

## TEKNOLOGI PERTANIAN

### Studi Baseflow Menggunakan Perbandingan 6 Metode RDF (*Recursive Digital Filter*) (Studi Kasus di DAS Wilayah UPT PSDA Bondowoso)

#### *Baseflow Separation Study Using 6 RDF (Recursive Digital Filter) Methods in UPT PSDA Bondowoso (Eastern Part of East Java)*

Desi Ratnasari<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: saridesi448@gmail.com

#### ABSTRACT

This research was conducted to estimate the baseflow at eight watersheds in UPT PSDA Bondowoso (East Java, Indonesia). Six method filter used for this study: (1) One Parameter Algorithm; (2) Boughton (Two Parameter Algorithm); (3) Ihacres (Three-Parameter Algorithm); (4) BFLOW (Lynie & Hollick Algorithm); (5) Chapman Algorithm; and (6) EWMA Filter. Methodology consist of : (1) data inventoring (2) data processing, (3) calibrating and validating, and (4) models performance evaluating. Daily discharge were used as main input for the analysis, then each recursive digital filter used to separate the baseflow from total flow. 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 in the same technique. Validation was conducted from the watershed complete data (Kloposawit watershed) to others watersheds. This result showed that Lynie Hollick and EWMA perform better than others algorithms.

**Keywords:** Baseflow Separation, Recursive Digital Filter, UPT PSDA Bondowoso

#### PENDAHULUAN

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah suatu wilayah daratan yang secara topografik dibatasi oleh punggung-punggungan gunung yang menampung dan menyimpan air hujan untuk kemudian menyalurkannya ke laut melalui sungai utama. Dalam DAS terdapat suatu komponen yang dinamakan dengan aliran dasar (*baseflow*). Komponen *baseflow* ini teramat pada saat musim kemarau dimana pada musim tersebut tidak terdapat hujan yang jatuh.

Menurut Asdak (2002), informasi ketersediaan aliran dasar diperlukan untuk perencanaan alokasi (pemanfaatan) air untuk berbagai macam keperluan, terutama pada musim kemarau panjang. Informasi mengenai perkiraan ketersediaan dan kontribusi aliran dasar juga diperlukan sebagai acuan dalam strategi pengembangan dan pengelolaan sumberdaya air di sebuah DAS dan juga informasi terkait yang diperlukan dalam pemenuhan kebutuhan air bersih, perkebunan, dan irigasi pertanian. Para petani di Indonesia sangat mengandalkan air untuk mengaliri sawah atau lahan guna meningkatkan hasil pertaniannya. Namun pada saat musim kemarau kontribusi air berkurang yang menyebabkan petani kesulitan dalam memperoleh air. Sedangkan para petani membutuhkan air secara terus menerus untuk memenuhi kebutuhan air pada tanaman. Untuk itu nilai *baseflow* perlu diketahui dalam mengatasi kendala tersebut.

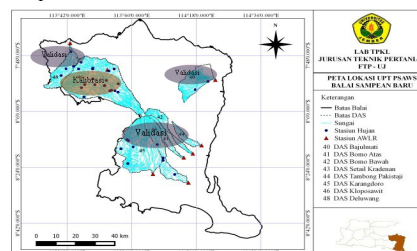
Saat ini telah berkembang berbagai model dan perangkat lunak untuk memperkirakan aliran dasar (*baseflow*). Salah satunya adalah *software HydroOffice* dengan

menggunakan metode *Recursive Digital Filter* (RDF) yaitu menggunakan 6 metode RDF. Dengan menggunakan metode RDF diharapkan akan dapat mempercepat proses perhitungan perkiraan aliran dasar dan dapat mengetahui metode yang memiliki kinerja lebih baik dalam mempresentasikan aliran dasar. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui metode yang memiliki kinerja lebih baik dari keenam metode RDF dan menentukan nilai *baseflow index* (BFI) menggunakan enam metode RDF.

#### METODOLOGI PENELITIAN

##### Tempat dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian di Wilayah UPT PSDA Bondowoso. Pengolahan data dilakukan di Laboratorium Teknik Pengendalian dan Konservasi Lingkungan (TPKL) Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember. Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari sampai Desember 2014.



Gambar 1. Lokasi penelitian

Tabel 1. Karakteristik fisik DAS-DAS di wilayah UPT PSDA Bondowoso

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

Berdasarkan Tabel (1) nilai tertinggi pada setiap karakteristik fisik DAS dapat dilihat dengan angka yang dibelakangi. Sedangkan untuk karakteristik fisik dengan nilai terendah dapat dilihat dengan angka yang diberi garis bawah. Luas DAS diasumsikan sebagai besarnya area tangkapan hujan atau resapan air di sekitar daerah aliran sungai. Sedangkan bentuk DAS berpengaruh terhadap besar dan waktu terjadinya aliran puncak pada outlet DAS. Pada bentuk DAS yang melebar, titik air dari berbagai lokasi di bagian hulu akan sampai di outlet pada saat yang relative sama dan menghasilkan debit puncak yang lebih tinggi. Sebaliknya pada bentuk DAS yang memanjang, maka titik-titik air dari berbagai lokasi di bagian hulu DAS sangat kecil kemungkinannya untuk sampai di outlet pada saat yang sama.

Tabel 2. Peruntukan Lahan Pada Delapan (8) DAS (%)

No	DAS	Luas Peruntukan Lahan (%)								Jumlah	
		Pemukim-an	Sawah Irigasi	Sawah tadah Hujan	Kebun	Hutan	Semak Belukar	Ladang	Tanah kosong		Sungai
1	Bajulmah	0,5	0,6	0,0	18,9	68,6	9,7	1,4	0,2	0,0	100
2	Bomo Atas	9,1	36,1	5,2	0,0	17,8	21,9	4,9	5,0	0,0	100
3	Bomo Bawah	3,0	11,3	0,9	13,6	42,5	25,7	0,9	2,2	0,0	100
4	K.Stail-Keradenan	16,6	35,5	0,0	19,1	9,0	16,5	3,0	0,3	0,0	100
5	Tambong-Pakistaji	5,4	19,1	0,7	45,6	13,0	8,5	4,8	2,2	0,6	100
6	Karangdono	6,4	13,8	0,3	48,7	23,5	3,9	3,0	0,5	0,0	100
7	Kloposawit	10,5	36,5	11,8	8,7	10,4	8,1	13,3	0,7	0,0	100
8	Deluwang-Demung	6,0	4,0	7,9	3,1	39,0	5,3	32,1	1,3	1,3	100

Tata guna lahan kedelapan DAS terbagi oleh 8 jenis peruntukan lahan. Berdasarkan tabel tersebut dapat dilihat bahwa pada peruntukan lahan dengan Persentase tertinggi pada kedelapan DAS antara lain pada DAS Bajulmati adalah didominasi oleh hutan sebesar 68,6 %, DAS Bomo Atas didominasi sawah irigasi sebesar 36,1%, DAS Bomo Bawah didominasi oleh hutan sebesar 42,5%, DAS Setail didominasi sawah irigasi sebesar 35,5%, DAS Tambong didominasi kebun sebesar 45,6%, DAS Karangdono didominasi Kebun sebesar 48,7%, DAS Kloposawit didominasi sawah irigasi sebesar 36,5%, dan DAS Deluwang didominasi oleh hutan sebesar 39,0%.

Tabel 3. Jenis Lapisan Tanah Pada Delapan (8) DAS (%)

No	DAS	Jenis Lapisan Tanah (%)						Luas	
		Aluvial (sedang)	Andosol (Ringan)	Grumusol (Sangat Berat)	Latosol (Berat)	Litosol (Berat)	Mediteran (Sangat Berat)		Regosol (Ringan)
1	Bajulmati		42,46	10,59		11,77	0,82	34,37	100
2	Bomo Atas		74,43					25,57	100
3	Bomo Bawah		34,87	28,35				36,78	100
4	K.Stail-Keradenan	9,22	40,13					59,64	100
5	Tambong-Pakistaji		94,71	5,29					100
6	Karangdono		14,84					85,16	100
7	Kloposawit		31,08	9,01				56,64	100
8	Deluwang-Demung	12,14	54,52	33,34					100

Berdasarkan Tabel (3) dapat dilihat bahwa Wilayah UPT PSDA Bondowoso memiliki tujuh jenis tanah yaitu Aluvial, Andosol, Grumosol, Latosol, Litosol, Mediteran, dan Regosol. Masing-masing jenis tanah memiliki tipe tekstur yang berbeda-beda yaitu Aluvial bertekstur sedang, Andosol bertekstur ringan, Grumosol bertekstur sangat berat, Latosol dan Litosol bertekstur berat, Mediteran bertekstur sangat berat, dan Regosol bertekstur ringan. Jenis tanah juga turut mempengaruhi jumlah air yang terserap dan tersimpan dalam tanah.

Tabel 4. Karakteristik curah hujan

No	DAS	Hujan (mm/hari)				
		Min	Max	MDF	Med	STD
1	Bajulmati	0,00	51,3	3,44	0,00	7,01
2	Bomo Atas	0,00	96,7	2,8	0,00	7,18
3	Bomo Bawah	0,00	149,8	7,29	2,8	11,05
4	K.Stail-Keradenan	0,00	118,8	4,23	0,3	8,01
5	Tambong-Pakistaji	0,00	145	17,89	12,0	18,88
6	Karangdono	0,00	81,5	4,37	0,4	7,69
7	Kloposawit	0,00	67,4	4,09	0,5	6,77
8	Deluwang-Demung	0,00	62	3,00	0,00	6,68

Data yang digunakan untuk analisis karakteristik curah hujan merupakan data hujan harian dari pengukuran langsung pada setiap stasiun hujan disekitar kawasan DAS. Intensitas curah hujan yang tinggi akan meningkatkan volume aliran sungai dalam suatu kawasan DAS. Semakin tinggi intensitas hujannya, maka volume aliran sungai dalam area DAS tersebut juga semakin tinggi. Begitu juga sebaliknya

Tabel 5. Karakteristik Debit

No	DAS	Debit (m <sup>3</sup> /s)				
		Min	Maks	MDF	Med	STD
1	Bajulmati	0,64	12,02	1,99	1,66	1,12
2	Bomo Atas	0,02	15,4	1,45	0,96	1,1
3	Bomo Bawah	0,2	63,8	1,28	0,71	1,42
4	K.Stail-Keradenan	0,13	498	9,98	4,81	19,11
5	Tambong-Pakistaji	0,41	54	3,73	2,63	3,78
6	Karangdono	0,71	119	22,02	17,9	16,04
7	Kloposawit	1,29	97	9,21	7,82	6,27
8	Deluwang-Deemung	0,00	15,4	1,28	0,71	1,42

Debit merupakan besarnya air yang mengalir dari suatu penampang per satuan waktu. Debit maksimum yang terhitung merupakan besarnya kapasitas sungai dalam menampung air permukaan pada saat mencapai titik tertinggi. Debit minimum merupakan nilai debit terendah yang terukur dalam suatu kawasan daerah aliran sungai. DAS yang memiliki debit maksimal yang paling tinggi adalah tertelak pada DAS Setail Kradenan sebesar 498 m<sup>3</sup>/s.

**Bahan dan Alat**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah data debit dan data hujan pada tahun 1997-2001 di wilayah UPT PSDA Bondowoso.

Alat yang digunakan adalah Seperangkat Personal Komputer, *Microsoft Exel 2007/2010*, *Software ArcGIS* dan *QuantumGIS*, dan *Software HydroOffice*

**Tahap Pelaksanaan Persiapan**

Persiapan data yang digunakan yaitu data debit dan data hujan yang berada pada 8 DAS di wilayah UPT PSDA Bondowoso. Pada DAS Kloposawit menggunakan

data yang paling lengkap yaitu pada tahun 1991-2005. Dan data yang digunakan pada tujuh DAS lainnya yaitu tahun 1997-2001. Data debit harian dan data hujan yang didapatkan diubah formatnya menjadi extensi.txt agar dapat terbaca oleh 6 metode RDF. Kedua data harian tersebut diolah dengan cara masing-masing metode sehingga dapat dilanjutkan dengan analisis dari hasil keenam metode. Metode yang digunakan untuk analisis aliran dasar dalam pengolahan data debit yakni metode *Recursive Digital Filter* (RDF):

Tabel 6. RDF Filter untuk menganalisis aliran dasar

Nama Filter	Persamaan Filter	Referensi
One-parameter algorithm	$q_{b(i)} = \frac{k}{2-k} q_{b(i-1)} + \frac{1-k}{2-k} q_{(i)}$	(Chapman and Maxwell, 1996)
Boughton two-parameter algorithm	$q_{b(i)} = \frac{k}{1+C} q_{b(i-1)} + \frac{C}{1+C} q_{(i)}$	(Boughton, 1993; Chapman and Maxwell, 1996)
IHACRES three-parameter algorithm	$q_{b(i)} = \frac{k}{1+C} q_{b(i-1)} + \frac{C}{1+C} (q_{(i)} + \alpha q_{(i-1)})$	(Jakeman and Hombarger, 1993)
Lyne and Hollick algorithm	$q_{f(i)} = \alpha q_{f(i-1)} + (q_{(i)} - q_{(i-1)}) \frac{1+\alpha}{2}$	(Lyne and Hollick, 1979; Nathan and McMahon, 1990)
Chapman algorithm	$q_{f(i)} = \frac{3\alpha-1}{3-\alpha} q_{f(i-1)} + \frac{2}{3-\alpha} (q_{(i)} - \alpha q_{(i-1)})$	(Chapman, 1991)
EWMA	$q_{b(i)} = \alpha q_{(i)} + (1-\alpha) q_{b(i-1)}$	(Thularam and Ilahee, 2008)

Keterangan:

- $q_{(i)}$  : Nilai debit sungai sesungguhnya pada hari ke-i
- $q_{b(i)}$  : Nilai baseflow sesungguhnya pada hari ke-i
- $q_{b(i-1)}$  : Nilai baseflow sebelum hari ke-i
- $q_{f(i)}$  : Nilai DRO pada hari ke-i
- $k$  : Parameter filter yang diberikan oleh konstanta resesi
- $\alpha$  : Parameter filter
- $C$  : Parameter yang bentuk pemisahan dapat diubah
- $i$  : Inteval waktu harian

**Kalibrasi Pada tiap DAS**

Kalibrasi merupakan proses penentuan parameter. Nilai parameter dilakukan dengan memeriksa bentuk pemisahan aliran dasar setiap tahun dengan melihat selisih antara garis pemodelan aliran dasar (debit terhitung) dengan aliran sungainya (debit terukur).

Proses kalibrasi dilakukan dengan memasukkan nilai parameter secara manual sampai menghasilkan nilai aliran dasar yang sesuai pada tiap tahunnya. Setelah didapatkan parameter yang sesuai pada tiap tahunnya kemudian dilakukan rata-rata. Nilai rata-rata parameter tersebut adalah nilai parameter yang digunakan untuk memisahkan baseflow. Kalibrasi dilakukan pada tiap-tiap DAS dengan cara yang sama. Proses penentuan parameter setiap tahun dicontohkan berdasarkan Gambar (2) dibawah ini pada DAS Kloposawit.



Gambar 2. Proses kalibrasi pada DAS Kloposawit

Keenam metode RDF 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.

Uji statistik hasil kalibrasi dilakukan dengan *Root Mean Square Error* sebagai berikut:

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

Keterangan:

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

Selanjutnya, kalibrasi pada masing-masing DAS dilakukan dengan cara yang sama, sehingga didapatkan nilai parameter optimal dari ke enam metode pada masing-masing DAS.

**Validasi dari DAS Kloposawit ke DAS lain-nya**

Proses validasi dilakukan dengan menggunakan nilai parameter dari DAS Kloposawit (DAS dimana data nya paling lengkap) ke DAS lainnya (data kurang lengkap). Validasi dilakukan menggunakan data debit pada periode panjang : 1997 – 2001.

**Perbandingan Nilai Parameter**

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

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Periode Kalibrasi**

*Nilai Parameter yang diuji*

Nilai dari rentang parameter yang didapatkan dari masing-masing metode telah ditampilkan pada Tabel (7) sebagai berikut:

Tabel 7. Nilai rentang parameter yang diuji tiap tahun-nya, pada semua DAS

No.	Metode RDF	Parameter		
		k	c	alpha
1	One Parameter	0,953 - 0,985	-	-
2	Two Parameter	0,961 - 0,989	0,017 - 0,022	-
3	IHACRES	0,962 - 0,981	0,013 - 0,015	0,924 - 0,942
4	Chapman	-	-	0,961 - 0,985
5	Lynis Hollick	-	-	0,988 - 0,993
6	EWMA	-	-	0,011 - 0,015

Tabel (7) menampilkan rentang nilai parameter dari keenam metode pemisahan aliran dasar yang didapatkan secara *trial and error* atau dengan trim 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 (8).

Nilai Parameter Optimal pada setiap DAS

Tabel (8) menampilkan nilai parameter optimal yang merupakan hasil dari nilai rerata parameter pada setiap tahunnya di masing-masing DAS.

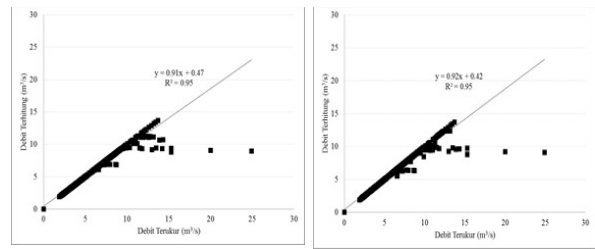
Tabel 8. Nilai parameter optimal pada masing-masing DAS

DAS	Parameter Periode Bulan Juli-September						Lyn & Hollick	EWMA	
	One parameter	Two parameter		IHACHRES		Chapman Algorithm			
	k	k	c	k	a	c	a	a	
Bajulmati	0,983	0,989	0,022	0,981	0,929	0,014	0,981	0,989	0,015
Bomo Atas	0,985	0,961	0,019	0,963	0,925	0,013	0,983	0,993	0,011
Bomo Bawah	0,971	0,978	0,017	0,966	0,924	0,014	0,982	0,988	0,013
K. Setail-Kradenan	0,966	0,981	0,020	0,964	0,935	0,013	0,964	0,988	0,012
Tambong-Pakistaji	0,953	0,984	0,018	0,962	0,941	0,015	0,974	0,990	0,011
Karangdoro	0,955	0,982	0,018	0,967	0,935	0,013	0,967	0,991	0,012
Kloposawit	0,982	0,988	0,020	0,977	0,942	0,015	0,985	0,991	0,014
Deluwang-Demung	0,974	0,982	0,019	0,963	0,932	0,015	0,961	0,989	0,011

Tabel 9. Nilai RMSE periode kering bulan Juli-September untuk DAS Kloposawit

RMSE DAS Kloposawit Periode Juli-September Tahun 1991-2005	
One parameter	0,081
Two parameter	0,058
IHACHRES	0,040
Chapman Algorithm	0,079
Lyn & Hollick	0,018
EWMA	0,018

Dari hasil uji statistik menggunakan metode RMSE diketahui bahwa kecenderungan signifikan dalam pemodelan aliran dasar di DAS Kloposawit ditunjukkan oleh metode *Lyn & Hollick* dan EWMA. Metode tersebut menunjukkan kinerja yang lebih menghasilkan nilai RMSE yang paling mendekati nilai nol.



(e) Lyn & Hollick (f) EWMA

Gambar 3. Grafik hubungan antara debit terukur dan debit terhitung pada DAS Kloposawit

Berdasarkan gambar (3) menunjukkan bahwa metode Lyn & Hollick dan EWMA yang menggambarkan garis yang lebih lurus dengan tingkat penyebaran berkumpul paling baik. Hal tersebut menunjukkan bahwa prediksi tingkat kebenarannya lebih tinggi.

Periode Validasi

Proses validasi dilakukan pada masing-masing metode RDF untuk semua tahun. Proses validasi berguna untuk penentuan apakah nilai parameter didapatkan dari proses kalibrasi pada DAS Kloposawit bisa digunakan untuk memisahkan baseflow pada DAS lainnya. Proses validasi ditampilkan dalam bentuk, RMSE, FDC dan BFI.

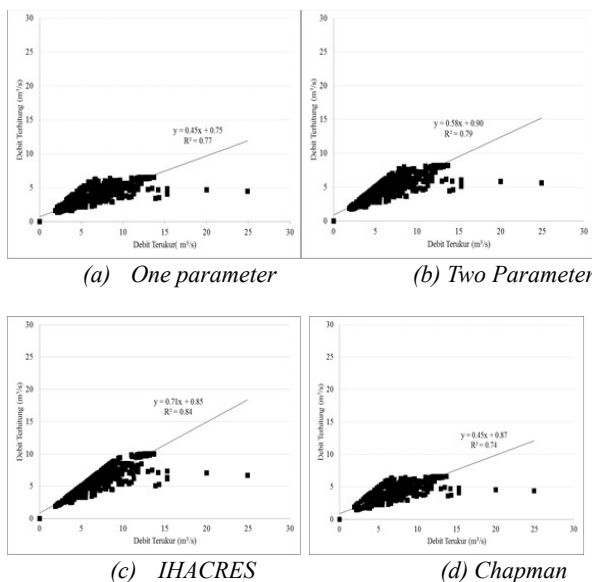
Tabel 10. Nilai RMSE pada 6 DAS di wilayah PSDA Bondowoso

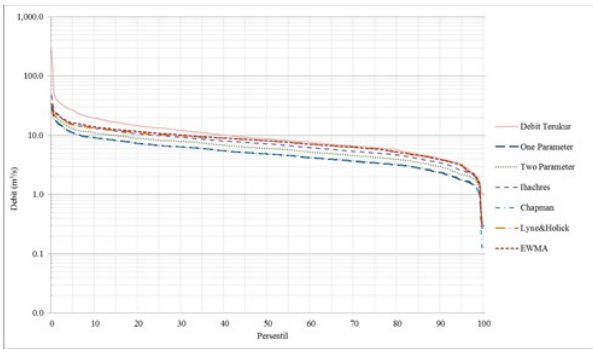
DAS	RMSE Periode Bulan Juli-September					
	One parameter	Two parameter	IHACHRES	Chapman Algorithm	Lyn & Hollick	EWMA
Bajulmati	0,033	0,023	0,012	0,033	0,005	0,005
Bomo Atas	0,025	0,024	0,022	0,026	0,021	0,020
Bomo Bawah	0,178	0,175	0,171	0,131	0,170	0,168
K. Setail-Kradenan	0,349	0,340	0,330	0,353	0,325	0,322
Tambong-Pakistaji	0,109	0,102	0,098	0,110	0,094	0,093
Karangdoro	0,405	0,349	0,299	0,404	0,234	0,229
Deluwang-Demung	0,007	0,005	0,004	0,007	0,001	0,001
Min	0,007	0,005	0,004	0,007	0,001	0,001
Maka	0,405	0,349	0,330	0,404	0,235	0,222
Rerata	0,162	0,150	0,133	0,163	0,126	0,124
Standard	0,158	0,144	0,133	0,158	0,123	0,121
Deviasi						

Tabel (10) merupakan hasil dari nilai RMSE pada semua DAS dengan menggunakan parameter yang sama pada tiap DASnya yaitu menggunakan parameter DAS Kloposawit. Metode yang memiliki kinerja yang lebih baik pada saat musim kemarau menghasilkan nilai RMSE yang baik yaitu menghasilkan nilai RMSE mendekati nilai 0. Metode yang menghasilkan nilai RMSE mendekati nilai 0 terdapat pada dua metode filter yaitu metode Lyn & Hollick dan EWMA.

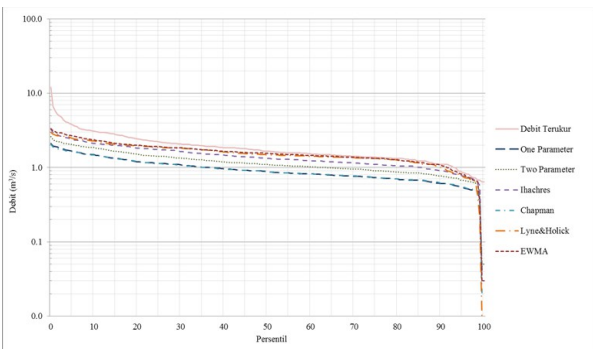
Analisis Kurva Durasi Aliran (FDC)

FDC (flow duration curve) digunakan untuk melihat lebih detail kecenderungan signifikan yang dihasilkan dari perhitungan keenam metode RDF.

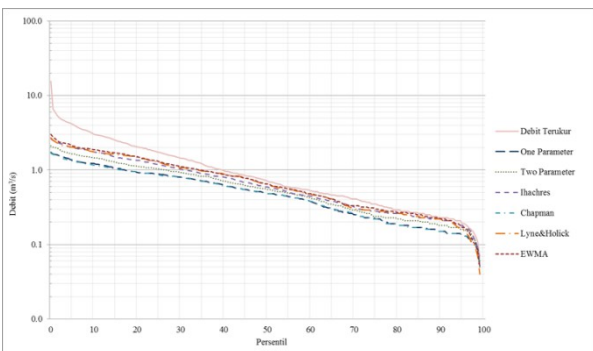




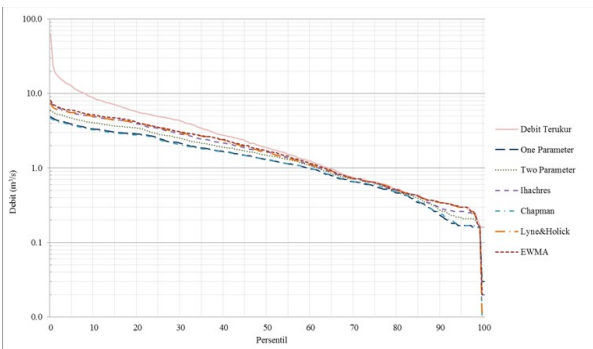
Gambar 4. Grafik FDC pada DAS Kloposawit periode panjang tahun 1991-2005.



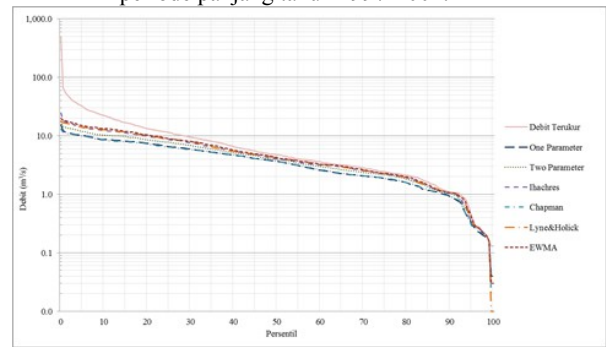
Gambar 5. Grafik FDC pada DAS Bajulmati periode panjang tahun 1997-2001.



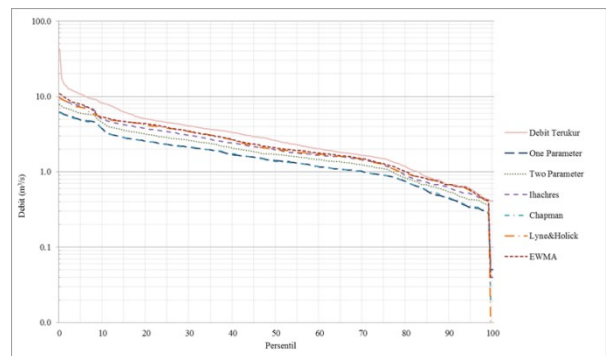
Gambar 6. Grafik flow duration curve pada DAS Bomo Atas periode panjang tahun 1997-2001.



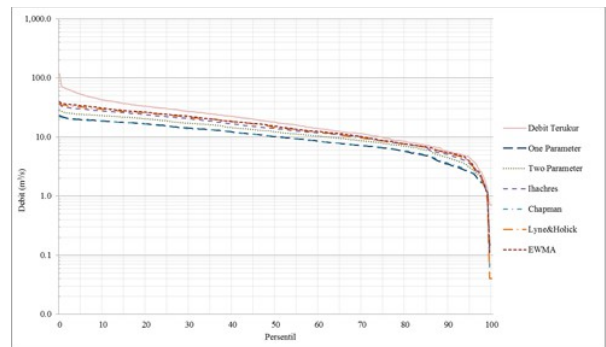
Gambar 7. Grafik flow duration curve pada DAS Bomo Bawah periode panjang tahun 1997-2001.



Gambar 8. Grafik flow duration curve pada DAS Setail periode panjang tahun 1997-2001.



Gambar 9. Grafik flow duration curve pada DAS Tambong periode panjang tahun 1997-2001.

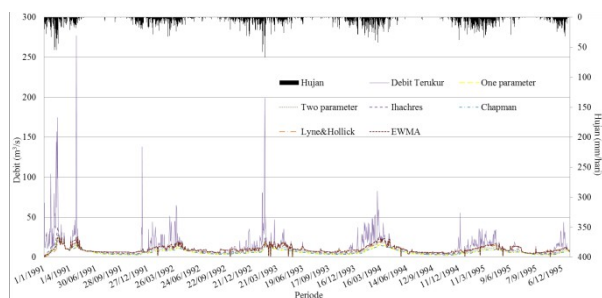


Gambar 10. Grafik flow duration curve pada DAS Karangdoro periode panjang tahun 1997-2001.

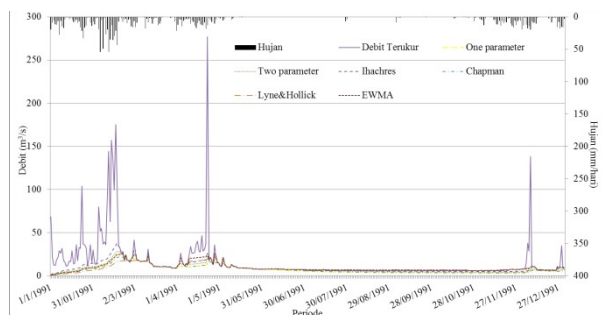
Gambar 11. Grafik *flow duration curve* pada DAS Deluwang periode panjang tahun 1997-2001.

Gambar di atas merupakan grafik FDC yang dihasilkan oleh masing-masing DAS di UPT PSDA Bondowoso. Hasil dari grafik FDC menunjukkan hubungan antara debit dengan persentase waktu. Dari masing-masing metode yang terlihat pada grafik bahwa garis terukur hampir berhimpitan atau mendekati garis debit terhitung. Namun grafik yang menunjukkan metode yang memiliki kinerja yang paling baik adalah dua metode filter yaitu Lyne & Hollick dan EWMA. Metode yang baik adalah saat musim kemarau berhimpitan. Dan saat musim penghujan dapat memisahkan antara aliran dasar dengan debit total.

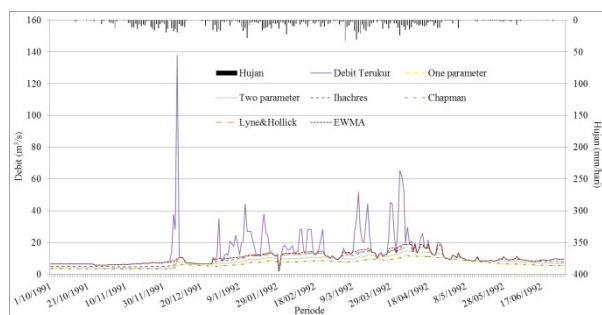
**Hasil Pemisahan Aliran Dasar**



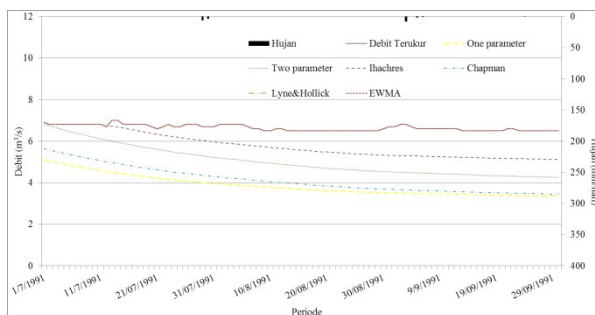
Gambar 12. Hasil pemisahan aliran dasar pada DAS Kloposawit periode panjang tahun 1991-2005



Gambar 13. Hasil pemisahan aliran dasar pada DAS Kloposawit periode setahun 1 Januari-31 Desember 1991



Gambar 14. Hasil pemisahan aliran dasar pada DAS Kloposawit periode penghujan Oktober 1991- Juni 1992



Gambar 15. Hasil pemisahan aliran dasar pada DAS Kloposawit periode kemarau Juli-September tahun 1991

Pada DAS Kloposawit nilai debit sungai pada musim kemarau cenderung menurun karena hampir tidak adanya hujan yang terjadi pada saat itu. Sedangkan pada musim penghujan debit sungai cenderung meningkat.

**Analisis Baseflow Index (BFI)**

Tabel 11. Perbandingan nilai BFI di wilayah UPT PSDA Bondowoso

Metode RDF	Ket.	DAS							
		Bajulmani	Bemo Atas	Bemo Bawah	K. Setail-Kudonan	Tambang-Pakitaji	Kamngdem	Kloposawit	Deluwang-Demung
One parameter	Kemua	0,54	0,64	0,69	0,72	0,59	0,60	0,57	0,59
	Maks	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Two Parameter	Kemua	0,67	0,73	0,77	0,80	0,72	0,73	0,69	0,72
	Maks	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Ibachres	Kemua	0,80	0,81	0,83	0,85	0,81	0,82	0,81	0,81
	Maks	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Chapman	Kemua	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
	Maks	0,54	0,65	0,69	0,72	0,60	0,61	0,57	0,60
Lyne Holick	Kemua	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	Maks	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
EWMA	Kemua	0,88	0,84	0,86	0,87	0,86	0,86	0,88	0,86
	Maks	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Min	Kemua	0,90	0,85	0,87	0,88	0,88	0,87	0,89	0,88
	Maks	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Min	Kemua	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
	Maks	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01

Nilai BFI yang tinggi mendeskripsikan pola aliran yang stabil dan mampu untuk mempertahankan aliran sungai pada saat periode kering pada suatu DAS. Dari Tabel diatas dapat dilihat bahwa metode yang menunjukkan nilai BFI paling tinggi yaitu pada metode EWMA. BFI merupakan perbandingan antara volume aliran dasar dibagi dengan volume total aliran sungai, volume aliran dasar ini diperkirakan dengan menggunakan 6 metode RDF.

**KESIMPULAN**

Berdasarkan data pengamatan dan perhitungan yang telah dilakukan pada penelitian maka dapat disimpulkan bahwa Pemodelan aliran dasar dari keenam metode RDF yang memiliki kinerja yang lebih baik adalah metode Lyne & Hollick dan EWMA penetapan ini berdasarkan analisis statistik menggunakan RMSE dan FDC. Nilai BFI merata tertinggi diperoleh dari metode Lyne & Hollick dan EWMA.

**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, memberikan arahan, dan bimbingan dalam penyusunan skripsi ini.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Asdak, C. 2002. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Boughton, W. C. 1993. *A hydrograph - based model for estimating the water yield of ungauged catchments, paper presented at Hydrology and Water Resources Symposium*. Australia: Institute of Engineers Auralia National Conference.
- Chapman, T. 1991. *Comment on "Evaluation of automated techniques for baseflow and recession analyses" by R. J. Nathan and T. A. Mc-Mahon*. Water Resour, Vol. 27No.7 : 1783–1784.
- Chapman, T. dan Maxwell. 1996. *Baseflow Separation Comparison of Numerical Methods with Tracer Experiments, in Hydrol. And Water Resour. Symp*, pp. Institution of Engineers Australia, Hobart.
- Indarto. 2010. *Teori Hidrologi Dasar dan Contoh Aplikasi Model Hidrologi*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Jakerman, A. J. dan Hornberger, G.M. 1993. *How much complexity is warranted in a rainfall-runoff model*. Water Resources Research 29,pp2637-2649.
- Lynie, V. dan Hollick, M. 1979. *Stochastic time - variable rainfall-runoff modeling*. Institute Engineers Australia National Conference. Publ. 79 / 10, 89-93.
- Nathan, R.J. dan McMahon, T. A. 1990. *Evaluation of automated techniques for baseflow and recession analysis*. Water Resources Publication : USA. 26(7): 1465-1473.
- Tularam, G. A. dan Ilahee, M. 2008. *Exponential smoothing method of baseflow separation and its impact on continious loss estimates*. American Journal of Environmental Scieecs. 4(2), 136-144.