



**STUDI BASEFLOW MENGGUNAKAN PERBANDINGAN 6 METODE
RDF (RECURSIVE DIGITAL FILTER)
(STUDI KASUS DI DAS WILAYAH UPT PSDA BONDOWOSO)**

SKRIPSI

Oleh:

**Desi Ratnasari
101710201049**

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

2015



**STUDI BASEFLOW MENGGUNAKAN PERBANDINGAN 6 METODE
RDF (RECURSIVE DIGITAL FILTER)
(STUDI KASUS DI DAS 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:

**Desi Ratnasari
101710201049**

**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 Sutiah dan Ayahanda Agus Gunadi yang tercinta;
2. Kakak ku Imam Prabowo dan Nurul Wulan Dari;
3. Guru-guruku sejak Taman Kanak-Kanak sampai dengan Perguruan Tinggi;
4. Almamater Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

MOTTO

“Sesungguhnya sholatku, ibadahku, hidupku, dan matiku semata-mata hanya untuk Allah Tuhan Sekalian Alam”

(Q.S An – Nahl 162)

“Banyak kegagalan dalam hidup ini dikarenakan orang-orang tidak menyadari betapa dekatnya mereka dengan keberhasilan saat mereka menyerah”

(Thomas Alva Edison)

“Hanya kepada Mu (Ya Allah) aku menyembah, dan hanya kepada Mu aku memohon pertolongan. Tunjukkanlah aku jalan yang lurus, yaitu jalan orang-orang yang engkau ridhoi, bukan jalan orang-orang yang engkau murkai”

(Q.S Al – Fatihah 5-7)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Desi Ratnasari

NIM : 101710201049

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul “Studi Baseflow Menggunakan Perbandingan 6 Metode RDF (Recursive Digital Filter) (Studi Kasus di DAS Wilayah UPT PSDA Bondowoso)” adalah benar-benar hasil karya sendiri dengan pembimbing dari pihak Lab. TPKL UNEJ kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Data dan hak publikasi karya tulis adalah milik Laboratorium Teknik Pengendalian dan Konservasi Lingkungan TEP, FTP UNEJ.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 07 April 2015

Yang menyatakan,

Desi Ratnasari
NIM 101710201049

SKRIPSI

**STUDI BASEFLOW MENGGUNAKAN PERBANDINGAN 6 METODE
RDF (RECURSIVE DIGITAL FILTER)
(STUDI KASUS DI DAS WILAYAH UPT PSDA BONDOWOSO)**

Oleh

Desi Ratnasari
NIM 101710201049

Pembimbing

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

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

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Studi Baseflow Menggunakan Perbandingan 6 Metode RDF (Recursive Digital Filter) (Studi Kasus di DAS Wilayah UPT PSDA Bondowoso)” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember pada :

Hari : Selasa

Tanggal : 07 April

Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua

Anggota,

Ir. Hamid Ahmad

NIP. 195502271984031002

Dr. Ir. Entin Hidayah, M.U.M.

NIP. 196612151995032001

Mengesahkan

Dekan,

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

NIP. 196912121998021001

RINGKASAN

Studi Baseflow Menggunakan Perbandingan 6 Metode RDF (Recursive Digital Filter) (Studi Kasus di DAS Wilayah UPT PSDA Bondowoso); Desi Ratnasari, 101710201049; 2015; 56 halaman; Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Di suatu Daerah Aliran Sungai (DAS) terdapat suatu komponen aliran yang dinamakan dengan aliran dasar (baseflow). Komponen baseflow ini teramati pada saat musim kemarau dimana pada musim tersebut tidak terdapat hujan yang jatuh. Aliran dasar dapat digunakan salah satunya sebagai dasar pemenuhan kebutuhan air tanaman, untuk suplai air irigasi saat musim kemarau. Baseflow dapat dihitung menggunakan software hydrooffice yaitu menggunakan metode enam RDF (Recursive Digital Filter), (1) One-parameter algorithm, (2) Two-parameter algorithm, (3) IHACRES, (4) Lyne & Holick Algorithm, (5) Champman Alogrithm, dan (6) EWMA. Penelitian ini dilaksanakan di DAS Wilayah UPT PSDA Bondowoso, bertujuan untuk: (1) menentukan metode yang memiliki kinerja yang paling baik dari keenam metode dalam mempresentasikan aliran dasar, (2) menentukan nilai baseflow index (BFI) menggunakan 6 metode Recursive Digital Filter (RDF).

Data yang digunakan adalah data debit harian dan data hujan harian periode 1 Januari 1991 - 31 Desember 2005 untuk DAS Kloposawit dan untuk DAS lainnya digunakan data periode 1 Januari 1997 - 31 Desember 2001. Penggunaan nilai parameter untuk enam metode RDF dilakukan dengan cara trial and error pada setiap tahunnya. Penetapan nilai parameter dilakukan dengan memeriksa bentuk pemisahan aliran dasar setiap tahun dengan melihat selisih antara garis pemodelan aliran dasar (debit terhitung) dengan debit total di sungai (debit terukur). Uji statistik yang digunakan adalah Root Mean Square Error (RMSE), R squared (R^2), dan Flow Duration Curve (FDC). Proses kalibrasi merupakan proses penentuan parameter pada masing-masing DAS dan dilakukan pada saat bulan kering yaitu periode Juli-September. Proses validasi dilakukan dengan menggunakan nilai parameter dari DAS yang memiliki data paling

lengkap untuk diolah ke DAS lainnya dan proses ini dilakukan untuk periode sepanjang tahun.

Berdasarkan hasil penelitian dan olah data yang dilakukan dapat diketahui bahwa metode Lyne & Holick dan EWMA menunjukkan kecenderungan yang lebih baik dalam memodelkan aliran dasar. Penetapan ini berdasarkan uji kinerja statistik RMSE, R squared, dan FDC. Pada proses kalibrasi berdasarkan kriteria R squared dan RMSE menghasilkan nilai yang paling baik untuk DAS Kloposawit adalah metode Lyne & Holick dan EWMA. Grafik FDC yang dihasilkan saat proses kalibrasi, kedua metode filter tersebut sangat berhimpitan dengan debit terukur.

Pada periode validasi untuk DAS Keseluruhan menghasilkan nilai RMSE yang paling baik adalah pada metode Lyne & Holick dan EWMA sekitar 0,001-0,322. Nilai BFI yang dihasilkan pada kedua metode filter tersebut cukup tinggi. Grafik FDC menunjukkan bahwa metode Lyne & Holick dan EWMA memiliki garis baseflow yang berhimpitan dengan debit total saat musim kemarau dan saat musim penghujan dapat memisahkan antara baseflow dengan debit total. Dari keenam metode RDF dapat dikatakan bahwa kedua metode filter tersebut memiliki kinerja yang paling baik dalam memodelkan aliran dasar.

SUMMARY

Study Baseflow Using Comparison 6 Method RDF (Recursive Digital Filter) (A Case Studies in Watershed Areas UPT PSDA Bondowoso); Desi Ratnasari; 101710201049; 2015; 55 pages; agricultural of engineering faculty of agricultural technology jember university

Watershed consists of several flow components, one of them is the baseflow. Baseflow is used as the fulfilling basic needs of water for irrigation water supply in dry season. The baseflow can be used one of them as a basis the fulfillment of a need aquatic plant, to the supply of irrigation water during dry season. In this study, using six RDF methods namely; (1) IHACRES (Identification of unit hydrograph and Component Flows From Rainfall, Evaporation and Stream flow Data), (2) Lynie & Holick Algorithm, (3) Chapman Algorithm, (4) One parameter algorithm, (5) Two parameters algorithm (6) EWMA (exponentially weighted moving average) filter. The purpose of this study is to determine the better performancee method of presenting the baseflow and determining the highest value at the baseflow index.

The data which is used in this study is the daily discharge data and daily rainfall data 1 January 1991-31 December 2005 to Kloposawit watershed. And the other watersheds used data data 1 January 1997-31 December 2001. The use of parameter values for the six methods RDF done by trial and error in each year. Determination of parameter values is done by examining the shape of baseflow separation every year by looking at the difference between the baseflow modeling lines with the total discharge in river. The statistical test for six methods uses R square, RMSE and FDC (Flow Duration Curve). Calibration is the process of determining the parameter of each wathershed and carried out during the dry period. Validation is done by using the parameter value of wathreshed that have the most complete of data to be processed into other watersheds and the process is carried out in the period during the all period.

Based on the results of research and treat the data done can be known that method Lyne & Hollick and EWMA show a trend that better in the baseflow

model. Determination is based on test rmse performance statistics RMSE, R squared, dan FDC. In the process of calibrating based on criteria RMSE, R squared produce the value of the most better for the watershed Kloposawit is a method of Lyne & Hollick and EWMA. Charts of FDC show that the two method filter very intersecting with the discharge measurable.

The validation process of the lowest RMSE value is in the Lyne & Hollick and EWMA method, it is 0,001-0,322. The highest value of baseflow index (BFI) also presented at Lynie Hollick and EWMA method. Charts of FDC show that a method of Lyne & Hollick and EWMA having the outline baseflow intersecting with the total discharge the dry season and during the rainy season can separate between baseflow with total discharge. The results showed that two filters (EWMA and Lynie Hollick) have better performance than other filters for modelling baseflow.

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT, atas segala rahmat dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “Studi Baseflow Menggunakan Perbandingan 6 Metode RDF (Recursive Digital Filter) (Studi Kasus di DAS Wilayah UPT PSDA Bondowoso)”. 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. dan Dr. Sri Wahyuningsih, S.P., M.T., selaku Dosen Pembimbing Utama dan Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan tenaga, waktu, pikiran, dan perhatian dalam membimbing penulisan skripsi ini;
2. Ir. Hamid Ahmad dan Dr. Ir. Entin Hidayah M.U.M., selaku Ketua Tim Penguji dan Anggota Tim Penguji yang telah memberikan saran dan masukan dalam penyempurnaan skripsi ini;
3. Dekan Fakultas Teknologi Pertanian dan Ketua Jurusan Teknik Pertanian Universitas Jember atas segala inspirasi yang diberikan untuk kampus tercinta;
4. Prof. Dr. Indarto, STP., DEA., sebagai Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa;
5. Ir. Muharjo Pudjojono selaku dosen dan Komisi Bimbingan Jurusan Teknik Pertanian;
6. Seluruh dosen pengampu mata kuliah, terima kasih atas ilmu dan pengalaman yang diberikan serta bimbingan selama studi di Fakultas Teknologi F Universitas Jember;
7. Seluruh staf dan karyawan di lingkungan Fakultas Teknologi Pertanian, terima kasih atas bantuan dalam mengurus administrasi dan yang lainnya;
8. Kedua orang tua saya, Bapak Agus Gunadi B.sc dan Ibu Sutiah atas curahan dan kasih sayang, doa yang tak henti-hentinya mengalir dalam perjalanan

hidupku, dan yang selalu mendidikk serta membimbingku dengan penuh kesabaran;

9. Kakakku tercinta Imam Prabowo dan Nurul Wulandari, terimakasih atas dukungan dan doa'nya;
10. Sahabatku (Aini, Lenny, Natalia, dan Setyorini), terimakasih atas dukungan dan kasih sayang kalian;
11. Sahabatku Ika dan Novel yang setia memberikan semangat dan dukungan;
12. Teman-teman seperjuangan satu tim peta (Ari, Disty, Sintia, Natalia, Wulan, Isnani, Faisol, Andry, Afif, Holid, Faruq, dan Pras), yang selalu memberikan dukungan dan semangat;
13. Teman-temanku Teknik Pertanian (TEP) 2010 yang penuh dengan semangat dan kasih sayang terima kasih atas nasehat serta motivasinya;
14. Teman-temanku Stay One yang selalu menyemangati, memberikan nasehat dan motivasi;
15. 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, 07 April 2015

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBINGAN	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	ix
SUMMARY	xi
PRAKATA	xii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Aliran Dasar (Baseflow)	4
2.2 Siklus Hidrologi	5
2.3 Hidrograf	5
2.4 Metode Pemisahan Aliran Dasar	6
2.4.1 Metode Grafik	7
2.4.2 Metode Filter	7
2.5 Metode Recursive Digital Filter	8
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	14

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	14
3.1.1 Waktu Penelitian.....	15
3.1.2 Tempat Penelitian	15
3.2 Alat dan Bahan	15
3.2.1 Alat	15
3.2.1 Bahan	15
3.3 Tahapan Penelitian	16
3.4 Tahapan Pelaksanaan	17
3.4.2 Inventarisasi Data	17
3.4.3 Pengolahan Data	17
3.4.4 Kriteria	17
3.4.5 Kalibrasi	18
3.4.6 Validasi	19
BAB 4. KARAKTERISTIK DAS	20
4.1 Karakteristik Topografi	20
4.4 Karakteristik Debit	21
4.5 Karakteristik Hujan	22
4.6 Plotting Data Hujan dan Debit	23
BAB 5. HASIL DAN PEMBAHASAN	24
5.1 Analisis Baseflow	24
5.1.1 Kalibrasi	24
5.1.2 Validasi	33
BAB 6. PENUTUP	47
6.1 Kesimpulan	47
6.2 Saran	47
DAFTAR PUSTAKA	48
LAMPIRAN	50

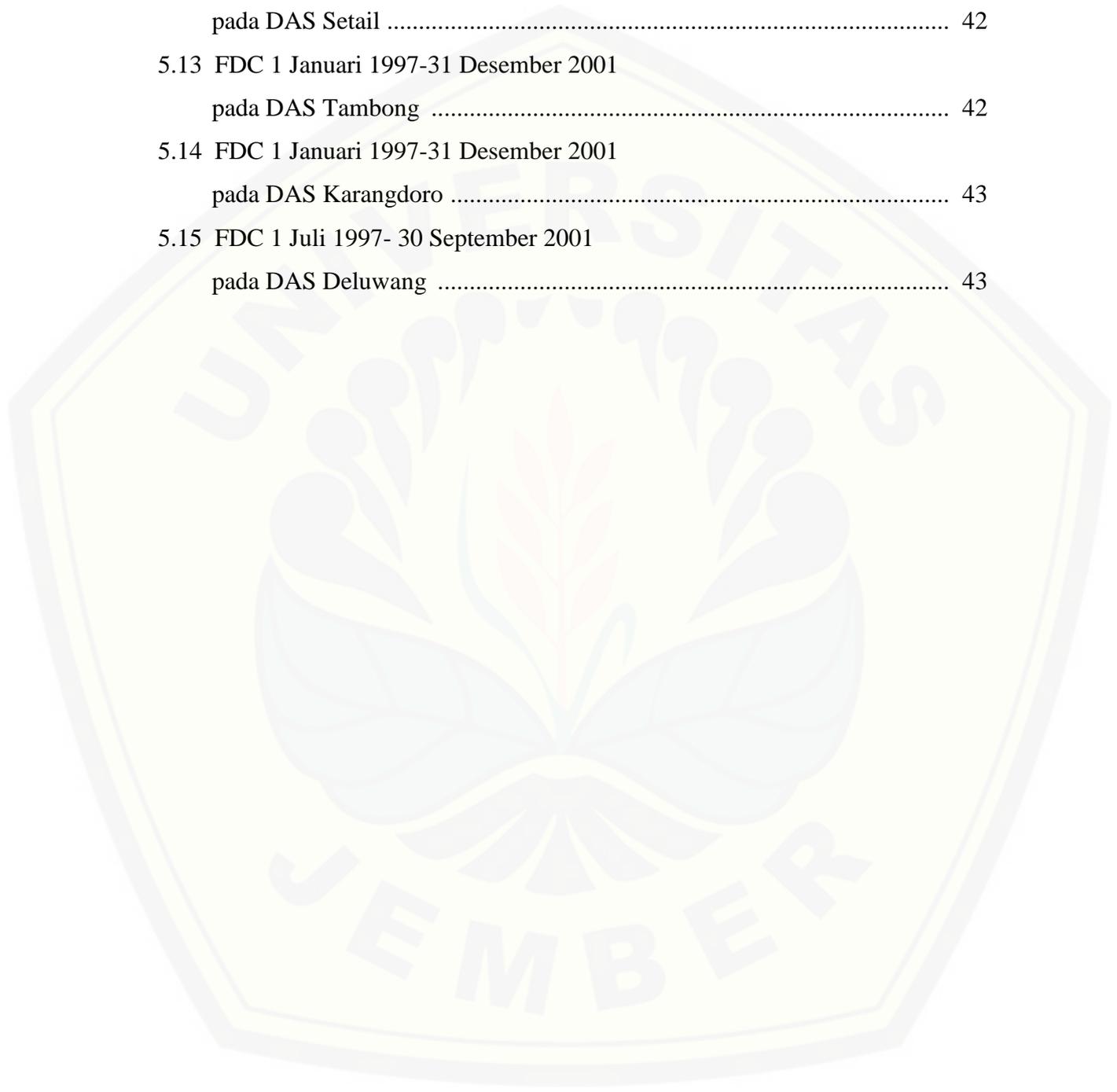
DAFTAR TABEL

	Halaman
4.1 Luas DAS dan Bentuk DAS yang Diamati	20
4.4 Debit Harian dalam m^3/s	21
4.5 Hujan Harian dalam mm/hari	22
5.1 Nilai rentang parameter pada setiap DAS	25
5.2 Nilai parameter optimal pada setiap DAS	26
5.3 Nilai RMSE pada proses kalibrasi DAS Kloposawit	27
5.4 Nilai RMSE pada proses validasi pada setiap DAS	33
5.5 Nilai BFI (Baseflow Index) pada proses validasi	46

DAFTAR GAMBAR

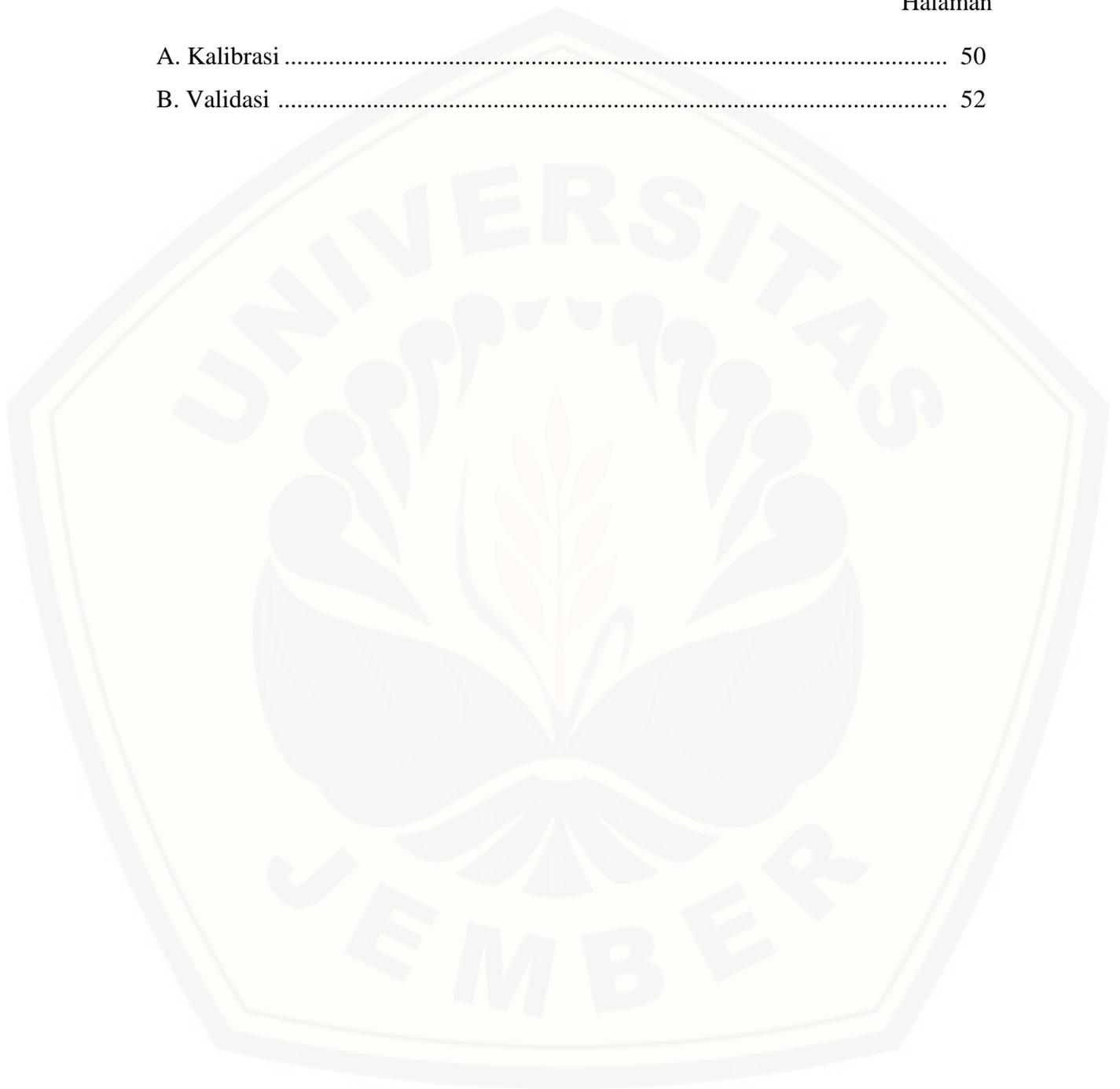
	Halaman
2.1 Aliran Dasar	4
2.2 Siklus Hidrologi	5
2.3 Kurva hidrograf	6
2.4 Metode pemisahan grafik	7
3.1 Peta Lokasi Penelitian	14
3.2 Diagram alir penelitian	16
3.3 Grafik FDC	18
3.4 Gambar proses kalibrasi DAS Kloposawit	19
4.1 Plotting data hujan dan debit pada DAS Kloposawit	27
5.1 Grafik hubungan antara debit terhitung dan debit terukur pada DAS Kloposawit	28
5.2 Pemisahan aliran dasar 1 Juli 1997-30 September 1991 DAS Kloposawit ..	31
5.3 FDC 1 Juli-30 September 1991-2005 pada DAS Kloposawit	32
5.4 Pemisahan aliran dasar 1 Januari 1991-31 Desember 2005 pada DAS Kloposawit	35
5.5 Pemisahan aliran dasar 1 Januari 1997- 31 Desember 1991 pada DAS Kloposawit	36
5.6 Pemisahan aliran dasar 1 Oktober 1991-30 Juni 1992 pada DAS Kloposawit	37
5.7 Pemisahan aliran dasar 1 Juli 1991-30 September 1991 pada DAS Kloposawit	38
5.8 FDC 1 Januari 1991-31 Desember 2005 pada DAS Kloposawit	40
5.9 FDC 1 Januari 1997-31 Desember 2001 pada DAS Bajulmati	40
5.10 FDC 1 Januari 1997-31 Desember 2001 pada DAS Bomo Atas	41

5.11 FDC 1 Januari 1997-31 Desember 2001	
pada DAS Bomo Bawah	41
5.12 FDC 1 Januari 1997-31 Desember 2001	
pada DAS Setail	42
5.13 FDC 1 Januari 1997-31 Desember 2001	
pada DAS Tambong	42
5.14 FDC 1 Januari 1997-31 Desember 2001	
pada DAS Karangdoro	43
5.15 FDC 1 Juli 1997- 30 September 2001	
pada DAS Deluwang	43



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Kalibrasi	50
B. Validasi	52



BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Daerah Aliran Sungai DAS adalah suatu wilayah daratan yang secara topografik dibatasi oleh punggung-punggung gunung yang menampung dan menyimpan air hujan untuk kemudian menyalurkannya ke laut melalui sungai utama. Dalam suatu DAS terdapat suatu komponen yang dinamakan dengan aliran dasar (baseflow). Komponen baseflow ini teramati pada saat musim kemarau dimana pada musim tersebut tidak terdapat hujan yang jatuh (Indarto, 2010).

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.

DAS di wilayah UPT PSDA Bondowoso terbagi atas tiga kabupaten yaitu Situbondo, Bondowoso, dan Banyuwangi. Dan sebagian besar lahan di wilayah tersebut diperuntukkan untuk lahan pertanian, dan perkebunan. Para petani sangat mengandalkan air untuk mengalir 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 (Gregor, 2010) dengan menggunakan metode Recursive Digital Filter (RDF). Dengan menggunakan metode Recursive Digital Filter (RDF) diharapkan akan dapat mempercepat proses perhitungan aliran dasar dan dapat mengelola sumber daya air yang lebih baik lagi. Penelitian ini mengkaji DAS

yang ada di Wilayah UPT PSDA Bondowoso. Penelitian ini dilakukan untuk memperkirakan kontribusi aliran dasar dengan menggunakan 6 metode RDF, yaitu (1) One-parameter algorithm, (2) Two-parameter algorithm, (3) IHACRES, (4) Lyne & Holick Algorithm, (5) Champman Alogrithm, dan (6) EWMA. Dari keenam metode RDF tersebut akan didapatkan metode dengan kinerja yang paling baik dalam mempresentasikan aliran dasar.

1.2 Rumusan Masalah

DAS Wilayah UPT PSDA Bondowoso terbagi atas 3 wilayah kabupaten yaitu, Bondowoso, Situbondo, dan Banyuwangi yang terletak di Provinsi Jawa Timur. Kabupaten Bondowoso memiliki tipe iklim menurut klasifikasi Schmidt-Ferguson adalah tipe D, E, dan F. Kabupaten Situbondo dengan tipe iklim E, dan F. Dan Kabupaten Banyuwangi dengan tipe iklim E. Berdasarkan tipe iklim tersebut maka DAS di Wilayah UPT PSDA Bondowoso memiliki curah hujan dari sedang – kering. Sehingga untuk mengetahui ketersediaan air saat musim kemarau dilakukan penelitian untuk memperkirakan besarnya aliran dasar (baseflow). Perkiraan aliran dasar (baseflow) menjadi salah satu cara dalam pengembangan sumber daya air (SDA) di DAS. Dengan diketahuinya nilai baseflow diharapkan dapat mengatur jumlah air yang dibutuhkan, sehingga pasokan air tetap tersedia dan pembagian air pada saat musim kemarau dapat tepat sasaran.

1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi pada upaya membandingkan hasil perhitungan baseflow dari enam metode Recursive Digital Filter (RDF), sehingga dari keenam metode akan didapatkan metode yang memiliki kinerja paling baik. Keenam metode RDF yang digunakan dalam perhitungan data debit, yaitu : (1) One-parameter algorithm, (2) Two-parameter algorithm, (3) IHACRES, (4) Lyne & Holick Algorithm, (5) Champman Alogrithm, dan (6) EWMA.

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah.

1. Menentukan metode yang memiliki kinerja lebih baik dari keenam metode RDF dalam mempresentasikan aliran dasar.
2. Menentukan nilai baseflow index (BFI) menggunakan 6 metode Recursive Digital Filter (RDF).

1.5 Manfaat

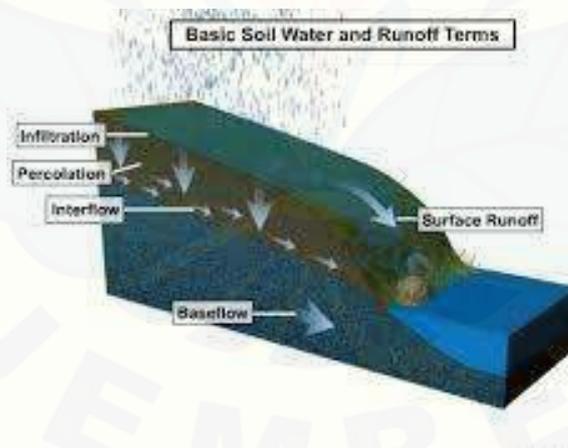
Manfaat dari penelitian ini adalah.

1. Menambah informasi yang dapat membantu penanganan Sumber Daya Air di DAS di Wilayah UPT PSDA Bondowoso.
2. Memberikan informasi mengenai perkiraan besarnya kontribusi aliran dasar pada DAS di Wilayah UPT PSDA Bondowoso.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Aliran Dasar (Baseflow)

Menurut Soesanto dan Ernanda (1991:12), aliran dasar (baseflow) menjadi salah satu komponen penting dalam hidrograf. Aliran dasar (baseflow) terjadi ketika air hujan meresap ke dalam tanah sampai mencapai ambang batas jenuh dan waktu yang diperlukan air bawah tanah (groundwater) untuk melepas air ke sungai. Aliran dasar ini juga sering disebut dengan aliran musim kering. Hal tersebut dikarenakan pada saat musim kering pun aliran ini masih tetap berlangsung. Menurut Indarto (2010:57), aliran dasar berasal dari air hujan yang terinfiltrasi dan masuk ke dalam sub DAS menjadi cadangan air tanah dan perlahan-lahan akan mengalir keluar bergabung dengan aliran sungai. Aliran dasar berguna dalam suplai air dalam jangka panjang yang menjaga air tetap ada di sungai sepanjang waktu. Baseflow teramati sebagai debit di sungai ketika musim kemarau jika tidak terjadi hujan.



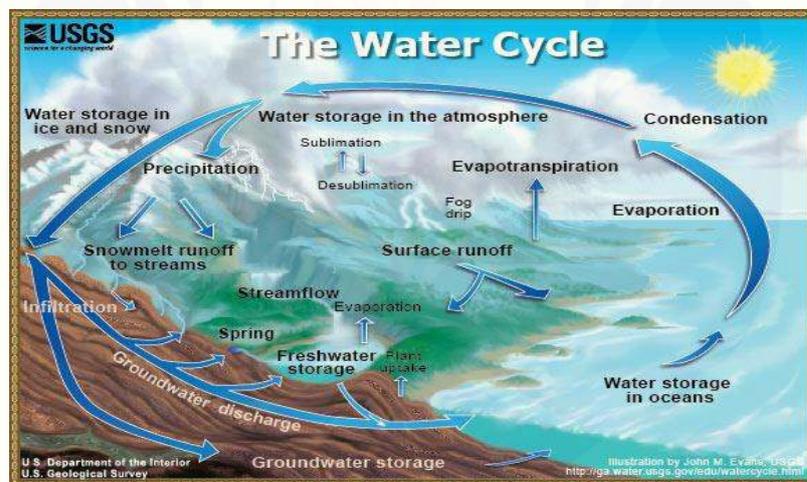
Gambar 2.1 Komponen dasar air tanah dan aliran permukaan (The Comet Program, 2013).

Aliran dasar digunakan sebagai salah satu ukuran aktivitas dinamis air tanah pada sebuah Daerah Aliran Sungai (DAS), sedangkan proporsi aliran dasar dari total aliran sungai digunakan sebagai suatu indeks kemampuan DAS dalam menyimpan dan melepaskan air selama periode kering. Untuk nilai indeks aliran

dasar (baseflow index/BFI) yang tinggi mendeskripsikan bahwa dalam suatu DAS memiliki pola aliran yang lebih stabil dan mampu mempertahankan aliran sungai selama periode kering dan ketika nilai Baseflow index (BFI) semakin besar maka semakin baik persediaan air dalam DAS begitu juga sebaliknya (Tallaksen, 1995:5).

2.2 Siklus Hidrologi

Menurut Soemarto (1987:23), siklus hidrologi adalah gerakan air laut ke udara, yang kemudian jatuh ke permukaan tanah lagi sebagai hujan atau bentuk presipitasi lain, dan akhirnya mengalir ke laut kembali. Dalam siklus hidrologi ini terdapat beberapa proses yang saling terkait, yaitu antara proses hujan (precipitation), penguapan (evaporation), transpirasi, infiltrasi, perkolasi, aliran limpasan (runoff), dan aliran bawah tanah (baseflow). Secara sederhana siklus hidrologi dapat ditunjukkan seperti pada Gambar 2.2.



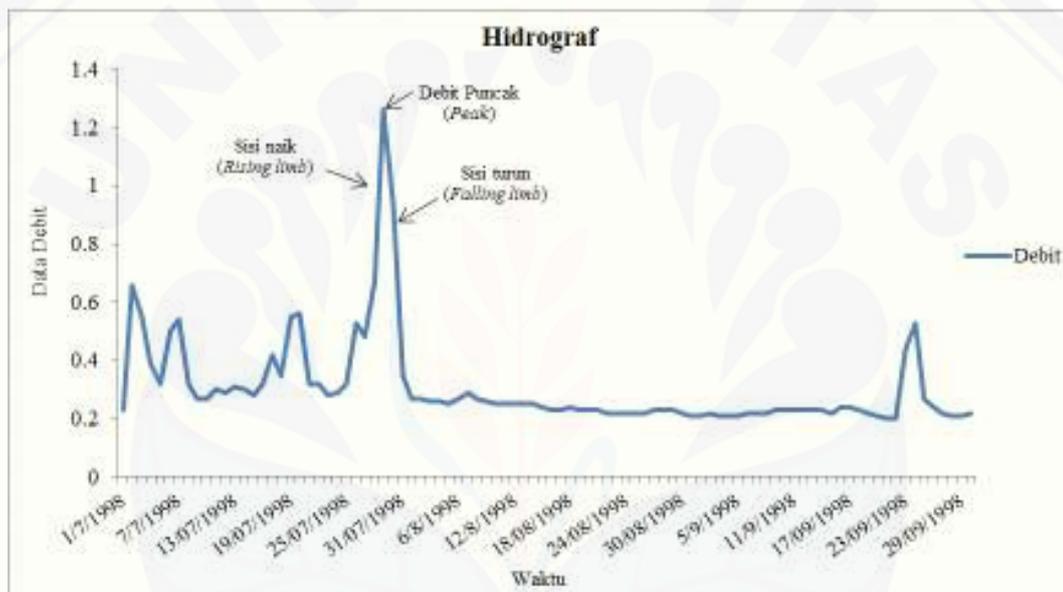
Gambar 2.2 Siklus Hidrologi (Brodie et al., 2007: 16).

2.3 Hidrograf

Menurut Harto (1993:24), “hidrograf menunjukkan tanggapan menyeluruh DAS terhadap masukan curah hujan. Sesuai dengan sifat dan perilaku DAS yang bersangkutan, hidrograf aliran selalu berubah sesuai dengan besaran dan waktu terjadinya masukan. Bentuk hidrograf pada umumnya sangat

dipengaruhi oleh sifat hujan yang terjadi, akan tetapi juga dapat dipengaruhi oleh sifat DAS yang lain”.

Hidrograf merupakan suatu grafik yang menggambarkan hubungan antara debit terhadap waktu, dimana waktu disimbolkan di sumbu x dan debit di sumbu y. Debit dinyatakan dalam satuan ($m^3/detik$) atau (liter/detik). Pada saat musim penghujan debit di sungai cenderung naik yang ditandai dengan naiknya kurva pada hidrograf aliran. Sebaliknya pada saat musim kemarau debit di sungai cenderung menurun. (Indarto, 2010: 37). Bentuk kurva hidrograf seperti disajikan pada Gambar (2.3) sebagai berikut:



Gambar 2.3 Kurva Hidrograf DAS Deluwang 1 Juli 1998 sd 30 September 1998 (Data Primer Diolah: 2014).

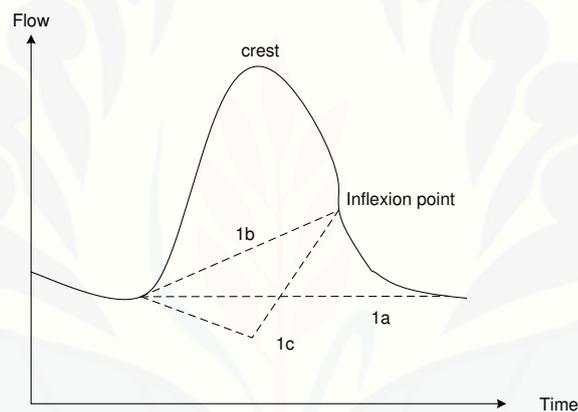
2.4 Metode Pemisahan Aliran Dasar

Terdapat berbagai macam teknik pemisahan hidrograf yang berguna dalam mengidentifikasi komponen-komponen aliran yang terdapat pada aliran sungai. Komponen-komponen yang mewakili karakteristik aliran terdapat pada sebuah Daerah Aliran Sungai (DAS) yang secara sederhana dipisahkan ke dalam aliran permukaan (aliran limpasan/surface run off) dan aliran bawah tanah (aliran dasar/baseflow) (Nathan dan McMahon, 1990:20).

2.4.1 Metode Grafik

Metode grafik pada umumnya digunakan dalam memplotkan komponen aliran dasar dari hidrograf kejadian banjir. Terdapat berbagai macam pendekatan grafik untuk memisahkan aliran dasar, antara lain:

- Metode debit konstan merupakan aliran dasar yang mempunyai nilai konstan sepanjang titik puncak hidrograf,
- Metode kemiringan konstan menghubungkan antara titik awal (rising limb) dan titik perubahan pada recession limb,
- Metode cekung merupakan penurunan awal aliran dasar (baseflow) yang diproyeksikan pada penurunan hidrograf sebelum kejadian hujan yang berada langsung pada titik puncak hidrograf (Linsley et al., 1982:9).



Gambar 2.4 Teknik pemisahan aliran dasar: (1a) metode debit konstan; (1b) metode kemiringan konstan; (1c) metode cekung (Linsley et al., 1982:10).

2.4.2 Metode Filter

Alternatif lain dalam teknik pemisahan aliran dasar selain menggunakan metode grafik yaitu dengan menggunakan metode filter. Metode filter ini juga tidak mempertimbangkan proses fisik yang terjadi selama kejadian limpasan (runoff) dalam memisahkan aliran dasar. Tujuan dari metode filter ini adalah untuk menghasilkan suatu proses berulang dan sederhana dalam memperkirakan aliran dasar dengan seluruh data debit sungai. (Brodie et al., 2007: 22).

Salah satu contoh pemodelan metode filter yang dapat digunakan dalam memperkirakan aliran dasar adalah Recursive Digital Filter (RDF). RDF

digunakan untuk menganalisis debit yang akan memisahkan antara baseflow dan direct run off. Data yang dibutuhkan saat menjalankan metode recursive digital filter adalah data debit terukur tiap harian. Beberapa metode Recursive Digital Filter yang telah diterapkan untuk kelancaran data hidrografi antara lain: (1) One parameter algorithm, (2) Boughton two-parameter algorithm, (3) IHACRES (three-parameter algorithm), (4) BFLOW (Lynie & Holick algorithm), (5) Chapman algorithm, (6) EWMA filter, (Brodie et al., 2007:8).

2.5 Metode Recursive Digital Filter

RDF dapat dihitung dengan menggunakan 8 metode sebagai berikut :

a. One Parameter Algorithm

Persamaan (2.1) mengasumsikan bahwa nilai baseflow ($q_{b(i)}$) merupakan jumlah dari nilai debit pada hari ke-i ($q_{(i)}$) dan nilai baseflow pada hari sebelumnya ($q_{b(i-1)}$).

$$q_{b(i)} = \frac{k}{2-k} q_{b(i-1)} + \frac{1-k}{2-k} q_{(i)} \dots\dots\dots(2.1)$$

keterangan:

$q_{b(i)}$: nilai baseflow pada hari ke-i

$q_{(i)}$: nilai debit pada hari ke-i

$q_{b(i-1)}$: nilai baseflow pada hari sebelumnya

k : parameter filter (Chapman dan Maxwell, 1996:142- 146).

Persamaan (2.1) menggunakan satu parameter k . parameter k merupakan konstanta resesi selama tidak terjadinya aliran langsung. Parameter ini dioptimalkan melalui metode trial and error (coba-coba) sampai didapatkan hasil grafik yang bagus antara debit tertukur dan terhitung. Pengoptimalan nilai parameter dihentikan apabila garis yang menandakan antara pemodelan aliran dasar (debit terhitung) saling berhimpit dengan aliran sungai (debit terukur).. Persamaan (2.1) hanya menggunakan satu parameter k sehingga grafik yang dihasilkan akan lebih kaku karena sensitivitasnya yang dihasilkan lebih rendah.

b. Two Parameter Algorithm

Persamaan (2.2) mengasumsikan bahwa nilai baseflow hari ke-i ($q_{b(i)}$) merupakan hasil jumlah dari baseflow sebelum hari ke-i ($q_{b(i-1)}$) dan debit sungai hari ke-i ($q_{(i)}$).

$$q_{b(i)} = \frac{k}{1+C} q_{b(i-1)} + \frac{C}{1+C} q_{(i)} \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan :

$q_{b(i)}$: merupakan nilai baseflow hari ke-i

$q_{b(i-1)}$: merupakan nilai baseflow hari ke-i i

$q_{(i)}$: merupakan debit sungai hari ke-i

C : merupakan parameter untuk pemisahan aliran dasar

k : merupakan filter berdasarkan konstanta resesi (Boughton, 1993: 76-82).

Parameter C berasal dari (1-k), yang terdapat pada persamaan (2.1) Chapman dan Maxwell (1996).

Persamaan (2.2) dikembangkan oleh Boughton (1993) digunakan dalam pemodelan AWBM (Australian Water Balance Model). AWBM merupakan pemodelan neraca air hujan dan aliran.

Persamaan (2.2) telah digunakan oleh Chapman dan Maxwell (1996), Graszkievicz et al, (2009), Gregor (2010), Brodie dan Hostetler (2010).

Persamaan (2.2) menggunakan dua parameter yakni C dan k. Parameter tersebut menggunakan trial and error. Metode trial and error dilakukan dengan memasukkan nilai parameter secara manual pada metode Two-Parameter Algorithm dengan cara coba-coba sampai didapatkan hasil grafik yang bagus antara debit tertukur dan terhitung. Pengoptimalan nilai parameter dihentikan apabila garis pada grafik antara pemodelan aliran dasar (debit terhitung) saling berhimpit dengan aliran sungai (debit terukur). Grafik yang dihasilkan akan lebih bagus karena persamaan (2.2) menggunakan dua parameter k dan C. Parameter C ini sensitif menaikkan nilai baseflow pada saat terdapat hujan yang besar.

c. IHACRES

Persamaan (2.3) digunakan untuk mencari nilai baseflow pada hari ke- i ($q_{b(i)}$) dari jumlah antara a dan b . Variabel a merupakan nilai debit pada hari ke- i ($q_{(i)}$). Variabel b merupakan selisih antara nilai baseflow pada hari ke- i dan nilai baseflow pada hari sebelumnya ($q_{b(i-1)}$).

$$q_{b(i)} = \frac{k}{1+C} q_{b(i-1)} + \frac{C}{1+C} (q_{(i)} - \alpha_q q_{(i-1)}) \dots \dots \dots (2.3)$$

Keterangan:

$q_{b(i)}$: merupakan nilai baseflow pada hari ke- i

$q_{(i)}$: merupakan nilai debit pada hari ke- i

$q_{b(i-1)}$: merupakan nilai baseflow pada hari sebelumnya

k : merupakan filter berdasarkan konstanta resesi

C : merupakan parameter untuk pemisahan aliran dasar

α_q : merupakan parameter filter (Jakeman and Hornberger, 1993:48-54).

IHACRES merupakan pengembangan dari persamaan Two Parameter. Persamaan IHACRES menggunakan 3 parameter yaitu k , C , dan α . Parameter k dan C yang berasal dari persamaan Two Parameter dan α_q merupakan parameter tambahan yang dikembangkan oleh Jakeman dan Hornberger (1993).

Persamaan ini telah digunakan oleh para peneliti diantaranya Chapman (1999), Brodie dan Hostetler (2010).

Parameter ditentukan melalui metode trial and error (coba-coba). Metode trial and error dilakukan dengan memasukkan nilai parameter secara manual pada metode IHACRES dengan cara coba-coba sampai didapatkan hasil grafik yang bagus antara debit tertukur dan terhitung. Pengoptimalan nilai parameter dihentikan apabila garis pada grafik antara pemodelan aliran dasar (debit terhitung) saling berhimpit dengan aliran sungai (debit tertukur). Saat proses penentuan parameter pun menghasilkan grafik yang lebih bagus karena persamaan (2.3) ini menggunakan 3 parameter didalamnya. Semakin banyak parameter yang dipakai maka akan menghasilkan grafik yang lebih fleksibel.

d. Lyne & Hollick Algorithm

Persamaan (2.4a) digunakan untuk mencari nilai quickflow pada hari ke-i ($q_{f(i)}$) dari jumlah antara a dan b. Variabel a merupakan nilai quickflow sebelum hari ke-i ($q_{f(i-1)}$). Variabel b merupakan selisih antara nilai debit pada hari ke-i ($q_{(i)}$) dan nilai debit sebelum hari ke-i ($q_{(i-1)}$).

$$q_{f(i)} = \alpha q_{f(i-1)} + (q_{(i)} - q_{(i-1)}) \frac{1+\alpha}{2} \dots\dots\dots(2.4a)$$

Keterangan:

- $q_{f(i)}$: nilai quickflow pada hari ke-i
- $q_{f(i-1)}$: nilai quickflow pada hari sebelumnya
- $q_{(i)}$: nilai debit pada hari ke-i
- $q_{(i-1)}$: nilai debit pada hari sebelumnya
- α : parameter filter (Lyne dan Hollick, 1979:89-92).

Selanjutnya, nilai baseflow (q_b) dapat dihitung dari hasil selisih antara nilai debit (q) dengan nilai quickflow (q_f) seperti pada persamaan (2.4b).

$$q_b = q - q_f \dots\dots\dots \text{persamaan (2.4b)}$$

Keterangan :

- q_b : nilai baseflow
- q : nilai debit total
- q_f : nilai quickflow (Lyne dan Hollick, 1979: 93).

Persamaan (2.4a) hanya menggunakan satu parameter filter yaitu α . Lyne dan Hollick (1979), menyatakan bahwa nilai α yang dapat direkomendasikan untuk debit harian yakni 0,925. Nathan dan McMahon (1990), menyimpulkan bahwa nilai α sebesar 0,925 paling tepat untuk studi kasus dilokasi Australia selatan.

Persamaan (2.4a) dikenalkan oleh Lyne dan Hollick (1979) untuk pemisahan baseflow dengan menggunakan perhitungan quickflow. Persamaan (2.4a) telah digunakan oleh Nathan dan McMahon (1990), Tullaram dan Ilahee (2008), Brodie dan Hostetler (2010).

Parameter α didapatkan dari metode trial and error. Metode trial and error dilakukan dengan memasukkan nilai parameter secara manual pada metode Lyne & Hollick dengan cara coba-coba sampai didapatkan hasil grafik yang bagus antara debit tertukur dan terhitung. Pengoptimalan nilai parameter dihentikan apabila garis pada grafik antara pemodelan aliran dasar (debit terhitung) saling berhimpit dengan aliran sungai (debit terukur). Meskipun hanya menggunakan satu parameter α grafik yang dihasilkan cukup baik karena nilai sensitivitas dari parameter tersebut cukup tinggi sehingga dapat menghasilkan grafik yang fleksibel artinya dapat memisahkan antara baseflow dengan debit total saat periode penghujan. Dan saat kemarau menghasilkan garis yang saling berhimpitan ketika tidak ada hujan yang jatuh.

e. Champman Alogrithm

Persamaan (2.5a) digunakan untuk mencari nilai quickflow pada hari ke-i ($q_{f(i)}$) dari jumlah antara a dan b. Variabel a merupakan nilai quickflow sebelum hari ke-i ($q_{f(i-1)}$). Variabel b merupakan selisih antara nilai debit pada hari ke-i ($q_{(i)}$) dan nilai debit sebelum hari ke-i ($q_{(i-1)}$).

$$q_{f(i)} = \frac{3\alpha-1}{3-\alpha} q_{f(i-1)} + \frac{2}{3-\alpha} (q_{(i)} - \alpha q_{(i-1)}) \dots\dots\dots(2.5a)$$

keterangan :

- $q_{(i)}$: nilai debit pada hari ke-i
- $q_{(i-1)}$: nilai debit pada hari sebelumnya
- $q_{f(i)}$: nilai quickflow pada hari ke-i
- $q_{f(i-1)}$: nilai quickflow pada hari sebelumnya
- α : parameter filter (Chapman, 1991:7-8).

Selanjutnya, untuk mengetahui nilai baseflow dapat dicari dengan menggunakan persamaan (2.5b). Nilai baseflow (q_b) dapat dihitung dari selisih antara nilai debit (q) dengan nilai quickflow (q_f).

$$q_b = q - q_f \dots\dots\dots(2.5b)$$

keterangan :

- q_b : nilai baseflow
 q : nilai debit total
 q_f : nilai quickflow (Chapman, 1991: 9).

Persamaan (2.5a) hanya menggunakan satu parameter filter yaitu α . Parameter α didapatkan dari metode trial and error. Metode trial and error dilakukan dengan memasukkan nilai parameter secara manual pada metode Lyne & Hollick dengan cara coba-coba sampai didapatkan hasil grafik yang bagus antara debit tertukur dan terhitung. Pengoptimalan nilai parameter dihentikan apabila garis pada grafik antara pemodelan aliran dasar (debit terhitung) saling berhimpit dengan aliran sungai (debit terukur).

f. EWMA

Tularam dan Ilahee (2008:22) mengusulkan persamaan (2.6) yang mengasumsikan bahwa nilai baseflow pada hari ke-i ($q_{b(i)}$) merupakan jumlah dari nilai debit pada hari ke-i ($q_{(i)}$) dan nilai aliran dasar sebelumnya ($q_{b(i-1)}$).

$$q_{b(i)} = \alpha q_{(i)} + (1 + \alpha) q_{b(i-1)} \dots\dots\dots(2.6)$$

Keterangan:

- $q_{b(i)}$: nilai baseflow pada hari ke-i
 $q_{(i)}$: nilai debit pada hari ke-i
 $q_{b(i-1)}$: nilai baseflow pada hari sebelumnya
 α : parameter filter (Tularam dan Ilahee, 2008:136-138).

Persamaan ini menggunakan satu parameter filter. Parameter α didapatkan dari metode trial and error. Metode trial and error dilakukan dengan memasukkan nilai parameter secara manual pada metode EWMA dengan cara coba-coba sampai didapatkan hasil grafik yang bagus antara debit tertukur dan terhitung. Pengoptimalan nilai parameter dihentikan apabila garis pada grafik antara pemodelan aliran dasar (debit terhitung) saling berhimpit dengan aliran sungai (debit terukur).

Ketentuan dari nilai parameter ini adalah $0 \leq \alpha < 1$ (Shome et al., 2012: 8).

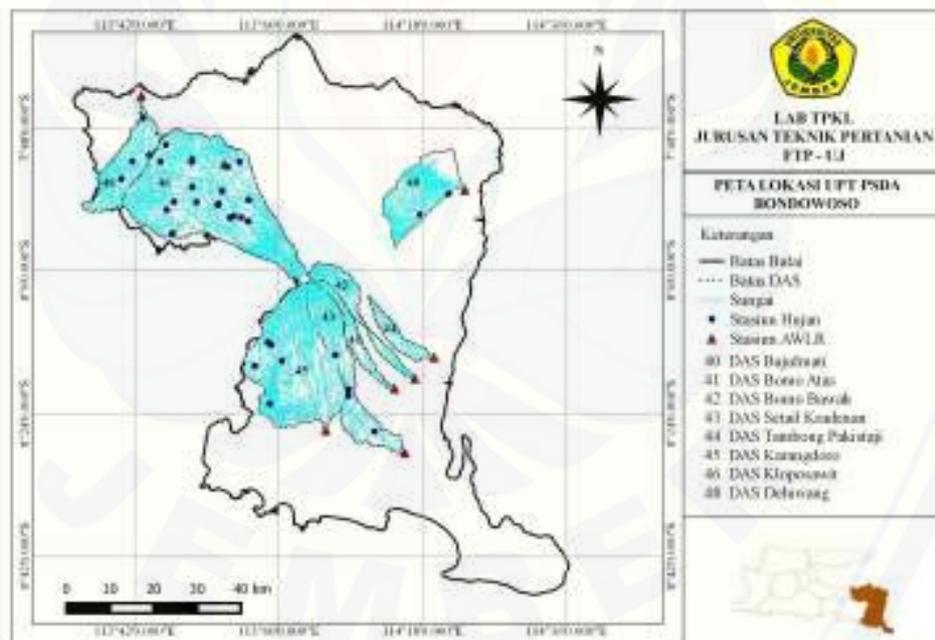
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

3.1.1. Tempat Penelitian

a. Lokasi Penelitian

Penelitian terhadap aliran dasar sungai dilakukan pada DAS di Wilayah UPT PSDA Bondowoso, yaitu DAS Bajulmati, DAS Bomo Atas, DAS Bomo Bawah, DAS Setail Kradenan, DAS Tambong Pakistaji, DAS Karangdoro, DAS Kloposawit, dan DAS Deluwang Demung. Penentuan lokasi ini berdasarkan pertimbangan mengenai kelengkapan data dari 8 DAS Wilayah UPT PSDA Bondowoso diantaranya: data debit, data hujan, layout peta stasiun hujan, layout peta jaringan sungai, dan layout peruntukan lahan. Secara sederhana lokasi penelitian di DAS Wilayah UPT PSDA Bondowoso dapat ditunjukkan seperti pada Gambar (3.1).



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian: 8 DAS di Wilayah UPT PSDA Bondowoso (Data Primer Diolah: 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 pada bulan Februari 2014 - November 2014.

3.2 Bahan dan Alat Penelitian

3.2.1. Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut (beserta fungsinya):

a. Seperangkat personal komputer (PC)

Digunakan untuk media pengolahan data dan pengerjaan penelitian.

b. Microsoft Exel 2007/2010

Digunakan untuk mengolah data baseflow dari 6 metode Recursive Digital Filter yang akan dibandingkan dan ditampilkan secara grafik.

c. Software ArcGIS

Digunakan untuk membuat layout peta lokasi DAS yang diamati.

d. Software HydroOffice

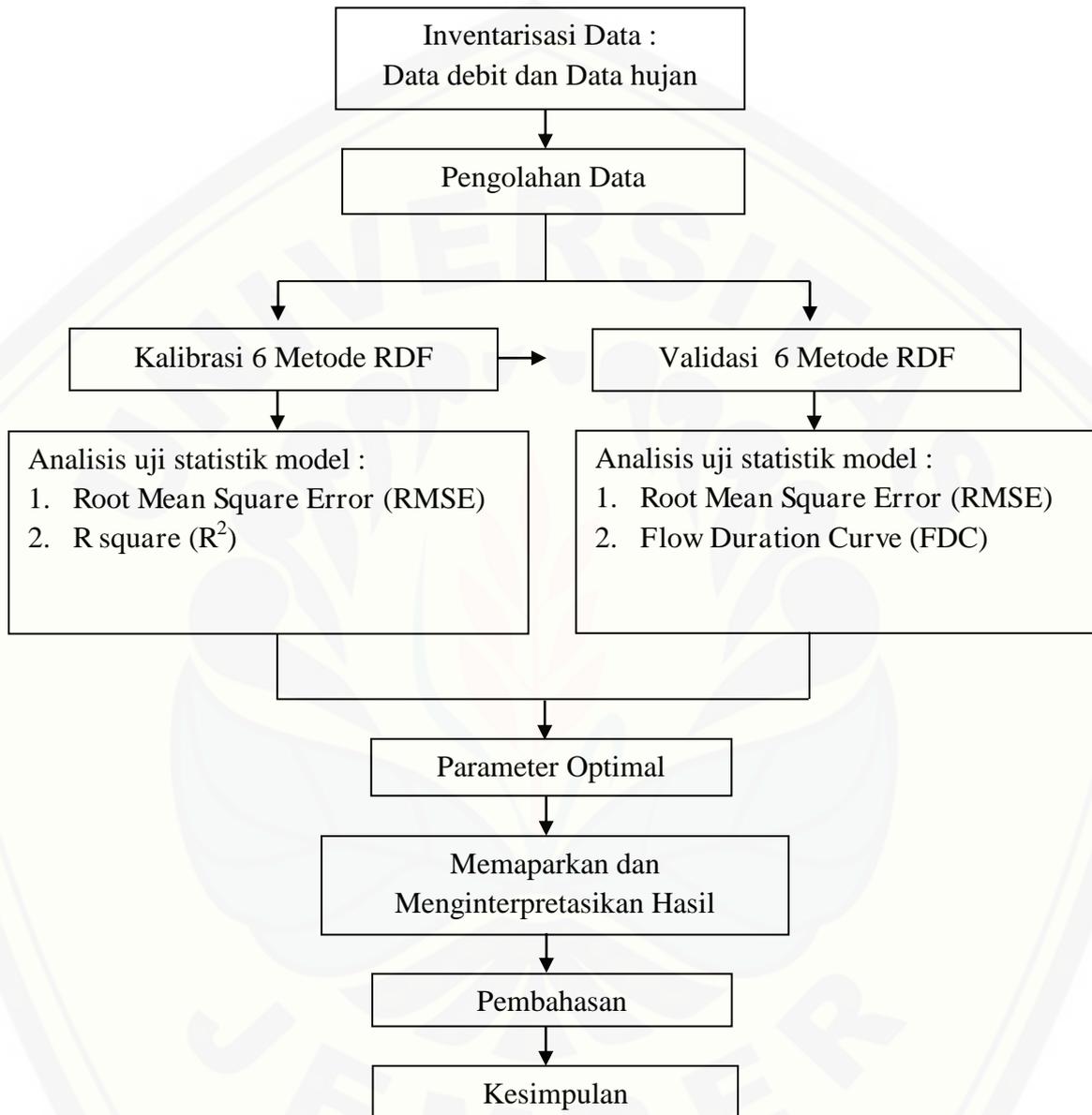
Digunakan untuk mengolah data debit untuk menghasilkan nilai baseflow dan BFI (baseflow index) dari ke-enam metode Recursive Digital Filter.

3.2.2. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah data debit harian dan data hujan harian di DAS Wilayah UPT PSDA Bondowoso. Data tersebut diperoleh dari Dinas Pengairan Propinsi Jawa Timur yang telah diinventaris oleh Lab. Teknik Pengendalian dan Konservasi Lingkungan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember. Data debit harian ini digunakan sebagai perhitungan untuk menganalisis aliran dasar atau baseflow.

3.3 Tahapan Penelitian

Secara umum diagram penelitian adalah sebagai berikut :



Gambar 3.2 Diagram Penelitian.

3.4 Tahapan Pelaksanaan

3.4.2. Inventarisasi Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data debit harian dan data hujan harian periode 1991-2005 untuk DAS Kloposawit dan pada DAS lainnya periode rekaman 1997-2001. Data diambil dari inventarisasi Laboratorium Teknik Pengendalian dan Konservasi Lingkungan Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

3.4.3. Pengolahan data

Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan Microsoft Excel 2003/2007/2010 dan Software HydroOffice. Data debit harian dan data hujan dirubah formatnya kedalam bentuk txt dengan menggunakan excel sehingga dapat terbaca pada software hydrooffice yaitu pada keenam metode filter.

3.4.4. Kriteria

a. Root Mean Square Error (RMSE)

Metode Root Mean Square Error (RMSE) adalah kriteria yang digunakan dalam proses kalibrasi dan validasi. Jika parameter yang digunakan pada proses kalibrasi menghasilkan nilai RMSE mendekati 0 maka dapat dikatakan bahwa parameter tersebut bagus dan layak digunakan. Rumus RMSE adalah sebagai berikut:

$$RMSE = \frac{\sqrt{\sum(Q_M - Q_0)^2}}{n} \dots\dots\dots (3.1)$$

Keterangan:

Q_M : debit terhitung

Q_0 : debit terukur

n : jumlah sampel (Mulla dan Addiscott, 1999: 30).

b. R square (R^2)

R square (R^2) merupakan kriteria yang digunakan dalam proses kalibrasi dan validasi. Jika parameter yang digunakan pada proses kalibrasi menghasilkan nilai R square mendekati 1 maka dapat dikatakan bahwa parameter tersebut bagus dan layak digunakan. Rumus R^2 adalah sebagai berikut:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum(Q_0 - Q_M)^2}{(Q_0 - \bar{Q}_M)^2} \dots\dots\dots (3.2)$$

Keterangan:

R^2 : tingkat kesesuaian debit terukur dan terhitung

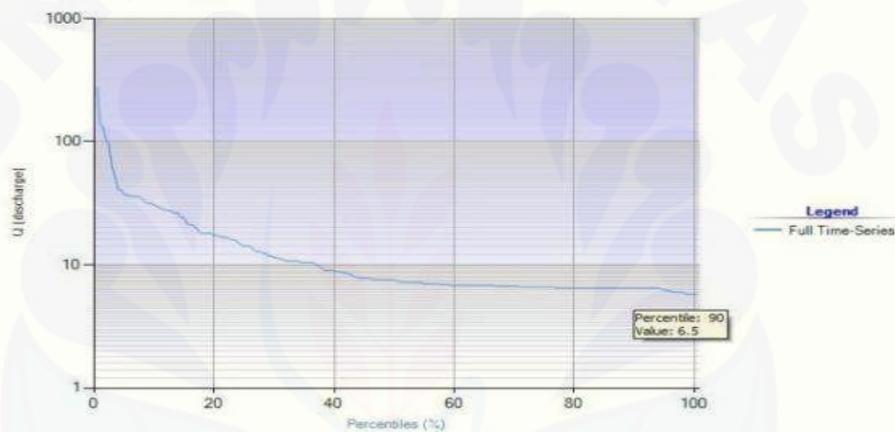
Q_0 : debit terukur

Q_M : debit terhitung

\bar{Q}_M : rerata debit terhitung (Indarto, 2010: 170).

c. Flow Duration Curve (FDC)

Metode ini digunakan untuk mengevaluasi kinerja dari keenam metode Recursive Digital Filter. Flow Duration Curve (FDC) merupakan metode sederhana untuk menyatakan frekuensi kejadian debit dari suatu seri data rentang waktu.



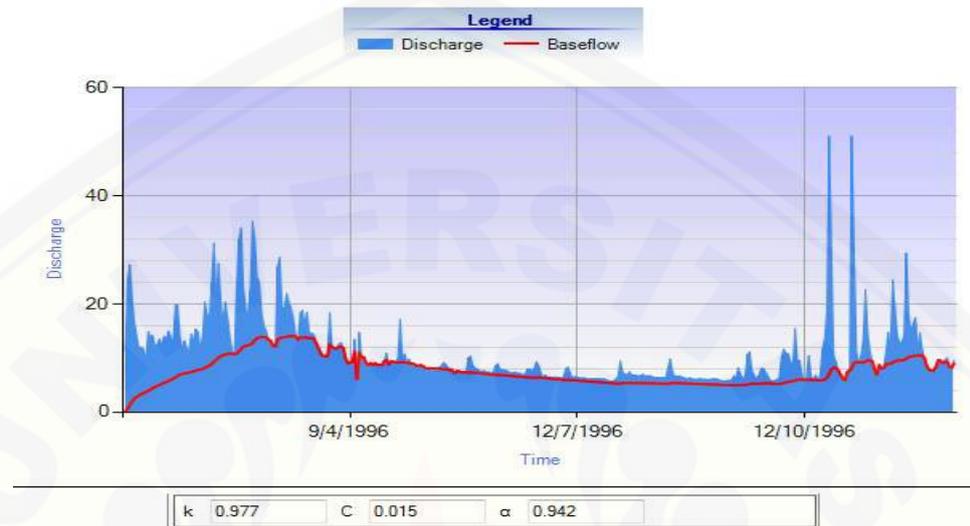
Gambar 3.3 Grafik FDC pada DAS Kloposawit (Sumber: Data Primer Diolah).

3.4.5. Kalibrasi

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. Nilai

parameter yang dikatakan optimal adalah jika nilai yang dihasilkan sesuai dengan syarat RMSE mendekati 0 dan R square mendekati nilai 1. Berikut contoh penetapan parameter pada DAS Kloposawit sesuai Gambar (3.4).



Gambar 3.4. Proses kalibrasi pada DAS Kloposawit

3.4.6. Validasi

Proses validasi merupakan proses kelanjutan dari proses kalibrasi. 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. Proses validasi dilakukan untuk menguji apakah nilai parameter yang didapat pada satu DAS dapat digunakan pada DAS lainnya.

BAB 4. KARAKTERISTIK DAS

4.1 Karakteristik Topografi

Luas DAS dan bentuk DAS yang diamati pada masing-masing DAS di Wilayah UPT PSDA Bondowoso disajikan dalam Tabel (4.1) di bawah ini.

Tabel 4.1 Luas DAS dan Bentuk DAS yang Diamati

No	DAS	Luas DAS (km ²)	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	Karangdoro	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

(Sumber: Data Sekunder Diolah, 2014).

Dari Tabel (4.1) nilai tertinggi pada setiap karakteristik fisik DAS dapat dilihat dengan angka yang ditebalkan. Sedangkan untuk karakteristik fisik dengan nilai terendah dapat dilihat dengan angka yang diberi garis bawah. Dari proses pengolahan, luas DAS diasumsikan sebagai besarnya area tangkapan hujan atau resapan air di sekitar daerah aliran sungai. Luas setiap DAS yang ukurannya berbeda-beda akan mempengaruhi aliran dari setiap tangkapan hujan.

Berdasarkan hasil analisis menunjukkan bahwa luas DAS Kloposawit adalah yang paling besar yaitu 722,1 km² dan luas DAS yang paling kecil adalah terletak pada DAS Tambong yaitu 53,9 km².

Bentuk DAS berpengaruh terhadap besar dan waktu terjadinya aliran puncak pada outlet DAS. Pada bentuk DAS yang melebar atau triangle, maka 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. Dari gambar 4.1 dapat dilihat bahwa DAS yang memiliki bentuk triangle melebar terletak pada DAS Bajulmati, DAS Kloposawit, dan DAS Karangdoro.

Sedangkan DAS yang memiliki bentuk DAS memanjang terletak pada DAS Bomo Atas, DAS Bomo Bawah, DAS Deluwang, DAS Tambong, dan DAS Setail.

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. DAS yang memiliki panjang sungai utama terbesar terletak pada DAS Kloposawit sebesar 48,84 km² dan sebaliknya DAS yang memiliki panjang sungai utama terpendek terletak pada DAS Tambong yaitu sebesar 17,21 km².

4.2 Karakteristik Debit

Debit pada masing-masing DAS di Wilayah UPT PSDA Bondowoso ditampilkan dalam Tabel (4.2).

Tabel 4.2 Debit Harian dalam m³/s

No	Daerah Aliran Sungai (DAS)	Debit dalam m ³ /s			
		min	Maks	Rerata	STD
1	Bajulmati	0,64	12,02	1,99	1,12
2	Bomo Atas	0,02	15,4	1,45	1,1
3	Bomo Bawah	0,20	63,8	1,28	1,42
4	K.Stail Keradenan	0,13	498	9,98	19,11
5	Tambong Pakistaji	0,41	54	3,73	3,78
6	Karangdono	0,71	119	22,02	16,04
7	Kloposawit	1,29	97	9,21	6,27
8	Deluwang Demung	0,04	25,7	1,28	1,42

(Sumber: Data Sekunder Diolah, 2014).

Analisis data debit diperoleh dari rekaman data debit harian periode 1 Januari 1997 sampai dengan 31 Desember 2001. Dari Tabel 4.3 dapat diketahui DAS yang memiliki nilai debit maksimum maupun debit minimum.

Debit merupakan besarnya air yang mengalir dari suatu penampang per satuan waktu. Debit maksimum yang dihitung 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 $498 \text{ m}^3/\text{s}$.

Besarnya debit tergantung pada besarnya curah hujan, semakin besar curah hujan yang terjadi maka debit yang dihasilkan akan semakin besar pula.

4.3 Karakteristik Hujan

Analisis karakteristik hujan diperoleh dari data rentang waktu hujan harian. Karakteristik hujan yang telah diamati pada masing-masing DAS ditampilkan pada Tabel (4.3) di bawah ini.

Tabel 4.3 Hujan Harian dalam mm/hari

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

(Sumber: Data Sekunder Diolah, 2014).

Data yang digunakan untuk analisis karakteristik hujan dari 8 DAS di Wilayah UPT PSDA Bondowoso merupakan data hujan harian dari pengukuran langsung pada setiap stasiun hujan disekitar kawasan DAS. Data hujan yang digunakan diperoleh dari periode rekaman data hujan harian 1 Januari 1997 sampai dengan 31 Desember 2001.

Dari Tabel (4.3) dapat diketahui nilai hujan maksimum tertinggi terletak pada DAS Bomo Bawah yaitu sebesar $149,8 \text{ mm/hari}$. Dan nilai hujan minimum untuk keseluruhan DAS adalah 0.

Curah hujan berkaitan dengan aliran permukaan pada suatu DAS. Dari Tabel (4.3) menunjukkan bahwa DAS Bomo Atas memiliki rerata curah hujan terkecil. Dengan curah hujan yang rendah, maka terjadinya aliran permukaan semakin kecil dan bahkan berkemungkinan tidak terjadi aliran permukaan. Pada

saat curah hujan telah melampaui infiltrasi pada permukaan, air yang berlebih mulai berkumpul di tempat yang dapat menyimpan di permukaan bumi.

4.4 Plotting Data Hujan dan Debit

Gambar 4.1 Hidrograf aliran dan hujan harian pada DAS Kloposawit periode 1991-2005

Gambar (4.1) menampilkan hidrograf aliran dan hujan harian DAS Kloposawit sepanjang rekaman tahun 1991-2005. Perbedaan tinggi rendahnya debit terjadi ketika berada saat musim penghujan dan musim kemarau. Saat bulan basah atau musim penghujan umumnya debit mengalami peningkatan karena adanya intensitas hujan yang tinggi sehingga terdapat peranan dari aliran permukaan dan aliran dasar, sedangkan saat musim kemarau terjadi penurunan debit air. Pada saat musim kemarau hampir tidak terjadi hujan sehingga aliran yang berkontribusi besar adalah aliran dasar atau baseflow. Data hujan pada penelitian ini hanya digunakan untuk menampilkan trend fluktuasi kejadian hujan dengan trend fluktuasi debit selama periode 1991-2005.

BAB 5. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini mengkaji tentang perkiraan besarnya aliran dasar di DAS Wilayah UPT PSDA Bondowoso menggunakan metode Recursive Digital Filter (RDF) yang terdapat pada software HydroOffice. Pengolahan aliran dasar dilakukan dengan menggunakan data debit harian dielap DAS. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah enam metode Recursive Digital Filter (RDF), yaitu: (1) One Parameter Algorithm; (2) Two Parameter Algorithm; (3) Chapman Algorithm; (4) IHACRES; (5) Lyne and Holick; (6) EWMA Fiter.

Aliran dasar atau baseflow tidak dapat diukur secara langsung sehingga dibutuhkan suatu persamaan yang digunakan dalam perhitungan perkiraan aliran dasar. Analisis aliran dasar dilakukan dengan membandingkan antara nilai debit terukur dengan debit terhitung. Debit terhitung diperoleh dari perhitungan menggunakan keenam metode Recursive Digital Filter (RDF).

Masing-masing metode Recursive Digital Filter (RDF) dilakukan dengan pengoptimalan nilai koefisien parameter yang digunakan dalam proses perhitungan aliran dasar. Parameter yang terdapat pada masing-masing metode berbeda-beda yaitu disimbolkan dengan parameter α , k , dan C . Parameter ini didapatkan dengan cara coba-coba atau trial and error.

Hasil dari perhitungan aliran dasar dari keenam metode tersebut lalu dipertimbangkan lagi dengan melakukan uji statistik yaitu menggunakan metode uji statistik RMSE (Root Mean Square Error), R^2 (R squared), dan FDC (Flow Duration Curve). Uji statistik dilakukan pada dua proses yaitu kalibrasi dan Validasi. Proses kalibrasi dilakukan pada saat bulan kering yaitu periode 1 Juli - 30 September dan proses validasi dilakukan sepanjang tahun yaitu periode 1 Januari - 31 Desember.

5.1.1 Kalibrasi

Proses kalibrasi dilakukan pada masing-masing metode RDF yaitu saat periode bulan kering. 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. Dan jika parameter tersebut diuji dengan statistik menghasilkan nilai RMSE mendekati nol dan R squared mendekati satu. Sebaliknya, pada periode dimana terjadi banyak hujan grafik FDC (flow duration curve) akan terlihat terpisah pada daerah debit besar, yang menunjukkan periode hujan. Dan akan berhimpitan ketika saat musim kemarau. Kalibrasi dilakukan pada masing-masing DAS dengan cara yang sama.

a) Nilai Parameter yang diuji

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

Tabel 5.1 Nilai rentang parameter yang diuji tiap tahun-nya, pada semua DAS

No.	Metode RDF	Parameter		
		K	c	α
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	Lynie Hollick	-	-	0,988 - 0,993
6	EWMA	-	-	0,011 - 0,015

(Sumber: Data primer diolah, 2014).

Tabel (5.1) 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 (5.2).

Pada UPT PSDA Bondowoso range parameter yang didapatkan pada metode One parameter adalah parameter k antara 0,953-0,985. Metode Two parameter menghasilkan range parameter k sebesar 0,961-0,989 dan parameter C antara 0,017-0,022. Metode IHACRES menghasilkan range parameter k antara 0,962-0,981 sedangkan untuk parameter C antara 0,013-0,015 dan parameter α antara 0,924-0,942. Metode Chapman menghasilkan range parameter α sebesar 0,961-0,985. Metode Lyne & Hollick range parameter yang didapatkan adalah parameter α antara 0,988-0,993. Dan pada metode EWMA range parameter yang didapatkan adalah α sebesar 0,011-0,015.

b) Nilai Parameter Optimal pada setiap DAS

Metode RDF menggunakan 3 (tiga) macam parameter dalam persamaannya, yaitu k , α , dan C . Masing-masing parameter tersebut diperoleh secara trial and error, sehingga akan didapatkan parameter yang optimal dari masing-masing metode untuk semua DAS Wilayah UPT PSDA Bondowoso. Berikut merupakan hasil parameter optimal dari masing-masing DAS.

Tabel 5.2 Nilai parameter optimal pada masing-masing DAS

DAS	Parameter Periode Bulan Juli-September								
	One parameter	Two parameter		IHACHRES			Chapman Algorithm	Lyne & Hollick	EWMA
	k	k	c	K	α	c	α	α	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

(Sumber: Data primer diolah, 2014).

Tabel (5.2) menampilkan nilai parameter optimal yang merupakan hasil dari nilai rerata parameter pada setiap tahunnya di masing-masing DAS. Pada saat proses penentuan parameter optimal, jumlah ataupun jenis parameter sangat berpengaruh terhadap grafik yang dihasilkan. Jika hanya menggunakan satu

parameter k menghasilkan grafik yang lebih kaku. Sebaliknya apabila digunakan lebih dari satu parameter, grafik yang dihasilkan akan lebih fleksibel dan dapat menghasilkan grafik yang lebih bagus. Pengolahan menggunakan parameter k dan C menghasilkan grafik yang bagus karena parameter C sensitif menaikkan nilai baseflow pada saat ada hujan. Namun, ketika penggunaan parameter α grafik yang dihasilkan lebih baik karena tidak terjadi hasil estimasi yang terlalu tinggi ataupun terlalu rendah artinya dapat memisahkan antara baseflow dengan debit total saat periode penghujan. Dan saat kemarau menghasilkan garis yang saling berhimpitan ketika tidak ada hujan yang jatuh. Parameter α juga memiliki sensitivitas yang cukup tinggi sehingga grafik yang dihasilkan pun cukup fleksibel.

c) Nilai Root Mean Square Error (RMSE)

Hasil uji statistik RMSE dari keenam metode RDF untuk DAS Kloposawit ditampilkan pada Tabel (5.3) sebagai berikut:

Tabel 5.3 Nilai Root Mean Square Error (RMSE) dari keenam metode RDF pada periode bulan Juli-September tahun di 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
Lyne & Hollick	0,018
EWMA	0,018

(Sumber: Data primer diolah, 2014).

Tabel (5.3) menunjukkan bahwa berdasarkan uji statistik RMSE di DAS Kloposawit didapatkan metode Lyne & Hollick dan EWMA cenderung lebih optimal dibandingkan keempat metode lainnya dalam memodelkan aliran dasar. Selisih antara besarnya debit terukur dan debit terhitung pada metode Lyne & Hollick dan EWMA cenderung kecil. Hal tersebut menandakan bahwa kedua metode tersebut memiliki kinerja yang baik untuk digunakan pada DAS tersebut yaitu sesuai dengan syarat bahwa nilai hasil perhitungannya mendekati nilai 0 (nol). Sehingga dapat dikatakan bahwa tingkat kesalahan pada metode tersebut

cukup kecil. Apabila dibandingkan dengan metode lainnya menghasilkan nilai hasil perhitungan dengan selisih antara besarnya debit terukur dan debit terhitung cukup besar. Hal tersebut menandakan bahwa metode tersebut kurang memiliki kinerja yang baik dalam memodelkan aliran dasar.

Hasil dari nilai RMSE pada DAS Kloposawit untuk metode Lyne & Hollick yaitu sebesar 0,018. Sedangkan pada metode EWMA yaitu menghasilkan nilai RMSE 0,018.

d) Grafik Hubungan Antara Debit Terukur dan Debit Terhitung

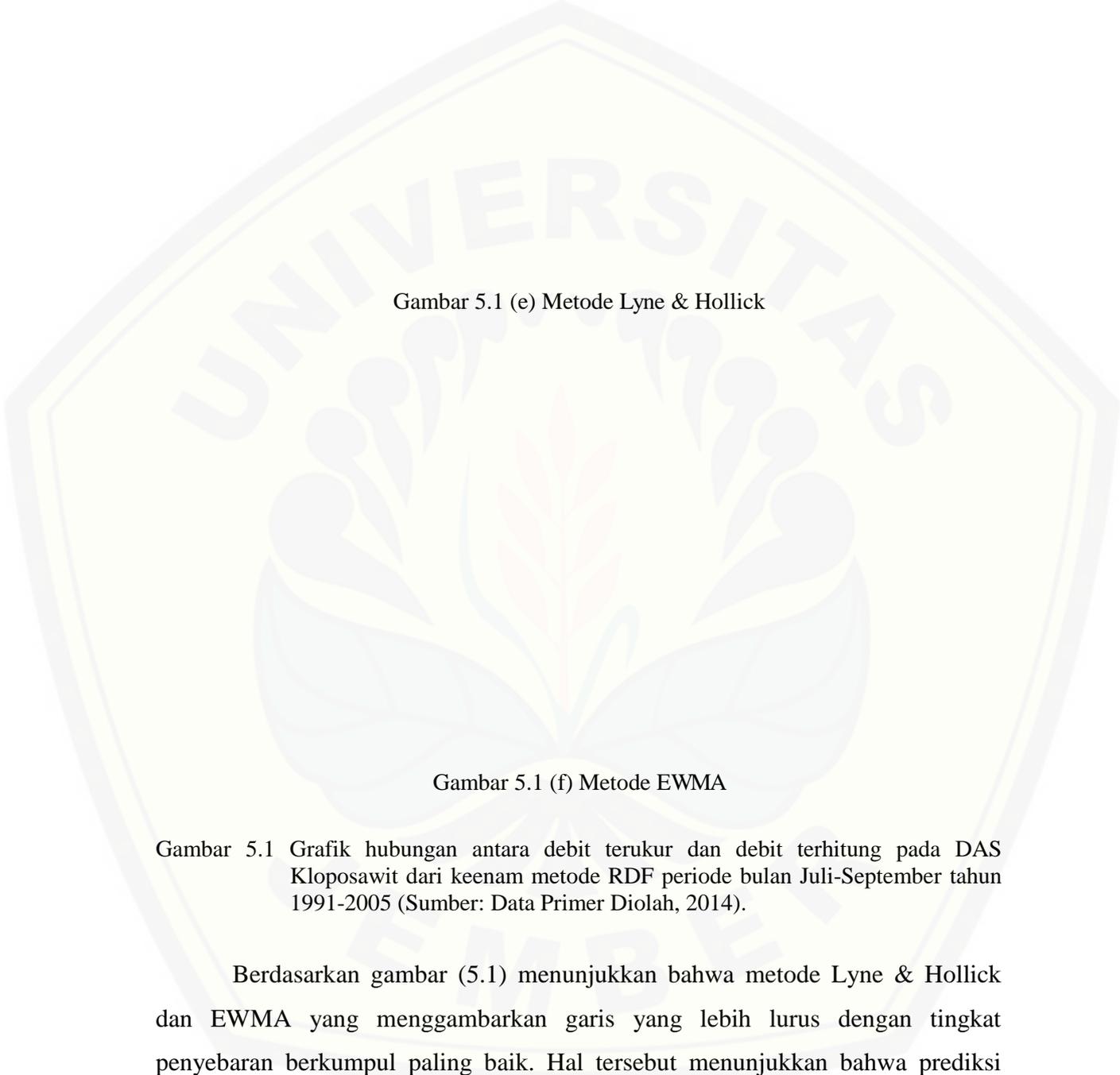
Hasil kalibrasi digambarkan juga dengan grafik perbandingan antara debit terukur dan debit terhitung pada DAS Kloposawit seperti disajikan pada Gambar (5.1).

Gambar 5.1 (a) Metode One Parameter

Gambar 5.1 (b) Metode Two Parameter

Gambar 5.1 (c) Metode IHACRES

Gambar 5.1 (d) Metode Chapman



Gambar 5.1 (e) Metode Lyne & Hollick

Gambar 5.1 (f) Metode EWMA

Gambar 5.1 Grafik hubungan antara debit terukur dan debit terhitung pada DAS Kloposawit dari keenam metode RDF periode bulan Juli-September tahun 1991-2005 (Sumber: Data Primer Diolah, 2014).

Berdasarkan gambar (5.1) menunjukkan bahwa metode Lyne & Hollick dan EWMA yang menggambarkan garis yang lebih lurus dengan tingkat penyebaran berkumpul paling baik. Hal tersebut menunjukkan bahwa prediksi tingkat kebenarannya lebih tinggi. Jika dibandingkan dengan kelima metode lainnya yang penyebarannya lebih meluas.

e) Hasil Pemisahan Aliran Dasar

Perbandingan antara nilai debit terukur dan debit terhitung dari keenam metode RDF dapat pula dilihat berdasarkan Gambar (5.2) sebagai berikut:

Gambar 5.2 Hasil pemisahan aliran dasar DAS Kloposawit 1 Juli – 30 September tahun 1991 (Sumber: Data Primer Diolah, 2014).

Gambar (5.2) menampilkan hasil pemodelan keenam metode RDF merupakan grafik perbandingan debit terukur dan debit terhitung pada periode kemarau 1 Juli – 30 September 1991. Berdasarkan grafik tersebut terlihat bahwa pada periode kemarau menghasilkan nilai debit terhitung yang masing-masing metodenya berhimpitan dengan debit terukur. Pada bulan tersebut terlihat hampir seluruh komponen terdiri atas aliran dasar. Hal tersebut dikarenakan intensitas hujan menurun atau hampir tidak ada hujan. Berdasarkan grafik tersebut, metode Lyne & Hollick dan EWMA adalah metode yang paling berhimpitan dengan garis debit terukur.

f) FDC (Flow Duration Curve)

Marsh (2004) menjelaskan bahwa FDC diciptakan untuk mengambil semua data dalam suatu periode waktu dari peringkat dari terbesar ke terkecil. Data peringkat diplot terhadap nilai persentase dari 0% sampai 100 %. Berikut

merupakan Grafik FDC yang telah menampilkan nilai debit yang terurut dari terbesar sampai terkecil seperti yang disajikan pada Gambar (5.3).

Gambar 5.3 Grafik FDC antara debit terukur dan debit terhitung dari keenam metode RDF Pada DAS Kloposawit periode bulan Juli-September periode tahun 1991-2005 (Sumber: Data Primer Diolah, 2014).

Gambar (5.3) merupakan grafik FDC yang menampilkan hubungan antara debit dengan persentase waktu di DAS Kloposawit. Dari masing-masing metode yang terlihat pada grafik bahwa garis terhitung hampir berhimpitan atau mendekati garis debit terukur. Namun, dapat dilihat bahwasannya metode yang paling berhimpitan dengan garis debit terukur adalah metode Lyne & Hollick dan EWMA. Metode yang baik menunjukkan bahwa garis antara debit terhitung dan debit terhitung saat musim kemarau berhimpitan. Dari gambar tersebut menunjukkan nilai debit terukur $6,26 \text{ m}^3/\text{s}$ dengan frekuensi kejadian 50% selama periode kering dalam rentang waktu 1991-2005, untuk metode Lyne & Hollick nilai debit $6,25 \text{ m}^3/\text{s}$ besar frekuensi kejadian 50% selama rentang waktu 1991-2005. Dan metode EWMA nilai debit $6,24 \text{ m}^3/\text{s}$ besar frekuensi kejadian 50% selama rentang waktu 1991-2005.

5.1.2 Validasi

Proses validasi dilakukan pada masing-masing metode RDF yaitu untuk semua tahun. Proses validasi dilakukan dengan menggunakan nilai parameter dari DAS Kloposawit karena pada DAS tersebut memiliki data yang paling lengkap. Parameter dari DAS Kloposawit diolah ke DAS lainnya (yang memiliki data kurang lengkap). Validasi dilakukan menggunakan data debit pada periode panjang: 1997 – 2001. 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.

a. Root Mean Square Error (RMSE)

Untuk membandingkan metode yang memiliki kinerja lebih baik pada setiap DAS periode 1997-2001 di DAS Wilayah UPT PSDA Bondowoso dapat dilihat pada Tabel (5.4) sebagai berikut :

Tabel 5.4 Perbandingan nilai Root Mean Square Error (RMSE) dari keenam metode RDF pada periode tahun 1997 - 2001 di DAS Wilayah UPT PSDA Bondowoso.

DAS	RMSE Periode Bulan Juli-September					
	One parameter	Two parameter	IHACHRES	Chapman Algorithm	Lyne & Hollick	EWMA
Bajulmati	0,033	0,023	0,015	0,033	0,005	0,005
Bomo Atas	0,055	0,054	0,052	0,056	0,051	0,050
Bomo Bawah	0,178	0,175	0,171	0,181	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
Maks	0,405	0,349	0,330	0,404	0,325	0,322
Rerata	0,162	0,150	0,138	0,163	0,126	0,124
Standard Deviasi	0,158	0,144	0,133	0,158	0,123	0,121

(Sumber: Data primer diolah, 2014).

Tabel (5.4) menampilkan hasil dari uji statistik RMSE menggunakan parameter yang sama pada setiap DASnya yaitu menggunakan parameter dari DAS Kloposawit. Berdasarkan hasil dari nilai RMSE tersebut menunjukkan bahwa metode Lyne & Hollick dan metode EWMA lebih menghasilkan nilai yang

signifikan yaitu nilai yang dihasilkan lebih kecil sehingga sesuai dengan syarat bahwa nilai hasil perhitungannya mendekati nilai 0 (nol). Hal tersebut menandakan bahwa metode Lyne & Hollick dan EWMA optimal digunakan pada semua DAS. Keempat metode lainnya menghasilkan nilai hasil perhitungan dengan selisih antara besarnya debit terukur dan debit terhitung cukup besar. Hal tersebut menandakan bahwa metode tersebut kurang optimal dalam memodelkan aliran dasar.

Hasil dari nilai RMSE secara berturut-turut pada masing-masing DAS pada metode Lyne & Hollick yaitu, DAS Bajulmati sebesar 0,005; DAS Bomo Atas sebesar 0,051; DAS Bomo Bawah sebesar 0,170; DAS Setail Kradenan sebesar 0,325; DAS Tambong Pakistaji sebesar 0,094; DAS Karangdoro sebesar 0,234; dan DAS Deluwang Demung sebesar 0,001.

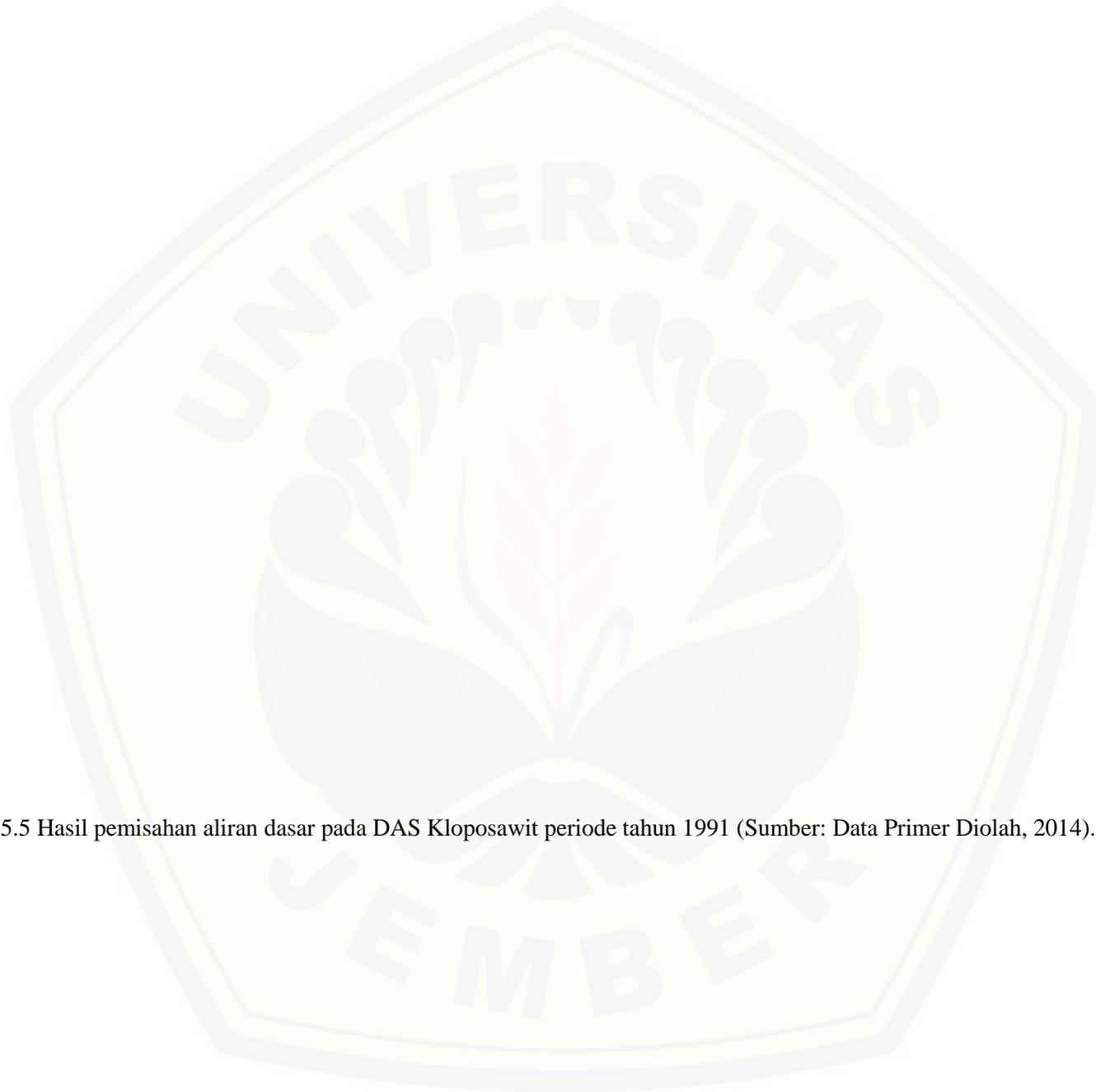
Hasil dari nilai RMSE secara berturut-turut pada masing-masing DAS pada metode EWMA yaitu, DAS Bajulmati sebesar 0,005; DAS Bomo Atas sebesar 0,050; DAS Bomo Bawah sebesar 0,168; DAS Setail Kradenan sebesar 0,322; DAS Tambong Pakistaji sebesar 0,093; DAS Karangdoro sebesar 0,229; dan DAS Deluwang Demung sebesar 0,001.

b. Hasil Pemisahan Aliran Dasar

Perbandingan antara debit terukur dan debit terhitung dari keenam metode RDF juga ditunjukkan berdasarkan gambar (5.5).



Gambar 5.4 Hasil pemisahan aliran dasar pada DAS Kloposawit periode tahun 1991-2005 (Sumber: Data Primer Diolah, 2014).



Gambar 5.5 Hasil pemisahan aliran dasar pada DAS Kloposawit periode tahun 1991 (Sumber: Data Primer Diolah, 2014).



Gambar 5.6 Hasil pemisahan aliran dasar pada DAS Kloposawit periode penghujan Oktober tahun 1991-Juni Tahun 1992 (Sumber: Data Primer Diolah, 2014).



Gambar 5.7 Hasil pemisahan aliran dasar pada DAS Kloposawit periode kemarau Juli-September tahun 1991 (Sumber: Data Primer Diolah, 2014).

Pada gambar diatas menampilkan perbandingan aliran dasar dari keenam metode RDF di DAS Kloposawit pada waktu periode panjang, tahunan, periode kering, dan periode basah. DAS Kloposawit dipilih karena selain memiliki data yang paling lengkap juga hanya sebagai sampel dari salah satu DAS yang ada di Wilayah UPT PSDA Bondowoso. Gambar (5.4) menunjukkan hasil pemodelan aliran dasar sepanjang tahun 1991-2005, terlihat bahwa pada gambar tersebut setiap tahun nilai hujan senantiasa berubah yaitu mengalami naik dan turun. Hal tersebut menyebabkan aliran debit juga mengalami perubahan sesuai dengan kondisi hujan yang ada. Gambar (5.5) menunjukkan hasil pemodelan aliran dasar pada tahun 1991. Pada awal bulan Januari sampai bulan Mei terlihat bahwa grafik menunjukkan rekaman debit yang cukup tinggi, hal tersebut dikarenakan pengaruh dari intensitas hujan yang cukup tinggi. Kemudian setelah bulan tersebut, debit yang terjadi relatif konstan. Pada akhir bulan Desember mulai ada peningkatan debit dengan adanya intensitas hujan yang sering terjadi. Saat bulan kering yaitu Juli sampai September masih terdapat debit yang mengalir, padahal intensitas hujan pada saat itu sangat kecil. Hal tersebut menandakan bahwa yang berkontribusi besar terhadap debit tersebut adalah aliran dasar.

Gambar (5.6) merupakan sampel pada periode basah yang diambil pada awal bulan Oktober sampai akhir bulan Juni. Pada awal bulan Oktober sampai dengan bulan November terlihat debit pada saat itu rendah. Selanjutnya debit yang terjadi pada awal bulan Desember sampai akhir Juni terjadi kenaikan hujan yang cukup tinggi, hal tersebut disebabkan karena tingginya intensitas hujan pada bulan tersebut. Sedangkan pada Gambar (5.7) merupakan grafik yang menunjukkan pemodelan aliran dasar pada saat periode kering diambil pada bulan awal bulan Juli sampai akhir bulan September. Saat periode ini terlihat adanya kontribusi aliran dasar yang mengalir kesungai, hal tersebut ditandai dengan hampir tidak adanya hujan pada saat itu.

Berdasarkan Gambar diatas menunjukkan bahwa pada DAS Kloposawit menghasilkan metode Lyne & Hollick dan EWMA yang paling dominan yaitu terlihat bahwa metode tersebut paling berhimpitan dengan debit terukur. Hal tersebut menunjukkan bahwa kedua metode tersebut memiliki kinerja yang lebih

baik karena menghasilkan garis baseflow dengan debit total yang saling berhimpitan dan saat musim penghujan dapat memisahkan baseflow dengan debit total.

c. FDC (Flow Duration Curve)

Untuk melihat lebih detail kecenderungan signifikan yang dihasilkan dari perhitungan keenam metode RDF dapat pula dilakukan dengan menggunakan grafik FDC yaitu sesuai dengan berikut ini.

Gambar 5.8. Grafik FDC pada DAS Kloposawit periode panjang tahun 1991-2005
(Sumber: Data Diolah, 2014).

Gambar 5.9 Grafik FDC pada DAS Bajulmati periode panjang tahun 1997-2001
(Sumber: Data Diolah, 2014).



Gambar 5.10 Grafik flow duration curve pada DAS Bomo Atas periode panjang tahun 1997-2001 (Sumber: Data Diolah, 2014).

Gambar 5.11 Grafik flow duration curve pada DAS Bomo Bawah periode panjang tahun 1997-2001 (Sumber: Data Diolah, 2014).



Gambar 5.12 Grafik flow duration curve pada DAS Setail periode panjang tahun 1997-2001 (Sumber: Data Diolah, 2014).

Gambar 5.13 Grafik flow duration curve pada DAS Tambong periode panjang tahun 1997-2001 (Sumber: Data Diolah, 2014).



Gambar 5.14 Grafik flow duration curve pada DAS Karangdoro periode panjang tahun 1997-2001 (Sumber: Data Diolah, 2014).

Gambar 5.15 Grafik flow duration curve pada DAS Deluwang periode panjang tahun 1997-2001 (Sumber: Data Diolah, 2014).

Gambar diatas menampilkan Grafik FDC pada masing-masing DAS di UPT PSDA Bondowoso selama periode semua tahun. FDC digunakan dalam menampilkan hubungan antara range data rentang waktu dan debit. Pada grafik masing-masing nilai debit dilambangkan dengan garis yang saling berhimpitan. Namun pada masing-masing DAS menunjukkan bahwa metode Lyne & Hollick dan EWMA adalah metode yang paling berhimpitan dengan debit terukur. Dapat

dilihat bahwa selisih antara debit terukur dengan kedua metode filter tersebut sangat kecil karena nilai perhitungan aliran dasar pada metode tersebut mendekati atau tidak beda jauh dengan nilai debit terukur. Metode yang baik adalah ketika debit terhitung dan debit terukur saat musim kemarau berhimpitan. Dan saat musim penghujan dapat memisahkan antara aliran dasar dengan debit total. Grafik FDC (flow duration curve) akan terlihat terpisah pada daerah debit besar, yang menunjukkan periode hujan.

Pada DAS Kloposawit nilai dari debit terukur $8,72 \text{ m}^3/\text{s}$ adalah dengan frekuensi kejadian 50% selama rentang waktu tahun 1991-2005, untuk metode Lyne & Hollick nilai debit $8,05 \text{ m}^3/\text{s}$ besar frekuensi kejadian 50% selama rentang waktu tahun 1997-2001. Dan metode EWMA nilai debit $8,07 \text{ m}^3/\text{s}$ besar frekuensi kejadian 50% selama rentang waktu tahun 1991-2005.

Pada DAS Bajulmati nilai dari debit terukur $1,66 \text{ m}^3/\text{s}$ adalah dengan frekuensi kejadian 50% selama rentang waktu tahun 1997-2001, untuk metode Lyne & Hollick nilai debit $1,48 \text{ m}^3/\text{s}$ besar frekuensi kejadian 50% selama rentang waktu tahun 1997-2001. Dan metode EWMA nilai debit $1,55 \text{ m}^3/\text{s}$ besar frekuensi kejadian 50% selama rentang waktu tahun 1997-2001.

Pada DAS Bomo Atas nilai dari debit terukur $0,71 \text{ m}^3/\text{s}$ adalah dengan frekuensi kejadian 50% selama rentang waktu tahun 1997-2001, untuk metode Lyne & Hollick nilai debit $0,64 \text{ m}^3/\text{s}$ besar frekuensi kejadian 50% selama rentang waktu tahun 1997-2001. Dan metode EWMA nilai debit $0,65 \text{ m}^3/\text{s}$ besar frekuensi kejadian 50% selama rentang waktu tahun 1997-2001.

Pada DAS Bomo Bawah nilai dari debit terukur $1,86 \text{ m}^3/\text{s}$ adalah dengan frekuensi kejadian 50% selama rentang waktu tahun 1997-2001, untuk metode Lyne & Hollick nilai debit $1,62 \text{ m}^3/\text{s}$ besar frekuensi kejadian 50% selama rentang waktu tahun 1997-2001. Dan metode EWMA nilai debit $1,68 \text{ m}^3/\text{s}$ besar frekuensi kejadian 50% selama rentang waktu tahun 1997-2001.

Pada DAS Setail nilai dari debit terukur $4,76 \text{ m}^3/\text{s}$ adalah dengan frekuensi kejadian 50% selama rentang waktu tahun 1997-2001, untuk metode Lyne & Hollick nilai debit $4,19 \text{ m}^3/\text{s}$ besar frekuensi kejadian 50% selama rentang waktu

tahun 1997-2001. Dan metode EWMA nilai debit 4,25 m³/s besar frekuensi kejadian 50% selama rentang waktu tahun 1997-2001.

Pada DAS Tambong nilai dari debit terukur 2,59 m³/s adalah dengan frekuensi kejadian 50% selama rentang waktu tahun 1997-2001, untuk metode Lyne & Hollick nilai debit 1,99 m³/s besar frekuensi kejadian 50% selama rentang waktu tahun 1997-2001. Dan metode EWMA nilai debit 2,08 m³/s besar frekuensi kejadian 50% selama rentang waktu tahun 1997-2001.

Pada DAS Karangdoro nilai dari debit terukur 17,6 m³/s adalah dengan frekuensi kejadian 50% selama rentang waktu tahun 1997-2001, untuk metode Lyne & Hollick nilai debit 14,5 m³/s besar frekuensi kejadian 50% selama rentang waktu tahun 1997-2001. Dan metode EWMA nilai debit 15,4 m³/s besar frekuensi kejadian 50% selama rentang waktu tahun 1997-2001.

Pada DAS Deluwang nilai dari debit terukur 0,6 m³/s adalah dengan frekuensi kejadian 50% selama rentang waktu tahun 1997-2001, untuk metode Lyne & Hollick nilai debit 0,57 m³/s besar frekuensi kejadian 50% selama rentang waktu tahun 1997-2001. Dan metode EWMA nilai debit 0,57 m³/s besar frekuensi kejadian 50% selama rentang waktu tahun 1997-2001.

d. BFI (Baseflow Index)

Dari keenam metode RDF tersebut didapatkan suatu nilai BFI yang merupakan nilai untuk mengetahui ketersediaan baseflow pada masing-masing DAS. BFI merupakan perbandingan antara volume aliran dasar dengan volume total aliran sungai, volume aliran dasar ini diperkirakan dengan menggunakan metode RDF. Semakin tinggi nilai BFI yang dihasilkan, maka menunjukkan pola aliran yang stabil dan dapat mempertahankan aliran saat periode musim kering. Masing-masing metode menghasilkan nilai BFI yang bervariasi yang disajikan pada Tabel (5.5) sebagai berikut:

Tabel 5.5 Perbandingan nilai BFI di DAS di wilayah UPT PSDA Bondowoso

Metode RDF	Ket.	DAS							
		Bajulmati	Bomo Atas	Bomo Bawah	K. Setail-Kradenan	Tambong-Pakistaji	Karangdoro	Kloposawit	Deluwang-Demung
One parameter	Rerata	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
	Min	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Two Parameter	Rerata	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
	Min	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
IHACHRES	Rerata	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
	Min	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Chapman	Rerata	0,54	0,65	0,69	0,72	0,60	0,61	0,57	0,60
	Maks	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	Min	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Lyne Holick	Rerata	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	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
EWMA	Rerata	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	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01

(Sumber: Data Primer Diolah, 2014).

Tabel (5.5) menjelaskan ketersediaan BFI pada masing-masing DAS. Nilai perkiraan baseflow pada hasil validasi diantara 0,7-0,8 artinya bahwa aliran yang terjadi cukup stabil pada masing-masing DAS.

Dengan demikian, berpijak pada hasil yang diperoleh dari kriteria statistik yaitu dari nilai RMSE, maupun FDC maka dapat dikatakan bahwa metode yang optimal dalam memodelkan aliran dasar di DAS Wilayah UPT PSDA Bondowoso adalah metode Lyne & Hollick dan EWMA. Dua Metode filter tersebut menggunakan 1 (satu) parameter dalam persamaannya dan parameter tersebut diperoleh secara trial and error.

BAB 6. PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Dari hasil dan pembahasan pada penelitian yang telah dilakukan, maka kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut.

1. Metode yang memiliki kinerja lebih baik dalam mempresentasikan aliran dasar dari keenam metode RDF adalah terletak pada metode Lyne & Hollick dan metode EWMA.
2. Nilai BFI rerata tertinggi yang diperoleh pada metode Lyne & Hollick adalah senilai 0,88 dan metode EWMA senilai 0,90.

6.2 Saran

Diperlukan data yang lengkap untuk menganalisis aliran dasar, karena semakin lengkap data input yang digunakan, semakin optimal nilai parameter yang diperoleh. Untuk penelitian selanjutnya, yang harus lebih diperhatikan yaitu pada saat menentukan parameter saat menggunakan metode trial and eror, karena parameter yang optimal dibutuhkan agar dalam perhitungan aliran dasar menghasilkan nilai yang juga optimal.

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 In Hydrol and Water Resour. Institute Of Engineers Australia Newcastle NSW: Symp., pp. 317-324.
- Brodie, R.S. dan Hostetler, S. 2010. A review of techniques for analysing baseflow from stream hydrographs. Canberra : Australian National University.
- Brodie, Sundaram, Tottenham, Hostetler, dan Ransley. 2007. An Review of Tools for Assesing Groundwater Surface Water. Report to the Executive Steering Committee for Australia's Water Resources Information (ESCAWRI). Canberra : Bureau of Rural Sciences.
- 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. Australia: Institute of Engineers Australia. Vol. 27: 7-9.
- Chapman, T. G. dan Maxwell, A. I. 1996. Baseflow Separation - Comparison Of Numerical Methods With Tracer Experiments. Water Resour. Hobart : Institute of Engineers Australia.
- Chapman, T. 1999. A Comparison Of Algorithms For Streamflow Recession And Baseflow Separation Hydrological Processes. Australia: Institute of Engineers Australia. Vol. 13: 57-63.
- Graszkievicz, Hill, Ladson, Murphy, Nathan dan Neal. 2009. Australian rainfall and runoff revision project 7: baseflow for catchment simulation. Australia: Engineers Australia, vol 1: 12-15.
- Gregor, M. 2010. *BFI+ 3.0 User's Manual.* Slovakia : Comenius University
- Harto, S. B. 1993. Analisis Hidrologi. Jakarta : PT.Gramedia Utama.
- Indarto. 2010. Hidrologi Dasar Teori dan Contoh Aplikasi Model Hidrologi. Jakarta : PT.Bumi Aksara.
- Jakeman, A. J. dan Hornberger, G. M. 1993. How Much Complexity Is Warranted In A Rainfall-runoff Model?. Water Resources Research. Canberra: Australian National University. Vol. 29 : 48-54.

- Linsley, Kohler, Paulhus, dan Wallace. 1982. Hydrology For Engineers. New York: McGraw Hill.
- Lyne, V. dan Hollick, M. 1979. Stochastic Time-Variable Rainfall-runoff Modeling. Canberra: Institute of Engineers Australia. Hydrology and Water Resour. Vol. 79 (10) : 89-93.
- Marsh, N. 2004. River Analysis Package (RAP) User Guide. Australia: CRC for Catchmen Hydrology.
- Mulla, D.J. dan Addiscott, T.M. 1999. Validation Approaches for Field, Basin, and Regional Scale Water Quality Models. In: Assessment of non-point source pollution in the vadose zone. Geophysical Monograph 108. Washington, DC: American Geophysical Union.
- Nathan, R. J dan McMahon, M. Y. 1990. Evaluation Of Automated Techniques For Baseflow And Recession Analyses. Canberra: Institute of Engineers Australia. Water Resources Research. Vol. 26 (7): 83-94.
- Shome, Vadali, Datta, Sen, dan Mukherjee. 2012. Performance Evaluation of Different Averaging Based Filter Designs Using Digital Signal Processor and Its Synthesis on FPGA. Jurnal. International Journal of Signal Processing, Image Processing and Pattern Reconition. Vol. 5 (3): 82.
- Soemarto, C.D. 1987. Hidrologi Teknik. Surabaya: Usaha Nasional.
- Soesanto, B. dan Ernanda, H. 1991. Pengantar Hidrologi. Jember: Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.
- Tallaksen, L.M. 1995. A review of baseflow recession analysis. Journal of Hydrology 165:349-370.
- The COMET. 2013. Basic Hydrologic Science Course Understanding Hydrologic Cycle Section One: Introduction to the Hydrologic Cycle. [serial online].http://www.goesr.gov/education/comet/hydro/basic/HydrologicCycle/print_version/01-introduction.html [12 Maret 2014].
- Tularam, G. A dan Ilahee, M. 2008. Exponential Smoothing Method Of Base Flow Separation And Its Impact on Continuous Loss Estimates. American Journal of Environmental Sciences. Brisbane: Environment Engineering and Technology Griffith University (ENV). Vol. 4 (2): 136-138.

LAMPIRAN

LAMPIRAN A. KALIBRASI

A.1 Grafik Debit Terhitung dan Debit Terukur

a. Metode One Parameter

b. Metode Two Parameter

c. Metode IHACRES

d. Metode Chapman

e. Metode Lyne & Hollick

f. Metode EWMA

Gambar A.1 Grafik hubungan antara debit terukur dan debit terhitung pada DAS Kloposawit dari keenam metode RDF periode Juli-September tahun 1991-2005.

A.2 Grafik Hasil Pemisahan Aliran Dasar

Gambar A.2 Grafik hasil pemisahan aliran dasar pada DAS Kloposawit periode Juli - September tahun 1991

A.3 Flow Duration Curve (FDC)

Gambar A3 FDC DAS Kloposawit periode Juli-September tahun 1991-2005

LAMPIRAN B. VALIDASI

B.1 Grafik Hasil Pemisahan Aliran Dasar

Gambar B1.1a Grafik hasil pemisahan aliran dasar pada DAS Kloposawit periode 1991-2005



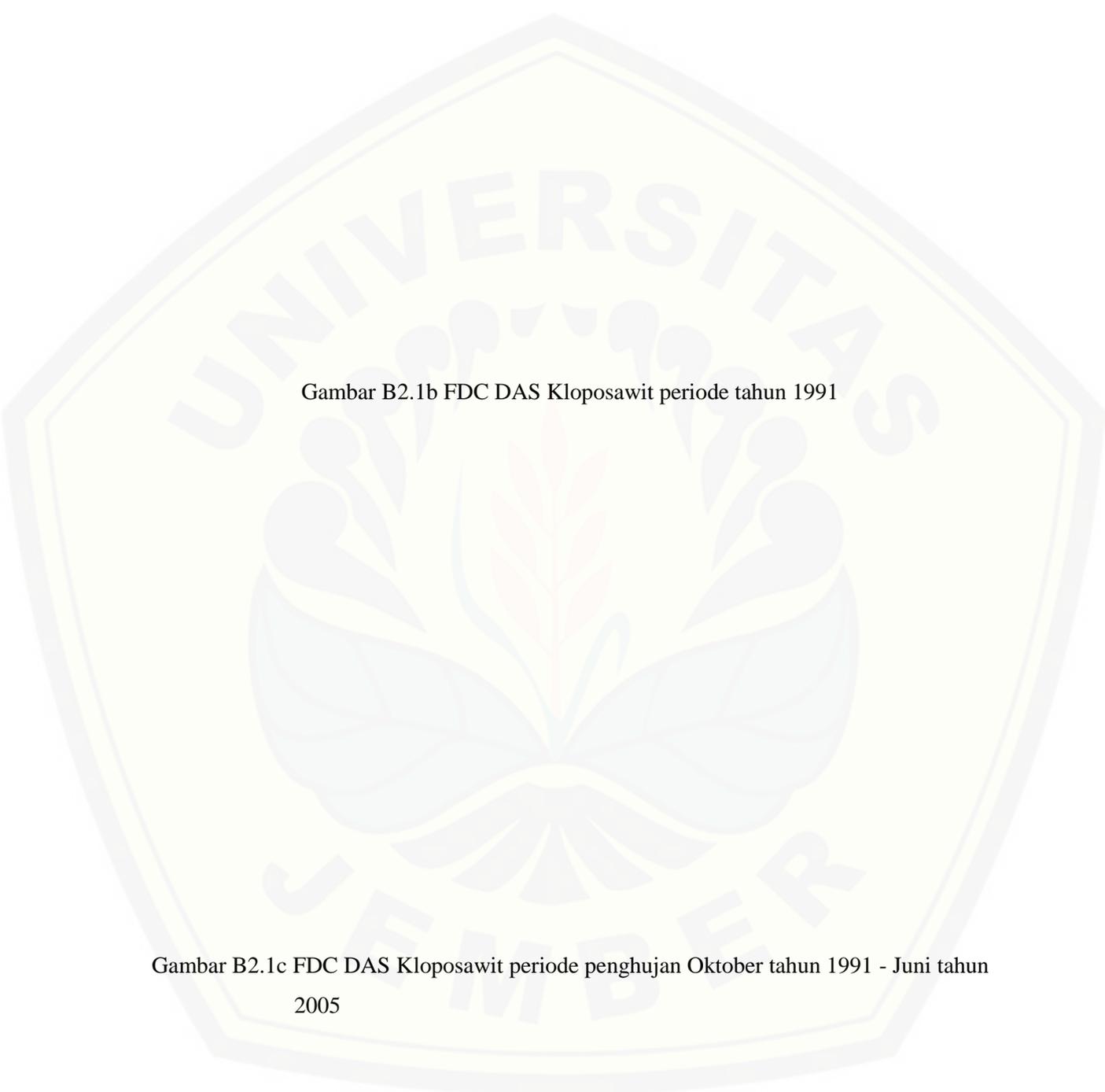
Gambar B1.1b Grafik hasil pemisahan aliran dasar pada DAS Kloposawit periode 1991

Gambar B1.1c Grafik hasil pemisahan aliran dasar pada DAS Kloposawit periode penghujan Oktober tahun 1991 - Juni Tahun 1992

Gambar B1.1d Grafik hasil pemisahan aliran dasar pada DAS Kloposawit periode kemarau Juli-September tahun 1991

B.2 Flow Duration Curve (FDC)

Gambar B2.1a FDC DAS Kloposawit periode panjang tahun 1991-2005



Gambar B2.1b FDC DAS Kloposawit periode tahun 1991

Gambar B2.1c FDC DAS Kloposawit periode penghujan Oktober tahun 1991 - Juni tahun
2005

Gambar B2.1d FDC DAS Kloposawit periode kemarau Juli – September tahun 1991-2005

