



**ANALISIS BANJIR BERBASIS METODE AMBANG
BATAS (THRESHOLD LEVEL METHOD)**
Studi Kasus UPT PSDA (Kediri, Surabaya, dan Pamekasan (Madura)).

SKRIPSI

Oleh

Prasitta Tsabit Qolbi
NIM 101710201037

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
2015**



**ANALISIS BANJIR BERBASIS METODE AMBANG
BATAS (THRESHOLD LEVEL METHOD)**

Studi Kasus UPT PSDA (Kediri, Surabaya, dan Pamekasan (Madura)).

SKRIPSI

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

Oleh

Prasitta Tsabit Qolbi
NIM 101710201037

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
2015**

PERSEMBAHAN

Karya Tulis Ilmiah ini saya persembahkan untuk orang tuaku:

SolekandanRini Karyati

Semoga beliau senantiasa diberi kesehatan, rahmat, dan rizki oleh Allah S.W.T
dan senantiasa mampu membimbing putra-putrinya



MOTTO

Dari Abu Abdur-Rahman Abdullah bin Umar bin Khathabra, berkata:
AkupernahmendengarRasulullah saw bersabda: 'Islam itudibangunatas

limapilar: 1. PersaksianbahwatiadaTuhanselain Allah,
dan Muhammad Rasul Allah, 2. Mendirikanshalat, 3.
Mengeluarkan zakat, 4.Melaksanakanibadah haji
keBaitullahdan 5. BerpuasaRamadhan.

(HR. Bukhari)

Orang-orang yang sukseselahbelajarmembuatdirimerekamelakukanhal yang
harusdikerjakanketikahalitumemangharusdikerjakan,
entahmerekamenyukainyaatautidak.

(Aldous Leonard Huxley)

Hal terindah yang
dapatkitaalamiadalahmisteri.Misteriadalahsumbersemuasenisejatidansemuailmupe
ngetahuan.

(Albert Einstein)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Prasitta Tsabit Qolbi

NIM : 101710201037

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul “AnalisisBanjirBerbasis MetodeAmbang Batas(*Threshold LevelMethod*) (Studi Kasus UPT PSDAKediri, Surabaya, dan Pamekasan (Madura))” adalah benar-benar hasil karya sendiri dan data yang saya olah inventaris dari hak publikasi milik Lab.

TeknikPengendalianKonservasiLingkunganFakultasTeknologiPertanianUniver sitasJember, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 03 Maret 2015

Yang menyatakan,

Prasitta Tsabit Qolbi
NIM. 101710201037

SKRIPSI

**ANALISIS BANJIR BERBASIS METODE AMBANG
BATAS(*THRESHOLD LEVELMETHOD*)**

Oleh:

Prasitta Tsabit Qolbi
NIM. 101710201037

Pembimbing

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

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

PENGESAHAN

Skripsi berjudul "**Analisis Banjir Berbasis Metode Ambang Batas (*Threshold Level Method*)**" telah diujidandisahkan oleh Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember pada:

Hari : Selasa

Tanggal : 03 Maret 2015

Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Tim Penguji:

Ketua

Anggota

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

Dr. Ir. Entin Hidayah M.U.M
NIP. 196612151995032001

Mengesahkan

Dekan

Dr. Yuli Witono S.TP., M.P.
NIP. 1969121298021001

RINGKASAN

Analisis Banjir Berbasis Metode Ambang Batas (*Threshold Level Method*);
Prasitta Tsabit Qolbi; 101710201037; 2015; 44 Halaman; Jurusan Teknik
Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Banjir adalah suatu keadaan sungai dimana aliran airnya tidak tertampung oleh palung sungai, karena debit air lebih besar dari kapasitas sungai yang ada. Banjir dapat terjadi karena curah hujan yang tinggi, intensitas, atau kerusakan penggunaan lahan yang salah. Metode TLM (*Threshold Level Method*) merupakan metode untuk menentukan ambang batas banjir dan untuk mengakumulasi total kejadian banjir yang selanjutnya diolah menjadi data kejadian banjir.

Metode TLM digunakan untuk menentukan ambang batas banjir secara hidrologi, dimana analisis banjir berupa aliran permukaan (*surface runoff*). Sehingga dalam melakukan proses analisis aliran permukaan, data yang diperlukan hanya data debit sungai pada periode tertentu, nilai debit yang melampaui ambang batas dikatakan mengalami kelebihan air yang selanjutnya dinyatakan sebagai peristiwa banjir. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kejadian banjir pada 11 DAS di tiga UPT PSDA Jawa Timur selama periode waktu 1996 sampai 2001.

Penelitian ini dilakukan mulai bulan November 2014 sampai dengan Januari 2015. Studi dilakukan pada 11 DAS terbagi dalam tiga UPT PSDA yaitu UPT PSDA Kediri, Surabaya, dan Pamekasan (Madura). 11 DAS tersebut yaitu (1) DAS Kertosono, (2) DAS Mojoroto, (3) DAS Ploso, (4) DAS Mojokerto, (5) DAS Pening, (6) DAS Simoangrok, (7) DAS Ambunten, (8) DAS Blega Telok, (9) DAS Nipah Tabanan, (10) DAS Pangilen, dan (11) DAS Propo. Perhitungan yang dihasilkan dari metode TLM adalah nilai ambang batas debit banjir pada setiap DAS, nilai ambang batas debit didapatkan dari penentuan persentil Q_{90} dari data rekaman debit yang digunakan, sehingga kejadian debit melampaui ambang batas yang telah ditentukan akan dikategorikan sebagai kejadian banjir, dan sesuai

dengan ketentuan TLM bahwa jika debit melampaui ambang batas yang ditentukan maka disebut banjir.

Berdasarkan analisis data yang dilakukan pada 11 DAS yang diamati, diketahui bahwa luas DAS tidak berpengaruh langsung terhadap besar dan kecilnya nilai ambang batas debit karena untuk menentukan nilai ambang batas debit hanya diperlukan rekaman data debit aliran sungai tanpa memperhitungkan luas DAS. Nilai ambang batas terbesar terdapat pada DAS Brantas Ploso dengan nilai ambang batas debit $424,00 \text{ m}^3/\text{s}$.

SUMMARY

Flood Analysis Method Based on Threshold Level Method; Prasitta Tsabit Qolbi; 101710201037; 2015; 44 pages; Agricultural Engineering Department, Faculty of Agriculture, University of Jember.

Flooding is a state of the river where the water flow is not accommodated by the river bed, as discharge water is greater than the capacity of the existing river. Flooding can occur due to high rainfall, intensity, or damage to any land use. TLM method (Threshold Level Method) is a method for determining the threshold of flooding and to accumulate the total incidence of flooding further processed into a flood event data.

TLM method is used to determine the threshold flood hydrology, where the analysis of flood in the form of runoff (surface run-off). Thus, in the process of surface flow analysis, data required only river flow data at a certain period, the value of which exceeded the threshold discharge of excess water which is said to hereinafter referred to as flood events. This study aims to analyze the incidence of drought in 11 watersheds area in three Technical Implementation Water Resources Management Unit East Java during the time period 1996-2001.

This study was conducted from November 2014 to January 2015. at the 11 watersheds area was divided into three Technical Implementation Water Resources Management Unit that Technical Implementation Water Resources Management Unit Kediri, Surabaya, and Pamekasan (Madura). 11 watersheds area was that (1) watershed area Kertosono, (2) watershed area Mojoroto, (3) watershed area Ploso, (4) watershed area Mojokerto, (5) watershed area Perning, (6) watershed area Simoangrok, (7) watershed area Ambunten, (8) watershed area Blega Telok, (9) watershed area Nipah Tabanan, (10) watershed area Pangilen, and (11) watershed area Propo. The resulting calculation of the TLM method is the threshold value at each watershed flood discharge, discharge threshold value obtained from the determination of Q90 percentile of the data used discharge records, so that the flow of events beyond a predetermined threshold would be categorized as a flood event, and according to

the TLM provision that if the discharge exceeded a specified threshold then called flooding.

Based on the data analysis performed at 11 watersheds area was observed, it is known that the watershed area not directly influence the large and small threshold value to determine the discharge because the discharge threshold value is only required data record river flow regardless of watershed area. The threshold values are greatest in the watershed area Brantas Ploso the threshold value debit 424.00 m³/s.



PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT, atas segala rahmat dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “AnalisisBanjirBerbasis MetodeAmbang Batas(*Threshold LevelMethod*)(Studi Kasus UPT PSDA Kediri, Surabaya, dan Pamekasan (Madura))”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Program Studi Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. DekanFakultasTeknologiPertaniandanKetuaJurusanTeknikPertanianUniversita sJemberatassegalainspirasi yang diberikanuntukkampustercinta;
2. Prof. Dr. Indarto, S.TP, DEA., selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah meluangkan tenaga, waktu, pikiran, dan perhatian dalam membimbing penulisan sehingga terselesaikannya karya ilmiah ini;
3. Dr. Sri Wahyuningsih, SP., MT., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perbaikan dalam penulisan sehingga terselesaikannya karya ilmiah ini;
4. Dr. ElidaNovita, S.TP., MT., dan Almarhum Ir. Suryanto, M.P.,sebagai Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa;
5. Ir. Muharjo Pudjojono selaku dosen dan Komisi Bimbingan Jurusan Teknik Pertanian;
6. Seluruh dosen pengampu mata kuliah, terima kasih atas ilmu dan pengalaman yang diberikan serta bimbingan selama studi di Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
7. Seluruh staf dan karyawan di lingkungan Fakultas Teknologi Pertanian, terima kasih atas bantuan dalam mengurus administrasi dan yang lainnya;

8. Orangtuasaya, ibundaRini KaryatidanAyahandaSolekan tercinta yang selalumendoakandalamsetiapsaat;
9. Adik-adikkutersayangHaris SudanadanSaroyaa
Asdaayangselalumemberisemangatdandoa;
10. Sahabat-sahabatkuHolid B.W., Isnani Didi P., Herwan Safi'i, Ahmad Faruq K., danDimmas R.yang
mendukungdanmemotivasipenulisdalampenulisanKaryaTulisIlmiahini;
11. Sahabat-sahabatku*Map Team* 2010 (Afif Amiludin, Ahmad Faruq Kahar, Andry Nurdiansah, Faisol Zahroni, Holid Bin Walid, Isnani Didi Priyanto, Diesty Riastuti, Natalia Desi, Zenita sintya, Ari Eviana, Desi Ratna Sari, Wulandari, dan Novitasari.);
12. Teman-teman kontrakan D12
yangmemotivasidalampenulisanKaryaTulisIlmiahini;
13. Teman-temankuTeknikPertanianangkatan 2010 yang
penuhdengansemangatdankasihsayangterimakasihatasnasehatsertamotivasinya
;
14. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah membantu baik tenaga maupun pikiran dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan skripsi ini.

Semoga Allah SWT melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya kepada mereka semua. Penulis juga menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua.

Jember, 10 Februari 2015

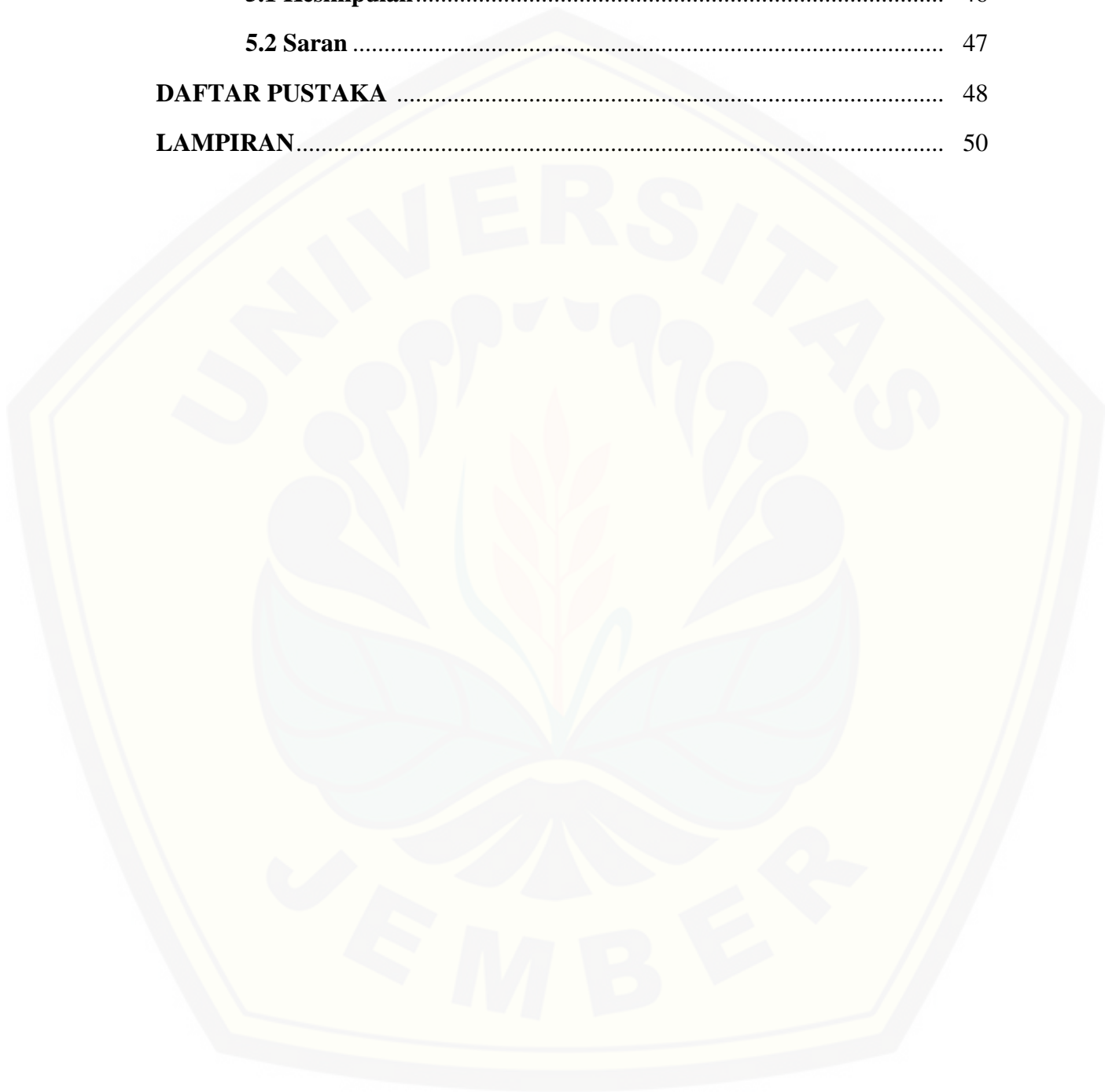
Penulis

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|---|---------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PERSEMBAHAN | ii |
| HALAMAN MOTTO | iii |
| HALAMAN PERNYATAAN | iv |
| HALAMAN PEMBIMBINGAN | v |
| HALAMAN PENGESAHAN | vi |
| RINGKASAN | vii |
| SUMMARY | ix |
| PRAKATA | xi |
| DAFTAR ISI | xiii |
| DAFTAR TABEL | xvi |
| DAFTAR GAMBAR | xvii |
| BAB 1. PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Perumusan Masalah | 2 |
| 1.3 Batasan Masalah | 3 |
| 1.4 Manfaat Penelitian | 3 |
| BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA | 4 |
| 2.1 Definisi Banjir | 4 |
| 2.2 Daerah Aliran Sungai (DAS) | 4 |
| 2.3 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Banjir | 6 |
| 2.4 Karakteristik Hujan | 6 |
| 2.5 Nilai Ambang Batas Banjir | 7 |
| 2.6 Metode Penentuan Nilai Ambang Batas Banjir | 8 |

| | |
|--|-----------|
| 2.6.1 Indeks Debit Inflow | 8 |
| 2.6.2 Indeks Luas Genangan..... | 8 |
| 2.6.3 Indeks Kedalaman Genangan..... | 9 |
| 2.6.4 Indeks Waktu Genangan | 10 |
| 2.6.5 Indeks Banjir | 10 |
| 2.6.6 Metoda Rasional..... | 11 |
| 2.7 TLM (Threshold Level Method) | 14 |
| BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN | 16 |
| 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian | 16 |
| 3.2 Alat dan Bahan Penelitian | 17 |
| 3.2.1 Alat Penelitian | 17 |
| 3.2.2 Bahan Penelitian..... | 17 |
| 3.3 Tahap Penelitian | 19 |
| 3.3.1 Inventarisasi Data..... | 20 |
| 3.3.2 Layouting Peta..... | 20 |
| 3.3.3 Olah Data Statistik | 20 |
| 3.3.4 Penentuan Ambang Batas Debit Banjir..... | 21 |
| 3.3.5 Analisis Kejadian Banjir | 22 |
| 3.3.6 Identifikasi Karakteristik DAS | 25 |
| BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN | 26 |
| 4.1 Lokasi DAS yang Diamati | 26 |
| 4.2 Karakteristik DAS | 26 |
| 4.3 Karakteristik Curah Hujan | 29 |
| 4.4 Karakteristik Debit..... | 30 |
| 4.5 Analisis Frekuensi Debit | 32 |
| 4.6 Metode Ambang Batas | 35 |
| 4.7 Periode Kejadian Banjir | 37 |

| | |
|---|----|
| 4.8 Penentuan Bulan Rawan Banjir Dalam Tahun dan Bulan..... | 38 |
| BAB 5. PENUTUP | 46 |
| 5.1 Kesimpulan | 46 |
| 5.2 Saran | 47 |
| DAFTAR PUSTAKA | 48 |
| LAMPIRAN | 50 |



DAFTAR TABEL

| | Halaman |
|--|---------|
| Tabel 2.1 Klasifikasi Luasan DAS..... | 6 |
| Tabel 2.2 Klasifikasi Curah Huan Tahunan | 7 |
| Tabel 3.1 Tabel luasan wilayah UPT PSDAWS Madura | 17 |
| Tabel 3.2 Tabel luasan wilayah UPT PSDAWS Puncu Selodono, dan Butung Paketingan | 18 |
| Tabel 3.3 Contoh Analisis Debit Menggunakan Metode TLM | 25 |
| Tabel 4.1 Karakteristik Fisik DAS..... | 27 |
| Tabel 4.2 Pengelompokan DAS Sampel Berdasarkan Variasi Luasannya | 29 |
| Tabel 4.3 Karakteristik Curah Hujan | 30 |
| Tabel 4.4 Karakteristik Debit Berdasarkan bentuk DAS | 31 |
| Tabel 4.5 Analisis Frekuensi Kejadian Debit 11 DAS Berdasarkan Balai Tahun 1996-2001..... | 34 |
| Tabel 4.6 Nilai ambang batas dengan menggunakan Q_{90} | 36 |
| Tabel 4.7 Perbandingan Peristiwa Kejadian Banjir | 39 |
| Tabel 4.8 Peristiwa Kejadian Banjir Periode 1996-2001..... | 39 |
| Tabel 4.9 Sebaran Bulan Rawan Banjir DAS Bentuk Memanjang | 41 |
| Tabel 4.10 Sebaran Bulan Rawan Banjir DAS Bentuk Melebar | 44 |

DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|--|---------|
| Gambar 2.1 Lokasi DAS Yang Digunakan Dalam Penelitian | 4 |
| Gambar 2.2Tampilan Menu <i>Threshold Manager</i> | 13 |
| Gambar 2.3Grafik <i>Floods Assessment</i> | 13 |
| Gambar 2.4Tampilan <i>Tool TLM</i> Pada <i>Software Hydro Office</i> | 14 |
| Gambar 3.1 Layout Peta UPT PSDAWS Madura, Puncu Selodono, dan Butung Paketingan | 15 |
| Gambar 3.2Layout Peta UPT PSDAWS Madura | 16 |
| Gambar 3.3 Layout Peta UPT PSDAWS Puncu Selodono, dan Butung Paketingan | 17 |
| Gambar 3.4 Diagram Alir Penelitian | 18 |
| Gambar 3.5 Proses <i>Threshold Manager</i> | 23 |
| Gambar 3.6 Grafik <i>time series</i> Debit DAS Brantas Mojoroto | 24 |
| Gambar 4.2 Frekuensi Kejadian Debit pada DAS Bentuk Memanjang | 35 |
| Gambar 4.3 Frekuensi Kejadian Debit pada DAS Bentuk Melebar | 35 |
| Gambar 4.4 HubunganNilai Q_{90} denganluas DAS | 37 |

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Secara astronomis Provinsi Jatim terletak antara $111^{\circ},0'$ - $114^{\circ},4'$ Bujur Timur dan $7^{\circ},12'$ - $8^{\circ},48'$ Lintang Selatan. Sebagian besar wilayah Jawa Timur terdiri dari 90% wilayah daratan dan 10% wilayah kepulauan termasuk Madura. Berdasarkan letak geografis Provinsi Jawa Timur, dapat diperkirakan merupakan wilayah yang rawan terjadi bencana banjir. Banjir adalah suatu aliran berlebih yang melampaui kapasitas tampung tebing atau tanggul sungai sehingga menggenangi daerah sekitarnya dan menyebabkan atau mengancam kerusakan daerah sekitarnya.

Banjir merupakan bencana alam yang sering terjadi baik dilihat dari intensitasnya pada suatu tempat maupun jumlah lokasi kejadian. Dalam setahun di Jawa Timur sekitar 40% dari bencana alam adalah banjir. Pada tempat-tempat tertentu, banjir merupakan rutinitas tahunan, lokasi kejadian nyarisaperkotaan atau pedesaan, negarasedang berkembang atau negarajumlah sekalipun. Beberapa UPT PSDA (Unit Pelaksana Teknis Pengelolaan Sumber Daya Air) yang terdapat di Jawa Timur diantaranya UPT PSDA Kediri, Surabaya, dan Pamekasan (Madura) merupakan beberapa wilayah yang sering terjadi banjir. Berdasarkan uraian di atas, maka dianggap perlu untuk melakukan penelitian mengenai zona tingkat kerawanan banjir dengan Sistem Informasi Geografis (SIG) pada ketiga UPT PSDA tersebut (Badan Nasional Penanggulangan Bencana 2014).

Berdasarkan jumlah kejadian banjir dan kerugian yang diakibatkan, untuk mengatasi permasalahan-permasalahan yang ada diperlukan informasi berupa data aktual sekaligus data geografisnya untuk mengetahui keadaan suatu wilayah sebagai penunjang program pemerintah untuk merealisasikan dan membenahi permasalahan yang ada. Dilihat dari perkembangan teknologi informasi yang semakin meningkat seiring dengan kebutuhan manusia akan suatu informasi yang

cepat dan tepat maka diperlukan suatu metode, seperti salah satunya adalah *software hydro office* yang didalamnya ada *tool Threshold Level Method* (TLM) yaitu suatu metode untuk mengetahui ambang batas terjadinya banjir, sehingga dapat dilakukan upaya pencegahan atau penanggulangan banjir. Dengan menggunakan metode TLM ambang batas banjir dapat diketahui dimana debit yang melampaui ambang batas merupakan peristiwa banjir.

Penelitian ini dilakukan untuk menentukan batasan debit atau ambang batas yang dinyatakan sebagai nilai ambang batas banjir pada beberapa DAS di wilayah Jawa Timur untuk periode 1996-2001 dengan menggunakan metode TLM. Metode TLM pada prinsipnya melihat kondisi debit di sungai dalam melakukan analisis nilai ambang batas banjir. Peristiwa banjir ditentukan dengan cara melihat debit yang berada di atas garis batas ambang batas. Nilai ambang batas diperoleh dari perhitungan persentil Q_{90} terhadap keseluruhan data debit harian periode 1996-2001. Nilai ambang batas banjir nantinya jugadigunakan sebagai dasar dalam memetakan wilayah-wilayah pada beberapa DAS Jawa Timur yang dianggap rawan banjir, dengan begitu data yang dihasilkandapat dijadikan acuan untuk dilakukan antisipasi atau memperkecil resiko banjir yang terjadi.

1.2 Perumusan Masalah

Penentuan batasan debit banjir sangat perlu dilakukan sebagai langkah awal untuk mengantisipasi terjadinya banjir, karena batasan debit banjir digunakan sebagai acuan dalam pendugaan banjir saat sungai akan mengalami peningkatan debit air yang dapat mengakibatkan banjir. Penentuan ambang batas banjir diperlukan sebagai langkah awal dalam mengantisipasi terjadinya banjir tahunan atau musiman. Dari uraian di atas maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah menentukan ambang batas dan kejadian banjir pada UPT PSDA Kediri, Surabaya, dan Pamekasan (Madura).

1.3 Batasan Masalah

Batasan dari penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Analisis nilai ambang batas banjir menggunakan data debit aliran sungai sebagai sumber analisis;
2. Analisis banjir hanya dilakukan pada DAS/sub DAS pada balai Pamekasan (Madura), Kediri, dan Surabaya;
3. Analisis banjir yang dilakukan khusus hanya pada banjir secara hidrologi dengan memperhatikan liran permukaan (*surface run off*);
4. Penentuan ambang batas hanya menggunakan percentil Q_{90} ;
5. Penentuan banjir hanya berdasarkan pengaruh karakteristik DAS.

1.4 Tujuan dan Manfaat

1.4.1 Tujuan

Adapun tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan nilai debit banjir berdasarkan ambang batas Q_{90} pada masing-masing DAS dengan menggunakan metode *Threshold Level Method* (TLM);
2. Menentukan jumlah kejadian banjir pada masing-masing DAS.

1.4.2 Manfaat

Adapun manfaat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi guna perencanaan yang tepat terhadap wilayah lokasi banjir berdasarkan pada nilai ambang batas debit sungai;
2. Penelitian ini diharapkan dapat menambah pengetahuan, pengalaman belajar terkait dengan banjir hidrologi serta dapat dijadikan perbandingan untuk melakukan penelitian lebih lanjut.

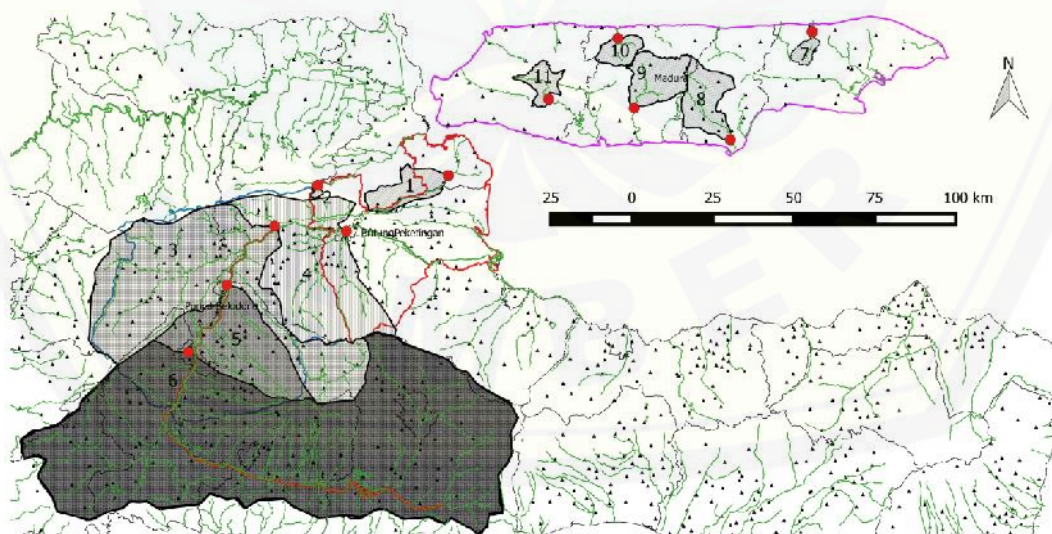
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Banjir

Banjir adalah suatu keadaan sungai dimana aliran airnya tidak tertampung oleh palung sungai, karena debit air lebih besar dari kapasitas sungai yang ada. Banjir dapat disebabkan oleh curah hujan yang tinggi, dan tata kelola lahan yang salah (Sulianti, 2008:3).

2.2 Daerah Aliran Sungai (DAS)

DAS atau Daerah Aliran Sungai (*catchment, basin, watershed*) merupakan daerah dimana semua airnya mengalir ke dalam sungai utama. Daerah ini umumnya dibatasi oleh batas topografi, yang berarti ditetapkan berdasar aliran air permukaan. Batas ini tidak ditetapkan berdasar air bawah tanah karena permukaan air tanah selalu berubah sesuai dengan musim dan tingkat kegiatan pemakaian. Nama sebuah DAS ditandai dengan nama sungai yang bersangkutan dan dibatasi oleh titik kontrol, yang umumnya merupakan stasiun hidrometri. Memperhatikan hal tersebut berarti sebuah DAS dapat merupakan bagian dari DAS lain. Dalam sebuah DAS kemudian dibagi dalam area yang lebih kecil menjadi sub DAS (Harto, 1993:2).



Gambar 2.1 Lokasi DAS Yang Digunakan Dalam Penelitian

Laju dan volume aliran permukaan makin bertambah besar dengan bertambahnya luas DAS. Tetapi apabila aliran permukaan tidak dinyatakan sebagai jumlah total dari DAS, melainkan sebagai laju dan volume per satuan luas, besarnya akan berkurang dengan bertambahnya luasnya DAS. Ini berkaitan dengan waktu yang diperlukan air untuk mengalir dari titik terjauh sampai ke titik kontrol (waktu konsentrasi) dan juga penyebaran atau intensitas hujan. Bentuk DAS mempunyai pengaruh pada pola aliran dalam sungai. Pengaruh bentuk DAS terhadap aliran permukaan dapat ditunjukkan dengan memperhatikan hidrograf-hidrograf yang terjadi pada dua buah DAS yang bentuknya berbedan namun mempunyai luas yang sama dan menerima hujan dengan intensitas yang sama. Bentuk DAS yang memanjang dan sempit cenderung menghasilkan laju aliran permukaan yang lebih kecil dibandingkan dengan DAS yang berbentuk melebar atau melingkar. Hal ini terjadi karena waktu konsentrasi DAS yang memanjang lebih lama dibandingkan dengan DAS yang melebar, sehingga terjadinya konsentrasi air di titik kontrol lebih lambat yang berpengaruh pada laju dan volume aliran permukaan. Faktor bentuk juga dapat berpengaruh pada aliran permukaan apabila hujan yang terjadi tidak serentak diseluruh DAS, tetapi bergerak dari ujung yang satu ke ujung lainnya. Pada DAS memanjang laju aliran akan lebih kecil karena aliran permukaan akibat hujan di hulu belum memberikan kontribusi pada titik kontrol ketika aliran permukaan dari hujan di hilir telah habis, atau mengecil. Sebaliknya pada DAS melebar, datangnya aliran permukaan dari semua titik di DAS tidak terpaut banyak, artinya air dari hulu sudah tiba sebelum aliran dari hilir mengecil/habis (Suripin, 2004:2-3).

Luas merupakan karakteristik dari suatu DAS yang sangat penting, hal ini dikarenakan luas DAS dapat mempengaruhi karakteristik – karakteristik lain dari suatu DAS tersebut. Secara garis besar dapat dikatakan bahwa semakin luas DAS, debit yang dihasilkan akan semakin besar pula. Hal ini dikarenakan semakin luas DAS maka hujan yang ditangkap akan semakin besar pula. Tabel

2.1 merupakan klasifikasi luasan DAS yang biasanya digunakan dalam identifikasi karakteristik fisik DAS.

Tabel 2.1 Klasifikasi Luasan DAS

| No | Luasan (km ²) | Keterangan |
|----|---------------------------|--------------|
| 1 | 1 < 100 | Sangat Kecil |
| 2 | 100 - < 1000 | Kecil |
| 3 | 1000 - < 5000 | Sedang |
| 4 | 5000 - < 15000 | Besar |
| 5 | > 15000 | Sangat Besar |

(Sumber : Kementerian Kehutanan Dirjen BPDAS dan Perhutanan Sosial, 2013)

2.3 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Banjir

Menurut Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (2006:8-9) faktor penyebab terjadinya banjir di Pulau Jawa berbeda-beda untuk setiap wilayah, sehingga upaya pengendalian bersifat spesifik sesuai karakteristik wilayah yang bersangkutan. Beberapa penyebab utama terjadinya banjir antara lain sebagai berikut:

- a. Pendangkalan/Agradasi Dasar Sungai / Sedimentasi
- b. Meluapnya Aliran Sungai Melalui Tanggul
- c. Kondisi Saluran Drainase yang Kurang Baik
- d. Efek Backwater
- e. Kurang Berfungsinya Pintu Pengendali Banjir pada Sungai.

2.4 Karakteristik Hujan

Curah hujan merupakan ketinggian air hujan yang terkumpul dalam tempat yang datar, tidak menguap, tidak meresap, dan tidak mengalir. Curah hujan 1 (satu) milimeter artinya dalam luas satu meter persegi pada tempat yang datar tertampung air setinggi satu milimeter atau tertampung air sebanyak satu liter. Satu curah hujan seludinyata dalam satuan millimeter atau inchi untuk di Indonesia satu curah hujan yang digunakan adalah dalam satuan millimeter (mm). Hujan merupakan input air yang masuk dalam suatu DAS, oleh karena itu mengetahui besarnya curah hujan sangat penting

(Kementerian Kehutanan Dirjen BPDAS dan Perhutanan Sosial, 2013). Tabel 2.2

merupakan klasifikasi curah hujan yang yang digunakan dalam kajian karakteristik DAS :

Tabel 2.2 Klasifikasi Curah Hujan Tahunan

| No | Curah Hujan (mm/tahun) | Keterangan |
|----|------------------------|---------------|
| 1 | > 1500 | sangat rendah |
| 2 | 1500 - < 2000 | Rendah |
| 3 | 2000 - < 2500 | Sedang |
| 4 | 2500 - < 3000 | Tinggi |
| 5 | \geq 3000 | sangat tinggi |

(Sumber : Kementerian Kehutanan Dirjen BPDAS dan Perhutanan Sosial, 2013)

2.5 Nilai Ambang Batas Banjir

Model nilai ambang batas banjir berkaitan dengan pengaruh hidrologi yang terkait dengan masalah banjir. Pengaruh hidrologi adalah curah hujan dan turunannya yaitu hidrograf inflow, sedangkan pengaruh dampaknya adalah luas genangan, kedalaman genangan dan waktu genangan. nilai ambang batas banjir dibagi dari empat komponen batasan banjir, yaitu debit puncak, luas genangan, kedalaman genangan dan waktu genangan. Masing-masing komponen nilai ambang batas diformulasikan sebagai harga perbandingan/rasio antar selisih menjadi dengan harga minimum dibanding dengan selisih antara harga maksimum dengan minimum. Nilai ambang batas banjir jug dapat dihubungkan dengan komulatif hujan maksimum wilayah yang terjadi di lahan dengan hasil yang baik, sehingga akan mudah untuk mendapatkan nilai ambang batas banjir hanya dengan mengetahui komulatif hujan maksimum pada DAS dan sub DAS. dan selanjutnya dengan menggunakan grafik hubungan nilai ambang batas dengan debit inflow (Q_p), hubungan nilai ambang batas banjir dengan luas genangan (A_g), hubungan banjir dengan kedalaman genangan (H_g) dan hubungan nilai ambang batas banjir dengan lama genangan (T_g) parameter-parameter banjir dapat diperkirakan dengan mudah (Suryadi, 2007:156-157).

2.6 Metode Penentuan Nilai Ambang Batas Banjir

Dalam merumuskan indeks banjir diperlukan nilai batas yang dapat menggambarkan kadar dampaknya akibat banjir tersebut. Nilai batastersebut diturunkan dari variabel pembentuk nilai indeks banjir, yaitu debit banjir, luas genangan, kedalaman genangan dan waktu genangan.

2.6.1 Indeks Debit Inflow

Debit inflow yang dimaksud adalah debit yang masuk ke sungai utama hasil simulasi *rainfall runoff* dari sebuah DAS. Karena indeks yang didesain adalah indeks debit inflow yang merupakan bagian dari indeks banjir, maka tidak semua debit puncak dapat digunakan dalam menentukan nilai indeks debit. Hanya debit-debit puncak yang dapat menimbulkan banjir saja yang berpengaruh dalam menentukan indeks debit. Indeks Debit Inflow dirumuskan sebagai perbandingan antara debit banjir yang terjadi dikurangi debit minimum dengan tenggang debit antara maksimum dengan minimum seperti persamaan 2.1 :

$$IQ_i = \frac{Q_{i\ t} - Q_{i\ min}}{Q_{i\ maks} - Q_{i\ min}} \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan:

IQ_i: Indeks debit inflow

Q_{it} : debit saat kejadian banjir

Q_{imin} : debit minimum yang menyebabkan banjir

Q_{imaks} : debit maksimum yang menyebabkan banjir.

2.6.2 Indeks Luas Genangan

Yang dimaksud dengan luas genangan dalam penelitian ini adalah luas genangan yang terjadi pada dataran banjir akibat luapan air sungai sepanjang sungai yang dimodelkan. Besar kecilnya luas genangan yang terjadi merupakan fungsi besar kecilnya debit inflow, artinya semakin besar debit banjir akan semakin besar juga luas genangan yang terjadi. Berdasarkan kondisi tersebut diatas maka penurunan persamaan Indeks Luas Genangan analog dengan Indeks Debit Inflow. Dalam hal ini *Amin* artinya luas genangan yang diakibatkan oleh debit minimum dan *Amaks* adalah luas genangan yang diakibatkan oleh debit maksimum. Berdasarkan penjelasan di atas maka dirumuskan bahwa Indeks Luas

Genangan adalah perbandingan antara luas genangan yang terjadi dikurangi luas genangan minimum dengan selisih luas genangan maksimum dengan luas genangan minimum seperti persamaan 2.2 :

$$IA = \frac{At - A_{min}}{A_{maks} - A_{min}} \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan:

IA : indeks luas genangan

At : luas genangan saat kejadian banjir

A_{min} : luas genangan minimum yang terjadi akibat banjir

A_{maks}: luas genangan maksimum yang terjadi akibat banjir.

2.6.3 Indeks Kedalaman Genangan

Kedalaman genangan akibat banjir di dataran banjir sangat bervariasi, tergantung posisi dan elevasi tanah terhadap elevasi muka air yang terjadi. Dalam kenyataannya di lapangan, data hasil observasi yang menyatakan kedalaman banjir tidak mempunyai posisi yang jelas dimana sebenarnya kedalaman tersebut berada dan sampai saat ini belum ada acuan yang menyatakan tentang hal tersebut. Akan tetapi data kedalaman yang disebutkan biasanya merupakan kedalaman maksimum yang terjadi saat banjir tersebut. Berdasarkan kenyataan di atas, maka sebagai pendekatan dalam penelitian ini bahwa kedalaman genangan yang dimaksud adalah rata-rata kedalaman maksimum dari zona kedalaman tertentu, seperti persamaan 2.3 :

$$Hi = \frac{HA1.A1 + \dots + HAn.An}{A_{total}} \dots\dots\dots (2.3)$$

Keterangan:

Hi : kedalaman genangan

A1....An : luas genangan pada zona tertentu

HA1 : kedalaman pada zona tertentu

A_{total} : luas total genangan.

Kedalaman genangan merupakan fungsi dari besarnya debit yang mengakibatkan banjir, semakin besar debit banjir maka akan semakin dalam genangan yang terjadi pada suatu lokasi. Dengan demikian persamaan indeks

kedalaman genangan analog dengan indeks debit banjir maupun indeks luas genangan seperti persamaan 2.4.

$$IH = \frac{Ht - H_{min}}{H_{maks} - H_{min}} \dots \dots \dots (2.4)$$

Keterangan:

IH : indeks kedalaman genangan

Ht : kedalaman genangan rata-rata saat kejadian banjir

Hmin : kedalaman genangan minimum rata-rata terjadi

Hmaks : kedalaman genangan maksimum rata-rata terjadi.

2.6.4 Indeks Waktu Genangan

Sama halnya dengan kedalaman genangan, waktu genangan mempunyai harga yang berbeda untuk setiap posisi. Lebih spesifik lagi, untuk kedalaman maksimum yang sama pada posisi yang berbeda, belum tentu mempunyai waktu genangan yang sama. Dengan demikian sebagai patokan dalam menentukan waktu genangan dalam setiap kejadian banjir, ditentukan sebuah lokasi yang selalu terkena genangan banjir sejak awal kejadian banjir sampai surut. Waktu genangan berkorelasi dengan besarnya debit dan kedalaman genangan, sehingga dalam menurunkan persamaan Indeks Waktu Genangan analog juga dengan kedua persamaan tersebut. Indeks Waktu Genangan dirumuskan sebagai perbandingan antara waktu genangan yang terjadi pada saat kejadian banjir dikurangi waktu minimum banjir dengan tenggang waktu antara waktu genangan maksimum dengan minimum persamaan 2.5 :

$$IT = \frac{Tt - T_{min}}{T_{maks} - T_{min}} \dots \dots \dots (2.5)$$

Keterangan:

IT : indeks waktu genangan

Tt : waktu genangan saat kejadian banjir

Tmin : waktu genangan minimum saat terjadi banjir

Tmaks: waktu genangan maksimum saat terjadi banjir.

2.6.5 Indeks Banjir

Dalam perumusan Indeks Banjir yang menjadi pokok masalah adalah bagaimana merumuskan nilai indeks dari beberapa karakteristik indeks yang sudah ada menjadi sebuah nilai indeks yang dapat mempresentasikan indeks-indeks pembentuknya. Dengan karakteristik indeks yang berbeda, maka persamaan sederhana Indeks Banjir yang dapat mengakomodasinya adalah persamaan 2.6 :

$$IB = aIQ + b.IA + c.IH + d.IT \dots\dots\dots(2.6)$$

Keterangan:

IB: Indeks banjir

IQ : Indeks debit puncak

IA : Indeks luas genangan

IH : Indeks kedalaman genangan

IT : Indeks waktu genangan

a, b, c, d adalah konstanta variabel hasil simulasi (Suryadi, 2007:159-161).

Dalam menentukannilai ambang batas banjir diperlukan persamaan untuk mencari nilai batas debit banjir. Berikut merupakan beberapa persamaan untuk menentukan ambang batas banjir:

2.6.6Metoda Rasional (Rational Method)

MetodeRasionaldapatdigunakanuntukmenghitung debit puncaksungaiatausaluran, namundengandaerahpengaliran yang terbatas.

RumusumumdariMetodeRasionaladalah :

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A \dots\dots\dots(2.7)$$

Keterangan :

Q = debit puncaklimpasanpermukaan (m^3/det).

C = angkapengaliran (tanpadimensi)

A = luasdaerahpengaliran (Km^2)

I = intensitascurahhujan (mm/jam).

Jikapersamaandiatasdigunakanuntukmenghitung debit rencanadenganperiodeulangtertentu, makapersamaantersebutmenjadi :

$$Q_T = 0,278 \times C \times I \times A \dots \dots \dots (2.8)$$

Keterangan :

Q_T = debit puncaklimpasanpermukaan denganperiodeulang T tahun (m^3/det).

C = angka pengaliran (tanpa dimensi)

A = luas daerah pengaliran (Km^2)

I = intensitas curah hujan (mm/jam) (Kamiana, 2001: 23).

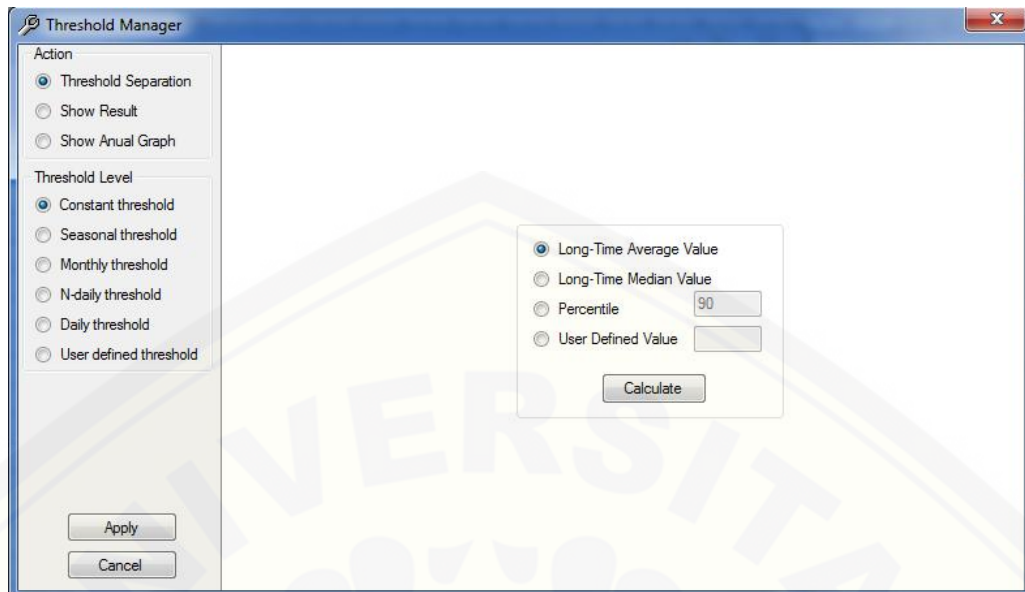
2.7 TLM (*Threshold Level Method*)

TLM (*Threshold Level Method*) adalah metode ambang batas untuk analisis banjir dengan menggunakan data debit dari suatu DAS. Metode ini sangat penting digunakan untuk menentukan kondisi awal dan akhir musim penghujan. Nilai ambang batas dapat diatur dalam waktu yang tetap sepanjang tahun (konstan), musiman (1-4 musim), bulanan, N-hari dan setiaphari.

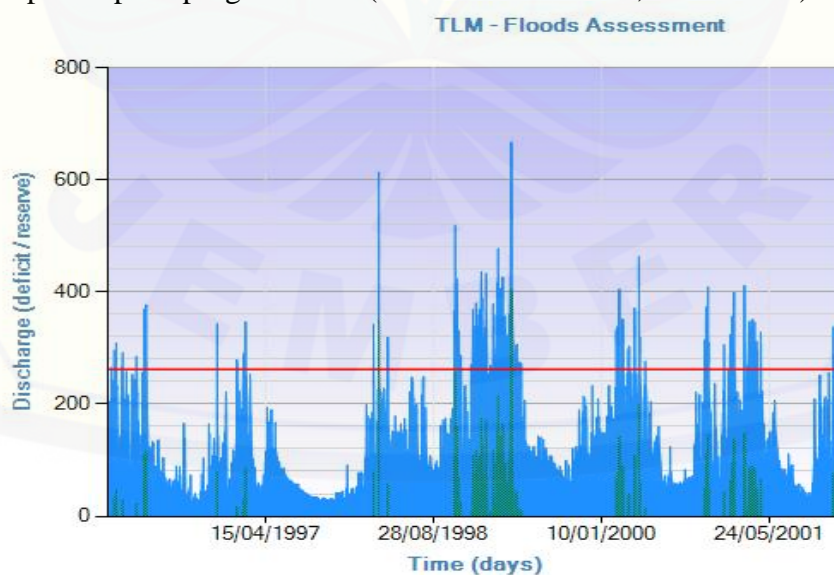
Dalam menganalisis nilai ambang batas banjir menggunakan *Threshold Level Method* dapat dilakukan perhitungan untuk analisis waktu erosi defisit atau defisit statistik dalam bentuk tabel dan grafik. Selain itu, metode ini digunakan untuk menganalisis nilai minimum dan jugamaksimumnya.

Kelebihan metode ambang batas (TLM) yaitu metode kuantitatif untuk menentukan kondisi awal dan akhir musim penghujan dan juga cukup mudah dalam pengoperasiannya. Metode ambang batas umumnya merupakan studi yang diletakkan di bawah atau di atas ambang batas tertentu. Metode ambang batas ini relevan untuk penyimpanan air dalam suatu DAS dan menghasilkan analisis nilai ambang batas banjir dari suatu DAS yang berhubungan dengan siklus hidrologi. Manajemen siklus hidrologi bertujuan untuk mengantisipasi terjadinya banjir yang akan datang. Metode TLM jugamemilikikelemahan, yaitu dalam menganalisis kejadian kekeringan hanya melihat data debit sungai saja sehingga dapat mengakibatkan suatu prediksi yang kurang akurat karena tidak menghubungkannya dengan faktor-faktor lain penyebab kekeringan seperti kondisi lingkungan maupun adanya curah hujan.

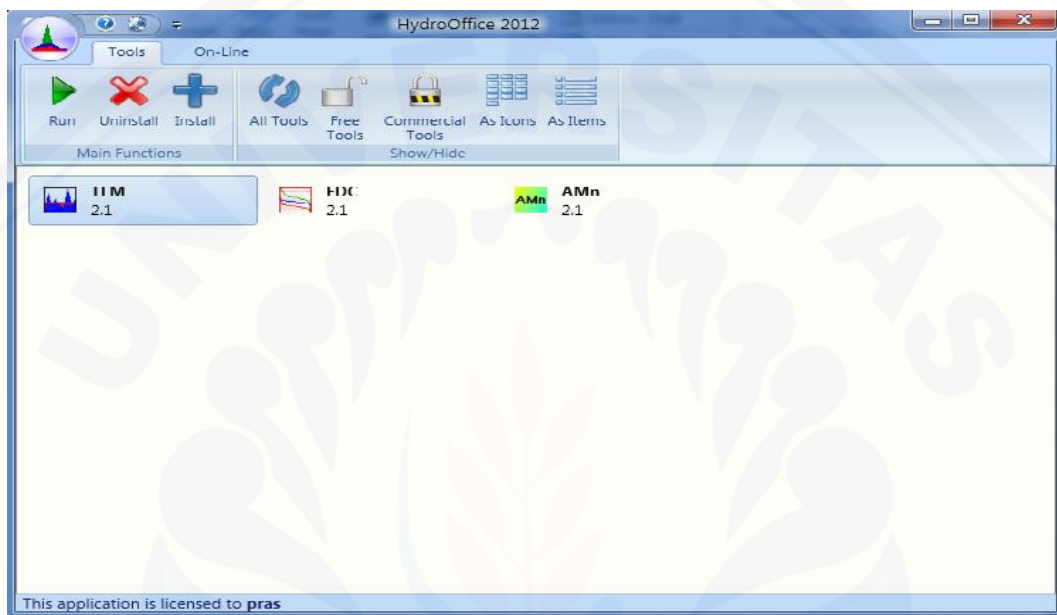


Gambar 2.2 Tampilan Menu *Threshold Manager*

Nilai surplus air pada metode TLM ditunjukkan pada grafik *TLM floods assessment*, dimana nilai surplus air berada di atas garis ambang batas. Surplus air berarti kelebihan air yang terjadi pada waktu tertentu. Sehingga saat debit berada di atas garis ambang batas, maka terjadi surplus air yang berakibat pada peristiwa banjir. Penentuan awal dan akhir kejadian banjir serta defisit volume pada program TLM menggunakan perintah proses *TLM – floods/drought statistic*. Waktu terjadinya banjir dan nilai surplus volume tergantung pada data debit yang diinputkan pada program TLM (Tallaksen dan Lanen, 2004:56-57).

Gambar 2.3 Grafik *Floods Assessment*

Dengan terbentuknya ambang batas kemudian dapat dilakukan perhitungan terhadap kejadian banjir yang terjadi selama periode pengamatan. Adapun cara menghitung kejadian banjirnya didasarkan pada puncak debit yang independen. Maksudnya, jika dalam satu peristiwa pelampauan debit terhadap ambang batas terdapat 2 puncak, maka yang dikategorikan ke dalam peristiwa banjir adalah puncak yang paling besar



(Madsen *et al.*, 1997:747-748).

Gambar 2.4 Tampilan Tool TLM Pada Software Hydro Office

Pada dasarnya *Threshold Level Method* atau Metode Ambang Batas ini merupakan suatu alat yang terdapat pada software *Hydrooffice* yang memiliki fungsi untuk menghitung kekurangan air (kekeringan) dan kelebihan air (banjir) pada suatu DAS dengan menggunakan batasan debit yang telah ditentukan pada masing-masing DAS sebelumnya. Secara umum *Threshold Level Method* dapat diartikan sebagai suatu cara analisis dengan cara menghitung kejadian debit jika berada di atas ambang batas yang telah ditentukan sebelumnya. Dalam TLM, ambang batas yang telah ditentukan sebelumnya dapat diatur berdasarkan satu periode pengamatan, musim, bulan, jumlah hari tertentu, dan jumlah hari (Gregor, 2010:4-5).

Dalam melakukan analisis kejadian banjir dengan menggunakan langkah awal TLM, perludiperhatikan adalah bagaimana menentukan ambang batas banjir. Ada yang berbagaimacam ambang batas yang dapatdigunakan dalam menentukan banjir. Secara garis besaran ambang batas diklasifikasi kan menjadi 2, yaitu ambang batas aliran sungai seketika dan ambang batas peramalan banjir. Ambang atas aliran sungai seketika merupakan ambang batas yang telah ditentukan sebelumnya oleh badan pengelola DAS terkait untuk menentukan kejadian banjir, sedangkan ambang batas peramalan banjir merupakan suatu batasan debit yang biasanya digunakan dalam menganalisis prakiraan atau peramalan kejadian banjir (Weeink, 2010:10).

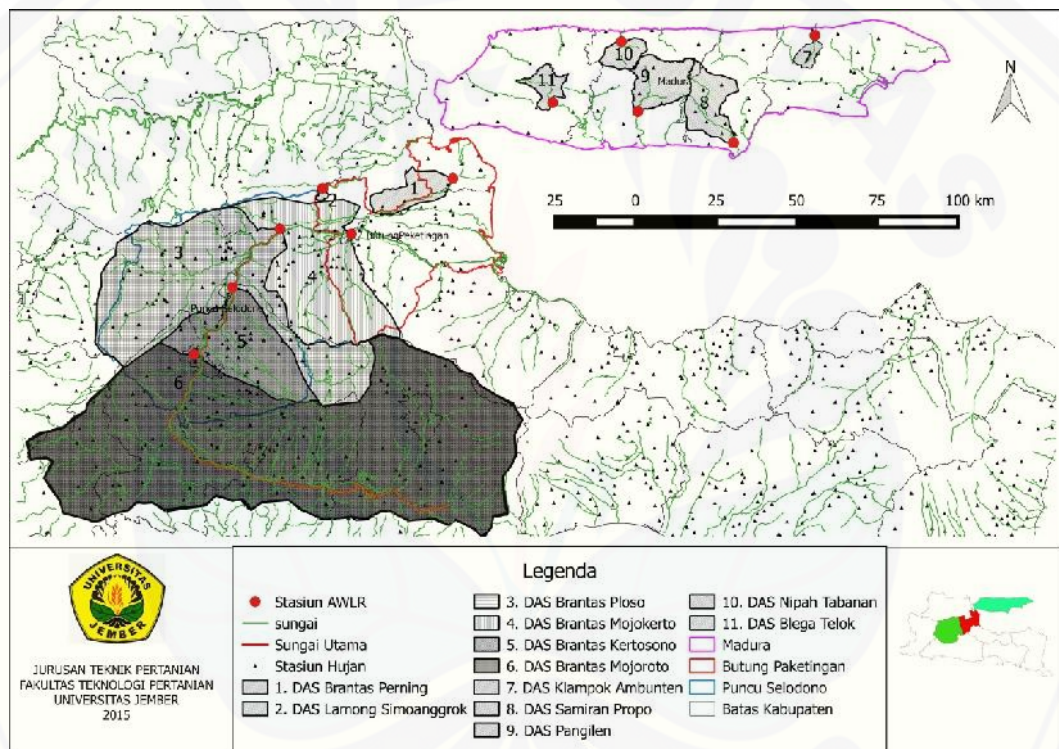
Penentuan nilai ambang batas berdasarkan pada EFAS (*European Flood Alert System*) dikarenakan TLM memiliki kemiripan cara mengidentifikasi banjir dengan EFAS, yaitu menghitung semua pelampauan debit terhadap ambang batas. Analisis data penelitian ini dilakukan dengan cara menggunakan persentil. Adapun persentil yang digunakan dalam penelitian ini adalah persentil 90 (Q_{90}), karena definisi banjir yang diamati dengan menggunakan ambang batas adalah saat melewati ambang batas Q_{90} (Ramos *et al.*, 2007:114).

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Lab. Teknik Pengendalian dan Konservasi Lingkungan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember. Penelitian ini dilakukan mulai bulan November 2014 sampai dengan Januari 2015.

Lokasi yang digunakan sebagai obyek penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1:



Gambar 3.1 Layout Peta UPT PSDA Pamekasan (Madura), Kediri, dan Surabaya.

Adapun balai yang akan di amati antara lain UPT PSDA Pamekasan (Madura), Kediri, Surabaya.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

3.2.1 Alat

Peralatan yang dibutuhkan pada penelitian ini antara lain sebagai berikut:

a. Seperangkat *Personal Computer* (PC)

Komputer berfungsi sebagai suatu media kerja yang digunakan untuk melakukan penelitian.

b. *Software Hydrooffice*

Software ini digunakan untuk menganalisis tingkat banjir pada DAS di wilayah Jawa Timur.

c. *Software ArcGIS*

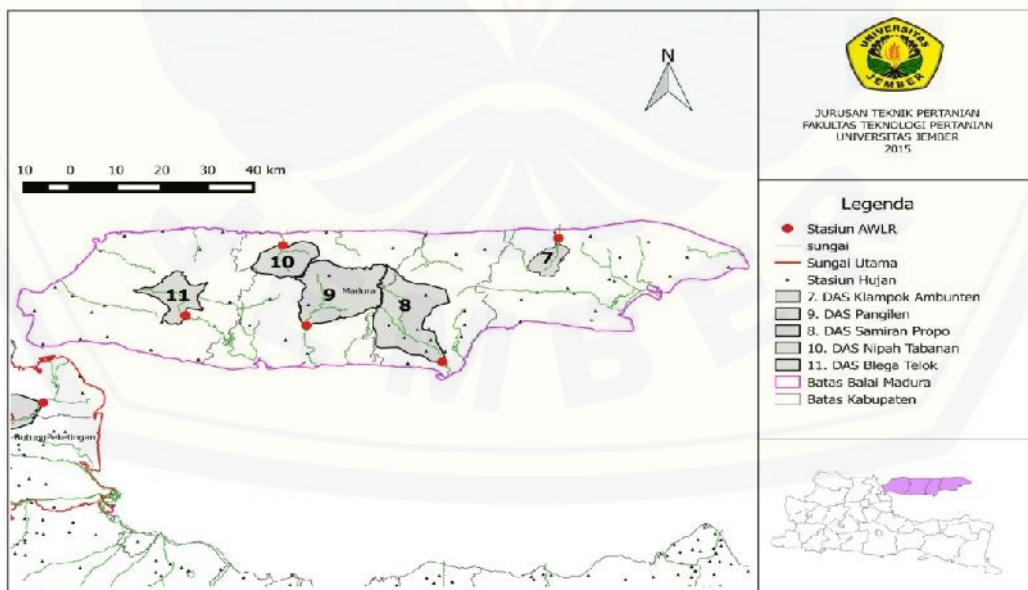
Digunakan untuk membuat *layout* peta lokasi DAS yang akan diamati.

d. *Software Ms. Excel*

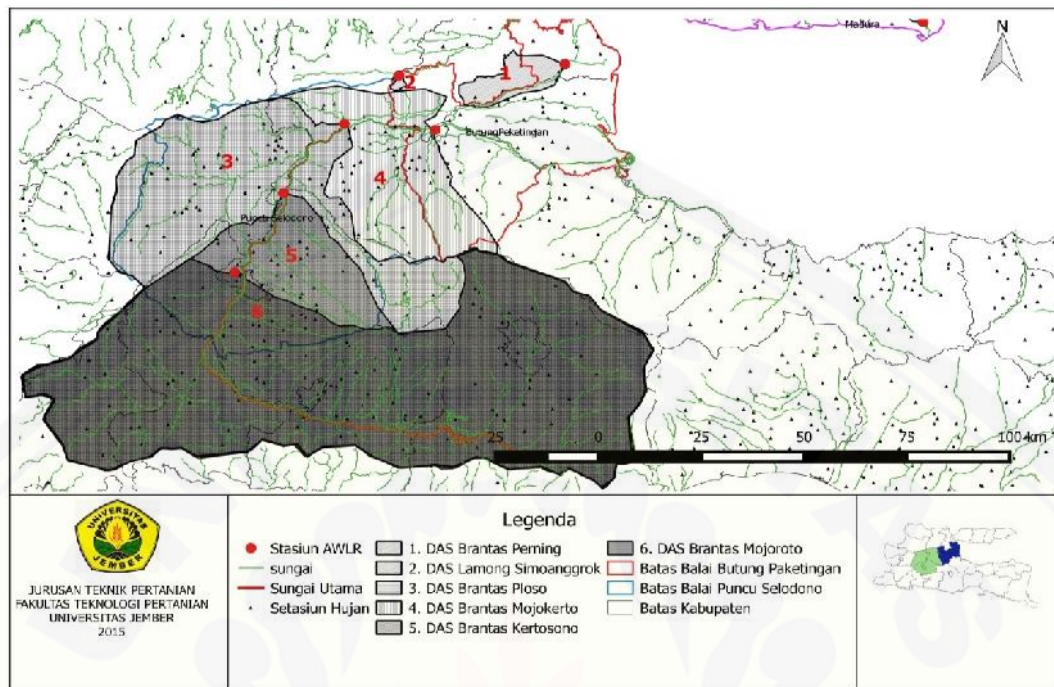
Digunakan untuk mengolah data debit ke dalam bentuk general statistik.

3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini berupa data debit *time series* 6 tahunan (1996-2001) tiga balai di Jawa Timur. Berikut merupakan tampilan layout UPT PSDA Pamekasan pada Gambar 3.2 dan UPT PSDA Kediri, Surabaya pada Gambar 3.3.



Gambar 3.2 Layout Peta UPT PSDA Pamekasan (Madura)



Gambar 3.3 Layout Peta UPT PSDAKediri, dan Surabaya.

Pada UPT PSDAPamekasan(Madura) terdapat lima DAS yaitu DAS Blega Telok, DAS Kemuning Pangilen, DAS Samiran Propo, DAS Nipah Tabanan, dan DAS Klampok Ambunten. Pada masing-masing DAS terletak pada wilayah atau kabupaten dan luasan yang berbeda. Tabel 3.1 merupakan tabel luasan wilayah UPT PSDAPamekasan.

Tabel 3.1 Tabel luasan wilayah UPT PSDAPamekasan (Madura)

| Nama UPT | Nama DAS | Wilayah | Luas km ² |
|-----------|--------------------------|-----------|----------------------|
| Pamekasan | 84. DAS BlegaTelok | Bangkalan | 141,10 |
| | 85. DAS KemuningPangilen | Pamekasan | 253,80 |
| | 86. DAS SamiranPropo | Pamekasan | 52,50 |
| | 89. DAS NipahTebanan | Sampang | 47,60 |
| | 92. DAS KlampokAmbunten | Sumenep | 51,00 |

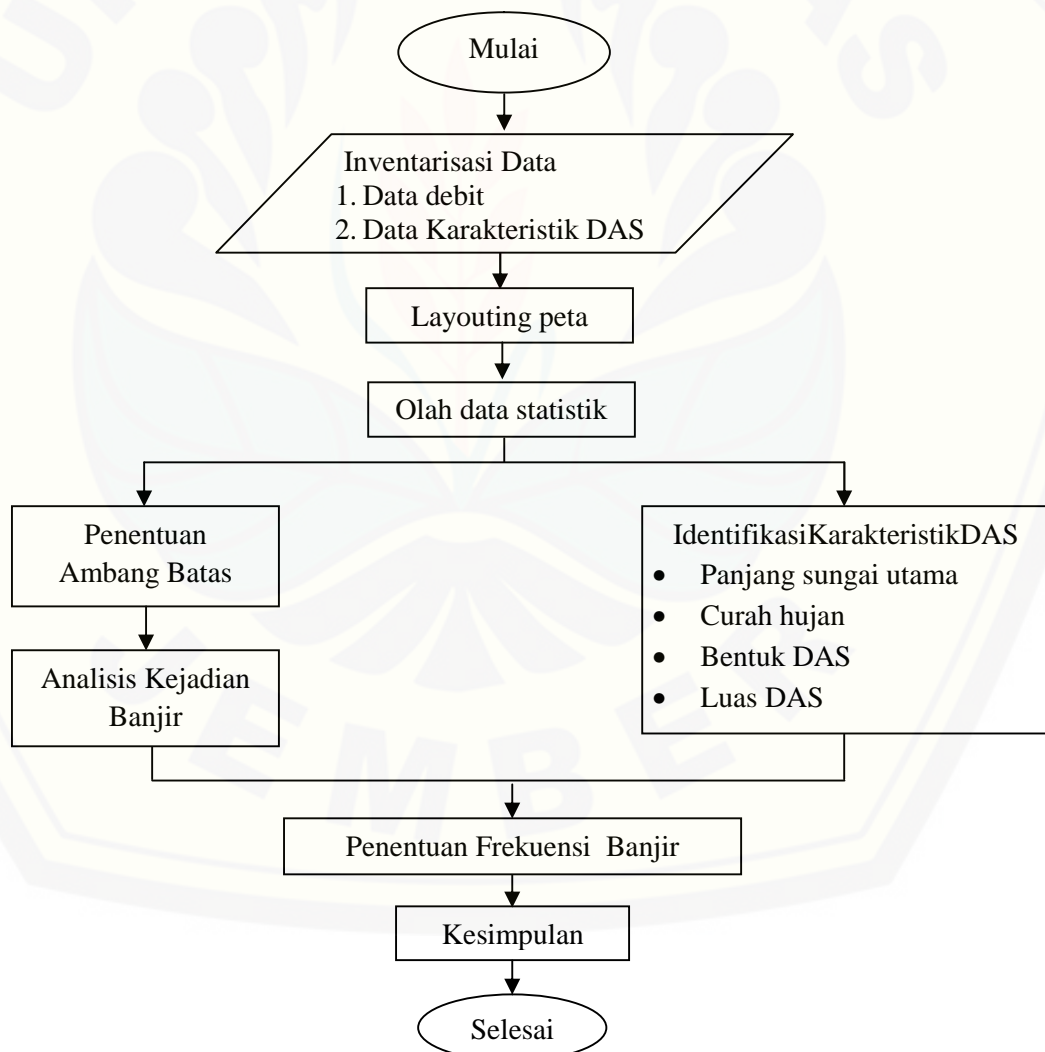
Pada UPT PSDAKediri terdapat tiga DAS yaitu DAS Brantas Kertosono, DAS Brantas Ploso, dan DAS Brantas Mojoroto. Pada UPT PSDASurabaya terdapat tiga DAS yaitu DAS Brantas Mojokerto, DAS Lamong Simoangrok, dan DAS Brantas Peming. Pada masing-masing DAS terletak pada wilayah atau kabupaten dan luasan yang berbeda. Tabel 3.2 merupakan tabel luasan wilayah UPT PSDAKediri, dan Surabaya.

Tabel 3.2 Tabel luasan wilayah UPT PSDA Kediri, dan Surabaya

| Nama UPT | Nama DAS | Wilayah | Luas km ² |
|----------|---------------------------|-----------|----------------------|
| Kediri | 09. DAS Brantas Kertosono | Jombang | 7112,00 |
| | 10. DAS Brantas Ploso | Jombang | 10045,00 |
| | 12. DAS Brantas Mojoroto | Kediri | 6361,80 |
| Surabaya | 17. DAS Brantas Mojokerto | Mojokerto | 11195,50 |
| | 18. DAS Lamong Simoangrok | Mojokerto | 209,00 |
| | 19. DAS Brantas Perning | Sidoarjo | 657,00 |

3.3 Tahapan Penelitian

Diagram alir penelitian yang dilakukan pada analisis banjir berbasis metode ambang batas TLM (*threshold level method*) Studi Kasus UPT PSDA (Pamekasan, Kediri, dan Surabaya) berikut tahapan-tahapan penelitian dapat dilihat pada gambar 3.4.



Gambar 3.4 Diagram Alir Penelitian

3.3.1 Inventarisasi Data

Adapun data yang diperlukan dalam penelitian ini berupa data debit *time series*. Data debit *time series* merupakan suatu hasil pengamatan besar debit aliran sungai dalam suatu DAS yang terukur secara berkala dan dengan acuan waktu secara berkelanjutan. Dalam penelitian ini data yang digunakan berupa data sekunder yang meliputi data debit harian serta data-data yang menunjukkan karakteristik fisik masing-masing DAS.

3.3.2 Layouting Peta

Layouting peta ditujukan untuk memberikan informasi yang jelas mengenai peta tersebut.

Sehingga pembaca peta dapat memperoleh informasi dalam satu lembar peta yang dibaca. Simbol yang benar, tata letak serta kelengkapan informasi yang disampaikan memberikan pembelajaran tentang membuat peta yang benar sehingga dapat digunakan sesuai tujuan pembuatannya.

3.3.3 Olah Data Statistik

a. Debit Minimum Harian

Debit minimum merupakan nilai debit terendah yang pernah terukur dalam suatu kawasan DAS. Dalam satu periode pengamatan, nilai debit minimum dapat langsung ditentukan nilainya menggunakan cara manual dan Ms. Excel. Pada penelitian ini debit minimum diambil dalam rentang satu periode panjang yaitu mulai tahun 1996 sampai dengan 2001.

b. Debit Maksimum Harian

Debit maksimum merupakan nilai debit terbesar yang pernah terukur dalam suatu kawasan DAS. Nilai debit maksimum ini menunjukkan besarnya kapasitas suatu sungai untuk menampung air permukaan sampai pada tingkat tertinggi. Adapun untuk menghitung debit maksimum ini dengan cara menentukan nilai debit terbesar dari masing-masing DAS pada tahun 1996 sampai dengan 2001 dengan menggunakan Ms. Excel.

c. Debit Rata-rata Harian

Debit rata-rata merupakan kisaran debit yang terjadi setiap harinya. Besarnya debit rata-rata menunjukkan nilai yang diperkirakan terjadi dalam tiap pengukuran dan menunjukkan ketersediaan air dalam aliran sungai setiap harinya. Untuk mendapatkan nilai debit rata-rata dengan menghitung jumlah dari keseluruhan nilai debit yang terukur dibagi dengan banyaknya debit terukur tersebut. Adapun cara menghitung nilai rata-rata digunakan persamaan 3.1 sebagai berikut.

$$M_n = \frac{(m_1 + m_2 + \dots + m_x)}{x} \dots\dots\dots(3.1)$$

keterangan :

M_n = nilai rata-rata

m_x = nilai debit hari ke-x

x = banyaknya data

3.3.4 Penentuan Ambang Batas Debit Banjir

Menurut Lane (Tanpa Tahun) bahwa nilai ambang batas debit yang dicari adalah ambang batas merah sebagai batasan debit banjir apabila debit melewati ambang tersebut dinyatakan debit banjir. Dengan menggunakan definisi dari pengertiannya bahwa persentil dapat diartikan menjadi 3 yaitu : (1) Persentil merupakan nilai terendah dari nilai terbesar terhadap nilai persentil yang dicari; (2) Persentil merupakan nilai terendah atau terkecil atau sama dengan nilai persentil yang dicari. Sedangkan (3) definisi ketiga merupakan nilai rata-rata dari persentil yang dihitung, dengan kata lain cara ketiga merupakan rata-rata dari cara persentil definisi pertama dan kedua seperti persamaan 3.2.

$$Q_{xi} = X_i / 100 (n+1) \dots\dots\dots(3.2)$$

keterangan :

Q_{xi} = rangking data yang menunjukkan persentil ke-xi

X_i = persentil yang akan dicari

N = jumlah data

catatan: ketika Q_{xi} menghasilkan bilangan desimal maka dilakukan interpolasi antara nilai data diantara persentil yang dicari dengan cara persamaan 3.3 :

$$Q = (Q_{xi}') (P_2 - P_1) + P_1 \dots\dots\dots(3.3)$$

keterangan :

Q = nilai debit (ambang batas)

Q_{xi}' = nilai desimal dari persentil ke-xi

P_1 = nilai 1 debit hasil pencarian persentil

P_2 = nilai 2 debit hasil pencarian persentil

Ambang batas banjir yang digunakan adalah Q_{90} , ambang batas ini digunakan karenapaling mendekati kriteria debit banjirdi lokasi penelitian apabila nilai debit berada diatas ambang batas. Pertimbangan penggunaan ambang batas Q_{90} didasarkan pada nilai debit yang dihasilkan seperti contohnya DAS Brantas Kertosono nilai Q_{90} sebesar $281,00 \text{ m}^3/\text{s}$ sedangkan nilai Q_{80} sebesar $217,00 \text{ m}^3/\text{s}$. Dengan Q_{max} sebesar $829,00 \text{ m}^3/\text{s}$ maka nilai yang paling memungkinkan sebagai batasan debit adalah Q_{90} . Untuk DAS yang terletak pada daerah kering perbedaannya lebih signifikan seperti contohnya DAS Kemuning Pangilen yang letaknya di daerah Madura memiliki nilai Q_{90} sebesar $50,00 \text{ m}^3/\text{s}$ sedangkan nilai Q_{80} sebesar $19,90 \text{ m}^3/\text{s}$, dengan Q_{max} sebesar $660,00 \text{ m}^3/\text{s}$ sehingga jika nilai persentil dinaikkandikhawatirkan debit yang seharusnya tergolong banjir masih dikatagorikan sebagai debit normal begitu juga sebaliknya apabila nilai persentil diturunkan dikhawatirkan debit yang seharusnya tergolong normal masuk dalam katagori debit banjir. Pertimbangan tersebut juga sesuai dengan hasil *ploting* debit dengan curah hujan seperti disajikan pada lampiran halaman 79 dan sebagian besar kejadian pelampauan debit hanya terjadi saat musim penghujan. Bahwa hasil grafik *time series* selama enam tahun seperti disajikan pada lampiran halaman 73.

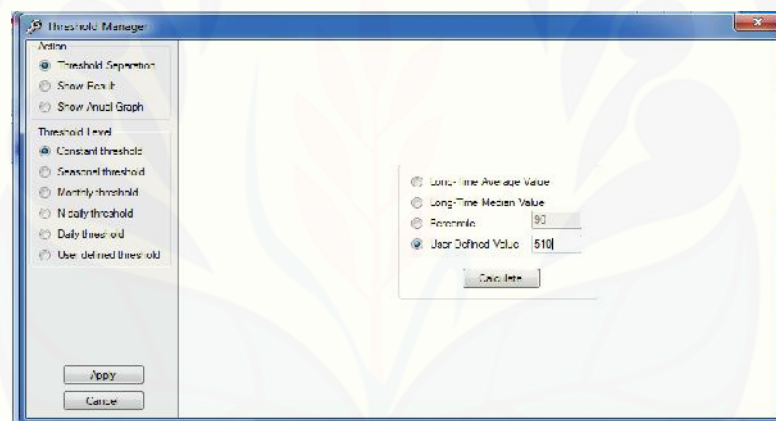
Langkah menghitung Q_{90} sebagai ambang batas banjir yang pertama adalah dengan mengurutkan data debit selama enam tahun dari nilai debit yang terkecil ke terbesar menggunakan *microsoft excel*, kemudian menghitung menggunakan persamaan 3.2. Dari hasil perhitungan didapat nilai ambang batas untuk di input pada *tool* TLM pada menu *threshold manager* untuk mendapatkan grafik *time series*. Hal ini berbeda dengan mencari ambang batas kekeringan yang mengurutkandata debit dari nilai debit yang terbesar ke terkecil tanpa proses perhitungan, langsung menentukan persentil pada menu *percentile* untuk mendapatkan grafik *time series*.



3.3.5 Analisis Kejadian Banjir

Dalam proses analisis data debit dengan menggunakan *software* TLM ini perlu mengetahui nilai ambang batas debit banjir terlebih dahulu. Dalam penggunaan *tool* ini akan diamati periode-periode mana saja yang menunjukkan nilai debit diatas ambang batas. Dengan demikian akan diketahui banyaknya kejadian *surplus* air atau banjir yang terjadi pada selang waktu tertentu.

Pengaturan *threshold manager* atau ambang batas debit banjir pada TLM perlu dilakukan di awal sebelum melakukan analisis. *Threshold manager* pada *tool threshold level method* ada beberapa macam parameter pengamatan ambang batas debit, diantaranya *Long-Time Average Value*; *Long-Time Median Value*; *Percentil*; dan *User Defined Value*. Berikut merupakan tampilan *threshold manager* pada TLM seperti Gambar 3.5:

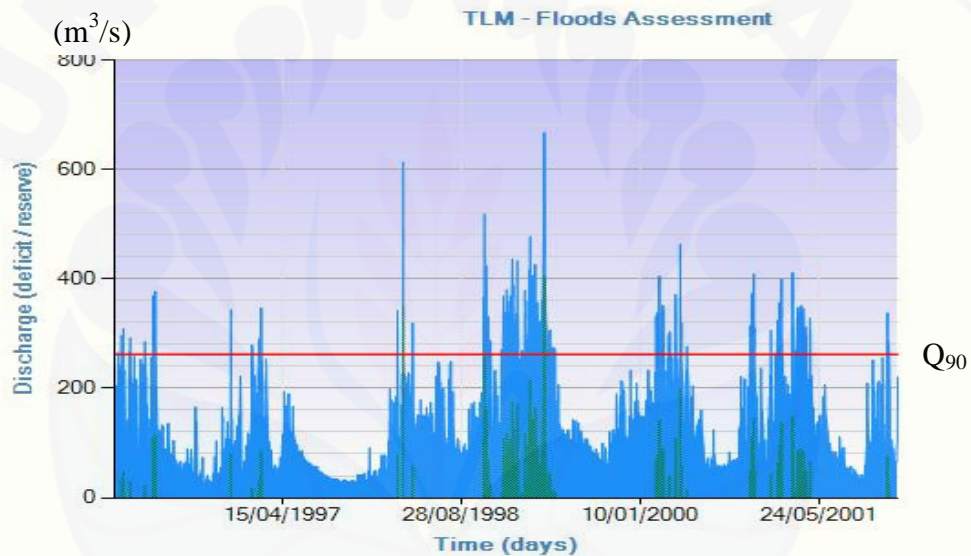


Gambar 3.5 Proses *Threshold Manager*

Penggunaan Parameter *Long-Time Average* ditujukan untuk mencari nilai ambang batas dengan hasil nilai debit rata-rata. Penggunaan *Long-Time Median Value* ditujukan untuk mencari nilai ambang batas dengan hasil debit banjirnya berupa nilai tengah dari data *time series* tersebut. Sedangkan untuk penggunaan persentil adalah untuk menentukan nilai ambang batas dengan cara otomatis menggunakan *software* terkait. Penggunaan parameter *User Defined Value* adalah penentuan nilai ambang batas secara manual, jadi nilai ambang batasnya ditentukan sendiri oleh si pengguna.

Disamping penentuan nilai ambang batas, pada *Threshold Manager* terdapat juga pengaturan yang bisa menentukan nilai ambang batas dapat berubah tiap musim, bulan, hari, ataupun konstan. Pada penelitian ini, ukuran debit yang dilakukan adalah dengan menggunakan nilai ambang batas debit konstan, hal ini dikarenakan penelitian yang dilakukan dengan rentang waktu jangka panjang.

Selanjutnya setelah dilakukan penentuan nilai ambang batas debit, dilakukan analisis penaksiran banjir dengan cara memplotkan nilai ambang batas debit ke data *time series* debit dari tahun 1996 sampai dengan tahun 2001. Berikut merupakan contoh hasil plot nilai ambang batas debit ke data *time series* debit DAS K. Brantas Mojoroto tahun 1996 yang disajikan pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Grafik *time series* Debit DAS Brantas Mojoroto

Keterangan :

- = Debit terukur
- = Debit pelampauan
- *Threshold* (ambangbatas)

Debit terukur : Merupakan debit yang terekam selama enam tahun pada DAS,

Debit pelampauan : Besaran debit yang melampaui garis abang batas,

Threshold (ambang batas) : Debit batasan hasil perhitungan

Dari hasil grafik gambar 3.6 tersebut kemudian dilakukan perhitungan pada periode yang menunjukkan kelebihan debit jika dilihat dari nilai ambang

batas debitnya. Berikut contoh tampilan data statistik yang disajikan pada tabel

3.3. Statistik Kejadian Banjir DAS (K. Brantas Mojoroto) tahun 1996-2001.

Contoh Tabel 3.3 Analisis Debit Menggunakan Metode TLM

| Reserve Period (i) | Reserve Start | Reserve End | Period Length (days) | Reserve Volume (m ³) | Maximal Deviation (m ³ /s) |
|--------------------|---------------|-------------|----------------------|----------------------------------|---------------------------------------|
| 5 | 01/08/1999 | 22/01/1999 | 15 | 122774400 | 174 |
| 6 | 25/01/1999 | 22/01/1999 | 15 | 122774400 | 174 |
| 7 | 14/02/1999 | 22/01/1999 | 15 | 122774400 | 174 |
| 8 | 20/02/1999 | 22/01/1999 | 15 | 122774400 | 174 |
| 9 | 03/07/1999 | 31/03/1999 | 25 | 194313600 | 215 |
| 10 | 04/03/1999 | 25/04/1999 | 23 | 213062400 | 405 |
| 11 | 28/04/1999 | 25/04/1999 | 23 | 213062400 | 405 |
| 12 | 03/12/2001 | 13/04/2001 | 14 | 57456000 | 89 |
| 13 | 22/03/2001 | 13/04/2001 | 14 | 57456000 | 89 |
| 14 | 17/04/2001 | 13/04/2001 | 14 | 57456000 | 89 |

Sebagai penyempurnaan analisis, hasil olahan data tersebut selanjutnya dianalisis dengan cara mengidentifikasi dan mengkaji hasil analisis terhadap daerah rawan banjir yang telah ditetapkan oleh instansi pengelola pada masing-masing DAS.

3.3.6 Identifikasi Karakteristik DAS

Identifikasi karakteristik DAS merupakan suatu cara mengenal sifat dari DAS yang akan diamati untuk mengetahui kemungkinan terjadi banjir dan besarnya kejadian banjir pada suatu daerah aliran sungai. Dengan adanya data hasil olahan dari penelitian lain, dilakukan pengenalan tentang karakteristik masing – masing DAS terhadap klasifikasi karakteristik DAS yang ada. Adapun karakteristik yang diidentifikasi dalam penelitian ini berupa karakteristik fisik dan karakteristik curah hujan.

3.5 Luaran Penelitian

Adapun hasil yang diharapkan dari penelitian ini adalah informasi nilai ambang batas yang terjadi tiap DAS yang diamati dari ambang batas debit banjir selama satu periode pengamatan serta kesimpulan yang nantinya dapat menginformasikan TLM ini dapat digunakan di Indonesia sebagai antisipasi sebelum terjadinya banjir.

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Lokasi DAS yang Diamati

Adapun 11 DAS yang diamati berada di 3 UPT PSDA (Pengelolaan Sumber Daya Air Wilayah Satuan) berbeda yaitu UPT PSDA Kediri, UPT PSDA Surabaya, dan UPT PSDA Pamekasan (Madura). Berikut merupakan satuan wilayah pengelolaan DAS berdasarkan UPT PSDA:

- a. UPT PSDA Kediri
DAS Kertosono, DAS Mojoroto, dan DAS Ploso
- b. UPT PSDA Surabaya
DAS Mojokerto, DAS Pening, dan DAS Simoanggrok
- c. UPT PSDA Pamekasan (Madura)
DAS Ambunten, DAS Blega Telok, DAS Nipah Tabanan, DAS Pangilen, dan DAS Propo.

Perlu diketahui bahwa UPT PSDA Kediri berada di wilayah Kediri, Nganjuk dan Jombang. UPT PSDA Surabaya berada di wilayah Lamongan, Mojokerto, Sidoarjo, Pasuruan dan Surabaya. UPT PSDA Pamekasan berada di wilayah Sampang, Sumenep, Bangkalan dan Pamekasan.

4.2 Karakteristik DAS

Sebagai langkah awal dalam analisis hidrologi di dalam sebuah DAS, perlu adanya pengenalan tentang karakteristik dari DAS yang akan diamati. Adapun tujuan dari pengenalan karakteristik tersebut untuk mempermudah pengidentifikasian peristiwa yang terjadi di dalam DAS. Pada dasarnya karakteristik DAS ini dapat diartikan sebagai sifat dari DAS tersebut. Berikut merupakan karakteristik – karakteristik yang diamati untuk mengenal sifat – sifat dari suatu DAS.

Batas DAS yang dihasilkan dari proses pengolahan yang selanjutnya digunakan untuk mengumpulkan informasi spasial atau peta tematik digital yang ada di dalam DAS tersebut. Macam karakteristik fisik DAS untuk tiap DAS yang telah diamati ditampilkan dalam Tabel 4.1 berikut.

Tabel 4.1 Karakteristik Fisik DAS

| No | DAS | Bentuk DAS | Karakteristik Fisik DAS | |
|----|---------------------------|------------|--------------------------|-----------------------------|
| | | | Panjang Sungai Utama(km) | Luas DAS (km ²) |
| 1 | 09. DAS Brantas Kertosono | | 141,77 | 7112,00 |
| 2 | 10. DAS Brantas Ploso | | 164,59 | 10045,00 |
| 3 | 12. DAS Brantas Mojoroto | Memanjang | 114,51 | 6361,80 |
| 4 | 19. DAS Brantas Perning | | 33,21 | 657,00 |
| 5 | 86. DAS Samiran Propo | | 20,78 | 52,50 |
| 6 | 92. DAS Klampok Ambunten | | 13,59 | 51,00 |
| 7 | 17. DAS Brantas Mojokerto | | 184,67 | 11195,50 |
| 8 | 18. DAS Lamong Simoangrok | | 3,87 | 209,00 |
| 9 | 84. DAS Blega Telok | Melebar | 17,15 | 141,10 |
| 10 | 85. DAS Kemuning Pangilen | | 27,69 | 253,80 |
| 11 | 89. DAS Nipah Tebanan | | 4,62 | 47,60 |

(Sumber: Hasil Analisis 2014)

Pada Tabel 4.1 dapat dilihat bahwa DAS yang memiliki luasan paling luas berada pada bentuk DAS melebaryaitu pada DAS Brantas Mojokerto dengan luas 11195,50 km². DAS yang memiliki luasan paling kecil berada pada bentuk DAS melebar yaitu dengan luas 47,6 km². Pada dasarnya DAS dengan bentuk memanjang sama dengan DAS bentuk bulu burung, sedangkan DAS dengan bentuk melebar merupakan gabungan dari DAS bentuk radial dan paralel jadi DAS dengan bentuk melebar lebih mudah terjadi banjir karena letak outletnya lebih dekat.

Luas DAS merupakan besarnya area resapan air di sekitar aliran sungai. Luas DAS dapat diukur secara manual dengan menggunakan peta topografi dan secara otomatis dengan menggunakan software. Dalam penelitian ini luas DAS diukur secara otomatis dengan menggunakan software QGIS 2.6 *Brighton*. Luas DAS sangat berpengaruh terhadap besarnya debit sungai. Semakin luas DAS, maka debit yang tertampung dalam sungai akan semakin besar. Hal ini terjadi karena area tangkapan terhadap hujan akan semakin besar.

Sungai merupakan tempat untuk menampung aliran air permukaan di kawasan suatu DAS. Bentuk panjang atau lebarnya suatu DAS dipengaruhi oleh panjang sungai. Panjang pendeknya sungai di suatu DAS mempengaruhi besarnya debit di kawasan tersebut. Semakin panjang sungai, semakin banyak pula air

permukaan yang dapat ditampung sehingga debit yang dihasilkan akan semakin besar. Panjang sungai dihitung sebagai jarak datar dari muara sungai (*outlet*) ke arah hulu sepanjang sungai induk. Seperti halnya luas DAS, panjang sungai juga dapat diukur secara otomatis dan manual. Dalam penelitian ini panjang sungai diukur dengan menggunakan menu identifikasi fitur yang ada pada software QGIS 2.6 *Brighton*. Panjang sungai utama diukur dari *outlet* sungai hingga batas sungai di orde yang sama.

Berdasarkan tabel karakteristik di atas 11 DAS sampel dapat diklasifikasikan menjadi 3 kelompok berdasarkan rentang luasannya seperti disajikan pada Tabel 4.2 berikut:

Tabel 4.2 Pengelompokan DAS Sampel Berdasarkan Variasi Luasannya

| Rentang Luas DAS (km ²) | Karakteristik Fisik DAS | |
|-------------------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| | Kelompok DAS | Luas DAS (km ²) |
| <100 (sangat kecil) | 89. DAS Nipah Tebanan | 47,60 |
| | 92. DAS Klampok Ambunten | 51,00 |
| | 86. DAS Samiran Propo | 52,50 |
| 100-1000 (kecil) | 84. DAS Blega Telok | 141,10 |
| | 18. DAS Lamong Simoanggrok | 209,00 |
| | 85. DAS Kemuning Pangilen | 253,80 |
| | 19. DAS Brantas Pening | 657,00 |
| 5000-15000 (besar) | 12. DAS Brantas Mojoroto | 6361,80 |
| | 09. DAS Brantas Kertosono | 7112,00 |
| | 10. DAS Brantas Ploso | 10045,00 |
| | 17. DAS Brantas Mojokerto | 11195,50 |

(Sumber: Hasil Analisis 2014)

Pada Tabel 4.2 dapat dilihat bahwa terdapat empat DAS yang termasuk dalam luasan DAS yang tergolong sangat kecil (DAS Nipah Tabanan, DAS Klampok Ambunten, dan DAS Samiran Propo) yang luasannya dibawah 100 km². DAS yang tergolong dalam luasan DAS yang kecil terdapat empat DAS (DAS Blega Telok, DAS Lamong Simoanggrok, DAS Kemuning Pangilen, dan DAS Brantas Pening) yang luasannya antara 100 sampai 1000 km². DAS yang tergolong dalam luasan DAS yang besar terdapat tiga DAS (DAS Brantas Kertosono, DAS Brantas Ploso, DAS Brantas Mojokerto, dan DAS Brantas Mojoroto) yang luasannya antara 5000 sampai 15000 km², dari ke 11 DAS tidak ada DAS yang tergolong dalam DAS berukuran sangat besar yang luasnya lebih dari 15000 km². Berdasarkan penelitian yang pernah dilakukan, besarnya debit puncak sungai berbanding lurus

dengan luas DAS (Rahayu et al., 2009:51), hal ini dikarenakan Luas daerah aliran sungai (DAS) merupakan salah satu karakteristik DAS yang menggambarkan kapasitas tampungan hidrologis DAS. Sehingga, dapat diartikan untuk DAS yang memiliki luasan besar memiliki kemungkinan kejadian banjir lebih besar dibandingkan dengan DAS yang luasannya lebih kecil.

Luasan merupakan karakteristik dari suatu DAS yang sangat penting, hal ini dikarenakan luas DAS dapat mempengaruhi karakteristik – karakteristik lain dari suatu DAS tersebut. Secara garis besar dapat dikatakan bahwa semakin luas DAS, debit yang dihasilkan akan semakin besar pula. Hal ini dikarenakan semakin luas DAS maka hujan yang ditangkap akan semakin besar pula. Berikut merupakan klasifikasi luasan DAS yang biasanya digunakan dalam identifikasi karakteristik fisik DAS.

4.3 Karakteristik Curah Hujan

Dalam penentuan besar kecilnya curah hujan dapat dilakukan dengan menggunakan data rentang waktu hujan. Berikut merupakan tabel karakteristik hujan dari tiap DAS yang diamati.

Tabel 4.3 Karakteristik Curah Hujan

| No. | DAS | Karakteristik Hujan | | |
|-----|----------------------------|-------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| | | Q_{90} (m^3/s) | CH Harian Max (mm/hari) | CH Tahunan (mm/tahun) |
| 1 | 09. DAS Brantas Kertosono | 281,00 | 126,00 | 1530,00 |
| 2 | 10. DAS Brantas Ploso | 424,00 | 152,00 | 1485,00 |
| 3 | 12. DAS Brantas Mojoroto | 262,00 | 107,00 | 1746,00 |
| 4 | 19. DAS Brantas Perning | 86,30 | 196,00 | 1826,00 |
| 5 | 86. DAS Samiran Propo | 1,48 | 85,00 | 894,00 |
| 6 | 92. DAS Klampok Ambunten | 1,45 | 175,00 | 915,00 |
| 7 | 17. DAS Brantas Mojokerto | 353,00 | 145,00 | 1477,00 |
| 8 | 18. DAS Lamong Simoanggrok | 13,20 | 140,00 | 1756,00 |
| 9 | 84. DAS Blega Telok | 4,48 | 160,00 | 1247,00 |
| 10 | 85. DAS Kemuning Pangilen | 50,00 | 101,00 | 1327,00 |
| 11 | 89. DAS Nipah Tebanan | 5,44 | 120,00 | 1074,00 |

(Sumber: Hasil Analisis 2014)

Dari Tabel 4.3 dapat dilihat bahwa besarnya curah hujan harian dan curah hujan tahunan tiap DAS berbeda – beda, DAS dengan intensitas hujan tahunan paling besar adalah DAS BrantasPerning yaitu 1826,00 mm/tahun dan DAS dengan intensitas hujan paling kecil adalah DAS Propo yaitu 894,00 mm/tahun.

Hal ini dikarenakan besar kecilnya curah hujan dari suatu DAS bergantung dari iklim di masing – masing area DAS. Besarnya curah hujan erat kaitanya dengan rawan timbulnya kejadian banjir, hal ini dikarenakan limpasan air yang ditimbulkan oleh curah hujan turut menyumbang banyaknya debit yang nanti mengalir ke *outlet* (Estiningtyasetal., 2009:14-15). Dengan demikian dapat dikatakan bahwa DAS dengan curah hujan yang tinggi berpotensi lebih besar mengalami kejadian banjir dari pada DAS dengan curah hujan rendah, akan tetapi panjang periode berlangsungnya banjir tidak dapat diketahui.

Mengacu pada klasifikasi curah hujan tahunan yang ada di 11 DAS yang diamati dapat dikelompokkan menjadi 4 kelompok, yaitu DAS dengan curah hujan tahunan sangat tinggi, sedang, rendah, dan sangat rendah. DAS yang memiliki curah hujan tahunan sangat tinggi memiliki curah hujan tahunan yang lebih dari 3000 mm/tahun. DAS dengan curah hujan tahunan berkisar 2000 - 2500 mm/tahun dapat diklasifikasikan kedalam DAS dengan curah hujan tahunan sedang. DAS dengan curah hujan yang berkisar antara 1500 - 2000 mm/tahun dapat digolongkan kedalam DAS dengan curah hujan rendah. DAS dengan curah hujan tahunan berada di bawah 1500 mm/tahun dapat dikatakan DAS dengan curah hujan yang sangat rendah. Dari data yang diperoleh pada Tabel 4.3 dapat diketahui bahwa ada empat DAS (DAS Brantas Kertosono, DAS Brantas Mojoroto, DAS Simoangrok, DAS Brantas Pening) yang memiliki curah hujan rendah, dan DAS yang lain (DAS Propo, DAS Ambunten, DAS Nipah Tabanan, DAS Blega Telok, DAS Pangilen, DAS Brantas Mojokerto dan DAS Brantas Ploso) digolongkan memiliki curah hujan yang sangat rendah.

4.4 Karakteristik Debit

Debit merupakan besarnya aliran yang dihitung persatuan waktu. Data yang digunakan untuk analisis debit menggunakan data rentang waktu dari tahun 1996 – 2001. Analisis debit dikerjakan dengan menggunakan perhitungan *general statistic* dengan nilai yang diperoleh seperti dalam tabel berikut:

Tabel 4.4 Karakteristik Debit Berdasar bentuk DAS

| DAS | M ³ /s | | | | | Stdr. Dev |
|----------------------------|-------------------|--------|-------|---------|--------|-----------|
| | Q ₉₀ | Rata2 | Qmin | Qmax | Median | |
| 09. DAS Brantas Kertosono | 281,00 | 135,41 | 26,6 | 829 | 89,05 | 109,63 |
| 10. DAS Brantas Ploso | 424,00 | 175,62 | 0,73 | 1168,00 | 98,30 | 183,19 |
| 12. DAS Brantas Mojoroto | 262,00 | 133,15 | 20,80 | 667,00 | 106,00 | 89,93 |
| 19. DAS Brantas Perning | 86,30 | 48,17 | 4,20 | 236,00 | 40,20 | 30,30 |
| 86. DAS Samiran Propo | 1,48 | 0,85 | 0 | 32,30 | 0,45 | 1,95 |
| 92. DAS Klampok Ambunten | 1,45 | 0,66 | 0 | 8,82 | 0,43 | 0,77 |
| 17. DAS Brantas Mojokerto | 353,00 | 192,42 | 7,66 | 863,00 | 152,00 | 125,08 |
| 18. DAS Lamong Simoanggrok | 13,20 | 5,02 | 0,07 | 96,90 | 1,84 | 9,23 |
| 84. DAS Blega Telok | 4,48 | 2,15 | 0,04 | 68,10 | 0,90 | 4,74 |
| 85. DAS Kemuning Pangilen | 50,00 | 18,41 | 0,03 | 660,00 | 3,21 | 47,00 |
| 89. DAS Nipah Tebanan | 5,44 | 2,91 | 0,07 | 117,00 | 0,91 | 8,38 |

(Sumber: Hasil Analisis 2014)

Dari Tabel 4.4 dapat dilihat bahwa debit maksimum terbesar terdapat pada DAS Brantas Ploso dengan besar debit 1168,00 m³/s, sedangkan untuk debit maksimum terkecil terdapat pada DAS Ambunten dengan besar debit 8,82 m³/s. Debit minimum terkecil terdapat pada dua DAS (DAS Ambunten ,dan DAS Propo) yaitu dengan besaran debit 0 m³/s yang bisa diakibatkan kesalahan pengukuran.

Debit rata-rata merupakan kisaran debit yang terjadi setiap harinya. Besarnya debit rata-rata menunjukkan nilai yang diperkirakan terjadi dalam tiap pengukuran dan menunjukkan ketersediaan air dalam aliran sungai setiap harinya. Untuk mendapatkan nilai debit rata-rata cukup dengan menjumlah keseluruhan nilai debit dalam pengukuran dibagi dengan banyaknya pengukuran yang dilakukan.

Debit minimum merupakan nilai debit terendah yang pernah terukur dalam suatu kawasan DAS. Debit minimum sangat erat kaitannya dengan ketersediaan air yang dapat dimanfaatkan untuk kawasan dibawahnya. Jika nilai debit minimum adalah 0 (nol), hal tersebut dapat dikarenakan kesalahan pengukuran atau terjadi kerusakan pada bangunan atau alat ukur debit sehingga tidak ada pengukuran.

Debit maksimum merupakan nilai debit terbesar yang terukur dalam suatu kawasan DAS. Nilai debit maksimum ini menunjukkan besarnya kapasitas suatu sungai untuk menampung air permukaan sampai pada tingkat maksimum.

Kejadian debit maksimum ini bervariasi di masing-masing DAS tergantung kondisi alam di sekitarnya (Huda, 2012:31).

Median atau nilai tengah adalah salah satu ukuran pemusatan data, yaitu jika data diurutkan dari yang terkecil sampai yang terbesar atau yang terbesar sampai yang terkecil, nilai pengamatan yang tepat di tengah-tengah bila jumlah datanya ganjil, atau rata-rata kedua pengamatan yang di tengah bila banyaknya pengamatan genap (Sugiyono, 2007).

Menurut Griselda (tanpa tahun) standar deviasi atau simpangan baku adalah ukuran sebaran statistik untuk mengukur bagaimana nilai-nilai data tersebar. Bisa juga didefinisikan sebagai, rata-rata jarak penyimpangan titik-titik data diukur dari nilai rata-rata data.

Penentuan debit rata-rata, debit minimal, debit maksimal, nilai tengah, dan standar deviasi bertujuan untuk mengetahui karakteristik masing-masing DAS yang diamati sebagai data penunjang besar kecilnya debit banjir pada DAS.

4.5 Analisis Frekuensi Debit

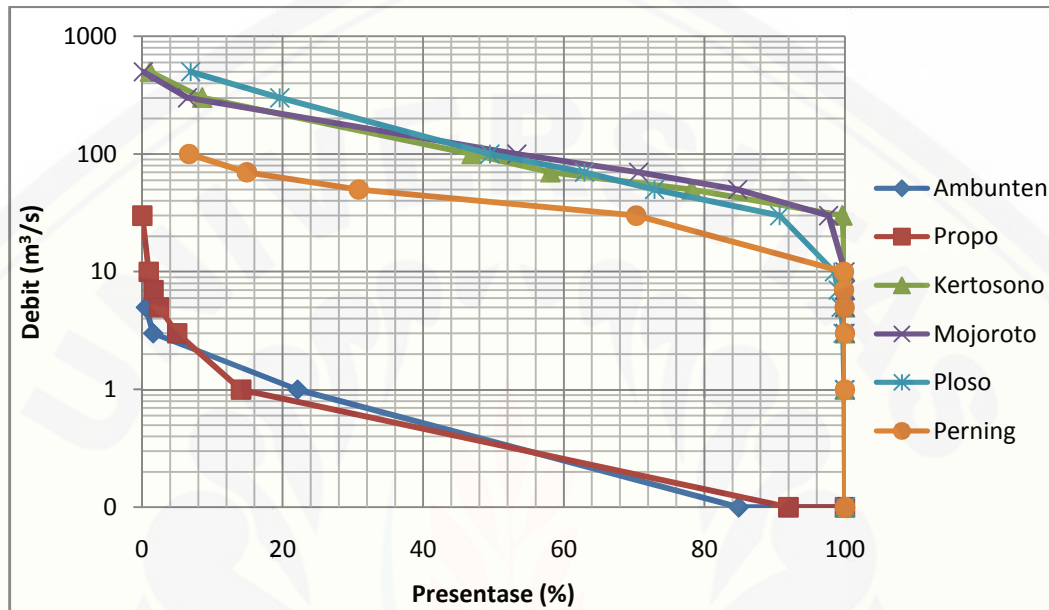
Penentuan nilai rentang terkecil dan terbesar didasarkan pada debit minimum dan maksimum 11 DAS tersebut. Nilai rentang terkecil sebesar $0,1 \text{ m}^3/\text{s}$ sedangkan rentang terbesar sebesar $500 \text{ m}^3/\text{s}$. Analisis kejadian debit dikelompokkan berdasarkan bentuk DAS pada semua periode rekaman tahunan (1996-2001) di masing-masing 11 DAS tersebut. Nilai frekuensi kejadian debit dari 11 DAS tersebut disajikan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Analisis Frekuensi Kejadian Debit 11 DAS Berdasarkan Balai Tahun 1996-2001

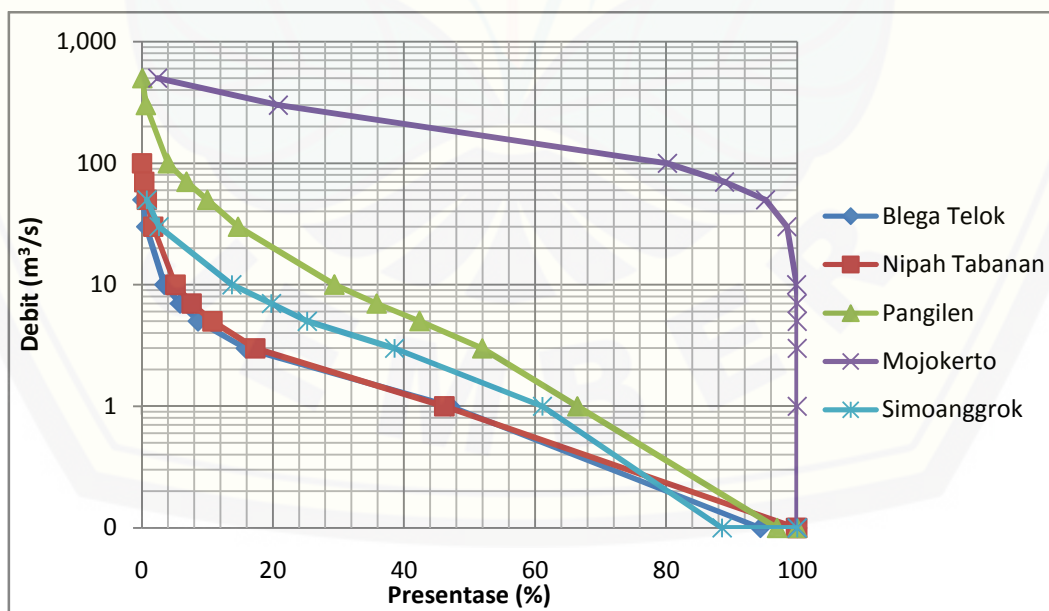
| Balai | DAS | Ambang Batas Q90 | m3/s | | | | | | | | | | | | |
|-----------|----------------------------|------------------------|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| | | | ≥0.1 | ≥1 | ≥3 | ≥5 | ≥7 | ≥10 | ≥30 | ≥50 | ≥70 | ≥100 | ≥300 | ≥500 | |
| | | | Rentang Debit % | | | | | | | | | | | | |
| Memanjang | 09. DAS Brantas Kertosono | 281 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 78,2 | 58,1 | 46,9 | 8,6 | 1,1 |
| | 10. DAS Brantas Ploso | 424 | 100 | 100 | 100 | 99,5 | 99 | 98,5 | 90,7 | 72,9 | 63 | 49,5 | 19,6 | 6,9 | |
| | 12. DAS Brantas Mojoroto | 262 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 97,7 | 84,8 | 70,6 | 53,3 | 6,5 | 0,2 | |
| | 19. DAS Brantas Pening | 86,3 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 70,3 | 30,8 | 14,9 | 6,7 | | | |
| | 86. DAS Samiran Propo | 1,48 | 92 | 14,1 | 5 | 2,4 | 1,6 | 1 | 0,05 | | | | | | |
| | 92. DAS Klampok Ambunten | 1,45 | 84,9 | 22,1 | 1,6 | 0,5 | | | | | | | | | |
| Melebar | 17. DAS Brantas Mojokerto | 353 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 98,4 | 95,2 | 88,9 | 80,2 | 20,8 | 2,5 | |
| | 18. DAS Lamong Simoanggrok | 13,2 | 88,5 | 61,1 | 38,6 | 25,3 | 19,8 | 13,8 | 2,6 | 0,8 | | | | | |
| | 84. DAS Blega Telok | 4,48 | 94,4 | 47,1 | 15,9 | 8,6 | 5,9 | 3,5 | 0,7 | 0,2 | | | | | |
| | 85. DAS Kemuning Pangilen | 50 | 96,9 | 66,5 | 52 | 42,4 | 35,9 | 29,4 | 14,7 | 10 | 6,8 | 4 | 0,6 | 0,1 | |
| | 89. DAS Nipah Tebanan | 5,44 | 100 | 46,2 | 17,3 | 10,8 | 7,6 | 5,2 | 1,8 | 0,8 | 0,4 | 0,05 | | | |

(Sumber : Hasil Analisis 2014)

Berdasarkan Tabel 4.5 dapat diketahui banyaknya kejadian debit pada skala rentang yang telah ditetapkan. Jika nilai frekuensi kejadian debit pada Tabel 4.5 jika di plotkan dalam grafik dan dibedakan berdasarkan bentuk DAS memanjang dan melebar, maka masing-masing DAS dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 4.2 Frekuensi Kejadian Debit pada DAS Bentuk Memanjang (Sumber: Hasil Analisi, 2014)



Gambar 4.3 Frekuensi Kejadian Debit pada DAS Bentuk Melebar (Sumber: Hasil Analisi, 2014)

Pada Tabel 4.5 dapat dilihat bahwa terdapat 5 DAS (Simoanggrok, DAS Ambunten, Blega Telok, Pangilen, dan Propo) yang tidak pernah memiliki frekuensi kejadian debit sebesar 100%. Hal ini dikarenakan pada data debit harian periode 1996-2001 terdapat data debit yang besarnya kurang dari $0,1 \text{ m}^3/\text{s}$. Nilai presentase pada *range* terbesar $>500 \text{ m}^3/\text{s}$ terdapat pada 5 DAS yaitu di DAS (Kertosono, Mojoroto, Ploso, Mojokerto, dan Pangilen).

Grafik 4.2 dan 4.3 menunjukkan bahwa garis grafik dengan debit maksimal diatas $100 \text{ m}^3/\text{s}$ merupakan DAS yang memiliki luasan besar, dan garis grafik dengan debit maksimal dibawah $100 \text{ m}^3/\text{s}$ merupakan DAS yang memiliki luasan yang lebih kecil, dikarenakan DAS yang luas memiliki tangkapan air yang lebih besar dari pada DAS yang memiliki luasan yang kecil. Gambar grafik 4.2 dan 4.3 menunjukkan bahwa DAS dengan bentuk memanjang debitnya lebih besar dibanding dengan DAS dengan bentuk melebar.

4.6 Metode Ambang Batas

Ambang batas debit banjir merupakan suatu nilai batas debit yang menyatakan jika kejadian debit melebihi nilai tersebut maka disebut banjir. Dalam studi ini ambang batas yang digunakan adalah ambang batas peramalan kejadian banjir. Mengacu pada penetapan ambang batas yang dikeluarkan oleh EFAS (*European Flood Awareness System*) bahwa banjir akan terjadi apabila kejadian debit pada suatu DAS melebihi persentil 90 (Q_{90}).

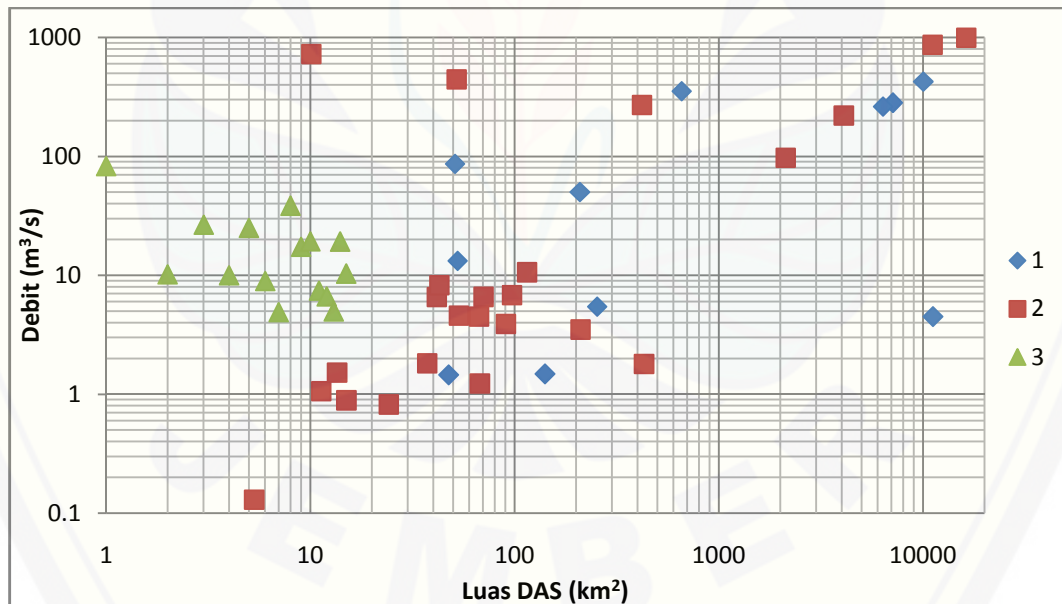
Tabel 4.6 Nilai ambang batas dengan menggunakan Q_{90}

| DAS | Luas DAS (km^2) | M^3/s | | | |
|----------------------------|-------------------------------|-----------------------|--------|------------|------------|
| | | Q_{90} | Rata2 | Q_{\min} | Q_{\max} |
| 09. DAS Brantas Kertosono | 7112,00 | 281,00 | 135,41 | 26,60 | 829,00 |
| 10. DAS Brantas Ploso | 10045,00 | 424,00 | 175,62 | 0,73 | 1168,00 |
| 12. DAS Brantas Mojoroto | 6361,80 | 262,00 | 133,15 | 20,80 | 667,00 |
| 19. DAS Brantas Perning | 657,00 | 86,30 | 48,17 | 4,20 | 236,00 |
| 86. DAS Samiran Propo | 52,50 | 1,48 | 0,85 | 0 | 32,30 |
| 92. DAS Klampok Ambunten | 51,00 | 1,45 | 0,66 | 0 | 8,82 |
| 17. DAS Brantas Mojokerto | 11195,50 | 353,00 | 192,42 | 7,66 | 863,00 |
| 18. DAS Lamong Simoanggrok | 209,00 | 13,20 | 5,02 | 0,07 | 96,90 |
| 84. DAS Blega Telok | 141,10 | 4,48 | 2,15 | 0,04 | 68,10 |
| 85. DAS Kemuning Pangilen | 253,80 | 50,00 | 18,41 | 0,03 | 660,00 |
| 89. DAS Nipah Tebanan | 47,60 | 5,44 | 2,91 | 0,07 | 117,00 |

(Sumber: Hasil Analisis 2014)

Dari Tabel 4.6 dapat diketahui bahwa batasan debit banjir yang dimiliki oleh masing-masing DAS bervariasi. Dari ke-11 DAS yang diamati dapat diketahui bahwa ambang batas Q_{90} terbesar pada bentuk DAS memanjang yaitu terdapat pada DAS Ploso dengan besaran debit $424,00 \text{ m}^3/\text{s}$, untuk ambang batas Q_{90} paling kecil terdapat pada DAS Klampok Ambunten yaitu dengan besaran debit $1,45 \text{ m}^3/\text{s}$. Ambang batas Q_{90} terbesar pada bentuk DAS melebar adalah DAS Brantas Mojokerto dengan besaran debit $353,00 \text{ m}^3/\text{s}$, untuk ambang batas Q_{90} terkecil terdapat pada DAS Blega Telok dengan besaran debit $4,48 \text{ m}^3/\text{s}$. Jika diamati dari secara keseluruhan, DAS yang memiliki nilai ambang batas Q_{90} paling besar adalah DAS Ploso.

Pada prinsipnya, ambang batas yang dibuat pada suatu DAS melihat dari kejadian debit yang tinggi dari rekaman data debit yang ada. Apabila kejadian debit pada suatu DAS cenderung besar maka ambang batas akan semakin besar pula. Jika diplotkan nilai ambang batas Q_{90} pada Tabel 4.6 dapat diperoleh grafik seperti disajikan pada gambar 4.4 sebagai berikut:



Gambar 4.4 Hubungan Nilai Q_{90} dengan luas DAS (Sumber: Hasil Analisis, 2014).

Keterangan:

1. UPT PSDA Kediri, Surabaya, dan Pamekasan (Madura) Tahun 1996-2001
2. UPT PSDA Malang, Bojonegoro, dan Madiun Tahun 1996-2001
3. UPT PSDA Lumajang, Bondowoso, dan Pasuruan Tahun 1996-2006.

Pada gambar 4.4 menunjukkan bahwa besar kecil ambang batas DAS dipengaruhi oleh beberapa karakteristik seperti panjang sungai utama, curah hujan, bentuk DAS, dan luas DAS. Luas DAS mempengaruhi besaran debit karena luas DAS berpengaruh langsung terhadap besarnya area tangkapan hujan, tetapi luas DAS tidak berpengaruh langsung terhadap besar dan kecilnya nilai ambang batas debit.

4.7 Periode Kejadian Banjir

Dalam studi ini banjir diartikan sebagai suatu kejadian debit yang mengalami kelebihan dari ambang batas yang ditentukan. Dengan diketahuinya ambang batas Q_{90} pada tiap DAS, maka dapat langsung dilakukan perhitungan tentang banyaknya kejadian banjir. Berikut merupakan gambaran peristiwa kejadian banjir pada 11 DAS sampel selama tahun 1996 – 2001.

Tabel 4.7 Perbandingan Peristiwa Kejadian Banjir

| DAS | Ambang Batas Q_{90} (m ³) | Periode Kejadian Max (hari) | Pelampauan Debit Q_{90} (m ³ /s) | |
|---------------------------|---|-----------------------------|---|------|
| | | | Max | Min. |
| 09. DAS Brantas Kertosono | 281 | 19 | 548,00 | 3,00 |
| 10. DAS Brantas Ploso | 424 | 19 | 744,00 | 3,00 |
| 12. DAS Brantas Mojoroto | 262 | 25 | 405,00 | 1,00 |
| 19. DAS Brantas Pening | 86,3 | 10 | 149,70 | 0,1 |
| 86. DAS Samiran Propo | 1,48 | 24 | 30,82 | 0,04 |
| 92. DAS Klampok Ambunten | 1,45 | 28 | 7,37 | 0,01 |
| 17. DAS Brantas Mojokerto | 353 | 90 | 510,00 | 3,00 |
| 18. DAS Lamong Simoangrok | 13,20 | 28 | 83,70 | 0,10 |
| 84. DAS Blega Telok | 4,48 | 13 | 63,62 | 0,01 |
| 85. DAS Kemuning Pangilen | 50 | 32 | 610,00 | 0,30 |
| 89. DAS Nipah Tebanan | 5,44 | 12 | 111,56 | 0,01 |

(Sumber: Hasil Analisis 2014)

Tabel 4.7 diatas menggambarkan kejadian banjir pada 11 DAS selama periode pengamatan pada tahun 1996 – 2001. DAS yang memiliki pelampauan terbesar ada pada bentuk DAS memanjang yaitu pada DAS Brantas Ploso dengan besar pelampauan 744 m³/s. Panjang periode banjir merupakan suatu besaran yang menggambarkan lamanya kejadian pelampauan debit terhadap ambang batas. Diketahui DAS yang memiliki panjang periode kejadian banjir paling lama terjadi pada DAS Mojokerto yaitu selama 90 hari, sedangkan untuk panjang periode banjir maksimal paling kecil terjadi pada DAS Pening selama 10 hari.

Jika dilihat dari panjangnya periode kejadian banjir yang terjadi, DAS dengan jumlah kejadian banjir yang relatif banyak cenderung memiliki panjang periode kejadian banjir yang pendek. Contohnya pada DAS dengan kejadian banjir terbanyak (DAS Nipah Tabanan, DAS Blega Telok, dan DAS Perning), panjangnya periode kejadian banjirnya lebih kecil dari pada DAS dengan kejadian banjir yang sedikit.

Pelampauan maksimum dan minimum merupakan selisih besaran debit ambang batas yang telah ditentukan pada masing-masing DAS. Pelampauan debit pada masing-masing DAS berbeda-beda, ini dipengaruhi oleh debit maksimum pada masing-masing DAS yang diamati.

4.8 Penentuan Bulan Rawan Banjir Dalam Tahun dan Bulan

Penentuan kejadian banjir secara tahunan dan bulanan akan memudahkan menentukan tempat dan bulan rawan terjadi banjir. Frekuensi kejadian banjir disajikan dalam bentuk tabel banjir tahunan masing-masing DAS pada periode 1996 sampai dengan 2001, banyak kejadian banjir tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Peristiwa Kejadian Banjir Periode 1996-2001

| DAS | Q ₉₀ | intensitas kejadian banjir | | | | | |
|----------------------------|-----------------|----------------------------|------|------|------|------|------|
| | | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 |
| 09. DAS Brantas Kertosono | 281 | 11 | 25 | 18 | 64 | 36 | 63 |
| 10. DAS Brantas Ploso | 424 | 38 | 9 | 45 | 62 | 27 | 37 |
| 12. DAS Brantas Mojoroto | 262 | 14 | 6 | 23 | 100 | 27 | 48 |
| 19. DAS Brantas Perning | 86,3 | 44 | 14 | 37 | 26 | 49 | 48 |
| 86. DAS Samiran Propo | 1,48 | 100 | 118 | - | - | - | - |
| 92. DAS Klampok Ambunten | 1,45 | 27 | 48 | 37 | 28 | 65 | 13 |
| 17. DAS Brantas Mojokerto | 353 | 15 | 26 | 15 | - | 2 | 156 |
| 18. DAS Lamong Simoanggrok | 13,2 | 36 | 9 | 31 | 39 | 55 | 47 |
| 84. DAS Blega Telok | 4,48 | 15 | 17 | 60 | 55 | 32 | 38 |
| 85. DAS Kemuning Pangilen | 50 | 8 | 5 | 102 | 35 | 39 | 29 |
| 89. DAS Nipah Tebanan | 5,44 | 31 | 29 | 22 | 56 | 23 | 57 |

(Sumber: Hasil Analisis 2014)

Dari Tabel 4.8 dapat diketahui DAS Brantas Mojokerto yang paling banyak mengalami kejadian banjir, yaitu sebanyak 156 kali pada tahun 2001. Intensitas kejadian banjir paling banyak terjadi pada tahun 2001 dengan kejadian banjir sebanyak 536 kejadian, ini disebabkan oleh efek dari La Nina atau peningkatan intensitas hujan. Intensitas kejadian banjir paling kecil terjadi pada tahun 1997

dengan kejadian banjir sebanyak 306 kejadian, ini disebabkan oleh efek El Nino yaitu meningkatnya suhu dipermukaan bumi sehingga DAS dengan luasan yang kecil akan mengalami penurunan debit (Badan Nasional Penanggulangan Bencana 2014).

Masing-masing DAS memiliki ambang batas yang berbeda-beda, semakin besar ambang batas tersebut maka intensitas kejadian banjir akan semakin sedikit, itu dikarenakan semakin besar batasan maka sebaran kejadian banjir semakin sedikit dan lama rentang kejadian lebih panjang begitu juga sebaliknya jika ambang batas semakin kecil maka sebaran kejadian banjir akan semakin banyak tetapi dengan rentang lama kejadian yang cukup singkat. DAS dengan kejadian tahunan paling rendah adalah DAS propo yaitu hanya pada tahun 1996 dan tahun 1997 mengalami banjir, mungkin ini disebabkan karena DAS tersebut terletak pada daerah kering atau kesalahan pada pengukuran.

Klasifikasi berikutnya adalah kejadian rawan banjir menurut bulanan dalam setiap tahunnya, dari tabel bulanan yang telah ditandai dengan warna merupakan kejadian banjir dan angka yang ada di dalamnya adalah lama rentan hari terjadinya banjir. Sesuai dengan durasi kejadian banjir, jika peristiwa banjir digambarkan dalam bentuk tabel kejadian tiap bulannya akan didapat tabel sebagai berikut:

Tabel 4.9 Sebaran Bulan Rawan Banjir DAS Bentuk Memanjang

| DAS Bentuk Memanjang | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|-------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| DAS | Tahun | Bulan | | | | | | | | | | | |
| | | Jan | Feb | Mar | Apr | Mei | Jun | Jul | Agu | Sep | Okt | Nov | Des |
| Ambunten | 1996 | 3 | 12 | 1 | 3 | | | | | | | 5 | 4 |
| | 1997 | 18 | 19 | | 8 | 2 | | | | | | | |
| | 1998 | | 11 | 9 | 4 | 4 | | | | | | | 9 |
| | 1999 | | 2 | 10 | 9 | 1 | | | | | | | 24 |
| | 2000 | 10 | 12 | 12 | 5 | 5 | 2 | | | | | 1 | |
| | 2001 | | | | 1 | | | | | | | | |
| Propo | Tahun | Bulan | | | | | | | | | | | |
| | | Jan | Feb | Mar | Apr | Mei | Jun | Jul | Agu | Sep | Okt | Nov | Des |
| | 1996 | 25 | 16 | 9 | 15 | | | | | | 9 | 11 | 14 |
| | 1997 | 28 | 22 | 7 | 24 | 9 | 2 | | | | | | 26 |
| | 1998 | | | | | | | | | | | | |
| | 1999 | | | | | | | | | | | | |
| 2000 | | | | | | | | | | | | | |
| 2001 | | | | | | | | | | | | | |
| Kertosono | Tahun | Bulan | | | | | | | | | | | |
| | | Jan | Feb | Mar | Apr | Mei | Jun | Jul | Agu | Sep | Okt | Nov | Des |
| | 1996 | | 2 | 2 | 7 | | | | | | | | |
| | 1997 | 5 | 17 | 3 | | | | | | | | | |
| | 1998 | | 2 | 4 | 1 | | 3 | | | | | 4 | 4 |
| | 1999 | 21 | 8 | 17 | 18 | | | | | | | | |
| 2000 | | 7 | 11 | 9 | 4 | | | | | | 5 | | |
| 2001 | 11 | 18 | 3 | 19 | 2 | 1 | | | | | 2 | 1 | |
| Mojoroto | Tahun | Bulan | | | | | | | | | | | |
| | | Jan | Feb | Mar | Apr | Mei | Jun | Jul | Agu | Sep | Okt | Nov | Des |
| | 1996 | | | | 7 | | | | | | | | |
| | 1997 | 3 | | | | | | | | | | | |
| | 1998 | | | | | | | | | | 2 | 13 | 4 |
| | 1999 | 21 | 6 | 17 | 16 | | | | | | | | |
| 2000 | | 6 | 10 | 7 | 2 | | | | | | 3 | | |
| 2001 | 5 | 18 | 8 | 19 | 2 | | | | | | 2 | | |
| Ploso | Tahun | Bulan | | | | | | | | | | | |
| | | Jan | Feb | Mar | Apr | Mei | Jun | Jul | Agu | Sep | Okt | Nov | Des |
| | 1996 | 7 | 12 | 8 | 8 | | | | | | | | 3 |
| | 1997 | | 9 | | | | | | | | | | |
| | 1998 | | 5 | 5 | 3 | | 4 | 9 | | | 2 | 9 | 9 |
| | 1999 | 14 | 5 | 20 | 20 | 2 | | | | | | | |
| 2000 | 1 | 1 | 12 | 7 | | | | | | 1 | 4 | 1 | |
| 2001 | 7 | 8 | 9 | 11 | 1 | | | | | | | | |

| | Tahun | Bulan | | | | | | | | | | | |
|----------------|-------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | Jan | Feb | Mar | Apr | Mei | Jun | Jul | Agu | Sep | Okt | Nov | Des |
| Perning | 1996 | 14 | 13 | 7 | 1 | | | | | | | 1 | 7 |
| | 1997 | 6 | 7 | | | | | | | | | | |
| | 1998 | 1 | 10 | 7 | 3 | 2 | | | | | | 9 | 11 |
| | 1999 | 9 | 1 | | 6 | 2 | | | | | | 2 | 3 |
| | 2000 | 7 | 6 | 11 | 7 | 2 | | | | | 2 | 6 | 6 |
| | 2001 | 9 | 5 | 15 | 11 | 1 | 1 | | | | | | 5 |

(Sumber: Hasil Analisis 2014)

Dari tabel 4.9 dapat dilihat bahwa pada ke enam DAS bentuk memanjang ini memiliki kejadian banjir berbeda-beda. DAS Ambunten mengalami kejadian paling sedikit pada tahun 2001 hanya pada bulan April dan Desember. Untuk bulan paling lama rentang waktu kejadian banjir terjadi pada bulan Februari, jadi dapat diasumsikan pada Februari merupakan bulan paling rawan banjir pada DAS Ambunten.

DAS Propo mengalami kejadian banjir hanya pada tahun 1996 dan 1997. Kejadian banjir yang seperti ini mungkin dikarenakan kesalahan pengukuran atau kerusakan bangunan ukur dan pada saluran DAS Propo merupakan tempat yang kering sehingga terjadi penurunan debit pada tahun selanjutnya.

DAS Kertosono mengalami rentang waktu kejadian banjir paling singkat pada tahun 1996 pada bulan Februari, Maret dan April. Bulan paling sering terjadi banjir pada bulan Februari dan Maret yang terjadi disetiap tahunnya untuk rentang paling lama pada bulan Februari. Keterangan diatas dapat diasumsikan bahwa pada bulan Februari dan Maret merupakan bulan paling rawan banjir pada DAS Kertosono.

DAS Mojoroto mengalami rentang kejadian banjir paling sedikit pada tahun 1997 hanya pada bulan Januari. Bulan paling sering terjadi banjir pada bulan April dan bulan dengan rentang waktu kejadian banjir terlama. Dari keterangan diatas dapat diasumsikan bahwa pada bulan April merupakan bulan rawan terjadi banjir pada DAS Mojoroto.

DAS Ploso mengalami kejadian banjir paling sedikit pada tahun 1997 hanya pada bulan Februari. Bulan paling sering terjadi banjir berada pada bulan Februari. Bulan paling lama rentang waktu kejadian banjir berada pada bulan

Maret. Keterangan diatas dapat diasumsikan untuk bulan paling rawan terjadi banjir berada pada bulan Februari pada DAS Ploso.

DAS Pening mengalami kejadian banjir paling sediki pada tahun 1997 hanya pada Januari dan Februari. Bulan kejadian terbanyak terdapat pada bulan Januari dan Desember yang disetiap tahunnya terjadi banjir. Bulan paling lama rentang waktu kejadian banjir terdapat pada bulan Januari. Keterangan diatas dapat diasumsikan bahwa pada bulan Januari merupakan bulan paling rawan terjadi banjir pada DAS Pening.

Pada kelompok bentuk DAS memanjang bulan Agustus, dan September tidak pernah terjadi banjir sehingga dipastikan bulan tersebut merupakan bulan kering karena pada bulan tersebut seluruh DAS tidak ada yang mengalami kejadian banjir. Untuk bulan rawan banjir dapat dilihat bahwa pada bulan Januari, Februari, Maret, April, November, dan Desember terjadi banjir dengan jumlah kejadian yang banyak dengan rentang waktu yang cukup lama, sehingga pada bulan tersebut merupakan bulan rawan banjir.

Sesuai dengan karakteristik DAS bawa bentuk DAS memanjang sulit terjadi banjir dengan curah hujan yang rendah karena letak *outlet* atau stasiun AWLR sebagai tempat pengukuran debit letaknya jauh dari sungai-sungai kecil atau anak sungai (Suripin,2004). Dilihat dari data Tabel 4.9 yang dihasilkan dari *plot* kejadian banjir didapatkan kejadian banjir yang terjadi saat musim penghujan dengan curah yang cukup tinggi.

Tabel 4.10 Sebaran Bulan Rawan Banjir DAS Bentuk Melebar

| DAS Bentuk Melebar | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|-------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| DAS | Tahun | Bulan | | | | | | | | | | | |
| | | Jan | Feb | Mar | Apr | Mei | Jun | Jul | Agu | Sep | Okt | Nov | Des |
| Blega Telok | 1996 | | | | | 3 | 3 | | | | | 1 | 8 |
| | 1997 | 5 | 2 | 2 | 4 | | | | | | | | |
| | 1998 | 3 | 6 | 9 | 7 | 3 | 2 | 5 | 2 | | 1 | 5 | 10 |
| | 1999 | 7 | 5 | 1 | 9 | 3 | | | | | | 9 | 21 |
| | 2000 | 13 | 11 | | 3 | 2 | 2 | | | | | 1 | |
| | 2001 | 5 | 4 | 4 | 7 | 3 | 2 | | | | | 1 | 12 |
| Nipah Tabanan | Tahun | Bulan | | | | | | | | | | | |
| | | Jan | Feb | Mar | Apr | Mei | Jun | Jul | Agu | Sep | Okt | Nov | Des |
| | 1996 | | 7 | | 3 | 3 | 4 | | | | 1 | 4 | 10 |
| | 1997 | 8 | 5 | | 13 | 2 | | | | | | | |
| | 1998 | 2 | 1 | 10 | 2 | | 2 | | | | 1 | | 4 |
| | 1999 | 8 | 4 | 6 | 13 | | | | | | | 12 | 12 |
| 2000 | 7 | 11 | 1 | 1 | | | | | | | 3 | | |
| 2001 | 3 | 6 | 1 | 6 | 5 | 10 | 1 | | | 4 | 12 | 8 | |
| Pangilen | Tahun | Bulan | | | | | | | | | | | |
| | | Jan | Feb | Mar | Apr | Mei | Jun | Jul | Agu | Sep | Okt | Nov | Des |
| | 1996 | 2 | 3 | | | 1 | | | | | | | 2 |
| | 1997 | | 1 | | 2 | 2 | | | | | | | |
| | 1998 | 1 | 2 | 29 | 15 | 1 | 5 | 4 | | 3 | 17 | 3 | 22 |
| | 1999 | 2 | 1 | | 7 | 5 | | | | | | 13 | 7 |
| 2000 | 6 | 8 | | 8 | 7 | 1 | | | | | 9 | | |
| 2001 | 1 | 6 | 4 | 5 | 2 | 3 | | | | | 3 | 5 | |
| Mojokerto | Tahun | Bulan | | | | | | | | | | | |
| | | Jan | Feb | Mar | Apr | Mei | Jun | Jul | Agu | Sep | Okt | Nov | Des |
| | 1996 | | | | 1 | | | | | | 1 | 5 | 8 |
| | 1997 | 10 | 16 | | | | | | | | | | |
| | 1998 | | 1 | 6 | 2 | | 1 | | | | | 1 | 4 |
| | 1999 | | | | | | | | | | | | |
| 2000 | | | 1 | 1 | | | | | | | | | |
| 2001 | 16 | 29 | 31 | 24 | 2 | 8 | 7 | 4 | 1 | 12 | 7 | 8 | |
| Simoanggrok | Tahun | Bulan | | | | | | | | | | | |
| | | Jan | Feb | Mar | Apr | Mei | Jun | Jul | Agu | Sep | Okt | Nov | Des |
| | 1996 | 1 | 12 | 8 | | | | | | | | 6 | 9 |
| | 1997 | 2 | 5 | | 2 | | | | | | | | |
| | 1998 | 1 | 6 | 10 | 1 | 1 | | | | 1 | 1 | 4 | 6 |
| | 1999 | 11 | 8 | 3 | 8 | 1 | | | 1 | | | 1 | 4 |
| 2000 | 11 | 4 | 19 | 11 | 1 | | | | | 4 | 3 | | |
| 2001 | 4 | 2 | 17 | 10 | 2 | 2 | 1 | | | 2 | 2 | 5 | |

(Sumber: Hasil Analisis 2014)

Dari Tabel 4.10 dapat dilihat bahwa kelima DAS bentuk melebar memiliki kejadian banjir yang berbeda-beda. Pada DAS Blega Telok hanya pada bulan September tidak mengalami kejadian banjir dan bulan yang paling banyak kejadian banjir terdapat pada bulan Januari, Februari, April, Mei, dan November karena hampir setiap tahun terjadi kejadian banjir tetapi dengan rentang waktu yang cukup singkat dan pada bulan Desember merupakan bulan dengan rentang waktu kejadian banjir terlama. Keterangan diatas dapat diasumsikan untuk DAS Blega Telok bulan paling rawan terjadi banjir terdapat pada bulan Desember.

DAS Nipah Tabanan pada bulan Februari dan April setiap tahunnya mengalami kejadian banjir. Bulan April merupakan bulan dengan kejadian banjir dengan rentang waktu kejadian banjir terlama, sehingga dapat diasumsikan pada bulan April merupakan bulan paling rawan banjir pada DAS Nipah Tabanan.

DAS Pangilen mengalami kejadian banjir paling sedikit 1997 pada bulan Februari, April dan Mei. Bulan paling banyak kejadian banjir terjadi pada bulan Februari dan Mei karena terjadi banjir disetiap tahunnya tetapi dengan rentang waktu kejadian yang cukup singkat. Bulan dengan rentang waktu kejadian paling lama terjadi pada bulan April. Keterangan diatas dapat diasumsikan bahwa pada bulan April merupakan bulan paling rawan terjadi banjir.

DAS Mojokerto mengalami jumlah kejadian banjir yang cukup sedikit tetapi rentang waktu kejadian cukup lama, pada tahun 1999 DAS Mojokerto tidak pernah mengalami banjir, pada tahun 2000 hanya terjadi dua bulan kejadian banjir dengan rentang waktu yang sangat singkat dan pada tiga tahun sebelumnya terjadi kejadian banjir yang sedikit dengan rentang waktu yang singkat. Sedangkan kejadian banjir hampir disetiap bulanya terjadi pada tahun 2001 kemungkinan efek dari La Nina.

DAS Simoangrok mengalami kejadian banjir paling sedikit pada tahun 1997 pada bulan Januari, Februari, dan April. Bulan paling rawan terjadi banjir pada bulan Januari dan Februari karena pada bulan tersebut setiap tahunnya terjadi banjir tetapi dengan rentang waktu yang cukup singkat dan pada bulan Maret terjadi kejadian banjir paling lama rentang waktunya, sehingga dapat diasumsikan

bahwa pada bulan Februari dan Maret pada DAS Simoangrok merupakan bulan paling rawan terjadi banjir.

Pada kelompok DAS bentuk melebar semua bulan pernah mengalami banjir dengan jumlah dan rentang yang berbeda-beda seperti bulan Mei, Juni, Juli, Agustus, September, dan Oktober jumlah dan rentang kejadian banjir lebih kecil. Keterangan diatas dapat disimpulkan bahwa untuk DAS bentuk melebar bulan rawan banjir terjadi pada bulan Januari, Februari, Maret, April, November, dan Desember. DAS dengan bentuk melebar akan mudah banjir karena letak outletnya dekat dengan jaringan saluran DAS sehingga dengan curah hujan yang tidak terlalu besar dapat menimbulkan debit yang cukup besar pada saluran DAS.

Sesuai dengan karakteristik DAS bawa bentuk DAS melebar mudah terjadi banjir karena letak *outlet* atau stasiun AWLR sebagai tempat pengukuran debit letaknya dekat dengan sungai-sungai kecil atau anak sungai sehingga dengan intensitas hujan yang cukup rendah debit sungai sudah meningkat (Suripin, 2004).Dilihat dari data Tabel 4.10 yang dihasilkan dari *plot* kejadian banjir didapatkan kejadian banjir yang terjadi pada musim penghujan dan masuk pada awal dan ahir musim kemarau dengan intensitas yang kecil dan rentang kejadian yang singkat.

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisis menunjukkan pada 11 DAS ditiga UPT PSDA Jawa Timur didapatkan kesimpulan, ambang batas dan jumlah kejadian banjir dengan menggunakan data debit selama enam tahun dapat disimpulkan bahwa nilai ambang batas debit untuk periode waktu 1996-2001.

- a. Penentuan ambang batas menggunakan analisis TLM didapatkan hasil yang berbeda-beda dari 11 DAS yang diamati DAS Brantas Kertosono dengan nilai ambang batas sebesar 281,00 m³/s, DAS Brantas Ploso dengan nilai ambang batas sebesar 424,00 m³/s, DAS Brantas Mojoroto dengan nilai ambang batas sebesar 262,00 m³/s, DAS Brantas Perning dengan nilai ambang batas sebesar 86,30 m³/s, DAS Samiran Propo dengan nilai ambang batas sebesar 1,48 m³/s, DAS Klampok Ambunten dengan nilai ambang batas sebesar 1,45 m³/s, DAS Brantas Mojokerto dengan nilai ambang batas sebesar 353,00 m³/s, DAS Lamong Simoangrok dengan nilai ambang batas sebesar 13,20 m³/s, DAS Blega Telok dengan nilai ambang batas sebesar 4,48 m³/s, DAS Kemuning Panglengan dengan nilai ambang batas sebesar 50,00 m³/s, dan DAS Nipah Tebanan dengan nilai ambang batas sebesar 5,44 m³/s.
- b. Penentuan kejadian banjir berdasarkan nilai debit di atas nilai ambang batas setiap DAS memiliki jumlah kejadian yang berbeda juga, untuk DAS yang memiliki kejadian paling banyak yaitu DAS Brantas Ploso, Brantas Mojoroto, Brantas Perning, Samiran Propo, Klampok Ambunten, dan Nipah Tebanan dengan total sebanyak 118 kejadian banjir sedangkan DAS yang memiliki kejadian paling sedikit adalah DAS Brantas Mojokerto dengan total sebanyak 114 kejadian banjir DAS Brantas Mojokerto, Lamong Simoangrok, Blega Telok, dan Kemuning Panglengan sebanyak 117 kejadian banjir. Dari pengklasifikasian kejadian banjir bulanan selama enam tahun pada 11 DAS didapat bulan rawan banjir pada bulan Januari, Februari, Maret, April, November, dan Desember.

5.2 Saran

Untuk hasil analisis kejadian banjir yang lebih baik diperlukan periode tahun yang lebih panjang, dan untuk hasil analisis kejadian banjir lebih akurat tidak hanya berdasarkan kondisi debit secara hidrologis saja tetapi juga memperhitungkan faktor-faktor lain yang mempengaruhi kondisi debit untuk memudahkan penentuan bulan rawan banjir.



DAFTAR PUSTAKA

- Badan Perencanaan Pembangunan Nasional. 2006. *Strategi pengelolaan Sumber Daya Air di Pulau Jawa*. Laporan Akhir Buku 1 Direktorat Pengairan dan Irigasi.
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana. 2014. *Risk Flood Jawa Timur*. risk. http://geospasial.bnpb.go.id/wp-content/uploads/2014/06/2014-03-19_risk_flood_jawa_timur-583x413.jpg [16-08-2014].
- Estiningtyas, W., Boer, R., dan Buono, A. 2009. *Analisis Hubungan Curah Hujan Dengan Kejadian Banjir dan Kekeringan Pada Wilayah Dengan Sistem Usaha Tani Berbasis Padi Di Provinsi Jawa Barat*. *Jurnal Agromet* 23 vol 1.
- Gregor, M. 2010. *User Manual TLM 2.1*. Department of Hydrogeology-Faculty of Natural Science-Comenius University.Slovakia.
- Griselda C. (tanpa tahun). <http://www.slideshare.net/AlvAwg/beberapa-pengertian-dasar-dalam-statistika>.
- Harto, S. 1993. *Analisis Hidrologi*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Huda, H. 2012. *Studi Regionalisasi Das-Das Di Jawa Timur: Analisis Frekuensi Banjir*. Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember. Jember.
- Kamiana, I. M. 2001. *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Kementerian Kehutanan Dirjen BPDAS dan Perhutanan Sosial. 2013. *Peraturan DIRJEN BPDAS dan PS Nomor: P. 3/V-SET/2013 Tentang Pedoman Identifikasi Karakteristik Daerah Aliran Sungai*. Kementerian Kehutanan, Direktorat Jenderal Bina Pengelolaan DAS dan Perhutanan Sosial. Jakarta.
- Lane, D. M. (tanpa tahun). *Percentiles*. <http://onlinestatbook.com/2/introduction-percentiles.html> [20 oktober 2014].
- Madsen, H., Rasmussen, P.F., dan Rosbjerg, D. 1997. Comparison of Annual Maximum Series and Partial Duration Series Method for Modeling Extreme hydrologic event. *Water Resources Research* Vol. 33, No. 4.

- Rahayu, Widodo, Noordwijk, Suryadi, dan Verbist. 2009. *Monitoring Air Di Daerah Aliran Sungai*. Bogor, Indonesia.
- Ramos, M. H., Bartholmes, J., dan Pozo, J. 2007. Development Of Decision Support Products Based On Ensemble Forecasts In The European Flood Alert System. *Atmospheric Science Letters* vol. 8: 113-119.
- Sugiyono, 2007. *Statistika Untuk Penelitian*. Alfabeta, Bandung. Cetakan Keduabelas.
- Sulianti, I. 2008. *Perbandingan Beberapa Metode Penelusuran Banjir Secara Hidrologi (Studi Kasus Sungai Belitang di Sub DAS Komerling)*. Jurnal sipil Vol.3.No.1.
- Suripin. 2004. *Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*, ANDI OFFSET, Yogyakarta.
- Suryadi, Y. 2007. The method of determining flood index based on the function of peak discharge hydrograph inflow, the area of inundation, depth of inundation and time of inundation (a case study on the upper citarum watershed). PhD Theses from JBPTITBPP. Central Library Institute Technology Bandung. Bandung.
- Tallaksen, L. M., dan Lanen, V. 2004. *Hydrological Drought Processes and Estimation Methods for Streamflow and Groundwater*. Developments in water Science, 48. Amsterdam.
- Weeink, W. H. 2010. *Thresholds For Flood Forecasting And Warning: Evaluation Of Streamflow And Ensemble Thresholds*. University of Twente. Twente.

LAMPIRAN

A. Periode Kejadian Banjir Pada 11 DAS di Jawa Timur

1. DAS Brantas Kertosono

| Reserve Period (i) | Reserve Start | Reserve End | Period Length (days) | Reserve Volume (Q) | Maximal Deviation |
|--------------------|---------------|-------------|----------------------|--------------------|-------------------|
| 1 | 09/02/1996 | 09/02/1996 | 1 | 3888000 | 45 |
| 2 | 12/02/1996 | 12/02/1996 | 1 | 7344000 | 85 |
| 3 | 12/03/1996 | 13/03/1996 | 2 | 2505600 | 22 |
| 4 | 24/03/1996 | 24/03/1996 | 1 | 5529600 | 64 |
| 5 | 17/04/1996 | 20/04/1996 | 4 | 22896000 | 137 |
| 6 | 22/04/1996 | 23/04/1996 | 2 | 13996800 | 119 |
| 7 | 18/01/1997 | 21/01/1997 | 4 | 47520000 | 259 |
| 8 | 25/01/1997 | 25/01/1997 | 1 | 8726400 | 101 |
| 9 | 04/02/1997 | 18/02/1997 | 15 | 232070400 | 548 |
| 10 | 25/02/1997 | 01/03/1997 | 5 | 11318400 | 81 |
| 11 | 21/02/1998 | 22/02/1998 | 2 | 9936000 | 103 |
| 12 | 01/03/1998 | 01/03/1998 | 1 | 4320000 | 50 |
| 13 | 17/03/1998 | 18/03/1998 | 2 | 38275200 | 259 |
| 14 | 20/03/1998 | 20/03/1998 | 1 | 4752000 | 55 |
| 15 | 11/04/1998 | 11/04/1998 | 1 | 259200 | 3 |
| 16 | 04/06/1998 | 04/06/1998 | 1 | 3196800 | 37 |
| 17 | 16/06/1998 | 17/06/1998 | 2 | 9763200 | 108 |
| 18 | 05/11/1998 | 08/11/1998 | 4 | 44150400 | 148 |
| 19 | 22/12/1998 | 25/12/1998 | 4 | 13737600 | 71 |
| 20 | 01/01/1999 | 02/01/1999 | 2 | 15033600 | 149 |
| 21 | 09/01/1999 | 12/01/1999 | 4 | 30153600 | 195 |
| 22 | 14/01/1999 | 20/01/1999 | 7 | 34819200 | 190 |
| 23 | 24/01/1999 | 04/02/1999 | 12 | 122169600 | 273 |
| 24 | 21/02/1999 | 22/02/1999 | 2 | 9590400 | 86 |
| 25 | 24/02/1999 | 24/02/1999 | 1 | 9676800 | 112 |
| 26 | 26/02/1999 | 26/02/1999 | 1 | 5875200 | 68 |
| 27 | 08/03/1999 | 09/03/1999 | 2 | 27820800 | 220 |
| 28 | 13/03/1999 | 18/03/1999 | 6 | 62035200 | 192 |
| 29 | 20/03/1999 | 28/03/1999 | 9 | 102384000 | 291 |
| 30 | 05/04/1999 | 20/04/1999 | 16 | 240278400 | 431 |
| 31 | 23/04/1999 | 23/04/1999 | 1 | 1296000 | 15 |
| 32 | 27/04/1999 | 27/04/1999 | 1 | 4406400 | 51 |
| 33 | 21/02/2000 | 21/02/2000 | 1 | 6566400 | 76 |
| 34 | 23/02/2000 | 28/02/2000 | 6 | 38102400 | 164 |

| | | | | | |
|----|------------|------------|----|-----------|-----|
| 35 | 04/03/2000 | 06/03/2000 | 3 | 24451200 | 187 |
| 36 | 13/03/2000 | 16/03/2000 | 4 | 33782400 | 247 |
| 37 | 26/03/2000 | 26/03/2000 | 1 | 5011200 | 58 |
| 38 | 28/03/2000 | 30/03/2000 | 3 | 19612800 | 140 |
| 39 | 08/04/2000 | 09/04/2000 | 2 | 4579200 | 29 |
| 40 | 16/04/2000 | 16/04/2000 | 1 | 4060800 | 47 |
| 41 | 18/04/2000 | 20/04/2000 | 3 | 38620800 | 303 |
| 42 | 23/04/2000 | 24/04/2000 | 2 | 3542400 | 22 |
| 43 | 27/04/2000 | 27/04/2000 | 1 | 4492800 | 52 |
| 44 | 01/05/2000 | 02/05/2000 | 2 | 15724800 | 168 |
| 45 | 04/05/2000 | 04/05/2000 | 1 | 9590400 | 111 |
| 46 | 22/05/2000 | 22/05/2000 | 1 | 2937600 | 34 |
| 47 | 12/11/2000 | 12/11/2000 | 1 | 3974400 | 46 |
| 48 | 15/11/2000 | 17/11/2000 | 3 | 29894400 | 229 |
| 49 | 23/11/2000 | 23/11/2000 | 1 | 9676800 | 112 |
| 50 | 09/01/2001 | 12/01/2001 | 4 | 20390400 | 134 |
| 51 | 22/01/2001 | 22/01/2001 | 1 | 11232000 | 130 |
| 52 | 24/01/2001 | 24/01/2001 | 1 | 3542400 | 41 |
| 53 | 27/01/2001 | 14/02/2001 | 19 | 167616000 | 274 |
| 54 | 17/02/2001 | 20/02/2001 | 4 | 9763200 | 52 |
| 55 | 12/03/2001 | 13/03/2001 | 2 | 26697600 | 301 |
| 56 | 16/03/2001 | 16/03/2001 | 1 | 2419200 | 28 |
| 57 | 25/03/2001 | 26/03/2001 | 2 | 17452800 | 111 |
| 58 | 28/03/2001 | 14/04/2001 | 18 | 185932800 | 225 |
| 59 | 16/04/2001 | 18/04/2001 | 3 | 20390400 | 127 |
| 60 | 26/04/2001 | 27/04/2001 | 2 | 5011200 | 42 |
| 61 | 03/05/2001 | 04/05/2001 | 2 | 17539200 | 174 |
| 62 | 16/06/2001 | 16/06/2001 | 1 | 345600 | 4 |
| 63 | 18/11/2001 | 19/11/2001 | 2 | 2332800 | 15 |
| 64 | 03/12/2001 | 03/12/2001 | 1 | 3024000 | 35 |

2. DAS Brantas Mojoroto

| Reserve Period (i) | Reserve Start | Reserve End | Period Length (days) | Reserve Volume (Q) | Maximal Deviation |
|--------------------|---------------|-------------|----------------------|--------------------|-------------------|
| 1 | 09/01/1996 | 09/01/1996 | 1 | 259200 | 3 |
| 2 | 18/01/1996 | 18/01/1996 | 1 | 2937600 | 34 |
| 3 | 24/01/1996 | 24/01/1996 | 1 | 4060800 | 47 |
| 4 | 09/02/1996 | 09/02/1996 | 1 | 345600 | 4 |
| 5 | 12/02/1996 | 12/02/1996 | 1 | 2592000 | 30 |
| 6 | 24/03/1996 | 24/03/1996 | 1 | 1987200 | 23 |

| | | | | | |
|----|------------|------------|----|-----------|-----|
| 7 | 17/04/1996 | 23/04/1996 | 7 | 43545600 | 115 |
| 8 | 20/11/1996 | 20/11/1996 | 1 | 6998400 | 81 |
| 9 | 18/01/1997 | 20/01/1997 | 3 | 2419200 | 17 |
| 10 | 06/02/1997 | 06/02/1997 | 1 | 2246400 | 26 |
| 11 | 09/02/1997 | 09/02/1997 | 1 | 2678400 | 31 |
| 12 | 13/02/1997 | 13/02/1997 | 1 | 7344000 | 85 |
| 13 | 01/03/1998 | 01/03/1998 | 1 | 6912000 | 80 |
| 14 | 17/03/1998 | 17/03/1998 | 1 | 30326400 | 351 |
| 15 | 13/04/1998 | 13/04/1998 | 1 | 4924800 | 57 |
| 16 | 30/10/1998 | 01/11/1998 | 3 | 42854400 | 256 |
| 17 | 03/11/1998 | 11/11/1998 | 9 | 42508800 | 161 |
| 18 | 16/11/1998 | 17/11/1998 | 2 | 3456000 | 25 |
| 19 | 17/12/1998 | 17/12/1998 | 1 | 691200 | 8 |
| 20 | 19/12/1998 | 19/12/1998 | 1 | 691200 | 8 |
| 21 | 22/12/1998 | 24/12/1998 | 3 | 17020800 | 107 |
| 22 | 26/12/1998 | 26/12/1998 | 1 | 6652800 | 77 |
| 23 | 01/01/1999 | 05/01/1999 | 5 | 29548800 | 118 |
| 24 | 08/01/1999 | 22/01/1999 | 15 | 122774400 | 174 |
| 25 | 25/01/1999 | 03/02/1999 | 10 | 57542400 | 171 |
| 26 | 14/02/1999 | 14/02/1999 | 1 | 604800 | 7 |
| 27 | 20/02/1999 | 28/02/1999 | 9 | 44064000 | 117 |
| 28 | 07/03/1999 | 31/03/1999 | 25 | 194313600 | 215 |
| 29 | 03/04/1999 | 25/04/1999 | 23 | 213062400 | 405 |
| 30 | 28/04/1999 | 05/05/1999 | 8 | 17366400 | 45 |
| 31 | 08/05/1999 | 09/05/1999 | 2 | 1641600 | 11 |
| 32 | 12/05/1999 | 12/05/1999 | 1 | 1123200 | 13 |
| 33 | 16/05/1999 | 16/05/1999 | 1 | 864000 | 10 |
| 34 | 23/02/2000 | 25/02/2000 | 3 | 6739200 | 69 |
| 35 | 27/02/2000 | 27/02/2000 | 1 | 6566400 | 76 |
| 36 | 04/03/2000 | 04/03/2000 | 1 | 12355200 | 143 |
| 37 | 14/03/2000 | 15/03/2000 | 2 | 14256000 | 89 |
| 38 | 30/03/2000 | 30/03/2000 | 1 | 3110400 | 36 |
| 39 | 02/04/2000 | 02/04/2000 | 1 | 3542400 | 41 |
| 40 | 18/04/2000 | 19/04/2000 | 2 | 11145600 | 109 |
| 41 | 01/05/2000 | 04/05/2000 | 4 | 27388800 | 201 |
| 42 | 20/05/2000 | 20/05/2000 | 1 | 1209600 | 14 |
| 43 | 12/11/2000 | 18/11/2000 | 7 | 31968000 | 111 |
| 44 | 22/11/2000 | 25/11/2000 | 4 | 18835200 | 147 |
| 45 | 10/01/2001 | 10/01/2001 | 1 | 3801600 | 44 |
| 46 | 24/01/2001 | 24/01/2001 | 1 | 86400 | 1 |
| 47 | 27/01/2001 | 28/01/2001 | 2 | 7689600 | 62 |

| | | | | | |
|----|------------|------------|----|-----------|-----|
| 48 | 04/02/2001 | 10/02/2001 | 7 | 40608000 | 137 |
| 49 | 12/03/2001 | 13/03/2001 | 2 | 13910400 | 149 |
| 50 | 22/03/2001 | 13/04/2001 | 23 | 104025600 | 89 |
| 51 | 17/04/2001 | 19/04/2001 | 3 | 10108800 | 50 |
| 52 | 28/04/2001 | 30/04/2001 | 3 | 10368000 | 66 |
| 53 | 01/12/2001 | 03/12/2001 | 3 | 15120000 | 76 |
| 54 | 05/12/2001 | 07/12/2001 | 3 | 4320000 | 24 |

3. DAS Brantas plosa

| Reserve Period (i) | Reserve Start | Reserve End | Period Length (days) | Reserve Volume (Q) | Maximal Deviation |
|--------------------|---------------|-------------|----------------------|--------------------|-------------------|
| 1 | 18/01/1996 | 21/01/1996 | 4 | 31276800 | 160 |
| 2 | 23/01/1996 | 25/01/1996 | 3 | 20995200 | 141 |
| 3 | 07/02/1996 | 07/02/1996 | 1 | 259200 | 3 |
| 4 | 09/02/1996 | 13/02/1996 | 5 | 84067200 | 369 |
| 5 | 19/02/1996 | 23/02/1996 | 5 | 59616000 | 317 |
| 6 | 26/02/1996 | 26/02/1996 | 1 | 9676800 | 112 |
| 7 | 13/03/1996 | 17/03/1996 | 5 | 41990400 | 186 |
| 8 | 23/03/1996 | 25/03/1996 | 3 | 55555200 | 451 |
| 9 | 12/04/1996 | 12/04/1996 | 1 | 3283200 | 38 |
| 10 | 17/04/1996 | 23/04/1996 | 7 | 97372800 | 495 |
| 11 | 13/12/1996 | 15/12/1996 | 3 | 41558400 | 257 |
| 12 | 03/02/1997 | 04/02/1997 | 2 | 11923200 | 75 |
| 13 | 06/02/1997 | 09/02/1997 | 4 | 38102400 | 174 |
| 14 | 12/02/1997 | 13/02/1997 | 2 | 11750400 | 123 |
| 15 | 15/02/1997 | 15/02/1997 | 1 | 5702400 | 66 |
| 16 | 06/02/1998 | 08/02/1998 | 3 | 30758400 | 159 |
| 17 | 21/02/1998 | 22/02/1998 | 2 | 34819200 | 280 |
| 18 | 01/03/1998 | 02/03/1998 | 2 | 13219200 | 128 |
| 19 | 12/03/1998 | 12/03/1998 | 1 | 1209600 | 14 |
| 20 | 17/03/1998 | 17/03/1998 | 1 | 43977600 | 509 |
| 21 | 20/03/1998 | 20/03/1998 | 1 | 2937600 | 34 |
| 22 | 12/04/1998 | 12/04/1998 | 1 | 4492800 | 52 |
| 23 | 14/04/1998 | 14/04/1998 | 1 | 9590400 | 111 |
| 24 | 27/04/1998 | 27/04/1998 | 1 | 7344000 | 85 |
| 25 | 16/06/1998 | 19/06/1998 | 4 | 142992000 | 744 |
| 26 | 06/07/1998 | 09/07/1998 | 4 | 36374400 | 205 |
| 27 | 26/07/1998 | 30/07/1998 | 5 | 42076800 | 231 |
| 28 | 30/10/1998 | 01/11/1998 | 3 | 36547200 | 170 |
| 29 | 03/11/1998 | 09/11/1998 | 7 | 166406400 | 539 |

| | | | | | |
|----|------------|------------|----|-----------|-----|
| 30 | 16/11/1998 | 16/11/1998 | 1 | 11404800 | 132 |
| 31 | 17/12/1998 | 24/12/1998 | 8 | 231120000 | 563 |
| 32 | 31/12/1998 | 02/01/1999 | 3 | 37497600 | 242 |
| 33 | 09/01/1999 | 11/01/1999 | 3 | 39657600 | 312 |
| 34 | 16/01/1999 | 17/01/1999 | 2 | 31708800 | 279 |
| 35 | 24/01/1999 | 25/01/1999 | 2 | 15984000 | 180 |
| 36 | 27/01/1999 | 02/02/1999 | 7 | 121219200 | 403 |
| 37 | 21/02/1999 | 21/02/1999 | 1 | 6134400 | 71 |
| 38 | 24/02/1999 | 24/02/1999 | 1 | 10281600 | 119 |
| 39 | 26/02/1999 | 26/02/1999 | 1 | 3456000 | 40 |
| 40 | 07/03/1999 | 09/03/1999 | 3 | 57974400 | 359 |
| 41 | 13/03/1999 | 18/03/1999 | 6 | 162864000 | 505 |
| 42 | 20/03/1999 | 30/03/1999 | 11 | 213753600 | 500 |
| 43 | 05/04/1999 | 23/04/1999 | 19 | 455587200 | 545 |
| 44 | 27/04/1999 | 27/04/1999 | 1 | 18403200 | 213 |
| 45 | 02/05/1999 | 02/05/1999 | 1 | 1814400 | 21 |
| 46 | 05/05/1999 | 05/05/1999 | 1 | 777600 | 9 |
| 47 | 20/01/2000 | 20/01/2000 | 1 | 3024000 | 35 |
| 48 | 21/02/2000 | 21/02/2000 | 1 | 4752000 | 55 |
| 49 | 12/03/2000 | 16/03/2000 | 5 | 106444800 | 457 |
| 50 | 22/03/2000 | 22/03/2000 | 1 | 15120000 | 175 |
| 51 | 25/03/2000 | 30/03/2000 | 6 | 65232000 | 340 |
| 52 | 10/04/2000 | 11/04/2000 | 2 | 11923200 | 111 |
| 53 | 16/04/2000 | 20/04/2000 | 5 | 85708800 | 389 |
| 54 | 30/10/2000 | 30/10/2000 | 1 | 3024000 | 35 |
| 55 | 12/11/2000 | 12/11/2000 | 1 | 4060800 | 47 |
| 56 | 16/11/2000 | 17/11/2000 | 2 | 26956800 | 287 |
| 57 | 23/11/2000 | 23/11/2000 | 1 | 15120000 | 175 |
| 58 | 13/12/2000 | 13/12/2000 | 1 | 3888000 | 45 |
| 59 | 09/01/2001 | 11/01/2001 | 3 | 26265600 | 207 |
| 60 | 22/01/2001 | 23/01/2001 | 2 | 41990400 | 475 |
| 61 | 27/01/2001 | 28/01/2001 | 2 | 42854400 | 394 |
| 62 | 04/02/2001 | 05/02/2001 | 2 | 12787200 | 126 |
| 63 | 07/02/2001 | 11/02/2001 | 5 | 57801600 | 225 |
| 64 | 16/02/2001 | 16/02/2001 | 1 | 1296000 | 15 |
| 65 | 12/03/2001 | 12/03/2001 | 1 | 49420800 | 572 |
| 66 | 24/03/2001 | 09/04/2001 | 17 | 397785600 | 591 |
| 67 | 17/04/2001 | 18/04/2001 | 2 | 34732800 | 312 |
| 68 | 03/05/2001 | 03/05/2001 | 1 | 4924800 | 57 |

4. DAS Brantas Mojokerto

| Reserve Period (i) | Reserve Start | Reserve End | Period Length (days) | Reserve Volume (Q) | Maximal Deviation |
|--------------------|---------------|-------------|----------------------|--------------------|-------------------|
| 1 | 17/04/1996 | 17/04/1996 | 1 | 1209600 | 14 |
| 2 | 11/10/1996 | 11/10/1996 | 1 | 2419200 | 28 |
| 3 | 06/11/1996 | 06/11/1996 | 1 | 4233600 | 49 |
| 4 | 19/11/1996 | 21/11/1996 | 3 | 13996800 | 118 |
| 5 | 23/11/1996 | 23/11/1996 | 1 | 3974400 | 46 |
| 6 | 10/12/1996 | 11/12/1996 | 2 | 13132800 | 133 |
| 7 | 13/12/1996 | 18/12/1996 | 6 | 126144000 | 456 |
| 8 | 15/01/1997 | 16/01/1997 | 2 | 7862400 | 56 |
| 9 | 18/01/1997 | 23/01/1997 | 6 | 94694400 | 510 |
| 10 | 25/01/1997 | 26/01/1997 | 2 | 14515200 | 161 |
| 11 | 03/02/1997 | 11/02/1997 | 9 | 219974400 | 451 |
| 12 | 13/02/1997 | 17/02/1997 | 5 | 108950400 | 405 |
| 13 | 19/02/1997 | 20/02/1997 | 2 | 2678400 | 24 |
| 14 | 07/02/1998 | 07/02/1998 | 1 | 1209600 | 14 |
| 15 | 01/03/1998 | 01/03/1998 | 1 | 1209600 | 14 |
| 16 | 03/03/1998 | 04/03/1998 | 2 | 15811200 | 149 |
| 17 | 16/03/1998 | 17/03/1998 | 2 | 31968000 | 301 |
| 18 | 20/03/1998 | 20/03/1998 | 1 | 16502400 | 191 |
| 19 | 13/04/1998 | 14/04/1998 | 2 | 4147200 | 44 |
| 20 | 16/06/1998 | 16/06/1998 | 1 | 6652800 | 77 |
| 21 | 06/11/1998 | 06/11/1998 | 1 | 2160000 | 25 |
| 22 | 19/12/1998 | 19/12/1998 | 1 | 13910400 | 161 |
| 23 | 22/12/1998 | 24/12/1998 | 3 | 58665600 | 289 |
| 24 | 14/03/2000 | 14/03/2000 | 1 | 7257600 | 84 |
| 25 | 18/04/2000 | 18/04/2000 | 1 | 16416000 | 190 |
| 26 | 08/01/2001 | 13/01/2001 | 6 | 39312000 | 170 |
| 27 | 20/01/2001 | 20/01/2001 | 1 | 345600 | 4 |
| 28 | 22/01/2001 | 21/04/2001 | 90 | 1017273600 | 455 |
| 29 | 24/04/2001 | 26/04/2001 | 3 | 6220800 | 36 |
| 30 | 03/05/2001 | 05/05/2001 | 3 | 20649600 | 179 |
| 31 | 17/05/2001 | 17/05/2001 | 1 | 950400 | 11 |
| 32 | 21/05/2001 | 21/05/2001 | 1 | 604800 | 7 |
| 33 | 10/06/2001 | 10/06/2001 | 1 | 1987200 | 23 |
| 34 | 12/06/2001 | 17/06/2001 | 6 | 11577600 | 49 |
| 35 | 21/06/2001 | 21/06/2001 | 1 | 259200 | 3 |
| 36 | 11/07/2001 | 14/07/2001 | 4 | 3024000 | 12 |
| 37 | 19/07/2001 | 19/07/2001 | 1 | 432000 | 5 |

| | | | | | |
|----|------------|------------|---|----------|----|
| 38 | 26/07/2001 | 28/07/2001 | 3 | 2332800 | 12 |
| 39 | 02/08/2001 | 04/08/2001 | 3 | 2937600 | 12 |
| 40 | 29/09/2001 | 29/09/2001 | 1 | 864000 | 10 |
| 41 | 03/10/2001 | 04/10/2001 | 2 | 1900800 | 14 |
| 42 | 06/10/2001 | 06/10/2001 | 1 | 4406400 | 51 |
| 43 | 08/10/2001 | 12/10/2001 | 5 | 6825600 | 32 |
| 44 | 17/10/2001 | 18/10/2001 | 2 | 1814400 | 12 |
| 45 | 21/10/2001 | 21/10/2001 | 1 | 864000 | 10 |
| 46 | 23/10/2001 | 27/10/2001 | 5 | 11664000 | 53 |
| 47 | 06/11/2001 | 06/11/2001 | 1 | 864000 | 10 |
| 48 | 15/11/2001 | 20/11/2001 | 6 | 10972800 | 40 |
| 49 | 02/12/2001 | 06/12/2001 | 5 | 7603200 | 39 |
| 50 | 24/12/2001 | 25/12/2001 | 2 | 1900800 | 12 |
| 51 | 30/12/2001 | 30/12/2001 | 1 | 950400 | 11 |

5. DAS Brantas Pening

| Reserve Period (i) | Reserve Start | Reserve End | Period Length (days) | Reserve Volume (Q) | Maximal Deviation |
|--------------------|---------------|-------------|----------------------|--------------------|-------------------|
| 1 | 08/01/1996 | 11/01/1996 | 4 | 11689920 | 76,7 |
| 2 | 14/01/1996 | 14/01/1996 | 1 | 60480 | 0,7 |
| 3 | 20/01/1996 | 25/01/1996 | 6 | 11249280 | 75,7 |
| 4 | 28/01/1996 | 30/01/1996 | 3 | 4639680 | 27,7 |
| 5 | 01/02/1996 | 10/02/1996 | 10 | 38992320 | 111,7 |
| 6 | 19/02/1996 | 21/02/1996 | 3 | 4199040 | 35,7 |
| 7 | 03/03/1996 | 05/03/1996 | 3 | 3525120 | 15,7 |
| 8 | 09/03/1996 | 10/03/1996 | 2 | 7724160 | 64,7 |
| 9 | 13/03/1996 | 13/03/1996 | 1 | 17280 | 0,2 |
| 10 | 23/03/1996 | 23/03/1996 | 1 | 2998080 | 34,7 |
| 11 | 17/04/1996 | 17/04/1996 | 1 | 2738880 | 31,7 |
| 12 | 23/11/1996 | 23/11/1996 | 1 | 146880 | 1,7 |
| 13 | 10/12/1996 | 16/12/1996 | 7 | 13314240 | 38,7 |
| 14 | 18/12/1996 | 18/12/1996 | 1 | 673920 | 7,8 |
| 15 | 13/01/1997 | 14/01/1997 | 2 | 1753920 | 18,7 |
| 16 | 18/01/1997 | 21/01/1997 | 4 | 11759040 | 65,7 |
| 17 | 03/02/1997 | 08/02/1997 | 6 | 17616960 | 90,7 |
| 18 | 15/02/1997 | 15/02/1997 | 1 | 95040 | 1,1 |
| 19 | 12/04/1997 | 12/04/1997 | 1 | 4294080 | 49,7 |
| 20 | 08/01/1998 | 08/01/1998 | 1 | 1442880 | 16,7 |
| 21 | 01/02/1998 | 02/02/1998 | 2 | 5218560 | 53,7 |
| 22 | 09/02/1998 | 09/02/1998 | 1 | 820800 | 9,5 |

| | | | | | |
|----|------------|------------|---|----------|-------|
| 23 | 11/02/1998 | 13/02/1998 | 3 | 10722240 | 63,7 |
| 24 | 20/02/1998 | 23/02/1998 | 4 | 12104640 | 86,7 |
| 25 | 01/03/1998 | 01/03/1998 | 1 | 578880 | 6,7 |
| 26 | 04/03/1998 | 04/03/1998 | 1 | 4812480 | 55,7 |
| 27 | 15/03/1998 | 17/03/1998 | 3 | 4250880 | 24,7 |
| 28 | 20/03/1998 | 21/03/1998 | 2 | 10143360 | 77,7 |
| 29 | 12/04/1998 | 14/04/1998 | 3 | 9002880 | 86,7 |
| 30 | 25/09/1998 | 25/09/1998 | 1 | 95040 | 1,1 |
| 31 | 31/10/1998 | 03/11/1998 | 4 | 11681280 | 61,7 |
| 32 | 05/11/1998 | 06/11/1998 | 2 | 8631360 | 92,7 |
| 33 | 08/11/1998 | 08/11/1998 | 1 | 2220480 | 25,7 |
| 34 | 14/11/1998 | 14/11/1998 | 1 | 509760 | 5,9 |
| 35 | 17/11/1998 | 17/11/1998 | 1 | 5503680 | 63,7 |
| 36 | 19/12/1998 | 24/12/1998 | 6 | 40711680 | 128,7 |
| 37 | 27/12/1998 | 01/01/1999 | 6 | 42094080 | 149,7 |
| 38 | 14/01/1999 | 16/01/1999 | 3 | 9339840 | 65,7 |
| 39 | 24/01/1999 | 24/01/1999 | 1 | 4380480 | 50,7 |
| 40 | 29/01/1999 | 01/02/1999 | 4 | 17565120 | 75,7 |
| 41 | 19/02/1999 | 19/02/1999 | 1 | 432000 | 5 |
| 42 | 05/04/1999 | 06/04/1999 | 2 | 10920960 | 93,7 |
| 43 | 10/04/1999 | 10/04/1999 | 1 | 639360 | 7,4 |
| 44 | 15/04/1999 | 17/04/1999 | 3 | 11301120 | 77,7 |
| 45 | 04/05/1999 | 05/05/1999 | 2 | 1149120 | 10,3 |
| 46 | 21/11/1999 | 22/11/1999 | 2 | 4440960 | 36,7 |
| 47 | 22/12/1999 | 22/12/1999 | 1 | 656640 | 7,6 |
| 48 | 30/12/1999 | 01/01/2000 | 3 | 5149440 | 32,7 |
| 49 | 17/01/2000 | 20/01/2000 | 4 | 20977920 | 109,7 |
| 50 | 30/01/2000 | 01/02/2000 | 3 | 4648320 | 47,7 |
| 51 | 08/02/2000 | 10/02/2000 | 3 | 12277440 | 75,7 |
| 52 | 23/02/2000 | 24/02/2000 | 2 | 4328640 | 38,7 |
| 53 | 04/03/2000 | 04/03/2000 | 1 | 285120 | 3,3 |
| 54 | 14/03/2000 | 15/03/2000 | 2 | 10575360 | 77,7 |
| 55 | 21/03/2000 | 23/03/2000 | 3 | 10428480 | 94,7 |
| 56 | 27/03/2000 | 31/03/2000 | 5 | 19707840 | 76,7 |
| 57 | 03/04/2000 | 04/04/2000 | 2 | 1313280 | 14,7 |
| 58 | 07/04/2000 | 07/04/2000 | 1 | 5762880 | 66,7 |
| 59 | 12/04/2000 | 14/04/2000 | 3 | 11413440 | 83,7 |
| 60 | 22/04/2000 | 22/04/2000 | 1 | 457920 | 5,3 |
| 61 | 02/05/2000 | 02/05/2000 | 1 | 2825280 | 32,7 |
| 62 | 07/05/2000 | 07/05/2000 | 1 | 812160 | 9,4 |
| 63 | 26/10/2000 | 26/10/2000 | 1 | 1054080 | 12,2 |

| | | | | | |
|----|------------|------------|---|----------|-------|
| 64 | 28/10/2000 | 28/10/2000 | 1 | 2998080 | 34,7 |
| 65 | 13/11/2000 | 13/11/2000 | 1 | 8640 | 0,1 |
| 66 | 20/11/2000 | 24/11/2000 | 5 | 16562880 | 68,7 |
| 67 | 11/12/2000 | 14/12/2000 | 4 | 11473920 | 49,7 |
| 68 | 18/12/2000 | 18/12/2000 | 1 | 993600 | 11,5 |
| 69 | 23/12/2000 | 23/12/2000 | 1 | 1097280 | 12,7 |
| 70 | 06/01/2001 | 07/01/2001 | 2 | 2704320 | 17,7 |
| 71 | 09/01/2001 | 10/01/2001 | 2 | 3309120 | 25,7 |
| 72 | 22/01/2001 | 24/01/2001 | 3 | 23423040 | 119,7 |
| 73 | 29/01/2001 | 30/01/2001 | 2 | 907200 | 9,4 |
| 74 | 07/02/2001 | 07/02/2001 | 1 | 440640 | 5,1 |
| 75 | 20/02/2001 | 21/02/2001 | 2 | 9624960 | 75,7 |
| 76 | 24/02/2001 | 24/02/2001 | 1 | 267840 | 3,1 |
| 77 | 28/02/2001 | 04/03/2001 | 5 | 21634560 | 93,7 |
| 78 | 07/03/2001 | 07/03/2001 | 1 | 5590080 | 64,7 |
| 79 | 09/03/2001 | 09/03/2001 | 1 | 2566080 | 29,7 |
| 80 | 12/03/2001 | 13/03/2001 | 2 | 8069760 | 78,7 |
| 81 | 20/03/2001 | 20/03/2001 | 1 | 544320 | 6,3 |
| 82 | 24/03/2001 | 29/03/2001 | 6 | 33367680 | 104,7 |
| 83 | 02/04/2001 | 06/04/2001 | 5 | 11888640 | 64,7 |
| 84 | 08/04/2001 | 08/04/2001 | 1 | 561600 | 6,5 |
| 85 | 12/04/2001 | 13/04/2001 | 2 | 1935360 | 13,6 |
| 86 | 15/04/2001 | 15/04/2001 | 1 | 630720 | 7,3 |
| 87 | 18/04/2001 | 19/04/2001 | 2 | 14722560 | 113,7 |
| 88 | 03/05/2001 | 03/05/2001 | 1 | 1788480 | 20,7 |
| 89 | 05/06/2001 | 05/06/2001 | 1 | 1062720 | 12,3 |
| 90 | 24/11/2001 | 24/11/2001 | 1 | 241920 | 2,8 |
| 91 | 18/12/2001 | 21/12/2001 | 4 | 12424320 | 69,7 |
| 92 | 24/12/2001 | 24/12/2001 | 1 | 760320 | 8,8 |

6. DAS Lamong Simoangrok

| Reserve Period (i) | Reserve Start | Reserve End | Period Length (days) | Reserve Volume (Q) | Maximal Deviation |
|--------------------|---------------|-------------|----------------------|--------------------|-------------------|
| 1 | 24/01/1996 | 24/01/1996 | 1 | 285120 | 3,3 |
| 2 | 01/02/1996 | 01/02/1996 | 1 | 1028160 | 11,9 |
| 3 | 04/02/1996 | 07/02/1996 | 4 | 5365440 | 26,9 |
| 4 | 09/02/1996 | 10/02/1996 | 2 | 3913920 | 40,5 |
| 5 | 19/02/1996 | 22/02/1996 | 4 | 5408640 | 25,4 |
| 6 | 25/02/1996 | 25/02/1996 | 1 | 492480 | 5,7 |
| 7 | 05/03/1996 | 06/03/1996 | 2 | 2332800 | 20 |

| | | | | | |
|----|------------|------------|---|----------|------|
| 8 | 08/03/1996 | 10/03/1996 | 3 | 7931520 | 71,2 |
| 9 | 13/03/1996 | 15/03/1996 | 3 | 8372160 | 83,7 |
| 10 | 09/11/1996 | 10/11/1996 | 2 | 1391040 | 9,1 |
| 11 | 20/11/1996 | 23/11/1996 | 4 | 3144960 | 20,7 |
| 12 | 02/12/1996 | 02/12/1996 | 1 | 838080 | 9,7 |
| 13 | 04/12/1996 | 07/12/1996 | 4 | 6264000 | 37,8 |
| 14 | 10/12/1996 | 12/12/1996 | 3 | 8346240 | 66 |
| 15 | 15/12/1996 | 15/12/1996 | 1 | 267840 | 3,1 |
| 16 | 09/01/1997 | 09/01/1997 | 1 | 846720 | 9,8 |
| 17 | 19/01/1997 | 19/01/1997 | 1 | 665280 | 7,7 |
| 18 | 03/02/1997 | 03/02/1997 | 1 | 3481920 | 40,3 |
| 19 | 08/02/1997 | 08/02/1997 | 1 | 483840 | 5,6 |
| 20 | 11/02/1997 | 11/02/1997 | 1 | 146880 | 1,7 |
| 21 | 14/02/1997 | 15/02/1997 | 2 | 855360 | 6,7 |
| 22 | 09/04/1997 | 09/04/1997 | 1 | 155520 | 1,8 |
| 23 | 12/04/1997 | 12/04/1997 | 1 | 613440 | 7,1 |
| 24 | 19/01/1998 | 19/01/1998 | 1 | 120960 | 1,4 |
| 25 | 01/02/1998 | 01/02/1998 | 1 | 8640 | 0,1 |
| 26 | 09/02/1998 | 09/02/1998 | 1 | 630720 | 7,3 |
| 27 | 18/02/1998 | 21/02/1998 | 4 | 4216320 | 18 |
| 28 | 23/02/1998 | 23/02/1998 | 1 | 665280 | 7,7 |
| 29 | 01/03/1998 | 03/03/1998 | 3 | 1892160 | 8,9 |
| 30 | 06/03/1998 | 06/03/1998 | 1 | 345600 | 4 |
| 31 | 15/03/1998 | 17/03/1998 | 3 | 2021760 | 18,2 |
| 32 | 19/03/1998 | 21/03/1998 | 3 | 6151680 | 52,4 |
| 33 | 26/04/1998 | 26/04/1998 | 1 | 241920 | 2,8 |
| 34 | 18/05/1998 | 18/05/1998 | 1 | 587520 | 6,8 |
| 35 | 25/09/1998 | 25/09/1998 | 1 | 794880 | 9,2 |
| 36 | 17/10/1998 | 17/10/1998 | 1 | 354240 | 4,1 |
| 37 | 01/11/1998 | 02/11/1998 | 2 | 1278720 | 13,8 |
| 38 | 05/11/1998 | 05/11/1998 | 1 | 43200 | 0,5 |
| 39 | 17/11/1998 | 17/11/1998 | 1 | 492480 | 5,7 |
| 40 | 19/12/1998 | 23/12/1998 | 5 | 10886400 | 47,2 |
| 41 | 31/12/1998 | 01/01/1999 | 2 | 224640 | 1,9 |
| 42 | 08/01/1999 | 08/01/1999 | 1 | 1097280 | 12,7 |
| 43 | 13/01/1999 | 16/01/1999 | 4 | 4052160 | 16,7 |
| 44 | 24/01/1999 | 26/01/1999 | 3 | 6264000 | 53,3 |
| 45 | 29/01/1999 | 01/02/1999 | 4 | 7326720 | 39,6 |
| 46 | 18/02/1999 | 21/02/1999 | 4 | 1477440 | 9 |
| 47 | 26/02/1999 | 28/02/1999 | 3 | 6670080 | 29,1 |
| 48 | 07/03/1999 | 07/03/1999 | 1 | 120960 | 1,4 |

| | | | | | |
|----|------------|------------|----|----------|------|
| 49 | 20/03/1999 | 20/03/1999 | 1 | 483840 | 5,6 |
| 50 | 25/03/1999 | 25/03/1999 | 1 | 2073600 | 24 |
| 51 | 03/04/1999 | 05/04/1999 | 3 | 4881600 | 20,3 |
| 52 | 07/04/1999 | 08/04/1999 | 2 | 1451520 | 15,8 |
| 53 | 14/04/1999 | 15/04/1999 | 2 | 3352320 | 31,3 |
| 54 | 17/04/1999 | 17/04/1999 | 1 | 2842560 | 32,9 |
| 55 | 04/05/1999 | 04/05/1999 | 1 | 2825280 | 32,7 |
| 56 | 05/08/1999 | 05/08/1999 | 1 | 414720 | 4,8 |
| 57 | 19/11/1999 | 19/11/1999 | 1 | 146880 | 1,7 |
| 58 | 20/12/1999 | 21/12/1999 | 2 | 2099520 | 14,1 |
| 59 | 23/12/1999 | 24/12/1999 | 2 | 4276800 | 25,5 |
| 60 | 08/01/2000 | 10/01/2000 | 3 | 1442880 | 8,8 |
| 61 | 12/01/2000 | 13/01/2000 | 2 | 1261440 | 13,3 |
| 62 | 17/01/2000 | 20/01/2000 | 4 | 12026880 | 63,1 |
| 63 | 24/01/2000 | 24/01/2000 | 1 | 259200 | 3 |
| 64 | 31/01/2000 | 31/01/2000 | 1 | 1028160 | 11,9 |
| 65 | 07/02/2000 | 10/02/2000 | 4 | 1581120 | 6,4 |
| 66 | 13/03/2000 | 09/04/2000 | 28 | 27449280 | 23,9 |
| 67 | 11/04/2000 | 12/04/2000 | 2 | 1641600 | 11 |
| 68 | 27/05/2000 | 27/05/2000 | 1 | 181440 | 2,1 |
| 69 | 28/10/2000 | 31/10/2000 | 4 | 3360960 | 15,3 |
| 70 | 20/11/2000 | 21/11/2000 | 2 | 2617920 | 16 |
| 71 | 23/11/2000 | 23/11/2000 | 1 | 5382720 | 62,3 |
| 72 | 13/12/2000 | 13/12/2000 | 1 | 1097280 | 12,7 |
| 73 | 18/12/2000 | 18/12/2000 | 1 | 164160 | 1,9 |
| 74 | 21/01/2001 | 23/01/2001 | 3 | 7456320 | 64,3 |
| 75 | 30/01/2001 | 30/01/2001 | 1 | 129600 | 1,5 |
| 76 | 21/02/2001 | 21/02/2001 | 1 | 95040 | 1,1 |
| 77 | 25/02/2001 | 25/02/2001 | 1 | 216000 | 2,5 |
| 78 | 01/03/2001 | 04/03/2001 | 4 | 4544640 | 23,1 |
| 79 | 06/03/2001 | 06/03/2001 | 1 | 146880 | 1,7 |
| 80 | 09/03/2001 | 09/03/2001 | 1 | 86400 | 1 |
| 81 | 20/03/2001 | 20/03/2001 | 1 | 129600 | 1,5 |
| 82 | 22/03/2001 | 04/04/2001 | 14 | 19111680 | 81,1 |
| 83 | 11/04/2001 | 11/04/2001 | 1 | 17280 | 0,2 |
| 84 | 13/04/2001 | 17/04/2001 | 5 | 9953280 | 72,6 |
| 85 | 02/05/2001 | 03/05/2001 | 2 | 2505600 | 26,6 |
| 86 | 06/06/2001 | 07/06/2001 | 2 | 2134080 | 19,3 |
| 87 | 27/07/2001 | 27/07/2001 | 1 | 1797120 | 20,8 |
| 88 | 23/10/2001 | 24/10/2001 | 2 | 2064960 | 22,4 |
| 89 | 08/11/2001 | 08/11/2001 | 1 | 509760 | 5,9 |

| | | | | | |
|----|------------|------------|---|---------|------|
| 90 | 20/11/2001 | 20/11/2001 | 1 | 224640 | 2,6 |
| 91 | 02/12/2001 | 02/12/2001 | 1 | 414720 | 4,8 |
| 92 | 18/12/2001 | 18/12/2001 | 1 | 509760 | 5,9 |
| 93 | 20/12/2001 | 21/12/2001 | 2 | 3991680 | 42,3 |
| 94 | 24/12/2001 | 24/12/2001 | 1 | 43200 | 0,5 |

7. DAS Klampok Ambunten

| Reserve Period (i) | Reserve Start | Reserve End | Period Length (days) | Reserve Volume (Q) | Maximal Deviation |
|--------------------|---------------|-------------|----------------------|--------------------|-------------------|
| 1 | 01/01/1996 | 01/01/1996 | 1 | 23328 | 0,27 |
| 2 | 14/01/1996 | 14/01/1996 | 1 | 61344 | 0,71 |
| 3 | 28/01/1996 | 28/01/1996 | 1 | 13824 | 0,16 |
| 4 | 07/02/1996 | 10/02/1996 | 4 | 596160 | 3,59 |
| 5 | 14/02/1996 | 14/02/1996 | 1 | 15552 | 0,18 |
| 6 | 16/02/1996 | 17/02/1996 | 2 | 368064 | 4,18 |
| 7 | 19/02/1996 | 19/02/1996 | 1 | 17280 | 0,2 |
| 8 | 21/02/1996 | 23/02/1996 | 3 | 217728 | 1,72 |
| 9 | 27/02/1996 | 27/02/1996 | 1 | 79488 | 0,92 |
| 10 | 26/03/1996 | 26/03/1996 | 1 | 108000 | 1,25 |
| 11 | 17/04/1996 | 17/04/1996 | 1 | 93312 | 1,08 |
| 12 | 21/04/1996 | 21/04/1996 | 1 | 116640 | 1,35 |
| 13 | 24/04/1996 | 24/04/1996 | 1 | 179712 | 2,08 |
| 14 | 07/11/1996 | 08/11/1996 | 2 | 392256 | 3,67 |
| 15 | 18/11/1996 | 18/11/1996 | 1 | 161568 | 1,87 |
| 16 | 20/11/1996 | 20/11/1996 | 1 | 472608 | 5,47 |
| 17 | 24/11/1996 | 24/11/1996 | 1 | 7776 | 0,09 |
| 18 | 14/12/1996 | 15/12/1996 | 2 | 47520 | 0,39 |
| 19 | 19/12/1996 | 19/12/1996 | 1 | 78624 | 0,91 |
| 20 | 31/12/1996 | 07/01/1997 | 8 | 906336 | 3,12 |
| 21 | 13/01/1997 | 16/01/1997 | 4 | 1022112 | 7,37 |
| 22 | 18/01/1997 | 22/01/1997 | 5 | 756000 | 4,87 |
| 23 | 25/01/1997 | 26/01/1997 | 2 | 213408 | 1,87 |
| 24 | 06/02/1997 | 16/02/1997 | 11 | 1179360 | 3,92 |
| 25 | 18/02/1997 | 24/02/1997 | 7 | 504576 | 1,77 |
| 26 | 28/02/1997 | 28/02/1997 | 1 | 73440 | 0,85 |
| 27 | 09/04/1997 | 11/04/1997 | 3 | 411264 | 4,24 |
| 28 | 14/04/1997 | 14/04/1997 | 1 | 53568 | 0,62 |
| 29 | 16/04/1997 | 17/04/1997 | 2 | 678240 | 7,37 |
| 30 | 28/04/1997 | 28/04/1997 | 1 | 21600 | 0,25 |
| 31 | 30/04/1997 | 02/05/1997 | 3 | 214272 | 1,95 |

| | | | | | |
|----|------------|------------|----|--------|------|
| 32 | 02/02/1998 | 05/02/1998 | 4 | 154656 | 0,69 |
| 33 | 08/02/1998 | 10/02/1998 | 3 | 349056 | 2,29 |
| 34 | 18/02/1998 | 19/02/1998 | 2 | 127008 | 1,27 |
| 35 | 22/02/1998 | 22/02/1998 | 1 | 37152 | 0,43 |
| 36 | 28/02/1998 | 02/03/1998 | 3 | 438048 | 2,39 |
| 37 | 19/03/1998 | 22/03/1998 | 4 | 421632 | 2,84 |
| 38 | 24/03/1998 | 24/03/1998 | 1 | 2592 | 0,03 |
| 39 | 29/03/1998 | 29/03/1998 | 1 | 17280 | 0,2 |
| 40 | 31/03/1998 | 02/04/1998 | 3 | 694656 | 5,8 |
| 41 | 14/04/1998 | 15/04/1998 | 2 | 82944 | 0,9 |
| 42 | 01/05/1998 | 03/05/1998 | 3 | 658368 | 3,8 |
| 43 | 06/05/1998 | 06/05/1998 | 1 | 10368 | 0,12 |
| 44 | 06/12/1998 | 06/12/1998 | 1 | 19008 | 0,22 |
| 45 | 17/12/1998 | 18/12/1998 | 2 | 105408 | 0,81 |
| 46 | 21/12/1998 | 24/12/1998 | 4 | 412992 | 2,41 |
| 47 | 27/12/1998 | 28/12/1998 | 2 | 108000 | 1,09 |
| 48 | 02/02/1999 | 02/02/1999 | 1 | 6048 | 0,07 |
| 49 | 24/02/1999 | 24/02/1999 | 1 | 21600 | 0,25 |
| 50 | 09/03/1999 | 09/03/1999 | 1 | 5184 | 0,06 |
| 51 | 11/03/1999 | 11/03/1999 | 1 | 31104 | 0,36 |
| 52 | 13/03/1999 | 14/03/1999 | 2 | 12096 | 0,08 |
| 53 | 17/03/1999 | 17/03/1999 | 1 | 1728 | 0,02 |
| 54 | 19/03/1999 | 22/03/1999 | 4 | 575424 | 3,88 |
| 55 | 29/03/1999 | 29/03/1999 | 1 | 47520 | 0,55 |
| 56 | 02/04/1999 | 03/04/1999 | 2 | 60480 | 0,69 |
| 57 | 07/04/1999 | 08/04/1999 | 2 | 211680 | 1,24 |
| 58 | 14/04/1999 | 18/04/1999 | 5 | 536544 | 2,75 |
| 59 | 01/05/1999 | 01/05/1999 | 1 | 5184 | 0,06 |
| 60 | 03/12/1999 | 04/12/1999 | 2 | 38880 | 0,28 |
| 61 | 07/12/1999 | 07/12/1999 | 1 | 4320 | 0,05 |
| 62 | 09/12/1999 | 11/12/1999 | 3 | 78624 | 0,75 |
| 63 | 14/12/1999 | 10/01/2000 | 28 | 789696 | 0,85 |
| 64 | 05/02/2000 | 05/02/2000 | 1 | 9504 | 0,11 |
| 65 | 09/02/2000 | 11/02/2000 | 3 | 88128 | 0,7 |
| 66 | 13/02/2000 | 14/02/2000 | 2 | 188352 | 2,17 |
| 67 | 17/02/2000 | 20/02/2000 | 4 | 90720 | 0,35 |
| 68 | 26/02/2000 | 26/02/2000 | 1 | 15552 | 0,18 |
| 69 | 29/02/2000 | 01/03/2000 | 2 | 95040 | 0,95 |
| 70 | 07/03/2000 | 16/03/2000 | 10 | 166752 | 0,78 |
| 71 | 19/03/2000 | 19/03/2000 | 1 | 56160 | 0,65 |
| 72 | 11/04/2000 | 12/04/2000 | 2 | 130464 | 0,8 |

| | | | | | |
|----|------------|------------|---|--------|------|
| 73 | 14/04/2000 | 15/04/2000 | 2 | 133056 | 0,92 |
| 74 | 26/04/2000 | 26/04/2000 | 1 | 20736 | 0,24 |
| 75 | 05/05/2000 | 05/05/2000 | 1 | 92448 | 1,07 |
| 76 | 20/05/2000 | 20/05/2000 | 1 | 63936 | 0,74 |
| 77 | 22/05/2000 | 23/05/2000 | 2 | 229824 | 1,86 |
| 78 | 28/05/2000 | 28/05/2000 | 1 | 91584 | 1,06 |
| 79 | 03/06/2000 | 03/06/2000 | 1 | 5184 | 0,06 |
| 80 | 19/06/2000 | 19/06/2000 | 1 | 126144 | 1,46 |
| 81 | 30/11/2000 | 30/11/2000 | 1 | 12096 | 0,14 |
| 82 | 06/04/2001 | 06/04/2001 | 1 | 17280 | 0,2 |
| 83 | 04/12/2001 | 04/12/2001 | 1 | 97161 | 1,12 |
| 84 | 07/12/2001 | 08/12/2001 | 2 | 6048 | 0,06 |
| 85 | 13/12/2001 | 13/12/2001 | 1 | 864 | 0,01 |
| 86 | 18/12/2001 | 18/12/2001 | 1 | 1728 | 0,02 |
| 87 | 23/12/2001 | 24/12/2001 | 2 | 35424 | 0,26 |
| 88 | 26/12/2001 | 30/12/2001 | 5 | 50112 | 0,4 |

8. DAS Blega Telok

| Reserve Period (i) | Reserve Start | Reserve End | Period Length (days) | Reserve Volume (Q) | Maximal Deviation |
|--------------------|---------------|-------------|----------------------|--------------------|-------------------|
| 1 | 24/05/1996 | 24/05/1996 | 1 | 82080 | 0,95 |
| 2 | 27/05/1996 | 28/05/1996 | 2 | 108000 | 0,82 |
| 3 | 11/06/1996 | 12/06/1996 | 2 | 426816 | 3,75 |
| 4 | 20/06/1996 | 20/06/1996 | 1 | 146016 | 1,69 |
| 5 | 16/11/1996 | 16/11/1996 | 1 | 667008 | 7,72 |
| 6 | 01/12/1996 | 03/12/1996 | 3 | 5158080 | 41,52 |
| 7 | 06/12/1996 | 07/12/1996 | 2 | 2007936 | 16,62 |
| 8 | 14/12/1996 | 16/12/1996 | 3 | 2871936 | 19,62 |
| 9 | 06/01/1997 | 06/01/1997 | 1 | 242784 | 2,81 |
| 10 | 08/01/1997 | 08/01/1997 | 1 | 265248 | 3,07 |
| 11 | 13/01/1997 | 13/01/1997 | 1 | 177984 | 2,06 |
| 12 | 19/01/1997 | 19/01/1997 | 1 | 1263168 | 14,62 |
| 13 | 25/01/1997 | 25/01/1997 | 1 | 1159488 | 13,42 |
| 14 | 01/02/1997 | 01/02/1997 | 1 | 473472 | 5,48 |
| 15 | 13/02/1997 | 14/02/1997 | 2 | 4651776 | 35,32 |
| 16 | 10/03/1997 | 11/03/1997 | 2 | 247968 | 2,58 |
| 17 | 08/04/1997 | 09/04/1997 | 2 | 325728 | 2 |
| 18 | 11/04/1997 | 11/04/1997 | 1 | 2239488 | 25,92 |
| 19 | 16/04/1997 | 16/04/1997 | 1 | 986688 | 11,42 |
| 20 | 18/04/1997 | 19/04/1997 | 2 | 492480 | 4,57 |

| | | | | | |
|----|------------|------------|---|---------|-------|
| 21 | 04/12/1997 | 04/12/1997 | 1 | 34560 | 0,4 |
| 22 | 08/01/1998 | 09/01/1998 | 2 | 1032480 | 8,12 |
| 23 | 11/01/1998 | 11/01/1998 | 1 | 14688 | 0,17 |
| 24 | 19/01/1998 | 19/01/1998 | 1 | 3630528 | 42,02 |
| 25 | 22/01/1998 | 22/01/1998 | 1 | 485568 | 5,62 |
| 26 | 31/01/1998 | 02/02/1998 | 3 | 6581952 | 63,52 |
| 27 | 05/02/1998 | 05/02/1998 | 1 | 178848 | 2,07 |
| 28 | 26/02/1998 | 04/03/1998 | 7 | 5064768 | 22,12 |
| 29 | 07/03/1998 | 09/03/1998 | 3 | 966816 | 4,46 |
| 30 | 17/03/1998 | 17/03/1998 | 1 | 2592 | 0,03 |
| 31 | 19/03/1998 | 19/03/1998 | 1 | 5184 | 0,06 |
| 32 | 22/03/1998 | 23/03/1998 | 2 | 1584576 | 10,52 |
| 33 | 28/03/1998 | 28/03/1998 | 1 | 1263168 | 14,62 |
| 34 | 04/04/1998 | 06/04/1998 | 3 | 2531520 | 12,32 |
| 35 | 11/04/1998 | 11/04/1998 | 1 | 63936 | 0,74 |
| 36 | 25/04/1998 | 25/04/1998 | 1 | 32832 | 0,38 |
| 37 | 27/04/1998 | 27/04/1998 | 1 | 100224 | 1,16 |
| 38 | 30/04/1998 | 01/05/1998 | 2 | 380160 | 3,38 |
| 39 | 09/05/1998 | 09/05/1998 | 1 | 269568 | 3,12 |
| 40 | 17/05/1998 | 17/05/1998 | 1 | 15552 | 0,18 |
| 41 | 19/05/1998 | 19/05/1998 | 1 | 328320 | 3,8 |
| 42 | 25/06/1998 | 25/06/1998 | 1 | 580608 | 6,72 |
| 43 | 27/06/1998 | 27/06/1998 | 1 | 94176 | 1,09 |
| 44 | 14/07/1998 | 15/07/1998 | 2 | 984096 | 10,12 |
| 45 | 19/07/1998 | 19/07/1998 | 1 | 563328 | 6,52 |
| 46 | 28/07/1998 | 29/07/1998 | 2 | 601344 | 6,72 |
| 47 | 02/08/1998 | 03/08/1998 | 2 | 89856 | 0,62 |
| 48 | 25/10/1998 | 25/10/1998 | 1 | 37152 | 0,43 |
| 49 | 18/11/1998 | 19/11/1998 | 2 | 458784 | 5,25 |
| 50 | 26/11/1998 | 28/11/1998 | 3 | 1951776 | 11,82 |
| 51 | 01/12/1998 | 01/12/1998 | 1 | 864 | 0,01 |
| 52 | 08/12/1998 | 09/12/1998 | 2 | 13824 | 0,08 |
| 53 | 18/12/1998 | 22/12/1998 | 5 | 1474848 | 8,32 |
| 54 | 28/12/1998 | 28/12/1998 | 1 | 129600 | 1,5 |
| 55 | 30/12/1998 | 30/12/1998 | 1 | 191808 | 2,22 |
| 56 | 14/01/1999 | 15/01/1999 | 2 | 1083456 | 6,32 |
| 57 | 17/01/1999 | 17/01/1999 | 1 | 54432 | 0,63 |
| 58 | 21/01/1999 | 24/01/1999 | 4 | 446688 | 1,59 |
| 59 | 06/02/1999 | 09/02/1999 | 4 | 941760 | 7,72 |
| 60 | 26/02/1999 | 26/02/1999 | 1 | 3456 | 0,04 |
| 61 | 25/03/1999 | 25/03/1999 | 1 | 137376 | 1,59 |

| | | | | | |
|-----|------------|------------|----|----------|-------|
| 62 | 05/04/1999 | 07/04/1999 | 3 | 4347648 | 27,52 |
| 63 | 14/04/1999 | 19/04/1999 | 6 | 5337792 | 23,22 |
| 64 | 07/05/1999 | 07/05/1999 | 1 | 105408 | 1,22 |
| 65 | 10/05/1999 | 10/05/1999 | 1 | 125280 | 1,45 |
| 66 | 15/05/1999 | 15/05/1999 | 1 | 235872 | 2,73 |
| 67 | 12/11/1999 | 12/11/1999 | 1 | 405216 | 4,69 |
| 68 | 15/11/1999 | 16/11/1999 | 2 | 180576 | 1,68 |
| 69 | 18/11/1999 | 20/11/1999 | 3 | 760320 | 3,63 |
| 70 | 25/11/1999 | 26/11/1999 | 2 | 412128 | 3,65 |
| 71 | 28/11/1999 | 28/11/1999 | 1 | 239328 | 2,77 |
| 72 | 08/12/1999 | 15/12/1999 | 8 | 3964032 | 13,22 |
| 73 | 19/12/1999 | 31/12/1999 | 13 | 14464224 | 58,52 |
| 74 | 02/01/2000 | 03/01/2000 | 2 | 3848256 | 37,92 |
| 75 | 07/01/2000 | 07/01/2000 | 1 | 120960 | 1,4 |
| 76 | 11/01/2000 | 12/01/2000 | 2 | 1121472 | 10,42 |
| 77 | 14/01/2000 | 15/01/2000 | 2 | 244512 | 2,13 |
| 78 | 17/01/2000 | 17/01/2000 | 1 | 258336 | 2,99 |
| 79 | 26/01/2000 | 27/01/2000 | 2 | 345600 | 3,79 |
| 80 | 29/01/2000 | 03/02/2000 | 6 | 14452128 | 63,62 |
| 81 | 06/02/2000 | 10/02/2000 | 5 | 6423840 | 45,02 |
| 82 | 18/02/2000 | 18/02/2000 | 1 | 384480 | 4,45 |
| 83 | 28/02/2000 | 29/02/2000 | 2 | 266112 | 2,14 |
| 84 | 09/04/2000 | 09/04/2000 | 1 | 1064448 | 12,32 |
| 85 | 11/04/2000 | 11/04/2000 | 1 | 580608 | 6,72 |
| 86 | 26/04/2000 | 26/04/2000 | 1 | 744768 | 8,62 |
| 87 | 03/05/2000 | 03/05/2000 | 1 | 51840 | 0,6 |
| 88 | 05/05/2000 | 05/05/2000 | 1 | 58752 | 0,68 |
| 89 | 03/06/2000 | 03/06/2000 | 1 | 727488 | 8,42 |
| 90 | 05/06/2000 | 05/06/2000 | 1 | 571968 | 6,62 |
| 91 | 18/11/2000 | 18/11/2000 | 1 | 597888 | 6,92 |
| 92 | 21/01/2001 | 25/01/2001 | 5 | 756864 | 4,68 |
| 93 | 04/02/2001 | 04/02/2001 | 1 | 195264 | 2,26 |
| 94 | 11/02/2001 | 13/02/2001 | 3 | 1002240 | 5,35 |
| 95 | 08/03/2001 | 10/03/2001 | 3 | 2788992 | 26,82 |
| 96 | 26/03/2001 | 26/03/2001 | 1 | 23328 | 0,27 |
| 97 | 18/04/2001 | 18/04/2001 | 1 | 13824 | 0,16 |
| 98 | 23/04/2001 | 28/04/2001 | 6 | 2051136 | 9,12 |
| 99 | 01/05/2001 | 03/05/2001 | 3 | 2544480 | 15,42 |
| 100 | 01/06/2001 | 02/06/2001 | 2 | 314496 | 3,12 |
| 101 | 19/11/2001 | 19/11/2001 | 1 | 106272 | 1,23 |
| 102 | 01/12/2001 | 05/12/2001 | 5 | 1310688 | 5,36 |

| | | | | | |
|-----|------------|------------|---|---------|-------|
| 103 | 18/12/2001 | 19/12/2001 | 2 | 612576 | 4,03 |
| 104 | 21/12/2001 | 22/12/2001 | 2 | 407808 | 4,71 |
| 105 | 29/12/2001 | 31/12/2001 | 3 | 2301696 | 16,42 |

9. DAS Nipah Tabanan

| Reserve Period (i) | Reserve Start | Reserve End | Period Length (days) | Reserve Volume (Q) | Maximal Deviation |
|--------------------|---------------|-------------|----------------------|--------------------|-------------------|
| 1 | 01/02/1996 | 02/02/1996 | 2 | 539136 | 3,82 |
| 2 | 07/02/1996 | 07/02/1996 | 1 | 2303424 | 26,66 |
| 3 | 09/02/1996 | 09/02/1996 | 1 | 1577664 | 18,26 |
| 4 | 12/02/1996 | 12/02/1996 | 1 | 229824 | 2,66 |
| 5 | 20/02/1996 | 21/02/1996 | 2 | 3198528 | 19,46 |
| 6 | 03/04/1996 | 03/04/1996 | 1 | 70848 | 0,82 |
| 7 | 09/04/1996 | 09/04/1996 | 1 | 540864 | 6,26 |
| 8 | 13/04/1996 | 13/04/1996 | 1 | 29376 | 0,34 |
| 9 | 17/05/1996 | 17/05/1996 | 1 | 186624 | 2,16 |
| 10 | 23/05/1996 | 24/05/1996 | 2 | 1285632 | 13,96 |
| 11 | 07/06/1996 | 07/06/1996 | 1 | 864 | 0,01 |
| 12 | 10/06/1996 | 12/06/1996 | 3 | 2171232 | 14,76 |
| 13 | 30/10/1996 | 30/10/1996 | 1 | 133920 | 1,55 |
| 14 | 01/11/1996 | 01/11/1996 | 1 | 28512 | 0,33 |
| 15 | 07/11/1996 | 07/11/1996 | 1 | 357696 | 4,14 |
| 16 | 25/11/1996 | 26/11/1996 | 2 | 741312 | 7,36 |
| 17 | 01/12/1996 | 04/12/1996 | 4 | 11710656 | 73,36 |
| 18 | 06/12/1996 | 06/12/1996 | 1 | 3322944 | 38,46 |
| 19 | 14/12/1996 | 16/12/1996 | 3 | 4594752 | 40,86 |
| 20 | 19/12/1996 | 19/12/1996 | 1 | 6912 | 0,08 |
| 21 | 31/12/1996 | 02/01/1997 | 3 | 5476032 | 31,66 |
| 22 | 06/01/1997 | 06/01/1997 | 1 | 437184 | 5,06 |
| 23 | 10/01/1997 | 10/01/1997 | 1 | 55296 | 0,64 |
| 24 | 12/01/1997 | 13/01/1997 | 2 | 1945728 | 17,76 |
| 25 | 18/01/1997 | 19/01/1997 | 2 | 2222208 | 18,76 |
| 26 | 01/02/1997 | 01/02/1997 | 1 | 3072384 | 35,56 |
| 27 | 13/02/1997 | 13/02/1997 | 1 | 6048 | 0,07 |
| 28 | 19/02/1997 | 21/02/1997 | 3 | 5674752 | 30,96 |
| 29 | 04/04/1997 | 15/04/1997 | 12 | 17356896 | 59,96 |
| 30 | 17/04/1997 | 17/04/1997 | 1 | 113184 | 1,31 |
| 31 | 01/05/1997 | 02/05/1997 | 2 | 2412288 | 20,46 |
| 32 | 10/01/1998 | 10/01/1998 | 1 | 9504 | 0,11 |
| 33 | 18/01/1998 | 18/01/1998 | 1 | 99360 | 1,15 |

| | | | | | |
|----|------------|------------|----|----------|-------|
| 34 | 28/02/1998 | 28/02/1998 | 1 | 91584 | 1,06 |
| 35 | 09/03/1998 | 10/03/1998 | 2 | 533952 | 4,33 |
| 36 | 12/03/1998 | 12/03/1998 | 1 | 142560 | 1,65 |
| 37 | 14/03/1998 | 18/03/1998 | 5 | 5035392 | 34,96 |
| 38 | 25/03/1998 | 25/03/1998 | 1 | 344736 | 3,99 |
| 39 | 27/03/1998 | 27/03/1998 | 1 | 497664 | 5,76 |
| 40 | 18/04/1998 | 18/04/1998 | 1 | 24192 | 0,28 |
| 41 | 30/04/1998 | 30/04/1998 | 1 | 107136 | 1,24 |
| 42 | 02/06/1998 | 02/06/1998 | 1 | 96768 | 1,12 |
| 43 | 23/06/1998 | 23/06/1998 | 1 | 80352 | 0,93 |
| 44 | 14/10/1998 | 14/10/1998 | 1 | 57888 | 0,67 |
| 45 | 20/12/1998 | 20/12/1998 | 1 | 293760 | 3,4 |
| 46 | 24/12/1998 | 25/12/1998 | 2 | 125280 | 1,28 |
| 47 | 27/12/1998 | 27/12/1998 | 1 | 101088 | 1,17 |
| 48 | 11/01/1999 | 14/01/1999 | 4 | 11840256 | 79,76 |
| 49 | 18/01/1999 | 18/01/1999 | 1 | 96768 | 1,12 |
| 50 | 26/01/1999 | 27/01/1999 | 2 | 974592 | 9,86 |
| 51 | 31/01/1999 | 01/02/1999 | 2 | 1193184 | 13,16 |
| 52 | 08/02/1999 | 10/02/1999 | 3 | 9488448 | 93,36 |
| 53 | 19/02/1999 | 19/02/1999 | 1 | 268704 | 3,11 |
| 54 | 02/03/1999 | 04/03/1999 | 3 | 11163744 | 84,26 |
| 55 | 06/03/1999 | 07/03/1999 | 2 | 3946752 | 45,16 |
| 56 | 25/03/1999 | 25/03/1999 | 1 | 342144 | 3,96 |
| 57 | 04/04/1999 | 06/04/1999 | 3 | 1232928 | 9,36 |
| 58 | 11/04/1999 | 20/04/1999 | 10 | 22424256 | 92,26 |
| 59 | 02/11/1999 | 03/11/1999 | 2 | 2242944 | 22,56 |
| 60 | 05/11/1999 | 06/11/1999 | 2 | 1110240 | 9,16 |
| 61 | 15/11/1999 | 17/11/1999 | 3 | 4701888 | 47,86 |
| 62 | 19/11/1999 | 21/11/1999 | 3 | 730080 | 3,39 |
| 63 | 25/11/1999 | 26/11/1999 | 2 | 2305152 | 25,06 |
| 64 | 10/12/1999 | 16/12/1999 | 7 | 6308928 | 42,26 |
| 65 | 22/12/1999 | 24/12/1999 | 3 | 1173312 | 8,56 |
| 66 | 28/12/1999 | 28/12/1999 | 1 | 514944 | 5,96 |
| 67 | 31/12/1999 | 31/12/1999 | 1 | 231552 | 2,68 |
| 68 | 20/01/2000 | 20/01/2000 | 1 | 402624 | 4,66 |
| 69 | 22/01/2000 | 23/01/2000 | 2 | 2634336 | 28,96 |
| 70 | 25/01/2000 | 26/01/2000 | 2 | 438912 | 4,66 |
| 71 | 29/01/2000 | 30/01/2000 | 2 | 6343488 | 64,06 |
| 72 | 01/02/2000 | 03/02/2000 | 3 | 5346432 | 47,66 |
| 73 | 07/02/2000 | 10/02/2000 | 4 | 2923776 | 12,36 |
| 74 | 26/02/2000 | 27/02/2000 | 2 | 7689600 | 87,36 |

| | | | | | |
|-----|------------|------------|---|----------|--------|
| 75 | 29/02/2000 | 01/03/2000 | 2 | 8033472 | 91,56 |
| 76 | 23/03/2000 | 23/03/2000 | 1 | 2588544 | 29,96 |
| 77 | 22/04/2000 | 22/04/2000 | 1 | 946944 | 10,96 |
| 78 | 13/11/2000 | 15/11/2000 | 3 | 430272 | 2,91 |
| 79 | 20/01/2001 | 20/01/2001 | 1 | 151200 | 1,75 |
| 80 | 22/01/2001 | 23/01/2001 | 2 | 1405728 | 12,96 |
| 81 | 01/02/2001 | 01/02/2001 | 1 | 229824 | 2,66 |
| 82 | 11/02/2001 | 13/02/2001 | 3 | 1909440 | 15,46 |
| 83 | 17/02/2001 | 18/02/2001 | 2 | 1362528 | 13,46 |
| 84 | 19/03/2001 | 19/03/2001 | 1 | 189216 | 2,19 |
| 85 | 01/04/2001 | 01/04/2001 | 1 | 344736 | 3,99 |
| 86 | 08/04/2001 | 08/04/2001 | 1 | 283392 | 3,28 |
| 87 | 17/04/2001 | 18/04/2001 | 2 | 1660608 | 13,86 |
| 88 | 23/04/2001 | 24/04/2001 | 2 | 4413312 | 47,56 |
| 89 | 04/05/2001 | 04/05/2001 | 1 | 142560 | 1,65 |
| 90 | 20/05/2001 | 20/05/2001 | 1 | 191808 | 2,22 |
| 91 | 27/05/2001 | 28/05/2001 | 2 | 2300832 | 25,66 |
| 92 | 31/05/2001 | 31/05/2001 | 1 | 320544 | 3,71 |
| 93 | 07/06/2001 | 07/06/2001 | 1 | 730944 | 8,46 |
| 94 | 09/06/2001 | 14/06/2001 | 6 | 14459040 | 111,56 |
| 95 | 17/06/2001 | 18/06/2001 | 2 | 1650240 | 16,16 |
| 96 | 20/06/2001 | 21/06/2001 | 2 | 1099872 | 12,46 |
| 97 | 22/07/2001 | 22/07/2001 | 1 | 320544 | 3,71 |
| 98 | 09/10/2001 | 10/10/2001 | 2 | 1895616 | 21,86 |
| 99 | 12/10/2001 | 12/10/2001 | 1 | 61344 | 0,71 |
| 100 | 16/10/2001 | 16/10/2001 | 1 | 179712 | 2,08 |
| 101 | 03/11/2001 | 04/11/2001 | 2 | 1238976 | 13,66 |
| 102 | 07/11/2001 | 08/11/2001 | 2 | 578016 | 5,96 |
| 103 | 13/11/2001 | 18/11/2001 | 6 | 7993728 | 82,66 |
| 104 | 25/11/2001 | 25/11/2001 | 1 | 765504 | 8,86 |
| 105 | 30/11/2001 | 03/12/2001 | 4 | 7209216 | 29,66 |
| 106 | 05/12/2001 | 05/12/2001 | 1 | 1370304 | 15,86 |
| 107 | 20/12/2001 | 22/12/2001 | 3 | 901152 | 6,46 |
| 108 | 29/12/2001 | 29/12/2001 | 1 | 765504 | 8,86 |

10. DAS Kemuning Pangilen

| Reserve Period (i) | Reserve Start | Reserve End | Period Length (days) | Reserve Volume (Q) | Maximal Deviation |
|--------------------|---------------|-------------|----------------------|--------------------|-------------------|
| 1 | 07/01/1996 | 08/01/1996 | 2 | 6687360 | 57 |
| 2 | 10/02/1996 | 10/02/1996 | 1 | 2108160 | 24,4 |

| | | | | | |
|----|------------|------------|----|-----------|-------|
| 3 | 22/02/1996 | 23/02/1996 | 2 | 8976960 | 72 |
| 4 | 03/05/1996 | 03/05/1996 | 1 | 3789504 | 43,86 |
| 5 | 02/12/1996 | 02/12/1996 | 1 | 1330560 | 15,4 |
| 6 | 14/12/1996 | 14/12/1996 | 1 | 5011200 | 58 |
| 7 | 13/02/1997 | 13/02/1997 | 1 | 2825280 | 32,7 |
| 8 | 12/04/1997 | 13/04/1997 | 2 | 9201600 | 73 |
| 9 | 01/05/1997 | 02/05/1997 | 2 | 1157760 | 10,8 |
| 10 | 10/01/1998 | 10/01/1998 | 1 | 604800 | 7 |
| 11 | 10/02/1998 | 10/02/1998 | 1 | 2280960 | 26,4 |
| 12 | 23/02/1998 | 23/02/1998 | 1 | 457920 | 5,3 |
| 13 | 02/03/1998 | 08/03/1998 | 7 | 87341760 | 325 |
| 14 | 10/03/1998 | 10/04/1998 | 32 | 448269120 | 430 |
| 15 | 23/04/1998 | 25/04/1998 | 3 | 9374400 | 64 |
| 16 | 29/04/1998 | 30/04/1998 | 2 | 2315520 | 26,1 |
| 17 | 31/05/1998 | 31/05/1998 | 1 | 2894400 | 33,5 |
| 18 | 16/06/1998 | 16/06/1998 | 1 | 4492800 | 52 |
| 19 | 20/06/1998 | 21/06/1998 | 2 | 2047680 | 15,4 |
| 20 | 23/06/1998 | 24/06/1998 | 2 | 5927040 | 67 |
| 21 | 07/07/1998 | 07/07/1998 | 1 | 1261440 | 14,6 |
| 22 | 28/07/1998 | 30/07/1998 | 3 | 11275200 | 60 |
| 23 | 26/09/1998 | 26/09/1998 | 1 | 2056320 | 23,8 |
| 24 | 28/09/1998 | 29/09/1998 | 2 | 9115200 | 62 |
| 25 | 04/10/1998 | 05/10/1998 | 2 | 8372160 | 55 |
| 26 | 07/10/1998 | 07/10/1998 | 1 | 613440 | 7,1 |
| 27 | 13/10/1998 | 13/10/1998 | 1 | 11145600 | 129 |
| 28 | 18/10/1998 | 19/10/1998 | 2 | 2030400 | 15,2 |
| 29 | 21/10/1998 | 03/11/1998 | 14 | 72679680 | 152 |
| 30 | 06/12/1998 | 07/12/1998 | 2 | 3378240 | 25,2 |
| 31 | 11/12/1998 | 20/12/1998 | 10 | 30447360 | 70 |
| 32 | 22/12/1998 | 31/12/1998 | 10 | 169836480 | 610 |
| 33 | 13/01/1999 | 14/01/1999 | 2 | 3032640 | 21,6 |
| 34 | 09/02/1999 | 09/02/1999 | 1 | 25920 | 0,3 |
| 35 | 05/04/1999 | 05/04/1999 | 1 | 2056320 | 23,8 |
| 36 | 11/04/1999 | 11/04/1999 | 1 | 2894400 | 33,5 |
| 37 | 13/04/1999 | 13/04/1999 | 1 | 5097600 | 59 |
| 38 | 15/04/1999 | 17/04/1999 | 3 | 49161600 | 249 |
| 39 | 30/04/1999 | 30/04/1999 | 1 | 423360 | 4,9 |
| 40 | 02/05/1999 | 03/05/1999 | 2 | 11473920 | 89 |
| 41 | 07/05/1999 | 07/05/1999 | 1 | 1572480 | 18,2 |
| 42 | 11/05/1999 | 11/05/1999 | 1 | 5961600 | 69 |
| 43 | 28/05/1999 | 28/05/1999 | 1 | 4838400 | 56 |

| | | | | | |
|----|------------|------------|---|----------|------|
| 44 | 03/11/1999 | 03/11/1999 | 1 | 673920 | 7,8 |
| 45 | 06/11/1999 | 06/11/1999 | 1 | 1036800 | 12 |
| 46 | 14/11/1999 | 15/11/1999 | 2 | 4898880 | 40,2 |
| 47 | 18/11/1999 | 20/11/1999 | 3 | 6289920 | 44,3 |
| 48 | 22/11/1999 | 27/11/1999 | 6 | 11275200 | 34,6 |
| 49 | 09/12/1999 | 11/12/1999 | 3 | 11845440 | 67 |
| 50 | 13/12/1999 | 13/12/1999 | 1 | 224640 | 2,6 |
| 51 | 20/12/1999 | 22/12/1999 | 3 | 6747840 | 35,1 |
| 52 | 03/01/2000 | 03/01/2000 | 1 | 4000320 | 46,3 |
| 53 | 11/01/2000 | 12/01/2000 | 2 | 3231360 | 31,4 |
| 54 | 27/01/2000 | 27/01/2000 | 1 | 354240 | 4,1 |
| 55 | 30/01/2000 | 31/01/2000 | 2 | 23241600 | 150 |
| 56 | 02/02/2000 | 02/02/2000 | 1 | 60480 | 0,7 |
| 57 | 07/02/2000 | 10/02/2000 | 4 | 23751360 | 210 |
| 58 | 13/02/2000 | 13/02/2000 | 1 | 3507840 | 40,6 |
| 59 | 26/02/2000 | 26/02/2000 | 1 | 3378240 | 39,1 |
| 60 | 29/02/2000 | 29/02/2000 | 1 | 20044800 | 232 |
| 61 | 10/04/2000 | 10/04/2000 | 1 | 2272320 | 26,3 |
| 62 | 14/04/2000 | 14/04/2000 | 1 | 2704320 | 31,3 |
| 63 | 22/04/2000 | 24/04/2000 | 3 | 6298560 | 41 |
| 64 | 26/04/2000 | 28/04/2000 | 3 | 5304960 | 59 |
| 65 | 04/05/2000 | 07/05/2000 | 4 | 14964480 | 102 |
| 66 | 20/05/2000 | 22/05/2000 | 3 | 12942720 | 110 |
| 67 | 19/06/2000 | 19/06/2000 | 1 | 2004480 | 23,2 |
| 68 | 02/11/2000 | 02/11/2000 | 1 | 3620160 | 41,9 |
| 69 | 14/11/2000 | 17/11/2000 | 4 | 4268160 | 28,9 |
| 70 | 19/11/2000 | 19/11/2000 | 1 | 164160 | 1,9 |
| 71 | 21/11/2000 | 23/11/2000 | 3 | 27648000 | 212 |
| 72 | 20/01/2001 | 20/01/2001 | 1 | 630720 | 7,3 |
| 73 | 04/02/2001 | 04/02/2001 | 1 | 2056320 | 23,8 |
| 74 | 12/02/2001 | 14/02/2001 | 3 | 33030720 | 346 |
| 75 | 24/02/2001 | 25/02/2001 | 2 | 9149760 | 72 |
| 76 | 11/03/2001 | 11/03/2001 | 1 | 2557440 | 29,6 |
| 77 | 25/03/2001 | 27/03/2001 | 3 | 4510080 | 32,8 |
| 78 | 01/04/2001 | 02/04/2001 | 2 | 4440960 | 48,4 |
| 79 | 04/04/2001 | 04/04/2001 | 1 | 259200 | 3 |
| 80 | 07/04/2001 | 07/04/2001 | 1 | 1607040 | 18,6 |
| 81 | 18/04/2001 | 18/04/2001 | 1 | 803520 | 9,3 |
| 82 | 03/05/2001 | 04/05/2001 | 2 | 3732480 | 22,2 |
| 83 | 04/06/2001 | 05/06/2001 | 2 | 6773760 | 49,5 |
| 84 | 09/06/2001 | 09/06/2001 | 1 | 475200 | 5,5 |

| | | | | | |
|----|------------|------------|---|----------|------|
| 85 | 28/11/2001 | 03/12/2001 | 6 | 56730240 | 255 |
| 86 | 19/12/2001 | 19/12/2001 | 1 | 17366400 | 201 |
| 87 | 21/12/2001 | 21/12/2001 | 1 | 1218240 | 14,1 |

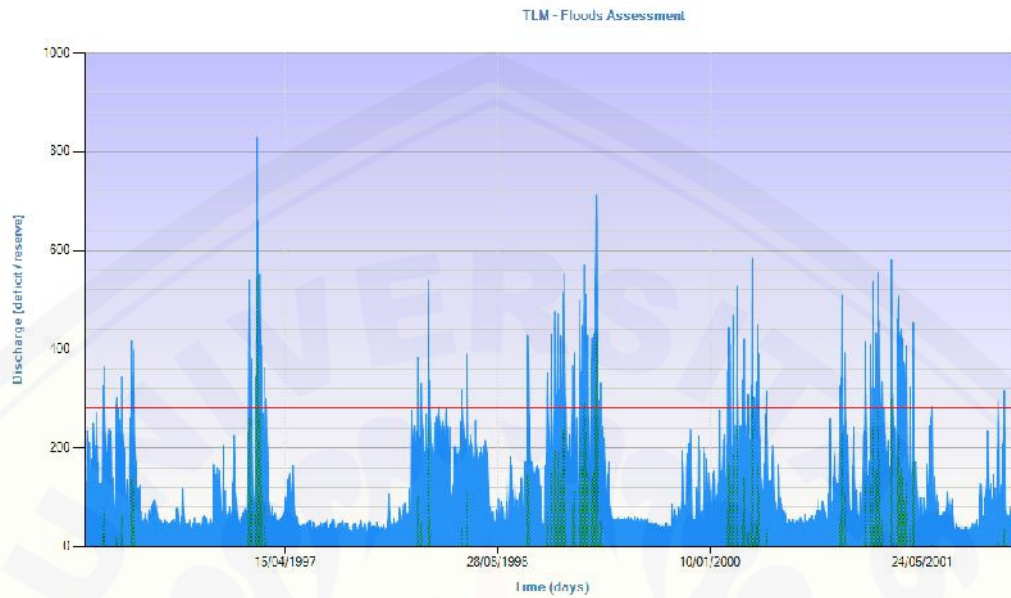
11. DAS Samiran Propo

| Reserve Period (i) | Reserve Start | Reserve End | Period Length (days) | Reserve Volume (Q) | Maximal Deviation |
|--------------------|---------------|-------------|----------------------|--------------------|-------------------|
| 1 | 01/01/1996 | 02/01/1996 | 2 | 221184 | 1,28 |
| 2 | 05/01/1996 | 09/01/1996 | 5 | 3515616 | 20,62 |
| 3 | 11/01/1996 | 21/01/1996 | 11 | 2523744 | 6,37 |
| 4 | 24/01/1996 | 25/01/1996 | 2 | 93312 | 0,68 |
| 5 | 27/01/1996 | 31/01/1996 | 5 | 651456 | 2,55 |
| 6 | 06/02/1996 | 08/02/1996 | 3 | 191808 | 1,26 |
| 7 | 10/02/1996 | 10/02/1996 | 1 | 56160 | 0,65 |
| 8 | 13/02/1996 | 13/02/1996 | 1 | 382752 | 4,43 |
| 9 | 15/02/1996 | 25/02/1996 | 11 | 9553248 | 24,62 |
| 10 | 20/03/1996 | 26/03/1996 | 7 | 2880576 | 13,52 |
| 11 | 29/03/1996 | 30/03/1996 | 2 | 422496 | 4,41 |
| 12 | 01/04/1996 | 03/04/1996 | 3 | 572832 | 2,8 |
| 13 | 06/04/1996 | 06/04/1996 | 1 | 24192 | 0,28 |
| 14 | 08/04/1996 | 08/04/1996 | 1 | 3456 | 0,04 |
| 15 | 10/04/1996 | 16/04/1996 | 7 | 662688 | 2,54 |
| 16 | 23/04/1996 | 24/04/1996 | 2 | 190944 | 2,19 |
| 17 | 26/04/1996 | 26/04/1996 | 1 | 6912 | 0,08 |
| 18 | 22/07/1996 | 22/07/1996 | 1 | 52704 | 0,61 |
| 19 | 05/10/1996 | 05/10/1996 | 1 | 134784 | 1,56 |
| 20 | 17/10/1996 | 18/10/1996 | 2 | 862272 | 9,22 |
| 21 | 21/10/1996 | 24/10/1996 | 4 | 681696 | 4,32 |
| 22 | 27/10/1996 | 28/10/1996 | 2 | 991008 | 5,83 |
| 23 | 06/11/1996 | 09/11/1996 | 4 | 3099168 | 13,02 |
| 24 | 12/11/1996 | 12/11/1996 | 1 | 18144 | 0,21 |
| 25 | 17/11/1996 | 17/11/1996 | 1 | 13824 | 0,16 |
| 26 | 19/11/1996 | 23/11/1996 | 5 | 3851712 | 21,02 |
| 27 | 02/12/1996 | 03/12/1996 | 2 | 2763936 | 30,82 |
| 28 | 05/12/1996 | 10/12/1996 | 6 | 3151872 | 14,42 |
| 29 | 13/12/1996 | 18/12/1996 | 6 | 1034208 | 5,03 |
| 30 | 03/01/1997 | 09/01/1997 | 7 | 1263168 | 5,52 |
| 31 | 11/01/1997 | 03/02/1997 | 24 | 7175520 | 12,92 |
| 32 | 08/02/1997 | 15/02/1997 | 8 | 2652480 | 8,31 |
| 33 | 17/02/1997 | 22/02/1997 | 6 | 781056 | 3,2 |

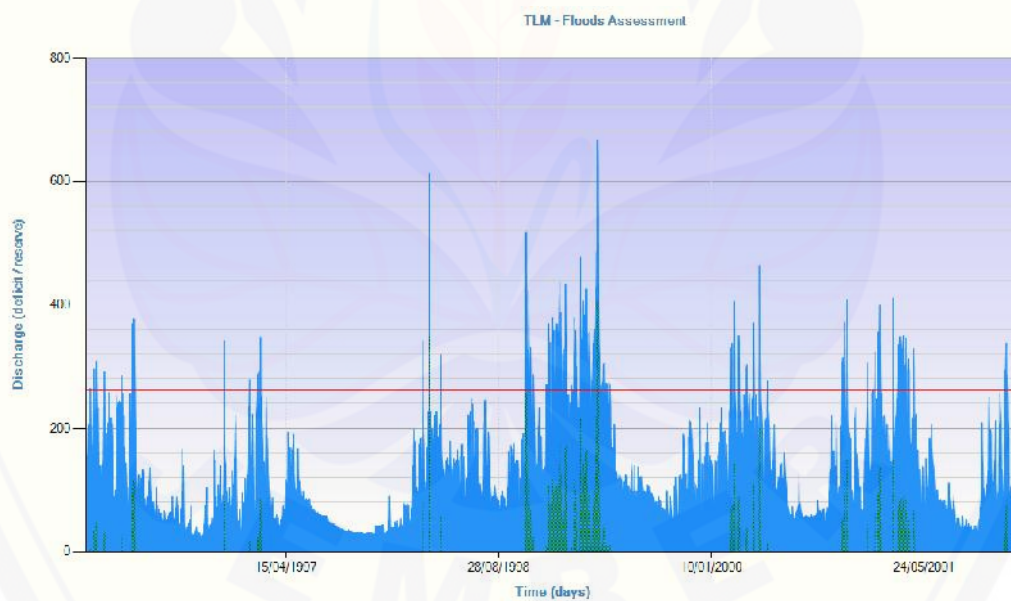
| | | | | | |
|----|------------|------------|----|---------|------|
| 34 | 24/02/1997 | 04/03/1997 | 9 | 620352 | 3,1 |
| 35 | 10/03/1997 | 12/03/1997 | 3 | 228960 | 1,75 |
| 36 | 03/04/1997 | 04/04/1997 | 2 | 102816 | 0,8 |
| 37 | 07/04/1997 | 17/04/1997 | 11 | 3248640 | 8,52 |
| 38 | 19/04/1997 | 28/04/1997 | 10 | 644544 | 4,92 |
| 39 | 30/04/1997 | 04/05/1997 | 5 | 739584 | 3,3 |
| 40 | 10/05/1997 | 12/05/1997 | 3 | 635040 | 3,74 |
| 41 | 21/05/1997 | 22/05/1997 | 2 | 44928 | 0,4 |
| 42 | 03/06/1997 | 04/06/1997 | 2 | 59616 | 0,53 |
| 43 | 01/12/1997 | 02/12/1997 | 2 | 133056 | 1,22 |
| 44 | 06/12/1997 | 27/12/1997 | 22 | 2891808 | 3,8 |
| 45 | 30/12/1997 | 31/12/1997 | 2 | 248832 | 2,49 |

B. GRAFIK *TIME SERIES*

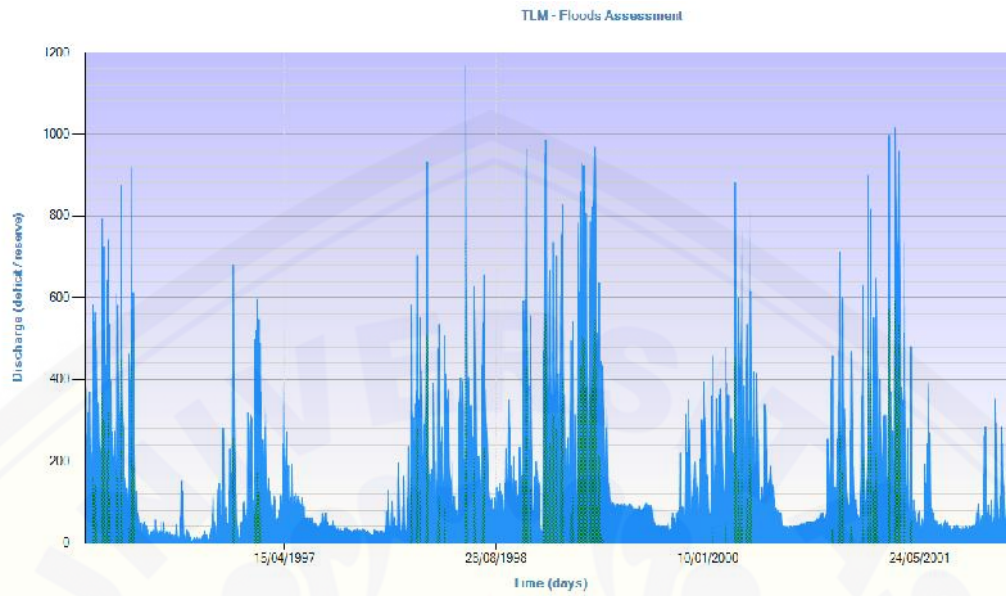
1. DAS Brantas Kertosono



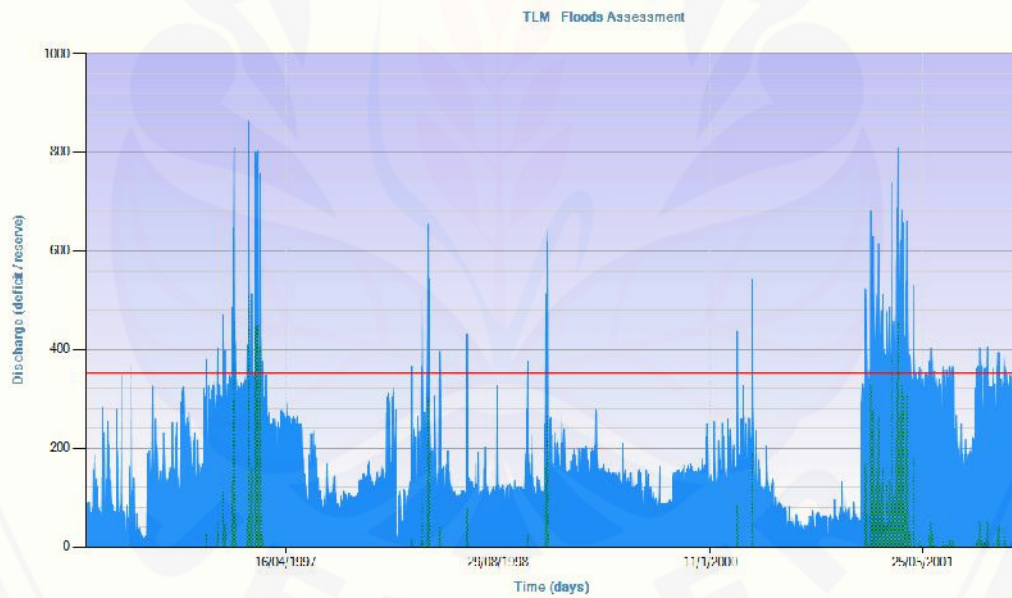
2. DAS Brantas Mojoroto



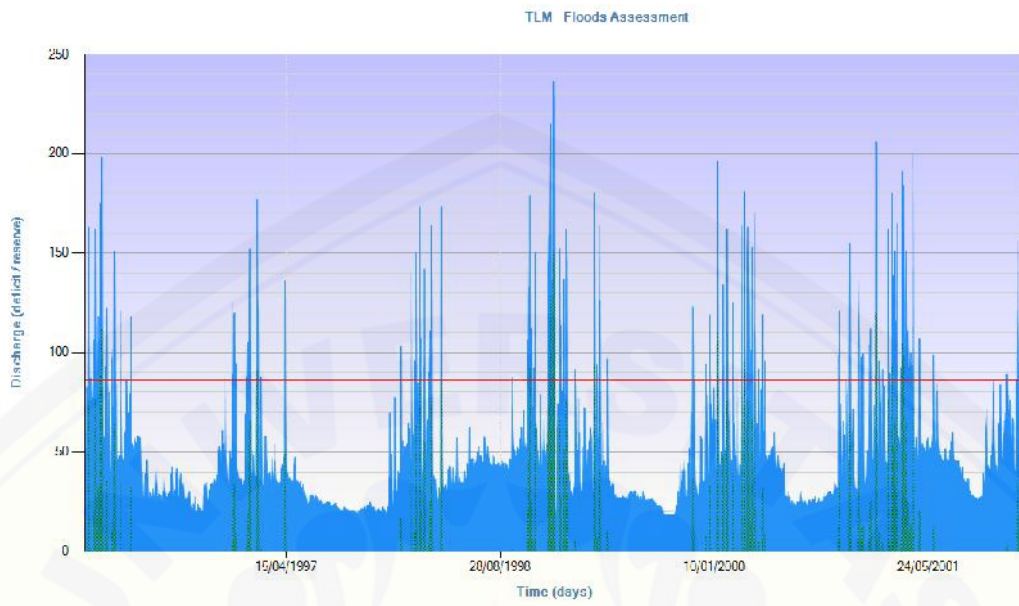
3. DAS Brantas plos



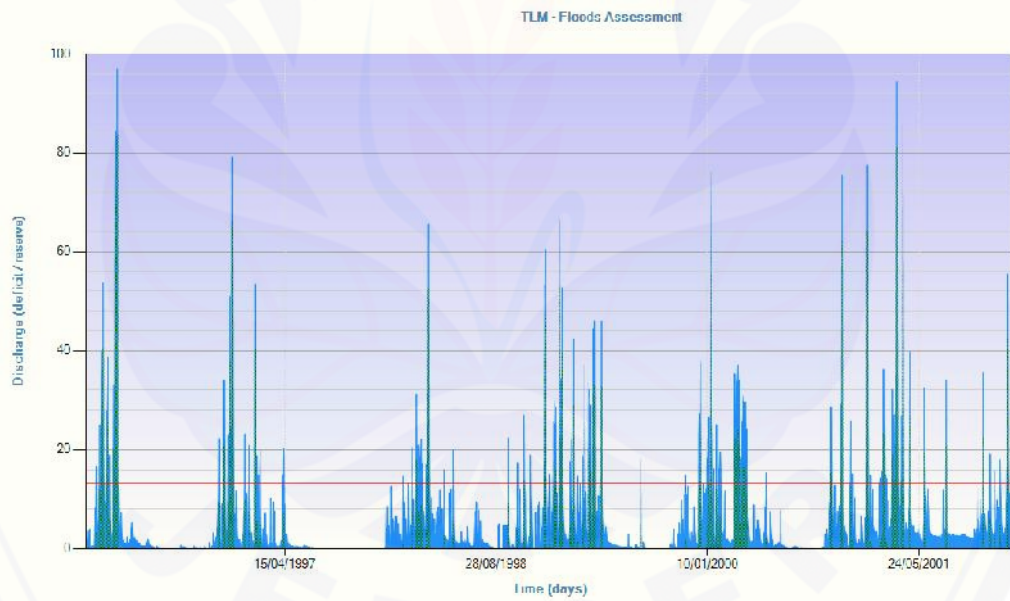
4. DAS Brantas Mojokerto



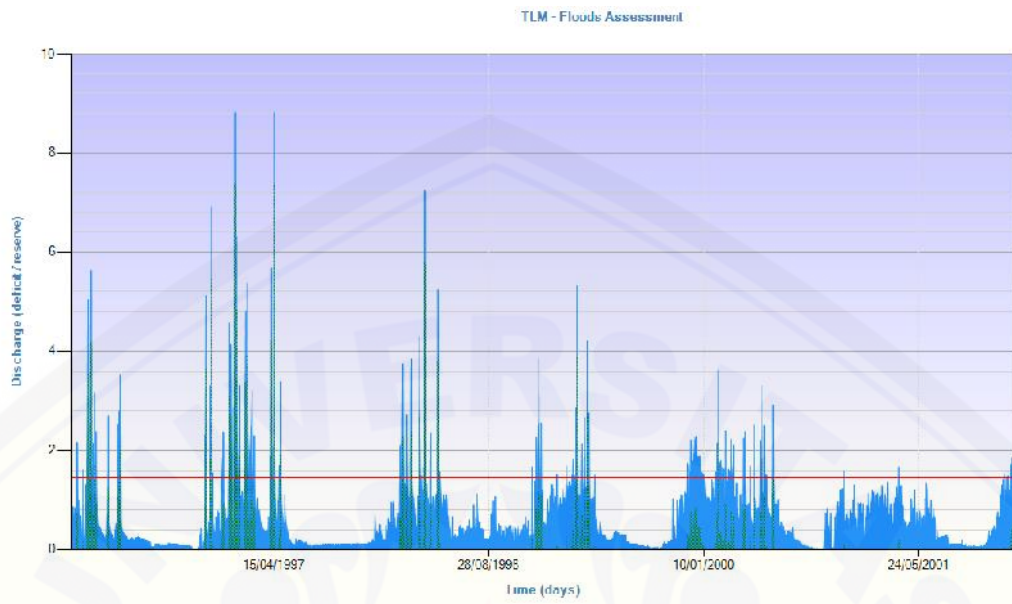
5. DAS Brantas Pening



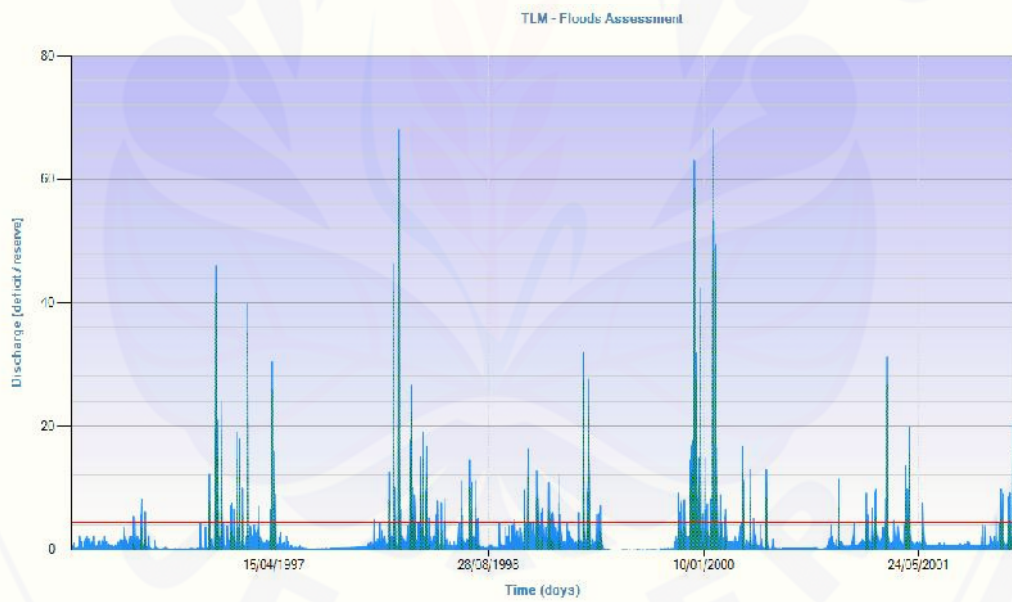
6. DAS Lamong Simoangrok



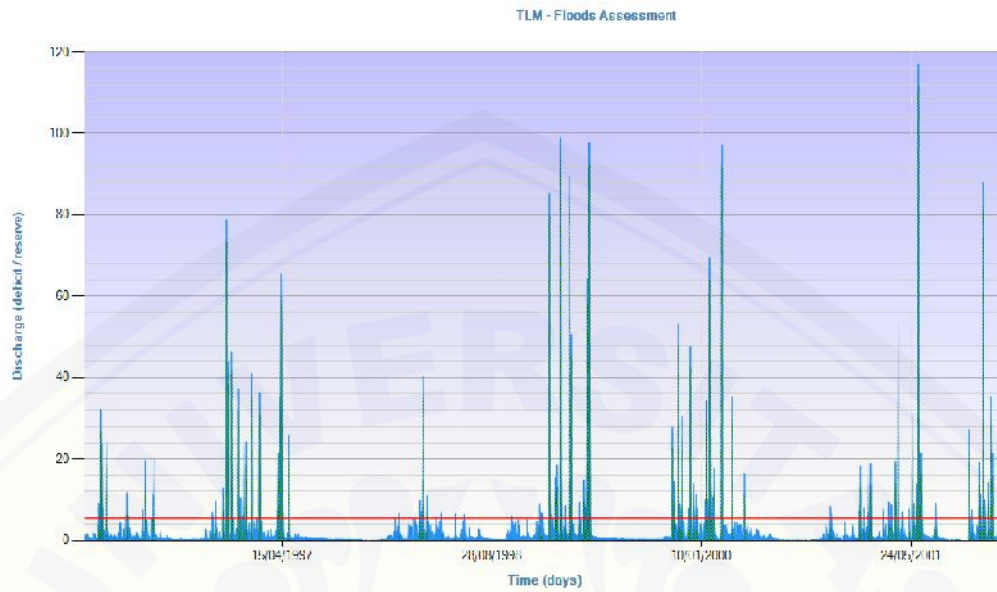
7. DAS Klampok Ambunten



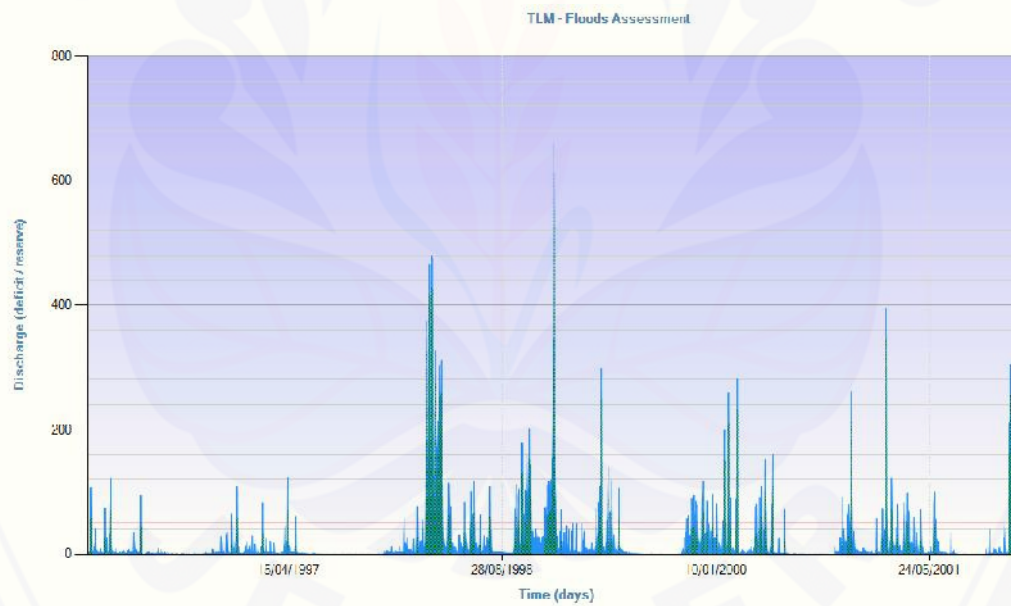
8. DAS Blega Telok



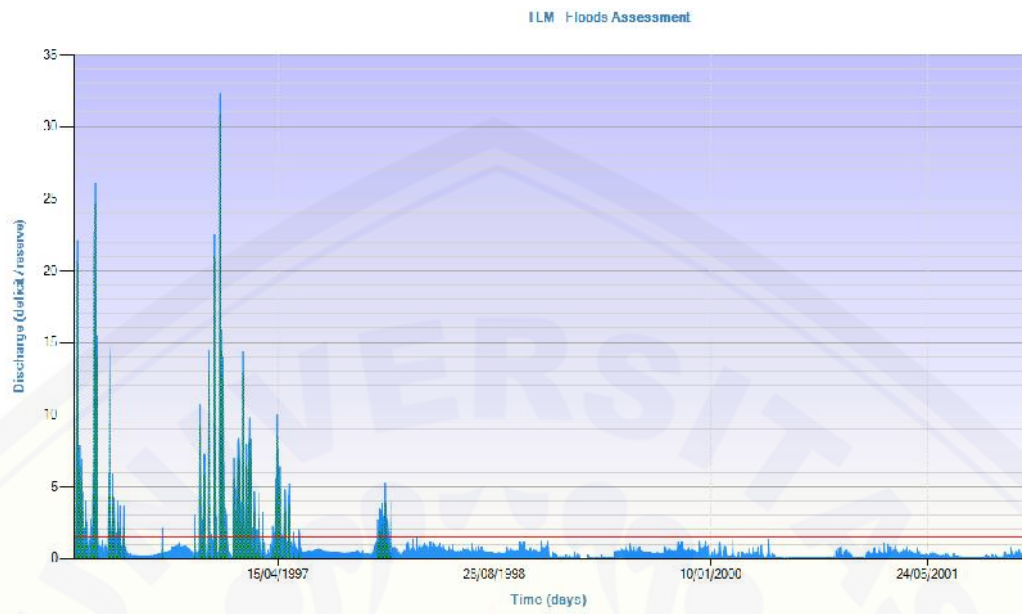
9. DAS Nipah Tabanan



10. DAS Kemuning Panglilen

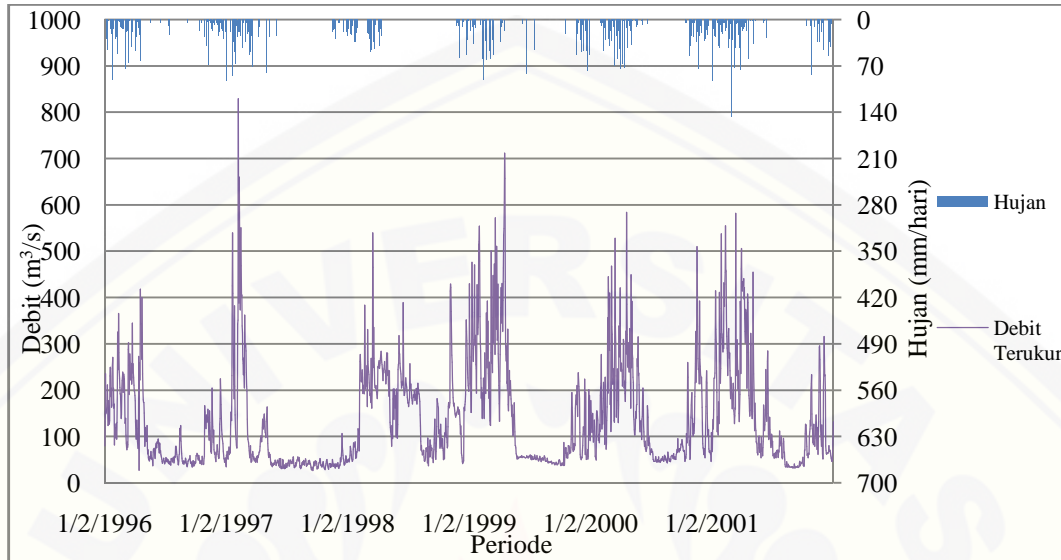


11. DAS Samiran Propo

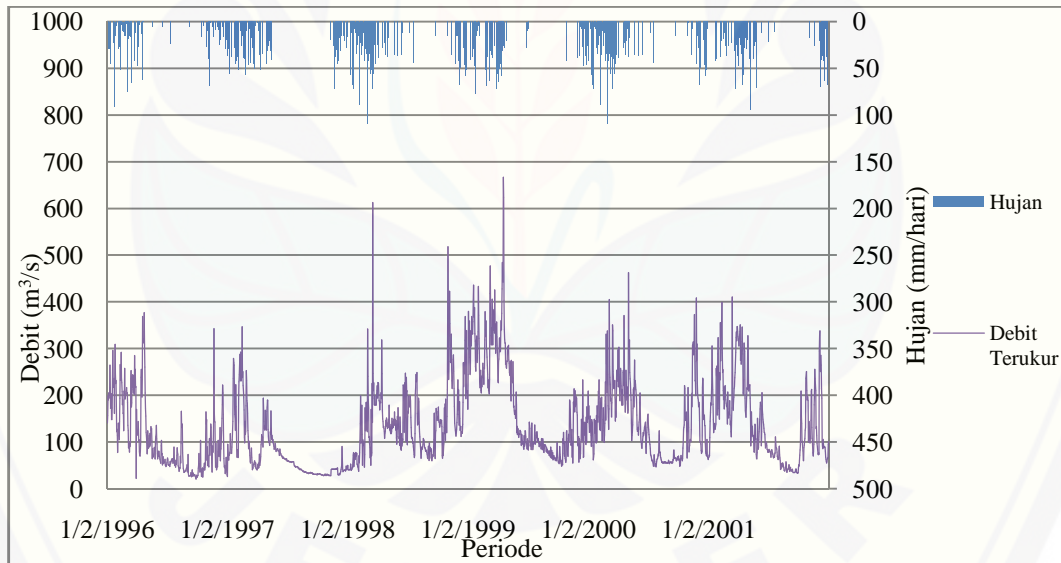


C. Grafik Perbandingan Debit Dengan Curah Hujan 6 Tahun Pada 11 DAS di Jawa Timur

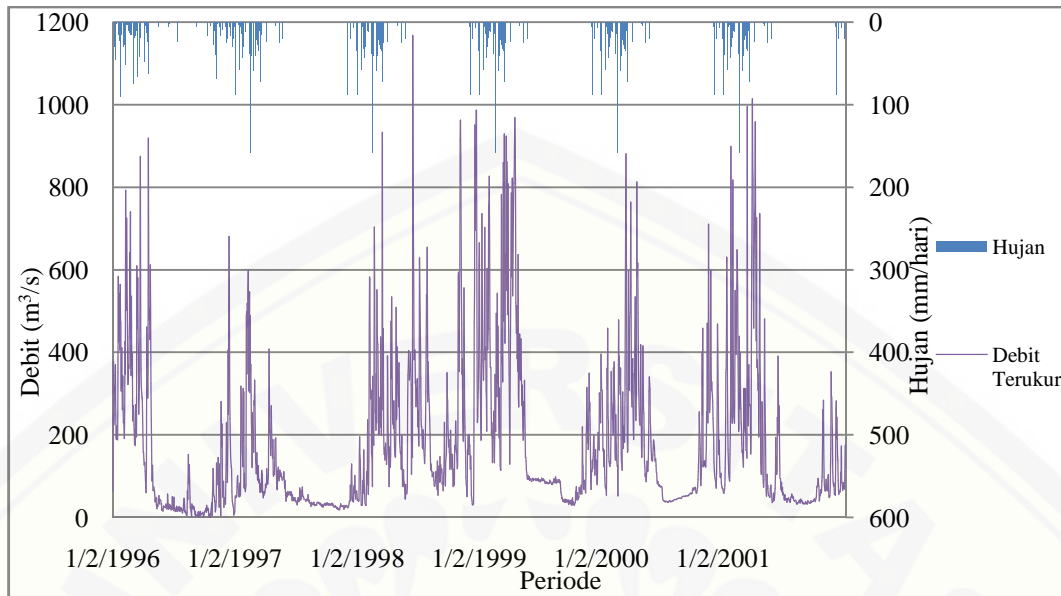
1. DAS Brantas Kertosono



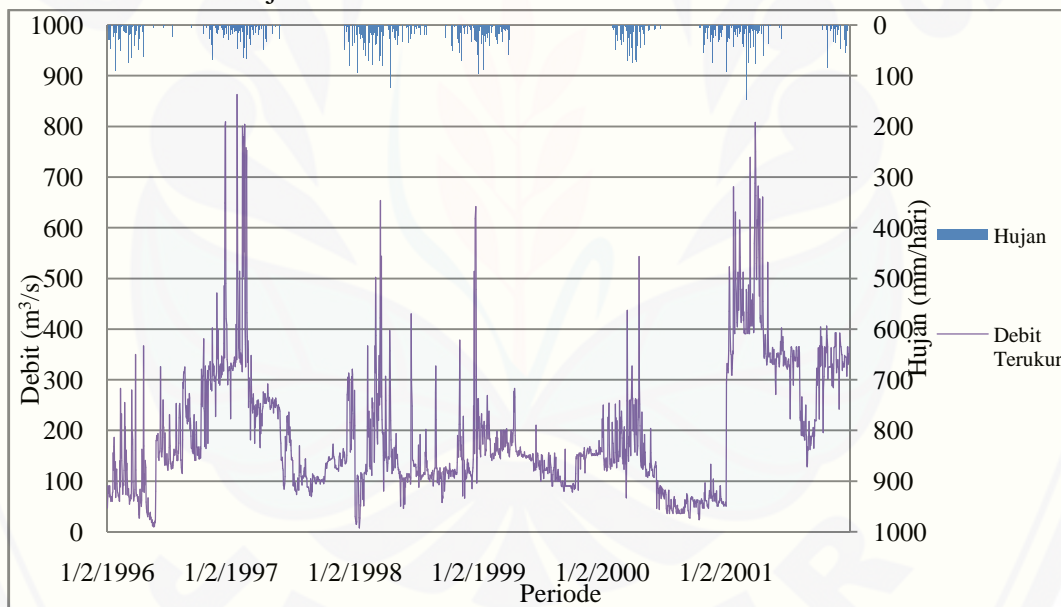
2. DAS Brantas Mojoroto



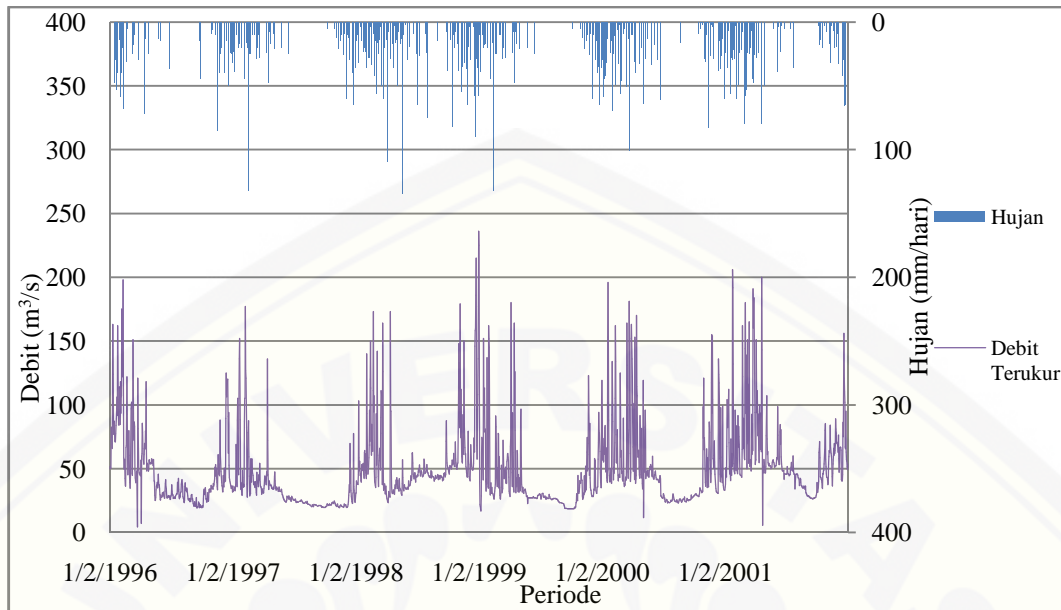
3. DAS Brantas plosor



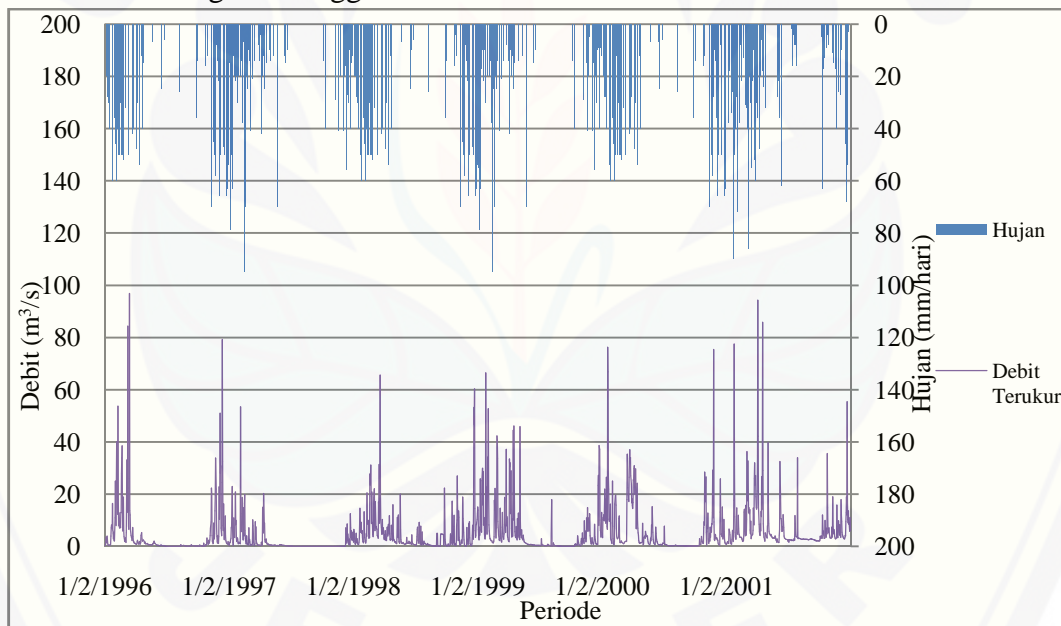
4. DAS Brantas Mojokerto



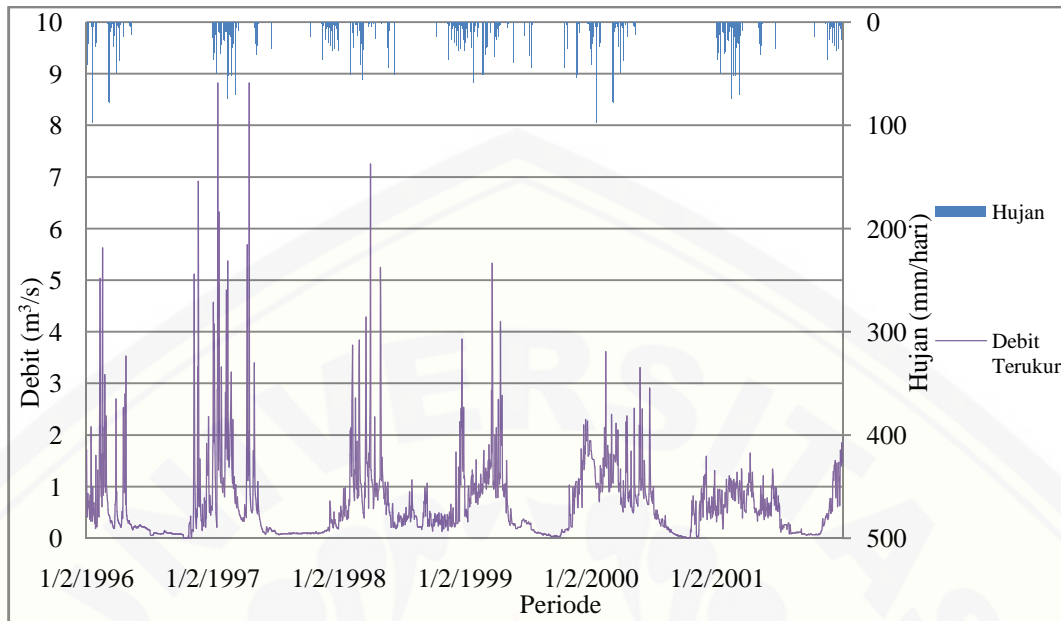
5. DAS Brantas Pening



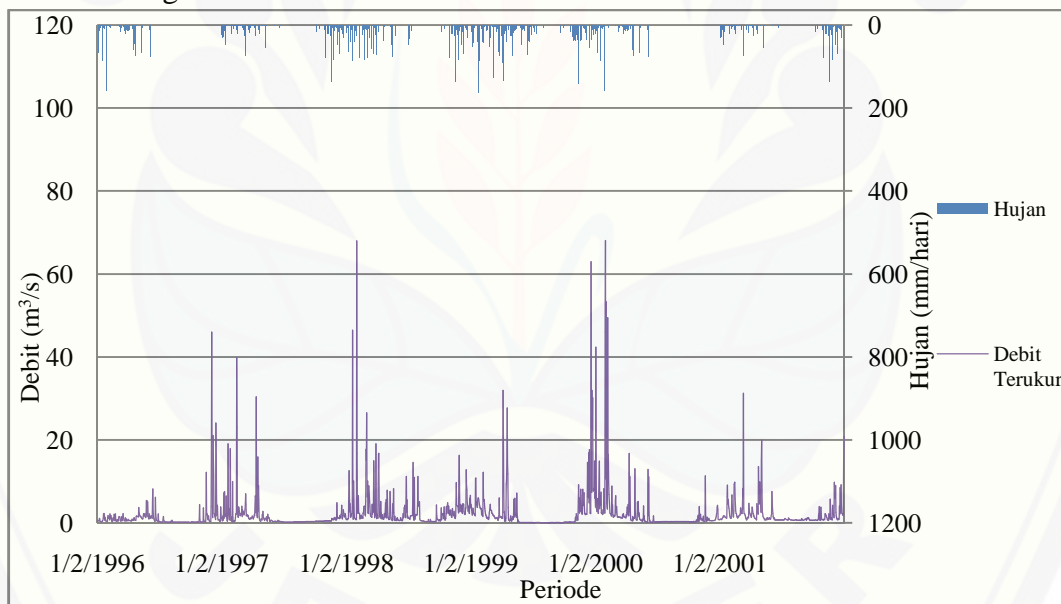
6. DAS Lamong Simoangrok



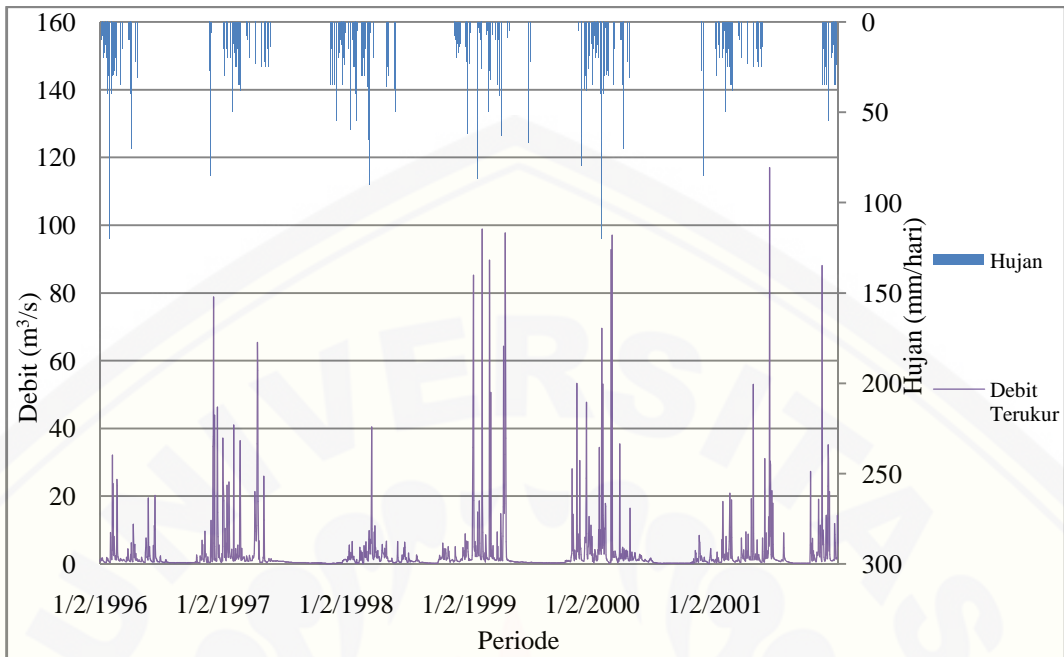
7. DAS Klampok Ambunten



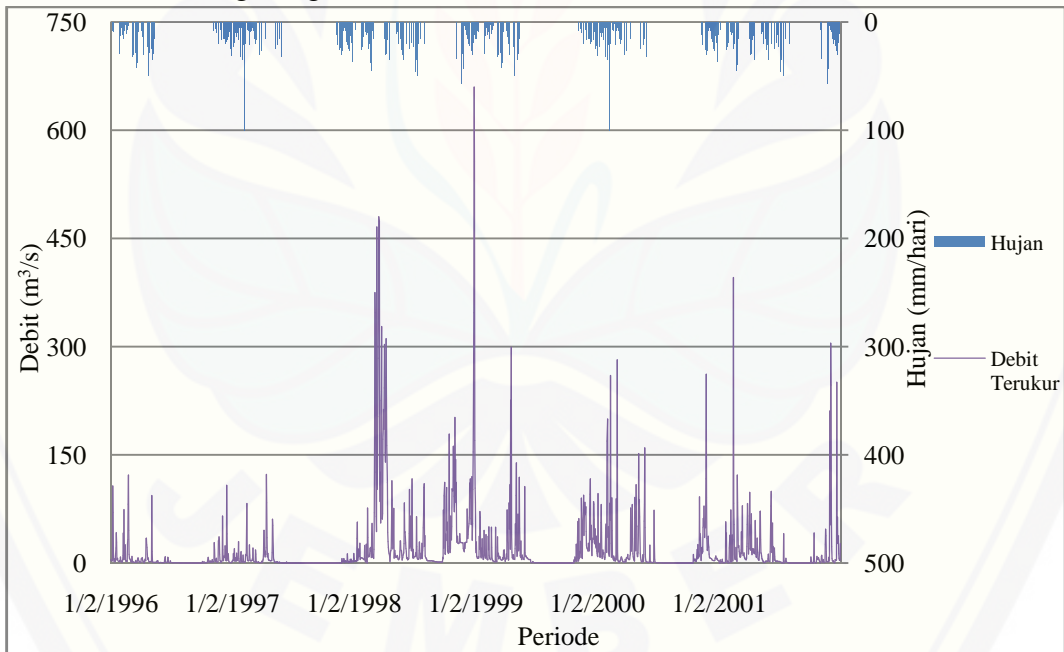
8. DAS Blega Telok



9. DAS Nipah Tabanan



10. DAS Kemuning Pangilen



11. DAS Samiran Propo

