



**ANALISIS BASEFLOW: PERBANDINGAN 3 METODE
GRAFIS DAN 6 METODE *Recursive Digital Filter* (RDF)
PADA DAS WILAYAH UPT PSDA MADIUN**

SKRIPSI

Oleh:

**Tri Galih Yudhatama
121710201047**

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2017**



**ANALISIS BASEFLOW: PERBANDINGAN 3 METODE
GRAFIS DAN 6 METODE *Recursive Digital Filter*(RDF)
PADA DAS WILAYAH UPT PSDA MADIUN**

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:

**Tri Galih Yudhatama
121710201047**

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2017**

PERSEMBAHAN

Persembahan untuk orangtuaku Ayahanda Marnu dan Ibunda Ninik Istiningsih, semoga beliau senantiasa diberi rahmat oleh Allah S.W.T. dan senantiasa mampu membimbing putra-putrinya.



MOTO

“Wahai orang-orang yang beriman! Apabila dikatakan kepadamu, “Berilah kelapangan didalam majelis, maka lapangkanlah, niscaya Allah akan member kelapangan untukmu. Dan apabila dikatakan berdirilah kamu, maka berdirilah, niscaya Allah akan mengangkat derajat orang-orang yang beriman diantara kamu dan orang-orang yang berilmu beberapa derajat”

(terjemahan Surat *Al-Mujadalah* ayat 11)

“Wahai Orang-orang yang beriman jadikanlah sabar dan sholat sebagai penolongmu. Sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar”

(terjemahan Surat *Al-Baqarah* Ayat 153)

“Dont Quit. Suffer now and live the rest as a champion”

(Muhammad Ali)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Tri Galih Yudhatama

NIM : 121710201047

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul “Analisis Baseflow: Perbandingan 3 Metode Grafis dan 6 Metode RDF (*Recursive Digital Filter*) pada DAS Wilayah UPT PSDA Madiun” adalah benar-benar hasil karya sendiri dengan pembimbingan dari pihak laboratorium UNEJ TPKL, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Data dan hak publikasi karya tulis ilmiah ini adalah milik laboratorium Teknik Pengendalian dan Konservasi Lingkungan, TEP-FTP-UNEJ. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 02 Februari 2017
Yang menyatakan,

Tri Galih Yudhatama
NIM 121710201047

SKRIPSI

**ANALISIS BASEFLOW: PERBANDINGAN 3 METODE GRAFIS DAN 6
METODE *Recursive Digital Filter* (RDF)
PADA DAS WILAYAH UPT PSDA MADIUN**

Oleh

Tri Galih Yudhatama
NIM 121710201047

Pembimbing

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

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

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Analisis Baseflow: Perbandingan 3 Metode Grafis dan 6 Metode RDF(*Recursive Digital Filter*) Pada DAS di wilayah UPT PSDA Madiun” telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : 02 Maret 2017

tempat : Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Anggota

Prof. Dr. Indarto, S.TP.,DEA.
NIP. 197001011995121001

Dr. Sri Wahyuningsih, S.P., M.T.
NIP. 197211301999032001

Tim Penguji

Ketua

Anggota

Dr. Elida Novita, S.TP., M.T.
NIP. 197311301999032001

Dr. Gusfan Halik, S.T., M.T
NIP. 197108041998031002

Mengesahkan
Dekan Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember

Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP., M.Eng.
NIP. 196809231994031009

RINGKASAN

Analisis Baseflow di 4 DAS di wilayah UPT PSDA Madiun: Perbandingan 3 Metode Grafis Dan 6 Metode RDF (*Recursive Digital Filter*); Tri Galih Yudhatama, 121710201047; 2016; 58 halaman; Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Aliran dasar merupakan komponen aliran sungai yang penting bagi pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS). Informasi tentang ketersediaan aliran dasar diperlukan untuk membuat suatu perencanaan, dan alokasi (pemanfaatan) air, terutama pada saat musim kemarau. Penelitian bertujuan untuk memilih metode untuk menghitung nilai *baseflow* dan *baseflow index*. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari sampai dengan Juni 2016. Input utama adalah data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data debit harian dari tahun 1996 sampai dengan 2015. Tahapan penelitian mencakup: (1) Inventarisasi data (2) pengolahan data (3) kalibrasi, dan validasi. Ke sembilan (9) metode pemisahan *baseflow* dikalibrasi dengan menggunakan data debit harian. Kalibrasi dilakukan pada musim kemarau (Juli sd September) pada tiap tahun, dengan asumsi bahwa pada periode Juli sd September di wilayah tersebut tidak ada atau hanya terjadi sedikit hujan. Selanjutnya, diperoleh nilai parameter tiap tahunnya. Nilai optimal parameter ditentukan dari nilai rerata tiap tahun. Parameter optimal yang diperoleh digunakan untuk memisahkan aliran dasar untuk semua periode. Kemudian, RMSE, Scatter-plot, dan FDC digunakan untuk mengevaluasi kinerja model. Proses validasi untuk DAS lainnya dilakukan dengan menggunakan nilai parameter dari DAS yang mempunyai data yang lebih lengkap (DAS Nambangan). Hasil akhir menunjukkan metode yang terpilih adalah: (1) Lyne & Hollick dan (2) EWMA. Nilai rata-rata dari RMSE dan R^2 untuk metode Lyne & Hollick adalah (0,036 dan 0,87) , sedangkan untuk metode EWMA adalah 0,041 dan 0,83.

SUMMARY

Baseflow Analysis at four (4) watershed in The Administrative Areas of UPT PSDA Madiun: Comparison of 3 Graphic And 6 RDF (Recursive Digital Filters) Methods; Tri Galih Yudhatama, 121710201047; 2016; 58 pages; Agricultural Engineering Departement, Faculty Of Agricultural Technology, Jember University.

Baseflow is an important component of the streamflow. Information about the availability of baseflow is important in order to manage water resources in the watershed, especially during the dry season. The purpose of this research is to determine the appropriate method of baseflow separation for use in the administrative areas of UPT PSDA Madiun. This research was conducted from February to May 2016. The daily discharge from 1996 to 2015 was used as main input to calibrate the (9) methods of baseflow separation. The methodology consisted of (1) data inventory (2) data processing (3) calibration, (4) validation and (5) evaluation of models performances. The 9 methods were calibrated using daily discharge data from 1996 to 2015. Calibration was conducted for each year, from Juli to September. The average values of the parameters obtained from calibration process were used to separate baseflow for a whole period record. Then, RMSE, scatter plot, and FDC is used to evaluate model performance. It is assumed that no or less rainfall occurs on July to September). Validation process to others watersheds is conducted using parameter value from calibrated watershed (in this case: we use Nambangan watershed). The Result shows that Lyne & Hollick and EWMA methods done the best results. The average value of RMSE = 0,036 and $R^2 = 0,87$ for Lyne & Hollick and RMSE = 0,041 and $R^2 = 0,83$ for EWMA filter.

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT, atas segala rahmat dan karuniaNya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “Analisis *Baseflow*: Perbandingan 3 Metode Grafis dan 6 Metode Rdf (*Recursive Digital Filter*) pada Das di Wilayah UPT PSDA Madiun”. 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, S.TP., D.E.A., selaku Dosen Pembimbing Utama dan Dosen Pembimbing Akademik yang telah meluangkan tenaga, waktu, pikiran, dan perhatian dalam membimbing penulisan skripsi ini;
2. Dr. Sri Wahyuningsih., S.P., M.T. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perbaikan dalam penulisan skripsi ini;
3. Dr. Elida Novita, S.TP., M.T selaku ketua tim penguji dan Dr. Gusfan Halik, S.T., M.T selaku anggota tim penguji yang telah memberikan saran dan masukan dalam penyempurnaan skripsi ini,
4. Ir. Muharjo Pudjojono selaku dosen dan Komisi Bimbingan Jurusan Teknik Pertanian;
5. Ir. Bambang Marhaenanto, M.Eng. selaku ketua Jurusan Teknik Pertanian
6. Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP., M.Eng. selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian,
7. Seluruh dosen pengampu mata kuliah, terima kasih atas ilmu dan pengalaman yang diberikan serta bimbingan selama studi di Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
8. Seluruh staf dan karyawan di lingkungan Fakultas Teknologi Pertanian, terima kasih atas bantuan dalam mengurus administrasi dan yang lainnya;
9. Keduaorang tuasanya, Ibunda Ninik Istiningsih dan Ayahanda Marnu yang tercinta yang selalu mendoakan setiap saat;

10. Kakakku tercinta Yudha Eko Setyono, Vita Rosita Dewi, dan Dyah Sari Wulandari serta keponakanku Sabihisma Bella Tama yang telah mendukung, memotivasi dan mendoakan penulis setiap saat;
11. Sahabat-sahabatku TEAM GIS (Zabid, Yuski, Ega, Dita, Bram, Bobby, Wicak, dan Kardi) yang memotivasi dan membantu penulis dalam penulisan Karya Tulis Ilmiah ini;
12. Teman-temanku Teknik Pertanian seangkatan 2012 yang penuh dengan semangat dan kasih sayang terima kasih atas nasehat serta motivasinya;
13. Teman kostku Rara, Khofifah, Ike, Putri, Asna, Nurul dan Sara yang memberi semangat dan motivasi kepada penulis selama masa kost;
14. 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, 02 Februari 2017

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
SUMMARY	ix
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Aliran Dasar (<i>Baseflow</i>)	4
2.2 Siklus Hidrologi	4
2.3 Hidrograf	5
2.4 <i>Trial and Error</i> (coba-coba)	6
2.5 Pemisahan Aliran Dasar	6
2.5.1 Metode Grafis	6
2.5.2 Metode Pemishan Filter	9
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	13
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	13
3.1.1 Tempat Penelitian	13
3.1.2 waktu Penelitian.....	14
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	14
3.2.1 Alat.....	14
3.2.2 Bahan	14
3.3 Tahapan Penelitian	15
3.3.1 Inventarisasi Data	15
3.3.2 Pengolahan Data	16
3.3.3 Analisis Baseflow	16
3.4 Analisis Uji Statistik Kinera Model	16
3.4.1 <i>Root Mean Square Error</i> (RMSE).....	16

3.4.2 R square (R^2).....	17
3.4.3 Flow Duration Curve (FDC).....	17
3.5 Kalibrasi dan Validasi	17
BAB 4. KARAKTERISTIK DAS	19
4.1 Luas dan Bentuk DAS	19
4.2 Karakteristik Debit	20
4.3 Karakteristik Hujan	21
4.4 Peruntukan Lahan	21
4.5 Jenis Tanah	23
4.6 Plotting Data Hujan dan Debit	24
BAB 5. HASIL DAN PEMBAHASAN	26
5.1 Analisis Aliran Dasar	26
5.1.1 Proses Kalibrasi	26
5.1.2 Proses Validasi.....	36
BAB 5. PENUTUP	47
5.1 Kesimpulan	47
5.2 Saran	47
DAFTAR PUSTAKA	48

DAFTAR TABEL

	Halaman
4.1 Bentuk dan Luas DAS.....	19
4.2 Karakteristik Debit.....	20
4.3 Karakteristik Hujan.....	21
4.4 Peruntukan Lahan.....	22
4.5 Jenis Tanah.....	24
5.1 Rentang Parameter Wilayah UPT PSDA Madiun.....	29
5.2 Nilai Parameter Optimal Metode RDF.....	30
5.3 Nilai Parameter Optimal Metode Grafis.....	30
5.4 Nilai RMSE pada Proses Kalibrasi.....	30
5.5 Nilai RMSE Proses Validasi Metode RDF.....	37
5.6 Nilai RMSE Proses Validasi Metode Grafis.....	37
5.7 Nilai R^2 Proses Validasi Metode RDF.....	38
5.8 Nilai R^2 Proses Validasi Metode Grafis.....	38
5.9 Nilai BFI (<i>Baseflow Index</i>) pada Proses Validasi.....	45

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Siklus Hidrologi	5
2.2 Komponen Hidrograf	6
2.3 Metode Local Minimum	7
2.4 Metode Fixed Internal	8
2.5 Metode Sliding Interval.....	8
3.1 Peta Lokasi Penelitian	13
3.2 Diagram Alir Penelitian	15
4.1 Peta Peruntukan Lahan pada Wilayah UPT PSDA Madiun	22
4.5 Peta Jenis Tanah di Wilayah UPT PSDA Madiun	23
4.6 Hubungan Data Hujan dengan Data Debit di DAS Nambangan	24
5.1 Contoh Garis Kesesuaian Antara Debit Terukur dan Debit Terhitung	27
5.2 (a) Grafik Hubungan Antara Debit Terukur dan Terhitung Menggunakan <i>One Parameter</i>	32
5.2 (b) Grafik Hubungan Antara Debit Terukur dan Terhitung2 Menggunakan <i>Two Parameter</i>	32
5.2 (c) Grafik Hubungan Antara Debit Terukur dan Terhitung Menggunakan IHACRES	32
5.2 (d) Grafik Hubungan Antara Debit Terukur dan Terhitung Menggunakan EWMA	33
5.2 (e) Grafik Hubungan Antara Debit Terukur dan Terhitung Menggunakan <i>Lyne & Hollick</i>	33
5.2 (f) Grafik Hubungan Antara Debit Terukur dan Terhitung Menggunakan Chapman.....	33
5.2 (g) Grafik Hubungan Antara Debit Terukur dan Terhitung Menggunakan <i>Local Minimum</i>	34
5.2 (h) Grafik Hubungan Antara Debit Terukur dan Terhitung Menggunakan <i>Fixed Interval</i>	34
5.2 (i) Grafik Hubungan Antara Debit Terukur dan Terhitung Menggunakan <i>Sliding Interval</i>	34
5.3 (a) Grafik Aliran Dasar pada Periode Bulan Juli-September Tahun 2013 di DAS Nambangan Metode RDF.....	35
5.3 (b) Grafik Aliran Dasar pada Periode Bulan Juli-September Tahun 2013 di DAS Nambangan Metode Grafis	36
5.4 (a) Grafik Hasil Pemisahan Aliran Dasar pada DAS Nambangan Periode Panjang Tahun 1998-2004	39
5.4 (b) Grafik Hasil Pemisahan Aliran Dasar pada DAS Nambangan Periode Panjang Tahun 2005-2015.....	40
5.5 Grafik Hasil Pemisahan Aliran Dasar pada DAS Nambangan Periode Panjang Tahun 2013	41
5.6 (a) Grafik Hasil Pemisahan Aliran Dasar pada DAS Nambangan Periode Penghujan Oktober 2011 - Juni 2012	41

5.6 (b) Grafik Hasil Pemisahan Aliran Dasar pada DAS Nambangan Periode Kemarau Juli-September 2013	42
5.7 (a) Grafik FDC pada DAS Nambangan Periode Panjang 1996 -2015.....	43
5.7 (b) Grafik FDC pada DAS Ngindeng Periode Panjang 1996-2015	43
5.7 (c) Grafik FDC pada DAS Gandong Periode Panjang 1996-2015.....	44
5.7 (d) Grafik FDC pada DAS Lorok Periode Panjang 1996-2015.....	44



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A1. Grafik Debit Terukur dan Debit Terhitung	51
A2. Grafik Hasil Pemisahan Aliran Dasar	56



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Menurut Undang-undang Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 2004 Tentang Sumber Daya Air, Daerah Aliran Sungai adalah suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya, yang berfungsi untuk menampung, menyimpan, dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alami. Pengelolaan sumberdaya air di sebuah DAS perlu dilakukan untuk menjaga ketersediaan aliran sungai supaya tidak terjadi kekeringan dan air dapat terdistribusi secara merata sepanjang waktu. Salah satu komponen aliran sungai yang penting bagi pengelolaan DAS yaitu aliran dasar (*baseflow*). Di Jawa Timur terdapat beberapa DAS yang belum diketahui perkiraan aliran dasarnya. Informasi tentang ketersediaan aliran dasar diperlukan untuk membuat suatu perencanaan alokasi (pemanfaatan) air yang dapat dijadikan acuan untuk menetapkan suatu strategi pengembangan dan pengelolaan sumberdaya air terutama pada saat musim kemarau.

Penelitian ini dilakukan pada empat DAS di wilayah Unit Pelaksanaan Teknis Pengelolaan Sumber Daya Air (UPT PSDA) Madiun yaitu DAS Nambangan, DAS Gandong, DAS Lorok, dan DAS Keang-Ngindeng. Keempat DAS tersebut mempunyai data hidrologi yang cukup memadai untuk dapat digunakan sebagai objek penelitian terkait dengan pemisahan komponen aliran dasar.

Beragam metode telah dikembangkan untuk pemisahan komponen aliran dasar dari debit total di sungai. Kajian literatur terkait tentang berbagai metode untuk perhitungan dan analisis aliran dasar dari hidrograf aliran sungai yang lebih detail dan lengkap ditulis oleh Brodie dan Hostetler (2007) dan Murphy et al., (2009). Selain kedua literatur tersebut, analisis aliran dasar juga dapat dijumpai pada literatur yang ditulis oleh Hall (1968; 1971), Boughton (1993), Nathan and McMahon (1990), Tallaksen (1995), Sloto dan Crouse (1996), Chapman dan Maxwell (1996), Chapman (1999), Tularam dan Ilahee, (2008), Eckhardt (2005), dan Gonzales, et al., (2009). Kemudian, terdapat juga penelitian yang dilakukan

oleh Ratnasari (2015) tentang pemisahan aliran dasar pada DAS di wilayah UPT PSDA Bondowoso dengan menggunakan metode RDF menghasilkan metode yang paling optimal adalah metode Lyne & Hollick dan EWMA. Parameter mempunyai sensitivitas yang cukup tinggi sehingga grafik yang dihasilkan pun cukup fleksibel dan dapat memisahkan nilai aliran dasar dari debit totalnya dengan baik.

Pada penelitian ini metode yang digunakan untuk melakukan pemisahan komponen aliran dasar yaitu tiga metode grafis, yaitu *Local Minimum Methode*, *Fixed Internal method*, *Sliding Interval Method* dan enam metode RDF, yaitu *One-parameter algorithm*, *Two-parameter algorithm*, *IHACRES*, *Lyne & Hollick Algorithm*, *Chapman Alogrithm*, dan *EWMA*. Hasil penelitian diharapkan dapat merekomendasikan metode pemisahan yang cocok untuk wilayah kajian.

1.2 Perumusan Masalah

Wilayah UPT PSDA Madiun merupakan daerah pertanian dan perkebunan. Pada saat musim kemarau ketersediaan air disungai cenderung berkurang. Terdapatnya aliran disungai pada musim kemarau merupakan kontribusi dari aliran dasar. Oleh karena itu, dengan mengetahui besarnya aliran dasar yang tersedia, pengaturan pengeluaran dapat dilakukan sesuai dengan kebutuhan. Sehingga ketersediaan air sungai dapat terpenuhi selama musim kemarau.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Menguji 9 metode yang digunakan untuk pemisahan aliran dasar yaitu: 3 metode grafis, dan 6 metode RDF pada 4 DAS di wilayah UPT PSDA Madiun,
2. Mendapatkan nilai parameter optimal yaitu parameter N , f , K , C dan \dots

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Menambah informasi dan membantu penanganan sumberdaya air pada 4 DAS di wilayah UPT PSDA Madiun,
2. Menambah wawasan dan pengetahuan kepada mahasiswa tentang metode yang dapat memodelkan dan menganalisis metode perhitungan nilai *baseflow* dan *baseflow index* secara baik dan benar aliran dasar pada 4 DAS di wilayah UPT PSDA Madiun



BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Aliran Dasar (*Baseflow*)

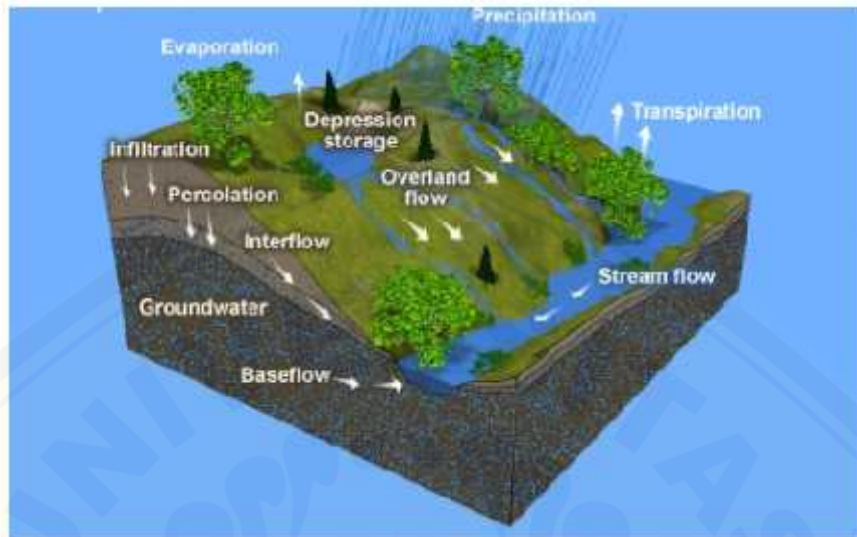
Menurut Indarto (2010) aliran dasar (*baseflow*) merupakan aliran air tanah yang tersuplai dalam jangka panjang dan akan teramati sebagai debit di sungai pada saat musim kemarau. Aliran dasar (*baseflow*) berasal dari air hujan yang terinfiltrasi dan tersimpan di dalam akuifer menjadi cadangan air tanah. Aliran yang tersimpan dalam akuifer tersebut akan keluar bergabung menjadi satu dengan aliran sungai. Sehingga masih terdapat aliran dasar (*baseflow*) yang teramati sebagai debit pada suatu DAS pada saat musim kemarau, walaupun tidak terjadi hujan.

2.2 Siklus Hidrologi

Pada saat laut, danau, dan sungai mendapat pancaran sinar matahari maka suhu air akan naik dan menyebabkan terjadinya proses evaporasi yaitu perubahan air dari cair menjadi gas. Sementara air yang berada di permukaan tanaman juga akan mengalami perubahan wujud menjadi gas yang dikenal dengan proses transpirasi. Uap air yang terbentuk dari proses evaporasi dan transpirasi selanjutnya akan naik ke atmosfer. Uap air yang berada di atmosfer menjadi dingin dan terkondensasi menjadi awan. Proses kondensasi terjadi pada saat suhu udara berubah. Sehingga apabila suhu udara menjadi dingin, uap air akan terkondensasi menjadi partikel-partikel di udara dan membentuk awan. Awan yang terbentuk akan terbawa oleh angin. Ketika awan tersebut telah berada pada titik jenuh dan tidak mampu lagi menampung air, maka awan tersebut akan melepaskan uap air dan terjadilah proses presipitasi yang dapat berupa hujan, salju, dan hujan es (Indarto, 2010:5-6).

Air hujan yang jatuh ke bumi sebagian akan terserap oleh permukaan tanaman, dan sisanya akan mengalir dipermukaan tanah sebagai aliran permukaan. Kemudian sebagian air hujan yang jatuh permukaan bumi akan masuk kedalam tanah melalui proses infiltrasi. Air yang terinfiltrasi akan masuk ke antar lapisan

tanah atau yang disebut dengan proses perkolasi dan menjadi aliran air bawah tanah.

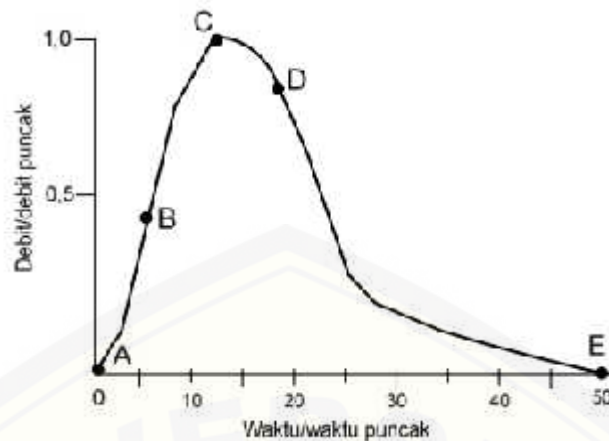


Gambar 2.1 Siklus hidrologi (Sumber: The COMET Program)

2.3 Hidrograf

Menurut Indarto (2016) hidrograf merupakan suatu grafik yang menunjukkan hubungan antara Tinggi Muka Air (TMA), debit (*discharge, flow, streamflow*), kecepatan (*velocity*), atau karakteristik aliran air terhadap waktu. Hidrograf digunakan untuk menyebut suatu kurva yang menggambarkan fluktuasi naik dan turunnya aliran air pada lokasi tertentu di sungai sebagai fungsi waktu. Sumbu (y) pada suatu hidrograf menggambarkan karakteristik aliran air baik itu debit, kecepatan, tinggi muka air, atau parameter kualitas air. Sementara, sumbu (x) menunjukkan waktu pengamatan.

Hidrograf dapat digambarkan secara grafis yang terdiri dari beberapa bagian. Pada Gambar (2.2), titik A disebut sebagai titik kenaikan (*point of rise*), titik B disebut sebagai titik balik kenaikan (*rising point of reflection*), titik C sebagai puncak (*peak*), titik D disebut sebagai titik balik penurunan (*recession point of inflection*), dan titik E disebut sebagai titik akhir penurunan (*end point of recession*).



Gambar 2.2 Komponen Hidrograf (Sumber: NEDS-SCS, 1989)

2.4 Pemisahan Aliran Dasar (*Baseflow*)

Baseflow merupakan salah satu komponen aliran sungai yang penting bagi pengelolaan DAS dan juga merupakan aliran yang berkontribusi besar pada saat musim kemarau. *Baseflow* dapat menjadi informasi penting dalam analisa kuantitas, kualitas air, dan habitat akuatik (Piggot et al, 2005). Dari banyak metode yang dikembangkan untuk pemisahan *baseflow*, metode filter dan metode grafis merupakan dua metode yang cukup mudah untuk pengoperasiannya.

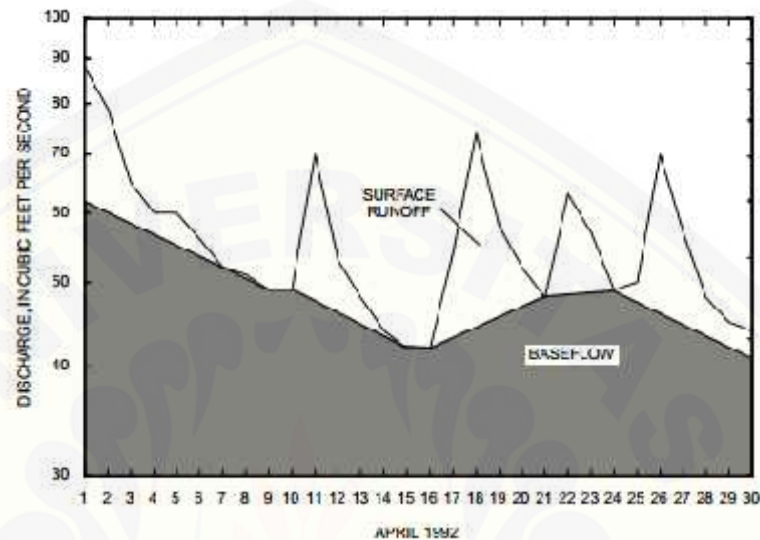
2.4.1 Metode Grafis

Metode grafis bekerja dengan cara menghubungkan antara titik terendah dengan titik terendah yang berdekatan sehingga akan membentuk garis yang didefinisikan sebagai aliran dasar (*baseflow*). Banyak metode pemisahan secara grafis yang telah dikembangkan untuk pemisahan aliran dasar. Sloto dan Crouse (1996:5) memberikan contoh tiga metode grafis yaitu *local minimum methods*, *fixed interval methods*, dan *sliding interval methods*. Prinsip kerja ketiga metode tersebut, yaitu sebagai berikut.

a. *Local Minimum Method*

Local Minimum Method merupakan metode pemisahan aliran dasar dengan menggunakan periode debit sungai. Prinsip dasar metode ini adalah dengan

memeriksa setiap hari untuk menentukan nilai debit terendah dalam setengah interval dikurangi satu hari $[0,5(2N^*-1)$ hari] sebelum dan setelah hari itu. Kemudian, debit terendah pada interval dihubungkan dengan garis lurus untuk menentukan aliran dasar (*baseflow*).

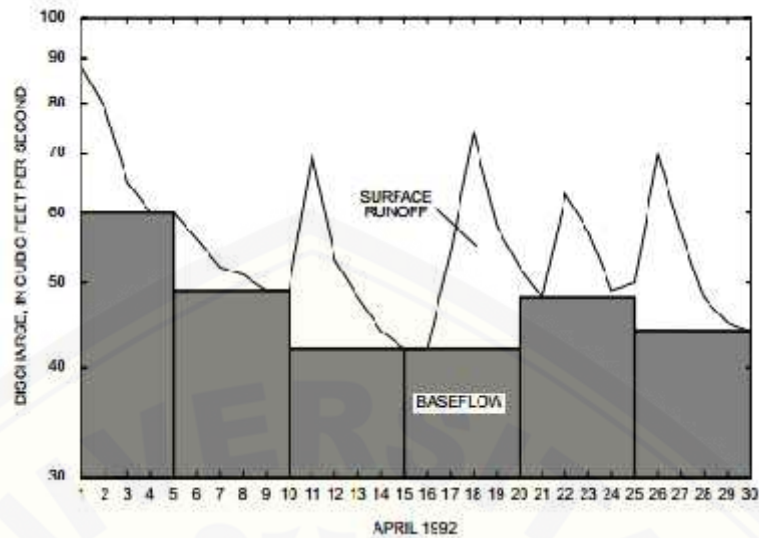


Gambar 2.3 *Local Minimum Methods* (Sumber: Sloto dan Crouse, 1996)

b. *Fixed Interval Method*

Berikut ini merupakan prinsip kerja dari *Fixed Interval Method*.

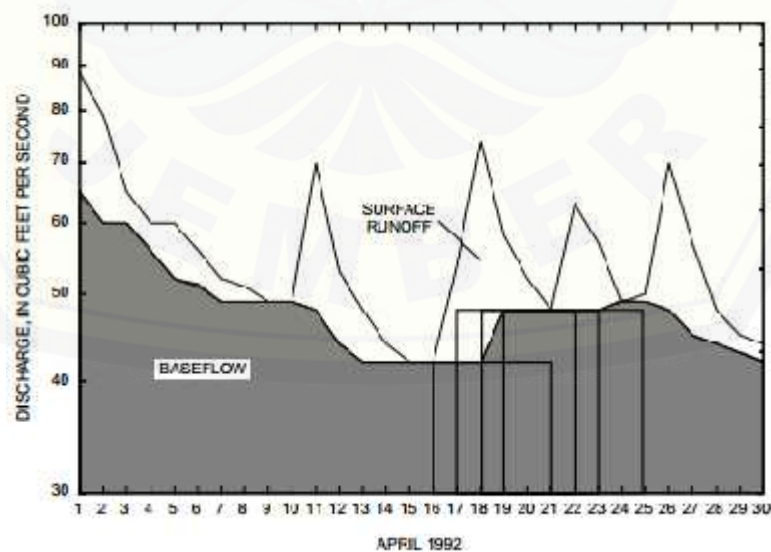
- 1) *Fixed Interval Method* adalah metode yang menggunakan debit terendah dalam setiap interval. Banyaknya hari dalam setiap interval ditentukan dengan menggunakan rumus $(2N^*$ hari). N merupakan jumlah hari setelah limpasan permukaan berhenti.
- 2) Nilai N didapatkan secara empiris dari rumus $N = A^{0,2}$, dimana A adalah luas daerah aliran sungai (DAS) dengan satuan mil^2 .
- 3) Metode ini dapat digambarkan dengan diagram batang yang ditarik ke atas hingga bersentuhan dengan debit terendah pada interval tersebut.
- 4) Aliran dasar untuk interval berikutnya ditentukan dengan menggeser diagram batang pada interval yang sama hingga bersentuhan dengan hidrograf pada debit terendah pada interval berikutnya.



Gambar 2.4 *Fixed Interval Methods* (Sumber: Sloto dan Crouse, 1996)

c. *Sliding Interval Method*

Menurut Sloto dan Crouse (1996) Pada metode *Sliding Interval Method* untuk menemukan aliran dasar dari hidrograf debit harian yaitu berdasarkan debit terendah pada periode tetap (sebelum dan sesudah) hari yang telah ditentukan. Metode ini menggunakan persamaan setengah interval dikurangi satu hari $[0,5 (2 N^*-1) \text{ hari}]$ sebelum dan sesudah hari yang sedang dipertimbangkan dan nilai debit terendah yang dihasilkan akan digunakan untuk hari itu.



Gambar 2.5 *Sliding Interval Methods* (Sumber: Sloto dan Crouse, 1996)

2.4.2 Metode *Recursive Digital Filter*

Menurut Chapman dan Maxwell (1996) Metode *Recursive Digital Filter* merupakan metode yang memanfaatkan konstanta resesi hidrograf yang digunakan untuk mendapatkan besarnya rasio aliran dasar dari debit kontinyu selama periode tidak ada limpasan. Metode *Recursive Digital Filter* yang digunakan pada penelitian ini, sebagai berikut.

a. *One parameter algorithm*

Persamaan 2.1 mengasumsikan bahwa nilai *baseflow* merupakan jumlah dari nilai debit pada hari ke- i dan nilai *baseflow* pada hari sebelumnya.

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

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).

b. *Boughton (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
- k : merupakan filter berdasarkan konstanta resesi
- C : merupakan parameter untuk pemisahan aliran dasar
- $q_{(i)}$: merupakan debit sungai hari ke- i
- $q_{b(i-1)}$: merupakan nilai *baseflow* hari ke- i (Boughton, 1993).

Boughton (1993) mengembangkan Persamaan 2.2 yang digunakan dalam pemodelan AWBM (*Australian Water Balance Model*) yaitu pemodelan neraca air hujan dan aliran. Parameter yang digunakan pada Persamaan 2.2 yakni menggunakan parameter C dan k . Parameter C diperoleh dari $(1-k)$, yang terdapat pada Persamaan 2.1 yang dikemukakan oleh Chapman dan Maxwell (1996).

c. *IHACRES (three-parameter algorithm)*

IHACRES (three-parameter algorithm) adalah pengembangan yang dilakukan oleh Jakeman dan Hornberger (1993) dari persamaan *Boughton (two-parameter algorithm)*. Persamaan ini menggunakan 3 parameter yaitu k , C , dan a . Parameter k dan C merupakan parameter yang berasal dari persamaan *Boughton (two-parameter algorithm)* dan parameter a adalah parameter tambahan hasil pengembangan yang dilakukan oleh Jakeman dan Hornberger (1993). Parameter ini akan menghasilkan grafik yang lebih bagus dibandingkan dengan menggunakan metode yang hanya menggunakan dua parameter. Hal ini dikarenakan semakin banyak parameter yang dipakai maka akan menghasilkan grafik yang lebih fleksibel.

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

Keterangan;

- $q_{b(i)}$: merupakan nilai *baseflow* pada hari ke- i
- C : merupakan parameter untuk pemisahan aliran dasar
- $q_{b(i-1)}$: merupakan nilai *baseflow* pada hari sebelumnya
- $q_{(i)}$: merupakan nilai debit pada hari ke- i
- k : merupakan filter berdasarkan konstanta resesi
- α_q : merupakan parameter filter (Jakeman and Hornberger, 1993).

Persamaan *IHACRES (three-parameter algorithm)* 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 ($q_{b(i-1)}$).

d. *BFLOW (Lynie & Holick algorithm)*

Metode *BFLOW (Lynie & Holick algorithm)* merupakan metode yang digunakan untuk pemisahan *baseflow* dengan perhitungan *quickflow*. Persamaan yang digunakan untuk mencari nilai *quickflow* adalah Persamaan 2.4a. Persamaan ini hanya menggunakan satu parameter filter yaitu a . Menurut Lyne dan Hollick (1979) bahwa nilai a yang dapat dianjurkan untuk debit yaitu sebesar 0,925. Persamaan 2.4a telah digunakan oleh banyak peneliti termasuk Nathan dan McMahon yang menyimpulkan bahwa nilai 0,925 tersebut telah diterapkan dan dinilai paling tepat untuk studi kasus dilokasi *South Australia* (Australia selatan).

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

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
- : parameter filter (Lyne dan Hollick, 1979).

Persamaan 2.4a digunakan untuk mencari nilai *quickflow* pada hari ke- i dari hasil penjumlahan antara variabel a dan variabel b. Variabel a merupakan nilai *quickflow* pada hari sebelumnya. Sementara variabel b merupakan nilai debit pada hari ke- i ($q_{(i)}$) dikurangi nilai debit pada hari sebelumnya ($q_{(i-1)}$). Untuk mendapatkan nilai *baseflow* (q_b) dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 2.4b.

$$q_b = q - q_f \dots\dots\dots (2.4b)$$

Keterangan;

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

e. *Chapman algorithm*

Pada metode *chapman algorithm* ini menggunakan nilai *quickflow* untuk melakukan mendapatkan dan memisahkan nilai *baseflow*. Metode ini menggunakan dua persamaan yaitu Persamaan 2.5a merupakan persamaan yang digunakan untuk mencari nilai *quickflow* dan Persamaan 2.5b merupakan persamaan yang digunakan untuk mengetahui nilai *baseflow*.

Nilai *quickflow* pada hari ke- i dapat diketahui dengan cara menjumlahkan dua variabel yaitu a dan b. Variabel a merupakan nilai *quickflow* pada hari sebelumnya ($q_{f(i-1)}$) yang dikalikan dengan $\frac{\alpha-1}{\alpha}$ dan variabel b adalah selisih antara nilai debit pada hari ke- i ($q_{(i)}$) dan nilai debit sebelum hari ke- i ($q_{(i-1)}$) dan kemudian dikalikan dengan $\frac{2}{\alpha}$.

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

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
- : parameter filter (Chapman, 1991).

Adapun cara untuk mengetahui nilai *baseflow* adalah dengan menggunakan Persamaan 2.5b Selisih antara nilai debit total (q) dengan nilai *quickflow* (q_f) adalah nilai *baseflow*.

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

Keterangan;

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

f. *EWMA filter*

Persamaan 2.6 mengasumsikan nilai *baseflow* pada hari ke- i ($q_{b(i)}$) diperoleh dari hasil penjumlahan dari nilai debit pada hari ke- i ($q_{(i)}$) dan nilai aliran dasar pada hari sebelumnya ($q_{b(i-1)}$) (Tularam dan Ilahee, 2008:22). Parameter yang digunakan pada Persamaan 2.6 adalah satu parameter filter yaitu parameter a . Menurut Shome *et al.*, (2012: 8) menerangkan bahwa nilai parameter a adalah $0 < a < 1$.

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

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 (Tularam dan Ilahee, 2008).

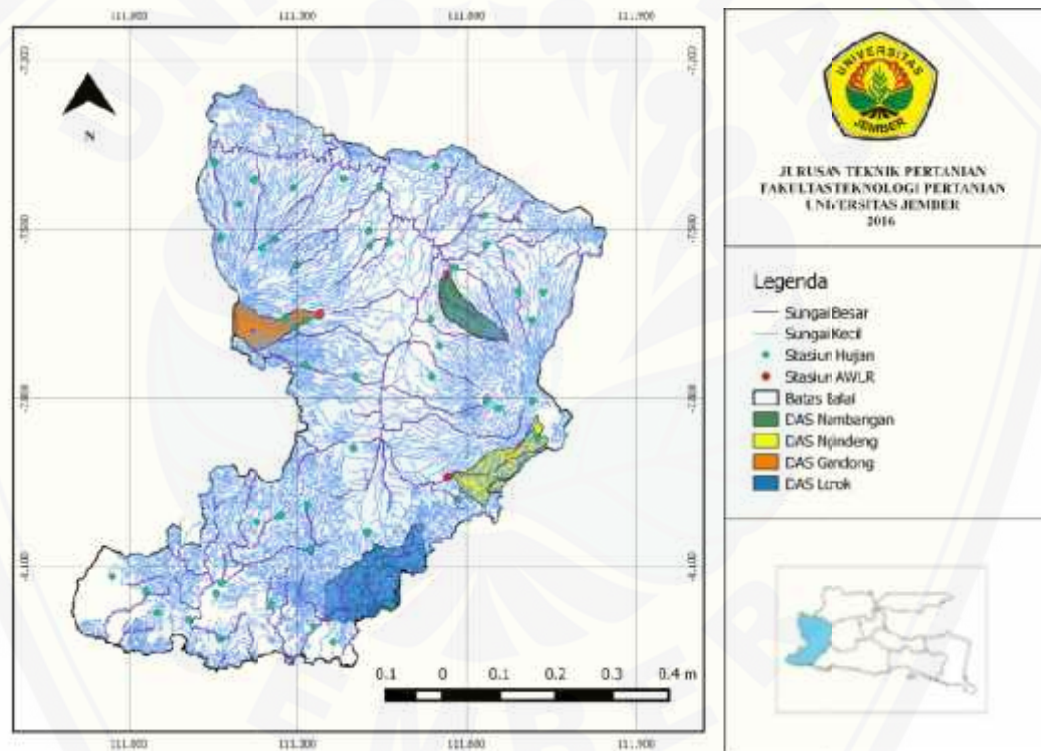
BAB 3. METODOLOGI

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

3.1.1 Tempat penelitian

a. Lokasi pengamatan

Lokasi pengamatan DAS pada penelitian ini dilakukan di empat DAS wilayah UPT PSDA Madiun. Empat DAS di wilayah UPT PSDA Madiun terdiri atas DAS Nambangan, DAS Gandong, DAS Lorok, dan DAS Keang- Ngindeng. Lokasi penelitian di DAS wilayah UPT PSDA Madiun disajikan seperti pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Peta lokasi penelitian di DAS wilayah UPT PSDA Madiun
(Sumber: Hasil pengolahan data, 2015)

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 sampai dengan bulan Mei 2016.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

3.2.1 Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Seperangkat PC (Komputer) digunakan untuk mengolah data.
- b. *Software Hydrooffice 2012* digunakan untuk mengolah data debit sehingga menghasilkan nilai *baseflow* dan *baseflow index* dengan menggunakan 3 metode grafik dan 6 metode *Recursive Digital Filter*.
- c. *Microsoft Excel 2003/2007* digunakan untuk mengolah data dan mengedit data *baseflow* serta menampilkannya secara grafik.
- d. *Software ArcGIS* digunakan untuk membuat peta pada lokasi DAS yang diamati.

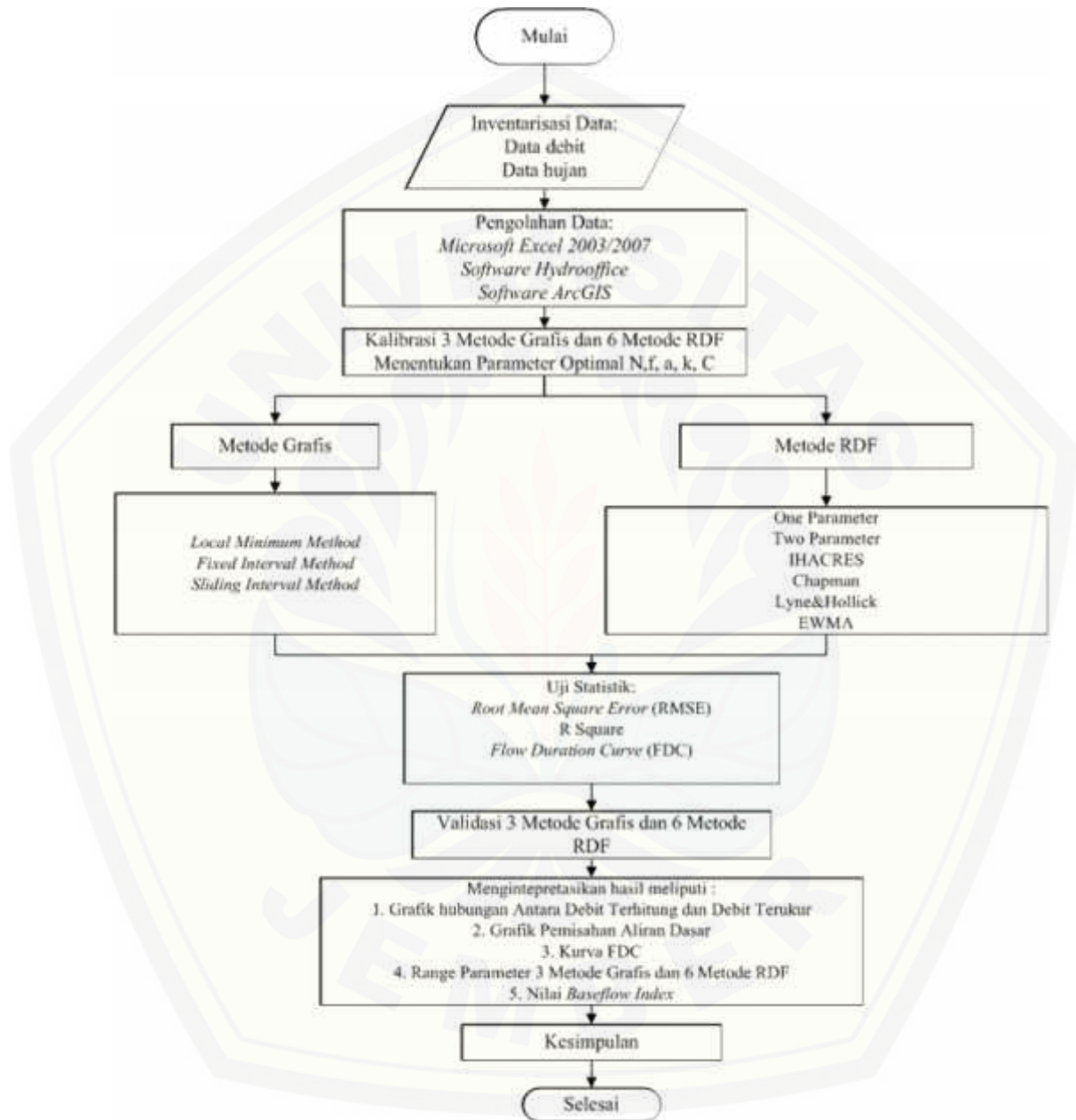
3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Data debit
Data yang digunakan adalah data debit harian di DAS wilayah UPT PSDA Madiun, yaitu: DAS Nambangan, DAS Gandong, DAS lorok, dan DAS Keang-Ngindeng periode 1 Januari 1996 sampai dengan 31 Desember 2015.
- b. Data hujan harian
Data yang digunakan adalah data hujan harian di DAS di wilayah UPTPSDA Madiun periode 1 Januari 1996 sampai dengan 31 Desember 2015.
- c. Data fisik DAS meliputi batas DAS, jaringan sungai, stasiun hujan dan stasiun AWLR pada empat DAS di wilayah UPT PSDA Madiun.

3.3 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian ini disajikan seperti pada Gambar 3.2 sebagai berikut.



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian

3.3.1 Inventarisasi data

Data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi data debit harian, dan data hujan harian periode 1996 sampai dengan 2015 yang terdapat di wilayah

UPT PSDA Madiun yaitu DAS Nambangan, DAS Gandong, DAS Lorok dan DAS Keang-Ngindeng. Data tersebut berupa file dalam format *.csv. Data dari file dalam format *.csv. dirubah menjadi format *.txt sehingga data dapat terbaca oleh *software hydrooffice 2012*.

3.3.2 Pengolahan Data

Data debit harian pada rentang waktu 1996 sampai dengan 2015 diolah dengan menggunakan *software hidrooffice 2012* dan *Microsoft Excel*. Kemudian diplotkan dalam bentuk grafik lalu diturunkan menjadi rentang waktu debit tahunan.

3.3.3 Analisis *Baseflow*

Metode yang digunakan dalam menganalisis *baseflow* menggunakan dua metode grafis, yaitu *Local Minimum Method*, *Fixed Interval Method* dan *Sliding Interval Method*, serta enam metode RDF yaitu *One parameter algorithm*, *Boughton (two-parameter algorithm)*, *IHACRES (three-parameter algorithm)*, *BFLOW (Lynie and Holick algorithm)*, *Chapman algorithm*, *EWMA filter*.

3.4 Analisis Uji Statistik Kinerja Model

Analisis Uji Kinerja yang digunakan untuk menilai keoptimalan dari tiga metode grafis dan enam metode RDF yaitu,

3.4.1 *Root Mean Square Error (RMSE)*

Root Mean Square Error (RMSE) merupakan metode untuk mengestimasi besarnya kesalahan pengukuran yaitu dengan menggunakan *root mean square error (RMSE)* yang dihasilkan masing-masing metode dalam proses kalibrasi dan validasi. Metode estimasi kesalahan pengukuran dikatakan akurat apabila diindikasikan dengan adanya RMSE yang kecil. Metode yang menghasilkan RMSE yang lebih kecil dikatakan lebih akurat dari pada metode estimasi yang menghasilkan nilai RMSE yang lebih besar. Begitu pula dalam menentukan suatu parameter, parameter yang baik dan layak untuk digunakan adalah parameter yang digunakan dalam proses kalibrasi menghasilkan nilai RMSE mendekati 0.

Menurut Mulla dan Addiscott (1999:30) RMSE dapat ditentukan dengan persamaan berikut.

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

Keterangan;

Q_M : debit terhitung

Q_U : debit terukur

n : jumlah sampel

3.4.2 R square (R^2)

Menurut Indarto (2010:169) R square digunakan untuk menunjukkan tingkat kesesuaian antara debit terukur dan terhitung. Apabila nilai R Squared (R^2) yang dihasilkan semakin tinggi atau mendekati 1, maka kedua data menunjukkan hubungan yang sesuai. Persamaan R squared adalah sebagai berikut.

$$R^2 = 1 - \frac{S_e}{S_t} = \frac{\sum(Q_t - \hat{Y}_t)^2}{\sum(Y_t - \bar{Y})^2} \dots\dots\dots (3.2)$$

Keterangan;

R^2 : tingkat kesesuaian debit terukur dan terhitung

Y_t : observasi respon ke-i

\bar{Y} : rata-rata

\hat{Y}_t : ramalan respon ke-i

3.4.3 Flow Duration Curve (FDC)

Menurut Indarto (2010) FDC (*Flow Duration Curve*) atau kurva durasi aliran (KDA) menunjukkan beberapa parameter dalam bentuk kurva hubungan antara debit sungai dan persentase waktu yang menunjukkan proporsi debit yang sama dengan atau lebih dari nilai tertentu. KDA dibuat dengan cara merangking semua data yang ada di dalam rentang waktu tersebut dan mem-plot dengan nilai persentase kemunculannya dari 0% sampai 100%. Analisis KDA digunakan untuk melihat metode mana yang menghasilkan proses pemisahan aliran dasar paling baik. Pada penelitian ini, curah hujan sangat minim atau bahkan hampir tidak ada hujan sama sekali pada bulan Juli sampai dengan September. Sehingga, diasumsikan bahwa bulan Juli sampai dengan September merupakan musim kemarau. Metode dengan kinerja paling baik akan menghitung aliran dasar pada

musim kemarau mendekati debit terukurnya (debit total disungai), sebaliknya pada musim penghujan metode tersebut dapat memisahkan komponen aliran dasar dari debit totalnya. Hal ini, dapat kita amati melalui bentuk kurva durasi aliran.

3.5 Kalibrasi dan Validasi

Menurut Bloschl and Grayson (2000) Kalibrasi merupakan proses pengoptimalan nilai parameter untuk meningkatkan keterkaitan atau koherensi antara respons hidrologi DAS yang teramati dan terstimulasi. Pengoptimalan nilai parameter (N , f , C , k , dan \dots) dilakukan dengan menggunakan metode *trial and error* (coba-coba). Berikut ini merupakan tahapan proses kalibrasi dengan menggunakan metode *trial and error*.

1. Merubah data ke dalam format .txt dan menampilkannya kedalam software *Hydrooffice*.
2. Penggunaan *tool parameter calibration* guna memulai proses pengkalibrasian,
3. Pemilihan tahun dan metode yang akan dilakukan proses *trial and error*,
4. Proses *trial and error* dilakukan untuk mendapatkan nilai parameter yang optimal pada setiap tahunnya,
5. Parameter yang optimal ditunjukkan oleh grafik yang debit terhitungnya mendekati debit terukur,
6. Kemudian, parameter yang didapatkan tersebut akan dirata-rata dan didapatkanlah nilai parameter optimal,
7. Nilai parameter optimal tersebut digunakan untuk pengambilan data *baseflow* dan *baseflow index*.

Menurut Indarto (2010:160) validasi merupakan proses evaluasi terhadap model untuk mendapatkan gambaran tentang tingkat ketidak pastian yang dimiliki oleh suatu model dalam memprediksi proses hidrologi. Pada umumnya, validasi dilakukan dengan menggunakan data diluar periode data yang digunakan untuk kalibrasi. Pada penelitian ini, proses validasi dilakukan dengan cara menguji apakah parameter yang dihasilkan pada proses kalibrasi dapat digunakan pada DAS lainnya.

BAB 4. KARAKTERISTIK FISIK DAN HIDROLOGI DAS

4.1 Luas Dan Bentuk DAS

Karakteristik fisik suatu DAS merupakan gambaran dari kenampakan yang terjadi dari suatu wilayah DAS. Analisa karakteristik suatu DAS digunakan untuk mengetahui ciri-ciri dari masing-masing DAS. Luas DAS dan bentuk DAS yang diamati pada masing-masing DAS di Wilayah UPT PSDA Madiun di sajikan pada tabel 4.1 sebagai berikut.

Tabel 4.1 Luas DAS dan Bentuk yang diamati

No.	Nama DAS	Luas DAS	Bentuk DAS
1.	Nambangan	66,603 km ²	memanjang
2.	Gandong	80,413 km ²	memanjang
3.	Keang-Ngindeng	109,848 km ²	memanjang
4.	Lorok	199,6 km ²	memanjang

(Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2016)

Tabel 4.1 menunjukkan luasan dan bentuk keempat DAS yang ada di UPT PSDA Madiun. Luas DAS menentukan besarnya area tangkapan hujan pada suatu Daerah Aliran Sungai (DAS). Semakin luas DAS maka akan semakin besar pula daya tampung air hujan yang jatuh di area DAS tersebut. Kemudian, bentuk DAS berpengaruh terhadap besarnya dan waktu terjadinya debit puncak pada outlet DAS. DAS dengan bentuk melebar akan menghasilkan debit puncak yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan DAS yang berbentuk memanjang. Hal ini dikarenakan titik-titik air dari berbagai lokasi di bagian hulu pada DAS yang berbentuk melebar akan sampai di outlet pada saat yang relatif cepat (Indarto,2016:88-89).

4.2 Karakteristik Debit

Data debit yang digunakan merupakan rekaman debit harian periode 1 Januari 1996 sampai dengan 31 Desember 2015. Nilai debit pada masing-masing DAS di wilayah UPT PSDA Madiun ditampilkan pada tabel 4.2 berikut ini.

Tabel 4.2 Karakteristik Debit

No	Daerah Aliran Sungai (DAS)	Debit dalam m ³ /detik		
		Min	Maks	Rerata
1	Nambangan	0,00	288	16,87
2	Gandong	0,01	<u>72,51</u>	<u>1,54</u>
3.	Keang-Ngindeng	0,00	407,12	8,23
4.	Lorok	0,00	325,31	5,91

Debit merupakan besarnya volume air yang mengalir dari suatu penampang per satuan waktu. Debit maksimum merupakan debit tertinggi yang diukur pada suatu daerah aliran sungai. Debit minimum merupakan debit terendah yang diukur pada suatu daerah aliran sungai. Nilai debit minimum ini mengindikasikan bahwa debit sungai yang ada pada saat periode kering berasal dari kontribusi aliran dasar. Kemudian debit rata-rata merupakan hasil penjumlahan seluruh nilai debit terukur kemudian dibagi dengan banyaknya jumlah pengukuran. Debit rata-rata ini digunakan untuk mengetahui perkiraan besarnya air yang tersedia dalam aliran sungai pada setiap harinya.

Berdasarkan Tabel 4.2 dapat dilihat DAS yang mempunyai nilai debit maksimum maupun debit minimum. DAS yang memiliki nilai debit yang paling tinggi adalah DAS Ngindeng sebesar 407,12 m³/detik. Hal ini dikarenakan, pada DAS tersebut mempunyai curah hujan yang besar seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.3. Semakin besar curah hujan yang terjadi maka semakin besar pula debit yang dihasilkan.

4.3 Karakteristik Hujan

Data curah hujan yang digunakan untuk menentukan karakteristik hujan pada keempat DAS. Data curah hujan yang digunakan merupakan rekaman periode 1 Januari 1996-31 Desember 2015. Tabel 4.3 menampilkan karakteristik hujan pada keempat DAS yang berada di wilayah UPT PSDA Madiun.

Tabel 4.3 Hujan Harian dalam mm/hari

No	Daerah Aliran Sungai (DAS)	Hujan Harian dalam mm/hari		
		min	Maks	Rerata
1	Nambangan	0,00	106,00	9,65
2	Gandong	0,00	87,00	6,00
3	Keang-Ngindeng	0,00	148,0	5,00
4	Lorok	0,00	141,0	6,00

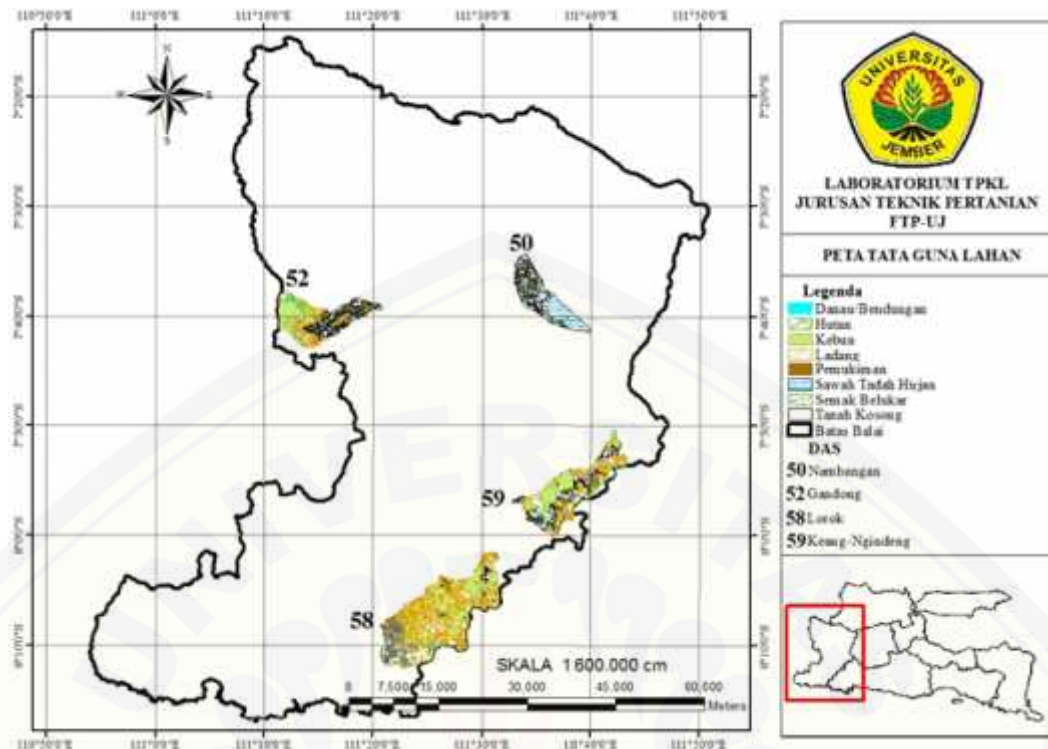
(Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2016)

Pada tabel 4.3 menunjukkan nilai hujan harian maksimum dan nilai hujan minimum. Nilai curah hujan maksimum dapat dilihat dengan angka yang dicetak tebal. Nilai curah hujan harian tertinggi terdapat pada DAS Keang-Ngindeng yaitu sebesar 148,0 mm/hari. Kemudian nilai minimum pada semua DAS adalah 0.

Besarnya curah hujan akan mempengaruhi besarnya debit pada suatu DAS. Semakin besar curah hujannya maka debit pada suatu DAS tersebut akan semakin besar. Begitu pula sebaliknya apabila curah hujan kecil maka debit pada DAS tersebut juga akan kecil bahkan adanya kemungkinan tidak terjadi aliran permukaan.

4.4 Peruntukan Lahan

Pada gambar 4.2 menjelaskan peruntukan lahan pada setiap DAS di wilayah UPT PSDA Madiun. Peruntukan lahan ada beberapa jenis yaitu danau, hutan, kebun, ladang, permukiman, sawah irigasi, sawah tadah hujan, semak belukar, sungai dan padang rumput.



Gambar 4.1Peta Peruntukan Lahan Pada Wilayah UPT PSDA Madiun (Sumber: Hasil Pengolahan,2016)

Tabel 4.4 menampilkan peruntukan lahan di wilayah UPT PSDA Madiun, sebagai berikut.

Tabel 4.4 Peruntukan Lahan 4 DAS di UPT PSDA Madiun

Jenis lahan	DAS							
	Nambangan		Gandong		Keang-Ngindeng		Lorok	
	km2	%	km2	%	km2	%	km2	%
Hutan	-	-	-	-	8,37	7,6	-	-
Kebun	0,12	0,18	31,32	38,94	25,4	23,12	85,96	43,06
Ladang	4	6	8,2	10,2	19,5	17,75	73,89	37,01
Pemukiman	8,24	12,37	10,85	13,49	16,61	15,12	15,51	7,77
Sawah Irigasi	30,42	45,67	1,04	1,29	3,67	3,34	0,12	0,1
Sawah Tadah Hujan	15	22,52	20	24,87	23,53	21,42	16,4	8,21
Semak Belukar	6,82	10,23	8	9,94	10	9,1	7,2	3,6
Tanah Kosong/Padang Rumput	2	3	1	1,24	2,76	2,51	0,12	0,06
Danau/Bendungan	-	-	-	-	-	-	0,4	0,2

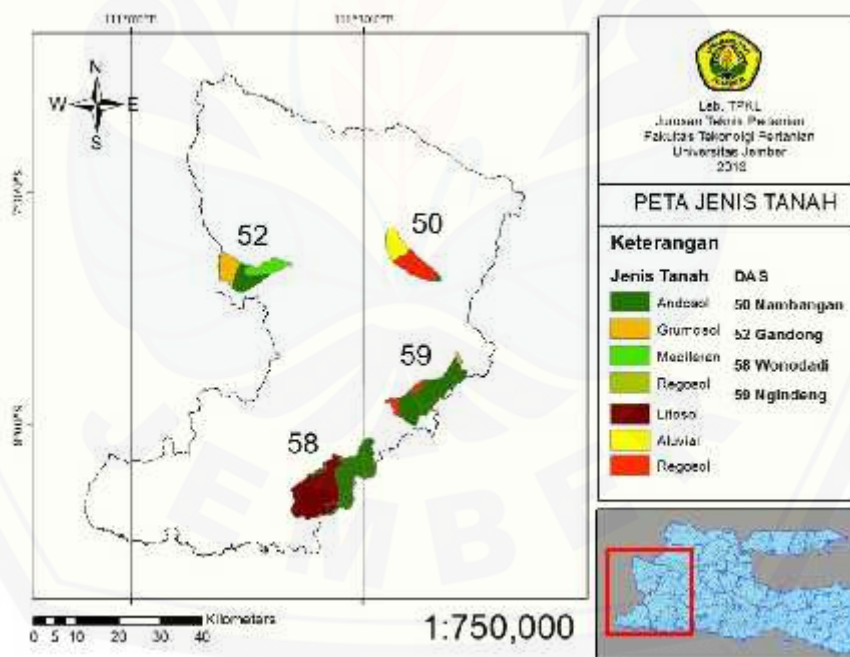
(Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2016)

Pada Tabel 4.4 menunjukkan bahwa persentase peruntukan lahan terbesar untuk kebun dan ladang terdapat pada DAS Lorok yaitu 43,06% dan 37,01%. Persentase terbesar untuk sawah irigasi, semak belukar dan tanah kosong/padang

rumpun terdapat pada DAS Nambangan yaitu secara berturut-turut 45,67%, 10,23% dan 3%. Persentase terbesar pada hutan dan pemukiman terdapat pada DAS Keang-Ngindeng yaitu 15,12% dan 7,6%. Sedangkan, persentase terbesar untuk sawah tadah hujan terdapat pada DAS Gandong yaitu 24,87%. Peruntukan lahan dapat menjadi salah satu faktor besarnya *quickflow*. Apabila suatu DAS didominasi oleh vegetasi yang bagus, maka pada musim penghujan air banyak yang terinfiltrasi dan volume air limpasan juga akan kecil.

4.5 Jenis Tanah

DAS UPT PSDA Madiun diklasifikasikan dalam tujuh jenis tanah. Dari ketujuh jenis tanah tersebut diantaranya yaitu, aluvial, andosol, grumosol, mediteran, regosol, NCB soil dan litosol. Penyebaran jenis tanah di wilayah UPT PSDA Madiun disajikan pada Gambar 4.5. Sedangkan, persentase jenis tanah untuk masing-masing DAS disajikan pada Tabel 4.5 berikut ini.



Gambar 4.5 Peta jenis tanah di wilayah UPT PSDA Madiun (Sumber: Data diolah, 2016)

Tabel 4.5 Jenis Tanah Empat DAS di Wilayah UPT PSDA Madiun

Jenis Tanah		DAS			
		Nambangan	Gandong	Keang-Ngindeng	Lorok
Aluvial	km ²	26,88	-	0,29	-
	%	40,4	-	0,3	-
Andosol	km ²	1,96	26,35	94	100
	%	2,9	32,76	85,57	50,10
Grumosol	km ²	-	29,6	2,64	-
	%	-	36,8	2,4	-
Mediteran	km ²	-	24,3	-	-
	%	-	30,21	-	-
Regosol	km ²	37,76	0,16	12,91	-
	%	56,69	0,19	11,75	-
Litosol	km ²	-	-	-	99,6
	%	-	-	-	49,90
NCB soil	km ²	-	-	-	-

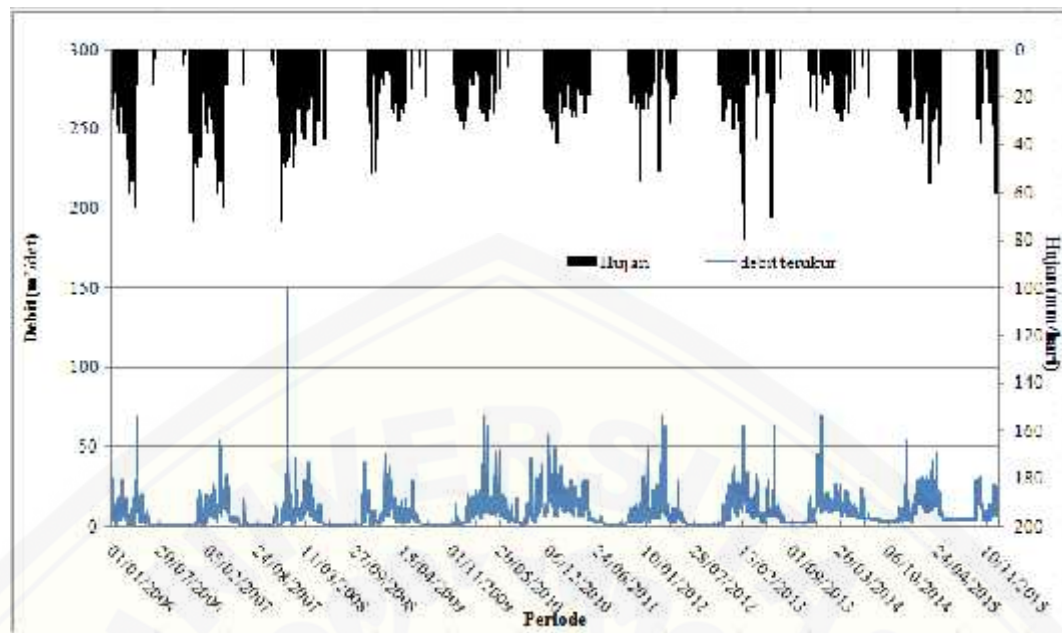
(Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2016)

Berdasarkan Tabel 4.5 tanah pada DAS Nambangan didominasi oleh tanah regosol yaitu sebesar 56,69%. Pada DAS Gandong didominasi oleh tanah grumosol yaitu sebesar 36,8%. Kemudian, pada DAS Keang-Ngindeng dan DAS Lorok didominasi oleh tanah Andosol yaitu secara berturut-turut 85,57% dan 50,10%.

Menurut Darmawijaya (1997) tanah aluvial merupakan tanah berbahan induk endapan liat liat dengan solum tanah cukup tebal dan bersifat subur. Kemudian, tanah mediteran terbentuk dari pelapukan kapur dan kemampuan menahan air sedang dan permeabilitas sedang. Tanah andosol umumnya berwarna coklat dengan kandungan hara sedang sampai tinggi. Tanah ini, mempunyai daya menahan air yang baik dan dapat menyerap air cukup banyak. Tanah grumosol mempunyai kadar liat yang kurang dari 30% dan berwarna gelap. Saat musim kering tanah akan retak dan saat basah akan lengket.

4.6 Plotting Data Hujan dan Debit

Data hujan pada penelitian ini digunakan untuk menampilkan hubungan antara fluktuasi debit dengan fluktuasi curah hujan. Grafik curah hujan dan debit ditampilkan pada gambar 4.1 sebagai berikut.



Gambar 4.6 Hubungan Data hujan dengan debit di DAS Nambangan Tahun 2006-2015 (Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2016)

Dari plot data tersebut menunjukkan bahwa pada setiap tahun curah hujan berfluktuasi. Nilai debit akan tinggi apabila nilai curah hujan juga tinggi dan nilai debit akan rendah apabila nilai curah hujan juga rendah. Nilai curah hujan yang fluktuatif ini akan mempengaruhi besar kecilnya aliran dasar. Hal ini dikarenakan apabila curah hujan rendah maka volume air yang masuk ke wadah air bawah tanah yang kemudian mengalir menjadi aliran dasar menuju ke sungai juga akan kecil. Kemudian, masih adanya debit yang mengalir di sungai pada saat curah hujan rendah bahkan hampir tidak ada hujan sama sekali, hal tersebut menunjukkan adanya kontribusi dari aliran dasar atau *baseflow*.

BAB 6. PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan pada penelitian tentang “Analisis Aliran Dasar menggunakan 3 metode grafis dan 6 metode RDF (*Recursive Digital Filter*) di DAS Wilayah UPT PSDA Madiun”, dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Berdasarkan kriteria pada RMSE, R Square, dan FDC, metode yang mempunyai kinerja yang baik dalam memisahkan aliran dasar pada 4 DAS di Wilayah UPT PSDA Madiun adalah EWMA dan Lyne & Hollick.
2. Lyne & Hollick dan EWMA merupakan metode yang menunjukkan nilai BFI yang tinggi pada setiap DAS. Nilai rata-rata BFI yang didapatkan berkisar antara 0,85 – 0,89.

6.2 Saran

Kelengkapan data perlu diperhatikan dalam mengolah menggunakan *software Hydrooffice*, karena dapat mempengaruhi hasil pengolahan. Grafik hasil pemisahan pada saat mencari nilai parameter N, f dan perlu diperhatikan guna meningkatkan keakuratan debit terhitung.

DAFTAR PUSTAKA

- Asdak C. 2001. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Bappenas. 2004. *Undang-undang Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 2004 Tentang SumberDaya Air*. <http://pkps.bappenas.go.id/dokumen/uu/u%20Sektor/Air%20Minum/29.%20UU%207%202004%20Sumber%20Daya%20Air.pdf> {1 mei 2015}
- Boughton, W.C.1993. *A Hydrograph-Based Model For Estimating The Water Yield Of Ungauged Catchments In Hydrol and Water Resour.* Institute Of EngineersAustraliaNewcastle NSW: Symp., pp. 3i7-324.
- Brodie, R., and Hostetler, S., 2007, *An overview of tools for assessing groundwater-surface water connectivity*. Bureau of Rural Sciences, Canberra. ross.s.brodie@brs.gov.au.
- Brodie dan Hostetler. 2010. *A Review Of Techniques For Analysing Baseflow From Stream Hydrographs*. Centre for Resource and Environmental Studies. Canberra: Australian National University.
- 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 EngineersAustralia. 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 EngineersAustralia.
- Chapman, T. 1999. *A Comparison Of Algorithms For Streamflow Recession And Baseflow Separation Hydrological Processes*. Australia: Institute of EngineersAustralia. Vol. 13: 57-63.
- Darmawijaya, L.M 1997. *Klasifikasi Tanah, Dasar Teori Bagi Peneliti Tanah dan Pertanian*. Cetakan ke tiga. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Eckhardt K. 2005, *How to construct recursive digital filters for baseflow separation*. *Hydrological Processes* 19, 507-515.
- Gonzales, A. L., Nonner, J., Heijkers, J., and Uhlenbrook, S., 2009, *Comparison of different base flowseparation methods in a lowland Catchment*. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 13, 2055–2068, 2009.www.hydrol-earth-yystsci.net/13/2055/2009/

- Gregor, M. 2010. *BFI+ 3.0 User's Manual*. Bratislava : Career Ladder Clearing House. <http://hydrooffice.org/Files/UM%20BFI.pdf> . [6 Desember 2016]
- Hall, F. R., 1968, *Baseflow recessions – a review*. Water Resources Research 4 (5), 973-983.
- Hall, A.J., 1971, *Baseflow recessions and the baseflow hydrograph separation problem*. Hydrology papers 1971, The Institution of Engineers, Australia, pp: 159 – 170.
- Indarto. 2010. *Hidrologi Dasar Teori dan Contoh Aplikasi Model Hidrologi*. Jakarta : PT. BumiAksara.
- Indarto. 2016. *Hidrologi: Metode Analisis dan Tool Untuk Interpretasi Hidrograf Aliran Sungai*. 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.
- Lyne,V. Dan Hollick, M. 1979 *Stochastic time – variable rainfall-runoff modelling*. Institute Engineers Australia National Conference. Publ. 79/10, 89-93.
- Mulla, D.,J, dan Addiscott, T.,M. 1999. *Validation Approaches for Field Basin And Regional Scale Water Quality*. Assessment of non point source pollution. Geophysical. Washington, DC. American Geophysical Union.
- Murphy,R., Graszkiwicz, Z., Hill, P., Neal, B., Nathan, R., Ladson. To., 2009, *Australian rainfall and runoff revision*. Project 7: baseflow for catchment simulation. Stage 1 report – volume 1 - selection of approach. AR&R Report Number, P7/S1/004, ISBN: 978-085825-9218, Engineers Australia, Engineering House 11, National Circuit, Barton ACT 2600.
- Nathan R.J. and McMahon T.A., 1990a, *Evaluation of automated techniques for baseflow and recession analysis*. Water Resources Publications : USA. 26 (7):1465-1473.
- Nathan R.J. and McMahon T.A., 1990b, *Estimating low flow characteristics in ungauged catchments*. *Water Res. Manage.* 6 85-100.
- Rudra, R. dan I. Ahmed. 2015. *Use of Baseflow Indices to Delineate Baseflow Dominated and Rapid Response Flow Dominated Watersheds*. Guelph: School of Engineering. University of Guelph. Vol. 57 :1.2-1.8

Soemarto. 1987. *Penetapan Model Erosi Tanah*. Bogor: Puslitbang Hutan dan Konservasi Alam.

Sloto, R.A., dan Crouse, M.Y.1996. Hysep:A Computer Program For Streamflow Hydrograph Separation And Analysis.*U.S. Geological Survey, Water Resources InvestigationsReport 96-4040*. Pennsylvania: U.S Departement Of The Interior Press. <https://water.usgs.gov/software/HYSEP/code/doc/Hysep.pdf>. [6 Desember 2016].

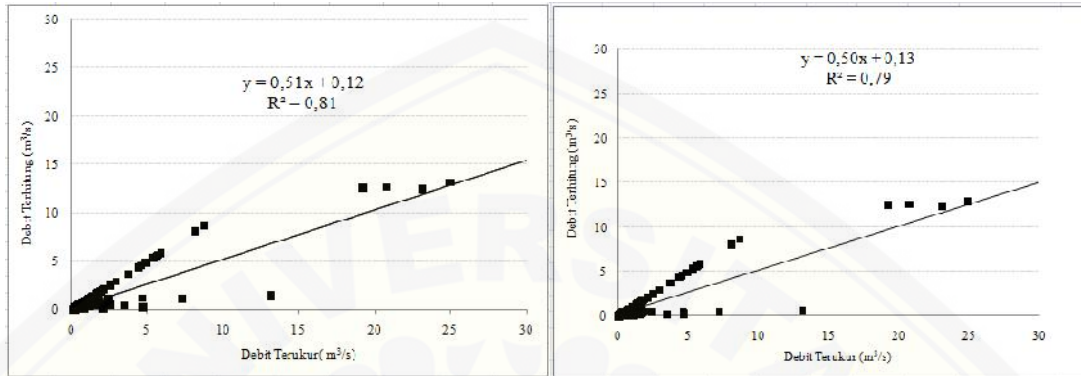
Ratnasari, D. 2015. *Study Baseflow Menggunakan Perbandingan6 Metode RDF (Recursive Digital Filter) Studi Kasus di DAS Wilayah UPT PSDA Bondowoso*. Tidak Diterbitkan. Skripsi. Jember: Universitas Jember.

Tallaksen, L., M., 1995, *A review of baseflow recession analysis*. Journal of Hydrology 165:349-370.

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 TechnologyGriffithUniversity (ENV). Vol. 4 (2): 136-138. [serial on line]. http://www98.griffith.edu.au/dspace/bitstream/handle/10072/23741/51310_1.pdf?sequence=1 [6 Desember 2016].

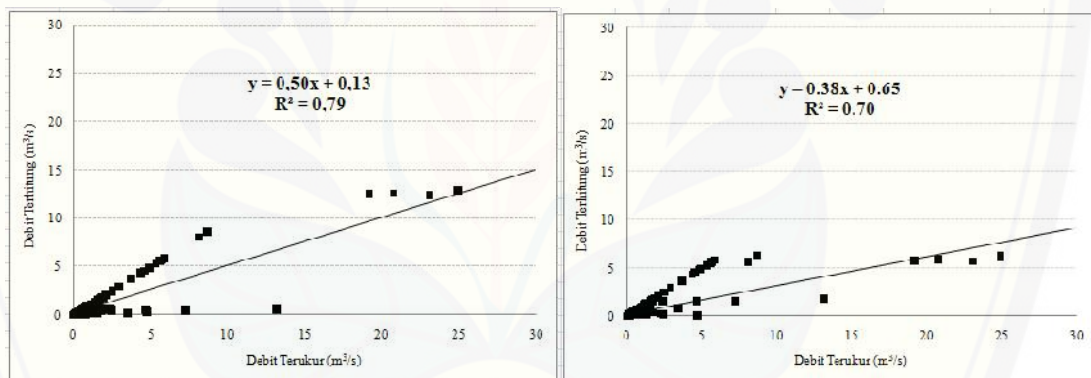
LAMPIRAN

A.1 Grafik Debit Terhitung dan Debit Terukur



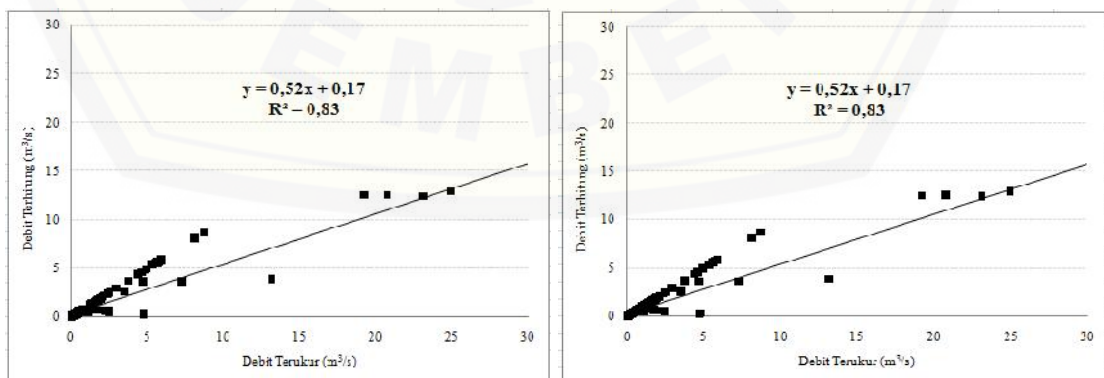
a. Metode *One Parameter*

b. Metode *Two Parameter*



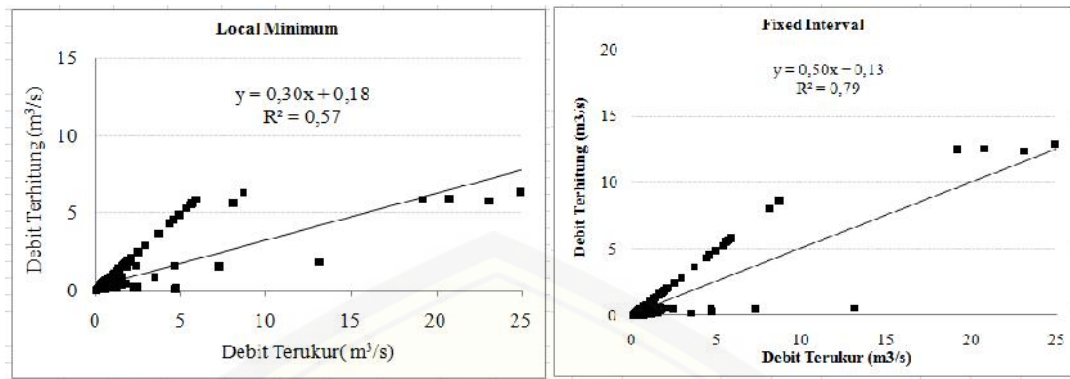
c. Metode *IHACRES*

d. Metode *Chapman*



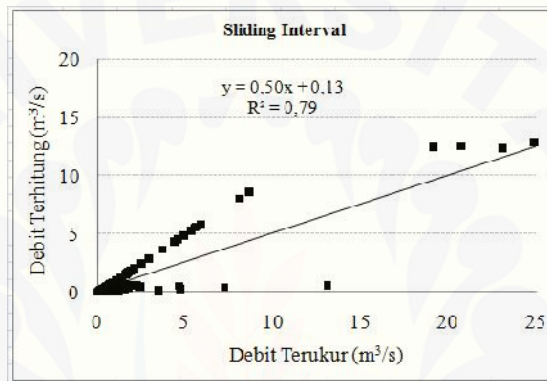
e. Metode *Lynie & Hollick*

f. Metode *EWMA*



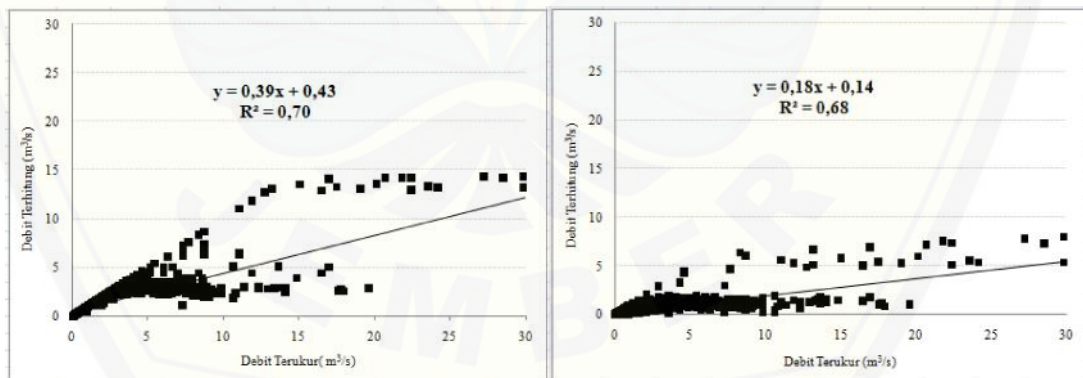
g. Metode *Local Minimum*.

Metode *Fixed Interval*



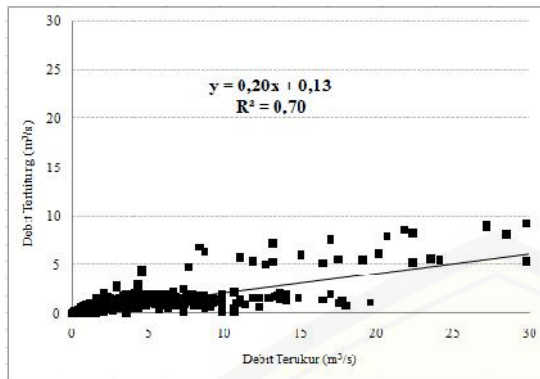
i. Metode *Sliding Interval*

Gambar A1.1 Grafik hubungan antara debit terukur dan debit terhitung pada DAS Gandong dari 3 metode grafis dan 6 metode RDF periode Juli-September tahun 1996-2015

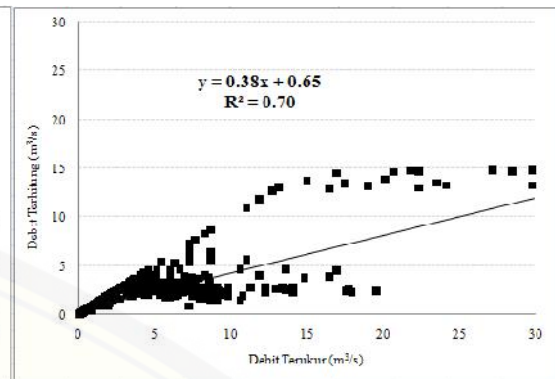


a. Metode *One Parameter*

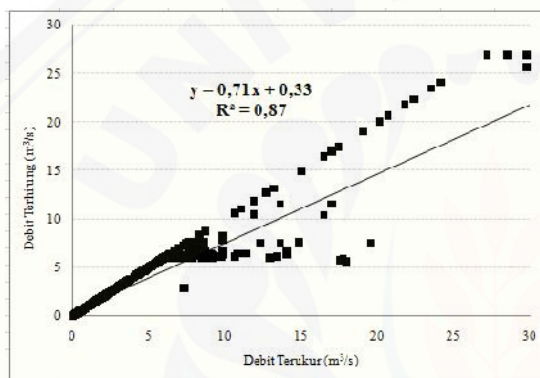
b. Metode *Two Parameter*



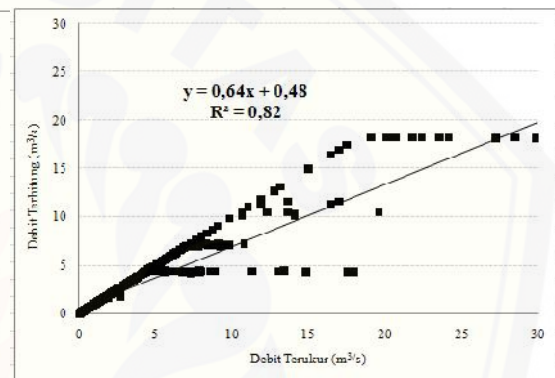
c. Metode IHACRES



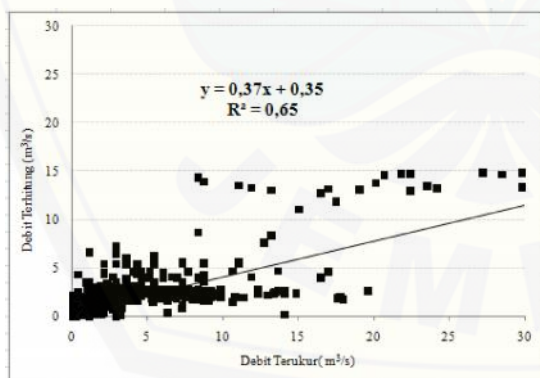
d. Metode Chapman



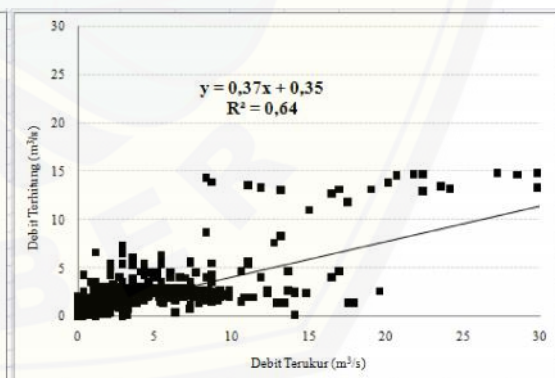
e. Metode Lynie & Hollick



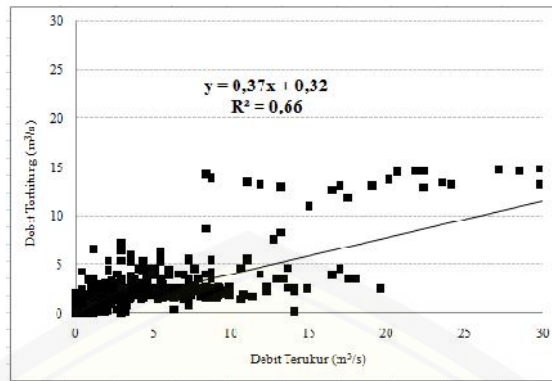
f. Metode EWMA



g. Metode Local Minimum

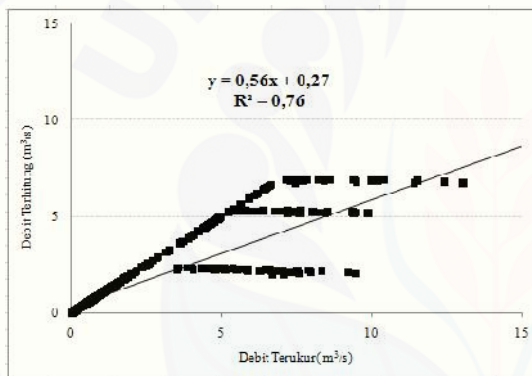


h. Metode Fixed Interval

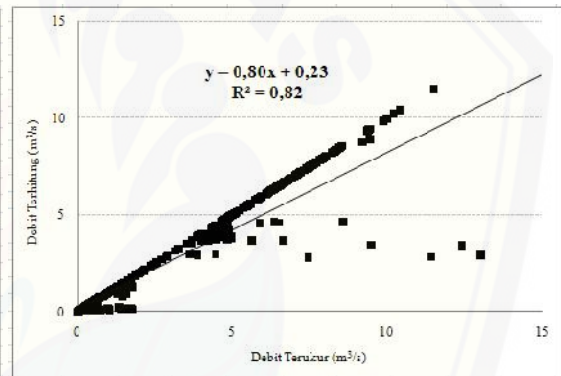


i. Metode *Sliding Interval*

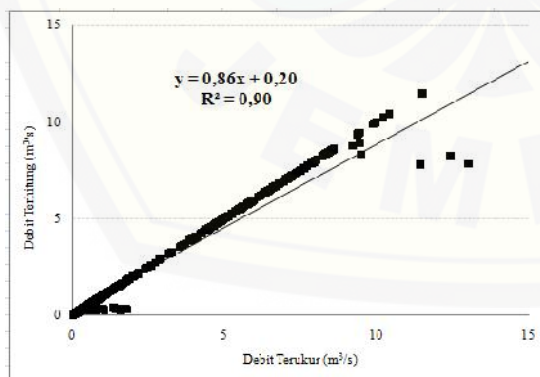
Gambar A1.1 Grafik hubungan antara debit terukur dan debit terhitung pada DAS Keang-Ngindeng dari 3 metode grafis dan 6 metode RDF periode Juli-September tahun 1996-2015



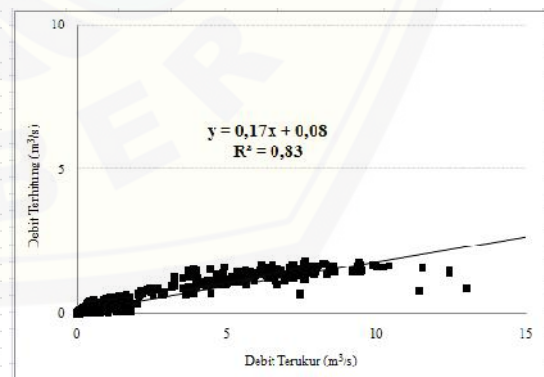
a. Metode *One Parameter*



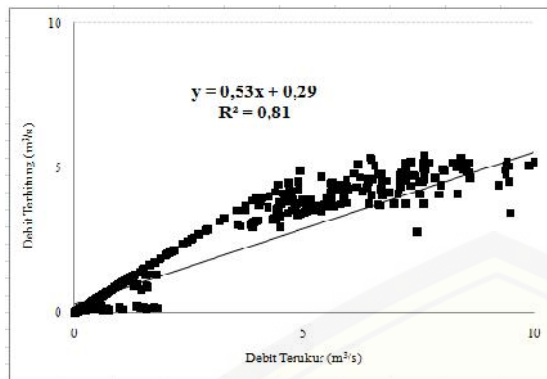
b. Metode *Two Parameter*



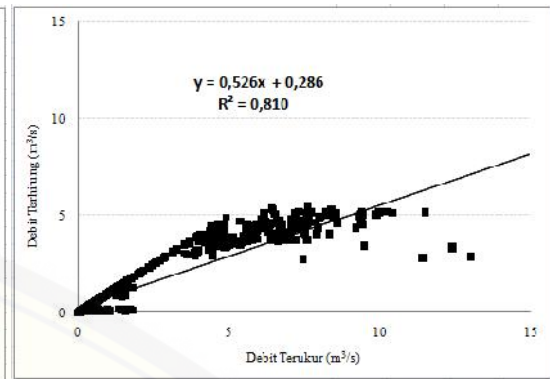
c. Metode *Lynie & Hollick*



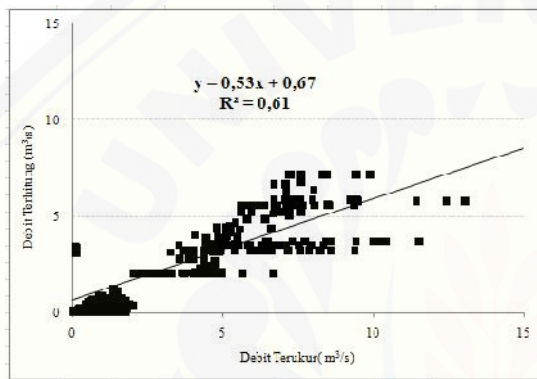
d. Metode *EWMA*



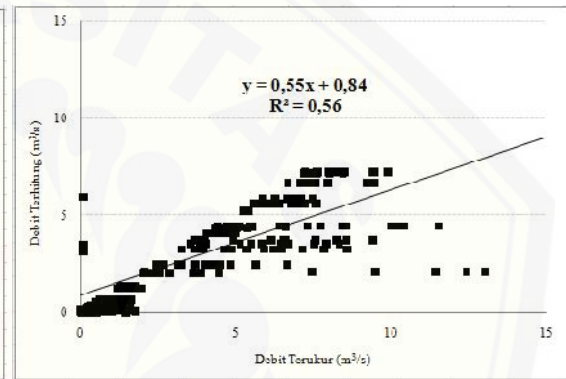
e. Metode IHACRES



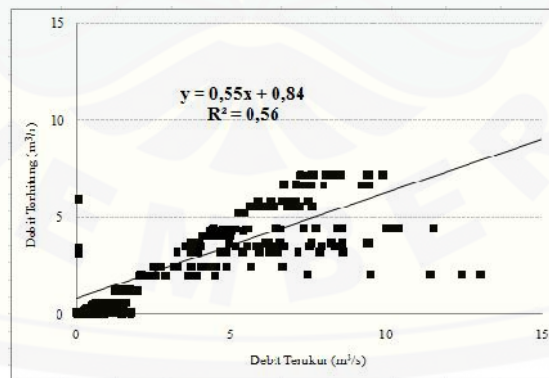
f. Metode Chapman



g. Metode Sliding Interval



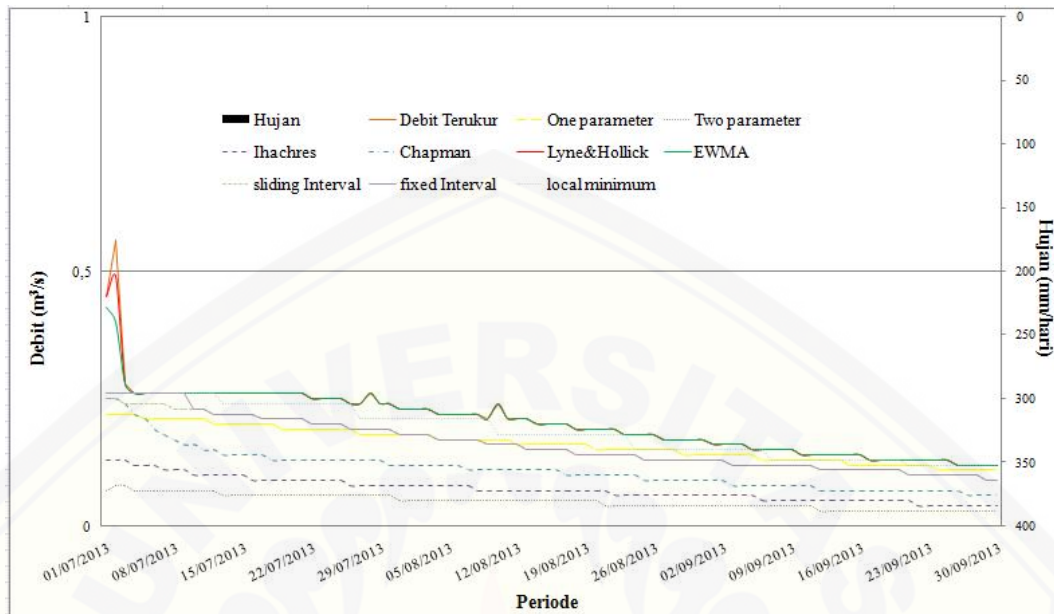
h. Metode Fixed Interval



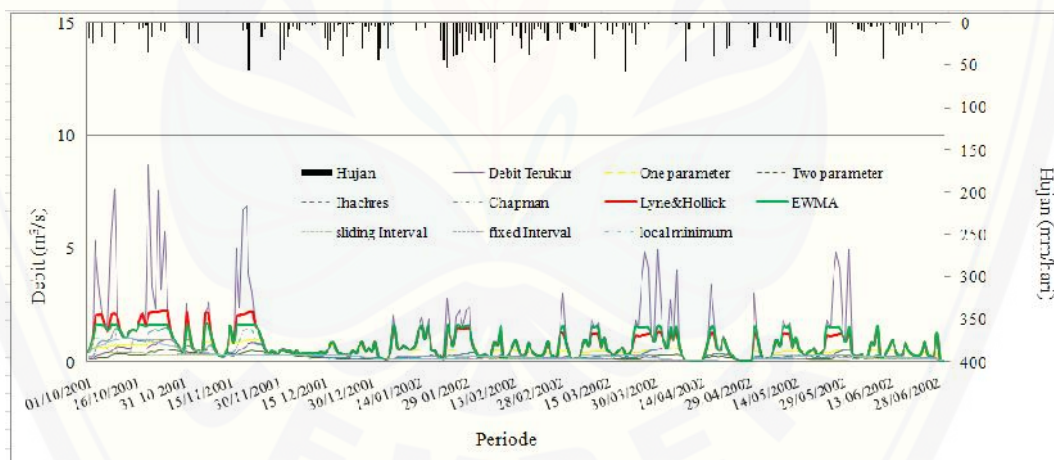
i. Metode Local Minimum

Gambar A1.1 Grafik hubungan antara debit terukur dan debit terhitung pada DAS Lorok dari 3 metode grafis dan 6 metode RDF periode Juli-September tahun 1996-2015

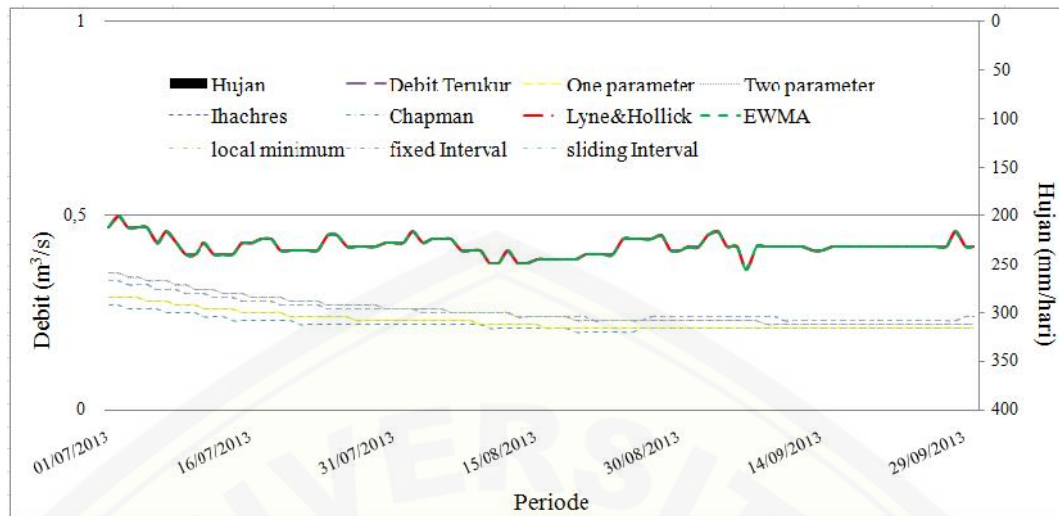
A2. Grafik Hasil Pemisahan Aliran Dasar



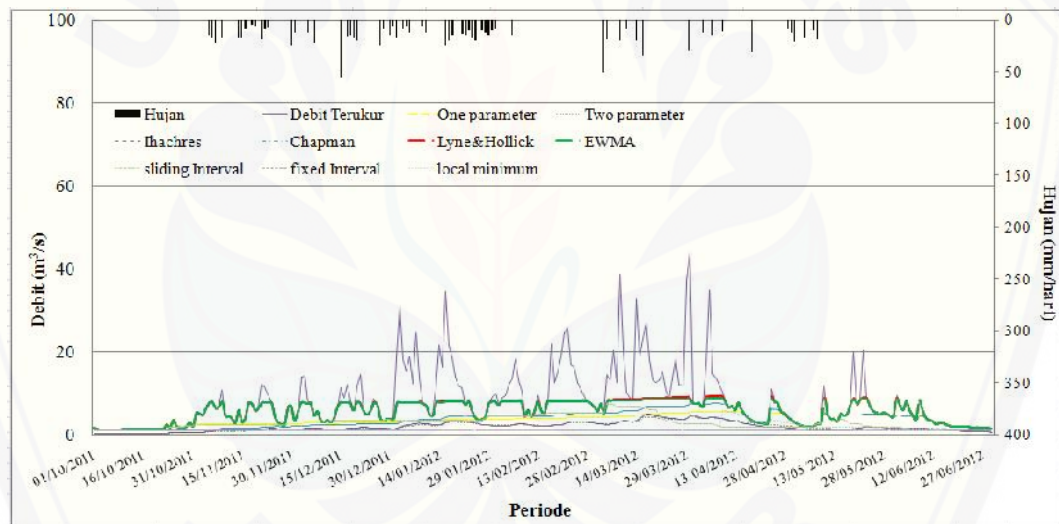
A2.1 Grafik hasil pemisahan aliran dasar pada DAS Gandong periode Juli-September tahun 2013



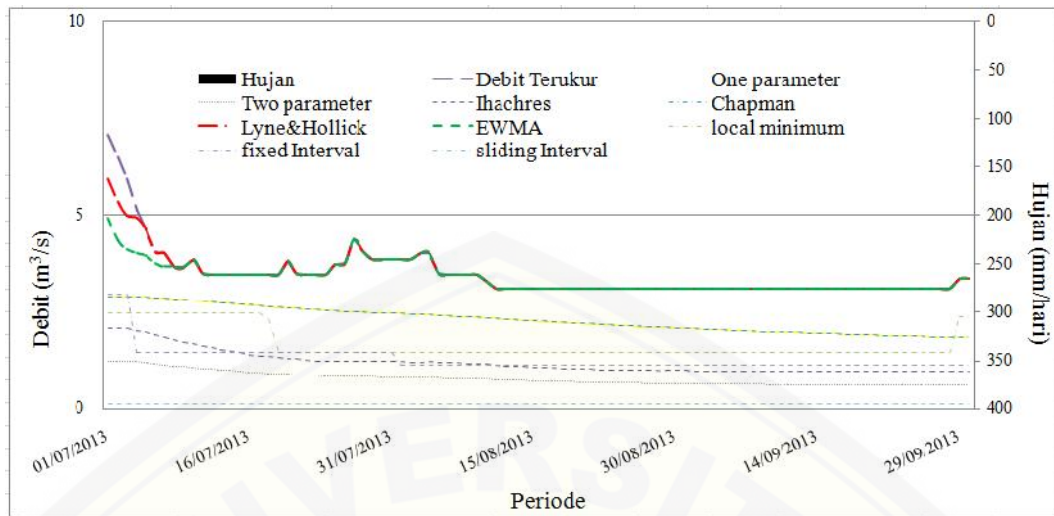
A2. 2 Grafik hasil pemisahan aliran dasar pada DAS Gandong periode Oktober-Juni tahun 2001-2002



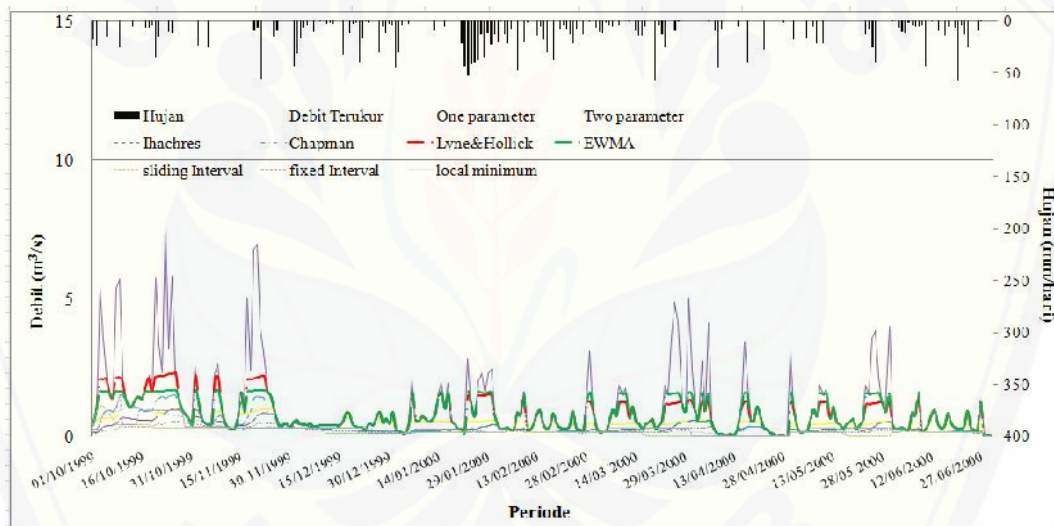
A2.3 Grafik hasil pemisahan aliran dasar pada DAS Keang-Ngindeng periode Juli-September tahun 2013



A2. 4 Grafik hasil pemisahan aliran dasar pada DAS Keang-Ngindeng periode Oktober-Juni tahun 2011-2012



A2.5 Grafik hasil pemisahan aliran dasar pada DAS Lorok periode Juli-September tahun 2013



A2. 6 Grafik hasil pemisahan aliran dasar pada DAS Lorok periode Oktober-Juni tahun 1999-2000