



**ANALISIS ALIRAN DASAR MENGGUNAKAN METODE MASTER
KURVA RESESI PADA SUB DAS BRANTAS KERTOSONO
DAN SUB DAS BRANTAS PLOSO : APLIKASI
MODUL FLOWCOMP**

SKRIPSI

Oleh

**Davit Setiawan
NIM 151710201061**

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2019**



**ANALISIS ALIRAN DASAR MENGGUNAKAN METODE MASTER
KURVA RESESI PADA SUB DAS BRANTAS KERTOSONO
DAN SUB DAS BRANTAS PLOSO: APLIKASI
MODUL FLOWCOMP**

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Jurusan Teknik Pertanian (S1) dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

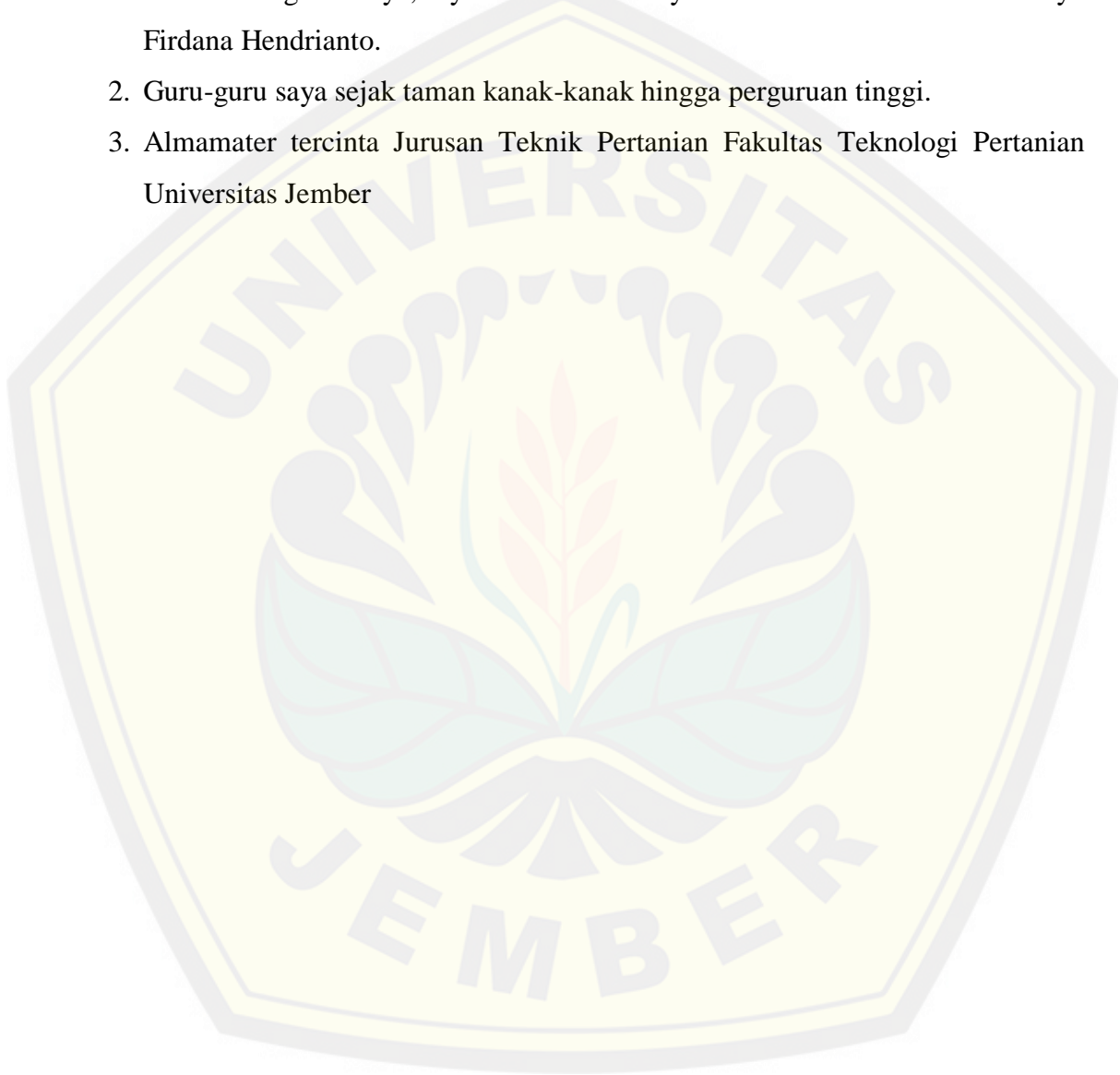
**Davit Setiawan
NIM 151710201061**

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2019**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan sebagai rasa terimakasih saya yang tidak terkira kepada:

1. Kedua orang tua saya, Ayah Hendik Hartoyo dan Ibu Darmi serta adik saya Firdana Hendrianto.
2. Guru-guru saya sejak taman kanak-kanak hingga perguruan tinggi.
3. Almamater tercinta Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember



MOTTO

“Kuatkanlah Hatimu, jangan lemah semangatmu, karena ada upah bagi usahamu.”*)

(2 Tawarikh 15:7)

Atau

“Janganlah hendaknya kamu kuatir tentang apa pun juga, tetapi nyatakanlah dalam segala hal keinginanmu kepada Allah dalam doa dan permohonan dengan ucapan syukur. Damai sejahtera Allah, yang melampaui segala akal, akan memelihara hati dan pikiranmu dalam Kristus Yesus.”

(Filipi 4:6-7)

*) Lembaga Alkitab Indonesia. 2004. *Alkitab Terjemahan Baru*. Jakarta: Percetakan Lembaga Alkitab Indonesia

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Davit Setiawan

NIM : 151710201061

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul “Analisis Aliran Dasar Menggunakan Metode Master Kurva Resesi pada Sub DAS Brantas Kertosono dan Sub DAS Brantas Ploso : Aplikasi Modul Flowcomp” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, 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 manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Oktober 2019
Yang menyatakan,

Davit Setiawan
NIM 151710201061

SKRIPSI

**ANALISIS ALIRAN DASAR MENGGUNAKAN METODE MASTER
KURVA RESESI PADA SUB DAS BRANTAS KERTOSONO
DAN SUB DAS BRANTAS PLOSO: APLIKASI
MODUL FLOWCOMP**

Oleh

**Davit Setiawan
NIM 151710201061**

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Prof. Dr. Indarto, S.TP., DEA.
Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Sri Wahyuningsih, S.P.,M.T

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Analisis Aliran Dasar Menggunakan Metode Master Kurva Resesi pada Sub DAS Brantas Kertosono dan Sub DAS Brantas Ploso : Aplikasi Modul Flowcomp” telah diuji dan disahkan pada:

Hari :
Tanggal :
Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,

Prof. Dr. Indarto, S.T.P., DEA.
NIP. 19700101 199512 1001

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

Tim Penguji:

Ketua,

Anggota,

Dr. Ir. Bambang Marhaenanto, M.Eng.
NIP 196312121990031002

Rufiani Nadzirah S.T.P., M.Sc.
NIP 760018059

Mengesahkan
Dekan Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember

Dr. Siswoyo Soekarno, S.T.P, M.Eng.
NIP. 19680923 199403 1 009

RINGKASAN

Analisis Aliran Dasar Menggunakan Metode Master Kurva Resesi pada Sub DAS Brantas Kertosono dan Sub DAS Brantas Ploso : Aplikasi Modul Flowcomp; Davit Setiawan, 151710201061; 2019; 60 halaman; Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Aliran dasar adalah komponen utama ketersediaan air selama musim kemarau. Aliran dasar berkontribusi terhadap ketersediaan air selama periode resesi dan selama periode tidak ada hujan atau sedikit hujan yang turun. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan koefisien selama periode resesi hidrograf dan memisahkan komponen aliran menjadi tiga bagian yaitu, *quickflow*, *sub-surfaceflow* dan *baseflow*. Dua sub DAS di Ploso dan Kertosono di daerah aliran sungai (DAS) Brantas dipilih untuk penelitian ini. Input utama adalah data debit (*discharge*) dari dua outlet untuk periode panjang (dari 1996 hingga 2017). Prosedur penelitian terdiri dari persiapan dan pengolahan data menggunakan *microsoft excel*, analisis koefisien resesi berdasarkan *Master Recession Curve* (MRC) menggunakan modul RC 4.0, pemisahan komponen aliran menggunakan model FlowComp, evaluasi kinerja model menggunakan uji statistik dan visualisasi kinerja pemisahan menggunakan hidrograf. Kalibrasi MRC menghasilkan persamaan resesi reservoir linier dari $Q = Q_0 \cdot e^{-kt}$. Nilai k adalah koefisien resesi untuk setiap komponen aliran. Nilai k untuk sub-DAS Ploso adalah k_1 (*baseflow*) = 0,04, k_2 (*sub-surfaceflow*) = 0,15 dan k_3 (*quickflow*) = 0,428. Masing-masing, untuk sub-DAS Kertosono, k_1 (*baseflow*) = 0,06, k_2 (*sub-surfaceflow*) = 0,21 dan k_3 (*quickflow*) = 0,47. Analisis statistik dari kinerja model menunjukkan nilai $R^2 = 0,988$ dan RMSE = 0,69 untuk Ploso dan $R^2 = 0,977$ dan RMSE = 0,74 untuk Kertosono. Sub DAS Kertosono memiliki luas yang lebih besar daripada sub DAS Kertosono sehingga daya tampung air hujannya cukup tinggi dibandingkan Ploso.

SUMMARY

Baseflow Analysis Using Master Recession Curve Method in Brantas Kertosono and Brantas Ploso Sub Watersheds: Flowcomp Module Application; Davit Setiawan, 151710201061; 2019; 60 pages; Department of Agricultural Engineering, Faculty of Agricultural Technology, University of Jember.

Baseflow is the main component of water supply during the dry seasons. Baseflow contributes to water supply during the recession period and periods of no rain or little rain. This research aims to determine the coefficient during the recession periods of the hydrograph and separate the flow component to three-part i.e., quick, sub-surface and baseflow. Two sub-watersheds outlets at Ploso and Kertosono in the Brantas Watershed areas were chosen for this study. The primary input is discharge data from the two outlets for a long recording period (from 1996 to 2017). Research procedure consists of data preparation and treatment using Microsoft excel, the recession coefficient analysis based on the Master Recession Curve (MRC) using RC 4.0 module, separation of flow components using FlowComp model, evaluating model performance using statistical test and visualizing separation performance using hydrograph. The calibration of MRC produces a linear reservoir recession equation of $Q = Q_0 \cdot e^{-kt}$. The value of k is the recession coefficient for each flow component. The value of k for Ploso sub-watershed are k_1 (baseflow) = 0,04, k_2 (sub-surface flow) = 0,15 dan k_3 (quick flow) = 0,428. Respectively, for the Kertosono sub-watershed, k_1 (baseflow) = 0,06, k_2 (sub-surface flow) = 0,21 dan k_3 (quick flow) = 0,47. Statistical analysis of model performance shows the value of $R^2 = 0,988$ and RMSE = 0,69 for Ploso and $R^2 = 0,977$ and RMSE = 0,74 for Kertosono. Kertosono sub-watershed has a larger area than Kertosono sub-watershed so that the capacity of rainwater is quite higher compared to Ploso.

PRAKATA

Puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas segala rahmad dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “Analisis Aliran Dasar Menggunakan Metode Master Kurva Resesi pada Sub DAS Brantas Kertosono dan Sub DAS Brantas Ploso : Aplikasi Modul Flowcomp”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terimakasih kepada pihak – pihak yang telah membantu penulis dalam penyelesaian skripsi, antara lain:

1. Prof. Dr. Indarto, S,T.P., DEA .,selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah meluangkan tenaga, waktu, pikiran dan perhatian dalam membimbing penulisan skripsi ini;
2. Dr. Sri Wahyuningsih, S.P.,M.T., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan tenaga, waktu, pikiran dan perhatian dalam membimbing penulisan skripsi ini;
3. Dr. Ir. Bambang Marhaenanto,M.Eng. selaku ketua penguji yang telah meluangkan tenaga, waktu, pikiran dan perhatian dalam membimbing penulisan skripsi ini;
4. Rufiani Nadzirah S.TP., M.Sc. selaku anggota penguji yang telah meluangkan tenaga, waktu, pikiran dan perhatian dalam membimbing penulisan skripsi ini;
5. Dr. Dedy Wirawan Soediby, S.T.P., M.Si., selaku dosen dan Komisi Bimbingan Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
6. Seluruh dosen, staf dan karyawan, terimakasih atas ilmu dan pengalaman yang telah membantu selama studi di Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

7. Kedua orang tua, ibu Darmi dan ayah Hendik Hartoyo serta adik saya Firdana Hendrianto, yang selalu mendukung dan mendoakan dalam penyelesaian skripsi;
8. Teman-teman TEP-C 2015 dan teman seangkatan 2015 atas motivasinya untuk selalu semangat dalam menyelesaikan skripsi;
9. Novita Amania, S. Si yang telah memberi semangat luar biasa dan nasihat saat saya dalam keadaan jatuh;
10. TIM GIS 2015, Kholifah, Yunus, Aldi, Fawaid, Farid, Hadrian, Feri, Enrico, Ade, Wiji dan Willy, yang telah berbagi pikiran tentang skripsi ini;
11. Teman-teman KKN Desa Pelalangan, Kabupaten Bondowoso atas kebersamaan dan dukungan untuk segera menyelesaikan skripsi;
12. 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 dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua.

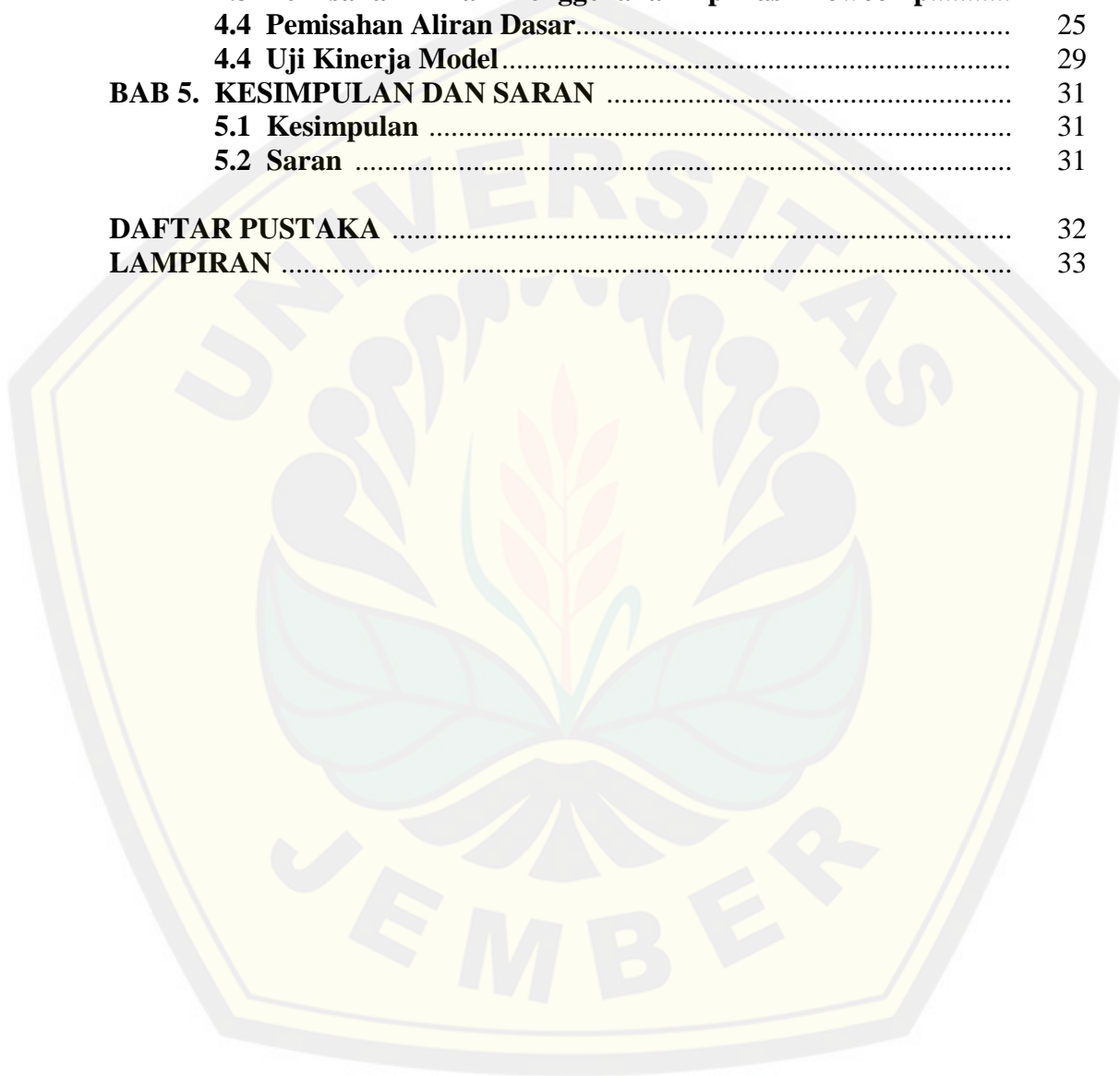
Jember, November 2019

Penulis

DAFTAR ISI

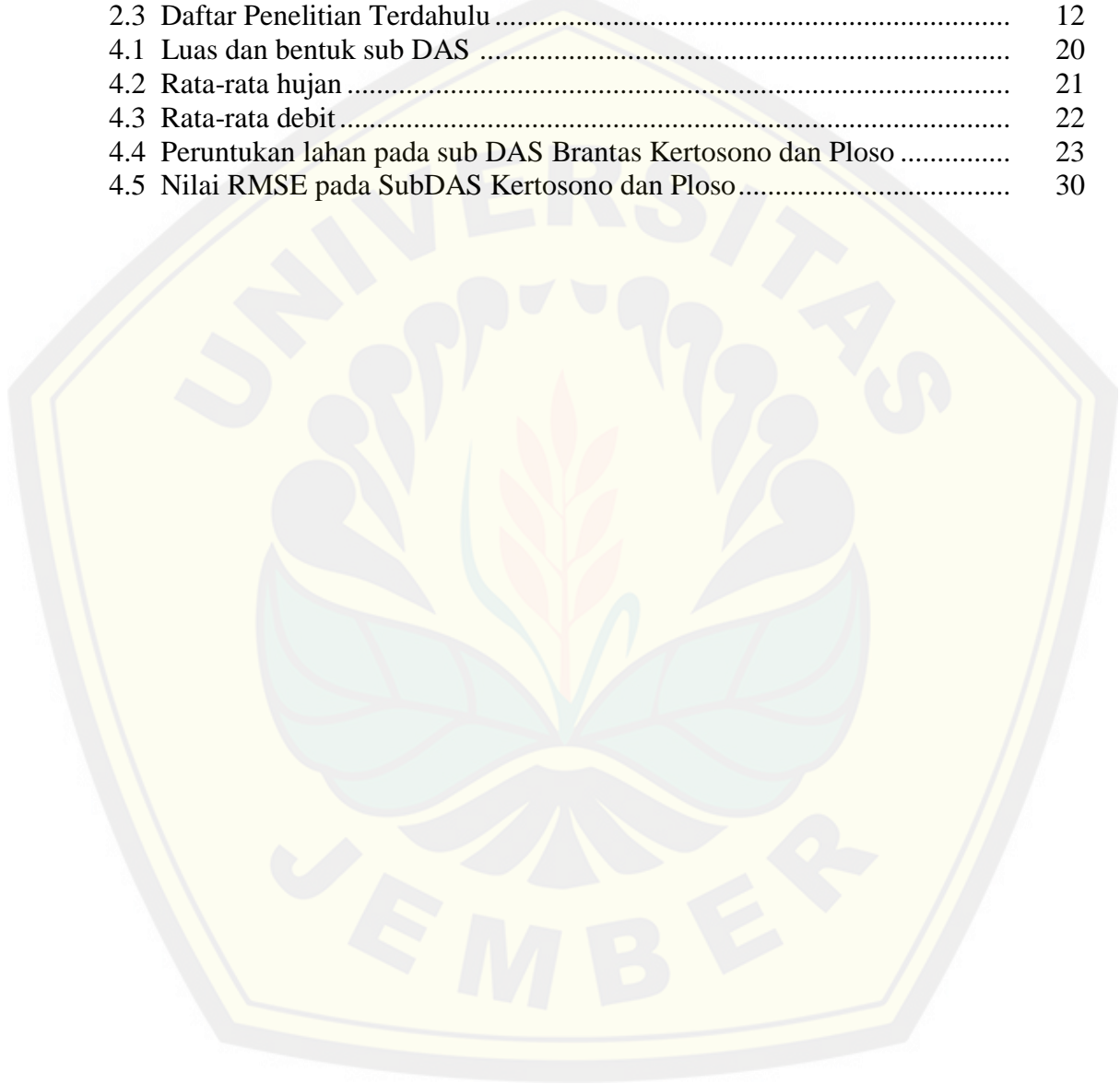
	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBING	vii
HALAMAN PENGESAHAN	viii
RINGKASAN	ix
SUMMARY	x
PRAKATA	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	2
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Siklus Hidrologi	3
2.2 Curah Hujan	4
2.3 Aliran	5
2.3.1 Aliran Permukaan.....	5
2.3.2 Aliran Antara.....	5
2.3.3 Aliran Dasar.....	6
2.4 Hidrograf	7
2.5 Pemisahan Aliran	8
2.5.1 Master Kurva Resesi.....	8
2.5.2 Flowcomp.....	10
2.6 Penelitian Terdahulu	11
BAB 3. METODE PENELITIAN	13
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	13
3.2 Alat dan Bahan	13
3.3 Tahapan Penelitian	14
3.3.1 Inventarisasi Data.....	15
3.3.2 Pengolahan Data.....	15
3.3.3 Penentuan Nilai Parameter di RC 4.0	15
3.3.4 Pemisahan Aliran di Flowcomp.....	16
3.3.4 Uji Kinerja Model.....	16
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	18

4.1 Karakteristik DAS	18
4.1.1 Luas dan Bentuk DAS.....	18
4.1.2 Karakteristik Hujan	19
4.1.3 Karakteristik Debit.....	20
4.1.3 Peruntukan Lahan.....	21
4.2 Penentuan Nilai Parameter	23
4.3 Pemisahan Aliran Menggenakan Apilkasi Flowcomp	24
4.4 Pemisahan Aliran Dasar	25
4.4 Uji Kinerja Model	29
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	31
5.1 Kesimpulan	31
5.2 Saran	31
DAFTAR PUSTAKA	32
LAMPIRAN	33



DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Keadaan hujan dan intensitas hujan menurut BMKG.....	5
2.2 Fungsi resesi.....	9
2.3 Daftar Penelitian Terdahulu	12
4.1 Luas dan bentuk sub DAS	20
4.2 Rata-rata hujan	21
4.3 Rata-rata debit	22
4.4 Peruntukan lahan pada sub DAS Brantas Kertosono dan Ploso	23
4.5 Nilai RMSE pada SubDAS Kertosono dan Ploso.....	30



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Siklus hidrologi	3
2.2 Aliran dasar	7
2.3 Bentuk hidrograf	8
2.4 Kurva resesi.....	9
2.5 Pemisahan aliran pada <i>flowcomp</i>	11
3.1 Peta sub DAS Brantas Kertosono dan sub DAS Brantas Ploso	13
3.2 Tahap penelitian.....	14
3.3 Proses Ukuran Populasi AG.....	16
4.1 Peta Sub-DAS Brantas Kertosono dan Ploso.....	19
4.2 Rata-rata hujan per bulan selama 27 Tahun.....	21
4.3 Debit rata-rata per bulan selama 22 Tahun	23
4.4 Peta peruntukan lahan pada wilayah UPT PSDA Kediri	24
4.5 Grafik hasil pemisahan aliran sub DAS Brantas Kertosono	25
4.6 Grafik hasil pemisahan aliran sub DAS Brantas Ploso.....	25
4.7 Hidrograf pemisahan aliran dasar sub DAS Kertosono	26
4.8 Hidrograf pemisahan aliran dasar sub DAS Kertosono (Bulan Basah) ..	26
4.9 Hidrograf pemisahan aliran dasar sub DAS Kertosono (Bulan Kering) .	27
4.10 Hidrograf pemisahan aliran dasar sub DAS Ploso	28
4.11 Hidrograf pemisahan aliran dasar sub DAS Ploso (Bulan Basah)	28
4.12 Hidrograf pemisahan aliran dasar sub DAS Ploso (Bulan Kering)	29
4.13 Grafik uji statistik R^2 pada (a) Sub DAS Brantas Kertosono dan (b) Sub DAS Brantas Ploso.....	31

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Tabel Hasil Pemisahan Aliran Brantas Kertosono dan Ploso.....	35



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya, yang berfungsi menampung, menyimpan, dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut (Peraturan Pemerintah Nomor 37 Tahun, 2012). Sungai Brantas melewati beberapa sub DAS diantaranya yaitu sub DAS Brantas Kertosono dan Ploso. Sungai Brantas dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar untuk pertanian, tambak, dan lain sebagainya. Pada saat musim kemarau, sungai akan mengalami kekeringan sehingga akan sulit memenuhi kebutuhan air terutama untuk mengairi sawah. Dampak yang dirasakan pada bidang pertanian yaitu ketersediaan air irigasi yang berkurang sehingga produktivitas petani akan menurun. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mengantisipasi kekurangan ketersediaan air pada DAS adalah pengembangan dan pengelolaan sumber daya air dengan memanfaatkan aliran dasar (*baseflow*) yang berasal dari air bawah tanah (*groundwater*) sebagai penyuplai air saat musim kemarau.

Aliran dasar (*baseflow*) sangat dibutuhkan untuk memenuhi ketersediaan air pada saat musim kemarau agar tidak mengalami kekeringan. Aliran dasar (*baseflow*) merupakan aliran yang berasal dari air hujan yang terinfiltrasi dan tersimpan di dalam *aquifer*. Aliran dasar yang tersimpan di dalam *aquifer* saat musim kemarau pada suatu DAS akan keluar dalam bentuk sumber mata air sehingga pada saat musim kemarau, masyarakat yang memiliki mata pencaharian sebagai petani mendapatkan persediaan air (Indarto, 2010:4).

Saat ini telah berkembang berbagai perangkat lunak dan model untuk memperkirakan aliran dasar (*baseflow*). Salah satunya menggunakan *software HydroOffice* dengan menggunakan metode master kurva resesi. Metode ini merupakan metode analisis aliran dasar menggunakan hidrograf aliran sungai selama hujan berlebih sehingga debit sungai mengalami penurunan (resesi). Pada penelitian ini, analisis aliran dasar dilakukan pada sub DAS Brantas Ploso dan sub DAS Brantas Kertosono. Hal ini dilakukan karena pada musim kemarau,

ketersediaan air akan berkurang sedangkan kebutuhan terhadap air tetap, sehingga penelitian ini perlu dilakukan agar pengelolaan dan pemanfaatan sumberdaya air lebih efektif dan merata terutama pada musim kemarau.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang di atas menjelaskan ketersediaan air pada musim kemarau maka perlu dilakukan penelitian ini untuk menentukan nilai aliran dasar (*baseflow*) yang tersedia pada saat musim kemarau di wilayah sub DAS Brantas Kertosono dan sub DAS Brantas Ploso. Sehingga perkiraan ketersediaan air dapat dilakukan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dengan menggunakan metode Master Kurva Resesi (MRC). Metode ini menentukan banyaknya kejadian resesi yang terjadi pada periode tertentu. Sehingga nilai koefisien aliran dasar (*baseflow*) dapat diketahui untuk menentukan besar nilai aliran dasar (*baseflow*). Penelitian ini dibatasi dengan membandingkan hasil pemisahan aliran menggunakan metode *Master Recession Curve* (MRC).

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menentukan karakteristik pada masing-masing sub DAS
2. Menentukan nilai parameter aliran dasar pada sub DAS yang diteliti
3. Menentukan kinerja model yang digunakan

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagi IPTEK, penelitian ini dapat dijadikan sebagai sumber referensi untuk penelitian sejenis.
2. Bagi instansi terkait, penelitian ini dapat dijadikan acuan dalam kebijakan pengelolaan sumberdaya air pada DAS yang diteliti.
3. Bagi masyarakat, penelitian ini diharapkan dapat dijadikan acuan dalam pengelolaan kebutuhan air khususnya pada musim kemarau.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Siklus Hidrologi

Konsep dasar yang digunakan dalam setiap hidrologi adalah daur hidrologi. Konsep daur hidrologi (*hydrologic cycle*) merupakan titik awal pengetahuan mengenai hidrologi. Dalam siklus hidrologi, air mengalami penguapan (evaporasi) dari laut ke udara (atmosfer) kemudian ke permukaan bumi dan kembali lagi ke laut, serta dalam perjalanannya untuk sementara akan tertahan di tanah atau sungai dan dimanfaatkan oleh manusia dan makhluk hidup lainnya (Arsyad, 2010). Seperti disajikan pada Gambar 2.1 di bawah ini.



Gambar 2.1 Siklus Hidrologi (Asdak, 2004: 9)

Dalam siklus hidrologi, energi panas matahari dan faktor-faktor iklim lainnya menyebabkan proses evaporasi. Uap air hasil proses evaporasi akan terbawa oleh angin melintasi daratan yang bergunung maupun datar, dan apabila keadaan atmosfer memungkinkan, sebagian dari uap air tersebut akan terkondensasi dan turun sebagai air hujan. Air hujan yang dapat mencapai permukaan tanah, sebagai akan terserap ke dalam tanah (*infiltration*). Sedangkan air hujan yang tidak terserap akan tertampung pada waduk atau danau yang akan

mengalir ke tempat yang lebih rendah (*runoff*) dan kemudian mengalir ke sungai. Aliran tersebut menuju daerah topografi yang lebih rendah. Air yang mengalir di atas permukaan tanah tersebut dikenal sebagai aliran permukaan (*runoff*) (Suripin, 2002).

2.2 Curah Hujan

Curah hujan adalah banyaknya air yang jatuh ke permukaan bumi, dalam hal ini permukaan bumi dianggap datar dan kedap, tidak mengalami penguapan dan tersebar merata serta dinyatakan sebagai ketebalan air (*rainfall depth*, mm, cm). Curah hujan dapat diukur menggunakan alat ukur hujan yang disebut dengan *pluviometer* atau penakar hujan dari suatu pos hujan. Satuan untuk mengukur curah hujan adalah 1 (satu) mm. Nilai tersebut menunjukkan bahwa tebal air hujan menutupi di atas permukaan bumi setebal 1 mm, dan zat cair ini tidak meresap ke dalam tanah (permukaan bumi dianggap kedap air) atau tidak menguap kembali ke atmosfer (Soewarno, 2000).

Faktor yang mempengaruhi curah hujan diantaranya kelembaban udara, temperatur, angin, topografi, dan penyinaran matahari. Topografi sangat mempengaruhi curah hujan, terutama bentuknya yang menonjol ke atas seperti gunung, yang akan memaksa udara untuk naik sehingga terjadi kondensasi yang menimbulkan hujan. Sisi pegunungan yang menghadap arah angin akan memaksa udara untuk naik, sehingga akibatnya akan menaikkan jumlah tebal curah hujan (Sosrodarsono, 1999).

Menurut Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (2018), intensitas curah hujan dibagi menjadi 4 kriteria yaitu rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi. Tabel 2.1 merupakan tabel keadaan hujan dan intensitas hujan.

Tabel 2.1 Keadaan hujan dan intensitas hujan menurut BMKG

Keadaan Hujan	Intensitas Hujan (mm)	
	Bulanan	Tahunan
Rendah	0 – 100	0 – 1000
Sedang	101 – 300	1000 – 2000
Tinggi	301 – 500	2000 – 3000
Sangat Tinggi	>500	>3000

Sumber: (BMKG, 2018)

2.3 Aliran

Aliran (*run-off*) sering didefinisikan sebagai bagian hujan (*rainfall*), salju atau air irigasi yang mengalir ke permukaan tanah menuju ke sungai. Alasan utama mempelajari proses aliran adalah untuk dapat mengestimasi jumlah air yang mungkin akan mengalir secara cepat ke sungai. Aliran merupakan komponen penting dari prediksi banjir dan dapat terdiri dari air hujan, es yang mencair, dan salju. Kondisi DAS akan mempengaruhi berapa banyaknya hujan atau es yang menjadi aliran (Indarto, 2010:56). Ada beberapa macam aliran yaitu aliran permukaan (*surface run-off*), Aliran antara (*interflow*), dan aliran dasar (*baseflow*).

2.3.1 Aliran Permukaan (*quickflow / surfaceflow*)

Aliran permukaan adalah air yang mengalir di atas permukaan tanah menuju saluran sungai. Sebagian dari aliran permukaan akan terinfiltrasi ke dalam tanah dan bergerak secara lateral melalui horison-horison tanah bagian atas menuju sungai yang dinamakan aliran bawah permukaan. Sedangkan, aliran air yang terpekolasi dan mengalir ke dalam tanah hingga masuk ke dalam sungai dinamakan aliran air bawah tanah (Seyhan, 1990).

2.3.2 Aliran Antara (*sub-surfaceflow*)

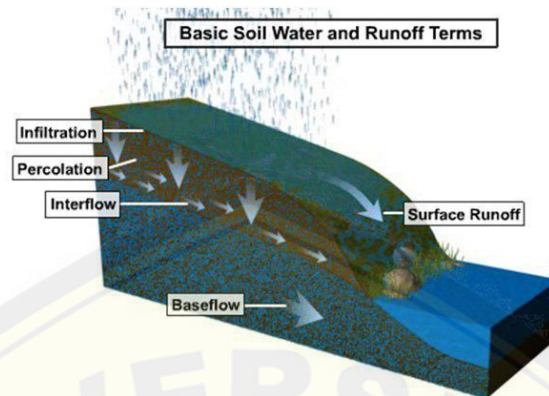
Aliran dari dalam tanah ke luar permukaan tanah (*interflow*), dikenal juga sebagai aliran dari bawah permukaan (*subsurface stormflow*). Aliran jenis ini merupakan aliran cepat menuju jaringan anak sungai, dan mengalir di bawah

permukaan. Terjadi lebih cepat daripada aliran dasar (*baseflow*), tetapi lebih lambat dari aliran permukaan (*surface run-off*). Pada beberapa kasus, *interflow* dapat sama besarnya dengan aliran permukaan dan menyebabkan kenaikan tinggi muka air atau debit di sungai secara cepat. Faktanya pada wilayah dengan laju infiltrasi tinggi dan topografi agak miring, *interflow* dapat menjadi subproses hidrologi yang dominan, yang ditandai dengan respons cepat debit sungai sebagai akibat hujan atau pelelehan salju. Proses ini umumnya terjadi dibagian humid dan lapisan tanah yang cukup dalam. Tetapi *interflow* dapat juga terjadi pada daerah dengan lapisan tanah yang tipis, di mana terdapat lapisan kedap air (*impermeable layer*) misalnya bebatuan yang berada di bawah lapisan tanah yang tidak kedap air (*permeable*) (Indarto, 2010:63).

2.3.3 Aliran Dasar (*baseflow*)

Menurut Haridjaja (1990), aliran dasar (*baseflow*) adalah air bawah tanah yang bergerak menuju saluran secara lateral dan lambat melalui daerah yang jenuh air. Biasanya air yang jernih ini dapat mencapai saluran atau sungai setelah beberapa hari atau beberapa minggu hingga beberapa bulan. Aliran ini berasal dari air hujan yang diperkolasikan menuju air bawah tanah..

Baseflow muncul sebagai debit air yang masih ada di sungai pada saat musim kering atau selama periode tidak hujan. Pada saat musim kemarau tidak ada hujan yang jatuh, tetapi di sungai – sungai masih terdapat debit yang mengalir. Aliran 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, 2010:57). Proses terjadinya *baseflow* seperti Gambar 2.2.

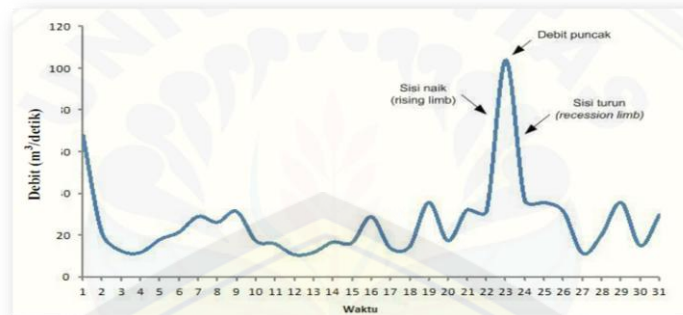


Gambar 2.2 Aliran dasar (The Comet, 2013)

Aliran dasar (*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).

2.4 Hidrograf

Hidrograf (*hydrograph*) adalah suatu grafik yang menunjukkan hubungan antara tinggi muka air (*stage* atau TMA), debit (*discharge, flow, streamflow*), kecepatan (*velocity*), atau karakteristik aliran terhadap waktu. Hidrograf (*hydrograph*) digunakan untuk menyebut suatu grafik (kurva) yang menggambarkan fluktuasi naik dan turunnya aliran air pada lokasi tertentu di sungai sebagai fungsi waktu (Indarto, 2016:26). Seperti disajikan pada Gambar 2.3 di bawah ini.



Gambar 2.3 Bentuk Hidrograf (Indarto, 2016)

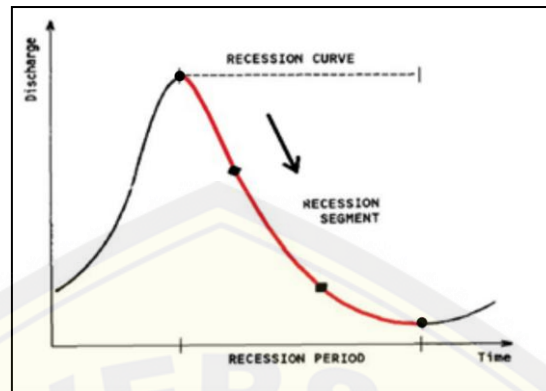
Puncak hidrograf adalah bagian dari hidrograf yang menggambarkan debit maksimum. Sisi naik (*rising limb*) bagian dari hidrograf antara waktu nol dan waktu capai puncak. Sisi turun (*recession limb*) adalah bagian dari hidrograf yang menurun antara waktu capai puncak dan waktu dasar. Akhir dari sisi turun ini ditentukan dengan perkiraan. Pada kurva naik dan kurva turun terdapat titik balik kurva hidrograf berubah arah. Bentuk hidrograf tersebut yang mempunyai waktu turun lebih lama dari waktu naik disebabkan oleh tanggapan yang berbeda dari aliran permukaan, aliran antara dan aliran air tanah. Aliran permukaan memberikan kenaikan hidrograf dengan cepat dan besar, sementara dua aliran yang lain dengan berangsur-angsur dan dengan waktu yang lebih lama (Triatmodjo, 2013:147-148).

2.5 Pemisahan Aliran Dasar

Aliran dasar adalah aliran yang teramati pada saat musim kemarau. Pemisahan aliran dasar digunakan untuk menentukan jumlah kejadian resesi pada satu periode waktu.

2.5.1 Metode Master Kurva Resesi

Kurva resesi (Gambar 2.4) secara umum menjelaskan tentang penyimpanan alami pada sungai. Dengan demikian, berisi informasi mengenai sifat penyimpanan dan karakteristik *aquifer*. Analisis resesi telah berguna dalam banyak bidang perencanaan dan pengelolaan sumber daya air (Tallaksen. 1995:4). Seperti disajikan pada Gambar 2.4 di bawah ini.



Gambar 2.4 Kurva Resesi (Tallaksen, 1995)

Kurva resesi merupakan penurunan debit saat berada pada puncak hingga mencapai debit terendah (Gambar 2.4). Terdapat beberapa fungsi resesi yang umum digunakan seperti pada Tabel 2.2 berikut.

Tabel 2.2. Fungsi resesi

Model konseptual	Fungsi resesi	Tipe Storage
Linier reservoir (Boussinesq 1877; Maillet 1905)	$Q = Q_0 e^{-kt}$	Penyimpanan umum Linearised Duperit- Boussinesq persamaan Pendekatan untuk jangka waktu yang singkat
Model horton eksponensial ganda (Horton 1933)	$Q = Q_0 e^{-\alpha_2 t^m}$	Penyimpanan umum Transformasi dari model linier reservoir
Power-law reservoir (Brutsaert and Nieber 1977; Hall 1968)	$Q = Q_0 / (1 + \mu t)^p$ $p = \beta / (1 - \beta)$ $\mu = \alpha_1^{(1/\beta)} (\beta - 1) Q_0^{(\beta - 1)\beta}$	Mata air dan akuifer bebas ($p = -2$), kelembaban tanah Resesi dimodelkan menggunakan $p \approx 1,67$; (Wittenberg 1994)
Duperit-Boussinesq Aquifer storage (Boussinesq, 1904)	$Q = Q_0 (1 + \alpha_3 t)^{-2}$	Akuifer dangkal bebas kasus khusus dari power-law reservoir untuk model akuifer Duperit-Boussinesq

Penyimpanan depresi penyimpanan penahanan (Griffiths Clausen, 1997)	$Q = \alpha_1 / (1+\alpha_2t)^3$	Depresi permukaan., seperti danau dan lahan basah Varian dari reservoir power-law
Caven storage (Griffiths Clausen, 1997)	$Q = \alpha_1 - \alpha_2t$	gua-gua bawah tanah di daerah karst
Hyperbola reservoir (Toebe Strang, 1964)	$Q = \alpha_1 t^{-\nu} + b$	Cairan es, danau
Reservoir konstan (Toebe Strang, 1964)	$Q = \alpha$	Salju abadi dan es pack, penyimpanan air tanah besar Konstan debit sungai selama periode waktu
Model turbulen (Kullman 1990)	$Q = Q_0 (1-\beta t)$	Karstic aquifers
Model hyperbola (kovács 2003)	$Q = Q_0 / (1+\alpha t)^n$	Karstic aquifers

Q = debit
t = periode waktu resesi saat kalibrasi
Q₀ = debit pada t = 0
k, n, m, α, β, μ, φ = parameter yang akan ditentukan

Sumber: Gregor dan Malík, 2012

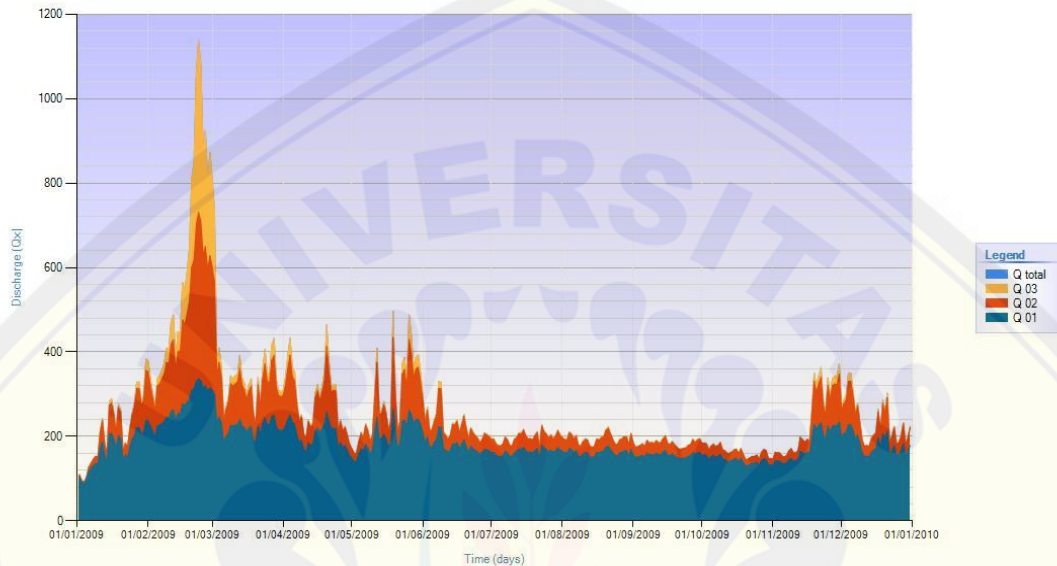
2.5.2 Flowcomp

Tujuan utama dari aplikasi *FlowComp 2.0* adalah pemisahan aliran menjadi 3 bagian yaitu *baseflow*, *sub-surfaceflow*, dan *quickflow*. Data yang digunakan harus diperoleh dari pengukuran debit aliran permukaan yang sistematis. Ketiga jenis aliran ini dipisahkan berdasarkan analisis kurva resesi. Sebagai langkah pertama, untuk menentukan nilai parameter *k* menggunakan *RC 4.0*. Nilai parameter tersebut digunakan untuk memisahkan aliran (Gregor dan Malík, 2012). Pemisahan aliran menggunakan rumus *linier reservoir* seperti pada rumus (1) berikut.

$$Q = Q_0 e^{-kt} \dots \dots \dots (1)$$

- Dimana
- Q : Debit terhitung
 - Q₀ : Debit terukur
 - e : bilangan euler
 - k : koefisien resesi
 - t : waktu (hari)

Persamaan ini digunakan karena mempunyai ciri-ciri *storage* (penyimpanan) air yang mirip, dimana masa resesi pada sub DAS tertentu waktunya relatif pendek. Pemisahan aliran pada *flowcomp* seperti pada Gambar 2.5 berikut.



Gambar 2.5 Pemisahan aliran pada *flowcomp* (Sumber : Gregor dan Malík, 2012)

2.6 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu diperlukan untuk mengetahui hasil dari metode yang akan digunakan pada penelitian ini. Beberapa penelitian terdahulu yang menjadi acuan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 2.3.

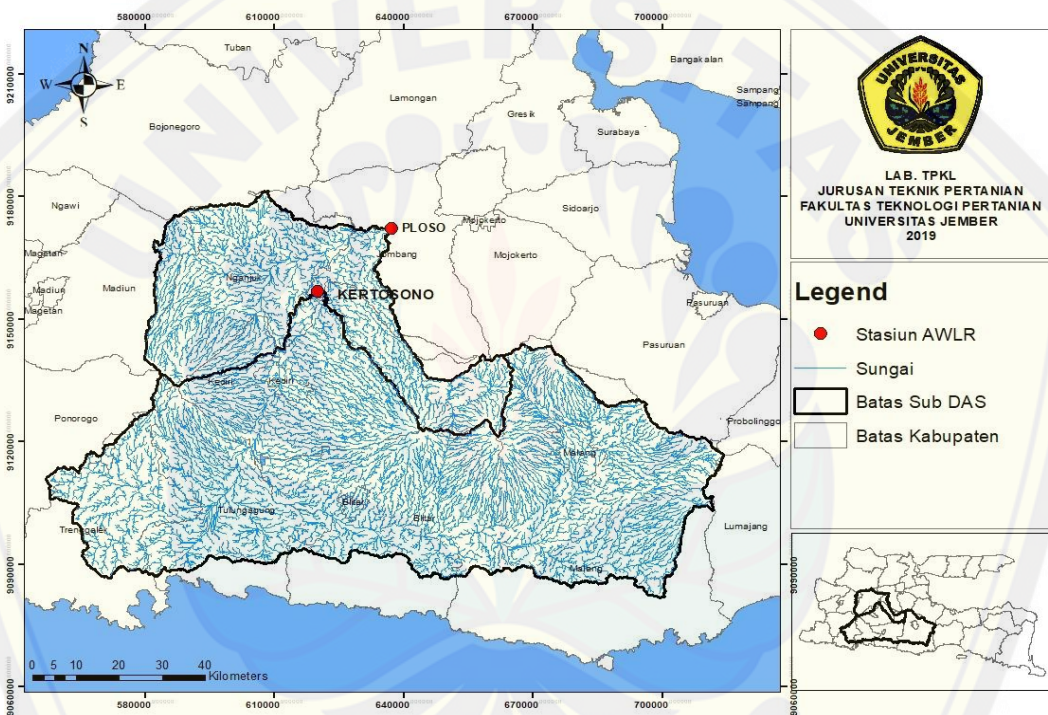
Tabel 2.3 Daftar penelitian terdahulu

No	Peneliti	Judul Penelitian	Hasil Penelitian	Tahun
1.	Sudarmadji dan Slamet Suprayogi	Analisis Kurva Resesi Aliran Dasar Menggunakan Model Reservoir Linier Perangkat Lunak <i>Recession Curve Hydrooffice</i> Pada DAS Wuryantoro Kabupaten Wonogiri Propinsi Jawa Tengah	Bentuk kurva resesi individu memiliki variabilitas yang tinggi dapat diselesaikan menggunakan kurva resesi master, baik analisis kurva resesi master secara manual, maupun analisis kurva resesi master melalui proses evolusi dan solusi terbaik dari metode algoritma genetika. Hasil analisis kurva resesi master memperoleh optimalisasi parameter dan koefisien resesi untuk kurva resesi master secara algoritma genetika yang lebih akurat dibandingkan dengan kurva resesi secara manual.	2017
2.	Nurkholis dan T N Adji	<i>Analysis of Master Recession Curve (MRC) and flood hydrograph components for karstification degree estimation in Kiskendo Cave, Jonggrangan Karst System, Indonesia</i>	Kompleks dikonfirmasi oleh jenis aliran saluran (durasi rilis 0 - 15 jam), celah (durasi rilis 15-40 jam), dan difusi (waktu rilis sekitar 40 jam), yang terlihat dari grafik pada perhitungan MRC. Fakta ini menunjukkan bahwa akuifer karst yang mengisi kembali sungai bawah tanah di Gua Kiskendo adalah masih bisa menyimpan air hujan dalam rongga yang tersebar.	2019

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan mulai dari bulan Agustus 2018 sampai dengan Desember 2018. Penelitian ini dilakukan di sub DAS Brantas Kertosono dan sub DAS Brantas Ploso (Gambar 3.1). Pengolahan data yang dilakukan di Laboratorium Teknik Pengendalian dan Konservasi Lingkungan Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian. Disajikan pada Gambar 3.1 di bawah ini



Gambar 3.1 Peta sub DAS Brantas Kertosono dan sub DAS Brantas Ploso
(Sumber : Lab. TPPL Fakultas Teknologi Pertanian, 2018)

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan untuk penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Seperangkat PC (*Personal Computer*) yang digunakan untuk mengolah data dan analisis data.
- Software Microsoft Excel* yang digunakan untuk mengolah dan analisis statistik data debit.
- Software Hydro Office 2015* digunakan untuk mengolah data debit dan analisis aliran dasar pada lokasi penelitian.

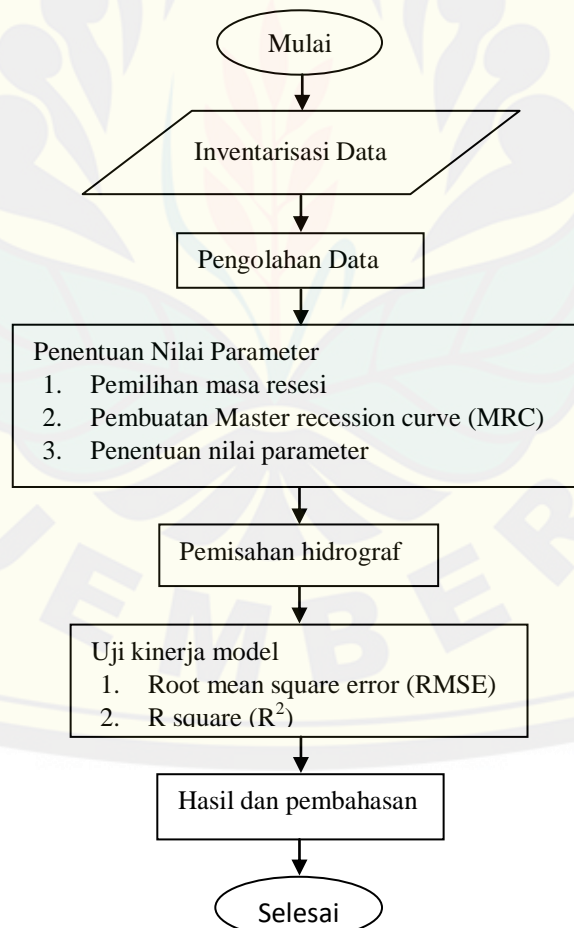
- d. *Software Arc GIS* digunakan untuk membuat peta lokasi DAS yang akan diteliti.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Data Debit yang digunakan merupakan data debit harian sungai Brantas mulai tanggal 1 Januari 1996 sampai tanggal 31 Desember 2017.
- b. Data hujan harian yang digunakan merupakan data hujan harian mulai tanggal 1 Januari 1990 sampai 31 Desember 2017.
- c. Data fisik sub DAS yang digunakan meliputi batas sub DAS, jaringan sungai pada sub DAS, dan stasiun AWLR pada sub DAS Brantas Kertosono dan sub DAS Brantas Ploso.

3.3 Tahap Penelitian

Secara umum tahapan penelitian ditunjukkan pada Gambar 3.1 berikut ini.



Gambar 3.2 Tahapan penelitian

3.3.1 Inventarisasi Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data debit harian mulai tanggal 1 Januari 1996 sampai tanggal 31 Desember 2017 yang berbentuk excel dan data karakteristik DAS. Data didapat dari Laboratorium Teknik Pengendalian dan Konservasi Lingkungan Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember dan sebagian data didapat dari UPT PSDA Kediri.

3.3.2 Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan *Software Microsoft Excel* dan *Software HydroOffice*. Data debit harian dengan format **csv* dirubah menjadi *txt* agar dapat dibaca pada *software HydroOffice*. Dalam *software HydroOffice*.

3.3.3 Penentuan Nilai Parameter di RC 4.0

Penentuan nilai parameter dilakukan dengan cara *trial and error* hingga mendapatkan nilai parameter yang sesuai.

a. Pemilihan Masa Resesi

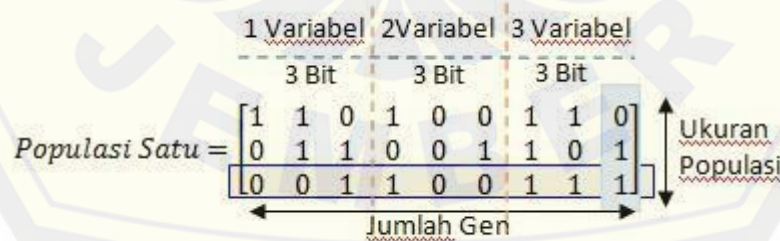
Pemisahan masa resesi dilakukan untuk mendapatkan kurva resesi individu. Dari sekumpulan kurva resesi individu, selanjutnya ditentukan master kurva resesi. *Software Recession Curve (RC) 4.0* hanya dapat memilih kejadian resesi yang terjadi minimal 4 hari.

b. Pembuatan *Master Recession Curve (MRC)*

Selanjutnya adalah pembuatan master kurva resesi. Pembuatan MRC dibagi ke dalam 2 tahap yaitu:(1) pembuatan MRC secara manual (*MRC Creating Manually*) dan (2) pembuatan MRC secara otomatis menggunakan GA (*Genetic Alghorithm*). Algoritma genetika atau *Genetic Alghorithm (GA)* adalah suatu algoritma pencarian yang berbasis pada mekanisme seleksi alam dan genetika. Algoritma genetika merupakan salah satu algoritma yang sangat tepat digunakan dalam menyelesaikan masalah optimasi kompleks, yang sulit dilakukan oleh metode konvensional. Algoritma genetika diperkenalkan pertama kali oleh John Holland dari Universitas Michigan. Sifat algoritma genetika adalah mencari kemungkinan dari calon solusi untuk mendapatkan

solusi yang optimal dalam penyelesaian masalah. Ruang cakupan dari semua solusi yang layak, yaitu berbagai obyek diantara solusi yang sesuai, yang dinamakan ruang pencarian. Tiap titik didalam ruang pencarian mempresentasikan satu solusi yang layak. Tiap solusi yang layak dapat ditandai dengan nilai fitnessnya. Solusi yang dicari dalam algoritma genetika adalah titik (satu atau lebih) diantara solusi yang layak dalam ruang pencarian. Sifat pencarian inilah yang menyebabkan algoritma genetika baik untuk diterapkan dalam menyelesaikan masalah Np-complete (Harik, 1997).

Inisialisasi populasi merupakan langkah awal dalam penyelesaian AG. Dalam prosesnya populasi dilambangkan sebagai sebuah deretan bilangan biner 0 dan 1, yang tersusun atas kolom dan baris sehingga membentuk suatu matriks berisi bilangan biner. Pada satu deret baris matriks tersusun atas beberapa kolom. Satu deret baris matriks ini pada AG dikenal dengan istilah kromosom sedangkan jumlah kolom tersebut dikenal dengan istilah jumlah gen. Nilai jumlah gen tersebut merupakan perkalian nilai Nvar(jumlah variabel) dan nilai Nbit (jumlah bit). Nvar merupakan jumlah variabel yang mewakili dari sebuah kromosom, dan Nbit yaitu jumlah bit biner yang mewakili sebuah variabel. Sedangkan jumlah baris pada sebuah matriks tersebut dikenal dengan istilah UkPop (Ukuran Populasi). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Proses Ukuran Populasi AG

Algoritma genetika bergerak dari suatu populasi kromosom (bit string yang dipresentasikan sebagai calon solusi suatu masalah) ke populasi baru dengan menggunakan 3 operator yaitu seleksi, *crossover* dan mutasi. Pada Gambar 1 diatas dapat dilihat bahwa matriks populasi

satu merupakan sebuah contoh inisialisasi populasi pada algoritma genetika, yang terdiri dari :

Kromosom ke-1 : [1 1 0 1 0 0 1 1 0]

Kromosom ke-2 : [0 1 1 0 0 1 1 0 1]

Kromosom ke-3 : [0 0 1 1 0 0 1 1 1]

Nvar = 3 Variabel

Nbit = 3 Bit

Jumlah Gen = Nvar x Nbit

Jumlah Gen = 9 buah

Ukuran Populasi = 3 buah

Setiap kromosom yang dihasilkan dari inisialisasi populasi merepresentasikan sebuah satu solusi, kemudian kromosom ini nantinya akan diproses pada proses AG selanjutnya (Harik, 1997).

c. Penentuan Nilai Parameter

Proses pengkalibrasian dilakukan dengan menggunakan *software recession curve* (RC). Kemudian memilih tahun dan metode yang akan di kalibrasi. Nilai parameter disetiap tahun dicari dengan *trial and error* sampai menghasilkan grafik antara debit terukur dan debit terhitung saling berhimpitan. Parameter optimal diperoleh dari rata – rata parameter hasil kalibrasi pada data debit setiap tahunnya. Parameter optimal hasil kalibrasi akan digunakan untuk proses pemisahan aliran dasar pada periode kalibrasi dan validasi. Validasi bertujuan untuk menguji parameter yang diperoleh.

3.3.4 Pemisahan Hidrograf di *Flowcomp*

Parameter Q_0 dan k yang telah ditentukan kemudian dimasukkan ke dalam *Software FlowComp 2.0*. Terdapat 3 *Laminer Sub-regime* yang diisi sesuai dengan hasil pemisahan aliran pada *Software RC 4.0*.

3.3.5 Uji Kinerja Model

a. *Root Mean Square Error* (RMSE)

Root Mean Square Error (RMSE) merupakan metode untuk mengetahui besarnya tingkat kesalahan antara debit terukur dan debit terhitung. Uji statistik dengan menggunakan RMSE ini dilakukan dengan membandingkan

antara debit terukur dan debit terhitung pada bulan Juli sampai September karena pada bulan tersebut merupakan puncak musim kemarau dimana tidak ada hujan atau turunnya hujan sangat sedikit sehingga aliran air yang mengalir di sungai diasumsikan sebagai aliran dasar (*baseflow*). Persamaan RMSE adalah sebagai berikut:

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

Keterangan:

Q_o : debit terhitung

Q_m : debit terukur

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

b. R Square (R^2)

Uji statistik R^2 digunakan untuk menunjukkan tingkat kesesuaian antara debit terukur dan debit terhitung. Kriteria optimal dalam uji R^2 ini yaitu jika hasil perhitungan semakin mendekati 1 maka tingkat kesesuaian antara debit terukur dengan debit terhitung semakin baik dan dapat menunjukkan bahwa metode tersebut dapat bekerja dengan baik dalam memperkirakan besarnya *baseflow*. Nilai *R Square* juga bisa didapatkan dengan koefisien determinasi dengan persamaan sebagai berikut:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum(y - \hat{y})^2}{\sum(y - \bar{y})^2} \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan:

R^2 : tingkat kesesuaian debit terukur dan debit terhitung

Y : observasi respon ke-i

\hat{Y} : ramalan respon ke-i

\bar{Y} : rata-rata (Algifari, 2009:48).

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan, maka kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Karakteristik DAS menunjukkan bahwa sub DAS Brantas Kertosono memiliki bentuk DAS yang melebar dengan luas 6414,2 km². Sedangkan sub DAS Brantas Ploso memiliki bentuk DAS melebar dengan luas 2430,1 km². Curah hujan sub DAS Brantas Kertosono lebih tinggi daripada sub DAS Brantas Ploso. Hal ini berpengaruh terhadap debit yang dihasilkan.
2. Sub DAS Kertosono memiliki nilai parameter Q_0 sebesar 350 m³/detik dan koefisien resesi *baseflow* yaitu 0,06. Sedangkan Pada sub DAS Ploso memiliki nilai parameter Q_0 sebesar 700 m³/detik dan koefisien resesi *baseflow* 0,04.
3. Uji RMSE pada sub DAS Brantas Kertosono menghasilkan nilai sebesar 0,734 dan sub DAS Brantas Ploso sebesar 0,69. Pada sub DAS Brantas Kertosono nilai koefisien determinasi $R^2 = 0,962$. Sedangkan pada sub DAS Brantas Ploso nilai $R^2 = 0,988$.

5.2 Saran

Terdapat beberapa metode yang dapat digunakan untuk pemisahan aliran selain menggunakan master kurva resesi. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan dapat membandingkan dengan metode-metode pemisahan aliran dasar yang lain seperti RDF, linier regresi, *indicators of hydrologic alteration* (IHA), dan lain sebagainya. Sehingga akan dapat disimpulkan metode mana yang paling baik digunakan pada setiap DAS.

DAFTAR PUSTAKA

- Algifari. 2009. *Analisis Regresi Teori, Kasus dan Solusi*. Yogyakarta: BPFY-Yogyakarta.
- Arsyad, S. 2010. *Konservasi Tanah dan Air. Edisi Kedua*, IPB Press. Bogor
- Asdak, C. 2004. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press
- Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. 2018. *Analisis Curah Hujan dan Sifat Hujan*. <http://www.bmkg.go.id/iklim/prakiraan-hujan-bulanan.bmkg>
- Fetter, C. 2001. *Applied Hydrogeology*. 4th ed. U.S.A: Prentice-Hall.
- Gregor, M. dan P. Malík. 2012. *User Manual for RC*. Slovakia: Comenius University.
- Harik, G. F. Goldberg, D. E. & Fernando, G. 1997. *The compact Genetic Algorithm*. Urbana: University of Illinois, USA.
- Haridjaja, O.K. Murtilaksono, Sudarmono, dan L.M.Rachmab. 1990. *Hidrologi Pertanian*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Indarto. 2010. *Dasar Teori Dan Contoh Aplikasi Model Hidrologi*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Mulla, D. J. dan T. M. Addiscott. 1999. *Validation approaches for field-, basin-, and regional-scale water quality models*. Assessment of Non-Point Source Pollution in the Vadose Zone. 63–78.
- Nurkholis, A dan Adji , T.N. 2019. *Analysis of Master Recession Curve (MRC) and flood hydrograph components for karstification degree estimation in Kiskendo Cave, Jonggrangan Karst System, Indonesia*. https://www.researchgate.net/publication/333770841_Analysis_of_Master_Recession_Curve_MRC_and_flood_hydrograph_components_for_karstification_degree_estimation_in_Kiskendo_Cave_Jonggrangan_Karst_System_Indonesia
- Peraturan Pemerintah Nomor 37 Tahun. 2012. *Pengelolaan Sumberdaya Air*. Jakarta. *Presiden Republik Indonesia*.
- Santhi, Allen, Muttiah, Arnold, dan Tuppada. 2008. Regional Estimation Of Baseflow For The Conterminous United State By Hydrologic Landscape Regions. *Journal of Hydrology*. Vol. 351: 139-153

Seyhan, E., 1990. *Dasar-dasar Hidrologi* (terjemahan Fundamental of Hydrology oleh sentot subagya) Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

Soewarno. 2000. *Hidrologi Operasional*. Bandung: Citra Aditya Bakti

Sosrodarsono, S. 1999. *Hidrologi untuk Pengairan*. Jakarta: Praditya Paramita

Sudarmadji dan Suprayogi, S. 2017. *Analisis Kurva Resesi Aliran Dasar menggunakan Metode Reservoir Lininer Perangkat Lunak Recession Curve Hidrooffice pada DAS Wuryantoro Kabupaten Wonogiri Propinsi Jawa Tengah*. <http://jurnal.ugm.ac.id/teknosains>

Suripin. 2002. *Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air*. Yogyakarta: Andi

Tallaksen, L. 1995. *A review of baseflow recession analysis*. Journal of hydrology 165(1): 349-370

The Comet. 2013. *Basic Hydrologic Science Course Understanding the Hydrologic Cycle Section One Introduction to the Hydrologic Cycle*. [serialonline].http://www.goedr.gov/education/comet/hydro/basic/Hydrologic Cycle/print_version/01-introduction.html.

Triatmodjo, B. 2013. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset Yogyakarta.

LAMPIRAN

Tabel Hasil Pemisahan Aliran Brantas Kertosono dan Ploso menggunakan Aplikasi Modul Flowcomp

Tanggal	Brantas Kertosono			Brantas Ploso		
	<i>Baseflow</i>	<i>Sub-surfaceflow</i>	<i>Quickflow</i>	<i>Baseflow</i>	<i>Sub-surfaceflow</i>	<i>Quickflow</i>
01/01/2009	118,57	128,76	128,87	265,67	307,96	308,04
02/01/2009	103,33	109,62	109,66	252,81	287,92	287,97
03/01/2009	90,97	95,00	95,01	270,32	315,45	315,55
04/01/2009	89,21	92,98	92,99	338,66	443,77	444,87
05/01/2009	98,01	103,24	103,27	272,64	319,24	319,35
06/01/2009	117,51	127,37	127,48	297,86	362,80	363,08
07/01/2009	124,55	136,65	136,82	352,43	474,48	476,16
08/01/2009	131,55	146,19	146,45	258,66	296,92	296,98
09/01/2009	136,73	153,50	153,85	339,73	446,09	447,23
10/01/2009	136,73	153,50	153,85	250,46	284,37	284,41
11/01/2009	172,68	210,64	212,81	248,11	280,84	280,88
12/01/2009	187,50	238,14	242,28	261,00	300,57	300,64
13/01/2009	156,20	182,93	183,92	298,99	364,86	365,15
14/01/2009	141,86	160,93	161,40	273,79	321,15	321,26
15/01/2009	205,19	274,62	283,01	274,95	323,06	323,18
16/01/2009	207,76	280,27	289,52	323,49	412,01	412,68
17/01/2009	193,14	249,31	254,53	293,32	354,62	354,86
18/01/2009	174,21	213,36	215,69	242,23	272,15	272,18
19/01/2009	202,59	268,98	276,57	226,93	250,34	250,36
20/01/2009	197,25	257,72	263,88	330,04	425,46	426,29
21/01/2009	145,25	165,97	166,53	312,45	390,15	390,62
22/01/2009	156,86	183,98	185,00	399,36	594,41	600,82
23/01/2009	151,93	176,18	176,98	407,82	618,80	626,83
24/01/2009	177,23	218,82	221,48	503,99	970,74	1048,08
25/01/2009	193,14	249,31	254,53	474,26	845,86	886,22
26/01/2009	203,89	271,80	279,78	502,66	964,80	1039,98
27/01/2009	222,29	314,17	329,88	544,28	1167,05	1343,13
28/01/2009	222,29	314,17	329,88	551,73	1207,09	1410,75
29/01/2009	205,19	274,62	283,01	491,00	914,23	972,72
30/01/2009	210,28	285,92	296,09	524,25	1065,32	1183,21
31/01/2009	238,54	356,16	383,46	532,51	1106,27	1245,63
01/02/2009	237,52	353,38	379,78	416,09	643,59	653,54
02/02/2009	224,58	319,80	336,82	545,90	1175,67	1357,45
03/02/2009	212,76	291,57	302,72	637,10	1761,12	2710,52
04/02/2009	199,94	263,34	270,19	575,16	1341,10	1658,9

Tanggal	Baseflow	Sub- surfaceflow	Quickflow	Baseflow	Sub- surfaceflow	Quickflow
05/02/2009	224,58	319,80	336,82	549,63	1195,69	1391,22
06/02/2009	226,83	325,43	343,83	527,24	1079,98	1205,27
07/02/2009	231,21	336,65	358,03	461,94	798,59	829,04
08/02/2009	235,45	347,82	372,47	416,09	643,59	653,54
09/02/2009	245,47	375,48	409,64	374,97	528,95	532,22
10/02/2009	244,51	372,74	405,86	362,79	498,85	501,15
11/02/2009	259,93	418,76	472,23	345,05	457,80	459,14
12/02/2009	263,27	429,38	488,48	398,41	591,73	597,98
13/02/2009	239,56	358,94	387,16	377,96	536,61	540,17
14/02/2009	254,72	402,68	448,32	341,87	450,75	451,97
15/02/2009	254,72	402,68	448,32	347,17	462,53	463,96
16/02/2009	277,17	476,03	564,47	471,24	834,02	871,7
17/02/2009	274,23	465,82	547,18	419,72	654,72	665,64
18/02/2009	281,42	491,18	590,83	595,37	1467,27	1927,18
19/02/2009	289,45	520,91	645,11	475,76	851,80	893,54
20/02/2009	309,27	601,14	809,84	468,17	822,19	857,33
21/02/2009	313,43	619,24	850,92	450,68	757,59	780,98
22/02/2009	331,11	701,67	1057,77	533,09	1109,18	1250,17
23/02/2009	336,91	730,72	1138,78	527,83	1082,91	1209,71
24/02/2009	332,80	710,03	1080,65	598,19	1485,63	1969,34
25/02/2009	316,43	632,62	882,28	593,74	1456,72	1903,35
26/02/2009	320,30	650,25	924,88	591,68	1443,49	1873,82
27/02/2009	308,74	598,86	804,77	569,59	1308,09	1594,46
28/02/2009	315,44	628,18	871,78	563,83	1274,74	1531,63
01/03/2009	309,27	601,14	809,84	435,56	705,61	721,84
02/03/2009	301,00	566,43	735,19	584,49	1398,09	1775,61
03/03/2009	235,45	347,82	372,47	444,89	737,27	757,63
04/03/2009	245,47	375,48	409,64	524,85	1068,25	1187,6
05/03/2009	233,35	342,24	365,22	480,95	872,58	919,46
06/03/2009	187,50	238,14	242,28	481,68	875,56	923,2
07/03/2009	199,94	263,34	270,19	473,51	842,90	882,58
08/03/2009	207,76	280,27	289,52	522,43	1056,50	1170,09
09/03/2009	226,83	325,43	343,83	434,70	702,76	718,65
10/03/2009	224,58	319,80	336,82	394,59	581,04	586,68
11/03/2009	226,83	325,43	343,83	386,84	559,93	564,49
12/03/2009	227,93	328,24	347,35	381,93	546,92	550,9
13/03/2009	240,56	361,70	390,87	331,12	427,71	428,58
14/03/2009	225,71	322,62	340,32	285,32	340,59	340,77
15/03/2009	221,14	311,35	326,43	288,75	346,56	346,76
16/03/2009	211,53	288,75	299,40	345,05	457,80	459,14

Tanggal	Baseflow	Sub- surfaceflow	Quickflow	Baseflow	Sub- surfaceflow	Quickflow
17/03/2009	219,97	308,53	322,99	307,99	381,61	382,01
18/03/2009	224,58	319,80	336,82	395,55	583,70	589,49
19/03/2009	194,52	252,11	257,63	208,15	225,08	225,09
20/03/2009	183,16	229,82	233,27	298,99	364,86	365,15
21/03/2009	225,71	322,62	340,32	238,70	267,01	267,04
22/03/2009	205,19	274,62	283,01	345,05	457,80	459,14
23/03/2009	231,21	336,65	358,03	420,61	657,51	668,68
24/03/2009	244,51	372,74	405,86	523,64	1062,38	1178,82
25/03/2009	229,04	331,05	350,90	464,29	807,43	839,58
26/03/2009	227,93	328,24	347,35	390,74	570,44	575,52
27/03/2009	247,38	380,96	417,26	370,94	518,82	521,73
28/03/2009	251,11	391,86	432,67	336,52	439,15	440,18
29/03/2009	223,44	316,99	333,34	355,56	481,72	483,57
30/03/2009	215,21	297,23	309,42	590,02	1432,87	1850,41
31/03/2009	213,99	294,40	306,06	336,52	439,15	440,18
01/04/2009	215,21	297,23	309,42	399,36	594,41	600,82
02/04/2009	225,71	322,62	340,32	577,87	1357,48	1691,73
03/04/2009	240,56	361,70	390,87	418,81	651,93	662,6
04/04/2009	251,11	391,86	432,67	468,17	822,19	857,33
05/04/2009	233,35	342,24	365,22	490,30	911,26	968,85
06/04/2009	229,26	331,61	351,61	477,26	857,73	900,9
07/04/2009	205,19	274,62	283,01	509,24	994,49	1080,89
08/04/2009	186,07	235,36	239,26	413,36	635,29	644,56
09/04/2009	191,74	246,51	251,44	415,18	640,82	650,54
10/04/2009	169,60	205,23	207,12	350,33	469,67	471,25
11/04/2009	164,89	197,19	198,70	374,97	528,95	532,22
12/04/2009	186,07	235,36	239,26	373,96	526,40	529,58
13/04/2009	178,73	221,55	224,40	353,47	476,88	478,62
14/04/2009	183,16	229,82	233,27	302,37	371,08	371,41
15/04/2009	212,76	291,57	302,72	266,83	309,81	309,9
16/04/2009	219,97	308,53	322,99	304,62	375,28	375,63
17/04/2009	210,28	285,92	296,09	333,29	432,27	433,2
18/04/2009	218,79	305,71	319,58	284,17	338,61	338,78
19/04/2009	229,04	331,05	350,90	295,59	358,69	358,95
20/04/2009	258,22	413,42	464,20	355,56	481,72	483,57
21/04/2009	237,52	353,38	379,78	398,41	591,73	597,98
22/04/2009	218,79	305,71	319,58	413,36	635,29	644,56
23/04/2009	219,97	308,53	322,99	411,52	629,77	638,61
24/04/2009	219,97	308,53	322,99	495,19	932,09	996,13
25/04/2009	174,21	213,36	215,69	451,50	760,51	784,35

Tanggal	Baseflow	Sub- surfaceflow	Quickflow	Baseflow	Sub- surfaceflow	Quickflow
26/04/2009	186,07	235,36	239,26	400,31	597,10	603,68
27/04/2009	174,21	213,36	215,69	436,42	708,47	725,05
28/04/2009	178,73	221,55	224,40	392,67	575,73	581,08
29/04/2009	168,03	202,53	204,29	365,86	506,29	508,8
30/04/2009	155,22	181,37	182,31	548,04	1187,12	1376,68
01/05/2009	148,61	171,05	171,72	451,50	760,51	784,35
02/05/2009	141,86	160,93	161,40	617,37	1616,30	2294,32
03/05/2009	141,86	160,93	161,40	390,74	570,44	575,52
04/05/2009	158,48	186,59	187,70	418,81	651,93	662,6
05/05/2009	171,14	207,93	209,96	425,96	674,36	687,15
06/05/2009	164,89	197,19	198,70	462,72	801,54	832,54
07/05/2009	181,70	227,06	230,30	497,25	941,01	1007,97
08/05/2009	174,21	213,36	215,69	370,94	518,82	521,73
09/05/2009	160,10	189,23	190,43	331,12	427,71	428,58
10/05/2009	168,03	202,53	204,29	266,83	309,81	309,9
11/05/2009	213,99	294,40	306,06	232,82	258,60	258,62
12/05/2009	245,47	375,48	409,64	232,82	258,60	258,62
13/05/2009	194,52	252,11	257,63	263,33	304,25	304,32
14/05/2009	195,89	254,91	260,74	262,17	302,41	302,48
15/05/2009	205,19	274,62	283,01	226,93	250,34	250,36
16/05/2009	194,52	252,11	257,63	261,00	300,57	300,64
17/05/2009	174,21	213,36	215,69	301,25	369,01	369,32
18/05/2009	186,07	235,36	239,26	259,83	298,74	298,81
19/05/2009	264,91	434,65	496,69	228,10	251,98	252
20/05/2009	215,21	297,23	309,42	214,00	232,79	232,8
21/05/2009	174,21	213,36	215,69	337,59	441,46	442,52
22/05/2009	184,62	232,59	236,26	341,87	450,75	451,97
23/05/2009	235,45	347,82	372,47	326,77	418,70	419,45
24/05/2009	239,56	358,94	387,16	434,70	702,76	718,65
25/05/2009	223,44	316,99	333,34	332,21	429,99	430,89
26/05/2009	263,27	429,38	488,48	264,50	306,10	306,18
27/05/2009	252,93	397,29	440,47	251,63	286,13	286,18
28/05/2009	232,28	339,44	361,61	222,22	243,87	243,88
29/05/2009	240,16	360,59	389,38	293,32	354,62	354,86
30/05/2009	241,36	363,92	393,85	472,75	839,94	878,94
31/05/2009	229,26	331,61	351,61	435,56	705,61	721,84
01/06/2009	209,53	284,23	294,11	364,84	503,80	506,24
02/06/2009	186,07	235,36	239,26	454,75	772,20	797,94
03/06/2009	199,67	262,78	269,56	359,70	491,46	493,56
04/06/2009	174,21	213,36	215,69	422,40	663,11	674,8

Tanggal	Baseflow	Sub- surfaceflow	Quickflow	Baseflow	Sub- surfaceflow	Quickflow
05/06/2009	175,43	215,54	218,00	412,44	632,52	641,58
06/06/2009	186,07	235,36	239,26	432,10	694,19	709,1
07/06/2009	193,69	250,42	255,76	462,72	801,54	832,54
08/06/2009	222,29	314,17	329,88	333,29	432,27	433,2
09/06/2009	221,83	313,04	328,50	215,18	234,36	234,37
10/06/2009	172,37	210,10	212,24	206,97	223,55	223,56
11/06/2009	168,03	202,53	204,29	198,81	213,08	213,08
12/06/2009	162,98	193,99	195,37	190,71	202,92	202,92
13/06/2009	167,41	201,47	203,17	229,29	253,63	253,65
14/06/2009	182,29	228,17	231,49	228,10	251,98	252
15/06/2009	181,99	227,61	230,89	205,81	222,04	222,05
16/06/2009	186,07	235,36	239,26	218,69	239,08	239,09
17/06/2009	171,14	207,93	209,96	266,83	309,81	309,9
18/06/2009	182,29	228,17	231,49	235,17	261,95	261,97
19/06/2009	192,30	247,62	252,67	202,30	217,53	217,53
20/06/2009	177,23	218,82	221,48	208,15	225,08	225,09
21/06/2009	162,66	193,46	194,82	302,37	371,08	371,41
22/06/2009	177,23	218,82	221,48	330,04	425,46	426,29
23/06/2009	171,14	207,93	209,96	328,95	423,19	424
24/06/2009	167,41	201,47	203,17	409,67	624,27	632,7
25/06/2009	163,94	195,58	197,03	335,44	436,85	437,84
26/06/2009	157,83	185,55	186,62	252,81	287,92	287,97
27/06/2009	162,34	192,93	194,27	259,83	298,74	298,81
28/06/2009	170,52	206,85	208,82	208,15	225,08	225,09
29/06/2009	168,66	203,61	205,42	274,95	323,06	323,18
30/06/2009	166,47	199,86	201,49	431,23	691,36	705,94
01/07/2009	162,34	192,93	194,27	362,79	498,85	501,15
02/07/2009	162,66	193,46	194,82	394,59	581,04	586,68
03/07/2009	155,88	182,41	183,38	334,37	434,56	435,52
04/07/2009	153,25	178,25	179,10	398,41	591,73	597,98
05/07/2009	152,59	177,21	178,04	405,96	613,35	620,99
06/07/2009	155,55	181,88	182,84	425,96	674,36	687,15
07/07/2009	165,52	198,25	199,81	453,94	769,27	794,53
08/07/2009	161,71	191,87	193,17	336,52	439,15	440,18
09/07/2009	153,25	178,25	179,10	230,46	255,28	255,3
10/07/2009	152,59	177,21	178,04	224,57	247,10	247,11
11/07/2009	162,34	192,93	194,27	204,64	220,53	220,54
12/07/2009	165,20	197,71	199,25	201,14	216,04	216,04
13/07/2009	170,21	206,31	208,25	218,69	239,08	239,09
14/07/2009	169,60	205,23	207,12	214,00	232,79	232,8

Tanggal	Baseflow	Sub- surfaceflow	Quickflow	Baseflow	Sub- surfaceflow	Quickflow
15/07/2009	175,12	214,99	217,42	193,02	205,79	205,79
16/07/2009	167,41	201,47	203,17	216,34	235,92	235,93
17/07/2009	162,66	193,46	194,82	267,99	311,69	311,78
18/07/2009	163,30	194,52	195,92	223,40	245,48	245,49
19/07/2009	161,71	191,87	193,17	223,40	245,48	245,49
20/07/2009	167,41	201,47	203,17	197,65	211,61	211,61
21/07/2009	172,07	209,56	211,67	288,75	346,56	346,76
22/07/2009	150,27	173,61	174,34	312,45	390,15	390,62
23/07/2009	180,52	224,85	227,93	317,99	400,99	401,55
24/07/2009	172,99	211,19	213,39	396,51	586,37	592,31
25/07/2009	169,60	205,23	207,12	302,37	371,08	371,41
26/07/2009	164,89	197,19	198,70	241,06	270,43	270,46
27/07/2009	168,35	203,08	204,86	237,52	265,32	265,34
28/07/2009	162,98	193,99	195,37	211,66	229,69	229,7
29/07/2009	167,10	200,93	202,61	283,03	336,65	336,81
30/07/2009	174,21	213,36	215,69	407,82	618,80	626,83
31/07/2009	168,35	203,08	204,86	350,33	469,67	471,25
01/08/2009	164,89	197,19	198,70	214,00	232,79	232,8
02/08/2009	162,03	192,40	193,72	202,30	217,53	217,53
03/08/2009	161,38	191,34	192,62	261,00	300,57	300,64
04/08/2009	171,76	209,02	211,10	219,87	240,67	240,68
05/08/2009	169,28	204,69	206,55	212,83	231,24	231,25
06/08/2009	162,98	193,99	195,37	232,82	258,60	258,62
07/08/2009	167,72	202,00	203,73	225,75	248,71	248,73
08/08/2009	153,91	179,29	180,17	193,02	205,79	205,79
09/08/2009	152,59	177,21	178,04	194,18	207,24	207,24
10/08/2009	159,13	187,64	188,79	256,32	293,29	293,35
11/08/2009	162,66	193,46	194,82	204,64	220,53	220,54
12/08/2009	161,38	191,34	192,62	230,46	255,28	255,3
13/08/2009	151,93	176,18	176,98	203,47	219,03	219,03
14/08/2009	150,61	174,13	174,87	222,22	243,87	243,88
15/08/2009	152,59	177,21	178,04	199,98	214,56	214,56
16/08/2009	162,66	193,46	194,82	269,15	313,57	313,66
17/08/2009	161,71	191,87	193,17	221,05	242,27	242,28
18/08/2009	164,89	197,19	198,70	194,18	207,24	207,24
19/08/2009	165,84	198,79	200,37	239,88	268,72	268,75
20/08/2009	174,21	213,36	215,69	246,94	279,09	279,13
21/08/2009	177,84	219,91	222,65	205,81	222,04	222,05
22/08/2009	170,52	206,85	208,82	394,59	581,04	586,68
23/08/2009	162,34	192,93	194,27	269,15	313,57	313,66

Tanggal	Baseflow	Sub- surfaceflow	Quickflow	Baseflow	Sub- surfaceflow	Quickflow
24/08/2009	155,55	181,88	182,84	320,20	405,38	405,98
25/08/2009	154,89	180,84	181,77	351,38	472,07	473,7
26/08/2009	161,38	191,34	192,62	314,67	394,47	394,97
27/08/2009	162,98	193,99	195,37	328,95	423,19	424
28/08/2009	166,15	199,32	200,93	325,68	416,46	417,18
29/08/2009	166,47	199,86	201,49	222,22	243,87	243,88
30/08/2009	154,89	180,84	181,77	324,59	414,23	414,93
31/08/2009	169,90	205,77	207,68	307,99	381,61	382,01
01/09/2009	157,18	184,50	185,54	197,65	211,61	211,61
02/09/2009	150,61	174,13	174,87	190,71	202,92	202,92
03/09/2009	151,93	176,18	176,98	205,81	222,04	222,05
04/09/2009	153,58	178,77	179,64	235,17	261,95	261,97
05/09/2009	155,88	182,41	183,38	211,66	229,69	229,7
06/09/2009	151,93	176,18	176,98	235,17	261,95	261,97
07/09/2009	161,06	190,81	192,07	237,52	265,32	265,34
08/09/2009	156,86	183,98	185,00	188,41	200,07	200,07
09/09/2009	157,83	185,55	186,62	202,30	217,53	217,53
10/09/2009	156,20	182,93	183,92	280,73	332,73	332,88
11/09/2009	160,42	189,75	190,97	186,11	197,25	197,25
12/09/2009	157,83	185,55	186,62	211,66	229,69	229,7
13/09/2009	157,83	185,55	186,62	232,82	258,60	258,62
14/09/2009	163,62	195,05	196,48	250,46	284,37	284,41
15/09/2009	167,10	200,93	202,61	206,97	223,55	223,56
16/09/2009	156,20	182,93	183,92	300,12	366,93	367,23
17/09/2009	154,89	180,84	181,77	194,18	207,24	207,24
18/09/2009	159,13	187,64	188,79	224,57	247,10	247,11
19/09/2009	154,57	180,33	181,24	236,35	263,63	263,65
20/09/2009	151,27	175,15	175,92	253,97	289,70	289,75
21/09/2009	147,60	169,51	170,15	198,81	213,08	213,08
22/09/2009	147,94	170,03	170,68	380,94	544,33	548,2
23/09/2009	149,28	172,08	172,77	263,33	304,25	304,32
24/09/2009	149,61	172,58	173,29	376,97	534,05	537,51
25/09/2009	153,58	178,77	179,64	358,67	489,02	491,05
26/09/2009	154,57	180,33	181,24	331,12	427,71	428,58
27/09/2009	162,03	192,40	193,72	341,87	450,75	451,97
28/09/2009	157,83	185,55	186,62	312,45	390,15	390,62
29/09/2009	161,71	191,87	193,17	238,70	267,01	267,04
30/09/2009	162,98	193,99	195,37	267,99	311,69	311,78
01/10/2009	156,86	183,98	185,00	218,69	239,08	239,09
02/10/2009	156,86	183,98	185,00	228,10	251,98	252

Tanggal	Baseflow	Sub- surfaceflow	Quickflow	Baseflow	Sub- surfaceflow	Quickflow
03/10/2009	155,88	182,41	183,38	195,34	208,69	208,69
04/10/2009	146,60	168,00	168,60	201,14	216,04	216,04
05/10/2009	152,59	177,21	178,04	221,05	242,27	242,28
06/10/2009	155,55	181,88	182,84	190,71	202,92	202,92
07/10/2009	151,93	176,18	176,98	189,56	201,49	201,49
08/10/2009	153,25	178,25	179,10	202,30	217,53	217,53
09/10/2009	157,83	185,55	186,62	225,75	248,71	248,73
10/10/2009	146,93	168,50	169,11	259,83	298,74	298,81
11/10/2009	145,25	165,97	166,53	225,75	248,71	248,73
12/10/2009	141,86	160,93	161,40	214,00	232,79	232,8
13/10/2009	141,86	160,93	161,40	317,99	400,99	401,55
14/10/2009	143,22	162,94	163,44	258,66	296,92	296,98
15/10/2009	146,93	168,50	169,11	251,63	286,13	286,18
16/10/2009	147,94	170,03	170,68	236,35	263,63	263,65
17/10/2009	141,18	159,94	160,39	262,17	302,41	302,48
18/10/2009	148,61	171,05	171,72	224,57	247,10	247,11
19/10/2009	139,47	157,45	157,86	235,17	261,95	261,97
20/10/2009	131,55	146,19	146,45	232,82	258,60	258,62
21/10/2009	131,55	146,19	146,45	324,59	414,23	414,93
22/10/2009	133,97	149,58	149,88	257,49	295,10	295,16
23/10/2009	136,73	153,50	153,85	256,32	293,29	293,35
24/10/2009	136,73	153,50	153,85	332,21	429,99	430,89
25/10/2009	138,45	155,96	156,35	307,99	381,61	382,01
26/10/2009	131,55	146,19	146,45	386,84	559,93	564,49
27/10/2009	143,22	162,94	163,44	372,96	523,87	526,96
28/10/2009	147,26	169,01	169,63	241,06	270,43	270,46
29/10/2009	145,92	166,98	167,56	263,33	304,25	304,32
30/10/2009	132,93	148,12	148,40	256,32	293,29	293,35
31/10/2009	132,58	147,64	147,91	339,73	446,09	447,23
01/11/2009	131,55	146,19	146,45	284,17	338,61	338,78
02/11/2009	142,88	162,44	162,93	256,32	293,29	293,35
03/11/2009	142,20	161,43	161,91	229,29	253,63	253,65
04/11/2009	141,86	160,93	161,40	223,40	245,48	245,49
05/11/2009	136,73	153,50	153,85	295,59	358,69	358,95
06/11/2009	135,35	151,54	151,86	246,94	279,09	279,13
07/11/2009	137,76	154,98	155,35	259,83	298,74	298,81
08/11/2009	145,25	165,97	166,53	245,76	277,34	277,38
09/11/2009	148,61	171,05	171,72	222,22	243,87	243,88
10/11/2009	141,86	160,93	161,40	326,77	418,70	419,45
11/11/2009	142,54	161,94	162,42	363,82	501,32	503,69

Tanggal	Baseflow	Sub- surfaceflow	Quickflow	Baseflow	Sub- surfaceflow	Quickflow
12/11/2009	146,26	167,49	168,08	250,46	284,37	284,41
13/11/2009	165,20	197,71	199,25	236,35	263,63	263,65
14/11/2009	161,71	191,87	193,17	203,47	219,03	219,03
15/11/2009	158,48	186,59	187,70	261,00	300,57	300,64
16/11/2009	162,34	192,93	194,27	246,94	279,09	279,13
17/11/2009	160,10	189,23	190,43	298,99	364,86	365,15
18/11/2009	195,89	254,91	260,74	283,03	336,65	336,81
19/11/2009	229,04	331,05	350,90	257,49	295,10	295,16
20/11/2009	218,79	305,71	319,58	351,38	472,07	473,7
21/11/2009	226,83	325,43	343,83	305,75	377,38	377,75
22/11/2009	232,92	341,12	363,77	270,32	315,45	315,55
23/11/2009	205,19	274,62	283,01	276,11	324,98	325,1
24/11/2009	194,52	252,11	257,63	339,73	446,09	447,23
25/11/2009	225,26	321,49	338,92	304,62	375,28	375,63
26/11/2009	211,53	288,75	299,40	281,88	334,68	334,84
27/11/2009	225,03	320,93	338,22	328,95	423,19	424
28/11/2009	226,83	325,43	343,83	249,29	282,60	282,64
29/11/2009	226,83	325,43	343,83	279,57	330,78	330,92
30/11/2009	235,45	347,82	372,47	343,99	455,44	456,74
01/12/2009	199,94	263,34	270,19	277,27	326,91	327,04
02/12/2009	206,48	277,45	286,26	291,04	350,58	350,8
03/12/2009	210,78	287,05	297,41	272,64	319,24	319,35
04/12/2009	229,04	331,05	350,90	258,66	296,92	296,98
05/12/2009	229,04	331,05	350,90	266,83	309,81	309,9
06/12/2009	215,21	297,23	309,42	251,63	286,13	286,18
07/12/2009	195,07	253,22	258,87	239,88	268,72	268,75
08/12/2009	203,89	271,80	279,78	294,45	356,65	356,9
09/12/2009	184,62	232,59	236,26	259,83	298,74	298,81
10/12/2009	161,71	191,87	193,17	242,23	272,15	272,18
11/12/2009	151,93	176,18	176,98	224,57	247,10	247,11
12/12/2009	153,58	178,77	179,64	237,52	265,32	265,34
13/12/2009	151,93	176,18	176,98	228,10	251,98	252
14/12/2009	163,30	194,52	195,92	238,70	267,01	267,04
15/12/2009	168,03	202,53	204,29	253,97	289,70	289,75
16/12/2009	171,14	207,93	209,96	223,40	245,48	245,49
17/12/2009	197,25	257,72	263,88	218,69	239,08	239,09
18/12/2009	175,73	216,09	218,58	221,05	242,27	242,28
19/12/2009	206,48	277,45	286,26	232,82	258,60	258,62
20/12/2009	197,25	257,72	263,88	253,97	289,70	289,75
21/12/2009	212,76	291,57	302,72	245,76	277,34	277,38

Tanggal	Baseflow	Sub- surfaceflow	Quickflow	Baseflow	Sub- surfaceflow	Quickflow
22/12/2009	157,83	185,55	186,62	221,05	242,27	242,28
23/12/2009	166,47	199,86	201,49	237,52	265,32	265,34
24/12/2009	178,73	221,55	224,40	253,97	289,70	289,75
25/12/2009	155,22	181,37	182,31	316,89	398,81	399,35
26/12/2009	157,83	185,55	186,62	298,99	364,86	365,15
27/12/2009	166,47	199,86	201,49	244,59	275,61	275,64
28/12/2009	183,16	229,82	233,27	253,97	289,70	289,75
29/12/2009	154,89	180,84	181,77	245,76	277,34	277,38
30/12/2009	165,52	198,25	199,81	226,93	250,34	250,36
31/12/2009	178,73	221,55	224,40	272,64	319,24	319,35

