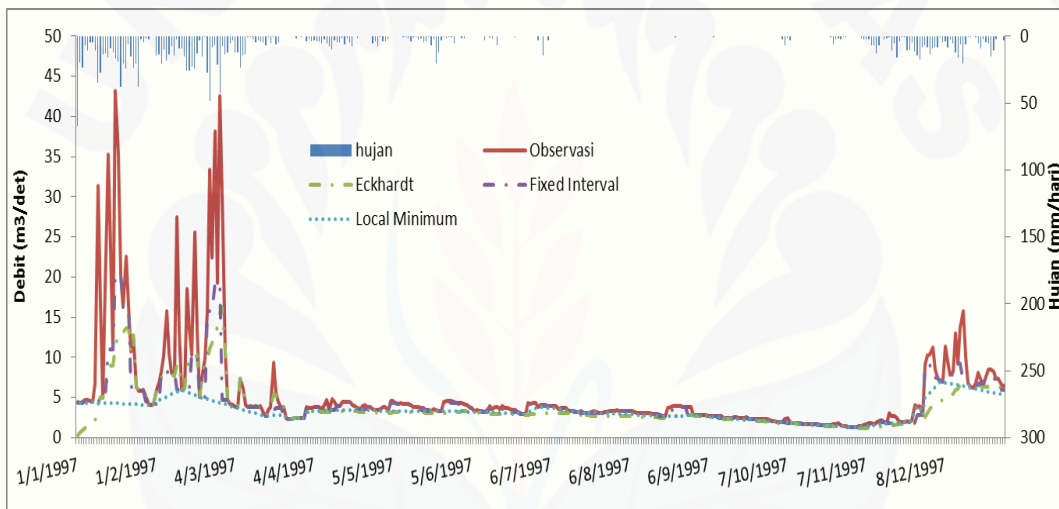
Gambar 5.139 Grafik hubungan antara debit observasi dan debit *Fixed Interval Method* DAS Kloposawit



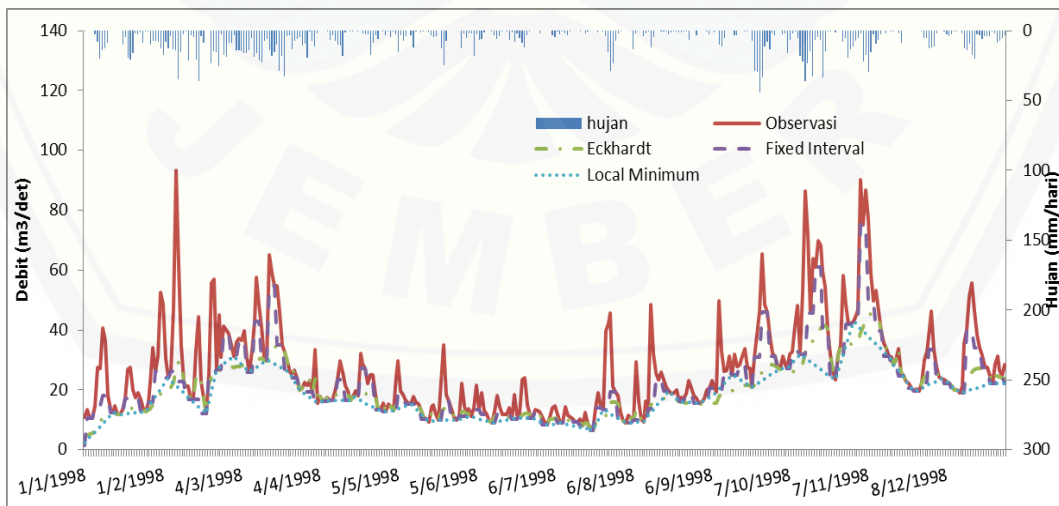
Gambar 5.140 Grafik hubungan antara debit observasi dan debit *Local Minimum Method* DAS Kloposawit



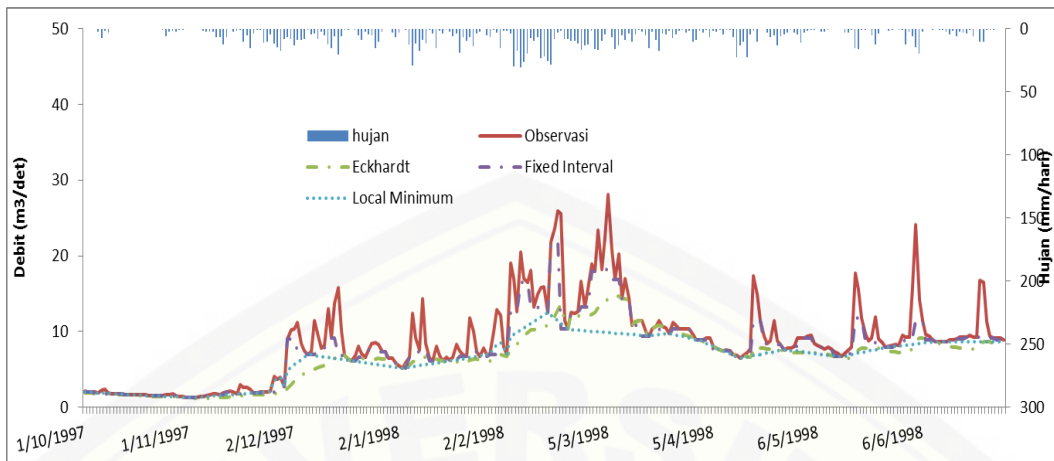
Gambar 5.141 Grafik aliran dasar DAS Kloposawit tahun 1997-2001



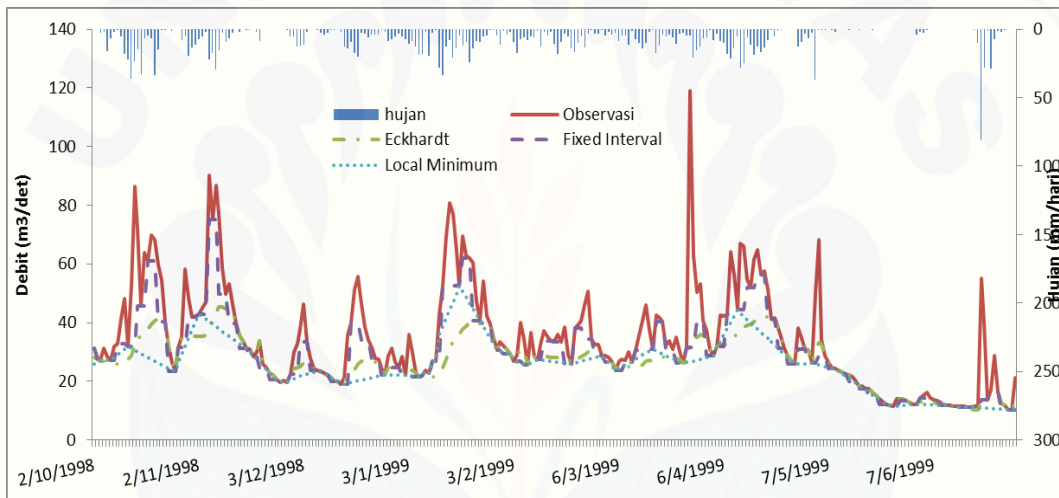
Gambar 5.142 Grafik aliran dasar DAS Karangdono periode tahun 1997



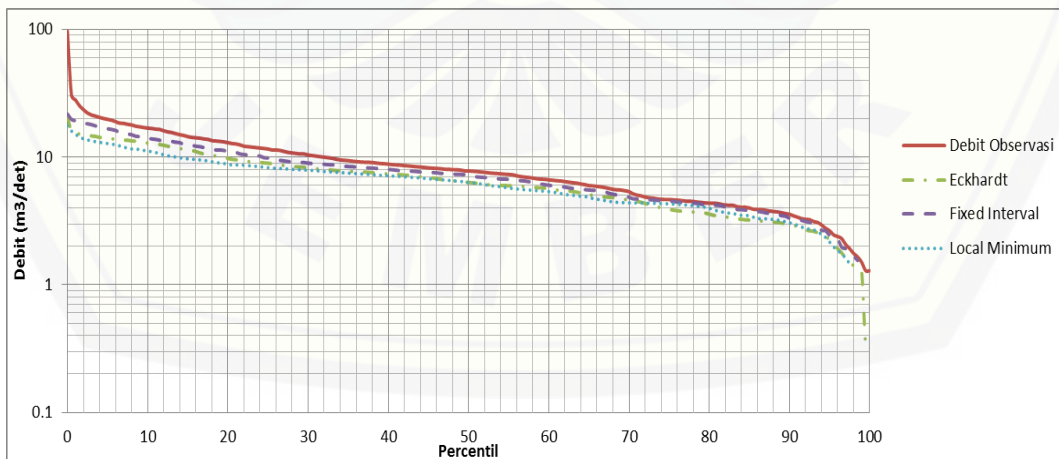
Gambar 5.143 Grafik aliran dasar DAS Kloposawit periode tahun 1998



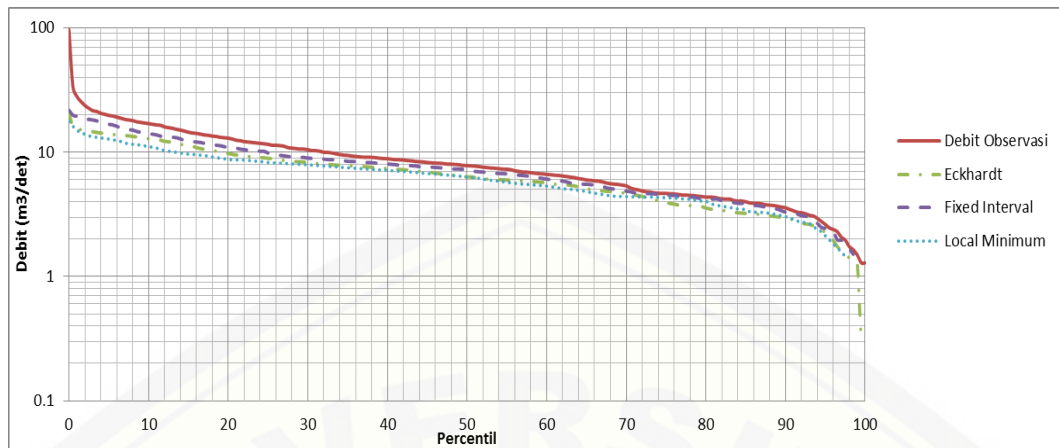
Gambar 5.144 Grafik aliran dasar DAS Klopasawit periode hujan 1 Oktober 1997-30 Juni 1998



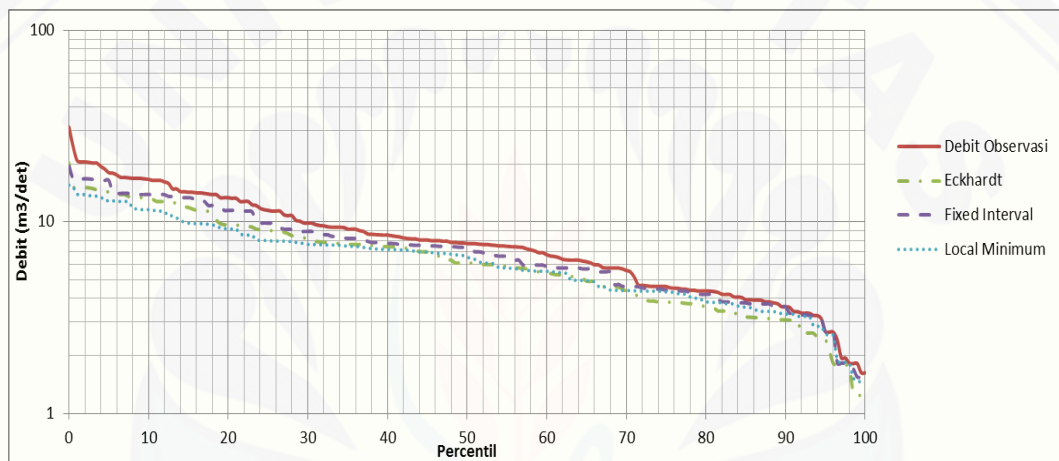
Gambar 5.145 Grafik aliran dasar DAS Karangdono periode 1 Oktober 1998-30 Juni 1999



Gambar 5.146 Grafik FDC tahunan (*longterm*) DAS Klopasawit pada tahun 1997-2001



Gambar 5.147 Grafik FDC musim penghujan DAS Kloposawit pada tahun 1997-2001



Gambar 5.148 Grafik FDC musim kemarau DAS Kloposawit pada tahun 1997-2001