



**ANALISIS ALIRAN DASAR (*BASE FLOW*) MENGGUNAKAN METODE
REGRESI LINIER PADA DAS SIMOANGGROK DAN PERNING:
APLIKASI MODUL KILLE**

SKRIPSI

Oleh

**Ade Oktaviani
NIM 151710201058**

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



**ANALISIS ALIRAN DASAR (*BASE FLOW*) MENGGUNAKAN METODE
REGRESI LINIER PADA DAS SIMOANGGROK DAN PERNING:
APLIKASI MODUL KILLE**

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

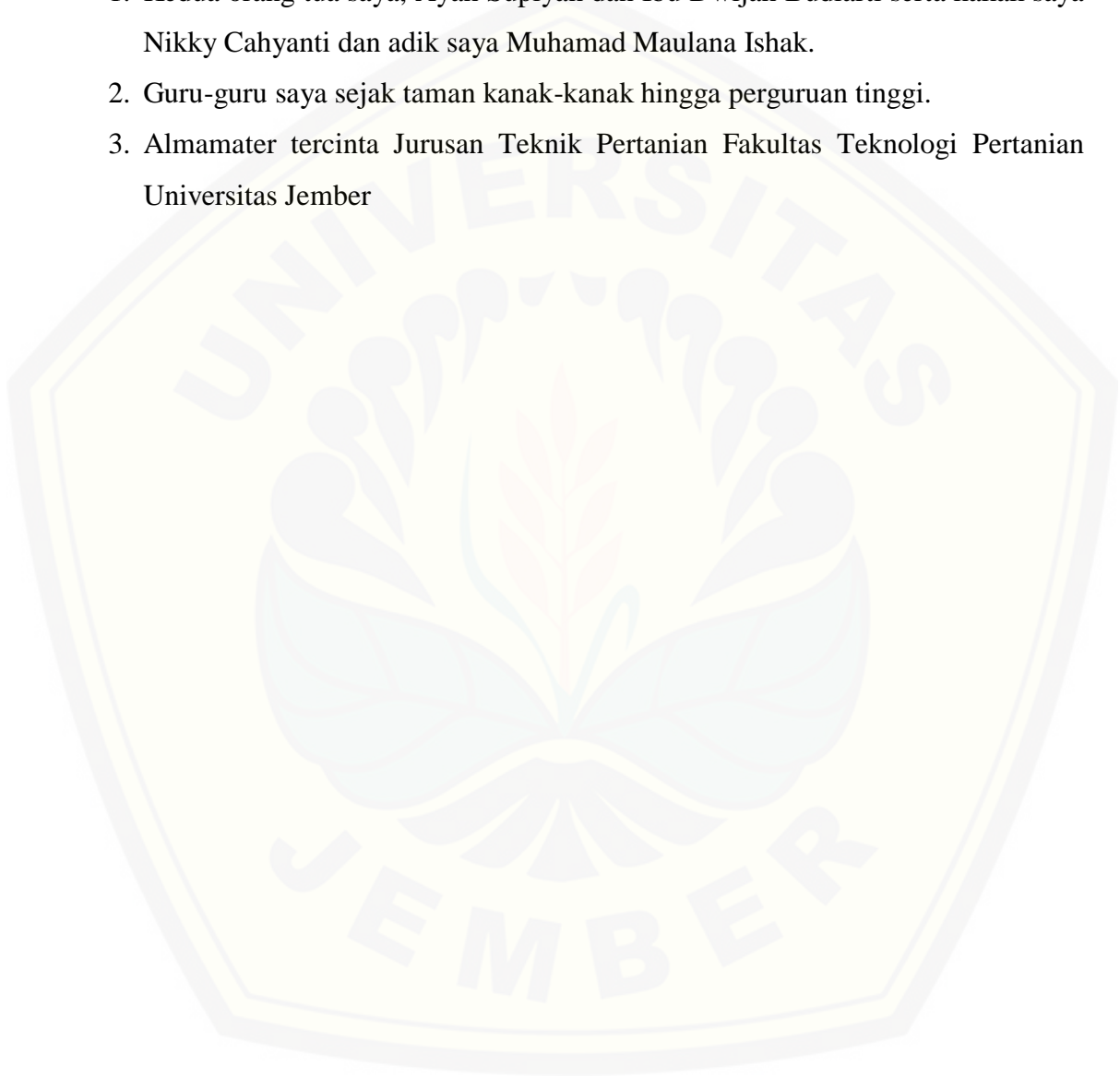
**Ade Oktaviani
NIM 151710201058**

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

PERSEMBAHAN

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

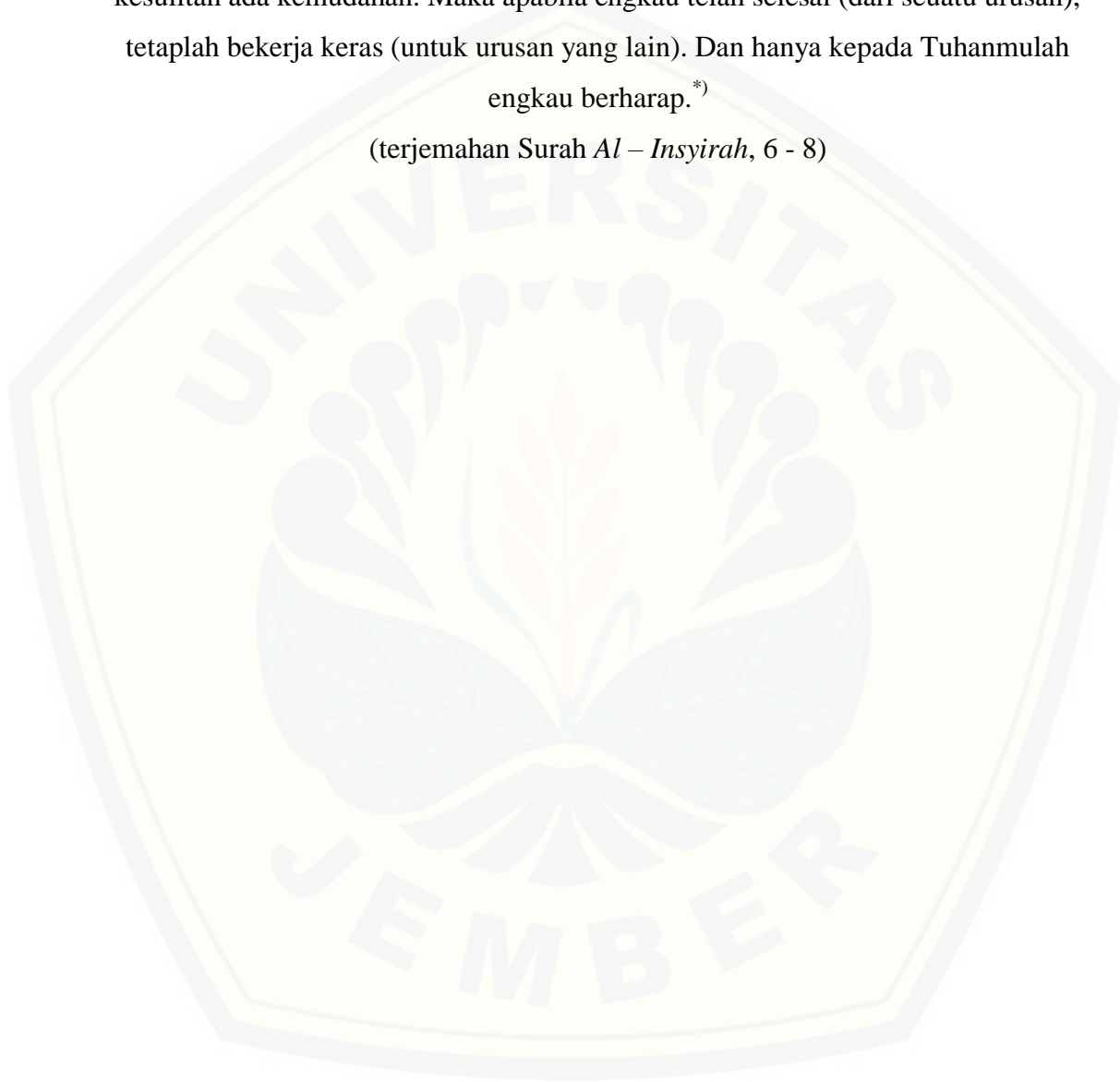
1. Kedua orang tua saya, Ayah Supiyan dan Ibu Dwijah Budiarti serta kakak saya Nikky Cahyanti dan adik saya Muhamad Maulana Ishak.
2. Guru-guru saya sejak taman kanak-kanak hingga perguruan tinggi.
3. Almamater tercinta Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember



MOTTO

Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari suatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain). Dan hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap.*)

(terjemahan Surah *Al – Insyirah*, 6 - 8)



*) Departemen Agama Republik Indonesia. 2015. *Al Qur'an dan Terjemahannya*. Bandung: CV. Darus Sunnah.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ade Oktaviani

NIM : 151710201058

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul “Analisis aliran Dasar (*Base Flow*) Menggunakan Metode Regresi Linier pada DAS Simoangrok dan Pening : Aplikasi Modul Kille” 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, Juli 2019
Yang menyatakan,

Ade Oktaviani
NIM 151710201058

SKRIPSI

**ANALISIS ALIRAN DASAR (*BASE FLOW*) MENGGUNAKAN METODE
REGRESI LINIER PADA DAS SIMOANGGROK DAN PERNING:
APLIKASI MODUL KILLE**

Oleh

Ade Oktaviani
NIM 151710201058

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 (*Base Flow*) Menggunakan Metode Regresi Linier pada DAS Simoanggrok dan Perning : Aplikasi Modul Kille” telah diuji dan disahkan pada:

Hari :
Tanggal :
Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,

Prof. Dr. Indarto, S.TP., DEA.
NIP. 19700101 199512 1001

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

Tim Penguji:

Ketua,

Anggota,

Dr. ElidaNovita, S.TP., M.T.
NIP.197311301999032001

Dian Purbasari, S.Pi., M.Si.
NRP. 760016795

Mengesahkan
Dekan Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember

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

RINGKASAN

Analisis Aliran Dasar (*Base Flow*) Menggunakan Metode Regresi Linier Pada DAS Simoangrok dan Perning : Aplikasi Modul Kille; Ade Oktaviani, 151710201058; 2019; 38 halaman; Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Aliran dasar merupakan salah satu komponen penting daerah aliran sungai (DAS) yang mempengaruhi ketersediaan air pada saat musim kemarau. Informasi tentang ketersediaan air digunakan untuk pengelolaan sumberdaya air pada suatu DAS. Tujuan dalam penelitian ini yaitu: (1) kalibrasi parameter dengan metode Kille, (2) memisahkan aliran dasar menggunakan metode Kille pada DAS Simoangrok dan Perning. Penelitian ini dilakukan pada bulan November 2018 sampai dengan Juni 2019. Tahapan penelitian ini adalah (1) Inventarisasi data hujan dan data debit (2) pengolahan data (3) kalibrasi (4) validasi (5) pengujian model. Proses kalibrasi dilakukan untuk periode 1996 sampai 2005. Proses validasi menggunakan data debit tahun 2006 sampai 2015. Pertama, data excel disiapkan untuk modul Kille 3.1 pada *software* Hydrooffice (Gregor, 2012). Kemudian, data debit minimum bulanan diurutkan dari terkecil ke terbesar. Setelah itu, nilai parameter regresi linier dikalibrasi menggunakan urutan data debit dari langkah sebelumnya. Selanjutnya, nilai parameter yang diperoleh digunakan untuk memisahkan aliran dasar harian dari debit total untuk periode validasi (2006-2015). Periode kering dipilih (Juli sampai September setiap tahun) digunakan untuk evaluasi kinerja model. Uji statistik dilakukan dengan menggunakan RMSE (*Root Mean Square Error*) dan koefisien determinasi. Hasil pemisahan aliran dasar juga divisualisasikan menggunakan hidrograf yang diperbesar untuk periode yang berbeda. Hasil menunjukkan persamaan linier regresi yang dihasilkan adalah $Y = 0,01x + 0,4$ (untuk DAS Lamong-Simoangrok) dan $Y = 0,23x + 18,79$ (untuk DAS Surabaya-Perning). Nilai koefisien determinasi (R^2) yang dihasilkan = 0,98 (pada DAS Surabaya-Perning) dan = 0,96 (pada DAS Lamong-Simoangrok). Nilai RMSE yang dihasilkan =

0,06 (pada DAS Lamong-Simoanggrok) dan $= 0,34$ (pada DAS Surabaya-Perning). Nilai *baseflow* berkisar 0,40-0,64 m³/detik dari nilai debit terukurnya pada DAS Lamong-Simoanggrok. Sedangkan nilai baseflow yang dihasilkan pada DAS Perning berkisar 21,66-46,57 m³/detik dari nilai debit terukurnya. Hasil ini menunjukkan bahwa metode Kille yang digunakan bekerja dengan baik pada DAS Surabaya-Perning dan memiliki tingkat kesalahan kecil pada DAS Lamong-Simoanggrok.



SUMMARY

Baseflow Analysis Using Linear Regression Method in Simoangrok and Parning Watersheds: Kille Module Application; Ade Oktaviani, 151710201058; 2019; 38 pages; Department of Agricultural Engineering, Faculty of Agricultural Technology, University of Jember.

Baseflow is one of the critical components of the watershed that influences water availability during the dry season. The water availability information used for water resources management purposes. The aims of this research were: (1) calibrating Kille method parameters, (2) separating baseflow using Kille method at Simoangrok and Parning watersheds. This research conducted from Nov 2018 to June 2019. The methodology consist of: (1) inventory of rainfall and daily discharge data, (2) data preparation, (3) calibration, (4) validation and (5) evaluation of model' performances. The calibration process was carried out for periods 1996 to 2005. Validation processes using discharge data from 2006 to 2015. Firstly, excel data was prepared to Kille 3.1 module on the top of Hydroffice software package (Gregor, 2012). Then, the minimum monthly discharge data were sorted from the smallest to the largest. After that, the parameters' values of linear regression was calibrated using the sorted discharge data from the previous step. Furthermore, obtained parameters values were used to separate daily baseflow from total flow for validation (2006 – 2015) periods. Finally, selected dry period (July to September for each year) was used for the statistical evaluation of model' performance. The statistical test conducted using RMSE (*Root Means Square Errors*) and coefficient of determination. The baseflow separation results also visualised using hydrographs that zoomed for different periods. The results show the linear regression equation as $Y = 0,01x + 0,4$ (for Lamong-Simorangrok) and $Y = 0,23x + 18,79$ (for Surabaya-perning). The obtained values for the coefficient of determination (R^2) = 0,98 (at Surabaya-Perning) and = 0,96 at (Lamong-Simoangrok). The RMSE value obtained = 0,06 (at Lamong -Simoangrok) and 0,34 (at Surabaya-perning). The range of

baseflow values separated by the two linear regression equations range from 0,40 to 0,64 m³/s (for Lamong-Simoangrok) and 21,66 to 46,57 m³/s (Surabaya-Perning). The results show Kille method was used in Surabaya-Perning watershed run well and had a small error in Lamong-Simoangrok watershed.



PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT, atas segala rahmad dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “Analisis Aliran Dasar (*Base Flow*) Menggunakan Metode Regresi Linier Pada DAS Simoanggrok dan Pening : Aplikasi Modul Kille”. 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,TP., 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. Dedy Wirawan Soediby, S.TP., M.Si., selaku dosen dan Komisi Bimbingan Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
4. Seluruh dosen pengampu mata kuliah, terimakasih atas ilmu dan pengalaman yang diberikan serta bimbingan selama studi di Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
5. Seluruh staf dan karyawan di lingkungan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember, terimakasih atas bantuan dalam mengurus administrasi dan lainnya;
6. Kedua orang tua, ibu Dwijah Budiarti dan ayah Supiyan serta adik saya Muhamad Maulana Ishak dan kakak saya Nikky Cahyanti, yang selalu mendukung dan mendoakan dalam penyelesaian skripsi;
7. Teman-teman TEP-C 2015 dan teman seangkatan 2015 atas motivasinya untuk selalu semangat dalam menyelesaikan skripsi;

8. Sahabat-sahabatku Rizal Kurniawan, Muhammad Aminulloh, Fitri Maulidhina, Efin, Cindy, Anggun dan Ika yang telah memberi semangat luar biasa dan nasihat saat saya dalam keadaan jatuh;
9. Teman-teman HMJ IMATEKTA FTP UNEJ tempat bertemu keluarga baru dan berproses belajar *soft skill*;
10. 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.

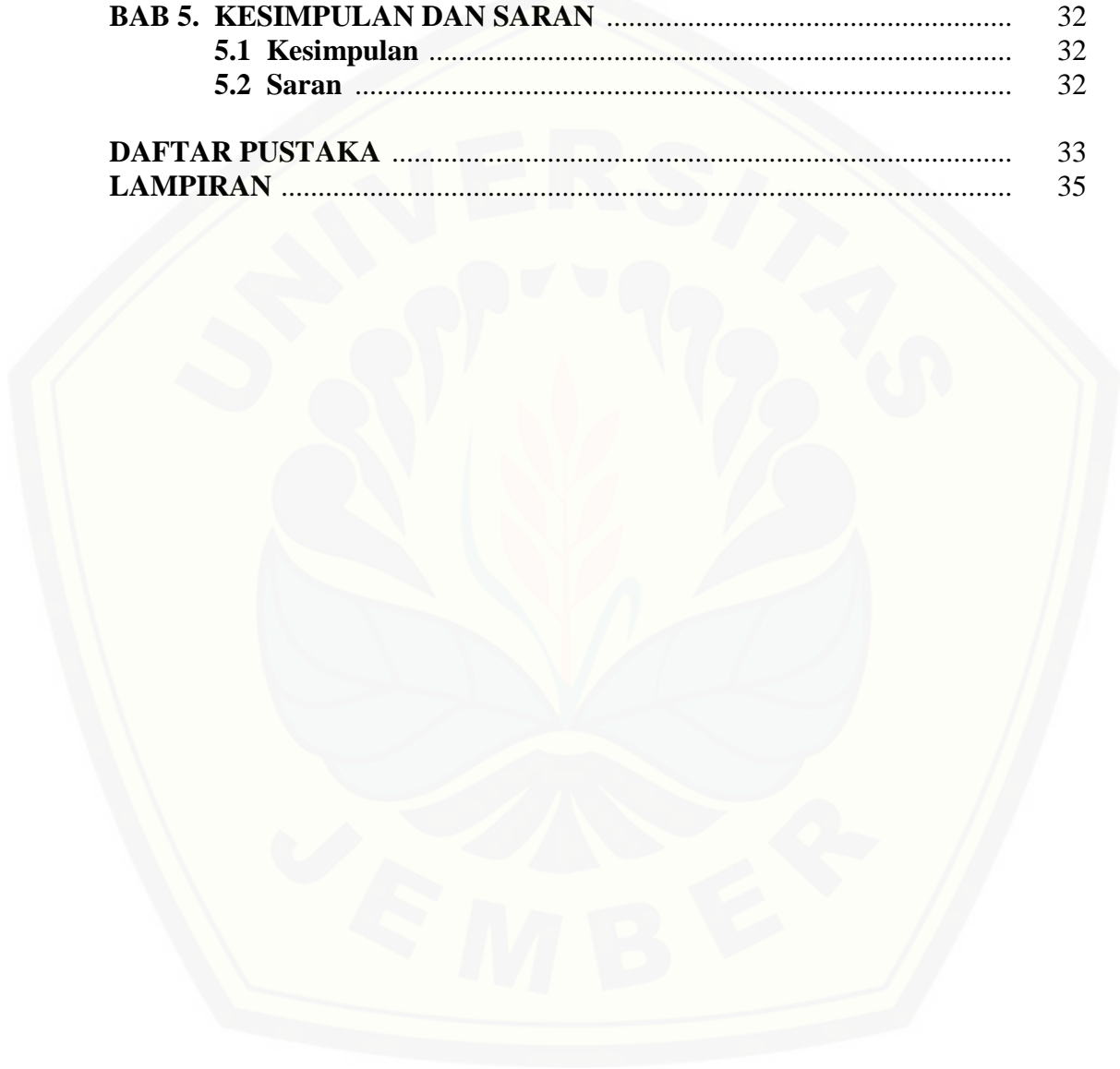
Jember, Juli 2019

Penulis

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|--|---------|
| HALAMAN SAMPUL | i |
| HALAMAN JUDUL | ii |
| HALAMAN PERSEMBAHAN | iii |
| HALAMAN MOTTO | iv |
| HALAMAN PERNYATAAN | v |
| HALAMAN PEMBIMBING | vi |
| HALAMAN PENGESAHAN | vii |
| RINGKASAN | viii |
| SUMMARY | x |
| PRAKATA | xii |
| DAFTAR ISI | xiv |
| DAFTAR TABEL | xvi |
| DAFTAR GAMBAR | xvii |
| DAFTAR LAMPIRAN | xviii |
| | |
| BAB 1. PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 2 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3 Batasan Masalah | 2 |
| 1.4 Tujuan | 2 |
| 1.5 Manfaat | 2 |
| BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA | 3 |
| 2.1 Hidrograf | 3 |
| 2.2 Aliran Dasar | 4 |
| 2.3 Metode Kille | 4 |
| 2.4 Regresi Linier | 6 |
| 2.5 Penelitian Terdahulu | 6 |
| BAB 3. METODE PENELITIAN | 7 |
| 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian | 7 |
| 3.2 Alat dan Bahan Penelitian | 8 |
| 3.3 Tahapan Penelitian | 9 |
| 3.3.1 Inventarisasi Data..... | 9 |
| 3.3.2 Pengolahan Data | 9 |
| 3.3.3 Kalibrasi | 10 |
| 3.3.4 Validasi | 13 |
| 3.3.5 Pemisahan Aliran Dasar..... | 14 |
| 3.3.6 Analisis Data..... | 15 |
| BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN | 16 |
| 4.1 Karakteristik DAS | 16 |
| 4.1.1 Bentuk dan Luas..... | 16 |
| 4.1.2 Karakteristik Hujan | 18 |

| | |
|--|-----------|
| 4.1.3 Karakteristik Debit..... | 19 |
| 4.2 Analisis Regresi Linier Menggunakan Metode Kille..... | 20 |
| 4.2.1 Kalibrasi..... | 20 |
| 4.2.2 Validasi | 22 |
| 4.3 Pemisahan Aliran Dasar (<i>Baseflow</i>)..... | 23 |
| 4.3.1 Pemisahan Aliran Dasar Periode 10 Tahun..... | 23 |
| 4.3.2 Pemisahan Aliran Dasar Periode Bulan Kering | 26 |
| BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN | 32 |
| 5.1 Kesimpulan | 32 |
| 5.2 Saran | 32 |
| DAFTAR PUSTAKA | 33 |
| LAMPIRAN | 35 |



DAFTAR TABEL

| | Halaman |
|--|---------|
| 2.1 Penelitian terdahulu..... | 6 |
| 3.1 Data debit yang digunakan dalam penelitian..... | 8 |
| 4.1 Luas DAS dan bentuk DAS yang diamati | 16 |
| 4.2 Karakteristik hujan..... | 18 |
| 4.3 Karakteristik debit..... | 19 |
| 4.4 Hasil kalibrasi pada DAS Simoanggrok dan Perring | 21 |
| 4.5 Hasil uji statistik RMSE..... | 22 |



DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|--|---------|
| 2.1 Hidrograf aliran | 3 |
| 2.2 Komponen air tanah | 4 |
| 2.3 Grafik hasil metode Kille | 5 |
| 3.1 Peta DAS Simoanggrok dan Perning | 7 |
| 3.2 Diagram alir penelitian..... | 9 |
| 3.3 Pembagian periode data..... | 10 |
| 3.4 Tampilan awal modul..... | 11 |
| 3.5 Hasil penentuan debit..... | 11 |
| 3.6 Tampilan garis regresi linier | 12 |
| 3.7 Hasil penentuan nilai koefisien determinasi | 12 |
| 3.8 Hasil aplikasi Kille 3.1 | 13 |
| 3.9 Contoh grafik pemisahan aliran dasar..... | 15 |
| 4.1 Bentuk DAS Lamong-Simoanggrok | 17 |
| 4.2 Bentuk DAS Surabaya-Perning..... | 17 |
| 4.3 Karakteristik hujan | 18 |
| 4.4 Karakteristik debit..... | 19 |
| 4.5 Grafik hasil kalibrasi DAS Lamong- Simoanggrok..... | 20 |
| 4.6 Grafik hasil validasi pada DAS Surabaya-Perning | 21 |
| 4.7 Hasil pemisahan aliran dasar periode 1 Januari 2006 -31 Desember 2015 pada DAS Lamong-Simoanggrok..... | 24 |
| 4.8 Hasil pemisahan aliran dasar periode 1 Januari 2006 -31 Desember 2015 pada DAS DAS Surabaya-Perning | 25 |
| 4.9 Hasil pemisahan aliran dasar bulan Juli sampai September tahun 2006-2015 pada DAS Lamong-Simoanggrok..... | 27 |
| 4.10 Hasil pemisahan aliran dasar 1 Juli 2011 - 30 September 2011 pada DAS Lamong-Simoanggrok | 28 |
| 4.11 Hasil pemisahan aliran dasar bulan Juli sampai September tahun 2006-2015 pada DAS Surabaya-Perning..... | 29 |
| 4.12 Hasil pemisahan aliran dasar 1 Juli 2011 - 30 September 2011 pada DAS Surabaya-Perning..... | 30 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | Halaman |
|--|---------|
| Lampiran 1. Tabel hasil kalibrasi menggunakan aplikasi Kille 3.1 | 35 |
| Lampiran 2. Perhitungan uji RMSE..... | 38 |



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Daerah airan sungai (DAS) menunjukkan suatu luasan yang berkontribusi pada aliran permukaan yang dibatasi oleh punggung-punggung gunung dan lembah. Air jatuh dalam batas tersebut, kemudian mengalir melalui anak-anak sungai menuju ke laut. Air sungai memiliki peran dalam bidang pertanian dan perkebunan. Pada bidang pertanian, air sungai berperan untuk irigasi pertanian. Pada bidang perkebunan, air sungai berperan untuk menyiram tanaman pada perkebunan (Indarto, 2010 :57).

Dalam DAS terdapat suatu komponen yang dinamakan aliran dasar (*baseflow*). Selama musim kemarau, kebanyakan sungai masih mengalirkan air. Aliran air sungai tersebut berasal dari dalam tanah (*baseflow*) (Asdak, 2004:246). Aliran dasar merupakan komponen penting yang mempengaruhi ketersediaan air di sungai pada musim kemarau. Berkurangnya ketersediaan air di sungai dapat menghambat aktivitas manusia, terutama di bidang pertanian maupun perkebunan. Oleh karena itu, ketersediaan air di sungai harus tetap terjaga. Salah satu cara menjaga ketersediaan air pada saat musim kemarau dapat dilakukan dengan mengetahui informasi ketersediaan aliran dasar. Informasi ketersediaan aliran dasar dapat digunakan sebagai acuan untuk pengembangan dan pengelolaan sumberdaya air pada suatu DAS.

Informasi ketersediaan air dapat diketahui dengan menganalisis aliran dasar pada suatu DAS. Salah satu cara menganalisis aliran dasar yaitu dengan memisahkan aliran dasar menggunakan metode Kille. Menganalisis aliran dasar menggunakan metode Kille dapat dijadikan parameter untuk mengevaluasi karakteristik hidrologi suatu DAS sekaligus menjadi faktor penunjang dalam merencanakan pengelolaan sumberdaya air yang akan datang. Dalam penelitian ini, analisis dilakukan pada DAS Surabaya-Perning dan DAS Lamong-Simoanggrok.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan dari latar belakang bahwa diperlukan penelitian lebih lanjut dengan memperkirakan aliran dasar (*baseflow*). Hal ini dilakukan untuk mengetahui ketersediaan air yang ada di DAS Lamong-Simoangrok dan Surabaya-Perning pada musim kemarau. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dengan menggunakan metode Kille.

1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi dengan membandingkan koefisien determinasi (R^2), hasil uji RMSE (*Root Mean Square Error*) dan hasil perhitungan aliran dasar menggunakan metode Kille. Penelitian dilakukan pada DAS Lamong-Simoangrok dan Surabaya-Perning menggunakan data debit harian periode 1 Januari 1996 sampai 31 Desember 2015.

1.4 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini sebagai berikut.

1. Kalibrasi parameter berdasarkan metode Kille pada dua DAS yang diteliti.
2. Menentukan nilai aliran dasar (*baseflow*) berdasarkan metode Kille pada dua DAS yang diteliti.

1.5 Manfaat

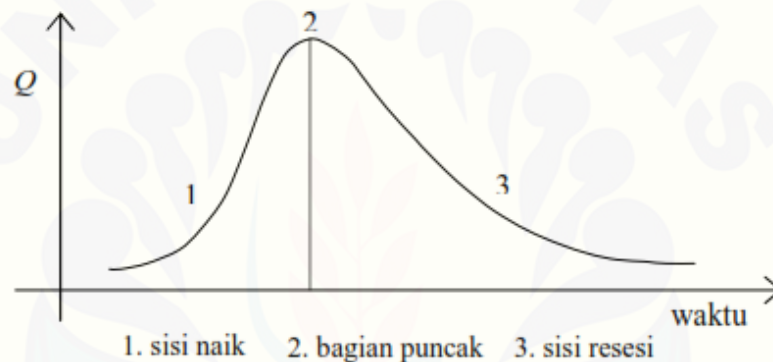
Manfaat dari penelitian yang dilakukan yaitu sebagai berikut

1. Bagi mahasiswa lain, diharapkan dapat menambah kontribusi tentang pengetahuan serta wawasan mengenai analisis *baseflow* menggunakan metode Kille.
2. Bagi pemerintah, diharapkan dapat memberikan informasi tentang besarnya nilai aliran dasar pada DAS sehingga dapat dijadikan acuan dalam kebijakan pengelolaan sumberdaya air pada DAS yang diteliti.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Hidrograf

Hidrograf adalah suatu grafik yang menunjukkan hubungan antara tinggi-muka-air (*stage*), debit (*discharge, flow, steamflow*), kecepatan (*velocity*) atau karakteristik aliran air terhadap waktu. Debit menyatakan volume aliran air per satuan waktu tertentu (Indarto, 2016 : 25). Hidrograf aliran ditunjukkan pada Gambar 2.1.



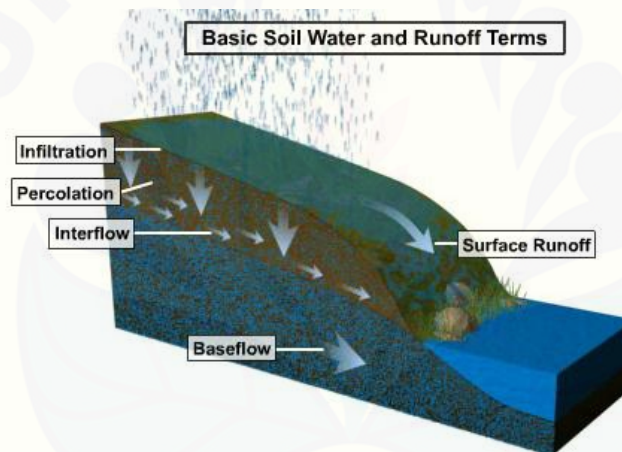
Gambar 2.1 Hidrograf aliran (Sumber: Susilowati, 2007)

Hidrograf aliran ditunjukkan Gambar 2.1. Menurut Susilowati (2007), Hidrograf aliran terdiri dari tiga komponen yaitu

1. Sisi naik (*rising limb*), menandakan masih adanya kontribusi hujan terhadap debit aliran.
2. Bagian puncak (*crest*), yang menandakan puncak hidrograf. Puncak hidrograf adalah debit maksimum yang terjadi dalam suatu aliran dengan waktu naik yang merupakan selang waktu antara mulai bertambahnya aliran sampai tercapainya debit puncak.
3. Sisi turun (*recession limb*). Sisi naik Sisi turun merupakan proses pengatusan daerah tangkapan. Waktu dasar merupakan waktu mulai bertambahnya debit aliran sampai kembali ke debit aliran dasar.

2.2 Aliran Dasar

Aliran dasar (*baseflow*) didefinisikan sebagai aliran yang berasal dari air tanah (*groundwater*). Aliran dasar merupakan komponen aliran yang teramati dalam jangka waktu yang lama. *Baseflow* muncul sebagai debit air yang masih ada di sungai pada saat musim kering atau selama periode tidak hujan. Saat musim kemarau relatif tidak ada hujan, tetapi pada kebanyakan sungai masih ada debit air yang mengalir. Aliran air sungai ini berasal dari komponen aliran yang kita kenal sebagai *baseflow*. Aliran ini berasal dari air hujan yang terinfiltrasi dan masuk ke dalam tanah menjadi cadangan air tanah. Selanjutnya pada lokasi tertentu mengalir bergabung dengan aliran sungai (Indarto, 2010:58). Komponen air tanah ditunjukkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Komponen air tanah (Sumber : The Comet Program, 2013)

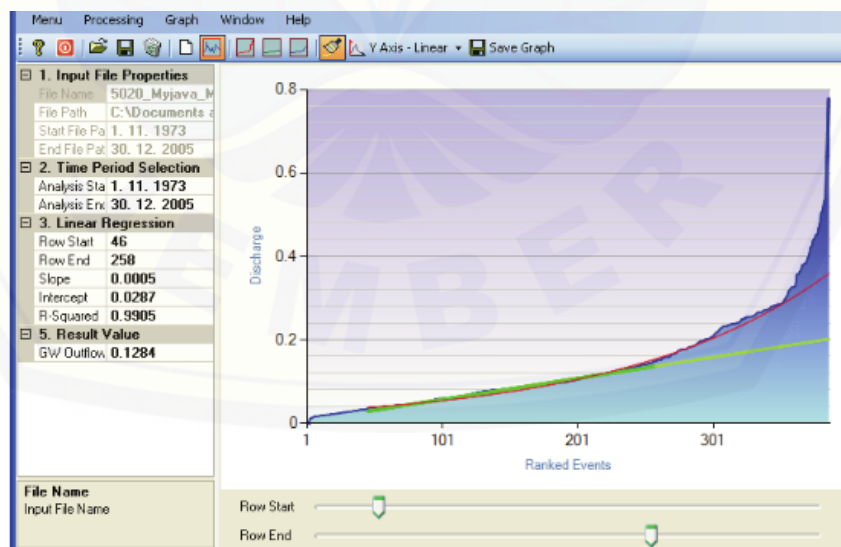
2.3 Metode Kille

Metode Kille digunakan memisahkan dan mengestimasi aliran dasar. Metode ini digunakan untuk perhitungan nilai aliran dasar (*baseflow*) yang didasarkan pada debit bulanan minimum. Metode ini sudah disederhanakan dan dapat dijalankan secara otomatis pada *software hydroofice* yaitu dengan aplikasi Kille 3.1. Setelah data diurutkan secara menaik, kurva yang diperoleh diselesaikan dengan regresi linier di bagian bawah dan regresi eksponensial di bagian atas dari titik yang sama (Machlica *et al.*, 2010).

Aplikasi Kille 3.1 merupakan salah satu aplikasi pada *software hydrooffice* yang menyajikan perhitungan limpasan air tanah suatu DAS dengan menggunakan data minimal periode waktu 10 tahun (Gregor, 2012). Aplikasi ini dibuat berdasarkan metode Kille. Keuntungan dari aplikasi ini adalah grafik dapat disesuaikan secara visual. Hasil yang diperoleh dari program ini berupa grafik dan tabel. Grafik tersebut akan menghasilkan nilai koefisien determinasi (R^2).

Menurut Sugiarto (2006) Koefisien determinasi (R^2) merupakan indikator yang digunakan untuk menggambarkan berapa banyak variasi yang dijelaskan dalam model. Tingkat signifikansi dan kesesuaian hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat dalam regresi linier didasarkan pada nilai R^2 . Nilai (R^2) berkisar antara nol sampai satu ($0 < R^2 < 1$). Penjelasan nilai R^2 adalah sebagai berikut.

- a. $R^2 = 0$, berarti tidak ada hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat, atau model regresi yang terbentuk tidak tepat untuk meramalkan variabel dependen.
- b. $R^2 = 1$, berarti garis yang terbentuk dapat meramalkan variabel dependen secara sempurna. Grafik hasil dari metode Kille ditampilkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Grafik hasil metode Kille

2.4 Regresi Linier

Regresi linier merupakan salah satu metode statistika yang digunakan untuk mengetahui hubungan antara variabel terikat dengan 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 (Kurniawan, 2008). Koefisien regresi dibagi menjadi dua yaitu :

1. Intersep (*intercept*), merupakan suatu titik perpotongan antara suatu garis dengan sumbu Y pada diagram saat $X=0$. Intersep hanya suatu konstanta yang memungkinkan munculnya koefisien lain dalam model regresi dan tidak selalu untuk dipresentasikan.
2. Kemiringan (*slope*), merupakan ukuran kemiringan suatu garis yang menjadi koefisien regresi untuk variabel bebas. *Slope* menunjukkan seberapa besar kontribusi yang diberikan suatu variabel X terhadap variabel Y. Selain itu, kemiringan diartikan sebagai rata-rata penambahan atau pengurangan yang terjadi pada variabel Y untuk setiap peningkatan variabel X.

2.5 Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian terdahulu tentang metode Kille ditunjukkan pada tabel 2.1 berikut ini.

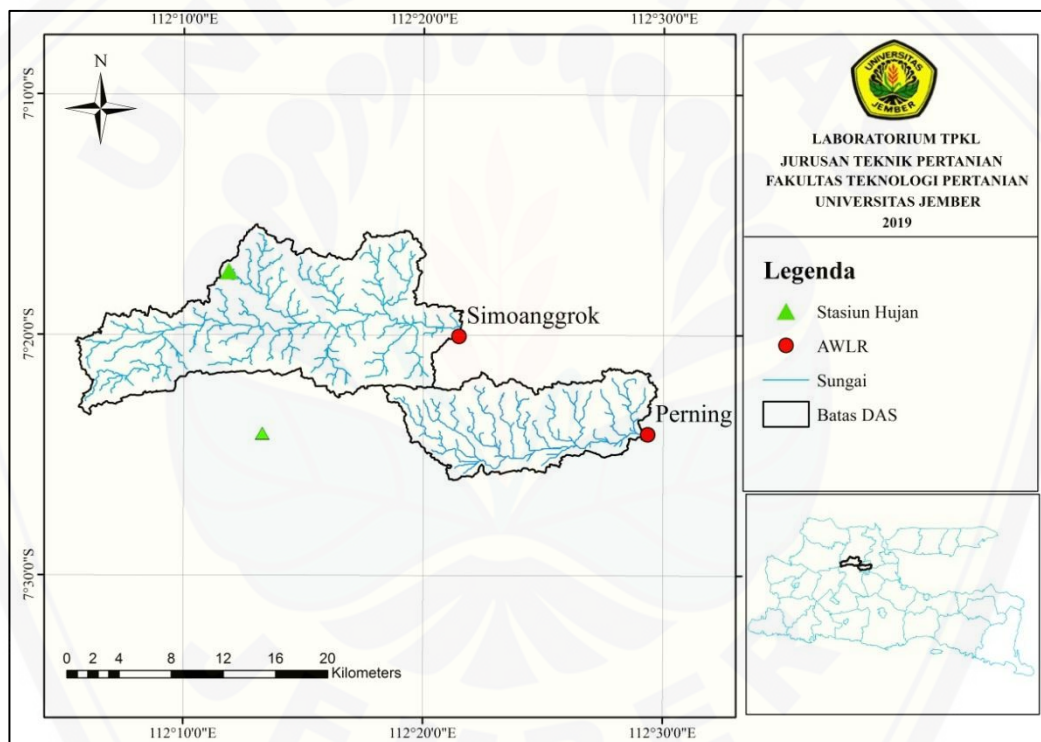
Tabel 2.1 Penelitian terdahulu

| No | Peneliti | Tahun | Judul Penelitian | Kesimpulan |
|----|------------------------------------|-------|--|--|
| 1. | Konrad Kille | 1970 | Das Verfahren MoMNQ, ein Beitrag zur Berechnung der mittleren langjährigen Grundwasserneubildung mit Hilfe der monatlichen Niedrigwasserabflüsse | Metode WUNDT sangat cocok untuk menghitung Q_u dari debit air bulanan rendah (MoNQ). Nilai MoNQ yang akan digunakan setelah WUNDT tidak selalu merupakan limpasan air tanah murni. |
| 2. | Miriam Fendekova dan Marian Fendek | 1999 | Killeh Metoda – Teoria A Prax | Perhitungan komparatif menunjukkan limpasan bawah tanah sama dengan median penyeimbang. Nilai rata-rata deviasi terlalu kecil dari 0,04 - 1,45% sesuai dengan 0,65-9,01 Us. |

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan November 2018 sampai Juni 2019. Penelitian dilakukan di DAS Surabaya-Perning dan DAS Lamong-Simoangrok. Pengolahan dan analisis data dilakukan di Laboratorium Teknik Pengendalian dan Konservasi Lingkungan (Lab TPKL), Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember. Gambar 3.1 adalah data pengamatan pada DAS Lamong-Simoangrok dan Surabaya-Perning.



Gambar 3.1 Peta DAS Simoangrok dan Perning

3.2. Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut

1. Seperangkat *Personal Computer* (PC) digunakan untuk membantu dalam pengolahan data.
2. *Microsoft excel* 2010 digunakan untuk mengentri dan mengolah data.

3. *Software hydrooffice* digunakan untuk mengolah data debit untuk menghasilkan besarnya nilai *baseflow*.
4. *Software ArcGIS* digunakan untuk membuat *layout* peta lokasi penelitian.

Bahan yang akan digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut.

a. Data debit

Data debit harian yang digunakan berdasarkan ketersediaan data yang ada yaitu pada DAS Lamong-Simoangrok dan DAS Surabaya-Perning mulai tanggal 1 Januari 1996 - 31 Desember 2015.

b. Data Hujan

Data hujan harian yang digunakan berdasarkan ketersediaan data yang ada yaitu pada DAS Lamong-Simoangrok dan DAS Surabaya-Perning mulai tanggal 1 Januari 1996 - 31 Desember 2015.

c. Data Fisik DAS- DAS

Data fisik yang digunakan yaitu meliputi batas DAS, jaringan sungai, stasiun hujan dan stasiun AWLR.

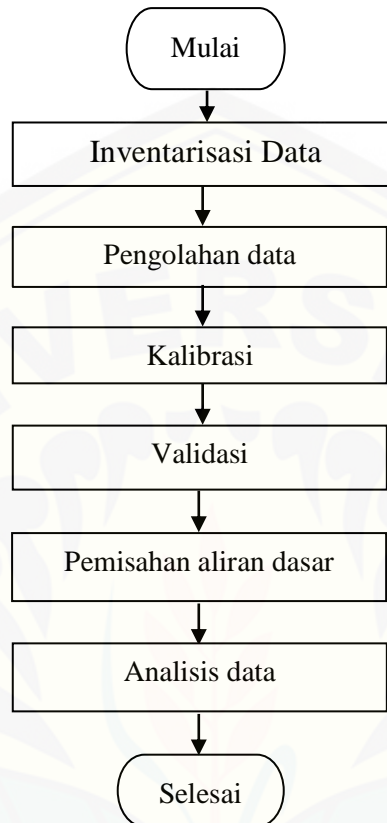
Ketersediaan data debit dari dua DAS disajikan pada Tabel 3.1 sebagai berikut:

Tabel 3.1 Data debit yang digunakan dalam penelitian

| No | Nama AWLR | Koordinat X | Koordinat Y | Periode Rekaman Data | | |
|----|------------------------|--------------|---------------|----------------------|-------|-----------------|
| | | | | Awal | Akhir | Panjang Periode |
| 1. | K. Surabaya –Perning | 07° 31' 593" | 112° 28' 903" | 1996 | 2015 | 20 Tahun |
| 2. | K. Lamong –Simongagrok | 07° 20' 50" | 112° 24' 51" | 1996 | 2015 | 20 Tahun |

3.3 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian yang dilakukan disajikan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Diagram alir penelitian

3.3.1 Inventarisasi Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi data debit harian, data hujan harian dan data DAS. Data tersebut merupakan database yang terdapat pada Lab TPKL FTP UNEJ.

3.3.2 Pengolahan Data

a. Data Debit

Data debit diolah menggunakan *microsoft excel*. Data debit yang diperoleh selama 20 tahun diurutkan ke dalam dua kolom. Kolom pertama berisi tanggal dan kolom kedua berisi data debit ($m^3/detik$). Data dikoreksi dan diurutkan sesuai penulisan dan kelengkapan data. Jika data sudah sesuai, data disimpan dalam format **csv*, selanjutnya data dikonversi menjadi file dalam format **txt*. Hal ini dilakukan agar

data debit dapat ditampilkan pada aplikasi Kille 3.1. Apabila terbaca, data debit dapat dilakukan analisis dan apabila tidak dapat terbaca maka dilakukan koreksi kembali terhadap penulisan maupun kelengkapan data.

b. Data hujan

Data hujan harian digunakan untuk menentukan bulan kalibrasi di setiap DAS. Data diolah menggunakan menjadi data hujan bulanan. Data hujan bulanan diperoleh dengan menjumlahkan data hujan harian di setiap bulannya. Selanjutnya data hujan bulanan dirata-rata untuk menentukan musim kemarau. Dengan menentukan musim kemarau, bulan kalibrasi dapat ditentukan dengan memilih bulan yang paling kering. Bulan kering biasanya terjadi pada bulan Juli sampai September karena pada bulan tersebut hujannya sedikit atau tidak terjadi hujan. Jadi bulan tersebut diasumsikan *baseflow* mengalir di sungai.

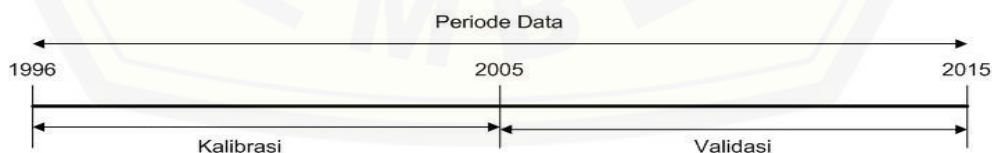
c. Data Fisik DAS

Data fisik DAS digunakan untuk membuat peta lokasi penelitian dengan menggunakan *software ArcGIS*. Data fisik DAS meliputi: batas DAS, jaringan sungai, koordinat stasiun AWLR dan stasiun hujan.

3.3.3 Kalibrasi

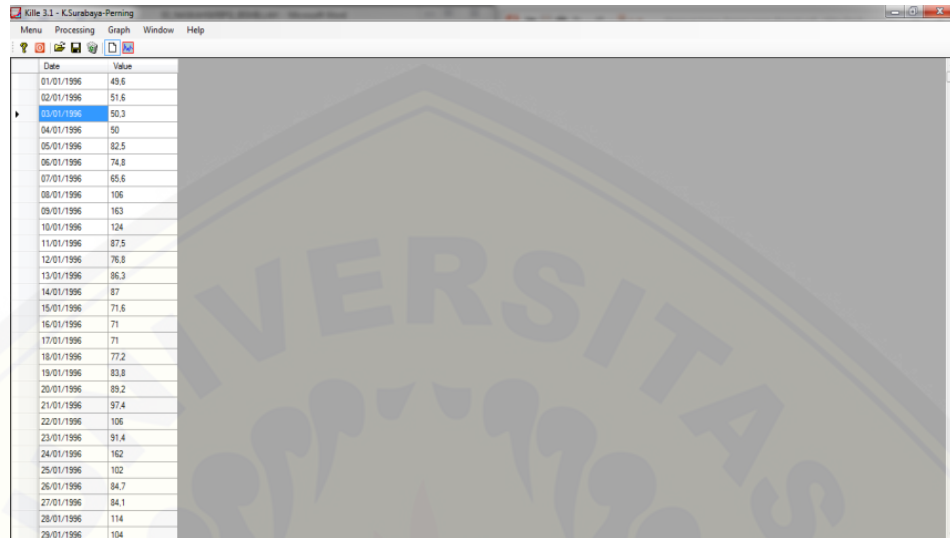
Kalibrasi merupakan proses optimalisasi nilai parameter untuk mendapatkan satu set parameter yang memberikan estimasi terbaik (Handayani, 2015). Kalibrasi dilakukan dengan menjalankan aplikasi Kille 3.1. dilakukan dengan cara sebagai berikut.

- a. Kalibrasi dilakukan menggunakan data yang tersedia pada setiap DAS dibagi menjadi dua bagian seperti pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Pembagian periode data

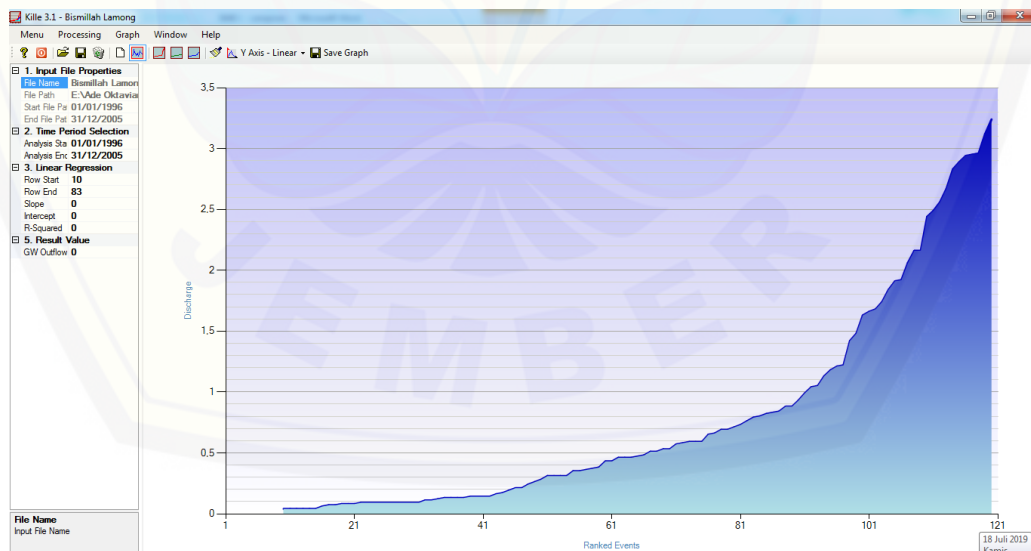
- b. Menampilkan data yang memiliki format excel menjadi format **txt* . Tampilan awal aplikasi Kille ditunjukkan pada Gambar 3.4.



| Date | Value |
|------------|-------|
| 01/01/1996 | 48.6 |
| 02/01/1996 | 51.6 |
| 03/01/1996 | 50.3 |
| 04/01/1996 | 50 |
| 05/01/1996 | 62.5 |
| 06/01/1996 | 74.8 |
| 07/01/1996 | 65.6 |
| 08/01/1996 | 106 |
| 09/01/1996 | 163 |
| 10/01/1996 | 124 |
| 11/01/1996 | 87.5 |
| 12/01/1996 | 76.8 |
| 13/01/1996 | 86.3 |
| 14/01/1996 | 87 |
| 15/01/1996 | 71.6 |
| 16/01/1996 | 71 |
| 17/01/1996 | 71 |
| 18/01/1996 | 77.2 |
| 19/01/1996 | 83.8 |
| 20/01/1996 | 89.2 |
| 21/01/1996 | 97.4 |
| 22/01/1996 | 106 |
| 23/01/1996 | 91.4 |
| 24/01/1996 | 162 |
| 25/01/1996 | 102 |
| 26/01/1996 | 84.7 |
| 27/01/1996 | 84.1 |
| 28/01/1996 | 114 |
| 29/01/1996 | 104 |

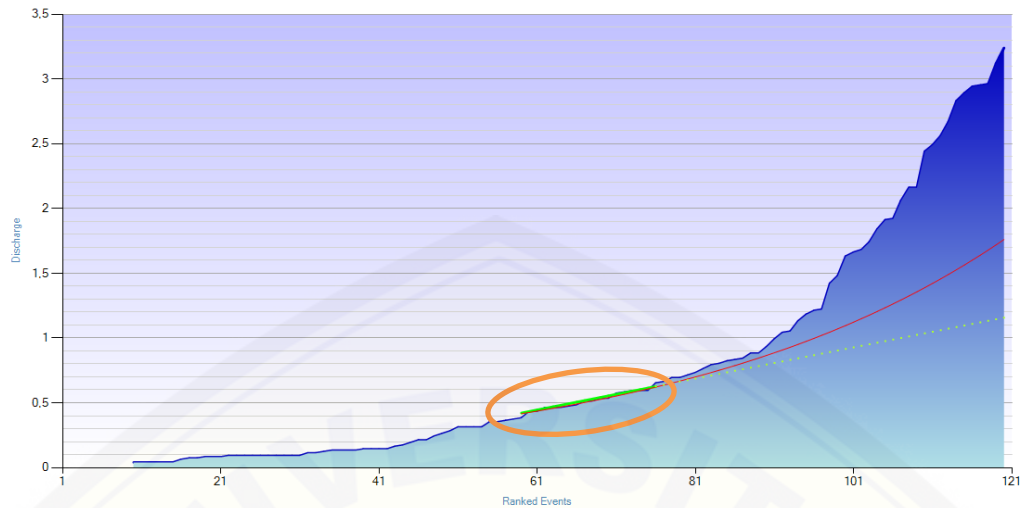
Gambar 3.4 Tampilan awal aplikasi Kille 3.1

- c. Setelah data ditampilkan, data akan dipilih nilai minimum setiap bulan. Kemudian debit ditentukan dengan mengurutkan data secara menaik (dari terkecil ke terbesar). Penentuan debit ditunjukkan pada Gambar 3.5.



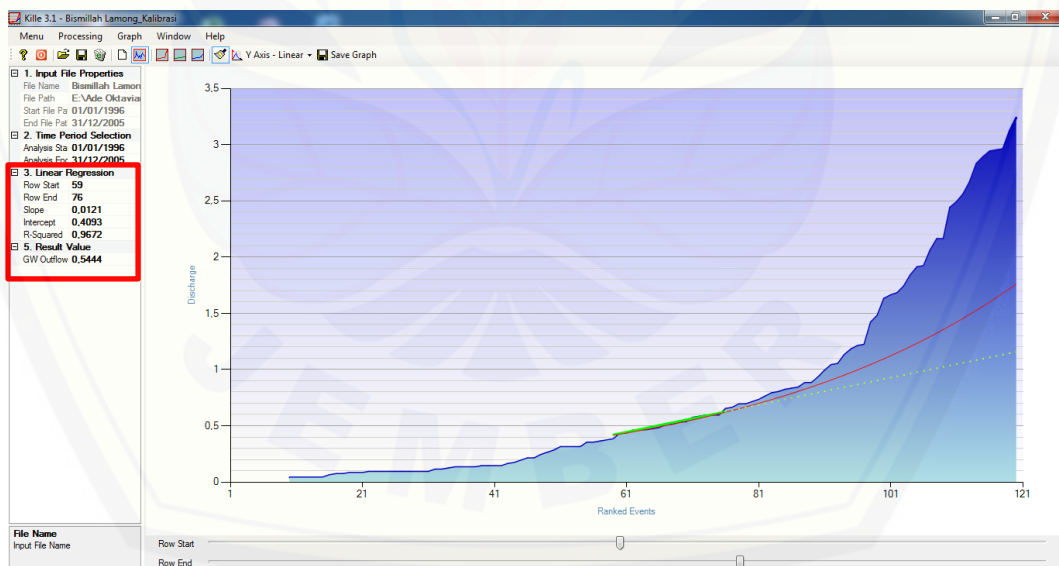
Gambar 3.5 Hasil penentuan debit

- d. Langkah selanjutnya yaitu menganalisis grafik yang dihasilkan menggunakan metode regresi linier sehingga muncul garis linier dan menampilkan garis eksponensial. Gambar 3.6 menunjukkan garis regresi linier.



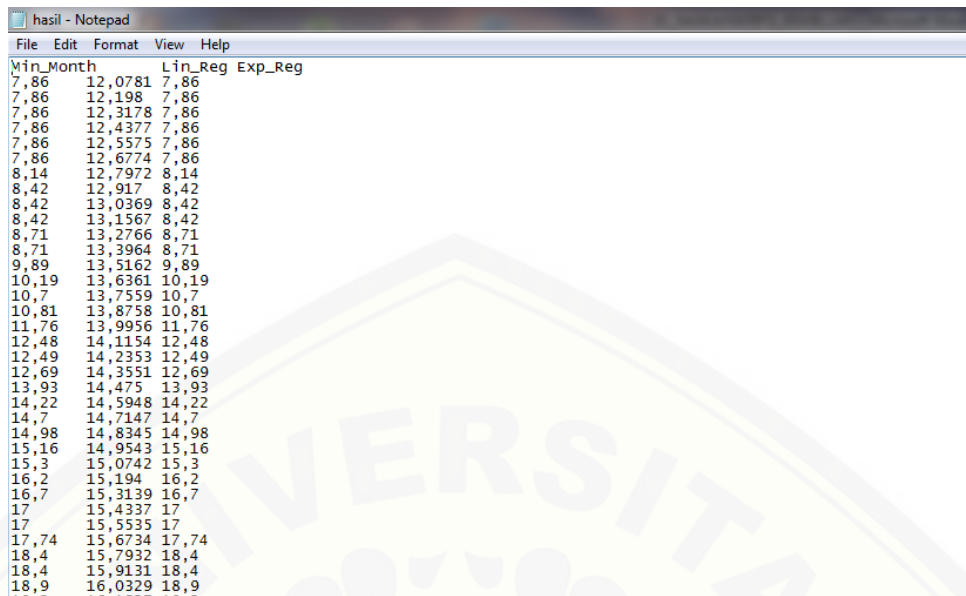
Gambar 3.6 Tampilan garis linier

- e. Setelah menampilkan garis regresi linier, langkah selanjutnya *trial* dan *error* yaitu mencari data *time series* terpanjang garis regresi linier agar nilai koefisien determinasi yang dihasilkan mendekati angka 1. Tampilan proses *trial* dan *error* ditunjukkan pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7 Hasil penentuan nilai koefisien determinasi

- f. Setelah nilai koefisien didapatkan, data tersebut disimpan dalam file dengan format **txt*. Selain itu grafik disimpan dengan menggunakan opsi “*save graph*”. Tampilan data hasil ditunjukkan pada Gambar 3.8



| Min_Month | Lin_Reg | Exp_Reg |
|-----------|---------|---------|
| 7,86 | 12,0781 | 7,86 |
| 7,86 | 12,198 | 7,86 |
| 7,86 | 12,3178 | 7,86 |
| 7,86 | 12,4377 | 7,86 |
| 7,86 | 12,5575 | 7,86 |
| 7,86 | 12,6774 | 7,86 |
| 8,14 | 12,7972 | 8,14 |
| 8,42 | 12,917 | 8,42 |
| 8,42 | 13,0369 | 8,42 |
| 8,42 | 13,1567 | 8,42 |
| 8,71 | 13,2766 | 8,71 |
| 8,71 | 13,3964 | 8,71 |
| 9,89 | 13,5162 | 9,89 |
| 10,19 | 13,6361 | 10,19 |
| 10,7 | 13,7559 | 10,7 |
| 10,81 | 13,8758 | 10,81 |
| 11,76 | 13,9956 | 11,76 |
| 12,48 | 14,1154 | 12,48 |
| 12,49 | 14,2353 | 12,49 |
| 12,69 | 14,3551 | 12,69 |
| 13,93 | 14,475 | 13,93 |
| 14,22 | 14,5948 | 14,22 |
| 14,7 | 14,7147 | 14,7 |
| 14,98 | 14,8345 | 14,98 |
| 15,16 | 14,9543 | 15,16 |
| 15,3 | 15,0742 | 15,3 |
| 16,2 | 15,194 | 16,2 |
| 16,7 | 15,3139 | 16,7 |
| 17 | 15,4337 | 17 |
| 17 | 15,5535 | 17 |
| 17,74 | 15,6734 | 17,74 |
| 18,4 | 15,7932 | 18,4 |
| 18,4 | 15,9131 | 18,4 |
| 18,9 | 16,0329 | 18,9 |
| 18,9 | 16,1528 | 18,9 |

Gambar 3.8 Hasil aplikasi Kille 3.1

Hasil menampilkan tiga kolom yaitu.

1. “*Min_month*” menunjukkan debit sungai minimum bulanan yang telah dipih dari periode waktu yang ditentukan.
2. “*Lin_Reg*” menampilkan nilai regresi linier yang ditentukan. Apabila nilai tidak dapat ditampilkan pada kolom kedua, nilai akan diekstrapolasi.
3. “*Exp_Reg*” menampilkan nilai debit yang dari rata-rata diperoleh air tanah rata-rata jangka panjang limpasan.

3.3.4 Validasi

Validasi merupakan proses lanjutan yang digunakan untuk mengetahui layak atau tidaknya parameter yang dihasilkan proses kalibrasi. Validasi dapat dilakukan jika terdapat data terukur yang digunakan sebagai data masukan model yang kemudian menghasilkan data simulasi (Setiawan, 2010). Proses validasi dilakukan pada data bagian kedua di setiap DAS dengan cara memasukkan nilai parameter optimal yang telah didapatkan dari proses kalibrasi ke dalam persamaan regresi linier. Proses validasi ini bertujuan untuk menguji nilai parameter yang diperoleh. Persamaan regresi linier adalah sebagai berikut.

$$y = ax + b \dots \dots \dots (3.1)$$

Keterangan:

y : variabel terikat

- a : kemiringan (*slope*)
 b : konstanta (*intercept*)
 x : variabel bebas (Kurniawan, 2008)

Selain itu, validasi dilakukan dengan pengujian menggunakan uji RMSE (*Root Mean Square Error*) untuk mengetahui tingkat kesalahan (*error*) yang dihasilkan pada saat pemodelan antara debit terukur dan debit terhitung. Persamaan RMSE adalah sebagai berikut:

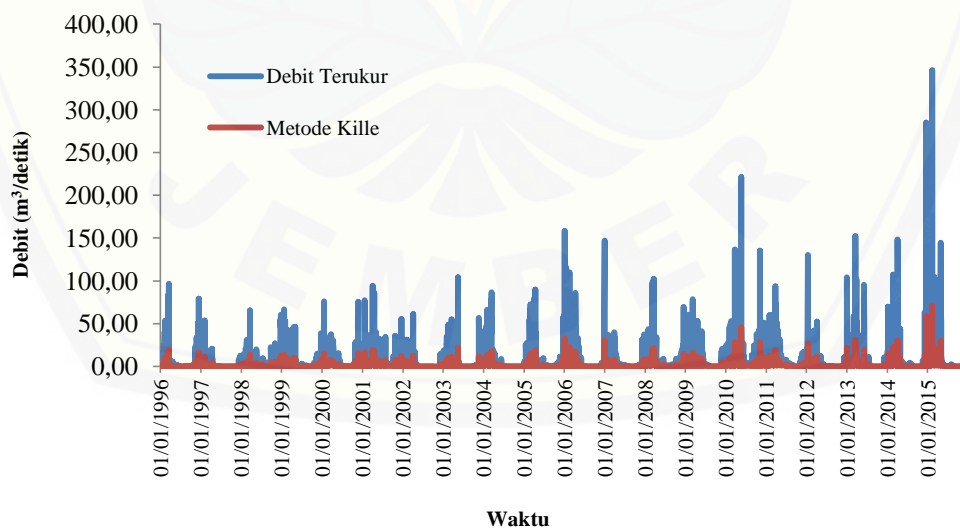
$$RMSE = \frac{\sqrt{\sum(Q_m - Q_0)^2}}{n} \dots\dots\dots (3.2)$$

Keterangan:

- Q_0 : debit terukur
 Q_m : debit terhitung
 n : jumlah sampel (Mulla dan Addiscott, 1999:30).

3.3.5 Pemisahan Aliran Dasar

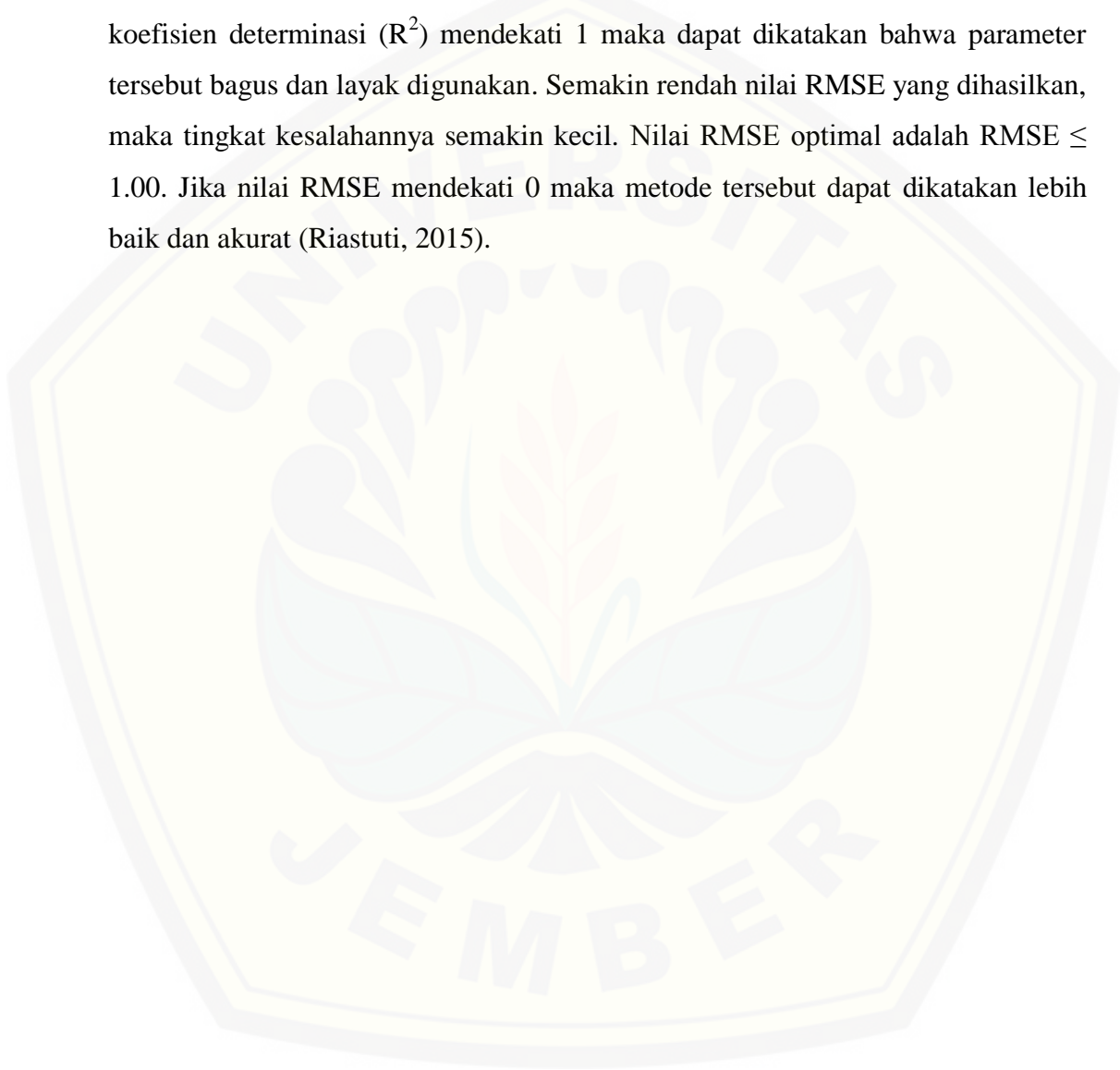
Pemisahan aliran dasar dilakukan dengan memasukkan data validasi (debit harian) dalam persamaan regresi linier sehingga menghasilkan nilai debit terhitung (*baseflow*). Contoh grafik pemisahan aliran dasar ditunjukkan Gambar 3.9.



Gambar 3.9 Contoh grafik pemisahan aliran dasar

3.3.6 Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan membandingkan nilai koefisien determinasi (R^2) dari proses kalibrasi dan nilai RMSE. Nilai koefisien determinasi (R^2) digunakan untuk menunjukkan tingkat kesesuaian antara debit terukur dan debit terhitung. Jika parameter yang digunakan pada proses kalibrasi menghasilkan nilai koefisien determinasi (R^2) mendekati 1 maka dapat dikatakan bahwa parameter tersebut bagus dan layak digunakan. Semakin rendah nilai RMSE yang dihasilkan, maka tingkat kesalahannya semakin kecil. Nilai RMSE optimal adalah $RMSE \leq 1.00$. Jika nilai RMSE mendekati 0 maka metode tersebut dapat dikatakan lebih baik dan akurat (Riastuti, 2015).



BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, maka kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut

1. Berdasarkan proses kalibrasi yang dilakukan, nilai koefisien determinasi DAS Pening lebih tinggi yaitu sebesar 0,98 daripada DAS Simoangrok sebesar 0,96. Hal ini menunjukkan bahwa metode Kille yang digunakan sesuai dan bekerja dengan baik pada proses kalibrasi di DAS Pening.
2. DAS Simoangrok memiliki nilai *baseflow* tertinggi pada 12 Februari 2015 sebesar 3,86 m³/detik dari debit terukurnya. Sedangkan DAS Pening memiliki nilai *baseflow* tertinggi pada 26 Maret 2011 sebesar 101,22 m³/detik dari debit terukurnya. Perbedaan nilai *baseflow* yang dihasilkan dipengaruhi oleh besarnya debit terukur yang dihasilkan. Hasil uji statistik RMSE yang dihasilkan pada DAS Simoangrok sebesar 0,06, sedangkan DAS Surabaya-Pening 0,34. Hal ini menunjukkan bahwa metode Kille yang digunakan pada DAS Simoangrok memiliki tingkat kesalahan yang lebih kecil daripada DAS Surabaya-Pening.

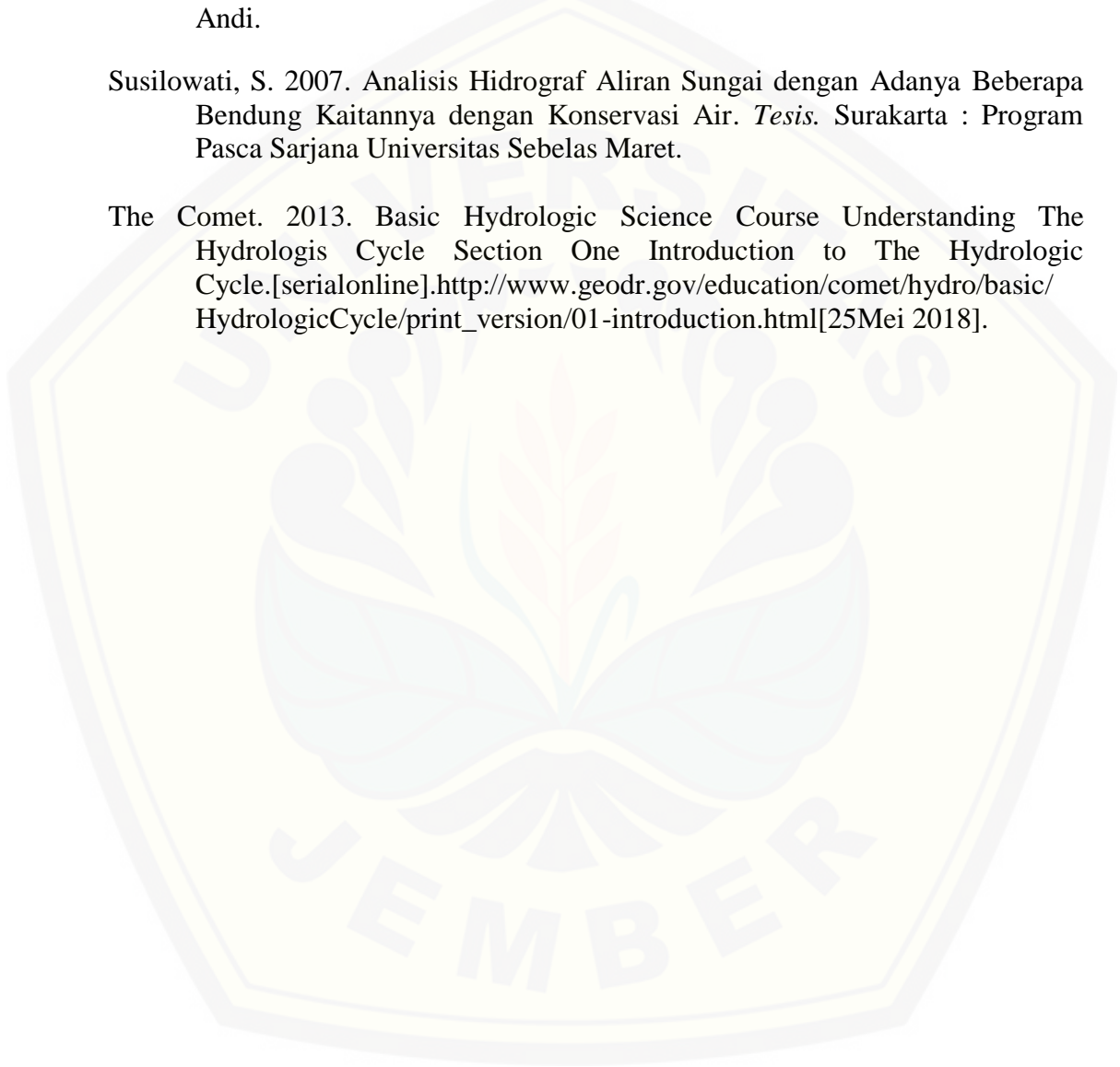
5.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya yaitu penggunaan data diharapkan lengkap sehingga dapat mendukung proses pengolahan. Penambahan metode dan ketersediaan data yang lengkap juga dapat diterapkan, guna menghasilkan informasi ketersediaan aliran dasar lebih banyak. Selain itu pada saat penentuan nilai parameter perlu diperhatikan karena dapat mempengaruhi kinerja dari metode yang digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, C. 2004. *Hidrologi dan Pengolahan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Fendekova, M dan M.Fendek. 1999. *Killeho metóda - teória a prax*. 77–87.
- Gregor, M. 2012. *User Manual for BFI+ 1*. Slovakia : Comenius University.
- Handayani, Y., S. Sigit., Fitriani dan K. Ariani. 2015. Model Hidrologi Untuk Analisis Banjir Berbasis Data Satelit. *Annual Civil Engineering Seminar 2015*. ISBN : 978-979-792-636-6
- Indarto. 2010. *Hidrologi Dasar Teori dan Contoh Aplikasi Model Hidrologi*. Jakarta: PT. Bumi Aksara.
- Indarto. 2016. *Hidrologi : Metode Analisis dan Tool Untuk Interpretasi Hidrograf Aliran Sungai*. Jakarta : PT. Bumi Aksara.
- Kille, K. 1970. Das Verfahren MoMnQ, ein Beitrag zur Berechnung der mittleren langjahrigen Grundwasserneue rbildung mitHilfe der monatlicher Niedrigwasserabflusse. <https://www.schweizerbart.de>. [Diakses pada 19 Juni 2019].
- Kurniawan, D. 2008. *Regresi Linier*. Austria : R Development Core Team.
- Machlica, A., M. Fendeková, dan M. Fendek. 2010. *Modelling of groundwater runoff parameters development in different geological conditions*. 2(2):103–112.
- Mulla, D.I. dan T.M. Addiscott, 1999. Validation Approaches For Field-, Basin-, And Regional Scale Water Quality Models. In: Assessment Of Non-Point Source Pollution In The Vadose Zone. *Geophysical Monograph 108*. Amirican Geophysical Union, Washington, DC.
- Riastuti, D. 2015. Kalibrasi 6 Metode RDF Untuk analisis Aliran Dasar Di Wilayah UPT PSDA (Unit Pelaksana Teknis Pengelolaan Sumberdaya Air) Lumajang. *Skripsi*. Jember : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

- Setiawan, E. 2010. Penggunaan *Solver* Sebagai Alat Bantu Kalibrasi Parameter Model Hujan Aliran Mataram : Universitas Mataram *Spektrum Sipil*. Vol. 1(1) : 72-79.
- Sugiarto, D.S. 2006. *Metode Statistika*. Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama
- Suripin. 2004. *Pelestarian Sumberdaya Tanah dan Air*. Yogyakarta : Penerbit Andi.
- Susilowati, S. 2007. Analisis Hidrograf Aliran Sungai dengan Adanya Beberapa Bendung Kaitannya dengan Konservasi Air. *Tesis*. Surakarta : Program Pasca Sarjana Universitas Sebelas Maret.
- The Comet. 2013. Basic Hydrologic Science Course Understanding The Hydrologic Cycle Section One Introduction to The Hydrologic Cycle.[serialonline].http://www.geodr.gov/education/comet/hydro/basic/HydrologicCycle/print_version/01-introduction.html[25Mei 2018].



LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel Hasil Kalibrasi menggunakan Aplikasi Modul Kille 3.1

| Lamong-Simoanggrok | | | Surabaya-Perning | | |
|--------------------|---------|---------|------------------|---------|---------|
| Min_Month | Lin_Reg | Exp_Reg | Min_Month | Lin_Reg | Exp_Reg |
| 0 | -0,2789 | 0,00 | 0 | 13,67 | 0,00 |
| 0 | -0,2669 | 0,00 | 0 | 13,89 | 0,00 |
| 0 | -0,2548 | 0,00 | 0 | 14,11 | 0,00 |
| 0 | -0,2427 | 0,00 | 7,86 | 14,33 | 7,86 |
| 0 | -0,2306 | 0,00 | 7,86 | 14,56 | 7,86 |
| 0 | -0,2186 | 0,00 | 7,86 | 14,78 | 7,86 |
| 0 | -0,2065 | 0,00 | 7,86 | 15,00 | 7,86 |
| 0 | -0,1944 | 0,00 | 7,86 | 15,23 | 7,86 |
| 0 | -0,1824 | 0,00 | 7,86 | 15,45 | 7,86 |
| 0,04 | -0,1703 | 0,04 | 8,14 | 15,67 | 8,14 |
| 0,04 | -0,1582 | 0,04 | 8,42 | 15,90 | 8,42 |
| 0,04 | -0,1461 | 0,04 | 8,42 | 16,12 | 8,42 |
| 0,04 | -0,1341 | 0,04 | 8,42 | 16,34 | 8,42 |
| 0,04 | -0,122 | 0,04 | 8,71 | 16,56 | 8,71 |
| 0,04 | -0,1099 | 0,04 | 8,71 | 16,79 | 8,71 |
| 0,06 | -0,0978 | 0,06 | 9,89 | 17,01 | 9,89 |
| 0,07 | -0,0858 | 0,07 | 10,19 | 17,23 | 10,19 |
| 0,07 | -0,0737 | 0,07 | 10,81 | 17,46 | 10,81 |
| 0,08 | -0,0616 | 0,08 | 11,76 | 17,68 | 11,76 |
| 0,08 | -0,0495 | 0,08 | 15,16 | 17,90 | 15,16 |
| 0,08 | -0,0375 | 0,08 | 16,7 | 18,13 | 16,70 |
| 0,09 | -0,0254 | 0,09 | 17,74 | 18,35 | 17,74 |
| 0,09 | -0,0133 | 0,09 | 18,4 | 18,57 | 18,40 |
| 0,09 | -0,0012 | 0,09 | 18,4 | 18,79 | 18,40 |
| 0,09 | 0,0108 | 0,09 | 18,9 | 19,02 | 18,90 |
| 0,09 | 0,0229 | 0,09 | 19,2 | 19,24 | 19,20 |
| 0,09 | 0,035 | 0,09 | 19,5 | 19,46 | 19,50 |
| 0,09 | 0,047 | 0,09 | 19,5 | 19,69 | 19,50 |
| 0,09 | 0,0591 | 0,09 | 19,5 | 19,91 | 19,50 |
| 0,09 | 0,0712 | 0,09 | 19,5 | 20,13 | 19,50 |
| 0,09 | 0,0833 | 0,09 | 19,9 | 20,36 | 19,90 |
| 0,11 | 0,0953 | 0,11 | 20,88 | 20,58 | 20,88 |
| 0,11 | 0,1074 | 0,11 | 21,69 | 20,80 | 21,69 |
| 0,12 | 0,1195 | 0,12 | 21,69 | 21,02 | 21,69 |
| 0,13 | 0,1316 | 0,13 | 21,69 | 21,25 | 21,69 |
| 0,13 | 0,1436 | 0,13 | 21,83 | 21,47 | 21,83 |
| 0,13 | 0,1557 | 0,13 | 22,24 | 21,69 | 22,24 |
| 0,13 | 0,1678 | 0,13 | 22,52 | 21,92 | 22,52 |

| Lamong-Simoanggrok | | | Surabaya-Perning | | |
|--------------------|---------|---------|------------------|---------|---------|
| Min_Month | Lin_Reg | Exp_Reg | Min_Month | Lin_Reg | Exp_Reg |
| 0,14 | 0,1799 | 0,14 | 22,6 | 22,14 | 22,60 |
| 0,14 | 0,1919 | 0,14 | 22,7 | 22,36 | 22,70 |
| 0,14 | 0,204 | 0,14 | 22,77 | 22,59 | 22,77 |
| 0,14 | 0,2161 | 0,14 | 22,77 | 22,81 | 22,77 |
| 0,16 | 0,2281 | 0,16 | 22,94 | 23,03 | 22,94 |
| 0,17 | 0,2402 | 0,17 | 23,1 | 23,25 | 23,10 |
| 0,19 | 0,2523 | 0,19 | 23,1 | 23,48 | 23,10 |
| 0,21 | 0,2644 | 0,21 | 23,2 | 23,70 | 23,20 |
| 0,21 | 0,2764 | 0,21 | 23,2 | 23,92 | 23,20 |
| 0,24 | 0,2885 | 0,24 | 23,22 | 24,15 | 23,22 |
| 0,26 | 0,3006 | 0,26 | 23,3 | 24,37 | 23,30 |
| 0,28 | 0,3127 | 0,28 | 23,4 | 24,59 | 23,40 |
| 0,31 | 0,3247 | 0,31 | 23,8 | 24,82 | 23,80 |
| 0,31 | 0,3368 | 0,31 | 24,21 | 25,04 | 24,21 |
| 0,31 | 0,3489 | 0,31 | 24,9 | 25,26 | 24,90 |
| 0,31 | 0,361 | 0,31 | 25,7 | 25,48 | 25,70 |
| 0,35 | 0,373 | 0,35 | 25,7 | 25,71 | 25,70 |
| 0,35 | 0,3851 | 0,35 | 25,9 | 25,93 | 25,90 |
| 0,36 | 0,3972 | 0,36 | 25,95 | 26,15 | 25,95 |
| 0,37 | 0,4093 | 0,37 | 26,1 | 26,38 | 26,10 |
| 0,38 | 0,4213 | 0,38 | 26,1 | 26,60 | 26,10 |
| 0,43 | 0,4334 | 0,43 | 26,1 | 26,82 | 26,10 |
| 0,43 | 0,4455 | 0,43 | 26,2 | 27,05 | 26,20 |
| 0,46 | 0,4575 | 0,46 | 26,2 | 27,27 | 26,20 |
| 0,46 | 0,4696 | 0,46 | 26,6 | 27,49 | 26,60 |
| 0,46 | 0,4817 | 0,46 | 26,8 | 27,72 | 26,80 |
| 0,65 | 0,6266 | 0,65 | 29,9 | 30,39 | 29,90 |
| 0,66 | 0,6386 | 0,64 | 30,6 | 30,61 | 30,60 |
| 0,69 | 0,6507 | 0,65 | 30,64 | 30,84 | 30,64 |
| 0,69 | 0,6628 | 0,67 | 30,8 | 31,06 | 30,80 |
| 0,71 | 0,6749 | 0,68 | 30,97 | 31,28 | 30,97 |
| 0,73 | 0,6869 | 0,70 | 31,2 | 31,51 | 31,20 |
| 0,76 | 0,699 | 0,72 | 31,5 | 31,73 | 31,50 |
| 0,79 | 0,7111 | 0,73 | 31,9 | 31,95 | 31,90 |
| 0,8 | 0,7232 | 0,75 | 32,88 | 32,18 | 32,88 |
| 0,82 | 0,7352 | 0,77 | 32,88 | 32,40 | 32,88 |
| 0,83 | 0,7473 | 0,79 | 33,04 | 32,62 | 33,04 |
| 0,84 | 0,7594 | 0,81 | 33,7 | 32,84 | 33,70 |
| 0,88 | 0,7715 | 0,83 | 34 | 33,07 | 34,00 |

| Lamong-Simoangrok | | | Surabaya-Perning | | |
|-------------------|---------|---------|------------------|---------|---------|
| Min_Month | Lin_Reg | Exp_Reg | Min_Month | Lin_Reg | Exp_Reg |
| 0,93 | 0,7956 | 0,87 | 34,6 | 33,51 | 34,60 |
| 0,99 | 0,8077 | 0,89 | 35 | 33,74 | 35,00 |
| 1,04 | 0,8197 | 0,91 | 35,1 | 33,96 | 34,53 |
| 1,05 | 0,8318 | 0,93 | 35,7 | 34,18 | 34,83 |
| 1,13 | 0,8439 | 0,95 | 35,83 | 34,41 | 35,13 |
| 1,18 | 0,856 | 0,97 | 36,1 | 34,63 | 35,43 |
| 1,21 | 0,868 | 1,00 | 36,4 | 34,85 | 35,74 |
| 1,22 | 0,8801 | 1,02 | 37,3 | 35,07 | 36,04 |
| 1,42 | 0,8922 | 1,05 | 37,5 | 35,30 | 36,35 |
| 1,48 | 0,9043 | 1,07 | 37,7 | 35,52 | 36,67 |
| 1,63 | 0,9163 | 1,10 | 37,85 | 35,74 | 36,98 |
| 1,66 | 0,9284 | 1,12 | 38,3 | 35,97 | 37,30 |
| 1,68 | 0,9405 | 1,15 | 40,1 | 36,19 | 37,62 |
| 1,74 | 0,9526 | 1,18 | 40,2 | 36,41 | 37,94 |
| 1,84 | 0,9646 | 1,21 | 40,2 | 36,64 | 38,27 |
| 1,91 | 0,9767 | 1,23 | 40,3 | 36,86 | 38,60 |
| 1,92 | 0,9888 | 1,26 | 40,4 | 37,08 | 38,93 |
| 2,06 | 1,0009 | 1,29 | 41,5 | 37,30 | 39,26 |
| 2,16 | 1,0129 | 1,33 | 43,1 | 37,53 | 39,60 |
| 2,16 | 1,025 | 1,36 | 43,3 | 37,75 | 39,94 |
| 2,44 | 1,0371 | 1,39 | 43,47 | 37,97 | 40,29 |
| 2,49 | 1,0491 | 1,42 | 43,6 | 38,20 | 40,63 |
| 2,56 | 1,0612 | 1,46 | 44,4 | 38,42 | 40,98 |
| 2,67 | 1,0733 | 1,49 | 45,6 | 38,64 | 41,33 |
| 2,83 | 1,0854 | 1,53 | 46,5 | 38,87 | 41,69 |
| 2,89 | 1,0974 | 1,56 | 48,2 | 39,09 | 42,05 |
| 2,94 | 1,1095 | 1,60 | 49,6 | 39,31 | 42,41 |
| 2,95 | 1,1216 | 1,64 | 49,73 | 39,53 | 42,77 |
| 2,96 | 1,1337 | 1,68 | 49,8 | 39,76 | 43,14 |
| 3,12 | 1,1457 | 1,72 | 53,32 | 39,98 | 43,51 |
| 3,24 | 1,1578 | 1,76 | 64,94 | 40,20 | 43,88 |

Lampiran 2. Perhitungan Uji RMSE

a. Rumus Uji *RMSE*

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

Keterangan: Q_m = debit terukur (m^3 /detik)
 Q_0 = debit terhitung (m^3 / detik)
 n = banyaknya sampel

b. Uji *RMSE* DAS Lamong-Simoangrok

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

$$RMSE = \frac{\sqrt{3051,11}}{920}$$

$$RMSE = \frac{55,24}{920}$$

$$RMSE = 0,06$$

c. Uji *RMSE* DAS Surabaya-Perning

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

$$RMSE = \frac{\sqrt{97215,27}}{920}$$

$$RMSE = \frac{311,79}{920}$$

$$RMSE = 0,34$$



