

TEKNOLOGI PERTANIAN

Studi Pemisahan Baseflow Menggunakan Metode Grafis Dan Metode RDF (*Recursive Digital Filter*) di Wilayah UPT PSDA Pamekasan (Madura)

*Baseflow Separation Study Using Graphics and RDF (Recursive Digital Filter) Methods
in UPT PSDA Pamekasan (Madura - Eastern Part of East Java)*

Zennita Sintya Ramadhiningtyas¹⁾, Sri Wahyuningsih, Indarto

Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember
Jl. Kalimantan No. 37 Kampus Tegalboto, Jember, 68121

¹⁾e-mail: zennitasintya@gmail.com

ABSTRACT

This research was conducted to estimate the baseflow at five watersheds in UPT PSDA Pamekasan (Madura - Eastern part of East Java, Indonesia). The methods used in this research was the graphics methods (Local Minimum Method and Fixed Interval Method) and RDF (Recursive Digital Filters) method (Eckhardt Filter). Methodology consist of: (1) data inventoring, (2) data processing, (3) calibrating and validating, and (4) evaluating of models performances. Daily discharge were used as main input for the baseflow analysis, then each recursive digital filter used to separate the baseflow from the total daily discharge. Furthermore, each algorithm was calibrate using daily discharge data for each year. The mean values of parameters obtained used to separate baseflow for whole period of record. RMSE, scatter plot and FDC used to evaluate the model performance during dry period (Juli to September – with assumption that there was no rainfall occurred in this period). Calibration was conducted on each watershed with the same technique. Validation was conducted from the watershed complete data (Blega Telok watershed) to others watersheds. The results showed that Fixed Interval Method perform better then others algorithms.

Keywords: baseflow separation, graphics method, recursive digital filter

PENDAHULUAN

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

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

DAS Blega Telok, DAS Kemuning Pangilen, DAS Samiran Propo, DAS Nipah Tebanan, dan DAS Klampok Ambunten merupakan DAS di wilayah UPT PSDA Pamekasan (Madura) yang memiliki data cukup lengkap untuk dapat

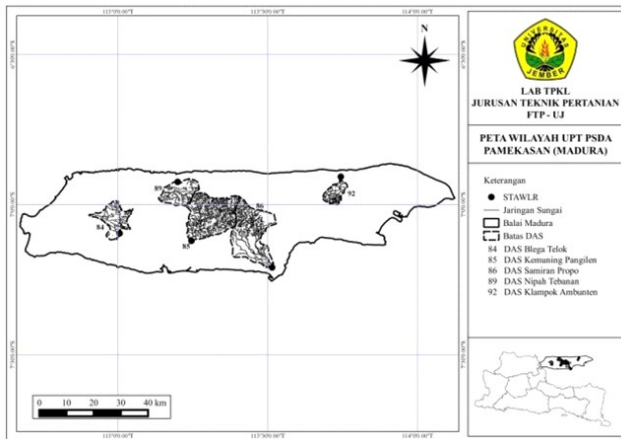
digunakan sebagai objek penelitian dalam memperkirakan besarnya aliran dasar. Di Madura banyak terdapat lahan yang digunakan untuk pertanian. Sehingga pada saat musim kemarau mengandalkan aliran dasar untuk pemenuhan kebutuhan air irigasi. Untuk mencukupi kebutuhan air pada saat musim kemarau perlu dilakukan penelitian tentang perkiraan besarnya aliran dasar.

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

METODOLOGI PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari hingga Desember 2014 di 5 DAS wilayah UPT PSDA Pamekasan (Madura) yang terdiri dari: DAS Blega Telok, DAS Kemuning Pangilen, DAS Samiran Propo, DAS Nipah Tebanan, dan DAS Klampok Ambunten, seperti pada gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Tabel 1. Karakteristik fisik

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

Luas DAS menentukan besarnya daya tampung terhadap masukan hujan yang jatuh di atasnya. Semakin luas DAS maka akan semakin besar daya tampungnya dan semakin besar volume air yang dapat disimpan dan disumbangkan oleh DAS. DAS yang berbentuk bulu burung cenderung menghasilkan debit puncak lebih rendah dibandingkan DAS yang berbentuk kipas walaupun luas keseluruhan dari dua bentuk DAS tersebut sama. Hal ini terjadi karena panjang sungai dari bentuk bulu burung mempunyai jarak menuju outlet lebih panjang daripada bentuk kipas. Sehingga debit yang mengalir menuju outlet akan memerlukan waktu yang lama.

Tabel 2. Jenis tanah di wilayah UPT PSDA Pamekasan (Madura)

Jenis Tanah	Blega Telok	Kemuning Pangilen	Samiran Propo	Nipah Tebanan	Klampok Ambunten
	%	%	%	%	%
Aluvial	-	-	15,14	-	12,62
Glei	-	-	10,63	-	-
Latosol	-	-	8,76	-	-
Litosol	7,37	8,24	1,17	7,80	-
NCB Soil	16,95	-	22,45	13,29	14,93
Regosol	75,68	91,76	41,86	78,91	72,45
TOTAL	100	100	100	100	100

Jenis tanah mempengaruhi jumlah air yang dapat diserap dan disimpan oleh tanah. Tanah bertekstur berat mampu menyimpan air lebih banyak dibandingkan tanah bertekstur ringan. Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa kelima DAS didominasi jenis tanah Regosol. Tanah regosol merupakan tanah bertekstur kasar, berbutir kasar, kemampuan menyerap air tinggi, dan mudah tererosi.

Tabel 3. Peruntukan lahan DAS-DAS di wilayah UPT PSDA

Pamekasan (Madura)

Peruntukan Lahan	Blega Telok	Kemuning Pangilen	Samiran Propo	Nipah Tebanan	Klampok Ambunten
	%	%	%	%	%
Kebun	16,20	3,43	2,40	8,25	0,89
Ladang	5,50	69,37	67,40	19,89	82,52
Pemukiman	12,60	15,88	16,70	7,82	8,30
Sawah Irigasi	-	0,02	0,10	-	-
Sawah Tadah Hujan	65,10	10,16	7,40	62,20	0,01
Semak Belukar	0,01	1,08	5,90	1,83	8,28
Tanah Kosong	0,45	0,01	0,01	-	-
TOTAL	99,86	99,95	99,91	100	100

Pada Tabel 3 dapat dilihat bahwa sebagian besar peruntukan lahan pada kelima DAS didominasi oleh ladang dan sawah tadah hujan. Semakin luas peruntukan lahan untuk tanaman, maka air yang masuk sebagai air tanah juga semakin besar dan air yang mengalir sebagai aliran permukaan kecil. Dengan kondisi peruntukan lahan yang didominasi oleh ladang dan sawah tadah hujan tersebut menunjukkan bahwa penghambat laju aliran permukaan menuju sungai cukup besar, sehingga dapat mengurangi volume limpasan yang mengalir ke sungai.

Tabel 4. Karakteristik debit (m³/detik) pada tahun 1996 – 2001

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

Debit merupakan besarnya air yang mengalir dari suatu penampang per satuan waktu. Debit maksimum merupakan debit tertinggi yang diukur dalam suatu kawasan DAS. Debit minimum merupakan debit terendah yang diukur dalam suatu kawasan DAS. Sedangkan debit rerata merupakan jumlah dari keseluruhan nilai debit yang terukur dibagi dengan banyaknya pengukuran. Dari tabel 4 dapat dilihat bahwa debit maksimum yang paling tinggi adalah DAS Kemuning Pangilen, yaitu sebesar 660 m³/detik. Sedangkan DAS yang memiliki debit maksimum terendah adalah DAS Klampok Ambunten, yaitu sebesar 8,82 m³/detik.

Tabel 5. Karakteristik hujan (mm/hari) pada tahun 1996 - 2001

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

Curah hujan merupakan ketinggian air hujan yang terkumpul dalam tempat yang datar, tidak menguap, tidak meresap dan tidak mengalir. Besarnya curah hujan akan mempengaruhi besarnya aliran air permukaan dalam kawasan DAS. Semakin besar curah hujan yang jatuh pada daerah

tersebut, debit yang dihasilkan akan semakin besar. Jadi curah hujan yang terjadi pada setiap DAS akan mempengaruhi jumlah debit pada DAS tersebut.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah seperangkat komputer, *software Hydrooffice*, *Microsoft Excel 2010* dan *software ArcGIS*. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah data debit dan hujan harian pada 5 DAS di UPT PSDA Pamekasan (Madura).

**Tahap Pelaksanaan
Persiapan**

Persiapan data yang digunakan yaitu data debit dan data hujan harian pada 5 DAS di UPT PSDA Pamekasan (Madura). Pada DAS Blega Telok menggunakan data yang paling lengkap yaitu pada tahun 1991 – 2005. Dan data yang digunakan pada empat DAS lainnya yaitu tahun 1996 – 2001. Data debit harian yang didapatkan diubah formatnya menjadi *extensi.txt* kemudian diolah menggunakan *software Hydrooffice* (Gregor, 2010). Data tersebut diolah dengan cara masing-masing metode sehingga dapat dilanjutkan dengan analisis dari hasil ketiga metode.

Metode yang digunakan untuk memperkirakan besar aliran dasar dalam penelitian ini adalah 2 metode grafis (Sloto dan Crouse, 1996) dan 1 metode RDF, yaitu:

(1) *Local Minimum Method*

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

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

(2) *Fixed Interval Method*

Metode ini dapat digambarkan dengan diagram batang yang ditarik ke atas hingga bersentuhan dengan debit terendah pada setiap interval. Banyaknya hari dalam setiap interval ditentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

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

(3) *Eckhardt Filter*

Menurut Eckhardt (2005), metode ini menjelaskan bahwa nilai aliran dasar merupakan penjumlahan dari nilai aliran dasar sebelum *i* dengan debit total saat *i*. Persamaan metode ini adalah sebagai berikut:

$$b_i = \frac{(1 - BFI_{max})\alpha b_{i-1} + (1 - \alpha) BFI_{max} \times Q_i}{1 - \alpha BFI_{max}} \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan:

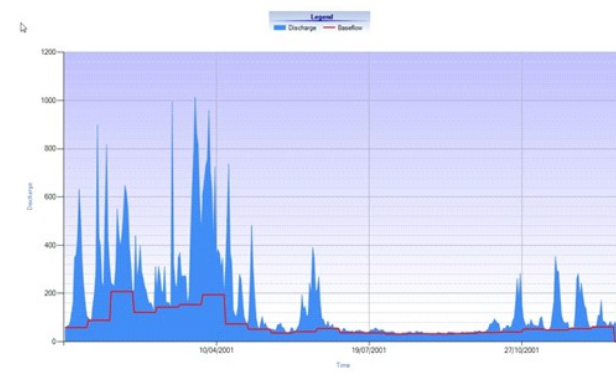
- b_i : nilai aliran dasar saat *i*
- b_{i-1} : nilai aliran dasar sebelum *i*
- BFI_{max} : nilai indeks aliran dasar
- α : koefisien parameter
- Q_i : debit total saat *i*

Kalibrasi Pada Setiap DAS

Kalibrasi merupakan proses untuk menentukan parameter dalam pengujian metode yang digunakan. Nilai parameter ditentukan dengan memeriksa bentuk grafik pemisahan aliran dasar setiap tahunnya dengan melihat selisih antara garis pemodelan aliran dasar (debit terhitung) dengan aliran sungainya (debit terukur).

Proses kalibrasi dilakukan dengan cara memasukkan nilai parameter secara manual hingga menghasilkan nilai aliran dasar yang sesuai pada setiap tahunnya. Setelah mendapatkan parameter yang sesuai pada tiap tahunnya kemudian dilakukan rata-rata. Nilai rata-rata tersebut merupakan parameter yang

digunakan untuk memisahkan baseflow. Kalibrasi pada tiap-tiap DAS dilakukan dengan cara yang sama, sehingga didapatkan nilai parameter optimal dari ketiga metode pada masing-masing DAS. Proses penentuan parameter setiap tahun dicontohkan berdasarkan Gambar (2) dibawah ini pada DAS Blega Telok.



Ketiga metode dapat dikatakan optimal dalam memisahkan aliran dasar (debit terhitung) terhadap aliran total (debit terukur di sungai) apabila pada periode kering kedua grafik mendekati berimpit dan jika diuji dengan statistik nilai RMSE mendekati nol. Sebaliknya, pada periode dimana terjadi banyak hujan grafik FDC (*Flow Duration Curve*) akan terlihat terpisah pada daerah debit besar, yang menunjukkan periode hujan.

Analisis uji statistik hasil kalibrasi dilakukan dengan *Root Mean Square Error* (RMSE) sebagai berikut:

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

Keterangan:

- Q_M : nilai *baseflow* terhitung
- Q_0 : nilai *baseflow* terukur
- n : jumlah dari sampel

Validasi dari DAS Blega Telok ke DAS lainnya

Proses validasi dilakukan dengan menggunakan nilai parameter dari DAS yang memiliki data paling lengkap, yaitu DAS Blega Telok. Nilai parameter tersebut diterapkan pada DAS-DAS lain yang datanya kurang lengkap. Validasi dilakukan menggunakan data debit pada periode panjang, yaitu 1996 – 2001.

Perbandingan Nilai Parameter

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

HASIL DAN PEMBAHASAN

Aliran Dasar (*Baseflow*) Periode Kalibrasi

Nilai parameter yang diuji

Parameter adalah sebuah acuan yang dapat digunakan untuk menetapkan keadaan atau kondisi maupun ukuran tertentu. Nilai dari rentang parameter yang didapatkan dari masing-masing metode ditampilkan pada Tabel (6) sebagai berikut:

Tabel 6. Rentang nilai parameter yang diuji tiap tahunnya pada

semua DAS

Metode	Parameter			
	N	f	α	BFI (max)
Local Minimum Method	2 - 8	0,68 - 0,9	-	-
Fixed Interval Method	5 - 17	-	-	-
Eckhardt Filter	-	-	0,96 - 0,99	0,80

Tabel 6 menampilkan rentang nilai parameter dari ketiga metode pemisahan aliran dasar yang diuji melalui metode *trial and error* pada tiap tahunnya. Nilai dari rentang parameter tersebut mencakup semua range nilai terkecil sampai terbesar yang diuji cobakan pada masing-masing DAS.

Nilai parameter yang dihasilkan pada tiap tahunnya dilakukan rata-rata. Sehingga didapatkan nilai rerata parameter untuk semua periode di setiap DAS yang tersaji pada Tabel (7).

Nilai Parameter Optimal pada setiap DAS

Tabel 7 menampilkan nilai parameter optimal yang merupakan hasil dari nilai rerata parameter pada setiap tahunnya di masing-masing DAS.

Tabel 7. Nilai parameter optimal pada masing-masing DAS

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

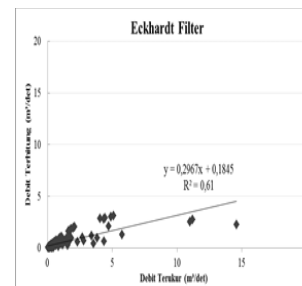
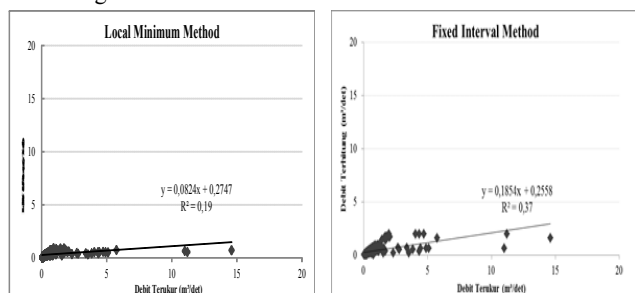
Nilai RMSE pada DAS Blega Telok ditampilkan pada Tabel 8 sebagai berikut.

Tabel 8. Nilai RMSE pada DAS Blega Telok

Metode	RMSE Periode Kalibrasi
Local Minimum Method	0,027
Fixed Interval Method	0,025
Eckhardt Filter	0,022

Tabel 8 menunjukkan bahwa metode yang menghasilkan kinerja yang lebih baik dari ketiga metode adalah *Eckhardt Filter*. Nilai RMSE yang mendekati nol menunjukkan tingkat kesalahan selama pengolahan data semakin kecil.

Gambar 3. Grafik hubungan antara debit terukur dan terhitung di DAS Blega Telok



Gambar 3. Grafik hubungan antara debit terukur dan terhitung di DAS Blega Telok

Gambar 2 menampilkan garis linier yang ada di titik-titik penyebaran data. Titik-titik penyebaran yang semakin mendekati garis linier menunjukkan bahwa tingkat kebenaran antara debit terukur dan debit terhitung tidak terlalu menyimpang. Hal ini menunjukkan bahwa prediksi tingkat kebenarannya lebih tinggi.

Analisis Aliran Dasar (Baseflow) Periode Validasi

Proses validasi dilakukan pada masing-masing metode untuk semua tahun. Proses ini bertujuan untuk menentukan apakah nilai parameter yang didapatkan dari proses kalibrasi pada DAS Blega Telok bisa digunakan untuk memisahkan aliran dasar pada DAS lainnya. Proses validasi ditampilkan dalam bentuk RMSE, FDC dan BFI (Baseflow Index).

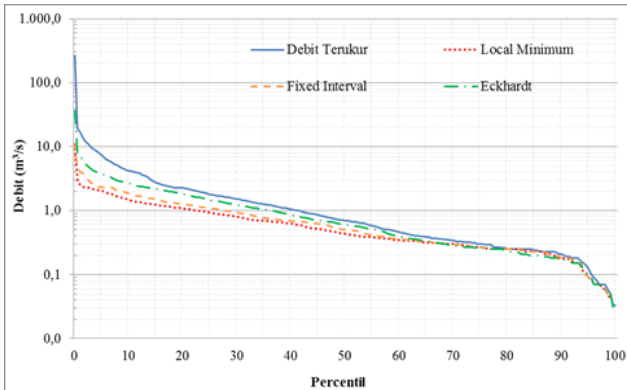
Tabel 9. Nilai RMSE pada 4 DAS di wilayah UPT PSDA Pamekasan (Madura)

DAS	RMSE Periode Bulan Juli-September		
	Local Minimum Method	Fixed Interval Method	Eckhardt Filter
Kemuning Pangilen	0,064	0,049	0,027
Samiran Propo	0,005	0,005	0,006
Nipah Tebanan	0,020	0,019	0,016
Klampok Ambunten	0,004	0,004	0,003
Min	0,000	0,000	0,000
Maks	0,064	0,049	0,027
Rerata	0,023	0,019	0,012
Standard Deviasi	0,028	0,020	0,011

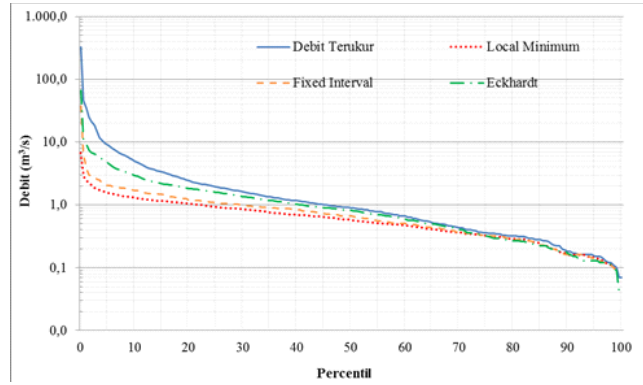
Tabel 9 menampilkan hasil nilai RMSE pada semua DAS dengan menggunakan parameter yang sama pada tiap DASnya, yaitu menggunakan parameter DAS Blega Telok. Metode yang memiliki kinerja lebih baik pada saat musim kemarau menghasilkan nilai RMSE yang baik, yaitu menghasilkan nilai RMSE mendekati nilai nol. Metode yang menghasilkan nilai RMSE mendekati nilai 0 terdapat pada metode *Eckhardt Filter* dan *Fixed Interval Method*.

Analisis Kurva Durasi Aliran (FDC)

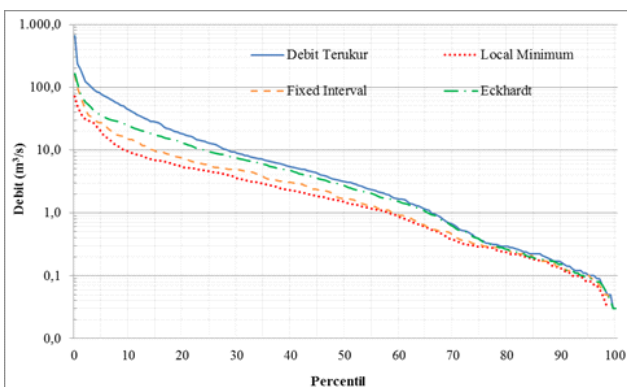
Flow Duration Curve (FDC) dibuat dengan merangking semua data yang ada di dalam suatu rentang waktu dan diplotkan dengan nilai persentase kemunculannya dari 0% hingga 100%. FDC digunakan untuk melihat lebih detail kecenderungan signifikan yang dihasilkan dari perhitungan ketiga metode.



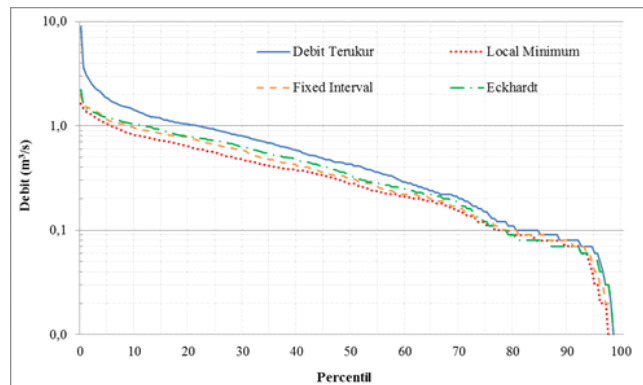
Gambar 4. Grafik FDC pada DAS Blega Telok periode panjang tahun 1996-2005



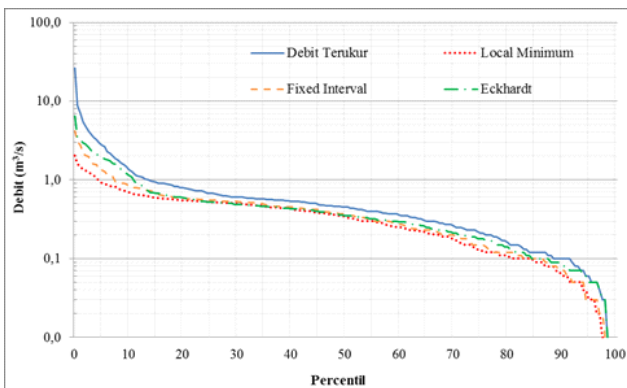
Gambar 7. Grafik FDC pada DAS Nipah Tebanan periode panjang tahun 1996-2001



Gambar 5. Grafik FDC pada DAS Kemuning Pangilen periode panjang tahun 1996-2001



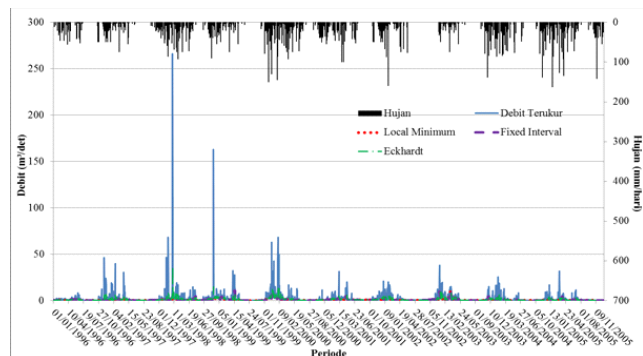
Gambar 8. Grafik FDC pada DAS Klampok Ambunten periode panjang tahun 1996-2001



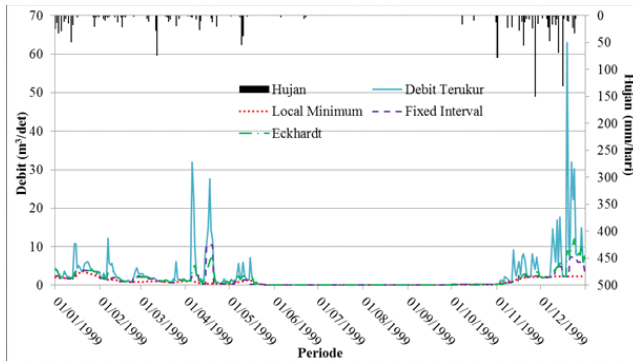
Gambar 6. Grafik FDC pada DAS Samiran Propo periode panjang tahun 1996-2001

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

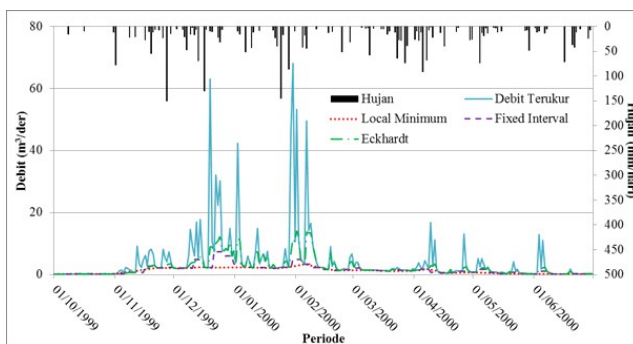
Hasil Pemisahan Aliran Dasar



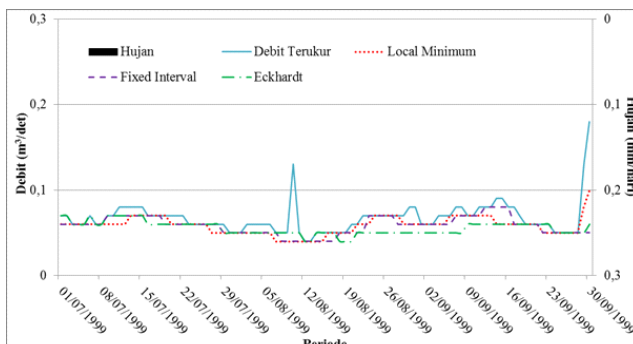
Gambar 9. Hasil pemisahan aliran dasar pada DAS Blega Telok periode panjang tahun 1996-2005



Gambar 10. Hasil pemisahan aliran dasar pada DAS Blega Telok periode setahun 1 Januari-31 Desember 1999



Gambar 11. Hasil pemisahan aliran dasar pada DAS Blega Telok periode penghujan Oktober 1999-Juni 2000



Gambar 12. Hasil pemisahan aliran dasar pada DAS Blega Telok periode kemarau Juli-September tahun 1999

Hasil pemisahan aliran dasar menggunakan ketiga metode menampilkan beberapa grafik pemodelan aliran dasar pada periode yang berbeda. Hal ini bertujuan agar dapat lebih jelas melihat kondisi debit yang terjadi pada saat periode tersebut. Pada saat musim penghujan terlihat adanya kenaikan debit yang ditandai dengan intensitas hujan yang cukup tinggi pada saat itu. Sedangkan saat kemarau terlihat debit yang kecil. Pada periode tersebut hampir tidak terjadi hujan, sehingga debit tersebut murni berasal dari aliran bawah tanah yang keluar sebagai aliran dasar.

Analisis Baseflow Index (BFI)

Tabel 11. Perbandingan nilai BFI di DAS di wilayah UPT PSDA Pamekasan (Madura)

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

BFI merupakan perbandingan antara volume aliran dasar dibagi dengan volume total aliran sungai. Nilai BFI yang tinggi menunjukkan aliran yang stabil dan mampu mempertahankan aliran selama periode kering. Semakin besar nilai BFI maka akan semakin baik persediaan air di DAS tersebut. Tabel 11 menunjukkan bahwa metode yang menghasilkan nilai BFI paling baik yaitu metode *Eckhardt Filter*. Nilai rata-rata BFI yang didapatkan berkisar antara 0,83 – 0,85. Hal ini menunjukkan ketersediaan air pada DAS tersebut cukup stabil.

KESIMPULAN

Berdasarkan pengolahan data yang telah dilakukan pada penelitian, maka dapat disimpulkan bahwa semua metode pada dasarnya bisa dipakai untuk memisahkan aliran dasar dengan debit total, tetapi metode *Fixed Interval Method* menunjukkan kinerja yang lebih baik dalam memodelkan aliran dasar pada 5 DAS di UPT PSDA Pamekasan (Madura). Karena metode *Eckhardt Filter* cenderung mengestimasi baseflow terlalu tinggi, dan *Local Minimum Method* cenderung mengestimasi baseflow terlalu rendah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Dr. Sri Wahyuningsih, S.TP., MP dan Prof. Dr. Indarto, S.TP., DEA yang telah meluangkan waktu untuk memberikan arahan dan bimbingan dalam penyelesaian penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Eckhardt, K. 2005. How to Construct Recursive Digital Filters for Baseflow Separation. *Hydrological Processes* 19, 507-515.

Gregor, M. 2010. BFI+ 3.0 User’s Manual. Department of Hydrogeology and Geothermal Energy, Geological Survey of Slovak Republic, Bratislava.

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