



**STUDI *BASEFLOW* MENGGUNAKAN PERBANDINGAN METODE  
GRAFIS DAN METODE RDF (*Recursive Digital Filter*)  
(STUDI KASUS DI WILAYAH UPT PSDA PASURUAN)**

**SKRIPSI**

**Oleh**

**Isnani Didi Priyanto  
NIM. 101710201003**

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

**2015**



**STUDI *BASEFLOW* MENGGUNAKAN PERBANDINGAN METODE  
GRAFIS DAN METODE RDF (*Recursive Digital Filter*)  
(STUDI KASUS DI WILAYAH UPT PSDA PASURUAN)**

**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**

**Isnani Didi Priyanto  
NIM. 101710201003**

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

**2015**

**PERSEMBAHAN**

Karya Tulis Ilmiah ini saya persembahkan untuk orangtuaku:

**Ayahanda Juwari dan Ibunda Misti Hanita**

Semoga beliau senantiasa diberi rahmat oleh Alloh S.W.T dan senantiasa mampu membimbing anak-anaknya



**MOTTO**

“Apabila kamu di waktu sore, jangan menunggu pagi, jika kamu di waktu pagi jangan menunggu sore, pergunakanlah kesehatanmu untuk persiapan sakitmu dan pergunakanlah hidupmu untuk persiapan matimu”

(H.R. Bukhari)

“Tidak ada baiknya kebaikan yang tidak terus, sedangkan keburukan yang tidak terus lebih baik dari pada kebaikan yang tidak terus”

(KH. Musthofa Bisri)

“Pepuntone nggoniro dumadi, ngugemana mring catur upaya, mrih tan bingung pangesthine, kang dhengin wekasingsun, anirua marang kang becik, kapindho anuruta mrin kang bener iku, katri nggugua kang nyata, kaping pate miliha ingkang pakolih, dadi kanthi ning ndonyo”

(Kanjeng Gusti Pangeran Adipati Arya Mangkunegara IV)

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Isnani Didi Priyanto

NIM : 101710201003

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul “**Studi Baseflow Menggunakan Perbandingan Metode Grafis dan Metode RDF (Recursive Digital Filter) (STUDI KASUS DI WILAYAH UPT PSDA Pasuruan)**” adalah benar-benar hasil karya sendiri, dan data yang saya olah inventaris dari hak publikasi Lab. Teknik Pengendalian dan Konservasi Lingkungan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember, 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.

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, 16 Maret 2015

Yang menyatakan,

Isnani Didi Priyanto  
NIM. 101710201003

**SKRIPSI**

**STUDI *BASEFLOW* MENGGUNAKAN PERBANDINGAN METODE  
GRAFIS DAN METODE RDF (*Recursive Digital Filter*)  
(STUDI KASUS DI WILAYAH UPT PSDA PASURUAN)**

Oleh

Isnani Didi Priyanto  
NIM. 101710201003

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 Metode Grafis dan Metode RDF (*Recursive Digital Filter*) (Studi Kasus Di Wilayah UPT PSDA Pasuruan)** telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember pada :

Hari : Senin  
Tanggal : 13 April 2015  
Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian

Tim Penguji

Ketua,

Anggota,

Ir. Hamid Ahmad  
NIP. 195502271984031002

Drs. Yagus Wijayanto, M.A., Phd  
NIP. 196606141992011001

Mengesahkan,  
Dekan.

Dr. Yuli Witono, STP., M.P  
NIP. 196912121998021001

## RINGKASAN

**Studi Analisis *Baseflow* Menggunakan Perbandingan Metode Grafis Dan Metode RDF (*Recursive Digital Filter*) (Studi Kasus di wilayah UPT PSDA Pasuruan);** Isnani Didi Priyanto, 101710201003; 2015; 60 halaman; Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Aliran dasar (*Baseflow*) merupakan salah satu komponen aliran di sungai yang teramati dalam jangka waktu yang lama dan sebagai debit di sungai pada saat musim kemarau. Pada saat musim kemarau *baseflow* mempunyai peran penting sebagai pasokan air baik di bidang pertanian, perkebunan, pariwisata, dan lain-lain. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperkirakan kontribusi aliran dasar di wilayah UPT PSDA Pasuruan.

Penelitian ini dilaksanakan pada Bulan Februari sampai dengan Desember 2014. Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data debit harian dan data hujan mulai dari tahun 1997-2005. Tahapan penelitian ini adalah (1) inventarisasi data debit dan data hujan, (2) pengolahan data, (3) kalibrasi dan validasi, dan (4) uji kinerja model. Metode yang digunakan dalam pengolahan data debit yaitu: dua metode grafis dan satu metode RDF. Proses kalibrasi dilakukan setiap tahun pada satu DAS dari tahun 1997-2005. Rata-rata parameter yang dihasilkan digunakan untuk memisahkan aliran dasar pada periode panjang. Selanjutnya, pada proses validasi dilakukan dengan menggunakan parameter yang ditemukan pada satu DAS ke DAS yang lainnya. Hasil pemisahan aliran dasar dari dua metode grafis dan satu metode RDF kemudian diuji menggunakan *R Squared* ( $R^2$ ) dan *Root Mean Square Error* (RMSE).

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan dapat diketahui bahwa metode yang optimal dalam memodelkan aliran dasar pada enam DAS di wilayah UPT PSDA Pasuruan adalah metode *Eckhardt Filter*. Penetapan ini berdasarkan uji kinerja model dengan menggunakan *R Squared* ( $R^2$ ) dan RMSE. Metode *Eckhardt Filter* diperoleh rerata nilai  $R^2 = 0.671$  dan  $RMSE = 0.033$ , *Local Minimum Metode* diperoleh nilai rereta  $R^2 = 0.447$  dan  $RMSE = 0.037$ , sedangkan *fixed*

*Interval Method* diperoleh rerata nilai  $R^2 = 0.422$  dan  $RMSE = 0.045$ , sehingga metode *Eckhardt Filter* memiliki kinerja yang lebih baik dari pada model yang lain dalam memodelkan aliran dasar.



## SUMMARY

**Study Of Baseflow Using Comparative Graphical and RDF (Recursive Digital Filters) Methods (Case Study At the Unit Of Water Resource Management At Pasuruan);** Isnani Didi Priyanto, 101710201003; 2015; 60 pages; Agricultural Engineering Department, Faculty of Agriculture Technology, The University of Jember.

*Baseflow is one component of the flows in the river observed in the long term and as a discharge in the river during the dry season. In the dry season baseflow has an important role as a good water supply in agriculture, plantations, tourism, and others. This study was conducted at UPT PSDA Pasuruan. This research deals with estimation of baseflow contribution at several watersheds in the area Of UPT PSDA Pasuruan.*

*This research was conducted in February to Desember 2014. The data used in this research is in the form of daily discharge and discharge rain from 1997 to 2005. Methodology consist of : data inventoring (2) data processing, (3) calibration and validation, and (4) evaluation of models performances. The methods used in discharge data processing namely: two graphical methods dan one RDF method. The calibration was carried out every year in the wathershed during the periode from 1997 to 2005. The mean values of parameters is generated, then used to separate baseflow in the long periode. Furthermore, the validation process is done by using the parameter values found in one watershed to another watersheds. The resulted values of the basic flow of two graphical methods and one RDF method were then using R Squared ( $R^2$ ) and Root Mean Square Error (RMSE).*

*Results of the analysis showed that the optimum methods for modeling the baseflow in 6 watersheds at UPT PSDA Pasuruan was eckhardt filter method, based on the calculation using R Squared ( $R^2$ ) and RMSE. In this case eckhardt filter method the resulted in the average value of  $R^2 = 0.671$  and  $RMSE = 0.033$ ,*

*local minimum method resulted in the average value of  $R^2 = 0.447$  and  $RMSE = 0.037$ , while fixed interval method resulted in the average value of  $R^2 = 0.422$  and  $RMSE = 0.045$ . The results showed that ekhardt filter 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 Metode Grafis dan Metode RDF (*Recursive Digital Filter*) (studi kasus di wilayah UPT PSDA Pasuruan)”. 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., DEA selaku Dosen Pembimbing Utama dan Dr. Sri Wahyuningsih, SP., MT selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan tenaga, waktu, pikiran, dan perhatian dalam membimbing penulisan skripsi ini;
2. Ir. Hamid ahmad selaku ketua tim penguji dan Drs. Yagus Wijayanto, MA., Ph.D. selaku 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. Ir. Tasliman, M. Eng 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 Pertanian Universitas Jember;
7. Seluruh staf dan karyawan di lingkungan Fakultas Teknologi Pertanian, terima kasih atas bantuan dalam mengurus administrasi dan yang lainnya;

8. Orang tua, ibunda Misti Hanita, Ayahanda Juwari, dan kakak saya Mas Eko, dan Mbak Wiji Lestari yang telah membesarkan, mendidik, memberikan motivasi dan yang selalu mendoakan setiap saat;
9. Guru Spiritualku, Gus Mus Rembang, Gus Ali, dan Gus Kamal yang telah membimbing spiritualitas selama ini;
10. Keluarga PSRM “ Sardulo Anorogo” Universitas Jember, Keluarga Pelajar Mahasiswa Ponorogo-Bathoro Katong (KPMP-BK) di Jember sebagai rumah sekaligus keluarga ke-dua yang telah memberikan inspirasi, semangat, dan pengalaman yang tidak ada di bangku kuliah serta pribadi yang tangguh;
11. Saudaraku sekaligus teman seperjuangan '10 Manis, Okik, Cyten, Jombret, Eva, Eka, dan Vera yang selalu memotivasi dan mendoakan setiap saat;
12. Saudara-saudaraku Mafia Sholawat Ifan, Dimas, Danang, Ari, Giyan, Amir, Yongki, Dofar, Abel, Anang, Suryo, Agam, luki, nandek, Mbah Firman, dan Tara (komandan) terima kasih do'a dan dukungannya;
13. Temen-temen Villa Barokah Jl. Jawa 2 No. 30 (bang Joe, Aan, Daus, Faris, Kamal, Ali, Azmi, Tomi, Hendra, Chandra, Sandi, Jihad, dan Bang Almir, serta bapak kos Prof. Ir. Susujahadi, M.S yang selalu memberikan motivasi dan Do'a.
14. Sahabat-sahabatku Manusia PETA 2010 (Gus Holid, Jeck (Andry), Pakar (Afif), Burkong (Pras), Raup (Farug), Ep Nol (Faizol), Ari, Disty, Sintia, Wulan, Desi, dan Natalia); yang selalu membantu dalam penulisan skripsi ini.
15. Teman-temanku Teknik Pertanian seangkatan 2010 yang penuh dengan semangat dan kasih sayang terima kasih atas nasehat serta motivasinya;
16. 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.

DAFTAR ISI

|  | Halaman   |
|--|-----------|
| HALAMAN JUDUL .....  | i         |
| HALAMAN PERSEMBAHAN .....                                  | ii        |
| HALAMAN MOTTO .....  | iii       |
| HALAMAN PERNYATAAN .....                                   | iv        |
| HALAMAN PEMBIMBINGAN .....                                 | v         |
| HALAMAN PENGESAHAN .....                                   | vi        |
| RINGKASAN .....  | vii       |
| SUMMARY .....  | xiii      |
| PRAKATA .....  | xi        |
| DAFTAR ISI .....   | xiii      |
| DAFTAR TABEL .....   | xvii      |
| DAFTAR GAMBAR .....  | xii       |
| DAFTAR LAMPIRAN .....                                      | xx        |
| <b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....                            | <b>1</b>  |
| <b>1.1 Latar Belakang</b> .....                            | <b>1</b>  |
| <b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....                           | <b>2</b>  |
| <b>1.3 Batasan Masalah</b> .....                           | <b>2</b>  |
| <b>1.4 Tujuan Penelitian</b> .....                         | <b>2</b>  |
| <b>1.5 Manfaat Penelitian</b> .....                        | <b>3</b>  |
| <b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....                       | <b>4</b>  |
| <b>2.1 Siklus Hidrologi</b> .....                          | <b>4</b>  |
| <b>2.2 Daerah Aliran Sungai</b> .....                      | <b>5</b>  |
| <b>2.3 Hidrograf</b> .....                                 | <b>5</b>  |
| <b>2.4 Aliran Dasar (<i>Baseflow</i>)</b> .....            | <b>7</b>  |
| <b>2.5 Pemisan Aliran Dasar</b> .....                      | <b>7</b>  |
| 2.5.1 Metode Grafis .....                                  | 7         |
| 2.5.2 Metode RDF ( <i>Recursive Digital Filter</i> ) ..... | 10        |
| <b>2.6 <i>Baseflow Index</i> (BFI)</b> .....               | <b>12</b> |

|  |    |
|--|----|
| <b>BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN</b> .....                    | 13 |
| <b>3.1 Tempat dan Waktu Penelitian</b> .....                 | 13 |
| 3.1.1 Tempat Penelitian .....                                | 13 |
| 3.1.2 Waktu Penelitian .....                                 | 14 |
| <b>3.2 Alat dan Bahan Penelitian</b> .....                   | 14 |
| 3.2.1 Alat .....   | 14 |
| 3.2.2 Bahan .....  | 14 |
| <b>3.3 Tahap Penelitian</b> .....                            | 16 |
| 3.3.1 Inventarisasi Data .....                               | 17 |
| 3.3.2 Identifikasi dan Karakterisasi DAS .....               | 17 |
| 3.3.3 Pengolahan Data .....                                  | 17 |
| 3.3.4 Analisis <i>Baseflow</i> .....                         | 17 |
| 3.3.4.1. Metode Grafis .....                                 | 17 |
| 3.3.4.2 Metode RDF ( <i>Recursive Digital Filter</i> ) ..... | 18 |
| <b>3.4 Kalibrasi dan Validasi</b> .....                      | 19 |
| <b>3.5 Analisis Uji Statistik Kinerja Model</b> .....        | 20 |
| 3.5.1 <i>Root Mean Squared Error</i> (RMSE) .....            | 20 |
| 3.5.2 <i>R Squared</i> ( $R^2$ ) .....                       | 20 |
| 3.5.3 <i>Flow Duration Curve</i> (FDC) .....                 | 21 |
| <b>BAB 4. KARAKTERISTIK FISIK DAN HIDROLOGI DAS</b> .....    | 23 |
| <b>4.1 Karakteristik DAS</b> .....                           | 23 |
| 4.2.1 Karakteristik DAS .....                                | 23 |
| a. Karakteristik Bentuk dan Luas DAS .....                   | 23 |
| b. Jenis Tanah .....   | 24 |
| c. Peruntukan Lahan .....                                    | 28 |
| d. Hidrogeologi .....  | 30 |
| 4.2.2 Karakteristik Hidrologi .....                          | 31 |
| a. Karakteristik Curah Hujan .....                           | 31 |
| b. Karakteristik Debit .....                                 | 32 |
| <b>BAB 5. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....                     | 34 |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>5.1 Analisis Aliran Dasar (<i>Baseflow</i>) Periode kalibrasi.....</b> | <b>34</b> |
| 5.1.1 Nilai parameter yang diuji .....                                    | 34        |
| 5.1.2 Nilai parameter optimal pada setiap DAS .....                       | 36        |
| 5.1.3 Perbandingan nilai RMSE ( <i>Root Mean Square Error</i> ) .....     | 37        |
| 5.1.4 Perbandingan nilai R Squared ( $R^2$ ) .....                        | 37        |
| <b>5.1 Analisis Aliran Dasar (<i>Baseflow</i>) Periode Validasi.....</b>  | <b>34</b> |
| 5.2.1 Perbandingan RMSE ( <i>Root Mean Square Error</i> ).....            | 40        |
| 5.2.2 Perbandingan R Squared ( $R^2$ ) .....                              | 41        |
| 5.2.3 Analisis Kurva Durasi aliran (FDC) .....                            | 42        |
| <b>BAB 6. PENUTUP .....</b>   | <b>52</b> |
| <b>6.1 Kesimpulan .....</b>   | <b>52</b> |
| <b>6.2 Saran .....</b>  | <b>52</b> |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>   | <b>53</b> |
| <b>LAMPIRAN .....</b>   | <b>54</b> |

**DAFTAR TABEL**

|  | Halaman |
|--|---------|
| 4.1 Karakteristik bentuk dan luas DAS.....   | 23      |
| 4.2 Jenis tanah enam DAS di wilayah UPT PSDA Pasuruan .....  | 25      |
| 4.3 Jenis tata guna lahan.....   | 29      |
| 4.4 Tipe akuifer di tiap DAS .....   | 31      |
| 4.5 Karakteristik curah hujan .....  | 32      |
| 4.6 Karakteristik debit.....   | 32      |
| 5.1 Rentang nilai koefisien parameter yang diuji tiap tahunnya pada semua<br>DAS.....                    | 35      |
| 5.2 Nilai koefisien parameter optimal dari ketiga metode pemisahan<br>aliran dasar tahun 1997-2005 ..... | 36      |
| 5.3 Nilai RMSE pada DAS Kadalpang Bangil .....   | 37      |
| 5.4 Nilai RMSE pada enam DAS di wilayah UPT Psda Pasurauan .....   | 40      |
| 5.5 Perbandingan nilai R Squared ketiga metode pada proses validasi<br>tahun 1997-2005 .....             | 41      |
| 5.7 Nilai <i>baseflow index</i> (BFI) ketiga metode pada tahun 1997-2005.....                            | 50      |

## DAFTAR GAMBAR

|   | Halaman |
|---|---------|
| 2.1 Siklus hidrologi .....  | 4       |
| 2.2 Bentuk hidrograf .....  | 6       |
| 2.3 <i>Local minimum method</i> .....   | 9       |
| 2.4 <i>Fixed internal method</i> .....  | 10      |
| 3.1 Lokasi PSDA Pasuruan .....  | 13      |
| 3.2 Diagram alir penelitian.....  | 16      |
| 3.3 Contoh grafik FDC dari ketiga metode .....  | 22      |
| 4.1 Peta jenis tanah di wilayah UPT PSDA Pasuruan .....   | 25      |
| 4.2 Peta peruntukan lahan di wilayah UPT PSDA Pasuruan .....  | 28      |
| 4.3 Peta hidrogeologi di wilayah UPT PSDA Pasuruan .....  | 30      |
| 5.1 Contoh garis kesesuaian antara debit terukur dan debit terhitung .....  | 35      |
| 5.2 Grafik hubungan antara debit terukur dan debit terhitung<br>di DAS Kadalpang Bangil.....                            | 39      |
| 5.3 Grafik <i>flow duration curve</i> pada DAS Kadalpang Bangil<br>periode tahun 1997-2005.....                         | 42      |
| 5.4 Grafik <i>flow duration curve</i> pada DAS Kramat periode tahun 1997-2005 ....                                      | 43      |
| 5.5 Grafik <i>flow duration curve</i> pada DAS Pekalen periode tahun 1997-2005 ...                                      | 43      |
| 5.6 Grafik <i>flow duration curve</i> pada DAS Rejoso periode tahun 1997-2005 .....                                     | 44      |
| 5.7 Grafik <i>flow duration curve</i> pada DAS Rondodingo<br>periode tahun 1997-2005.....                               | 44      |
| 5.8 Grafik <i>flow duration curve</i> pada DAS Welang periode tahun 1997-2005....                                       | 45      |
| 5.9 Grafik hasil pemisahan aliran dasar pada tahun 1997-2005<br>di DAS Kadalpang Bangil .....                           | 46      |
| 5.10 Grafik hasil pemisahan aliran dasar pada tahun 1997<br>di DAS Kadalpang Bangil .....                               | 47      |
| 5.11 Grafik hasil pemisahan aliran dasar pada periode penghujan<br>(Oktober 1997-Juni 1998)di DAS Kadalpang Bangil..... | 48      |

5.12 Grafik hasil pemisahan aliran dasar pada periode kering  
(Juli-September) di DAS Rondodingo ..... 49



**DAFTAR LAMPIRAN**

Halaman

**A. Grafik Hubungan Antara Debit Terukur dan Debit Terhitung..... 54**



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomer 7 Tahun 2004 Tentang Sumber Daya Air, Daerah Aliran Sungai (DAS) 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.

Aliran sungai dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan di berbagai bidang diantaranya: pertanian, perkebunan, perikanan, dan pembangunan PLTA. Salah satu upaya untuk menjaga ketersediaan aliran sungai supaya tidak terjadi kekeringan dan dapat merata sepanjang tahun, maka diperlukan pengelolaan sumberdaya air yang benar di sebuah DAS. Salah satu komponen aliran sungai yang penting digunakan dalam pengelolaan DAS adalah aliran dasar atau *baseflow* (Bruskova, 2008).

Aliran dasar (*baseflow*) merupakan komponen aliran dalam jangka waktu yang panjang. Aliran dasar dapat diamati sebagai debit, komponen utama dan penyumbang terbesar aliran di sungai pada saat musim kemarau (Indarto, 2010). Pemahaman tentang ketersediaan *baseflow*, diperlukan untuk meminimalisir kesalahan dalam pendistribusian air antara kebutuhan dan pasokan air. Selain itu digunakan untuk mempermudah di dalam pengelolaan sumberdaya air terutama pada saat musim kemarau.

Salah satu metode yang menunjang analisis *baseflow* yaitu: metode grafis dan metode RDF (*Recursive Digital Filter*). Kedua metode ini digunakan untuk menganalisis pemisahan aliran dasar (*baseflow*) dari aliran total (*stream flow*) menggunakan data debit. Metode tersebut sudah diaplikasikan di *Software Hydrooffice* sehingga pemisahan aliran dasar dapat dilakukan dengan cepat dan mempermudah dalam pengelolaan sumberdaya air.

Penelitian ini difokuskan dan dilakukan secara sengaja (*purposive methode*) di wilayah Unit Pelaksana Teknis Pengelolaan Sumber Daya Air (UPT

PSDA) Pasuruan yang memiliki wilayah kerja meliputi kabupaten Probolinggo dan Pasuruan.

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis ketersediaan *baseflow* menggunakan dua metode grafis yaitu: (1) *Local Minimum Method*; (2) *Fixed Interval Method*; dan satu metode RDF yaitu: (1) *Eckhardt Filter*.

## 1.2 Rumusan Masalah

Wilayah UPT PSDA Pasuruan merupakan daerah pertanian dan perkebunan yang selalu membutuhkan pasokan air. Pada saat musim kemarau intensitas hujan menurun yang mengakibatkan ketersediaan air di sungai berkurang. Sementara itu, kegiatan pertanian dan perkebunan tergantung pada aliran sungai. Ketersediaan aliran air di sungai pada saat musim kemarau merupakan kontribusi dari aliran dasar (*baseflow*). Oleh karena itu, perlu diketahui besarnya aliran dasar untuk memperkirakan cukup atau tidak aliran dasar dalam memenuhi kebutuhan air selama musim kemarau.

## 1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi dengan membandingkan hasil pemisahan *baseflow* dari dua metode grafis yaitu: *Local Minimum Method*, *Fixed Interval Method*, dan satu metode RDF yaitu: *Eckhardt Filter*.

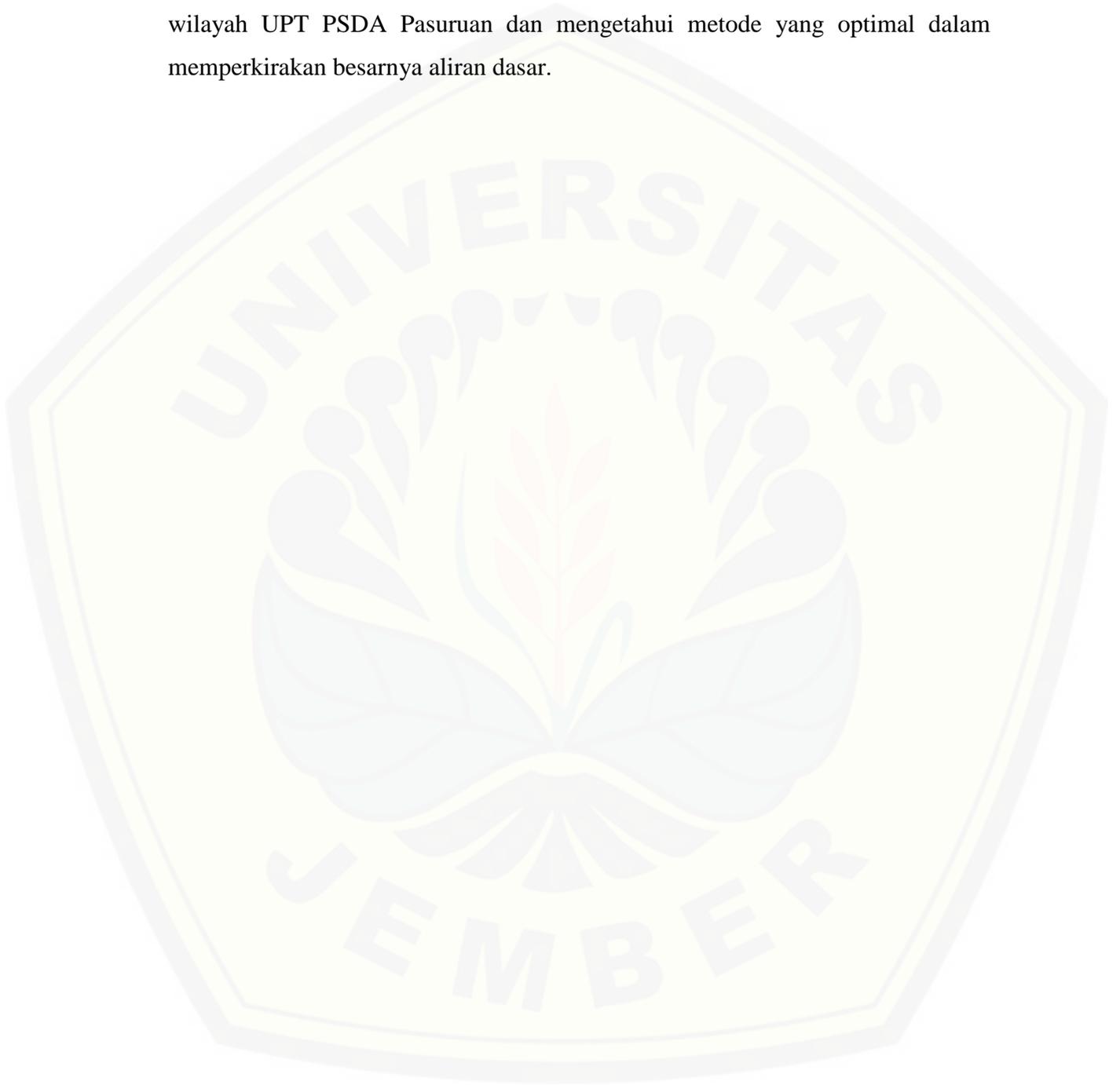
## 1.4 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan metode yang optimal dari : dua metode grafis yaitu: (1) *Local Minimum Method*; (2) *Fixed Interval Method*; dan satu metode RDF yaitu: (1) *Eckhardt Filter*.
2. Membandingkan hasil nilai *baseflow index* (BFI) yang di hasilkan dari metode grafis dan metode RDF (*Recursive Digital Filter*).

### **1.5 Manfaat**

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah memberikan informasi mengenai besarnya perkiraan aliran dasar yang berkontribusi di wilayah UPT PSDA Pasuruan dan mengetahui metode yang optimal dalam memperkirakan besarnya aliran dasar.





**STUDI *BASEFLOW* MENGGUNAKAN PERBANDINGAN METODE  
GRAFIS DAN METODE RDF (*Recursive Digital Filter*)  
(STUDI KASUS DI WILAYAH UPT PSDA PASURUAN)**

**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**

**Isnani Didi Priyanto  
NIM. 101710201003**

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

**2015**

**PERSEMBAHAN**

Karya Tulis Ilmiah ini saya persembahkan untuk orangtuaku:

**Ayahanda Juwari dan Ibunda Misti Hanita**

Semoga beliau senantiasa diberi rahmat oleh Alloh S.W.T dan senantiasa mampu membimbing anak-anaknya



**MOTTO**

“Apabila kamu di waktu sore, jangan menunggu pagi, jika kamu di waktu pagi jangan menunggu sore, pergunakanlah kesehatanmu untuk persiapan sakitmu dan pergunakanlah hidupmu untuk persiapan matimu”

(H.R. Bukhari)

“Tidak ada baiknya kebaikan yang tidak terus, sedangkan keburukan yang tidak terus lebih baik dari pada kebaikan yang tidak terus”

(KH. Musthofa Bisri)

“Pepuntone nggoniro dumadi, ngugemana mring catur upaya, mrih tan bingung pangesthine, kang dhengin wekasingsun, anirua marang kang becik, kapindho anuruta mrin kang bener iku, katri nggugua kang nyata, kaping pate miliha ingkang pakolih, dadi kanthi ning ndonyo”

(Kanjeng Gusti Pangeran Adipati Arya Mangkunegara IV)

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Isnani Didi Priyanto

NIM : 101710201003

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul “**Studi Baseflow Menggunakan Perbandingan Metode Grafis dan Metode RDF (Recursive Digital Filter) (STUDI KASUS DI WILAYAH UPT PSDA Pasuruan)**” adalah benar-benar hasil karya sendiri, dan data yang saya olah inventaris dari hak publikasi Lab. Teknik Pengendalian dan Konservasi Lingkungan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember, 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.

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, 16 Maret 2015

Yang menyatakan,

Isnani Didi Priyanto  
NIM. 101710201003

**SKRIPSI**

**STUDI *BASEFLOW* MENGGUNAKAN PERBANDINGAN METODE  
GRAFIS DAN METODE RDF (*Recursive Digital Filter*)  
(STUDI KASUS DI WILAYAH UPT PSDA PASURUAN)**

Oleh

Isnani Didi Priyanto  
NIM. 101710201003

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 Metode Grafis dan Metode RDF (*Recursive Digital Filter*) (Studi Kasus Di Wilayah UPT PSDA Pasuruan)** telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember pada :

Hari : Senin  
Tanggal : 13 April 2015  
Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian

Tim Penguji

Ketua,

Anggota,

Ir. Hamid Ahmad  
NIP. 195502271984031002

Drs. Yagus Wijayanto, M.A., Phd  
NIP. 196606141992011001

Mengesahkan,  
Dekan.

Dr. Yuli Witono, STP., M.P  
NIP. 196912121998021001

## RINGKASAN

**Studi Analisis *Baseflow* Menggunakan Perbandingan Metode Grafis Dan Metode RDF (*Recursive Digital Filter*) (Studi Kasus di wilayah UPT PSDA Pasuruan);** Isnani Didi Priyanto, 101710201003; 2015; 60 halaman; Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Aliran dasar (*Baseflow*) merupakan salah satu komponen aliran di sungai yang teramati dalam jangka waktu yang lama dan sebagai debit di sungai pada saat musim kemarau. Pada saat musim kemarau *baseflow* mempunyai peran penting sebagai pasokan air baik di bidang pertanian, perkebunan, pariwisata, dan lain-lain. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperkirakan kontribusi aliran dasar di wilayah UPT PSDA Pasuruan.

Penelitian ini dilaksanakan pada Bulan Februari sampai dengan Desember 2014. Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data debit harian dan data hujan mulai dari tahun 1997-2005. Tahapan penelitian ini adalah (1) inventarisasi data debit dan data hujan, (2) pengolahan data, (3) kalibrasi dan validasi, dan (4) uji kinerja model. Metode yang digunakan dalam pengolahan data debit yaitu: dua metode grafis dan satu metode RDF. Proses kalibrasi dilakukan setiap tahun pada satu DAS dari tahun 1997-2005. Rata-rata parameter yang dihasilkan digunakan untuk memisahkan aliran dasar pada periode panjang. Selanjutnya, pada proses validasi dilakukan dengan menggunakan parameter yang ditemukan pada satu DAS ke DAS yang lainnya. Hasil pemisahan aliran dasar dari dua metode grafis dan satu metode RDF kemudian diuji menggunakan *R Squared* ( $R^2$ ) dan *Root Mean Square Error* (RMSE).

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan dapat diketahui bahwa metode yang optimal dalam memodelkan aliran dasar pada enam DAS di wilayah UPT PSDA Pasuruan adalah metode *Eckhardt Filter*. Penetapan ini berdasarkan uji kinerja model dengan menggunakan *R Squared* ( $R^2$ ) dan RMSE. Metode *Eckhardt Filter* diperoleh rerata nilai  $R^2 = 0.671$  dan  $RMSE = 0.033$ , *Local Minimum Metode* diperoleh nilai rereta  $R^2 = 0.447$  dan  $RMSE = 0.037$ , sedangkan *fixed*

*Interval Method* diperoleh rerata nilai  $R^2 = 0.422$  dan  $RMSE = 0.045$ , sehingga metode *Eckhardt Filter* memiliki kinerja yang lebih baik dari pada model yang lain dalam memodelkan aliran dasar.



## SUMMARY

**Study Of Baseflow Using Comparative Graphical and RDF (Recursive Digital Filters) Methods (Case Study At the Unit Of Water Resource Management At Pasuruan);** Isnani Didi Priyanto, 101710201003; 2015; 60 pages; Agricultural Engineering Department, Faculty of Agriculture Technology, The University of Jember.

*Baseflow is one component of the flows in the river observed in the long term and as a discharge in the river during the dry season. In the dry season baseflow has an important role as a good water supply in agriculture, plantations, tourism, and others. This study was conducted at UPT PSDA Pasuruan. This research deals with estimation of baseflow contribution at several watersheds in the area Of UPT PSDA Pasuruan.*

*This research was conducted in February to Desember 2014. The data used in this research is in the form of daily discharge and discharge rain from 1997 to 2005. Methodology consist of : data inventoring (2) data processing, (3) calibration and validation, and (4) evaluation of models performances. The methods used in discharge data processing namely: two graphical methods dan one RDF method. The calibration was carried out every year in the wathershed during the periode from 1997 to 2005. The mean values of parameters is generated, then used to separate baseflow in the long periode. Furthermore, the validation process is done by using the parameter values found in one watershed to another watersheds. The resulted values of the basic flow of two graphical methods and one RDF method were then using R Squared ( $R^2$ ) and Root Mean Square Error (RMSE).*

*Results of the analysis showed that the optimum methods for modeling the baseflow in 6 watersheds at UPT PSDA Pasuruan was eckhardt filter method, based on the calculation using R Squared ( $R^2$ ) and RMSE. In this case eckhardt filter method the resulted in the average value of  $R^2 = 0.671$  and  $RMSE = 0.033$ ,*

*local minimum method resulted in the average value of  $R^2 = 0.447$  and  $RMSE = 0.037$ , while fixed interval method resulted in the average value of  $R^2 = 0.422$  and  $RMSE = 0.045$ . The results showed that ekhardt filter 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 Metode Grafis dan Metode RDF (*Recursive Digital Filter*) (studi kasus di wilayah UPT PSDA Pasuruan)”. 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., DEA selaku Dosen Pembimbing Utama dan Dr. Sri Wahyuningsih, SP., MT selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan tenaga, waktu, pikiran, dan perhatian dalam membimbing penulisan skripsi ini;
2. Ir. Hamid ahmad selaku ketua tim penguji dan Drs. Yagus Wijayanto, MA., Ph.D. selaku 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. Ir. Tasliman, M. Eng 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 Pertanian Universitas Jember;
7. Seluruh staf dan karyawan di lingkungan Fakultas Teknologi Pertanian, terima kasih atas bantuan dalam mengurus administrasi dan yang lainnya;

8. Orang tua, ibunda Misti Hanita, Ayahanda Juwari, dan kakak saya Mas Eko, dan Mbak Wiji Lestari yang telah membesarkan, mendidik, memberikan motivasi dan yang selalu mendoakan setiap saat;
9. Guru Spiritualku, Gus Mus Rembang, Gus Ali, dan Gus Kamal yang telah membimbing spiritualitas selama ini;
10. Keluarga PSRM “ Sardulo Anorogo” Universitas Jember, Keluarga Pelajar Mahasiswa Ponorogo-Bathoro Katong (KPMP-BK) di Jember sebagai rumah sekaligus keluarga ke-dua yang telah memberikan inspirasi, semangat, dan pengalaman yang tidak ada di bangku kuliah serta pribadi yang tangguh;
11. Saudaraku sekaligus teman seperjuangan '10 Manis, Okik, Cyten, Jombret, Eva, Eka, dan Vera yang selalu memotivasi dan mendoakan setiap saat;
12. Saudara-saudaraku Mafia Sholawat Ifan, Dimas, Danang, Ari, Giyan, Amir, Yongki, Dofar, Abel, Anang, Suryo, Agam, luki, nandek, Mbah Firman, dan Tara (komandan) terima kasih do'a dan dukungannya;
13. Temen-temen Villa Barokah Jl. Jawa 2 No. 30 (bang Joe, Aan, Daus, Faris, Kamal, Ali, Azmi, Tomi, Hendra, Chandra, Sandi, Jihad, dan Bang Almir, serta bapak kos Prof. Ir. Susujahadi, M.S yang selalu memberikan motivasi dan Do'a.
14. Sahabat-sahabatku Manusia PETA 2010 (Gus Holid, Jeck (Andry), Pakar (Afif), Burkong (Pras), Raup (Farug), Ep Nol (Faizol), Ari, Disty, Sintia, Wulan, Desi, dan Natalia); yang selalu membantu dalam penulisan skripsi ini.
15. Teman-temanku Teknik Pertanian seangkatan 2010 yang penuh dengan semangat dan kasih sayang terima kasih atas nasehat serta motivasinya;
16. 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, Maret 2015

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 .....  | xiii      |
| PRAKATA .....  | xi        |
| DAFTAR ISI .....   | xiii      |
| DAFTAR TABEL .....   | xvii      |
| DAFTAR GAMBAR .....  | xii       |
| DAFTAR LAMPIRAN .....                                      | xx        |
| <b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....                            | <b>1</b>  |
| <b>1.1 Latar Belakang</b> .....                            | <b>1</b>  |
| <b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....                           | <b>2</b>  |
| <b>1.3 Batasan Masalah</b> .....                           | <b>2</b>  |
| <b>1.4 Tujuan Penelitian</b> .....                         | <b>2</b>  |
| <b>1.5 Manfaat Penelitian</b> .....                        | <b>3</b>  |
| <b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....                       | <b>4</b>  |
| <b>2.1 Siklus Hidrologi</b> .....                          | <b>4</b>  |
| <b>2.2 Daerah Aliran Sungai</b> .....                      | <b>5</b>  |
| <b>2.3 Hidrograf</b> .....                                 | <b>5</b>  |
| <b>2.4 Aliran Dasar (<i>Baseflow</i>)</b> .....            | <b>7</b>  |
| <b>2.5 Pemisan Aliran Dasar</b> .....                      | <b>7</b>  |
| 2.5.1 Metode Grafis .....                                  | 7         |
| 2.5.2 Metode RDF ( <i>Recursive Digital Filter</i> ) ..... | 10        |
| <b>2.6 <i>Baseflow Index</i> (BFI)</b> .....               | <b>12</b> |

|  |    |
|--|----|
| <b>BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN</b> .....                    | 13 |
| <b>3.1 Tempat dan Waktu Penelitian</b> .....                 | 13 |
| 3.1.1 Tempat Penelitian .....                                | 13 |
| 3.1.2 Waktu Penelitian .....                                 | 14 |
| <b>3.2 Alat dan Bahan Penelitian</b> .....                   | 14 |
| 3.2.1 Alat .....   | 14 |
| 3.2.2 Bahan .....  | 14 |
| <b>3.3 Tahap Penelitian</b> .....                            | 16 |
| 3.3.1 Inventarisasi Data .....                               | 17 |
| 3.3.2 Identifikasi dan Karakterisasi DAS .....               | 17 |
| 3.3.3 Pengolahan Data .....                                  | 17 |
| 3.3.4 Analisis <i>Baseflow</i> .....                         | 17 |
| 3.3.4.1. Metode Grafis .....                                 | 17 |
| 3.3.4.2 Metode RDF ( <i>Recursive Digital Filter</i> ) ..... | 18 |
| <b>3.4 Kalibrasi dan Validasi</b> .....                      | 19 |
| <b>3.5 Analisis Uji Statistik Kinerja Model</b> .....        | 20 |
| 3.5.1 <i>Root Mean Squared Error</i> (RMSE) .....            | 20 |
| 3.5.2 <i>R Squared</i> ( $R^2$ ) .....                       | 20 |
| 3.5.3 <i>Flow Duration Curve</i> (FDC) .....                 | 21 |
| <b>BAB 4. KARAKTERISTIK FISIK DAN HIDROLOGI DAS</b> .....    | 23 |
| <b>4.1 Karakteristik DAS</b> .....                           | 23 |
| 4.2.1 Karakteristik DAS .....                                | 23 |
| a. Karakteristik Bentuk dan Luas DAS .....                   | 23 |
| b. Jenis Tanah .....   | 24 |
| c. Peruntukan Lahan .....                                    | 28 |
| d. Hidrogeologi .....  | 30 |
| 4.2.2 Karakteristik Hidrologi .....                          | 31 |
| a. Karakteristik Curah Hujan .....                           | 31 |
| b. Karakteristik Debit .....                                 | 32 |
| <b>BAB 5. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....                     | 34 |

|  |    |
|--|----|
| <b>5.1 Analisis Aliran Dasar (<i>Baseflow</i>) Periode kalibrasi</b> ..... | 34 |
| 5.1.1 Nilai parameter yang diuji .....                                     | 34 |
| 5.1.2 Nilai parameter optimal pada setiap DAS .....                        | 36 |
| 5.1.3 Perbandingan nilai RMSE ( <i>Root Mean Square Error</i> ) .....      | 37 |
| 5.1.4 Perbandingan nilai R Squared ( $R^2$ ) .....                         | 37 |
| <b>5.1 Analisis Aliran Dasar (<i>Baseflow</i>) Periode Validasi</b> .....  | 34 |
| 5.2.1 Perbandingan RMSE ( <i>Root Mean Square Error</i> ).....             | 40 |
| 5.2.2 Perbandingan R Squared ( $R^2$ ) .....                               | 41 |
| 5.2.3 Analisis Kurva Durasi aliran (FDC) .....                             | 42 |
| <b>BAB 6. PENUTUP</b> .....  | 52 |
| <b>6.1 Kesimpulan</b> .....  | 52 |
| <b>6.2 Saran</b> .....   | 52 |
| <b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....  | 53 |
| <b>LAMPIRAN</b> .....  | 54 |

**DAFTAR TABEL**

|   | Halaman |
|---|---------|
| 4.1 Karakteristik bentuk dan luas DAS.....  | 23      |
| 4.2 Jenis tanah enam DAS di wilayah UPT PSDA Pasuruan .....   | 25      |
| 4.3 Jenis tata guna lahan.....  | 29      |
| 4.4 Tipe akuifer di tiap DAS .....  | 31      |
| 4.5 Karakteristik curah hujan .....   | 32      |
| 4.6 Karakteristik debit.....  | 32      |
| 5.1 Rentang nilai koefisien parameter yang diuji tiap tahunnya pada semua DAS.....                    | 35      |
| 5.2 Nilai koefisien parameter optimal dari ketiga metode pemisahan aliran dasar tahun 1997-2005 ..... | 36      |
| 5.3 Nilai RMSE pada DAS Kadalpang Bangil .....  | 37      |
| 5.4 Nilai RMSE pada enam DAS di wilayah UPT Psda Pasurauan .....                                      | 40      |
| 5.5 Perbandingan nilai R Squared ketiga metode pada proses validasi tahun 1997-2005 .....             | 41      |
| 5.7 Nilai <i>baseflow index</i> (BFI) ketiga metode pada tahun 1997-2005.....                         | 50      |

DAFTAR GAMBAR

|   | Halaman |
|---|---------|
| 2.1 Siklus hidrologi .....  | 4       |
| 2.2 Bentuk hidrograf .....  | 6       |
| 2.3 <i>Local minimum method</i> .....   | 9       |
| 2.4 <i>Fixed internal method</i> .....  | 10      |
| 3.1 Lokasi PSDA Pasuruan .....  | 13      |
| 3.2 Diagram alir penelitian.....  | 16      |
| 3.3 Contoh grafik FDC dari ketiga metode .....  | 22      |
| 4.1 Peta jenis tanah di wilayah UPT PSDA Pasuruan .....   | 25      |
| 4.2 Peta peruntukan lahan di wilayah UPT PSDA Pasuruan.....   | 28      |
| 4.3 Peta hidrogeologi di wilayah UPT PSDA Pasuruan.....   | 30      |
| 5.1 Contoh garis kesesuaian antara debit terukur dan debit terhitung .....  | 35      |
| 5.2 Grafik hubungan antara debit terukur dan debit terhitung<br>di DAS Kadalpang Bangil.....                            | 39      |
| 5.3 Grafik <i>flow duration curve</i> pada DAS Kadalpang Bangil<br>periode tahun 1997-2005.....                         | 42      |
| 5.4 Grafik <i>flow duration curve</i> pada DAS Kramat periode tahun 1997-2005 ....                                      | 43      |
| 5.5 Grafik <i>flow duration curve</i> pada DAS Pekalen periode tahun 1997-2005 ...                                      | 43      |
| 5.6 Grafik <i>flow duration curve</i> pada DAS Rejoso periode tahun 1997-2005 .....                                     | 44      |
| 5.7 Grafik <i>flow duration curve</i> pada DAS Rondodingo<br>periode tahun 1997-2005.....                               | 44      |
| 5.8 Grafik <i>flow duration curve</i> pada DAS Welang periode tahun 1997-2005.....                                      | 45      |
| 5.9 Grafik hasil pemisahan aliran dasar pada tahun 1997-2005<br>di DAS Kadalpang Bangil .....                           | 46      |
| 5.10 Grafik hasil pemisahan aliran dasar pada tahun 1997<br>di DAS Kadalpang Bangil .....                               | 47      |
| 5.11 Grafik hasil pemisahan aliran dasar pada periode penghujan<br>(Oktober 1997-Juni 1998)di DAS Kadalpang Bangil..... | 48      |

5.12 Grafik hasil pemisahan aliran dasar pada periode kering  
(Juli-September) di DAS Rondodingo ..... 49



**DAFTAR LAMPIRAN**

Halaman

**A. Grafik Hubungan Antara Debit Terukur dan Debit Terhitung..... 54**



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomer 7 Tahun 2004 Tentang Sumber Daya Air, Daerah Aliran Sungai (DAS) 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.

Aliran sungai dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan di berbagai bidang diantaranya: pertanian, perkebunan, perikanan, dan pembangunan PLTA. Salah satu upaya untuk menjaga ketersediaan aliran sungai supaya tidak terjadi kekeringan dan dapat merata sepanjang tahun, maka diperlukan pengelolaan sumberdaya air yang benar di sebuah DAS. Salah satu komponen aliran sungai yang penting digunakan dalam pengelolaan DAS adalah aliran dasar atau *baseflow* (Bruskova, 2008).

Aliran dasar (*baseflow*) merupakan komponen aliran dalam jangka waktu yang panjang. Aliran dasar dapat diamati sebagai debit, komponen utama dan penyumbang terbesar aliran di sungai pada saat musim kemarau (Indarto, 2010). Pemahaman tentang ketersediaan *baseflow*, diperlukan untuk meminimalisir kesalahan dalam pendistribusian air antara kebutuhan dan pasokan air. Selain itu digunakan untuk mempermudah di dalam pengelolaan sumberdaya air terutama pada saat musim kemarau.

Salah satu metode yang menunjang analisis *baseflow* yaitu: metode grafis dan metode RDF (*Recursive Digital Filter*). Kedua metode ini digunakan untuk menganalisis pemisahan aliran dasar (*baseflow*) dari aliran total (*stream flow*) menggunakan data debit. Metode tersebut sudah diaplikasikan di *Software Hydrooffice* sehingga pemisahan aliran dasar dapat dilakukan dengan cepat dan mempermudah dalam pengelolaan sumberdaya air.

Penelitian ini difokuskan dan dilakukan secara sengaja (*purposive methode*) di wilayah Unit Pelaksana Teknis Pengelolaan Sumber Daya Air (UPT

PSDA) Pasuruan yang memiliki wilayah kerja meliputi kabupaten Probolinggo dan Pasuruan.

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis ketersediaan *baseflow* menggunakan dua metode grafis yaitu: (1) *Local Minimum Method*; (2) *Fixed Interval Method*; dan satu metode RDF yaitu: (1) *Eckhardt Filter*.

## 1.2 Rumusan Masalah

Wilayah UPT PSDA Pasuruan merupakan daerah pertanian dan perkebunan yang selalu membutuhkan pasokan air. Pada saat musim kemarau intensitas hujan menurun yang mengakibatkan ketersediaan air di sungai berkurang. Sementara itu, kegiatan pertanian dan perkebunan tergantung pada aliran sungai. Ketersediaan aliran air di sungai pada saat musim kemarau merupakan kontribusi dari aliran dasar (*baseflow*). Oleh karena itu, perlu diketahui besarnya aliran dasar untuk memperkirakan cukup atau tidak aliran dasar dalam memenuhi kebutuhan air selama musim kemarau.

## 1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi dengan membandingkan hasil pemisahan *baseflow* dari dua metode grafis yaitu: *Local Minimum Method*, *Fixed Interval Method*, dan satu metode RDF yaitu: *Eckhardt Filter*.

## 1.4 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan metode yang optimal dari : dua metode grafis yaitu: (1) *Local Minimum Method*; (2) *Fixed Interval Method*; dan satu metode RDF yaitu: (1) *Eckhardt Filter*.
2. Membandingkan hasil nilai *baseflow index* (BFI) yang di hasilkan dari metode grafis dan metode RDF (*Recursive Digital Filter*).

### **1.5 Manfaat**

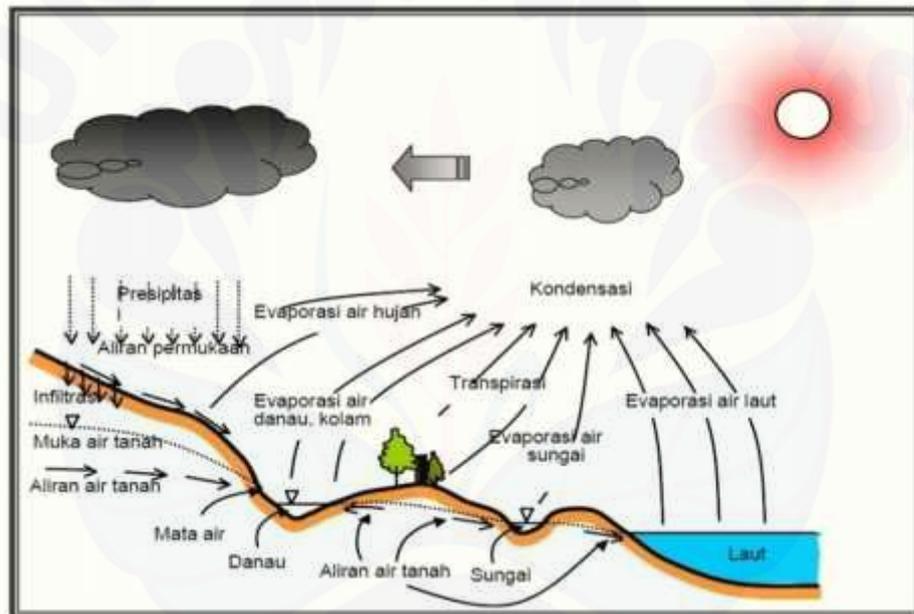
Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah memberikan informasi mengenai besarnya perkiraan aliran dasar yang berkontribusi di wilayah UPT PSDA Pasuruan dan mengetahui metode yang optimal dalam memperkirakan besarnya aliran dasar.



## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Siklus Hidrologi

Hidrologi membicarakan tentang air yang ada di alam yaitu mengenai kejadian perputaran, pembagiannya, dan reaksi terhadap lingkungannya. Secara diskriptif ruang persediaan air segar hampir seluruhnya didapat dalam bentuk curah hujan. Curah hujan merupakan hasil penguapan dari air laut yang terbentuk melalui sebuah siklus. Siklus tersebut dikenal dengan siklus hidrologi (Gambar 2.1).



Gambar 2.1 Siklus hidrologi (Sumber: Asdak, 1995:9).

Siklus hidrologi adalah gerakan air laut ke udara yang kemudian jatuh ke permukaan tanah sebagai air hujan atau bentuk presipitasi lain dan akhirnya mengalir menuju ke laut (Soemarto, 1987).

Sinar matahari yang dipancarkan ke bumi menyebabkan kenaikan suhu baik dari air tanah, air sungai, air danau, maupun air laut. Kenaikan suhu mengakibatkan perubahan wujud air menjadi gas. Proses ini disebut dengan

evaporasi, sedangkan penguapan yang berasal dari tumbuhan disebut proses transpirasi.

Hasil dari proses tersebut akan membentuk kumpulan butir-butir air di atmosfer dan terkondensasi menjadi awan. Ketika awan tidak mampu menampung uap air, maka awan akan melepaskannya dan jatuh ke bumi sebagai presipitasi dalam bentuk hujan, salju, hujan es, dan kabut. Air hujan yang turun ke permukaan bumi akan dikembalikan lagi ke atmosfer melalui proses evaporasi dan transpirasi, sisanya akan mengalir sebagai aliran permukaan dan mengalir ke laut. Dalam perjalanan menuju ke laut beberapa bagian masuk ke dalam tanah (*infiltrasi*) dan bergerak terus ke bawah (perkolasi) ke dalam daerah jenuh (*saturated zone*) yang terdapat di bawah permukaan air tanah dan menjadi cadangan air tanah. Selanjutnya pada lokasi tertentu mengalir keluar dan bergabung dengan aliran sungai yang disebut dengan *baseflow* (Windarto *et al.* 2008).

## 2.2 Daerah Aliran Sungai

“Daerah Aliran Sungai merupakan suatu ekosistem, yang dikelompokkan menjadi sistem fisik, biologis, dan ortograf pada suatu wilayah yang dikelilingi dan dibatasi oleh topografi alami berupa punggung bukit atau pegunungan. Air hasil presipitasi yang jatuh di atasnya mengalir melalui titik keluar tertentu (*outlet*) yang akhirnya bermuara ke laut yang terbagi menjadi bagian hulu, tengah, dan hilir. Batas DAS dapat dijadikan sebagai batas ekosistem alam, dan bahkan seringkali batas DAS melintasi batas kabupaten, propinsi, bahkan lintas negara” (Ramdan, 2004:2).

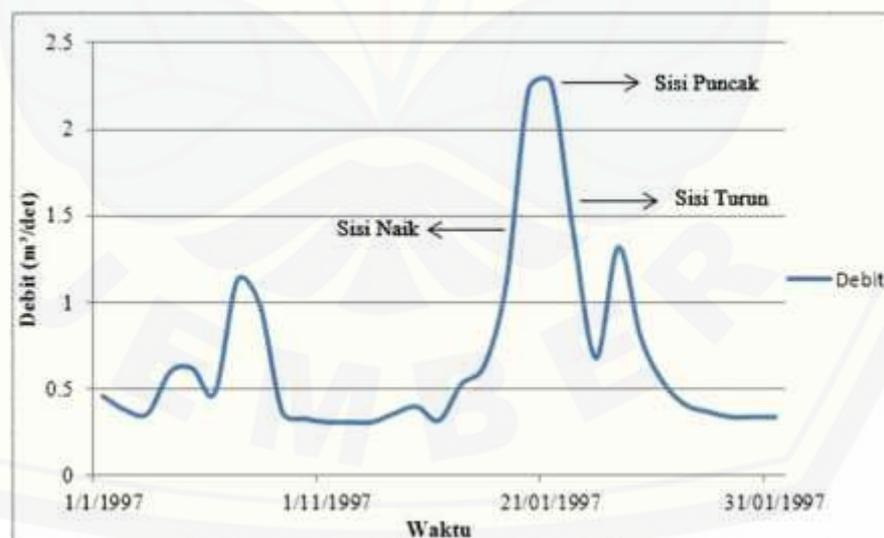
## 2.3 Hidrograf

Hidrograf adalah kurva yang menggambarkan hubungan antara parameter aliran dan waktu. Parameter tersebut bisa berupa tinggi muka aliran atau debit aliran. Menurut Harto (1993:61) terdapat beberapa macam hidrograf yang dikenal, antara lain:

- 1) Hidrograf muka air (*stage hydrograph*), merupakan grafik yang menghubungkan antara muka air terhadap waktu. Hidrograf ini merupakan hasil rekaman *Automatic Water Level Recorder* (AWLR).
- 2) Hidrograf debit (*discharge hydrograph*) merupakan hubungan antara debit terhadap waktu.
- 3) Hidrograf sedimen (*sediment hydrograph*), yaitu hubungan antara kandungan sedimen dengan waktu.

Menurut Brodie dan Hostetler (2012) hidrograf debit memiliki tiga bagian utama yaitu: *Rising Limb*, *Crest Or Peak*, dan *Recession Limb*.

- 1) *Rising Limb* (sisi naik) kurva yang menggambarkan naiknya debit aliran permukaan sejak awal pengaruh hujan sampai dengan terjadinya debit puncak.
- 2) *Crest Or Peak* (sisi puncak) menggambarkan debit maksimum yang terjadi dalam suatu aliran.
- 3) *Recession Limb* (sisi turun) kurva yang menggambarkan turunnya debit aliran permukaan sejak tercapainya puncak sampai dengan akhir pengaruh hujan. Penjelasan di atas ditunjukkan pada gambar 2.2 berikut ini.



Gambar 2.2 Bentuk Hidrograf (Sumber: Hasil Pengolahan data, 2014).

## 2.4 Aliran Dasar (*Baseflow*)

Aliran dasar (*Baseflow*) juga termasuk komponen aliran dalam jangka waktu yang panjang. Aliran dasar juga dapat diamati sebagai debit di sungai pada saat musim kemarau. Pada saat musim kemarau tidak ada hujan yang jatuh, tetapi di sungai-sungai masih terdapat debit yang mengalir. Aliran tersebut berasal dari hujan yang jatuh ke bumi kemudian terinfiltrasi dan masuk ke dalam tanah menjadi cadangan air tanah, selanjutnya pada lokasi tertentu mengalir ke luar dan bergabung dengan aliran sungai (Indarto, 2010).

*Baseflow* berkaitan erat dengan keberlanjutan peran air tanah terhadap aliran sungai dan menjadi indikator kondisi kering atau ketika presipitasi rendah. Jika *baseflow* semakin rendah, maka kontribusi air tanah terhadap total aliran sungai menurun dan akan mengakibatkan kekeringan pada musim kemarau. Ketersediaan aliran dasar sangat penting dalam berbagai kepentingan diantaranya adalah untuk pengembangan strategi manajemen sumberdaya air, terutama pada saat kondisi kering (musim kemarau), mengetahui hubungan antara habitat makhluk hidup di sungai dan lingkungannya, mengistemasi suplai air irigasi, dan manajemen kualitas air (Santhi *et al.* 2008).

## 2.5 Pemisahan *Baseflow*

*Baseflow* merupakan komponen dari aliran yang berkontribusi besar pada saat musim kemarau. *Baseflow* dapat mejadi informasi penting dalam analisa kuantitas dan kualitas air, dan habitat akuantik (Piggott *et al.*, 2005). Karena peran penting *baseflow* ini, banyak metode yang dikembangkan untuk pemisahan *baseflow*. Menurut Schulz (1976), pemisahan aliran dasar adalah suatu metode untuk memisahkan komponen aliran pada suatu sunagai menjadi komponen aliran dasar dan komponen aliran langsung. Metode pemisahan *baseflow* akan menentukan besarnya nilai *baseflow* dari suatu DAS. Menurut Sloto dan Crouse (1995:5) program pemisahan *baseflow* yang otomatis yaitu HYSEP. HYSEP adalah program komputer yang dapat digunakan untuk memisahkan hidrograf debit sungai menjadi aliran dasar. Program HYSEP menggunakan tiga metode

untuk memisahkan aliran dasar yaitu *Local Minimum Method*, *Fixed Internal Method* dan *Sliding Internal Method*. Metode ini dapat digambarkan secara konseptual tiga algoritma yang berbeda, secara sistematis menarik garis yang menghubungkan antara titik terendah dari hidrograf debit sungai disebut juga dengan metode grafis. Metode ini menggunakan interval waktu untuk menentukan debit minimum berturut-turut pada hidrograf (Stewart *et al*, 2007). Interval waktu dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan Linsley berikut ini:

$$N = A^{0.2} \dots\dots\dots(2.1)$$

N adalah jumlah hari setelah limpasan permukaan berhenti dan A adalah luas DAS dengan satuan mil<sup>2</sup> (Linsley *et al*. 1982). Sloto dan Crouse (1995) menyatakan di negara Perancis ada sebuah DAS yaitu: DAS French Creek dekat Phoenixville, (USGS stasiun nomor 01472157) dengan luas DAS 59.1 mil<sup>2</sup>, maka dihitung dengan persamaan Linsley didapatkan  $N = A^{0.2} = (59.1)^{0.2} = 2.26$ . Jadi nilai N yang didapatkan sebesar 2.26.

Namun persamaan 2.1 tidak bisa digunakan secara umum karena waktu menghilangnya limpasan (N) tidak hanya dipengaruhi oleh luas DAS melainkan juga dari komponen DAS yang lain seperti kapasitas infiltrasi, kemiringan dan karakteristik *groundwater* (Stewart, *et al* 2007)

### 2.5.1 Metode Grafis

Metode grafis ini merupakan metode yang menampilkan antara titik rendah *streamflow hydrograph*. Titik terendah tersebut dihubungkan dengan titik terendah yang berdekatan sehingga membentuk garis. Garis yang menghubungkan antara titik terendah mendefinisikan sebagai aliran dasar atau *baseflow*. Prinsip kerja dari *Local Minimum Method*, *Fixed Internal Method* dan *Sliding Internal Method* akan dijelaskan dibawah ini. Namun dalam penelitian ini hanya menggunakan dua metode saja yaitu: *Local Minimum Method* dan *Fixed Internal Method*.

#### a. *Local Minimum Method*

Metode ini pertama kali dikemukakan oleh Pattyjhon (Pattyjhon dan Henning, 1997). Prinsip kerja dari metode minimum lokal (*Local Minimum Method*) adalah sebagai berikut:

- 1) Mengevaluasi debit setiap harinya untuk menentukan apakah hari tersebut termasuk debit terendah atau tidak pada interval.
- 2) Banyaknya hari di setiap interval ditentukan menggunakan persamaan:  $[0,5 (2N-1)$  hari]. N merupakan jumlah hari setelah limpasan permukaan berhenti.
- 3) Nilai N didapatkan secara empiris dari persamaan  $N = A^{0,2}$  (Linsley *et al.* 1982), A adalah luas DAS dengan satuan  $\text{mil}^2$ .

Misalnya gambar 2.3 pada DAS Rondodingo periode tanggal 1-31 Januari 1997.

$$A = 135,3 \text{ Km}^2 = 52,23 \text{ mil}^2$$

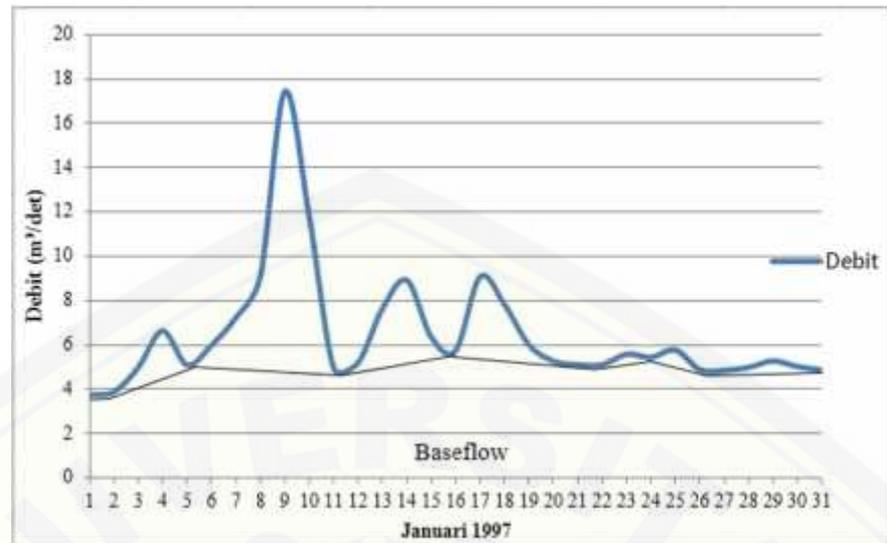
$$N = A^{0,2} = (52,23)^{0,2} = 2,20$$

$$[0,5 (2N^*-1) \text{ hari}] = [0,5 (2(2,20)-1) \text{ hari}]$$

$$= [0,5 (4.40-1)]$$

$$= 1,7 \text{ hari} = 2 \text{ hari.}$$

- 4) Selanjutnya ditentukan faktor f (*turning point*) menggunakan trial and error hingga aliran dasar mendekati debit sungai (debit terukur). Debit terendah pada interval dihubungkan dengan garis lurus untuk menentukan *baseflow* (gambar 2.3). Pada gambar 2.3 debit terendah terjadi pada tanggal 1, 5, 11, 16, 20, 24, 26, dan 31 Januari 1997.



Gambar 2.3 Local minimum method

b. *Fixed Interval Method*

Metode ini pertama kali dikemukakan oleh Pattyjohn (Pattyjohn *et al.*, 1979). Prinsip kerja metode-interval-tetap (*Fixed Interval Method*) adalah sebagai berikut:

- 1) Merupakan metode yang menggunakan debit terendah dalam setiap interval.
- 2) Banyaknya hari dalam setiap interval ditentukan dengan menggunakan persamaan  $(2N)$ .  $N$  merupakan jumlah hari setelah limpasan permukaan berhenti.
- 3) Nilai  $N$  didapatkan secara empiris dari persamaan  $N = A^{0.2}$  (Linsley *et al.* 1982),  $A$  adalah luas daerah aliran sungai (DAS) dengan satuan  $\text{mil}^2$ . Misalnya gambar 2.4 pada DAS Rondodingo periode tanggal 1-31 Januari 1997.

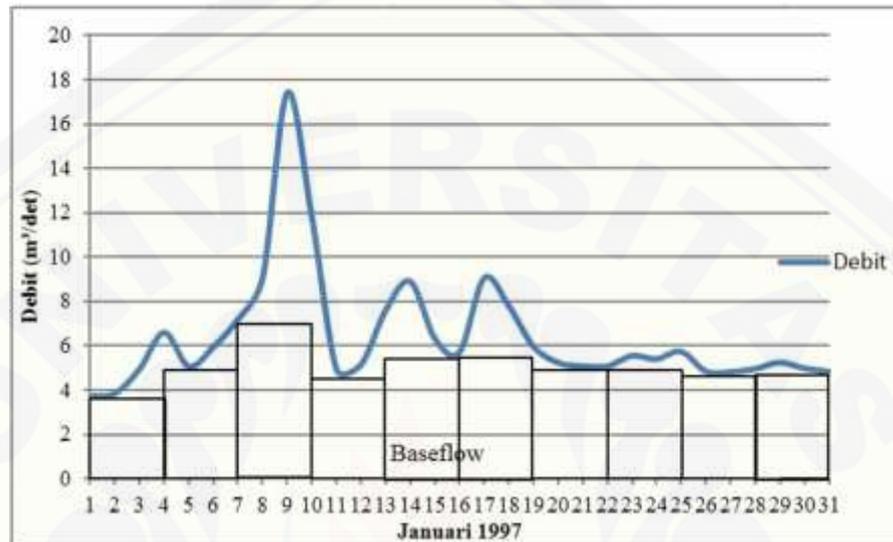
$$A = 135,3 \text{ Km}^2 = 52,23 \text{ mil}^2$$

$$N = A^{0.2} = (52,23)^{0.2} = 2,20$$

$$2N = 2 (2,20) = 4.40 \text{ hari} = 4 \text{ hari.}$$

- 4) Metode ini digambarkan dengan diagram batang yang ditarik ke atas hingga bersentuhan dengan debit terendah pada interval tersebut.

- 5) Aliran dasar untuk interval berikutnya ditentukan dengan menggeser diagram batang pada interval yang sama hingga bersentuhan dengan hidrograf pada debit terendah pada interval berikutnya. Proses tersebut diulang pada semua interval berikutnya, seperti pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 *Fixed interval method*

### 2.5.2 Metode RDF (*Recursive Digital Filter*)

Chapman dan Maxwell (1996:5) mendeskripsikan bahwa metode *Recursive Digital Filter* (RDF) merupakan metode dengan memanfaatkan konstanta resesi hidrograf yang digunakan untuk mendapatkan besarnya rasio aliran dasar dari debit kontinyu selama periode tidak ada limpasan langsung (*quickflow*). Salah satu metode RDF yang digunakan untuk memperkirakan besarnya aliran dasar, yaitu:

#### a. *Eckhardt Filter*

Menurut Eckhardt (2005:4) metode ini menjelaskan bahwa nilai aliran dasar pada saat  $i$  ( $b_i$ ) merupakan penjumlahan dari nilai aliran dasar sebelum  $i$  ( $b_{i-1}$ ) dengan debit total saat  $i$  ( $Q_i$ ). Metode ini menggunakan koefisien parameter ( ) dan nilai indeks aliran dasar maksimum (BFImax). Persamaan metode ini adalah sebagai berikut.

$$b_i = \frac{(1 - BFI_{max})ab_{i-1} + (1 - a) BFI_{max} \times Q_i}{1 - BFI_{max}} \dots \dots \dots (2.2)$$

Keterangan:

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

Nilai  $BFI_{max}$  ditentukan dengan keadaan tanahnya, seperti dijelaskan penjelasan berikut:

1. Nilai  $BFI_{max}$  0.80 digunakan pada sungai yang alirannya selalu ada.
2. Nilai  $BFI_{max}$  0.50 digunakan pada sungai yang alirannya tidak selalu ada (Eckhardt, 2005).

Pemisahan *baseflow* menggunakan metode grafis dan metode RDF terdapat beberapa kelebihan dan kelemahan. Kelebihan menggunakan metode ini diantaranya, yaitu : mudah didalam pengoperasiannya, data yang digunakan hanya menggunakan data debit saja sehingga kita kita perlu data-data yang lain. Selain itu, metode ini mudah di dalam mengindikasi *baseflow* yaitu dengan cara menghubungkan titik terendah yang berdekatan sehingga membentuk garis.

Metode grafis dan metode RDF ini juga memiliki kelemahan dalam pemisahan *baseflow*, yaitu: hanya menggunakan data debit sungai saja, sehingga dapat mengakibatkan suatu prediksi yang kurang akurat. Hal tersebut terjadi karena tidak menghubungkan dengan faktor-faktor hidrologi yang lain, seperti kondisi lingkungan maupun curah hujan. Selain itu, dalam menganalisis *baseflow* dalam periode panjang metode tersebut tidak dapat membedakan musim penghujan maupun musim kemarau.

### 2.6 Baseflow Index (BFI)

*Baseflow Index* (BFI) merupakan rasio antara aliran dasar (*baseflow*) terhadap total aliran sungai (*streamflow*). Nilai BFI digunakan sebagai batas ambang untuk ketetapan suatu lokasi DAS. Semakin besar nilai *baseflow index* maka akan semakin baik persediaan air di DAS tersebut. Sedangkan semakin kecil nilai *baseflow index*nya maka akan semakin sedikit persediaan air di DAS tersebut (Smakhtin, 2001:151). Besarnya nilai BFI dapat dicari dengan menggunakan persamaan 2.4.

$$\text{BFI} = \frac{\text{aliran dasar}}{\text{total aliran sungai}} \dots\dots\dots$$

(2.3)

Dengan mengetahui nilai BFI suatu DAS, maka dapat diketahui tingkat kontribusi *baseflow* terhadap aliran sungai. Hal tersebut dapat membantu dalam penilaian karakteristik dan kapasitas suatu DAS, sehingga penentuan solusi dan pengendalian fungsi hidrologis dapat dilakukan (Pertiwi dan Sudrajat, 2012).

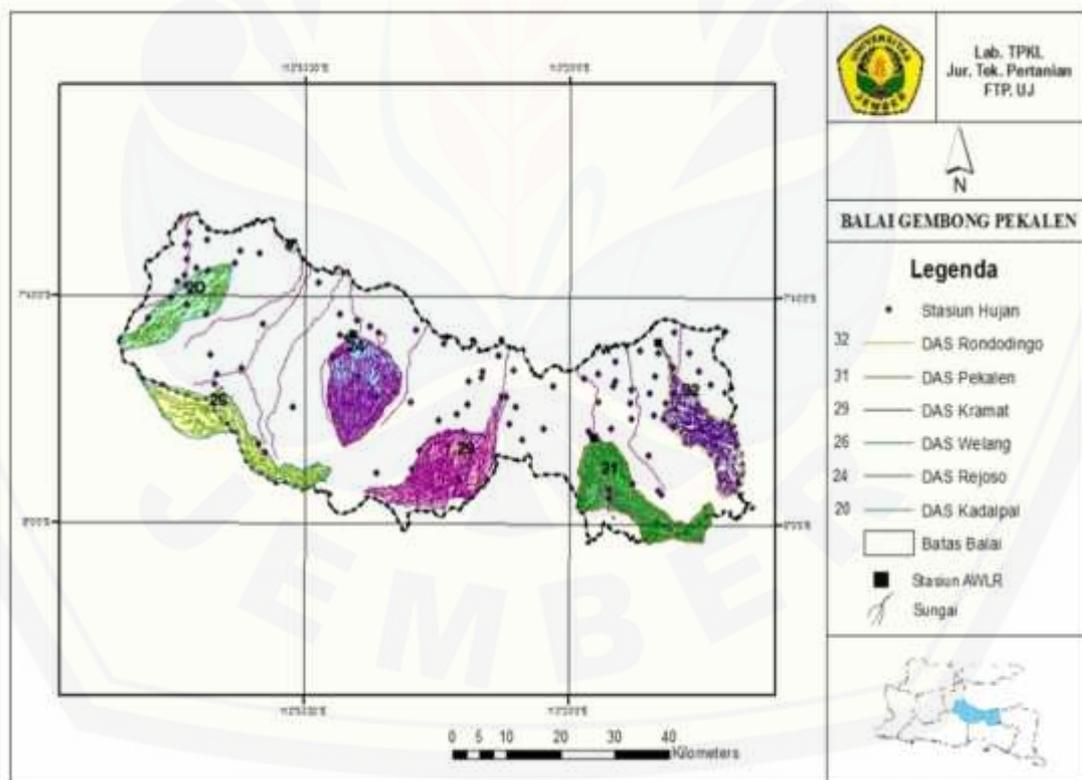
### BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

##### 3.1.1 Tempat Penelitian

###### a. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Lab. TPKL Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember. Lokasi pengamatan mencakup yaitu: DAS Rondodingo, DAS Pekalen, DAS Kramat, DAS Welang, DAS Rejoso, dan DAS Kadalpal (gambar 3.1). Pemilihan lokasi ini didasarkan atas ketersediaan dan kelengkapan data yang menunjang akurasi dari hasil penelitian. Pada masing-masing DAS disyaratkan terdapat data: data debit, hujan, data luas DAS, peta stasiun hujan, peta jaringan sungai dan data geografis.



Gambar 3.1 Lokasi PSDA Pasuruan (Sumber: Data Lab. TPKL, 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 sampai dengan bulan Desember 2014.

### 3.2 Alat dan Bahan Penelitian

#### 3.2.1 Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Seperangkat *Personal Computer* (PC)  
Digunakan untuk mengolah data dan mengerjakan skripsi
- b. *Software Hydrooffice*  
Digunakan untuk mengolah data debit
- c. *Microsoft Excel 2007*  
Digunakan untuk mengolah data *baseflow*
- d. *Software Quantum GIS*  
Digunakan untuk membuat *layout* peta lokasi DAS dan untuk menentukan luas DAS

#### 3.2.2 Bahan

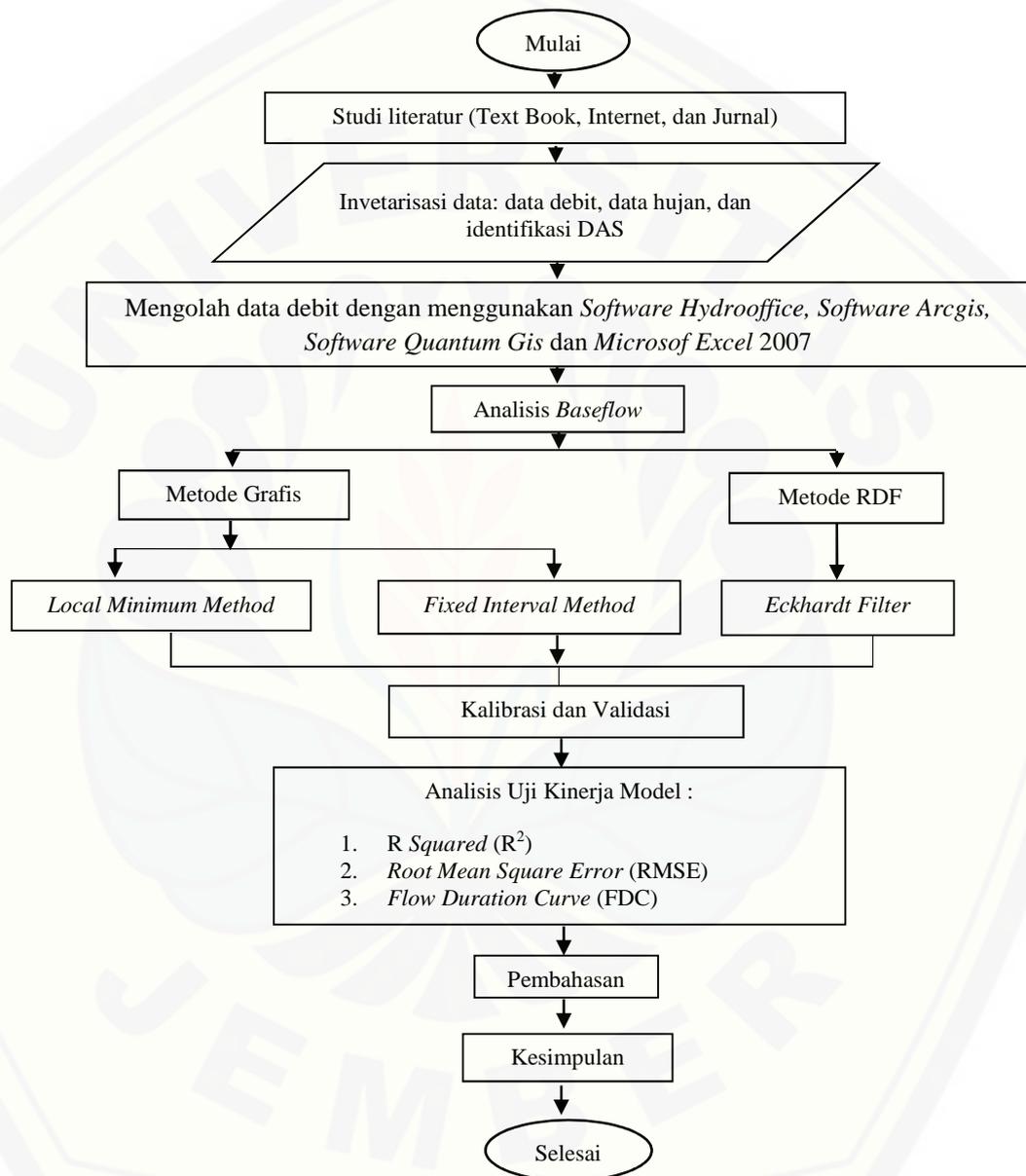
Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah data yang diperoleh dari Dinas Pengairan Provinsi Jawa Timur yang telah di inventarisasi di Lab. TPKL, yaitu:

- a. Data hujan harian mulai tanggal 1 Januari 1997 - 31 Desember 2005. Data hujan harian diperoleh dari stasiun hujan di enam DAS yang diamati.
- b. Data debit harian mulai tanggal 1 Januari 1997 - 31 Desember 2005. Data debit diperoleh dari stasiun AWLR yang terdapat di enam DAS yang diamati

- c. Data fisik DAS meliputi: batas DAS, jaringan sungai, stasiun hujan dan stasiun AWRL pada enam DAS di wilayah UPT PSDA Pasuruan.

### 3.3 Tahap Penelitian

Tahapan penelitian ini disajikan seperti pada gambar 3.2 sebagai berikut :



Gambar 3.2 Diagram alir penelitian

Adapun tahapan penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

### 3.3.1 Inventarisasi Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini mencakup: data hujan harian dan data hujan harian periode 1997-2005 yang terdapat di wilayah UPT PSDA Pasuruan yaitu: DAS Rondodingo, DAS Pekalen, DAS Kramat, DAS Welang, DAS Rejoso, dan DAS Kadalpang. Data tersebut berupa file dalam format \*csv. Selanjutnya, data tersebut diubah dalam format \*txt agar dapat terbaca oleh *HydroOffice*.

### 3.3.2 Identifikasi dan Karakterisasi Fisik DAS

Sebelum melakukan proses pengolahan data perlu diketahui karakteristik fisik dan karakteristik hidrologi DAS di wilayah UPT PSDA Pasuraun. Karakteristik fisik meliputi: luas DAS, bentuk DAS, jenis tanah, peruntukan lahan dan tipe akuifer. Karakteristik hidrologi meliputi: data debit dan curah hujan.

### 3.3.3 Pengolahan Data

Data debit harian pada rentang waktu 1997-2005 berbentuk excel dengan format \*csv kemudian diolah dengan menggunakan *Software Hidrooffice*. Kemudian diplotkan dalam bentuk grafik lalu diturunkan menjadi rentang waktu debit tahunan.

### 3.3.4 Analisis *Baseflow*

Metode yang digunakan dalam menganalisis *baseflow* menggunakan dua metode grafis, yaitu: (1) *Local Minimum Method*, (2) *Fixed Interval Method*, dan satu metode RDF yaitu: (1) *Eckhardt Filter*.

#### 3.3.4.1 Metode Grafis

Sebelum menggunakan metode grafis, ditentukan nilai N (jumlah hari setelah limpasan) terlebih dahulu menggunakan persamaan 3.1 berikut:

$$N=A^{0,2} \dots\dots\dots(3.1)$$

Keterangan :

N = waktu setelah limpasan permukaan berhenti (hari)

A = luas DAS ( $\text{mil}^2$ )

Metode grafis yang digunakan dalam pengolahan data debit yaitu:

a. *Local Minimum Method*

Metode ini mengevaluasi debit setiap harinya untuk menentukan apakah hari tersebut debit terendah atau tidak pada interval. Persamaan yang digunakan dalam metode ini adalah sebagai berikut:

$$[0.5(2N-1) \text{ hari}] \dots \dots \dots (3.2)$$

Selanjutnya menentukan nilai  $f$  (*turning point*) menggunakan metode *trial and error* sebagai berikut.

1. Data debit dalam format txt dengan rentang waktu periode kering pada tahun 1997-2005 dimasukkan ke dalam *software hydrooffice*;
2. Dimasukkan nilai parameter  $N$  yang didapatkan dari persamaan 3.1;
3. Dimasukkan nilai  $f$  dengan cara *trial and error* dari 0-1 hingga nilai aliran dasar mendekati debit terukur.

b. *Fixed Interval Method*

Persamaan *Fixed Interval Method* merupakan pemisahan aliran dasar dengan menggunakan debit terendah dalam setiap interval. Banyaknya hari dalam setiap interval ditentukan dengan menggunakan persamaan 3.3 berikut ini:

$$(2N^*) \dots \dots \dots (3.3)$$



### 3.3.4.2 Metode RDF

Metode RDF (*Recursive Digital Filter*) yang digunakan dalam pengolahan data yaitu:

#### a. *Eckhardt Filter*

Pemisahan *baseflow* dengan metode *Eckhardt filter* ditunjukkan pada persamaan 2.3 berikut ini:

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

Keterangan:

$b_i$  : nilai aliran dasar saat  $i$

$b_{i-1}$  : nilai aliran dasar sebelum  $i$

$BFI_{max}$  : nilai indeks aliran dasar

$\alpha$  : koefisien parameter filter dengan range koefisien nilai  $0 < \alpha < 1$

$Q_i$  : debit total saat  $i$

## 3.4 Kalibrasi dan Validasi

Kalibrasi merupakan proses penentuan parameter yang optimal untuk meningkatkan koherensi antara respon hidrologi DAS yang teramati dan tersimulasi (Bloschl dan Grayson, 2000). Pengoptimalan nilai parameter dilakukan dengan menggunakan metode *trial and error*. Metode *trial and error* dihentikan apabila telah didapatkan nilai yang menghasilkan garis yang menandakan antara pemodelan aliran dasar (debit terhitung) saling berhimpitan dengan aliran sungai (debit terukur). Proses ini dilakukan setiap tahun pada semua DAS di UPT PSDA Pasuruan. Selanjutnya, nilai parameter yang digunakan untuk memisahkan *baseflow* pada semua periode adalah nilai rerata parameter tiap tahunnya.

Proses validasi merupakan proses lanjutan dari proses kalibrasi dan digunakan untuk menguji apakah parameter yang dihasilkan pada proses kalibrasi dapat digunakan pada DAS lainnya.

### 3.5 Analisis Uji Statistik Kinerja Model

Analisis uji kinerja model yang digunakan untuk menilai keoptimalan dari dua metode grafis dan satu metode RDF yaitu:

#### 3.5.1 *Root Mean Square Error* (RMSE)

Metode *Root Mean Square Error* (RMSE) merupakan nilai rata-rata akar kuadrat selisih antara data hasil prediksi dengan data observasi. Menurut Mulla dan Addiscon (1999: 30) uji kinerja ini digunakan untuk mengevaluasi kinerja dengan mengukur tingkat kesalahan antara debit terukur dan debit terhitung. Apabila semakin rendah nilai RMSE yang dihasilkan, maka tingkat kesalahannya semakin kecil. Metode yang terbaik dipilih dari perhitungan RMSE yang menghasilkan nilai paling rendah, mendekati nilai optimal, yaitu 0 (nol). Persamaan RMSE adalah sebagai berikut:

$$(\text{RMSE}) = \frac{\sqrt{\sum(Q_0 - Q_m)^2}}{n} \dots\dots\dots(3.4)$$

Keterangan :

- $Q_0$  : debit terukur
- $Q_m$  : debit terhitung
- $n$  : jumlah sample

#### 3.5.2 *R Squared* ( $R^2$ )

Nilai *R Squared* ( $R^2$ ) sering disebut dengan koefisien determinasi, diartikan sebagai seberapa besar kemampuan semua variabel bebas dalam menjelaskan varians dari variabel terikatnya. Apabila nilai *R Squared* ( $R^2$ ) yang dihasilkan semakin tinggi, maka kedua data menunjukkan hubungan yang sesuai. Persamaan *R Squared* ( $R^2$ ) adalah sebagai berikut:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum(Q_0 - Q_M)^2}{(Q_0 - \bar{Q}_M)^2} \dots\dots\dots(3.5)$$

keterangan:

- $R^2$  : tingkat kesesuaian debit terukur dan debit terhitung
- $Q_0$  : debit terukur
- $Q_M$  : debit terhitung
- $\bar{Q}_M$  : rerata debit terhitung (Indarto, 2010: 170).

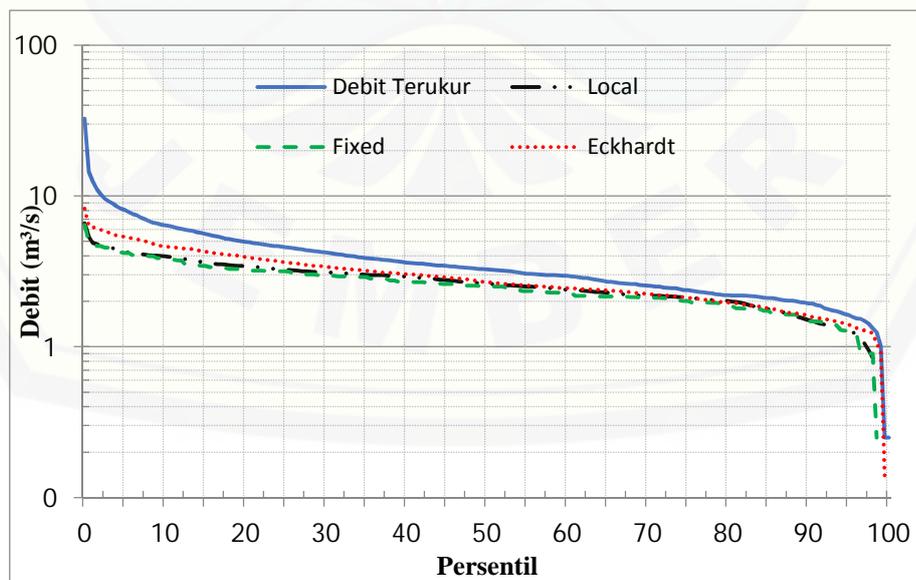
### 3.5.3 Flow Duration Curve (FDC)

Kurva durasi aliran (*Flow Duration Curve/FDC*) merupakan metode sederhana untuk menyatakan kisaran (*range*) dari seri data rentang waktu. Menurut Indarto (2010) FDC digunakan untuk merangking semua data debit dalam rentang waktu dan mengplotnya dengan nilai persentase kemunculan dari 0% sampai 100% serta diurutkan dari peringkat terbesar hingga terkecil. FDC dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 3.6 berikut ini.

$$P=100 \times \left[ \frac{M}{(n+1)} \right] \dots\dots\dots(3.6)$$

Keterangan :

- P = probabilitas dari debit air
- M = posisi rangking dari data debit
- n = jumlah data (Brodie dan Hostetler, 2012).



Gambar 3.3 Contoh grafik FDC dari ketiga metode



## BAB 4. KARAKTERISTIK FISIK DAN HIDROLOGI DAS

### 4.1 Karakteristik DAS

Karakteristik masing-masing DAS harus diketahui terlebih dahulu sebelum menganalisis hidrologi di dalam sebuah DAS. Tujuan dari mengetahui karakteristik DAS adalah untuk mempermudah dalam identifikasi peristiwa yang terjadi di dalam DAS, sehingga diketahui ciri khas dari setiap DAS yang diamati. Berikut merupakan karakteristik-karakteristik DAS yang ada di wilayah UPT PSDA Pasuruan.

#### 4.2.1 Karakteristik Fisik DAS

Karakteristik fisik DAS merupakan gambaran spesifik mengenai suatu DAS yang kasat mata. Adapun karakteristik fisik ini meliputi luas DAS, bentuk DAS, jenis tanah, tata guna lahan, dan tipe akuifer.

##### a. Karakteristik Bentuk dan Luas DAS

Karakteristik bentuk dan luas DAS dari keenam DAS yang diamati ditunjukkan pada tabel 4.1 sebagai berikut.

Tabel 4.1 Karakteristik bentuk dan luas DAS

| No | Nama DAS   | Karakteristik DAS |                            |
|----|------------|-------------------|----------------------------|
|    |            | Bentuk DAS        | Luas DAS(km <sup>2</sup> ) |
| 1  | Rondodingo | Memanjang         | 135.3                      |
| 2  | Rejoso     | Melebar           | 168.1                      |
| 3  | Kramat     | Melebar           | <b>177.4</b>               |
| 4  | Welang     | Memanjang         | 157.3                      |
| 5  | Kadalpang  | Memanjang         | <u>113.2</u>               |
| 6  | Pekalen    | Memanjang         | 165.2                      |

(Sumber: Data primer diolah, 2014).

Tabel 4.1 Menunjukkan luasan dan bentuk keenam DAS yang diamati. Luas DAS diasumsikan sebagai besarnya area tangkapan hujan atau resapan air di sekitar daerah aliran sungai. Dalam penelitian ini luas DAS diperoleh dengan menggunakan *Software Quantum GIS*.

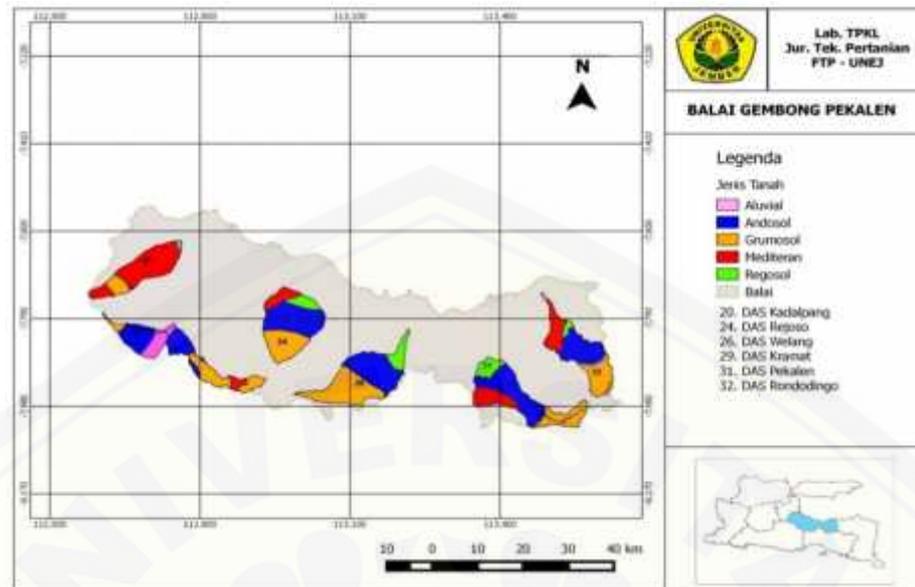
Klasifikasi bentuk DAS mempengaruhi karakteristik debit di tiap DAS. Semakin besar luas DAS maka semakin besar daya resap air yang terdapat pada wilayah DAS. DAS yang memiliki luasan terbesar yaitu DAS Kramat dengan luasan sebesar 177,4 km<sup>2</sup>.

Bentuk DAS mempunyai pengaruh pada pola aliran sungai dan titik puncak debit aliran. DAS dengan bentuk memanjang mempunyai waktu puncak banjir yang relatif singkat, karena begitu hujan turun air akan dengan cepat menuju titik pertemuan (*outlet*) dan sangat kecil kemungkinannya untuk sampai di *outlet* pada saat yang sama sehingga debit puncaknya relatif kecil. Sedangkan pada DAS yang berbentuk melebar dapat menghasilkan debit puncak yang lebih tinggi, karena titik-titik air dari berbagai lokasi dibagian hulu sampai di *outlet* relatif bersamaan (Indarto, 2010:89).

DAS yang mempunyai bentuk memanjang adalah DAS Rondodingo dengan luas sebesar 135.3 km<sup>2</sup>, DAS Welang sebesar 157.3 km<sup>2</sup>, DAS Kadalpang sebesar 113.2 km<sup>2</sup>, dan DAS Pekalen sebesar 165.2 km<sup>2</sup>, sedangkan DAS yang berbentuk melebar yaitu: DAS Rejoso dengan luas sebesar 168.1 km<sup>2</sup>, DAS Kramat sebesar 177.4 km<sup>2</sup>.

#### b. Jenis Tanah

Tanah mempunyai peran penting bagi semua kehidupan di bumi karena tanah mendukung tumbuhan dengan menyediakan hara dan air sekaligus sebagai penopang akar. Penyebaran jenis tanah di wilayah UPT PSDA Pasuruan disajikan pada gambar 4.1, sedangkan persentase jenis tanah untuk masing-masing DAS disajikan pada tabel 4.2 berikut ini.



Gambar 4.1 Peta jenis tanah di wilayah UPT PSDA Pasuruan (Sumber: Data diolah, 2014).

Tabel 4.2 Jenis tanah enam DAS di wilayah UPT PSDA Pasuruan

| Jenis Tanah | Persentase per luas DAS (%) |            |            |            |               |             |
|-------------|-----------------------------|------------|------------|------------|---------------|-------------|
|             | DAS Rondodingo              | DAS Rejoso | DAS Kramat | DAS Welang | DAS Kadalpang | DAS Pekalen |
| Aluvial     | 1.0                         | -          | -          | 16.9       | -             | -           |
| Andosol     | 40.4                        | 47.9       | 42.4       | 45         | 0.5           | 46.2        |
| Grumusol    | 29.7                        | 31.5       | 20         | 30.1       | 14.3          | 22.6        |
| Mediteran   | 23.3                        | 11.3       | 46.5       | 8          | 82.9          | 19.4        |
| Regosol     | 5.4                         | 9.3        | 10.9       | -          | -             | 11.8        |
| Latosol     |                             |            |            |            | 2.3           |             |

(Sumber: Data primer diolah, 2014).

Tabel 4.2 menampilkan perbedaan jenis tanah di wilayah UPT PSDA Pasuruan. Jenis tanah di wilayah UPT PSDA Pasuruan antara lain: alluvial, andosol, grumusol, mediteran, regosol, dan latosol.

Menurut Darmawijaya (1997), ciri-ciri dari masing-masing jenis tanah di dalam wilayah UPT PSDA Pasuruan adalah sebagai berikut:

#### 1. Tanah aluvial

Tanah ini merupakan tanah endapan yang belum memiliki perkembangan profil tanah yang baik. Tanah ini berbahan induk endapan liat liat dengan solum tanah cukup tebal berkisar antara 60-100 cm, berwarna kekelabuan-kekelabuan sampai kecoklat-coklatan, dan bertekstur lempung (*clay*) sampai lempung berpasir (*sandy loam*). Tanah ini umumnya mempunyai struktur pejal tanpa struktur dan konsistensinya keras waktu kering dan teguh waktu lembab. Tanah ini tersebar di kawasan wilayah datar sampai landai (kemiringan 0-8%).

#### 2. Tanah Andosol

Tanah ini mempunyai solum yang agak tebal, yaitu 100-125 cm, berwarna coklat, tekstur lempung berdebu sampai lempung, struktur remah dan konsistensi gembur. Bahan induknya abu atau pasir-truf vulkan intermediet. Kandungan hara sedang sampai tinggi dengan kandungan nitrogen tinggi, kandungan bahan organik tinggi, reaksi tanah asam sampai netral, daya menahan air baik, permeabilitas tanah cepat, dan sangat peka terhadap erosi. Secara garis besar tanah ini mempunyai sifat fisik dan kimia cukup baik, sehingga produktifitas tanahnya sedang sampai tinggi.

#### 3. Tanah Grumusol

Tanah grumusol mempunyai lapisan solum tanah tidak terlalu dalam atau tebal yaitu berkisar 100-200 cm, berwarna kelabu sampai hitam, dan teksturnya lempung sampai berliat. Kandungan bahan organik lapisan tanah ini pada umumnya rendah, daya menahan air cukup baik, sedangkan permeabilitasnya cukup lambat dan sangat peka terhadap bahaya erosi. Secara umum dapat disebutkan bahwa tanah ini memiliki sifat-sifat fisik dan kimia yang kurang bagus sampai sedang. Oleh sebab itu nilai produktivitas tanahnya rendah sampai sedang (Hardjowigeno, 1993).

#### 4. Tanah Mediteran

Tanah ini memiliki solum tanah yang cukup tebal berkisar 90-200 cm. Warna tanah coklat sampai merah, bertekstur lempung, struktur gumpal sampai gumpal bersudut, sedangkan konsistensinya gembur sampai teguh. Kandungan bahan organik rendah sampai sangat rendah. Reaksi tanah netral dan kadar unsur haranya tinggi. Tanah ini mempunyai daya menahan air sedang dan permeabilitas sedang. Kepekaan terhadap erosi adalah sedang sampai besar, dengan sifat fisik dan kimia umumnya baik, sehingga produktifitasnya sedang sampai tinggi.

#### 5. Tanah Regosol

Tanah regosol belum banyak mengalami perkembangan profil, sehingga tebal solumnya dangkal yaitu sekitar 50-60 cm. Tanah ini berwarna kelabu, coklat atau coklat kekuningan sampai keputih-putihan. Bertekstur pasir, pasir berlempung sampai lempung berpasir. Tanah ini terbentuk dari bahan induk abu atau pasir-tuff vulkan sehingga di golongan regosol vulkan dengan proses pembentukannya bersifat alterasi lemah atau tanpa perkembangan. Tanah ini tersebar di kawasan dengan bentuk wilayah datar sampai bergelombang (kemiringan 0-15%).

#### 6. Tanah Latosol

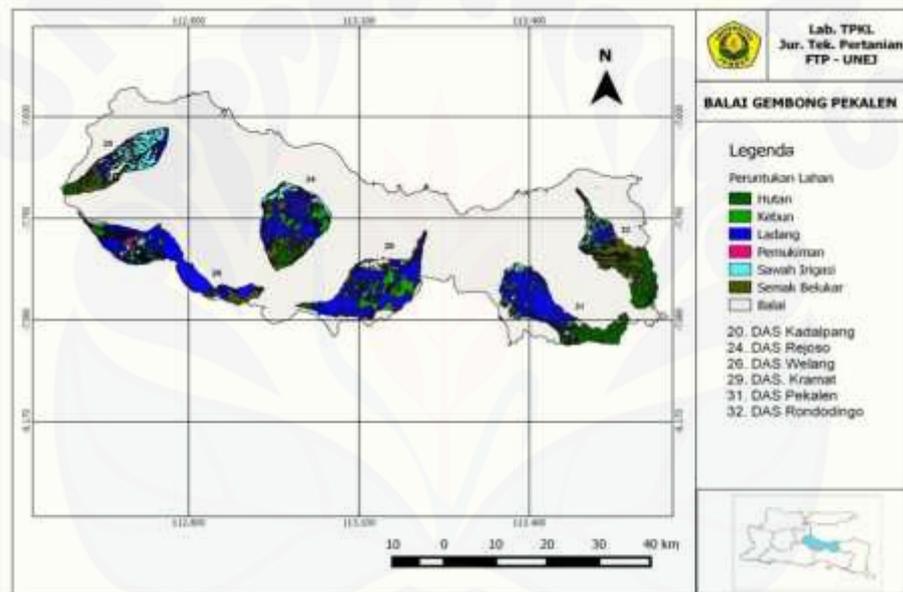
Tanah latosol mempunyai struktur tanah yang remah, mudah lapuk, stabilitas agregat tinggi, solum dalam lebih dari 150 cm. Tanah ini berwarna tanah yang seragam dengan batas horizon baur, bisa berwarna merah, coklat kemerahan, coklat, coklat kekuningan. Tanah ini terbentuk dari bahan induk vulkan berupa tufa maupun batuan beku. Tanah ini mempunyai PH antara 4.5-5.5.

Berdasarkan tabel 4.2 dapat diketahui bahwa DAS Rondodingo memiliki jenis tanah alluvial (1%), andosol (40.4%), grumusol (29.7%), mediteran (23.3%), dan regosol (5.6%). DAS Rejoso didominasi tanah andosol (47.9%), grumusol (31.5%), mediteran (11.3%) dan regosol (9.3%). DAS Kramat memiliki jenis tanah mediteran (0.20%), andosol (42.4%), grumusol (46.5%), dan regosol (10.9%). DAS Welang juga memiliki jenis tanah alluvial (16.9%), andosol (45%), grumusol (30.1%), dan mediteran (8%). DAS Kadalpang didominasi oleh tanah grumusol (14.3%), latosol (2.3%), andosol (0.5%), grumusol (14.3%), dan

mediteran (82.9%). Sedangkan untuk DAS Pekalen memiliki jenis tanah andosol (46.2%), grumosol (22.6%), mediteran (19.4%) dan sisanya regosol (11.8%).

### c. Peruntukan Lahan

Peruntukan lahan di wilayah UPT PSDA Pasuruan mempunyai beberapa beragam penggunaan lahan, seperti: hutan, perkebunan, ladang, pemukiman, sawah irigasi dan semak belukar. Penyebaran peruntukan lahan untuk wilayah UPT PSDA Pasuruan disajikan pada gambar 4.2 berikut:



Gambar 4.2 Peta peruntukan lahan di wilayah UPT PSDA Pasuruan (Sumber: Data primer diolah, 2014).

Berdasarkan gambar di atas diketahui persentase luas masing-masing peruntukan lahan seperti disajikan dalam tabel 4.3 berikut ini.

Tabel 4.3 Jenis tata guna lahan

| Tata Guna Lahan | Persentase per luas DAS (%) |            |            |             |               |             |
|-----------------|-----------------------------|------------|------------|-------------|---------------|-------------|
|                 | DAS Rondodingo              | DAS Rejoso | DAS Kramat | DAS Welang  | DAS Kadalpang | DAS Pekalen |
| Hutan           | 31                          | 8.6        | 1.5        | <b>37.7</b> | 10.2          | 27.6        |
| Kebun           | 7                           | 17.5       | 24.6       | <b>28.6</b> | 7.7           | 7.8         |

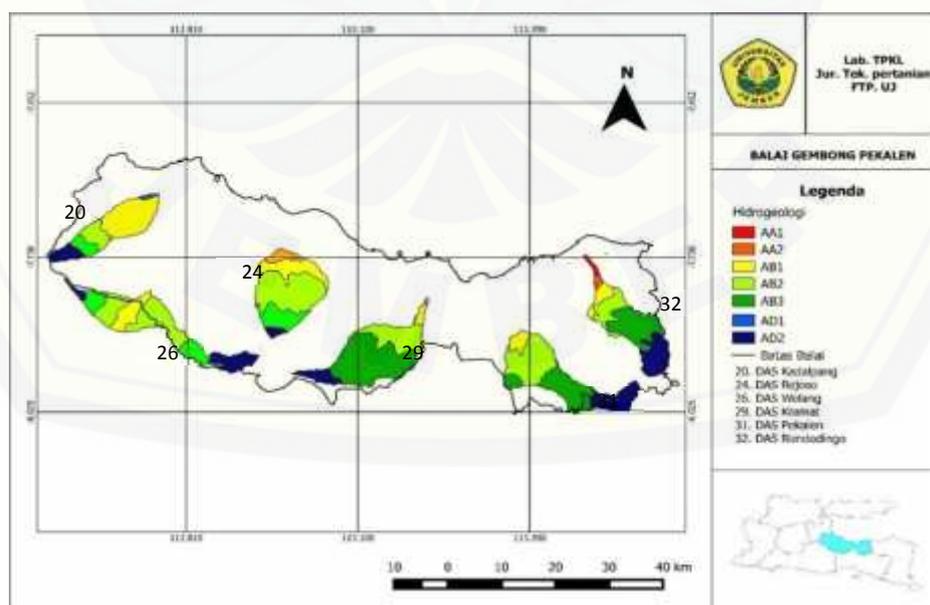
|               |             |      |             |      |             |      |
|---------------|-------------|------|-------------|------|-------------|------|
| Ladang        | 10.6        | 43.3 | <b>57.9</b> | 17.2 | 13.6        | 48.9 |
| Pemukiman     | 5.6         | 4.2  | 4.4         | 10.8 | <b>13.4</b> | 1.8  |
| Sawah irigasi | 11.9        | 7.7  | 2.7         | 5.5  | <b>38.6</b> | 3.8  |
| Semak belukar | <b>29.7</b> | 17.4 | 2.4         | 5.9  | 9.4         | 8.4  |

(Sumber: Data primer diolah, 2014).

Tabel 4.3 menampilkan persentase peruntukan lahan atau tata guna lahan yang berada di sekitar wilayah keenam DAS. Persentase terbesar untuk hutan dan kebun terdapat di DAS Welang yaitu: 37.7 % dan 28.6%. Persentase terbesar untuk ladang terdapat di DAS Kramat sebesar 57.9%. Persentase terbesar untuk pemukiman dan sawah irigasi terdapat di DAS Kadalpang sebesar 13.4% dan 38.6%. Sedangkan persentase semak belukar terbesar terdapat di DAS Rondodingo sebesar 29.7%. Wilayah UPT PSDA Pasuruan didominasi peruntukan lahan dengan vegetasi yang bagus, sehingga pada musim penghujan air banyak yang terinfiltrasi, volume air limpasan kecil, dan penguapan permukaan tanah juga kecil

#### d. Hidrogeologi

Peta hidrogeologi di wilayah UPT PSDA Pasuruan disajikan pada gambar 4.3 dan persentase hidrogeologi disajikan pada tabel 4.4 sebagai berikut.



Gambar 4.3 Peta hidrogeologi di wilayah UPT PSDA Pasuruan

(Sumber: Data primer diolah, 2014).

Penentuan ada atau tidaknya air tanah di daerah aliran sungai, maka harus mengetahui jenis lapisan batuan, lapisan yang mengandung air tanah sering disebut dengan akuifer. Menurut Seyhan (1997) akuifer adalah salah satu lapisan, formasi, atau kelompok formasi bebatuan yang dapat menyimpan dan mengalirkan air tanah. Berdasarkan gambar 4.3 di atas, maka karakteristik akuifer DAS di wilayah UPT PSDA Pasuruan dibedakan kedalam beberapa tipe, yaitu: (1) akuifer dengan aliran melalui ruang antar butir yang berproduktivitas tinggi dan penyebaran luas (AA1), (2) akuifer produktif dengan penyebaran luas (AA2), (3) akuifer dengan aliran melalui celahan dan ruang antar butir yang berproduktivitas tinggi dan penyebaran luas (AB1), (4) akuifer yang berproduktivitas sedang dan penyebaran luas (AB2), (5) akuifer produktif terdapat setempat-setempat (AB3), (5) akuifer produktif kecil dan setempat (AD1), dan (6) akuifer produktifitas kecil dan daerah air langka (AD2).

Tabel 4.4 Tipe akuifer di tiap DAS

| Jenis<br>Aquifer | Persentase per luas DAS (%) |               |               |               |                  |                |
|------------------|-----------------------------|---------------|---------------|---------------|------------------|----------------|
|                  | DAS<br>Rondoningo           | DAS<br>Rejoso | DAS<br>Kramat | DAS<br>Welang | DAS<br>Kadalpang | DAS<br>Pekalen |
| AA1              | 2.5                         | -             | -             | -             | -                | -              |
| AA2              | 2.7                         | 7.1           | 0.4           | -             | -                | -              |
| AB1              | 9.9                         | 19.3          | 3.1           | 15.5          | 56.4             | 7              |
| AB2              | 19.8                        | 51.1          | 27.3          | 45.2          | 16.9             | 39.3           |
| AB3              | 39.5                        | 18.4          | 60.4          | 21.2          | 11.3             | 35             |
| AD1              | 1.2                         | -             | -             | -             | 2                | -              |
| AD2              | 24.1                        | 3.8           | 8.5           | 17.9          | 13.2             | 18.5           |

(Sumber: Data primer diolah, 2014).

Berdasarkan tabel 4.4 DAS-DAS yang ada di wilayah UPT PSDA Pasuruan didominasi oleh beberapa tipe akuifer. DAS Rondodingo didominasi oleh tipe akuifer AB3 sebesar 39.5 %, DAS Rejoso dengan tipe AB2 sebesar 51.1 %, DAS Kramat oleh tipe akuifer AB3 60.4 %, DAS Welang AB2 oleh tipe akuifer AB2 45.2 %, DAS Kadalpang oleh tipe AB1 sebesar 56.4 %, dan DAS Kadalpang oleh tipe AB2 39.3 %.

#### 4.2.2 Karakteristik Hidrologi

Data yang digunakan untuk analisis karakteristik hidrologi dari ke-enam DAS merupakan data hujan harian dan data debit dari pengukuran langsung pada setiap stasiun hujan di sekitar kawasan DAS. Data hujan dan data debit yang digunakan adalah data 1 Januari 1997 sampai dengan 31 Desember 2005.

##### a. Karakteristik Curah Hujan

Data curah hujan yang digunakan untuk menentukan karakteristik hujan pada enam DAS. Data curah hujan yang digunakan merupakan rekaman mulai tahun 1997-2005. Besarnya curah hujan tiap DAS dapat dilihat pada tabel 4.5 berikut ini.

Tabel 4.5 Karakteristik curah hujan

| No | Karakteristik Hujan |            |                  |                  |
|----|---------------------|------------|------------------|------------------|
|    | Bentuk DAS          | Nama DAS   | $Q_{\text{Min}}$ | $Q_{\text{Max}}$ |
| 1  | Memanjang           | Rondodingo | 0.00             | 134.0            |
| 2  | Melebar             | Rejoso     | 0.00             | <u>80.00</u>     |
| 3  | Melebar             | Kramat     | 0.00             | 84.00            |
| 4  | Memanjang           | Welang     | 0.00             | 145.00           |
| 5  | Memanjang           | Kadalpang  | 0.00             | 95.00            |
| 6  | Memanjang           | Pekalen    | 0.00             | <b>178.00</b>    |

(Sumber: Data primer diolah, 2014).

Tabel 4.5 dapat diketahui nilai hujan harian maksimum dan data hujan harian minimum. Nilai curah hujan terbesar dapat dilihat dengan angka yang dicetak tebal. Nilai terkecil dapat dilihat dengan angka yang diberi garis bawah. Perbedaan ini di pengaruhi oleh iklim di masing-masing DAS.

Besarnya curah hujan turut mempengaruhi besarnya debit yang diperoleh pada suatu DAS. Semakin besar curah hujan pada suatu DAS, maka debit yang dihasilkan juga semakin besar. DAS yang memiliki nilai hujan harian maksimal tertinggi terdapat di DAS Pekalen dengan nilai curah hujan harian maksimal 178 mm/hari dengan bentuk DAS memanjang.

### b. Karakteristik Debit

Data debit yang digunakan merupakan rekaman debit harian untuk periode 1 Januari 1997 sampai dengan 31 Desember 2005. Nilai karakteristik debit untuk masing-masing DAS ditunjukkan pada tabel 4.6 berikut ini.

Tabel 4.6 Karakteristik debit

| No | Bentuk DAS | Karakteristik Debit |             |               |                 |
|----|------------|---------------------|-------------|---------------|-----------------|
|    |            | Nama DAS            | $Q_{Min}$   | $Q_{Max}$     | $Q_{Rata-rata}$ |
| 1  | Memanjang  | Rondodingo          | 0.25        | 101.00        | 4.99            |
| 2  | Melebar    | Rejoso              | <b>5.48</b> | 110.19        | <b>12.52</b>    |
| 3  | Melebar    | Kramat              | 0.11        | <b>193.03</b> | 2.62            |
| 4  | Memanjang  | Welang              | 0.25        | <u>32.55</u>  | 3.89            |
| 5  | Memanjang  | Kadalpang           | <u>0.04</u> | 69.04         | <u>2.91</u>     |
| 6  | Memanjang  | Pekalen             | 3.35        | 94.30         | 10.94           |

(Sumber: Data primer diolah, 2014).

Debit merupakan besarnya air yang mengalir dari suatu penampang per satuan waktu. Berdasarkan tabel 4.6 dapat diketahui nilai debit minimum, debit maksimum, dan debit rata-rata. Nilai debit terbesar dapat dilihat dengan angka yang di cetak tebal dan nilai debit yang terkecil dapat dilihat dengan nilai yang diberi garis bawah.

Tabel 4.6 di atas dapat dilihat kejadian debit pada enam DAS selama periode 1997-2005. DAS yang memiliki debit maksimal dan terkecil diantara keenam DAS terdapat di DAS Welang dengan nilai debit sebesar  $32,55 \text{ m}^3/\text{s}$ . Hal ini dikarenakan DAS Welang berbentuk memanjang, sehingga waktu tiba banjir dari anak-anak sungai berbeda dan berlangsung agak lama yang mengakibatkan debit relatif kecil.

DAS yang berbentuk melebar nilai debit maksimalnya paling besar, hal ini dikarenakan perjalanan debit dari anak-anak sungai samapai ke *outlet* bersamaan sehingga debitnya besar. DAS yang berbentuk melebar adalah DAS Rejoso dengan nilai debit sebesar  $110.9 \text{ m}^3/\text{s}$  dan DAS Kramat dengan nilai debit sebesar  $193.03 \text{ m}^3/\text{s}$ .

## BAB 5. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemisahan *baseflow* pada penelitian ini menggunakan dua metode grafis dan satu metode RDF (*Recursive digital filter*) di wilayah UPT PSDA Pasuruan. Analisis ini membandingkan antara nilai debit terukur dengan nilai debit terhitung dari ketiga yang digunakan. Debit terukur diperoleh dari pengukuran langsung dari stasiun AWLR (*Automatic Water Level Recorder*). Adapun debit terhitung diperoleh dari perhitungan dua metode grafis yaitu: *Local Minimum Method*, *Fixed Interval Method*, dan metode RDF yaitu: *Eckhardt Filter*.

### 5.1 Analisis Aliran dasar (*Baseflow*) Periode Kalibrasi

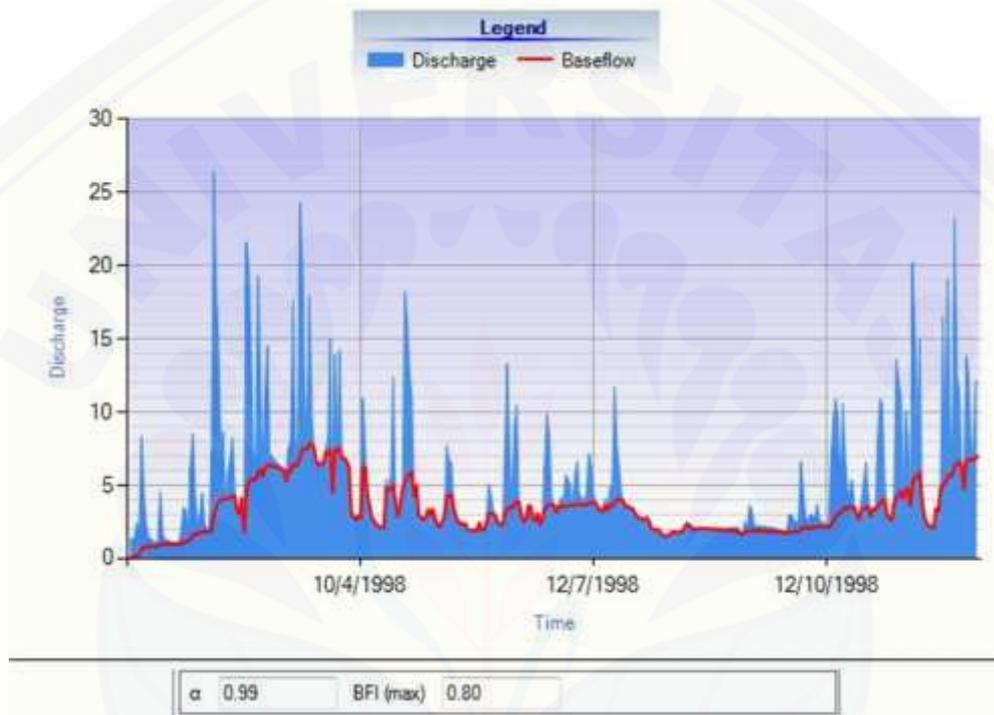
Pemilihan periode kalibrasi perlu dilakukan untuk mendapatkan parameter yang optimal. Parameter yang optimal dapat dicapai apabila terdapat kesesuaian pola dan kohorensi yang tinggi antara debit terukur dan debit terhitung.

Metode kalibrasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan metode *trial and error*, pengesetan parameter dalam model dilakukan secara manual oleh operator. Pengesetan oleh operator dilakukan dengan menaikkan dan menurunkan nilai parameter sampai diperoleh kombinasi parameter yang paling optimal, yaitu kesesuaian atau kecocokan antara debit terukur dan debit terhitung.

#### 5.1.1 Nilai parameter yang diuji

Untuk menghasilkan nilai kalibrasi dan validasi yang optimal dibutuhkan nilai parameter untuk masing-masing DAS, yaitu: parameter  $N$ ,  $f$ ,  $\alpha$ , dan  $BFI_{max}$ . Nilai  $N$  adalah durasi limpasan permukaan, yaitu jumlah hari setelah limpasan permukaan berhenti. Koefisien parameter  $f$  merupakan titik balik (*turning point*), parameter  $f$  (*turning point*) digunakan untuk mengindikasikan hari dan awal kontribusi *baseflow* terhadap nilai debit (Piggot *et. al*, 2012). Koefisien parameter  $\alpha$  merupakan parameter *filter*, sedangkan  $BFI_{max}$  adalah *baseflow index* atau indek aliran dasar.

Pengoptimalan nilai parameter di atas dilakukan dengan menggunakan metode *trial and error*. Metode *trial and error* dihentikan apabila telah didapatkan nilai yang menghasilkan garis yang menandakan antara pemodelan aliran dasar (debit terhitung) saling berhimpitan dengan aliran sungai (debit terukur). Proses ini dilakukan setiap tahun pada DAS di UPT PSDA Pasuruan (gambar 2).



Gambar 5.1 Contoh garis kesesuaian antara debit terukur dan debit terhitung

Gambar 5.1 merupakan contoh set parameter antara debit terukur dan debit terhitung pada tahun 2005 di DAS Kadalapang Bangil. Rentang nilai parameter yang didapatkan dari masing-masing metode di tampilkan pada Tabel (5.1) sebagai berikut:

Tabel 5.1 Rentang nilai koefisien parameter yang diuji tiap tahunnya pada semua DAS

| No. | Metode                       | Parameter |             |             |        |
|-----|------------------------------|-----------|-------------|-------------|--------|
|     |                              | N         | f           |             | BFImax |
| 1   | <i>Local Minimum Method</i>  | 5 - 11    | 0.90 - 0.95 | -           | -      |
| 2   | <i>Fixed Interval Method</i> | 10 - 30   | -           | -           | -      |
| 3   | <i>Eckhardt Filter</i>       | -         | -           | 0.92 - 0.99 | 0.80   |

(Sumber: Data primer diolah, 2014).

Tabel 5.1 menampilkan rentang nilai koefisien parameter dari ketiga metode pemisahan aliran dasar ditetapkan melalui metode *trial and error* pada tiap tahunnya. Nilai rentang nilai tersebut mencakup semua *range* nilai terkecil sampai terbesar yang diuji cobakan pada masing-masing DAS.

Nilai parameter yang dihasilkan pada tiap tahunnya di rata-rata. Sehingga didapatkan nilai rerata parameter untuk semua metode tiap DAS. Nilai rerata tersebut digunakan untuk memisahkan *baseflow* pada semua periode.

### 5.1.2 Nilai parameter optimal pada setiap DAS

Tabel 5.2 dibawah ini menampilkan nilai parameter optimal ketiga metode yang merupakan hasil dari nilai rerata parameter pada setiap tahunnya di masing-masing DAS.

Tabel 5.2 Nilai koefisien parameter optimal dari ketiga metode pemisahan aliran dasar tahun 1997-2005

| No | Nama DAS   | <i>Local Minimum Method</i> |      | <i>Fixed Interval Method</i> |  | <i>Eckhardt Filter</i> |      |
|----|------------|-----------------------------|------|------------------------------|--|------------------------|------|
|    |            | N                           | f    | N                            |  | BFImax                 |      |
| 1  | Rondodingo | 10                          | 0.90 | 30                           |  | 0.92                   | 0.80 |
| 2  | Rejoso     | 10                          | 0.95 | 30                           |  | 0.98                   | 0.80 |
| 3  | Kramat     | 5                           | 0.95 | 10                           |  | 0.99                   | 0.80 |
| 4  | Welang     | 9                           | 0.95 | 30                           |  | 0.99                   | 0.80 |
| 5  | Kadalpang  | 5                           | 0.94 | 19                           |  | 0.95                   | 0.80 |
| 6  | Pekalen    | 11                          | 0.95 | 30                           |  | 0.98                   | 0.80 |

(Sumber: Data primer diolah, 2014).

### 5.1.3 Perbandingan Nilai RMSE (*Root Mean Square Error*)

Tabel 5.3 menampilkan nilai RMSE pada DAS Kadalpang Bangil dengan menggunakan ketiga metode selama bulan Juli-September tahun 1997-2005.

Tabel 5.3 Nilai RMSE pada DAS Kadalpang Bangil

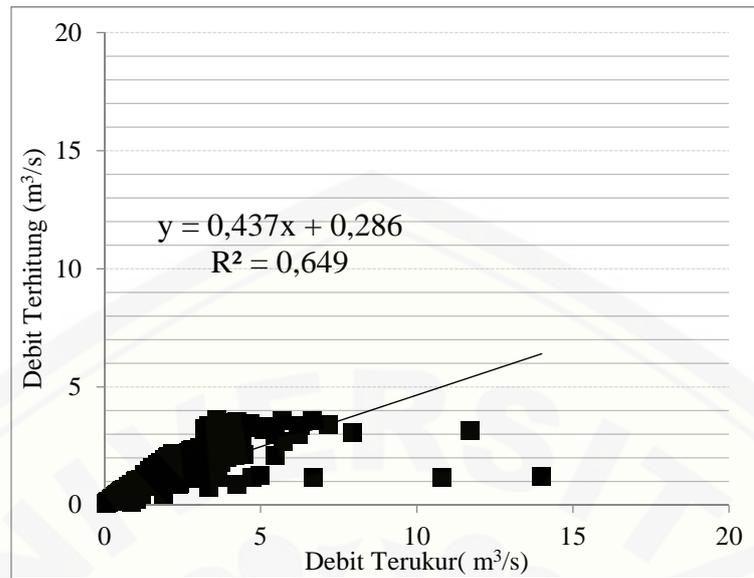
| Metode                       | RMSE Periode Kalibrasi |
|------------------------------|------------------------|
| <i>Local Minimum Method</i>  | 0.032                  |
| <i>Fixed Interval Method</i> | 0,035                  |
| <i>Eckhardt Filter</i>       | 0,028                  |

(Sumber: Data primer diolah. 2014).

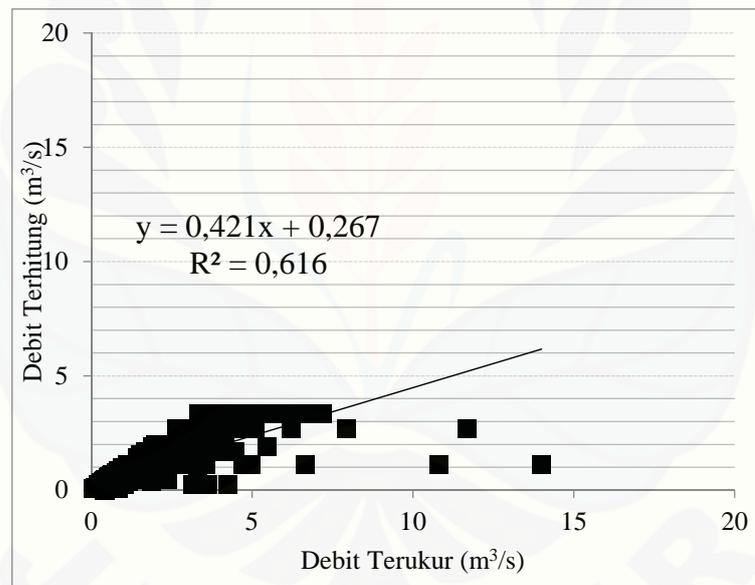
Hasil uji statistik menggunakan RMSE menunjukkan bahwa metode yang menghasilkan kinerja yang lebih baik dari ketiga metode adalah metode *Eckhardt Filter*. Nilai RMSE semakin kecil atau mendekati nol (0) menunjukkan tingkat kesalahan selama pengolahan semakin kecil.

### 5.1.4 Perbandingan nilai R Squared ( $R^2$ )

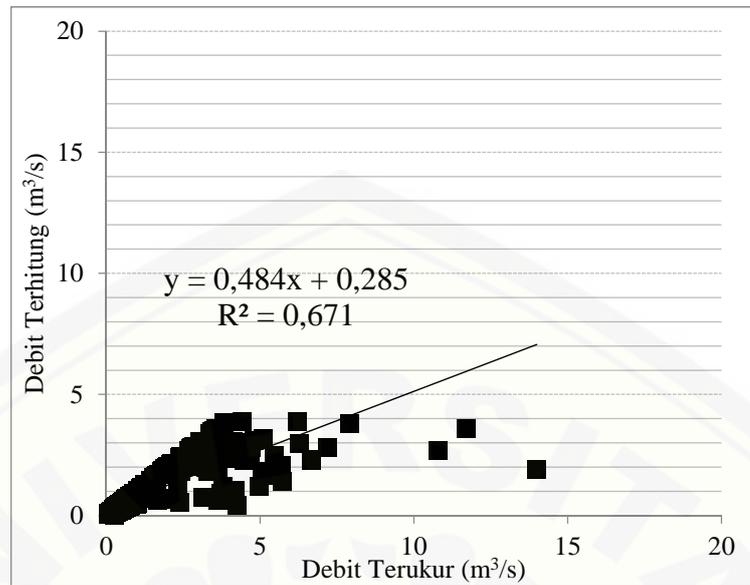
Untuk mengetahui  $R^2$  dari hubungan antara debit terukur dan debit terhitung pada DAS Kadalpang Bangil maka dibuat grafik seperti di sajikan pada gambar 5.2 berikut.



a. *Local Minimum Method*



b. *Fixed Interval Method*



c. *Eckhardt Filter*

Gambar 5.2 Grafik hubungan antara debit terukur dan debit terhitung di DAS Kadalpang Bangil

Gambar 5.2 menampilkan grafik hubungan antara debit terukur dan debit terhitung. Grafik di atas juga menampilkan nilai *R Squared* untuk ketiga metode dalam memodelkan aliran dasar pada periode kalibrasi (bulan Januari – bulan Desember) tahun 1997-2005 di DAS Kadalpang Bangil. Dari grafik di atas nilai *R Squared* yang paling tinggi terdapat pada metode *Eckhardt Filter* dengan nilai  $R^2$  sebesar 0.67. Nilai *R Squared* yang mendekati 1 tersebut menunjukkan bahwa kesesuaian antara debit terukur dan debit terhitung sangat kuat. Hal ini menunjukkan bahwa dari ketiga metode yang digunakan dalam memperkirakan pemisahan aliran dasar pada periode kalibrasi lebih optimal menggunakan metode *Eckhardt Filter*.

Grafik hubungan debit terukur dan debit terhitung dalam pemisahan aliran dasar untuk lima DAS yang lain terdapat pada lampiran halaman 53.

## 5.2 Analisis Aliran Dasar (*baseflow*) Periode Validasi

Validasi merupakan proses evaluasi terhadap model untuk mendapatkan gambaran tingkat ketidakpastian suatu model dalam memprediksi proses hidrologi. Validasi dilakukan pada masing-masing metode untuk semua tahun. Proses ini bertujuan untuk mengevaluasi apakah nilai parameter yang didapatkan dari proses kalibrasi pada DAS Kadalpang Bangil bisa digunakan untuk memisahkan aliran dasar pada DAS lainnya. Proses validasi ditampilkan dalam bentuk RMSE, *R Squared*, FDC, dan BFI (*Baseflow Index*).

### 5.2.1 Perbandingan RMSE (*Root Mean Square Error*)

Tabel 5.4 menampilkan nilai RMSE dari wilayah UPT PSDA Pasuruan dengan menggunakan ketiga metode selama bulan Juli-September tahun 1997-2005.

Tabel 5.4 Nilai RMSE pada enam DAS di wilayah UPT PSDA Pasuruan

| No | Nama DAS               | RMSE Periode bulan Juli-September |                              |                        |
|----|------------------------|-----------------------------------|------------------------------|------------------------|
|    |                        | <i>Local Minimum Method</i>       | <i>Fixed Interval Method</i> | <i>Eckhardt Filter</i> |
| 1  | Rondoningo             | 0.037                             | 0.055                        | 0.024                  |
| 2  | Rejoso                 | 0.060                             | 0.081                        | 0.071                  |
| 3  | Kramat                 | 0.028                             | 0.031                        | 0.020                  |
| 4  | Welang                 | 0.022                             | 0.023                        | 0.018                  |
| 5  | Kadalpang              | 0.032                             | 0.035                        | 0.028                  |
| 6  | Pekalen                | 0.046                             | 0.045                        | 0.040                  |
|    | <b>Min</b>             | 0.022                             | 0.023                        | 0.018                  |
|    | <b>Max</b>             | 0.060                             | 0.081                        | 0.071                  |
|    | <b>Rerata</b>          | 0.037                             | 0.045                        | 0.033                  |
|    | <b>Standar Deviasi</b> | 0.013                             | 0.020                        | 0.019                  |

(Sumber: Data primer diolah, 2014)

Tabel 5.4 menunjukkan perbandingan nilai RMSE untuk masing-masing DAS menggunakan parameter yang sama pada tiap DASnya, yaitu menggunakan parameter DAS Kadalpang Bangil. Tabel di atas juga menunjukkan metode yang memiliki kinerja yang lebih baik dari pada metode yang lainnya. Metode yang memiliki kinerja yang lebih baik adalah metode yang menghasilkan nilai RMSE mendekati nol (0). Jika nilai RMSE mendekati nol (0) maka tingkat kesalahannya semakin kecil. Metode yang menghasilkan nilai RMSE yang mendekati nol

terdapat pada metode *Eckhardt filter*. Jadi dari uji statistik menggunakan RMSE menunjukkan bahwa metode *Eckhardt Filter* merupakan metode yang optimal dalam pemisahan *baseflow* dan cocok digunakan di DAS-DAS di wilayah UPT PSDA Pasuruan.

Nilai RMSE untuk DAS Rondodingo, DAS Rejoso, DAS Kramat, DAS Welang, DAS Kadalpang, dan DAS Pekalen berturut-turut sebesar 0.024, 0.071, 0.020, 0.018, 0.028, dan 0.040.

### 5.2.2 Perbandingan R Squared ( $R^2$ )

Untuk mengetahui perbandingan R Squared masing-masing DAS di wilayah UPT PSDA Pasuruan selama bulan Januari-Desember tahun 1997 sampai tahun 2005 di tampilkan pada tabel 5.5 berikut.

Tabel 5.5 Perbandingan R Squared ketiga metode pada proses validasi tahun 1997-2005

| No | Nama DAS               | R Squared Tahun 1997-2005   |                              |                        |
|----|------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------|
|    |                        | <i>Local Minimum Method</i> | <i>Fixed Interval Method</i> | <i>Eckhardt Filter</i> |
| 1  | Rondodingo             | 0.845                       | 0.791                        | 0.876                  |
| 2  | Rejoso                 | 0.268                       | 0.341                        | 0.663                  |
| 3  | Kramat                 | 0.126                       | 0.188                        | 0.472                  |
| 4  | Welang                 | 0.390                       | 0.322                        | 0.613                  |
| 5  | Kadalpang              | 0.433                       | 0.342                        | 0.664                  |
| 6  | Pekalen                | 0.623                       | 0.550                        | 0.742                  |
|    | <b>Min</b>             | 0.126                       | 0.188                        | 0.472                  |
|    | <b>Max</b>             | 0.845                       | 0.791                        | 0.876                  |
|    | <b>Rerata</b>          | 0.447                       | 0.422                        | 0.671                  |
|    | <b>Standar Deviasi</b> | 0.256                       | 0.214                        | 0.134                  |

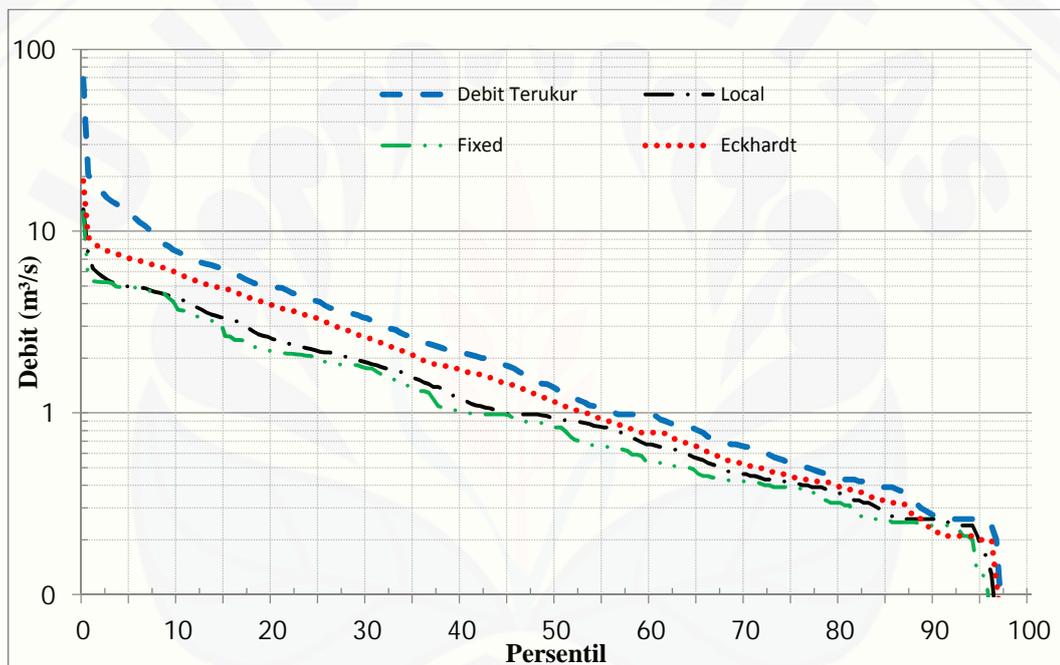
(Sumber: Data primer diolah, 2014)

Tabel 5.5 menampilkan nilai R Squared untuk masing-masing metode pada proses validasi di wilayah UPT PSDA Pasuruan. Metode yang memiliki nilai R Squared mendekati 1 merupakan metode yang memiliki kinerja yang lebih baik dari pada metode yang lain. Hasil dari uji R Squared secara keseluruhan dari keenam DAS yang ada di wilayah UPT PSDA Pasuruan diketahui metode yang optimal dalam pemodelan aliran dasar yaitu: metode *Eckhardt Filter*. Nilai R Squared untuk DAS Rejoso, DAS Kramat, DAS Welang, DAS Kadalpang, dan

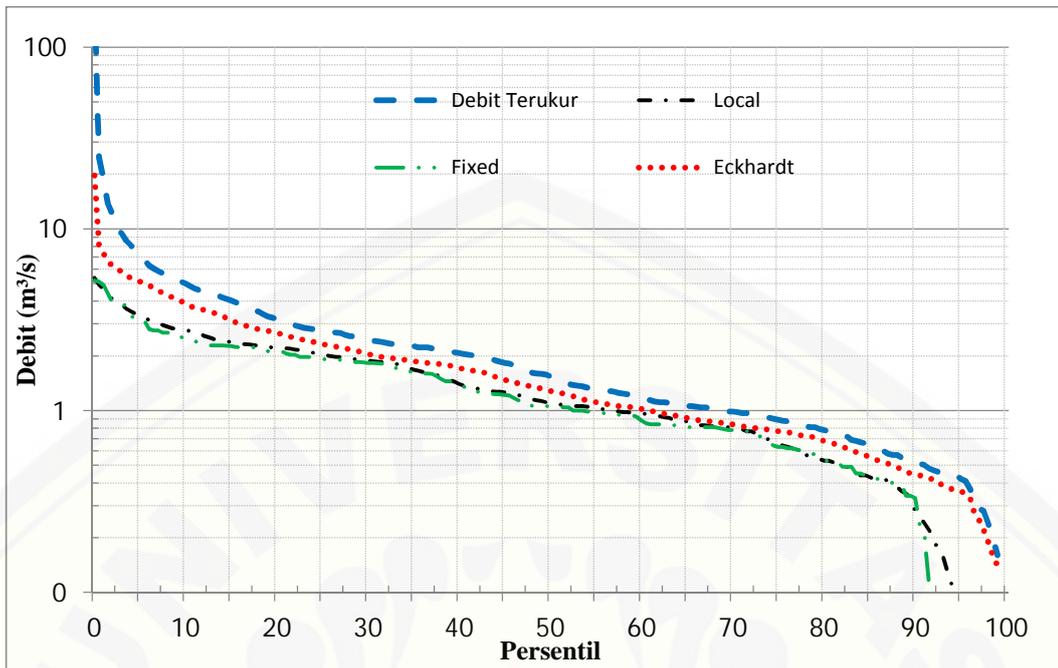
DAS Pekalen dengan nilai berturut-turut sebesar 0.876, 0.663, 0.472, 0.613, 0.664, dan 0.742.

### 5.2.3 Analisis Kurva Durasi Aliran (FDC)

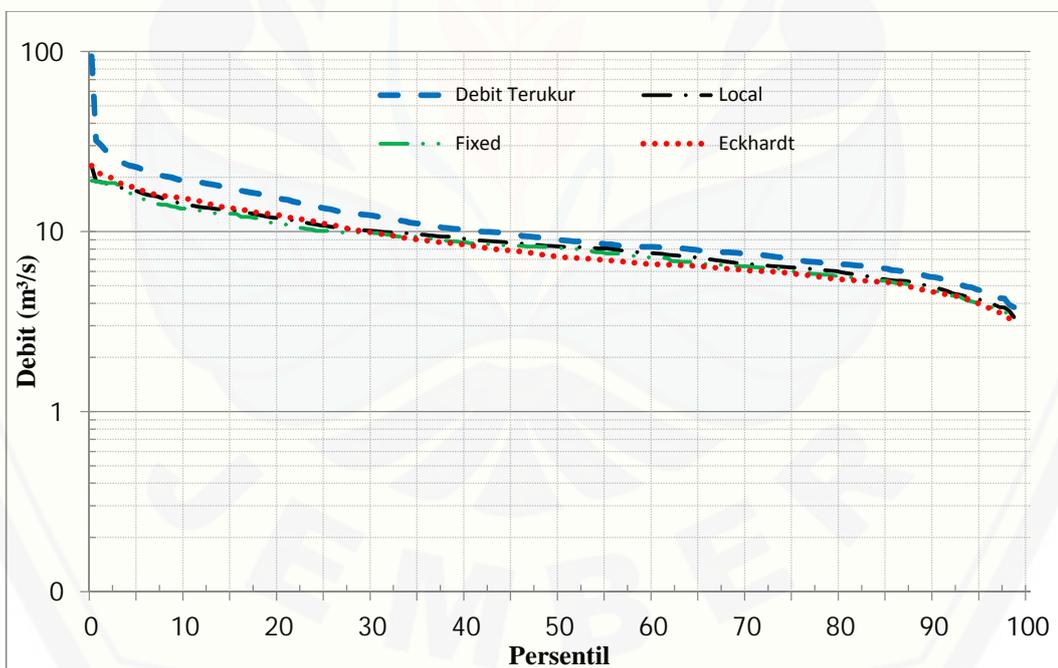
Analisis FDC (*flow duration curve*) merupakan metode analisis yang digunakan untuk menampilkan sebaran data berdasarkan *range*-nya. Grafik FDC untuk masing-masing DAS dari ketiga metode selama periode 1997-2005 disajikan pada gambar-gambar berikut ini.



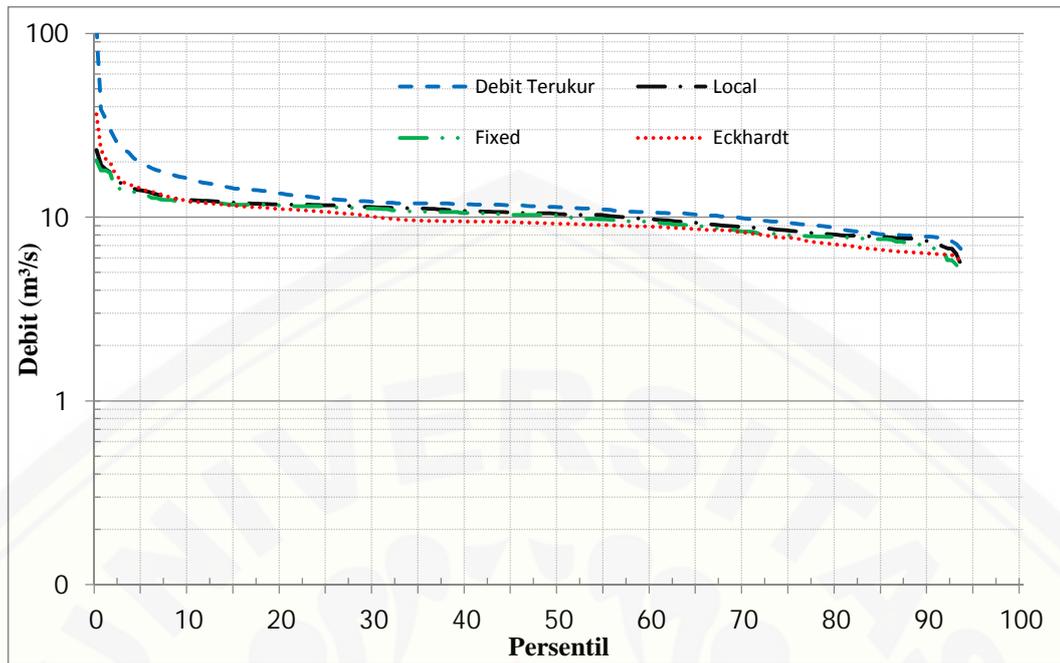
Gambar 5.3 Grafik *flow duration curve* pada DAS Kadalpang Bangil periode tahun 1997-2005



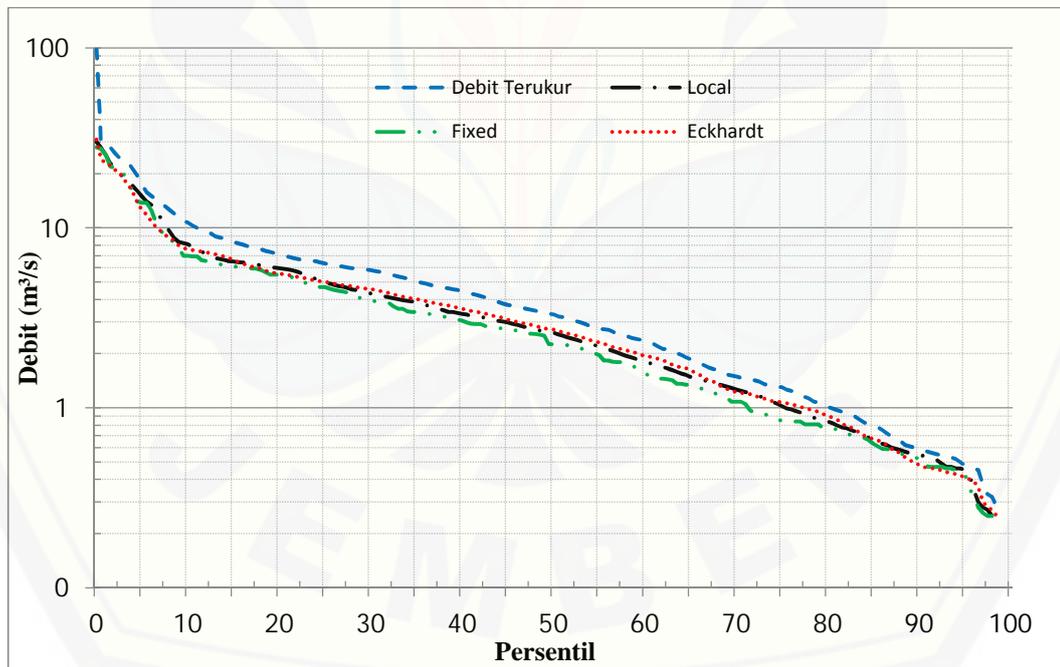
Gambar 5.4 Grafik *flow duration curve* pada DAS Kramat periode tahun 1997-2005



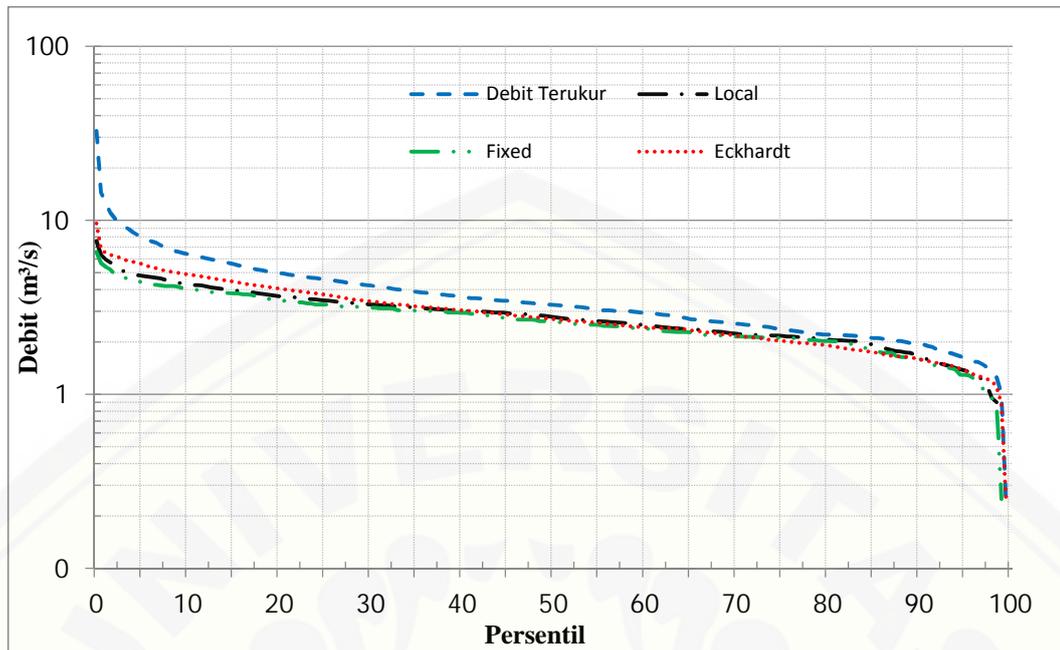
Gambar 5.5 Grafik *flow duration curve* pada DAS Pekalen periode tahun 1997-2005



Gambar 5.6 Grafik *flow duration curve* pada DAS Rejoso periode panjang tahun 1997-2005



Gambar 5.7 Grafik *flow duration curve* pada DAS Rondodingo periode panjang tahun 1997-2005



Gambar 5.8 Grafik *flow duration curve* pada DAS Welang periode panjang tahun 1997-2005

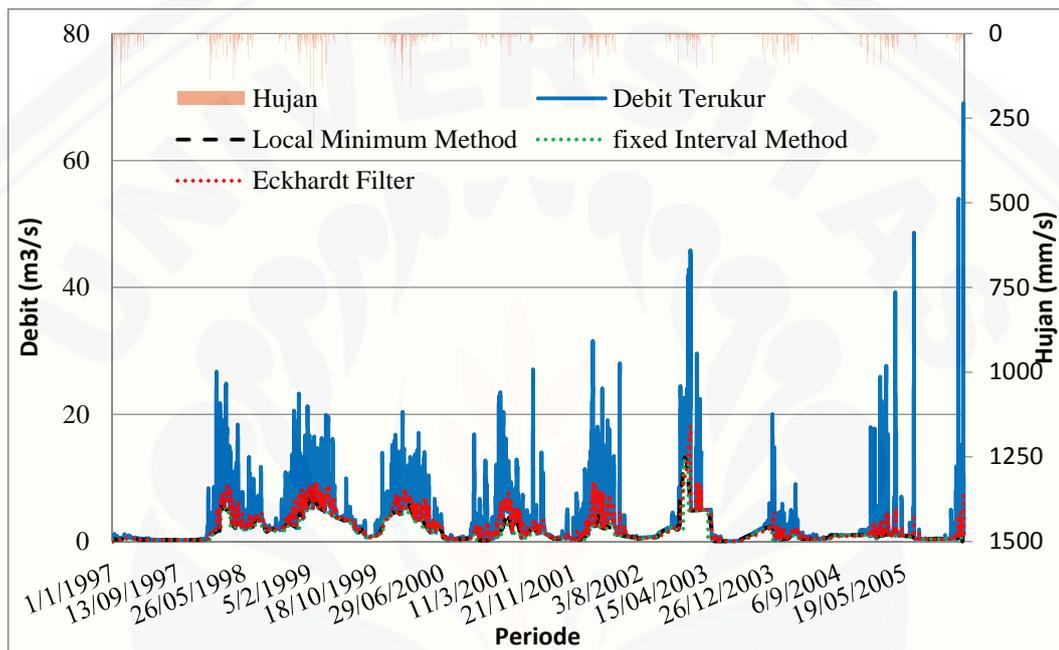
Gambar di atas merupakan grafik FDC dari masing-masing DAS di wilayah UPT PSDA Pasuruan. Hasil dari grafik FDC menunjukkan hubungan antara debit dengan persentase waktu. Pada grafik dapat dilihat bahwa garis debit terhitung masing-masing metode hampir berhimpitan atau mendekati garis debit terukur. Grafik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

#### 5.2.4 Hasil Pemisahan aliran Dasar (*Baseflow*)

Hasil pemisahan aliran dasar dari ketiga metode ditampilkan dalam bentuk grafik agar lebih mudah dalam membandingkan debit terhitung yang mendekati debit terukur. Pemisahan *baseflow* di tunjukkan dengan grafik periode panjang, periode tahunan, periode hujan, dan periode kemarau.

a. Periode Panjang

Periode panjang adalah periode seluruh data yang digunakan dalam mengolah data. Periode panjang yang digunakan dalam penelitian ini adalah tahun 1997-2005. Hasil pemisahan aliran dasar menggunakan ketiga metode pada DAS Kadalapang Bangil periode tahun 1997-2005 ditampilkan pada gambar 5.9 berikut ini.



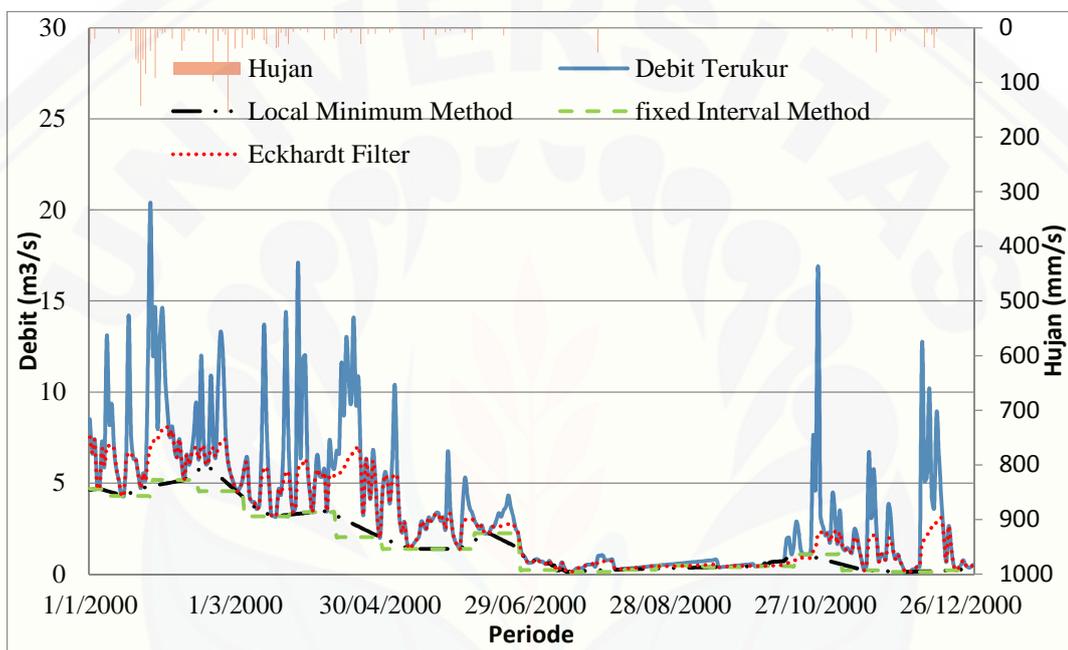
Gambar 5.9 Grafik hasil pemisahan aliran dasar pada tahun 1997-2005 di DAS Kadalapang Bangil (Sumber: Data primer diolah, 2014)

Gambar 5.9 dapat dilihat di atas menampilkan curah hujan, debit terukur, dan debit terhitung dari ketiga metode selama periode tahun 1997-2005 pada DAS Rondodingo. Plot data tersebut menunjukkan bahwa setiap tahun intensitas hujan berfluktuasi naik dan turun. Apabila intensitas hujan tinggi, maka nilai debit juga tinggi. Demikian sebaliknya, jika intensitas hujan rendah, maka nilai debit juga rendah. Nilai intensitas hujan berpengaruh terhadap besar kecilnya aliran dasar, karena tinggi rendahnya intensitas hujan mempengaruhi besar kecilnya volume air yang masuk ke dalam tanah. Air tersebut nantinya menjadi aliran bawah tanah (*groundwater*) kemudian mengalir menuju sungai sebagai aliran dasar (*baseflow*).

Namun pada periode panjang *baseflow* tidak terlalu kelihatan sehingga diperlukan pemisahan untuk periode pendek atau pertahun.

b. Periode Tahunan

Hasil pemisahan aliran dasar menggunakan ketiga metode di DAS Rondodingo pada tahun 1999 disajikan pada gambar 5.10 berikut ini.

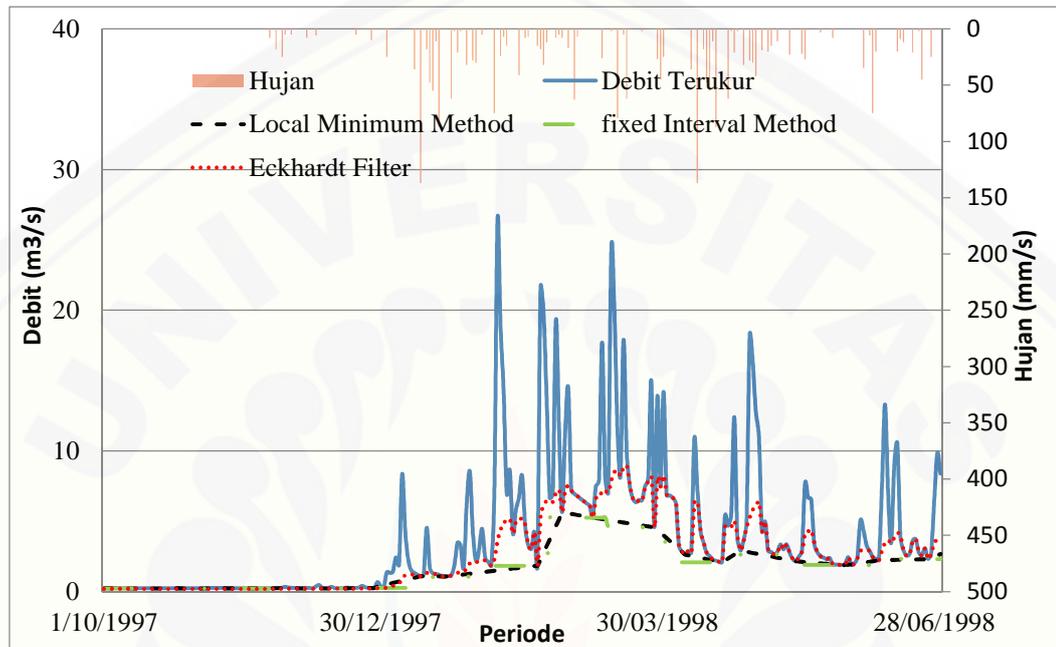


Gambar 5.10 Grafik hasil pemisahan aliran dasar pada tahun 1999 di DAS Kadalpang Bangil (Sumber: Data primer diolah, 2014)

Gambar 5.10 menunjukkan hasil pemodelan untuk periode tahun 2000 pada DAS Kadalpang Bangil. Curah hujan tinggi tercatat pada bulan Januari sampai awal bulan Juni, sedangkan pada bulan Juli sampai dengan bulan Oktober curah hujan sangat kecil bahkan tidak ada hujan. Tinggi rendahnya intensitas hujan berpengaruh terhadap volume aliran dasar atau *baseflow*. Hal ini terjadi karena semakin tinggi intensitas hujan, maka semakin besar air yang masuk ke wadah air bawah tanah yang akhirnya pada musim kemarau akan mengalir melalui suatu *otlet* menjadi aliran dasar.

c. Periode hujan

Hasil pemisahan aliran dasar menggunakan ketiga metode pada periode penghujan (bulan Oktober 1997-Juli tahun 1998) pada DAS Rondodingo seperti disajikan pada gambar 5.11 berikut ini.

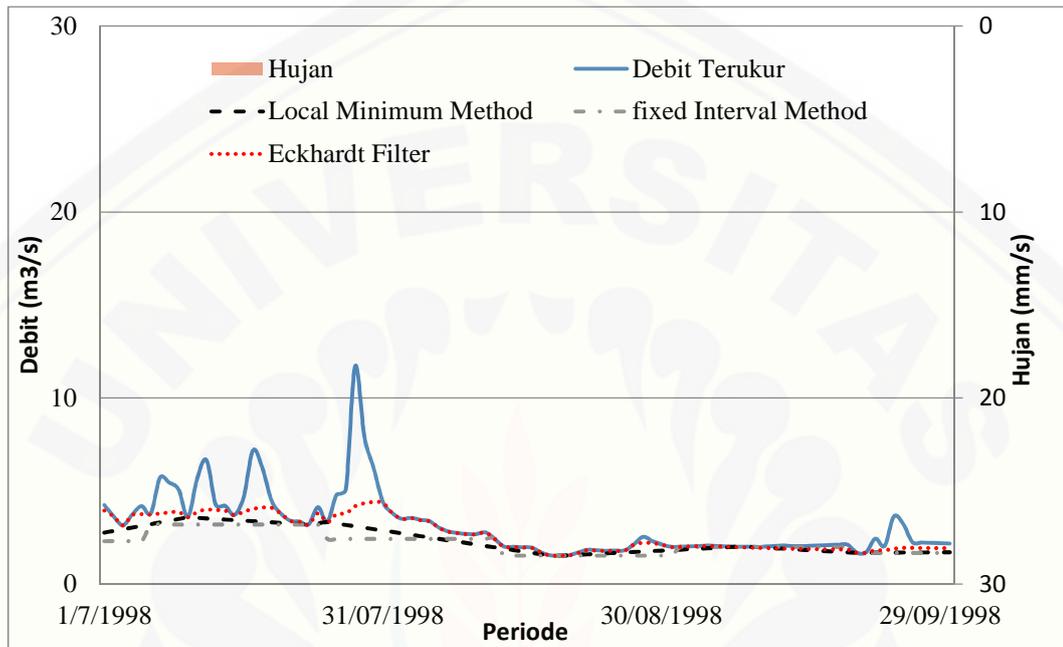


Gambar 5.11 Grafik hasil pemisahan aliran dasar pada periode penghujan (Oktober 1997-Juni 1998) di DAS Kadalpang Bangil (Sumber: Data primer diolah, 2014)

Gambar 5.11 menunjukkan hasil pemodelan dari ketiga metode untuk periode hujan yaitu: bulan Oktober tahun 1997 sampai dengan bulan Juni 1998 di DAS Kadalpang Bangil. Pada awal bulan Oktober grafik masih rendah hal ini menunjukkan pada saat itu masing musim kemarau namun pada akhir Oktober sampai dengan bulan Juli debit terlihat tinggi karena bulan-bulan tersebut sudah memasuki musim penghujan, sehingga kontribusi aliran sungai meningkat. Pada periode ini aliran dasar (*baseflow*) relatif tidak kelihatan, karena aliran dasar pada saat periode penghujan tercampur dengan *quickflow* yang disebabkan oleh tingginya intensitas hujan.

d. Periode kemarau

Hasil pemisahan aliran dasar menggunakan ketiga metode periode kemarau (Juli-September) pada tahun 1997 ditampilkan pada gambar 5.12 berikut.



Gambar 5.12 Grafik hasil pemisahan aliran dasar pada periode kering (Juli-September) tahun 1997 di DAS Kadalpang Bangil (Sumber: Data primer diolah, 2014)

Gambar 5.12 menunjukkan perbandingan pemodelan aliran dasar dari ketiga metode pada periode kering di DAS Kadalpang Bangil. Untuk periode kering data yang digunakan bulan Juli–September 1998. Debit air di sungai cenderung kecil, karena pada saat musim kemarau aliran yang ada merupakan kontribusi dari aliran bawah tanah dan aliran dasar (*baseflow*) sehingga garis relatif berimpitan. Dari grafik tersebut terlihat garis yang paling mendekati debit terukur adalah metode eckhardt filter, sehingga metode ini diatakan sebagai metode yang paling optimal.

### 5.2.5 Perbandingan nilai BFI (*Baseflow Indek*)

BFI merupakan perbandingan antara besarnya aliran dasar dengan besarnya total aliran. Nilai *Baseflow Index* dari ketiga metode untuk periode bulan Juli - September tahun 1997-2005 ditampilkan pada tabel 5.7 berikut ini.

Tabel 5.7 Nilai *baseflow index* (BFI) ketiga tahun 1997-2005

| No | Nama DAS   | <i>Local Minimum Method</i> |     |        | <i>Fixed Interval Method</i> |     |        | <i>Eckhardt Filter</i> |     |        |
|----|------------|-----------------------------|-----|--------|------------------------------|-----|--------|------------------------|-----|--------|
|    |            | Min                         | Max | Rerata | Min                          | Max | Rerata | Min                    | Max | Rerata |
| 1  | Rondodingo | 0.13                        | 1   | 0.83   | 0                            | 1   | 0.77   | 0.07                   | 1   | 0.82   |
| 2  | Rejoso     | 0                           | 1   | 0.86   | 0.11                         | 1   | 0.89   | 0.07                   | 1   | 0.81   |
| 3  | Kramat     | 0                           | 1   | 0.75   | 0                            | 1   | 0.70   | 0.07                   | 1   | 0.84   |
| 4  | Welang     | 0.08                        | 1   | 0.84   | 0.08                         | 1   | 0.79   | 0.22                   | 1   | 0.86   |
| 5  | Kadalpang  | 0.01                        | 1   | 0.73   | 0.01                         | 1   | 0.67   | 0.07                   | 1   | 0.82   |
| 6  | Pekalen    | 0.05                        | 1   | 0.87   | 0                            | 1   | 0.84   | 0                      | 1   | 0.83   |

(Sumber: Data primer diolah, 2014).

Pada tabel 5.7 menampilkan nilai *baseflow index* (BFI) untuk masing-masing DAS. Dari tabel tersebut diketahui perbedaan nilai BFI dari tiga metode yang digunakan. Berdasarkan tabel 5.7 menunjukkan bahwa metode yang menghasilkan nilai BFI paling tinggi yaitu metode *Eckhardt Filter*. Nilai rerata BFI didapatkan berkisar antara 0.81-0.86. Tinggi rendah nilai BFI berpengaruh terhadap ketersediaan *baseflow*. BFI berkaitan erat dengan keberlanjutan peran air tanah terhadap aliran sungai dan menjadi indikator kondisi kering atau basah. Jika BFI rendah, maka kontribusi air tanah terhadap total aliran sungai menurun, yang mengakibatkan kekeringan pada musim kemarau dan BFI yang tinggi mendiskripsikan bahwa sebuah DAS memiliki pola aliran yang stabil dan mampu mempertahankan aliran sungai selama periode kering (Tallaksen, 1995:4). Salah satu faktor yang mempengaruhi tinggi rendahnya nilai BFI adalah karakteristik DAS.

Diantara beberapa karakteristik DAS yang berpengaruh antara lain jenis tanah dan tata guna lahan. Jenis tanah akan mempengaruhi daya infiltrasi, sedangkan tata guna lahan dapat memperlambat jalannya air permukaan. Berdasarkan jenis tanah dan tata guna lahan di DAS Rondodingo didominasi

tanah andosol sebesar 40.4 % dan hutan 31 %, DAS Rejoso didominasi tanah andosol sebesar 47.9 % dan ladang 43.3 %, DAS Kramat didominasi tanah mediteran 46.5% dan 57.9%, DAS Welang didominasi tanah Grumusol sebesar 30.1% dan kebun 28.6%, DAS Kadalpang tanah mediteran 82.9% dan sawah irigasi 38.6%, DAS pekalen didominasi tanah andosol sebesar 46.2% dan ladang 48.9%.

Berdasarkan karakteristik tersebut wilayah UPT PSDA Pasuruan mempunyai jenis tanah yang mempunyai kemampuan daya infiltrasi yang besar dan peruntukan lahan yang didominasi hutan, kebun, dan ladang sehingga vegetasinya besar. Vegetasi dapat memperlambat jalannya air permukaan dan memperbesar jumlah air yang tertahan di atas permukaan tanah sehingga memperbesar infiltrasi. Infiltrasi yang terjadi tersebut menambah penyimpanan air tanah dan kontribusi *baseflow*, sehingga meningkatkan nilai BFI di masing-masing DAS.

## BAB 6. PENUTUP

### 6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis pemodelan aliran dasar di UPT PSDA Pasuruan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Hasil dari pemisahan *baseflow* menggunakan dua metode grafis yaitu: *Local Minimum Method*, *Fixed Interval Method* dan metode RDF yaitu: *Eckhardt Filter*. Metode yang mempunyai kinerja lebih baik dalam pemodelan aliran dasar adalah metode *Eckhardt Filter*. Penetapan ini berdasarkan analisis menggunakan *R Squared*, RMSE dan FDC.
2. Nilai rerata BFI (*baseflow index*) untuk semua DAS di wilayah UPT PSDA Pasuruan pada periode kering (bulan Juli - bulan September) berkisar 0.82 sampai dengan 0.89. Nilai rerata BFI untuk DAS Rondodingo sebesar 0.83, DAS Rejoso sebesar 0.89, DAS Kramat sebesar 0.84, DAS Welang sebesar 0.89, DAS Kadalpang sebesar 0.82, dan DAS Pekalen sebesar 0.87.

### 6.2 Saran

Untuk meningkatkan keakuratan hasil setiap metode yang akan di analisis maka diperlukan data terbaru, sehingga hasilnya dapat maksimal dan akurat.

**DAFTAR PUSTAKA**

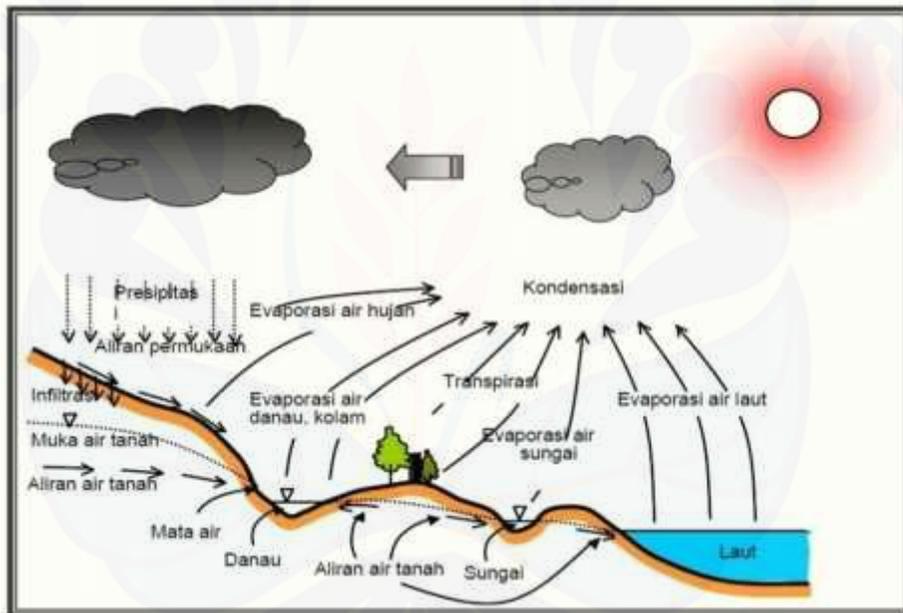
- Asdak, C. 1995. *Hidrologi dan Pengolahan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Brodie, R.S, dan Hostetler, S. 2012. A Review Of Techniques For Analyzing Baseflow From Stream Hydrographs. [http://scholar.google.com/scholar?q=a+review+of=techniques+for+analyzing+baseflow+from+stream+hydrographs&btnG=&hl=en&as\\_sdt=0%2C5](http://scholar.google.com/scholar?q=a+review+of=techniques+for+analyzing+baseflow+from+stream+hydrographs&btnG=&hl=en&as_sdt=0%2C5). [8 Mei 2014].
- Bloschl, G., dan Grayson, R. 2000. *Spatial Observation and Interpolation*. Cambridge: Cambridge University press.
- Bruskova, V. 2008. Assessment Of The Baseflow In The Upper Part Of Torysa River Catchment. *Journal of Civil Engineering*. Slovak.
- Chapman, T.G., dan Maxwell, A.I. 1996. Baseflow Separation Comparison Of Numerical Methods With Tracer Experiments. Institute Engineers Australian National Conference. Publ. 96/05, 539-545.
- Gregor, M. 2010. *BFI+ 3.0 User's Manual*. Slovakia: Comenius University.
- 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*. Vol. 19: 507–515.
- Hardjowigeno, S. 1993. *Klasifikasi Tanah dan Pedogenesis*. Jakarta: Akademia Pressindo.
- Harto, S.B. 1993. Analisis Hidrologi. Jakarta: PT. Gramedia Utama.
- Indarto. 2010. *Dasar Teori dan Contoh Aplikasi Model Hidrologi*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Liensley, R.K., Kohler, M.A., dan Paulhus, J.L. 1982. *Hydrology For Engineers*. New York: Mc Graw Hill.
- Mulla, D.I., 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*. American Geophysical Union, Washington, DC.

- Pertiwi, N.S., dan Sudradjat, A. 2012. *Analisis Variabilitas Baseflow DAS Citarum Hulu Menggunakan Data Debit Stasiun Hidrometeri Nanjung*. Bandung: ITB Press.
- Pettyjohn, W.A., dan Henning, R. 1979. Preliminary Estimate Of Ground-Water Recharge Rates, Related Streamflow And Water Quality In Ohio. *Water Resources Center Project Completion Report*. Vol. 552: 323.
- Piggot, A.R., Moin., dan Southam, C. 2005. A Revised Approach To The UKIH Method For Calculatation Baseflow. *Journal Hydrology*. Vol. 50: 911:920.
- Ramdan, H. 2004. *Prinsip Dasar Pengolahan Daerah Aliran Sungai*. Bandung: Universitas Winaya Mukti Press.
- Santhi, Allen, Muttiah, Arnold, dan Tuppad. 2008. Regional Estimation Of Base Flow For The Conterminous United States By Hydrologic Landscape Regions. *Journal of Hydrology*. Vol. 351: 139–153.
- Schulz, E.F., 1976. *Problems in Applied Hydrology*. Water Resources Publication, Colorado
- Seyhan, E. 1997. *Dasar-Dasar Hidrologi*. Terjemahan oleh Subagyo. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Sloto, R.A., dan Crouse, M.Y. 1996. A Computer Program For Streamflow Hydrograph Separation and Analysis. *Water Resources Investigations*. Report 96-4040.
- Smakthin, V.U. 2001. Low Flow Hydrology. *Journal Hydrology*. Vol. 240: 147-187.
- Soemarto, C.D. 1987. *Hidrologi Teknik*. Surabaya: Usaha Nasional.
- Stewart, M., Cimino, J., dan Ross, M. 2007. Calibration Of Baseflow Separation Methods With Streamflow Conductivity. *Ground water*. Vol 45: 17-27.
- Tallaksen, L.M. 1995. A Review Of Baseflow Recession Analysis. *Journal Hydrology*. Vol. 165: 349-370
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomer 7 Tahun 2004 Tentang Sumber Daya Air.
- Windarto, Pawitan, Suripin, dan Januar. 2008. Model Prediksi Tiggi Muka Air Sungai Kali Garang Semarang Dengan Jaringan Syaraf Tiruan. *Jurnal Teknik*. Vol. 29 No. 3, ISSN 0852-1697.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Siklus Hidrologi

Hidrologi membicarakan tentang air yang ada di alam yaitu mengenai kejadian perputaran, pembagiannya, dan reaksi terhadap lingkungannya. Secara diskriptif ruang persediaan air segar hampir seluruhnya didapat dalam bentuk curah hujan. Curah hujan merupakan hasil penguapan dari air laut yang terbentuk melalui sebuah siklus. Siklus tersebut dikenal dengan siklus hidrologi (Gambar 2.1).



Gambar 2.1 Siklus hidrologi (Sumber: Asdak, 1995:9).

Siklus hidrologi adalah gerakan air laut ke udara yang kemudian jatuh ke permukaan tanah sebagai air hujan atau bentuk presipitasi lain dan akhirnya mengalir menuju ke laut (Soemarto, 1987).

Sinar matahari yang dipancarkan ke bumi menyebabkan kenaikan suhu baik dari air tanah, air sungai, air danau, maupun air laut. Kenaikan suhu mengakibatkan

perubahan wujud air menjadi gas. Proses ini disebut dengan evaporasi, sedangkan penguapan yang berasal dari tumbuhan disebut proses transpirasi.

Hasil dari proses tersebut akan membentuk kumpulan butir-butir air di atmosfer dan terkondensasi menjadi awan. Ketika awan tidak mampu menampung uap air, maka awan akan melepaskannya dan jatuh ke bumi sebagai presipitasi dalam bentuk hujan, salju, hujan es, dan kabut. Air hujan yang turun ke permukaan bumi akan dikembalikan lagi ke atmosfer melalui proses evaporasi dan transpirasi, sisanya akan mengalir sebagai aliran permukaan dan mengalir ke laut. Dalam perjalanan menuju ke laut beberapa bagian masuk ke dalam tanah (*infiltrasi*) dan bergerak terus ke bawah (perkolasi) ke dalam daerah jenuh (*saturated zone*) yang terdapat di bawah permukaan air tanah dan menjadi cadangan air tanah. Selanjutnya pada lokasi tertentu mengalir keluar dan bergabung dengan aliran sungai yang disebut dengan *baseflow* (Windarto *et al.* 2008).

## 2.2 Daerah Aliran Sungai

“Daerah Aliran Sungai merupakan suatu ekosistem, yang dikelompokkan menjadi sistem fisik, biologis, dan ortograf pada suatu wilayah yang dikelilingi dan dibatasi oleh topografi alami berupa punggung bukit atau pegunungan. Air hasil presipitasi yang jatuh di atasnya mengalir melalui titik keluar tertentu (*outlet*) yang akhirnya bermuara ke laut yang terbagi menjadi bagian hulu, tengah, dan hilir. Batas DAS dapat dijadikan sebagai batas ekosistem alam, dan bahkan seringkali batas DAS melintasi batas kabupaten, provinsi, bahkan lintas negara” (Ramdan, 2004:2).

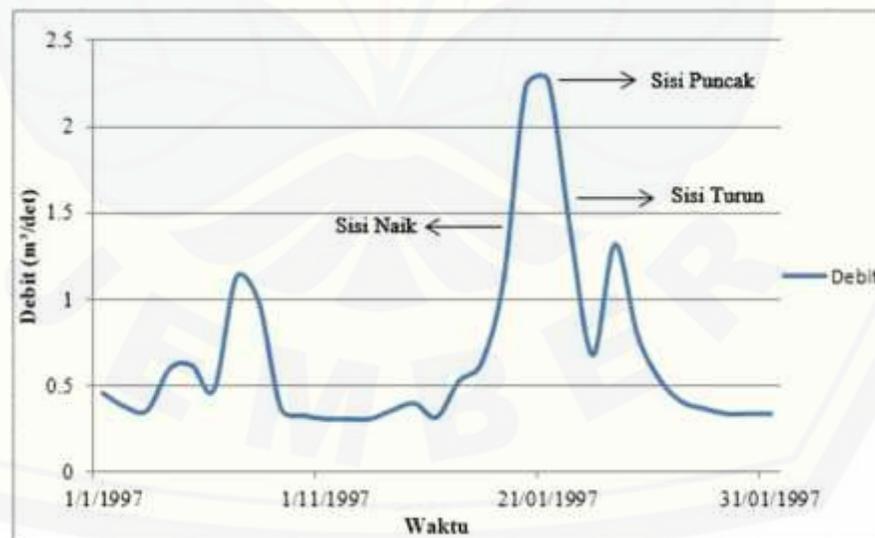
## 2.3 Hidrograf

Hidrograf adalah kurva yang menggambarkan hubungan antara parameter aliran dan waktu. Parameter tersebut bisa berupa tinggi muka aliran atau debit aliran. Menurut Harto (1993:61) terdapat beberapa macam hidrograf yang dikenal, antara lain:

- 1) Hidrograf muka air (*stage hydrograph*), merupakan grafik yang menghubungkan antara muka air terhadap waktu. Hidrograf ini merupakan hasil rekaman *Automatic Water Level Recorder* (AWLR).
- 2) Hidrograf debit (*discharge hydrograph*) merupakan hubungan antara debit terhadap waktu.
- 3) Hidrograf sedimen (*sediment hydrograph*), yaitu hubungan antara kandungan sedimen dengan waktu.

Menurut Brodie dan Hostetler (2012) hidrograf debit memiliki tiga bagian utama yaitu: *Rising Limb*, *Crest Or Peak*, dan *Recession Limb*.

- 1) *Rising Limb* (sisi naik) kurva yang menggambarkan naiknya debit aliran permukaan sejak awal pengaruh hujan sampai dengan terjadinya debit puncak.
- 2) *Crest Or Peak* (sisi puncak) menggambarkan debit maksimum yang terjadi dalam suatu aliran.
- 3) *Recession Limb* (sisi turun) kurva yang menggambarkan turunnya debit aliran permukaan sejak tercapainya puncak sampai dengan akhir pengaruh hujan. Penjelasan di atas ditunjukkan pada gambar 2.2 berikut ini.



Gambar 2.2 Bentuk Hidrograf (Sumber: Hasil Pengolahan data, 2014)

## 2.4 Aliran Dasar (*Baseflow*)

Aliran dasar (*Baseflow*) juga termasuk komponen aliran dalam jangka waktu yang panjang. Aliran dasar juga dapat diamati sebagai debit di sungai pada saat musim kemarau. Pada saat musim kemarau tidak ada hujan yang jatuh, tetapi di sungai-sungai masih terdapat debit yang mengalir. Aliran tersebut berasal dari hujan yang jatuh ke bumi kemudian terinfiltrasi dan masuk ke dalam tanah menjadi cadangan air tanah, selanjutnya pada lokasi tertentu mengalir ke luar dan bergabung dengan aliran sungai (Indarto, 2010).

*Baseflow* berkaitan erat dengan keberlanjutan peran air tanah terhadap aliran sungai dan menjadi indikator kondisi kering atau ketika presipitasi rendah. Jika *baseflow* semakin rendah, maka kontribusi air tanah terhadap total aliran sungai menurun dan akan mengakibatkan kekeringan pada musim kemarau. Ketersediaan aliran dasar sangat penting dalam berbagai kepentingan diantaranya adalah untuk pengembangan strategi manajemen sumberdaya air, terutama pada saat kondisi kering (musim kemarau), mengetahui hubungan antara habitat mahluk hidup di sungai dan lingkungannya, mengistemasi suplai air irigasi, dan manajemen kualitas air (Santhi *et al.* 2008).

## 2.5 Pemisahan *Baseflow*

*Baseflow* merupakan komponen dari aliran yang berkontribusi besar pada saat musim kemarau. *Baseflow* dapat mejadi informasi penting dalam analisa kuantitas dan kualitas air, dan habitat akuantik (Piggott *et al.*, 2005). Karena peran penting *baseflow* ini, banyak metode yang dikembangkan untuk pemisahan *baseflow*. Menurut Schulz (1976), pemisahan aliran dasar adalah suatu metode untuk memisahkan komponen aliran pada suatu sunagai menjadi komponen aliran dasar dan komponen aliran langsung. Metode pemisahan *baseflow* akan menentukan besarnya nilai *baseflow* dari suatu DAS. Menurut Sloto dan Crouse (1995:5) program pemisahan *baseflow* yang otomatis yaitu HYSEP. HYSEP adalah program komputer

yang dapat digunakan untuk memisahkan hidrograf debit sungai menjadi aliran dasar. Program HYSEP menggunakan tiga metode untuk memisahkan aliran dasar yaitu *Local Minimum Method*, *Fixed Internal Method* dan *Sliding Internal Method*. Metode ini dapat digambarkan secara konseptual tiga algoritma yang berbeda, secara sistematis menarik garis yang menghubungkan antara titik terendah dari hidrograf debit sungai disebut juga dengan metode grafis. Metode ini menggunakan interval waktu untuk menentukan debit minimum berturut-turut pada hidrograf (Stewart *et al*, 2007). Interval waktu dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan Linsley berikut ini:

$$N = A^{0.2} \dots\dots\dots(2.1)$$

N adalah jumlah hari setelah limpasan permukaan berhenti dan A adalah luas DAS dengan satuan mil<sup>2</sup> (Linsley *et al*. 1982). Sloto dan Crouse (1995) menyatakan di negara Perancis ada sebuah DAS yaitu DAS French Creek dekat Phoenixville, (USGS stasiun nomor 01472157) dengan luas DAS 59.1 mil<sup>2</sup>, maka dihitung dengan persamaan Linsley didapatkan  $N = A^{0.2} = (59.1)^{0.2} = 2,26$ . Jadi nilai N didapatkan sebesar 2.26. Persamaan 2.1 tidak bisa digunakan secara umum karena waktu menghilangnya limpasan (N) tidak hanya dipengaruhi oleh luas DAS melainkan juga dari komponen DAS yang lain seperti kapasitas infiltrasi, kemiringan dan karakteristik *groundwater* (Stewart, *et al* 2007)

### 2.5.1 Metode Grafis

Metode grafis ini merupakan metode yang menampilkan antara titik rendah *streamflow hydrograph*. Titik terendah tersebut dihubungkan dengan titik terendah yang berdekatan sehingga membentuk garis. Garis yang menghubungkan antara titik terendah mendefinisikan sebagai aliran dasar atau *baseflow*. Prinsip kerja dari *Local Minimum Method*, *Fixed Internal Method* dan *Sliding Internal Method* akan

dijelaskan dibawah ini. Namun dalam penelitian ini hanya menggunakan dua metode saja yaitu: *Local Minimum Method* dan *Fixed Internal Method*.

a. *Local Minimum Method*

Metode ini pertama kali dikemukakan oleh Pattyjhon (Pattyjhon dan Henning, 1997). Prinsip kerja dari metode minimum lokal (*Local Minimum Method*) adalah sebagai berikut:

- 1) Mengevaluasi debit setiap harinya untuk menentukan apakah hari tersebut termasuk debit terendah atau tidak pada interval.
- 2) Banyaknya hari di setiap interval ditentukan menggunakan persamaan:  $[0,5 (2N-1)$  hari]. N merupakan jumlah hari setelah limpasan permukaan berhenti.
- 3) Nilai N didapatkan secara empiris dari persamaan  $N = A^{0,2}$  (Linsley *et al.* 1982), A adalah luas DAS dengan satuan mil<sup>2</sup>.

Misalnya gambar 2.3 pada DAS Rondodingo periode tanggal 1-31 Januari 1997.

$$A = 135,3 \text{ Km}^2 = 52,23 \text{ mil}^2$$

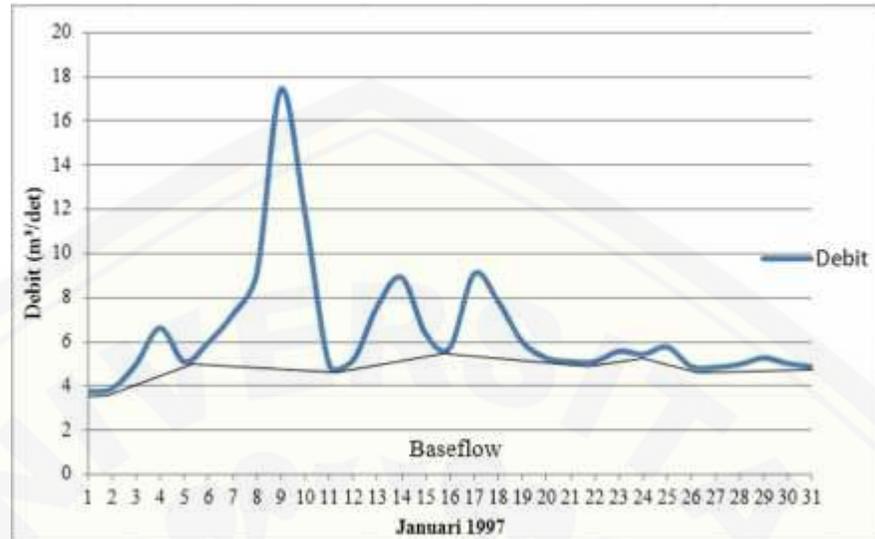
$$N = A^{0,2} = (52,23)^{0,2} = 2,20$$

$$[0,5 (2N^*-1) \text{ hari}] = [0,5 (2(2,20)-1) \text{ hari}]$$

$$= [0,5 (4.40-1)]$$

$$= 1,7 \text{ hari} = 2 \text{ hari.}$$

- 4) Selanjutnya ditentukan faktor f (*turning point*) menggunakan trial and error hingga aliran dasar mendekati debit sungai (debit terukur). Debit terendah pada interval dihubungkan dengan garis lurus untuk menentukan *baseflow* (gambar 2.3). Pada gambar 2.3 debit terendah terjadi pada tanggal 1, 5, 11, 16, 20, 24, 26, dan 31 Januari 1997.



Gambar 2.3 Local minimum method

b. *Fixed Interval Method*

Metode ini pertama kali dikemukakan oleh Pattyjohn (Pattyjohn *et al.*, 1979).

Prinsip kerja metode-interval-tetap (*Fixed Interval Method*) adalah sebagai berikut:

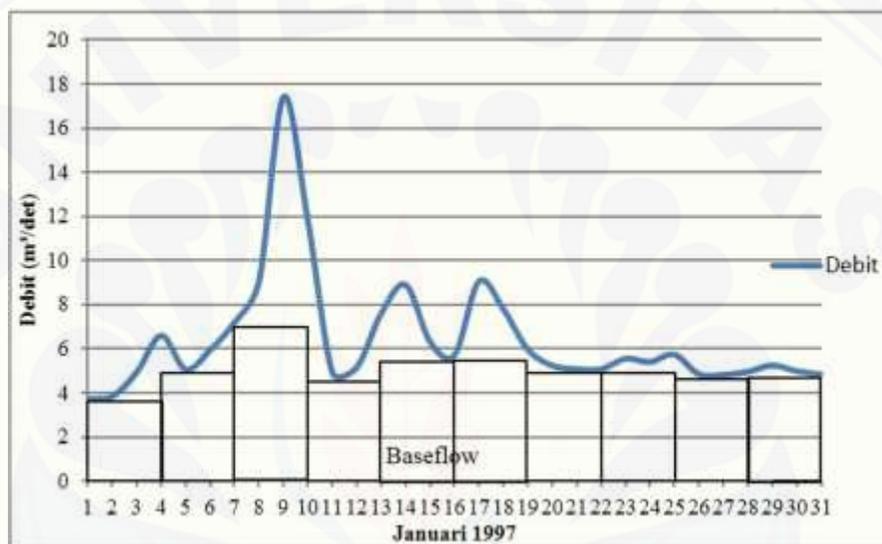
- 1) Merupakan metode yang menggunakan debit terendah dalam setiap interval.
- 2) Banyaknya hari dalam setiap interval ditentukan dengan menggunakan persamaan  $(2N)$ .  $N$  merupakan jumlah hari setelah limpasan permukaan berhenti.
- 3) Nilai  $N$  didapatkan secara empiris dari persamaan  $N = A^{0,2}$  (Linsley *et al.* 1982),  $A$  adalah luas daerah aliran sungai (DAS) dengan satuan  $\text{mil}^2$ . Misalnya gambar 2.4 pada DAS Rondodingo periode tanggal 1-31 Januari 1997.

$$A = 135,3 \text{ Km}^2 = 52,23 \text{ mil}^2$$

$$N = A^{0,2} = (52,23)^{0,2} = 2,20$$

$$2N = 2 (2,20) = 4.40 \text{ hari} = 4 \text{ hari.}$$

- 4) Metode ini digambarkan dengan diagram batang yang ditarik ke atas hingga bersentuhan dengan debit terendah pada interval tersebut.
- 5) Aliran dasar untuk interval berikutnya ditentukan dengan menggeser diagram batang pada interval yang sama hingga bersentuhan dengan hidrograf pada debit terendah pada interval berikutnya. Proses tersebut diulang pada semua interval berikutnya, seperti pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 *Fixed interval method*

### 2.5.2 Metode RDF (*Recursive Digital Filter*)

Chapman dan Maxwell (1996:5) mendeskripsikan bahwa metode *Recursive Digital Filter* (RDF) merupakan metode dengan memanfaatkan konstanta resesi hidrograf yang digunakan untuk mendapatkan besarnya rasio aliran dasar dari debit kontinyu selama periode tidak ada limpasan langsung (*quickflow*). Salah satu metode RDF yang digunakan untuk memperkirakan besarnya aliran dasar, yaitu:

a. *Eckhardt Filter*

Menurut Eckhardt (2005:4) metode ini menjelaskan bahwa nilai aliran dasar pada saat  $i$  ( $b_i$ ) merupakan penjumlahan dari nilai aliran dasar sebelum  $i$  ( $b_{i-1}$ ) dengan debit total saat  $i$  ( $Q_i$ ). Metode ini menggunakan koefisien parameter ( $a$ ) dan nilai indeks aliran dasar maksimum ( $BFI_{max}$ ). Persamaan metode ini adalah sebagai berikut.

$$b_i = \frac{(1 - BFI_{max})b_{i-1} + (1 - a) BFI_{max} \times Q_i}{1 - a BFI_{max}} \dots \dots \dots (2.2)$$

Keterangan:

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

Nilai  $BFI_{max}$  ditentukan dengan keadaan tanahnya, seperti dijelaskan penjelasan berikut:

1. Nilai  $BFI_{max}$  0.80 digunakan pada sungai yang alirannya selalu ada.
2. Nilai  $BFI_{max}$  0.50 digunakan pada sungai yang alirannya tidak selalu ada (Eckhardt, 2005).

Pemisahan *baseflow* menggunakan metode grafis dan metode RDF terdapat beberapa kelebihan dan kelemahan. Kelebihan menggunakan metode ini diantaranya: dalam yaitu : mudah didalam pengoperasiannya, data yang digunakan hanya menggunakan data debit saja sehingga kita kita perlu data-data yang lain. Selain itu, metode ini mudah di dalam mengindikasi *baseflow* yaitu dengan cara menghubungkan titik terendah yang berdekatan sehingga membentuk garis.

Metode grafis dan metode RDF juga memiliki kelemahan, yaitu dalam menganalisis besarnya *baseflow* hanya melihat data debit sungai saja, sehingga dapat mengakibatkan suatu prediksi yang kurang akurat. Hal tersebut terjadi karena tidak menghubungkan dengan faktor-faktor hidrologi yang lain, seperti kondisi lingkungan maupun curah hujan. Selain itu, dalam menganalisis *baseflow* dalam periode panjang metode tersebut tidak dapat membedakan musim penghujan maupun musim kemarau.

### 2.6 Baseflow Index (BFI)

*Baseflow Index* (BFI) merupakan rasio antara aliran dasar (*baseflow*) terhadap total aliran sungai (*streamflow*). Nilai BFI digunakan sebagai batas ambang untuk ketetapan suatu lokasi DAS. Semakin besar nilai *baseflow index* maka akan semakin baik persediaan air di DAS tersebut. Sedangkan semakin kecil nilai *baseflow index*nya maka akan semakin sedikit persediaan air di DAS tersebut (Smakhtin, 2001:151). Besarnya nilai BFI dapat dicari dengan menggunakan persamaan 2.4.

$$\text{BFI} = \frac{\text{aliran dasar}}{\text{total aliran sungai}} \dots\dots\dots (2.3)$$

Dengan mengetahui nilai BFI suatu DAS, maka dapat diketahui tingkat kontribusi *baseflow* terhadap aliran sungai. Hal tersebut dapat membantu dalam penilaian karakteristik dan kapasitas suatu DAS, sehingga penentuan solusi dan pengendalian fungsi hidrologis dapat dilakukan (Pertiwi dan Sudrajat, 2012).

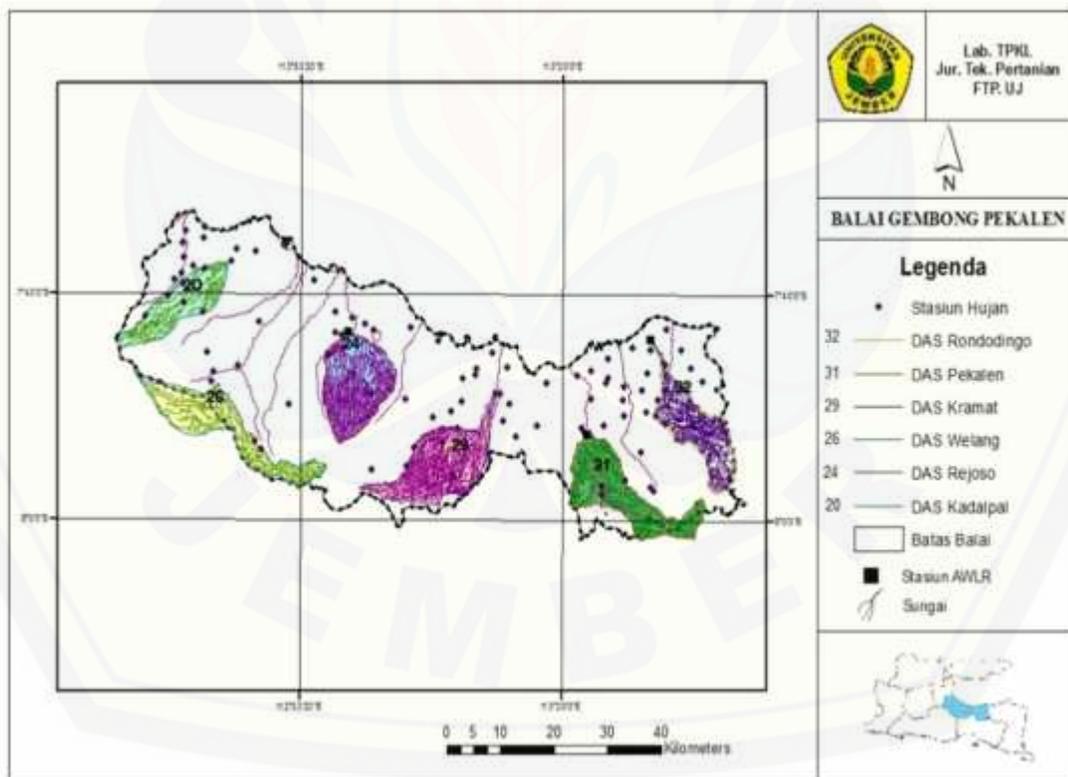
### BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

##### 3.1.1 Tempat Penelitian

###### a. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Lab. TPKL Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember. Lokasi pengamatan mencakup yaitu: DAS Rondodingo, DAS Pekalen, DAS Kramat, DAS Welang, DAS Rejoso, dan DAS Kadalpang (gambar 3.1). Pemilihan lokasi ini didasarkan atas ketersediaan dan kelengkapan data yang menunjang akurasi dari hasil penelitian. Pada masing-masing DAS disyaratkan terdapat data: data debit, hujan, data luas DAS, peta stasiun hujan, peta jaringan sungai dan data geografis.



Gambar 3.1 Lokasi PSDA Pasuruan (Sumber: Data Lab. TPKL, 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 sampai dengan bulan Desember 2014.

### 3.2 Alat dan Bahan Penelitian

#### 3.2.1 Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Seperangkat *Personal Computer* (PC)  
Digunakan untuk mengolah data dan mengerjakan skripsi
- b. *Software Hydrooffice*  
Digunakan untuk mengolah data debit
- c. *Microsoft Excel 2007*  
Digunakan untuk mengolah data *baseflow*
- d. *Software Quantum GIS*  
Digunakan untuk membuat *layout* peta lokasi DAS dan untuk menentukan luas DAS

#### 3.2.2 Bahan

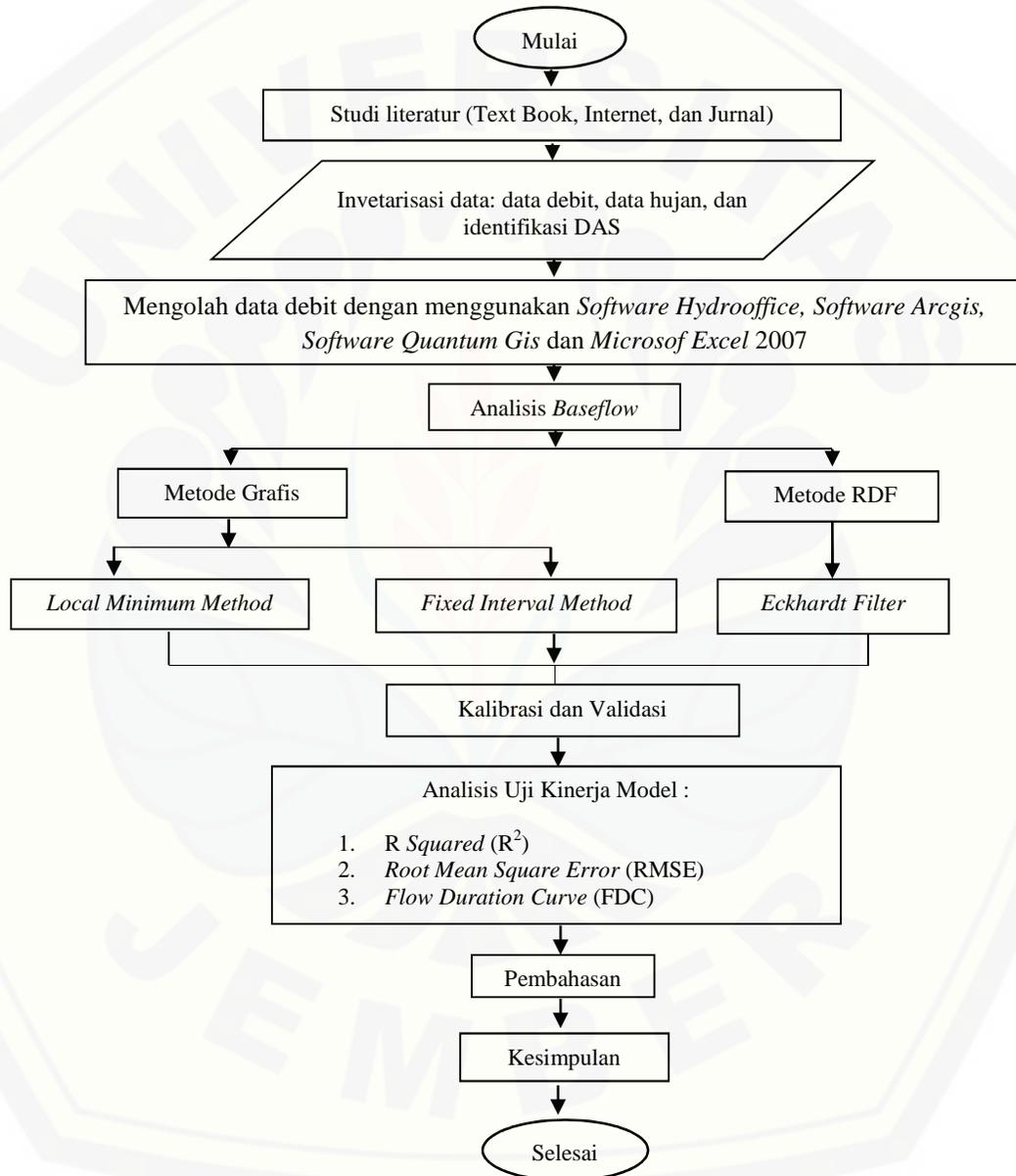
Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah data yang diperoleh dari Dinas Pengairan Provinsi Jawa Timur yang telah di inventarisasi di Lab. TPKL, yaitu:

- a. Data hujan harian mulai tanggal 1 Januari 1997 - 31 Desember 2005. Data hujan harian diperoleh dari stasiun hujan di enam DAS yang diamati.
- b. Data debit harian mulai tanggal 1 Januari 1997 - 31 Desember 2005. Data debit diperoleh dari stasiun AWLR yang terdapat di enam DAS yang diamati

- c. Data fisik DAS meliputi: batas DAS, jaringan sungai, stasiun hujan dan stasiun AWRL pada enam DAS di wilayah UPT PSDA Pasuruan.

### 3.3 Tahap Penelitian

Tahapan penelitian ini disajikan seperti pada gambar 3.2 sebagai berikut :



Gambar 3.2 Diagram alir penelitian

Adapun tahapan penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

### 3.3.1 Inventarisasi Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini mencakup: data hujan harian dan data hujan harian periode 1997-2005 yang terdapat di wilayah UPT PSDA Pasuruan yaitu: DAS Rondodingo, DAS Pekalen, DAS Kramat, DAS Welang, DAS Rejoso, dan DAS Kadalpang. Data tersebut berupa file dalam format \*csv. Selanjutnya, data tersebut diubah dalam format \*txt agar dapat terbaca oleh *HydroOffice*.

### 3.3.2 Identifikasi dan Karakterisasi Fisik DAS

Sebelum melakukan proses pengolahan data perlu diketahui karakteristik fisik dan karakteristik hidrologi DAS di wilayah UPT PSDA Pasuraun. Karakteristik fisik meliputi: luas DAS, bentuk DAS, jenis tanah, peruntukan lahan dan tipe akuifer. Karakteristik hidrologi meliputi: data debit dan curah hujan.

### 3.3.3 Pengolahan Data

Data debit harian pada rentang waktu 1997-2005 berbentuk excel dengan format \*csv kemudian diolah dengan menggunakan *Software Hidrooffice*. Kemudian diplotkan dalam bentuk grafik lalu diturunkan menjadi rentang waktu debit tahunan.

### 3.3.4 Analisis *Baseflow*

Metode yang digunakan dalam menganalisis *baseflow* menggunakan dua metode grafis, yaitu: (1) *Local Minimum Method*, (2) *Fixed Interval Method*, dan satu metode RDF yaitu: (1) *Eckhardt Filter*.

#### 3.3.4.1 Metode Grafis

Sebelum menggunakan metode grafis, ditentukan nilai N (jumlah hari setelah limpasan) terlebih dahulu menggunakan persamaan 3.1 berikut:

$$N=A^{0.2} \dots\dots\dots(3.1)$$

Keterangan :

N = waktu setelah limpasan permukaan berhenti (hari)

A = luas DAS ( $\text{mil}^2$ )

Metode grafis yang digunakan dalam pengolahan data debit yaitu:

a. *Local Minimum Method*

Metode ini mengevaluasi debit setiap harinya untuk menentukan apakah hari tersebut debit terendah atau tidak pada interval. Persamaan yang digunakan dalam metode ini adalah sebagai berikut:

$$[0.5(2N-1) \text{ hari}] \dots\dots\dots(3.2)$$

Selanjutnya menentukan nilai f (*turning point*) menggunakan metode *trial and error* sebagai berikut.

1. Data debit dalam format txt dengan rentang waktu periode kering pada tahun 1997-2005 dimasukkan ke dalam *software hydrooffice*;
2. Dimasukkan nilai parameter N yang didapatkan dari persamaan 3.1;
3. Dimasukkan nilai f dengan cara *trial and error* dari 0-1 hingga nilai aliran dasar mendekati debit terukur.

b. *Fixed Interval Method*

Persamaan *Fixed Interval Method* merupakan pemisahan aliran dasar dengan menggunakan debit terendah dalam setiap interval. Banyaknya hari dalam setiap interval ditentukan dengan menggunakan persamaan 3.3 berikut ini:

$$(2N^*) \dots\dots\dots(3.3)$$

### 3.3.4.2 Metode RDF

Metode RDF (*Recursive Digital Filter*) yang digunakan dalam pengolahan data yaitu:

#### a. Eckhardt Filter

Pemisahan *baseflow* dengan metode *Eckhardt filter* ditunjukkan pada persamaan 2.3 berikut ini:

$$b_i = \frac{(1 - BFI_{max})ab_{i-1} + (1 - a) BFI_{max} \times Q_i}{1 - BFI_{max}}$$

Keterangan:

$b_i$  : nilai aliran dasar saat  $i$

$b_{i-1}$  : nilai aliran dasar sebelum  $i$

$BFI_{max}$  : nilai indeks aliran dasar

: koefisien parameter filter dengan range koefisien nilai  $0 < a < 1$

$Q_i$  : debit total saat  $i$

## 3.4 Kalibrasi dan Validasi

Kalibrasi merupakan proses penentuan parameter yang optimal untuk meningkatkan koherensi antara respon hidrologi DAS yang teramati dan tersimulasi (Bloschl dan Grayson, 2000). Pengoptimalan nilai parameter dilakukan dengan menggunakan metode *trial and error*. Metode *trial and error* dihentikan apabila telah didapatkan nilai yang menghasilkan garis yang menandakan antara pemodelan aliran dasar (debit terhitung) saling berhimpitan dengan aliran sungai (debit terukur). Proses ini dilakukan setiap tahun pada semua DAS di UPT PSDA Pasuruan. Selanjutnya, nilai parameter yang digunakan untuk memisahkan *baseflow* pada semua periode adalah nilai rerata parameter tiap tahunnya.

Proses validasi merupakan proses lanjutan dari proses kalibrasi dan digunakan untuk menguji apakah parameter yang dihasilkan pada proses kalibrasi dapat digunakan pada DAS lainnya.

### 3.5 Analisis Uji Statistik Kinerja Model

Analisis uji kinerja model yang digunakan untuk menilai keoptimalan dari dua metode grafis dan satu metode RDF yaitu:

#### 3.5.1 *Root Mean Square Error* (RMSE)

Metode *Root Mean Square Error* (RMSE) merupakan nilai rata-rata akar kuadrat selisih antara data hasil prediksi dengan data observasi. Menurut Mulla dan Addiscon (1999: 30) uji kinerja ini digunakan untuk mengevaluasi kinerja dengan mengukur tingkat kesalahan antara debit terukur dan debit terhitung. Apabila semakin rendah nilai RMSE yang dihasilkan, maka tingkat kesalahannya semakin kecil. Metode yang terbaik dipilih dari perhitungan RMSE yang menghasilkan nilai paling rendah, mendekati nilai optimal, yaitu 0 (nol). Persamaan RMSE adalah sebagai berikut:

$$(\text{RMSE}) = \frac{\sqrt{\sum(Q_o - Q_m)^2}}{n} \dots\dots\dots(3.4)$$

Keterangan :

- $Q_o$  : debit terukur
- $Q_m$  : debit terhitung
- $n$  : jumlah sample

#### 3.5.2 *R Squared* ( $R^2$ )

Nilai *R Squared* ( $R^2$ ) sering disebut dengan koefisien determinasi, diartikan sebagai seberapa besar kemampuan semua variabel bebas dalam menjelaskan varians

dari variabel terikatnya. Apabila nilai *R Squared* ( $R^2$ ) yang dihasilkan semakin tinggi, maka kedua data menunjukkan hubungan yang sesuai. Persamaan *R Squared* ( $R^2$ ) adalah sebagai berikut:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum(Q_0 - Q_M)^2}{(Q_0 - \bar{Q}_M)^2} \dots\dots\dots(3.5)$$

keterangan:

- $R^2$  : tingkat kesesuaian debit terukur dan debit terhitung
- $Q_0$  : debit terukur
- $Q_M$  : debit terhitung
- $\bar{Q}_M$  : rerata debit terhitung (Indarto, 2010: 170).

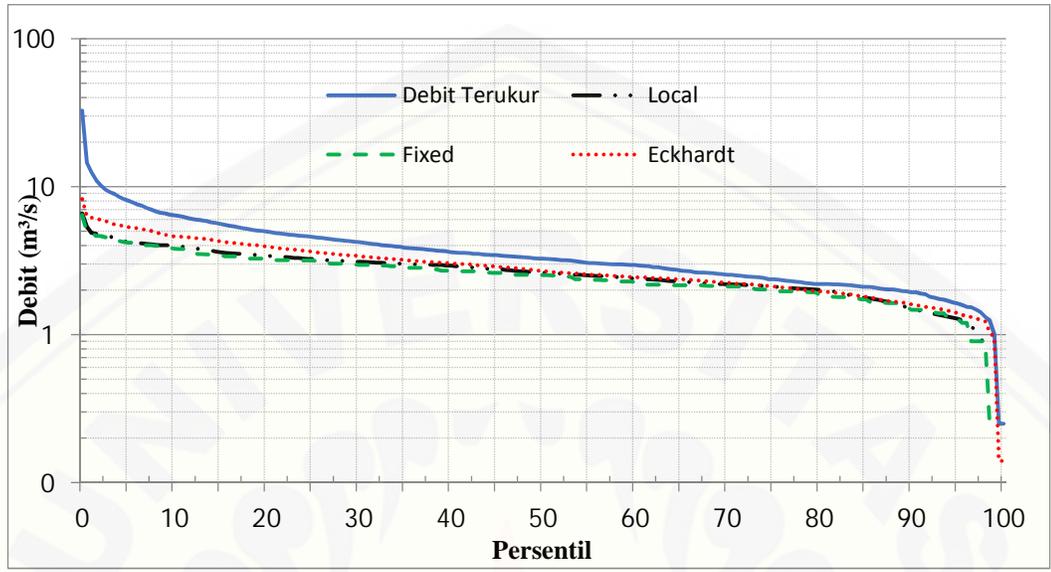
### 3.5.3 *Flow Duration Curve* (FDC)

Kurva durasi aliran (*Flow Duration Curve*/FDC) merupakan metode sederhana untuk menyatakan kisaran (*range*) dari seri data rentang waktu. Menurut Indarto (2010) FDC digunakan untuk merangking semua data debit dalam rentang waktu dan mengplotnya dengan nilai persentase kemunculan dari 0% sampai 100% serta diurutkan dari peringkat terbesar hingga terkecil. FDC dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 3.6 berikut ini.

$$P=100 \times \left[ \frac{M}{(n+1)} \right] \dots\dots\dots(3.6)$$

Keterangan :

- P = probabilitas dari debit air
- M = posisi rangking dari data debit
- n = jumlah data (Brodie dan Hostetler, 2012).



Gambar 3.3 Contoh grafik FDC dari ketiga metode

## BAB 4. KARAKTERISTIK FISIK DAN HIDROLOGI DAS

### 4.1 Karakteristik DAS

Karakteristik masing-masing DAS harus diketahui terlebih dahulu sebelum menganalisis hidrologi di dalam sebuah DAS. Tujuan dari mengetahui karakteristik DAS adalah untuk mempermudah dalam identifikasi peristiwa yang terjadi di dalam DAS, sehingga diketahui ciri khas dari setiap DAS yang diamati. Berikut merupakan karakteristik-karakteristik DAS yang ada di wilayah UPT PSDA Pasuruan.

#### 4.2.1 Karakteristik Fisik DAS

Karakteristik fisik DAS merupakan gambaran spesifik mengenai suatu DAS yang kasat mata. Adapun karakteristik fisik ini meliputi luas DAS, bentuk DAS, jenis tanah, tata guna lahan, dan tipe akuifer.

##### a. Karakteristik Bentuk dan Luas DAS

Karakteristik bentuk dan luas DAS dari keenam DAS yang diamati ditunjukkan pada tabel 4.1 sebagai berikut.

Tabel 4.1 Karakteristik bentuk dan luas DAS

| No | Nama DAS   | Karakteristik DAS |                            |
|----|------------|-------------------|----------------------------|
|    |            | Bentuk DAS        | Luas DAS(km <sup>2</sup> ) |
| 1  | Rondodingo | Memanjang         | 135.3                      |
| 2  | Rejoso     | Melebar           | 168.1                      |
| 3  | Kramat     | Melebar           | <b>177.4</b>               |
| 4  | Welang     | Memanjang         | 157.3                      |
| 5  | Kadalpang  | Memanjang         | <u>113.2</u>               |
| 6  | Pekalen    | Memanjang         | 165.2                      |

(Sumber: Data primer diolah, 2014).

Tabel 4.1 Menunjukkan luasan dan bentuk keenam DAS yang diamati. Luas DAS diasumsikan sebagai besarnya area tangkapan hujan atau resapan air di sekitar daerah aliran sungai. Dalam penelitian ini luas DAS diperoleh dengan menggunakan *Software Quantum GIS*.

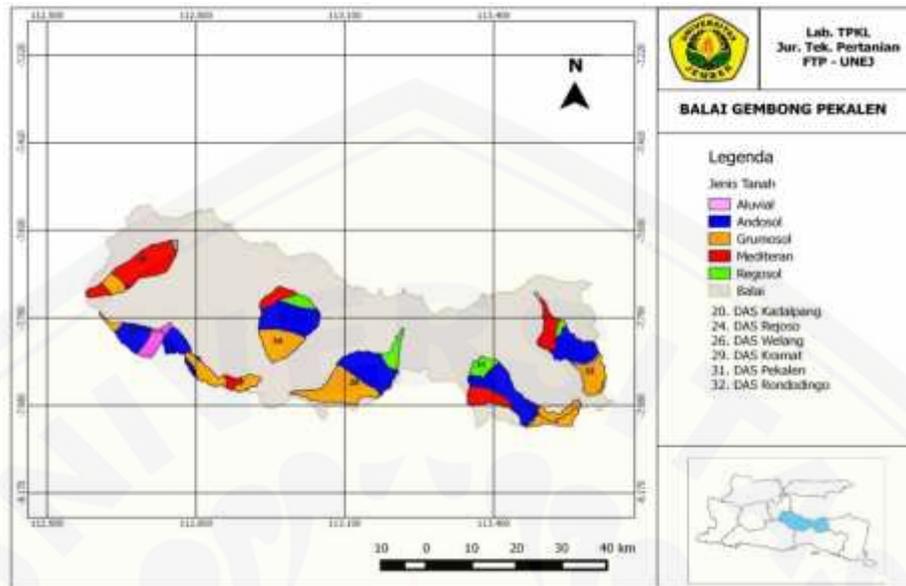
Klasifikasi bentuk DAS mempengaruhi karakteristik debit di tiap DAS. Semakin besar luas DAS maka semakin besar daya resap air yang terdapat pada wilayah DAS. DAS yang memiliki luasan terbesar yaitu DAS Kramat dengan luasan sebesar 177,4 km<sup>2</sup>.

Bentuk DAS mempunyai pengaruh pada pola aliran sungai dan titik puncak debit aliran. DAS dengan bentuk memanjang mempunyai waktu puncak banjir yang relatif singkat, karena begitu hujan turun air akan dengan cepat menuju titik pertemuan (*outlet*) dan sangat kecil kemungkinannya untuk sampai di *outlet* pada saat yang sama sehingga debit puncaknya relatif kecil. Sedangkan pada DAS yang berbentuk melebar dapat menghasilkan debit puncak yang lebih tinggi, karena titik-titik air dari berbagai lokasi dibagian hulu sampai di *outlet* relatif bersamaan (Indarto, 2010:89).

DAS yang mempunyai bentuk memanjang adalah DAS Rondodingo dengan luas sebesar 135.3 km<sup>2</sup>, DAS Welang sebesar 157.3 km<sup>2</sup>, DAS Kadalpang sebesar 113.2 km<sup>2</sup>, dan DAS Pekalen sebesar 165.2 km<sup>2</sup>, sedangkan DAS yang berbentuk melebar yaitu: DAS Rejoso dengan luas sebesar 168.1 km<sup>2</sup>, DAS Kramat sebesar 177.4 km<sup>2</sup>.

#### b. Jenis Tanah

Tanah mempunyai peran penting bagi semua kehidupan di bumi karena tanah mendukung tumbuhan dengan menyediakan hara dan air sekaligus sebagai penopang akar. Penyebaran jenis tanah di wilayah UPT PSDA Pasuruan disajikan pada gambar 4.1, sedangkan persentase jenis tanah untuk masing-masing DAS disajikan pada tabel 4.2 berikut ini.



Gambar 4.1 Peta jenis tanah di wilayah UPT PSDA Pasuruan (Sumber: Data diolah, 2014).

Tabel 4.2 Jenis tanah enam DAS di wilayah UPT PSDA Pasuruan

| Jenis Tanah | Persentase per luas DAS (%) |            |            |            |               |             |
|-------------|-----------------------------|------------|------------|------------|---------------|-------------|
|             | DAS Rondodingo              | DAS Rejoso | DAS Kramat | DAS Welang | DAS Kadalpang | DAS Pekalen |
| Aluvial     | 1.0                         | -          | -          | 16.9       | -             | -           |
| Andosol     | 40.4                        | 47.9       | 42.4       | 45         | 0.5           | 46.2        |
| Grumusol    | 29.7                        | 31.5       | 20         | 30.1       | 14.3          | 22.6        |
| Mediteran   | 23.3                        | 11.3       | 46.5       | 8          | 82.9          | 19.4        |
| Regosol     | 5.4                         | 9.3        | 10.9       | -          | -             | 11.8        |
| Latosol     |                             |            |            |            | 2.3           |             |

(Sumber: Data primer diolah, 2014).

Tabel 4.2 menampilkan perbedaan jenis tanah di wilayah UPT PSDA Pasuruan. Jenis tanah di wilayah UPT PSDA Pasuruan antara lain: alluvial, andosol, grumusol, mediteran, regosol, dan latosol.

Menurut Darmawijaya (1997), ciri-ciri dari masing-masing jenis tanah di dalam wilayah UPT PSDA Pasuruan adalah sebagai berikut:

### 1. Tanah aluvial

Tanah ini merupakan tanah endapan yang belum memiliki perkembangan profil tanah yang baik. Tanah ini berbahan induk endapan liat liat dengan solum tanah cukup tebal berkisar antara 60-100 cm, berwarna kekelabuan-kekelabuan sampai kecoklat-coklatan, dan bertekstur lempung (*clay*) sampai lempung berpasir (*sandy loam*). Tanah ini umumnya mempunyai struktur pejal tanpa struktur dan konsistensinya keras waktu kering dan teguh waktu lembab. Tanah ini tersebar di kawasan wilayah datar sampai landai (kemiringan 0-8%).

### 2. Tanah Andosol

Tanah ini mempunyai solum yang agak tebal, yaitu 100-125 cm, berwarna coklat, tekstur lempung berdebu sampai lempung, struktur remah dan konsistensi gembur. Bahan induknya abu atau pasir-truf vulkan intermediet. Kandungan hara sedang sampai tinggi dengan kandungan nitrogen tinggi, kandungan bahan organik tinggi, reaksi tanah asam sampai netral, daya menahan air baik, permeabilitas tanah cepat, dan sangat peka terhadap erosi. Secara garis besar tanah ini mempunyai sifat fisik dan kimia cukup baik, sehingga produktifitas tanahnya sedang sampai tinggi.

### 3. Tanah Grumusol

Tanah grumusol mempunyai lapisan solum tanah tidak terlalu dalam atau tebal yaitu berkisar 100-200 cm, berwarna kelabu sampai hitam, dan teksturnya lempung sampai berliat. Kandungan bahan organik lapisan tanah ini pada umumnya rendah, daya menahan air cukup baik, sedangkan permeabilitasnya cukup lambat dan sangat peka terhadap bahaya erosi. Secara umum dapat disebutkan bahwa tanah ini memiliki sifat-sifat fisik dan kimia yang kurang bagus sampai sedang. Oleh sebab itu nilai produktivitas tanahnya rendah sampai sedang (Hardjowigeno, 1993).

#### 4. Tanah Mediteran

Tanah ini memiliki solum tanah yang cukup tebal berkisar 90-200 cm. Warna tanah coklat sampai merah, bertekstur lempung, struktur gumpal sampai gumpal bersudut, sedangkan konsistensinya gembur sampai teguh. Kandungan bahan organik rendah sampai sangat rendah. Reaksi tanah netral dan kadar unsur haranya tinggi. Tanah ini mempunyai daya menahan air sedang dan permeabilitas sedang. Kepekaan terhadap erosi adalah sedang sampai besar, dengan sifat fisik dan kimia umumnya baik, sehingga produktifitasnya sedang sampai tinggi.

#### 5. Tanah Regosol

Tanah regosol belum banyak mengalami perkembangan profil, sehingga tebal solumnya dangkal yaitu sekitar 50-60 cm. Tanah ini berwarna kelabu, coklat atau coklat kekuningan sampai keputih-putihan. Bertekstur pasir, pasir berlempung sampai lempung berpasir. Tanah ini terbentuk dari bahan induk abu atau pasir-tuff vulkan sehingga di golongan regosol vulkan dengan proses pembentukannya bersifat alterasi lemah atau tanpa perkembangan. Tanah ini tersebar di kawasan dengan bentuk wilayah datar sampai bergelombang (kemiringan 0-15%).

#### 6. Tanah Latosol

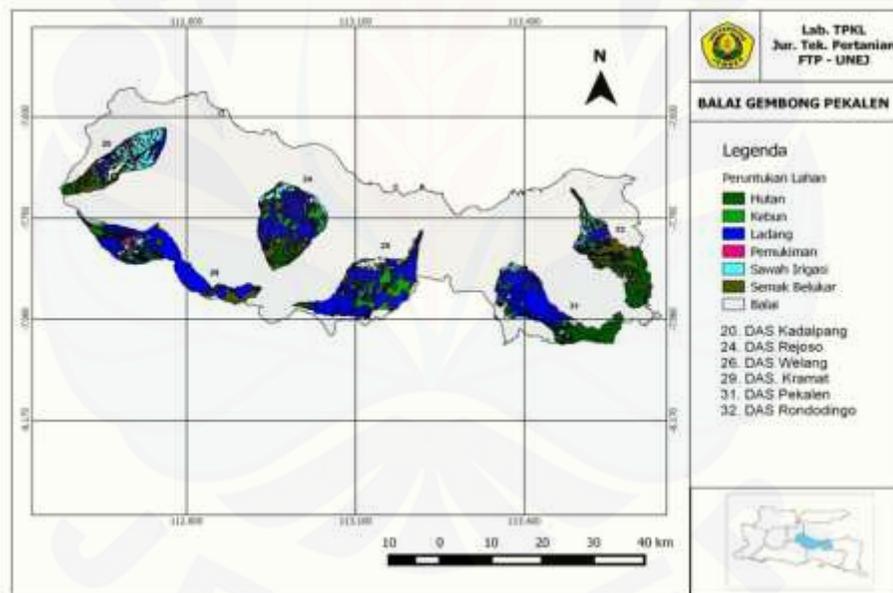
Tanah latosol mempunyai struktur tanah yang remah, mudah lapuk, stabilitas agregat tinggi, solum dalam lebih dari 150 cm. Tanah ini berwarna tanah yang seragam dengan batas horizon baur, bisa berwarna merah, coklat kemerahan, coklat, coklat kekuningan. Tanah ini terbentuk dari bahan induk vulkan berupa tufa maupun batuan beku. Tanah ini mempunyai PH antara 4.5-5.5.

Berdasarkan tabel 4.2 dapat diketahui bahwa DAS Rondodingo memiliki jenis tanah alluvial (1%), andosol (40.4%), grumusol (29.7%), mediteran (23.3%), dan regosol (5.6%). DAS Rejoso didominasi tanah andosol (47.9%), grumusol (31.5%), mediteran (11.3%) dan regosol (9.3%). DAS Kramat memiliki jenis tanah mediteran (0.20%), andosol (42.4%), grumusol (46.5%), dan regosol (10.9%). DAS Welang

juga memiliki jenis tanah alluvial (16.9%), andosol (45%), grumosol (30.1%), dan mediteran (8%). DAS Kadalpang didominasi oleh tanah grumosol (14.3%), latosol (2.3%), andosol (0.5%), grumosol (14.3%), dan mediteran (82.9%). Sedangkan untuk DAS Pekalen memiliki jenis tanah andosol (46.2%), grumosol (22.6%), mediteran (19.4%) dan sisanya regosol (11.8%).

### c. Peruntukan Lahan

Peruntukan lahan di wilayah UPT PSDA Pasuruan mempunyai beberapa beragam penggunaan lahan, seperti: hutan, perkebunan, ladang, pemukiman, sawah irigasj dan semak belukar. Penyebaran peruntukan lahan untuk wilayah UPT PSDA Pasuruan disajikan pada gambar 4.2 berikut:



Gambar 4.2 Peta peruntukan lahan di wilayah UPT PSDA Pasuruan (Sumber: Data primer diolah, 2014).

Berdasarkan gambar di atas diketahui persentase luas masing-masing peruntukan lahan seperti disajikan dalam tabel 4.3 berikut ini.

Tabel 4.3 Jenis tata guna lahan

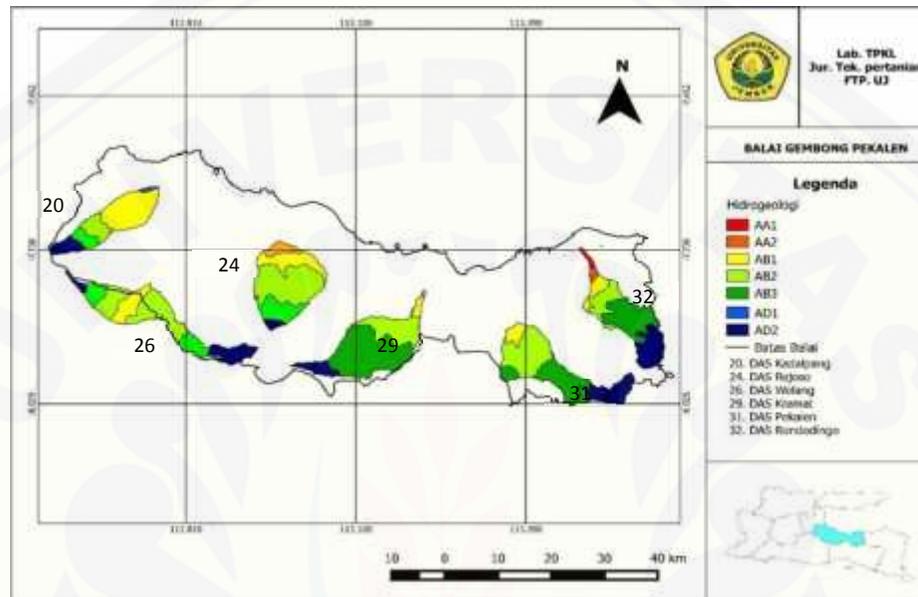
| Tata Guna Lahan | Persentase per luas DAS (%) |            |             |             |               |             |
|-----------------|-----------------------------|------------|-------------|-------------|---------------|-------------|
|                 | DAS Rondodingo              | DAS Rejoso | DAS Kramat  | DAS Welang  | DAS Kadalpang | DAS Pekalen |
| Hutan           | 31                          | 8.6        | 1.5         | <b>37.7</b> | 10.2          | 27.6        |
| Kebun           | 7                           | 17.5       | 24.6        | <b>28.6</b> | 7.7           | 7.8         |
| Ladang          | 10.6                        | 43.3       | <b>57.9</b> | 17.2        | 13.6          | 48.9        |
| Pemukiman       | 5.6                         | 4.2        | 4.4         | 10.8        | <b>13.4</b>   | 1.8         |
| Sawah irigasi   | 11.9                        | 7.7        | 2.7         | 5.5         | <b>38.6</b>   | 3.8         |
| Semak belukar   | <b>29.7</b>                 | 17.4       | 2.4         | 5.9         | 9.4           | 8.4         |

(Sumber: Data primer diolah, 2014).

Tabel 4.3 menampilkan persentase peruntukan lahan atau tata guna lahan yang berada di sekitar wilayah keenam DAS. Persentase terbesar untuk hutan dan kebun terdapat di DAS Welang yaitu: 37.7 % dan 28.6%. Persentase terbesar untuk ladang terdapat di DAS Kramat sebesar 57.9%. Persentase terbesar untuk pemukiman dan sawah irigasi terdapat di DAS Kadalpang sebesar 13.4% dan 38.6%. Sedangkan persentase semak belukar terbesar terdapat di DAS Rondodingo sebesar 29.7%. Wilayah UPT PSDA Pasuruan didominasi peruntukan lahan dengan vegetasi yang bagus, sehingga pada musim penghujan air banyak yang terinfiltrasi, volume air limpasan kecil, dan penguapan permukaan tanah juga kecil.

#### d. Hidrogeologi

Peta hidrogeologi di wilayah UPT PSDA Pasuruan disajikan pada gambar 4.3 dan persentase hidrogeologi disajikan pada tabel 4.4 sebagai berikut.



Gambar 4.3 Peta hidrogeologi di wilayah UPT PSDA Pasuruan (Sumber: Data primer diolah, 2014).

Penentuan ada atau tidaknya air tanah di daerah aliran sungai, maka harus mengetahui jenis lapisan batuan, lapisan yang mengandung air tanah sering disebut dengan akuifer. Menurut Seyhan (1997) akuifer adalah salah satu lapisan, formasi, atau kelompok formasi bebatuan yang dapat menyimpan dan mengalirkan air tanah. Berdasarkan gambar 4.3 di atas, maka karakteristik akuifer DAS di wilayah UPT PSDA Pasuruan dibedakan kedalam beberapa tipe, yaitu: (1) akuifer dengan aliran melalui ruang antar butir yang berproduktivitas tinggi dan penyebaran luas (AA1), (2) akuifer produktif dengan penyebaran luas (AA2), (3) akuifer dengan aliran melalui celahan dan ruang antar butir yang berproduktivitas tinggi dan penyebaran luas (AB1), (4) akuifer yang berproduktivitas sedang dan penyebaran luas (AB2), (5)

akuifer produktif terdapat setempat-setempat (AB3), (5) akuifer produktif kecil dan setempat (AD1), dan (6) akuifer produktifitas kecil dan daerah air langka (AD2).

Tabel 4.4 Tipe akuifer di tiap DAS

| Jenis<br>Aquifer | Persentase per luas DAS (%) |               |               |               |                  |                |
|------------------|-----------------------------|---------------|---------------|---------------|------------------|----------------|
|                  | DAS<br>Rondoningo           | DAS<br>Rejoso | DAS<br>Kramat | DAS<br>Welang | DAS<br>Kadalpang | DAS<br>Pekalen |
| AA1              | 2.5                         | -             | -             | -             | -                | -              |
| AA2              | 2.7                         | 7.1           | 0.4           | -             | -                | -              |
| AB1              | 9.9                         | 19.3          | 3.1           | 15.5          | 56.4             | 7              |
| AB2              | 19.8                        | 51.1          | 27.3          | 45.2          | 16.9             | 39.3           |
| AB3              | 39.5                        | 18.4          | 60.4          | 21.2          | 11.3             | 35             |
| AD1              | 1.2                         | -             | -             | -             | 2                | -              |
| AD2              | 24.1                        | 3.8           | 8.5           | 17.9          | 13.2             | 18.5           |

(Sumber: Data primer diolah, 2014).

Berdasarkan tabel 4.4 DAS-DAS yang ada di wilayah UPT PSDA Pasuruan didominasi oleh bebarapa tipe akuifer. DAS Rondodingo didominasi oleh tipe akuifer AB3 sebesar 39.5 %, DAS Rejoso dengan tipe AB2 sebesar 51.1 %, DAS Kramat oleh tipe akuifer AB3 60.4 %, DAS Welang AB2 oleh tipe akuifer AB2 45.2 %, DAS Kadalpang oleh tipe AB1 sebesar 56.4 %, dan DAS Kadalpang oleh tipe AB2 39.3 %.

#### 4.2.2 Karakteristik Hidrologi

Data yang digunakan untuk analisis karakteristik hidrologi dari ke-enam DAS merupakan data hujan harian dan data debit dari pengukuran langsung pada setiap stasiun hujan di sekitar kawasan DAS. Data hujan dan data debit yang digunakan adalah data 1 Januari 1997 sampai dengan 31 Desember 2005.

##### a. Karakteristik Curah Hujan

Data curah hujan yang digunakan untuk menentukan karakteristik hujan pada enam DAS. Data curah hujan yang digunakan merupakan rekaman mulai tahun 1997-2005. Besarnya curah hujan tiap DAS dapat dilihat pada tabel 4.5 berikut ini.

Tabel 4.5 Karakteristik curah hujan

| No | Karakteristik Hujan |            |           |               |
|----|---------------------|------------|-----------|---------------|
|    | Bentuk DAS          | Nama DAS   | $Q_{Min}$ | $Q_{Max}$     |
| 1  | Memanjang           | Rondodingo | 0.00      | 134.0         |
| 2  | Melebar             | Rejoso     | 0.00      | <u>80.00</u>  |
| 3  | Melebar             | Kramat     | 0.00      | 84.00         |
| 4  | Memanjang           | Welang     | 0.00      | 145.00        |
| 5  | Memanjang           | Kadalpang  | 0.00      | 95.00         |
| 6  | Memanjang           | Pekalen    | 0.00      | <b>178.00</b> |

(Sumber: Data primer diolah, 2014).

Tabel 4.5 dapat diketahui nilai hujan harian maksimum dan data hujan harian minimum. Nilai curah hujan terbesar dapat dilihat dengan angka yang dicetak tebal. Nilai terkecil dapat dilihat dengan angka yang diberi garis bawah. Perbedaan ini di pengaruhi oleh iklim di masing-masing DAS.

Besarnya curah hujan turut mempengaruhi besarnya debit yang diperoleh pada suatu DAS. Semakin besar curah hujan pada suatu DAS, maka debit yang dihasilkan juga semakin besar. DAS yang memiliki nilai hujan harian maksimal tertinggi terdapat di DAS Pekalen dengan nilai curah hujan harian maksimal 178 mm/hari dengan bentuk DAS memanjang.

#### b. Karakteristik Debit

Data debit yang digunakan merupakan rekaman debit harian untuk periode 1 Januari 1997 sampai dengan 31 Desember 2005. Nilai karakteristik debit untuk masing-masing DAS ditunjukkan pada tabel 4.6 berikut ini.

Tabel 4.6 Karakteristik debit

| No | Karakteristik Debit |            |             |               |                 |
|----|---------------------|------------|-------------|---------------|-----------------|
|    | Bentuk DAS          | Nama DAS   | $Q_{Min}$   | $Q_{Max}$     | $Q_{Rata-rata}$ |
| 1  | Memanjang           | Rondodingo | 0.25        | 101.00        | 4.99            |
| 2  | Melebar             | Rejoso     | <b>5.48</b> | 110.19        | <b>12.52</b>    |
| 3  | Melebar             | Kramat     | 0.11        | <b>193.03</b> | 2.62            |
| 4  | Memanjang           | Welang     | 0.25        | <u>32.55</u>  | 3.89            |
| 5  | Memanjang           | Kadalpang  | <u>0.04</u> | 69.04         | <u>2.91</u>     |
| 6  | Memanjang           | Pekalen    | 3.35        | 94.30         | 10.94           |

(Sumber: Data primer diolah, 2014).

Debit merupakan besarnya air yang mengalir dari suatu penampang per satuan waktu. Berdasarkan tabel 4.6 dapat diketahui nilai debit minimum, debit maksimum, dan debit rata-rata. Nilai debit terbesar dapat dilihat dengan angka yang di cetak tebal dan nilai debit yang terkecil dapat dilihat dengan nilai yang diberi garis bawah.

Tabel 4.6 di atas dapat dilihat kejadian debit pada enam DAS selama periode 1997-2005. DAS yang memiliki debit maksimal dan terkecil diantara keenam DAS terdapat di DAS Welang dengan nilai debit sebesar 32,55 m<sup>3</sup>/s. Hal ini dikarenakan DAS Welang berbentuk memanjang, sehingga waktu tiba banjir dari anak-anak sungai berbeda dan berlangsung agak lama yang mengakibatkan debit relatif kecil.

DAS yang berbentuk melebar nilai debit maksimalnya paling besar, hal ini dikarenakan perjalanan debit dari anak-anak sungai samapai ke *outlet* bersamaan sehingga debitnya besar. DAS yang berbentuk melebar adalah DAS Rejoso dengan nilai debit sebesar 110.9 m<sup>3</sup>/s dan DAS Kramat dengan nilai debit sebesar 193.03 m<sup>3</sup>/s.

## BAB 5. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemisahan *baseflow* pada penelitian ini menggunakan dua metode grafis dan satu metode RDF (*Recursive digital filter*) di wilayah UPT PSDA Pasuruan. Analisis ini membandingkan antara nilai debit terukur dengan nilai debit terhitung dari ketiga yang digunakan. Debit terukur diperoleh dari pengukuran langsung dari stasiun AWLR (*Automatic Water Level Recorder*). Adapun debit terhitung diperoleh dari perhitungan dua metode grafis yaitu: *Local Minimum Method*, *Fixed Interval Method*, dan metode RDF yaitu: *Eckhardt Filter*.

### 5.1 Analisis Aliran dasar (*Baseflow*) Periode Kalibrasi

Pemilihan periode kalibrasi perlu dilakukan untuk mendapatkan parameter yang optimal. Parameter yang optimal dapat dicapai apabila terdapat kesesuaian pola dan kohorensi yang tinggi antara debit terukur dan debit terhitung.

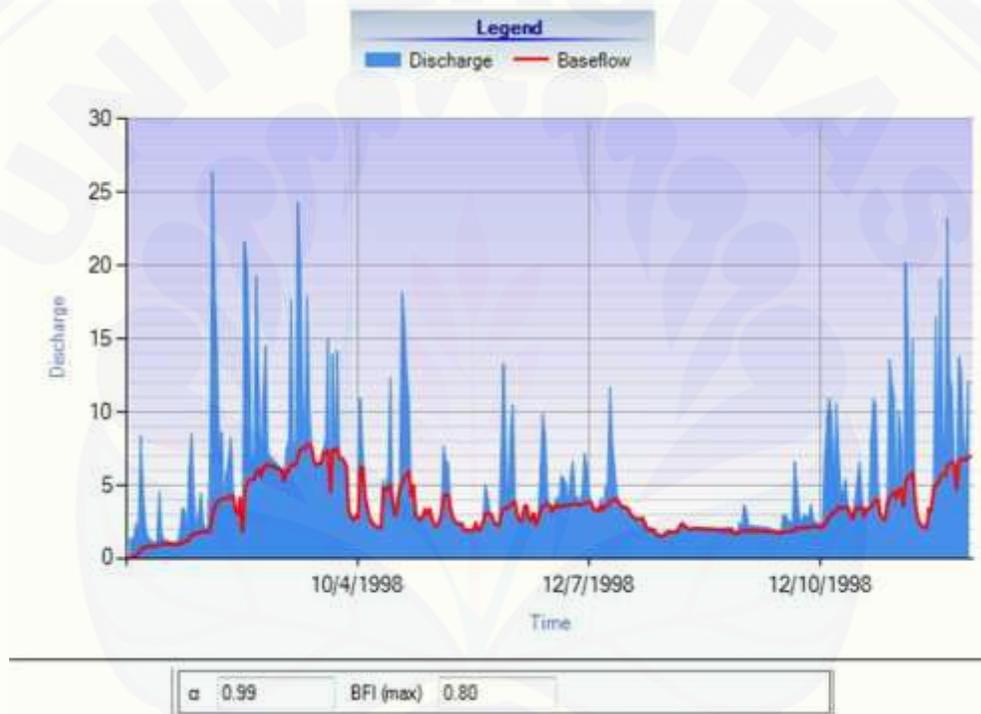
Metode kalibrasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan metode *trial and error*, pengesetan parameter dalam model dilakukan secara manual oleh operator. Pengesetan oleh operator dilakukan dengan menaikkan dan menurunkan nilai parameter sampai diperoleh kombinasi parameter yang paling optimal, yaitu kesesuaian atau kecocokan antara debit terukur dan debit terhitung.

#### 5.1.1 Nilai parameter yang diuji

Untuk menghasilkan nilai kalibrasi dan validasi yang optimal dibutuhkan nilai parameter untuk masing-masing DAS, yaitu: parameter  $N$ ,  $f$ ,  $\alpha$ , dan  $BFI_{max}$ . Nilai  $N$  adalah durasi limpasan permukaan, yaitu jumlah hari setelah limpasan permukaan berhenti. Koefisien parameter  $f$  merupakan titik balik (*turning point*), parameter  $\alpha$  (*turning point*) digunakan untuk mengindikasikan hari dan awal kontribusi *baseflow*

terhadap nilai debit (Piggot *et. al*, 2012). Koefisien parameter merupakan parameter *filter*, sedangkan BFI<sub>max</sub> adalah *baseflow index* atau indeks aliran dasar.

Pengoptimalan nilai parameter di atas dilakukan dengan menggunakan metode *trial and error*. Metode *trial and error* dihentikan apabila telah didapatkan nilai yang menghasilkan garis yang menandakan antara pemodelan aliran dasar (debit terhitung) saling berhimpitan dengan aliran sungai (debit terukur). Proses ini dilakukan setiap tahun pada DAS di UPT PSDA Pasuruan (gambar 2).



Gambar 5.1 Contoh garis kesesuaian antara debit terukur dan debit terhitung

Gambar 5.1 merupakan contoh set parameter antara debit terukur dan debit terhitung pada tahun 2005 di DAS Kadalapang Bangil. Rentang nilai parameter yang didapatkan dari masing-masing metode di tampilkan pada Tabel (5.1) sebagai berikut:

Tabel 5.1 Rentang nilai koefisien parameter yang diuji tiap tahunnya pada semua DAS

| No. | Metode                       | Parameter |             |             |        |
|-----|------------------------------|-----------|-------------|-------------|--------|
|     |                              | N         | f           |             | BFImax |
| 1   | <i>Local Minimum Method</i>  | 5 - 11    | 0.90 - 0.95 | -           | -      |
| 2   | <i>Fixed Interval Method</i> | 10 - 30   | -           | -           | -      |
| 3   | <i>Eckhardt Filter</i>       | -         | -           | 0.92 - 0.99 | 0.80   |

(Sumber: Data primer diolah, 2014).

Tabel 5.1 menampilkan rentang nilai koefisien parameter dari ketiga metode pemisahan aliran dasar ditetapkan melalui metode *trial and error* pada tiap tahunnya. Nilai rentang nilai tersebut mencakup semua *range* nilai terkecil sampai terbesar yang diuji cobakan pada masing-masing DAS.

Nilai parameter yang dihasilkan pada tiap tahunnya di rata-rata. Sehingga didapatkan nilai rerata parameter untuk semua metode tiap DAS. Nilai rerata tersebut digunakan untuk memisahkan *baseflow* pada semua periode.

### 5.1.2 Nilai parameter optimal pada setiap DAS

Tabel 5.2 dibawah ini menampilkan nilai parameter optimal ketiga metode yang merupakan hasil dari nilai rerata parameter pada setiap tahunnya di masing-masing DAS.

Tabel 5.2 Nilai koefisien parameter optimal dari ketiga metode pemisahan aliran dasar tahun 1997-2005

| No | Nama DAS   | <i>Local Minimum Method</i> |      | <i>Fixed Interval Method</i> | <i>Eckhardt Filter</i> |      |
|----|------------|-----------------------------|------|------------------------------|------------------------|------|
|    |            | N                           | f    | N                            | BFImax                 |      |
| 1  | Rondodingo | 10                          | 0.90 | 30                           | 0.92                   | 0.80 |
| 2  | Rejoso     | 10                          | 0.95 | 30                           | 0.98                   | 0.80 |
| 3  | Kramat     | 5                           | 0.95 | 10                           | 0.99                   | 0.80 |
| 4  | Welang     | 9                           | 0.95 | 30                           | 0.99                   | 0.80 |
| 5  | Kadalpang  | 5                           | 0.94 | 19                           | 0.95                   | 0.80 |
| 6  | Pekalen    | 11                          | 0.95 | 30                           | 0.98                   | 0.80 |

(Sumber: Data primer diolah, 2014).

### 5.1.3 Perbandingan Nilai RMSE (*Root Mean Square Error*)

Tabel 5.3 menampilkan nilai RMSE pada DAS Kadalpang Bangil dengan menggunakan ketiga metode selama bulan Juli-September tahun 1997-2005.

Tabel 5.3 Nilai RMSE pada DAS Kadalpang Bangil

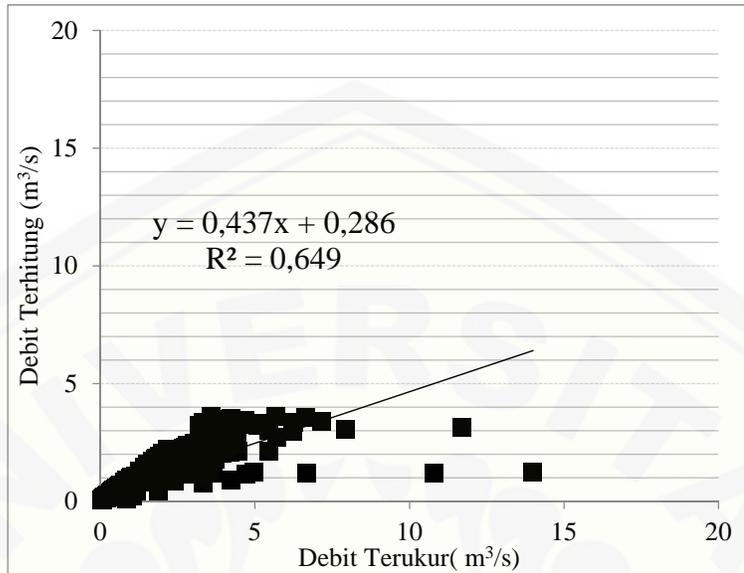
| Metode                       | RMSE Periode Kalibrasi |
|------------------------------|------------------------|
| <i>Local Minimum Method</i>  | 0.032                  |
| <i>Fixed Interval Method</i> | 0,035                  |
| <i>Eckhardt Filter</i>       | 0,028                  |

(Sumber: Data primer diolah. 2014).

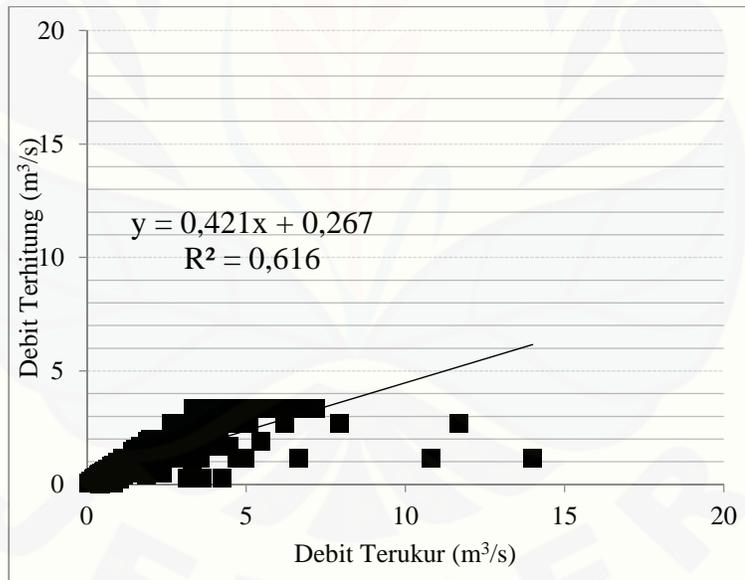
Hasil uji statistik menggunakan RMSE menunjukkan bahwa metode yang menghasilkan kinerja yang lebih baik dari ketiga metode adalah metode *Eckhardt Filter*. Nilai RMSE semakin kecil atau mendekati nol (0) menunjukkan tingkat kesalahan selama pengolahan semakin kecil.

### 5.1.4 Perbandingan nilai R Squared ( $R^2$ )

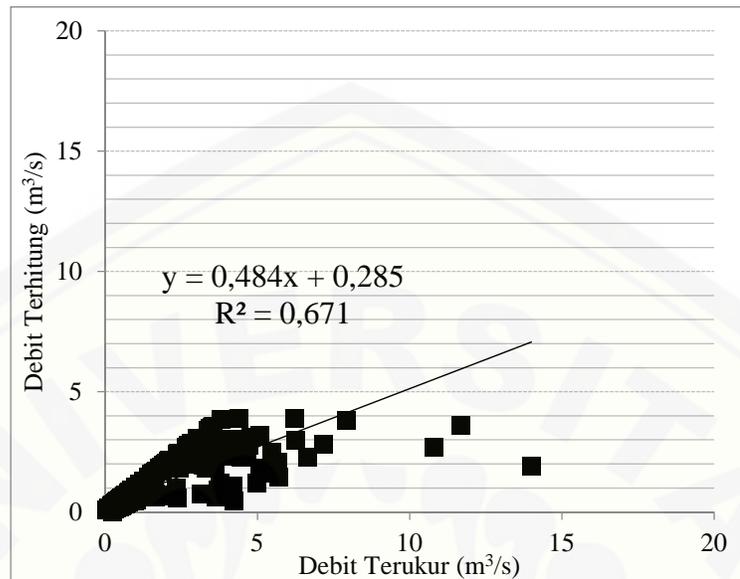
Untuk mengetahui  $R^2$  dari hubungan antara debit terukur dan debit terhitung pada DAS Kadalpang Bangil maka dibuat grafik seperti di sajikan pada gambar 5.2 berikut.



a. Local Minimum Method



b. Fixed Interval Method



*c. Eckhardt Filter*

Gambar 5.2 Grafik hubungan antara debit terukur dan debit terhitung di DAS Kadalpang Bangil

Gambar 5.2 menampilkan grafik hubungan antara debit terukur dan debit terhitung. Grafik di atas juga menampilkan nilai *R Squared* untuk ketiga metode dalam memodelkan aliran dasar pada periode kalibrasi (bulan Januari – bulan Desember) tahun 1997-2005 di DAS Kadalpang Bangil. Dari grafik di atas nilai *R Squared* yang paling tinggi terdapat pada metode *Eckhardt Filter* dengan nilai  $R^2$  sebesar 0.67. Nilai *R Squared* yang mendekati 1 tersebut menunjukkan bahwa kesesuaian antara debit terukur dan debit terhitung sangat kuat. Hal ini menunjukkan bahwa dari ketiga metode yang digunakan dalam memperkirakan pemisahan aliran dasar pada periode kalibrasi lebih optimal menggunakan metode *Eckhardt Filter*.

Grafik hubungan debit terukur dan debit terhitung dalam pemisahan aliran dasar untuk lima DAS yang lain terdapat pada lampiran halaman 66.

## 5.2 Analisis Aliran Dasar (*baseflow*) Periode Validasi

Validasi merupakan proses evaluasi terhadap model untuk mendapatkan gambaran tingkat ketidakpastian suatu model dalam memprediksi proses hidrologi. Validasi dilakukan pada masing-masing metode untuk semua tahun. Proses ini bertujuan untuk mengevaluasi apakah nilai parameter yang didapatkan dari proses kalibrasi pada DAS Kadalpang Bangil bisa digunakan untuk memisahkan aliran dasar pada DAS lainnya. Proses validasi ditampilkan dalam bentuk RMSE, *R Squared*, FDC, dan BFI (*Baseflow Index*).

### 5.2.1 Perbandingan RMSE (*Root Mean Square Error*)

Tabel 5.4 menampilkan nilai RMSE dari wilayah UPT PSDA Pasuruan dengan menggunakan ketiga metode selama bulan Juli-September tahun 1997-2005.

Tabel 5.4 Nilai RMSE pada enam DAS di wilayah UPT PSDA Pasuruan

| No | Nama DAS               | RMSE Periode bulan Juli-September |                              |                        |
|----|------------------------|-----------------------------------|------------------------------|------------------------|
|    |                        | <i>Local Minimum Method</i>       | <i>Fixed Interval Method</i> | <i>Eckhardt Filter</i> |
| 1  | Rondoningo             | 0.037                             | 0.055                        | 0.024                  |
| 2  | Rejoso                 | 0.060                             | 0.081                        | 0.071                  |
| 3  | Kramat                 | 0.028                             | 0.031                        | 0.020                  |
| 4  | Welang                 | 0.022                             | 0.023                        | 0.018                  |
| 5  | Kadalpang              | 0.032                             | 0.035                        | 0.028                  |
| 6  | Pekalen                | 0.046                             | 0.045                        | 0.040                  |
|    | <b>Min</b>             | 0.022                             | 0.023                        | 0.018                  |
|    | <b>Max</b>             | 0.060                             | 0.081                        | 0.071                  |
|    | <b>Rerata</b>          | 0.037                             | 0.045                        | 0.033                  |
|    | <b>Standar Deviasi</b> | 0.013                             | 0.020                        | 0.019                  |

(Sumber: Data primer diolah, 2014)

Tabel 5.4 menunjukkan perbandingan nilai RMSE untuk masing-masing DAS menggunakan parameter yang sama pada tiap DASnya, yaitu menggunakan parameter DAS Kadalpang Bangil. Tabel di atas juga menunjukkan metode yang memiliki kinerja yang lebih baik dari pada metode yang lainnya. Metode yang memiliki kinerja yang lebih baik adalah metode yang menghasilkan nilai RMSE

mendekati nol (0). Jika nilai RMSE mendekati nol (0) maka tingkat kesalahannya semakin kecil. Metode yang menghasilkan nilai RMSE yang mendekati nol terdapat pada metode *Eckhardt filter*. Jadi dari uji statistik menggunakan RMSE menunjukkan bahwa metode *Eckhardt Filter* merupakan metode yang optimal dalam pemisahan *baseflow* dan cocok digunakan di DAS-DAS di wilayah UPT PSDA Pasuruan.

Nilai RMSE untuk DAS Rondodingo, DAS Rejoso, DAS Kramat, DAS Welang, DAS Kadalpang, dan DAS Pekalen berturut-turut sebesar 0.024, 0.071, 0.020, 0.018, 0.028, dan 0.040.

### 5.2.2 Perbandingan R Squared ( $R^2$ )

Untuk mengetahui perbandingan R Squared masing-masing DAS di wilayah UPT PSDA Pasuruan selama bulan Januari-Desember tahun 1997 sampai tahun 2005 di tampilkan pada tabel 5.5 berikut.

Tabel 5.5 Perbandingan R Squared ketiga metode pada proses validasi tahun 1997-2005

| No | Nama DAS               | R Squared Tahun 1997-2005   |                              |                        |
|----|------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------|
|    |                        | <i>Local Minimum Method</i> | <i>Fixed Interval Method</i> | <i>Eckhardt Filter</i> |
| 1  | Rondodingo             | 0.845                       | 0.791                        | 0.876                  |
| 2  | Rejoso                 | 0.268                       | 0.341                        | 0.663                  |
| 3  | Kramat                 | 0.126                       | 0.188                        | 0.472                  |
| 4  | Welang                 | 0.390                       | 0.322                        | 0.613                  |
| 5  | Kadalpang              | 0.433                       | 0.342                        | 0.664                  |
| 6  | Pekalen                | 0.623                       | 0.550                        | 0.742                  |
|    | <b>Min</b>             | 0.126                       | 0.188                        | 0.472                  |
|    | <b>Max</b>             | 0.845                       | 0.791                        | 0.876                  |
|    | <b>Rerata</b>          | 0.447                       | 0.422                        | 0.671                  |
|    | <b>Standar Deviasi</b> | 0.256                       | 0.214                        | 0.134                  |

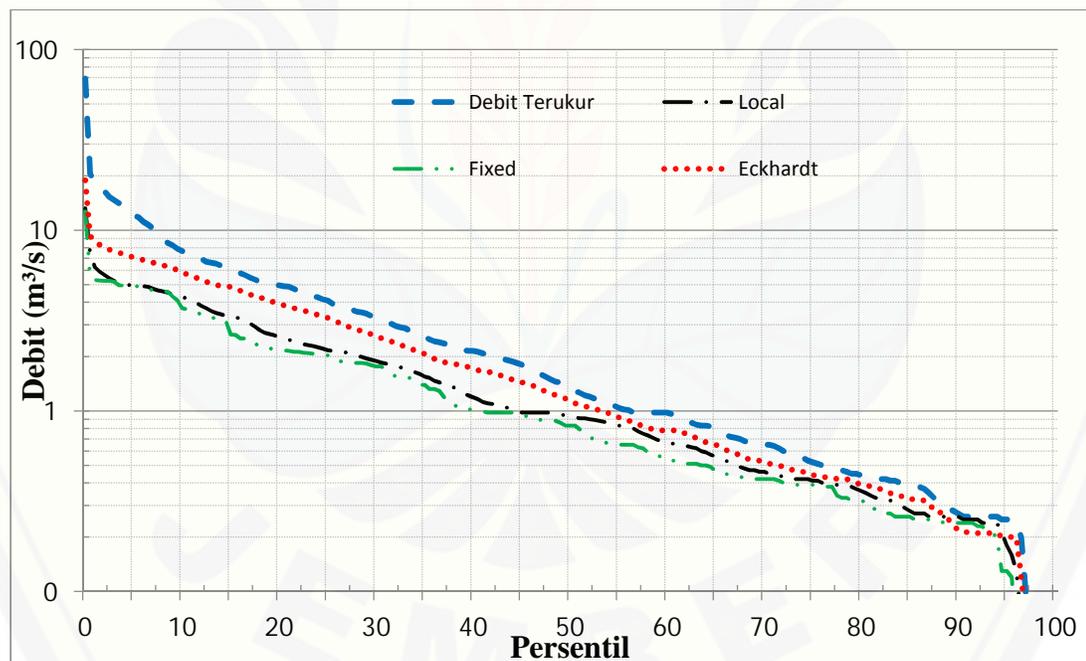
(Sumber: Data diolah, 2014)

Tabel 5.5 menampilkan nilai R Squared untuk masing-masing metode pada proses validasi di wilayah UPT PSDA Pasuruan. Metode yang memiliki nilai R Squared mendekati 1 merupakan metode yang memiliki kinerja yang lebih baik dari

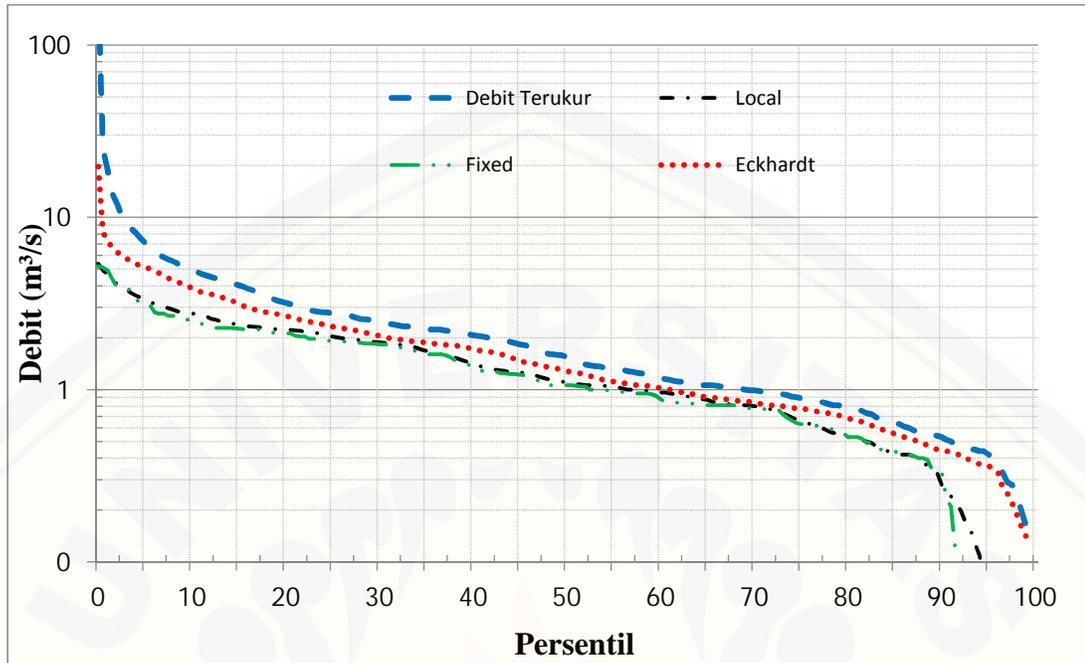
pada metode yang lain. Hasil dari uji *R Squared* secara keseluruhan dari keenam DAS yang ada di wilayah UPT PSDA Pasuruan diketahui metode yang optimal dalam pemodelan aliran dasar yaitu: metode *Eckhardt Filter*. Nilai *R Squared* untuk DAS Rejoso, DAS Kramat, DAS Welang, DAS Kadalpang, dan DAS Pekalen dengan nilai berturut-turut sebesar 0.876, 0.663, 0.472, 0.613, 0.664, dan 0.742.

### 5.2.3 Analisis Kurva Durasi Aliran (FDC)

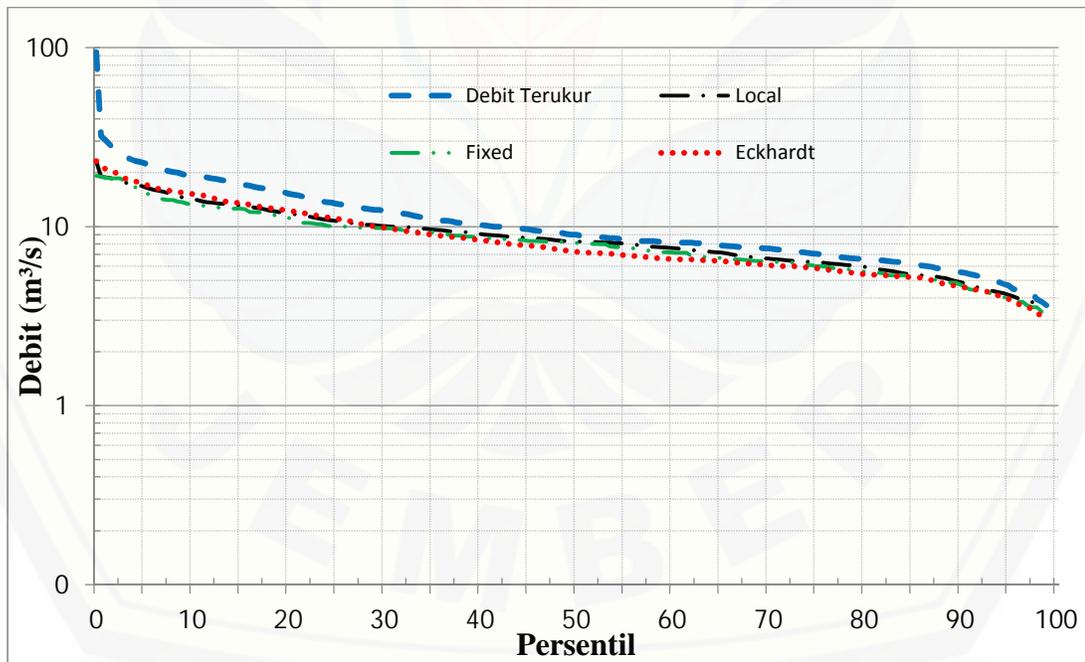
Analisis FDC (*flow duration curve*) merupakan metode analisis yang digunakan untuk menampilkan sebaran data berdasarkan *range*-nya. Grafik FDC untuk masing-masing DAS dari ketiga metode selama periode 1997-2005 disajikan pada gambar-gambar berikut ini.



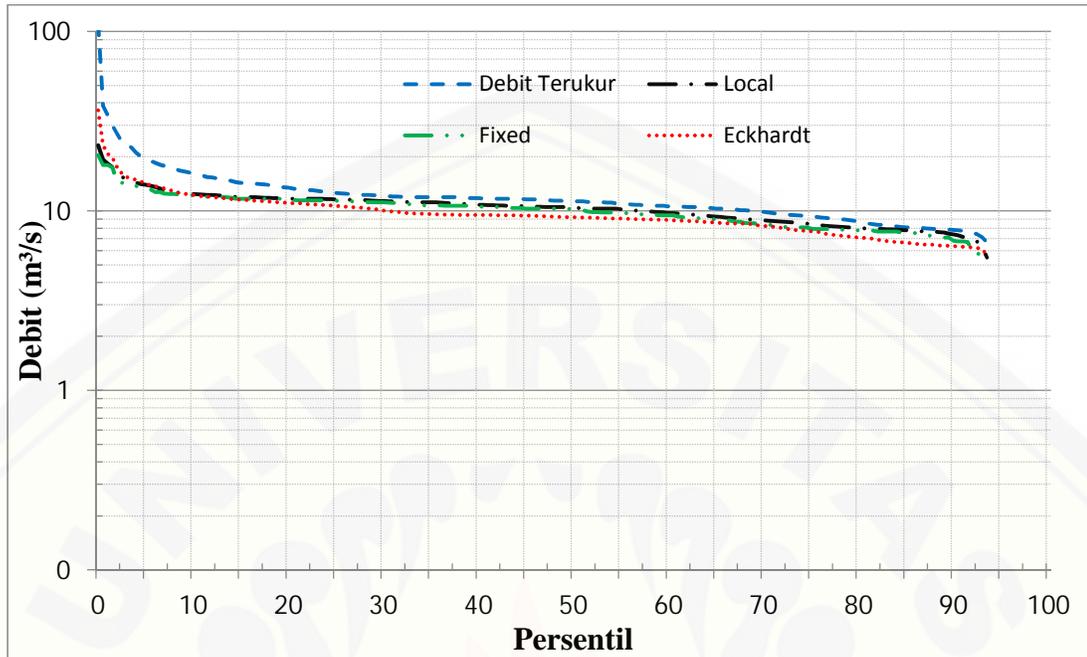
Gambar 5.3 Grafik *flow duration curve* pada DAS Kadalpang Bangil periode tahun 1997-2005



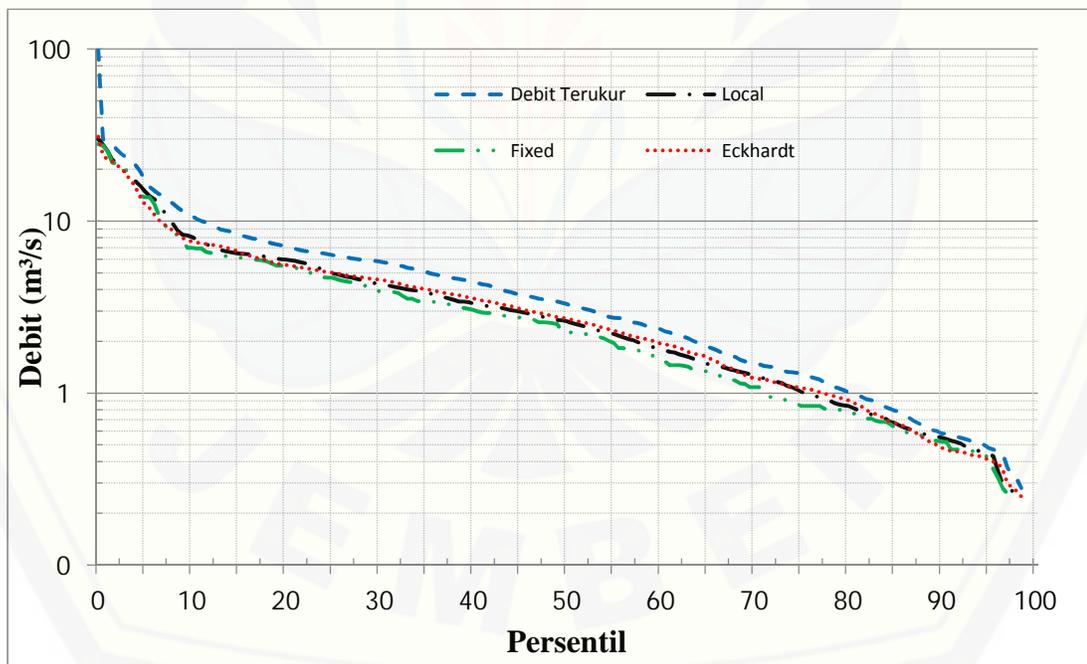
Gambar 5.4 Grafik *flow duration curve* pada DAS Kramat periode tahun 1997-2005



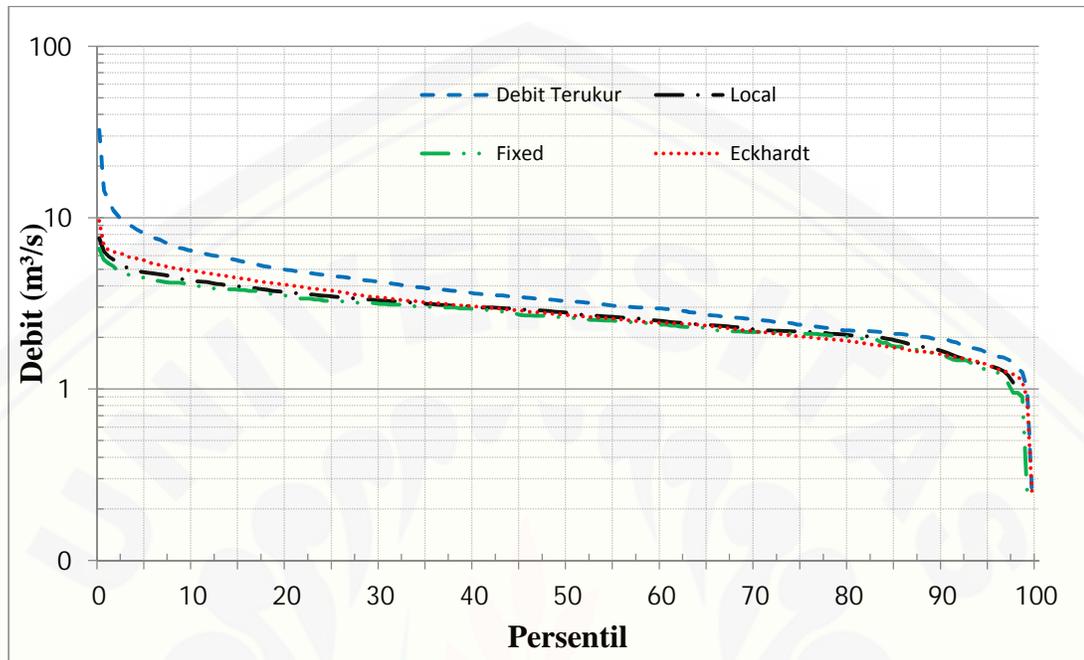
Gambar 5.5 Grafik *flow duration curve* pada DAS Pekalen periode tahun 1997-2005



Gambar 5.6 Grafik *flow duration curve* pada DAS Rejoso periode panjang tahun 1997-2005



Gambar 5.7 Grafik *flow duration curve* pada DAS Rondodingo periode panjang tahun 1997-2005



Gambar 5.8 Grafik *flow duration curve* pada DAS Welang periode panjang tahun 1997-2005

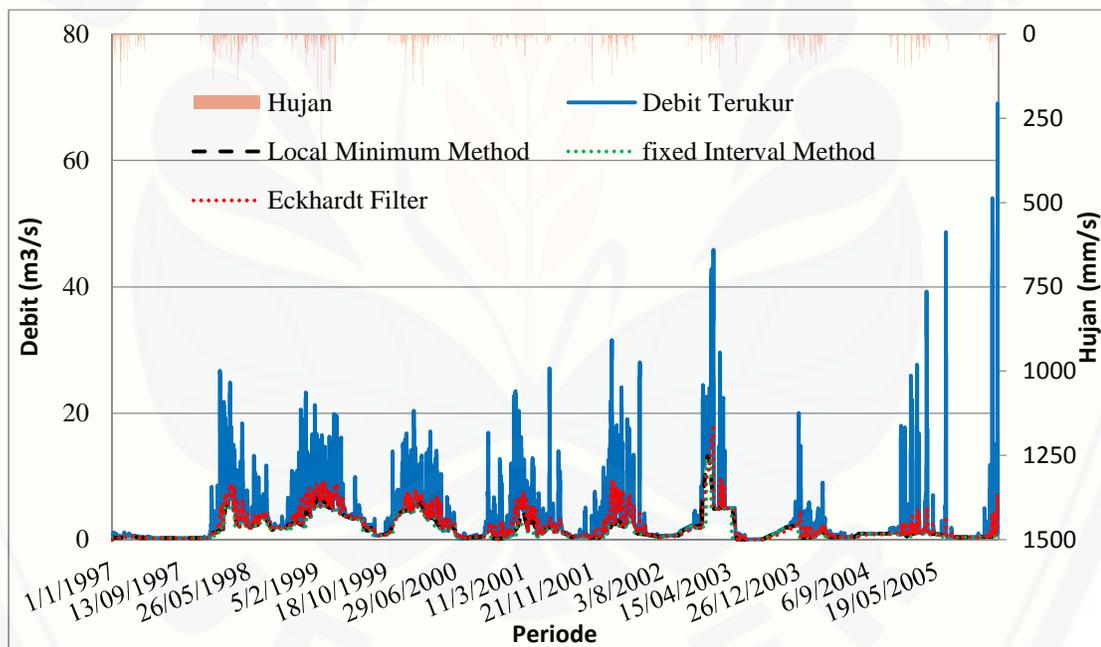
Gambar di atas merupakan grafik FDC dari masing-masing DAS di wilayah UPT PSDA Pasuruan. Hasil dari grafik FDC menunjukkan hubungan antara debit dengan persentase waktu. Pada grafik dapat dilihat bahwa garis debit terhitung masing-masing metode hampir berhimpitan atau mendekati garis debit terukur. Grafik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

#### 5.2.4 Hasil Pemisahan aliran Dasar (*Baseflow*)

Hasil pemisahan aliran dasar dari ketiga metode ditampilkan dalam bentuk grafik agar lebih mudah dalam membandingkan debit terhitung yang mendekati debit terukur. Pemisahan *baseflow* di tunjukkan dengan grafik periode panjang, periode tahunan, periode hujan, dan periode kemarau.

##### a. Periode Panjang

Periode panjang adalah periode seluruh data yang digunakan dalam mengolah data. Periode panjang yang digunakan dalam penelitian ini adalah tahun 1997-2005. Hasil pemisahan aliran dasar menggunakan ketiga metode pada DAS Kadalapang Bangil periode tahun 1997-2005 ditampilkan pada gambar 4.14 berikut ini.



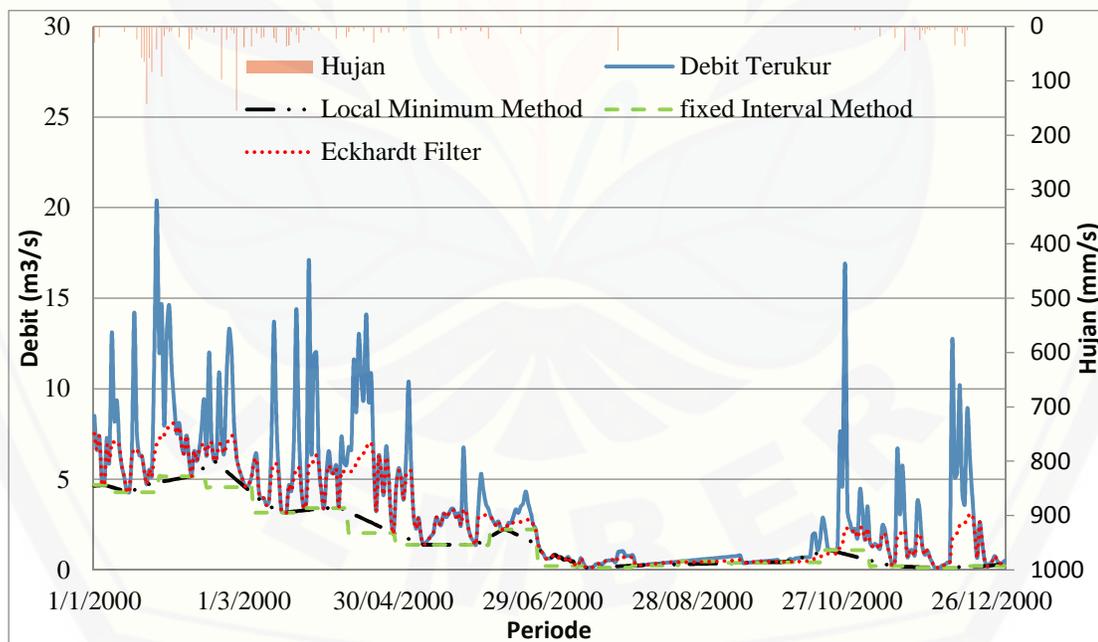
Gambar 5.9 Grafik hasil pemisahan aliran dasar pada tahun 1997-2005 di DAS Kadalapang Bangil (Sumber: Data primer diolah, 2014)

Gambar 5.5 dapat dilihat di atas menampilkan curah hujan, debit terukur, dan debit terhitung dari ketiga metode selama periode tahun 1997-2005 pada DAS

Rondodingo. Plot data tersebut menunjukkan bahwa setiap tahun intensitas hujan berfluktuasi naik dan turun. Apabila intensitas hujan tinggi, maka nilai debit juga tinggi. Demikian sebaliknya, jika intensitas hujan rendah, maka nilai debit juga rendah. Nilai intensitas hujan berpengaruh terhadap besar kecilnya aliran dasar, karena tinggi rendahnya intensitas hujan mempengaruhi besar kecilnya volume air yang masuk kedalam tanah. Air tersebut nantinya menjadi aliran bawah tanah (*groundwater*) kemudian mengalir menuju sungai sebagai aliran dasar (*baseflow*). Namun pada periode panjang *baseflow* tidak terlalu kelihatan sehingga diperlukan pemisahan untuk periode pendek atau pertahun.

#### b. Periode Tahunan

Hasil pemisahan aliran dasar menggunakan ketiga metode di DAS Rondodingo pada tahun 1999 disajikan pada gambar 5.6 berikut ini.



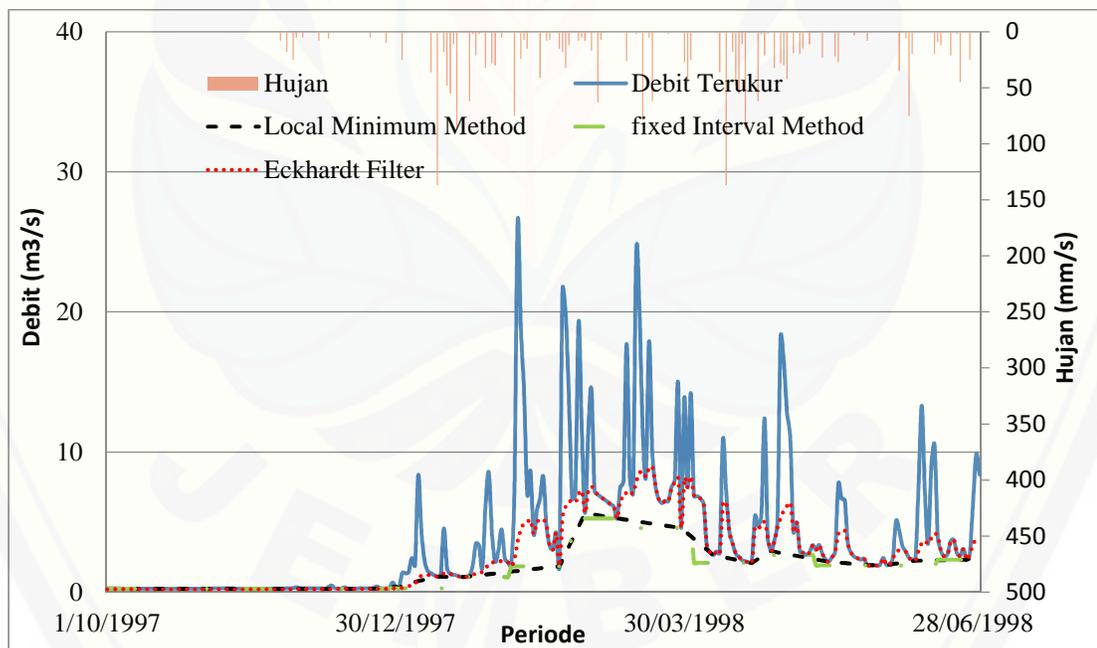
Gambar 5.10 Grafik hasil pemisahan aliran dasar pada tahun 1999 di DAS Kadalpang Bangil

(Sumber: Data primer diolah, 2014)

Gambar 5.6 menunjukkan hasil pemodelan untuk periode tahun 2000 pada DAS Kadalpang Bangil. Curah hujan tinggi tercatat pada bulan Januari sampai awal bulan Juni, sedangkan pada bulan Juli sampai dengan bulan Oktober curah hujan sangat kecil bahkan tidak ada hujan. Tinggi rendahnya intensitas hujan berpengaruh terhadap volume aliran dasar atau *baseflow*. Hal ini terjadi karena semakin tinggi intensitas hujan, maka semakin besar air yang masuk ke wadah air bawah tanah yang akhirnya pada musim kemarau akan mengalir melalui suatu *otlet* menjadi aliran dasar.

c. Periode hujan

Hasil pemisahan aliran dasar menggunakan ketiga metode pada periode penghujan (bulan Oktober 1997-Juni tahun 1998) pada DAS Rondodingo seperti disajikan pada gambar 5.7 berikut ini.

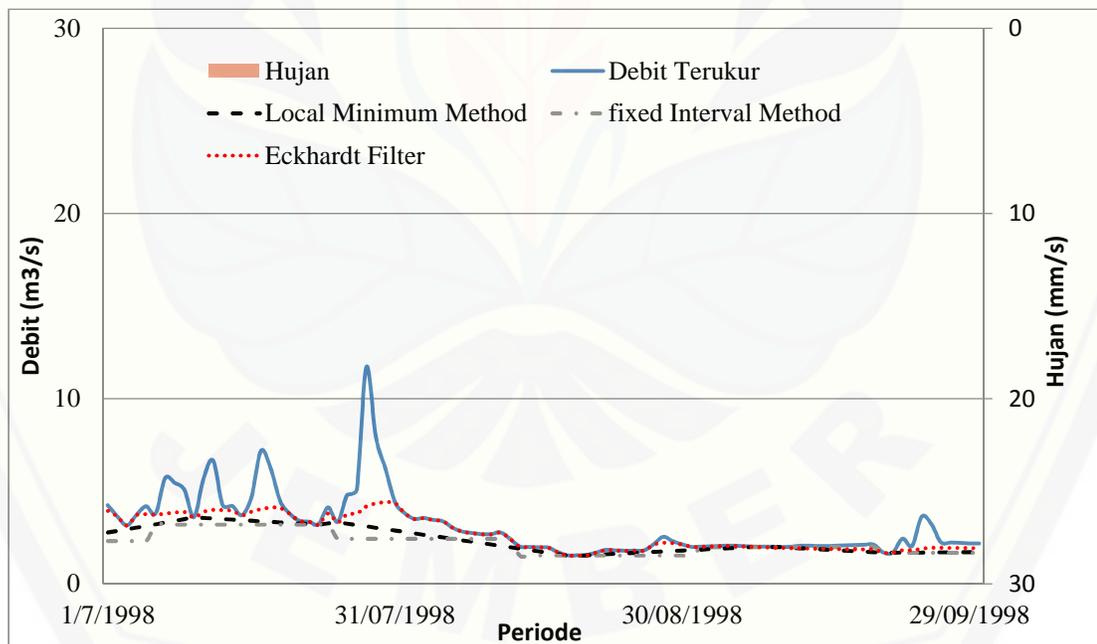


Gambar 5.7 Grafik hasil pemisahan aliran dasar pada periode penghujan (Oktober 1997-Juni 1998) di DAS Kadalpang Bangil (Sumber: Data primer diolah, 2014)

Gambar 5.7 menunjukkan hasil pemodelan dari ketiga metode untuk periode hujan yaitu: bulan Oktober tahun 1997 sampai dengan bulan Juni 1998 di DAS Kadalpang Bangil. Pada awal bulan Oktober grafik masih rendah hal ini menunjukkan pada saat itu masing musim kemarau namun pada akhir Oktober sampai dengan bulan Juli debit terlihat tinggi karena bulan-bulan tersebut sudah memasuki musim penghujan, sehingga kontribusi aliran sungai meningkat. Pada periode ini aliran dasar (*baseflow*) relatif tidak kelihatan, karena aliran dasar pada saat periode penghujan tercampur dengan *quickflow* yang disebabkan oleh tingginya intensitas hujan.

d. Periode kemarau

Hasil pemisahan aliran dasar menggunakan ketiga metode periode kemarau (Juli-September) pada tahun 1997 ditampilkan pada gambar 4.18 berikut.



Gambar 5.12 Grafik hasil pemisahan aliran dasar pada periode kering (Juli-September) tahun 1997 di DAS Kadalpang Bangil (Sumber: Data primer diolah, 2014)

Gambar 5.12 menunjukkan perbandingan pemodelan aliran dasar dari ketiga metode pada periode kering di DAS Kadalpang Bangil. Untuk periode kering data yang digunakan bulan Juli–September 1998. Debit air di sungai cenderung kecil, karena pada saat musim kemarau aliran yang ada merupakan kontribusi dari aliran bawah tanah dan aliran dasar (*baseflow*) sehingga garis relatif berimpitan. Dari grafik tersebut terlihat garis yang paling mendekati debit terukur adalah metode eckhardt filter, sehingga metode ini diatakan sebagai metode yang paling optimal.

#### 5.2.5 Perbandingan nilai BFI (*Baseflow Index*)

BFI merupakan perbandingan antara besarnya aliran dasar dengan besarnya total aliran. Nilai *Baseflow Index* dari ketiga metode untuk periode bulan Juli - September tahun 1997-2005 ditampilkan pada tabel 5.7 berikut ini.

Tabel 5.7 Nilai *baseflow index* (BFI) ketiga tahun 1997-2005

| No | Nama DAS   | <i>Local Minimum Method</i> |     |        | <i>Fixed Interval Method</i> |     |        | <i>Eckhardt Filter</i> |     |        |
|----|------------|-----------------------------|-----|--------|------------------------------|-----|--------|------------------------|-----|--------|
|    |            | Min                         | Max | Rerata | Min                          | Max | Rerata | Min                    | Max | Rerata |
| 1  | Rondodingo | 0.13                        | 1   | 0.83   | 0                            | 1   | 0.77   | 0.07                   | 1   | 0.82   |
| 2  | Rejoso     | 0                           | 1   | 0.86   | 0.11                         | 1   | 0.89   | 0.07                   | 1   | 0.81   |
| 3  | Kramat     | 0                           | 1   | 0.75   | 0                            | 1   | 0.70   | 0.07                   | 1   | 0.84   |
| 4  | Welang     | 0.08                        | 1   | 0.84   | 0.08                         | 1   | 0.79   | 0.22                   | 1   | 0.86   |
| 5  | Kadalpang  | 0.01                        | 1   | 0.73   | 0.01                         | 1   | 0.67   | 0.07                   | 1   | 0.82   |
| 6  | Pekalen    | 0.05                        | 1   | 0.87   | 0                            | 1   | 0.84   | 0                      | 1   | 0.83   |

(Sumber: Data primer diolah, 2014).

Pada tabel 5.7 menampilkan nilai *baseflow index* (BFI) untuk masing-masing DAS. Dari tabel tersebut diketahui perbedaan nilai BFI dari tiga metode yang digunakan. Berdasarkan tabel 5.7 menunjukkan bahwa metode yang menghasilkan nilai BFI paling tinggi yaitu metode *Eckhardt Filter*. Nilai rerata BFI didapatkan berkisar antara 0.81-0.86. Tinggi rendah nilai BFI berpengaruh terhadap ketersediaan *baseflow*. BFI berkaitan erat dengan keberlanjutan peran air tanah terhadap aliran sungai dan menjadi indikator kondisi kering atau basah. Jika BFI rendah, maka

kontribusi air tanah terhadap total aliran sungai menurun, yang mengakibatkan kekeringan pada musim kemarau dan BFI yang tinggi mendiskripsikan bahwa sebuah DAS memiliki pola aliran yang stabil dan mampu mempertahankan aliran sungai selama periode kering (Tallaksen, 1995:4). Salah satu faktor yang mempengaruhi tinggi rendahnya nilai BFI adalah karakteristik DAS.

Diantara beberapa karakteristik DAS yang berpengaruh antara lain jenis tanah dan tata guna lahan. Jenis tanah akan mempengaruhi daya infiltrasi, sedangkan tata guna lahan dapat memperlambat jalannya air permukaan. Berdasarkan jenis tanah dan tata guna lahan di DAS Rondodingo didominasi tanah andosol sebesar 40.4 % dan hutan 31 %, DAS Rejoso didominasi tanah andosol sebesar 47.9 % dan ladang 43.3 %, DAS Kramat didominasi tanah mediteran 46.5% dan 57.9%, DAS Welang didominasi tanah Grumusol sebesar 30.1% dan kebun 28.6%, DAS Kadalpang tanah mediteran 82.9% dan sawah irigasi 38.6%, DAS pekalen didominasi tanah andosol sebesar 46.2% dan ladang 48.9%.

Berdasarkan karakteristik tersebut wilayah UPT PSDA Pasuruan mempunyai jenis tanah yang mempunyai kemampuan daya infiltrasi yang besar dan peruntukan lahan yang didominasi hutan, kebun, dan ladang sehingga vegetasinya besar. Vegetasi dapat memperlambat jalannya air permukaan dan memperbesar jumlah air yang tertahan di atas permukaan tanah sehingga memperbesar infiltrasi. Infiltrasi yang terjadi tersebut menambah penyimpanan air tanah dan kontribusi *baseflow*, sehingga meningkatkan nilai BFI di masing-masing DAS.

## BAB 6. PENUTUP

### 6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis pemodelan aliran dasar di UPT PSDA Pasuruan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Hasil dari pemisahan *baseflow* menggunakan dua metode grafis yaitu: *Local Minimum Method*, *Fixed Interval Method* dan metode RDF yaitu: *Eckhardt Filter*. Metode yang mempunyai kinerja lebih baik dalam pemodelan aliran dasar adalah metode *Eckhardt Filter*. Penetapan ini berdasarkan analisis menggunakan *R Squared*, *RMSE* dan *FDC*.
2. Nilai rerata *BFI (baseflow index)* untuk semua DAS di wilayah UPT PSDA Pasuruan pada periode kering (bulan Juli - bulan September) berkisar 0.82 sampai dengan 0.89. Nilai rerata *BFI* untuk DAS Rondodingo sebesar 0.83, DAS Rejoso sebesar 0.89, DAS Kramat sebesar 0.84, DAS Welang sebesar 0.89, DAS Kadalpang sebesar 0.82, dan DAS Pekalen sebesar 0.87.

### 6.2 Saran

Untuk meningkatkan keakuratan hasil setiap metode yang akan di analisis maka diperlukan data terbaru, sehingga hasilnya dapat maksimal dan akurat.

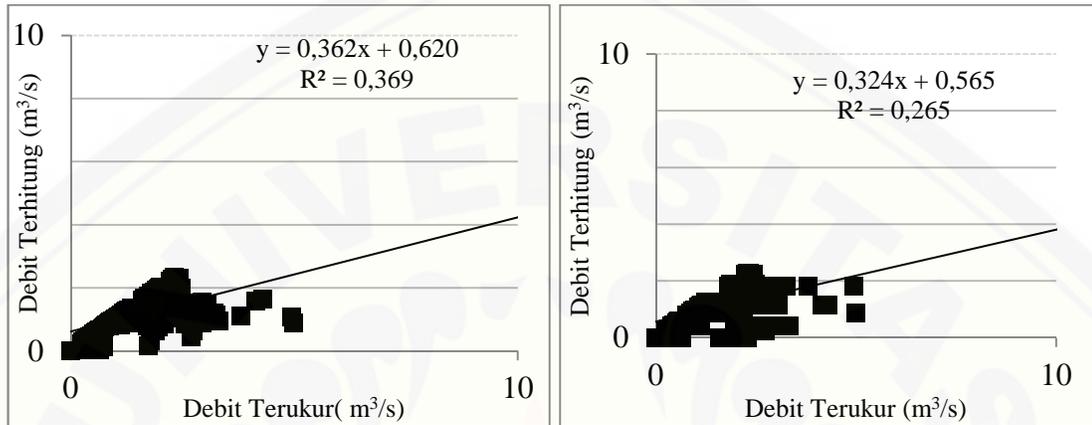
**DAFTAR PUSTAKA**

- Asdak, C. 1995. *Hidrologi dan Pengolahan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Brodie, R.S, dan Hostetler, S. 2012. A Review Of Techniques For Analyzing Baseflow From Stream Hydrographs. [http://scholar.google.com/scholar?q=a+review+of=techniques+for+analyzin+baseflow+from+stream+hydrographs&btnG=&hl=en&as\\_sdt=0%2C5](http://scholar.google.com/scholar?q=a+review+of=techniques+for+analyzin+baseflow+from+stream+hydrographs&btnG=&hl=en&as_sdt=0%2C5). [8 Mei 2014].
- Bloschl, G., dan Grayson, R. 2000. *Spatial Observation and Interpolation*. Cambridge: Cambridge University press.
- Bruskova, V. 2008. Asseement Of The Baseflow In The Upper Part Of Torysa River Catchment. *Journal of Civil Engineering*. Slovak.
- Chapman, T.G., dan Maxwell, A.I. 1996. Baseflow Separation Comparison Of Numerical Methods With Tracer Experiments. Institute Engineers Australian National Conference. Publ. 96/05, 539-545.
- Gregor, M. 2010. *BFI+ 3.0 User's Manual*. Slovakia: Comenius University.
- 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 Procesess*. Vol. 19: 507–515.
- Hardjowigeno, S. 1993. *Klasifikasi Tanah dan Pedogenesis*. Jakarta: Akademia Pressindo.
- Harto, S.B. 1993. Analisis Hidrologi. Jakarta: PT. Gramedia Utama.
- Indarto. 2010. *Dasar Teori dan Contoh Aplikasi Model Hidrologi*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Liensley, R.K., Kohler, M.A., dan Paulhus, J.L. 1982. *Hydrology For Engieneers*. New York: Mc Graw Hill.
- Mulla, D.I., 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*. American Geophysical Union, Washington, DC.
- Pertiwi, N.S., dan Sudradjat, A. 2012. *Analisis Variabilitas Baseflow DAS Citarum Hulu Menggunakan Data Debit Stasiun Hidrometeri Nanjung*. Bandung: ITB Press.
- Pettyjohn, W.A., dan Henning, R. 1979. Preliminary Estimate Of Ground-Water Recharge Rates, Related Streamflow And Water Quality In Ohio. *Water Resources Center Project Completion Report*. Vol. 552: 323.
- Piggot, A.R., Moin., dan Southam, C. 2005. A Revised Approach To The UKIH Method For Calculatation Baseflow. *Journal Hydrology*. Vol. 50: 911:920.
- Ramdan, H. 2004. *Prinsip Dasar Pengolahan Daerah Aliran Sungai*. Bandung: Universitas Winaya Mukti Press.
- Santhi, Allen, Muttiah, Arnold, dan Tuppad. 2008. Regional Estimation Of Base Flow For The Conterminous United States By Hydrologic Landscape Regions. *Journal of Hydrology*. Vol. 351: 139–153.
- Seyhan, E. 1997. *Dasar-Dasar Hidrologi*. Terjemahan oleh Subagyo. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Sloto, R.A., dan Crouse, M.Y. 1996. A Computer Program For Streamflow Hydrograph Separation and Analysis. *Water Resources Investigations*. Report 96-4040.
- Smakthin, V.U. 2001. Low Flow Hydrology. *Journal Hydrology*. Vol. 240: 147-187.
- Soemarto, C.D. 1987. *Hidrologi Teknik*. Surabaya: Usaha Nasional.
- Stewart, M., Cimino, J., dan Ross, M. 2007. Calibration Of Baseflow Separation Methods With Streamflow Conductivity. *Ground water*. Vol 45: 17-27.
- Tallaksen, L.M. 1995. A Review Of Baseflow Recession Analysis. *Journal Hydrology*. Vol. 165: 349-370
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomer 7 Tahun 2004 Tentang Sumber Daya Air.
- Windarto, Pawitan, Suripin, dan Januar. 2008. Model Prediksi Tiggi Muka Air Sungai Kali Garang Semarang Dengan Jaringan Syaraf Tiruan. *Jurnal Teknik*. Vol. 29 No. 3, ISSN 0852-1697.

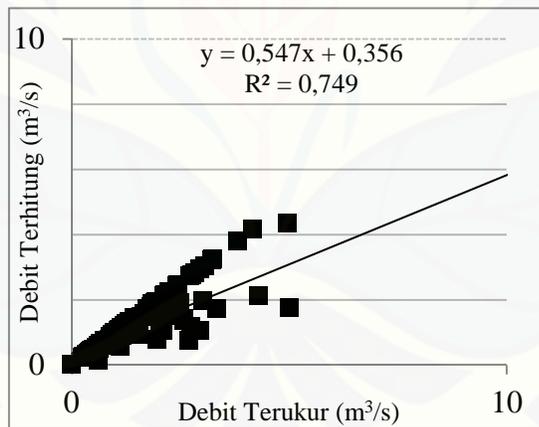
LAMPIRAN

A. Grafi hubungan antara debit terukur dan debit terhitung



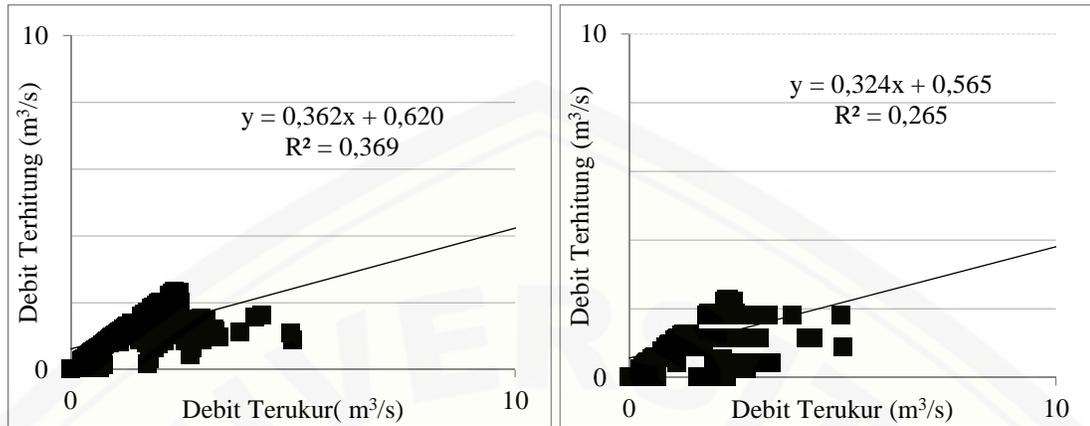
a. *Local minimum method*

b. *fixed interval method*



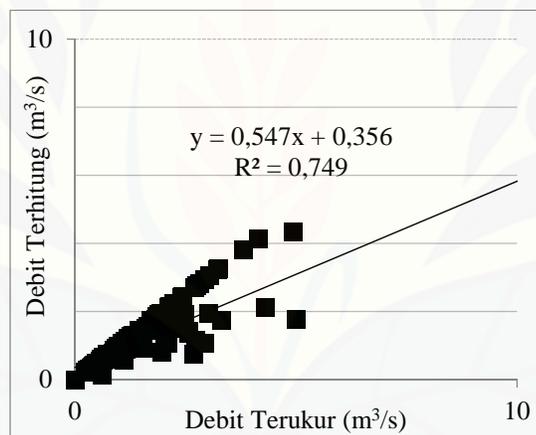
c. *eckhardt filter*

Gambar A.1 grafik hubungan antara debit terukur dan debit terhitung pada DAS Kadalpang tahun 1997-2005



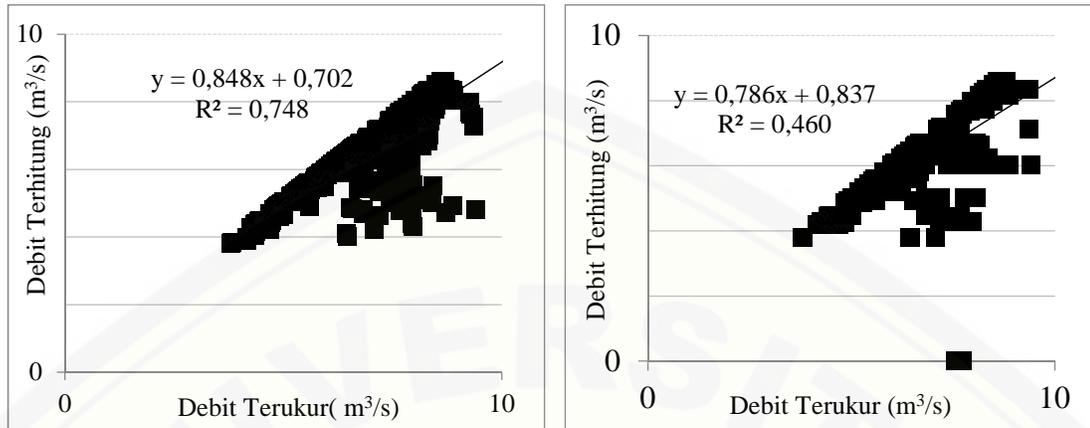
a. *Local minimum method*

b. *fixed interval method*



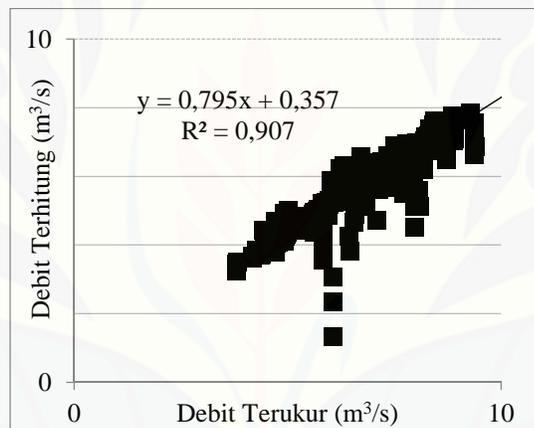
c. *eckhardt filter*

Gambar A.2 grafik hubungan antara debit terukur dan debit terhitung pada DAS Kramat tahun 1997-2005



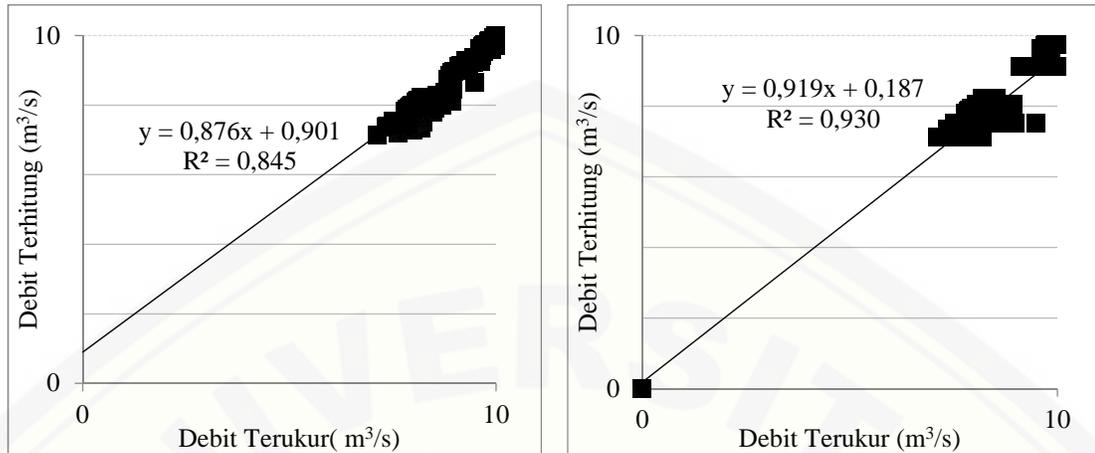
a. *Local minimum method*

b. *fixed interval method*



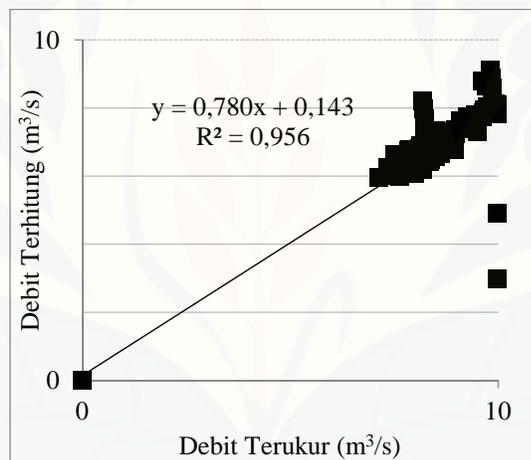
c. *eckhardt filter*

Gambar A.3 grafik hubungan antara debit terukur dan debit terhitung pada DAS Pekalen tahun 1997-2005



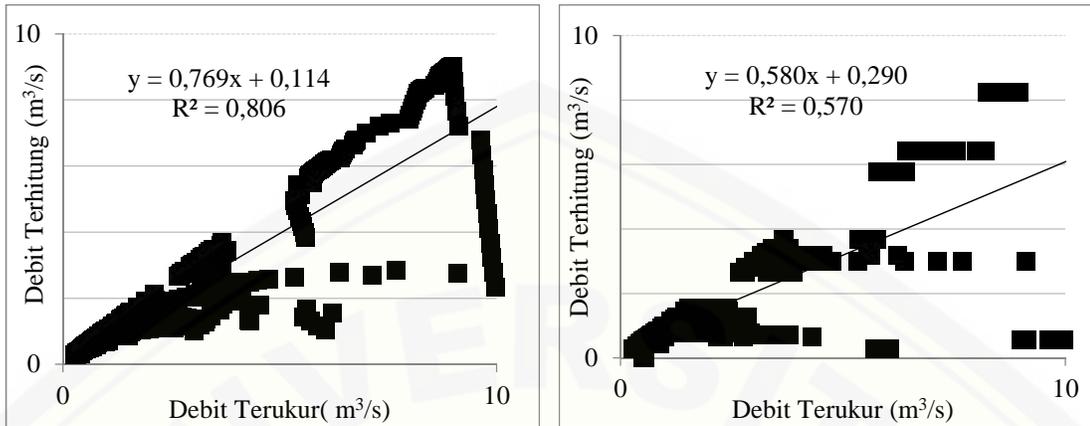
a. Local minimum method

b. fixed interval method



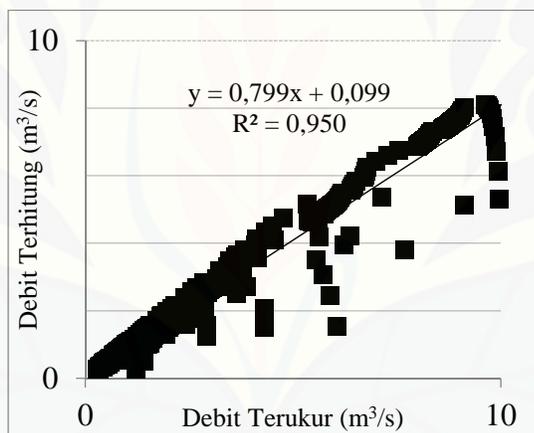
c. eckhardt filter

Gambar A.4 grafik hubungan antara debit terukur dan debit terhitung pada DAS Rejoso tahun 1997-2005



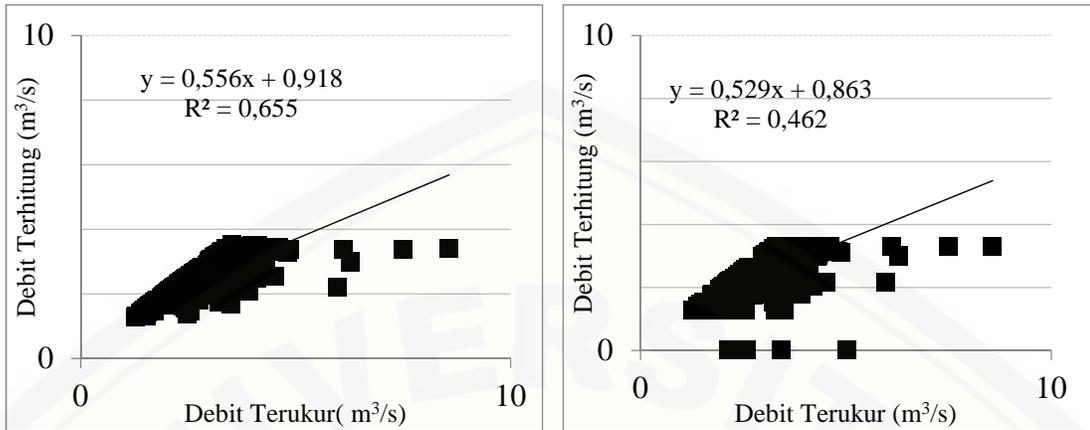
a. Local minimum method

b. fixed interval method



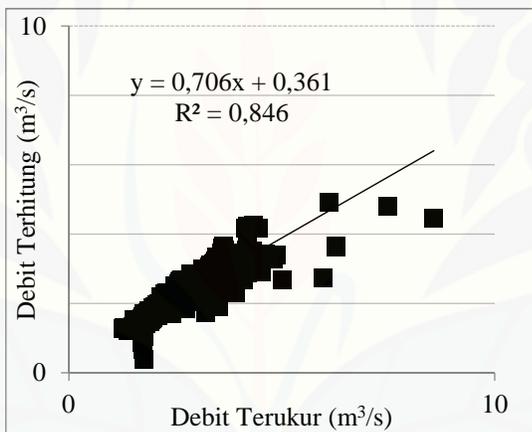
c. eckhardt filter

Gambar A.5 grafik hubungan antara debit terukur dan debit terhitung pada DAS Rondodingo tahun 1997-2005



a. Local minimum method

b. fixed interval method



c. eckhardt filter

Gambar A.6 grafik hubungan antara debit terukur dan debit terhitung pada DAS Welang tahun 1997-2005