

## **TEKNOLOGI PERTANIAN**

### **Studi Pendahuluan Pemisahan Aliran Dasar Menggunakan "Metode Grafis dan Filter" di Wilayah Administratif UPT PSDA Bondowoso**

*Preliminary Study on Baseflow Separation Using Graphical and Filter Methods in area of UPT PSDA Bondowoso (Eastern Part of East Java).*

**Natalia Desi Puspitasari<sup>1)</sup>, Indarto, Sri Wahyuningsih**

Laboratorium Teknik Pengendalian dan Konservasi Lingkungan, Jurusan Teknik Pertanian  
Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember  
Jl. Kalimantan No. 37 Kampus Tegalboto, Jember, 68121

<sup>1)</sup>E-mail: nataliapuspitasari91@gmail.com

#### **ABSTRACT**

*This study dealt with estimation of baseflow at several watersheds in the area of UPT PSDA Bondowoso (Eastern part of East Java, Indonesia). Eight watersheds were selected for this study. Two graphical methods of baseflow separation (Fixed Interval Method and Local Minimum Method) and Eckhardt filter were used to separated baseflow from total flow. Eckhardt filter was one of the Recursive Digital Filter (RDF) method of baseflow separation. Methodology consist of : (1) data inventoring (2) data processing, (3) calibrating and validating, and (4) model performances evaluating. Daily discharge were used as main input for the analysis. Then, one RDF method and two grapichal methods were used to separate baseflow from the total daily discharge. Furthermore, each algorithm was calibrate using daily discharge data for each year. The mean values of parameters obtained ware then used to separate baseflow for whole periode of record. RMSE and Scatter plot are used to evaluate the model performance during dry periode (Juli to September) assuming that for this period no rainfall have occurred. Calibration were conducted with the same prosedure. Validation was conducted from watershed with more complete data (Kloposawit watershed). This Study showed that Fixed Interval method perform better than two others methods.*

*Keywords : Baseflow, Grafis Methods, Recursive Digital Filter;*

#### **PENDAHULUAN**

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 musin kemarau.

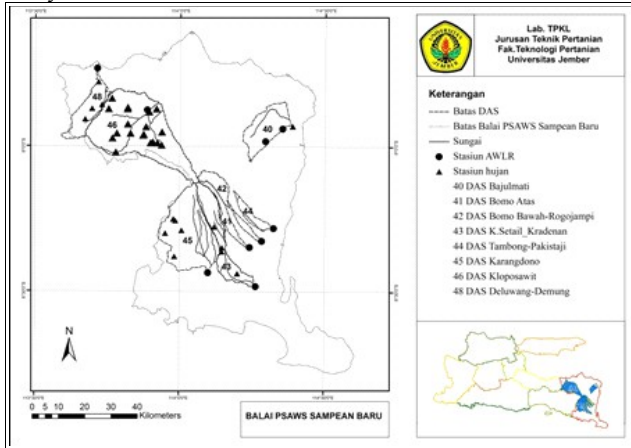
UPT PSDA Bondowoso memiliki wilayah meliputi Banyuwangi, Situbondo dan Bondowoso. UPT PSDA Bondowoso terdiri dari delapan DAS yaitu, DAS Bajulmati, DAS Bomo Atas, DAS Bomo Bawah-Rogojampi, DAS K.Stail-Keradenan, DAS Tambong-Pakistaji, DAS Karangdono, DAS Kloposawit, DAS Deluwang-Demung. Di wilayah tersebut terdapat banyak perkebunan dan pertanian yang selalu membutuhkan air. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis aliran dasar menggunakan 2 metode grafis yaitu (1) *Local Minimum Method*; (2) *Fixed Interval Method*; dan 1 metode RDF (*Recursive Digital Filter*) yaitu *Eckhardt Filter*. Dan, membandingkan hasil pemisahan aliran dasar menggunakan ketiga metode sehingga didapatkan metode yang optimal digunakan di UPT PSDA Bondowoso.

#### **METODOLOGI PENELITIAN**

##### **Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari - Desember 2014 di Laboratorium Teknik Pengendalian Pengendalian dan

Konservasi Lingkungan, Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember. Lokasi pengamatan di wilayah UPT PSDA Bondowoso.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

**Bahan dan Alat Penelitian**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah data hujan harian tahun 1997-2001, data debit tahun 1997-2001 dan data luas DAS di UPT PSDA.

Alat yang digunakan pada penelitian ini meliputi: seperangkat personal computer (PC); *Software* ArcGIS 10.0; *Microsoft Excel* 2007/2010; *Software* HydroOffice (Gregor, 2010).

**Tahapan Penelitian**

Membuat layout PSDA Bondowoso menggunakan *Software* ArcGIS untuk mengidentifikasi karakteristik DAS yang terdapat di PSDA Bondowoso, yaitu luas DAS, bentuk DAS, panjang sungai utama, debit dan curah hujan.

Inventarisasi data meliputi adalah data debit harian dan data luas DAS yang berbentuk file excel. Pengolahan data debit harian di *Microsoft excel* di urutkan lalu di olah dengan *software* Hydrooffice dan di diplot dalam bentuk grafik. Kemudian diturunkan menjadi data rentang waktu debit tahunan.

**Analisis Data**

Penelitian ini menggunakan 2 metode grafis yaitu (1) *Local Minimum Method*; (2) *Fixed Interval Method*; dan 1 metode. RDF yaitu *Eckhardt Filter* untuk mendapatkan nilai *baseflow*.

Pattyjohn *et al.* (1979:12) menyatakan bahwa metode Grafis menampilkan titik rendah *streamflow hydrograph* yang berdekatan. Garis yang menghubungkan antara titik terendah mendefinisikan arus basis aliran dasar. Metode grafis yang digunakan adalah *Local Minimum Method* dan *Fixed Interval Method*. Sedangkan RDF adalah metode *Eckhardt Filter*

*Local Minimum Method* melakukan pemisahan aliran dasar menggunakan debit sungai dengan menggunakan debit terendah pada setiap interval penentuan interval dengan persamaan 1 setelah itu menentukan nilai *f* (*turning point*).

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

Keterangan:

N : jumlah hari setelah limpasan permukaan yang berhenti.

*Fixed Interval Method* menggunakan debit terendah dalam setiap interval untuk semua hari disetiap interval, setiap interval ditentukan dengan persamaan (2).

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

Keterangan:

N : jumlah hari setelah limpasan permukaan yang berhenti

Pada setiap interval akan ditarik keatas sampai bersetuhan dengan debit aliran dan dilakukan ke interval selanjutnya untuk mendapatkan basis aliran dasar.

Metode *Eckhardt Filter* mengetahui nilai aliran dasar dengan menggunakan persamaan (3)

$$b_t = \frac{(1-BFI_{max})\alpha b_{t-1} + \alpha(1-\alpha) \times BFI_{max} \times Q_t}{1-\alpha BFI_{max}} \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan:

*b<sub>t</sub>* : nilai aliran dasar terpisah saat t

*b<sub>t-1</sub>* : nilai aliran *baseflow* sebelum t

*BFI<sub>max</sub>* : nilai indeks aliran dasar

*α* : koefisien parameter filter

*Q<sub>t</sub>* : aliran total saat t (Eckhardt : 2005)

Nilai *BFI<sub>max</sub>* ditentukan sesuai dengan keadaan tanahnya, nilai *BFI<sub>max</sub>* 0,80 pada sungai yang alirannya selalu ada, tidak tergantung dengan musim dan nilai *BFI<sub>max</sub>* 0,50 digunakan pada sungai yang alirannya tidak selalu ada atau sungai musiman.

Kalibrasi digunakan untuk mendapatkan nilai parameter yang optimal. Proses kalibrasi dilakukan dengan memasukan nilai parameter secara manual hingga didapatkan garis debit prediksi mendekati debit observasi (gambar 2).



Gambar 2. Contoh kalibrasi parameter pada DAS Kloposawit

Selanjutnya, nilai parameter yang digunakan untuk memisahkan *baseflow* pada semua periode adalah nilai rerata parameter tiap tahunnya.

Proses validasi dilakukan menggunakan nilai parameter DAS Kloposawit ke DAS lainnya. Validasi dilakukan menggunakan deata debit periode 1997-2001.

Uji kalibrasi dan validasi menggunakan uji statistik meliputi analisis korelasi, RMSE dan FDC. Analisis korelasi menggunakan metode  $R^2$  (*R Squared*) digunakan untuk mengukur kekuatan hubungan antara variable dan tingkat kesesuaian anantara debit terhitung dan debit terukur. *Root Square Error* (RMSE) untuk mengevaluasi kinerja dari metode dengan persamaan (5).

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum(Q_M - Q_O)^2}{n}} \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan:

$Q_M$  : nilai *baseflow* prediksi

$Q_O$  : nilai *baseflow observasi*

$n$  : jumlah dari sampel

*Flow Duration Curve* menampilkan hubungan antara debit sungai (*streamflow*) dan persentase sebaran frekuensi. FDC diciptakan untuk mengambil semua data dalam suatu periode waktu dan peringkat dari terbesar ke terkecil.

**KARAKTERISTIK DAS Di UPT PSDA BONDOWOSO**

Berikut beberapa karakteristik fisik dari masing-masing DAS di PSDA Bondowoso

**Tabel 1.** Karakteristik fisik

No	DAS	Luas DAS (Km <sup>2</sup> )	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	40,84
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

Dari tabel 1 diketahui bentuk DAS di PSDA Bondowoso adalah bentuk radial dan memanjang. Menurut Sumarto (1995), 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.

Menurut Sosrodarsono dan Takeda (1983), DAS yang memiliki luas daerah pengaliran sempit dan panjang akan menimbulkan limpasan dengan waktu kosentrasi yang lebih lambat dibandingkan daerah yang memiliki luas daerah pengaliran yang melebar pada luasan yang sama.

**Tabel 2.** Karakteristi debit

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

Tabel 2 menampilkan karakteristik debit dari 8 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.

**Tabel 3.** Karakteristik hujan

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

Tabel 4.3 menunjukkan bahwa curah hujan berkaitan dengan aliran permukaan (*runoff*) pada suatu DAS. Diketahui bahwa

DAS Bomo Atas memiliki rerata curah hujan terkecil dibandingkan dengan DAS lainnya. Curah hujan yang rendah mengakibatkan terjadinya aliran permukaan semakin kecil dan bahkan berkemungkinan tidak terjadi aliran permukaan.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Periode Kalibrasi**

*Nilai parameter yang diuji*

Rentang nilai parameter dari ketiga metode pemisahan aliran dasar pada DAS yang diamati disajikan pada tabel 4 sebagai berikut.

Tabel 4. Rentang nilai parameter pada semua DAS

No	Metode	Parameter			
		$\alpha$	$BF_{lmax}$	N	f
1	Eckhardt	0,98 – 0,99	0,80	-	-
2	<i>Fixed Interval Method</i>	-	-	7 – 21	
3	<i>Local Minimum Method</i>	-	-	4 – 17	0,9 – 0,93

Tabel 4 menunjukkan rentang nilai parameter dari nilai parameter minimum dan maksimum dari ketiga metode yang dilakukan pada semua DAS. Rentang nilai parameter tersebut didapatkan dari metode *trial and error*:

*Nilai RMSE*

Nilai RMSE satu metode RDF dan dua metode grafis disajikan pada tabel 5 berikut:

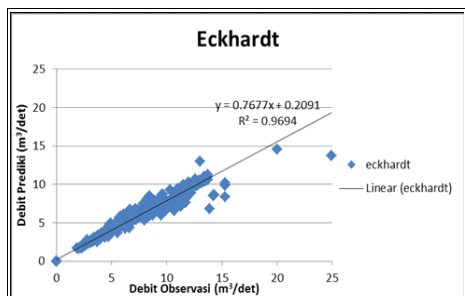
Tabel 5. Nilai RMSE DAS Kloposawit periode bulan Juli-September

	Metode		
	Eckhardt	<i>Fixed Interval Method</i>	<i>Local Minimum Method</i>
Nilai RMSE	0,03	0,03	0,04

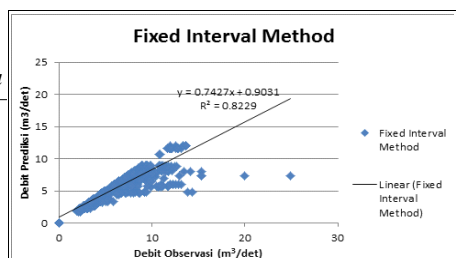
Tabel 5 menunjukan nilai RMSE DAS Kloposawit paling kecil menggunakan metode Eckhardt dan *Fixed Interval Method*. Hal tersebut menunjukkan tingkat kesalahan dari kedua metode tersebut kecil daripada metode *Local Minimum Method*.

*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.



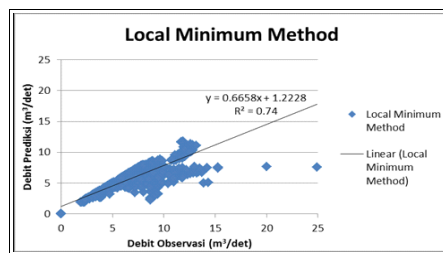
(a)



Berkala

, Nomor 1, Januari 2015, hal 1-6

(b)



(c)

Gambar 2. Hubungan antara debit observasi dengan debit prediksi DAS Kloposawit

Gambar 2 menunjukkan hubungan antara debit observasi dan dabit prediksi ketiga metode DAS Kloposawit menggunakan *R squared* ( $R^2$ ). Terlihat metode yang optimal pada DAS Kloposawit adalah Eckhardt karena nilai  $R^2$  paling mendekati 1 dari dua metode lainnya Nilai  $R^2$  semakin mendekati nilai 1 maka kesesuaian dua variabel tersebut semakin baik.

**Periode Validasi**

*Nilai RMSE*

Nilai RMSE ketiga metode di setiap DAS dapat dilihat tabel 6 sebagai berikut.

Tabel 6. Perbandingan nilai RMSE dari satu metode RDF dan dua metode Grafis pada periode bulan Juli-September

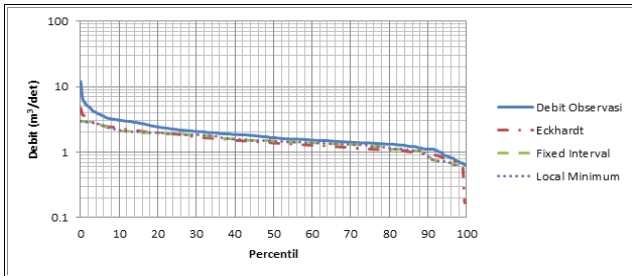
DAS	Nilai RMSE		
	Eckhardt	<i>Fixed Interval Method</i>	<i>Local Minimum Method</i>
DAS Bajulmati	0,015	0,012	0,012
DAS Bomo Atas	0,048	0,057	0,062
DAS Bomo Bawah	0,053	0,189	0,190
DAS Delulawang-Demung	0,004	0,004	0,005
DAS K.Stail-Keradenan	0,109	0,144	0,150
DAS Tambong-Pakistaji	0,140	0,157	0,159
DAS Kloposawit	0,037	0,037	0,044
DAS karangdono	0,260	0,314	0,356
Max	0,260	0,314	0,356
Min	0,004	0,004	0,005
Rerata	0,083	0,144	0,122
Standart deviasi	0,085	0,107	0,118

Dari tabel 6 terlihat metode yang optimal berbeda-beda pada setiap DAS dikarenakan nilai RMSE yang paling kecil pada setiap DAS berbeda-beda. Semakin kecil nilai RMSE menunjukkan tingkat kesalahan semakin kecil. Pada DAS Bajulmati metode yang optimal adalah *Fixed Interval Method* dan *Local Minimum Method*. Pada DAS Delulawang-Demung metode yang optimal adalah Eckhardt dan *Fixed Interval Method*. Sedangkan keenam DAS lainnya optimal menggunakan metode Eckhardt. Nilai standart deviasi paling kacil adalah metode Eckhardt menunjukkan tingkat kesalahan yang paling

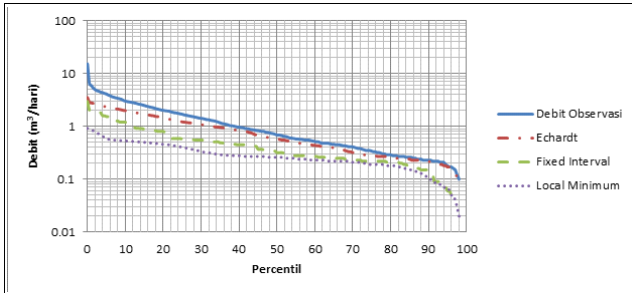
sedikit.

*Analisis Kurva Durasi Aliran (FDC)*

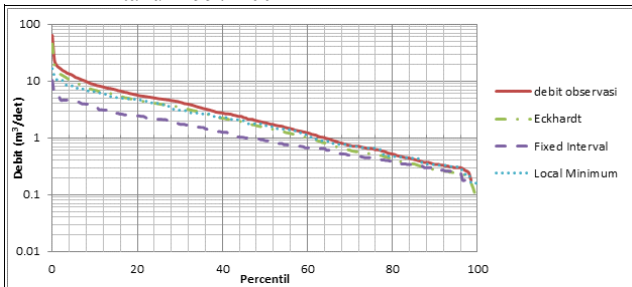
Analisis FDC (*flow duration curve*) digunakan untuk menampilkan debit terukur dan hasil pemodelan aliran dasar dengan ketiga metode dilakukan perangkining dalam rentang waktu periode kering dari yang besar ke paling kecil.



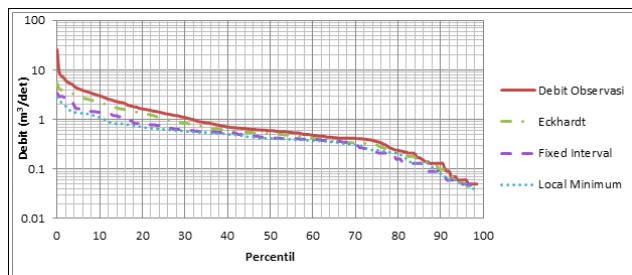
Gambar 3 Grafik FDC pada DAS Bajulmati periode panjang tahun 1997-2001



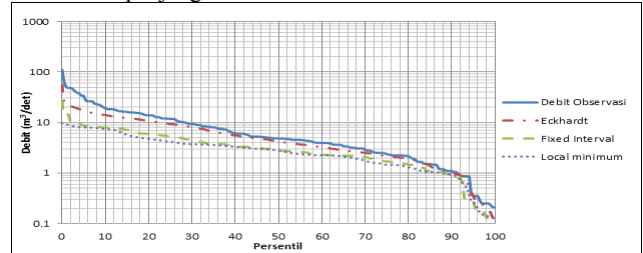
Gambar 4 Grafik FDC pada DAS Bomo Atas periode panjang tahun 1997-2001



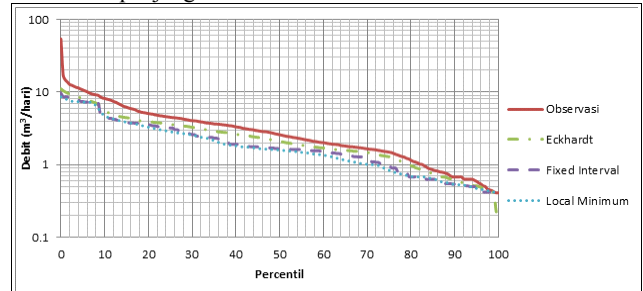
Gambar 5 Grafik FDC pada DAS Bomo Bawah periode panjang tahun 1997-2001



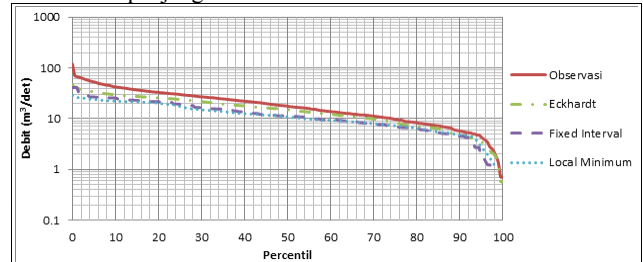
Gambar 6 Grafik FDC pada DAS Delulawang-Demung periode panjang tahun 1997-2001



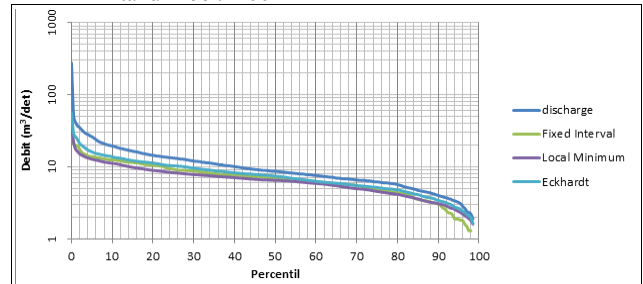
Gambar 7 Grafik FDC pada DAS K.Stail-Keradenan periode panjang tahun 1997-2001



Gambar 8 Grafik FDC pada DAS Tambong-Pakistaji periode panjang tahun 1997-2001



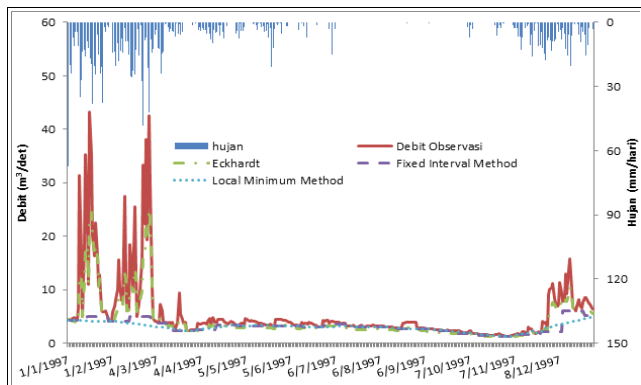
Gambar 9 Grafik FDC pada DAS Karangdono periode panjang tahun 1997-2001



Gambar 10 Grafik FDC pada DAS Kloposawit periode panjang tahun 1997-2001

Dari gambar 3-10 terlihat bahwa metode yang mendekati debit observasi adalah metode Eckhardt. Hal menunjukkan metode yang optimal adalah metode Eckhardt.

Hasil pemisahan Baseflow pada periode panjang



Gambar 11 Grafik aliran dasar DAS K.Stail-Keradenan periode kemarau tahun 1997-2001

Dari gambar 11 terlihat bahwa metode yang mendekati debit observasi adalah metode Eckhardt. Hal tersebut menunjukkan metode yang optimal adalah metode Eckhardt.

**BFI (Baseflow Index)**

BFI didapatkan dari perbandingan antaran volume aliran dasar dengan volume total aliran. Nilai BFI pada debit prediksi periode panjang 1997-2001 ditampilkan pada tabel 7 berikut

**Tabel 7.** Perbandingan nilai BFI ketiga metode pada periode panjang tahun 1997-2001

Nama DAS	Nilai BFI								
	Eckhardt			Fixed Interval Method			Local Minimum Method		
	Min	Max	Rata-rata	Min	Max	Rata-rata	Min	Max	Rata-rata
Bajulmati	0,07	1	0,82	0	1	0,85	0,13	1	0,85
Bomo Atas	0,07	1	0,83	0	1	0,55	0	1	0,42
Bomo Bawah	0,07	1	0,81	0	1	0,64	0,01	1	0,62
Karangdo-no	0,07	1	0,83	0	1	0,69	0,07	1	0,67
Kloposawit	0,31	1	0,81	0	1	0,78	0,02	1	0,74
K.Stail-Keradenan	0,07	1	0,85	0	1	0,62	0,07	1	0,58
Tambong-Pakistaji	0,07	1	0,83	0	1	0,72	0,01	1	0,69
Deluwang	0,31	1	0,81	0	1	0,78	0,02	1	0,74

Nilai BFI dapat mendiskripsikan bahwa DAS memiliki pola aliran yang stabil atau tidak dan dapat mempertahankan aliran sungai pada saat musin kemarau. Dapat disimpulkan bahwa

setiap DAS memiliki aliran yang stabil dan dapat mempertahankan aliran sungai saat musim kemarau.

**KESIMPULAN**

Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa ketiga metode dapat digunakan di UPT PSDA Bondowos namun, menurut kriteria yang digunakan dalam penelitian ini metode yang optimal digunakan adalah metode *Fixed Interval method*.

**UCAPAN TERIMA KASIH**

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Prof. Dr. Indarto S.TP., DEA. Dan Dr. Sri Wahyuningsih, S.P.,M.T. yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan bimbingan serta semua pihak yang telah mendukung dalam penyelesaian penelitian ini.

**DAFTAR PUSTAKA**

Eckhardt, K. 2005. *How to construct recursive digital filters for baseflow separation*. Hydrological Processes 19, 507-512.

Gregor, M. 2010. *BFI +3.0 User Manual*. Slovakia: Comenius.

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.

Soemarto. 1995. *Hidrologi Teknik*. Jakarta: Gramedia.

Sosrodarsono, S. dan Takeda, K. 1993. *Hidrologi untuk Pengairan*. Jakarta: Pradnya Paramita.