



**ANALISIS ALIRAN DASAR (*BASEFLOW*) MENGGUNAKAN METODE  
REGRESI LINIER PADA DAS BRANTAS (SUB DAS KERTOSONO  
DAN PLOSO) : APLIKASI MODUL KILLE 3.1**

**SKRIPSI**

Oleh

**Yunus Kindi Prakoso  
NIM 151710201081**

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



**ANALISIS ALIRAN DASAR (*BASEFLOW*) MENGGUNAKAN METODE  
REGRESI LINIER PADA DAS BRANTAS (SUB DAS KERTOSONO  
DAN PLOSO) : APLIKASI MODUL KILLE 3.1**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Pertanian (S1) dan  
mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

**Yunus Kindi Prakoso  
NIM 151710201081**

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

## PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Ibunda Srinatun dan Ayahanda Adli tercinta yang telah memberikan dukungan, semangat, kasih sayang, perhatian, dan pengorbanan yang begitu besar serta doa yang tak pernah putus untuk anaknya;
2. kakak tersayang Yusuf Eko Pradana, S.T.P. yang selalu memotivasi dan mendukung penuh dalam menjalani kegiatan kampus;
3. adik tersayang Yolanda Septia Palupi yang selalu menjadi penghibur dalam keluarga;
4. guru-guru sejak dari taman kanak-kanak hingga Sekolah Menengah Atas dan dosen-dosen jurusan Teknik Pertanian yang telah mendidik dan membimbing selama ini;
5. almamater tercinta Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

**MOTTO**

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari sesuatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain).

Dan hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap”

(Terjemahan surat Al-Insyirah 5-8) \*)



---

\*) Departemen Agama Republik Indonesia. 1998. *Al Qur'an dan Terjemahannya*. Semarang: PT Kumudasmoro Grafindo.

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Yunus Kindi Prakoso

NIM : 151710201081

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul “Analisis Aliran Dasar (*Baseflow*) menggunakan Metode Regresi Linier pada DAS Brantas (Sub DAS Kertosono dan Ploso) : Aplikasi Modul Kille 3.1” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan-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 manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata kemudian hari ini tidak benar.

Jember, Agustus 2019

Yang menyatakan,

Yunus Kindi Prakoso  
NIM. 151710201081

**SKRIPSI**

**ANALISIS ALIRAN DASAR (*BASE FLOW*) MENGGUNAKAN METODE  
REGRESI LINIER PADA DAS BRANTAS (SUB DAS KERTOSONO  
DAN PLOSO) : APLIKASI MODUL KILLE 3.1**

Oleh

**Yunus Kindi Prakoso**  
**NIM 151710201081**

Pembimbing:

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

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “Analisis Aliran Dasar (*Baseflow*) menggunakan Metode Regresi Linier pada DAS Brantas (Sub DAS Kertosono dan Ploso) : Aplikasi Modul Kille 3.1” telah diuji dan disahkan pada:

Hari : Kamis

Tanggal : 1 Agustus 2019

Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,

Prof. Dr. Indarto, S.T.P., DEA.  
NIP. 197001011995121001

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

Tim Penguji:

Ketua,

Anggota,

Dr. Siswoyo Soekarno, S.T.P., M.Eng.  
NIP. 196809231994031009

Dr. Ir. Soni Sisbudi Harsono, M.Eng., M.Phil.  
NIP. 196412311989021040

Mengesahkan  
Dekan,

Dr. Siswoyo Soekarno, S.T.P., M.Eng.  
NIP. 196809231994031009



## RINGKASAN

**Analisis Aliran Dasar (*Baseflow*) menggunakan Metode Regresi Linier pada DAS Brantas (Sub DAS Kertosono dan Ploso) : Aplikasi Modul Kille 3.1;**  
Yunus Kindi Prakoso, 151710201081; 2019; 46 halaman; Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

Aliran dasar (*baseflow*) merupakan salah satu komponen aliran sungai yang penting dalam pengelolaan DAS. *Baseflow* merupakan komponen aliran yang teramati dalam jangka waktu yang lama dan akan teramati sebagai debit aliran di sungai pada saat musim kemarau. Informasi ketersediaan air digunakan untuk tujuan pengelolaan sumber daya air. Tujuan penelitian ini adalah: (1) mengkalibrasi parameter metode Kille pada masing-masing Sub DAS, (2) menentukan nilai aliran dasar (*baseflow*) dari proses visualisasi kurva durasi aliran (FDC) pada masing-masing Sub DAS.

Penelitian ini dilakukan dari Maret 2019 hingga Mei 2019. Metodologi ini terdiri dari: (1) inventarisasi data, (2) pengolahan data, (3) penentuan parameter menggunakan Aplikasi Kille 3.1, dan (4) visualisasi kurva durasi aliran (FDC). Pertama, data debit dimasukkan pada modul Kille 3.1. Kemudian, data debit minimum bulanan diurutkan dari yang terkecil hingga yang terbesar. Selanjutnya, nilai parameter dari regresi linier dikalibrasi menggunakan data debit yang diurutkan dari langkah sebelumnya. Kemudian, hasil dari analisis disimpan dalam format \*.txt kemudian dimasukkan pada Microsoft Excel. Hasil dari analisis regresi linier dan eksponensial juga divisualisasikan menggunakan kurva durasi aliran (FDC). Sub DAS Kertosono memiliki nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) yaitu = 0,98 dengan nilai *slope* = 0,55; *intercept* = 26,93; dan *groundwater outflow* = 129,38 m<sup>3</sup>/s. Kemudian, Sub DAS Ploso memiliki nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) yaitu = 0,98 dengan nilai *slope* = 0,71; *intercept* = 58,08; dan *groundwater outflow* = 114,52 m<sup>3</sup>/s. Hasil dari visualisasi FDC pada masing-masing Sub DAS menunjukkan nilai *baseflow* hasil kinerja regresi linier dan eksponensial rata-rata identik dengan debit minimum bulananya.



## SUMMARY

**Baseflow Analysis using Linear Regression Method in Brantas Watershed (Kertosono and Ploso Sub-Watersheds): Kille 3.1 Module Application;** Yunus Kindi Prakoso, 151710201081; 2019; 46 pages; Department of Agricultural Engineering, Faculty of Agricultural Technology, University of Jember.

Baseflow is one of the important components of river flow in watershed management. Baseflow is a component of the flow observed over a long period of time and will be observed as flow in the river during the dry season. Information on the availability of water is used for the purpose of managing water resources. The aims of this research were: (1) calibrating Kille method parameters each sub-watershed, (2) determine baseflow value from the flow duration curve (FDC) visualizing process in each sub-watershed.

This research was conducted from March 2019 to May 2019. This methodology consist of: (1) inventory data, (2) data processing, (3) parameter determination using 3.1 Kille Application, and (4) flow duration curves (FDC) visualization. Firstly, discharge data was prepared to Kille 3.1 module. Then, the minimum monthly discharge data were sorted from the smallest to the largest. After that, the parameter values of linear regression was calibrated using the sorted discharge data from the previous step. Furthermore, analysis results were saved in \* .txt format and then entered in Microsoft Excel. The linear and exponential regression analysis results also visualized using flow duration curve (FDC). Kertosono Sub-Watersheds have coefficient of determination ( $R^2$ ) = 0,98 with slope value = 0,55; intercept = 26,93; and groundwater outflow = 129,38 m<sup>3</sup>/s. Then, Ploso Sub-Watersheds have coefficient of determination ( $R^2$ ) = 0,98 with slope value = 0,71; intercept = 58,08; and groundwater outflow = 114,52 m<sup>3</sup>/s. FDC visualization results in each sub-watershed shows baseflow value of linear regression and exponential results was identical to the minimum monthly discharge.

## PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT, atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Analisis Aliran Dasar (*Baseflow*) menggunakan Metode Regresi Linier pada DAS Brantas (Sub DAS Kertosono dan Ploso) : Aplikasi Modul Kille 3.1”. 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 terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Indarto, S.T.P., DEA. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Dr. Sri Wahyuningsih, S.P., M.T. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah membimbing dan memberikan arahan kepada penulis;
2. seluruh dosen dan karyawan Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
3. Dyan Evi Susanti, S.Si. yang telah menemani dan selalu memberikan semangat dalam keadaan suka maupun duka;
4. teman-teman seperjuangan TEP A angkatan 2015 khususnya sahabat-sahabatku Wahyu dan Afandi atas keceriaan dan motivasinya;
5. teman-teman seperjuangan GIS angkatan 2015 di Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, Juli 2019

Penulis

DAFTAR ISI

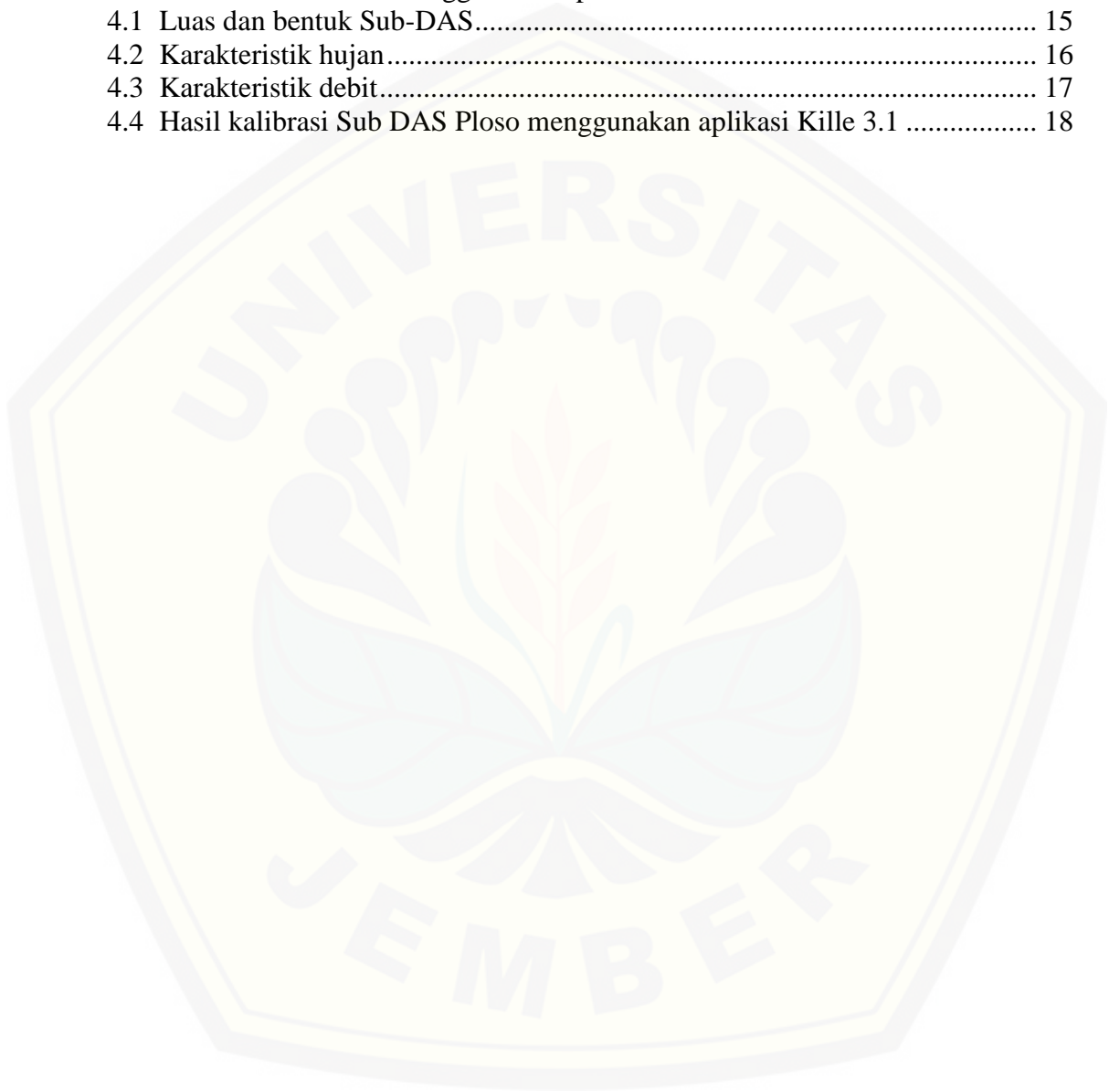
	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	v
<b>SKRIPSI</b> .....	vi
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vii
<b>RINGKASAN/SUMMARY</b> .....	viii
<b>PRAKATA</b> .....	x
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xv
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	2
<b>1.3 Tujuan</b> .....	2
<b>1.4 Manfaat</b> .....	2
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	3
<b>2.1 Aliran Dasar (<i>Baseflow</i>)</b> .....	3
<b>2.2 Metode Kille</b> .....	3
<b>2.3 Regresi Linier</b> .....	5
<b>2.4 Penelitian Terdahulu</b> .....	6
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN</b> .....	7
<b>3.1 Waktu dan Tempat</b> .....	7
<b>3.2 Alat dan Bahan</b> .....	7
<b>3.3 Metode Penelitian</b> .....	8
3.3.1 Inventarisasi Data.....	8
3.3.2 Pengolahan Data .....	9
3.3.3 Penentuan Parameter menggunakan Aplikasi Kille 3.1 .....	9
3.3.4 Visualisasi kurva durasi aliran ( <i>FDC</i> ) .....	12
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	14
<b>4.1 Karakteristik DAS</b> .....	14
4.1.1 Luas dan Bentuk DAS.....	14
4.1.2 Karakteristik Hujan .....	16
4.1.3 Karakteristik Debit.....	17
<b>4.2 Analisis Regresi Linier dan Eksponensial menggunakan metode Kille</b> .....	17
<b>4.3 Visualisasi Kurva Durasi Aliran (<i>FDC</i>)</b> .....	19

<b>BAB 5. PENUTUP</b> .....	21
<b>5.1 Kesimpulan</b> .....	21
<b>5.2 Saran</b> .....	21
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	22
<b>LAMPIRAN</b> .....	23



**DAFTAR TABEL**

	Halaman
2.1 Daftar penelitian terdahulu .....	6
3.1 Data hasil kalibrasi menggunakan aplikasi modul Kille 3.1.....	12
4.1 Luas dan bentuk Sub-DAS.....	15
4.2 Karakteristik hujan.....	16
4.3 Karakteristik debit.....	17
4.4 Hasil kalibrasi Sub DAS Ploso menggunakan aplikasi Kille 3.1 .....	18



**DAFTAR GAMBAR**

	Halaman
2.1 Aliran dasar.....	3
2.2 Tampilan Kille 3.1 .....	5
3.1 Peta Sub DAS Kertosono dan Ploso Wilayah Kerja UPT PSDA DI Kediri .....	7
3.2 Diagram alir penelitian .....	8
3.3 Data debit yang ditampilkan pada aplikasi modul Kille 3.1.....	9
3.4 Grafik data debit yang diurutkan dari yang terkecil hingga terbesar.....	10
3.5 Tampilan garis linier pada grafik.....	10
3.6 Tampilan garis eksponensial pada grafik .....	11
3.7 Visualisasi kurva durasi aliran ( <i>FDC</i> ) .....	13
4.1 Peta Sub-DAS Brantas Kertosono .....	14
4.2 Peta Sub-DAS Brantas Ploso.....	15
4.3 Rata-rata hujan per bulan selama 27 Tahun .....	16
4.4 Debit rata-rata per bulan selama 22 Tahun.....	17
4.5 Grafik hasil analisis parameter pada debit Sub DAS Kertosono.....	18
4.6 Grafik hasil analisis parameter pada debit Sub DAS Ploso.....	18
4.7 Visualisasi FDC pada Sub DAS Kertosono .....	19
4.8 Visualisasi FDC pada Sub DAS Ploso .....	19

**DAFTAR LAMPIRAN**

	Halaman
Lampiran 1. Tabel Hasil Penentuan Parameter pada Sub DAS Kertosono menggunakan Aplikasi Modul Kille 3.1 .....	23
Lampiran 2. Tabel Hasil Penentuan Parameter pada Sub DAS Ploso menggunakan Aplikasi Modul Kille 3.1 .....	27





## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pada musim kemarau, daerah aliran sungai (DAS) akan mengalami kekeringan sehingga kebutuhan terhadap air akan sulit untuk terpenuhi khususnya untuk mengairi sawah. 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 dan 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).

Aliran dasar (*baseflow*) merupakan salah satu komponen aliran sungai yang teramati dalam jangka waktu yang lama dan akan teramati sebagai debit aliran di sungai, sehingga informasi mengenai perkiraan ketersediaan dan kontribusi aliran dasar diperlukan untuk membuat suatu perencanaan pemanfaatan air yang dapat dijadikan suatu acuan dalam strategi pengembangan dan pengelolaan sumberdaya air pada DAS saat musim kemarau. Manfaat lain dari perhitungan aliran dasar adalah untuk konservasi lingkungan perairan di sungai. Selain manusia, banyak spesies hewan dan tumbuhan yang hidupnya tergantung pada ketersediaan aliran di sungai (Wahyuningsih *et al.*, 2018). Oleh sebab itu, diperlukan metode untuk mengevaluasi keseluruhan tingkat perubahan karakteristik hidrologi DAS sebagai dasar pengelolaan DAS. Analisis rentang waktu dapat digunakan untuk mendeskripsikan variabilitas fenomena hidrologi yang bervariasi terhadap waktu.

Salah satu metode yang digunakan untuk menganalisis aliran dasar yaitu metode Kille. Metode ini dapat dijadikan parameter untuk mengevaluasi sistem hidrologi dari suatu DAS sekaligus menjadi faktor penunjang dalam merencanakan pengelolaan DAS yang akan datang. Analisis aliran dasar dilakukan pada Sub DAS Brantas Ploso dan Sub DAS Brantas Kertosono pada penelitian ini. 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

Analisis karakteristik hidrologi perlu dilakukan untuk mengantisipasi potensi kejadian banjir maupun kekeringan. Berdasarkan latar belakang diatas, diperlukan penelitian lebih lanjut terkait dengan analisis aliran dasar pada Sub DAS Brantas Ploso dan Sub DAS Brantas Kertosono. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dengan menggunakan metode Kille. Menurut Machlica *et al* (2010), metode Kille menganalisis aliran dasar (*baseflow*) yang didasarkan pada debit bulanan selama periode minimum 10 tahun.

### 1.3 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut.

1. Mengkalibrasi parameter metode Kille pada masing-masing Sub DAS.
2. Menentukan nilai aliran dasar (*baseflow*) dari proses visualisasi kurva durasi aliran (FDC) pada masing-masing Sub DAS.

### 1.4 Manfaat

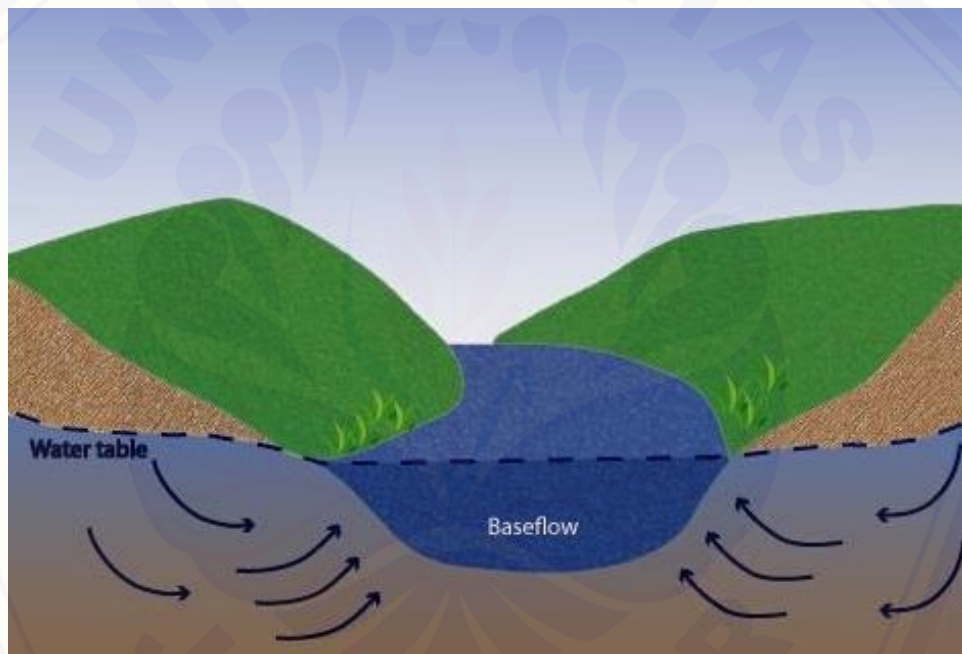
Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagi IPTEK, penelitian ini dapat dijadikan sebagai sumber referensi untuk penelitian sejenis.
2. Bagi pemerintah 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 Aliran Dasar (*Baseflow*)

Aliran dasar berasal dari air hujan yang terinfiltrasi dan masuk ke dalam sub DAS menjadi cadangan air tanah dan perlahan-lahan akan mengalir dalam jangka panjang yang menjaga air tetap ada di sungai sepanjang waktu. *Baseflow* teramati sebagai debit di sungai ketika musim kemarau jika tidak terjadi hujan. Aliran dasar (*baseflow*) merupakan salah satu komponen aliran yang ada di dalam tanah dan akan teramati dalam jangka waktu yang lama. Saat musim kemarau, hujan yang jatuh relatif tidak ada namun di sungai masih terdapat debit air (Indarto, 2010: 57).



Gambar 2.1 Aliran dasar (Sumber: *Groundwater Dictionary*, 2011)

### 2.2 Metode Kille

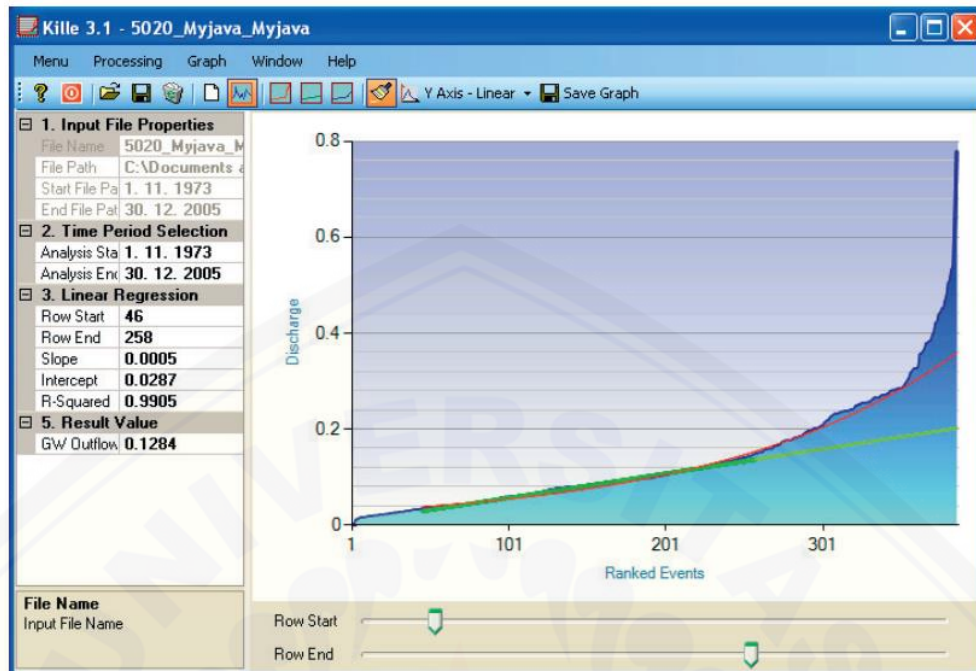
Metode Kille merupakan metode yang digunakan untuk perhitungan nilai aliran dasar (*baseflow*) yang didasarkan pada debit bulanan dari yang terkecil hingga yang terbesar selama periode minimum 10 tahun. Setelah mengurutkan data dalam urutan menaik, kurva yang diperoleh disesuaikan menggunakan regresi liner dan regresi eksponensial dari titik yang sama (Machlica *et al.*, 2010). Fendeková dan Fendek (1999), mengatakan:

- a. Nilai-nilai limpasan bawah tanah yang diperoleh ditunjukkan oleh area yang luas atau seluruh daerah aliran sungai yang memungkinkan penilaian secara regional,
- b. Data yang diperlukan untuk pemrosesan sudah tersedia dan tidak memerlukan data tambahan,
- c. Proses analisis relatif sederhana dan cepat,
- d. Proses analisis relatif objektif dan, dibandingkan dengan metode lain (hidrogram yang berbeda), hampir tidak menyediakan ruang lingkup untuk pendekatan subjektif seperti misalnya, dua analisis dari data yang sama akan mencapai hasil yang sangat berbeda,
- e. Hasil yang didapatkan dengan metode Kille dapat dibandingkan dengan hasil penggunaan metode lain, biasanya memungkinkan untuk menemukan kecocokan yang cukup untuk tujuan yang dimaksudkan.

Kelemahan dari metode ini yaitu data yang diperoleh hanya nilai jangka panjang dari limpasan air tanah. Di sisi lain, metode ini dianggap representatif untuk estimasi aliran air tanah pada sebagian besar penelitian hidrogeologi di Slovakia (Machlica, *et al.*, 2010)

Aplikasi yang dapat digunakan untuk menganalisis komponen *baseflow* yaitu Aplikasi Modul Kille 3.1. Program ini menghitung limpasan air tanah rata-rata jangka panjang dari data *time series* aliran permukaan menggunakan metode Kille. Dari periode 10 tahun yang dipilih, program ini memilih setidaknya laju aliran bulanan yang berkisar dari yang terendah hingga yang tertinggi dan menampilkannya dalam grafik. Dari nilai-nilai yang telah dipilih, data kemudian dianalisis melalui pemerataan linear dan eksponensial, kemudian menghitung aliran air tanah rata-rata jangka panjang (Gregor, 2011).





Gambar 2.2 Tampilan Kille 3.1 (Sumber: Gregor, 2011)

### 2.3 Regresi Linier

Menurut Kurniawan (2008), Regresi linier merupakan salah satu metode statistika yang digunakan untuk mengetahui hubungan antara variabel terikat dengan satu atau lebih variabel bebas. Regresi mampu mendeskripsikan fenomena data melalui terbentuknya satu model hubungan yang bersifat numerik. Regresi memiliki koefisien-koefisien yang dianggap sebagai nilai duga parameter dalam model regresi untuk kondisi yang sebenarnya. Persamaan regresi linier ditunjukkan pada Persamaan 2.1.

$$Y = aX + b \dots \dots \dots (2.1)$$

Persamaan 2.1 menunjukkan bahwa  $Y$  merupakan nilai *baseflow* dengan satuan  $m^3/detik$ ,  $X$  merupakan prediktor atau nilai debit terukur.  $a$  merupakan intersep (*intercept*) atau konstante, menyatakan jarak antara titik pangkal ke titik potong garis regresi dengan sumbu  $Y$  (sumbu vertikal).  $b$  disebut juga sebagai kemiringan (*slope*) atau koefisien regresi merupakan kemiringan garis regresi yang dibentuk oleh garis horizontal dengan garis regresi dalam arah positif (diukur berlawanan dengan perputaran jarum jam) (Harlan, 2018).

## 2.4 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 2.1.

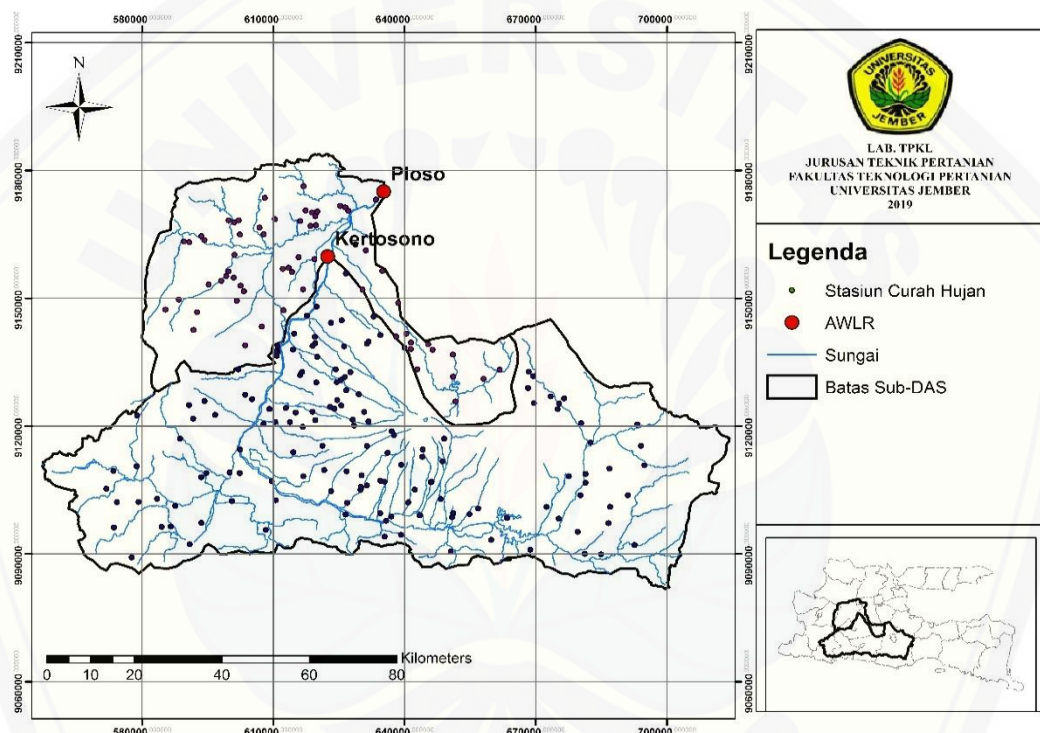
Tabel 2.1 Daftar penelitian terdahulu

No.	Peneliti	Judul Penelitian	Hasil Penelitian	Tahun
1.	Miriam Fendeková dan Marián Fendek	<i>Metode Kille - Teori dan Praktek</i>	Perhitungan komparatif dari metode kille menunjukkan bahwa limpasan bawah tanah sama dengan median nilai <i>balancing line</i> . Pada umumnya, nilai limpasan bawah tanah lebih kecil dari 0,04 - 1,45%, yaitu sekitar 0,65 - 9,01 liter/detik.	1999
2.	Andrej Machlica, Miriam Fendeková, dan Marián Fendek	<i>Modelling of groundwater runoff parameters development in different geological conditions</i>	Hasil dari metode estimasi aliran permukaan air tanah yaitu metode BILAN, BFI+2, dan Kille mirip satu sama lain untuk sub DAS Poprad.	2010

### BAB 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan mulai bulan Maret 2019 sampai bulan Mei 2019. Pengamatan ini dilakukan di dua Sub DAS di wilayah UPT PSDA Kediri. Data pengamatan mencakup Sub DAS Brantas Ploso dan Sub DAS Brantas Kertosono (Gambar 3.1). Pengolahan data dilakukan di Lab TPKL, Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.



Gambar 3.1 Peta Sub DAS Kertosono dan Ploso Wilayah Kerja UPT PSDA DI Kediri

#### 3.2 Alat dan Bahan

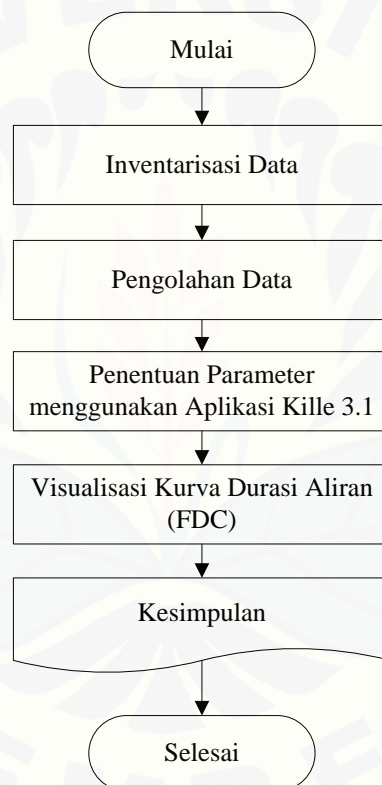
Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu sebagai seperangkat PC (*Personal Computer*) (digunakan untuk mengolah data dan menganalisis data), software Microsoft Office Excel (digunakan untuk mengolah dan menganalisis data debit), aplikasi ArcGIS 10.5 (digunakan untuk membuat peta lokasi DAS yang akan diteliti), dan aplikasi Modul Kille 3.1 (digunakan untuk mengolah dan menganalisis aliran dasar pada lokasi penelitian).



Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu data debit dan data fisik DAS. Data debit yang digunakan merupakan data debit harian pada Sub DAS Kertosono dan Ploso mulai tahun 1996 hingga tahun 2017. Data fisik yang digunakan yaitu data mengenai DAS meliputi batas DAS, jaringan sungai pada DAS, dan stasiun AWLR pada DAS.

### 3.3 Metode Penelitian

Gambar 3.2 adalah tahapan penelitian yang disajikan dalam diagram alir di bawah ini sebagai berikut.



Gambar 3.2 Diagram alir penelitian

#### 3.3.1 Inventarisasi Data

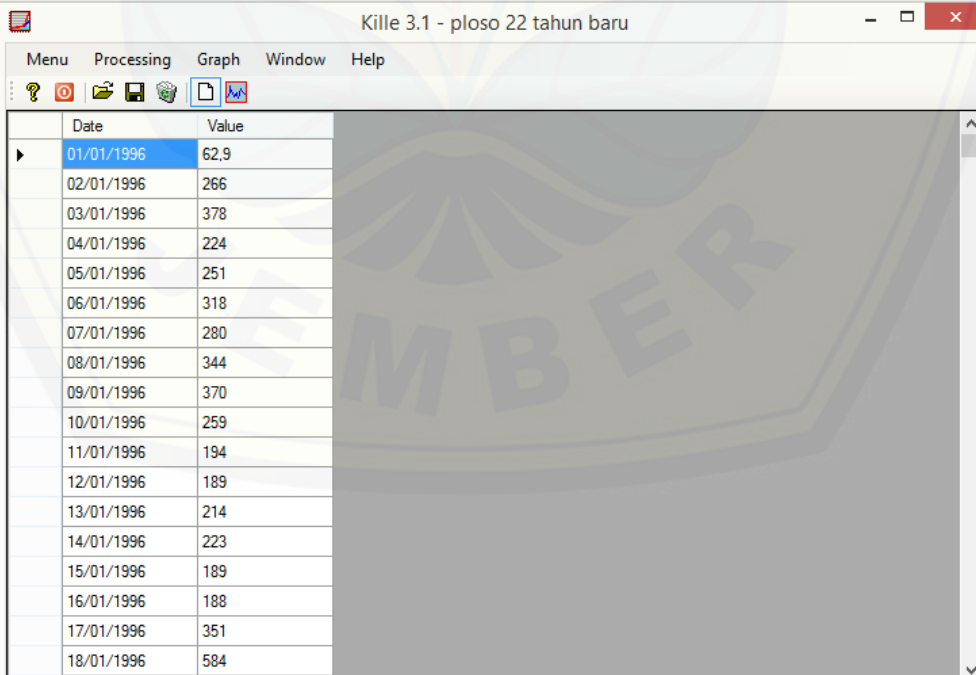
Inventarisasi data yang dilakukan yaitu mengecek data yang akan digunakan terlebih dahulu. Apabila sudah dicek, data tersebut kemudian diolah menggunakan *Microsoft Excel*.

### 3.3.2 Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan menggunakan *Microsoft Excel*. Pertama, data debit harian selama 22 tahun diurutkan ke dalam dalam dua kolom. Kolom pertama berisi tanggal dan kolom kedua berisi data debit dengan satuan  $m^3/detik$ . Data diurutkan dan dikoreksi terhadap penulisan, kelengkapan data dan kejanggalan lainnya. Dengan demikian data sudah siap disimpan kedalam format *\*csv*, selanjutnya data diubah dalam format *\*txt* agar dapat dibaca oleh Aplikasi Modul Kille 3.1. Jika terbaca, maka data debit harian dapat dilakukan analisis dan jika tidak dapat terbaca, maka dilakukan koreksi kembali terhadap penulisan, kelengkapan data, dan kejanggalan lainnya.

### 3.3.3 Penentuan Parameter menggunakan Aplikasi Kille 3.1

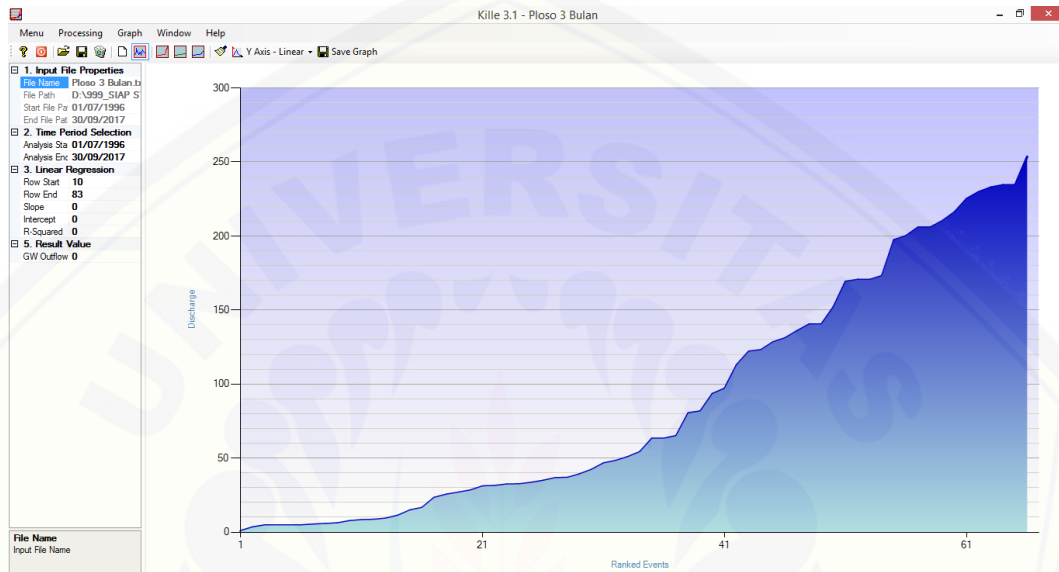
- Pertama, data debit ditampilkan seperti pada Gambar 3.3. Data tersebut merupakan data yang sudah diubah formatnya menjadi format *\*.txt* yang sebelumnya berbentuk format excel. Data debit yang digunakan pada proses penentuan parameter yaitu data debit harian selama 22 tahun (Tahun 1997 hingga Tahun 2017) pada Sub DAS Kertosono dan Ploso.



Date	Value
01/01/1996	62,9
02/01/1996	266
03/01/1996	378
04/01/1996	224
05/01/1996	251
06/01/1996	318
07/01/1996	280
08/01/1996	344
09/01/1996	370
10/01/1996	259
11/01/1996	194
12/01/1996	189
13/01/1996	214
14/01/1996	223
15/01/1996	189
16/01/1996	188
17/01/1996	351
18/01/1996	584

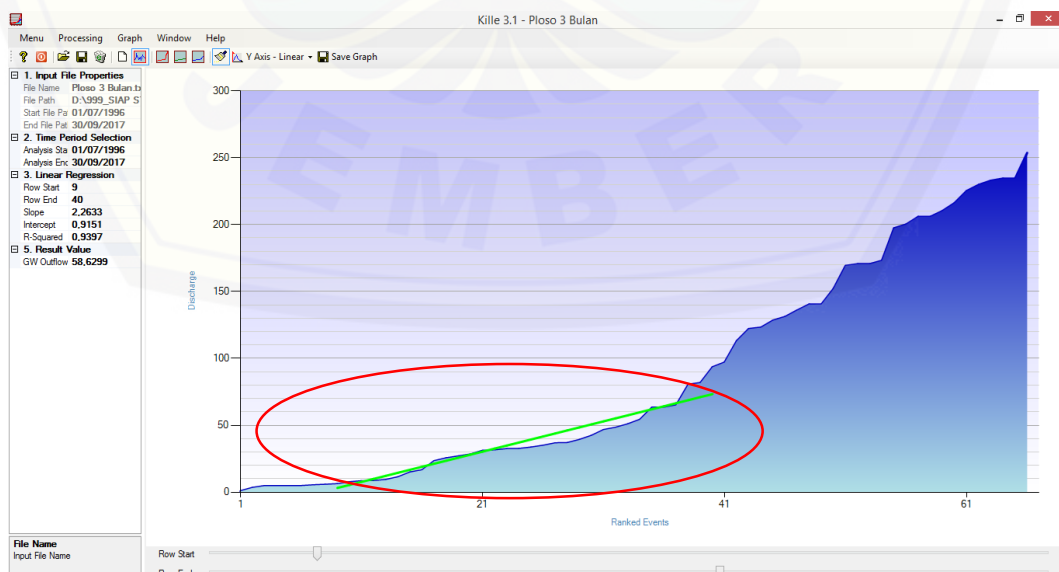
Gambar 3.3 Data debit yang ditampilkan pada aplikasi modul Kille 3.1

- b. Setelah data tersebut ditampilkan, data akan dipilih nilai bulanan minimumnya. Setelah nilai bulanan minimum diperoleh, langkah selanjutnya yaitu menampilkan grafik eksponensial yang ditunjukkan pada Gambar 3.4. Grafik tersebut merupakan data debit yang telah diurutkan dari nilai yang terkecil hingga data yang terbesar.



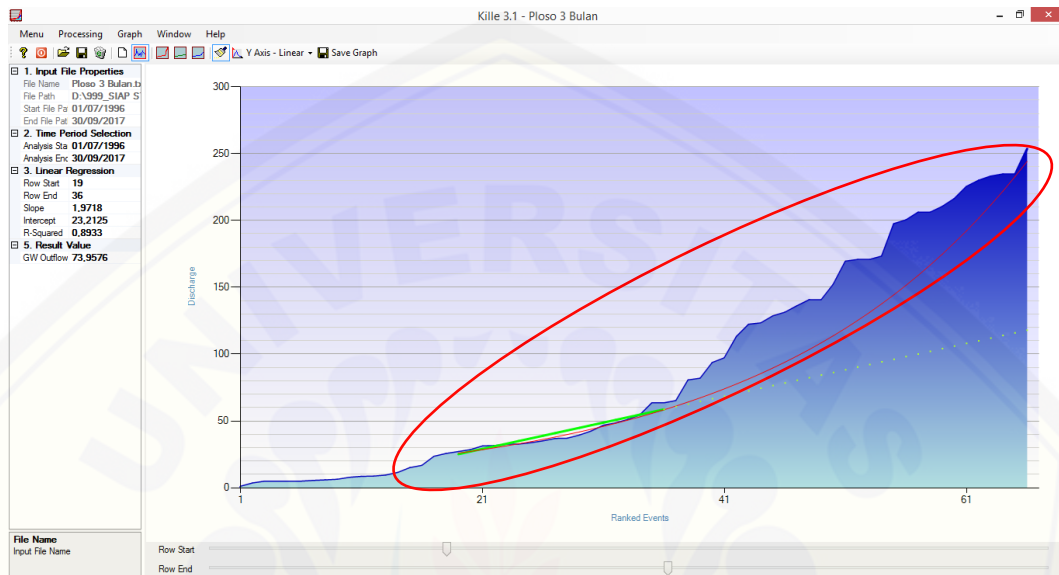
Gambar 3.4 Grafik data debit yang diurutkan dari yang terkecil hingga terbesar

- c. Setelah menampilkan grafik, langkah selanjutnya yaitu dengan menganalisis grafik tersebut menggunakan metode Regresi Linier sehingga muncul garis linier seperti yang disajikan pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Tampilan garis linier pada grafik

- d. Setelah menampilkan garis linier, langkah selanjutnya yaitu menampilkan garis eksponensial (Gambar 6). Setelah garis eksponensial muncul, selanjutnya yaitu mencari data time series terpanjang dengan nilai koefisien determinasi yang paling baik (diusahakan mendekati angka 1).



Gambar 3.6 Tampilan garis eksponensial pada grafik

- e. Setelah nilai koefisien determinasi diperoleh, data tersebut disimpan ke dalam format *\*.txt*. Tampilan data yang telah disimpan ditunjukkan pada Tabel 3.1. Pada data tersebut, terdapat tiga kolom yang terdiri dari “*Min\_Month*”, “*Lin\_Reg*”, dan “*Exp\_Reg*”. “*Min\_Month*” merupakan nilai debit minimum yang sebelumnya diurutkan dari data terkecil hingga data yang terbesar. “*Lin\_Reg*” merupakan nilai regresi linier dari data debit yang telah diurutkan. Kemudian, “*Exp\_Reg*” merupakan nilai regresi eksponensial dari data debit yang telah dipilih dan diurutkan.

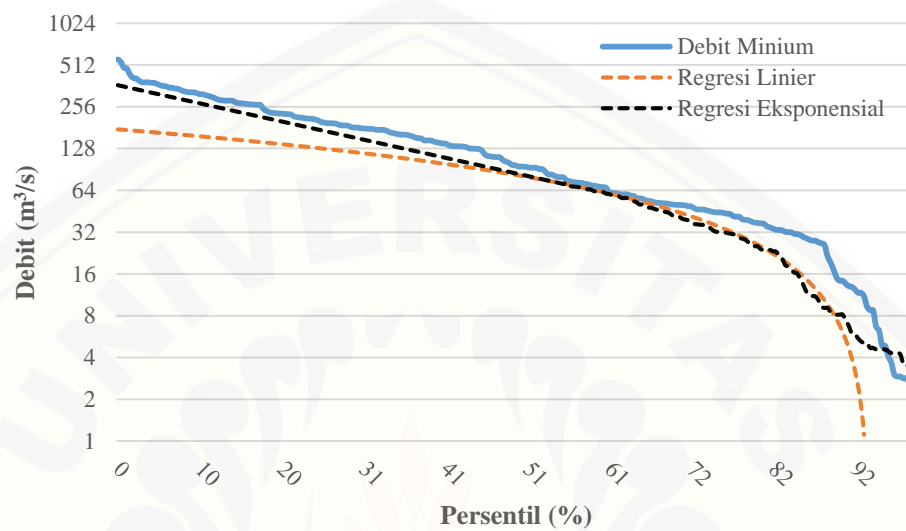
Tabel 3.1 Data hasil pengolahan menggunakan aplikasi modul Kille 3.1

No	Min_Month	Lin_Reg	Exp_Reg	No	Min_Month	Lin_Reg	Exp_Reg
1	0,73	-14,93	0,73	34	54,10	59,76	54,10
2	3,20	-12,66	3,20	35	63,16	62,02	63,16
3	4,57	-10,40	4,57	36	63,16	64,29	63,16
4	4,57	-8,14	4,57	37	64,90	66,55	64,90
5	4,57	-5,87	4,57	38	80,30	68,81	80,30
6	4,57	-3,61	4,57	39	81,60	71,08	81,60
7	5,10	-1,35	5,10	40	93,37	73,34	93,37
8	5,52	0,92	5,52	41	96,90	75,60	101,99
9	5,96	3,18	5,96	42	112,86	77,87	109,92
10	7,43	5,44	7,43	43	121,94	80,13	118,47
11	8,15	7,71	8,15	44	122,97	82,39	127,69
12	8,33	9,97	8,33	45	128,24	84,66	137,62
13	9,11	12,23	9,11	46	131,00	86,92	148,32
14	11,10	14,50	11,10	47	135,85	89,18	159,85
15	14,70	16,76	14,70	48	140,33	91,45	172,28
16	16,38	19,02	16,38	49	140,33	93,71	185,68
17	23,17	21,29	23,17	50	151,92	95,97	200,12
18	25,30	23,55	25,30	51	169,16	98,24	215,69
19	26,70	25,81	26,70	52	170,43	100,50	232,46
20	28,15	28,08	28,15	53	170,43	102,76	250,54
21	30,90	30,34	30,90	54	173,00	105,03	270,02
22	31,20	32,60	31,20	55	197,25	107,29	291,02
23	32,20	34,87	32,20	56	200,07	109,55	313,66
24	32,30	37,13	32,30	57	205,79	111,82	338,05
25	33,30	39,39	33,30	58	205,79	114,08	364,34
26	34,68	41,66	34,68	59	210,15	116,34	392,67
27	36,50	43,92	36,50	60	216,04	118,61	423,21
28	36,70	46,18	36,70	61	225,09	120,87	456,12
29	39,00	48,44	39,00	62	229,70	123,13	491,60
30	42,10	50,71	42,10	63	232,80	125,40	529,83
31	46,44	52,97	46,44	64	234,37	127,66	571,03
32	48,14	55,23	48,14	65	234,37	129,92	615,44
33	50,70	57,50	50,70	66	253,65	132,19	663,31

#### 3.3.4 Visualisasi kurva durasi aliran (*FDC*)

Setelah dilakukan proses penentuan parameter, proses selanjutnya yaitu proses visualisasi aliran dasar menggunakan kurva durasi aliran atau juga bisa disebut *FDC* (*flow duration curve*). Menurut Rybicki (2009), Kurva durasi aliran (*flow duration curves*) adalah metode sederhana untuk menyatakan frekuensi kejadian debit dari data rentang waktu. *FDC* dihitung terpisah untuk setiap periode analisis (periode awal dan periode akhir). *FDC* dibuat dengan cara merangking semua data yang ada dalam rentang waktu tertentu dan memplotkan dalam persentase. Data hasil pengolahan menggunakan aplikasi Kille 3.1 dimasukkan pada

Microsoft Excel. Kemudian, data tersebut diolah dan dibuat kurva durasi aliran dengan menampilkan parameter regresi linier dan regresi eksponensial (Gambar 3.7).



Gambar 3.7 Visualisasi kurva durasi aliran (*FDC*)



## BAB 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

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

1. Kalibrasi parameter metode Kille menunjukkan bahwa nilai koefisien determinasi pada Sub DAS Kertosono yaitu sebesar 0,98 dengan nilai *slope* sebesar 0,55; *intercept* sebesar 26,93; dan nilai *groundwater outflow* sebesar 129,38 m<sup>3</sup>/s. Kemudian, nilai koefisien determinasi pada Sub DAS Ploso yaitu sebesar 0,98 dengan nilai *slope* sebesar 0,71; *intercept* sebesar 58,08; dan nilai *groundwater outflow* sebesar 114,52 m<sup>3</sup>/s.
2. Hasil dari visualisasi *FDC* pada masing-masing Sub DAS menunjukkan nilai *baseflow* hasil kinerja regresi linier dan eksponensial rata-rata identik dengan debit minimum bulannya.

### 5.2 Saran

Informasi tambahan terkait perubahan kondisi sungai maupun bendungan diperlukan untuk mengetahui lebih jelas penyebab perubahan aliran pada sub DAS serta analisis terkait pengaruh perubahan karakteristik hidrologi pada tanaman tertentu pada penelitian lebih lanjut.



**DAFTAR PUSTAKA**

- Brodie, R. S., B. Sundaram, R. Tottenham, dan S. Hostetler. 2007. *An overview of tools for assessing groundwater-surface water connectivity*. (April)
- Fendeková, M. dan M. Fendek. 1999. *Killeho metóda - teória a prax*. 77–87.
- Gregor, M. 2011. *Možnosti využitia soft vérového balíka hydrooffi ce 2010 pre hydroológov a hydrogeológov*. 3(1):95–104.
- Harlan, J. 2018. *Analisis Regresi Linear*. Depok: Gunadarma.
- Indarto. 2010. *Dasar Teori Dan Contoh Aplikasi Model Hidrologi*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Indarto, S. Widodo, dan A. P. Subakti. 2013. *Karakteristik Fisik dan Kurva Durasi Aliran pada 15 DAS di Jawa Timur (Physical Properties and Flow Duration Curves of 15 Watersheds in East Java)*. *Jurnal Agritech*. 33(04):469–476.
- Kurniawan, D. 2008. *Linier Regresion*. Vienna: R Depelopment Creative.
- Machlica, A., M. Fendeková, dan M. Fendek. 2010. *Modelling of groundwater runoff parameters development in different geological conditions*. 2(2):103–112.
- Rybicki, T. 2009. *Indicators of hydrologic alteration, version 7.1, user's manual*. *The Nature Conservancy*. (June):76.
- Wahyuningsih, S., Indarto, dan T. G. Yudhatama. 2018. *Pengujian 9 algoritma untuk pemisahan aliran dasar : studi di wilayah upt psda di madiun*. *Journal of Civil Engineering*. 25(2):129–140.

## LAMPIRAN

**Lampiran 1. Tabel Hasil Penentuan Parameter pada Sub DAS Kertosono menggunakan Aplikasi Modul Kille 3.1**

No	Min_Month	Lin_Reg	Exp_Reg	No	Min_Month	Lin_Reg	Exp_Reg
1	1,99	8,7729	1,99	34	27,77	26,9322	27,77
2	1,99	9,3232	1,99	35	27,77	27,4825	27,77
3	2,56	9,8735	2,56	36	28,25	28,0328	28,25
4	2,83	10,4238	2,83	37	28,9	28,5831	28,9
5	2,83	10,9741	2,83	38	29,5	29,1334	29,5
6	2,92	11,5243	2,92	39	30,5	29,6837	30,5
7	2,92	12,0746	2,92	40	31	30,2339	31
8	3,01	12,6249	3,01	41	31,1	30,7842	31,1
9	3,68	13,1752	3,68	42	31,96	31,3345	31,96
10	4,1	13,7255	4,1	43	32	31,8848	32
11	4,86	14,2758	4,86	44	32,2	32,4351	32,2
12	4,86	14,826	4,86	45	33	32,9854	33
13	6,24	15,3763	6,24	46	33,24	33,5356	33,24
14	6,69	15,9266	6,69	47	33,24	34,0859	33,24
15	8,76	16,4769	8,76	48	33,9	34,6362	33,9
16	8,76	17,0272	8,76	49	34,6	35,1865	34,6
17	9,35	17,5774	9,35	50	35,1	35,7368	35,1
18	11,07	18,1277	11,07	51	36,7	36,287	36,7
19	11,72	18,678	11,72	52	37	36,8373	37
20	11,72	19,2283	11,72	53	37,22	37,3876	37,22
21	12,39	19,7786	12,39	54	37,5	37,9379	37,5
22	12,9	20,3289	12,9	55	38	38,4882	38
23	13,07	20,8791	13,07	56	38,9	39,0385	38,9
24	13,6	21,4294	13,6	57	39,3	39,5887	39,3
25	14,31	21,9797	14,31	58	39,5	40,139	39,5
26	14,31	22,53	14,31	59	41,2	40,6893	41,2
27	15	23,0803	15	60	41,39	41,2396	41,39
28	17,12	23,6306	17,12	61	41,6	41,7899	41,6
29	19,32	24,1808	19,32	62	43,1	42,3402	43,1
30	21,41	24,7311	21,41	63	43,4	42,8904	43,4
31	25,88	25,2814	25,88	64	43,8	43,4407	43,8
32	26,6	25,8317	26,6	65	44,27	43,991	44,27
33	27	26,382	27	66	44,4	44,5413	44,4

No	Min_Month	Lin_Reg	Exp_Reg	No	Min_Month	Lin_Reg	Exp_Reg
67	44,5	45,0916	44,5	100	61	63,2509	61
68	44,8	45,6419	44,8	101	61,24	63,8012	61,24
69	45,4	46,1921	45,4	102	61,7	64,3515	61,7
70	46	46,7424	46	103	66,72	64,9017	66,72
71	46,5	47,2927	46,5	104	67,41	65,452	67,41
72	46,6	47,843	46,6	105	67,76	66,0023	67,76
73	46,6	48,3933	46,6	106	68,47	66,5526	68,47
74	47,6	48,9435	47,6	107	69,1	67,1029	69,1
75	49,05	49,4938	49,05	108	69,53	67,6531	69,53
76	49,2	50,0441	49,2	109	70,95	68,2034	70,95
77	49,9	50,5944	49,9	110	71,3	68,7537	71,3
78	50,1	51,1447	50,1	111	72,39	69,304	72,39
79	50,28	51,695	50,28	112	72,39	69,8543	72,39
80	50,28	52,2452	50,28	113	73,1	70,4046	73,1
81	50,59	52,7955	50,59	114	73,4	70,9548	73,4
82	51	53,3458	51	115	74,57	71,5051	74,57
83	51,5	53,8961	51,5	116	75,5	72,0554	75,7984
84	51,5	54,4464	51,5	117	79,2	72,6057	76,6753
85	51,83	54,9967	51,83	118	79,76	73,156	77,5624
86	52	55,5469	52	119	79,91	73,7063	78,4597
87	52,3	56,0972	52,3	120	81,27	74,2565	79,3674
88	53,41	56,6475	53,41	121	83,18	74,8068	80,2856
89	53,7	57,1978	53,7	122	83,18	75,3571	81,2144
90	54,2	57,7481	54,2	123	86,66	75,9074	82,154
91	55,64	58,2983	55,64	124	90,99	76,4577	83,1044
92	55,97	58,8486	55,97	125	90,99	77,0079	84,0659
93	56,61	59,3989	56,61	126	92,99	77,5582	85,0384
94	58,4	59,9492	58,4	127	92,99	78,1085	86,0222
95	58,58	60,4995	58,58	128	92,99	78,6588	87,0174
96	59,9	61,0498	59,9	129	94,2	79,2091	88,0241
97	59,9	61,6	59,9	130	94,61	79,7594	89,0425
98	59,9	62,1503	59,9	131	95,01	80,3096	90,0726
99	60,57	62,7006	60,57	132	95,01	80,8599	91,1147

No	Min_Month	Lin_Reg	Exp_Reg	No	Min_Month	Lin_Reg	Exp_Reg
133	97,05	81,4102	92,1688	166	153,85	99,5695	134,7212
134	97,46	81,9605	93,2351	167	156,85	100,1198	136,2798
135	101	82,5108	94,3137	168	158,87	100,6701	137,8564
136	103	83,0611	95,4048	169	161	101,2204	139,4512
137	105,38	83,6113	96,5086	170	161	101,7707	141,0646
138	110,52	84,1616	97,6251	171	161,4	102,3209	142,6965
139	111	84,7119	98,7545	172	162,93	102,8712	144,3474
140	111,39	85,2622	99,897	173	165	103,4215	146,0173
141	112,26	85,8125	101,0527	174	166,53	103,9718	147,7066
142	113,13	86,3627	102,2218	175	170,15	104,5221	149,4154
143	116,21	86,913	103,4044	176	173,82	105,0723	151,144
144	124	87,4633	104,6007	177	174,34	105,6226	152,8926
145	127,02	88,0136	105,8108	178	174,34	106,1729	154,6614
146	127,48	88,5639	107,0349	179	174,87	106,7232	156,4507
147	127,94	89,1142	108,2732	180	176,98	107,2735	158,2607
148	128	89,6644	109,5258	181	176,98	107,8238	160,0916
149	130,72	90,2147	110,7929	182	178	108,374	161,9437
150	132,12	90,765	112,0747	183	178,57	108,9243	163,8172
151	132,58	91,3153	113,3713	184	179,64	109,4746	165,7124
152	133	91,8656	114,6829	185	181	110,0249	167,6296
153	133,05	92,4159	116,0096	186	181,24	110,5752	169,5689
154	133,52	92,9661	117,3518	187	182,31	111,1255	171,5306
155	135,4	93,5164	118,7094	188	186,62	111,6757	173,5151
156	139	94,0667	120,0828	189	187,7	112,226	175,5225
157	139	94,617	121,472	190	187,7	112,7763	177,5531
158	140,64	95,1673	122,8773	191	189,34	113,3266	179,6072
159	142	95,7175	124,2989	192	193,17	113,8769	181,6851
160	144,01	96,2678	125,7369	193	194,27	114,4271	183,787
161	146,45	96,8181	127,1915	194	194,82	114,9774	185,9132
162	146,45	97,3684	128,663	195	194,82	115,5277	188,0641
163	146,45	97,9187	130,1515	196	197,03	116,078	190,2398
164	151,36	98,469	131,6573	197	198,7	116,6283	192,4407
165	152	99,0192	133,1804	198	204,29	117,1786	194,667

No	Min_Month	Lin_Reg	Exp_Reg	No	Min_Month	Lin_Reg	Exp_Reg
199	207,12	117,7288	196,9191	232	295,43	135,8882	287,8326
200	209,96	118,2791	199,1973	233	300,73	136,4384	291,1625
201	209,96	118,8294	201,5018	234	306,06	136,9887	294,531
202	211,1	119,3797	203,833	235	310,09	137,539	297,9384
203	212,81	119,93	206,1911	236	314,82	138,0893	301,3853
204	214	120,4803	208,5765	237	314,82	138,6396	304,872
205	215,69	121,0305	210,9896	238	320,94	139,1899	308,3991
206	218,58	121,5808	213,4305	239	325,05	139,7401	311,9669
207	225,58	122,1311	215,8997	240	325,05	140,2904	315,5761
208	226,17	122,6814	218,3974	241	326,43	140,8407	319,227
209	227,34	123,2317	220,9241	242	329,88	141,391	322,9201
210	228,52	123,7819	223,48	243	335,43	141,9413	326,656
211	228,52	124,3322	226,0654	244	343,83	142,4915	330,4351
212	230,3	124,8825	228,6807	245	345,94	143,0418	334,2579
213	230,89	125,4328	231,3264	246	350,19	143,5921	338,1249
214	233,27	125,9831	234,0026	247	350,9	144,1424	342,0367
215	239,26	126,5334	236,7098	248	358,74	144,6927	345,9937
216	247,15	127,0836	239,4483	249	360,9	145,243	349,9965
217	263,88	127,6339	242,2184	250	365,22	145,7932	354,0456
218	263,88	128,1842	245,0207	251	373,2	146,3435	358,1416
219	265,14	128,7345	247,8553	252	379,78	146,8938	362,2849
220	266,4	129,2848	250,7227	253	381,25	147,4441	366,4762
221	267,03	129,8351	253,6234	254	383,46	147,9944	370,716
222	268,92	130,3853	256,5575	255	383,46	148,5447	375,0048
223	270,19	130,9356	259,5257	256	383,46	149,0949	379,3432
224	271,46	131,4859	262,5281	257	394,59	149,6452	383,7319
225	274,01	132,0362	265,5653	258	408,89	150,1955	388,1713
226	281,72	132,5865	268,6376	259	413,44	150,7458	392,662
227	283,01	133,1367	271,7455	260	436,56	151,2961	397,2047
228	283,01	133,687	274,8893	261	481,96	151,8463	401,8
229	283,66	134,2373	278,0695	262	488,49	152,3966	406,4484
230	285,61	134,7876	281,2865	263	537,77	152,9469	411,1506
231	288,21	135,3379	284,5407	264	561	153,4972	415,9072



**Lampiran 2. Tabel Hasil Penentuan Parameter pada Sub DAS Ploso menggunakan Aplikasi Modul Kille 3.1**

No	Min_Month	Lin_Reg	Exp_Reg	No	Min_Month	Lin_Reg	Exp_Reg
1	0,73	-10,9912	0,73	34	11,01	12,5082	11,01
2	0,93	-10,2791	0,93	35	11,1	13,2203	11,1
3	3,2	-9,567	3,2	36	11,23	13,9324	11,23
4	3,61	-8,8549	3,61	37	11,93	14,6445	11,93
5	3,61	-8,1428	3,61	38	13,4	15,3566	13,4
6	4,22	-7,4307	4,22	39	14,7	16,0687	14,7
7	4,31	-6,7186	4,31	40	16,1	16,7808	16,1
8	4,31	-6,0065	4,31	41	16,38	17,4929	16,38
9	4,31	-5,2944	4,31	42	17,25	18,205	17,25
10	4,44	-4,5823	4,44	43	18,1	18,9171	18,1
11	4,57	-3,8702	4,57	44	18,6	19,6292	18,6
12	4,57	-3,1581	4,57	45	20,74	20,3413	20,74
13	4,57	-2,446	4,57	46	21,76	21,0534	21,76
14	4,57	-1,7339	4,57	47	23,17	21,7655	23,17
15	4,7	-1,0218	4,7	48	23,3	22,4776	23,3
16	4,7	-0,3097	4,7	49	23,89	23,1897	23,89
17	5,1	0,4024	5,1	50	23,89	23,9018	23,89
18	5,1	1,1145	5,1	51	23,89	24,6139	23,89
19	5,24	1,8266	5,24	52	24,1	25,326	24,1
20	5,52	2,5387	5,52	53	25,3	26,0381	25,3
21	5,9	3,2508	5,9	54	25,39	26,7502	25,39
22	5,96	3,9629	5,96	55	26,7	27,4623	26,7
23	6,75	4,675	6,75	56	26,94	28,1744	26,94
24	7,43	5,3871	7,43	57	28,15	28,8865	28,15
25	8,15	6,0992	8,15	58	28,7	29,5986	28,7
26	8,15	6,8113	8,15	59	29,2	30,3107	29,2
27	8,15	7,5234	8,15	60	30,4	31,0228	30,4
28	8,33	8,2355	8,33	61	30,9	31,7349	30,9
29	8,52	8,9476	8,52	62	31,2	32,447	31,2
30	9,11	9,6597	9,11	63	31,52	33,1591	31,52
31	9,11	10,3719	9,11	64	31,96	33,8712	31,96
32	9,31	11,084	9,31	65	31,96	34,5834	31,96
33	10,35	11,7961	10,35	66	32,2	35,2955	32,2

No	Min_Month	Lin_Reg	Exp_Reg	No	Min_Month	Lin_Reg	Exp_Reg
67	32,3	36,0076	32,3	100	58,5	59,507	58,5
68	33,3	36,7197	33,3	101	59,16	60,2191	59,16
69	34,68	37,4318	34,68	102	60,2	60,9312	60,2
70	34,68	38,1439	34,68	103	60,6	61,6433	60,6
71	36,09	38,856	36,09	104	62,3	62,3554	62,3
72	36,2	39,5681	36,2	105	62,9	63,0675	62,9
73	36,5	40,2802	36,5	106	63,16	63,7796	63,16
74	36,7	40,9923	36,7	107	63,16	64,4917	63,16
75	38,3	41,7044	38,3	108	64,9	65,2038	64,9
76	39	42,4165	39	109	65,1	65,9159	65,1
77	39,5	43,1286	39,5	110	65,92	66,628	65,92
78	40,03	43,8407	40,03	111	67,33	67,3401	67,33
79	41,58	44,5528	41,58	112	67,5	68,0522	67,5
80	42,1	45,2649	42,1	113	68,04	68,7643	68,04
81	42,1	45,977	42,1	114	68,2	69,4764	68,2
82	43,7	46,6891	43,7	115	69,2	70,1885	69,2
83	44,6	47,4012	44,6	116	73,2	70,9006	73,2
84	45,1	48,1133	45,1	117	73,9	71,6127	71,2059
85	46,44	48,8254	46,44	118	74,6	72,3248	72,0042
86	46,44	49,5375	46,44	119	74,65	73,0369	72,8115
87	47	50,2496	47	120	74,7	73,749	73,6278
88	47,9	50,9617	47,9	121	80,3	74,4611	74,4533
89	48,14	51,6738	48,14	122	81,6	75,1732	75,288
90	48,6	52,3859	48,6	123	86,1	75,8853	76,1321
91	50,6	53,098	50,6	124	88	76,5974	76,9856
92	50,7	53,8101	50,7	125	89,8	77,3095	77,8487
93	52,6	54,5222	52,6	126	93,37	78,0216	78,7215
94	53,6	55,2343	53,6	127	96,9	78,7337	79,6041
95	54,1	55,9464	54,1	128	99,61	79,4458	80,4965
96	56,3	56,6585	56,3	129	104	80,1579	81,399
97	56,4	57,3706	56,4	130	104,22	80,87	82,3116
98	56,6	58,0827	56,6	131	107,05	81,5821	83,2344
99	58,4	58,7949	58,4	132	109,93	82,2943	84,1676



No	Min_Month	Lin_Reg	Exp_Reg	No	Min_Month	Lin_Reg	Exp_Reg
133	111,88	83,0064	85,1112	166	171,71	106,5058	122,9618
134	112,86	83,7185	86,0654	167	173	107,2179	124,3404
135	112,86	84,4306	87,0303	168	174	107,93	125,7344
136	113,84	85,1427	88,0061	169	179,54	108,6421	127,144
137	114	85,8548	88,9927	170	186,23	109,3542	128,5695
138	114	86,5669	89,9905	171	187	110,0663	130,0109
139	121,94	87,279	90,9994	172	187,58	110,7784	131,4685
140	122	87,9911	92,0196	173	187,58	111,4905	132,9425
141	122	88,7032	93,0513	174	188,94	112,2026	134,4329
142	122,97	89,4153	94,0945	175	190,31	112,9147	135,9401
143	128	90,1274	95,1494	176	191	113,6268	137,4642
144	128,24	90,8395	96,2162	177	197,25	114,3389	139,0053
145	129	91,5516	97,2949	178	198,66	115,051	140,5637
146	131	92,2637	98,3857	179	200,07	115,7631	142,1397
147	133	92,9758	99,4887	180	200,07	116,4752	143,7332
148	135,85	93,6879	100,6041	181	200,07	117,1873	145,3447
149	140,33	94,4	101,732	182	201,49	117,8994	146,9742
150	140,33	95,1121	102,8726	183	202,92	118,6115	148,6219
151	142,6	95,8242	104,0259	184	202,92	119,3236	150,2882
152	144	96,5363	105,1922	185	202,92	120,0357	151,9731
153	145	97,2484	106,3715	186	202,92	120,7478	153,6769
154	147,22	97,9605	107,5641	187	204,35	121,4599	155,3999
155	150,74	98,6726	108,77	188	204,35	122,172	157,1421
156	151,92	99,3847	109,9895	189	204,35	122,8841	158,9039
157	160,39	100,0968	111,2226	190	205,79	123,5962	160,6854
158	162,87	100,8089	112,4695	191	205,79	124,3083	162,4869
159	162,87	101,521	113,7305	192	205,79	125,0204	164,3086
160	165,36	102,2331	115,0055	193	205,79	125,7325	166,1507
161	166,62	102,9452	116,2949	194	207,24	126,4446	168,0135
162	167,89	103,6573	117,5987	195	207,24	127,1567	169,8971
163	169,16	104,3694	118,9172	196	207,24	127,8688	171,8019
164	170,43	105,0815	120,2504	197	210,15	128,5809	173,728
165	170,43	105,7936	121,5985	198	211,61	129,293	175,6757

No	Min_Month	Lin_Reg	Exp_Reg	No	Min_Month	Lin_Reg	Exp_Reg
199	211,61	130,0051	177,6453	232	270,46	153,5045	256,6475
200	211,61	130,7173	179,6369	233	277,38	154,2166	259,5249
201	213,08	131,4294	181,6509	234	286,18	154,9288	262,4345
202	216,04	132,1415	183,6874	235	289,75	155,6409	265,3767
203	216,04	132,8536	185,7468	236	289,75	156,353	268,3519
204	216,04	133,5657	187,8293	237	300,64	157,0651	271,3605
205	216,04	134,2778	189,9351	238	300,64	157,7772	274,4028
206	216,04	134,9899	192,0645	239	304,32	158,4893	277,4792
207	219,03	135,702	194,2178	240	304,32	159,2014	280,5902
208	222,05	136,4141	196,3952	241	309,9	159,9135	283,7359
209	225,09	137,1262	198,5971	242	311,78	160,6256	286,917
210	225,09	137,8383	200,8236	243	317,45	161,3377	290,1337
211	225,09	138,5504	203,0751	244	323,18	162,0498	293,3865
212	228,15	139,2625	205,3519	245	328,97	162,7619	296,6757
213	229,7	139,9746	207,6541	246	348,78	163,474	300,0019
214	229,7	140,6867	209,9822	247	350,8	164,1861	303,3653
215	229,7	141,3988	212,3364	248	358,95	164,8982	306,7664
216	232,8	142,1109	214,7169	249	365,15	165,6103	310,2057
217	232,8	142,823	217,1242	250	367,23	166,3224	313,6835
218	234,37	143,5351	219,5585	251	371,41	167,0345	317,2003
219	234,37	144,2472	222,02	252	386,3	167,7466	320,7565
220	239,09	144,9593	224,5091	253	390,62	168,4587	324,3526
221	239,09	145,6714	227,0262	254	390,62	169,1708	327,989
222	239,09	146,3835	229,5714	255	401,55	169,8829	331,6662
223	239,09	147,0956	232,1452	256	403,76	170,595	335,3846
224	240,68	147,8077	234,7479	257	417,18	171,3071	339,1447
225	245,49	148,5198	237,3797	258	417,18	172,0192	342,947
226	248,73	149,2319	240,0411	259	451,97	172,7313	346,7919
227	250,36	149,944	242,7322	260	459,14	173,4434	350,6799
228	250,36	150,6561	245,4536	261	508,8	174,1555	354,6115
229	253,65	151,3682	248,2054	262	592,31	174,8676	358,5871
230	253,65	152,0803	250,9882	263	595,14	175,5797	362,6074
231	258,62	152,7924	253,8021	264	629,76	176,2918	366,6727