



UNIVERSITAS INDONESIA

**VARIABILITAS CURAH HUJAN DAN DEBIT SUNGAI DI
DAK BRANTAS**

SKRIPSI

**FIRMAN ISKANDAR
0706265421**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
DEPARTEMEN GEOGRAFI
DEPOK
JANUARI 2012**



UNIVERSITAS INDONESIA

**VARIABILITAS CURAH HUJAN DAN DEBIT SUNGAI DI
DAK BRANTAS**

SKRIPSI

Diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains

**FIRMAN ISKANDAR
0706265421**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
DEPARTEMEN GEOGRAFI
DEPOK
JANUARI 2012**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya sendiri,
Dan semua sumber baik yang dikutip maupun rujukan
Telah saya nyatakan dengan benar,

Nama : Firman Iskandar

NPM : 0706265421

Tanda Tangan :

Tanggal : 27 Januari 2012

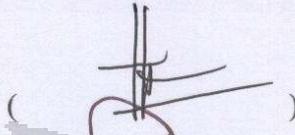
HALAMAN PENGESAHAN

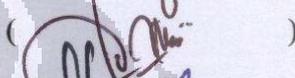
Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Firman Iskandar
NPM : 0706265421
Program Studi : Geografi
Judul Skripsi : Variabilitas Curah Hujan dan Debit Sungai di DAK Brantas

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Geografi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia.

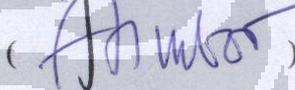
DEWAN PENGUJI

Ketua Penguji I: Drs. Hari Kartono, MS ()

Pembimbing I : Dr. Djoko Harmantyo, MS ()

Pembimbing II : Drs. Sobirin, M.Si. ()

Penguji I : Dr.rer.nat. Eko Kusratmoko, MS ()

Penguji II : Adi Wibowo, S.Si, M.Si. ()

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : Januari 2012

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr.Wb

Alhamdulillah rabbil'allamin, puji syukur ke hadirat ALLAH SWT yang telah melimpahkan segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul "Variabilitas Curah Hujan dan Debit Sungai di DAK Brantas". Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Sains Jurusan Geografi pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Djoko Harmantyo, MS., selaku pembimbing I yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini;
2. Drs. Sobirin, M.Si., selaku pembimbing II yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini;
3. Drs. Hari Kartono, MS, selaku ketua penguji I atas masukan, saran, dan kritikan dalam penyusunan skripsi ini;
4. Dr.rer.nat. Eko Kusratmoko, MS, selaku penguji II atas masukan, saran, dan kritikan dalam penyusunan skripsi ini;
5. Adi Wibowo, S.Si, M.Si., selaku penguji III atas masukan, saran, dan kritikan dalam penyusunan skripsi ini;
6. Dr. Rokhmatuloh, S.Si, M.Eng, selaku pembimbing akademik yang telah memberikan arahan dan motivasi kuliah selama 4,5 tahun kuliah di Geografi;
7. Segenap staf pengajar dan staf tata usaha di departemen Geografi FMIPA UI atas ilmu dan bantuannya;
8. Kepada pihak BBWS Brantas yang telah memberikan data yang penulis perlukan;

9. Orang tua dan keluarga saya yang telah memberikan dukungan moral dan material. Terima kasih atas cinta dan doa kalian;
10. Tante Utin di Malang yang telah memberikan pinjaman motor untuk mencari data yang penulis perlukan dan menyediakan tempat tinggal selama pencarian data;
11. Sahabat SD saya Devy Sukmawardi di Surabaya yang telah memberikan pinjaman motor untuk mencari data yang penulis perlukan dan menyediakan tempat tinggal selama pencarian data;
12. Teman-teman di Geografi angkatan 2007 yang telah memberi kenangan selama 4 tahun di jurusan ini, terutama tim 9 yang sudah berjuang bersama untuk lulus di semester ke-9 ini;
13. Teman-teman di Mapala UI, terutama teman-teman BKP 09 dan divisi Arung Jeram Mapala UI atas semua ilmu, kekeluargaan, dan petualangannya;
14. Teman-teman di UI Equestrian atas dukungan dan kebersamaannya;
15. Teman-teman NOC Assisten untuk Vietnam dalam SEA GAMES XXVI atas kenangannya;
16. Sahabat-sahabat di Geografi yaitu Ridwan dan Restu tetap semangat dan terus berjuang untuk menyelesaikan skripsinya;
17. Teman-teman di kosan Jawa yaitu Gendro, Juli, Dipta, Aftaf, dan Rycky atas bantuan dan dukungannya;
18. Untuk Ibni, Miqdad dan Wido atas bantuan dalam pemetaan;
19. Serta pihak-pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Akhir kata, saya berharap ALLAH SWT berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu. Wassalammualaikum Wr.Wb.

Depok, Januari 2012

Firman Iskandar

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, penulis yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Firman Iskandar

NPM : 0706265421

Program Studi : Geografi

Departemen : Geografi

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Jenis karya : Skripsi

demikian demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah penulis yang berjudul :

Variabilitas Curah Hujan dan Debit Sungai di DAK Brantas

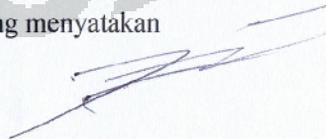
beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir penulis selama tetap mencantumkan nama penulis sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini penulis buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : Januari 2012

Yang menyatakan



(Firman Iskandar)

ABSTRAK

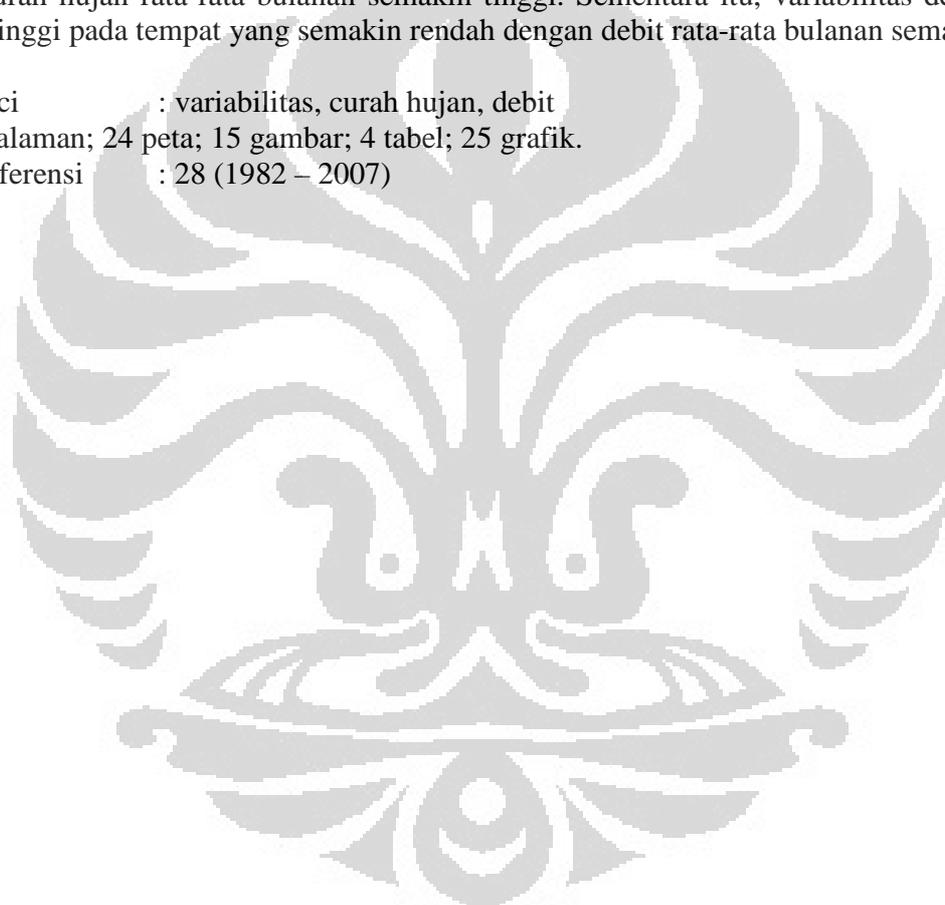
Nama : Firman Iskandar

Program Studi: Geografi

Judul : Variabilitas Curah Hujan dan Debit Sungai di DAK Brantas

Curah hujan bervariasi menurut ruang dan waktu, curah hujan juga dapat bervariasi dengan nilai rata-ratanya yang disebut variabilitas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui variabilitas curah hujan dan debit sungai serta keterkaitan diantara keduanya di DAK Brantas selama tahun 1998 – 2006. Formula koefisien variasi dalam statistik digunakan untuk menghitung variabilitas terhadap data curah hujan. Hasil penelitian di DAK Brantas menunjukkan variabilitas curah hujan bulanan semakin rendah pada tempat yang semakin tinggi dengan curah hujan rata-rata bulanan semakin tinggi. Sementara itu, variabilitas debit bulanan semakin tinggi pada tempat yang semakin rendah dengan debit rata-rata bulanan semakin tinggi.

Kata Kunci : variabilitas, curah hujan, debit
xv + 78 halaman; 24 peta; 15 gambar; 4 tabel; 25 grafik.
Daftar Referensi : 28 (1982 – 2007)



ABSTRACT

Name : Firman Iskandar

Study Program: Geography

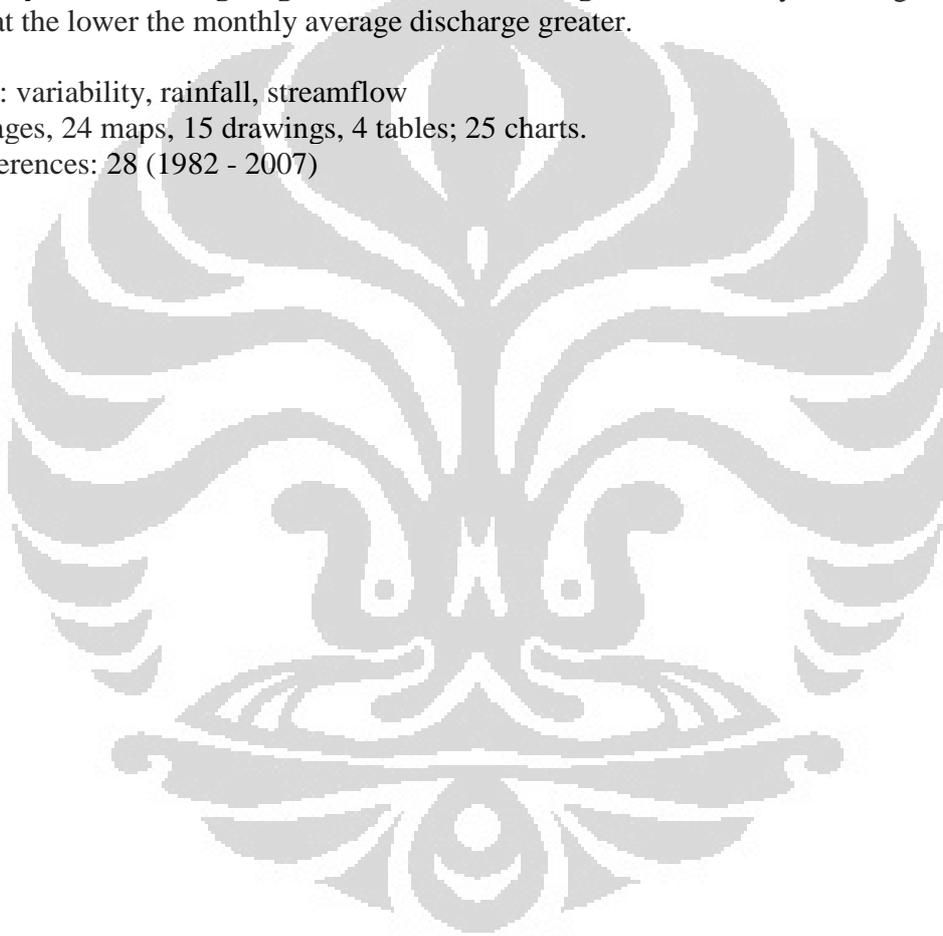
Title : Variability of Rainfall and Streamflow in Brantas Watershed

Rainfall varies over space and time, precipitation can also vary with the average value is called variability. This study aims to determine the variability of rainfall and streamflow as well as the linkages between them in the Brantas watershed during the years 1998 – 2006. Coefficient of variation in the statistical formula used to calculate the variability of rainfall data. The results in the Brantas watershed showing the variability of monthly rainfall is lower in the higher place with monthly rainfall average higher. Meanwhile, the higher the monthly discharge variability in a place that the lower the monthly average discharge greater.

Keywords: variability, rainfall, streamflow

xv + 78 pages, 24 maps, 15 drawings, 4 tables; 25 charts.

List of references: 28 (1982 - 2007)



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR PETA	xii
DAFTAR GAMBAR DAN TABEL	xiii
DAFTAR GRAFIK	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Masalah Penelitian	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Hujan	5
2.1.1 Jenis-jenis Hujan	6
2.1.2 Hujan di Indonesia	7
2.1.3 Variabilitas Hujan	11
2.1.4 Pola Umum Hujan	15
2.2 Sungai	17
2.2.1 Pola Drainase	18
2.2.2 Menghitung Air Hujan yang Jatuh ke DAS	19
2.2.3 Mengukur Jumlah Air Sungai	20
2.3 Daerah Aliran Sungai (DAS)	21
2.4 Daerah Aliran Kali (DAK) Brantas	24
2.5 Tinjauan Beberapa Penelitian Tentang Variabilitas Curah Hujan Terdahulu	26

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	28
3.1 Metode Pendekatan	28
3.2 Alur Pikir	28
3.3 Variabel dan Data Penelitian	29
3.4 Pengumpulan Data	30
3.5 Pengolahan Data	31
3.6 Analisis Data	32
BAB IV GAMBARAN UMUM WILAYAH PENELITIAN	34
4.1 Lokasi dan Luas Daerah Penelitian	34
4.2 Daerah Aliran Kali Brantas	36
4.3 Kondisi Morfologi	36
4.3.1 Ketinggian	37
4.3.2 Lereng	40
4.4 Kondisi Iklim	43
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	45
5.1 Hasil	45
5.1.1 Wilayah Hulu, Tengah dan Hilir DAK Brantas..	45
5.1.2 Curah Hujan Rata-rata Bulanan	48
5.1.3 Curah Hujan Rata-rata Bulanan Selama 9 Tahun (1998 – 2006)	51
5.1.4 Variabilitas Curah Hujan Bulanan	56
5.1.5 Variabilitas Curah Hujan Bulanan Selama 9 Tahun (1998 – 2006)	59
5.1.6 Debit Rata-rata Bulanan	64
5.1.7 Debit Rata-rata Bulanan Selama 9 Tahun (1998 – 2006).....	66
5.1.8 Variabilitas Debit Bulanan	68
5.1.9 Variabilitas Debit Bulanan Selama 9 Tahun (1998 – 2006).....	70
5.2 Pembahasan	72

5.2.1 Hubungan antara Curah Hujan Rata-rata dengan Variabilitas Curah Hujan	72
5.2.2 Hubungan antara Debit Rata-rata dengan Variabilitas Debit.....	72
5.2.3 Hubungan antara Curah Hujan Rata-rata dengan Debit Rata-rata	73
5.2.4 Hubungan antara Variabilitas Curah Hujan dengan Variabilitas Debit	74
BAB VI KESIMPULAN	75
DAFTAR PUSTAKA	76
LAMPIRAN	



DAFTAR PETA

- Peta 1. Curah Hujan Bulanan Rata-rata DAK Brantas Bulan Januari
- Peta 2. Curah Hujan Bulanan Rata-rata DAK Brantas Bulan Februari
- Peta 3. Curah Hujan Bulanan Rata-rata DAK Brantas Bulan Maret
- Peta 4. Curah Hujan Bulanan Rata-rata DAK Brantas Bulan April
- Peta 5. Curah Hujan Bulanan Rata-rata DAK Brantas Bulan Mei
- Peta 6. Curah Hujan Bulanan Rata-rata DAK Brantas Bulan Juni
- Peta 7. Curah Hujan Bulanan Rata-rata DAK Brantas Bulan Juli
- Peta 8. Curah Hujan Bulanan Rata-rata DAK Brantas Bulan Agustus
- Peta 9. Curah Hujan Bulanan Rata-rata DAK Brantas Bulan September
- Peta 10. Curah Hujan Bulanan Rata-rata DAK Brantas Bulan Oktober
- Peta 11. Curah Hujan Bulanan Rata-rata DAK Brantas Bulan November
- Peta 12. Curah Hujan Bulanan Rata-rata DAK Brantas Bulan Desember
- Peta 13. Variabilitas Curah Hujan Bulanan DAK Brantas Bulan Januari
- Peta 14. Variabilitas Curah Hujan Bulanan DAK Brantas Bulan Februari
- Peta 15. Variabilitas Curah Hujan Bulanan DAK Brantas Bulan Maret
- Peta 16. Variabilitas Curah Hujan Bulanan DAK Brantas Bulan April
- Peta 17. Variabilitas Curah Hujan Bulanan DAK Brantas Bulan Mei
- Peta 18. Variabilitas Curah Hujan Bulanan DAK Brantas Bulan Juni
- Peta 19. Variabilitas Curah Hujan Bulanan DAK Brantas Bulan Juli
- Peta 20. Variabilitas Curah Hujan Bulanan DAK Brantas Bulan Agustus
- Peta 21. Variabilitas Curah Hujan Bulanan DAK Brantas Bulan September
- Peta 22. Variabilitas Curah Hujan Bulanan DAK Brantas Bulan Oktober
- Peta 23. Variabilitas Curah Hujan Bulanan DAK Brantas Bulan November
- Peta 24. Variabilitas Curah Hujan Bulanan DAK Brantas Bulan Desember

DAFTAR GAMBAR

- Gambar 1. Pola percabangan jaringan sungai (kerapatan drainase)
- Gambar 2. Bentuk hidrograf daerah aliran sungai dan limpasan (curah hujan dianggap diagihkan secara seragam pada kawasan drainase total)
- Gambar 3. Distribusi Debit Banjir di DAK Brantas
- Gambar 4. Alur Pikir
- Gambar 5. Administrasi Daerah Aliran Kali Brantas
- Gambar 6. Wilayah Ketinggian Daerah Aliran Kali Brantas
- Gambar 7. Lereng Daerah Aliran Kali Brantas
- Gambar 8. Stasiun Debit dan Stasiun Curah Hujan Daerah Aliran Kali Brantas
- Gambar 9. Sub-DAK Daerah Aliran Kali Brantas
- Gambar 10. Curah Hujan Rata-Rata Bulan Januari – April Tahun 1998 – 2006
- Gambar 11. Curah Hujan Rata-Rata Bulan Mei - Agustus Tahun 1998 – 2006
- Gambar 12. Curah Hujan Rata-Rata Bulan September – Desember Tahun 1998 – 2006
- Gambar 13. Variabilitas Curah Hujan Bulan Januari – April Tahun 1998 – 2006
- Gambar 14. Variabilitas Curah Hujan Bulan Mei – Agustus Tahun 1998 – 2006
- Gambar 15. Variabilitas Curah Hujan Bulan September - Desember Tahun 1998 – 2006

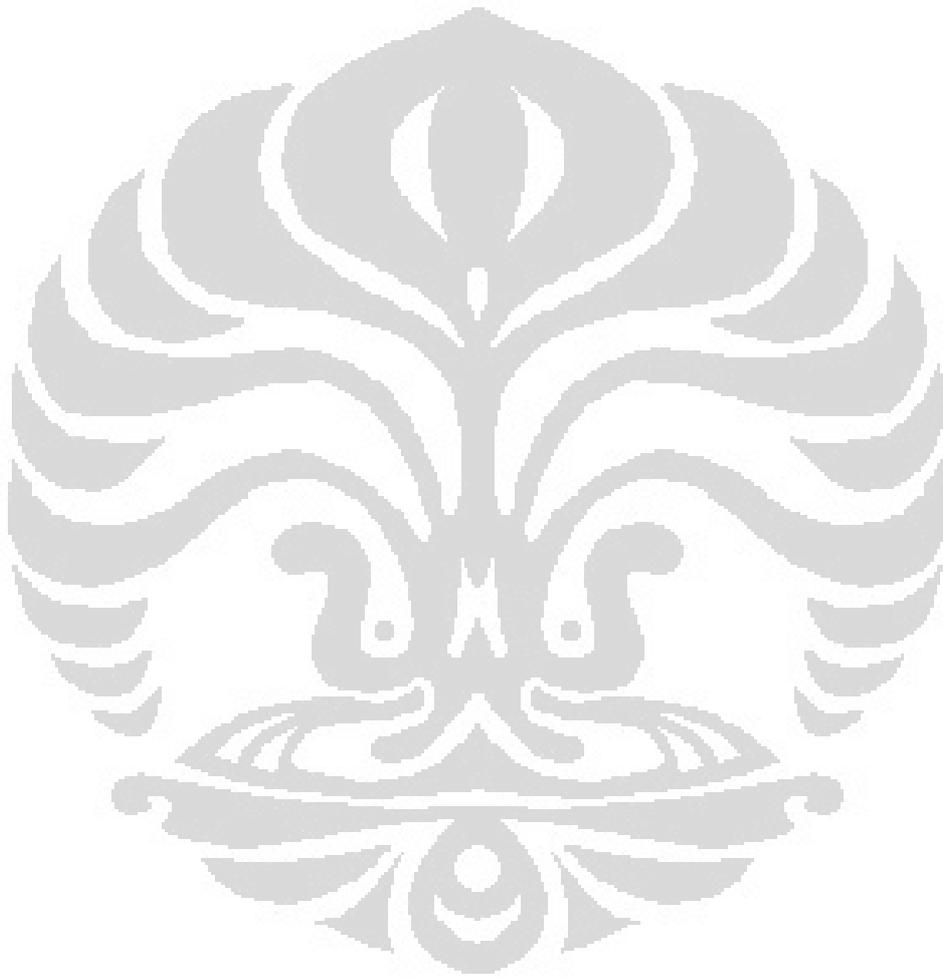
DAFTAR TABEL

- Tabel 1. Daftar Stasiun Curah Hujan beserta ketinggianya.
- Tabel 2. Daftar Kabupaten / Kota
- Tabel 3. Luas Wilayah Ketinggian di DAS Brantas
- Tabel 4. Luas Wilayah Lereng di DAS Brantas

DAFTAR GRAFIK

- Grafik 1. Curah Hujan Rata-rata Bulanan Wilayah Hulu Tahun 1998 – 2006
- Grafik 2. Curah Hujan Rata-rata Bulanan Wilayah Tengah Tahun 1998 – 2006
- Grafik 3. Curah Hujan Rata-rata Bulanan Wilayah Hilir Tahun 1998 – 2006
- Grafik 4. Curah Hujan Rata-rata Bulanan Wilayah Sub DAK Brantas Tahun 1998 – 2006
- Grafik 5. Curah Hujan Rata-rata Wilayah Sub DAK Brantas Tahun 1998 – 2006
- Grafik 6. Variabilitas Curah Hujan Bulanan Wilayah Hulu Tahun 1998 – 2006
- Grafik 7. Variabilitas Curah Hujan Bulanan Wilayah Tengah Tahun 1998 – 2006
- Grafik 8. Variabilitas Curah Hujan Bulanan Wilayah Hilir Tahun 1998 – 2006
- Grafik 9. Variabilitas Curah Hujan Bulanan Wilayah Sub DAK Brantas Tahun 1998 – 2006
- Grafik 10. Variabilitas Curah Hujan Wilayah Sub DAK Brantas Tahun 1998 – 2006
- Grafik 11. Debit Rata-rata Bulanan Wilayah Hulu Tahun 1998 – 2006
- Grafik 12. Debit Rata-rata Bulanan Wilayah Tengah Tahun 1998 – 2006
- Grafik 13. Debit Rata-rata Bulanan Wilayah Hilir Tahun 1998 – 2006
- Grafik 14. Debit Rata-rata Wilayah Sub DAK Brantas Tahun 1998 – 2006
- Grafik 15. Debit Rata-Rata Bulanan Tahun 1998 – 2006
- Grafik 16. Variabilitas Debit Wilayah Hulu Tahun 1998 – 2006
- Grafik 17. Variabilitas Debit Wilayah Tengah Tahun 1998 – 2006
- Grafik 18. Variabilitas Debit Wilayah Hilir Tahun 1998 – 2006
- Grafik 19. Variabilitas Debit Wilayah Sub DAK Brantas Tahun 1998 – 2006
- Grafik 20. Variabilitas Debit Bulanan Tahun 1998 – 2006
- Grafik 21. Hubungan antara Curah Hujan Rata-rata dengan Variabilitas Curah Hujan

- Grafik 22. Hubungan antara Debit Rata-rata dengan Variabilitas Debit
- Grafik 23. Hubungan antara Curah Hujan Rata-rata dengan Debit Rata-rata
- Grafik 24. Hubungan antara Variabilitas Curah Hujan dengan Variabilitas Debit
- Grafik 25. Debit Rata-rata Bulanan Per Stasiun Debit dalam Kurun Waktu 1998 - 2006



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dampak dari pemanasan global adalah perubahan iklim, dimana biasanya dapat dilihat dari perubahan suhu dan curah hujan. Di Indonesia dampak perubahan iklim terlihat jelas pada perubahan pola curah hujan, sedangkan untuk suhu tidak terlalu signifikan untuk wilayah Indonesia yang relatif stabil suhunya. Perubahan pola curah hujan ini berpengaruh pada siklus hidrologi sebagai proses yang sangat menentukan besaran debit air, baik debit air tanah (*ground water*) maupun debit aliran permukaan (*surface water*).

Hujan adalah unsur iklim yang paling banyak diamati, kalau dibandingkan dengan unsur-unsur iklim lainnya. Terlebih di bagian dunia seperti Indonesia, dimana suhu tidak begitu banyak dan begitu cepat berubah. Jumlah rata-rata hujan yang jatuh setiap bulan atau setiap tahun di sebuah tempat, tidak selalu sama. Terkadang ada tahun yang curah hujannya tinggi, tetapi terkadang ada juga tahun yang curah hujannya rendah. Datangnya musim hujan pun tidak selalu sama, terkadang musim hujan itu datangnya lambat, tetapi terkadang juga cepat. Karena itulah dikatakan, bahwa jumlah hujan, maupun kedatangan musim itu “variabel”, atau berubah-ubah (Sandy, 1987).

Adanya keragaman faktor-faktor penyebab turunnya hujan menyebabkan besarnya hujan yang jatuh di muka bumi bervariasi menurut ruang dan waktu. Selain bervariasi menurut ruang dan waktu, curah hujan juga bervariasi dengan nilai rata-ratanya. Perbedaan antara jumlah curah hujan dengan nilai rata-ratanya disebut variabilitas (Sandy, 1987).

Indonesia merupakan negara kepulauan dengan bentuk topografi yang sangat beragam maka sistem golongan lokal juga cukup dominan dan pengaruhnya terhadap keragaman iklim di Indonesia tidak dapat diabaikan. Semua aktifitas dan sistem ini berlangsung secara bersamaan sepanjang tahun (Manan, 2004), terlepas dari faktor mana yang paling dominan mempengaruhi iklim di Indonesia, semua pengaruh tersebut memberikan dampak terhadap pola curah hujan di Indonesia, termasuk juga di lokasi penelitian (DAK Brantas). Hal ini perlu dicermati karena

dalam pengelolaan sumberdaya air tidak terlepas dari kerangka DAS (Daerah Aliran Sungai). Sedangkan variabel hujan merupakan satu-satunya input dalam sistem DAS dan berdampak langsung pada kehidupan manusia (Marganingrum, dkk, 2009).

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah wilayah yang terletak di atas suatu titik pada suatu sungai yang oleh batas topografi mengalirkan air yang jatuh di atasnya ke dalam sungai yang sama dan melalui titik yang sama pada sungai tersebut. Salah satu unsur cuaca yang sangat penting dan mempunyai dampak yang sangat signifikan terhadap fluktuasi penyediaan sumber daya air adalah hujan. Hujan merupakan masukan utama dalam suatu sistem hidrologi Daerah Aliran Sungai melalui daerah tangkapan hujan (*catchment area*) yang mengelilingi alur aliran sungai tersebut. Oleh karena itu dalam pengelolaan sumber daya air maka perhitungan masukan utama air melalui hujan merupakan hal yang penting, demikian juga pemahaman tentang karakteristik hujan baik sifat spasial maupun temporalnya.

Parameter lain yang perlu mendapat perhatian dalam perencanaan pengelolaan sumber daya air di dalam DAS adalah aliran. Dengan mempelajari karakteristik aliran dan curah hujan maka dapat membantu dalam pengelolaan DAS.

DAK Brantas terletak di Propinsi Jawa Timur, dengan luas tangkapan sekitar 12.000 km² merupakan salah satu DAS yang pengelolaannya masih cukup baik di Indonesia. DAS ini iklimnya dipengaruhi oleh *monsoon* Asia-Australia. Menurut Sutrisno (1988) DAK Brantas termasuk wilayah yang mempunyai pola hujan Tipe A (memiliki satu puncak). Daerah tangkapan DAK Brantas ini cukup luas karena alur sungai utamanya yang memutar ke arah utara setelah mengalir sejajar dengan pantai selatan, kemudian bermuara di sisi utara pulau Jawa.

Untuk memanfaatkan sumber daya air, maka disepanjang sungai tersebut selain telah dibangun bendungan Sutami yang cukup besar, juga telah dibangun bendungan Lahor serta sekitar 10 bendung-bendung kecil lainnya (Sribimawati, 1998). Dengan demikian sumber daya air di sepanjang alur sungai ini dapat dimanfaatkan dan dilestarikan semaksimal mungkin, melalui pengelolaan tunggal Perum Jasa Tirta I. Banyaknya manfaat yang dihasilkan dari pengelolaan sumber

daya air di DAS Brantas menjadikan penelitian tentang variabilitas curah hujan dan debit sungai secara spasial dan temporal di wilayah ini menjadi sangat penting.

1.2 Masalah Penelitian

Sehubungan dengan latar belakang diatas, maka yang menjadi permasalahan dalam penelitian ini adalah:

- Bagaimana variabilitas curah hujan dan debit sungai di DAK Brantas tahun 1998-2006?

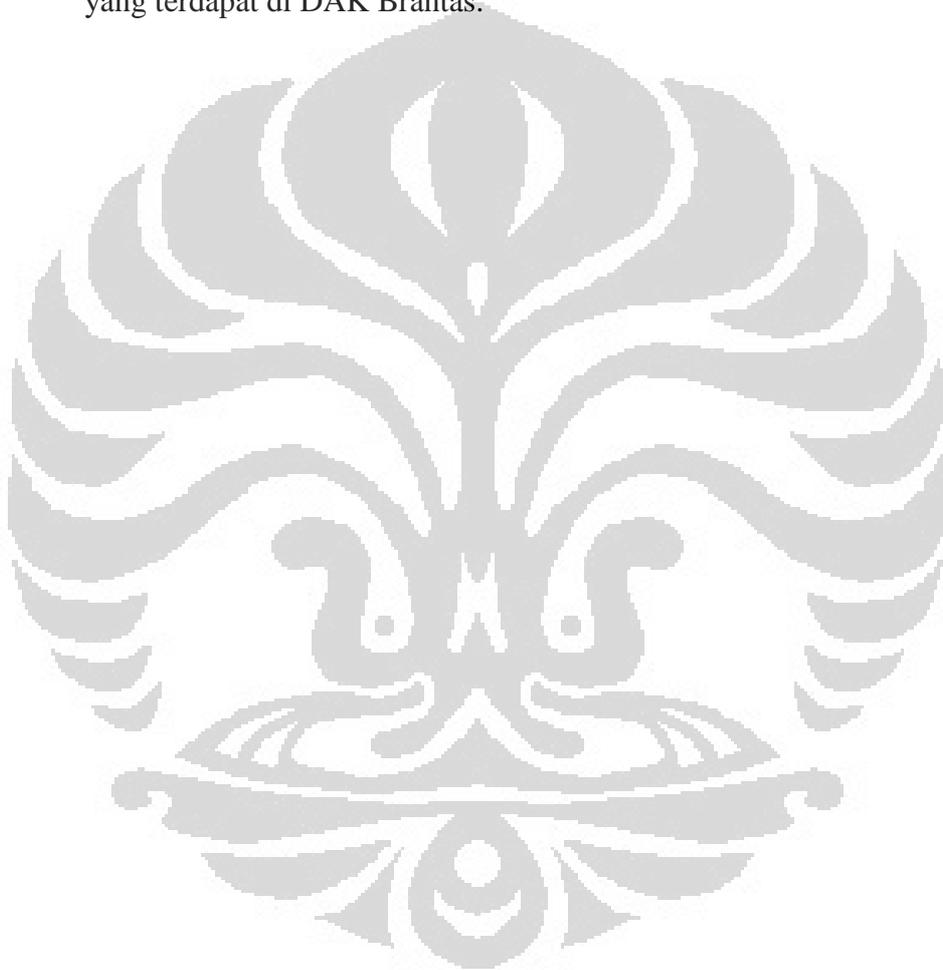
1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui variabilitas curah hujan dan debit sungai serta kaitan keduanya di DAK Brantas tahun 1998-2006.

1.4 Batasan Penelitian

- Jumlah curah hujan yang dimaksud dalam penelitian ini adalah banyaknya curah hujan yang jatuh pada suatu wilayah yang tercatat dalam stasiun pengamat hujan pada saat tertentu (mm).
- Debit aliran adalah laju aliran air (dalam bentuk volume air) yang melewati suatu penampang melintang per satuan waktu ($m^3/detik$)
- Variabilitas curah hujan adalah perbedaan jumlah curah hujan dari rata-rata nilainya yang dihitung dengan rumus standar deviasi dan dinyatakan dengan koefisien variasi.
- Variabilitas debit adalah perbedaan jumlah debit dari rata-rata nilainya yang dihitung dengan rumus standar deviasi dan dinyatakan dengan koefisien variasi.
- Daerah penelitian adalah Daerah Aliran Kali Brantas yang terdapat di Jawa Timur.
- Kurun waktu yang digunakan dalam penelitian adalah sembilan tahun (1998-2006).

- Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan satu kesatuan tata air yang dibatasi oleh topografi berupa punggung-punggung bukit dimana jika turun hujan air akan mengalir ke dalam sungai yang bersangkutan (Sandy, 1987).
- Data curah hujan yang digunakan berasal dari 25 stasiun pengamat hujan yang terdapat di DAK Brantas.
- Data debit sungai yang digunakan berasal dari 3 stasiun pengamat debit yang terdapat di DAK Brantas.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Hujan

Hujan adalah proses pengembalian air yang telah diuapkan ke atmosfer menuju ke permukaan bumi. Pengembalian ini akibat dari udara yang naik hingga melewati ketinggian kondensasi dan berubah menjadi awan. Di dalam awan terjadi proses tumbukan dan penggabungan antara butir-butir air yang akan meningkatkan massa dan volume butir air. Jika butiran air akan turun dalam bentuk hujan. Pembentukan butir hujan dengan proses ini mengikuti teori tumbukan dan penggabungan (Bruce dan Clark, 1966). Agar terjadi hujan terdapat tiga faktor utama yang penting, yaitu: massa udara yang lembab, inti kondensasi (seperti partikel debu, kristal garam), dan suatu sarana untuk berlangsung sebagai akibat udara yang mendinginkan. Pengangkatan massa udara ke atmosfer dapat berlangsung dengan cara-cara pendinginan siklonik, orografis, dan konvektif (Seyhan, 1990).

Menurut Asdak (1995), terjadinya hujan terutama karena adanya perpindahan massa air basah ke tempat yang lebih tinggi sebagai respon adanya beda tekanan udara antara dua tempat yang berbeda ketinggiannya. Di tempat tersebut, karena adanya akumulasi uap air pada suhu yang rendah maka terjadilah proses kondensasi, dan pada gilirannya massa air basah tersebut jatuh sebagai air hujan. Namun demikian, mekanisme berlangsungnya hujan melibatkan tiga faktor utama. Dengan kata lain, akan terjadi hujan apabila berlangsung tiga kejadian sebagai berikut:

1. Kenaikan massa uap air ke tempat yang lebih tinggi sampai saatnya atmosfer menjadi penuh.
2. Terjadi kondensasi atas partikel-partikel uap air di atmosfer.
3. Partikel-partikel uap air tersebut bertambah besar sejalan dengan waktu untuk kemudian jatuh ke bumi dan permukaan laut (sebagai hujan) karena gaya gravitasi.

2.1.1 Jenis-jenis Hujan

Menurut Asdak (1995), hujan juga dapat terjadi oleh pertemuan antara dua massa air, basah dan panas. Tiga tipe hujan yang umum dijumpai di daerah tropis dapat disebutkan sebagai berikut:

1. Hujan Konveksional (*Convictional storms*)

Tipe hujan ini disebabkan oleh adanya beda panas yang diterima permukaan tanah dengan panas yang diterima oleh lapisan udara di atas permukaan tanah tersebut. Sumber utama panas di daerah tropis adalah berasal dari matahari. Beda panas ini biasanya terjadi pada akhir musim kering yang akan menyebabkan hujan dengan intensitas tinggi sebagai hasil proses kondensasi massa air basah pada ketinggian di atas 15 km. Mekanisme terjadinya hujan tipe konvektif secara singkat adalah sebagai berikut: ketika lapisan udara di atas permukaan tanah menjadi lebih panas daripada lapisan udara di atasnya, maka berlangsunglah gerakan massa udara panas tersebut ke tempat yang lebih tinggi. Massa udara panas yang bergerak ke tempat yang lebih tinggi tersebut pada saatnya akan terkondensasi. Pada proses ini terjadi pelepasan tenaga panas yang akan menyebabkan udara menjadi tambah panas, dan dengan demikian, mendorong udara panas tersebut bergerak lebih tinggi lagi sampai ketinggian tertentu dimana uap air panas tersebut membeku dan jatuh sebagai hujan oleh adanya gaya gravitasi. Tipe hujan konvektif biasanya dicirikan dengan intensitas yang tinggi, berlangsung relative cepat, dan mencakup wilayah yang tidak terlalu luas. Tipe hujan konvektif inilah yang seringkali digunakan untuk membedakan dari tipe hujan yang sering dijumpai di daerah beriklim sedang (tipe hujan frontal) dengan intensitas hujan lebih rendah.

2. Hujan Frontal (*Frontal/cyclonic storms*)

Tipe hujan yang umumnya disebabkan oleh bergulungnya dua massa udara yang berbeda suhu dan kelembaban. Pada tipe hujan ini, massa udara lembab yang hangat dipaksa bergerak ke tempat yang lebih tinggi (suhu lebih rendah dengan kerapatan udara dingin lebih besar). Tergantung pada tipe hujan yang dihasilkannya, hujan frontal dapat dibedakan menjadi

hujan frontal dingin dan hangat. Hujan frontal dingin biasanya mempunyai kemiringan permukaan frontal yang besar dan menyebabkan gerakan massa udara ke tempat yang lebih tinggi lebih cepat sehingga bentuk hujan yang dihasilkan adalah hujan lebat dalam waktu yang singkat. Sebaliknya, pada hujan frontal hangat, kemiringan permukaan frontal tidak terlalu besar sehingga gerakan massa udara ke tempat yang lebih tinggi dapat dilakukan dengan perlahan-lahan (proses pendinginan berlangsung bertahap). Tipe hujan yang dihasilkannya adalah hujan yang tidak terlalu lebat dan berlangsung dalam waktu lebih lama (hujan dengan intensitas rendah). Hujan badai dan hujan monsoon (*monsoon*) adalah tipe hujan frontal yang lazim dijumpai.

3. Hujan Orografik (*Orographic storms*)

Jenis hujan yang umum terjadi di daerah pegunungan, yaitu ketika massa udara bergerak ke tempat yang lebih tinggi mengikuti bentang lahan pegunungan sampai saatnya terjadi proses kondensasi. Ketika massa udara melewati daerah bergunung, pada lereng dimana angin berhembus (*windward side*) terjadi hujan orografik. Sementara pada lereng dimana gerakan massa udara tidak atau kurang berarti (*leeward side*), udara yang turun akan mengalami pemanasan dengan sifat kering, dan daerah ini disebut daerah “bayangan” dan hujan yang terjadi disebut hujan di daerah “bayangan” (jumlah hujan lebih kecil daripada hujan yang terjadi di daerah *windward side*). Besarnya intensitas hujan orografik cenderung menjadi lebih besar dengan meningkatnya ketebalan lapisan udara lembab di atmosfer yang bergerak ke tempat yang lebih tinggi. Tipe hujan orografik dianggap sebagai pemasok air tanah, danau, bendungan, dan sungai karena berlangsung di daerah hulu DAS.

2.1.2 Hujan di Indonesia

Indonesia, karena letaknya di antara daratan Asia dan Australia sangat dipengaruhi oleh beda tekanan udara di kedua daratan tersebut, dan dengan demikian, dipengaruhi pula oleh perubahan angin musiman. Dalam posisi seperti

tersebut di atas, maka tipe hujan yang umum dijumpai di Indonesia adalah tipe hujan konvektif dan orografik (Asdak, 1995).

Hujan orografik terjadi di sepanjang pantai selatan ketika arus udara bergerak dari Australia ke Asia yaitu pada bulan Juli. Sementara hujan terjadi di sepanjang pantai utara bila arus udara bergerak dari Asia ke Australia yaitu pada bulan Januari (Asdak, 1995).

Curah hujan di Indonesia dipengaruhi oleh monsoon yang ditimbulkan oleh adanya sel tekanan (udara) tinggi dan sel tekanan udara rendah di daratan Asia dan Australia secara bergantian. Dalam bulan-bulan Desember, Januari, dan Februari di belahan bumi utara terjadi musim dingin, akibatnya terdapat sel tekanan tinggi di daratan Asia. Sementara di belahan bumi selatan pada waktu itu berlangsung musim panas, sehingga terdapat sel tekanan rendah di daratan Australia (Tjasono, 1991). Karena adanya perbedaan tekanan udara di kedua daratan tersebut, maka pada periode Desember, Januari, dan Februari bertiup angin dari sel tekanan tinggi di Asia menuju ke sel tekanan rendah di Australia. Angin ini sering disebut monsoon barat (laut). Dalam bulan-bulan Juni, Juli, dan Agustus, sebaliknya terdapat sel tekanan rendah di daratan Asia dan sel tekanan tinggi di daratan Australia yang mengakibatkan timbulnya monsoon timur atau monsoon tenggara (Asdak, 1995).

Dalam periode transisi antara monsoon barat dan monsoon timur (Maret, April, dan Mei) dan transisi antara monsoon timur dan monsoon barat (September, Oktober, dan November) pada umumnya arah angin berubah-ubah dan kecepatan angin biasanya berkurang. Periode-periode transisi ini disebut musim pancaroba (Asdak, 1995).

Menurut Sandy (1987), hujan, baik jatuhnya maupun jumlahnya adalah hasil akhir dari pada perpaduan berbagai faktor, yaitu :

- a. Kelembaban udara
- b. Topografi
- c. Arah dan kecepatan angin
- d. Suhu
- e. Arah hadapan (exposure) lereng

Udara di Indonesia senantiasa lembab. Di dataran rendah, dekat pantai, rawa, hutan tropik, atau sungai-sungai besar, kelembaban udara selalu tinggi, yaitu di atas 60 persen. Di daerah pedalaman atau di daerah-daerah yang tinggi di lereng gunung, kelembaban udara itu berkurang sedikit. Kelembaban udara yang tinggi memungkinkan adanya hujan turun (Sandy, 1987).

Peran topografi sehubungan dengan adanya hujan dan jumlah hujan nampak lebih jelas di pulau-pulau kecil yang bergunung atau berbukit seperti misalnya pulau Sangir dan pulau Ambon. Perubahan dari cuaca terang ke udara mendung dan hujan terjadi sangat cepat, gejala mana serupa dengan apa yang bisa dijumpai di pulau Oahu di kepulauan Hawaii. Di samping itu, daerah kering dan daerah basah sangat berdekatan letaknya di pulau yang topografinya sangat tercah-recah itu (H. Lansberg dalam Sandy, 1987).

Di daerah-daerah, dimana arah angin itu sejajar dengan garis pantai, biasanya hujan tidak turun, seperti nampak misalnya di pantai utara Jawa Barat dari pantai Bekasi sampai Indramayu, pantai Pidie di Aceh, ataupun pantai barat pulau Bali, dan pantai Majene di Sulawesi Selatan. Angin yang berhembus terlalu kencang dapat “membatalkan” hujan turun, karena mendung yang tadinya sudah akan menurunkan hujan, dihembuskan angin (Sandy, 1987).

Muka bumi yang dipanaskan oleh sinar matahari, di satu pihak menyebabkan adanya penguapan, dan di pihak lain mengakibatkan udara membubung dan tidak stabil. Kejadian inilah yang sering mengakibatkan adanya hujan konveksi, seperti yang disebut “Gejala Cibinong”. Lereng yang menghadap ke arah datangnya angin pembawa hujan selamanya memperoleh hujan lebih banyak dari pada lereng yang menghadap lereng yang berlawanan (Sandy, 1987).

Sandy (1987), mengemukakan bahwa Indonesia dengan iklim tropis mempunyai dua musim, musim kemarau dan musim hujan. Pada musim hujan inilah sering terjadi banjir akibat curah hujan yang tinggi. Curah hujan biasanya terjadi menurut suatu pola tertentu, dimana suatu curah hujan tertentu biasanya akan berulang pada periode tertentu pula. Banyak sedikitnya jumlah hujan yang jatuh di sesuatu daerah di Indonesia sangat bergantung pada hal-hal di bawah ini :

a. Letak Daerah Konvergensi Antar Tropik (DKAT)

DKAT ini merupakan suatu “zona”, atau daerah yang lebar, di mana suhu udara sekitarnya, adalah yang tertinggi. Karena itu pula DKAT ini disebut sebagai ekuator termal.

Suhu tinggi ini menyebabkan tekanan udara di atas zona itu rendah. Untuk keseimbangan, udara dari daerah yang bertekanan tinggi, bergerak ke daerah dengan tekanan udara rendah ini. Karena daerah bertekanan udara rendah itu adalah juga daerah dengan suhu udara tertinggi, gerakan udara dari daerah dengan tekanan tinggi ke daerah dengan tekanan udara rendah itu disertai pula dengan gerakan udara naik, sebagai akibat daripada pemanasan.

Gerakan naik daripada udara itu, membawa akibat menurunnya kembali suhu udara tersebut. Udara atau angin yang dalam perjalanannya menuju DKAT melalui perairan yang banyak, banyak pula yang mengandung uap air, lebih-lebih pada saat suhunya tinggi. Dengan menurunnya suhu udara tersebut, yang diakibatkan oleh gerakan naiknya di DKAT, sebagian dari uap air yang dikandung akan jatuh sebagai hujan (hujan konveksi).

b. Bentuk Medan

Medan berbukit atau bergunung akan memaksa udara atau angin bergerak naik untuk bisa melintasi punggung pegunungan. Inipun mengakibatkan suhu udara turun dan bersama dengan turunnya suhu itu pula kemampuannya untuk mengandung uap air turun. Tiap naik 100 m, suhu akan turun 0,5 °C. Sebagian dari uap air akan jatuh pula sebagai hujan (hujan orografi).

c. Arah Lereng Medan (Exposure)

Lereng medan yang menghadap arah angin akan mendapat hujan lebih banyak daripada lereng medan yang membelakangi arah angin (bayangan hujan) seperti Kota Palu dan Kota Bandung. Kedua kota ini terletak di “balik” bukit dari arah datangnya angin pembawa hujan.

d. Arah Angin Sejajar Arah Garis Pantai

Kadang-kadang ada terdapat, arah angin itu sejajar dengan arah garis pantai. Akibatnya, suhu udara tidak berubah, dan karena itu pula, hujan tidak jatuh.

Contoh : Pantai utara Jawa, Pulau Madura, dan Pantai barat Pulau Bali.

e. Jarak Perjalanan Angin di atas Medan Datar

Angin yang membawa hujan, adalah angin yang berhembus dari atas perairan ke arah daratan. Kalau medan datar yang dilalui angin itu lebar, serta sifat permukaannya tidak berubah, hujan mungkin turun pada bagian medan dekat pantai, dan selanjutnya tidak lagi ada hujan.

Posisi wilayah Nusantara yang berada di garis *equator*, diantara dua samudera dan benua memberikan dampak adanya factor sirkulasi Hadley dan Walker, aktifitas *Monsoon*, ENSO dan *Indian Ocean Dipole Mode*. Curah hujan di Indonesia terutama dipengaruhi oleh *Monsoon* dan *Indian Ocean Dipole Mode* (Marganingrum, dkk, 2009).

Secara umum curah hujan di wilayah Indonesia didominasi oleh adanya pengaruh beberapa fenomena, antara lain sistem *Monsoon* Asia-Australia, El-Nino, sirkulasi zonal Timur – Barat (*Walker Circulation*) dan sirkulasi meridional Utara – Selatan (*Hadley Circulation*) serta beberapa sirkulasi karena pengaruh lokal (Visa, 2007). Variabilitas curah hujan di Indonesia sangatlah kompleks dan merupakan suatu bagian *chaotic* dari variabilitas *monsoon* (Visa, 2007). *Monsoon* dan pergerakan ITCZ (*Intertropical Convergence Zone*) berkaitan dengan variasi curah hujan tahunan dan semi tahunan di Indonesia sedangkan fenomena El-Nino dan Dipole Mode berkaitan dengan variasi curah hujan antar-tahunan di Indonesia (Visa, 2007).

2.1.3 Variabilitas Hujan

Variabilitas curah hujan umumnya dibedakan menjadi variabilitas yang berdimensi ruang (spatial) dan waktu (temporal). Tidak seperti yang lazim dijumpai di daerah beriklim sedang (*temperate climate*), variabilitas curah hujan di daerah tropis jauh lebih besar. Secara umum besarnya curah hujan bervariasi menurut ketinggian tempat sebagai akibat pengaruh orografik (Asdak, 1995).

Besarnya curah hujan yang turun di daerah tropis umumnya bervariasi dari tahun ke tahun dan bahkan dari musim ke musim dalam kurun waktu satu tahun. Dengan adanya variasi besarnya hujan tersebut maka diperlukan data hujan dalam jangka panjang untuk dapat memprakirakan besarnya nilai tengah curah hujan dan besarnya frekuensi hujan, yaitu ketika satu besaran hujan tertentu akan datang lagi pada periode tertentu (Asdak, 1995).

Jumlah rata-rata hujan yang jatuh setiap bulan atau setiap tahun di sebuah tempat, tidak selalu sama. Kadang-kadang ada tahun yang curah hujannya tinggi, tetapi kadang-kadang ada juga tahun yang curah hujannya rendah (Sandy, 1987).

Menurut Sandy (1987), datangnya musim hujan pun tidak selalu sama. Kadang-kadang musim hujan itu datangnya lambat, tetapi kadang-kadang juga cepat. Karena itulah dikatakan, bahwa jumlah hujan, maupun kedatangan musim itu “variabel”, atau berubah-ubah.

Dengan demikian, maka ada :

- a. Variabilitas jumlah hujan
- b. Variabilitas waktu datangnya hujan

Menurut Asdak (1995), untuk analisis kuantitatif variabilitas dalam dan antar sampel biasanya diperlukan tiga parameter yaitu interval (*range*), simpangan baku (*standard deviation*), dan varians (*variance*). Berikut ini adalah parameter-parameter untuk menentukan besarnya variabilitas yang terjadi dalam pengambilan sampel populasi.

- a. Interval (*range*)

Tolak ukur variabilitas yang paling sederhana dalam suatu sampel adalah besarnya interval yaitu hal yang menunjukkan bilangan yang paling kecil dan paling besar dari sejumlah angka pengamatan. Dengan kata lain menunjukkan seberapa jauh penyebaran data yang terjadi. Karena interval hanya mempertimbangkan angka pengamatan terbesar dan terkecil saja, maka besarnya nilai interval tidak dapat menjelaskan penyebaran informasi atau data yang terjadi dalam sampel. Dengan demikian, angka interval hanya dapat digunakan untuk menunjukkan besarnya suatu variabilitassuatu sampel apabila jumlah pengamatan tidak terlalu banyak.

Namun demikian, menentukan besarnya angka interval merupakan langkah pertama yang penting untuk menyusun penyebaran frekuensi.

b. Varians (*variance*)

Dengan mengetahui besar kecilnya varians, dapat diketahui apakah sebagian besar individu dalam sampel lebih terkonsentrasi ke arah harga rata-rata atau tersebar menjauhi harga rata-rata. Akar dari varians (σ^2) sama dengan simpangan baku (*standard deviation*, σ) dan dapat dimanfaatkan untuk menghitung besarnya koefisien varians.

c. Simpangan baku (*standard deviation*)

Simpangan baku merupakan parameter statistika yang paling banyak digunakan untuk menentukan besarnya variabilitas suatu sampel populasi. Nilai simpangan baku dihitung langsung dari angka pengamatan. Notasi untuk simpangan baku untuk populasi adalah σ . Besarnya simpangan baku juga dapat ditentukan dari angka varians yaitu dengan mengambil akar dari besarnya varians tersebut. Sebaliknya, apabila harga simpangan baku telah diketahui, maka besarnya harga varians juga dapat ditentukan dengan cara menghitung besarnya angka kuadrat dari harga simpangan baku tersebut.

d. Koefisien varians (*coefficient of variation*, CV)

Koefisien varians adalah angka nisbah antara angka simpangan baku dan angka rata-rata variabel yang diamati dan biasanya dinyatakan dalam bentuk persentase. Secara umum, angka serial acak yang diperoleh dari sampel populasi yang menunjukkan harga rata-rata besar berarti juga mempunyai nilai varians besar. Dengan demikian, besarnya koefisien varians menunjukkan perbandingan varians dari beberapa harga rata-rata yang berbeda.

Variabilitas Jumlah

Untuk bisa mengetahui berapa jauh perbedaan jumlah hujan tahunan atau bulanan yang jatuh, kalau dibandingkan dengan jumlah hujan rata-rata, dipergunakan cara pendekatan dengan beberapa rumus (V. Conrad dan L. W. Pollak dalam Sandy, 1987).

Rumus-rumus itu adalah :

$$1. \text{ RV} = \frac{AV}{\bar{p}} \times 100\%$$

Keterangan

RV = Variabilitas Relatif

$$AV = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_i$$

d_i = nilai mutlak dari deviasi

n = jumlah unsur

\bar{p} = rata-rata aritmatik (*arithmetic mean*)

$$2. \text{ SV}_{\text{rel}} = \frac{SV}{\bar{p}} \times 100\%$$

Keterangan

SV_{rel} = *Intersequential Relative Variability*

$$SV = \frac{1}{n-1} (a_{n-1} - a_n)$$

\bar{p} = rata-rata aritmatik (*arithmetic mean*)

a = unsur

n = jumlah unsure

$$3. \text{ CV} = \frac{SD}{\bar{p}} \times 100\%$$

Keterangan

CV = *Coefficient of Variation*

$$SD = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{d_i^2}{n}}$$

SD = Standard deviasi

\bar{p} = rata-rata aritmatik (*arithmetic mean*)

Variabilitas jumlah curah hujan ditentukan dengan rumus Koevisien Variasi (CV), yang dihitung dengan rumus Standar Deviasi (SD). Standar deviasi merupakan salah satu ukuran penyimpangan yang diperoleh dari akar kuadrat positif varians. Varians adalah rata-rata hitung dari kuadrat simpangan setiap pengamatan terhadap rata-rata hitungnya (Supranto, 2008). Rumusnya sebagai berikut :

$$\sigma^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2$$

$$\sigma = \sqrt{\sum \frac{(X_i - \bar{X})^2}{N}}$$

Keterangan

σ^2 = varian sebenarnya

σ = standar deviasi

Variabilitas Waktu

Meskipun antara variabilitas jumlah dan variabilitas waktu ada hubungan yang erat, jumlah hujan rata-ratanya pada umumnya cukup banyak, sebenarnya lebih penting adalah variabilitas waktu. Pentingnya variabilitas waktu tersebut, terutama bagi usaha pertanian (Sandy, 1987).

Variabilitas Waktu dan Jumlah

Variabilitas waktu dan variabilitas jumlah hujan nampak ada dalam bentuk “siklus”, yang berulang antara 4-5 tahun. Maksudnya, kira-kira empat atau lima tahun, di sebagian besar wilayah Indonesia khususnya di Pulau Jawa, dilanda oleh musim kemarau yang agak panjang (Sandy, 1987).

2.1.4 Pola Umum Hujan

Menurut Sandy (1987), ada beberapa butir kesimpulan yang dapat ditarik dari rezim curah hujan di Indonesia, yang dapat dikatakan sebagai pola umum curah hujan, yaitu :

- a. Ada dua rezim hujan di wilayah Indonesia, yaitu rezim hujan Barat, dan rezim hujan Timur, dengan batas kira-kira pada lintang 120° B.T.
- b. Pantai Barat pulau-pulau dengan rezim hujan Barat selamanya lebih basah dari pada pantai Timurnya, kecuali pulau-pulau di sebelah Timur Pulau Jawa
- c. Pada pulau dengan rezim hujan Barat, tempat yang terletak di sebelah Barat musim hujannya datang lebih dulu dari pada tempat yang letaknya lebih ke Timur
- d. Makin tinggi letak tempat dari muka laut, makin banyak hujannya, sampai pada ketinggian 900 meter pada umumnya
- e. Di daerah pedalaman sebuah pulau, curah hujan maksimum jatuh pada musim pancaroba. Demikian juga di daerah rawa-rawa besar
- f. Di daerah-daerah dengan rezim hujan Barat, maksimum hujan jatuh pada bulan-bulan November - Desember atau Januari - Februari, sedangkan di daerah-daerah dengan rezim hujan Timur maksimum hujan jatuh pada bulan-bulan Mei - Juni
- g. Letak DKAT pada sesuatu sangat erat hubungannya dengan saat terjatuhnya hujan maksimum
- h. Variabilitas jumlah hujan rata-rata tahunan tidak besar. Akan tetapi ada variabilitas hujan empat atau lima tahunan yang cukup besar

Menurut Sandy (1996), pola umum curah hujan di Kepulauan Indonesia dapat dikatakan sebagai berikut :

- a. Pantai barat setiap pulau memperoleh jumlah hujan selalu lebih banyak dari pantai timur.
- b. Pulau Jawa, Bali, NTB dan NTT merupakan barisan pulau-pulau yang panjang dan berderet dari barat ke timur. Pulau-pulau ini hanya diselingi oleh selat-selat yang sempit, sehingga untuk kepulauan ini secara keseluruhan nampak seakan-akan satu pulau, sehingga berlaku juga dalil, bahwa di sebelah timur curah hujan lebih kecil, kalau dibandingkan dengan sebelah barat. Sebelah barat dari jejeran pulau ini adalah pantai barat Jawa Barat.

- c. Selain bertambah jumlahnya dari timur ke barat, hujan juga bertambah jumlahnya dari dataran rendah ke pegunungan, dengan jumlah terbesar pada ketinggian 600 - 900 m.
- d. Di daerah pedalaman semua pulau, musim hujan jatuh pada musim Pancaroba. Demikian juga halnya di daerah-daerah rawa yang besar-besar.
- e. Bulan maksimum hujan sesuai dengan letak DKAT.
- f. Saat mulai turunnya hujan juga bergeser dari barat ke timur. Pantai barat Pulau Sumatera sampai Bengkulu, mendapat hujan terbanyak bulan November; Lampung – Bangka, yang letaknya sedikit ke timur, pada bulan Desember. Sedangkan Jawa (utara), Bali, NTB, NTT pada bulan Januari – Februari, yang letaknya lebih ke timur lagi.
- g. Sulawesi Selatan bagian timur, Sulawesi Tenggara, Maluku Tengah mempunyai musim hujan yang berbeda, yaitu Mei – Juni. Justru pada waktu bagian lain dari Kepulauan Indonesia ada pada musim kering. Batas rezim hujan Indonesia Barat dan rezim hujan Indonesia Timur kira-kira terdapat pada lintang 120° BT.

2.2 Sungai

Sungai adalah bagian dari muka bumi, yang karena sifatnya, menjadi tempat air mengalir. Sifat yang dimaksud, antara lain adalah, bahwa bagian muka bumi itu adalah yang paling rendah, kalau dibandingkan dengan sekitarnya (Sandy, 1996).

Sungai mempunyai fungsi mengumpulkan curah hujan dalam suatu daerah tertentu dan mengalirkannya ke laut. Sungai itu dapat digunakan juga untuk berjenis-jenis aspek seperti pembangkit tenaga listrik, pelayaran, pariwisata, perikanan, dan lain-lain. Dalam pertanian sungai itu berfungsi sebagai sumber air yang penting untuk irigasi (Asdak, 1995).

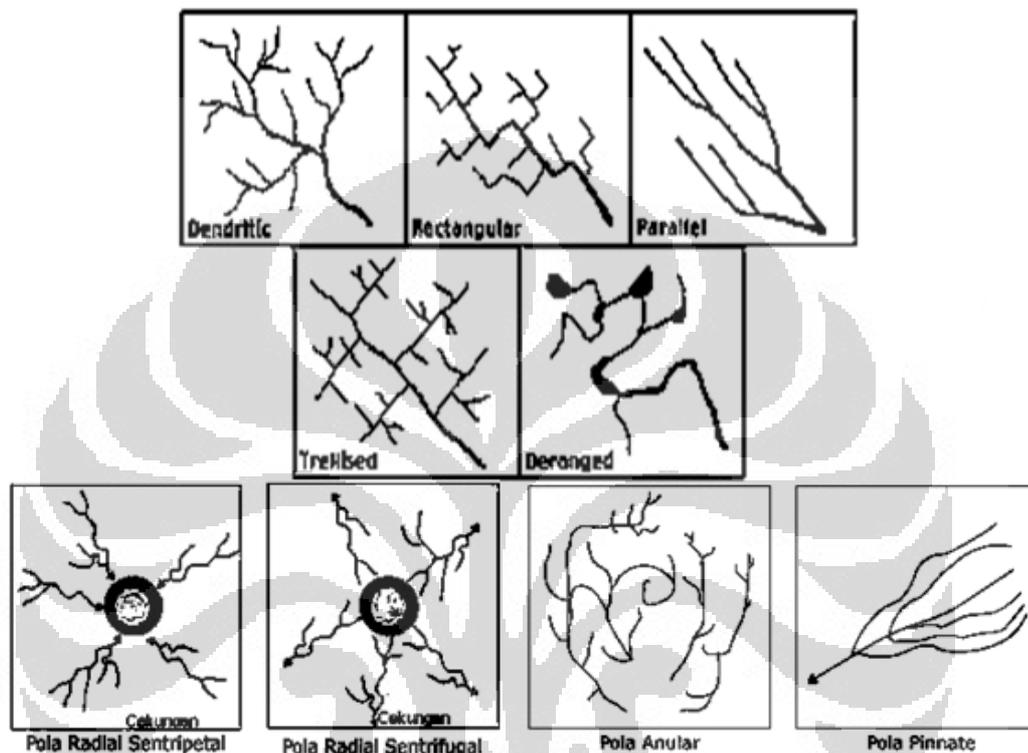
Menurut Sandy (1996), ada beberapa istilah yang berkaitan dengan sungai:

- a. Alur sungai adalah bagian dari muka bumi yang selalu berisi air yang mengalir.
- b. Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah bagian dari muka bumi, yang airnya mengalir ke dalam sungai yang bersangkutan, apabila hujan jatuh. Sebuah pulau selamanya terbagi habis ke dalam daerah-daerah aliran sungai. Istilah asing untuk daerah aliran sungai adalah *drainage area* atau *river basin*. Tetapi akhir-akhir ini untuk *drainage area* atau daerah aliran sungai dipakai juga istilah *watershed*. Meskipun pada awalnya istilah *watershed* itu berarti hanya rangkaian punggung gunung, atau bagian-bagian yang tertinggi saja dari *drainage area* itu.
- c. Hilir sungai adalah bagian alur sungai yang terdekat dengan muara sungai.
- d. Hulu sungai adalah bagian alur sungai yang terdekat dengan titik tertinggi dari alur sungai.
- e. Infiltrasi adalah air dari permukaan bumi “masuk” ke dalam tanah.
- f. Mata air adalah titik dimana air tanah keluar sebagai aliran permukaan.
- g. Muara sungai adalah titik, dimana air sungai mengalir ke laut, danau, atau sungai lain.
- h. Perkolasi adalah aliran air di dalam tanah dari lapisan tanah yang lebih tinggi ke lapisan tanah yang lebih rendah.
- i. Pinggir basah alur (*wet surface*) adalah bagian dari pinggiran alur sungai di bawah permukaan air.
- j. Pinggir kering alur adalah bagian dari pinggiran alur sungai di atas permukaan air.

2.2.1. Pola Drainase

Dilihat dari udara, jaringan aliran sungai (sistem drainase) sepintas tampak menyerupai percabangan pohon (*dendritic*). Tapi, bila dilihat lebih dekat, pola drainase tersebut dapat menyerupai percabangan pohon, segi empat (*rectangular*), *trellis*, *annular*, dan jari-jari lingkaran (*radial*) seperti tampak pada Gambar 1. Deskripsi formal tentang pola drainase belum banyak dibakukan. Akan tetapi,

menurut literature geomorfologi, pola drainase yang umum dikenal adalah seperti tersebut di atas (Asdak, 1995). Menurut penelitian dalam skala DAS, pola drainase tampaknya mempunyai peranan lebih menentukan daripada kerapatan drainase dalam mempengaruhi besarnya debit puncak dan lama waktu berlangsungnya debit puncak tersebut (Black, 1991).



Sumber: <http://miko-berlian.blogspot.com/2011/04/pola-aliran-sungai.html>

Gambar 1. Pola percabangan jaringan sungai (kerapatan drainase)

2.2.2 Menghitung Air Hujan yang Jatuh ke DAS

Kita perlu tahu berapa jumlah air yang mengalir dalam DAS, kalau ada hujan jatuh. Air hujan yang jatuh ke dalam sebuah daerah aliran sungai, ada yang langsung menguap, meresap ke dalam tanah dan sisanya menjadi air sungai (Sandy, 1996).

Menurut Sandy (1996), hujan yang pada satu kali waktu, mungkin berlangsung selama 30 menit, satu jam, atau mungkin juga beberapa jam lamanya, jatuh ke dalam daerah aliran sungai, biasanya dihitung jumlahnya dengan pendekatan :

a. Thiessen

Rumus Thiessen (Asdak, 1995):

$$(R_1 a_1/A) + (R_2 a_2/A) + \dots + (R_n a_n/A)$$

R_1, R_2, \dots, R_n adalah curah hujan untuk masing-masing alat penakar hujan (mm).

a_1, a_2, \dots, a_n adalah luas untuk masing-masing daerah polygon (ha).

A adalah luas total daerah tangkapan air (ha).

b. Isohyets

Cara Thiessen bisa dipakai, apabila bentuk DAS itu tidak memanjang dan sempit, serta luasnya diantara 1.000 – 5.000 km². Metode Isohyet ditempuh, apabila luas DAS itu lebih besar dari 5.000 km². Yang dicari adalah juga persentase dari luas wilayah yang terkurung oleh jumlah hujan tertentu (Sandy, 1996).

2.2.3 Mengukur Jumlah Air Sungai

Jumlah air dalam sungai tentu sulit diukur, kalau pengertian “mengukur” itu seperti mengukur jumlah (volume) air dalam ember. Air sungai, seperti yang diketahui, adalah air yang bergerak. Karena itu, yang diukur itu bukan jumlah air sungai, melainkan jumlah air sungai di satu titik pada satu saat. Hasil ukuran itulah yang dinamakan debit sungai dengan satuan m³/detik (Sandy, 1996). Rumus debit aliran (Asdak, 1995):

$$Q = v/t$$

$$Q = \text{debit (m}^3/\text{detik)}$$

$$v = \text{volume air (m}^3\text{)}$$

$$t = \text{waktu pengukuran (detik)}$$

Ada kesenjangan antara saat jatuh hujan dan jumlah air tertinggi di dalam sungai. Hal ini jelas nampak pada hidrograf. Oleh karena itu, dari hidrograf dapat dilihat kapan hujan mulai, berlangsung, dan berkurang sampai berhenti (Sandy, 1996).

Pada saat hujan jatuh, tanah masih sanggup menyerap air dalam jumlah besar. Makin lama hujan berlangsung, kesanggupan tanah untuk menampung air,

berkurang karena jenuh. Makin kecil kemampuan tanah untuk menyerap air, makin besar jumlah air yang akan mengalir dalam alur sungai (Sandy, 1996).

2.3 Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan satu kesatuan tata air yang dibatasi oleh topografi berupa punggung-punggungan bukit dimana jika turun hujan air akan mengalir ke dalam sungai yang bersangkutan (Sandy, 1987).

Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan satuan ekosistem dari sumber daya air dan sumber daya lainnya. Sebagai kesatuan ekosistem maka setiap perubahan pada salah satu unsur atau bagian dari DAS akan mempengaruhi kumpulan unsur-unsur atau DAS secara keseluruhan. Unsur-unsur utama dalam suatu DAS adalah vegetasi, tanah dan air serta manusia dan hewan dengan segala jenis kegiatannya di dalam lingkungannya tersebut (Nurlambang, 1988).

DAS merupakan ekosistem yang terdiri dari berbagai macam komponen dan terjadi keseimbangan dinamik antara komponen yang merupakan masukan (*input*) dan komponen yang merupakan keluaran (*output*), dimana keadaan atau pengaruh yang berlaku pada salah satu bagian di dalamnya akan mempengaruhi wilayah secara keseluruhan (Hartono, dkk, 2005).

Menurut Asdak (1995), DAS memiliki hubungan sistem hidrologi, berupa karakteristik DAS yang spesifik serta berkaitan erat dengan unsur utamanya seperti jenis tanah, tataguna lahan, topografi, kemiringan dan panjang lereng. Selanjutnya karakteristik DAS tersebut dalam merespon curah hujan yang jatuh ditempat perkolasi, air larian, aliran permukaan, kandungan air tanah dan aliran sungai.

Seyhan (1990) menuliskan bahwa DAS terbentuk dari gabungan beberapa subsistem yang bertindak sebagai operator dalam rangka mengubah urutan waktu terjadinya *presipitasi* secara alami, $P(t)$ menjadi urutan waktu limpasan, $Q(t)$ sebagai keluaran (*output*), sangat tergantung pada saling tindak antara subsistem tersebut. Faktor subsistem adalah faktor iklim, faktor tanah (topografi, tanah, geologi, geomorfologi) dan faktor penggunaan tanah. Hujan yang jatuh disuatu DAS akan mengalami interaksi dengan komponen-komponen ekosistem DAS,

dan pada gilirannya akan menghasilkan keluaran berupa debit, muatan sedimen dan material lainnya yang terbawa oleh aliran sungai (Asdak, 1995).

DAS yang sangat luas bisa terdiri dari beberapa sub DAS dan sub DAS terdiri dari beberapa sub-sub DAS, tergantung banyaknya anak sungai dari cabang sungai yang ada, yang merupakan bagian dari suatu sistem sungai utama (Asdak, 1995).

Dalam mempelajari ekosistem DAS, daerah aliran sungai biasanya dibagi menjadi daerah hulu, tengah dan hilir. Secara biogeofisik, daerah hulu DAS dicirikan oleh hal-hal sebagai berikut: merupakan daerah konservasi, mempunyai kerapatan drainase lebih tinggi, merupakan daerah dengan kemiringan lereng besar (lebih besar dari 15%), bukan merupakan daerah banjir, pengaturan pemakaian air ditentukan oleh pola drainase, dan jenis vegetasi umumnya merupakan tegakan hujan. Sementara hilir DAS dicirikan oleh hal-hal sebagai berikut: merupakan daerah pemanfaatan, kerapatan drainase lebih kecil, merupakan daerah dengan kemiringan lereng kecil sampai dengan sangat kecil (kurang dari 8%), pada beberapa tempat merupakan daerah banjir (genangan), pengaturan pemakaian air ditentukan oleh bangunan irigasi, dan jenis vegetasi didominasi hutan bakau/gambut. Daerah aliran sungai bagian tengah merupakan daerah transisi dari kedua karakteristik biogeofisik DAS yang berbeda tersebut di atas (Asdak, 1995).

Secara garis besar ada 2 bentuk pola DAS, yaitu: bentuk melingkar (*Circular*) dan bentuk memanjang (*Elongated*). DAS yang bentuknya melingkar pada umumnya terdapat di daerah endapan atau daerah dengan jenis batuan yang mempunyai resistensi rendah dan beriklim basah. Sedangkan DAS yang berbentuk memanjang pada umumnya terdapat di daerah kikisan (Karunia, 1989).

Menurut Sosrodarsono dan Takeda (2003), berdasarkan perbedaan debit banjir yang terjadi, bentuk DAS dapat dibedakan menjadi empat bentuk, yaitu :

a. Bulu Burung

Suatu daerah pengaliran yang mempunyai jalur daerah di kiri kanan sungai utama dimana anak-anak sungai mengalir ke sungai utama. Daerah pengaliran demikian mempunyai debit banjir yang kecil, oleh karena

waktu tiba banjir dari anak-anak sungai itu berbeda-beda. Sebaliknya banjirnya berlangsung agak lama.

b. Radial

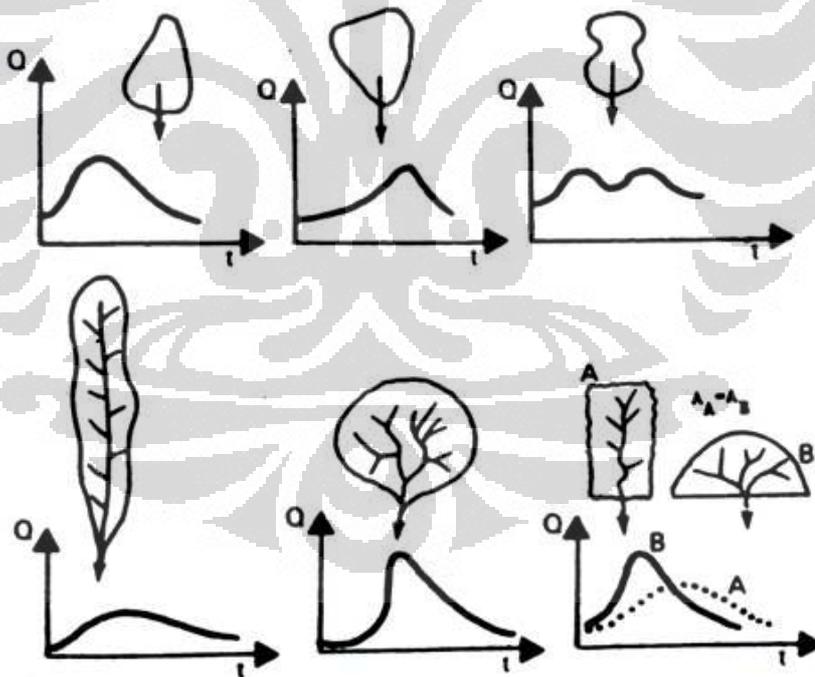
Daerah pengaliran yang berbentuk kipas atau lingkaran dan dimana anak-anak sungainya mengkonsentrasi ke suatu titik secara radial disebut daerah pengaliran radial. Daerah pengaliran semacam ini mempunyai banjir yang besar di dekat titik pertemuan anak-anak sungai.

c. Paralel

Daerah pengaliran seperti ini mempunyai corak dimana dua jalur daerah pengaliran yang bersatu di bagian hilir. Banjir itu terjadi di sebelah hilir titik pertemuan sungai.

d. Daerah pengaliran yang kompleks

Hanya beberapa buah daerah aliran yang mempunyai bentuk-bentuk ini dan disebut daerah pengaliran yang kompleks.



Sumber: <http://puguhdraharjo.wordpress.com/2010/03/18/ekstraksi-hidrologi-dengan-penginderaan-jau/>

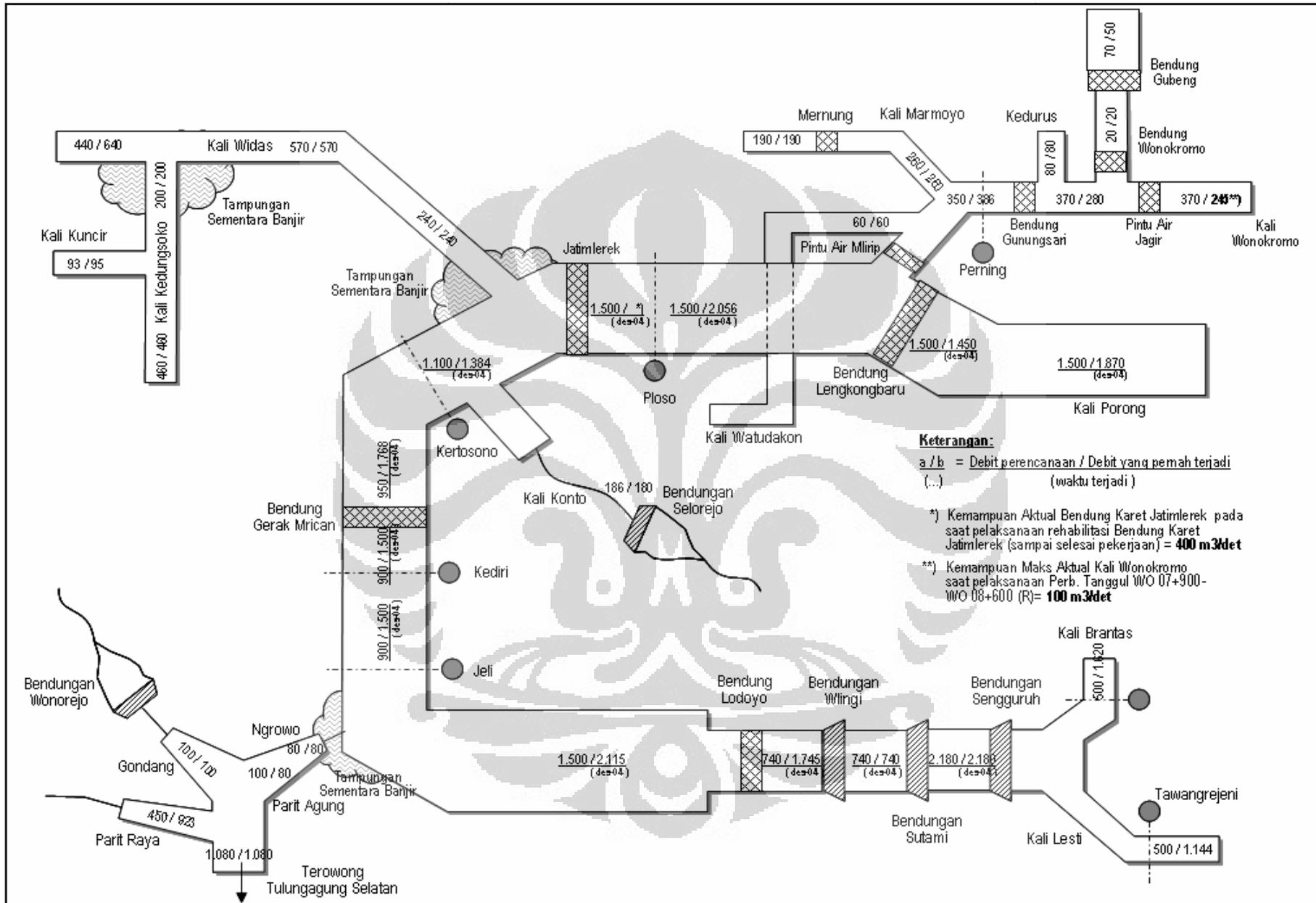
Gambar 2. Bentuk hidrograf daerah aliran sungai dan limpasan (curah hujan dianggap diagihkan secara seragam pada kawasan drainase total)

2.4 Daerah Aliran Kali (DAK) Brantas

Sungai Brantas yang terletak di Propinsi Jawa Timur mempunyai panjang 320 km dan memiliki DAS seluas 12.000 km² yang mencakup kurang lebih 25% luas Propinsi Jawa Timur. Curah hujan rerata di DAK Brantas sebesar 2.000 mm/tahun yang menghasilkan potensi air permukaan sebesar 12 miliar m³ per-tahun (Perusahaan Umum (Perum) Jasa Tirta I, 2005).

Pengembangan SDA (Sumber Daya Air) di DAK Brantas yaitu berupa pembangunan sejumlah prasarana sumber daya air yang telah dimulai pada tahun 1961 memiliki manfaat antara lain dapat mengendalikan banjir 50 tahunan di sungai utama seluas 60.000 ha, mengairi sawah seluas 121.000 ha yang dijamin dari waduk (dari total sawah seluas 304.000 ha), menghasilkan energi listrik setara 1 miliar kWh/tahun, menyediakan air baku untuk industri 120 juta m³/tahun dan PDAM 269 juta m³/tahun, penyediaan sarana pariwisata dan lain sebagainya (Perusahaan Umum (Perum) Jasa Tirta I, 2005).

DAK Brantas terletak di Propinsi Jawa Timur, dengan luas tangkapan sekitar 12.000 km² merupakan salah satu DAS yang pengelolaannya masih cukup baik di Indonesia. DAS ini iklimnya dipengaruhi oleh monsoon Asia-Australia. Menurut Sutrisno (1988) DAK Brantas termasuk wilayah yang mempunyai pola hujan Tipe A (memiliki satu puncak). Daerah tangkapan DAK Brantas ini cukup luas karena alur sungai utamanya yang memutar ke arah utara setelah mengalir sejajar dengan pantai selatan, kemudian bermuara di sisi utara pulau Jawa. Untuk memanfaatkan sumber daya air, maka disepanjang sungai tersebut selain telah dibangun bendungan Sutami yang cukup besar, juga telah dibangun bendungan Lahor serta sekitar 10 bendung-bendung kecil lainnya (Sribimawati, 1998). Dengan demikian sumber daya air di sepanjang alur sungai ini dapat dimanfaatkan dan dilestarikan semaksimal mungkin, melalui pengelolaan tunggal Perum Jasa Tirta I. (Gambar 3.)



Gambar 3. Distribusi Debit Banjir di DAK Brantas

2.5 Tinjauan Beberapa Penelitian Tentang Variabilitas Curah Hujan Terdahulu

Sebelum penelitian tentang variabilitas curah hujan di DAK Brantas ini dilakukan, telah terdapat beberapa penelitian mengenai variabilitas curah hujan. Metode dan konsep yang dilakukan umumnya hampir sama, hanya perbedaan wilayah dan waktu penelitian.

Sandy (1982) meneliti tentang variabilitas curah hujan di Pulau Jawa tahun 1920-1943. Berikut beberapa kesimpulan hasil penelitian tersebut :

- Secara umum nilai variabilitas curah hujan tahunan di Pulau Jawa kecil, akan tetapi nilai variabilitas bulannya tinggi terutama pada bulan-bulan kering.
- Nilai variabilitasnya tidak hanya terbatas pada daerah yang memiliki curah hujan yang rendah, tetapi juga pada daerah yang memiliki curah hujan yang tinggi. Ini yang bertentangan dengan teori yang berlaku, yang mengasumsikan bahwa nilai variabilitas tinggi cenderung pada daerah yang memiliki curah hujan yang rendah, begitu pula sebaliknya.
- Tidak terdapat korelasi antara ketinggian dengan variabilitas curah hujan
- Hasil perhitungan statistik menunjukkan secara umum bahwa bulan kering cenderung memiliki variasi yang lebih tinggi daripada bulan basah, meskipun ada beberapa pengecualian.

Winarni (1996) meneliti tentang variabilitas curah hujan dan frekuensi hari hujan di DA Kali Serayu. Hasil penelitiannya menyimpulkan bahwa kaitan variabilitas curah hujan dan frekuensi hari hujan dengan nilai rata-rata curah hujan umumnya berbanding terbalik, artinya jika jumlah curah hujan dan frekuensi hari hujan rendah cenderung memiliki variabilitas tinggi dan sebaliknya.

Sawitri (1995) dalam penelitiannya tentang variabilitas curah hujan di DA Ci Mandiri menyimpulkan bahwa bulan-bulan dengan curah hujan tinggi, memiliki nilai variabilitas curah hujan rendah dan sebaliknya. Selain itu, penelitian juga menyebutkan bahwa tidak ada hubungan antara ketinggian dengan variabilitas curah hujan.

Faturrohmah (1994) yang meneliti variabilitas curah hujan bulanan di DA Ci Manuk. Hasil penelitiannya menyimpulkan bahwa pada bulan-bulan basah (Oktober - April) hubungan terbalik antara curah hujan bulanan dengan variabilitas curah hujan lebih tampak jika dibandingkan dengan bulan-bulan kering (Mei – September).

Sukardi (1997) dalam penelitiannya tentang variabilitas curah hujan di DA Ci Sadane. Hasil penelitiannya menyimpulkan bahwa wilayah dengan nilai variabilitas curah hujan rendah umumnya memiliki nilai curah hujan rata-rata tinggi, begitu juga sebaliknya. Selain itu, penelitian juga menyimpulkan bahwa variabilitas curah hujan di DA Ci Sadane tidak dipengaruhi oleh ketinggian tempat.



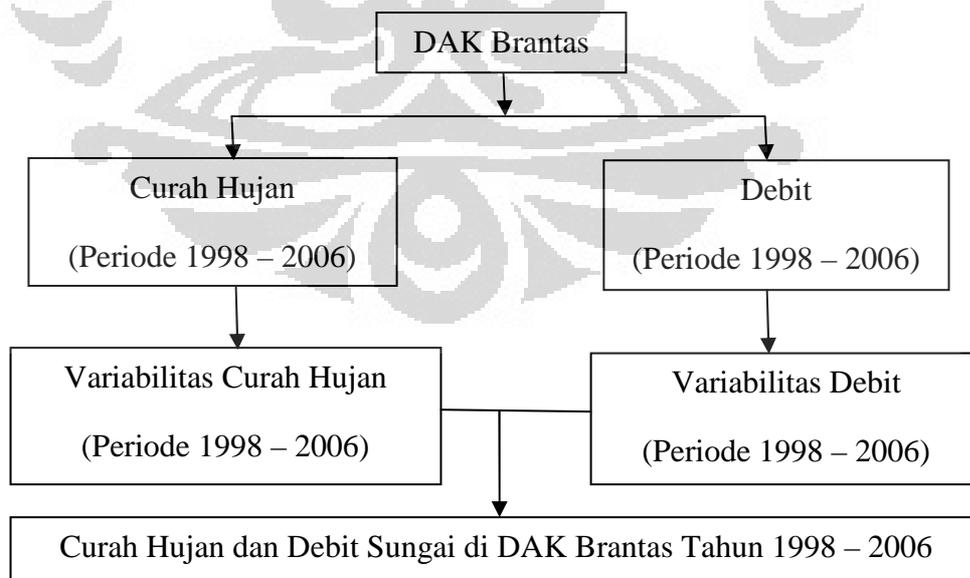
BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Pendekatan

Daerah Aliran Sungai atau DAS merupakan unit terbesar dari sebuah sungai. Besarnya suatu DAS membuat variasi curah hujan dan debit sangat beragam. Hal ini menyebabkan pola keruangan dari curah hujan berdasarkan suatu titik debit menjadi menarik untuk diamati, terlebih lagi bila diamati secara temporal.

Penelitian ini menggunakan dua metode pendekatan analisis yaitu analisis keruangan dan deskriptif komparatif. Analisis keruangan digunakan untuk melihat pola curah hujan di DAK Brantas yang akan dibagi menjadi tiga bagian wilayah yaitu hulu, tengah, dan hilir dimana pada masing-masing wilayah tersebut memiliki satu stasiun debit sebagai perwakilan. Analisis deskriptif komparatif digunakan untuk mendeskripsikan peta-peta dan tabel-tabel hasil analisis, kemudian membandingkannya secara spasial dan temporal.

3.2 Alur Pikir



(Gambar 4. Alur Pikir)

Gambar 4. Memperlihatkan bahwa dari data curah hujan dan debit sungai di DAK Brantas masing-masing akan dibuat variabilitasnya dengan kurun waktu 9 tahun (1998 – 2006). Kemudian akan dideskripsikan baik secara spasial maupun temporal.

3.3 Variabel dan Data Penelitian

Daerah penelitian yang digunakan adalah DAK Brantas. DAK Brantas ini mempunyai sistem pengelolaan yang relatif lebih baik dibandingkan dengan DAS lain. DAK Brantas telah mempunyai sarana sistem telemetri, sistem pengamatan dalam mode *real time* di kantor pusat Perum Jasa Tirta di Malang, dan basis data yang memadai.

Data curah hujan yang digunakan dalam penelitian ini adalah data curah hujan 10 harian yang meliputi seluruh DAK Brantas (sekitar 12.000 km²), dengan pertimbangan kelengkapan data dan sebaran posisi stasiun dilakukan strasifikasi stasiun. Dari hasil strasifikasi diperoleh 25 buah stasiun yang mempunyai data curah hujan 10 harian selama 9 tahun (1998 – 2006) seperti terlihat pada Tabel 1.

Data pengamatan aliran permukaan (*surface runoff*) berupa debit sungai diambil dengan pertimbangan kelengkapan data dan dapat mempresentasikan kondisi DAS. Dengan pertimbangan ini maka dipilih data selama 9 tahun (1998 – 2006) dari 3 (tiga) buah stasiun yaitu: Sengguruh, Kediri dan Ploso. Stasiun Sengguruh mempresentasikan kondisi hulu DAS, stasiun Kediri mempresentasikan DAS bagian tengah, sementara Ploso mempresentasikan kondisi hilir DAS.

Tabel 1. Daftar Stasiun Curah Hujan beserta ketinggiannya

No.	Stasiun	Ketinggian (mdpl)
1	Berbek	100
2	Birowo	200
3	Dampit	593
4	Doko	300
5	Kediri	100
6	Kertosono	100
7	Poncokusumo	608
8	Semen	580
9	Tangkil	350
10	Tugu	180
11	Wagir	480
12	Wates Kediri	250
13	Jeli	100
14	Pujon	1.100
15	Selorejo	580
16	Sengguruh	300
17	Sumber Agung	350
18	Dam Sutami	300
19	Tunggorono	850
20	Wilis	1.580
21	Wates Wlingi	1.050
22	Dam Wlingi	160
23	Singosari	635
24	Jabung	538
25	Sitiarjo	80

Sumber: Perusahaan Umum (Perum) Jasa Tirta I, 2005

3.4 Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari instansi dan studi kepustakaan (sekunder). Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini yaitu :

1. Peta administrasi Propinsi Jawa Timur berupa *softcopy* peta dalam bentuk *.shp* yang diperoleh dari Bakosurtanal.
2. Data curah hujan harian yang diperoleh dari BBWS Brantas dan Perum Jasa Tirta I di DAS Brantas.
3. Data debit harian yang diperoleh dari BBWS Brantas dan Perum Jasa Tirta I di DAS Brantas.

3.5 Pengolahan Data

Seluruh data yang diperoleh dibuat databasenya dan diolah dengan sistem berbasis sistem informasi geografi (SIG) menggunakan perangkat lunak *Arc GIS*

9.3. Berikut pengolahan data-data tersebut :

- a. Peta dasar yang digunakan adalah peta topografi Jawa Timur dimana didalamnya terdapat DAK Brantas skala 1:1.000.000 dari Bakosurtanal.
- b. Data curah hujan 10 harian yang telah didapatkan selama periode 1998-2006 dikumulatif sehingga menghasilkan jumlah curah hujan bulanan, kemudian dicari rata-ratanya dengan menggunakan metode aritmatika:

$$X = \sum_{i=1}^n (Xi/n)$$

Dimana:

X = rata-rata jumlah curah hujan bulanan

Xi = jumlah curah hujan bulanan pada tahun i

n = banyaknya data

i = tahun pengamatan

- c. Selanjutnya dicari variabilitas jumlah curah hujan ditentukan dengan rumus Koefisien Variasi (CV), yang dihitung dengan rumus Standar Deviasi (SD). Data curah hujan bulanan (rata-rata dan variabilitas) tersebut dibuat grafik garis atau batang per bulan selama periode 9 tahun dengan menggunakan perangkat lunak *Microsoft Excel*. Sehingga terlihat siklus jumlah, rata-rata dan variabilitas curah hujan bulanan selama 9 tahun.

$$CV = \frac{SD}{\bar{p}} \times 100\%$$

Keterangan

CV = *Coefficient of Variation*

$$SD = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{d^2}{n}}$$

SD = Standard deviasi

\bar{p} = rata-rata aritmatik (*arithmetic mean*)

- d. Data debit 10 harian yang telah didapatkan selama periode 1998-2006 dikumulatif sehingga menghasilkan jumlah debit bulanan, baru dicari rata-rata debit bulanan dengan menggunakan metode aritmatika.

$$X = \sum_{i=1}^n (X_i/n)$$

Dimana:

X = rata-rata jumlah curah hujan bulanan

X_i = jumlah curah hujan bulanan pada tahun i

n = banyaknya data

i = tahun pengamatan

- e. Selanjutnya dicari variabilitas jumlah debit ditentukan dengan rumus Koevisien Variasi (CV), yang dihitung dengan rumus Standar Deviasi (SD). Data debit bulanan (rata-rata dan variabilitas) tersebut dibuat grafik garis atau batang per bulan selama periode 9 tahun dengan menggunakan perangkat lunak *Microsoft Excel*. Sehingga terlihat siklus jumlah, rata-rata dan variabilitas debit bulanan selama 9 tahun.
- f. Untuk melihat hubungan antara curah hujan rata-rata bulanan dengan debit rata-rata bulanan digunakan metode Thiessen, yaitu:

$$(R_1 a_1/A) + (R_2 a_2/A) + \dots + (R_n a_n/A)$$

R₁, R₂, R_n adalah curah hujan untuk masing-masing alat penakar hujan (mm).

a₁, a₂, a_n adalah luas untuk masing-masing daerah poligon (ha).

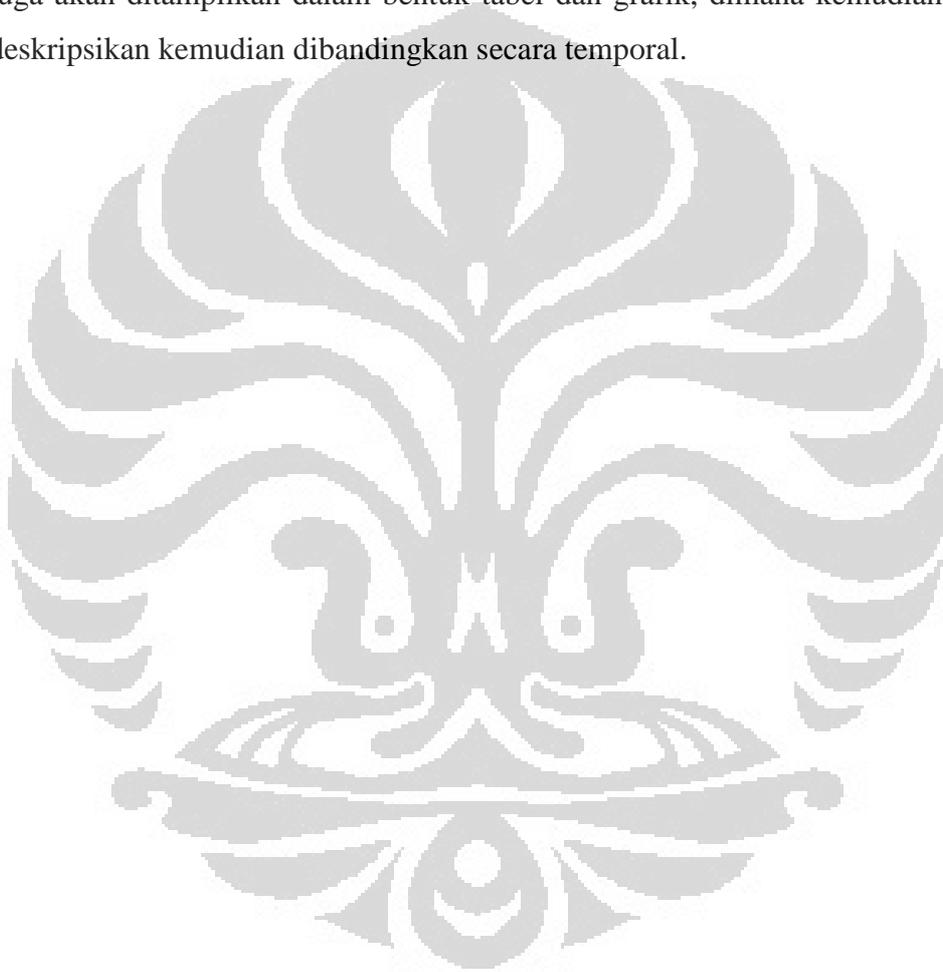
A adalah luas total daerah tangkapan air (ha).
- g. Kemudian dari rata-rata tersebut juga dapat dicari nilai koefisien variasinya.
- h. Hasil olahan tersebut kemudian dianalisis dengan analisis deskriptif komparatif.

3.6 Analisis Data

Analisis Keruangan dan Analisis Deskriptif Komparatif

Analisis keruangan digunakan untuk melihat pola curah hujan di DAK Brantas yang akan dibagi menjadi tiga bagian wilayah yaitu hulu, tengah, dan hilir dimana pada masing-masing wilayah tersebut memiliki satu stasiun debit sebagai perwakilan. Dimana dari masing-masing wilayah tersebut akan dicari curah hujan wilayahnya menggunakan rumusan Thiessen, hal ini digunakan untuk melihat hubungan antara curah hujan dengan debit.

Analisis deskriptif komparatif digunakan untuk mendeskripsikan peta-peta dan tabel-tabel hasil analisis, kemudian membandingkannya secara spasial dan temporal. Analisis deskriptif adalah mendeskripsikan suatu data baik secara spasial maupun temporal. Dalam penelitian ini yang akan dideskripsikan adalah pengklasifikasian wilayah curah hujan dan variabilitas curah hujan, dalam penelitian ini berbentuk peta. Dimana penelitian ini berada di DAK Brantas dengan menggunakan data dari tahun 1998 – 2006. Selain itu dalam bentuk peta juga akan ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik, dimana kemudian akan di deskripsikan kemudian dibandingkan secara temporal.



BAB IV

GAMBARAN UMUM WILAYAH PENELITIAN

4.1 Lokasi dan Luas Daerah Penelitian

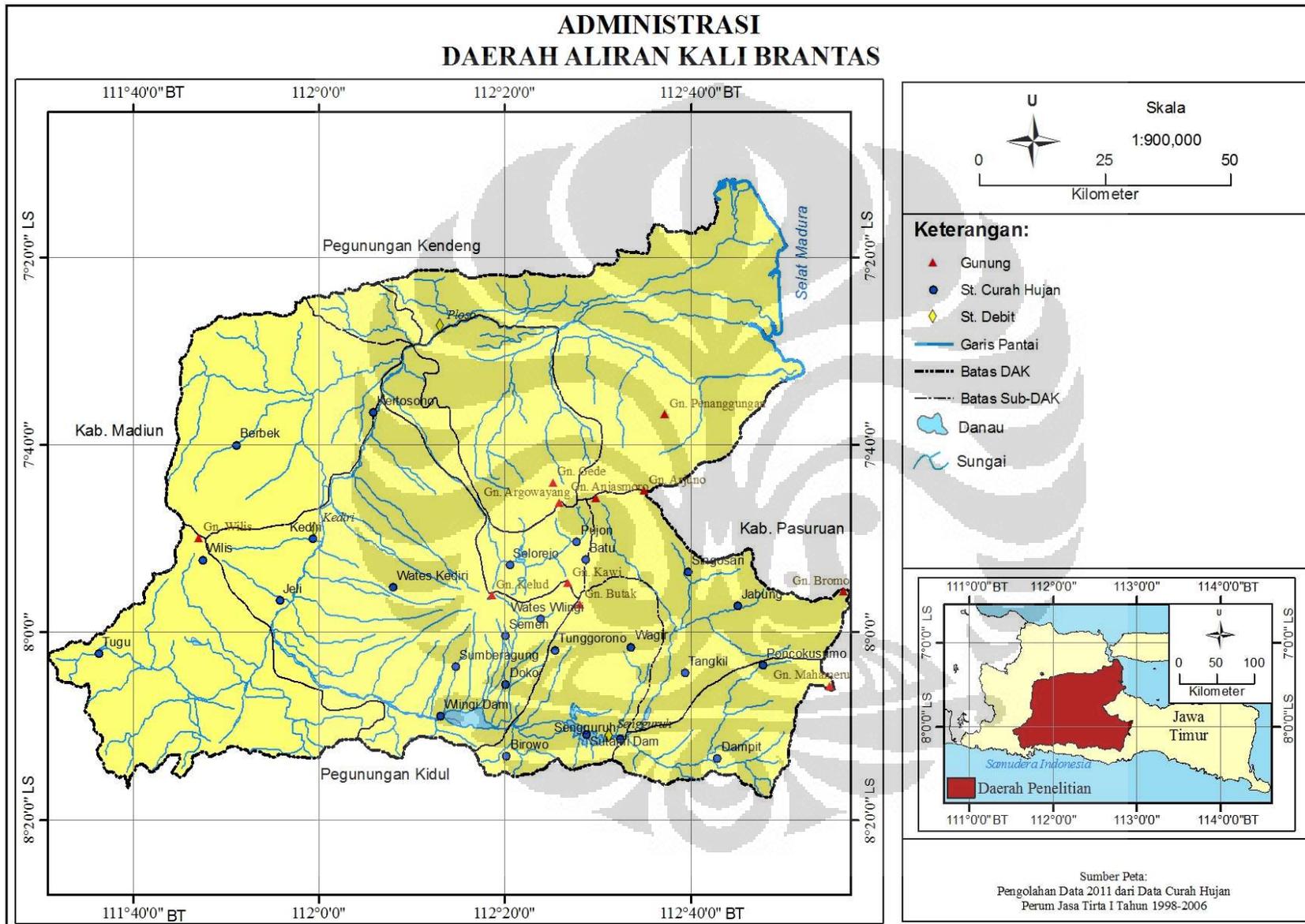
Sungai Brantas yang terletak di Propinsi Jawa Timur pada koordinat 111°31'00" - 112°57'05" Bujur Timur dan 07°11'43" - 08°17'35" Lintang Selatan. DAS Brantas berbatasan dengan Pegunungan Kendeng dan Selat Madura di sebelah Utara; dengan Zona Pegunungan Kidul di bagian Selatan; Punggung gunung-gunung Dorowati, Wilis, Mrangu, Sengunglung, dan Gunung Tanggur di sebelah Barat; dan di sebelah Timur dengan Punggung gunung-gunung Mahameru, Tengger, Arjuno dan Welirang. (Gambar 5.)

DAK Brantas meliputi 9 Kabupaten dan 6 Kota atau sebesar 26,5% dari wilayah Propinsi Jawa Timur. Kabupaten-kabupaten tersebut adalah Kabupaten Malang, Blitar, Tulungagung, Trenggalek, Kediri, Nganjuk, Jombang, Mojokerto, dan Sidoarjo. Kota-kota yang termasuk DAK Brantas yaitu Kota Malang, Batu, Blitar, Kediri, Mojokerto, dan Surabaya. (Tabel 2.)

Tabel 2. Daftar Kabupaten / Kota

No.	Kabupaten/Kota
1	Kabupaten Malang
2	Kota Malang
3	Kota Batu
4	Kabupaten Blitar
5	Kota Blitar
6	Kabupaten Tulungagung
7	Kabupaten Trenggalek
8	Kabupaten Kediri
9	Kota Kediri
10	Kabupaten Nganjuk
11	Kabupaten Jombang
12	Kabupaten Mojokerto
13	Kota Mojokerto
14	Kabupaten Sidoarjo
15	Kota Surabaya

Sumber: Balai Besar Wilayah Sungai Brantas, 2009.



Gambar 5. Administrasi Daerah Aliran Kali Brantas

4.2 Daerah Aliran Kali Brantas

Daerah Aliran Kali (DAK) Brantas merupakan DAS terbesar di Jawa Timur dengan luas kurang lebih 11.988 km² atau seperempat dari luas wilayah Propinsi Jawa Timur, serta memiliki panjang sungai 320 km. Kali Brantas bersumber dari Gunung Anjasmoro, mengalir ke selatan melalui dataran tinggi Malang. Di bagian barat, Kali Brantas bertemu dengan Kali Lesti, Kali Mespo, dan Kali Lekso. Kemudian Kali Brantas mengalir ke utara diatas dataran yang luas melewati Kertosono dan bertemu dengan Kali Konto serta Kali Widas. Selanjutnya, alirannya menuju ke timur laut melewati Mojokerto dan bercabang dua menjadi Kali Surabaya dan Kali Porong, dan bermuara di Selat Madura.

Daerah Aliran Kali Brantas mempunyai 10 Sub Daerah Aliran Sungai. Pada Brantas Hulu terdapat 3 Sub DAS, yaitu : Sub DA Kali Ambang, Sub DA Kali Lesti, dan Sub DA Kali Melamon. Di Brantas Tengah terdapat 4 Sub DAS, yaitu : Sub DA Kali Konto, Sub DA Kali Lahar, Sub DA Kali Rowo Ngasinan, dan Sub DA Kali Widas. Pada Brantas Hilir terdapat 3 Sub DAS, yaitu : Sub DA Kali Bluwek, Sub DA Kali Brangkal, dan Sub DA Kali Mespo. Dari keseluruhan Sub DAS tersebut, Sub DAK Bluwek di DAK Brantas Hilir merupakan Sub DAK terkecil dengan luas wilayah pengalirannya sekitar 168 km², sedangkan yang terluas adalah Sub DAK Lahar di DAK Brantas Tengah dengan luas wilayah pengalirannya sekitar 2.566 km².

Di DAK Brantas juga terdapat beberapa waduk besar, diantaranya Waduk Karangates di Kabupaten Malang, Waduk Lahar, Waduk Wlingi di Kabupaten Blitar dan Waduk Selorejo.

Pengembangan SDA (Sumber Daya Air) di DAK Brantas yaitu berupa pembangunan sejumlah prasarana sumber daya air yang telah dimulai pada tahun 1961 memiliki manfaat antara lain dapat mengendalikan banjir 50 tahunan di sungai utama seluas 60.000 ha, mengairi sawah seluas 121.000 ha yang dijamin dari waduk (dari total sawah seluas 304.000 ha), menghasilkan energi listrik setara 1 miliar kWh/tahun, menyediakan air baku untuk industri 120 juta m³/tahun dan PDAM 269 juta m³/tahun, penyediaan sarana pariwisata dan lain sebagainya (Perusahaan Umum (Perum) Jasa Tirta I, 2005).

4.3 Kondisi Morfologi

Bentuk DAK Brantas memutar mengelilingi Pegunungan Kawi, dibatasi oleh Pegunungan Semeru di bagian hulu sebelah Tenggara, memutari Gunung Kawi dan Kelud di bagian tengahnya, kemudian dibagian Barat dibatasi oleh Pegunungan Wilis, pada bagian Selatan dan Utara dibatasi oleh bukit-bukit kecil dan berujung pada daerah hilir di wilayah

pesisir Surabaya – Gresik, Jawa Timur. Takeuchi *et al.* (1995) melaporkan bahwa luas DAK Brantas sekitar 12.000 km², meskipun bentuk DAS Brantas tidak memanjang tetapi memutar Pegunungan Kawi dan Kelud sehingga mempunyai waktu dasar yang relatif lama. DAK Brantas mempunyai beberapa sungai besar yaitu Kali Brantas, Kali Widas, Kali Konto, Kali Ngrowo dan Kali Lesti.

Sungai Utama yang mengalir DAK Brantas adalah Kali Brantas dengan panjang aliran 320 kilometer. Kemiringan sungai dapat diartikan sebagai perbedaan tinggi antara titik tertinggi (hulu) dan titik terendah (*outlet*) sungai utama dibagi dengan panjang sungai utama. Titik tertinggi DAK Brantas adalah 3.676 meter dpl pada puncak Gunung Mahameru (Pegunungan Semeru) sedangkan terendah adalah 0 meter di pantai Surabaya, sehingga dapat diketahui bahwa kemiringan rerata sungai utama DAS Brantas adalah 10,43 mdpl/km (Syarifullah, 2004).

4.3.1 Ketinggian

Ketinggian merupakan salah satu unsur fisiografi yang mempunyai pengaruh penting terhadap besar kecilnya curah hujan yang jatuh pada suatu daerah. Selain itu proporsi luas daerah yang menerima curah hujan dengan intensitas tinggi akan mempengaruhi besar kecilnya debit aliran yang dapat mengakibatkan banjir.

DAK Brantas merupakan basin (cekungan), dengan ketinggian yang bervariasi bermula dari nol meter dpl di pantai Selat Madura hingga 3.676 meter dpl pada puncak Gunung Mahameru (Pegunungan Semeru). Berdasarkan ketinggiannya, DAK Brantas terbagi atas enam wilayah kelas ketinggian yaitu:

- Wilayah ketinggian 0 -100 meter dpl merupakan wilayah dataran rendah, luasnya kurang lebih 4.320 km² atau sekitar 36 % dari luas DAK Brantas. Wilayah ini membentang dari bagian utara hingga selatan DAK Brantas, meluas di sekitar Surabaya, Sidoarjo, Mojokerto, Jombang, Kertosono, Nganjuk dan menyempit di sekitar Kediri dan Tulungagung.
- Wilayah ketinggian 100 – 500 meter dpl merupakan wilayah peralihan antara dataran rendah ke wilayah perbukitan. Wilayah kelas ketinggian ini cukup mendominasi DAK Brantas dengan luas wilayah sekitar 4.787 km² atau setara dengan 40 % dari luas DAK Brantas. Wilayah ini membentang di bagian Barat dan meluas di bagian Tengah hingga Selatan DAK Brantas. Kota Trenggalek, Blitar dan Malang terletak di kelas ketinggian ini.

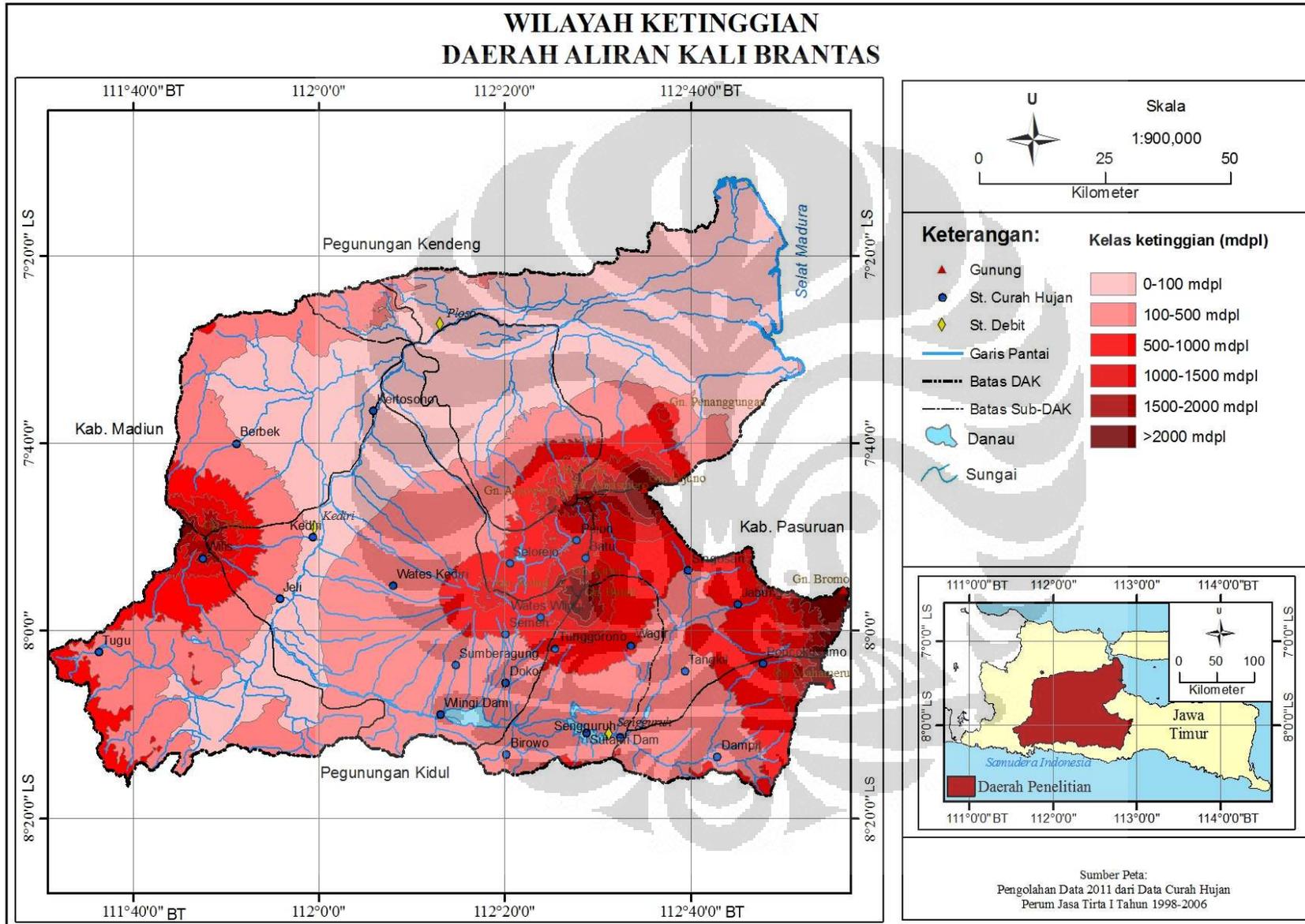
- Wilayah ketinggian 500 – 1000 meter dpl mempunyai luas kurang lebih 1.855 km² atau 16 % dari luas keseluruhan DAK Brantas. Wilayah ini termasuk ke dalam wilayah perbukitan dan melingkar di lereng-lereng gunung.
- Wilayah ketinggian 1000 – 1500 meter dpl mempunyai luas kurang lebih 576 km² atau 5 % dari luas DAK Brantas. Wilayah ini juga termasuk ke dalam wilayah perbukitan dan terdapat di lereng-lereng gunung.
- Wilayah ketinggian 1500 – 2000 meter dpl mempunyai luas kurang lebih 280 km² atau 2 % dari luas seluruh DAK Brantas. Wilayah ini termasuk ke dalam wilayah dataran tinggi dan puncak gunung, seperti Gunung Penanggungan (1.653 m dpl), Gunung Kelud (1.731 m dpl), dan Gunung Gede (1.968 m dpl).
- Wilayah ketinggian di atas 2000 meter dpl, mempunyai luas wilayah kurang lebih 170 km² atau sekitar 1 % dari luas seluruh DAS Brantas. Wilayah ini termasuk ke dalam wilayah dataran tinggi dan puncak gunung, seperti Gunung Wilis (2.169 m dpl), Gunung Butak (2.868 m dpl), Gunung Anjasmoro (2.277 m dpl), dan Gunung Mahameru (3.676 m dpl).

Secara umum dapat diketahui bahwa sebagian besar wilayah DAS Brantas berada pada ketinggian yang relatif rendah, yakni antara 0 – 500 meter seluas kurang lebih 9.107 km². (Tabel 3.) (Gambar 6.)

Tabel 3. Luas Wilayah Ketinggian di DAS Brantas

No.	Nama Sub DAS	Luas Wilayah Ketinggian (km ²)						Total (km ²)
		0-100 m	100-500 m	500-1000 m	1000-1500 m	1500-2000 m	>2000 m	
1	Ambang	-	299	426	147	83	80	1.035
2	Lesti	-	339	214	36	15	20	624
3	Melamon	-	520	206	43	17	15	801
4	Konto	180	56	148	106	26	10	526
5	Lahar	591	1.626	260	65	18	7	2.567
6	Rowo Ngasinan	381	785	268	35	22	4	1.505
7	Widas	814	519	98	44	24	6	1.505
8	Bluwek	69	119	-	-	-	-	188
9	Brangkal	525	253	119	48	27	-	972
10	Maspo	1.750	271	116	52	48	28	2.265
Total		4.320	4.787	1.855	576	280	170	11.988

Sumber : Hadi, 2002



4.3.2 Lereng

Pengertian dari lereng adalah sudut yang di bentuk oleh permukaan tanah dengan bidang horizontal, dinyatakan dalam persen (%). Lereng dibuat dengan mengukur jarak transis pada peta topografi (Kartono, *dkk* 1989).

Daerah Aliran Kali Brantas memiliki tingkat kelerengan beragam, dari yang landai di dataran rendah hingga curam di wilayah pegunungan. Berdasarkan tingkat kelerengannya, DAK Brantas dapat diklasifikasikan menjadi enam kelas wilayah kelas kelerengan, yaitu:

- Wilayah kelas lereng 0 – 2 % merupakan wilayah yang datar. Wilayah ini memiliki luas sekitar 6.324 km² atau sekitar 53 % dari luas seluruh DAK Brantas. Wilayah ini membentang luas di sepanjang lembah Kali Brantas, meliputi kota-kota seperti Kota Malang, Surabaya, Mojokerto, Blitar dan Trenggalek.
- Wilayah kelas lereng 2 – 8 % merupakan wilayah yang landai. Wilayah ini luas sekitar 1.162 km² atau sekitar 9 % dari luas seluruh DAK Brantas. Wilayah ini terdapat di kaki-kaki gunung di DAK Brantas. Seperti di bagian tengah, di sekitar kaki Gunung Kelud. Di bagian timur, di sekitar kaki Pegunungan Semeru. Di bagian utara, di sekitar kaki Gunung Arjuno. Di bagian barat, di kaki Gunung Limas.
- Wilayah kelas lereng 8 – 15 % memiliki luas sekitar 1.190 km² atau sekitar 10 % dari luas seluruh DAK Brantas. Wilayah ini menyebar di hampir seluruh DAK Brantas, seperti di bagian selatan di kaki Pegunungan Kidul, di bagian tengah di kaki Gunung Butak dan Gunung Anjasmoro, di sebelah timur di kaki Pegunungan Semeru, dan di bagian barat di sekitar kaki Gunung Limas.
- Wilayah kelas lereng 15 – 25 % memiliki luas sekitar 852 km² atau sekitar 7 % dari luas seluruh DAK Brantas. Wilayah ini terdapat di bagian utara, tersebar memanjang di Pegunungan Kendeng tepatnya di sebelah utara Kota Nganjuk dan Mojokerto. Di bagian selatan memanjang di sekitar Pegunungan Kidul tepatnya di selatan Kota Tulungagung dan Blitar. Di bagian barat memanjang dan melingkar di lereng-lereng Gunung Butak, Gunung Kelud dan di sekitar kaki-kaki Gunung Semeru.
- Wilayah kelas lereng 25 – 45 % memiliki luas sekitar 658 km² atau sekitar 6 % dari luas seluruh DAK Brantas. Wilayah ini terdapat di sekitar lereng Gunung Arjuno dan di lereng-lereng Pegunungan Kidul.

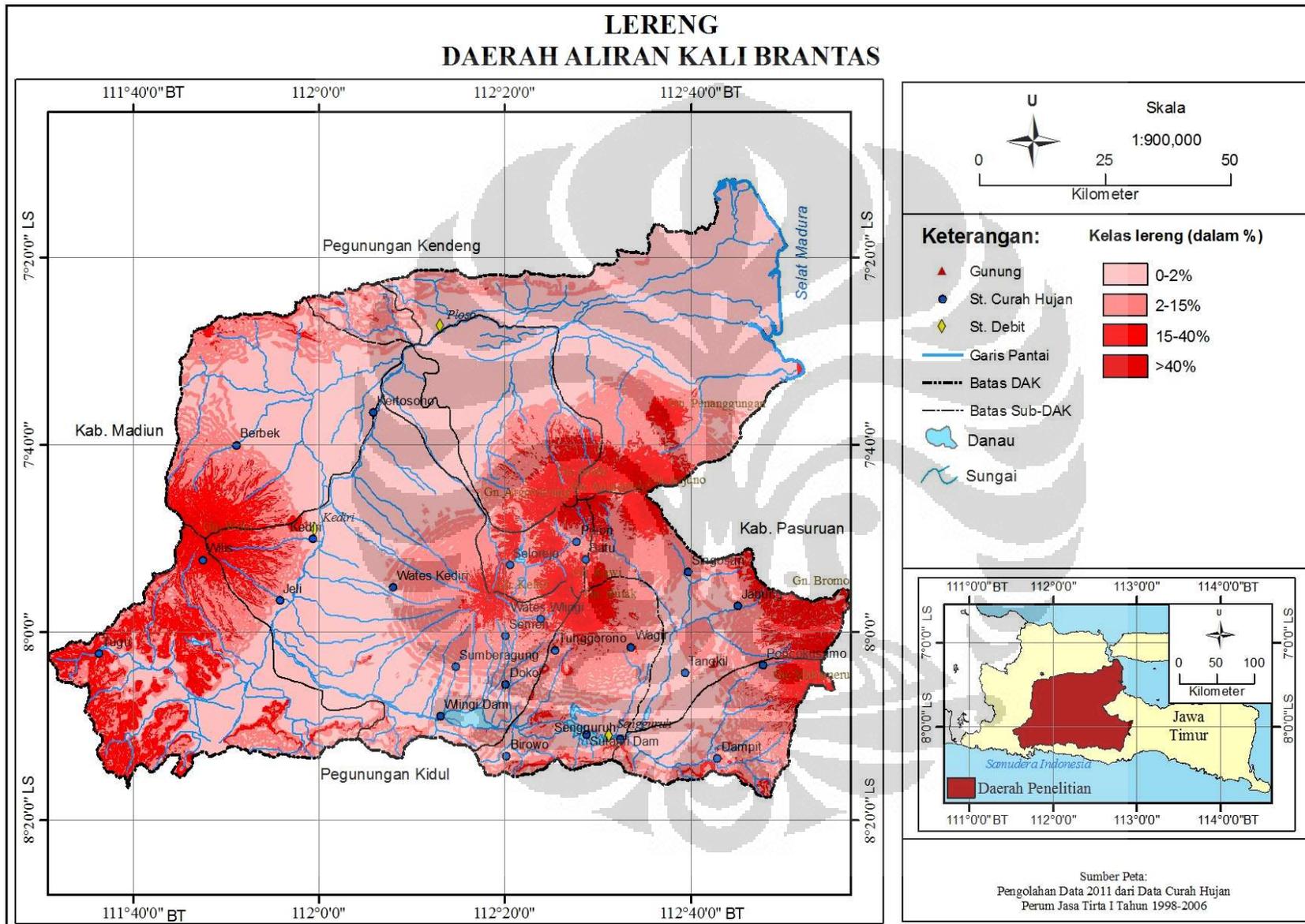
- Wilayah kelas lereng di atas 45 % merupakan wilayah gunung yang terjal. Wilayah ini memiliki luas sekitar 1.802 km² atau sekitar 15 % dari luas seluruh DAK Brantas. Wilayah ini terdapat di sekitar puncak-puncak gunung di DAK Brantas. Di bagian barat, di Gunung Wilis dan Gunung Butak. Di bagian tengah, di Gunung Kelud dan Gunung Argowayang. Dan di bagian selatan, di Gunung Semeru.

Dari data diatas dapat diketahui bahwa sebagian besar wilayah DAK Brantas termasuk wilayah yang landai (0 – 2 %) seluas kurang lebih 6.324 km² yang tersebar merata di seluruh wilayah sub DASnya. (Tabel 4.) (Gambar 7.)

Tabel 4. Luas Wilayah Lereng di DAS Brantas

No	Nama Sub DAS	Luas Wilayah Lereng (km ²)						Total
		0-2 %	2-8%	8-15 %	15-25 %	25-45 %	> 45 %	
1	Ambang	339	197	192	-	72	251	1.051
2	Lesti	196	15	224	89	72	29	625
3	Melamon	186	94	174	117	122	109	802
4	Konto	192	42	69	15	12	186	516
5	Lahar	1.681	362	108	180	48	199	2.578
6	Rowo Ngasinan	517	62	36	202	81	604	1.502
7	Widas	878	125	146	207	-	150	1.506
8	Bluwek	38	23	85	42	-	-	188
9	Brangkal	578	33	6	-	172	177	966
10	Maspo	1.719	209	150	-	79	97	2.254
Total		6.324	1.162	1.190	852	658	1.802	11.988

Sumber : Hadi, 2002



Gambar 7. Lereng Daerah Aliran Kali Brantas

Ketinggian DAK Brantas sangat bervariasi mulai dari 0 - 3.676 meter dpl. Wilayah 0 - 100 meter dpl, berupa dataran rendah seluas 4.258 km² yang membentang dari Surabaya hingga Nganjuk, kemudian menyempit di sekitar Kediri dan Tulungagung. Wilayah 100 - 500 meter dpl seluas 4.696 km², terletak di bagian tengah hingga selatan termasuk Kota Trenggalek, Blitar, dan Malang. Ketinggian 500 - 1.000 meter dpl menempati areal perbukitan dan lereng kaki gunung seluas 1.851 km². Sedangkan ketinggian 1.000 - 1.500 meter dpl dan lebih, berupa pegunungan dan gunung-gunung dengan areal seluas 1.016 km² (Sobirin dan Agus, 2003).

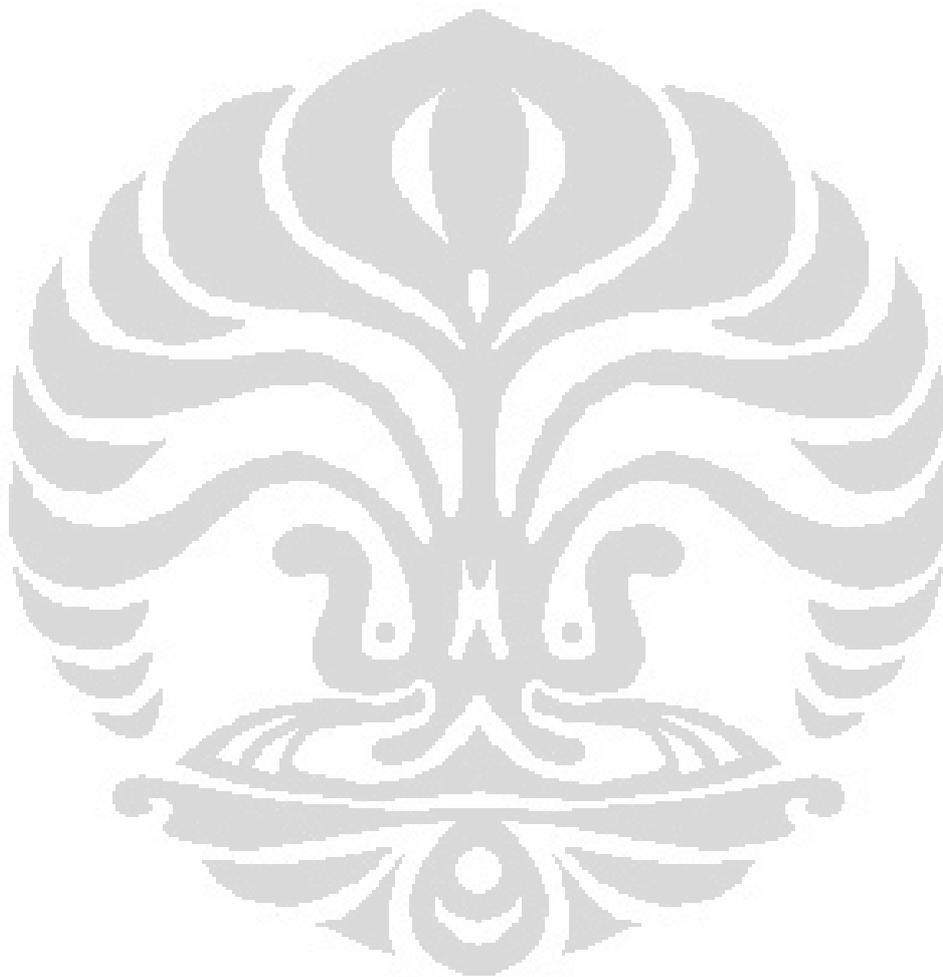
Secara umum lereng DAK Brantas didominasi lahan yang datar sampai landai (lereng 0 – 8 %) dengan areal seluas 7.328 km² atau sekitar 62 % dari luas seluruh DAS, terutama yang terletak di sepanjang lembah (cekungan) Brantas itu sendiri, mulai dari Surabaya – Kediri – Blitar – Malang. Lahan yang miring dan bergelombang (lereng 8 – 25 %) mencapai areal seluas 2.037 km² dan lahan berbukit seluas 656 km² (lereng 25 – 45 %). Sedangkan lahan yang berlereng yang curam atau bergunung (lereng > 45 %) seluas 1.800 km² (Sobirin dan Agus, 2003).

4.4 Kondisi Iklim

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Sobirin dan Agus (2003) dari hasil pengolahan data curah hujan selama periode 1990-2001, menunjukkan bahwa curah hujan di DAK Brantas mencapai 2.550 mm per tahun, dengan hujan maksimum sekitar 450 mm pada bulan Januari dan hujan minimum hanya 30 mm pada bulan Agustus. Ditinjau dari pola rezim hujannya, hujan maksimum bulanan di bagian utara sekitar 550 mm, wilayah tengah yang merupakan daerah pedalaman memiliki hujan maksimum bulanan sekitar 880 mm, sedangkan hujan maksimum bulanan di bagian selatan hanya sekitar 330 mm. Ditinjau dari hujan maksimum bulanan tersebut, secara implisit menunjukkan bahwa wilayah tengah (pedalaman) dan utara lebih sering mengalami hujan harian dengan jeluk lebih dari 30 mm. mengacu pada metode De Boer, sebagian besar DAK Brantas mengalami musim hujan selama 5 bulan, mulai dari bulan November sampai Maret. DAS ini iklimnya dipengaruhi oleh monsoon Asia-Australia. Menurut Sutrisno (1988) DAK Brantas termasuk wilayah yang mempunyai pola hujan Tipe A (memiliki satu puncak).

Dari hasil analisis spasial yang dilakukan oleh Syaifullah (2004) terhadap DAK Brantas terhadap 26 stasiun menunjukkan bahwa sebaran curah hujan tahunan terdapat nilai curah hujan yang tinggi di sekitar daerah Tunggorono sekitar 6.300 mm/tahun. Daerah sebelah selatan Gunung Kawi mempunyai curah hujan yang lebih tinggi dibandingkan

dengan di sebelah utaranya. Daerah Brantas memasuki musim hujan bervariasi antara Oktober dasarian III sampai November dasarian III. Secara umum DAK Brantas didominasi oleh hujan dengan durasi kurang dari satu jam dengan intensitas ringan (≤ 10 mm/jam) yang banyak terjadi setelah siang hari sampai malam hari. Puncak aliran terjadi pada akhir Maret sampai awal April dan pada awal Desember, sedangkan pada awal bulan Agustus sampai September terjadi aliran yang paling kecil.



BAB V

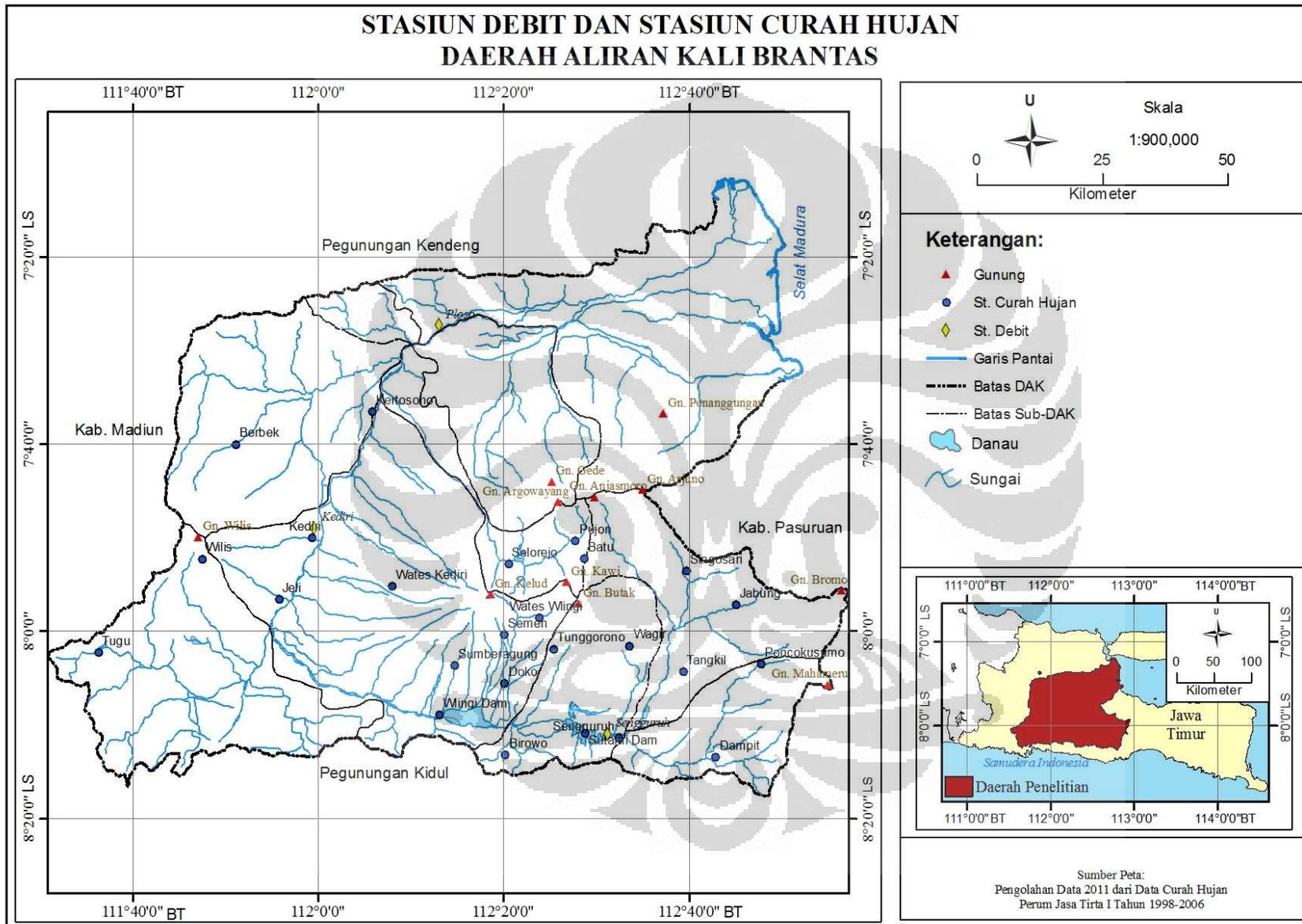
HASIL dan PEMBAHASAN

5.1 HASIL

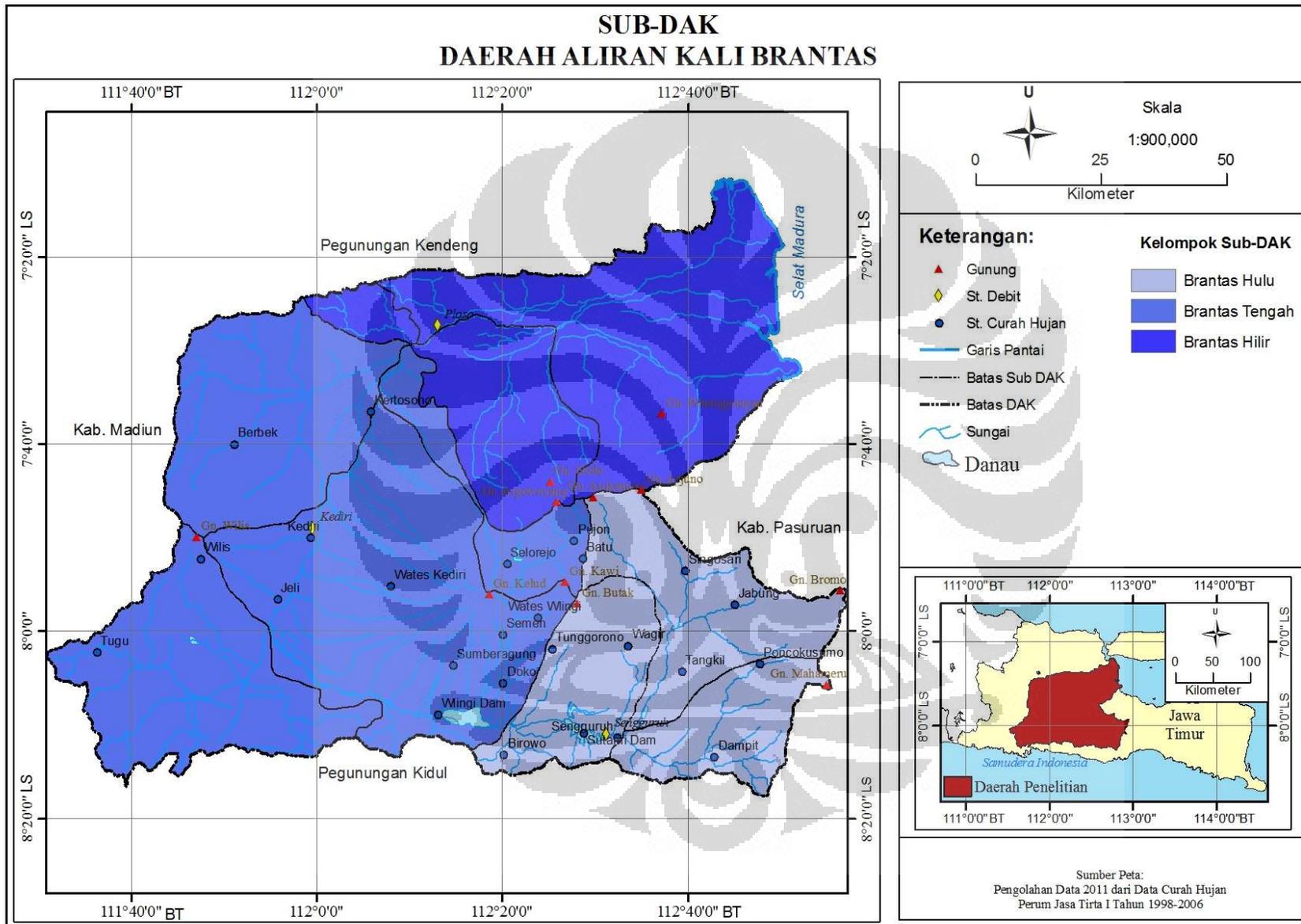
5.1.1 Wilayah Hulu, Tengah dan Hilir DAK Brantas

Pembagian wilayah hulu, tengah, hilir di DAK Brantas didasarkan pada sungai utama yang mengalir di DAK Brantas yaitu Kali Brantas. Dimana dalam hal ini anak-anak sungai yang merupakan sub DAS dianggap tidak memiliki wilayah hulu, tengah, dan hilir karena dilihat sebagai satu kesatuan DAK Brantas. Wilayah hulu, tengah dan hilir DAK Brantas dalam penelitian ini memiliki perwakilan berupa stasiun debit yang tersebar masing-masing satu buah di wilayah hulu, tengah, dan hilir. Stasiun Sengguruh untuk di wilayah hulu, stasiun Kediri untuk di wilayah tengah, dan stasiun Ploso untuk di wilayah Hilir. Dimana dalam masing-masing perwakilan stasiun debit terdapat beberapa stasiun curah hujan. (Gambar 8.)

Berdasarkan klasifikasi yang dibuat oleh Sosrodarsono dan Takeda (2003) mengenai bentuk DAS atas dasar perbedaan debit banjir yang terjadi, maka bentuk DAK Brantas termasuk dalam bentuk DAS yang kompleks. Bila dilihat berdasarkan sub DAS, maka pada bagian hulu DAK Brantas termasuk bentuk yang kompleks, namun lebih didominasi oleh bentuk radial karena anak-anak sungainya mengkonsentrasi ke satu titik secara radial dengan pola percabangan jaringan sungai *dendritic*, hal ini terlihat pada wilayah sebelum stasiun debit Sengguruh yaitu pada sub DAK Ambang dan Lesti, sementara untuk sub DAK Melamon termasuk bentuk bulu burung dengan pola percabangan jaringan sungai *trellis*. Bagian tengah DAK Brantas termasuk bentuk yang kompleks karena terdapat bentuk bulu burung dan dua bentuk radial, bentuk bulu burung terdapat pada sub DAK Konto dan sub DAK Lahar karena anak-anak sungai mengalir ke sungai utama, sedangkan bentuk radial terdapat pada sub DAK Rowo Ngasinan dan sub DAK Widas. Sedangkan bagian hilir DAK Brantas termasuk bentuk yang kompleks karena terdapat paralel dengan pola percabangan jaringan sungai *parallel* yang terdapat pada sub DAK Brangkal, lalu bentuk radial pada sub DAK Bluwek dan sub DAK Maspo. (Gambar 9.)



Gambar 8. Stasiun Debit dan Stasiun Curah Hujan Daerah Aliran Kali Brantas



Gambar 9. Sub-DAK Daerah Aliran Kali Brantas

5.1.2 Curah Hujan Rata-rata Bulanan

Curah hujan rata-rata digunakan untuk melihat besaran curah hujan rata-rata bulanan selama 9 tahun (1998 – 2006) di DAK Brantas, dimana kemudian dapat digunakan untuk mencari variabilitas curah hujan bulanan. Untuk memudahkan dalam pembuatan pola curah hujan maka dibuat klasifikasi curah hujan rata-rata bulanan yang dibuat dalam lima kelas yaitu:

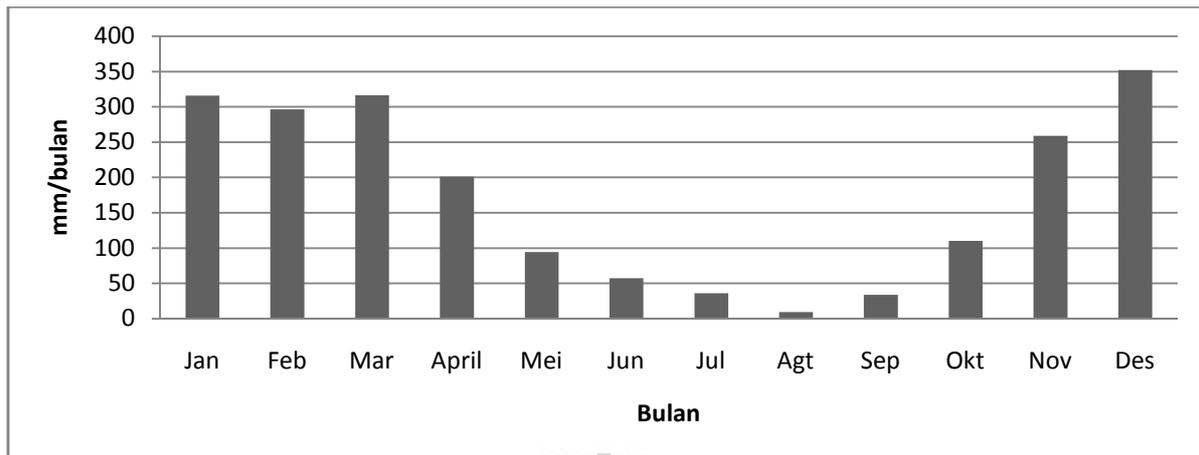
- Wilayah curah hujan dengan curah hujan rata-rata < 50 mm/bulan
- Wilayah curah hujan dengan curah hujan rata-rata $50 - 200$ mm/bulan
- Wilayah curah hujan dengan curah hujan rata-rata $200 - 400$ mm/bulan
- Wilayah curah hujan dengan curah hujan rata-rata $400 - 600$ mm/bulan
- Wilayah curah hujan dengan curah hujan rata-rata > 600 mm/bulan

Selanjutnya rata-rata curah hujan bulanan di DAK Brantas selama 9 tahun (1998 – 2006) dapat diuraikan sebagai berikut :

1. Curah Hujan Rata-rata di Wilayah Hulu DAK Brantas

Pada wilayah hulu DAK Brantas terdapat delapan stasiun curah hujan yaitu Poncokusumo, Wagir, Tangkil, Dampit, Sengguruh, Singosari, Jabung dan Batu. Wilayah hulu DAK Brantas didominasi oleh curah hujan rata-rata $200 - 400$ mm/bulan terjadi pada bulan Januari – April dan November – Desember. Sedangkan curah hujan rata-rata < 50 mm/bulan terjadi pada bulan Juli – September. Curah hujan rata-rata tertinggi terjadi di stasiun Wagir yaitu sebesar 422 mm/bulan yang terjadi pada bulan Desember. Sedangkan curah hujan rata-rata terendah terjadi di stasiun Poncokusumo yaitu sebesar 4 mm/bulan yang terjadi pada bulan Agustus. Secara keseluruhan curah hujan rata-rata di wilayah hulu adalah sebesar 173 mm/bulan. (Grafik 1.)

Pola curah hujan rata-rata bulanan di wilayah hulu selama 9 tahun (1998 – 2006) menunjukkan pada bulan-bulan Januari – Maret dan Oktober – Desember hujan datang dari arah timur dimulai dari arah stasiun Poncokusumo dan Jabung, dimana terdapat Pegunungan Semeru dan Bromo. Untuk wilayah di sekitar stasiun Batu curah hujannya cukup rendah bila dilihat dari peta, hal ini mungkin diakibatkan oleh letak stasiun Batu yang berada dibalik dan diantara Gunung Kawi dan Anjasmoro, sehingga menjadi wilayah bayangan hujan. (Gambar 10, 11, dan 12)

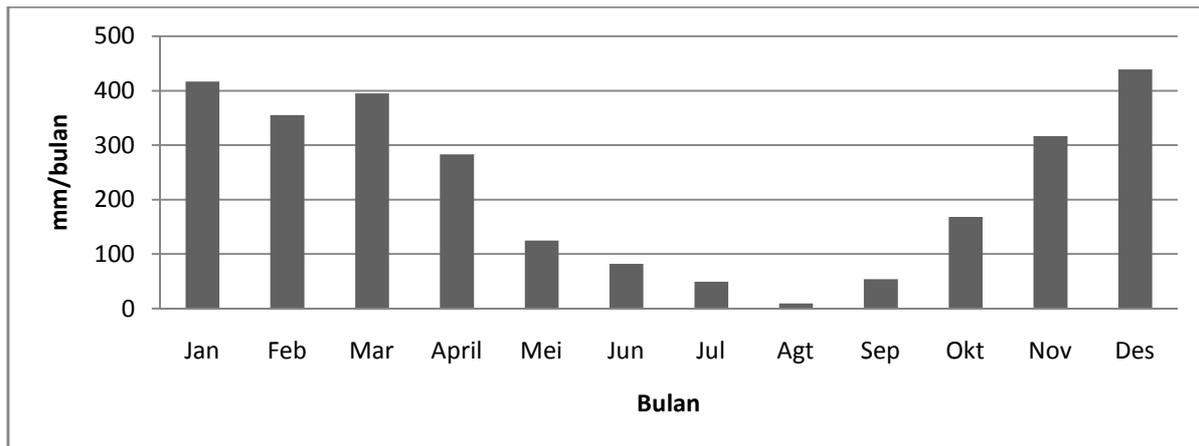


Grafik 1. Curah Hujan Rata-rata Bulanan Wilayah Hulu Tahun 1998 – 2006

2. Curah Hujan Rata-rata di Wilayah Tengah DAK Brantas

Pada wilayah tengah DAK Brantas terdapat tiga belas stasiun curah hujan yaitu Doko, Kediri, Semen, Tugu, Wates Kediri, Jeli, Sumber Agung, Wilis, Wates Wlingi, Dam Wlingi, Tunggorono, Birowo, Dam Sutami. Curah hujan rata-rata bulanan di wilayah tengah DAK Brantas didominasi oleh curah hujan rata-rata 50 – 200 mm/bulan yang terjadi selama bulan Mei – Juni dan September – Oktober dan curah hujan rata-rata 200 – 400 mm/bulan terjadi pada bulan Februari – April dan November. Sementara pada bulan Januari dan Desember merupakan bulan dengan curah hujan rata-rata 400 – 600 mm/bulan. Curah hujan rata-rata tertinggi terjadi di stasiun Tunggorono yaitu sebesar 1.046 mm/bulan yang terjadi pada bulan Desember. Sedangkan curah hujan rata-rata terendah terjadi di stasiun Jeli yaitu sebesar 1 mm/bulan yang terjadi pada bulan Agustus. Secara keseluruhan curah hujan rata-rata di wilayah tengah adalah sebesar 224 mm/bulan. (Grafik 2.)

Pola curah hujan rata-rata bulanan di wilayah tengah selama 9 tahun (1998 – 2006) menunjukkan pada bulan-bulan Januari – Mei dan Oktober – Desember hujan datang dari arah barat yaitu dari Pegunungan Wilis dimana terdapat stasiun Wilis, kemudian dari arah timur dan selatan yang banyak berpusat di wilayah sekitar stasiun Tunggorono yaitu disekitar Gunung Butak, Kawi dan Kelud. Untuk wilayah di sekitar stasiun Jeli dan Kediri curah hujannya cukup rendah bila dilihat dari peta, hal ini mungkin diakibatkan oleh letak stasiun Jeli dan Kediri yang merupakan lembahan diantara pegunungan, sehingga cenderung lebih sedikit mendapatkan hujan dibandingkan dengan wilayah yang lebih tinggi, hal ini sebagai pengaruh dari hujan orografik yang banyak terjadi di wilayah Indonesia. (Gambar 10, 11, dan 12)

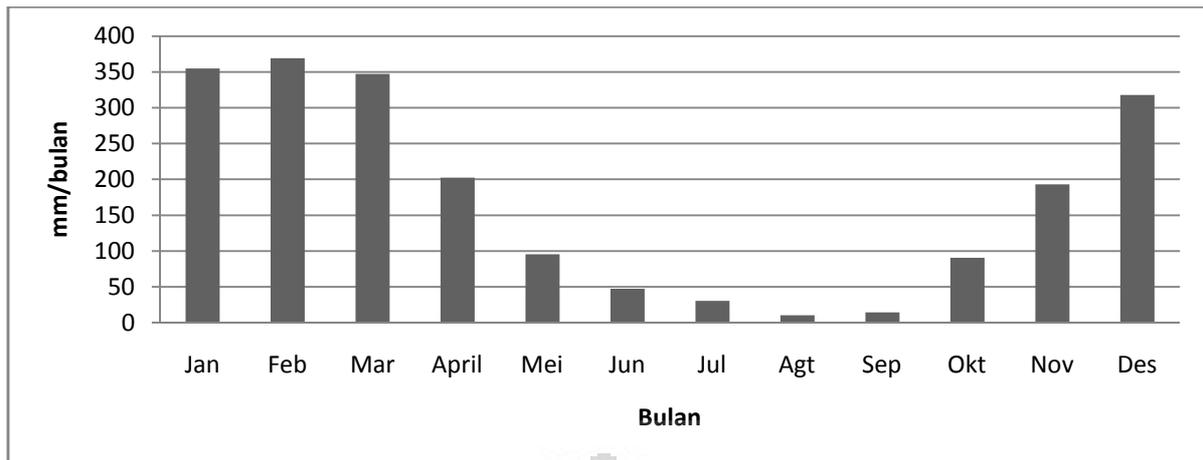


Grafik 2. Curah Hujan Rata-rata Bulanan Wilayah Tengah Tahun 1998 – 2006

3. Curah Hujan Rata-rata di Wilayah Hilir

Pada wilayah hilir DAK Brantas terdapat empat stasiun curah hujan yaitu Berbek, Kertosono, Pujon dan Selorejo. Wilayah hilir DAK Brantas didominasi oleh curah hujan rata-rata 200 – 400 mm/bulan terjadi pada bulan Januari – Maret dan Desember. Sedangkan curah hujan rata-rata < 50 mm/bulan terjadi pada bulan Juni – September. Curah hujan rata-rata tertinggi terjadi di stasiun Selorejo yaitu sebesar 559 mm/bulan yang terjadi pada bulan Februari. Sedangkan curah hujan rata-rata terendah terjadi di stasiun Berbek dan Kertosono yaitu sebesar 3 mm/bulan yang terjadi pada bulan September. Secara keseluruhan curah hujan rata-rata di wilayah hilir adalah sebesar 173 mm/bulan. (Grafik 3.)

Pola curah hujan rata-rata bulanan di wilayah hilir selama 9 tahun (1998 – 2006) menunjukkan pada bulan-bulan Januari – Mei dan Oktober – Desember hujan datang dari arah barat yaitu dari Pegunungan Wilis dimana terdapat stasiun Berbek, kemudian dari arah barat dan utara yang banyak berpusat di wilayah sekitar stasiun Selorejo yaitu disekitar Gunung Kelud. Untuk wilayah di sekitar stasiun Kertosono curah hujannya cukup rendah bila dilihat dari peta, hal ini mungkin diakibatkan oleh letak stasiun Kertosono yang merupakan dataran rendah, sehingga cenderung lebih sedikit mendapatkan hujan dibandingkan dengan wilayah yang lebih tinggi, hal ini sebagai pengaruh dari hujan orografik yang banyak terjadi di wilayah Indonesia. Selain itu untuk wilayah di sekitar stasiun Pujon curah hujannya juga cukup rendah bila dilihat dari peta, hal ini mungkin diakibatkan oleh letak stasiun Pujon yang berada dibalik dan diantara Gunung Kawi dan Argowayang, sehingga menjadi wilayah bayangan hujan. (Gambar 10, 11, dan 12)

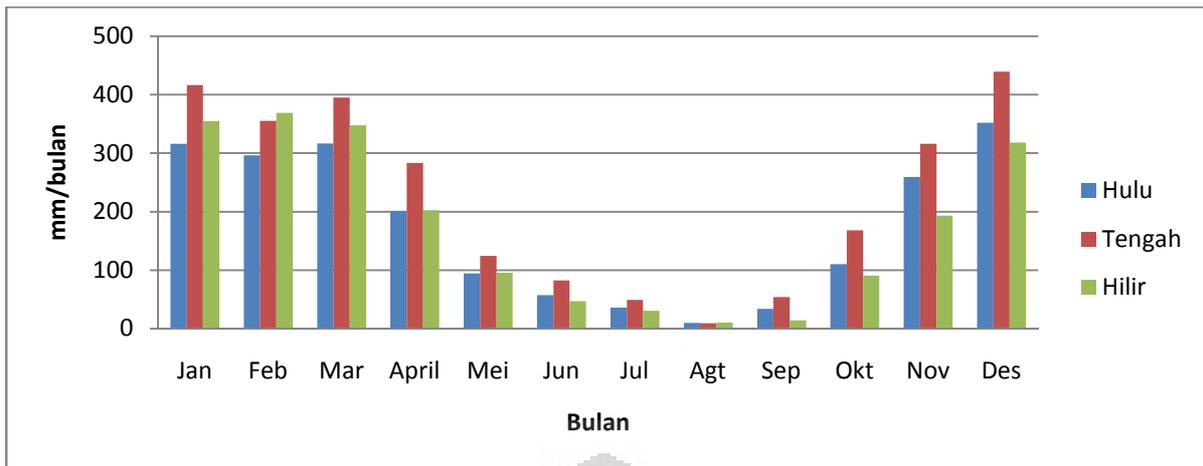


Grafik 3. Curah Hujan Rata-rata Bulanan Wilayah Hilir Tahun 1998 – 2006

5.1.3 Curah Hujan Rata-rata Bulanan Selama 9 Tahun (1998 – 2006)

Selama kurun waktu 9 tahun (1998 – 2006) curah hujan rata-rata bulanan di DAK Brantas lebih banyak didominasi oleh curah hujan rata-rata 200 – 400 mm/bulan yang terjadi selama bulan Januari – April dan November – Desember. Bulan Juli – September merupakan bulan-bulan dengan curah hujan rata-rata terendah yaitu < 50 mm/bulan. Sedangkan bulan Mei dan Oktober memiliki curah hujan rata-rata 50 – 200 mm/bulan. Stasiun Tunggorono menjadi stasiun dengan curah hujan rata-rata bulanan tertinggi diantara 25 stasiun hujan lainnya, kecuali pada bulan Agustus. Posisi stasiun Tunggorono yang berada di Selatan kaki Gunung Butak membuat stasiun Tunggorono mendapat curah hujan rata-rata yang tinggi akibat adanya hujan orografis yang mendapat pengaruh dari Samudera Hindia. Curah hujan rata-rata tertinggi terdapat pada stasiun Tunggorono yaitu sebesar 1.046 mm/bulan yang terjadi pada bulan Desember. Sedangkan curah hujan rata-rata terendah terdapat pada stasiun Jeli yaitu sebesar 1 mm/bulan yang terjadi pada bulan Agustus. Secara keseluruhan curah hujan rata-rata di wilayah hulu adalah sebesar 173 mm, di wilayah tengah sebesar 224 mm, dan di wilayah hilir sebesar 173 mm. (Grafik 4. dan Grafik 5.)

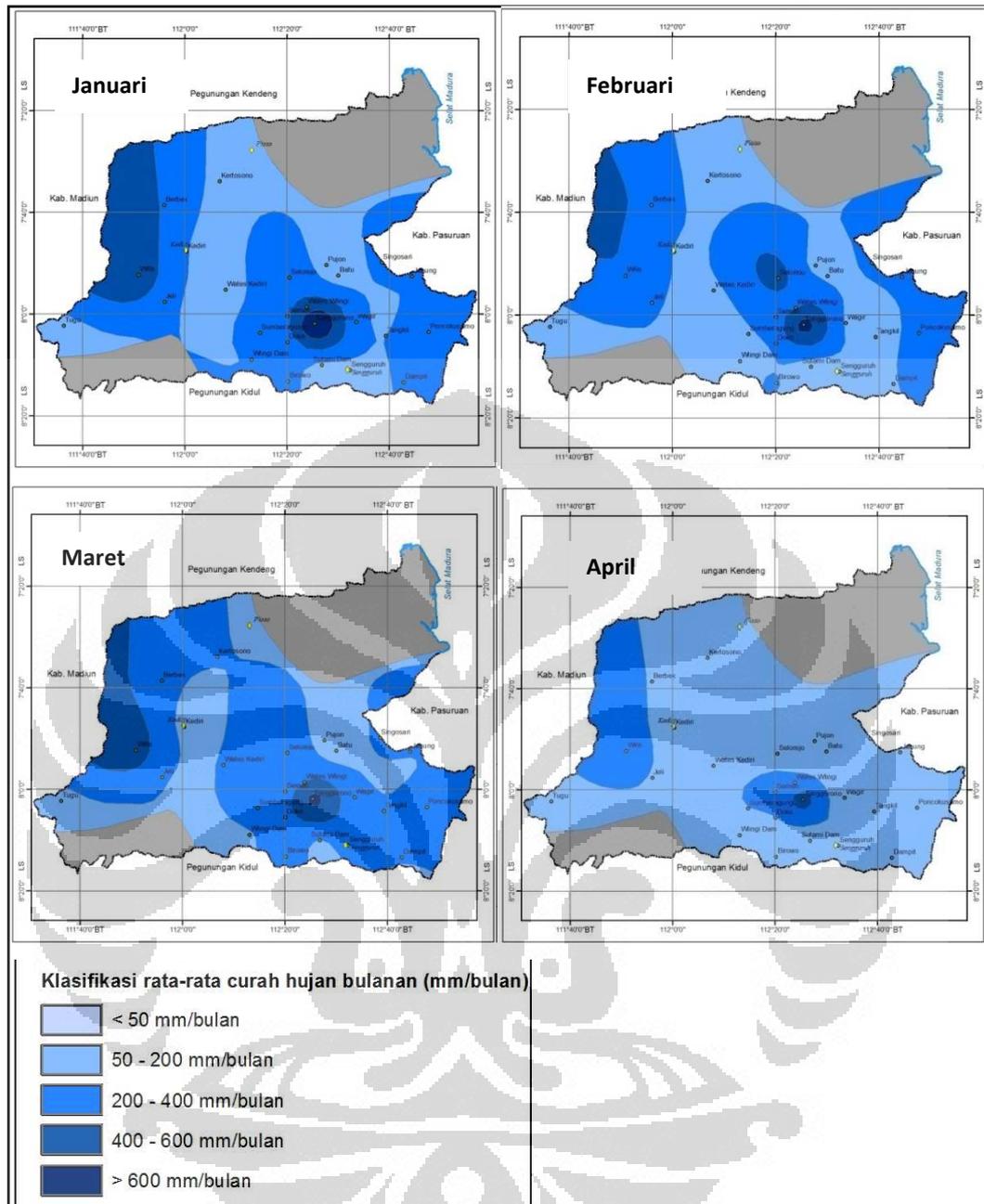
Pola curah hujan rata-rata bulanan di DAK Brantas selama 9 tahun (1998 – 2006) menunjukkan pada bulan-bulan Januari – Mei dan Oktober – Desember hujan datang dari arah barat yaitu dari Pegunungan Wilis dimana terdapat stasiun Wilis, kemudian dari arah utara yang banyak berpusat di wilayah sekitar stasiun Selorejo yaitu disekitar Gunung Kelud. Selain itu dari arah timur yaitu dari pegunungan Semeru, kemudian dari arah selatan berpusat di sekitar Gunung Butak, Kawi dan Kelud. (Gambar 10, 11, dan 12)



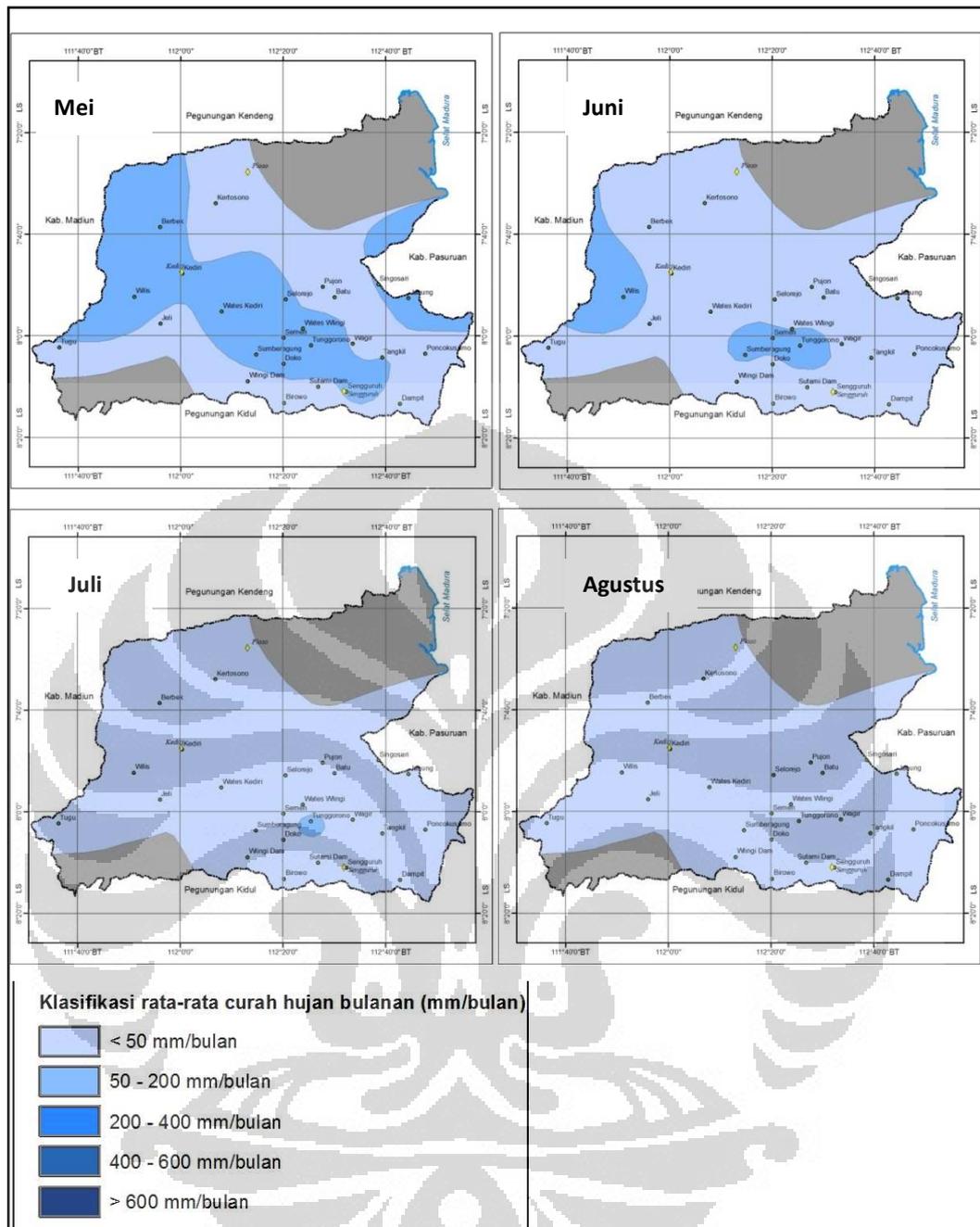
Grafik 4. Curah Hujan Rata-rata Bulanan Wilayah Sub DAK Brantas Tahun 1998 – 2006



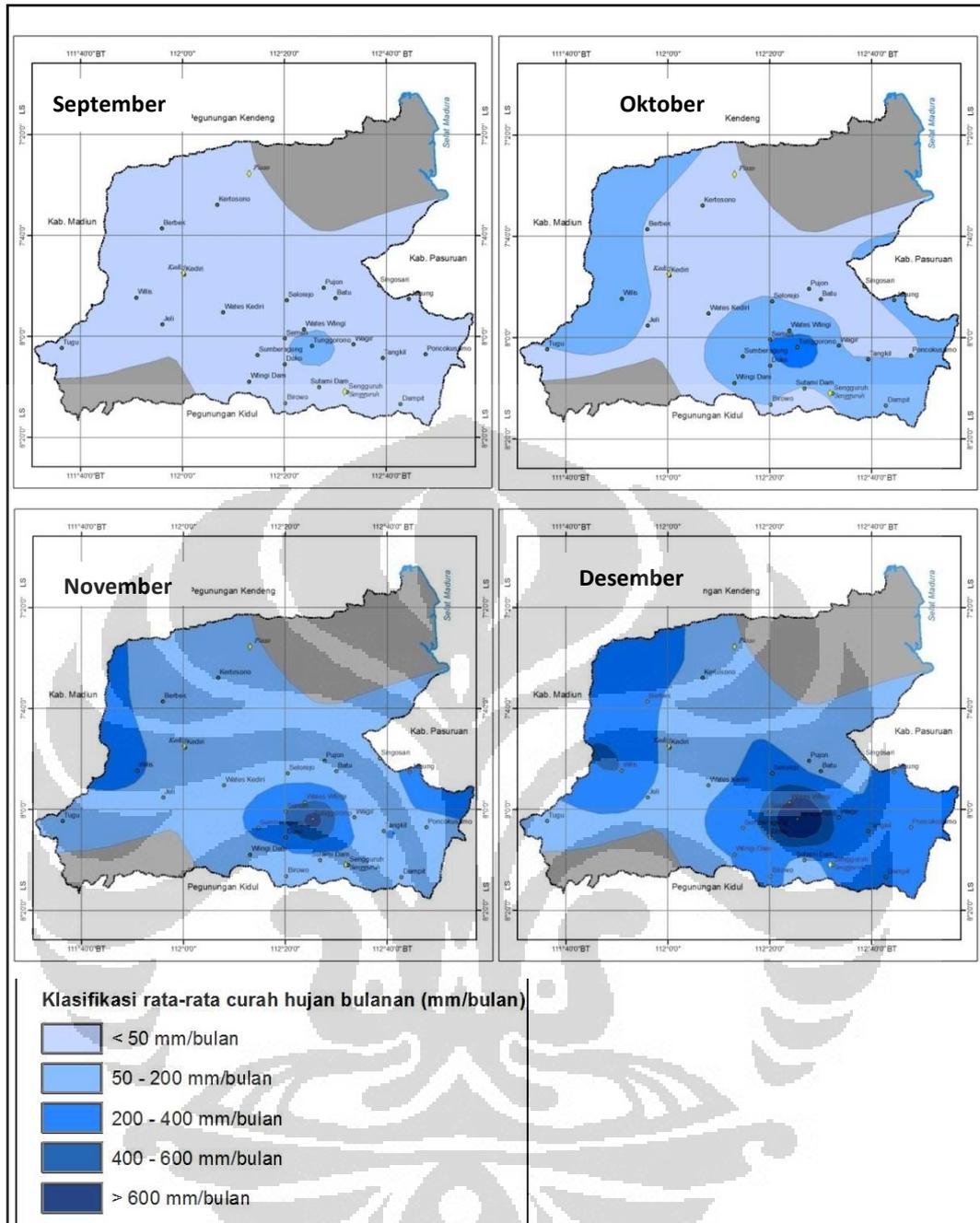
Grafik 5. Curah Hujan Rata-rata Wilayah Sub DAK Brantas Tahun 1998 – 2006



Gambar 10. Curah Hujan Rata-Rata Bulan Januari – April Tahun 1998 – 2006



Gambar 11. Curah Hujan Rata-Rata Bulan Mei - Agustus Tahun 1998 – 2006



Gambar 12. Curah Hujan Rata-Rata Bulan September – Desember Tahun 1998 – 2006

5.1.4 Variabilitas Curah Hujan Bulanan

Variabilitas curah hujan digunakan untuk melihat variasi curah hujan yang terjadi di DAK Brantas selama 9 tahun (1998 – 2006). Untuk memudahkan dalam pembuatan pola variabilitas curah hujan maka dibuat klasifikasi variabilitas curah hujan bulanan. Wilayah dengan klasifikasi koefisien variasi yang relatif kecil (<50%) mengandung arti bahwa wilayah tersebut secara meteorologis distribusi curah hujannya merata atau dapat diperkirakan sebelumnya. Sedangkan wilayah dengan klasifikasi koefisien variasi yang relatif tinggi (>100%) mengandung arti bahwa wilayah tersebut secara meteorologis distribusi curah hujannya tidak merata atau tidak dapat diperkirakan sebelumnya. Variabilitas curah hujan bulanan dinyatakan dalam nilai koefisien variasi (dalam %). Klasifikasi yang dibuat untuk wilayah koefisien variasi curah hujan bulanan di DAK Brantas adalah :

- Wilayah koefisien variasi dengan nilai koefisien variasi < 50%
- Wilayah koefisien variasi dengan nilai koefisien variasi 50 – 100%
- Wilayah koefisien variasi dengan nilai koefisien variasi 100 – 150%
- Wilayah koefisien variasi dengan nilai koefisien variasi 150 – 200%
- Wilayah koefisien variasi dengan nilai koefisien variasi > 200%

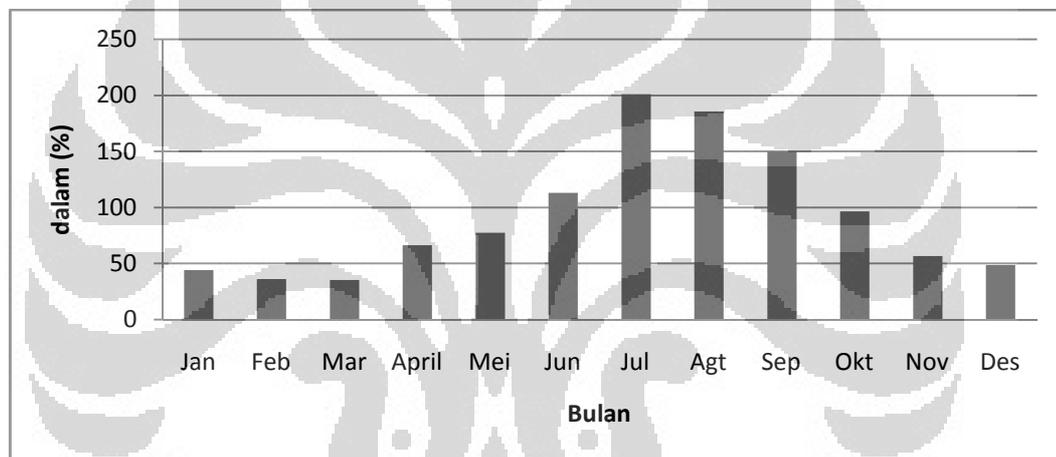
Selanjutnya distribusi koefisien variasi curah hujan bulanan di DAK Brantas selama 9 tahun (1998 – 2006) dapat diuraikan sebagai berikut :

1. Variabilitas Curah Hujan di Wilayah Hulu DAK Brantas

Pada wilayah hulu DAK Brantas terdapat delapan stasiun curah hujan yaitu Poncokusumo, Wagir, Tangkil, Dampit, Sengguruh, Singosari, Jabung dan Batu. Wilayah hulu DAK Brantas didominasi oleh wilayah koefisien variasi dengan nilai koefisien variasi < 50% yang terjadi selama bulan Januari – Maret dan Desember dan wilayah koefisien variasi dengan nilai koefisien variasi 50 – 100% yang terjadi selama bulan April – Mei dan Oktober – November. Nilai koefisien variasi tertinggi dijumpai pada stasiun Singosari yaitu sebesar 280% yang terjadi pada bulan Agustus. Sedangkan nilai koefisien variasi terendah dijumpai pada stasiun Wagir yaitu sebesar 17% yang terjadi pada bulan Maret. Secara keseluruhan

variabilitas curah hujan di wilayah hulu DAK Brantas adalah sebesar 93%. (Grafik 6.)

Pola variabilitas curah hujan bulanan di wilayah hulu selama 9 tahun (1998 – 2006) menunjukkan pada bulan-bulan Januari – April dan Juli – Desember nilai koefisien variasi tinggi datang dari arah timur laut dimulai dari arah stasiun Singosari, dimana terdapat Gunung Arjuno. Kemudian pada bulan Januari, Maret – April serta Juli – Desember terdapat nilai koefisien variasi yang cukup tinggi datang dari arah selatan dimulai dari arah stasiun Sengguruh dan Dampit yang merupakan lembahan, sehingga mendapat curah hujan yang cukup rendah, hal ini membuat variabilitasnya cukup tinggi. (Gambar 13, 14, dan 15)



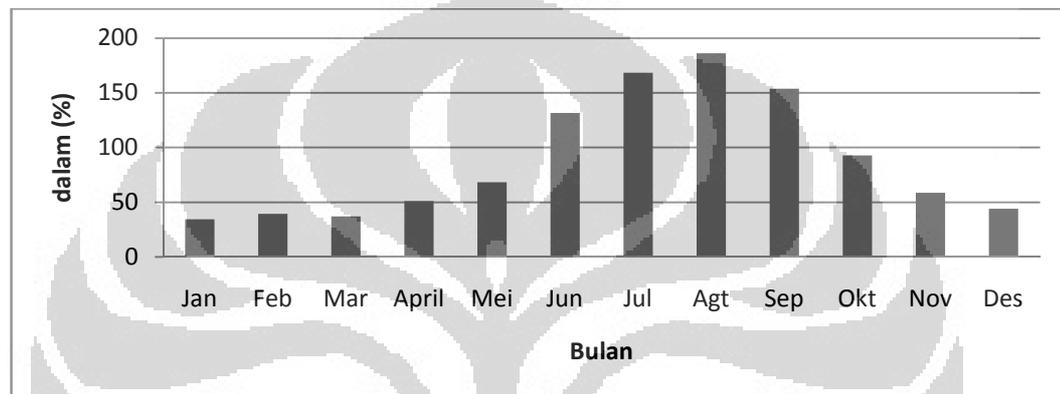
Grafik 6. Variabilitas Curah Hujan Bulanan Wilayah Hulu Tahun 1998 – 2006

2. Variabilitas Curah Hujan di Wilayah Tengah DAK Brantas

Pada wilayah tengah DAK Brantas terdapat tiga belas stasiun curah hujan yaitu Doko, Kediri, Semen, Tugu, Wates Kediri, Jeli, Sumber Agung, Wilis, Wates Wlingi, Dam Wlingi, Tunggorono, Birowo, Dam Sutami. Wilayah tengah DAK Brantas didominasi oleh wilayah koefisien variasi dengan nilai koefisien variasi $< 50\%$ yang terjadi selama bulan Januari – Maret dan Desember dan wilayah koefisien variasi dengan nilai koefisien variasi $50 - 100\%$ yang terjadi selama bulan April – Mei dan Oktober – November. Nilai koefisien variasi tertinggi dijumpai pada stasiun Dam Wlingi yaitu sebesar 300% yang terjadi pada bulan Agustus. Sedangkan nilai koefisien variasi terendah dijumpai pada stasiun Doko yaitu sebesar

17% yang terjadi pada bulan Maret. Secara keseluruhan variabilitas curah hujan di wilayah tengah DAK Brantas adalah sebesar 89%. (Grafik 7.)

Pola variabilitas curah hujan bulanan di wilayah tengah selama 9 tahun (1998 – 2006) menunjukkan pada bulan-bulan Juli – September dan November – Desember nilai koefisien variasi tinggi datang dari arah selatan dimulai dari arah stasiun Jeli yang merupakan lembahan. Dimana di lembahan umumnya curah hujan rendah, sehingga variabilitasnya tinggi. (Gambar 13, 14, dan 15)



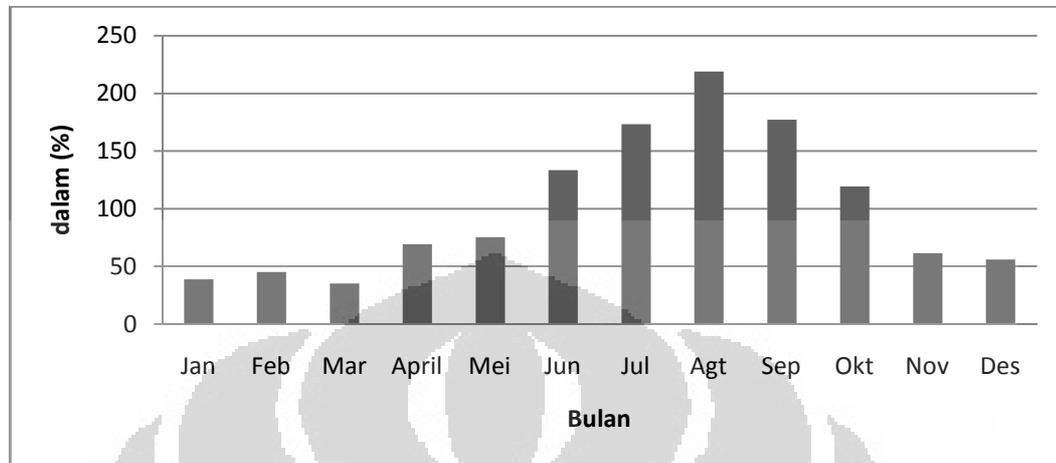
Grafik 7. Variabilitas Curah Hujan Bulanan Wilayah Tengah Tahun 1998 – 2006

3. Variabilitas Curah Hujan di Wilayah Hilir DAK Brantas

Pada wilayah hilir DAK Brantas terdapat empat stasiun curah hujan yaitu Berbek, Kertosono, Pujon dan Selorejo. Wilayah hilir DAK Brantas didominasi oleh wilayah koefisien variasi dengan nilai koefisien variasi < 50% yang terjadi selama bulan Januari – Maret dan Desember dan wilayah koefisien variasi dengan nilai koefisien variasi 50 – 100% yang terjadi selama bulan April – Mei dan November – Desember. Nilai koefisien variasi tertinggi dijumpai pada stasiun Kertosono yaitu sebesar 268% yang terjadi pada bulan Agustus. Sedangkan nilai koefisien variasi terendah dijumpai pada stasiun Berbek yaitu sebesar 23% yang terjadi pada bulan Januari. Secara keseluruhan variabilitas curah hujan di wilayah hilir DAK Brantas adalah sebesar 100%. (Grafik 8.)

Pola variabilitas curah hujan bulanan di wilayah hilir selama 9 tahun (1998 – 2006) menunjukkan pada bulan-bulan Februari, Juli - September dan Desember nilai koefisien variasi tinggi datang dari arah barat laut dimulai

dari arah stasiun Berbek yang terletak di kaki Gunung Wilis, namun pengaruhnya berasal dari arah utara Gunung Wilis. (Gambar 13, 14, dan 15)

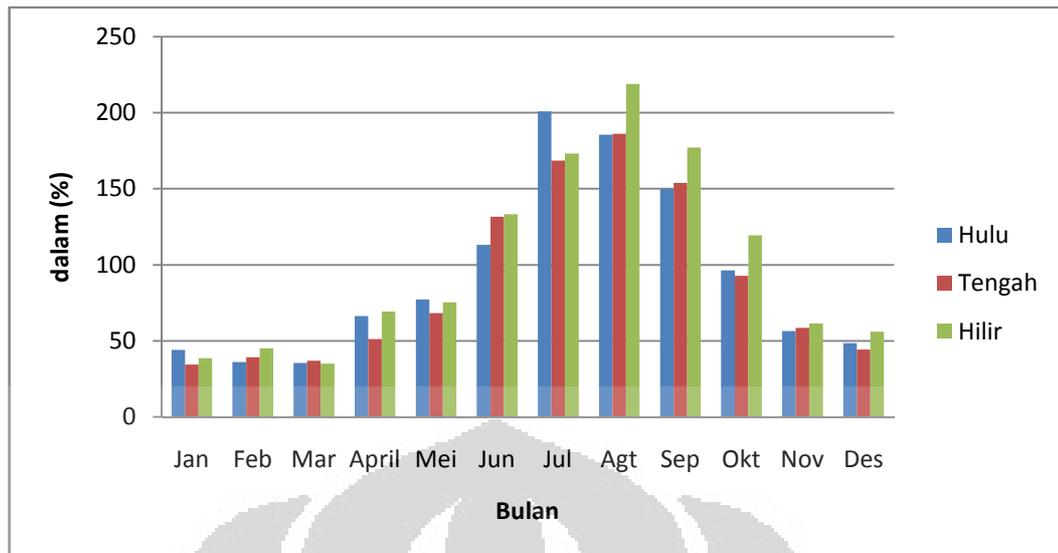


Grafik 8. Variabilitas Curah Hujan Bulanan Wilayah Hilir Tahun 1998 – 2006

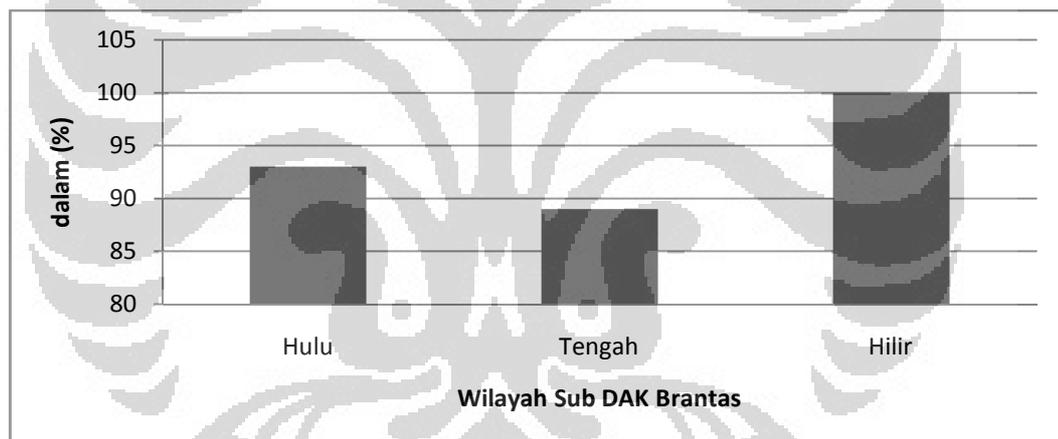
5.1.5 Variabilitas Curah Hujan Bulanan Selama 9 Tahun (1998 – 2006)

Selama kurun waktu 9 tahun (1998 – 2006) variabilitas curah hujan bulanan di DAK Brantas lebih banyak didominasi oleh wilayah koefisien variasi dengan nilai koefisien variasi $< 50\%$ yang terjadi selama bulan Januari – Maret dan Desember. Bulan Juli – September menjadi bulan-bulan dengan nilai koefisien variasi tertinggi yaitu $150 - 200\%$. Nilai koefisien variasi tertinggi terdapat pada stasiun Dam Wlingi yaitu sebesar 300% yang terjadi pada bulan Agustus. Sedangkan curah hujan terendah terdapat pada stasiun Wagir dan Doko yaitu sebesar 17% yang terjadi pada bulan Maret. Secara keseluruhan variabilitas curah hujan di wilayah hulu DAK Brantas adalah sebesar 93% , di wilayah tengah sebesar 89% , dan di wilayah hilir sebesar 100% . (Grafik 9. dan Grafik 10.)

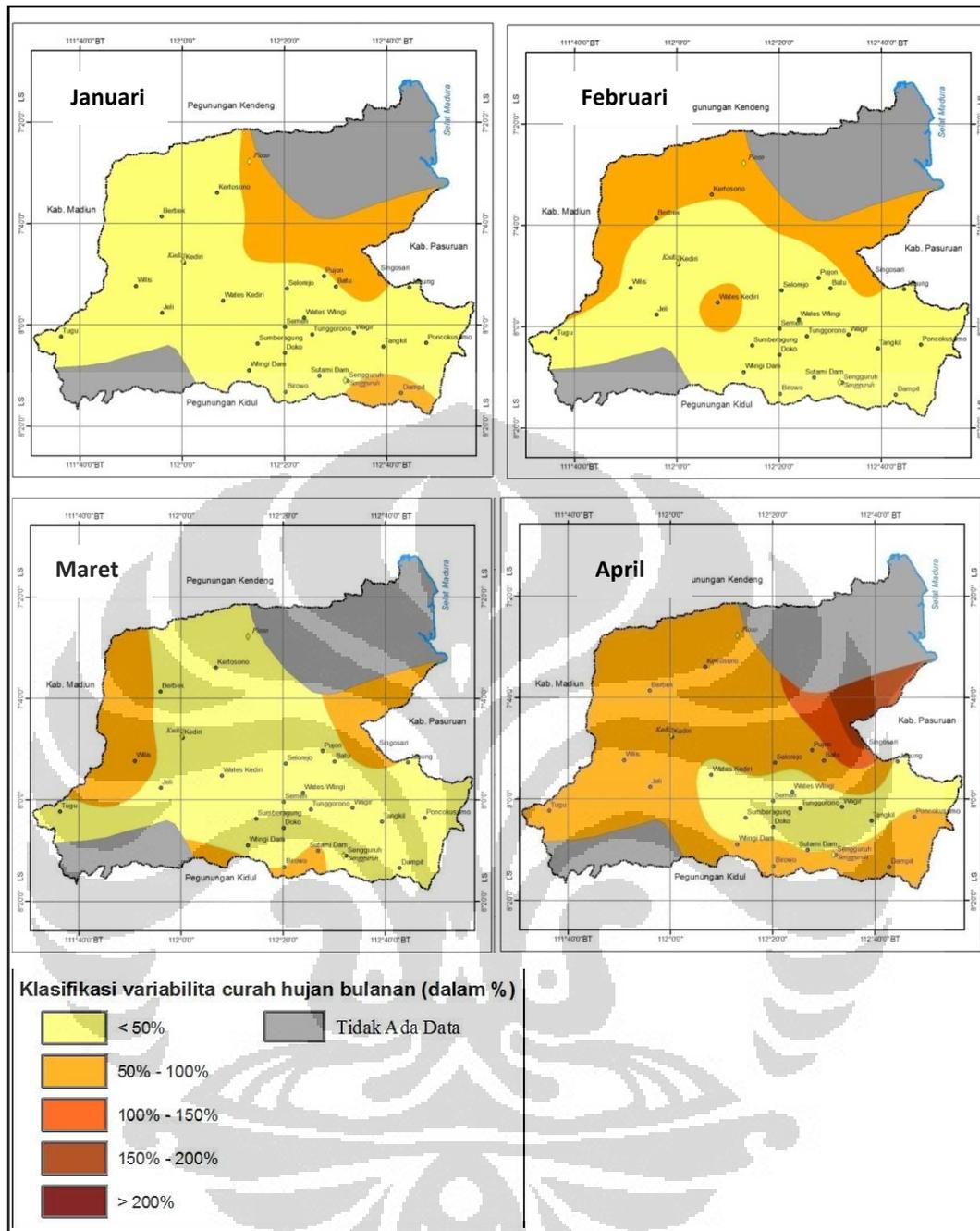
Pola variabilitas curah hujan bulanan di DAK Brantas selama 9 tahun (1998 – 2006) menunjukkan pada bulan-bulan Juli – September nilai koefisien variasi tinggi datang dari arah selatan, timur laut dan barat laut. Dimana ketiga wilayah tersebut merupakan lembahan, lembahan umumnya memiliki curah hujan yang rendah, hal ini membuat variabilitasnya menjadi tinggi. (Gambar 13, 14, dan 15)



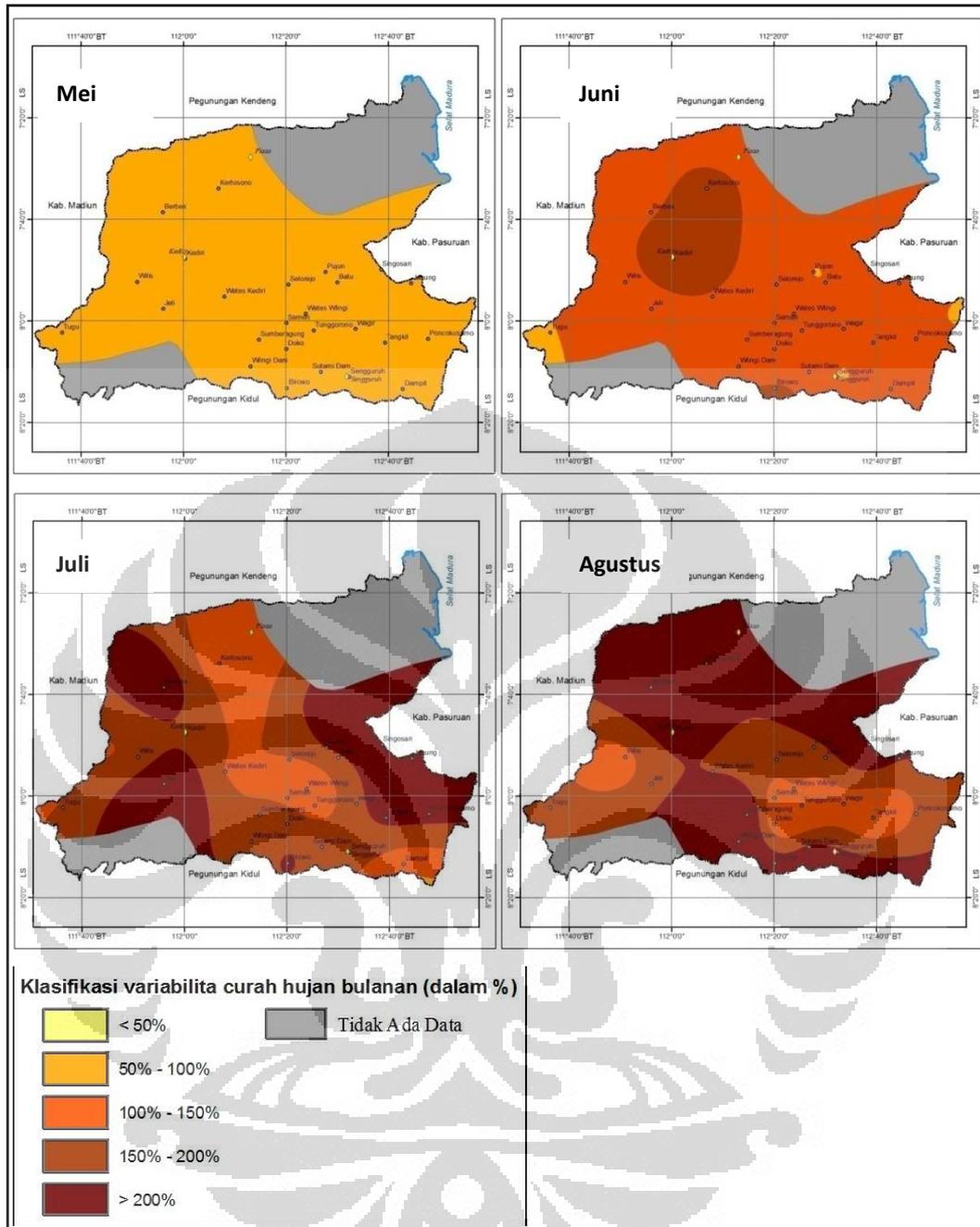
Grafik 9. Variabilitas Curah Hujan Bulanan Wilayah Sub DAK Brantas Tahun 1998 – 2006



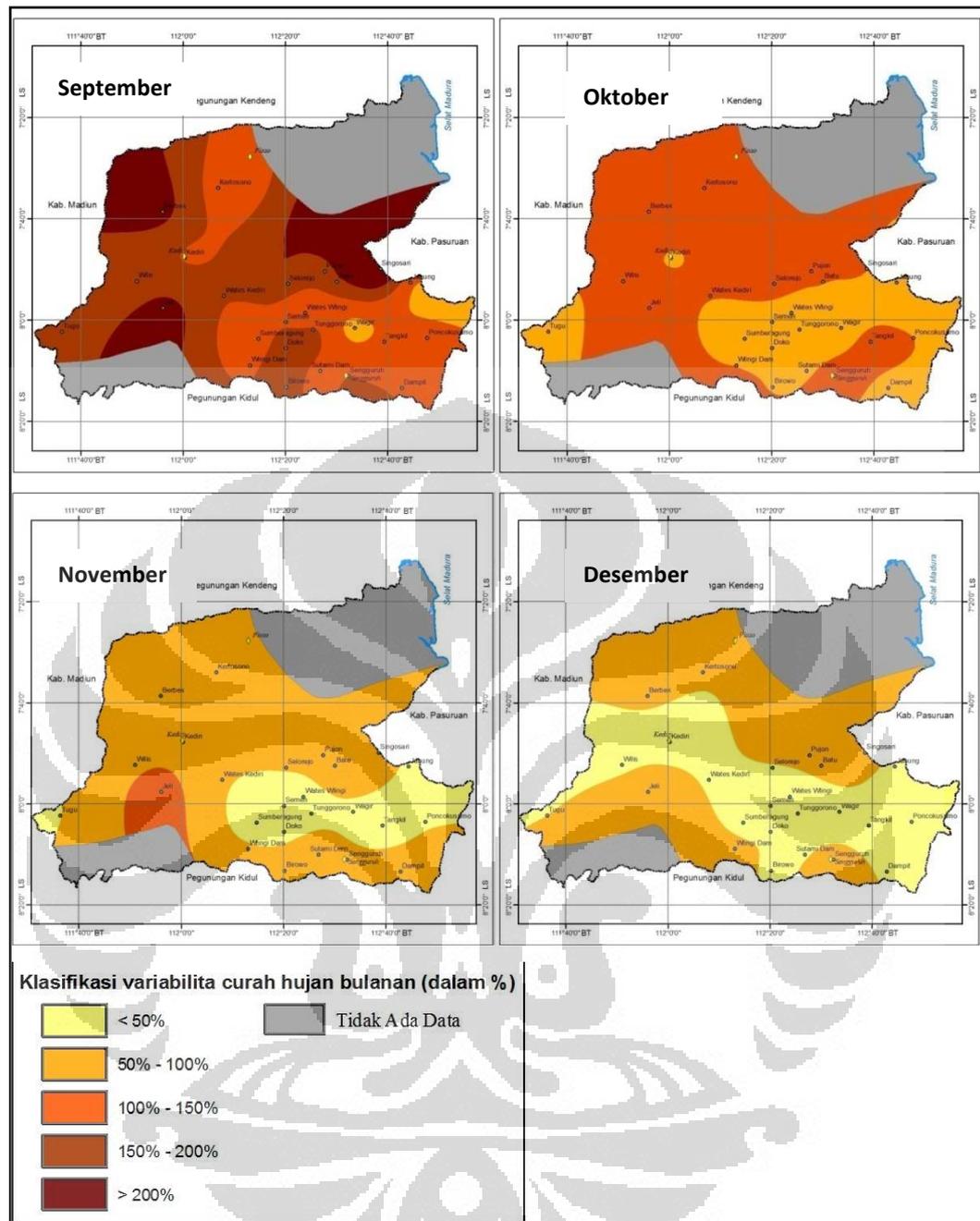
Grafik 10. Variabilitas Curah Hujan Wilayah Sub DAK Brantas Tahun 1998 – 2006



Gambar 13. Variabilitas Curah Hujan Bulan Januari – April Tahun 1998 – 2006



Gambar 14. Variabilitas Curah Hujan Bulan Mei - Agustus Tahun 1998 – 2006



Gambar 15. Variabilitas Curah Hujan Bulan September – Desember Tahun 1998 – 2006

5.1.6 Debit Rata-rata Bulanan

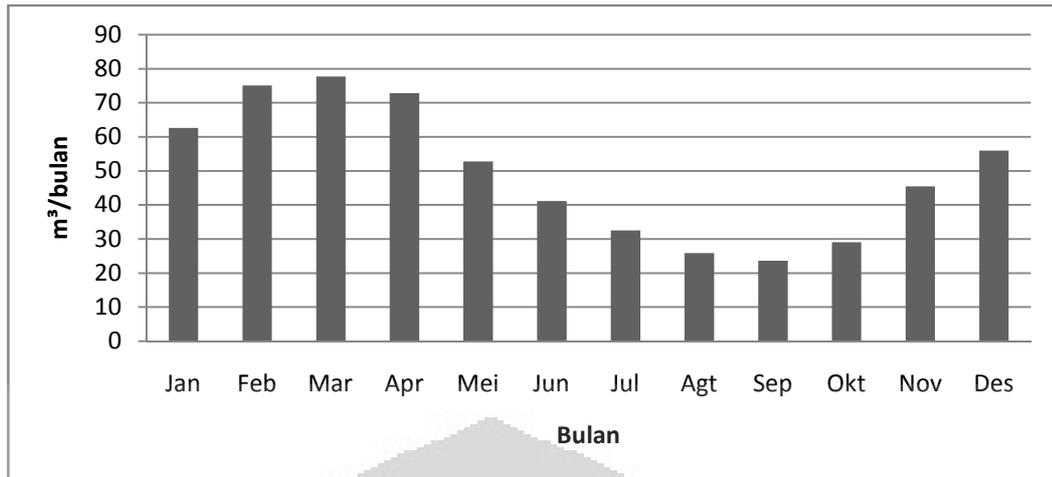
Debit rata-rata digunakan untuk melihat besaran debit rata-rata bulanan selama 9 tahun (1998 – 2006) di DAK Brantas, dimana kemudian dapat digunakan untuk mencari variabilitas debit bulanan. Untuk memudahkan dalam mencari hubungan antara debit dengan curah hujan maka dibuat klasifikasi debit rata-rata bulanan yang dibuat dalam lima kelas yaitu:

- Wilayah debit dengan debit rata-rata < 50 m³/detik
- Wilayah debit dengan debit rata-rata 50 – 100 m³/detik
- Wilayah debit dengan debit rata-rata 100 – 150 m³/detik
- Wilayah debit dengan debit rata-rata 150 – 200 m³/detik
- Wilayah debit dengan debit rata-rata > 200 m³/detik

Selanjutnya rata-rata debit bulanan di DAK Brantas dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Debit Rata-rata di Wilayah Hulu DAK Brantas

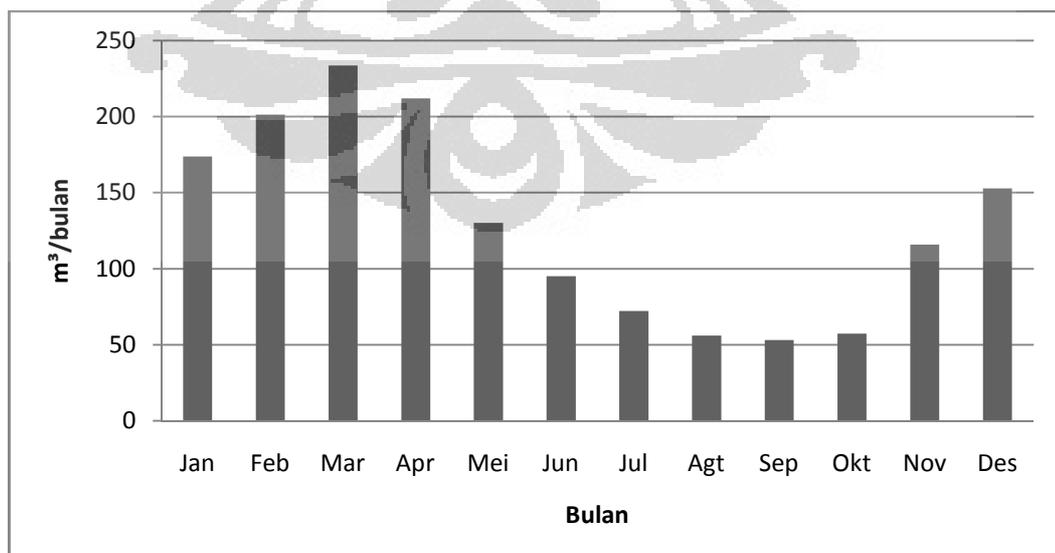
Data debit rata-rata selama 9 tahun (1998 – 2006) di wilayah hulu berasal dari stasiun Sengguruh yang merupakan perwakilan untuk wilayah hulu DAK Brantas. Debit rata-rata bulanan stasiun Sengguruh hanya terdapat dua klasifikasi yaitu bulan Juni – November memiliki debit rata-rata < 50 m³/detik dan bulan Januari – Mei serta Desember yang memiliki debit rata-rata 50 – 100 m³/detik. Debit rata-rata tertinggi terjadi pada bulan Maret yaitu sebesar 78 m³/detik, sedangkan yang terendah terjadi pada bulan September yaitu sebesar 24 m³/detik. Secara keseluruhan debit rata-rata di wilayah hulu DAK Brantas adalah sebesar 50 m³/detik. (Grafik 11.)



Grafik 11. Debit Rata-rata Bulanan Wilayah Hulu Tahun 1998 – 2006

2. Debit Rata-rata di Wilayah Tengah DAK Brantas

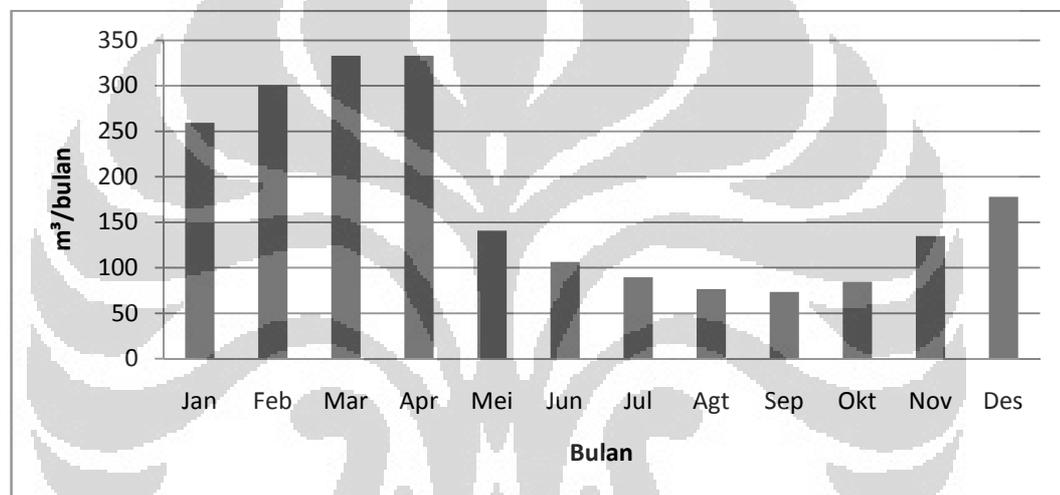
Data debit rata-rata di wilayah tengah berasal dari stasiun Kediri yang merupakan perwakilan untuk wilayah tengah DAK Brantas. Debit rata-rata stasiun Kediri didominasi oleh debit rata-rata 50 – 100 m³/detik yang terjadi pada bulan Juni – Oktober. Sedangkan pada bulan Februari – April memiliki debit rata-rata > 200 m³/detik. Bulan Maret menjadi bulan dengan debit rata-rata tertinggi yaitu sebesar 234 m³/detik, sedangkan yang terendah terjadi pada bulan September yaitu sebesar 53 m³/detik. Secara keseluruhan debit rata-rata di wilayah tengah DAK Brantas adalah sebesar 129 m³/detik. (Grafik 12.)



Grafik 12. Debit Rata-rata Bulanan Wilayah Tengah Tahun 1998 – 2006

3. Debit Rata-rata di Wilayah Hilir DAK Brantas

Data debit rata-rata di wilayah hilir berasal dari stasiun Ploso yang merupakan perwakilan untuk wilayah hilir DAK Brantas. Debit rata-rata bulanan stasiun Ploso didominasi oleh dua klasifikasi yaitu oleh debit rata-rata 50 – 100 m³/detik pada bulan Juli – Oktober dan debit rata-rata > 200 m³/detik pada bulan Januari – April. Debit rata-rata tertinggi terjadi pada bulan Maret dan April yaitu sebesar 333 m³/detik, sedangkan yang terendah terjadi pada bulan September yaitu sebesar 73 m³/detik. Secara keseluruhan debit rata-rata di wilayah hilir DAK Brantas adalah sebesar 178 m³/detik. (Grafik 13.)

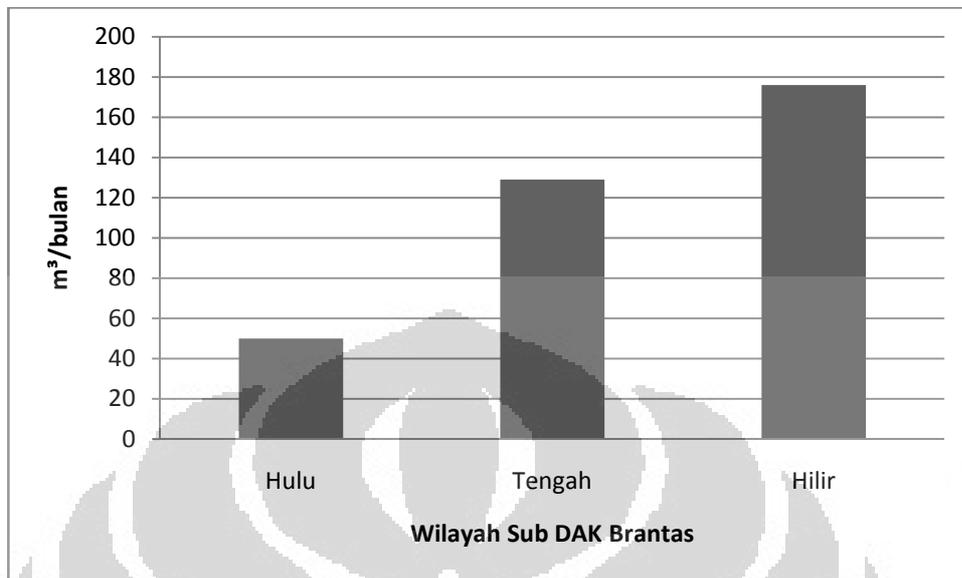


Grafik 13. Debit Rata-rata Bulanan Wilayah Hilir Tahun 1998 – 2006

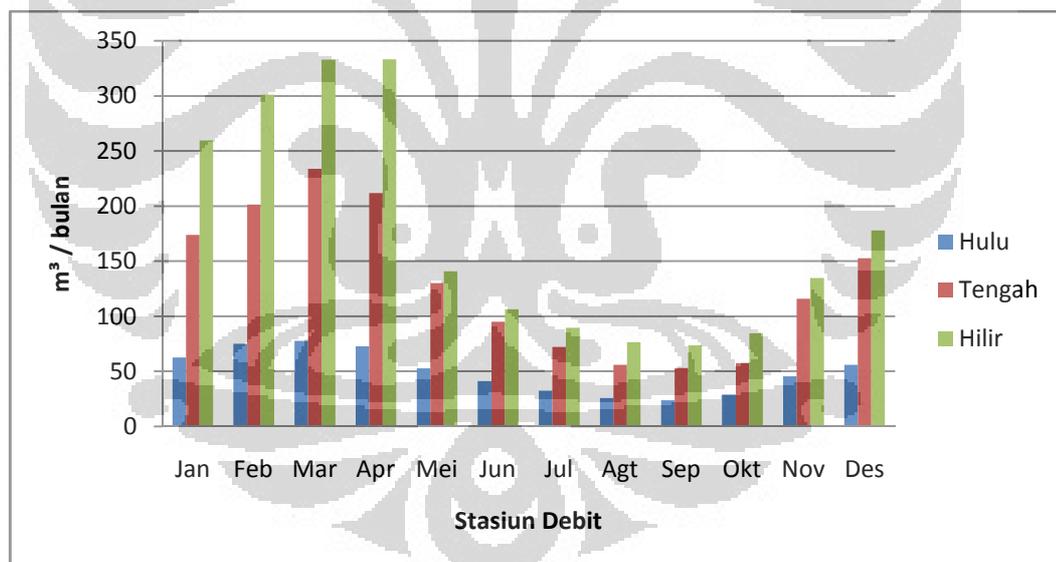
5.1.7 Debit Rata-rata Bulanan Selama 9 Tahun (1998 – 2006)

Selama kurun waktu 9 tahun (1998 – 2006) debit rata-rata bulanan di DAK Brantas lebih banyak didominasi oleh wilayah debit dengan debit rata-rata 50 – 100 m³/detik yang terjadi selama bulan Juni – November. Wilayah hulu memiliki debit rata-rata terendah yang masuk dalam wilayah debit dengan debit rata-rata < 100 m³/detik. Wilayah hilir memiliki debit rata-rata bulanan tertinggi yang masuk dalam wilayah debit dengan debit rata-rata > 200 m³/detik yang terjadi pada bulan Januari - April. Debit rata-rata tertinggi terdapat pada stasiun Ploso yaitu sebesar 333 m³/detik yang terjadi pada bulan Maret dan April. Sedangkan debit rata-rata terendah terdapat pada stasiun Sengguruh yaitu sebesar 24 m³/detik yang terjadi pada bulan September. Secara keseluruhan debit rata-rata di wilayah hulu DAK

Brantas adalah sebesar 50 m³/detik, di wilayah tengah sebesar 129 m³/detik, dan di wilayah hilir sebesar 176 m³/detik. (Grafik 14. dan Grafik 15.)



Grafik 14. Debit Rata-rata Wilayah Sub DAK Brantas Tahun 1998 – 2006



Grafik 15. Debit Rata-rata Bulanan Tahun 1998 – 2006

5.1.8 Variabilitas Debit Bulanan

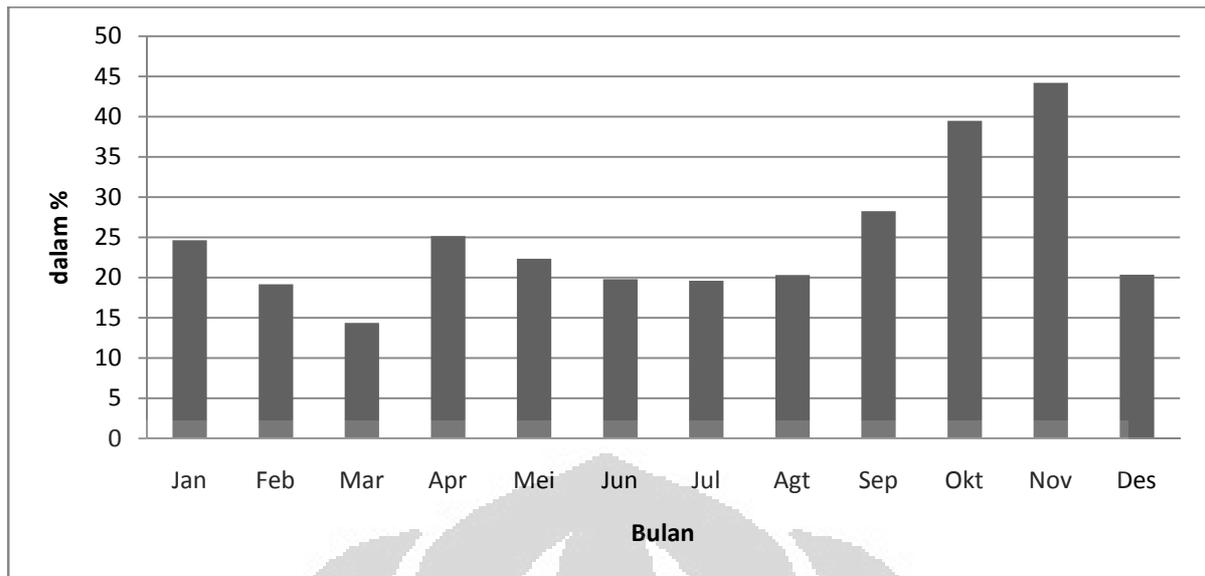
Variabilitas debit digunakan untuk melihat variasi debit yang terjadi di DAK Brantas selama 9 tahun (1998 – 2006). Untuk memudahkan dalam mencari hubungan antara debit dengan curah hujan maka dibuat klasifikasi variabilitas debit bulanan. Wilayah dengan klasifikasi koefisien variasi yang relatif kecil ($< 25\%$) mengandung arti bahwa wilayah tersebut secara hidrologis fluktuasi debitnya merata atau dapat diperkirakan sebelumnya. Sedangkan wilayah dengan klasifikasi koefisien variasi yang relatif tinggi ($> 55\%$) mengandung arti bahwa wilayah tersebut secara hidrologis fluktuasi debitnya tidak merata atau tidak dapat diperkirakan sebelumnya. Variabilitas debit bulanan dinyatakan dalam nilai koefisien variasi (dalam %). Klasifikasi yang dibuat untuk wilayah koefisien variasi debit bulanan di DAK Brantas adalah :

- Wilayah koefisien variasi dengan nilai koefisien variasi $< 25\%$
- Wilayah koefisien variasi dengan nilai koefisien variasi $25 - 35\%$
- Wilayah koefisien variasi dengan nilai koefisien variasi $35 - 45\%$
- Wilayah koefisien variasi dengan nilai koefisien variasi $45 - 55\%$
- Wilayah koefisien variasi dengan nilai koefisien variasi $> 55\%$

Selanjutnya distribusi koefisien variasi debit bulanan di DAK Brantas dapat diuraikan sebagai berikut :

1. Variabilitas Debit di Wilayah Hulu DAK Brantas

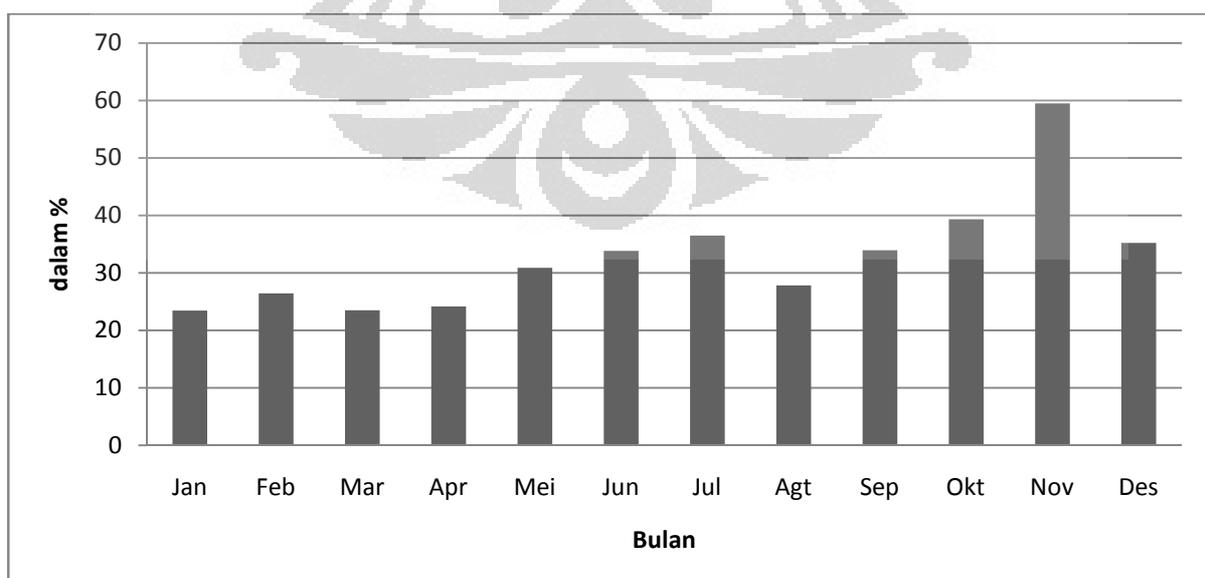
Data variabilitas debit di wilayah hulu berasal dari stasiun Sengguruh yang merupakan perwakilan untuk wilayah hulu DAK Brantas. Variabilitas debit stasiun Sengguruh didominasi oleh wilayah koefisien variasi dengan nilai koefisien variasi $< 25\%$. Nilai koefisien variasi tertinggi terjadi pada bulan November yaitu sebesar 44%, sedangkan nilai koefisien variasi terendah terjadi pada bulan Maret yaitu sebesar 14%. Secara keseluruhan variabilitas debit di wilayah hulu DAK Brantas adalah sebesar 25%. (Grafik 16.)



Grafik 16. Variabilitas Debit Wilayah Hulu Tahun 1998 – 2006

2. Variabilitas Debit di Wilayah Tengah DAK Brantas

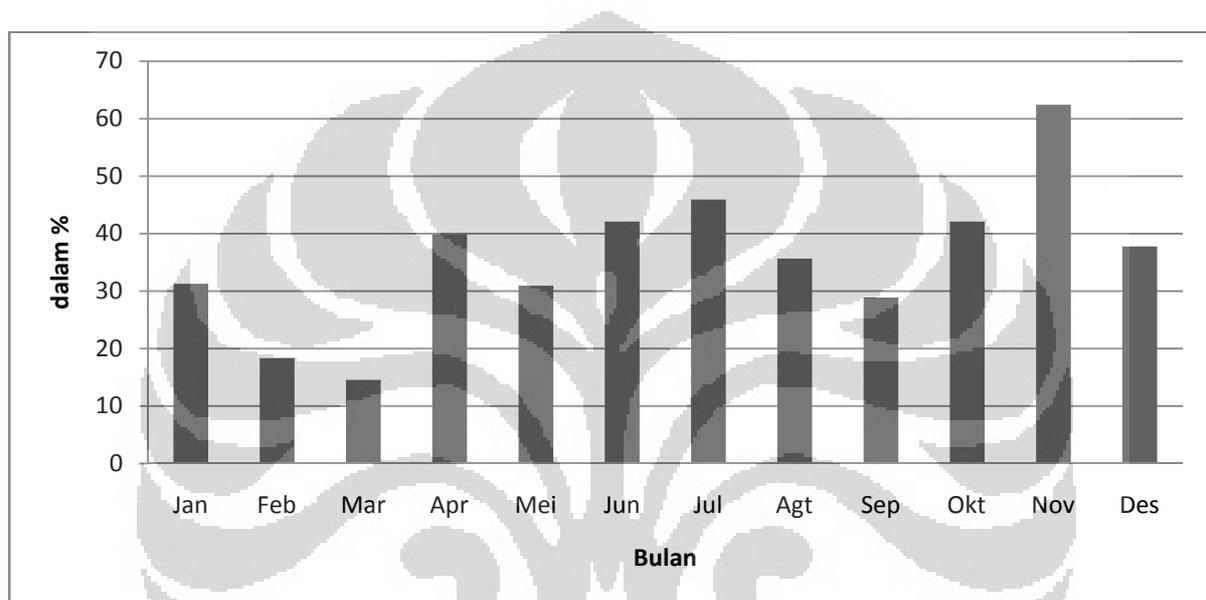
Data variabilitas debit di wilayah tengah berasal dari stasiun Kediri yang merupakan perwakilan untuk wilayah tengah DAK Brantas. Variabilitas debit stasiun Kediri didominasi oleh wilayah debit dengan nilai koefisien variasi 25 – 35%. Bulan November menjadi bulan dengan nilai koefisien variasi tertinggi yaitu sebesar 59%, sedangkan nilai koefisien variasi terendah terjadi pada bulan Januari dan Maret yaitu sebesar 23%. Secara keseluruhan variabilitas debit di wilayah tengah DAK Brantas adalah sebesar 33%. (Grafik 17.)



Grafik 17. Variabilitas Debit Wilayah Tengah Tahun 1998 – 2006

3. Variabilitas Debit di Wilayah Hilir DAK Brantas

Data variabilitas debit di wilayah tengah berasal dari stasiun Ploso yang merupakan perwakilan untuk wilayah tengah DAK Brantas. Variabilitas debit stasiun Ploso didominasi oleh wilayah debit dengan nilai koefisien variasi 35 – 45%. Bulan November menjadi bulan dengan nilai koefisien variasi tertinggi yaitu sebesar 62%, sedangkan nilai koefisien variasi terendah terjadi pada bulan Maret yaitu sebesar 15%. Secara keseluruhan variabilitas debit di wilayah hulu DAK Brantas adalah sebesar 36%. (Grafik 18.)



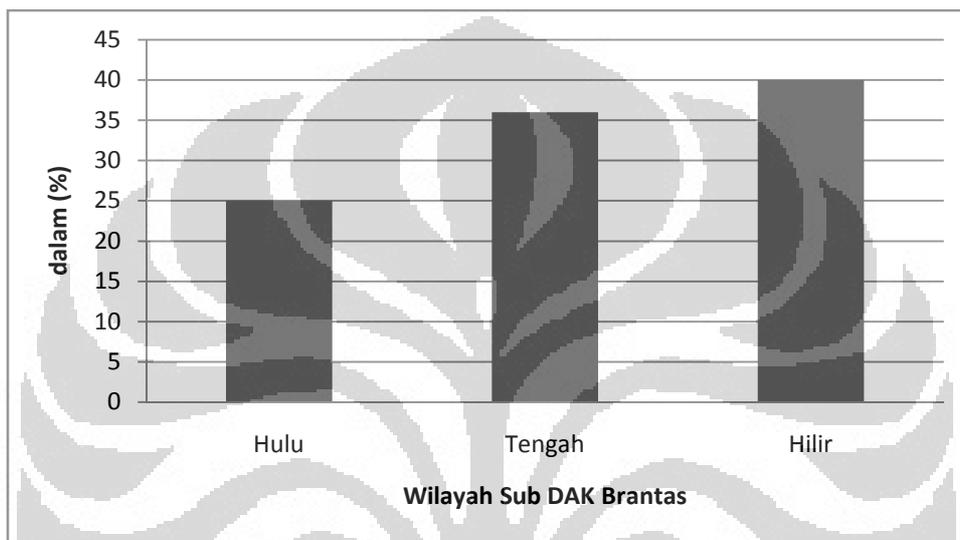
Grafik 18. Variabilitas Debit Wilayah Hilir Tahun 1998 – 2006

5.1.9 Variabilitas Debit Bulanan Selama 9 Tahun (1998 – 2006)

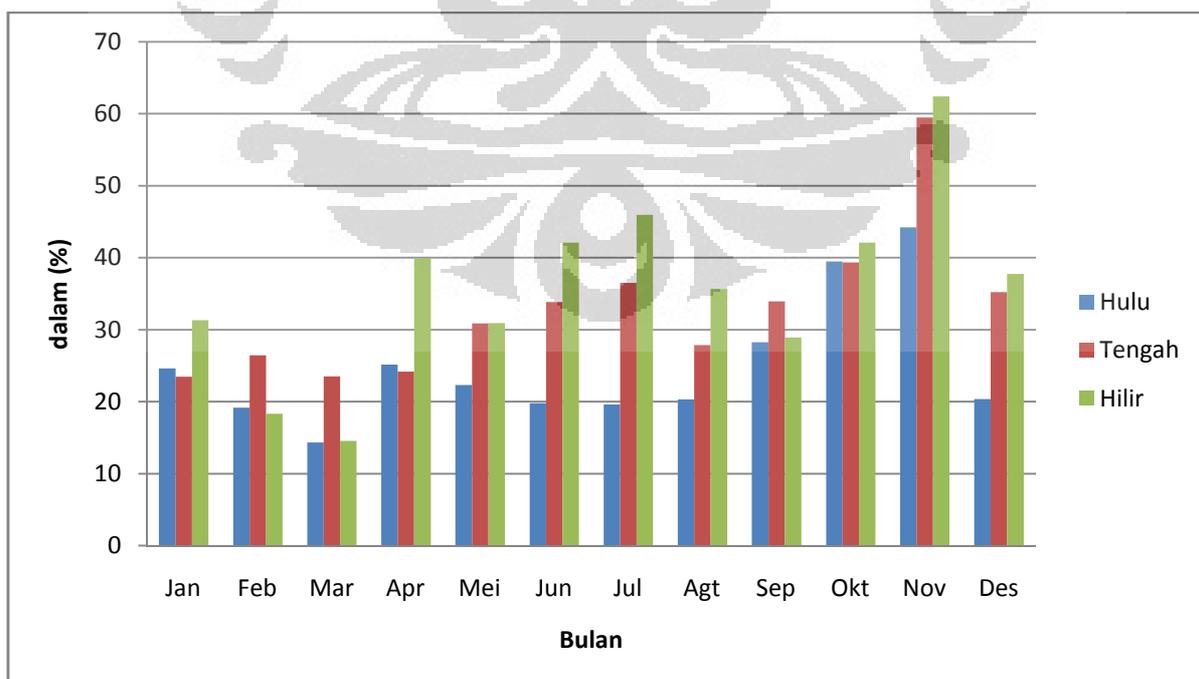
Selama kurun waktu 9 tahun (1998 – 2006) variabilitas debit bulanan di DAK Brantas lebih banyak didominasi oleh wilayah debit dengan nilai koefisien variasi $< 25\%$. Bulan Maret merupakan bulan yang mana ketiga stasiun debitnya memiliki nilai koefisien variasi $< 25\%$, bulan September merupakan bulan yang mana ketiga stasiun debitnya memiliki nilai koefisien variasi 25 – 35%, dan bulan Oktober merupakan bulan yang mana ketiga stasiun debitnya memiliki nilai koefisien variasi 35 – 45%. Pada bulan November terdapat dua stasiun yang termasuk wilayah debit dengan nilai koefisien variasi $> 55\%$. Nilai koefisien variasi tertinggi terdapat pada stasiun Ploso yaitu sebesar 62% yang terjadi pada bulan November. Sedangkan nilai koefisien variasi terendah terdapat pada stasiun Sengguruh yaitu sebesar 14% yang terjadi pada bulan Maret. Secara keseluruhan variabilitas debit di wilayah

hulu DAK Brantas adalah sebesar 25%, di wilayah tengah sebesar 33%, dan di wilayah hilir sebesar 36%. (Grafik 19. dan Grafik 20.)

Bila dilihat dari Gambar 13, 14, dan 15, untuk variabilitas debit di DAK Brantas terpengaruh dari masukan curah hujan yang berasal dari stasiun-stasiun curah hujan yang terdapat di daerah tangkapannya, dimana terdapat 25 stasiun curah hujan. Variabilitas debit dari hulu ke hilir semakin bertambah besaran debitnya, namun tidak demikian dengan variabilitas curah hujan, dimana wilayah tengah merupakan wilayah dengan variabilitas tertinggi.



Grafik 19. Variabilitas Debit Wilayah Sub DAK Brantas Tahun 1998 – 2006



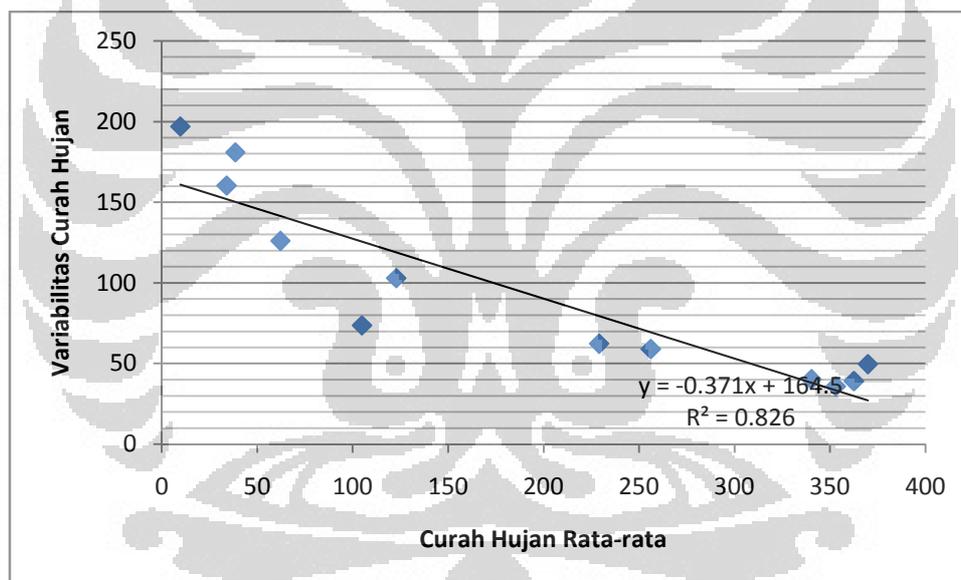
Grafik 20. Variabilitas Debit Bulanan Tahun 1998 – 2006

5.2 PEMBAHASAN

5.2.1 Hubungan antara Curah Hujan Rata-rata dengan Variabilitas Curah Hujan

Hasil korelasi antara curah hujan rata-rata dengan variabilitas curah hujan yaitu $R^2 = 0,826$. Hal ini menunjukkan korelasi yang terjadi antara curah hujan rata-rata dengan variabilitas curah hujan memiliki korelasi yang cukup kuat. Pada umumnya hubungan antara curah hujan rata-rata dengan variabilitas curah hujan di daerah penelitian memiliki korelasi berbanding terbalik secara temporal. Dimana semakin tinggi curah hujan semakin rendah variabilitasnya, begitu pula sebaliknya, semakin rendah curah hujan semakin tinggi variabilitasnya. (Grafik 21.)

Curah hujan rata-rata di wilayah hilir DAK Brantas merupakan yang tertinggi, sedangkan wilayah tengah menjadi yang terendah. Sedangkan variabilitas curah hujan di wilayah tengah merupakan yang tertinggi, sedangkan wilayah hilir menjadi yang terendah. (Grafik 5. dan Grafik 10.)

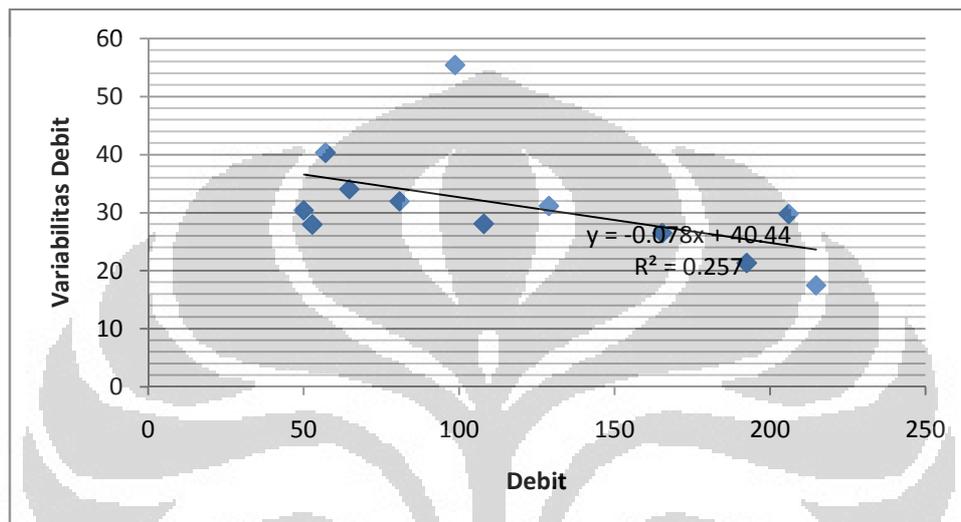


Grafik 21. Hubungan antara Curah Hujan Rata-rata dengan Variabilitas Curah Hujan

5.2.2 Hubungan antara Debit Rata-rata dengan Variabilitas Debit

Hasil korelasi antara debit rata-rata dengan variabilitas debit yaitu $R^2 = 0,257$. Hal ini menunjukkan korelasi yang terjadi antara curah hujan rata-rata dengan debit rata-rata memiliki korelasi yang tak terlalu kuat. Namun umumnya hubungan antara debit rata-rata dengan variabilitas debit di daerah penelitian memiliki korelasi berbanding terbalik secara temporal. Dimana semakin tinggi debit semakin rendah variabilitasnya, begitu pula sebaliknya, semakin rendah debit semakin tinggi variabilitasnya. (Grafik 22.)

Debit rata-rata dengan variabilitas debit memiliki pola yang sama, yaitu semakin ke hilir semakin tinggi nilainya. Hal ini terjadi karena baik debit rata-rata maupun variabilitas debit merupakan hasil akumulasi dari wilayah debit. Jadi debit rata-rata maupun variabilitas debit wilayah tengah merupakan akumulasi debit wilayah hulu dan tengah. Debit rata-rata maupun variabilitas debit wilayah hilir merupakan akumulasi debit wilayah hulu, tengah dan hilir. Hal ini menunjukkan bahwa debit rata-rata berbanding lurus dengan variabilitas debit. (Grafik 14. dan Grafik 19.)

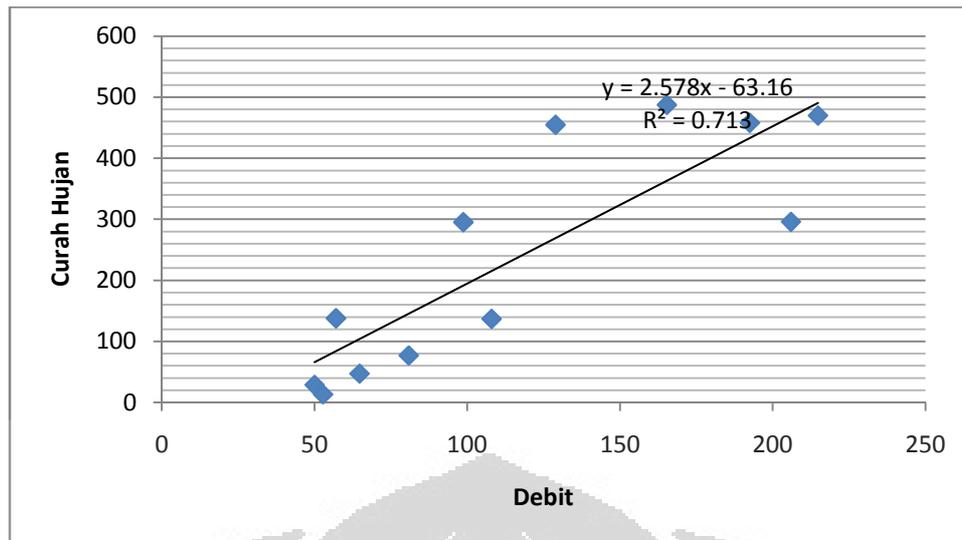


Grafik 22. Hubungan antara Debit Rata-rata dengan Variabilitas Debit

5.2.3 Hubungan antara Curah Hujan Rata-rata dengan Debit Rata-rata

Hasil korelasi antara curah hujan rata-rata dengan debit rata-rata yaitu $R^2 = 0,713$. Hal ini menunjukkan korelasi yang terjadi antara curah hujan rata-rata dengan debit rata-rata memiliki korelasi yang cukup kuat. Pada umumnya hubungan antara curah hujan rata-rata dengan debit rata-rata di daerah penelitian memiliki korelasi berbanding lurus secara temporal. Dimana semakin tinggi curah hujan maka debit akan semakin tinggi, begitu pula jika curah hujan rendah maka debit akan rendah. (Grafik 23.)

Curah hujan rata-rata di wilayah hilir DAK Brantas merupakan yang tertinggi, sedangkan wilayah tengah menjadi yang terendah. Sedangkan debit rata-rata semakin ke hilir semakin tinggi debatnya. Hal ini menunjukkan adanya akumulasi dari curah hujan di sungai. (Grafik 5. dan Grafik 14.)

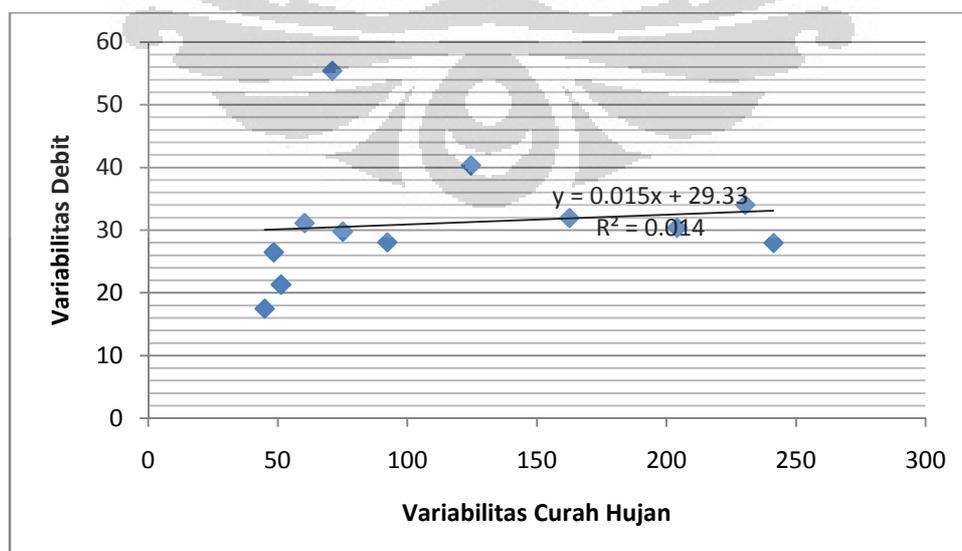


Grafik 23. Hubungan antara Curah Hujan Rata-rata dengan Debit Rata-rata

5.2.4 Hubungan antara Variabilitas Curah Hujan dengan Variabilitas Debit

Hasil korelasi antara variabilitas curah hujan dengan variabilitas debit yaitu $R^2 = 0,014$. Hal ini menunjukkan korelasi yang terjadi antara variabilitas curah hujan dengan variabilitas debit memiliki korelasi yang tak terlalu kuat. Namun secara umum hubungan antara variabilitas curah hujan dengan variabilitas debit di daerah penelitian memiliki korelasi berbanding lurus secara temporal. Dimana semakin tinggi curah hujan maka debit akan semakin tinggi, begitu pula jika curah hujan rendah maka debit akan rendah. (Grafik 24.)

Variabilitas curah hujan di wilayah tengah merupakan yang tertinggi, sedangkan wilayah hilir menjadi yang terendah. Variabilitas debit semakin ke hilir semakin tinggi variabilitasnya. (Grafik 10. dan Grafik 19.)



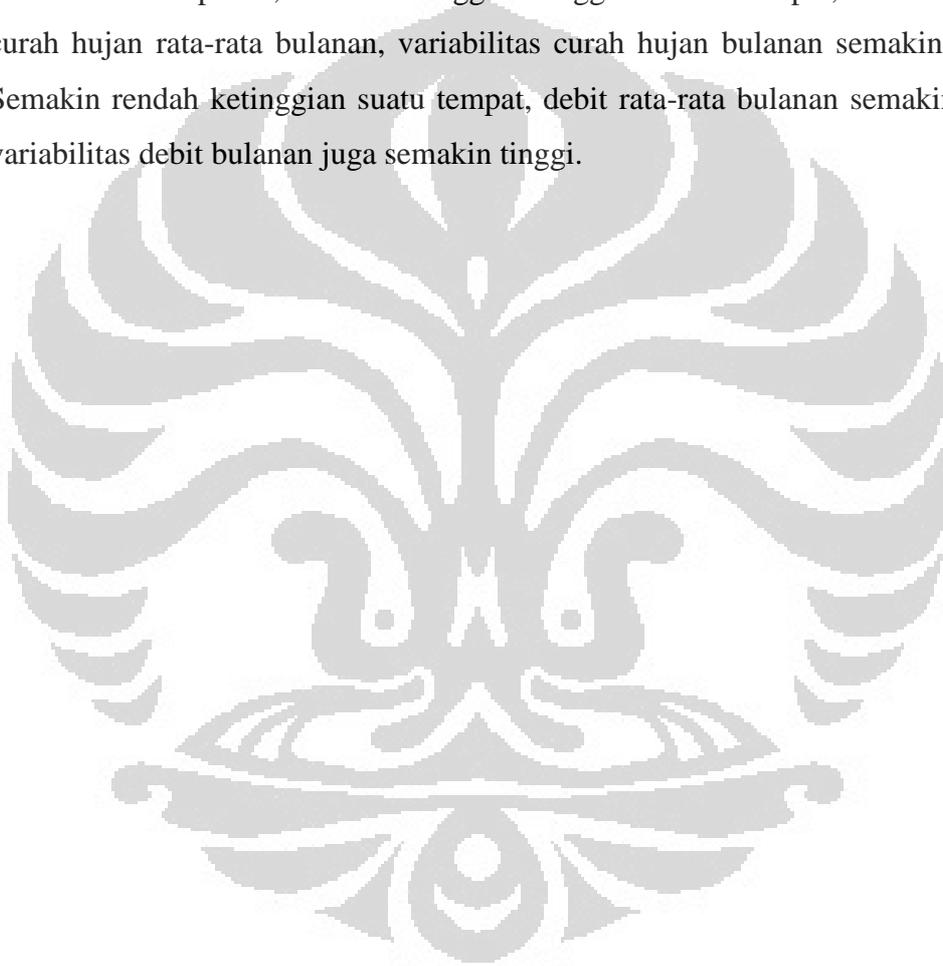
Grafik 24. Hubungan antara Variabilitas Curah Hujan dengan Variabilitas Debit

BAB VI

KESIMPULAN

Secara temporal, curah hujan rata-rata bulanan umumnya memiliki pola yang mirip dengan debit rata-rata bulanan. Begitu pula dengan variabilitas curah hujan bulanan umumnya memiliki pola yang mirip dengan variabilitas debit bulanan.

Secara spasial, semakin tinggi ketinggian suatu tempat, semakin tinggi curah hujan rata-rata bulanan, variabilitas curah hujan bulanan semakin rendah. Semakin rendah ketinggian suatu tempat, debit rata-rata bulanan semakin tinggi, variabilitas debit bulanan juga semakin tinggi.



DAFTAR PUSTAKA

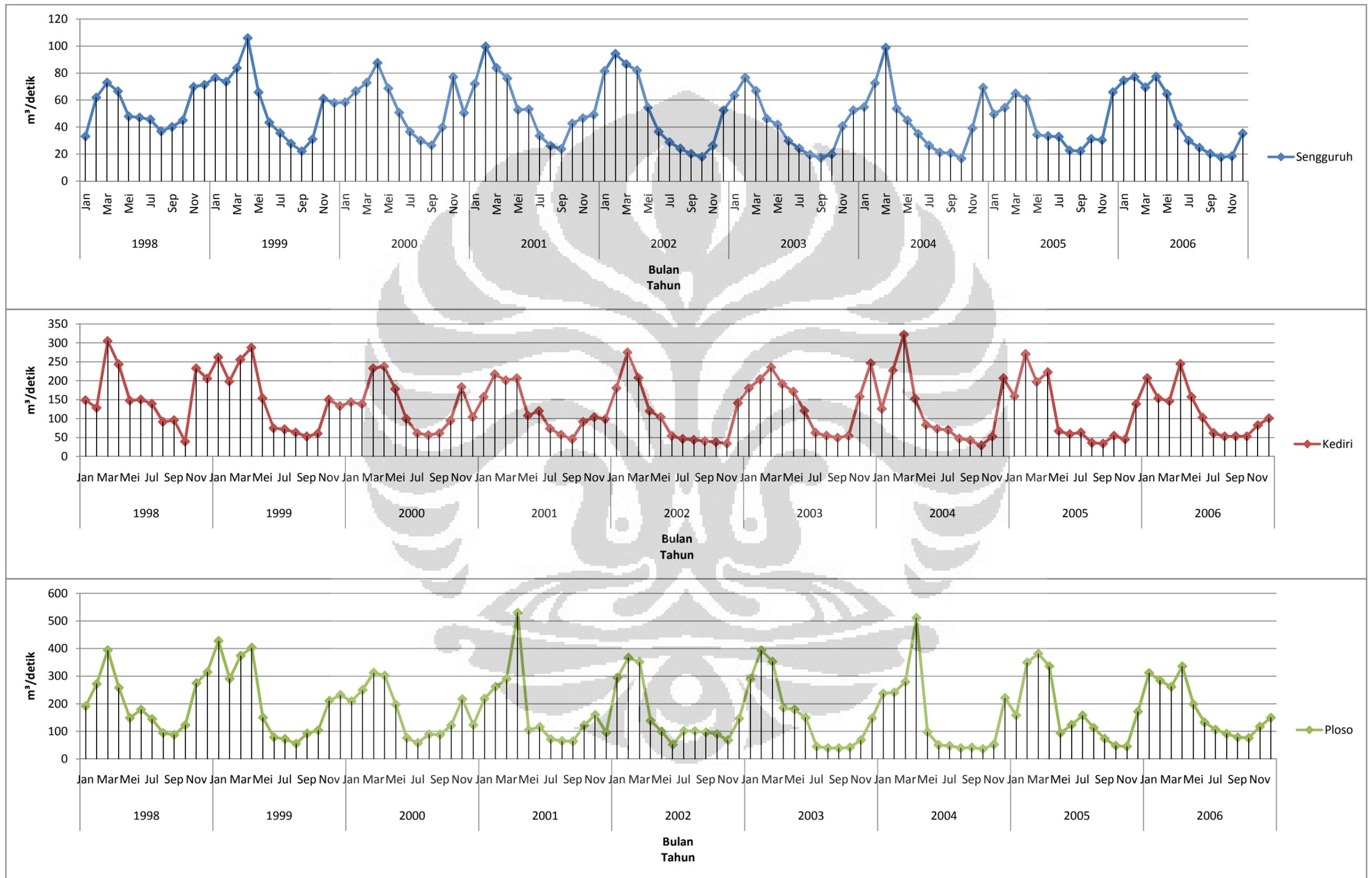
- Asdak, C. 1995. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. UGM-Press, Yogyakarta.
- Bintarto, R. dan Surastopo, H. 1987. *Metode Analisis Geografi*. LP3ES. Jakarta.
- Black, P. E., 1991. *Watershed Hydrology*. Prentice Hall, Englewood Cliffs. New Jersey. 408 hal.
- Bruce, P. J. dan Clark, R. M. 1996. *Introduction to Hydrometeorology*. Pergamon Press. Oxford.
- Faturrohmah, P. 1994. *Variabilitas Curah Hujan Bulanan di Daerah Aliran Ci Manuk*. Skripsi Sarjana. Departemen Geografi FMIPA Universitas Indonesia, Depok.
- Hadi, A.S. 2002. *Pola Distribusi Frekuensi Hari Hujan Besar di DAS Brantas Tahun 1991- 2001*. Skripsi Sarjana Jurusan Geografi FMIPA UI. Depok.
- Hartono, dkk. 2005. *Analisis Data Penginderaan Jauh dan SIG untuk Studi Sumber Daya Air Permukaan DAS Rawa Biru Merauke Papua*. <http://www.ns.ui.ac.id/seminar2005/Data/J2E-06.pdf> (10 April 2011).
- Kartono, H. dkk. 1989. *Esensi Pembangunan Wilayah dan Penggunaan Tanah Berencana*. Jurusan Geografi FMIPA UI. Depok.
- Karunia. 1989. *Wilayah Kikisan dan Wilayah Pengendapan Serta Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Tingkat Erosinya di Daerah Aliran Ci Sanggarung Jawa Barat*. Skripsi Sarjana. Jurusan Geografi FMIPA UI. Depok.
- Marganingrum, D. dkk. 2009. *Studi Korelasi Pola Distribusi Curah Hujan dan Indeks ENSO di Cekungan Bandung*. Prosiding Pemaparan Hasil Penelitian Puslit Geoteknologi – LIPI 2009. Peran Puslit Geoteknologi dalam Optimalisasi Pemanfaatan Sumber Daya Alam dan Mitigasi Kebencanaan di Indonesia. Bandung, 3 Desember 2009. ISBN: 978-979-8636-16-5.
- Nurlambang, T. 1988. *Perluasan Banjir Akibat Perubahan Penggunaan Tanah di Daerah Aliran Citarum Wilayah Hulu*. Skripsi Sarjana Geografi FMIPA UI. Depok.
- Perum Jasa Tirta I. 2005. *Tinjauan Hidrologi dan Sedimentasi DAS Kali Brantas Hulu*. Dipresentasikan dalam *Diskusi Terbatas “Masalah dan Model*

- Penanganan Daerah Kritis di Jawa Timur” pada 15 November 2005.*
Jawa Timur-Indonesia.
- Sandy, I. M. 1982. *A Preliminary Statistical Investigation on The Rainfall of Java.* Departemen Geografi FMIPA Universitas Indonesia, Depok.
- Sandy, I. M. 1987. *Iklim Regional Indonesia.* Departemen Geografi FMIPA Universitas Indonesia, Depok.
- Sandy, I. M. 1996. *Republik Indonesia Geografi Regional.* Departemen Geografi FMIPA Universitas Indonesia, Depok.
- Sawitri, A. R. 1995. *Variabilitas Curah Hujan di Daerah Aliran Ci Mandiri.* Skripsi Sarjana. Departemen Geografi FMIPA Universitas Indonesia, Depok.
- Seyhan, E. 1990. *Dasar-dasar Hidrologi.* Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Sobirin, dan Agus S. H. 2003. *Wilayah Potensi Bencana Daerah Aliran Sungai Brantas.* Dipresentasikan dalam *Seminar Nasional Pertemuan Ilmiah Tahunan Ikatan Geografi Indonesia ke-5 di IKIP Negeri Singaraja Bali pada 17-18 Oktober 2003.* Depok-Indonesia.
- Sosrodarsono, S. dan K. Takeda. 2003. *Hidrologi Untuk Pengairan.* Pradnya Paramita, Jakarta.
- Sribimawati, T. 1998. *Prakiraan Iklim untuk DAS Brantas.* Prosiding ESDAL 1998.
- Sukardi, S. 1997. *Variabilitas Curah Hujan di Daerah Aliran Ci Sadane.* Skripsi Sarjana. Departemen Geografi FMIPA Universitas Indonesia, Depok.
- Supranto, J. 2008. *Statistik Teori dan Aplikasi.* Penerbit : Erlangga, Jakarta.
- Sutrisno, C. 1988. *Prakiraan Iklim dalam Mendukung Perkembangan Pertanian.* Prosiding Simposium II Meteorologi Pertanian Bogor, Perhimpni.
- Syaifullah, D. 2004. *Karakteristik Curah Hujan dan Debit Sungai Daerah Aliran Sungai Brantas Jawa Timur.* Jurnal Meteorologi dan Geofisika Vol. 5 No. 4 Desember 2004. Badan Meteorologi dan Geofisika. Jakarta.
- Takeuchi, K. A.W. Jayawardena and Y. Takahasi (eds.). 1995. *Catalogue of Rivers for Southeast Asia and the Pasific – volume 1.* The UNESCO-IHP Regional Steering Committee for Southeast Asia and the Pasific.

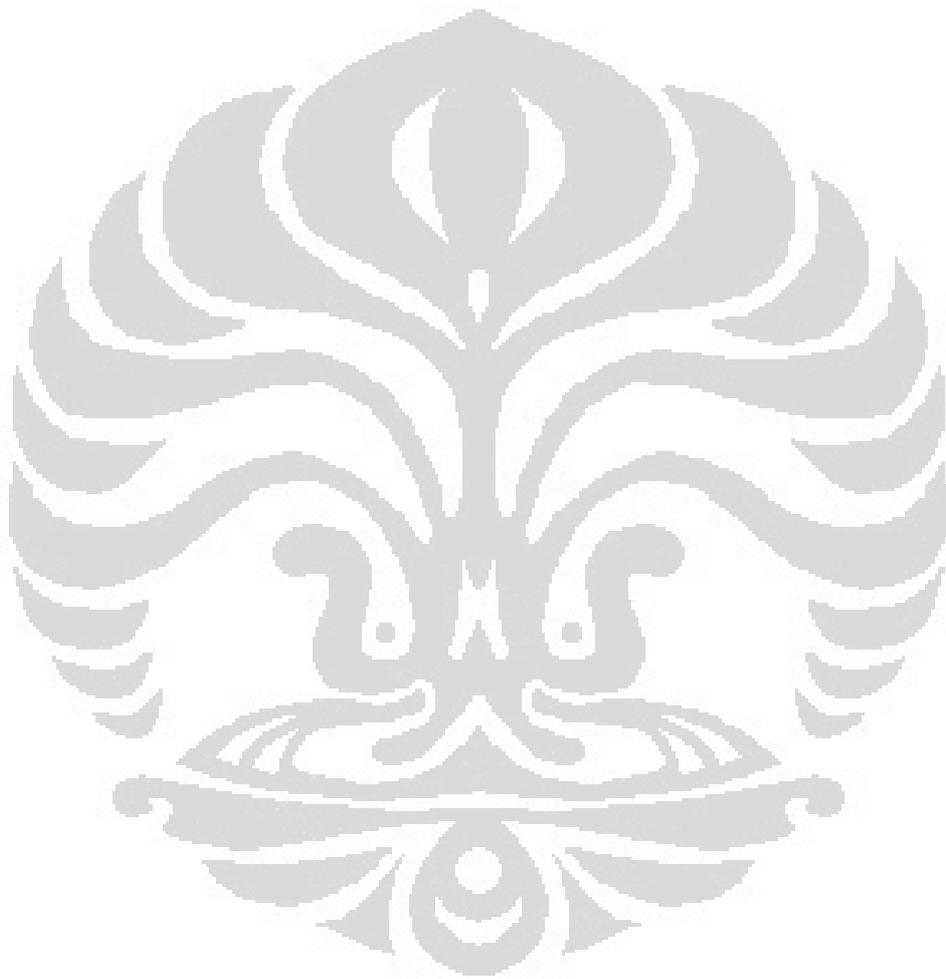
- Tjasyono, B., 1991. *Biografi di Indonesia: Iklim dan kaitannya terhadap tanah, vegetasi, dan pengembangan sumberdaya alam*. Pusat Penelitian Sumberdaya Alam dan Lingkungan. Universitas Padjadjaran.
- Visa, J. 2007. *Fenomena Atmosfer yang Mempengaruhi Hujan di Wilayah Equator (Padang dan Pontianak)*. Prosiding Seminar Nasional Studi, Pendidikan dan Penerapan MIPA. UNY-Yogyakarta 25 Agustus 2007. ISBN: 978-970-99314-2-9.
- Winarni, S. 1996. *Variabilitas Curah Hujan dan Frekuensi Hari Hujan di Daerah Aliran Kali Serayu*. Skripsi Sarjana. Departemen Geografi FMIPA Universitas Indonesia, Depok.



Grafik 25. Debit Rata-rata Bulanan Per Stasiun Debit dalam Kurun Waktu 1998 - 2006



LAMPIRAN



Lampiran 1

Klasifikasi Curah Hujan Rata-rata Bulanan Hulu (dalam mm/bulan)

Stasiun	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nov	Des
Poncokusumo	367	325	331	227	81	45	35	4	22	99	280	371
Wagir	368	279	370	154	87	76	34	9	43	117	251	422
Tangkil	300	267	315	225	100	74	35	13	28	103	297	346
Dampit	329	294	304	178	76	80	45	19	81	150	241	376
Sengguruh	245	232	345	240	110	61	46	5	31	119	233	369
Singosari	354	342	331	190	106	55	47	9	16	100	245	276
Jabung	323	346	305	251	130	46	27	10	27	116	334	388
Batu	241	287	230	145	65	22	19	7	23	77	191	268

Lampiran 2

Klasifikasi Curah Hujan Rata-rata Bulanan Tengah (dalam mm/bulan)

Stasiun	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nov	Des
Doko	381	345	414	295	136	78	63	5	66	222	369	504
Kediri	312	298	263	193	105	48	27	4	9	45	137	256
Semen	472	416	419	371	153	116	71	21	85	295	497	570
Tugu	231	200	219	149	91	56	23	13	26	96	183	182
Wates K	253	273	316	233	129	57	42	3	36	69	164	263
Jeli	370	331	330	285	80	63	25	1	32	88	143	287
Sumber A	359	282	398	294	142	112	76	9	72	191	360	458
Wilis	636	468	589	411	169	154	64	13	48	188	333	489
W Wlingi	592	492	500	374	156	99	43	19	83	235	499	725
Wlingi Dam	307	234	288	167	58	57	41	2	27	115	197	316
Tunggorono	887	754	738	557	279	161	121	15	153	449	773	1046
Birowo	349	307	362	194	67	21	24	3	36	97	249	367
Sutami Dam	269	219	299	159	55	45	23	15	27	92	210	247

Lampiran 3

Klasifikasi Curah Hujan Rata-rata Bulanan Hilir (dalam mm/bulan)

Stasiun	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nov	Des
Berbek	474	434	375	283	119	51	22	7	3	94	213	337
Kertosono	258	228	311	139	89	46	43	15	3	77	143	274
Pujon	223	256	216	137	62	19	16	7	22	79	169	240
Selorejo	464	559	488	252	113	72	40	12	30	110	246	422

Lampiran 4

Klasifikasi Koefisien Variasi Curah Hujan Bulanan Hulu (dalam %)

Stasiun	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nov	Des
Poncokusumo	34	24	33	56	83	107	219	154	123	100	46	35
Wagir	37	38	17	36	70	108	185	136	87	84	44	39
Tangkil	42	35	23	41	78	121	211	113	116	107	36	37
Dampit	54	36	33	74	82	126	117	214	146	92	70	46
Sengguruh	48	28	26	55	91	100	171	211	149	108	62	59
Singosari	71	70	68	151	85	128	247	280	279	101	86	77
Jabung	23	29	47	44	58	114	271	206	117	78	42	36
Batu	45	30	37	74	72	101	186	171	181	103	67	60

Lampiran 5

Klasifikasi Koefisien Variasi Curah Hujan Bulanan Tengah (dalam %)

Stasiun	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nov	Des
Doko	37	39	17	42	70	111	182	125	178	90	40	44
Kediri	38	25	34	62	82	170	191	231	148	99	81	37
Semen	18	36	22	41	69	123	138	128	141	77	29	30
Tugu	35	47	45	69	57	98	155	176	177	87	49	50
Wates K	45	57	47	45	61	148	150	199	156	102	59	46
Jeli	42	34	42	73	87	136	262	172	216	120	116	74
Sumber A	25	43	19	37	55	130	162	265	123	74	26	40
Wilis	45	46	64	52	79	137	167	140	165	107	91	43
W Wlingi	20	45	24	31	53	119	114	144	104	75	36	27
Wlingi Dam	33	35	42	53	78	137	165	300	142	99	57	58
Tunggorono	28	43	20	38	57	114	127	106	155	81	41	30
Birowo	45	34	50	77	73	153	202	228	157	99	69	46
Sutami Dam	38	27	54	49	65	134	176	206	138	97	67	48

Lampiran 6

Klasifikasi Koefisien Variasi Curah Hujan Bulanan Hilir (dalam %)

Stasiun	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nov	Des
Berbek	23	52	47	84	79	147	226	262	215	133	70	57
Kertosono	44	52	27	58	63	156	119	268	131	113	58	54
Pujon	47	36	36	77	70	100	201	186	181	105	65	65
Selorejo	40	40	30	59	89	131	147	160	183	126	53	48

Lampiran 7

Debit Rata-rata Bulanan (dalam m³/detik)

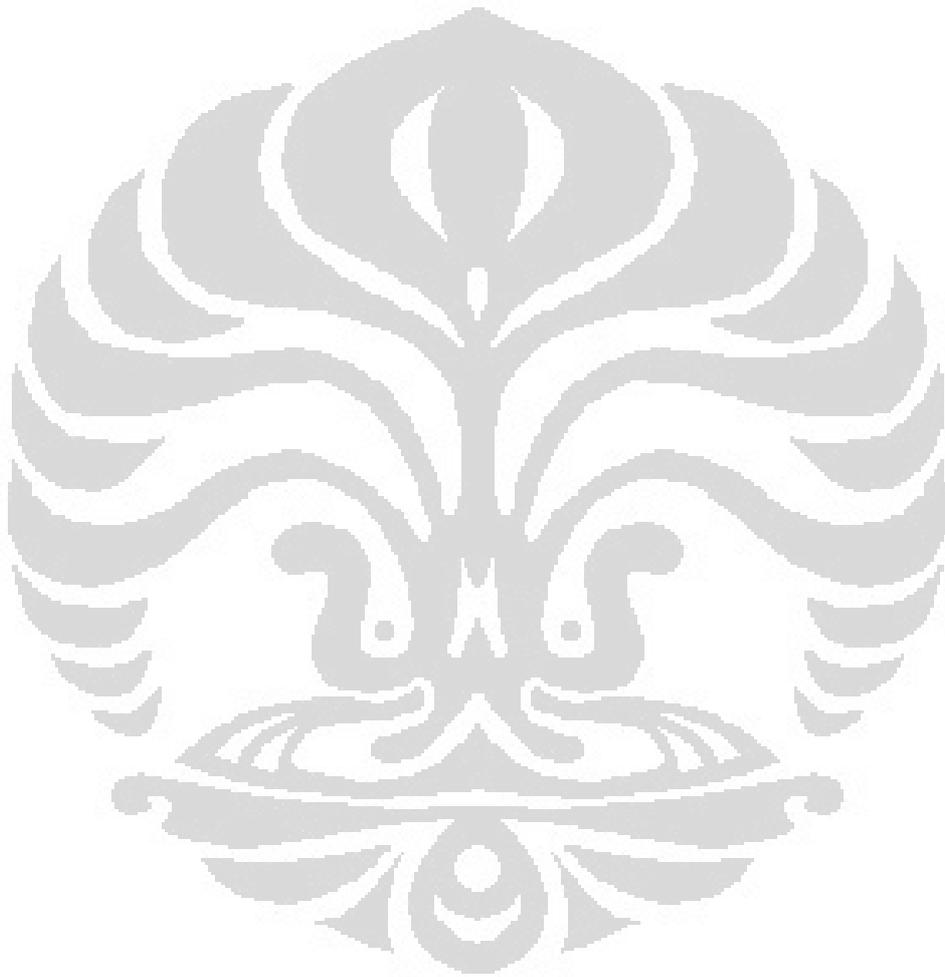
Stasiun	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nov	Des
Hulu	63	75	78	73	53	41	33	26	24	29	45	56
Tengah	174	201	234	212	130	95	72	56	53	57	116	153
Hilir	260	301	333	333	141	106	89	76	73	85	135	178

Lampiran 8

Koefisien Variasi Debit Bulanan (dalam %)

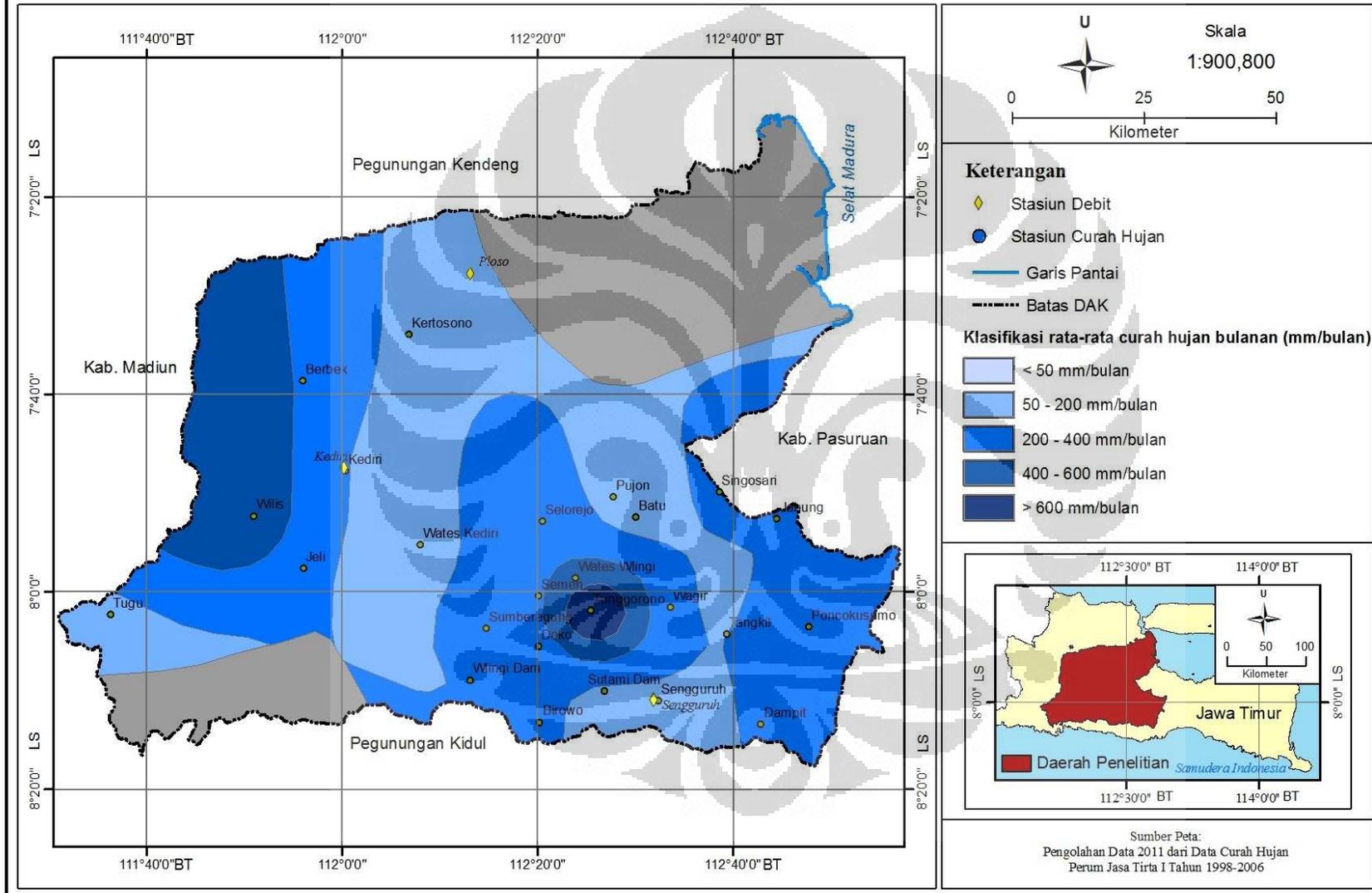
Stasiun	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nov	Des
Hulu	25	19	14	25	22	20	20	20	28	39	44	20
Tengah	23	26	23	24	31	34	36	28	34	39	59	35
Hilir	31	18	15	40	31	42	46	36	29	42	62	38

PETA



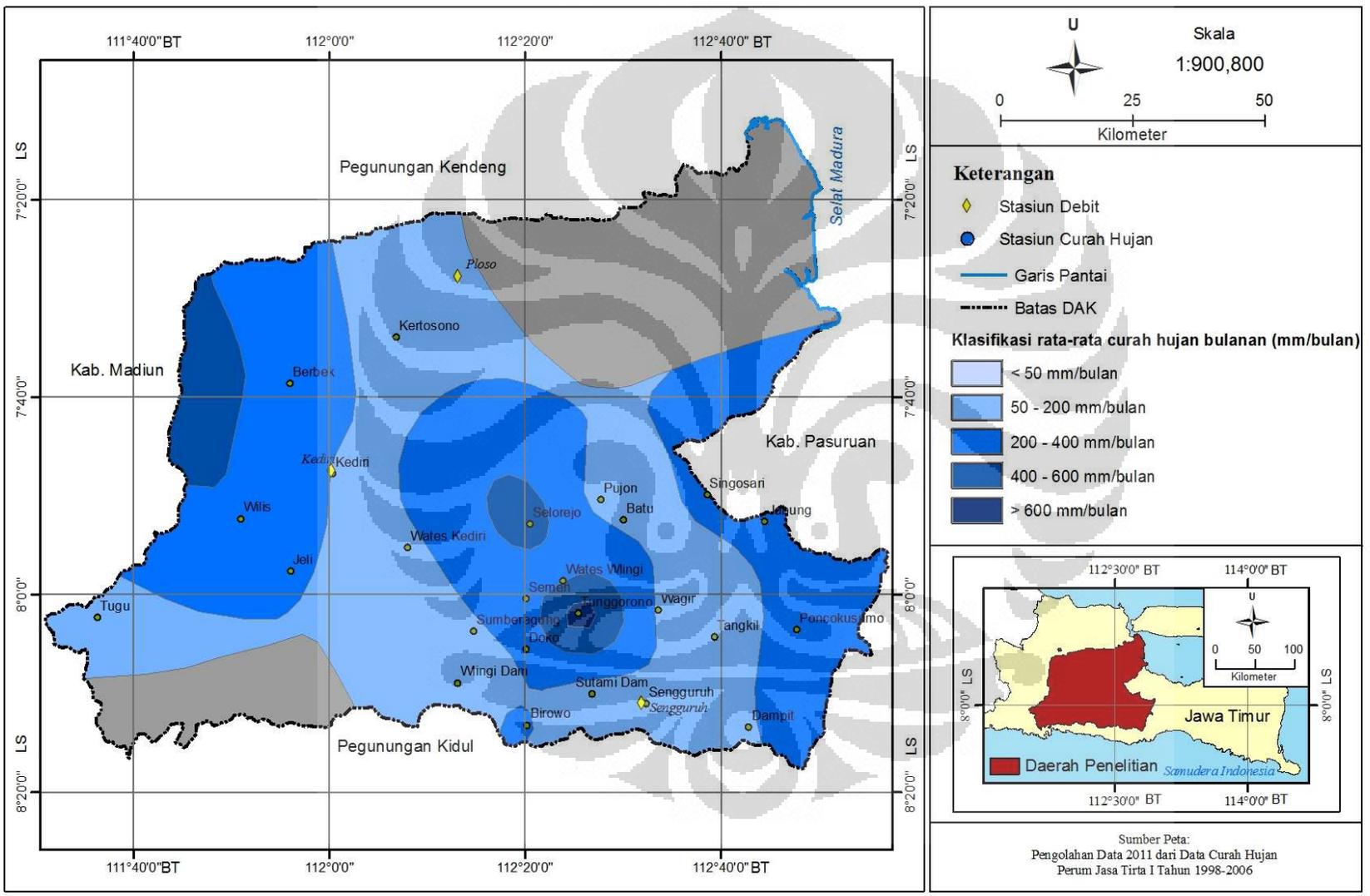
PETA 1

CURAH HUJAN RATA-RATA BULANAN DAERAH ALIRAN KALI BRANTAS BULAN JANUARI



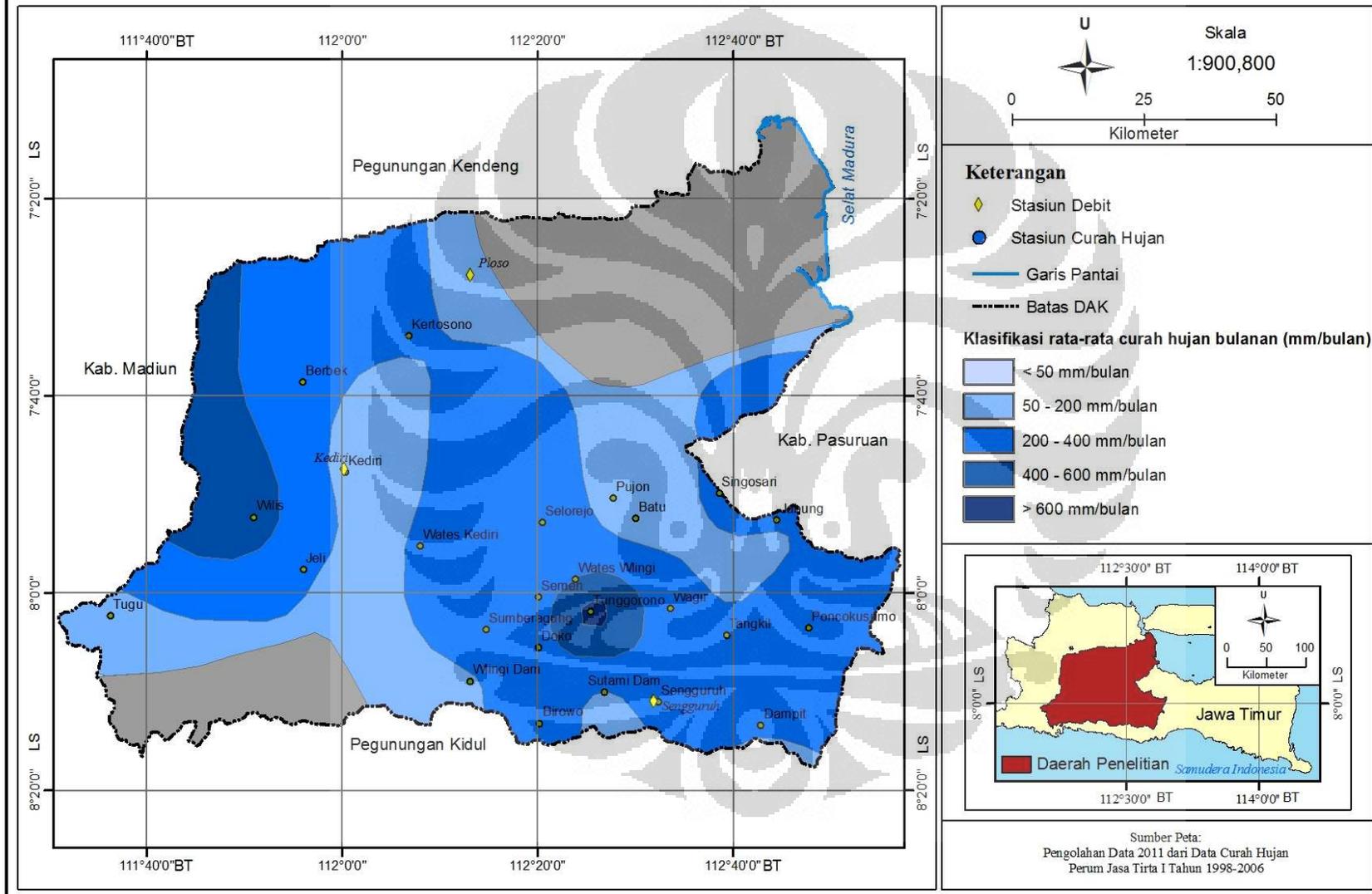
PETA 2

CURAH HUJAN RATA-RATA BULANAN DAERAH ALIRAN KALI BRANTAS BULAN FEBRUARI



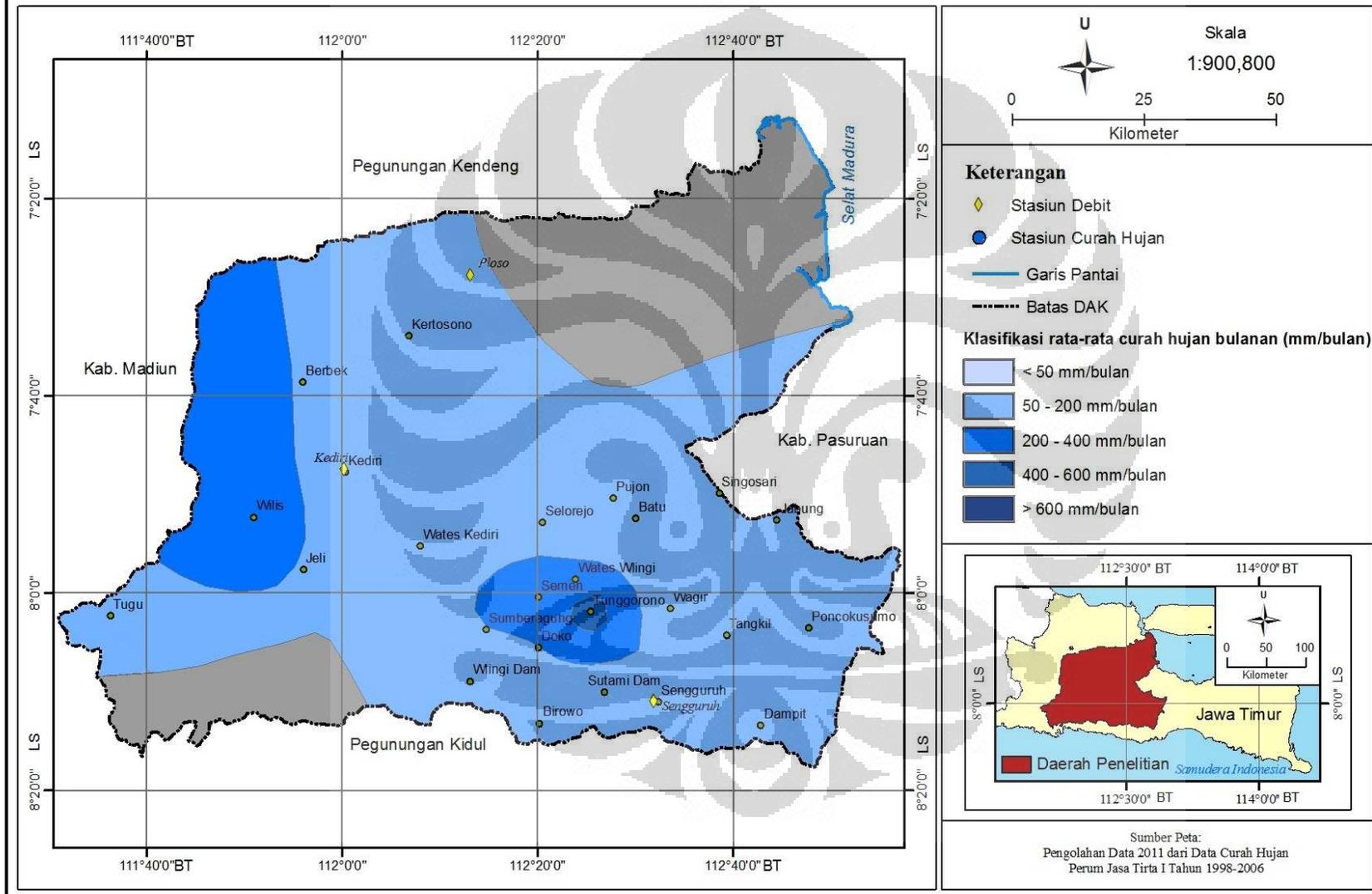
PETA 3

CURAH HUJAN RATA-RATA BULANAN DAERAH ALIRAN KALI BRANTAS BULAN MARET



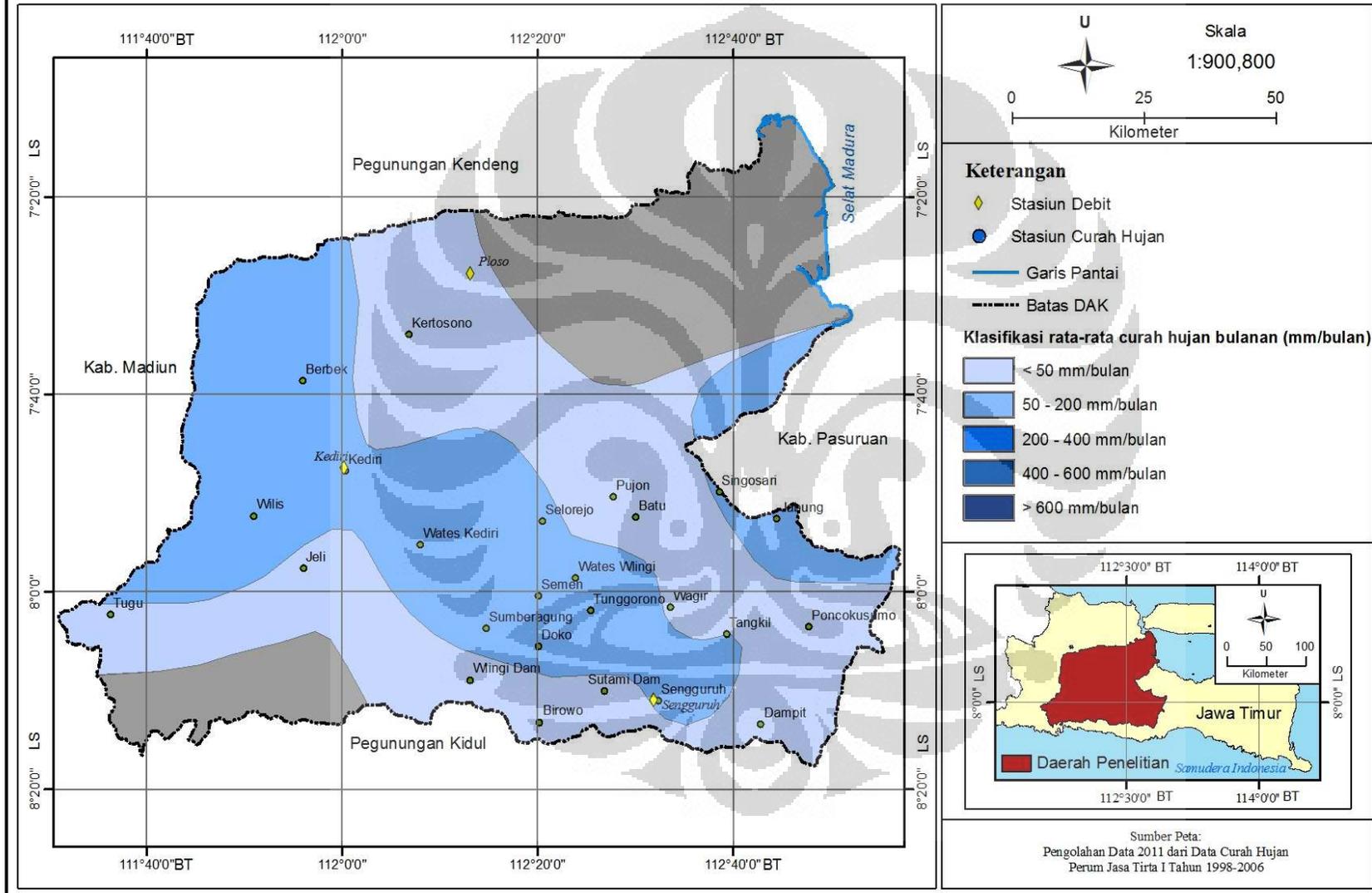
PETA 4

CURAH HUJAN RATA-RATA BULANAN DAERAH ALIRAN KALI BRANTAS BULAN APRIL



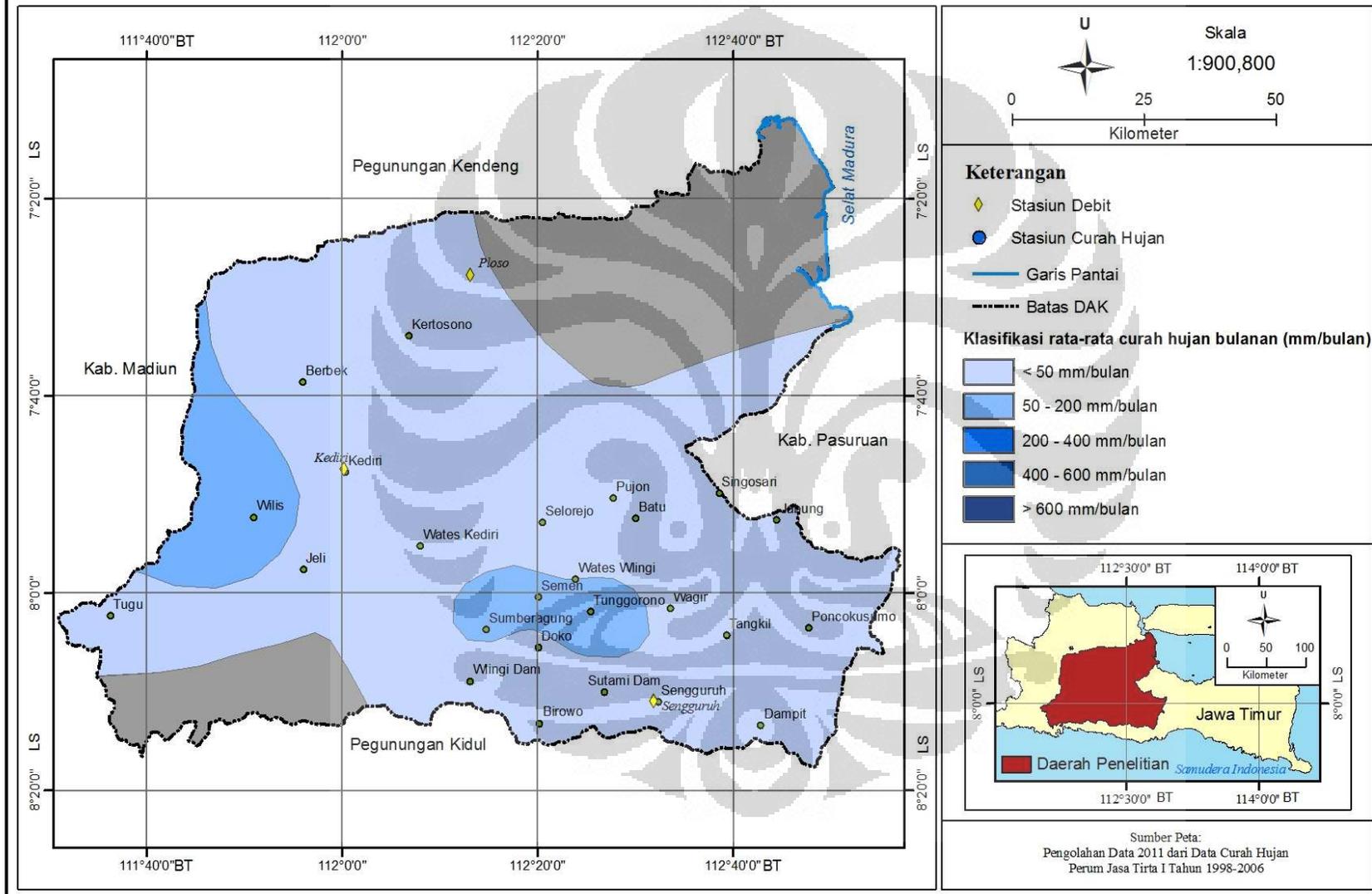
PETA 5

CURAH HUJAN RATA-RATA BULANAN DAERAH ALIRAN KALI BRANTAS BULAN MEI



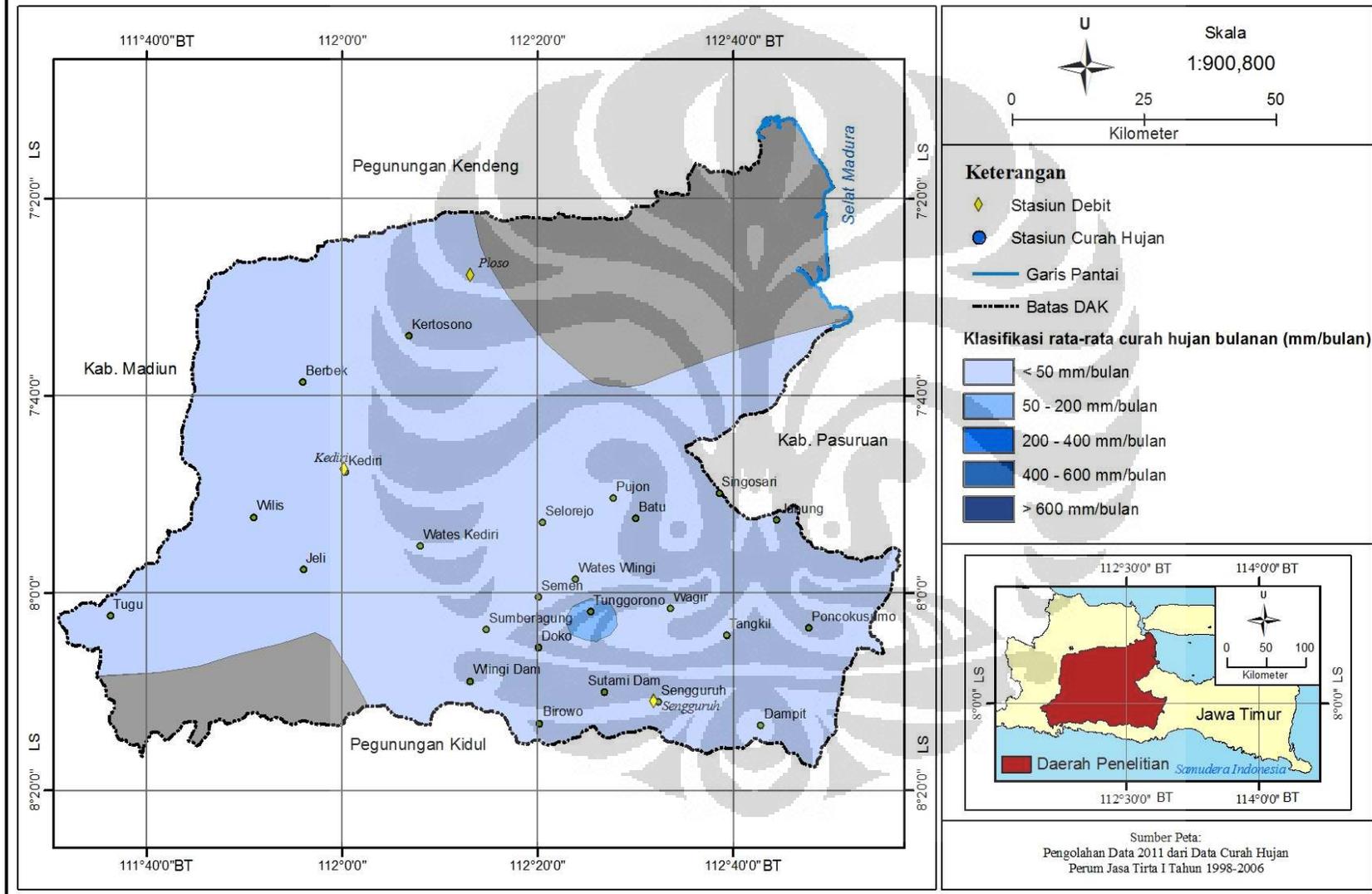
PETA 6

CURAH HUJAN RATA-RATA BULANAN DAERAH ALIRAN KALI BRANTAS BULAN JUNI



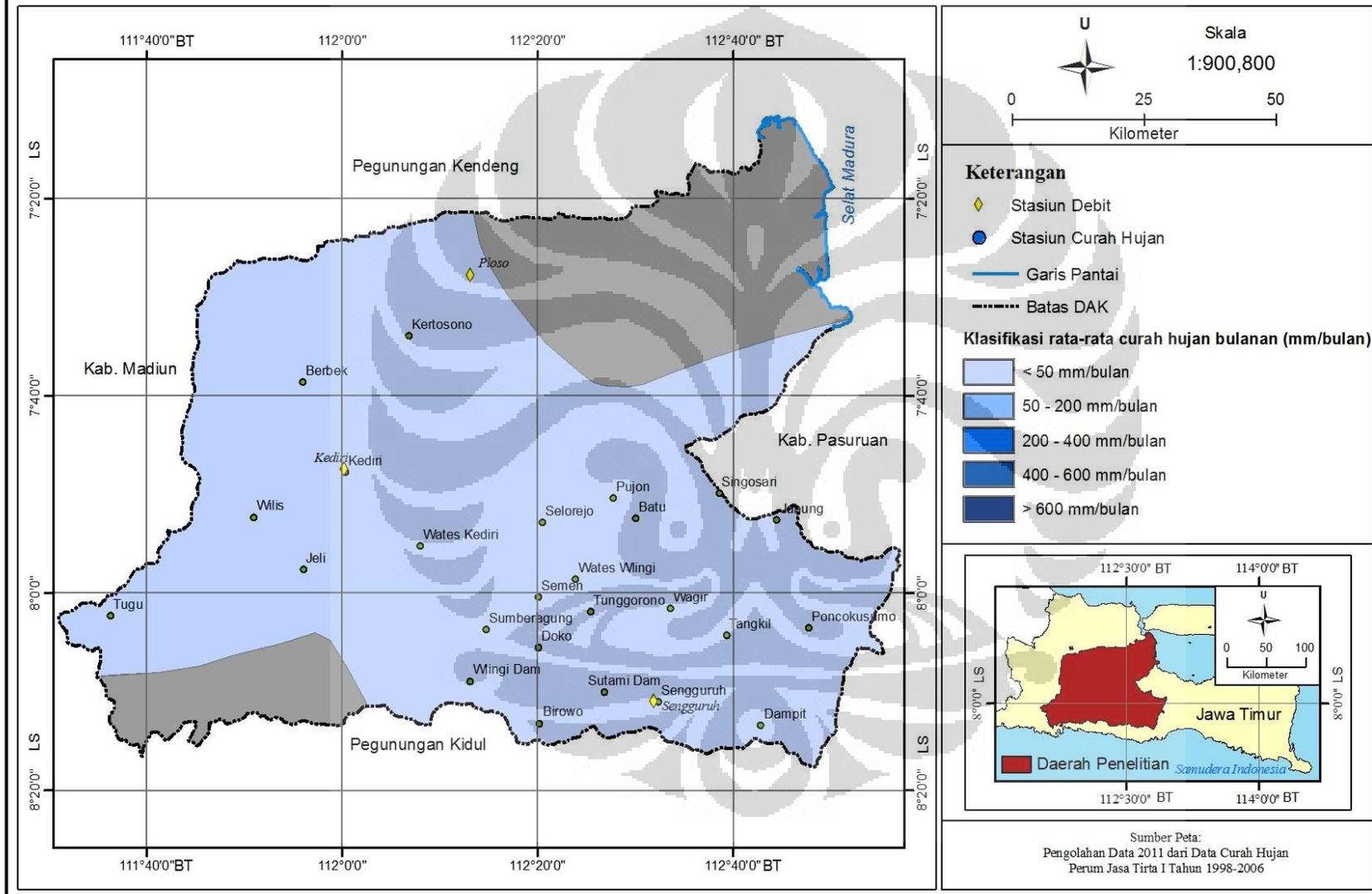
PETA 7

CURAH HUJAN RATA-RATA BULANAN DAERAH ALIRAN KALI BRANTAS BULAN JULI



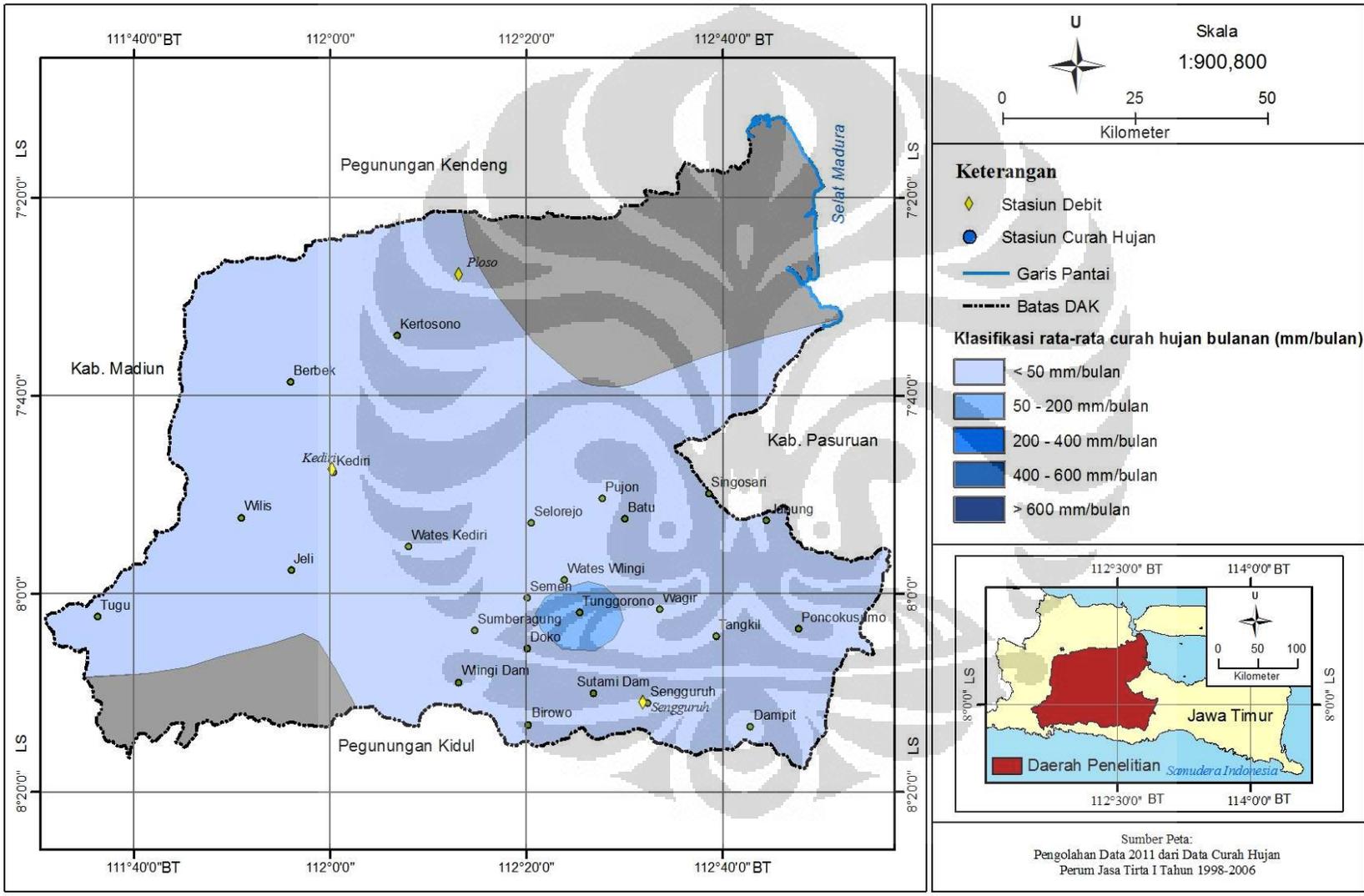
PETA 8

CURAH HUJAN RATA-RATA BULANAN DAERAH ALIRAN KALI BRANTAS BULAN AGUSTUS



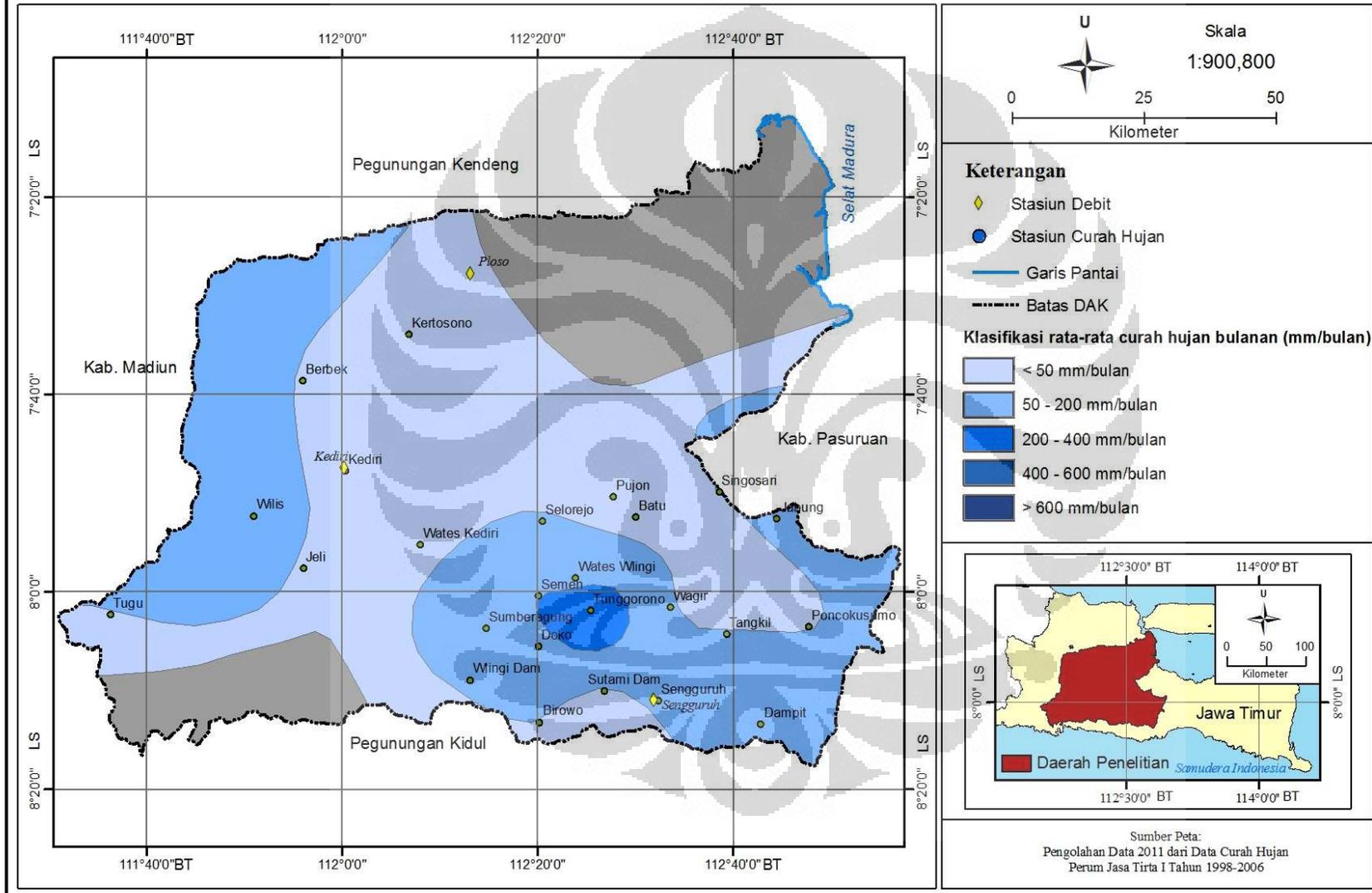
PETA 9

CURAH HUJAN RATA-RATA BULANAN DAERAH ALIRAN KALI BRANTAS BULAN SEPTEMBER



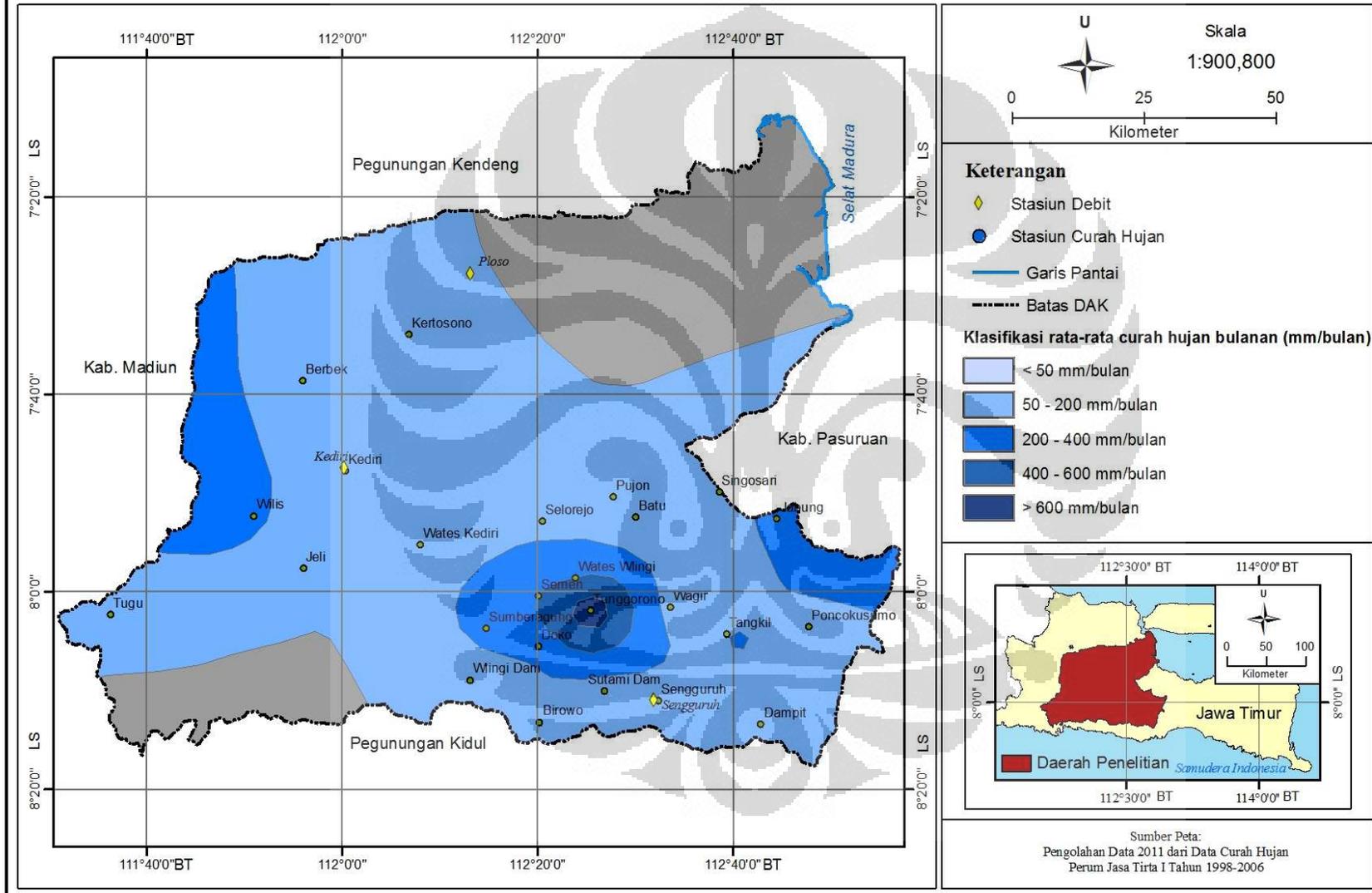
PETA 10

CURAH HUJAN RATA-RATA BULANAN DAERAH ALIRAN KALI BRANTAS BULAN OKTOBER



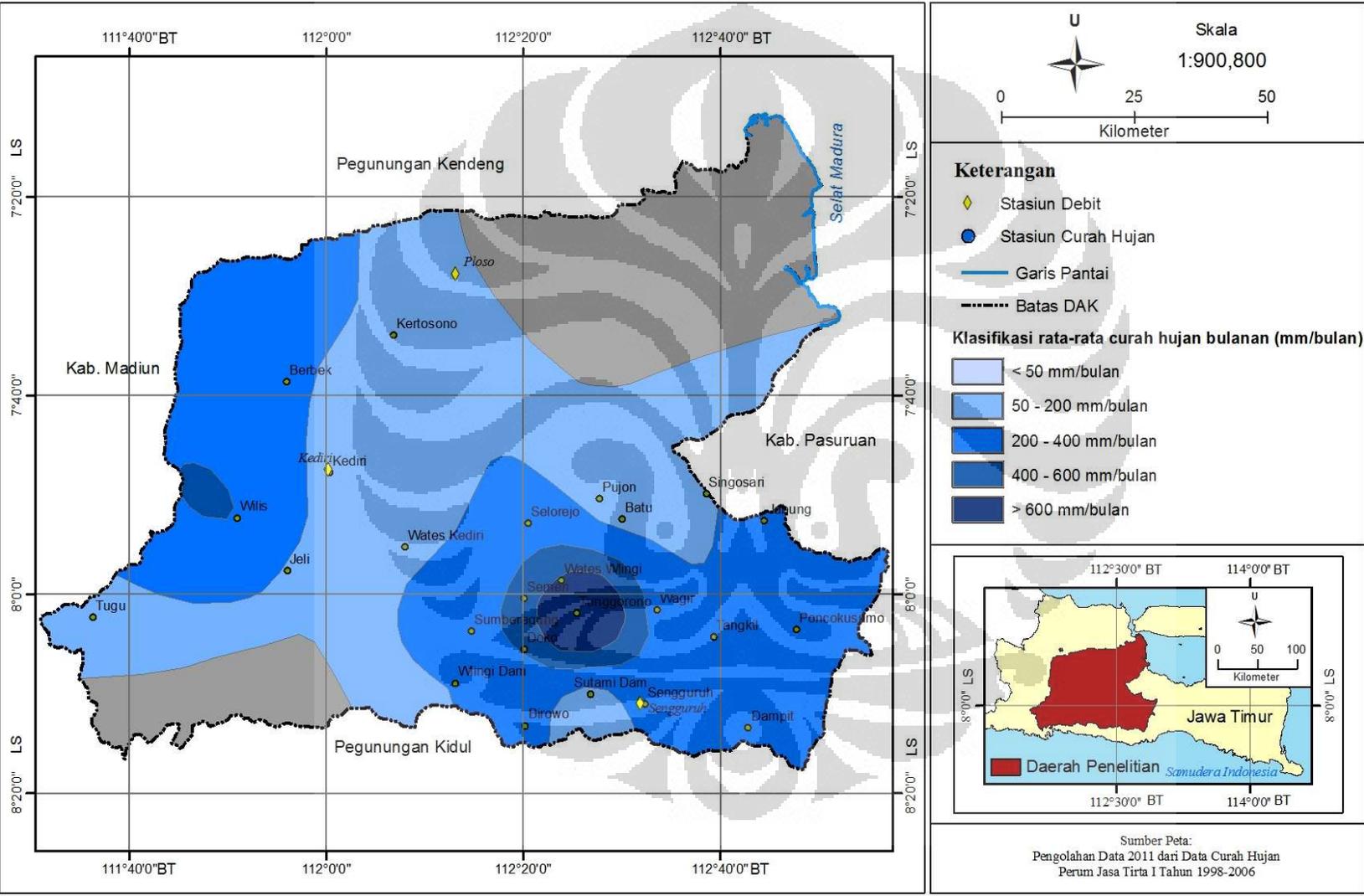
PETA 11

CURAH HUJAN RATA-RATA BULANAN DAERAH ALIRAN KALI BRANTAS BULAN NOVEMBER



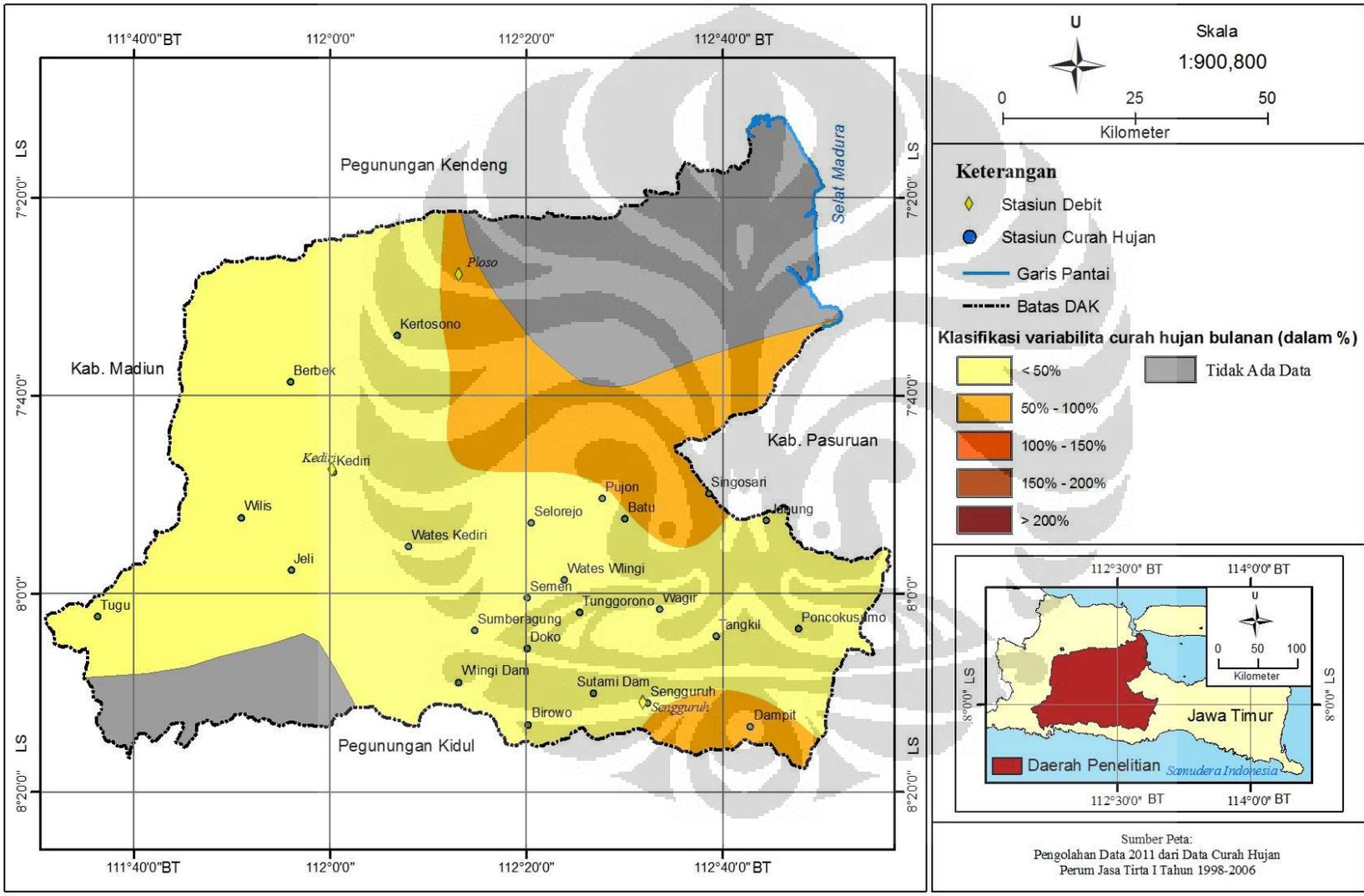
PETA 12

CURAH HUJAN RATA-RATA BULANAN DAERAH ALIRAN KALI BRANTAS BULAN DESEMBER



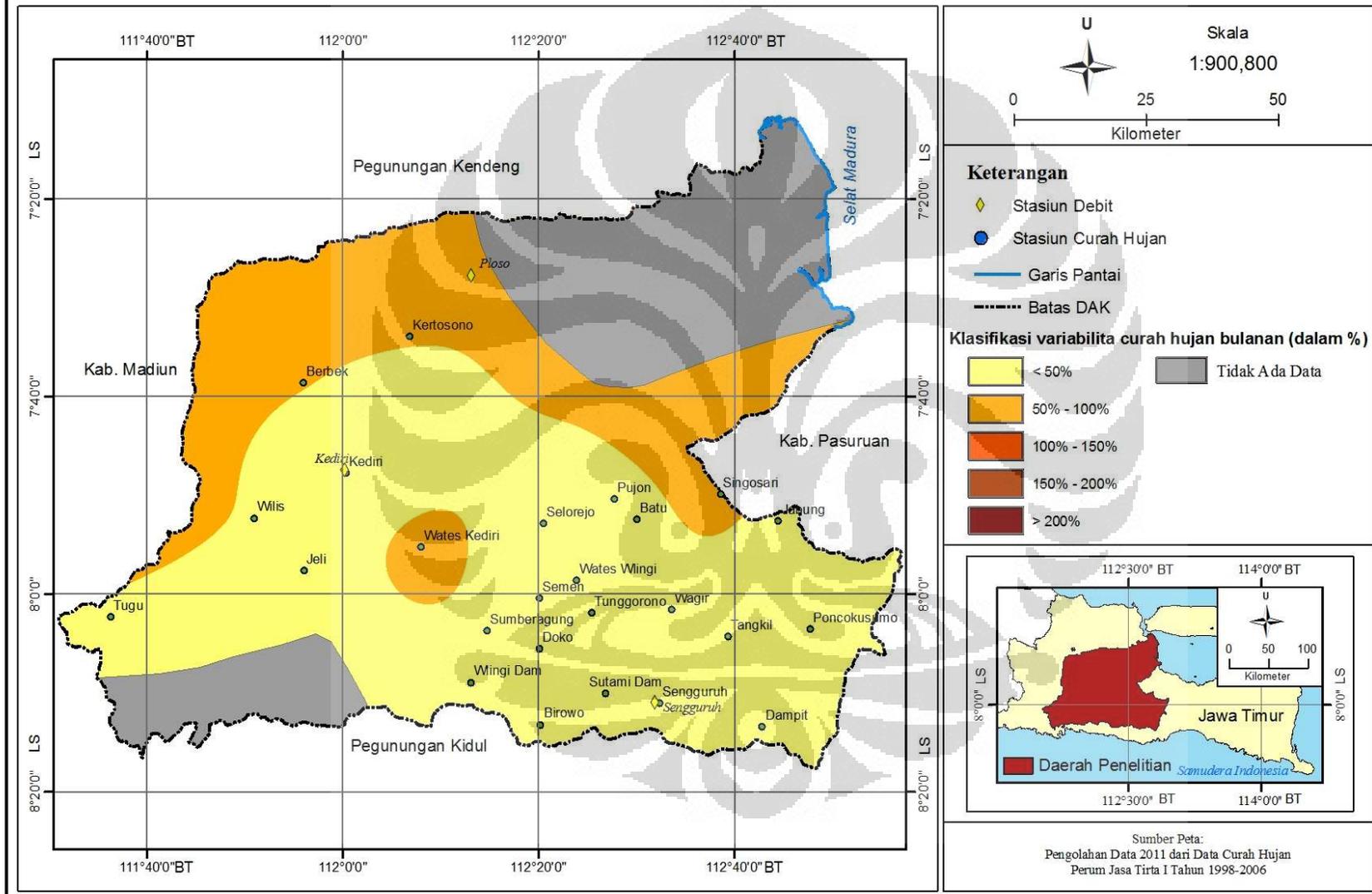
PETA 13

VARIABILITAS CURAH HUJAN BULANAN DAERAH ALIRAN KALI BRANTAS BULAN JANUARI



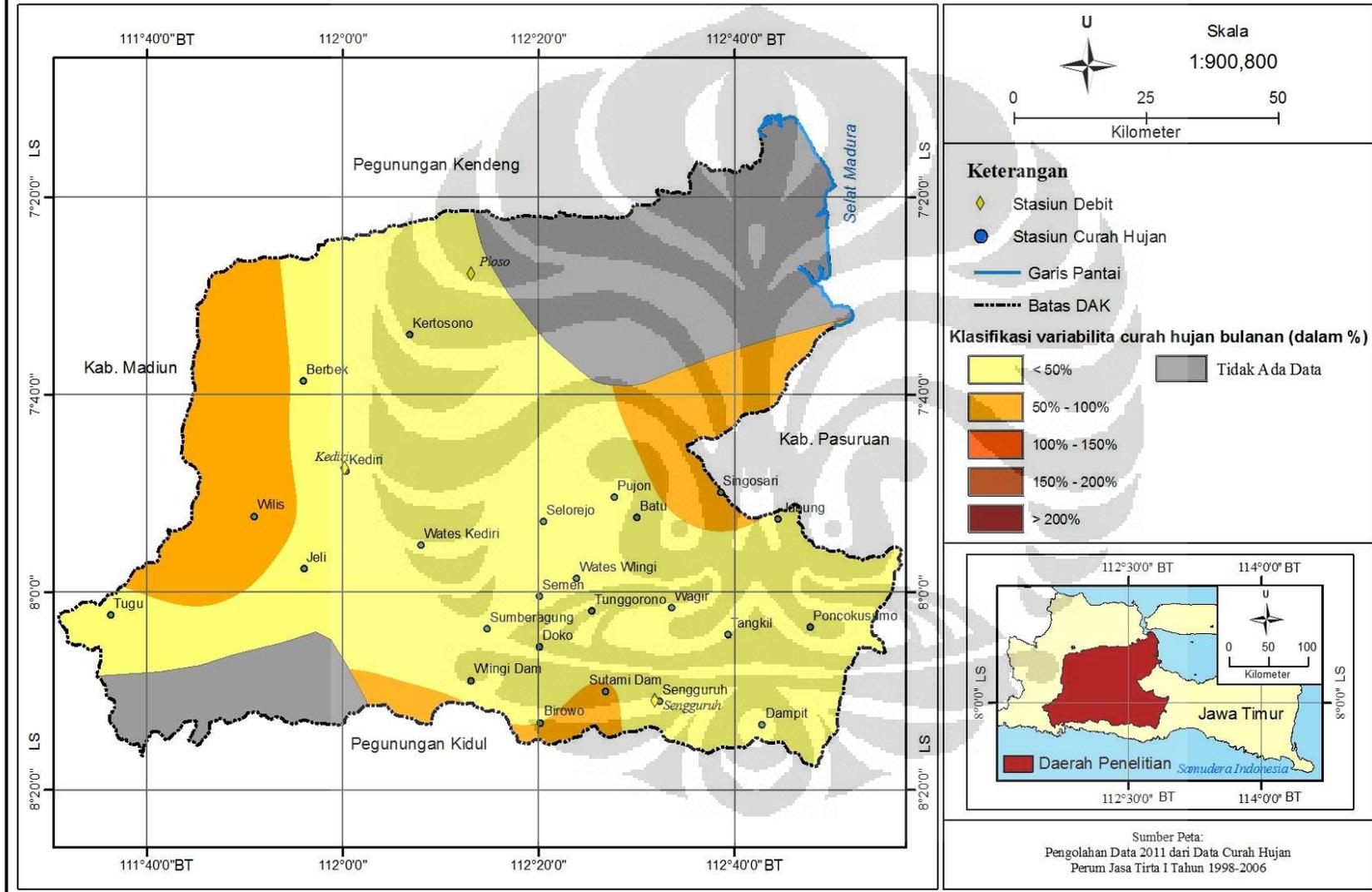
PETA 14

VARIABILITAS CURAH HUJAN BULANAN DAERAH ALIRAN KALI BRANTAS BULAN FEBRUARI



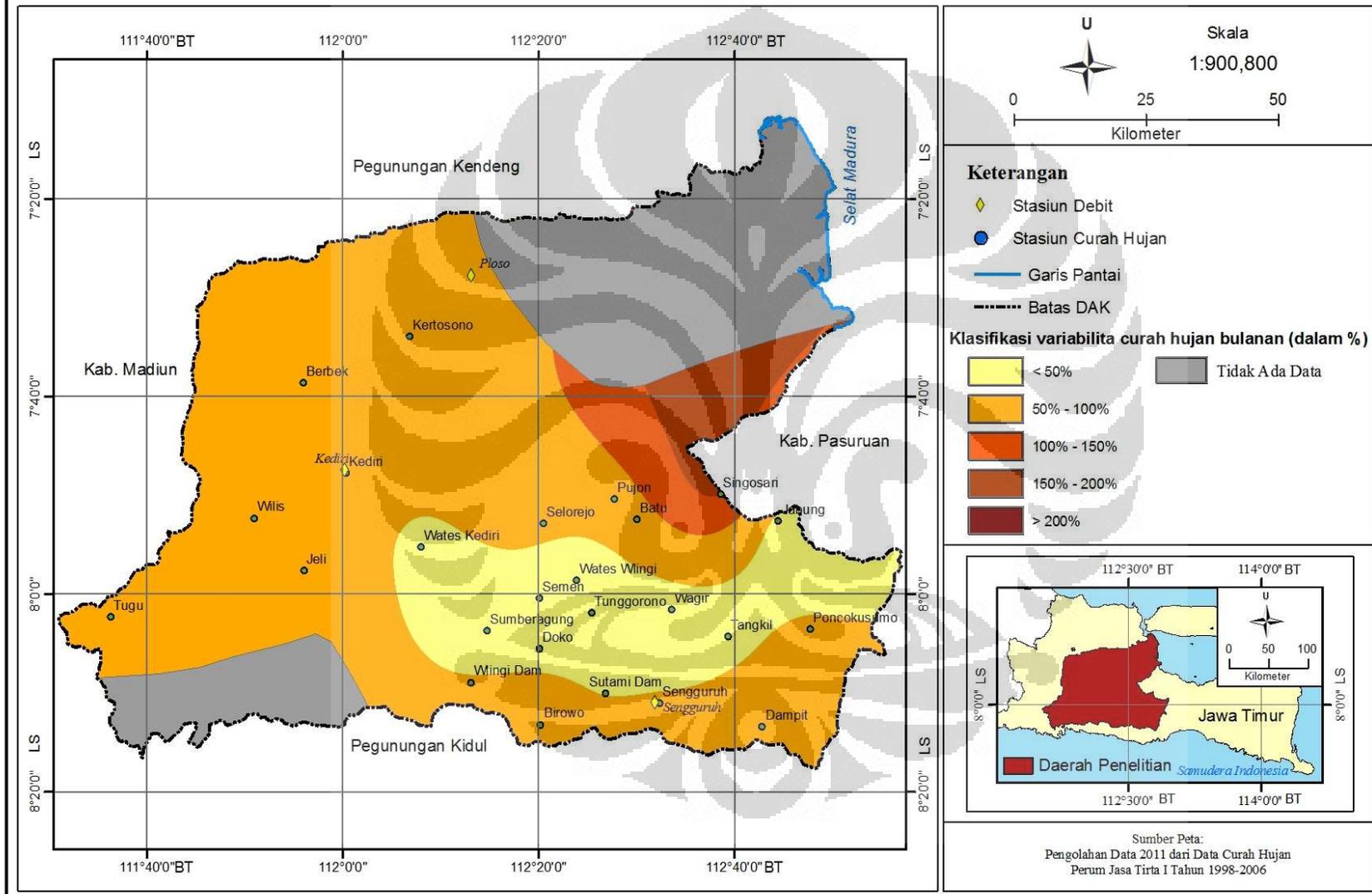
PETA 15

VARIABILITAS CURAH HUJAN BULANAN DAERAH ALIRAN KALI BRANTAS BULAN MARET



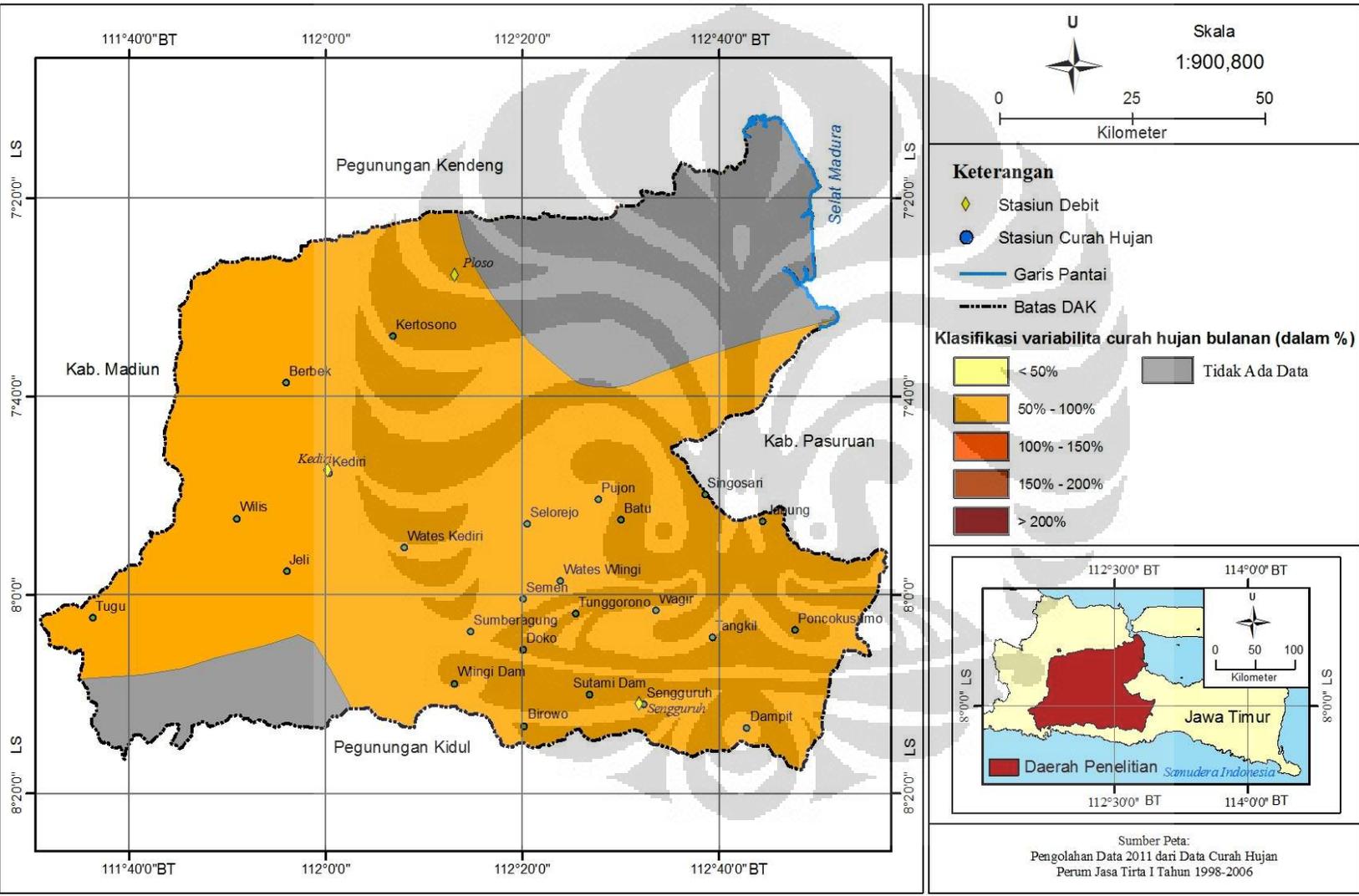
PETA 16

VARIABILITAS CURAH HUJAN BULANAN DAERAH ALIRAN KALI BRANTAS BULAN APRIL

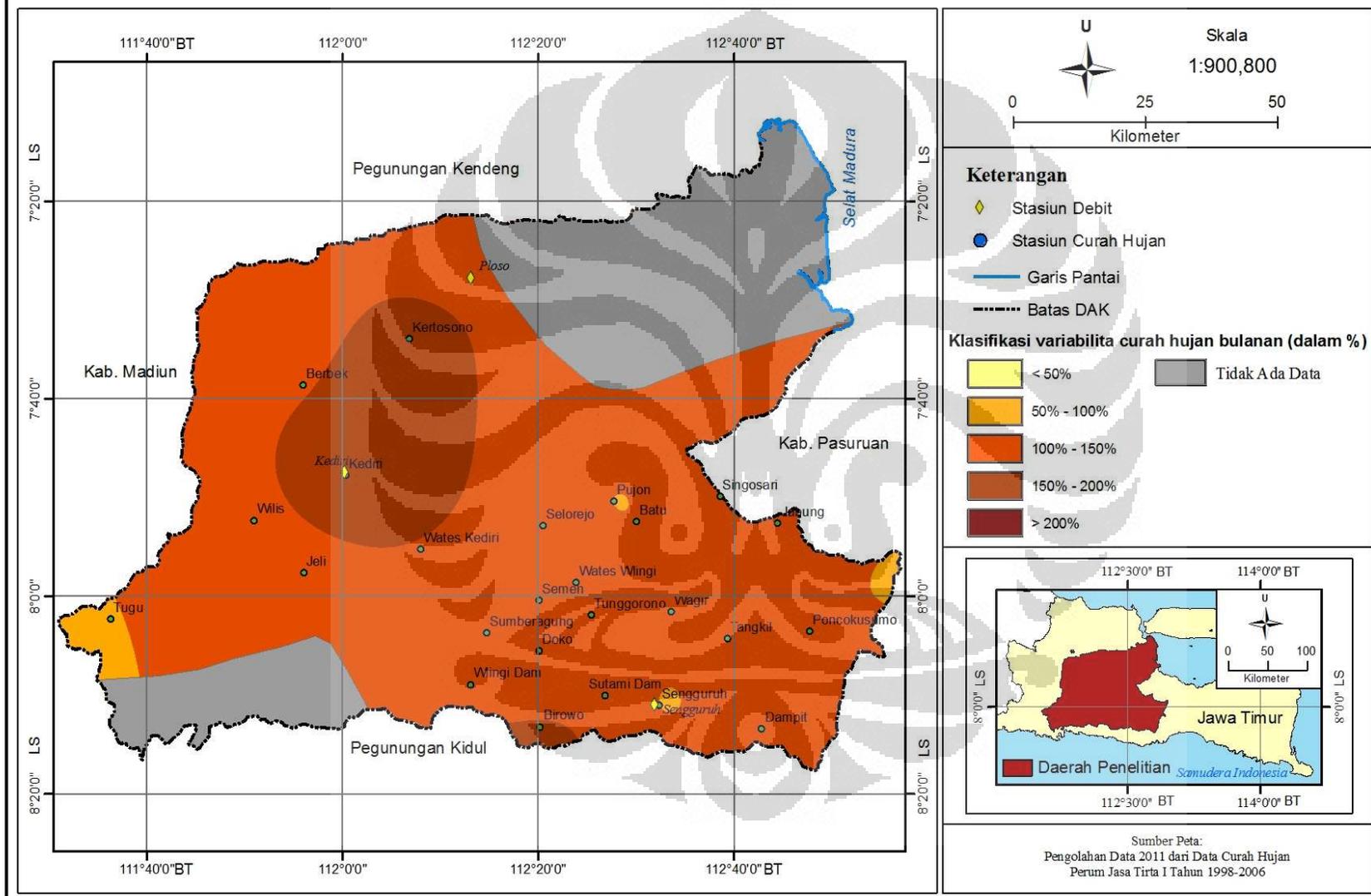


PETA 17

VARIABILITAS CURAH HUJAN BULANAN DAERAH ALIRAN KALI BRANTAS BULAN MEI

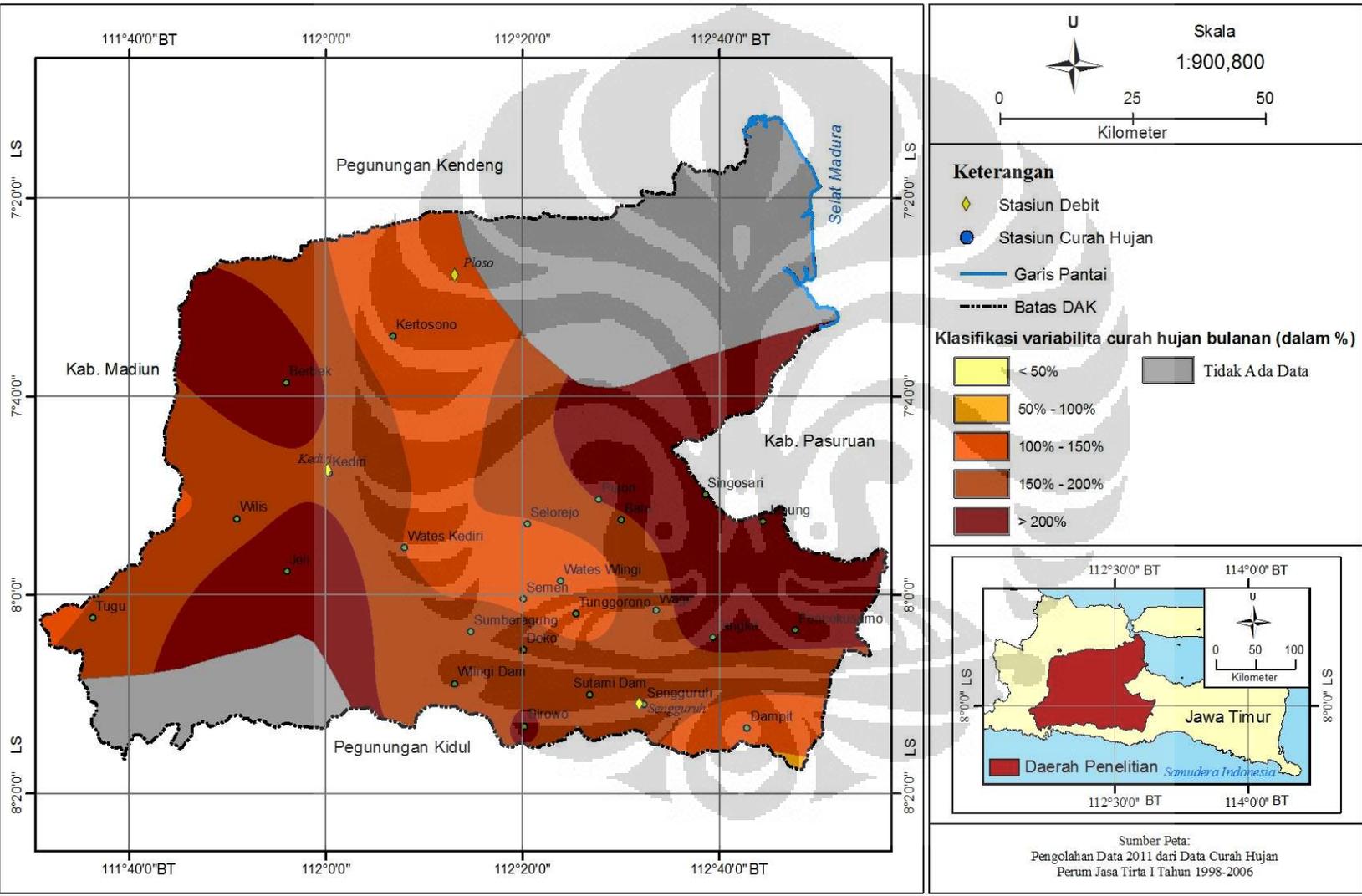


VARIABILITAS CURAH HUJAN BULANAN DAERAH ALIRAN KALI BRANTAS BULAN JUNI



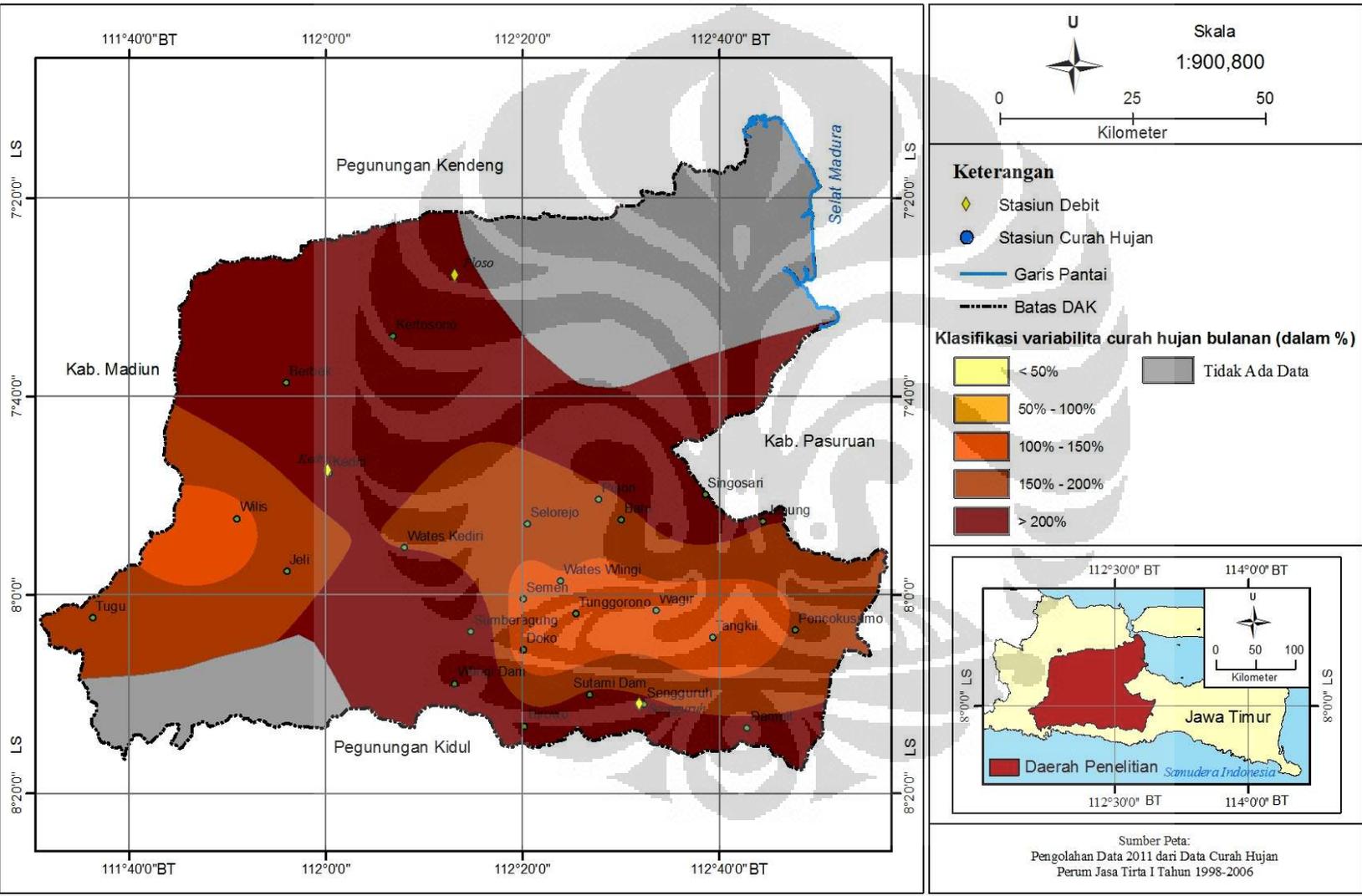
PETA 19

VARIABILITAS CURAH HUJAN BULANAN DAERAH ALIRAN KALI BRANTAS BULAN JULI



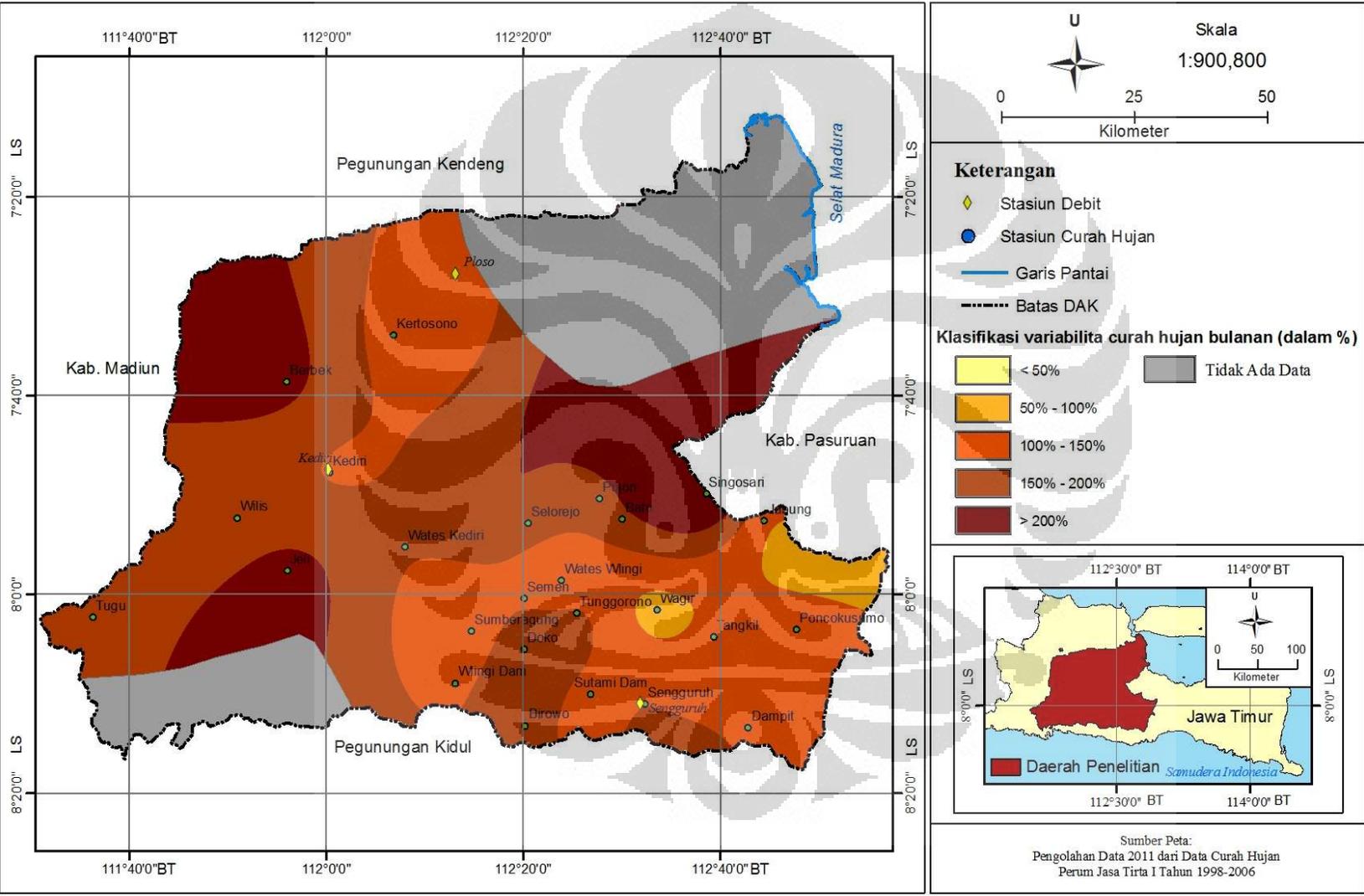
PETA 20

VARIABILITAS CURAH HUJAN BULANAN DAERAH ALIRAN KALI BRANTAS BULAN AGUSTUS



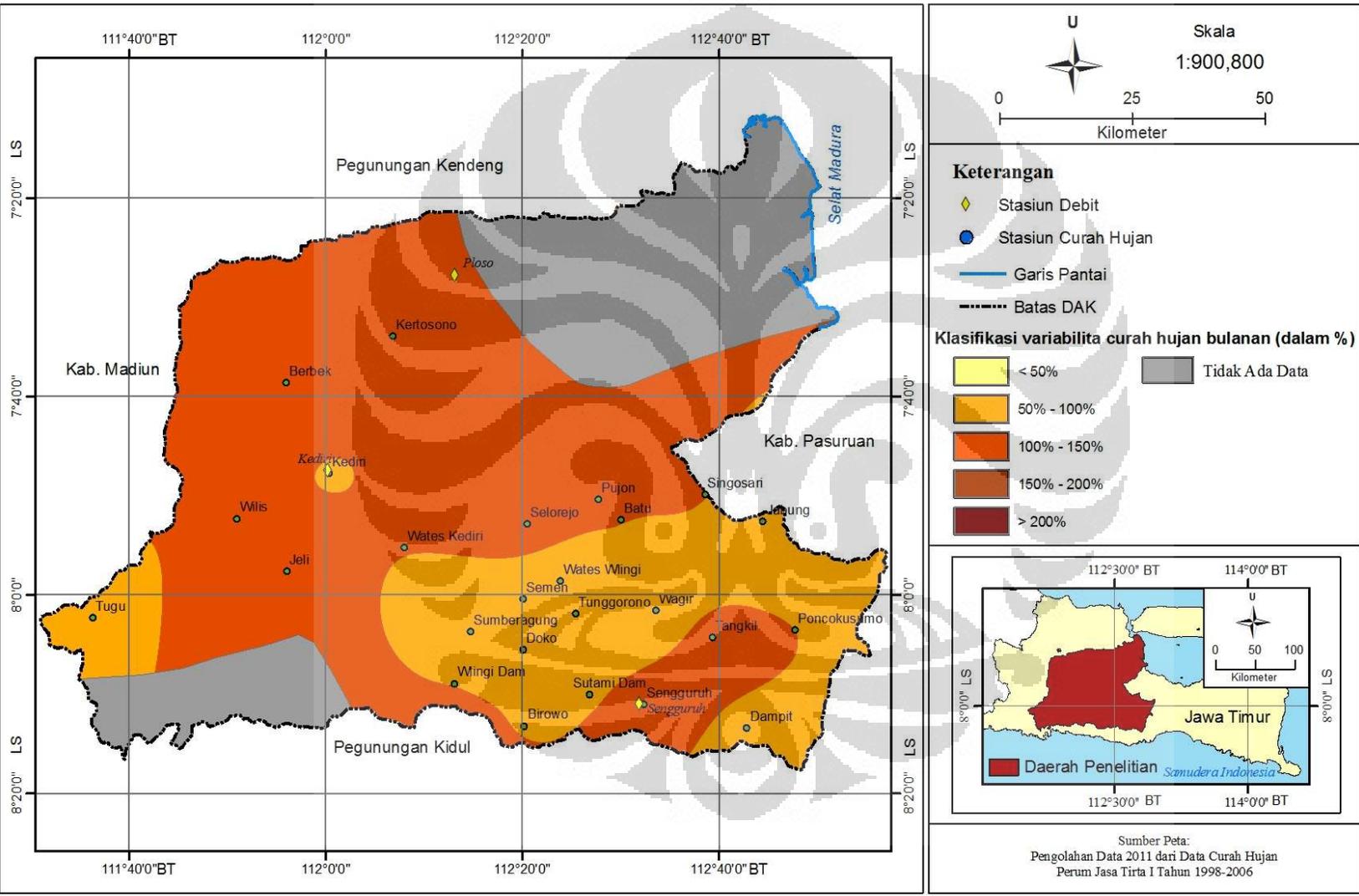
PETA 21

VARIABILITAS CURAH HUJAN BULANAN DAERAH ALIRAN KALI BRANTAS BULAN SEPTEMBER



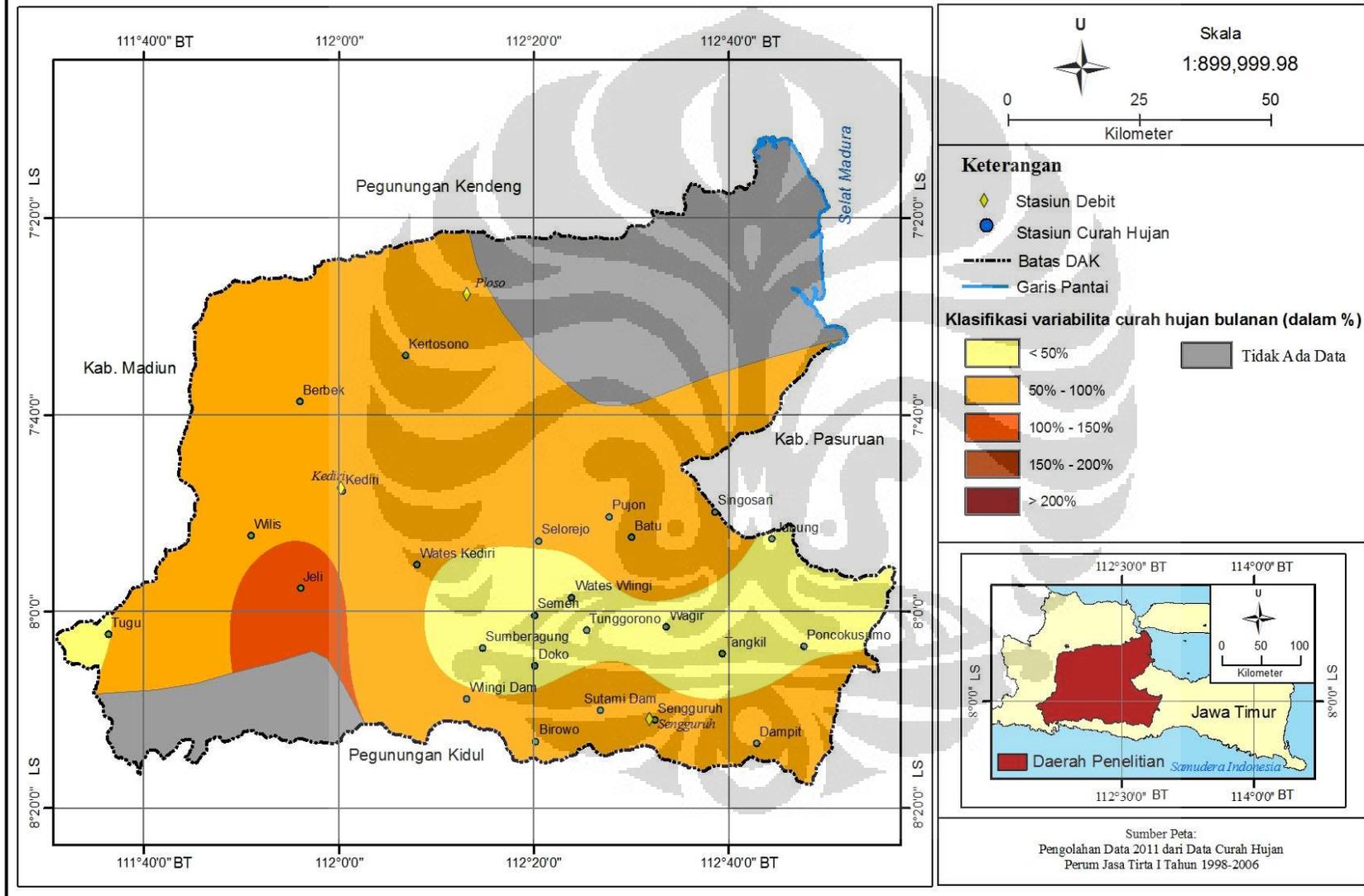
PETA 22

VARIABILITAS CURAH HUJAN BULANAN DAERAH ALIRAN KALI BRANTAS BULAN OKTOBER



PETA 23

VARIABILITAS CURAH HUJAN BULANAN DAERAH ALIRAN KALI BRANTAS BULAN NOVEMBER



PETA 24

VARIABILITAS CURAH HUJAN BULANAN DAERAH ALIRAN KALI BRANTAS BULAN DESEMBER

