

22859/H/05



MILIK PERPUSTAKAAN
INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH - NOPEMBER

THE SIS

PEMANFAATAN PENGINDERAAN JAUH DAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS UNTUK ANALISA LIMPASAN DAN GENANGAN AIR HUJAN DI KABUPATEN SIDOARJO

Oleh :

FARIDA HARDANINGRUM

Nrp. 3102.204.002

RTJ

621.3678

Hlar

P-1



PERPUSTAKAAN
ITS

Tgl. Terima	5-4-2005
Terima Dari	H
No. Agenda Prp.	221963

**PROGRAM PASCA SARJANA
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
BIDANG KEAHLIAN PENGINDERAAN JAUH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2005**

**PEMANFAATAN PENGINDERAAN JAUH
DAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS
UNTUK ANALISA LIMPASAN DAN GENANGAN AIR HUJAN
DI KABUPATEN SIDOARJO**

**Tesis ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Teknik (M.T)**

di

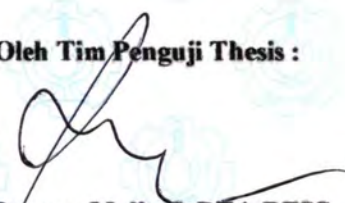
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh :

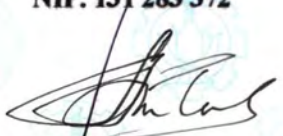
**FARIDA HARDANINGRUM
Nrp. 3102.204.002**

Disetujui Oleh Tim Penguji Thesis :

**Tanggal Ujian :
14 Januari 2005**

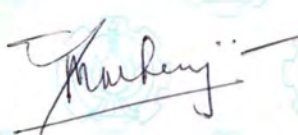

**1. Dr. Ir. Bangun Muljo S, DEA, DESS
NIP. 131 283 372**

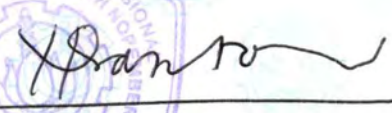
**Periode Wisuda :
Maret 2005**

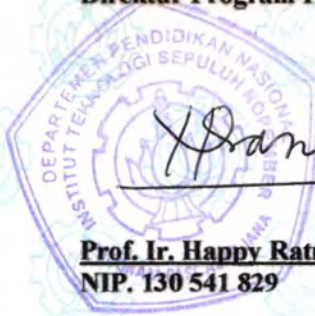

**2. Dr. Ir. M. Taufik
NIP. 131 633 695**

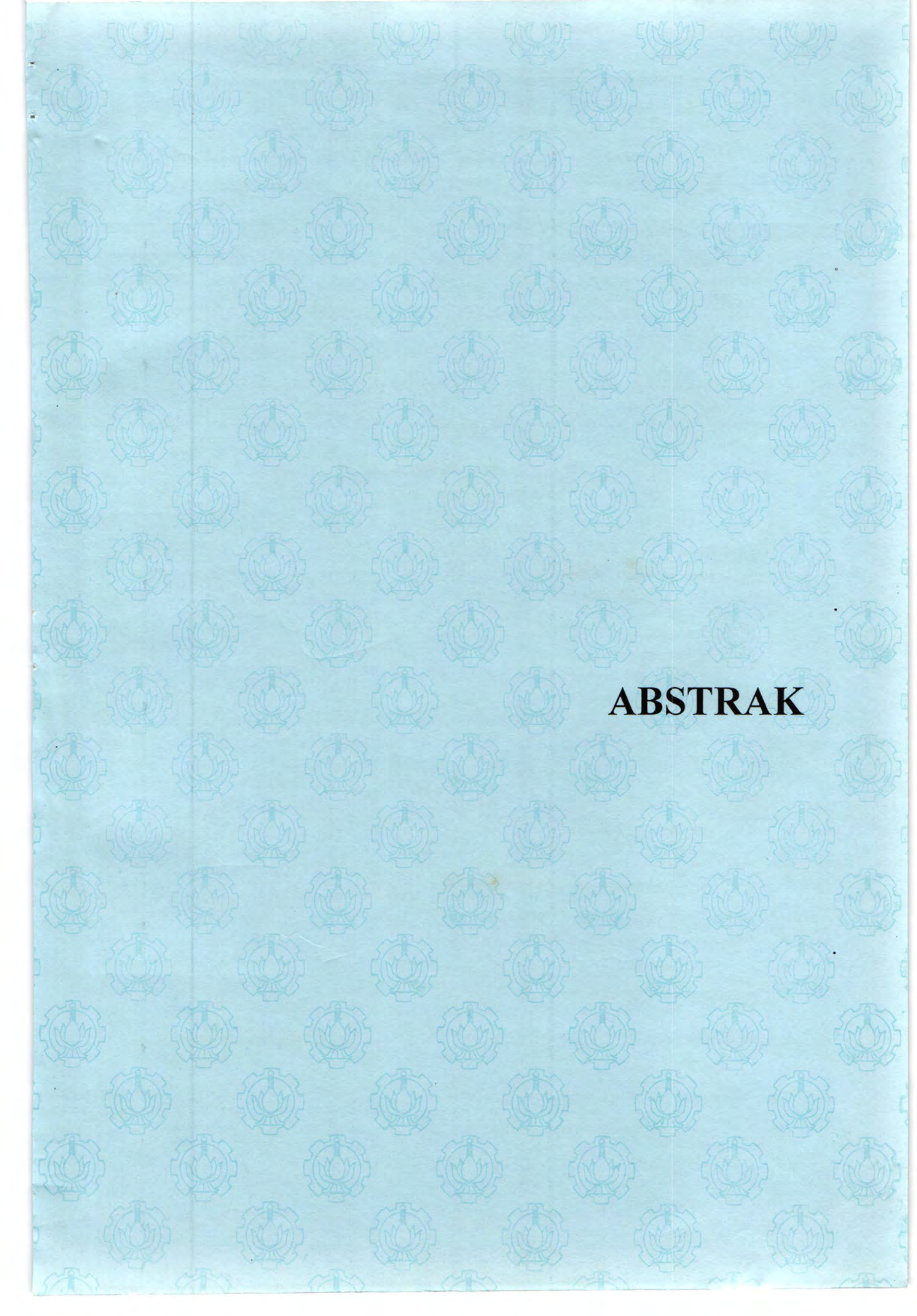

**3. Dr. Ir. Teguh Hariyanto, M.Sc
NIP. 131 453 658**

Direktur Program Pascasarjana:


**4. Ir. Mansur Muhamadi, M.Sc
NIP. 130 520 314**


**Prof. Ir. Happy Ratna Soemartinah, MSc., Ph.D
NIP. 130 541 829**





ABSTRAK

ABSTRAK

PEMANFAATAN PENGINDERAAN JAUH DAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS UNTUK ANALISA LIMPASAN DAN GENANGAN AIR HUJAN DI KABUPATEN SIDOARJO

Oleh : Farida Hardaningrum

Dosen Pembimbing :

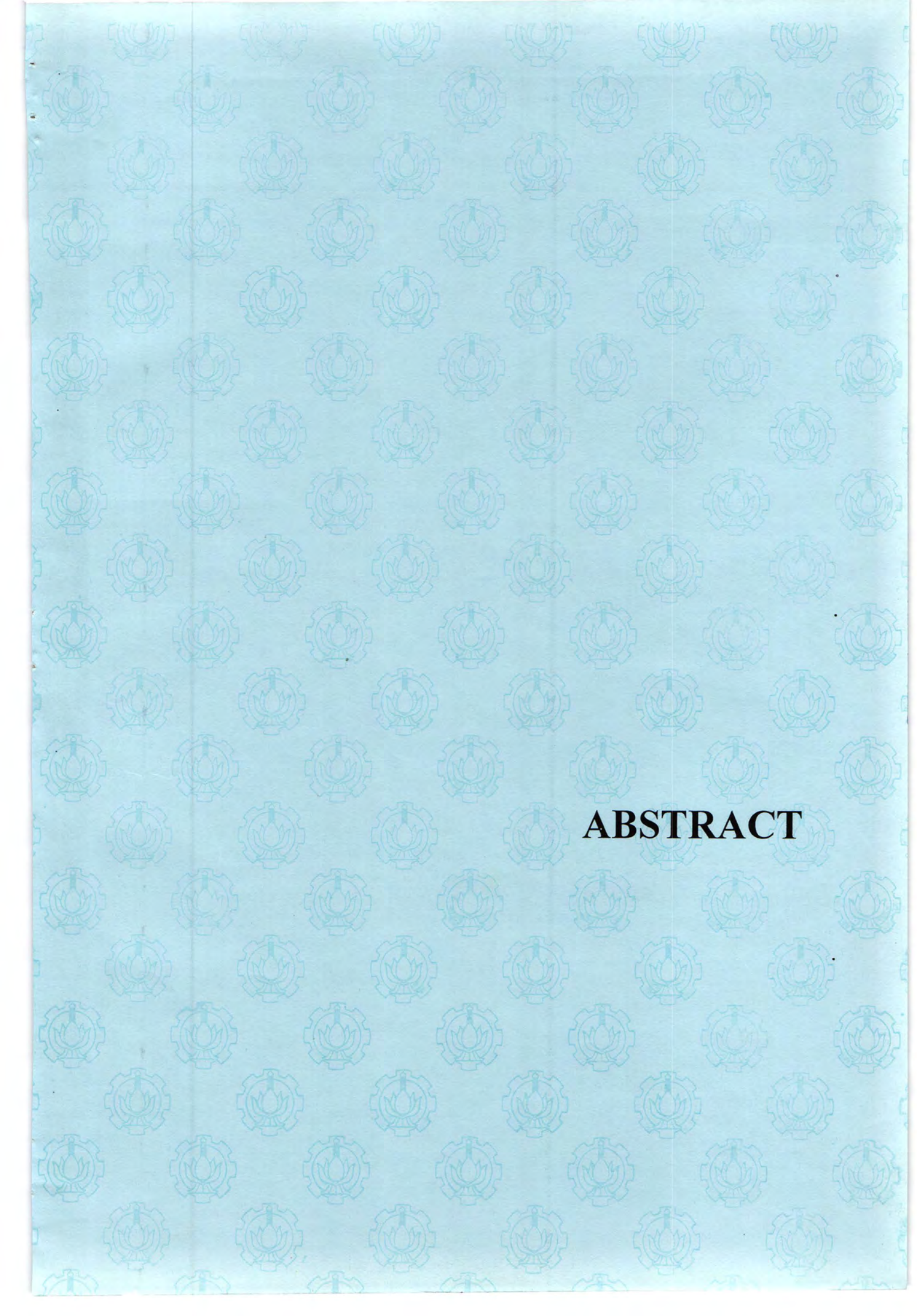
1. Dr. Ir. Bangun Muljo S, DEA,DESS
2. Dr. Ir. M. Taufik

Sebagai kawasan yang berbatasan langsung dengan kota Surabaya, Kabupaten Sidoarjo merupakan daerah penyangga dari berbagai sektor, seperti ekonomi, industri, dan permukiman. Hal ini bisa berdampak terhadap perubahan tata guna lahan. Data dari Dinas Pekerjaan Umum (DPU) Pengairan Kabupaten Sidoarjo, menunjukkan genangan air yang terjadi pada musim penghujan tahun 2002/2003 meliputi sebanyak 88 saluran/*afvoer* dan melewati 86 desa. Luas keseluruhan adalah 1079 Hektar, dengan tinggi rata-rata genangan 0,5 meter.

Penelitian ini menggunakan *Metode Rasional* untuk menghitung debit maksimum dengan rumus: $Q_{Maks} = CIA/360$ m³/detik. Citra Landsat ETM 7 diolah menjadi klasifikasi tutupan lahan dan selanjutnya diubah sebagai data vektor. Sistem Informasi Geografis (SIG) diterapkan untuk menumpang susun (*overlay*) ketiga data vektor (tutupan lahan, tekstur tanah dan kelerengan), guna mendapatkan harga koefisien limpasan (C). Dengan menggunakan *distribusi Gumbel* dan *rumus Mononobe*, data curah hujan selama 10 tahun diolah untuk mendapatkan nilai intensitas maksimum (I). Sementara daerah penelitian dibagi menjadi beberapa sub DAS (A) dengan satuan hektar.

Hasil penelitian menunjukkan ada dua sub DAS yang memiliki kelebihan debit, yakni *sub DAS Jomblong* sebesar 64,82 m³/detik dan *sub DAS Pucang* sebesar 5,96 m³/detik. Kelebihan ini berpotensi menjadi genangan di sekitar daerah tersebut. Menurut sumber dari DPU Pengairan Sidoarjo, kelebihan di sub DAS Jomblong dengan tutupan lahan: desa, sawah dan tambak, dapat mengakibatkan: tinggi genangan 50–60 cm dengan luas menyebar dalam radius 300 meter di setiap lokasi genangan. Sedangkan kelebihan debit di sub DAS Pucang dengan tutupan lahan: permukiman padat, sedikit sawah dan sedikit tambak, dapat mengakibatkan tinggi genangan 40–50 cm dengan luas menyebar dalam radius 100 meter di setiap lokasi genangan.

Kata kunci: Debit maksimum, Limpasan, Genangan air hujan, Metode Rasional, Penginderaan Jauh, Citra Landsat ETM 7, Sistem Informasi Geografis



ABSTRACT

ABSTRACT

APPLICATION OF REMOTE SENSING AND GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM TO ANALYSE SURFACE RUN-OFF AND RETENTION AREA OF THE RAIN IN SIDOARJO REGENCY

By : Farida Hardaningrum

Lecturer :

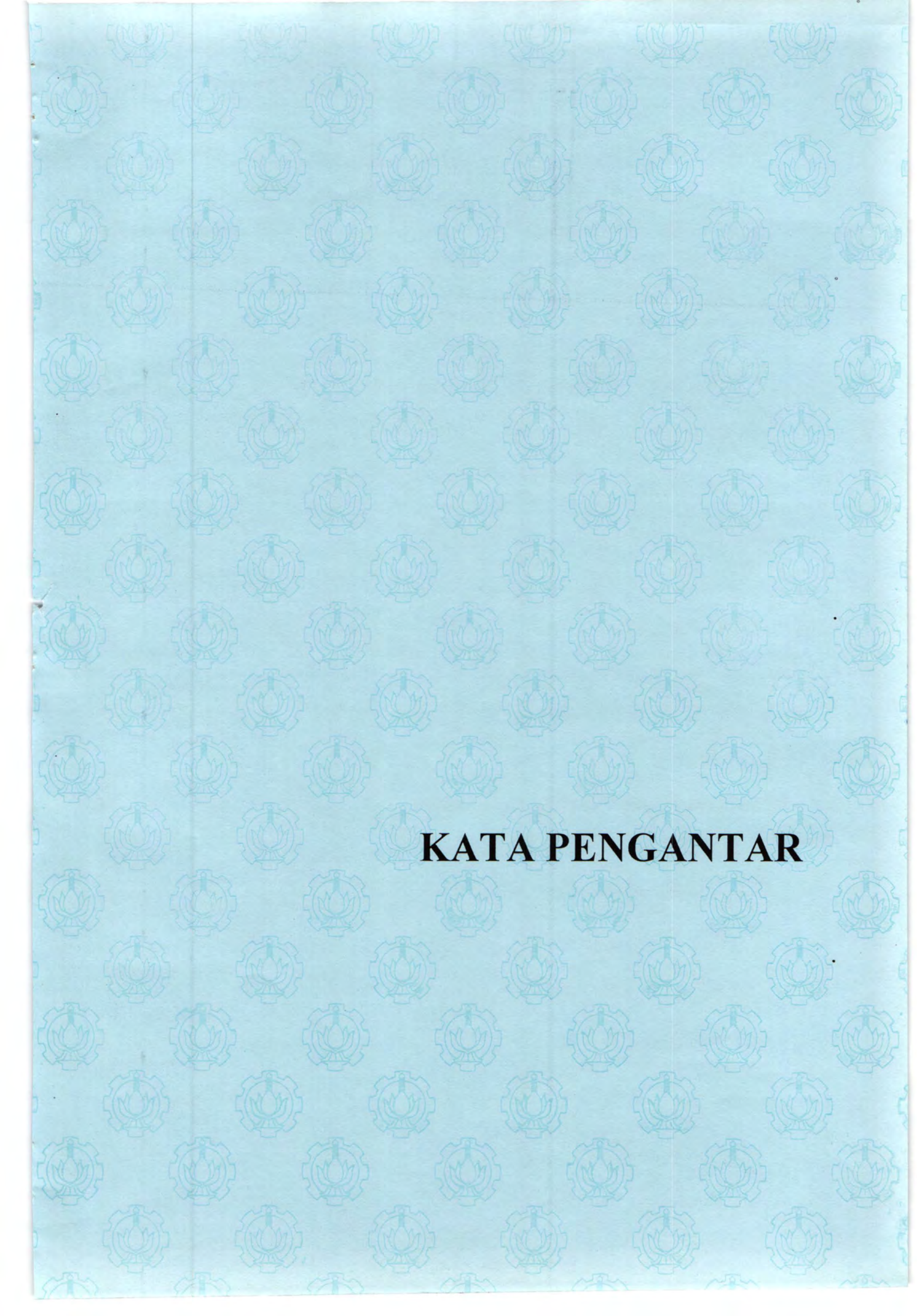
1. Dr. Ir. Bangun Muljo S, DEA,DESS
2. Dr. Ir. M. Taufik

As area that directly bordered with Surabaya Municipal City, Sidoarjo Regency represent as a hinterland from various sectors, like economics, industrial and housing. This matter could affect to change to utilize of the land. Data from irrigation bureau of Sidoarjo regency, shows that retention of rain which happen on rain season at 2002/2003 covering as much 88 afvour and passed by 86 villages. Wide of entirety are 1079 hectare, with highly rates around 0,5 meter.

This research use the Rational Method to calculate the maximum debit with the formula: : $Q_{Max} = CIA/360$ m³/second. Landsat ETM7 image processed to convert the covered land classification and hereinafter altered by as vector data. Geographical Information System (GIS) applied to join with others overlay of third vector data (lands covering, land texture and slope), to get the coefficient value of surface run-off (C). by using distribution of *Gumbel* and *Mononobe* formula, data of rainfall during 10 years processed to get the maximum intensity value (I). while research area divided to become some sub of basin river with hectare (A).

The result research shows that there are two sub of basin river owning excess charge, namely sub of *basin river Jomblong* equal to **64,82 m³/second** and sub of *basin river Pucang* equal to **5,96 m³/second**. This excess has potency become the retention around these areas. According to irrigation bureau of Sidoarjo Regency, excess of water rate in sub of basin river Jomblong, by covering rural area, agriculture, and fishpond, will be caused high 50-60 cm widely disseminate in radius 300 meters in every retention of water location. While excess of water rate in sub of basin river Pucang, by covering urban area, a few agriculture, and a few fishpond, will result high 40-50 cm widely disseminate in radius 100 meters in every retention of water location.

Key Word: *Charge maximum, Surface run-off, retention of rain, Rational Method, Remote sensing, Landsat ETM7 image, Geographical Information System*



KATA PENGANTAR

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan syukur Alhamdulillah, penulis akhirnya dapat menyelesaikan penulisan thesis yang berjudul **“Pemanfaatan Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis untuk Analisa Limpasan dan Genangan Air Hujan di Kabupaten Sidoarjo”**.

Thesis ini dibuat di tengah keprihatian bangsa Indonesia terhadap musibah besar yang menimpa propinsi Aceh dan Sumatera Utara, berupa gempa bumi dan gelombang tsunami. Untuk itu penulis merasa perlu untuk menyampaikan rasa bela sungkawa yang sebesar-besarnya; semoga peristiwa tersebut bisa memberi hikmah bagi semua.

Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan penulisan thesis ini, terutama kepada :

1. Bapak DR. Ir. Bangun, Muljo S, DEA, DESS, selaku Pembimbing I serta Bapak DR. Ir. M. Taufik, selaku Pembimbing II, yang telah memberikan pengarahan dalam pengerjaan penulisan thesis ini, sehingga penulis dapat berpikir secara sistematis dan terarah,
2. Bapak DR. Ir. Teguh Hariyanto, MSc, selaku Koordinator Bidang Keahlian Penginderaan Jauh, Program Studi Teknik Sipil, yang telah memberi peluang bagi penulis untuk mengikuti pendidikan pasca sarjana,
3. Para dosen Bidang Keahlian Penginderaan Jauh: Bapak Ir. Mansur M, M.Sc, Bapak Ir. Yuwono, M.Sc dan Bapak Agung BC, ST, M.Sc, DEA yang banyak berperan selama penulis menempuh studi,
4. Bapak Hadi Mas'oed, Kepala Seksi Pemeliharaan Dinas Pekerjaan Umum Pengairan Sidoarjo, atas kesediaan waktu, data dan masukan yang sangat berharga dalam penulisan thesis ini,

5. Kedua orangtua: Bapak Bakti Soewaris dan Ibu Soetipah yang selalu memberi semangat dan do'a,
6. Bapak Edy Sutiono A.TD, MT serta ananda Muhammad Naufal Razan dan Andyfa Gama Salsabilla yang telah bersabar dan senantiasa memberi semangat serta inspirasi selama penulis menempuh studi,
7. Bapak Ir. Irwan B. Santoso, MT serta rekan Subandi, ST dari Zifa KonsulTeknik yang banyak memberi fasilitas dan masukan,
8. Teman-teman PJ angkatan 2002: Ibu Muzayanah, Bapak Seno Ajie, Bapak Agus Krisbiantoro serta Bapak Sri Wiwoho, atas kerjasama dan bantuannya selama mengikuti pendidikan Program Pasca Sarjana,
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari sepenuhnya, bahwa dalam penulisan thesis ini masih banyak kekurangan mengingat keterbatasan penulis. Namun demikian, penulis berharap semoga thesis ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang berkepentingan, juga dapat memberi masukan bagi dunia ilmu pengetahuan, khususnya bidang penginderaan jauh dan Sistem Informasi Geografis.

Semoga Allah yang Maha Pengasih senantiasa membuka mata bangsa Indonesia dari keterpurukan serta keterbelakangan, amin...

Surabaya, Januari 2005

Penulis

DAFTAR ISI



DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR PUSTAKA	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii

BAB I PENDAHULUAN

1.1	Latar Belakang	1
1.2	Maksud dan Tujuan	2
1.3	Gambaran Umum Daerah Penelitian	3
1.3.1	Kondisi Geografis	3
1.3.2	Topografi	4
1.3.3	Aspek Klimatologi	6
1.3.4	Hidrologi	6
1.3.5	Wilayah Peka Bencana Alam	7
1.4	Permasalahan dan Pembatasan Masalah	7
1.4.1	Permasalahan	7
1.4.2	Pembatasan Masalah	8

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1	Penginderaan Jauh	9
2.1.1	Radiasi Elektromagnetik	10
2.1.1.1	Sifat Radiasi Elektromagnetik	10
2.1.1.2	Interaksi Benda dengan Radiasi Elektromagnetik	12
2.1.1.3	Pembagian Panjang Gelombang Radiasi Elektromagnetik	13

2.1.2	Sumber Energi	14
2.1.3	Sumber Data Satelit	15
2.1.4	Tahap Pemrosesan Citra	16
2.1.5	Klasifikasi	17
2.1.5.1	Klasifikasi Terbimbing	18
2.1.5.2	Klasifikasi Tak Terbimbing	19
2.2	Sistem Informasi Geografis	20
2.2.1	Pengertian Sistem Informasi Geografis	20
2.2.2	Kegunaan Informasi Geografis	20
2.2.2.1	Visualisasi Informasi	21
2.2.2.2	Pengorganisasian Informasi	21
2.2.2.3	Pengkombinasian Informasi	22
2.2.2.4	Analisis Informasi	22
2.2.3	Metodologi Sistem Informasi Geografis	22
2.2.4	Basisdata Sistem Informasi Geografis	24
2.2.4.1	Data Spasial	24
2.2.4.2	Data Nonspasial	25
2.2.5	Struktur Data Sistem Informasi Geografis	25
2.2.5.1	Data Raster	25
2.2.5.2	Data Vektor	25
2.3	Limpasan Permukaan dan Perkiraan Debit Genangan	25
2.3.1	Faktor-faktor yang Mempengaruhi Limpasan	25
2.3.1.1	Elemen-elemen Meteorologi	25
2.3.1.2	Elemen Daerah Pengaliran	28
2.3.2	Analisa Limpasan Curah Hujan	29
2.3.3	Perkiraan Debit Banjir	30

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Data yang Digunakan	32
3.1.1	Citra Satelit	32
3.1.2	Peta Lapangan	37
3.1.3	Data Tabular	39

3.2	Diagram Alir Penelitian dan Penjasannya	40
3.2.1	Diagram Alir Penelitian	40
3.2.2	Penjelasan Diagram Alir	41
3.2.2.1	Alasan Pemilihan Metode	41
3.2.2.2	Pemrosesan Citra Satelit	41
3.2.2.3	Pengolahan Peta Tematik	43
3.2.2.4	Pengolahan Data Intensitas Hujan	43
3.2.2.5	Pembagian Daerah Penelitian Menjadi Beberapa Sub DAS	44
3.2.2.6	Perhitungan Debit Maksimum	44
3.2.2.7	Analisa Genangan	47
3.3	Peralatan yang Digunakan	48
3.3.1	Perangkat Keras	48
3.3.2	Perangkat Lunak	48

BAB IV PENGOLAHAN DATA DAN ANALISA

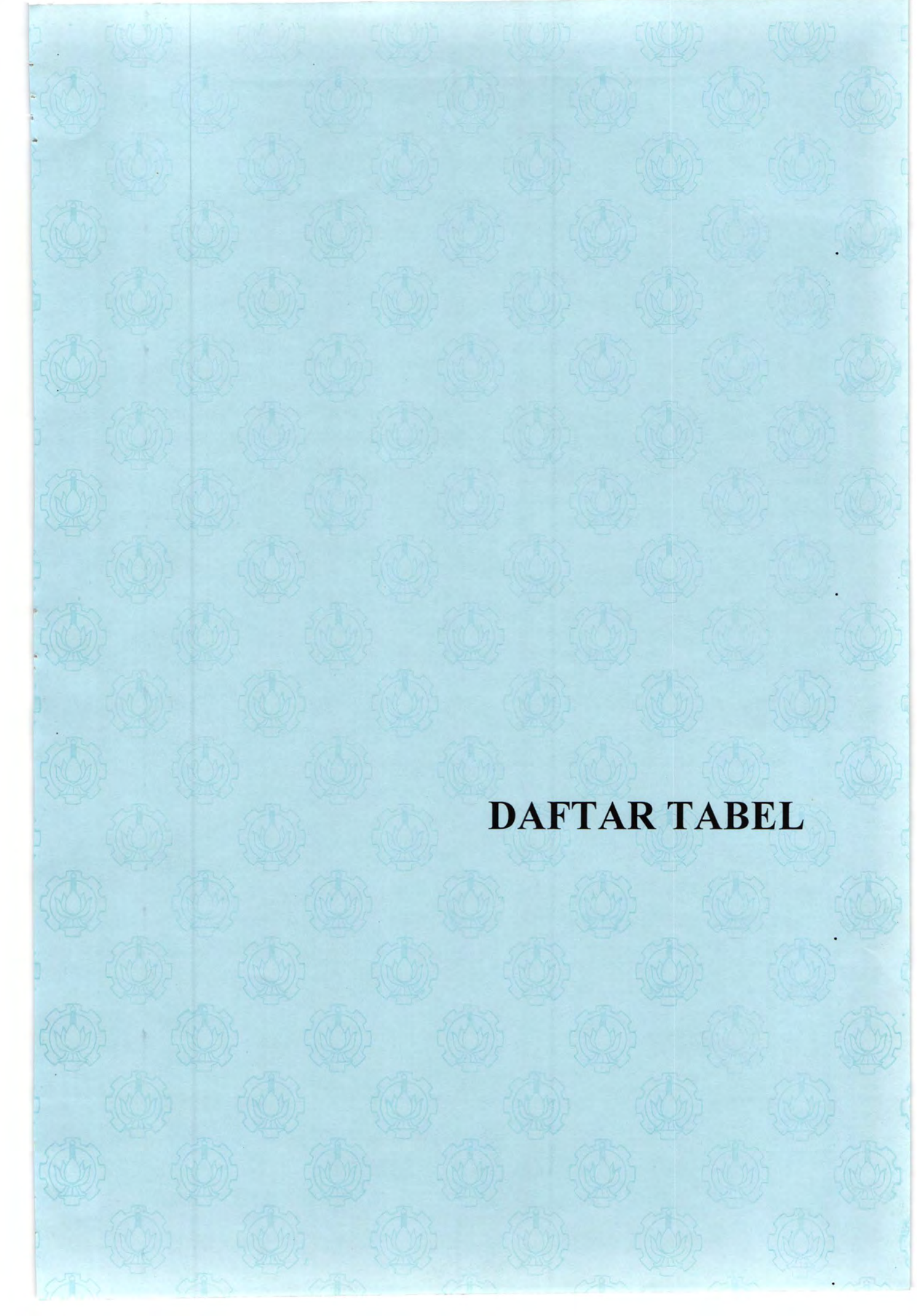
4.1	Pengolahan Citra Satelit	50
4.1.1	Informasi Citra	50
4.1.2	Koreksi Geometrik	51
4.1.3	Citra Komposit	52
4.1.4	Klasifikasi Tak Terbimbing	52
4.1.5	Klasifikasi Terbimbing	53
4.1.6	Mengubah Data dari Raster ke Vektor	55
4.2	Pengolahan Peta Tematik	57
4.2.1	Penentuan Koreksi Peta	57
4.2.2	Pengolahan Peta Kelerengan	60
4.2.3	Pengolahan Peta Tekstur Tanah	62
4.3	Pengolahan Data Curah Hujan	64
4.3.1	Pembagian Daerah Aliran Sungai (DAS)	64
4.3.1.1	Klasifikasi Iklim	65
4.3.2	Pengolahan Intensitas Hujan	68
4.3.2.1	Pembuatan Peta Isohyet	68
4.3.2.2	Curah Hujan Harian Maksimum	71

4.3.2.3	Curah Hujan Daerah	72
4.3.2.4	Curah Hujan Rencana	76
4.3.2.5	Perhitungan Intensitas Hujan Maksimum	80
4.4	Perhitungan Koefisien Limpasan	83
4.5	Perhitungan Debit Maksimum	85
4.6	Analisa	87
4.6.1	Analisa Statistik	87
4.6.2	Analisa Spasial	89

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan	93
5.2	Saran	95

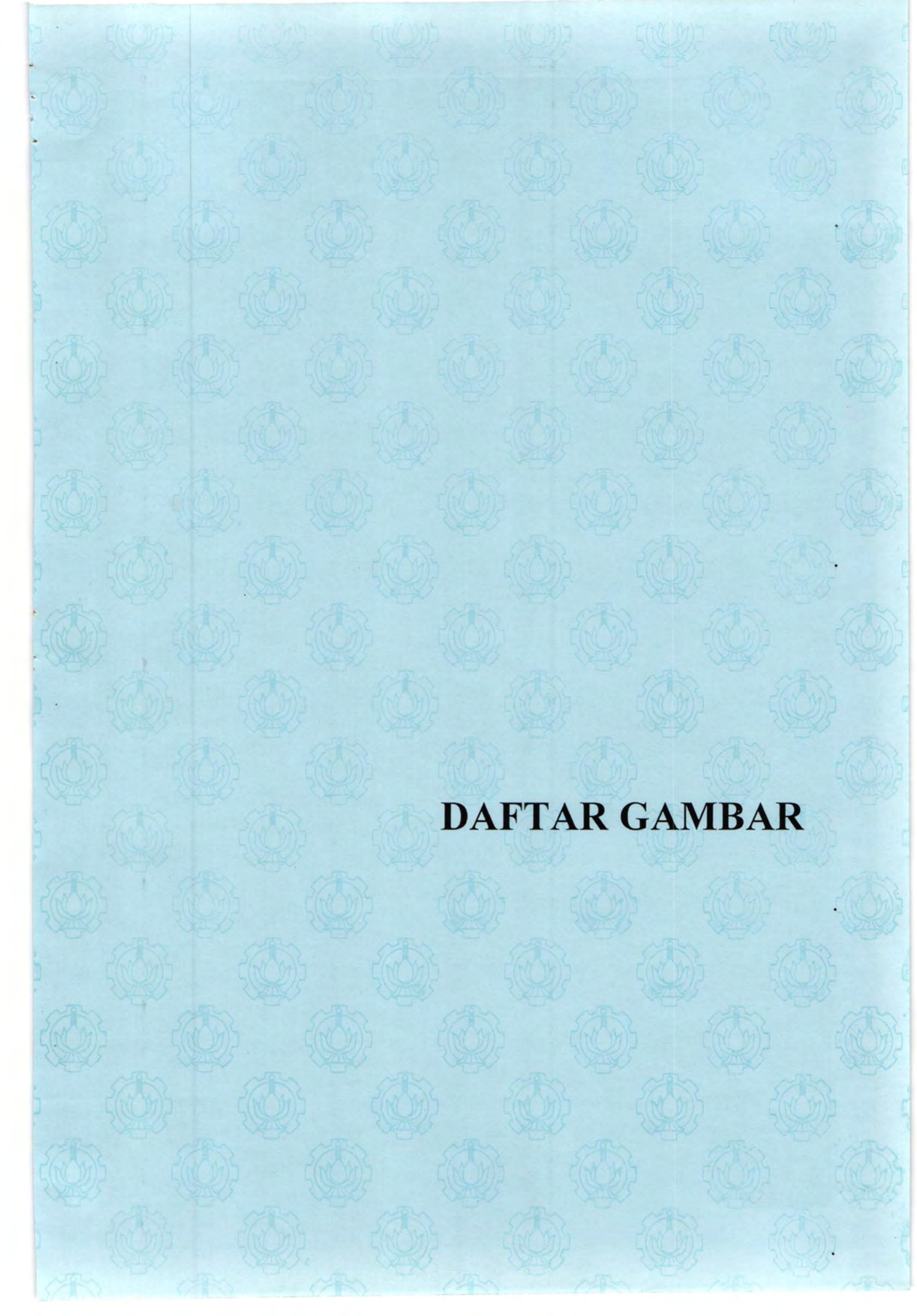
LAMPIRAN



DAFTAR TABEL

DAFTAR TABEL

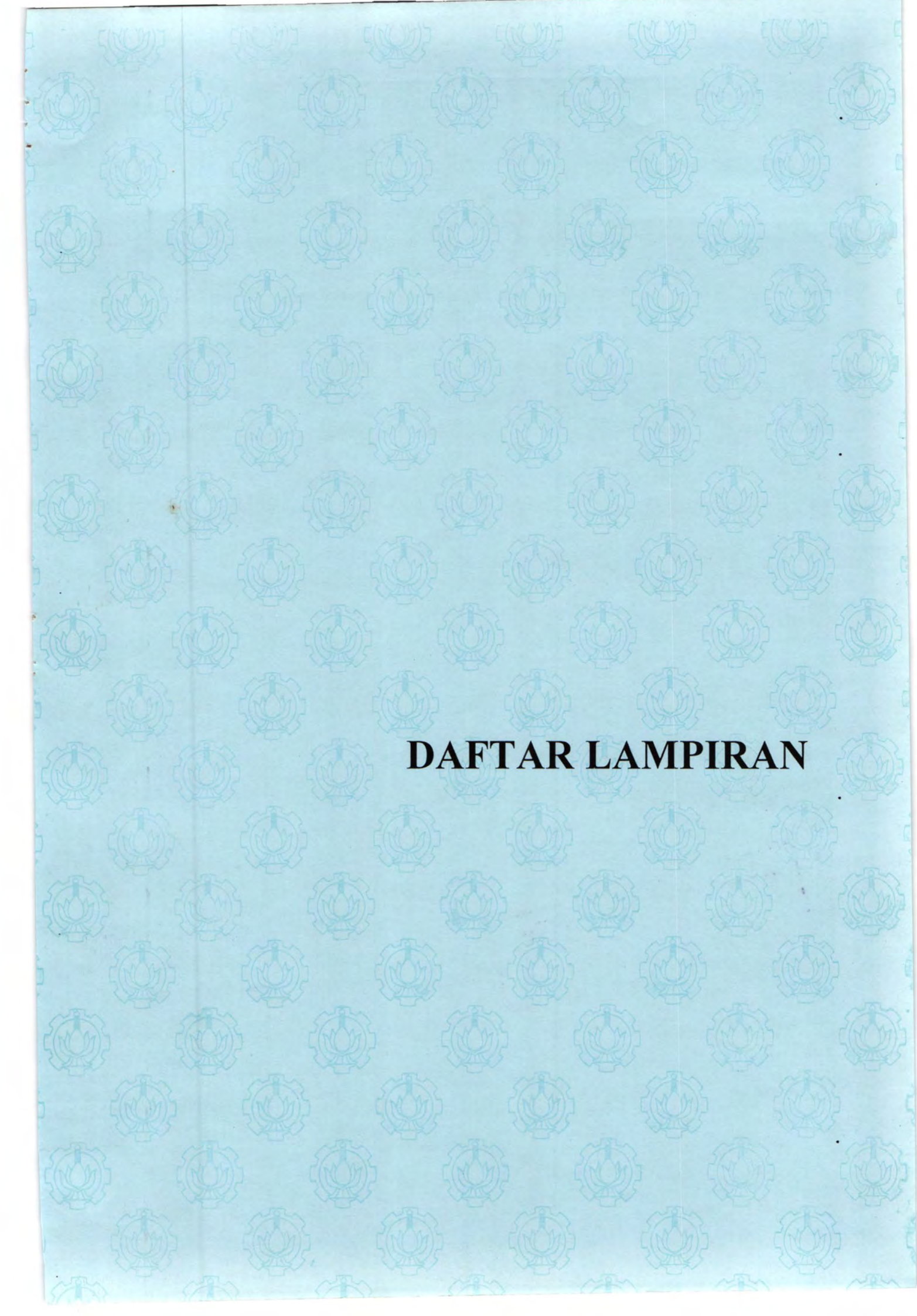
Tabel 2.1	Jenis radiasi gelombang Elektromagnetik	13
Tabel 2.2	Bagian wilayah gelombang Elektromagnetik	14
Tabel 3.1	Data yang digunakan untuk penelitian	32
Tabel 3.2	Resolusi spektral Landsat ETM 7	33
Tabel 3.3	Koefisien limpasan (C) menurut metode Rasional (1)	46
Tabel 3.4	Koefisien limpasan (C) menurut metode Rasional (2)	47
Tabel 4.1	Perhitungan ' <i>RMS error</i> '	52
Tabel 4.2	Koordinat GPS dan peta digitasi setelah dikoreksi	59
Tabel 4.3	Stasiun Hujan di Kabupaten Sidoarjo	64
Tabel 4.4	Pembagian stasiun hujan pada tiap sub DAS	67
Tabel 4.5	Nama sub DAS dan luas area	67
Tabel 4.6	Curah hujan rata-rata 10 tahun Kabupaten Sidoarjo	71
Tabel 4.7	Curah hujan maksimum dalam milimeter (mm)	72
Tabel 4.8	Curah hujan harian maksimum sub DAS Buntung	73
Tabel 4.9	Curah hujan harian maksimum sub DAS Jomblong	74
Tabel 4.10	Curah hujan harian maksimum sub DAS Buduran	74
Tabel 4.11	Curah hujan harian maksimum sub DAS Pucang	75
Tabel 4.12	Curah hujan harian maksimum sub DAS Kedunguling	75
Tabel 4.13	Curah hujan harian maksimum sub DAS Ketapang	76
Tabel 4.14	Curah hujan rencanaMetode Gumbel sub DAS Buntung	77
Tabel 4.15	Curah hujan rencanaMetode Gumbel sub DAS Jomblong	78
Tabel 4.16	Curah hujan rencanaMetode Gumbel sub DAS Buduran	78
Tabel 4.17	Curah hujan rencanaMetode Gumbel sub DAS Pucang	79
Tabel 4.18	Curah hujan rencanaMetode Gumbel sub DAS Kedunguling	79
Tabel 4.19	Curah hujan rencanaMetode Gumbel sub DAS Ketapang	80
Tabel 4.20	Panjang sungai utama tiap sub DAS	81
Tabel 4.21	Beda tinggi tiap sungai utama	82
Tabel 4.22	Perhitungan waktu konsentrasi	82
Tabel 4.23	Nilai intensitas hujan maksimum	83
Tabel 4.24	Harga koefisien limpasan (C)	85
Tabel 4.25	Perhitungan debit maksimum	86
Tabel 4.26	Data debit maksimum eksisting	86



DAFTAR GAMBAR

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Peta administrasi Kabupaten Sidoarjo	5
Gambar 2.1	Sistem Penginderaan Jauh	9
Gambar 2.2	Bagan alir pemetaan digital	22
Gambar 2.3	Manajemen Sistem Informasi Geografis	23
Gambar 3.1	Posisi geografis citra Landsat ETM 7	34
Gambar 3.2	Citra Landsat ETM 7 band 3	35
Gambar 3.3	Citra Landsat ETM 7 band 4	36
Gambar 3.4	Citra Landsat ETM 7 band 5	36
Gambar 3.5	Citra <i>Color Composit</i> Band 5, 4, 3 (RGB)	37
Gambar 3.6	Kontur ketinggian Kab. Sidoarjo	38
Gambar 3.7	Diagram alir penelitian	40
Gambar 3.8	Prosedur klasifikasi citra	42
Gambar 4.1	Pembatasan citra Landsat ETM 7 dengan vektor batas kabupaten	51
Gambar 4.2	Posisi ' <i>Ground Control Point</i> '	51
Gambar 4.3	Pembuatan <i>training area</i>	54
Gambar 4.4	Hasil klasifikasi tutupan lahan menggunakan metode 'maximum likelihood'	55
Gambar 4.5	Peta klasifikasi tutupan lahan Kab. Sidoarjo	56
Gambar 4.6	Peta lokasi GPS	58
Gambar 4.7	Peta kemiringan lereng Kab. Sidoarjo	61
Gambar 4.8	Peta tekstur tanah Kab. Sidoarjo	63
Gambar 4.9	Peta lokasi stasiun pengamat hujan Kab. Sidoarjo	66
Gambar 4.10	Peta isohyet Kab. Sidoarjo	69
Gambar 4.11	Peta curah hujan rata-rata Kab. Sidoarjo	70
Gambar 4.12	Proses overlay antara layer tekstur tanah dengan tutupan lahan	84
Gambar 4.13	Proses penentuan koefisien tutupan lahan	84
Gambar 4.14	Debit maksimum pada periode ulang 2, 5 dan 10 tahun	87
Gambar 4.15	Perbandingan debit maksimum data eksisting dengan Hasil perhitungan	88
Gambar 4.16	Overlay antara sub DAS rawan genangan , tutupan lahan, batas tekstur tanah dan isohyet	89
Gambar 4.17	Overlay antara sub DAS rawan genangan dengan layer kemiringan lereng	90
Gambar 4.18	Overlay antara sub DAS rawan genangan dengan layer batas administrasi	91
Gambar 4.19	Peta Prediksi daerah rawan genangan Kab. Sidoarjo	92



DAFTAR LAMPIRAN

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Data curah hujan harian tertinggi
- Lampiran 2. Daftar inventarisasi sungai Kab. Sidoarjo
- Lampiran 3. Data lokasi rawan genangan Kab. Sidoarjo tahun 2003



BAB I
PENDAHULUAN

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang terletak di khatulistiwa atau ekuator dengan dua musim dalam setahun, yakni musim kemarau dan penghujan. Menurut *Benyamin Lakitan*, 1991, berdasarkan klasifikasi iklim global, wilayah kepulauan Indonesia sebagian besar tergolong dalam zona iklim tropika basah dan sisanya masuk zona iklim pegunungan atau tropika monsoon. Iklim tropika basah ditandai dengan besarnya curah hujan dalam setahun (antara 1000 – 2000 mm).

Keuntungan sebagai negara dengan curah hujan tinggi yakni adanya ketersediaan air yang cukup. Tetapi, di sisi lain sebagai wilayah yang berbatasan langsung dengan kota Surabaya, Kabupaten Sidoarjo merupakan daerah penyangga dari berbagai sektor, seperti ekonomi, industri, maupun permukiman. Hal ini berdampak terhadap perubahan tata guna lahan, di mana area hijau (sawah dan tanaman lainnya) berubah menjadi permukiman dan industri. Ditambah dengan pola hidup masyarakat yang kurang baik, yakni membuang sampah pada sungai, yang menyebabkan semakin meningkatnya volume sedimen yang terbawa oleh arus, menyebabkan meluapnya air sungai pada puncak musim penghujan.

Data dari Dinas Pekerjaan Umum (DPU) Pengairan Kabupaten Sidoarjo, menunjukkan genangan air (banjir) yang terjadi pada musim penghujan tahun 2002/2003 meliputi sebanyak 88 saluran/*afvoer* yang melewati 86 desa. Luas keseluruhan adalah 1079 Hektar, dengan tinggi rata-rata genangan 0,5 meter. Sumber yang sama menyebutkan penyebab banjir ada berbagai macam, diantaranya kerusakan dam, penyempitan saluran serta akibat pasang naik permukaan air laut. Tetapi tidak menutup kemungkinan bahwa

perubahan tata guna lahan juga menjadi penyebab, yakni dengan memperbesar limpasan permukaan atau *surface run-off*, karena berkurangnya tanaman sebagai penghalang mengalirnya air.

Dari fakta di atas, dapat disimpulkan bahwa limpasan permukaan merupakan elemen hidrologi yang layak diperhatikan karena dapat dipergunakan untuk berbagai analisis, diantaranya pendugaan genangan air atau daerah rawan banjir. Perkiraan terhadap limpasan dipengaruhi oleh empat hal, yakni intensitas curah hujan, jenis tutupan lahan, kemiringan lereng dan jenis tanah.

Pola curah hujan dapat dipantau selama periode 10 tahun. Dengan menghitung intensitas curah hujan serta mengetahui data jenis tanah, kelerengan dan klasifikasi tutupan lahan hasil pengolahan citra Landsat ETM 7, akan didapat nilai debit dalam satuan m^3/detik dari luas suatu sub DAS (Daerah Aliran Sungai). Hasil ini diharapkan dapat digunakan untuk mengetahui jumlah keseluruhan debit yang terjadi pada puncak musim penghujan.

1.2 Maksud dan Tujuan

Dari penelitian ini diharapkan dapat dipantau besarnya limpasan permukaan dengan satuan debit (m^3/detik). Selanjutnya hasil tersebut dipetakan untuk memperoleh informasi mengenai genangan air di Kabupaten Sidoarjo.

Adapun cara pengerjaannya adalah sebagai berikut:

- a. Penerapan teknik penginderaan jauh, dengan menggunakan citra satelit Landsat ETM 7 sebagai alat bantu.

- b. Penggunaan komputer untuk pengolahan data elektronik dengan sistem informasi geografis (SIG) dan bantuan perangkat lunak (*software*) tertentu (*software* pengolah citra/ER Mapper maupun *software* SIG/AutoCad, MapInfo, ArcView dsb).
- c. Mengimplementasikan teknik penginderaan jauh dan Sistem Informasi Geografis untuk analisa data spasial (peta rupabumi maupun peta tematik) dan data tabular (data sub DAS, data curah hujan, dll).

1.3 Gambaran Umum Daerah Penelitian

1.3.1 Kondisi Geografis

Menurut *Rencana Tata Ruang Wilayah/RTRW 2002 Kab. Sidoarjo*, wilayah Kabupaten Sidoarjo ditinjau dari kondisi geografis, terletak pada $112,5^0 - 112,9^0$ Bujur Timur dan $7,3^0 - 7,5^0$ Lintang Selatan. Atau menurut sistem koordinat Universal Transverse Mercator (UTM) berada dalam zona 49 S (Selatan), dengan batas sebagai berikut: 660.800 m – 706.700 m Timur dan 9.161.750 m – 9.188.900 m Utara.

Luas wilayah daratan Kabupaten Sidoarjo adalah 71.424,25 Ha, sedangkan luas wilayah laut Kabupaten Sidoarjo berdasarkan perhitungan sampai dengan 4 mil ke arah laut adalah kurang lebih 201,69 Km²

Adapun batas administrasi wilayah ini adalah :

- Sebelah Utara : Kotamadya Surabaya dan Gresik
- Sebelah Timur : Selat Madura
- Sebelah Selatan : Kabupaten Pasuruan
- Sebelah Barat : Kabupaten Mojokerto

Ditinjau dari aspek administrasinya, Kabupaten Sidoarjo terdiri atas 18 wilayah kecamatan, yang terbagi atas 322 desa dan 31 kelurahan. Peta batas administrasi dapat dilihat pada gambar 1.1.

1.3.2 Topografi

Kondisi topografi Kabupaten Sidoarjo dapat ditinjau dari ketinggian wilayah di atas permukaan laut dan kemiringan lereng. Kondisi topografi ditinjau dari kemiringan lereng menggambarkan bahwa Kabupaten Sidoarjo merupakan daerah dataran rendah dengan kemiringan 0 – 2%. Secara garis besar, kondisi topografi tersebut dikelompokkan menjadi tiga (3) yaitu :

- Wilayah dengan ketinggian 0-3 m di atas permukaan laut (dpl) terdapat di sebelah Timur Kabupaten Sidoarjo yang merupakan daerah pantai dan tambak, dengan luas 21.420,13 Ha (29,99 %). Kecamatan yang terdapat di daerah ini adalah kecamatan : Sidoarjo, Buduran, Candi, Porong, Tanggulangin, Jabon, Waru, Gedangan dan Kecamatan Sedati.
- Wilayah dengan Ketinggian 3-10 m dpl yaitu seluas 29.148,24 Ha (40,81% dari luas wilayah Kabupaten Sidoarjo). Kabupaten Sidoarjo sebagian besar berada pada ketinggian 3 – 10 m dpl. Wilayah yang berada di ketinggian 3 –10 m dpl yaitu daerah bagian Tengah dengan kondisi lahan berair tawar, kecuali Kecamatan Krian, Balongbendo dan Tarik.

Gambar 1.1:
PETA ADMINISTRASI
KABUPATEN SIDOARJO

LEGENDA:

- Jalan**
- JALAN TOL
 - JALAN ARTERI PRIMER
 - JALAN KOLEKTOR PRIMER
 - JALAN LOKAL
- Administrasi**
- BATAS KABUPATEN
 - BATAS KECAMATAN

Sumber: Peta Rupabumi Bakosurtanal Skala 1:25.000

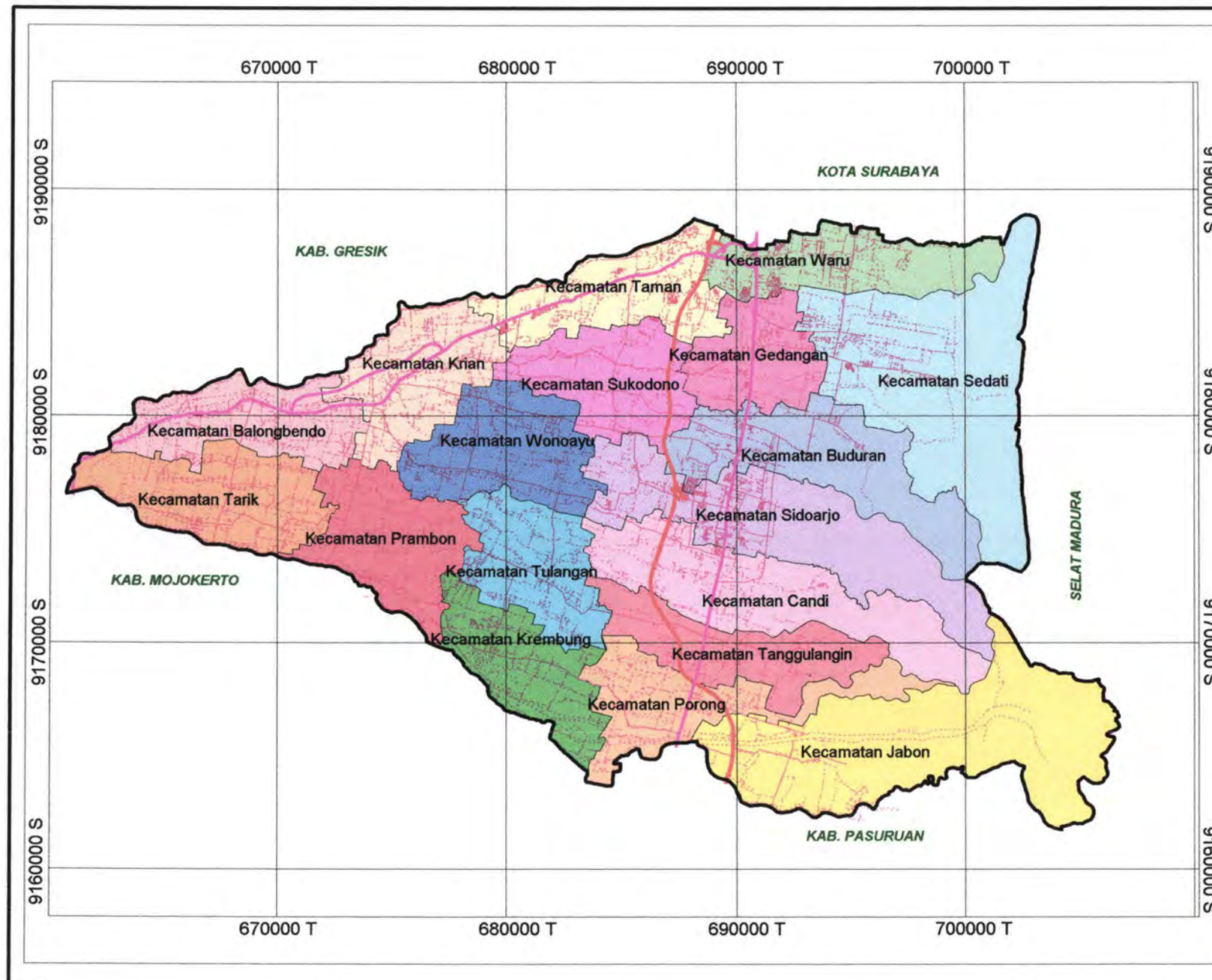
NAMA : FARIDA HARDANINGRUM
NRP : 3102.204.002

0 2.5 5 Kilometer
1 : 250.000

PROYEKSI PETA:
Universal Transverse Mercator (UTM)
Zone 49 S



BIDANG KEAHLIAN PENGINDERAAN JAUH
PROGRAM PASCA SARJANA
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA



- Wilayah dengan ketinggian 10 – 23 m dpl berada di sebelah Barat Kabupaten Sidoarjo, dengan luas sekitar 20.855,88 Ha (29,20%). Wilayah ini terdapat di Kecamatan Krembung, Tulangan, Krian, Balongbendo, Wonoayu, Tarik, Prambon, Taman dan Sukodono.

1.3.3 Aspek Klimatologi

Aspek klimatologi ditinjau dari temperatur udara dan curah hujan, menunjukkan keadaan temperatur di Kabupaten Sidoarjo pada tahun 2001, maksimum mencapai 35°C dan suhu minimum mencapai 20°C. Sedangkan kondisi curah hujan di tahun yang sama, dalam satu tahun rata-rata mencapai 1000 – 2500 mm. Jumlah curah hujan tertinggi terjadi pada bulan Maret yaitu 292 mm, dan terendah terjadi pada bulan Agustus dan September yaitu 0 mm (*Sidoarjo Dalam Angka, 2001*).

1.3.4 Hidrologi

Kabupaten Sidoarjo merupakan daerah subur karena ada beberapa sungai besar yang melewati wilayah ini, yaitu Sungai Porong, Sungai Mas dan Sungai Brantas, yang kesemuanya bermuara ke Selat Madura. Sungai Mas merupakan batas antara Kabupaten Sidoarjo dengan Kabupaten Gresik, Sungai Porong batas antara Kabupaten Sidoarjo dengan Kabupaten Pasuruan, sedangkan Sungai Brantas merupakan batas dengan Kabupaten Mojokerto. Panjang sungai di Kabupaten Sidoarjo 494.325 m.

Dengan banyaknya sungai tersebut memperlihatkan bahwa ketersediaan air di Kabupaten Sidoarjo sangat cukup. Disamping ketersediaan air dari sungai-sungai tersebut,

juga tergantung dari intensitas curah hujan rata-rata per tahun dan areal tangkapan hujan. Sedangkan kondisi kedalaman air tanah di wilayah Kabupaten Sidoarjo antara 0 – 5 meter.

1.3.5 Wilayah Peka Bencana Alam

Menurut RTRW Kabupaten Sidoarjo tahun 2002, Secara umum Kabupaten Sidoarjo termasuk wilayah dataran rendah dan merupakan wilayah sungai, sehingga sangat rentan terhadap banjir. Wilayah yang rentan banjir adalah wilayah di kanan-kiri sungai, khususnya pada musim penghujan. Fungsi sungai di Kabupaten Sidoarjo adalah sebagai saluran irigasi dan saluran pematuan (buangan).

1.4 Permasalahan dan Pembatasan Masalah

1.4.1 Permasalahan

Pada saat ini teknologi penginderaan jauh dan Sistem Informasi Geografis (SIG) belum banyak digunakan untuk menganalisa daerah yang rawan terkena banjir. Karenanya penulis berharap agar pemanfaatan penginderaan jauh dan SIG dapat dijadikan salah satu cara untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat dibandingkan dengan pendugaan dan pemetaan yang dilakukan secara manual.

Adapun pendekatan masalah yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Data citra Landsat ETM7 dan data sekunder yang ada dapat diolah dengan teknik penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis.
- b. Teknik analisis dan evaluasi dengan menggunakan teknik Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis sehingga diperoleh informasi pada permukaan bumi

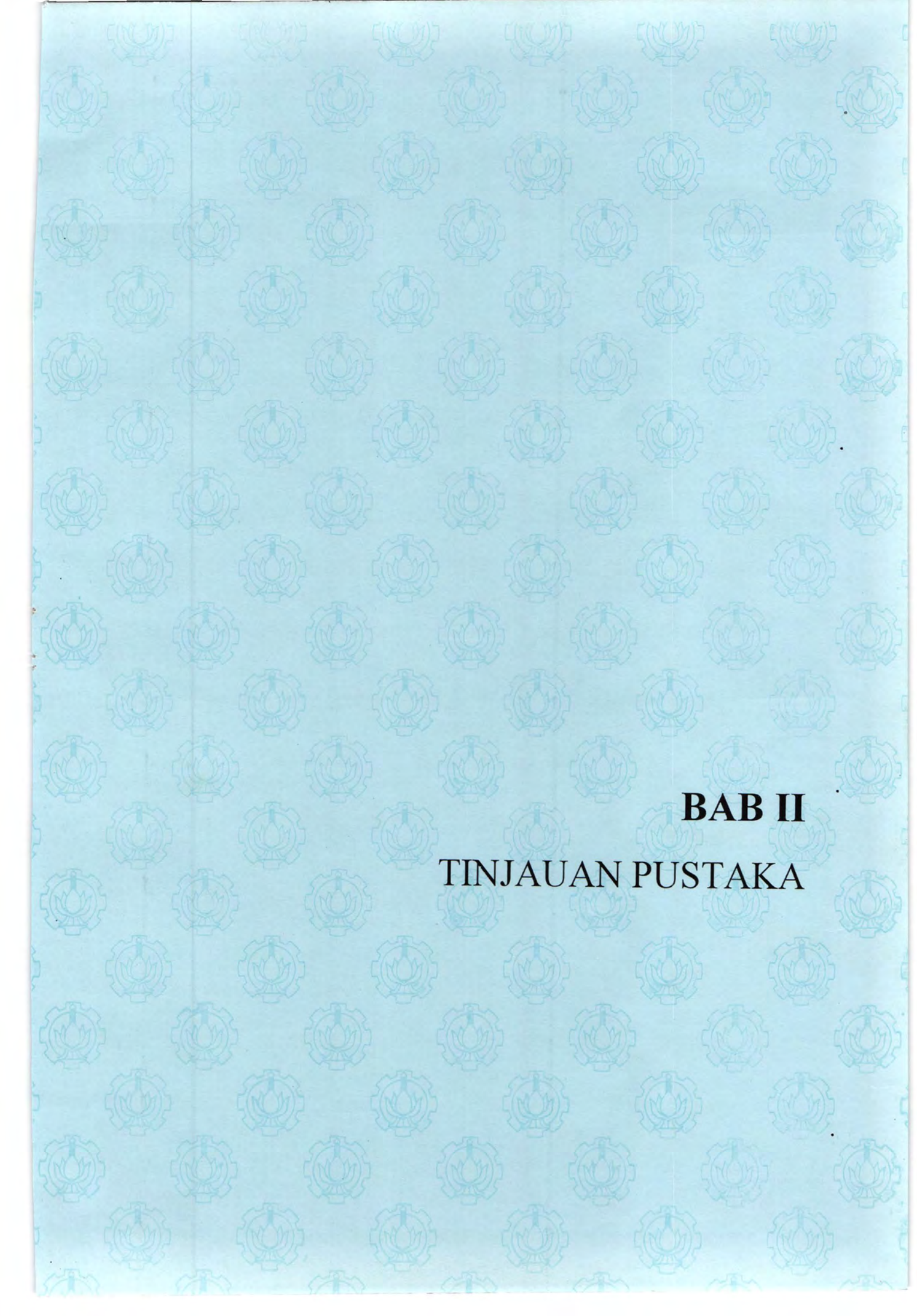
melalui pengenalan obyek sebagai bahan pertimbangan dalam memperkirakan luas genangan di daerah penelitian

- c. Informasi yang diakses dari citra Landsat ETM7 dapat memberikan kenampakan fenomena yang cukup baik dan teliti.

1.4.2 Pembatasan Masalah

Ada berbagai macam penyebab genangan. Studi ini dibatasi dengan melihat salah satu penyebabnya, yaitu besarnya limpasan permukaan yang dipengaruhi oleh tutupan lahan, jenis tanah, kelerengan, dan intensitas curah hujan (*John Wiley & Son, New York, 1985*).

Daerah penelitian dibagi atas beberapa sub DAS untuk mempermudah penghitungan limpasan permukaan. Perhitungan dilakukan dengan memakai salah satu metode empiris dalam Hidrologi, yakni Metode Rasional. Selanjutnya, hasil yang didapat diperbandingkan dengan data/peta genangan dari DPU Pengairan dan digunakan sebagai salah satu masukan untuk menganalisis genangan air di Kabupaten Sidoarjo.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

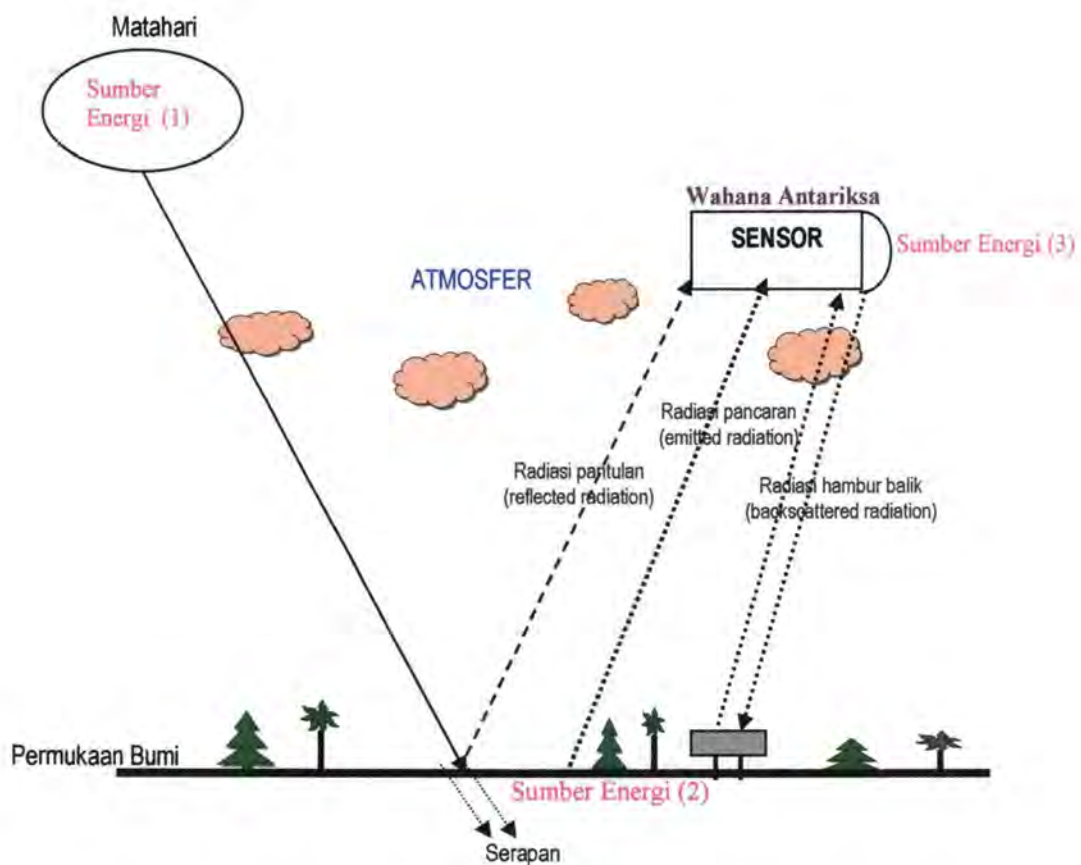
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penginderaan Jauh

Menurut *Lillesand dan Kiefer, 1979*, penginderaan jauh adalah suatu ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang obyek, daerah atau fenomena dengan jalan menganalisa data yang diperoleh dengan menggunakan alat tanpa melakukan kontak langsung terhadap obyek, daerah atau gejala yang dikaji.

Pengerjaannya dapat dilakukan dengan berbagai wahana antariksa, diantaranya pesawat terbang, radar maupun satelit.



Gambar 2.1 Sistem Penginderaan Jauh (Paul J. Curran, 1985)

Dari gambar 2.1 di atas, dalam sistem penginderaan jauh menggunakan radiasi gelombang elektromagnetik, ada empat komponen yang terlibat, yaitu: sumber energi, permukaan bumi, interaksi dengan atmosfer dan sensor yang terdapat pada wahana antariksa.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh tim dari Badan Koordinasi Survei dan Pemetaan Nasional (*Bakosurtanal*) pada tahun 1993 tentang evaluasi banjir di DAS Tulangbawang Lampung, pengolahan citra satelit sebagai salah satu produk dari penginderaan jauh dapat dibuat dengan cepat, meskipun daerahnya sulit diliput secara terestris. Di samping itu juga dapat meliput secara aman dan cepat suatu kejadian bencana alam, seperti gunung meletus dan banjir yang terjadi di permukaan bumi.

2.1.1 Radiasi Elektromagnetik

Sumber energi dalam penginderaan jauh pasif adalah matahari, yang merupakan benda langit dengan sifat benda hitam efektif dengan temperatur permukaannya adalah 5762° Kelvin. Matahari juga berbentuk gas yang selalu terjadi reaksi fusi, sehingga memancarkan enersi berupa gelombang elektromagnetik ke segala penjuru alam semesta.

Radiasi gelombang elektromagnetik dinyatakan sebagai energi yang merambat melalui ruang, material atau media dalam bentuk interaksi antara medan listrik dan medan magnetik serta bergerak dengan kecepatan 3.0×10^8 meter / detik.

2.1.1.1 Sifat Radiasi Elektromagnetik

Radiasi elektromagnetik (EM) membawa energi yang menjalar bersamaan dengan osilasi medan magnet melalui ruang atau benda. Penjalaran radiasi EM diturunkan dari

persamaan Maxwell. Radiasi EM mempunyai dua sifat yaitu sebagai gerak gelombang dan gerak partikel.

Sebagai gelombang, menurut *Alonso & Finn, 1980*, radiasi EM memenuhi persamaan:

$$\lambda = v / f$$

di mana:

λ : panjang gelombang

v : kecepatan penjalaran

f : frekuensi dengan satuan Hertz (Hz), yaitu jumlah gelombang yang dipancarkan perdetiknya

Di ruang hampa, kecepatannya sama dengan kecepatan cahaya, yaitu $c = 2,998 \times 10^8$ meter/detik, dan di atmosfer relatif sama dengan ruang hampa.

Adapun sebagai partikel, gelombang EM dinyatakan sebagai foton atau kuantum. cahaya. Energinya dinyatakan dengan (*Alonso & Finn, 1980*), :

$$E = h f$$

Di mana h adalah konstanta Plank.

Penjalaran radiasi EM terdiri atas empat elemen, yaitu *frekuensi*, *arah penjalaran*, *amplitudo* dan *bidang polarisasi*. Keempat elemen tersebut berkaitan dengan informasi yang berbeda, yaitu:

- ♦ Amplitudo: magnitude terbesar dalam osilasi medan listrik.
- ♦ Frekuensi: berkaitan dengan warna obyek. Pada band gelombang pendek, terjadi penyimpangan atau disebut dengan *efek Doppler*, yaitu akibat gerak relatif antara obyek dengan wahana.

- ♦ Arah transmisi: mempengaruhi bentuk dan lokasi spasial (keruangan)
- ♦ Bidang polarisasi: berkaitan dengan geometri bentuk obyek di samping juga dipengaruhi oleh orientasi dari listrik dan medan magnetik dari gelombang EM.

2.1.1.2 Interaksi Benda dengan Radiasi Elektromagnetik

Semua benda mempunyai sifat yang unik dalam hal memantulkan, menyerap,, menetralkan dan memancarkan radiasi gelombang EM. Misalnya: daun tampak hijau karena klorofil menyerap spektrum biru dan merah, sehingga memantulkan warna hijau. Sifat unik benda tersebut merupakan karakteristik spektral. Secara sederhana, hal ini bisa dihubungkan dengan energi yang dipancarkan dan diserap ketika elektron pada atom H berpindah ke orbit yang lebih rendah atau lebih tinggi.

Energi yang dihasilkan oleh pindah orbitnya elektron tersebut adalah (*Alonso & Finn, 1980*) :

$$E = h c / \lambda$$

Di mana:

h : konstanta Plank

c : kecepatan cahaya

λ : panjang gelombang

Semua benda terdiri atas atom-atom dan molekul-molekul dengan komposisi tertentu, sehingga benda akan memancarkan atau menyerap radiasi EM pada panjang gelombang tertentu pula. Di sini terlihat makin panjang gelombang yang digunakan, makin rendah kandungan energinya.

2.1.1.3 Pembagian Panjang Gelombang Radiasi Elektromagnetik

Sebagai sumber data utama dalam penggunaan penginderaan jauh, radiasi EM dibagi menjadi beberapa bagian, yang diberi nama dengan spektrum cahaya. Pengelompokan spektrum berdasarkan panjang gelombang ini, terdiri atas pembagian gelombang EM menurut panjang gelombang yang paling sering digunakan, sebagaimana tercantum pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Jenis radiasi gelombang EM.

No	Nama Radiasi	Panjang Gelombang
1	Sinar Gamma	$10^{-14} - 10^{-10}$ m
2	Sinar-X	$6.10^{-12} - 10^{-9}$ m
3	Sinar Ultra Ungu	$6.10^{-10} - 3.8 \times 10^{-7}$ m
4	Spektrum tampak atau cahaya	$3.8 \times 10^{-7} - 7.8 \times 10^{-7}$ m
5	Spektrum infra merah	$7.8 \times 10^{-7} - 10^{-3}$ m
6	Gelombang mikro	$10^{-3} - 0.3$ m
7	Gelombang frekuensi radio	0.3 m hingga beberapa kilometer

Sumber: Medan dan Gelombang, Alonso-Finn, 1980

Gelombang elektromagnetik dibagi menjadi beberapa wilayah gelombang, sebagaimana tertulis dalam tabel 2.2. Masing-masing wilayah mempunyai karakteristik tersendiri.

Tabel 2.2 Bagian Wilayah Gelombang Elektromagnetik

No	Nama wilayah Band	Keterangan
1	Sinar gamma	Radiasi wilayah ini tidak sampai dipermukaan bumi karena telah diserap sepenuhnya oleh atmosfer bagian atas. Tidak digunakan dalam penginderaan jauh.
2	Sinar X	Diserap oleh atmosfer. Tidak dipergunakan dalam penginderaan jauh.
3	Ultraviolet (UV)	Diserap lapisan ozon.
4	Photographic UV	Diteruskan oleh atmosfer. Dapat dideteksi oleh film dan photodetector Mengalami scattering oleh atmosfer.
5	Sinar Tampak	Dapat dicitra dengan film maupun photodetector.
6	Infra Red (IR)	Interaksi dengan berbagai panjang gelombang. Ditransmisikan oleh atmosfer.
7	Infra Red Pantul	Tidak terdapat informasi tentang perilaku thermal. Pada rentang 0.70 – 0.90 μ m dapat dicitrakan dengan Photographic Infra Red Band.
8	Infra Red Thermal	Jendela utama atmosfer dalam wilayah thermal. Dapat dicitrakan dengan Optic Mechanic scanner atau vidicon camera, bukan film.
9	Gelombang Micro	Dapat menembus awan dan hujan.
10	Radar	Dicitrakan non photographic. Penginderaan jauh sistem aktif.
11	Radio	Digunakan pada sistem komunikasi. Tidak dipergunakan untuk pencitraan.

Sumber : Shrestha dalam Seto Ajie (1998)

2.1.2 Sumber Energi.

Sebagaimana dijelaskan di atas, sumber energi utama dalam penginderaan jauh sistem pasif adalah matahari. Pada sistem ini, pancaran sinar matahari sangat bergantung dengan keadaan alam yang berupa awan, hujan, kabut, turbiditas udara yang diakibatkan oleh debu dan sebagainya, sehingga penetrasi sinar matahari mengalami pelemahan.

Disamping itu lintasan sinar matahari akan melewati lapisan–lapisan dengan indeks bias yang berbeda, sehingga mengakibatkan pembelokan lintasan (bias). Selain itu terjadi juga interaksi terhadap media lintasan yang mengakibatkan adanya penyerapan, penghamburan dan refraksi sebagai hasil dari proses fisika di atmosfer.

Pada penginderaan jauh sistem pasif, jendela (*window*) dari gelombang elektromagnetik yang dipergunakan adalah spektrum dengan panjang gelombang $0,40\ \mu\text{m}$ – $0,70\ \mu\text{m}$ yang biasa disebut sebagai sinar tampak (*visible light*), dimana spektrum ini dapat dideteksi oleh film dan *photodetector* namun spektrum ini juga mengalami hamburan (*scattering*) oleh atmosfer. Diluar jendela spektrum tersebut dapat dikelompokkan sebagai penginderaan jauh sistem aktif yang lebih dikenal sebagai sistem radar.

2.1.3 Sumber Data Satelit

Di antara beberapa jenis citra satelit, yang paling banyak digunakan untuk aplikasi di daratan (baik tanah maupun perairan) adalah seri data Landsat yang dikembangkan oleh Amerika Serikat dan SPOT yang dibuat oleh Perancis.

Kedua satelit ini berputar mengitari bumi dengan arah utara-selatan. Lintasannya sesuai (*sinkron*) dengan matahari, sehingga dinamakan *sun synchronous*. Untuk hasil yang optimal, semua citra direkam pada pagi hari sekitar pukul 09.00 – 11.00 waktu setempat. Kunjung ulang (*revisit frequency*) pada suatu tempat di bumi adalah 17 hari untuk Landsat dan 26 hari untuk SPOT.

Adapun data Landsat yang digunakan pada penelitian ini, memiliki karakteristik sebagai berikut (*Japan Association on Remote Sensing*):

a. Orbit

- Ketinggian: 705 kilometer, dengan inklinasi 98^0
- Sifat: *Sunsynchronous* (*sinkron* terhadap posisi matahari)
- Waktu melintas ekuator: 9.39 pagi
- Waktu kembali ke titik semula: 17 hari

b. Sensor

- Jenis: Thematic Mapper (TM) dengan karakteristik sebagai berikut:
 - Band 1, 2, 3, 4, 5 dan 7 memiliki resolusi 30×30 meter persegi, serta band 6 sebagai band thermal dengan resolusi 120×120 meter persegi
 - Untuk Landsat 6 dan 7 memiliki *Enhanced Thematic Mapper* (ETM) dengan mode pankromatik (beresolusi 15×15 meter persegi)

c. Data

- Satu *scene* dapat menjangkau 185×170 km.
- Nilai numerik pixel adalah 8 bits (0-255)

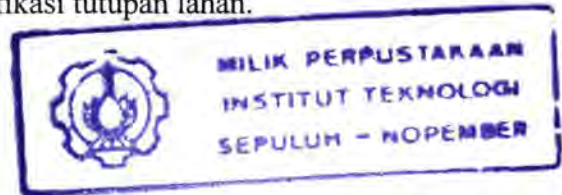
2.1.4 Tahap Pemrosesan Citra

Menurut *Paul J. Curran*, 1985, pada dasarnya ada enam tahap pada suatu pemrosesan citra, yakni:

- i. Proses pembacaan data, yaitu membaca data citra dari suatu rekaman *Computer Compatible Tape* (CCT), dimana data terekam dalam bentuk numerik
- ii. Akuisisi citra (*image acquisition*), antara lain pemilihan band sesuai dengan keperluan, dan pembuatan format rekaman data
- iii. Menampilkan (*display*) citra. Ada beberapa proses pengerjaan, seperti menampilkan tabel numerik, histogram, atau citra dengan tingkat keabuan (*grey level*) tertentu.
- iv. Pemotongan (*cropping*) citra, sesuai dengan daerah analisis
- v. Pemulihan citra (*image restoration*), yakni memperbaiki citra yang mengalami perubahan (distorsi), termasuk koreksi radiometrik dan geometrik

- vi. Penajaman citra (*image enhancement*), bertujuan mempertajam kontras citra agar lebih mudah dianalisis secara visual

Selanjutnya, citra yang telah mengalami berbagai proses di atas, dapat diolah sesuai dengan keperluan, misalnya untuk klasifikasi tutupan lahan.



2.1.5 Klasifikasi

Klasifikasi adalah sistem yang harus dilakukan untuk menghasilkan kelas-kelas obyek di permukaan bumi berdasarkan suatu tujuan tertentu (*Lillesand dan Kiefer, 1979*). Ada beberapa tujuan dalam klasifikasi citra, yaitu klasifikasi umum dan klasifikasi khusus.

Klasifikasi umum adalah pengkelasan obyek-obyek di permukaan bumi dengan kriteria luasan, dimana semua obyek akan terkelaskan kalau memiliki luas yang cukup representatif sesuai dengan daerah yang diklasifikasi. Klasifikasi ini biasanya menghasilkan tutupan lahan (*land cover*).

Sedangkan klasifikasi khusus adalah pengkelasan obyek-obyek di permukaan bumi dengan suatu tujuan, dimana obyek-obyek yang akan dikelaskan telah disesuaikan dengan suatu tujuan tertentu, sebagai contoh adalah klasifikasi vegetasi, klasifikasi geologi, klasifikasi hidrologi, dan sebagainya.

Prosedur utama dalam klasifikasi citra adalah membuat dan mengevaluasi contoh latih "*training area*". Training area adalah suatu contoh atau sampel yang diambil pada citra dengan angka keabuan tertentu untuk suatu tujuan. Training sampel dapat berupa "*poligon -poligon*" (*Identification Area* atau *Id Area*) atau "*titik -titik*" (*Identification Point/ID point*) yang dibuat untuk menandai suatu obyek yang diinginkan.

Masing-masing training sampel harus dilakukan evaluasi secara statistik dengan jumlah sampel piksel sebanyak $(30 \times N) + I$ piksel, dimana N adalah jumlah band yang

dipergunakan. Sebagai tolok ukur ketelitian training area, adalah besarnya simpangan baku sampel haruslah $\leq 3\%$. Apabila simpangan baku $> 3\%$ maka training area harus diulang.

Metode klasifikasi citra yang ada berdasarkan jenis pengkelas dalam penginderaan jauh adalah sebagai berikut :

- Tetangga terdekat (*neighborhood classification*)
- Jarak terdekat (*minimum distance classification*)
- Kemiripan maksimum (*maximum likelihood classification*)

Sedangkan jenis klasifikasi ada dua, yakni klasifikasi terbimbing dan tak terbimbing

2.1.5.1 Klasifikasi Terbimbing.

Klasifikasi terbimbing (*supervised classification*) adalah suatu langkah dalam klasifikasi untuk meningkatkan tingkat kepastian pada obyek-obyek dipermukaan bumi dengan mempergunakan referensi yang ada pada daerah pengamatan. Referensi tersebut dapat berupa peta topografi, foto udara serta deskripsi spasial yang ada pada daerah pengamatan.

Beberapa hal yang diperhatikan dalam klasifikasi terbimbing ini adalah sebagai berikut :

- a. Kesesuaian referensi yang dipergunakan
- b. Rentang waktu klasifikasi dengan referensi
- c. Kondisi alam yang belum mengalami perubahan yang drastis
- d. Sistem data spasial / Sistem koordinat yang sama (*spatial data matching*).

2.1.5.2 Klasifikasi Tidak Terbimbing

Klasifikasi tidak terbimbing (*unsupervised classification*) adalah suatu langkah klasifikasi citra yang didasarkan pada sifat fisika obyek terhadap gelombang elektromagnetik saja, tanpa mempergunakan referensi tertentu. Dengan demikian, klasifikasi ini bersifat teoritis. Sebagai contoh misalnya untuk klasifikasi vegetasi dengan mempergunakan teknik NDVI (*Normalized Different Vegetation Index*), yaitu cara mendapatkan indeks vegetasi dengan mempergunakan operasi matematik citra (perkalian, pembagian, penambahan, pengurangan, dan eksponential) dari beberapa band citra.

Pada klasifikasi ini tingkat ketidakpastian relatif lebih tinggi dibandingkan dengan klasifikasi terbimbing, namun ditinjau dari segi kecepatan dan biaya akan lebih rendah. Klasifikasi ini cocok dilakukan pada daerah yang referensinya tidak ada, cakupan yang luas, serta tingkat kesulitan pencapaian yang tinggi.

2.2 Sistem Informasi Geografis

2.2.1 Pengertian Sistem Informasi Geografis

Menurut Aronoff, 1989, 'Sistem Informasi Geografis adalah seperangkat kerja baik secara manual maupun didukung oleh piranti komputer untuk melakukan koleksi, menyimpan, mengelola, serta menyajikan data dan informasi yang bergeoreferensi untuk tujuan tertentu.'

Dari sini tampak bahwa data yang diolah dalam metode Sistem Informasi Geografis atau disingkat SIG haruslah mengacu pada sistem koordinat tertentu.

2.2.2 Kegunaan Sistem Informasi Geografis

Beberapa kegunaan Sistem Informasi Geografis dinyatakan oleh *Burrough P.A.*, 1986, sebagai berikut:

- a. Visualisasi Informasi
- b. Pengorganisasian informasi
- c. Pengkombinasian informasi
- d. Analisis informasi

2.2.2.1 Visualisasi Informasi

Visualisasi informasi merupakan suatu bentuk penyajian informasi melalui penglihatan. Cara ini akan lebih merangsang pikiran dibandingkan dengan cara lain yang tradisional. Semua informasi yang disajikan dapat dilihat, disimpan dalam ingatan/memori, diinterpretasi dan selanjutnya dianalisis.

Teknologi SIG digunakan untuk mempermudah dan mempercepat dalam proses penyajian informasi. Sebagai contoh dari proses visualisasi SIG ini diibaratkan dengan penyusunan potongan-potongan gambar (*jigsaw puzzle*), di mana informasi akan lebih mudah dimengerti setelah potongan-potongan tersebut disusun secara benar (*Learning System, 1991*).

2.2.2.2 Pengorganisasian Informasi

Definisi pengorganisasian informasi adalah penyampaian informasi menurut hubungan yang logis. Dalam SIG, data diatur secara keruangan (spasial). Sebagai contoh, suatu kode pos menunjukkan lokasi/zone di mana suatu rumah yang dituju berada. Data

kode pos itu mungkin bisa dihubungkan lagi dengan data lain seperti jumlah rumah, jumlah RT/RW, desa dan sebagainya. Sifat data tersebut bukan spasial, tetapi bisa diidentifikasi dengan kerangka acuan yang sifatnya spasial. Data setiap zone kode pos tersebut dapat ditempatkan dan ditampilkan pola-pola geografiknya.

2.2.2.3 Pengkombinasian Informasi

Data yang digunakan seringkali berasal dari bermacam-macam sumber yang kadang-kadang berbeda dalam skala, sistem proyeksi serta cara penyimpanan. Dalam hal ini, SIG menyediakan fasilitas dan metode untuk mengkombinasi atau mengintegrasikan data tersebut ke dalam suatu format tertentu. Proses atau pembuatan itu dinamakan “integrasi data”.

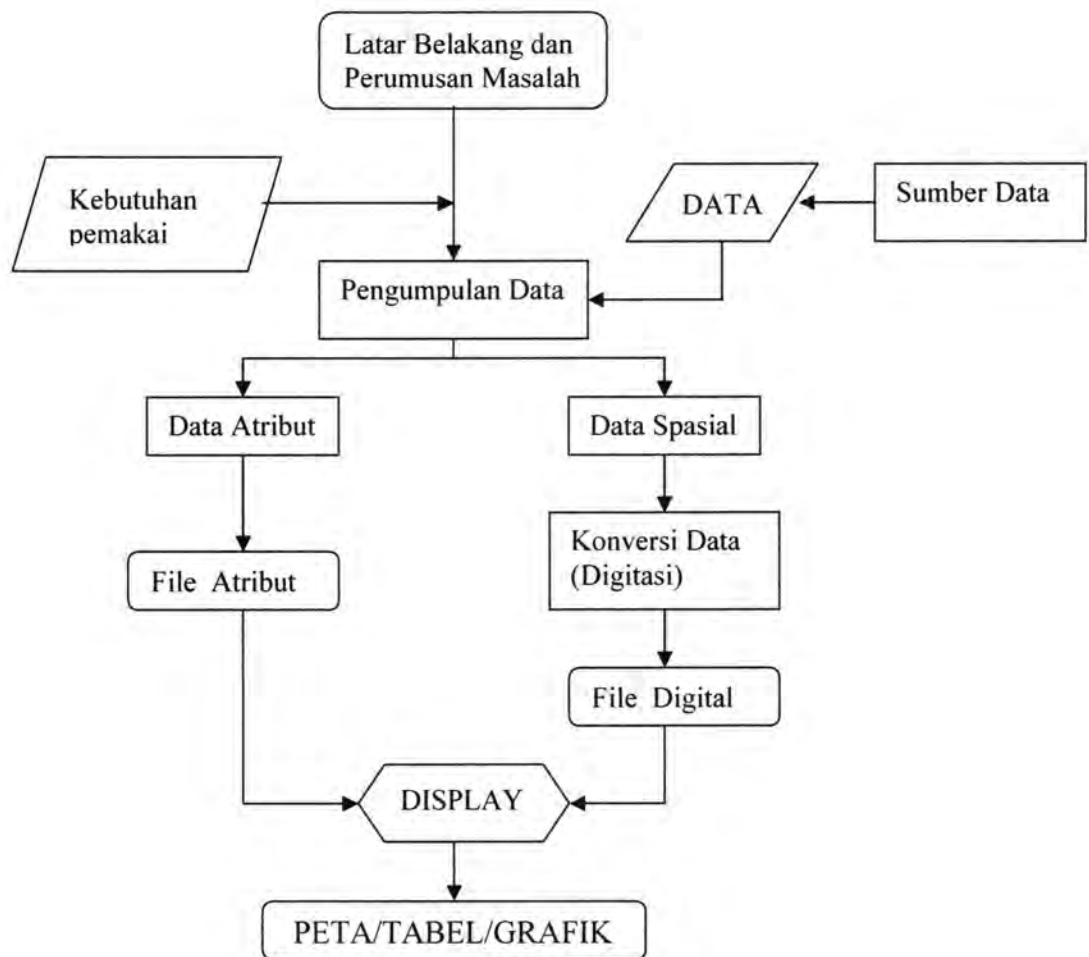
Sumber data geografik dalam SIG meliputi lembaran-lembaran peta, foto udara, citra satelit dan bentuk digital lainnya. Selain itu ada juga data yang tersusun dalam bentuk tabel yang bereferensi secara geografis.

2.2.2.4 Analisis Informasi

Dengan menggunakan SIG, kita dapat menginterpretasi dan mempelajari data dan informasi yang telah dikumpulkan untuk keperluan tertentu, misalnya memperkirakan perkembangan penutupan lahan dan daerah rawan banjir.

2.2.3 Metodologi Sistem Informasi Geografis

Data yang dipergunakan dalam SIG haruslah dalam bentuk digital. Gambar 2.2 memperlihatkan diagram alir pemetaan digital, mulai dari penentuan masalah hingga menjadi tampilan peta digital, tabel atau grafik.



Gambar 2.2 Bagan alir pemetaan digital

Sedangkan menurut *Aronoff, 1989*, empat komponen yang mendukung Sistem Informasi Geografis yakni:

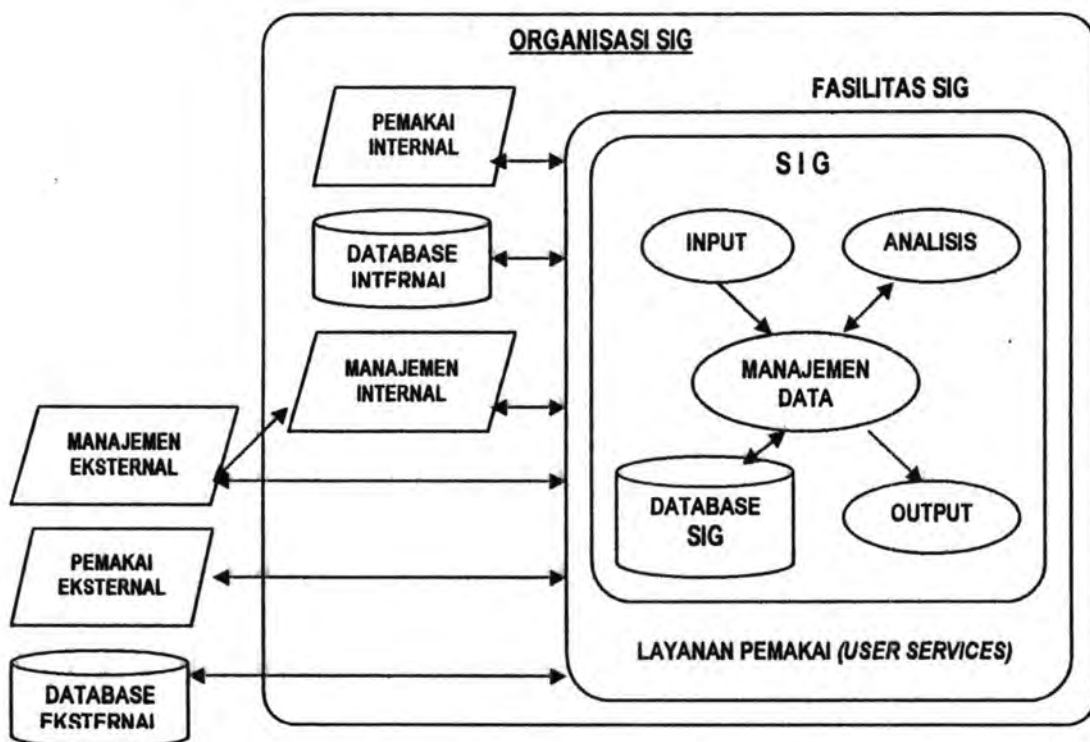
1. Masukan (input)
2. Manajemen data (penyajian dan penyimpanan)
3. Manipulasi dan analisis
4. Keluaran (output)

Komponen dasar dari SIG berikut lingkungan organisasinya dapat dilihat pada gambar 2.3.

Sedangkan menurut *Aronoff, 1989*, empat komponen yang mendukung Sistem Informasi Geografis yakni:

1. Masukan (input)
2. Manajemen data (penyajian dan penyimpanan)
3. Manipulasi dan analisis
4. Keluaran (output)

Komponen dasar dari SIG berikut lingkungan organisasinya dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Manajemen Sistem Informasi Geografis

Pada dasarnya, sebuah Sistem Informasi Geografis tidak bisa beroperasi sendiri. Dengan kata lain ada suatu divisi yang membawahi sistem ini. Dalam hal ini terdapat suatu manajemen yang mengatur penggunaan fasilitas SIG untuk keperluan industri, bisnis atau pemerintahan (Aronoff, 1989).

Sebagian pemakai SIG adalah dari dalam organisasi itu sendiri (*internal user*). Tetapi ada juga pemakai dari luar (*external user*) yang membutuhkan fasilitas SIG. Sebagai contoh, sebuah lembaga survei geologi hendak menggunakan SIG untuk keperluan riset. Pada saat yang sama, suatu pangkalan militer membutuhkan data yang sama untuk keperluan mereka. Dengan demikian ada organisasi yang mengatur penggunaan data dan fasilitas SIG.

2.2.4 Basisdata Sistem Informasi Geografis

Basisdata (*database*) adalah sekumpulan data yang saling berkaitan, yang dapat dibentuk melalui pemetaan dan pengamatan lapangan. Dalam SIG, ada dua kelompok data, yaitu spasial dan nonspasial (Prahasta, 2001).

2.2.4.1 Data Spasial

Data spasial adalah data yang dapat diamati dan diidentifikasi di lapangan yang berkaitan dengan masalah ruang di atas atau di dalam permukaan bumi. Data ini dapat ditentukan oleh besaran lintang dan bujur, atau sistem koordinat lainnya. Sedangkan bentuknya adalah grafis yang ditunjukkan oleh peta-peta dengan skala dan sistem proyeksi tertentu. Contoh data spasial yakni peta topografi, foto udara maupun citra satelit.

Data spasial ada tiga yaitu titik, garis dan poligon atau area. Ketiganya dikenal dengan feature geografi atau entitas spasial (*spatial entity*). Dalam SIG, data ini diorganisasikan dalam bentuk lembaran (*layer*) peta.

2.2.4.2 Data Nonspasial

Data nonspasial disebut juga sebagai atribut, yaitu data yang melengkapi keterangan data spasialnya, baik secara statistik, numerik, maupun deskriptif. Data ini biasanya ditunjukkan dalam bentuk tabel atau diagram.

2.2.5 Struktur Data pada Sistem Informasi Geografis

2.2.5.1 Data Raster

Data raster menggambarkan ruang dua dimensi sebagai suatu matrik (*array*) yang terdiri atas grid sel (*pixel*) segi empat yang teratur, menurut baris dan kolom. Setiap pixel menggambarkan bagian permukaan bumi. Resolusi dari struktur data raster ditentukan oleh ukuran pixel.

2.2.5.2 Data Vektor

Dalam struktur data vektor, ruang dua dimensi diwakili oleh suatu gambaran kontinyu dan sangat teliti. Gambaran tersebut adalah tampilan dari suatu posisi feature geografis (titik, garis dan poligon) pada daerah peta dalam bentuk tertentu. Daerah peta diasumsikan sebagai ruang koordinat dimana posisi obyek dapat ditentukan sesuai dengan kenampakan aslinya.

Pada vektor, bentuk titik direkam sebagai pasangan koordinat X-Y, garis sebagai rangkaian titik, dan poligon adalah rangkaian segmen garis yang menggabungkan pasangan koordinat (*verteks*) dan membentuk kurva tertutup.

2.3 Limpasan Permukaan dan Perkiraan Debit Genangan

Menurut Kiyotoka Mori, 1975 dalam *Manual of Hidrology*, air hujan yang turun ke bumi mengalami siklus hidrologi, yakni penguapan (*evapotranspirasi*), penyerapan oleh tanah (*infiltrasi*) dan limpasan permukaan (*surface run-off*). Limpasan didefinisikan sebagai bagian air yang mengalir di atas permukaan tanah. Sedangkan genangan merupakan endapan air akibat tidak mengalirnya limpasan ke saluran pembuangan.

2.3.1 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Limpasan

Suatu limpasan permukaan dan aliran sungai dipengaruhi oleh berbagai faktor secara bersamaan, yaitu elemen-elemen meteorologi dan daerah pengaliran yang menyatakan sifat fisik daerah tersebut.

2.3.1.1 Elemen-elemen Meteorologi

Faktor-faktor yang termasuk dalam elemen-elemen meteorologi adalah sebagai berikut:

5. Jenis presipitasi

Jenis presipitasi ada dua, yakni hujan dan salju. Hujan berpengaruh langsung terhadap hidrograf (kurva yang menggambarkan variasi debit menurut waktu).

6. Intensitas curah hujan

Intensitas curah hujan adalah besarnya curah hujan per satuan waktu. Pengaruhnya terhadap limpasan permukaan

7. *Lamanya curah hujan*

Di setiap daerah pengaliran terdapat suatu lamanya curah hujan yang kritis. Jika lama curah hujan kurang dari lamanya yang kritis, maka lama limpasan praktis akan sama dan tidak tergantung dari intensitas curah hujan. Namun apabila lamanya curah hujan itu lebih panjang, maka lama limpasan permukaan juga menjadi lebih panjang. Lamanya curah hujan akan menurunkan kapasitas infiltrasi dan mudah menimbulkan genangan.

8. *Distribusi curah hujan dalam daerah pengaliran*

Distribusi curah hujan dapat mempengaruhi debit puncak, di mana daerah pengaliran yang luas dengan distribusi hujan merata, akan menyebabkan debit maksimum.

9. *Arah pergerakan hujan*

Umumnya pusat curah hujan itu bergerak. Jadi suatu curah hujan lebat bergerak sepanjang sistem aliran sungai, dan akan mempengaruhi debit puncak dan limpasan permukaan.

10. *Kelembaban tanah*

Kadar kelembaban tanah berpengaruh terhadap kapasitas infiltrasi, dimana tanah yang terlalu lembab akibat hujan sebelumnya, akan menyebabkan limpasan yang semakin besar.

11. *Kondisi meteorologi yang lain*

Seperti dikemukakan di atas, dari seluruh elemen meteorologi, curah hujan mempunyai pengaruh yang terbesar pada limpasan. Secara tidak langsung, temperatur udara, kecepatan angin, kelembaban relatif, tekanan udara rata-rata,

curah hujan tahunan dan seterusnya, berhubungan satu dengan yang lain juga mengontrol iklim di daerah itu, dan mempengaruhi limpasan.

2.3.1.2 Elemen Daerah Pengaliran

Elemen daerah pengaliran atau daerah aliran sungai (DAS) juga berpengaruh terhadap besarnya limpasan. Faktor-faktor tersebut adalah:

1. Kondisi tutupan lahan

Jenis tutupan lahan akan mempengaruhi limpasan permukaan. Misalnya lahan yang tertutup pepohonan (hutan) tentu akan lebih banyak menyerap air daripada lahan yang tertutup permukiman. Dengan demikian limpasan di daerah permukiman lebih besar dari daerah hutan.

2. Daerah pengaliran

Daerah pengaliran yang luas menyebabkan makin lama limpasan mencapai tempat titik pengukuran.

3. Kondisi topografi

Ketinggian tempat akan mempengaruhi kemiringan lereng, dan berdampak pada laju limpasan permukaan.

4. Jenis tanah

Ada tiga jenis tanah, yakni lanau, lempung dan pasir. Ketiganya mempunyai daya serap yang tidak sama, dan hal ini berpengaruh terhadap besarnya limpasan.

5. Faktor-faktor lain

Yang juga mempengaruhi limpasan adalah karakteristik jaringan sungai, drainase buatan, dan lain-lain.

2.3.2 Analisa Limpasan Curah Hujan

Untuk membuat analisa mengenai limpasan curah hujan, perlu diketahui suatu diagram yang menggambarkan variasi debit atau permukaan air menurut waktu. Diagram ini disebut dengan hidrograf. Kurva tersebut memberikan gambaran mengenai berbagai kondisi yang ada di daerah itu secara bersama. Jadi jika karakteristik daerah aliran berubah, bentuk hidrograf juga berubah.

Sumber air sungai adalah curah hujan atau salju yang mencair. Biasanya air mencapai sungai melalui tiga buah jalan:

1. *Curah hujan di saluran (channel presipitation)*

Ini adalah curah hujan yang jatuh langsung pada permukaan air di sungai utama dan anak-anak sungainya yang umumnya termasuk dalam limpasan permukaan dan tidak dipisahkan sebagai komponen dari hidrograf.

Curah hujan yang langsung pada sungai merupakan bagian yang sangat kecil dari curah hujan itu. Di daerah pengaliran dengan luas air danau yang besar, biasanya komponen ini tidak dipisahkan mengingat penguapan (evaporasi) permukaan air itu sama atau melampaui curah hujan pada permukaan air.

2. *Limpasan permukaan*

Limpasan permukaan adalah air yang mencapai sungai tanpa melalui permukaan air tanah, yakni curah hujan dikurangi bagian yang terserap (infiltrasi), air tertahan dan genangan. Limpasan permukaan ini merupakan bagian terpenting dari puncak banjir. Bagian terbesar dari curah hujan mengalir selama periode hujan dan sebagian sesudah periode hujan.

Pada dasarnya, limpasan permukaan dibagi dalam dua sumber:

- a. Air yang mengalir di atas permukaan tanah, secara eksplisit disebut limpasan permukaan.
- b. Air yang menginfiltirasi (terserap) dan mencapai lapisan tanah yang impermeabel (tak dapat lagi ditembus air), kemudian sebagian mengalir ke sungai.

Bagian ini dinamakan aliran bawah permukaan (subsurface).

3. *Aliran air tanah*

Aliran air tanah adalah air yang menginfiltirasi ke dalam tanah, mencapai permukaan air tanah dan bergerak menuju sungai dalam beberapa hari, beberapa minggu atau lebih. Mengingat aliran air tanah merupakan dasar dari hidrograf, maka aliran ini disebut juga debit aliran dasar yang hanya berubah sedikit selama musim kering dan basah sepanjang tahun.

Ketiga jenis limpasan di atas merupakan sumber air di sungai dan disebut komponen-komponen hidrograf.

2.3.3 **Perkiraan Debit Banjir**

Menurut *Kiyotoka Mori, 1975*, ada tiga cara untuk memperkirakan debit banjir yang berdasarkan curah hujan lebat, yaitu:

- Dengan rumus empiris
- Pengolahan Statistik atau kemungkinan
- Menggunakan unit hidrograf.

Penggunaan statistik dan unit hidrograf merupakan cara yang rumit dan membutuhkan data yang banyak. Sedangkan jika tidak terdapat data hidrologi yang cukup, maka perkiraan debit banjir dihitung dengan rumus-rumus empiris

Menurut *Soil and Water Conservation Engineering*, John Wiley & Son, New York, 1985, ada beberapa metode empiris yang bisa digunakan untuk memperkirakan harga limpasan permukaan, antara lain: Metode Cook, Model Hidrologi SCS (*Soil Conservation Service*) dan Metode Rasional.

Metode Rasional

Metode Rasional adalah salah satu metode empiris dalam hidrologi rumus matematis metode ini adalah:

$$\text{Limpasan Maksimum } (Q_{Maks}) = CIA/360 \text{ (m}^3 \text{ /detik)}$$

Dalam hal ini:

- C adalah koefisien limpasan
- I adalah intensitas hujan yang dihitung dalam mm/jam
- A adalah luas area setiap sub DAS, dihitung dalam hektar.

Koefisien limpasan C merupakan hasil yang secara empiris dihitung berdasarkan tiga parameter DAS, yakni tutupan lahan, jenis tanah dan kemiringan lereng.



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Data yang Digunakan

Pada penelitian ini, ada tiga jenis data yang digunakan, yakni citra satelit Landsat ETM 7, peta lapangan dan data tabular.

Tabel 3.1 Data yang digunakan untuk penelitian

No	Nama data	Edisi Tahun	Sumber	Skala	Jenis Data
1	Citra Landsat ETM7	2001	LAPAN	-	Grafis/ digital
2	Peta Tata Guna Lahan	2000	BPN	1:50.000	Grafis/ analog
3	Peta Rupabumi	1999	Bakosurtanal	1:25.000	Grafis/ analog
4	Peta Tekstur Tanah	2000	Dinas Pertanian	1:50.000	Grafis/ analog
5	Peta Kelerengan	1999	Peta Rupabumi Bakosurtanal	1:25.000	Grafis/ analog
6	Peta Hidrologi	2002	Dinas PU Pengairan	1:50.000	Grafis/ analog
7	Peta Genangan Air	2000-2003	Dinas PU Pengairan	1:50.000	Grafis/ analog
8	Data Curah Hujan	1994-2003	BMG Karangploso	-	Tabular

Dirangkum dari berbagai sumber

3.1.1 Citra Satelit

Data digital yang digunakan pada penelitian ini adalah citra Landsat ETM 7 yang direkam pada hari Selasa tanggal 3 Juli pukul 9:22:19 GMT tahun 2001, untuk daerah Sidoarjo dan sekitarnya. Data ini diolah untuk mendapatkan klasifikasi tutupan lahan dari daerah penelitian.

Alasan menggunakan data Landsat antara lain adalah jumlah saluran (band) yang banyak, yakni 7 (tujuh) buah, yang memungkinkan untuk membuat berbagai variasi komposit. Demikian juga resolusinya cukup baik, yaitu 1 pixel mewakili 30×30 meter persegi, dapat digunakan untuk menganalisis wilayah suatu kabupaten dengan skala 1:25.000 maupun 1:50.000. Penjelasan tentang karakteristik band 1 hingga 7 disajikan dalam tabel 3.2.

Tabel 3.2 Resolusi Spektral Landsat TM

Band	Rentang Panjang Gelombang (μm)	Karakteristik
1.	0.45-0.52	Saluran (band) yang mampu menembus air
2.	0.52-0.60	Menunjukkan puncak reflektansi vegetasi hijau, dapat dipergunakan untuk analisis kerapatan vegetasi.
3.	0.63-0.69	Spektrum ini diserap oleh klorofil, dapat dipergunakan untuk analisis jenis vegetasi.
4.	0.76-0.90	Dapat dipergunakan untuk analisis kandungan biomassa, pemetaan garis pantai dan perbedaan antara darat dan laut.
5.	1.55-1.75	Jendela atmosfer inframerah tengah, peka terhadap kelembaban tanah dan vegetasi, penetrasi terhadap awal tebal.
6.	10.40-12.50	Infra merah thermal, dipergunakan untuk pemetaan thermal pada malam hari.
7.	2.08-2.23	Jendela inframerah tengah, bermanfaat dipergunakan untuk pemetaan bidang geologi.

Sumber : John Howard, 1991.

Ukuran citra yang digunakan pada penelitian ini adalah 1101 x 1601 (baris x kolom). Sedangkan posisi geografisnya seperti tertera pada gambar 3.1.

Zoom	Geolink	Extents	Center	Mouse Info
		Top Left	Bottom Right	Size
Latitude:		7:17 29.65S	7:35 18.92S	0:17:49.27
Longitude:		112:26 45.98E	112:52 56.35E	0:26:10.37
Easting:		659639.14E	707669.14E	48030.00
Northing:		9193763.15N	9160733.15N	33030.00
Cell X:		0.00	1601.00	1601.00
Cell Y:		0.00	1101.00	1101.00

Gambar 3.1 Posisi geografis citra Landsat ETM 7

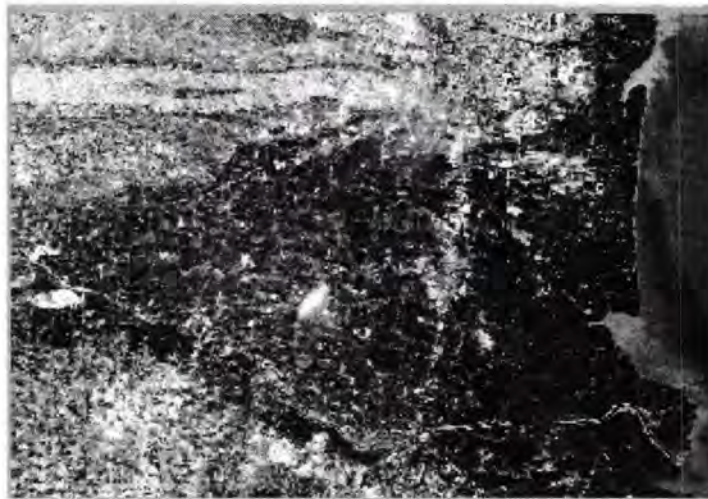
Untuk mendapatkan klasifikasi tutupan lahan, terlebih dahulu dibuat suatu campuran beberapa band atau disebut komposit warna (*color composit*). Color composit merupakan citra multi-band yang dibuat dengan menggabungkan tiga warna utama, yakni merah, hijau dan biru atau *red*, *green* dan *blue*, disingkat menjadi *RGB* (*Japan Association on Remote Sensing*).

Pemilihan band yang digunakan untuk komposit warna ini tergantung pada kebutuhan pemakai. Misalnya komposisi band 3 (merah), band 2 (hijau) dan band 1 (biru) akan menghasilkan komposisi warna alami (*natural color composit*). Komposisi ini bagus digunakan untuk mengamati kondisi tutupan lahan yang sesungguhnya, karena menghasilkan paduan warna yang alami (natural). Untuk tujuan studi geologi misalnya, komposisi antara band 7 (merah), 5 (hijau) dan 2 atau 1 (biru) akan menghasilkan tampilan yang optimal, sesuai dengan fungsi tiap-tiap band (lihat tabel 3.2)

Pada penelitian ini, komposisi warna yang dipilih adalah band 5 (merah), band 4 (hijau) dan band 3 (biru). Alasannya adalah ketiga band itu memiliki karakteristik yang diperlukan untuk klasifikasi tutupan lahan, sifatnya antara lain: Band 5 peka terhadap

kelembaban tanah, band 4 memperkuat perbedaan (kontras) antara darat dan air, dan band 3 terletak pada salah satu bagian serapan klorofil.

Gambar 3.2, 3.3 dan 3.4 menunjukkan citra Landsat ETM 7 band 3, 4 dan 5. Pada band 3, tampak adanya perbedaan mencolok antara permukiman dan tanaman. Dalam hal ini, tempat-tempat dengan daya pantul (reflektansi) tinggi tampak berwarna terang (putih), sedangkan tumbuh-tumbuhan berwarna hitam.



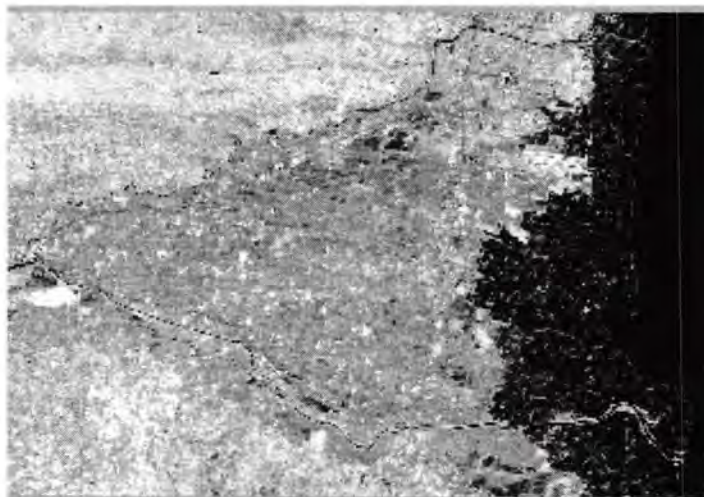
Gambar 3.2 Citra Landsat ETM 7 band 3

Pada gambar 3.3, terlihat jelas perbedaan antara daratan dan perairan, di sini sungai tampak terlihat lebih jelas. Kebalikan dari band 3, permukiman dan lahan kosong berwarna gelap, sedangkan kebun dan sawah berwarna terang.



Gambar 3.3 Citra Landsat ETM 7 band 4

Pada gambar 3.4, hampir tidak ada perbedaan antara reflektan tinggi dan rendah, hal ini disebabkan karena kelembaban tanah yang relatif sama.



Gambar 3.4 Citra Landsat ETM 7 band 5

Dari ketiga jenis band di atas, dibuat *color composit*, yang menghasilkan citra berwarna (gambar 3.5).



Gambar 3.5 Citra Color Composit Band 5,4,3 (RGB)

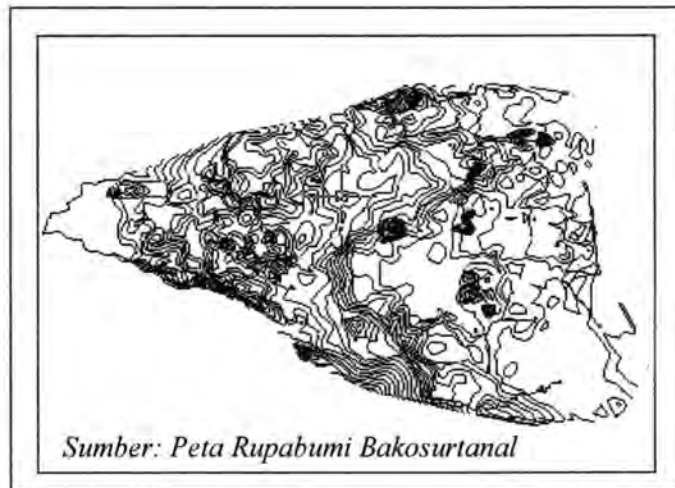
3.1.2 Peta Lapangan

Peta lapangan yang digunakan pada penelitian ini ada lima dan berasal dari sumber yang berbeda.

- a. Peta Topografi skala 1:25.000 tahun 1999, sumber: Bakosurtanal

Peta ini digunakan untuk mencari sistem koordinat pada prosedur koreksi geometrik citra. Selain itu, informasi titik ketinggian (*spot height*) serta kontur dapat digunakan untuk mencari kelerengan.

Peta kelerengan diturunkan dari peta rupabumi skala 1:25.000. Kontur dibuat berdasarkan titik ketinggian (*spot height*) karena kabupaten Sidoarjo mempunyai ketinggian hanya dari 1 hingga 20 meter.



Gambar 3.6 Kontur ketinggian Kab. Sidoarjo

Pada dasarnya kabupaten Sidoarjo termasuk daerah yang datar, dengan kemiringan lereng antara 0 – 2%. Hal ini berpengaruh terhadap aliran air, di mana semakin datar suatu daerah, akan semakin lama air hujan tertahan. Akibatnya genangan air akan mudah terjadi.

- b. Peta Tata Guna Lahan skala 1:50.000, sumber: Badan Pertanahan Nasional (BPN), sebagai acuan dalam klasifikasi tutupan lahan menggunakan citra satelit.
- c. Peta Jenis Tanah skala 1:50.000, sumber: Dinas Pertanian dan Perkebunan Kabupaten Sidoarjo, digunakan untuk menentukan klasifikasi tekstur tanah dari daerah penelitian. Data ini bermanfaat sebagai salah satu parameter dalam mencari harga limpasan permukaan.
- d. Peta Hidrologi skala 1:50.000, sumber: Dinas PU Pengairan Kabupaten Sidoarjo, digunakan untuk menentukan klasifikasi berbagai data hidrologi, seperti data sungai dan bangunan air (bendungan, sumur artesis, dam)

- e. Peta Genangan Air tahun 2002 skala 1:50.000, sumber: Dinas PU Pengairan Kabupaten Sidoarjo, digunakan sebagai pembanding terhadap hasil pemetaan menggunakan penginderaan jauh dan SIG.

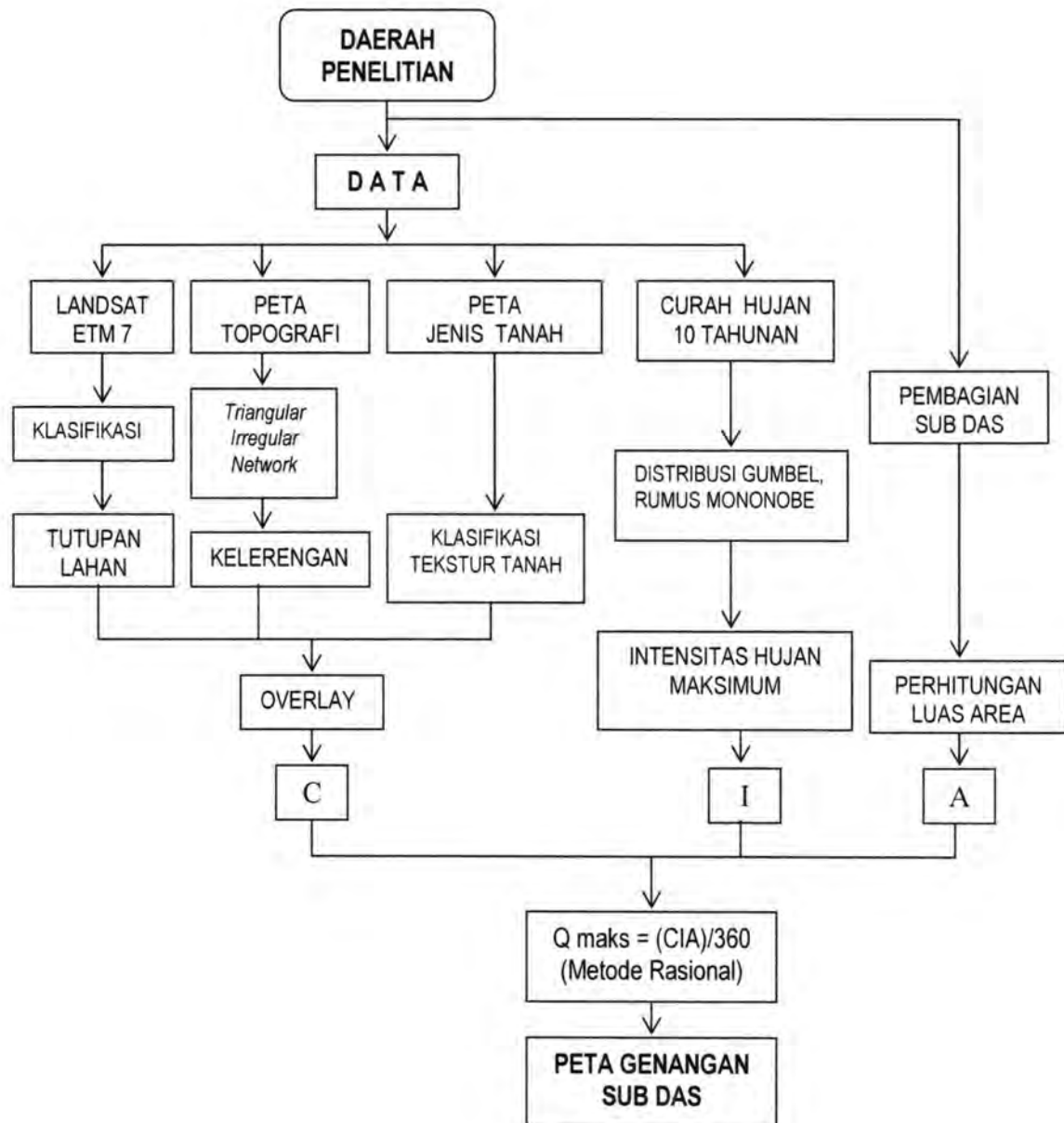
3.1.3 Data Tabular

- a. Data intensitas curah hujan 10 tahunan, didapat dari Badan Meteorologi dan Geofisika (BMG) Karangploso, gunanya untuk mendapatkan intensitas hujan maksimum. Intensitas hujan merupakan salah satu faktor yang paling penting dalam hidrologi.
- b. Data statistik Kabupaten Sidoarjo, meliputi: data administrasi dan kepadatan penduduk, bermanfaat dalam proses pemetaan daerah genangan/banjir, dan analisa dampaknya terhadap penduduk.
- c. Data hidrologi, antara lain meliputi: jumlah saluran irigasi , *afvoer*, dam, sumur artesis, digunakan untuk menunjang peta hidrologi yang ada.

3.2 Diagram Alir Penelitian dan Penjelasannya

3.2.1 Diagram Alir Penelitian

Berikut ini adalah diagram alir dari penelitian yang dilakukan.



Gambar 3.7 Diagram alir penelitian

3.2.2 Penjelasan Diagram Alir

3.2.2.1 Alasan Pemilihan Metode

Metode yang diterapkan pada penelitian ini adalah teknik penginderaan jauh dan Sistem Informasi Geografis (SIG). Adapun alasan penggunaan penginderaan jauh adalah karena teknologi ini dapat digunakan untuk mengetahui karakteristik, gejala dan obyek di permukaan bumi secara relatif lengkap, meliputi daerah yang relatif luas dan permanen.

Sedangkan SIG yang merupakan sistem penanganan dan pengelolaan data geografis, digunakan untuk mengolah data dan informasi yang dihasilkan melalui kegiatan penginderaan jauh serta peta-peta lapangan dalam bentuk digital. Dengan bantuan perangkat komputer, pengolahan data yang kompleks dan besar akan lebih singkat dibandingkan secara manual. Dengan adanya teknologi penginderaan jauh dan Sistem Informasi Geografis ini memungkinkan untuk pengevaluasian wilayah yang relatif luas secara efektif dan efisien.

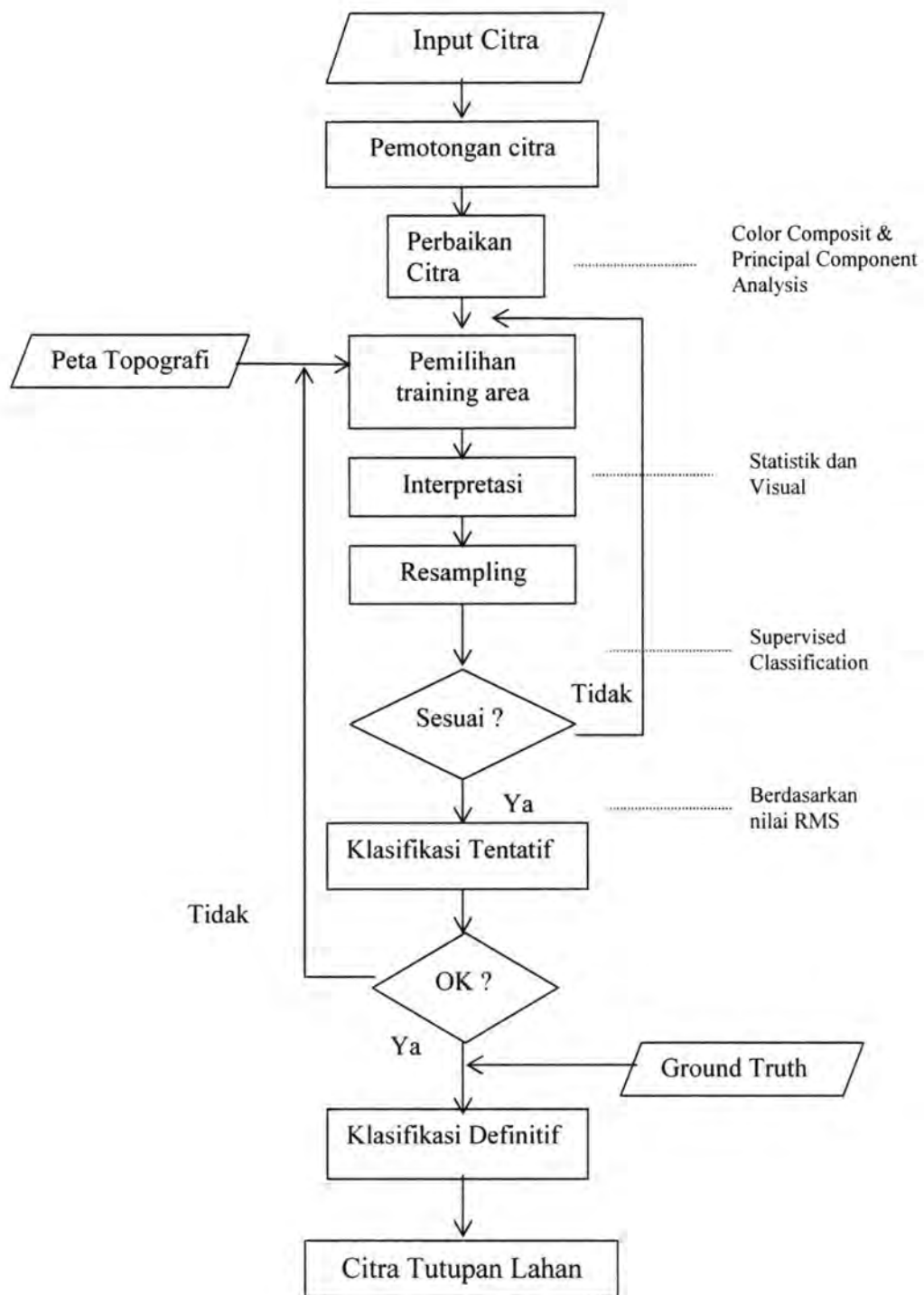


3.2.2.2 Pemrosesan citra satelit

Citra satelit yang didapat pada umumnya telah mengalami koreksi radiometrik, sehingga hanya perlu dilakukan koreksi geometrik untuk meregistrasi citra pada sistem koordinat yang dikehendaki.

Selanjutnya citra diklasifikasi dengan salah satu metode, yakni klasifikasi terbimbing (*supervised classification*) berjenis kemiripan maksimum (*maximum likelihood*) untuk mendapatkan peta tata guna lahan (*landuse*)

Prosedur klasifikasi citra dapat dilihat pada diagram berikut.



Gambar 3.9 Prosedur klasifikasi citra

3.2.2.3 Pengolahan Peta Tematik

Ada dua peta tematik yang digunakan, yakni peta kelerengan dan jenis tanah. Keduanya didigitasi untuk mendapatkan data vektor.

3.2.2.4 Pengolahan Data Intensitas Curah Hujan.

Data curah hujan yang digunakan dalam penelitian adalah data 10 tahun (1994-2003), mencakup 28 stasiun pengamat (lampiran 1)

Adapun prosedur pengolahan data curah hujan adalah sebagai berikut:

1. Menghitung curah hujan rata-rata tiap sub DAS

Menurut *Benyamin Lakitan, 1991*, curah hujan rata-rata dinyatakan dengan:

$$R_{rt} = (R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n) / n$$

Di mana:

- R_{rt} : Curah hujan daerah (mm)
 $R_1 \dots R_n$: Curah hujan harian maksimum di stasiun 1 s/d stasiun n
 n : Banyaknya stasiun dalam sub DAS

2. Menghitung curah hujan rencana dengan distribusi Gumbel (*VT. Chow, Applied of Hidrology*)

$$X_{Tr} = X + S_x (0,78 y - 0,45)$$

$$S_x = \sqrt{((\sum X_i - X) / (n - 1))}$$

$$y = -\ln(-\ln(((T - 1) / T)))$$

Di mana:

X_{Tr}	:	Curah hujan dengan kala ulang Tr tahun
$\bar{X}$	:	Curah hujan rata-rata
S_x	:	Simpangan baku
$\bar{y}$	:	Perubahan reduksi
n	:	Jumlah data
X_i	:	Data curah hujan
T	:	Kala ulang dalam tahun

Dari pengolahan ini, akan diperoleh curah hujan dengan kala ulang (periode berkala) selama Tr tahun (2, 5, 10, 25, 50, 100 dan 200 tahun). Untuk perkiraan debit maksimum, sebaiknya menggunakan kala ulang yang pendek, yakni 2 dan 5 tahun.

3.2.2.5 Pembagian Daerah Penelitian Menjadi Beberapa Sub DAS

Untuk mempermudah analisis, daerah penelitian dibagi menjadi beberapa sub DAS, lalu masing-masing dihitung luas areanya, dengan satuan hektar.

3.2.2.6 Perhitungan Debit Maksimum

1. Intensitas Hujan

Intensitas hujan didefinisikan sebagai tinggi curah hujan per satuan waktu. Untuk mendapatkan intensitas hujan selama waktu konsentrasi, digunakan rumus Mononobe.

Menurut *Kyitoka Mori, 1975*, Rumus Mononobe dinyatakan sebagai berikut:

$$I = ((R_{24} / 24) \times (24 / T_c))^{2/3}$$

Di mana waktu konsentrasi (T_c) dihitung dengan menggunakan rumus *Kirpich* (VT. Chow, 1988):

$$T_c = 0,945 \times (L^{1,156} / D^{0,385})$$

Dengan:

- I : Intensitas hujan selama waktu konsentrasi (mm/jam)
- R_{24} : Curah hujan maksimum harian dalam 24 jam (mm)
- T_c : Waktu konsentrasi
- L : Panjang sungai / alur utama (km)
- S : Kemiringan tanah

2. Metode Rasional.

Menurut *Kiyotoka Mori*, 1975, metode Rasional adalah salah satu rumus empiris yang tertua dan terkenal diantara rumus-rumus empiris dalam hidrologi. Metode ini juga mempunyai rumus yang sederhana, sehingga dapat dengan mudah diterapkan dalam perhitungan hidrologi. Untuk proses pengolahan dengan metode Sistem Informasi Geografis, tumpang susun (overlay) diterapkan pada penghitungan nilai koefisien limpasan.

Rumus metode Rasional menurut *John Wiley & Son* dalam *Soil and Water Conservation Engineering* 1985, dinyatakan dengan:

$$\text{Debit Maksimum } (Q_{\text{Maks}}) = CIA / 360 \text{ (m}^3 \text{ / detik)}$$

Dalam hal ini:

- C adalah koefisien limpasan
- I adalah intensitas hujan yang dihitung dalam mm/jam

- A adalah luas area setiap sub DAS, dihitung dalam hektar.

Koefisien limpasan C merupakan hasil yang secara empiris dihitung berdasarkan tiga parameter DAS, yakni tutupan lahan, jenis tanah dan kemiringan lereng. Ada banyak penelitian yang menyatakan harga C , di antaranya menurut *John Wiley & Son* dalam *Soil and Water Conservation Engineering*, 1985 (tabel 3.3) dan oleh *US. Forest Service* pada 1980 (tabel 3.4).

Tabel 3.3 Koefisien limpasan (C) menurut Metode Rasional (1)

Tutupan Lahan	Topografi	Tekstur tanah		
		Pasir	Lempung	Lanau
Hutan	datar	0.1	0.3	0.4
	bergelombang	0.25	0.35	0.5
	berbukit	0.3	0.5	0.6
Padang rumput	datar	0.1	0.3	0.4
	bergelombang	0.16	0.36	0.55
	berbukit	0.22	0.42	0.6
Perkebunan	datar	0.3	0.5	0.6
	bergelombang	0.4	0.6	0.7
	berbukit	0.52	0.72	0.82
Perkotaan	datar bergelombang	renggang	sedang	rapat
		0.4	0.55	0.65
		0.5	0.65	0.8

Sumber: Soil and Water Conservation Engineering, John Wiley & Son, New York, 1985

Tabel 3.4 Koefisien limpasan (C) menurut Metode Rasional (2)

Tataguna lahan	C	Tataguna lahan	C
Perkantoran		Tanah lapang	
Daerah pusat kota	0.7 – 0.95	Berpasir, datar, 2 %	0.05 – 0.1
Daerah sekitar kota	0.5 – 0.7	Berpasir, agak rata, 2-7 %	0.1 – 0.15
Perumahan		Berpasir, miring, 7 %	0.15 – 0.2
Rumah tunggal	0.3 – 0.5	Tanah berat, datar, 2 %	0.13 – 0.17
Rumah susun, terpisah	0.4 – 0.6	Tanah berat, agak rata, 2-7%	0.18 – 0.22
Rumah susun, bersambung	0.6 – 0.75	Tanah berat, miring, 7 %	0.25 – 0.35
Pinggiran kota	0.25 – 0.4	Tanah Pertanian, 0-30 %	
Daerah industri		Tanah kosong	
Kurang padat	0.5 – 0.8	Rata	0.3 – 0.6
Padat	0.6 – 0.9	Kasar	0.2 – 0.5
Taman, Kuburan	0.1 – 0.25	Tanah garapan	
Tempat Bermain	0.2 – 0.35	Tanah berat, tanpa vegetasi	0.3 – 0.6
Daerah stasiun KA	0.3 – 0.4	Tanah berat, dgn vegetasi	0.2 – 0.5
Daerah tak berkembang	0.1 – 0.3	Berpasir, tanpa vegetasi	0.2 – 0.25
Jalan raya		Berpasir, dengan vegetasi	0.1 – 0.25
Beraspal	0.7 – 0.95	Padang rumput	
Berbeton	0.8 – 0.95	Tanah berat	0.15 – 0.45
Berbatu bata	0.7 – 0.85	Berpasir	0.05 – 0.25
Trotoar	0.75 – 0.85	Hutan, bervegetasi	0.05 – 0.25
Daerah beratap	0.75 – 0.95	Tanah tak produktif, > 30%	
		Rata, kedap air	0.7 – 0.9
		Kasar	0.5 – 0.7

Sumber: US. Forest Service, 1980 dalam Chay Asdak (1995)

3.2.2.7 Analisa Genangan

Setelah didapatkan harga debit pada tiap sub DAS, akan diketahui daerah-daerah dengan nilai debit tinggi, sehingga dapat dijadikan sebagai acuan untuk menganalisis genangan air.

3.3 Peralatan yang Digunakan

3.3.1 Perangkat Keras

♦ Komputer Pentium III

- Processor 1.7 GHZ
- Memory DDR 128 MB
- Hardisk Seagate 40 GB 72000
- VGA ATI Redion 64 MB 7000 PRO

Dengan komputer yang memiliki fasilitas di atas, diharapkan proses pengolahan data dapat dilakukan dengan cepat.

- ♦ Printer Epson Stylus 41SX: digunakan untuk mendapatkan hasil cetak (*print out*) dari data yang diolah.
- ♦ Global Positioning System (GPS) tipe Garmin, 12 XL. memiliki ketelitian 3-5 meter, dipergunakan untuk menentukan kesalahan RMS.

3.3.2 Perangkat Lunak

- ♦ Microsoft Office (*MS World, MS Excel, MS Visio dan MS Power Point*): digunakan untuk membuat laporan, perhitungan dalam tabel, diagram serta penyajian gambar dan bagan alir.
- ♦ AutoCad 2000, AutoCad Map dan AutoCad Land Development:
digunakan untuk melakukan digitasi, mengubah data ketinggian menjadi peta kemiringan lereng, serta untuk fasilitas rubbersheet. Dibandingkan software lain, Autocad lebih mudah dalam proses pemindahan dari data analog menjadi digital.

- ♦ MapInfo Professional Versi 7.0:

digunakan untuk menampilkan data spasial yang terkait dengan data tabular.

- ♦ ERMapper 5.5:

merupakan software pengolah citra satelit, digunakan untuk memproses data Landsat TM, mulai dari koreksi radiometrik, geometrik, penajaman cita hingga klasifikasi tutupan lahan.

- ♦ ArcGIS:

merupakan salah satu software SIG yang cukup baik digunakan mengubah data raster menjadi data vektor

- ♦ ArcView 3.2:

Digunakan untuk menumpang susun (overlay) beberapa data vektor guna mendapatkan hasil yang diinginkan.

BAB IV
PENGOLAHAN DATA
DAN ANALISA

BAB IV

PENGOLAHAN DATA DAN ANALISA

Pengolahan data pada penelitian ini dibedakan menjadi tiga bagian, yakni pengolahan data raster (citra satelit), pengolahan data vektor dan pengolahan data tabular).

4.1 Pengolahan Citra Satelit

4.1.1 Informasi Citra

Citra yang digunakan adalah citra Landsat ETM 7 (*Enhanced Thematic Mapper 7*) untuk daerah Sidoarjo dan sekitarnya yang direkam pada hari *Selasa, tanggal 3 Juli pukul 9:22:19 GMT tahun 2001*. Posisi *row*: 64 dan *path*: 120. Adapun karakteristik umumnya adalah sebagai berikut:

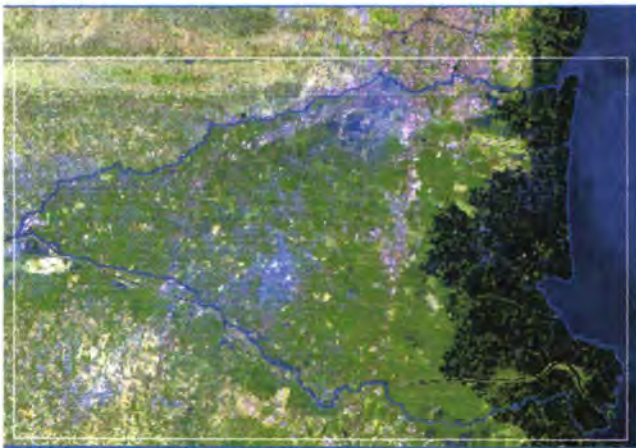
Datum : "WGS84" (*World Geodetic System 1984*)
Proyeksi : "SUTM49" (*South Universal Transverse Mercator Zone 49*)
Tipe koordinat: EN (*Easting – Northing*)
Satuan (Unit) : "METER"
Rotasi : 0:0:0.0
Dimensi X : 30
Dimensi Y : 30
Ukuran piksel :
- Baris : 1101
- Kolom : 1601
Jumlah band : 6
"band1" s/d "band7"

4.1.2 Koreksi Geometrik

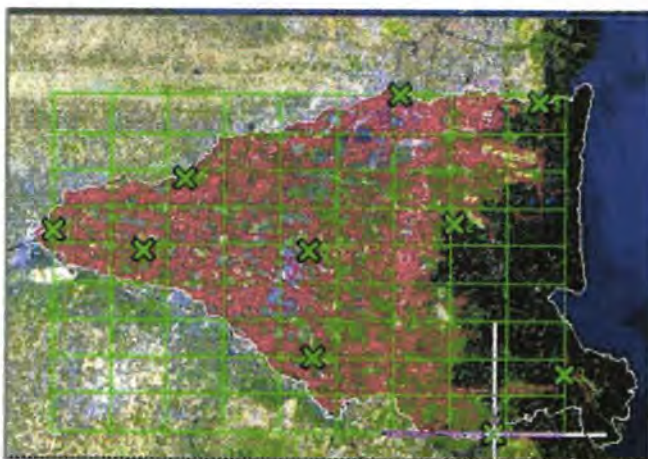
Koreksi geometrik pada citra dilakukan dengan mempergunakan titik-titik ikat (*Ground Control Point/GCP*) yang diukur dari peta rupabumi. Sedangkan detail obyek

pada citra dilakukan dengan identifikasi sehingga didapatkan harga koordinat yang sesuai antara citra maupun koordinat geografis.

Pada gambar 4.1 terlihat citra Landsat ETM 7 yang telah dibatasi oleh vektor batas kabupaten Sidoarjo. Sedangkan gambar 4.2 menunjukkan posisi GCP pada citra. Dalam hal ini diambil 10 buah GCP secara menyebar pada seluruh lokasi citra. Dari hasil “*Root means square error*” (RMS Error/kesalahan akar kuadrat rata-rata), didapat nilai sebesar 0.257 (tabel 4.1). Kesalahan ini termasuk kecil (tampak hasil grid pada gambar tidak ada kemiringan), karenanya citra dapat diolah untuk proses berikutnya.



Gambar 4.1 Pembatasan citra Landsat ETM 7 dengan vektor batas kabupaten



Gambar 4.2 Posisi 'Ground Control Point'

Lokasi penentuan GCP:

1. Jembatan sungai Mlirip
2. Perempatan jalan lingkar barat
3. Jembatan sungai Mas
4. Perempatan jalan Aloha
5. Jalan Kec. Sedati
6. Sungai Buduran
7. Jalan Kec. Sukodono
8. Jalan Kec. Porong
9. Batas Sungai Porong
10. Jalan Kec. Jabon

Tabel 4.1 Perhitungan 'RMS Error'

Name	On	Edit	Undo	Cell X	Cell Y	TO Easting	TO Northing	RMS
1	On	No		113.57	533.36	663057.15E	9177759.49N	0.07
2	On	No		1113.77	514.40	693060.05E	9178330.64N	0.10
3	On	No		1387.26	886.62	701251.52E	9167156.10N	0.33
4	On	No		760.69	850.37	682463.85E	9168247.44N	0.15
5	On	No		750.07	584.24	682140.49E	9176233.21N	0.25
6	On	No		339.70	584.09	669837.50E	9176236.53N	0.03
7	On	No	Undo	1212.30	1035.71	696026.92E	9162677.77N	0.46
8	On	No	Undo	440.32	402.11	672853.60E	9181637.65N	0.11
9	On	No	Undo	1322.24	211.01	699304.80E	9187437.94N	0.21
10	On	No	Undo	976.87	193.31	688963.39E	9187963.24N	0.43

Sumber: Hasil perhitungan

4.1.3 Citra Komposit

Citra komposit yang dipergunakan pada daerah penelitian adalah kombinasi band 5 pada saluran merah, band 4 pada saluran hijau dan band 3 pada saluran biru. Pemilihan band untuk membuat citra komposit ini didasarkan pada analisis statistik dengan mempergunakan *Principle Component Analysis (PCA)*, serta inetrpretasi visual pada display komputer, sehingga menghasilkan warna semu (*pseudo color*). Pembuatan citra komposit ini dilakukan dengan program aplikasi ERMAPPER 5.5 dilanjutkan dengan perbaikan kontras citra.

Perbaikan kontras citra dilakukan dengan cara perataan histogram (*histogram equalization*), yang dapat menghasilkan kontras citra yang merata disetiap bagian citra hasil citra komposit tersebut adalah kenampakan-kenampakan (*features*) yang kontras sehingga dapat mempermudah interpretasi secara visual dengan dipandu peta rupabumi.

4.1.4 Klasifikasi Tak Terbimbing

Klasifikasi tidak terbimbing (*unsupervised classification*) adalah suatu langkah klasifikasi citra yang didasarkan pada sifat fisika obyek terhadap gelombang

elektromagnetik saja tanpa mempergunakan referensi tertentu, sehingga klasifikasi bersifat teoritis.

Pada klasifikasi ini tingkat ketidakpastiannya relatif lebih tinggi dibandingkan dengan klasifikasi terbimbing, namun ditinjau dari segi kecepatan dan biaya akan lebih rendah. Klasifikasi ini cocok dilakukan pada daerah yang referensinya tidak ada, cakupan yang luas (50×50) km² serta tingkat kesulitan pencapaian yang tinggi.

4.1.5 Klasifikasi Terbimbing

Klasifikasi terbimbing (*supervised classification*) adalah suatu langkah dalam klasifikasi untuk meningkatkan tingkat kepastian pada obyek-obyek di permukaan bumi, dengan mempergunakan referensi yang ada pada daerah pengamatan. Referensi tersebut dapat berupa peta topografi, foto udara serta deskripsi spasial yang ada pada daerah pengamatan.

Beberapa hal yang diperhatikan dalam klasifikasi terbimbing ini adalah sebagai berikut (*Setio Ajie, 1998*):

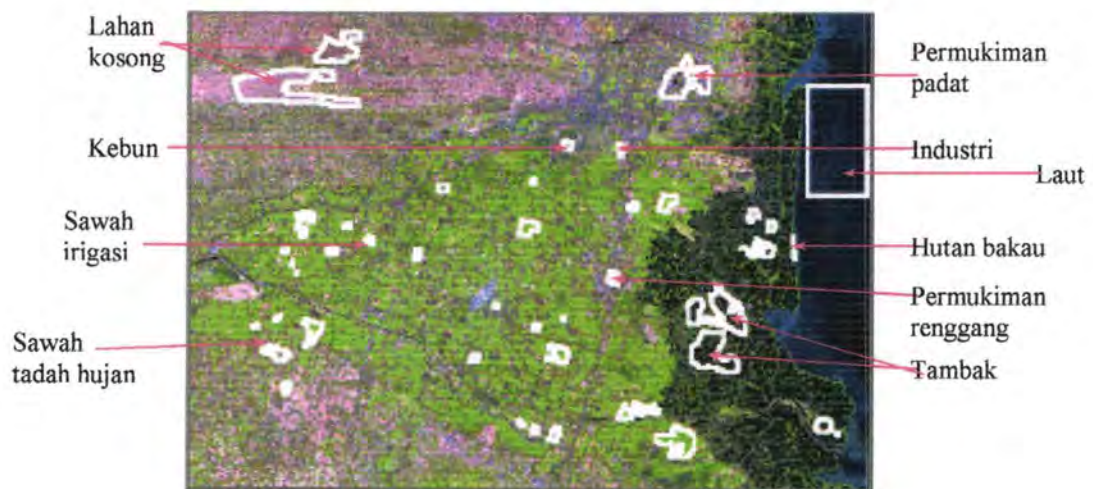
- a. Kesesuaian referensi yang dipergunakan
- b. Rentang waktu klasifikasi dengan referensi
- c. Kondisi alam yang belum mengalami perubahan yang drastis
- d. Sistem data spasial / Sistem koordinat yang sama (*spatial data matching*).

Pembuatan Training Area

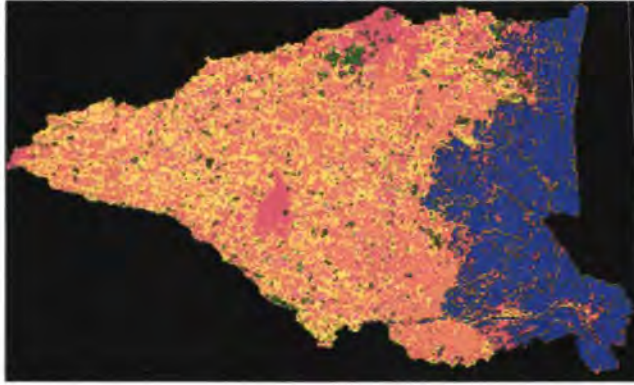
Sebagai langkah awal klasifikasi citra adalah pembuatan *training area* atau daerah latihan pada citra. Definisi training area adalah suatu “pembatasan vektoral” (vectoral deliniation) yang berupa poligon atau titik pada harga keabuan yang diinginkan atau pada harga keabuan yang dinilai cukup representatif untuk dijadikan suatu kelas.

Training area dibuat dengan cara membuat poligon-poligon atau titik-titik yang membatasi kenampakan (diidentifikasi dengan harga keabuan yang sama) pada citra melalui monitor komputer (*on screen digitizing*). Poligon ini diberi identitas “ID” numerik sesuai dengan harga keabuannya.

Gambar 4.3 menunjukkan hasil digitasi training area, sedangkan klasifikasi terbimbing citra Landsat ETM 7 daerah penelitian, dapat dilihat pada gambar 4.4.



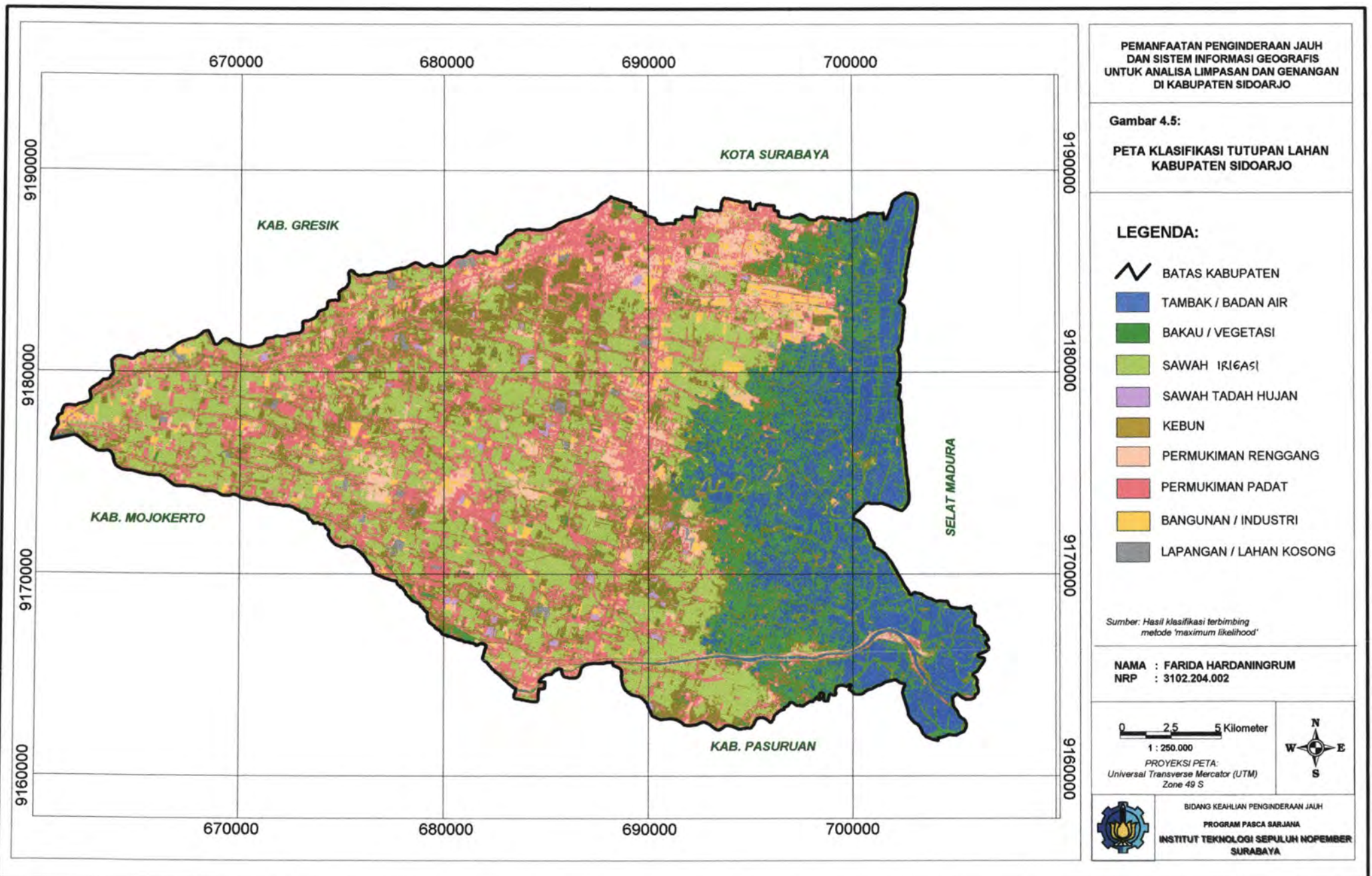
Gambar 4.3 Pembuatan training area



Gambar 4.4 Hasil klasifikasi tutupan lahan menggunakan metode 'maximum likelihood'

4.1.6 Mengubah Data dari Raster ke Vektor

Tahap berikutnya dari pengolahan citra adalah mengubah citra yang mempunyai format raster ke dalam format vektor. Untuk itu diperlukan software ArcGIS, dan hasilnya seperti pada gambar 4.5. Setelah berbentuk data vektor, citra bisa dioverlay (tumpang susun) dengan data vektor yang lain.

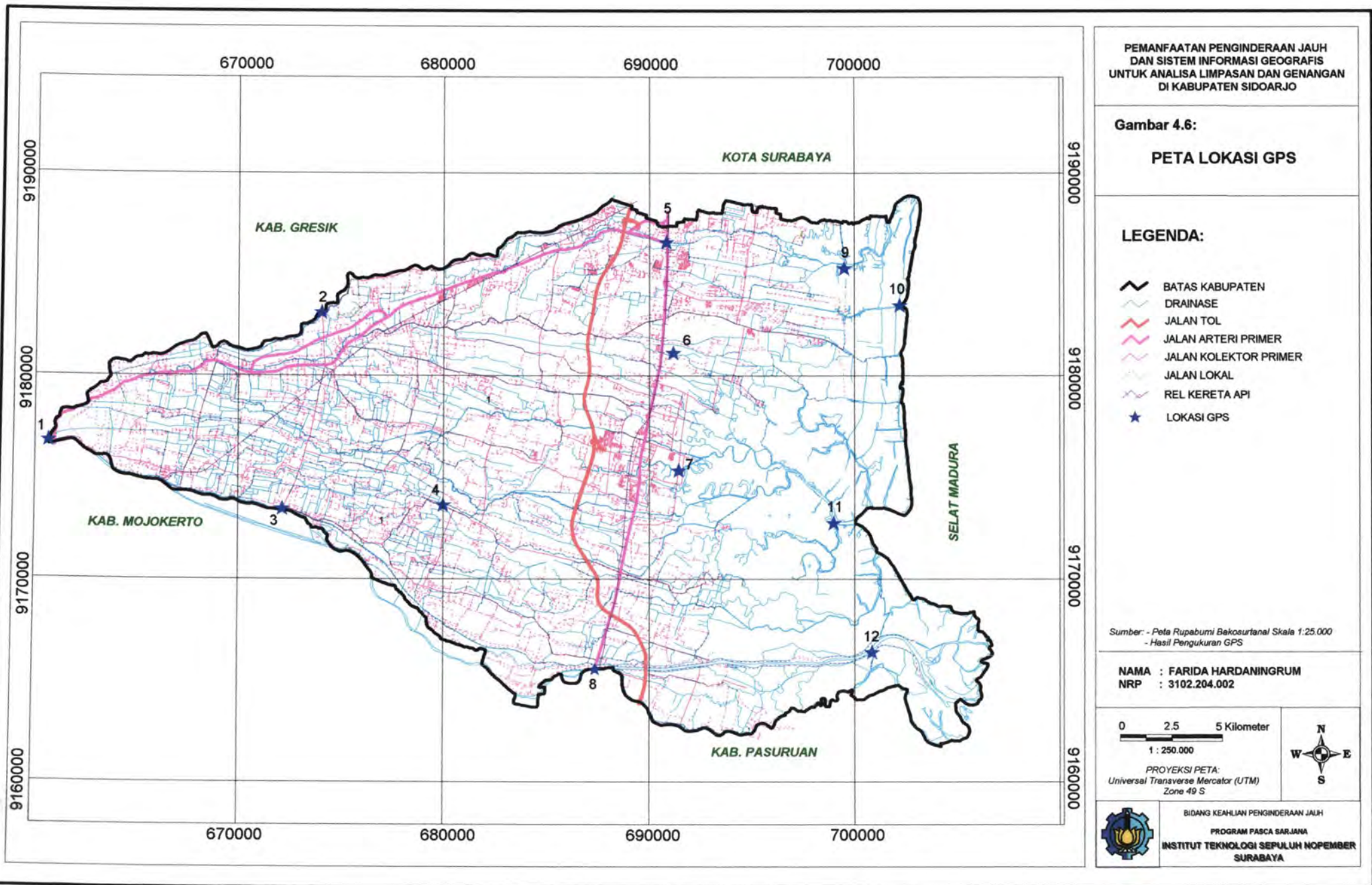


4.2 Pengolahan Peta Tematik

4.2.1 Pengamatan GPS

Peta yang dipakai dalam penelitian adalah peta rupabumi dari Bakosurtanal dengan skala 1:25.000. Peta ini juga dijadikan sebagai acuan (referensi) terhadap data yang lain. Adapun pengamatan GPS (*Global Positioning System*) dilakukan untuk tujuan verifikasi peta topografi

Pesawat GPS yang dipergunakan tipe navigasi (Garmin 12 XL) dengan kesalahan antara 3 hingga 5 meter. Pada gambar 4.6 dapat dilihat peta lokasi pengamatan GPS yang dilakukan pada 12 titik menyebar di seluruh daerah penelitian.



Tabel 4.2 berikut berisi data koordinat pengamatan GPS dan koordinat peta topografi. Dari kedua data tersebut, tampak tidak ada perbedaan berarti antara koordinat GPS dengan koordinat peta topografi. Dengan demikian peta topografi bisa dipergunakan untuk penelitian.

Tabel 4.2 Koordinat GPS untuk verifikasi peta topografi

No Titik	Koordinat GPS		Lokasi GPS	Koordinat Peta	
	Easting (m)	Northing (m)		Easting (m)	Northing (m)
1	660794	9176759	Sungai Mlirip	660794.26	9176758.75
2	674063	9183097	Perbatasan dg Kab. Gresik	674063.27	9183096.70
3	672161	9173446	Perbatasan dg kec. Prambon	672159.44	9173446.57
4	679996	9173623	Jalan Kec. Tulangan	679995.95	9173624.06
5	690842	9186575	Perempatan kec. Waru	690841.53	9186575.89
6	691180	9181106	Jembatan Sungai Wilayut	691180.30	9181106.87
7	691444	9175336	Jembatan Sungai Pucang	691443.90	9175336.28
8	687367	9165555	Perbatasan dg kec. Porong	687367.67	9165554.93
9	699530	9185301	Sungai Buntung	699529.85	9185301.18
10	702222	9183459	Muara Sungai Sedati	702223.19	9183458.89
11	698999	9172751	Sungai Kepetingan	698998.37	9172750.78
12	700847	9166378	Jalan desa Jabon	700847.88	9166377.76

Sumber: Hasil pengamatan

4.2.2 Pengolahan Peta Kelerengan

Peta kelerengan diturunkan dari peta rupabumi skala 1:25.000. Kontur dibuat berdasarkan titik ketinggian (*spot height*) karena kabupaten Sidoarjo mempunyai ketinggian hanya dari 1 hingga 23 meter, yang dengan demikian hanya memiliki satu kontur (12,5 meter).

Adapun cara pembuatannya adalah dengan memproses titik-titik ketinggian yang memiliki koordinat tiga dimensi (X, Y, Z), di mana X adalah posisi timur, Y posisi utara dan Z ketinggian. Selanjutnya data titik tersebut diubah menjadi suatu jaringan yang dinamakan *triangulated irregular network* (TIN). Pengertian TIN adalah model data vektor berbasisan topologi yang digunakan untuk merepresentasikan data permukaan bumi atau model permukaan digital (*Prahasta, 2001*). Setelah itu TIN diolah menjadi poligon-poligon yang menunjukkan kemiringan lereng setiap tempat. Peta ini disebut dengan *digital terrain model* (DTM).

Menurut penelitian yang dilakukan oleh US. Forest Service (*Chay Asdak, 1995*), kemiringan lereng dibagi menjadi empat, yaitu: datar (0–2%), bergelombang (2–7%) dan berbukit (7–30%) dan bergunung (>30%). Kabupaten Sidoarjo termasuk memiliki kemiringan lereng yang datar, yakni 0–2%. Untuk keperluan analisis, kelerengan dibagi menjadi delapan kriteria, yakni dari 0–0,25% hingga 1,75–2%, sebagaimana terdapat pada gambar 4.7. Dari gambar tersebut terlihat sebagian besar wilayah Kab. Sidoarjo memiliki kelerengan sebesar 0–0,25%.

PEMANFAATAN PENGINDERAAN JAUH
DAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS
UNTUK ANALISA LIMPASAN DAN GENANGAN
DI KABUPATEN SIDOARJO

Gambar 4.7:

**PETA KEMIRINGAN LERENG
KABUPATEN SIDOARJO**

LEGENDA:

-  BATAS KABUPATEN
-  0 - 0,25 %
-  0,25 - 0,5 %
-  0,5 - 0,75 %
-  0,75 - 1 %
-  1 - 1,25 %
-  1,25 - 1,5 %
-  1,5 - 1,75 %
-  1,75 - 2 %

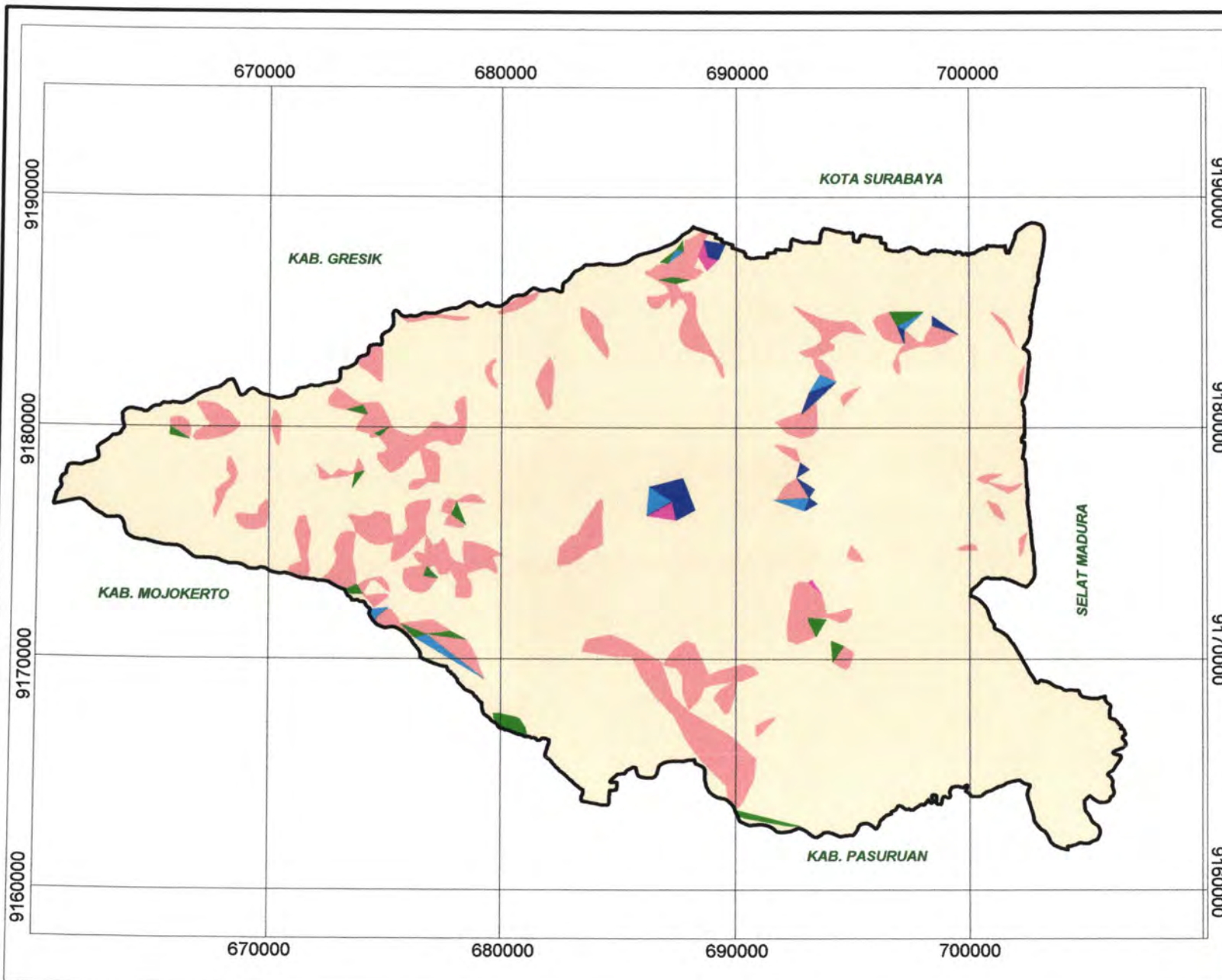
Sumber: Peta Rupabumi Bakosurtanal Skala 1:25.000

NAMA : FARIDA HARDANINGRUM
NRP : 3102.204.002

0 2,5 5 Kilometer
1 : 250.000
PROYEKSI PETA:
Universal Transverse Mercator (UTM)
Zone 49 S



BIDANG KEAHLIAN PENGINDERAAN JAUH
PROGRAM PASCA SARJANA
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA



4.2.3 Pengolahan Peta Tekstur Tanah

Peta tekstur tanah diperoleh dari Dinas Pertanian Kabupaten Sidoarjo. Pada dasarnya ada tiga jenis tekstur tanah, yaitu pasir, lanau dan lempung. Ketiganya mempengaruhi daya serap (*infiltrasi*) air limpasan, di mana pasir paling cepat menyerap air, lanau mempunyai daya serap sedang, dan lempung paling sulit menyerap (*Ralph & Hanson, Teknik Fondasi, 1986*). Tetapi ada kalanya tekstur tanah merupakan kombinasi dari ketiga jenis tersebut.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh *Dinas Pertanian dan Perkebunan Sidoarjo, 1998*, wilayah timur Sidoarjo (sekitar pantai) mempunyai jenis tanah *aluvial hidromorf*, yang dicirikan oleh air tanah dangkal. Tanah ini merupakan hasil endapan muara sungai, sehingga bertekstur lempung berlumpur. Di bagian tengah terdapat dua jenis tanah, yakni *aluvial kelabu* yang bertekstur dominan lempung bercampur dengan pasir (lempung berpasir), dan *asosiasi aluvial kelabu dan coklat keabuan* dengan bahan induk endapan lanau dan pasir atau disebut lanau berpasir. Sedangkan di sebelah barat terdapat *grumosol kelabu tua*, dengan tekstur pasir berlempung, yang merupakan hasil endapan pesisir Sungai Porong dan Sungai Mas.

Secara umum, jenis-jenis tanah di atas mempunyai tekstur yang halus, dengan tingkat kesuburan yang tinggi. Untuk lebih jelasnya, peta tekstur tanah dapat dilihat pada gambar 4.8.

PEMANFAATAN PENGINDERAAN JAUH
DAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS
UNTUK ANALISA LIMPASAN DAN GENANGAN
DI KABUPATEN SIDOARJO

Gambar 4.8:

**PETA TEKSTUR TANAH
KABUPATEN SIDOARJO**

LEGENDA:

-  Lempung berlumpur
-  Lempung berpasir
-  Lanau berpasir
-  Pasir berlempung

Sumber: Dinas Pertanian dan Perkebunan Kab. Sidoarjo

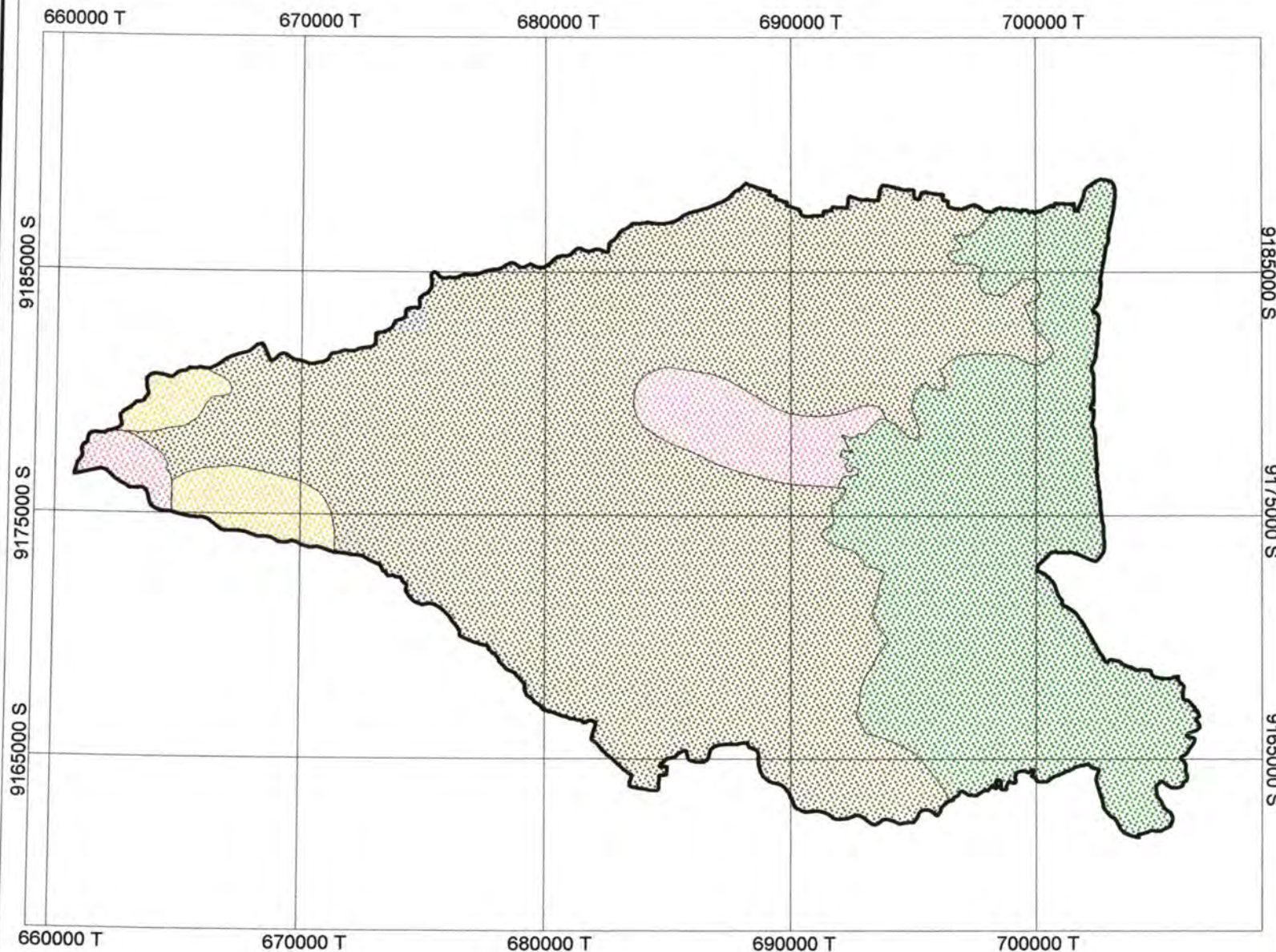
NAMA : FARIDA HARDANINGRUM
NRP : 3102.204.002

0 2.5 5 Kilometer
1 : 250.000

PROYEKSI PETA:
Universal Transverse Mercator (UTM)
Zone 49 S



BIDANG KEAHLIAN PENGINDERAAN JAUH
PROGRAM PASCA SARJANA
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA



4.3 Pengolahan Data Curah Hujan

Pengolahan data ini meliputi pembagian daerah aliran sungai, pengolahan data curah hujan, dan perhitungan intensitas curah hujan.

4.3.1 Pembagian Daerah Aliran Sungai (DAS)

Pada daerah penelitian terdapat 28 stasiun pengamat hujan. Tabel 4.3 menunjukkan nama ke-28 stasiun hujan berikut posisi geografis, letak desa, kecamatan serta ketinggian dari permukaan laut (elevasi).

Tabel 4.3 Stasiun hujan di Kabupaten Sidoarjo

NO STA	NAMA STASIUN	LETAK DESA	KECAMATAN	POSISI T	POSISI U	EL (M)
143	Luwung	Sumokembangsri	Balombangendo	665870	9178482	15
142	Bakalan	Bakalan	Balombangendo	669009	9180360	14
144	Cepiples	Singogalih	Tarik	666410	9174983	14
145	Kemlaten	Mliriprowo	Tarik	662680	9176544	16
146	Prambon	Prambon	Prambon	671530	9174147	12
146	Watutulis	Watutulis	Prambon	673281	9177625	12
140	Dam Krian	Krian	Krian	674416	9180862	12
7	Ponokawan	Ponokawan	Krian	675962	9182227	11
22	Gedangrowo	Gedangrowo	Prambon	673969	9173253	10
148	Ketawang	Cangkringsari	Sukodono	680080	9182258	9
159	Ketintang	Jimbaran Wetan	Wonoayu	680462	9176983	12
149	Karangnongko	Karangnongko	Sukodono	684441	9180773	7
155	Klagen	Kebonagung	Sukodono	683280	9179494	7
9	Botokan	Bangsri	Sukodono	683813	9183390	8
153	Sumpat	Sumpat	Sidoarjo	685989	9177749	4
163	Durungbedug	Grogol	Tulangan	683006	9174503	7
147	Sruni	Kebonanom	Gedangan	690319	9181748	5
182	Banjarkemantren	Banjarkemantren	Buduran	689453	9179856	5
162	Sidoarjo	Sidoklumpuk	Sidoarjo	690567	9176248	2
21	Kedungcangkring	Kedungcangkring	Jabon	689530	9165366	6
166	Putat	Putat	Tanggulangin	691007	9169946	4
166	Kludan	Kludan	Tanggulangin	687698	9170564	4
171	Porong	Porong	Porong	685774	9165870	5
170	Budukbulus	Pesawahan	Porong	685042	9170003	4
26	Sedati	Sedatigede	Sedati	694720	9184214	2
20	Kremlung	Kremlung	Kremlung	678953	9169815	7
139	Bono	Sedatigede	Sedati	694757	9183856	2
137	Ketegan	Ketegan	Taman	688182	9187582	5

Sumber: Badan Meteorologi dan Geofisika Karangploso

Untuk mempermudah dalam perhitungan, daerah penelitian dibagi menjadi enam sub DAS. Adapun kriteria pembagian sub DAS adalah berdasarkan:

1. Menurut *Kiyotoka Mori, 1975*, definisi daerah pengaliran adalah tempat presipitasi mengkonsentrasi ke sungai. Dengan kata lain, arah aliran drainase yaitu dimana air hujan yang jatuh di daerah tersebut akan mengalir ke sungai.
2. Klasifikasi yang dilakukan oleh *Horton* menyebutkan bahwa suatu DAS dapat dibagi lagi menjadi beberapa sub DAS, dan diurutkan berdasarkan jumlah percabangan aliran air atau anak-anak sungai (*Chay Asdak, 1995*).

4.3.1.1 Klasifikasi Iklim

Klasifikasi iklim untuk daerah Asia Tenggara dilakukan oleh *LR. Oldeman, 1974* (*Benyamin Lakitan, 1991*) dengan kriteria sebagai berikut:

- Klasifikasi iklim di Indonesia didasarkan pada jumlah bulan basah yang berlangsung secara berturut-turut.
- Bulan basah adalah bulan dengan total curah hujan kumulatif lebih dari 200 mm
- Bulan kering adalah bulan dengan total curah hujan kumulatif kurang dari 100 mm

Keenam sub DAS berikut stasiun hujan dapat dilihat pada gambar 4.9. Sedangkan pada tabel 4.4 terdapat juga jumlah bulan basah dan bulan kering untuk tiap sub DAS. Selanjutnya masing-masing sub DAS dihitung luas areanya dalam satuan hektar, seperti tampak pada tabel 4.5.

PEMANFAATAN PENGINDERAAN JAUH
DAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS
UNTUK ANALISA LIMPASAN DAN GENANGAN
DI KABUPATEN SIDOARJO

Gambar 4.1 :

PETA PEMBAGIAN SUB DAS &
LOKASI STASIUN PENGAMAT HUJAN
KABUPATEN SIDOARJO

LEGENDA:

-  BATAS KABUPATEN
-  SUNGAI UTAMA
-  ANAK SUNGAI
-  STASIUN PENGAMAT HUJAN

Sumber: BMG Karangploso dan Hasil Pengamatan

NAMA : FARIDA HARDANINGRUM
NRP : 3102.204.002

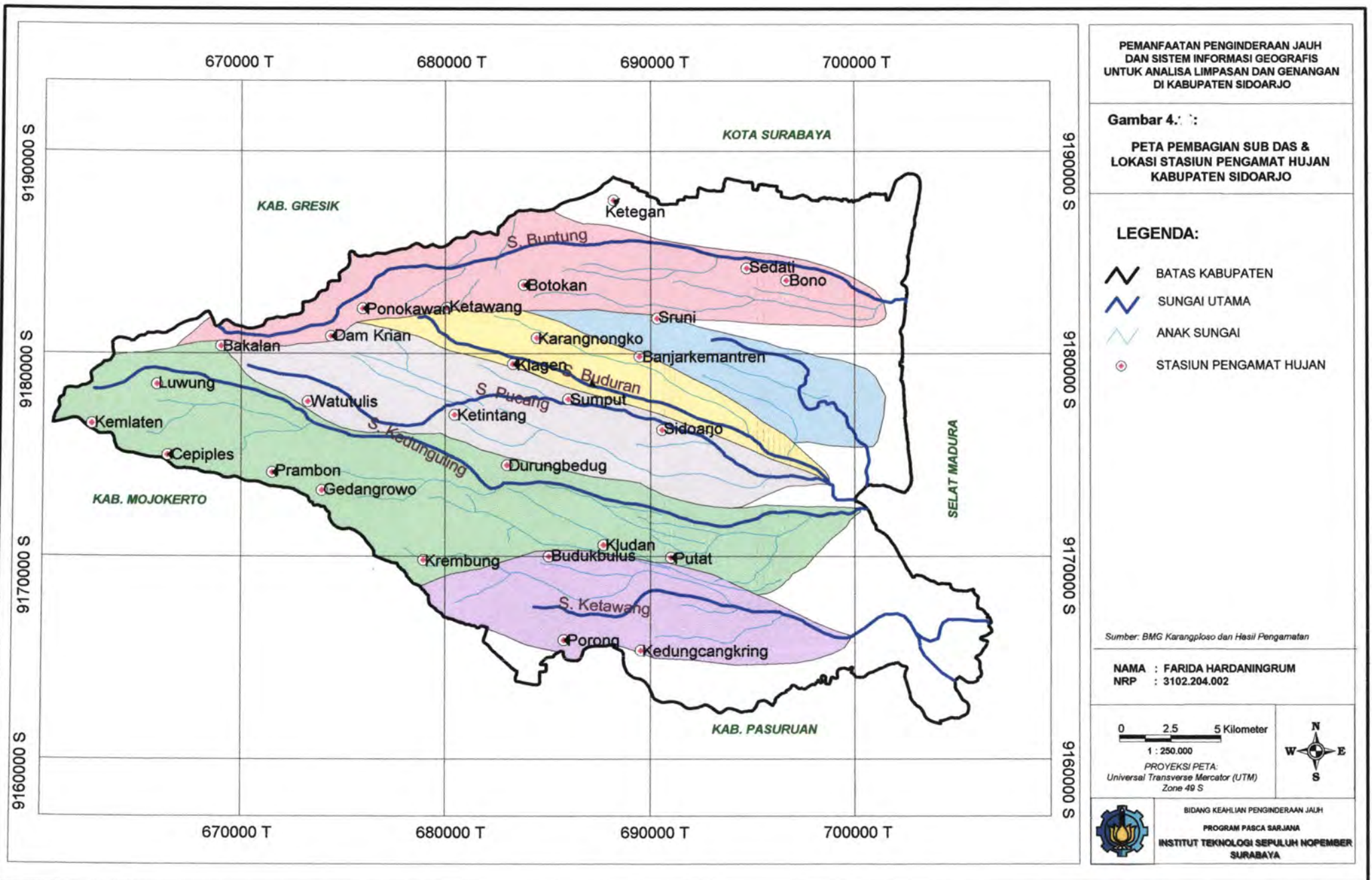
0 2.5 5 Kilometer

1 : 250.000

PROYEKSI PETA:
Universal Transverse Mercator (UTM)
Zone 49 S



BIDANG KEAHILIAN PENGINDERAAN JAUH
PROGRAM PASCA SARJANA
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA



Tabel 4.4 Pembagian stasiun hujan pada tiap sub DAS

No	Nama Sub DAS	Stasiun hujan	Jumlah bulan basah	Jumlah bulan kering
1	Sub DAS Buntung	a. Bono b. Sedati c. Ponokawan d. Botokan e. Ketawang	4	8
2	Sub DAS Jomblong	a. Sruni	3	9
3	Sub DAS Buduran	a. Banjarkemantren b. Karangnongko c. Klagen	4	8
4	Sub DAS Pucang	a. Sidoarjo b. Sumpat c. Watutulis d. Ketintang	3,5	8,5
5	Sub DAS Kedunguling	a. Putat b. Kludan c. Krembung d. Durungbedug e. Gedangrowo f. Prambon g. Cepiples h. Lurung i. Kemlaten j. Bakalan	3,25	8,75
6	Sub DAS Ketapang	a. Budukbulus b. Porong c. Kedungcangkring	3	9

Sumber: Hasil pengamatan

Tabel 4.5 Nama Sub DAS dan luas area

No	Nama Sub DAS	Luas Area (hektar)
1	Sub DAS Buntung	10.720
2	Sub DAS Jomblong	4.701
3	Sub DAS Buduran	4.652
4	Sub DAS Pucang	10.390
5	Sub DAS Kedunguling	17.540
6	Sub DAS Ketapang	7.515

Sumber: Hasil perhitungan

4.3.2 Pengolahan Intensitas Hujan

4.3.2.1 Pembuatan Peta Isohyet

Data hujan yang dipakai untuk keperluan hitungan atau analisa hujan adalah mencakup seluruh stasiun hujan yang ada di Kabupaten Sidoarjo, sebanyak 28 stasiun pengamat hujan. Sedangkan data curah hujan yang digunakan dalam penelitian adalah data 10 tahun yakni dari tahun 1994 hingga 2003. data hujan maksimum dapat dilihat pada lampiran 1.

Dari data curah hujan, dapat dibuat peta isohyet, yaitu garis yang menghubungkan besarnya curah hujan yang sama. Untuk mendapatkan peta isohyet, diperlukan tiga masukan, yaitu posisi X, Y dan Z berupa curah hujan rata-rata selama 10 tahun, sebagaimana tertera dalam tabel 4.6. Sedangkan peta isohyet dapat dilihat pada gambar 4.10. Selanjutnya, dari peta ini dibuat peta curah hujan rata-rata tahunan (1994-2003) dari daerah penelitian (gambar 4.11).

PEMANFAATAN PENGINDERAAN JAUH
DAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS
UNTUK ANALISA LIMPASAN DAN GENANGAN
DI KABUPATEN SIDOARJO

Gambar 4.10:

**PETA ISOHYET
KABUPATEN SIDOARJO**

LEGENDA:

-  BATAS KABUPATEN
-  BATAS KECAMATAN
-  KONTUR ISOHYET

Sumber: Badan Meteorologi dan Geofisika Karangploso

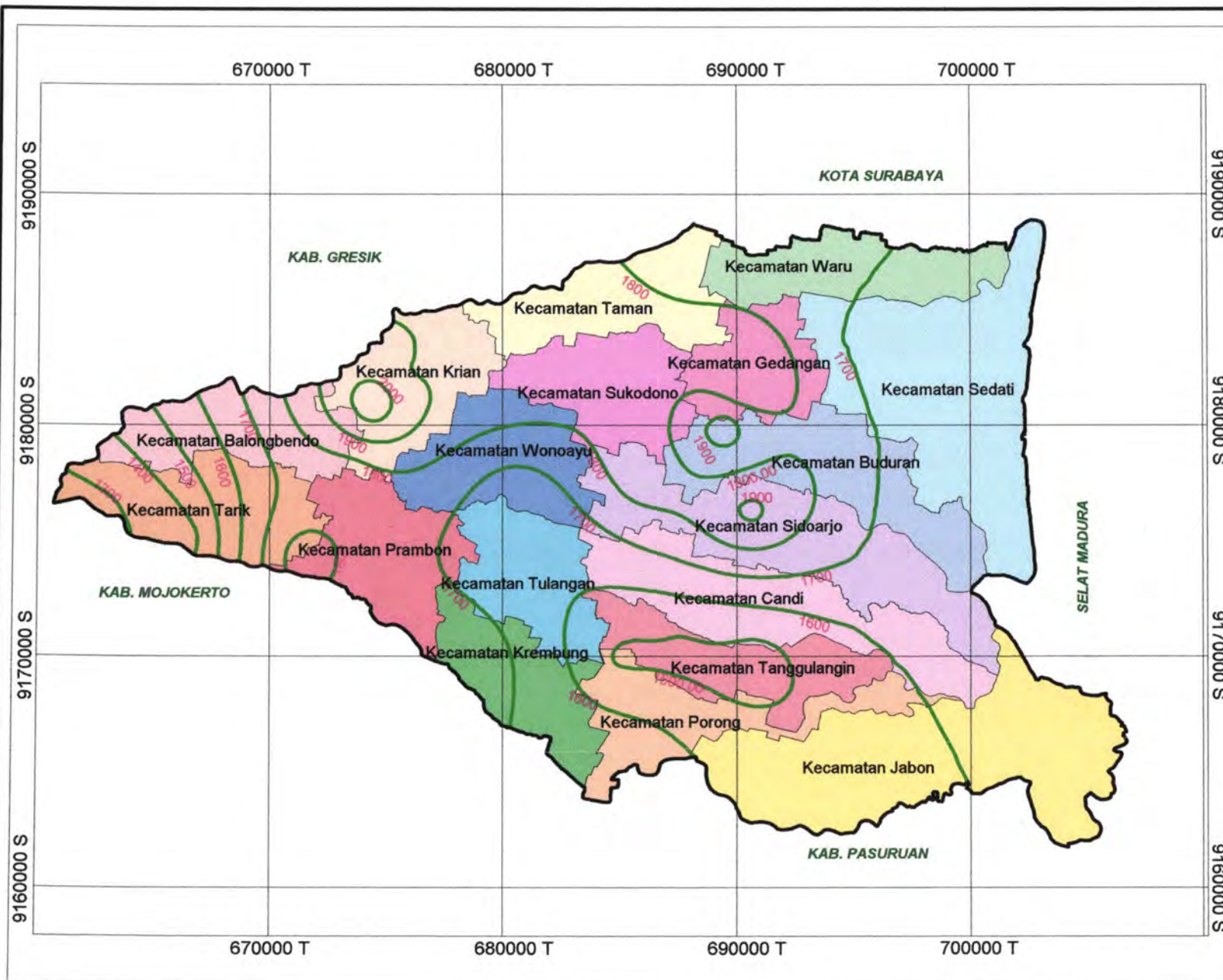
NAMA : FARIDA HARDANINGRUM
NRP : 3102.204.002

0 2,5 5 Kilometer
1 : 250.000

PROYEKSI PETA:
Universal Transvers Mercator (UTM)
Zone 49 S



BIDANG KEAHLIAN PENGINDERAAN JAUH
PROGRAM PASCA SARJANA
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA



Gambar 4.11 :

**PETA CURAH HUJAN
RATA-RATA TAHUNAN
KABUPATEN SIDOARJO**

LEGENDA:

- ~ BATAS KABUPATEN
- 1300 mm
 - 1400 mm
 - 1500 mm
 - 1600 mm
 - 1700 mm
 - 1800 mm
 - 1900 mm
 - 2000 mm
 - 2100 mm

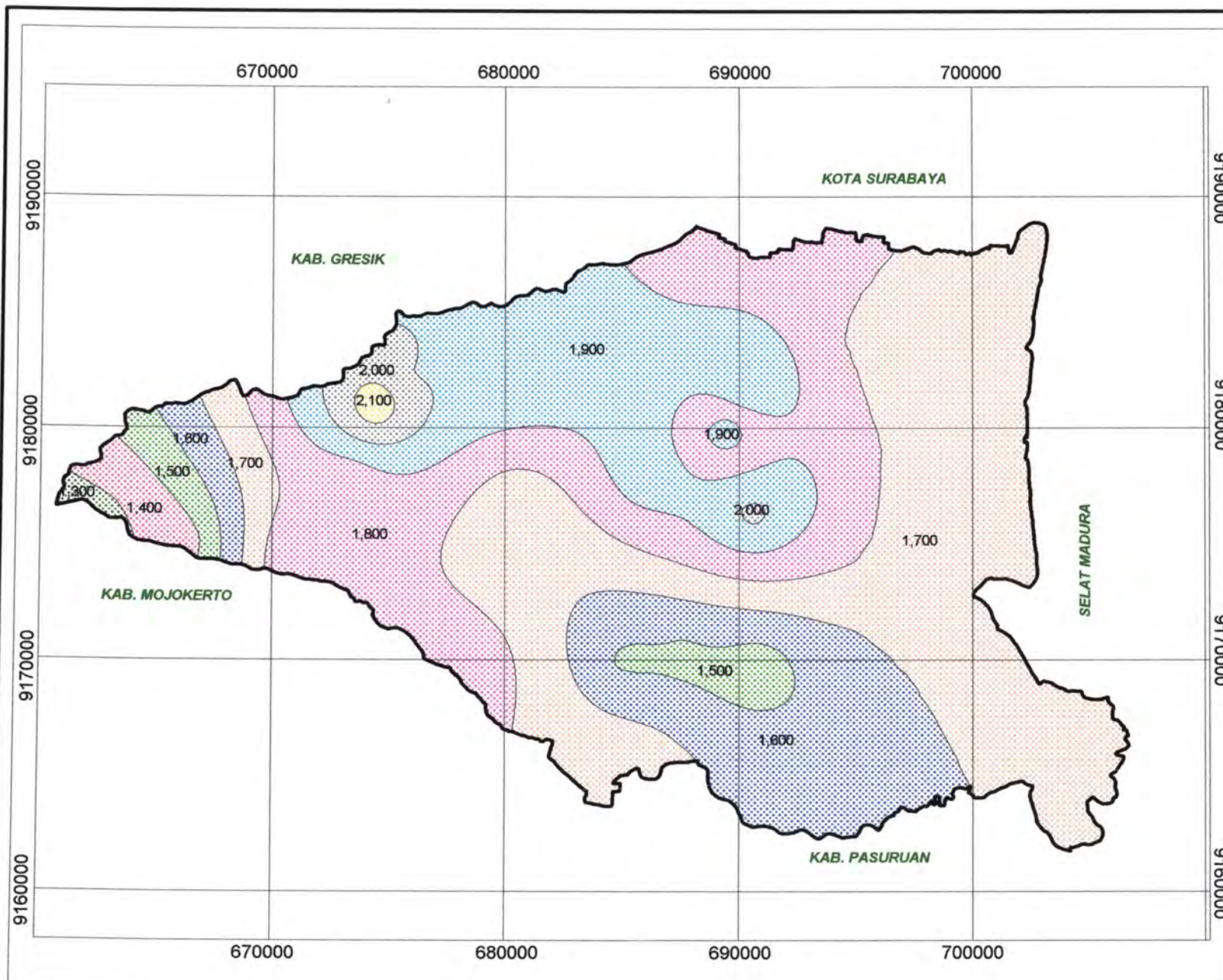
Sumber:
- Peta Rupabumi Bakosurtanal Skala 1:25.000
- Badan Meteorologi dan Geofisika Karangpilo

NAMA : FARIDA HARDANINGRUM
NRP : 3102.204.002

0 2.5 5 Kilometer
1 : 250.000
PROYEKSI PETA:
Universal Transverse Mercator (UTM)
Zone 49 S



BIDANG KEAHLIAN PENGINDERAAN JAUH
PROGRAM PASCA SARJANA
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA



Tabel 4.6 Curah Hujan rata-rata 10 tahun Kab. Sidoarjo

NAMA STASIUN	T (m)	U (m)	CH RATA2
Kemlaten	662680	9176544	1274
Cepiples	666410	9174983	1343
Kedungploso/Luwung	665870	9178482	1468
Bakalan	669009	9180360	1690
Krian	674416	9180862	2081
Ketawang	680080	9182258	1896
Botokan	683813	9183390	1842
Ponokawan	675962	9182227	1898
Durugbedug	683006	9174503	1632
Ketintang	680462	9176983	1620
Kludan	687698	9170564	1488
Putat	691007	9169946	1454
Bono	694757	9183856	1687
Sruni	690319	9181748	1908
Sedati	694720	9184214	1697
Banjarkemantren	689453	9179856	1629
Ketegan	688182	9187582	1743
Kedungcangkring	689530	9165366	1582
Porong	685774	9165870	1678
Sidoarjo	690567	9176248	1935
Sumpat	685989	9177749	1865
Klagen	683280	9179494	1788
Karangnongko	684441	9180773	1878
Krembung	678953	9169815	1762
Gedangrowo	673969	9173253	1719
Budugbulus	685042	9170003	1482
Prambon	671530	9174147	1892
Watutulis	673281	9177625	1703

Sumber: Badan Meteorologi dan Geofisika Karangploso

4.3.2.2 Curah Hujan Harian Maksimum

Curah hujan maksimum adalah curah hujan harian terbesar dalam tahun tertentu.

Tabel 4.7 berikut menyajikan data curah hujan maksimum dari 28 stasiun hujan daerah penelitian.

Tabel 4.7 Curah hujan harian maksimum dalam milimeter (mm)

NO	NAMA_STASIUN	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
1	Kemlaten		57	84	73	77	75	35	50	55	105
2	Cepiples	147	86	78	87	96	50	62	97	79	100
3	Kedungploso/Luwung	80	75	75	79	68	77	71	96	84	115
4	Bakalan		80	85	89	90	79	65	83	76	120
5	Krian		109	67	68	144	102	134	103	101	134
6	Ketawang	108	115	78	114	78	95	70	82	86	65
7	Botokan	132	130	97	68	97	96	68	90	51	80
8	Ponokawan		101	100	79	130	120	83	97	92	106
9	Durugbedug	121	70	90	126	106	75	98	91	112	171
10	Ketintang	100	96	88	110	110	85	90	85	110	140
11	Kludan	116	91	86	92	100	90	65	85	78	125
12	Putat	82	92	107	110	109	90	95	98	90	98
13	Bono	75	114	105	134	160	105	85	95	55	95
14	Sruri	115	90	101	149	90	111	90	90	85	100
15	Sedati		110	102	129	80	101	85	90	50	80
16	Banjarkemantren	117	73	99	141	95	107	95	85	65	70
17	Ketegan		90	104	124	90	116	100	85	60	90
18	Kedungcangkring	86	136	92	40	82	80	85	75	49	99
19	Porong	70	143	70	66	100	110	133	60	52	98
20	Sidoarjo	80	98	131	99	143	106	95	110	90	113
21	Sumpat	96	79	92	73	96	96	95	125	110	110
22	Klagen	132	120	114	108	100	80	93	125	128	117
23	Karangnongko	110	146	109	102	90	98	110	115	115	107
24	Krembung	85	80	78	88	125	95	115	114	122	126
25	Gedangrowo	80	50	60	80	70	80	90	73	96	81
26	Budugbulus	75	40	47	54	95	95	90	85	65	89
27	Prambon	73	90	71	95	97	87	85	96	130	105
28	Watutulis	84	85	89	98	98	91	90	81	130	95

Sumber: Badan Meteorologi dan Geofisika Karangploso

4.3.2.3 Curah Hujan Daerah

Curah hujan daerah atau *area rainfall* adalah curah hujan rata-rata pada setiap sub DAS. Karena topografi daerah penelitian relatif datar, dan curah hujannya cukup seragam (*uniform distribution*), menurut *Benyamin Lakitan, 1991* curah hujan dapat dihitung dengan menggunakan cara perhitungan rata-rata (*arithmetic mean*).

Rumus :

$$R_{rt} = (R_1 + R_2 + R_3 + + R_n) / n$$

Di mana:

R_{rt} : Curah hujan daerah (mm)

$R_1 \dots R_n$: Curah hujan harian maksimum di stasiun 1 s/d stasiun n

n : Banyaknya stasiun dalam sub DAS

Pada tabel 4.8 hingga 4.13 dapat dilihat hasil perhitungan curah hujan rata-rata dari keenam sub DAS.

Tabel 4.8 Curah hujan harian maksimum sub DAS Buntung

NO	TAHUN	CH RATA ²
1	1994	105
2	1995	114
3	1996	96
4	1997	105
5	1998	109
6	1999	103
7	2000	78
8	2001	91
9	2002	67
10	2003	85

Sumber: Hasil perhitungan



*Tabel 4.9 Curah hujan harian maksimum
sub DAS Jomblong*

NO	TAHUN	CH RATA ²
1	1994	115
2	1995	90
3	1996	101
4	1997	149
5	1998	90
6	1999	111
7	2000	90
8	2001	90
9	2002	85
10	2003	100

Sumber: Hasil perhitungan

*Tabel 4.10 Curah hujan harian maksimum
sub DAS Buduran*

NO	TAHUN	CH RATA ²
1	1994	119.7
2	1995	113
3	1996	107.3
4	1997	117
5	1998	95
6	1999	95
7	2000	99.3
8	2001	108.3
9	2002	102.7
10	2003	98

Sumber: Hasil perhitungan

*Tabel 4.11 Curah hujan harian maksimum
sub DAS Pucang*

NO	TAHUN	CH RATA ²
1	1994	90
2	1995	89.5
3	1996	100
4	1997	95
5	1998	111.7
6	1999	94.5
7	2000	92.5
8	2001	100.2
9	2002	110
10	2003	114.5

Sumber: Hasil perhitungan

*Tabel 4.12 Curah hujan harian maksimum
sub DAS Kedunguling*

NO	TAHUN	CH RATA ²
1	1994	98
2	1995	79.2
3	1996	80.6
4	1997	94.6
5	1998	96.4
6	1999	80.5
7	2000	85.1
8	2001	93.7
9	2002	98.9
10	2003	115.1

Sumber: Hasil perhitungan

Tabel 4.13 Curah hujan harian maksimum sub DAS Ketapang

NO	TAHUN	CH RATA ²
1	1994	77
2	1995	106.3
3	1996	69.7
4	1997	53.3
5	1998	92.3
6	1999	95
7	2000	102.7
8	2001	73.3
9	2002	55.3
10	2003	95.3

Sumber: Hasil perhitungan

4.3.2.4 Curah Hujan Rencana

Curah hujan rencana adalah perhitungan curah hujan untuk tujuan tertentu, misalnya perencanaan bangunan air atau analisa genangan. Perhitungannya menggunakan analisa frekuensi, yakni untuk mencari distribusi yang sesuai dengan data yang tersedia.

Mengacu dari penelitian yang dilakukan Dinas Pekerjaan Umum Pengairan Kab. Sidoarjo tentang *Perencanaan Bangunan Pengendalian Banjir/Genangan, 2003*, penelitian ini menggunakan Distribusi Gumbel untuk analisa frekuensi.

Menghitung curah hujan rencana dengan distribusi Gumbel (Chow, VT, DR. Maldment and LW. Mays, *Applied of Hidrology*)

$$X_{Tr} = X + S_x (0,78 y - 0,45)$$

$$S_x = \sqrt{((\sum X_i - X) / (n - 1))}$$

$$y = -\text{Ln} (-\text{Ln} (((T - 1) / T)))$$

Di mana:

X_{Tr}	:	Curah hujan dengan kala ulang T_r tahun
X	:	Curah hujan rata-rata
S_x	:	Simpangan baku
y	:	Perubahan reduksi
n	:	Jumlah data
X_i	:	Data curah hujan
T	:	Kala ulang dalam tahun

Perhitungan curah hujan rencana menurut Metode Gumbel disajikan pada tabel 4.14 hingga tabel 4.19.

Tabel 4.14 Curah hujan rencana Metode Gumbel sub DAS Buntung

NO	TAHUN	CH MAKS	DATA TERURUT	KALA ULANG (T, TAHUN)	Y_T	X_T
1	1994	105	114			
2	1995	114	109	2	0.3665	92.55
3	1996	96	105	5	1.4999	105.73
4	1997	105	105	10	2.2504	114.45
5	1998	109	103	25	3.1985	125.47
6	1999	103	96	50	3.9019	133.64
7	2000	78	91	100	4.6001	141.76
8	2001	91	85	200	5.2958	149.84
9	2002	67	78			
10	2003	85	67			
Parameter Statistik:			Rumus:			
Simpangan Baku (S_x) =			14.9	$X_T = X + S_x (0.78 Y_T - 0.45)$		
Rata-rata (X) =			95.0			

Sumber: Hasil perhitungan

Tabel 4.15 Curah hujan rencana Metode Gumbel sub DAS Jomblong

NO	TAHUN	CH MAKS	DATA TERURUT	KALA ULANG (T, TAHUN)	Y_T	X_T
1	1994	115	149			
2	1995	90	115	2	0.3665	98.85
3	1996	101	111	5	1.4999	115.82
4	1997	149	101	10	2.2504	127.06
5	1998	90	100	25	3.1985	141.26
6	1999	111	90	50	3.9019	151.79
7	2000	90	90	100	4.6001	162.25
8	2001	90	90	200	5.2958	172.67
9	2002	85	90			
10	2003	100	85			
Parameter Statistik:			Rumus:			
Simpangan Baku (S_x) =			$X_T = X + S_x (0.78 Y_T - 0.45)$			
Rata-rata (X) =			102.0			

Sumber: Hasil perhitungan

Tabel 4.16 Curah hujan rencana Metode Gumbel sub DAS Buduran

NO	TAHUN	CH MAKS	DATA TERURUT	KALA ULANG (T, TAHUN)	Y_T	X_T
1	1994	119.7	119.7			
2	1995	113	117	2	0.3665	104.52
3	1996	107.3	113	5	1.4999	112.48
4	1997	117	108.3	10	2.2504	117.75
5	1998	95	107.3	25	3.1985	124.40
6	1999	95	102.7	50	3.9019	129.34
7	2000	99.3	99.3	100	4.6001	134.24
8	2001	108.3	98	200	5.2958	139.13
9	2002	102.7	95			
10	2003	98	95			
Parameter Statistik:			Rumus:			
Simpangan Baku (S_x) =			$X_T = X + S_x (0.78 Y_T - 0.45)$			
Rata-rata (X) =			106			

Sumber: Hasil perhitungan

Tabel 4.17 Curah hujan rencana Metode Gumbel sub DAS Pucang

NO	TAHUN	CH MAKS	DATA TERURUT	KALA ULANG (T, TAHUN)	Y_T	X_T
1	1994	90	114.5			
2	1995	89.5	111.7	2	0.3665	98.49
3	1996	100	110	5	1.4999	106.62
4	1997	95	100.2	10	2.2504	112.01
5	1998	111.7	100	25	3.1985	118.81
6	1999	94.5	95	50	3.9019	123.86
7	2000	92.5	94.5	100	4.6001	128.87
8	2001	100.2	92.5	200	5.2958	133.86
9	2002	110	90			
10	2003	114.5	89.5			
Parameter Statistik: Simpangan Baku (S_x) = 9.2 Rata-rata ($\bar{X}$) = 100				Rumus: $X_T = \bar{X} + S_x (0.78 Y_T - 0.45)$		

Sumber: Hasil perhitungan

Tabel 4.18 Curah hujan rencana Metode Gumbel sub DAS Kedunguling

NO	TAHUN	CH MAKS	DATA TERURUT	KALA ULANG (T, TAHUN)	Y_T	X_T
1	1994	98	115.1			
2	1995	79.2	98.9	2	0.3665	90.18
3	1996	80.6	98	5	1.4999	99.99
4	1997	94.6	96.4	10	2.2504	106.49
5	1998	96.4	94.6	25	3.1985	114.70
6	1999	80.5	93.7	50	3.9019	120.79
7	2000	85.1	85.1	100	4.6001	126.83
8	2001	93.7	80.6	200	5.2958	132.86
9	2002	98.9	80.5			
10	2003	115.1	79.2			
Parameter Statistik: Simpangan Baku (S_x) = 11.1 Rata-rata ($\bar{X}$) = 92				Rumus: $X_T = \bar{X} + S_x (0.78 Y_T - 0.45)$		

Sumber: Hasil perhitungan

Tabel 4.19 Curah hujan rencana Metode Gumbel sub DAS Ketapang

NO	TAHUN	CH MAKS	DATA TERURUT	KALA ULANG (T, TAHUN)	Y_T	X_T
1	1994	77	106.3			
2	1995	106.3	102.7	2	0.3665	78.88
3	1996	69.7	95.3	5	1.4999	95.68
4	1997	53.3	95	10	2.2504	106.80
5	1998	92.3	92.3	25	3.1985	120.85
6	1999	95	77	50	3.9019	131.28
7	2000	102.7	73.3	100	4.6001	141.62
8	2001	73.3	69.7	200	5.2958	151.93
9	2002	55.3	55.3			
10	2003	95.3	53.3			
Parameter Statistik:			Rumus:			
Simpangan Baku (S_x) =			19	$X_T = X + S_x (0.78 Y_T - 0.45)$		
Rata-rata (X) =			82			

Sumber: Hasil perhitungan

Dari pengolahan ini, akan diperoleh curah hujan dengan kala ulang (periode berkala) selama T_r tahun (2, 5, 10, 25, 50, 100 dan 200 tahun). Untuk perkiraan debit maksimum, sebaiknya menggunakan kala ulang yang pendek, yakni 2 dan 5 tahun.

4.3.2.5 Perhitungan Intensitas Hujan Maksimum

Intensitas hujan didefinisikan sebagai tinggi curah hujan per satuan waktu. Untuk mendapatkan intensitas hujan selama waktu konsentrasi, digunakan rumus Mononobe (Kyitoka Mori, 1975).

Rumus Mononobe disajikan sebagai berikut:

$$I = ((R_{24} / 24) \times (24 / T_c))^{2/3}$$

Dimana:

I : Intensitas hujan selama waktu konsentrasi (mm/jam)

R₂₄ : Curah hujan maksimum harian dalam 24 jam (mm)

Sedangkan T_c atau waktu konsentrasi adalah waktu yang dibutuhkan air hujan dalam perjalanan dari hulu sungai ke pintu keluar sungai (outlet). T_c dihitung dengan menggunakan rumus Kirpich (Chow, VT, DR. Maldment and LW. Mays, *Applied of Hidrology*) sebagai berikut:

$$T_c = 0,945 \times (L^{1,156} / D^{0,385})$$

Dimana:

L : Panjang sungai/alur utama (km)

D : Beda tinggi titik terjauh dan outlet daerah pengaliran (m)

Panjang sungai utama pada setiap sub DAS dinyatakan pada tabel 4.20 berikut ini.

Tabel 4.20 Panjang sungai utama tiap sub DAS

No	Nama Sungai	Panjang (km)
1	Sungai Buntung	32.38
2	Sungai Jomblong	6.25
3	Sungai Buduran	22.27
4	Sungai Pucang	21.58
5	Sungai Kedunguling	40.03
6	Sungai Ketapang	11.32

Sumber: Hasil perhitungan

Setelah itu nilai D atau beda tinggi antara titik terjauh dan outlet daerah pengaliran dihitung, seperti terlihat pada tabel 4.21

Tabel 4.21 Beda tinggi tiap sungai utama

No	Nama sungai	Y ₁	Y ₂	Δ Y (D)
1	Sungai Buntung	14	2	12
2	Sungai Jomblong	4	0.5	3.5
3	Sungai Buduran	9	2.5	6.5
4	Sungai Pucang	12	1	11
5	Sungai Kedunguling	18	2	16
6	Sungai Ketapang	6	1	5

Sumber: Hasil perhitungan

Hasil perhitungan waktu konsentrasi disajikan pada tabel 4.22

Tabel 4.22 Perhitungan waktu konsentrasi

No	L	D	$T_c = 0,945 \times (L^{1,156} / D^{0,385})$
1	32.0	12	19.95
2	6.25	2.3	5.70
3	22.27	6.5	16.61
4	21.0	11	12.68
5	40.03	16	23.13
6	11.3	5	8.39

Sumber: Hasil perhitungan

Setelah curah hujan harian dan waktu konsentrasi diketahui, maka dilakukan perhitungan intensitas curah hujan dengan menggunakan Rumus Mononobe berikut:

$$I = ((R_{24} / 24) \times (24 / T_c))^{2/3}$$

Pada tabel 4.23 dapat dilihat hasil perhitungan nilai intensitas hujan dengan satuan mm/jam untuk periode ulang (Time Return/Tr) masing 2, 5 dan 10 tahun).

Tabel 4.23 Nilai intensitas hujan maksimum

No	Nama Sub DAS	Intensitas maks. (mm/jam)		
		Tr=2 tahun	Tr=5 tahun	Tr=10 tahun
1	Buntung	4,36	4,98	5.39
2	Jomblong	10,74	12,58	13.81
3	Buduran	5,57	5,99	6.27
4	Pucang	6,28	6,8	7.14
5	Kedunguling	3,85	4,27	4.55
6	Ketapang	6,62	8,03	8.97

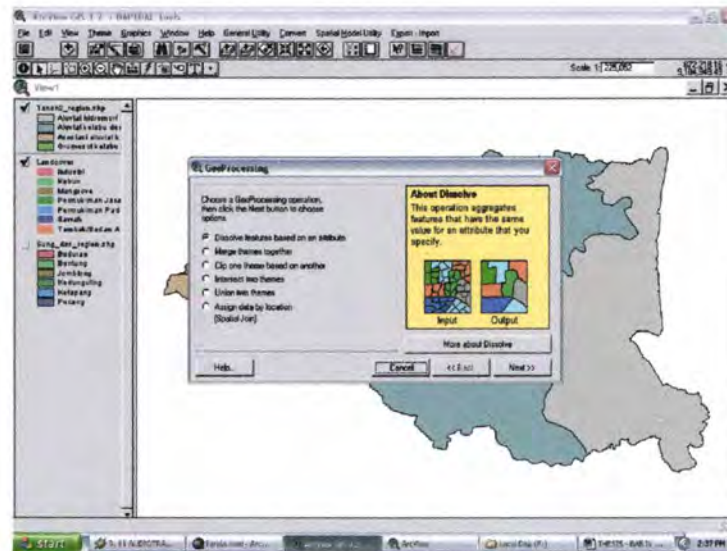
Sumber: Hasil perhitungan

4.4 Perhitungan Koefisien Limpasan

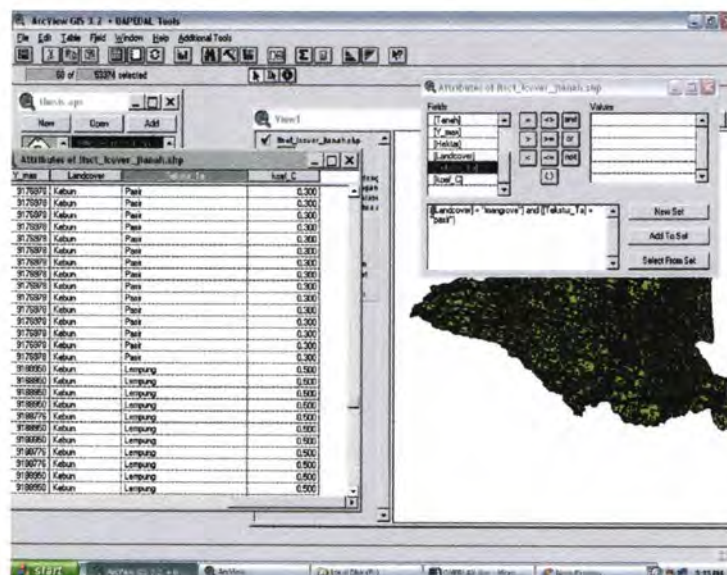
Koefisien limpasan (C) merupakan angka yang secara empiris dihitung berdasarkan tiga parameter DAS, yakni tutupan lahan, tekstur tanah dan kemiringan lereng. Pada penelitian ini, harga C ditentukan *John Wiley & Son* dalam *Soil and Water Conservation Engineering*, 1985 dan oleh *US. Forest Service* pada 1980 (tabel 3.3 dan 3.4 pada bab III).

Metode yang digunakan untuk overlay ketiga data di atas adalah “*intersect*”, yakni pertama meng-overlay tutupan lahan dan tekstur tanah, kemudian layer tersebut dioverlay dengan peta kemiringan lereng. Gambar 4.12 dan 4.13 menunjukkan proses overlay dan penentuan harga C yang dilakukan dengan perangkat lunak ArcView 3.2.

Metode yang digunakan untuk overlay ketiga data di atas adalah “*intersect*”, yakni pertama meng-overlay tutupan lahan dan tekstur tanah, kemudian layer tersebut dioverlay dengan peta kemiringan lereng. Gambar 4.12 dan 4.13 menunjukkan proses overlay dan penentuan harga C yang dilakukan dengan perangkat lunak ArcView 3.2



Gambar 4.12 Proses overlay antara tekstur tanah dan tutupan lahan



Gambar 4.13 Proses penentuan nilai koefisien limpasan

Tabel 4.24 Harga koefisien limpasan (C)

No	Nama Sub DAS	Harga 'C'
1	Buntung	0.537
2	Jomblong	0.592
3	Buduran	0.564
4	Pucang	0.535
5	Kedunguling	0.550
6	Ketapang	0.522

Sumber: Hasil perhitungan

4.5 Perhitungan Debit Maksimum

Debit maksimum ditentukan dengan rumus metode Rasional. Sedangkan nilai-nilai koefisien limpasan (C), intensitas maksimum (I) dan luas area (A) disusun kembali pada tabel 4.25.

Rumus Metode Rasional menurut *Soil and Water Conservation Engineering*, 1985:

$$\text{Debit Maksimum (Q}_{\text{Maks}} \text{)} = CIA / 360 \text{ (m}^3 \text{ /detik)}$$

Tabel 4.25 Perhitungan debit maksimum

No	Nama Sub DAS	C	I (mm/jam)			A (hektar)	Q _{maks} (m ³ /detik)		
			Tr=2	Tr=5	Tr=10		Tr=2	Tr=5	Tr=10
1	Buntung	0,537	4,36	4,98	5.39	10.720	69,75	79,68	86,25
2	Jomblong	0,592	10,74	12,58	13.81	4.701	83,02	97,28	106,72
3	Buduran	0,564	5,57	5,99	6.27	4.652	40,57	43,66	45,70
4	Pucang	0,535	6,28	6,8	7.14	10.390	96,96	104,96	110,26
5	Kedunguling	0,550	3,85	4,27	4.55	17.540	103,20	114,43	121,86
6	Ketapang	0,522	6,62	8,03	8.97	7.515	72,17	87,54	97,71

Sumber: Hasil perhitungan

Sebagai pembandingan dalam analisa debit, tabel 4.26 berikut menyajikan data debit tiap sungai yang menjadi sungai utama pada tiap sub DAS. Data ini diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum (PU) Pengairan Kabupaten Sidoarjo. Data debit untuk seluruh Kabupaten Sidoarjo dapat dilihat pada Lampiran 2.

Tabel 4.26 Data debit maksimum eksisting

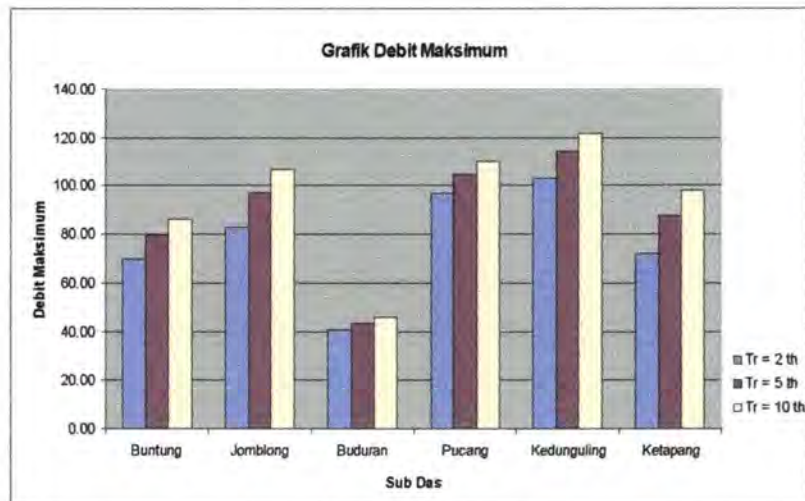
No	Nama sungai	Q (m ³ /detik)
1	Sungai Buntung	94.2
2	Sungai Jomblong	18.2
3	Sungai Buduran	45.5
4	Sungai Pucang	91
5	Sungai Kedunguling	115
6	Sungai Ketapang	120.7

Sumber: Dinas PU Pengairan

4.6 Analisa

4.6.1 Analisa Statistik

Ditinjau dari segi statistik, didapat hasil perhitungan debit maksimum tiap sub DAS sebagaimana tersaji pada tabel 4.25, dan dalam bentuk grafik pada gambar 4.14.



Gambar 4.14 Debit maksimum pada periode ulang 2, 5, dan 10 tahun

Dari gambar tersebut, tampak bahwa dari ketiga periode ulang yang dihitung, periode 2 tahun paling rendah, disusul 5 tahun, dan paling tinggi adalah 10 tahun. Secara teori, semakin besar periode ulang, nilai debit akan besar pula. Pada penelitian ini, analisa dilakukan pada periode 2 tahun, untuk memantau genangan selama siklus dua tahunan.

Secara khusus, dari keenam sub DAS, debit paling tinggi dimiliki oleh sub DAS Kedunguling, dengan nilai 103,2 m³/detik. Dan yang paling kecil adalah sub DAS Buduran, 40,57 m³/detik. Jika ditinjau dari rumus Metode Rasional:

$$(Q_{Maks}) = CIA / 360 \text{ (m}^3 \text{/detik) (Soil and Water Conservation Engineering, 1985),}$$

dimana Q maks berbanding lurus dengan harga C (koefisien limpasan), I (intensitas maksimum) dan A (luas area), di antara ketiganya, sebenarnya yang paling besar

pengaruhnya adalah luas area. Dalam hal ini, sub DAS Jomblong yang mempunyai area paling kecil, seharusnya debitnya terendah. Namun jika ditinjau dari harga I, ternyata intensitas sub DAS Jomblong paling besar diantara keenam sub DAS (tabel 4.23), yakni 10,74 mm/jam. Harga intensitas yang tinggi ini dari segi statistik disebabkan oleh:

1. nilai standar deviasi yang tinggi (19,2)
2. rata-rata hujan tinggi (102 mm)
3. harga koefisien limpasan (C) paling besar, yakni 0,592

Dengan melakukan perbandingan antara data debit eksisting dan hasil perhitungan, didapat suatu selisih debit maksimum seperti tampak pada gambar 4.15.



Gambar 4.15 Perbandingan debit maksimum data eksisting dengan hasil perhitungan

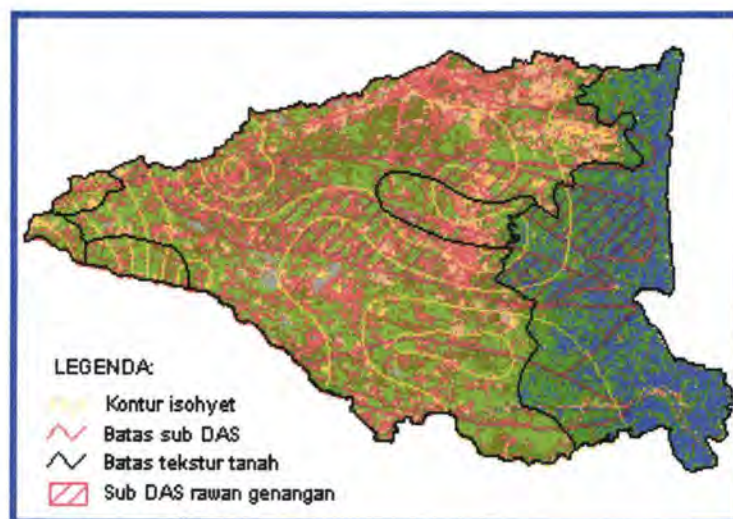
Selisih ini artinya, jika nilai debit pada hasil perhitungan lebih tinggi dari debit eksisting tiap sungai, maka terjadi luapan pada sungai tersebut. Luapan tersebut akan menjadi genangan. Dari gambar tersebut terlihat, diantara keenam sub DAS, ada dua yang nilai debit perhitungan lebih tinggi dari debit eksisting, yaitu sub DAS Jomblong dan sub DAS Pucang. Sub DAS Pucang hanya kelebihan debit sebesar $5,96 \text{ m}^3/\text{detik}$, sementara

Jomblong sangat besar, yaitu $64,82 \text{ m}^3/\text{detik}$. Dengan demikian, menurut perhitungan dengan Metode Rasional, *diperkirakan kedua sub DAS tersebut rawan terkena genangan*.

4.6.1 Analisa Spasial

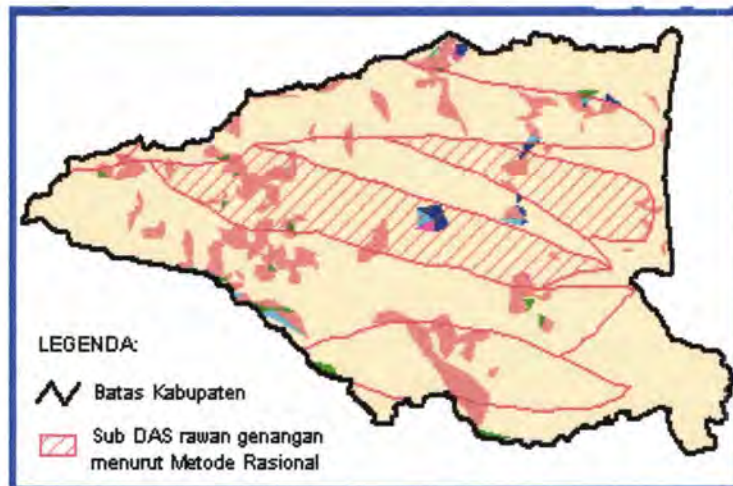
Ditinjau dari segi keruangan (spasial), yakni dengan menumpang susun (overlay) beberapa layer peta, didapat informasi sebagai berikut:

- a) Hasil overlay antara sub DAS rawan genangan, layer tutupan lahan, batas tekstur tanah dan kontur isohyet (gambar 4.16) menunjukkan, sub DAS rawan genangan terletak pada:
- Tutupan lahan berupa permukiman (padat dan renggang), tambak sebagian hutan bakau.
 - Tekstur tanah berupa lempung dan lempung berlumpur, di mana kedua jenis ini sulit menyerap air
 - Curah hujan yang cukup tinggi, yaitu antara 1700 – 2000 mm per tahun.



Gambar 4.16 Overlay antara sub DAS rawan genangan, tutupan lahan, batas tekstur tanah, dan isohyet

- b) Hasil overlay antara sub DAS rawan genangan dan layer kemiringan lereng (gambar 4.17) menunjukkan, sub DAS rawan genangan terletak pada kemiringan lereng yang cukup bervariasi, yaitu 0-0,25% hingga 1,25-1,5%.



Gambar 4.17 Overlay antara sub DAS rawan genangan dengan layer kemiringan lereng

- c) Hasil overlay antara sub DAS rawan genangan dan layer batas administrasi (gambar 4.18) menunjukkan, daerah rawan genangan biasanya terletak pada daerah yang lebih rendah, dalam hal ini ke arah timur. Adapun beberapa kecamatan yang diperkirakan termasuk didalamnya adalah:

- Sebelah selatan kecamatan Gedangan
- Sebelah utara kecamatan Buduran
- Sebagian besar kecamatan Sidoarjo
- Sebelah utara kecamatan Candi



Gambar 4.18 Overlay antara sub DAS rawan genangan dengan layer batas administrasi

Menurut Kepala Seksi Pemeliharaan Dinas PU Pengairan Sidoarjo, kelebihan debit sebesar $64,82 \text{ m}^3/\text{detik}$ di sub DAS Jomblong, dengan tutupan lahan: permukiman tidak padat (renggang), sawah dan tambak, akan mengakibatkan:

- tinggi genangan 50 – 60 cm
- luas genangan menyebar dalam radius 300 meter

Sedangkan kelebihan debit sebesar $5,96 \text{ m}^3/\text{detik}$ di sub DAS Pucang, dengan tutupan lahan: permukiman padat, sedikit sawah dan tambak, akan mengakibatkan:

- tinggi genangan 40 – 50 cm
- luas genangan menyebar dalam radius 100 meter

Dari informasi di atas, ditunjang dengan data daerah rawan genangan yang diperoleh dari Dinas PU Pengairan (lampiran 3), maka penulis dapat membuat prediksi daerah-daerah yang diperkirakan rawan genangan, seperti terlihat pada gambar 4.19.

Gambar 4.19:

**PETA PREDIKSI DAERAH
RAWAN GENANGAN
KABUPATEN SIDOARJO**

LEGENDA:

Jalan

-  JALAN TOL
-  JALAN ARTERI PRIMER
-  JALAN KOLEKTOR PRIMER
-  JALAN LOKAL

Administrasi

-  BATAS KABUPATEN
-  BATAS KECAMATAN
-  BATAS DESA

Hidrologi

-  BATAS SUB DAS
-  DRAINASE
-  SUNGAI UTAMA
-  PREDIKSI DAERAH RAWAN GENANGAN
SELAMA 3 BULAN BASAH
-  PREDIKSI DAERAH RAWAN GENANGAN
SELAMA 3,5 BULAN BASAH

Sumber:
- Peta Rupabumi Bakosurtanal Skala 1:25.000
- Hasil Analisa

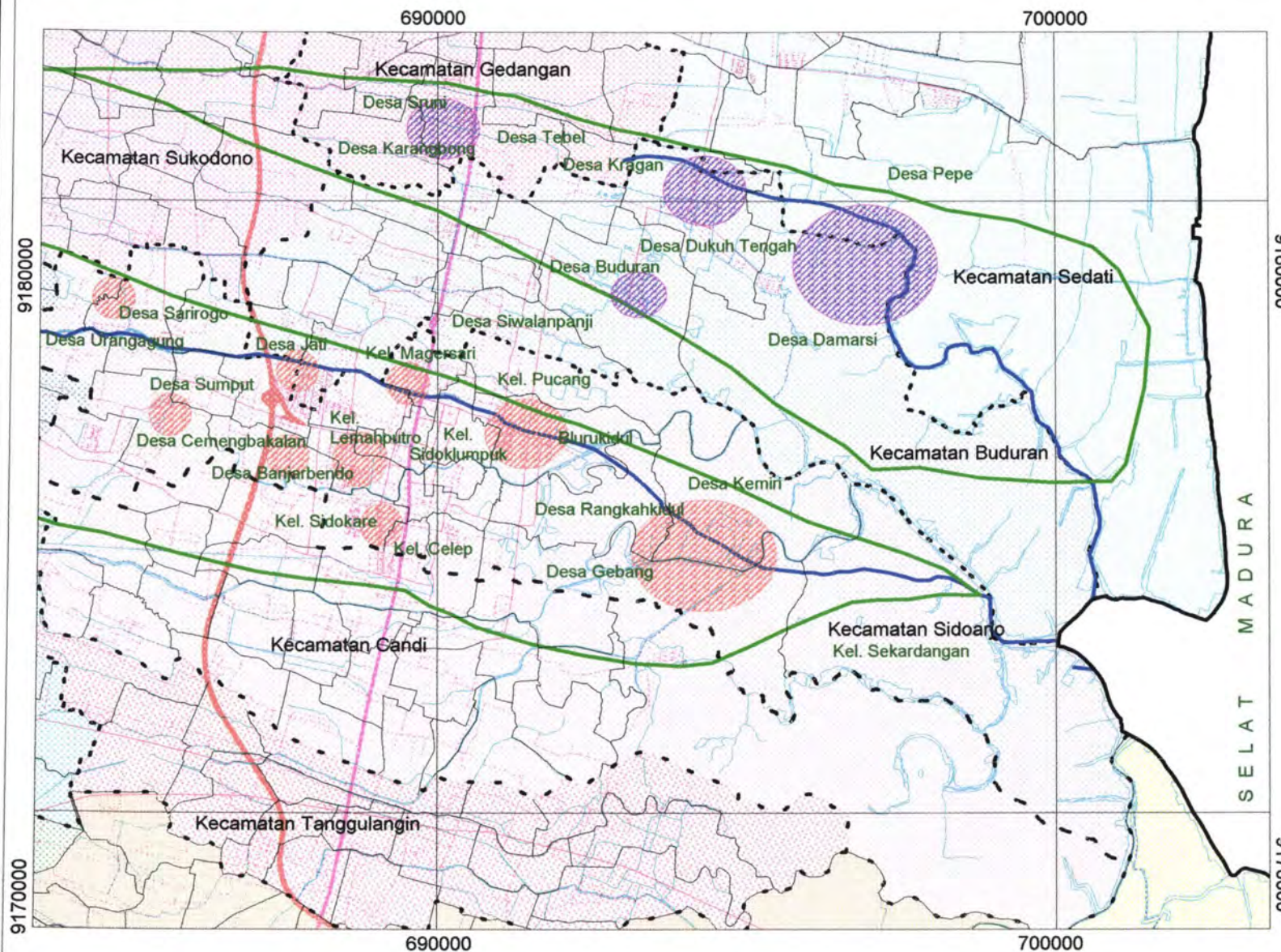
NAMA : FARIDA HARDANINGRUM
NRP : 3102.204.002

0 1 2 Kilometer
1 : 100.000

PROYEKSI PETA:
Universal Transverse Mercator (UTM)
Zone 49 S



BIDANG KEAHLIAN PENGINDERAAN JAUH
PROGRAM PASCA SARJANA
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA



BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Pengolahan Citra Landsat ETM7

- a. Dari hasil pengolahan citra satelit Landsat ETM7 dengan komposisi warna band 5, 4 dan 3 (*red, green, blue*) dapat menghasilkan kenampakan yang spesifik yaitu tiga kelas yang dominan, yaitu: tambak, sawah irigasi, dan permukiman.
- b. Koreksi geometrik yang dilakukan dengan mempergunakan titik kontrol (GCP) yang diambil dari peta topografi Bakosurtanal, menghasilkan ketelitian berupa Kesalahan *Root Mean Square (RMS Error)* sebesar 0,257 atau sekitar 8 meter. Kesalahan ini masih lebih kecil dari resolusi spasial Landsat ETM7: 30x30 meter, sehingga citra dapat digunakan untuk proses tumpang susun (*overlay*) dengan data vektor yang lain.

2. Pengolahan Data Hujan

- a. Dari peta isohyet, tampak adanya curah hujan yang cukup bervariasi pada daerah penelitian, berkisar antara 1500 hingga 2100 mm setahun. Curah hujan tertinggi terdapat di kecamatan Krian, yakni 2000 – 2100 mm.
- b. Berdasarkan data hujan dengan distribusi Gumbel, diperoleh nilai tertinggi baik pada harga standar deviasi (19,2) maupun rata-rata hujan (102 mm), terjadi pada sub DAS Jomblong. Hal ini mempengaruhi besarnya intensitas maksimum, yaitu 10,74 mm/jam (tertinggi dari keenam sub DAS).

3. Perhitungan Koefisien Limpasan

- a. Harga koefisien limpasan (C) tertinggi juga dimiliki oleh sub DAS Jomblong, dengan nilai 0,592. Penyebabnya adalah karena sub DAS ini didominasi oleh tekstur tanah lempung yang sulit menyerap air.
- b. Harga C terendah pada sub DAS Ketapang (0,522), di mana pada wilayah tersebut banyak terdapat sawah dan vegetasi, dan tekstur tanahnya beragam, dari pasir, lanau, hingga lempung.

4. Penentuan Debit Maksimum

- a. Hasil perhitungan debit maksimum menunjukkan, sub DAS yang mempunyai luas area paling besar yakni Kedunguling, debit maksimumnya paling besar ($103,2 \text{ m}^3/\text{detik}$). Tetapi apabila diperbandingkan dengan debit pengukuran (eksisting), sub DAS ini tidak memiliki kelebihan debit, karena sungai yang cukup panjang dengan debit besar.
- b. Genangan air akan terjadi jika ada kelebihan antara debit perhitungan dengan debit hasil pengukuran. Dalam hal ini sub DAS Jomblong memiliki kelebihan debit sebesar $64,82 \text{ m}^3/\text{detik}$ dan Pucang sebesar $5,96 \text{ m}^3/\text{detik}$. Dengan demikian keduanya diprediksi sebagai daerah yang rawan terkena genangan air hujan.
- c. Untuk menentukan lokasi rawan genangan, diperlukan suatu rujukan. Dalam hal ini penulis mengambil data daerah rawan genangan dari Dinas PU Pengairan Sidoarjo, berupa data tabular. Dengan melakukan 'cross check', dapat dibuat peta rawan genangan untuk daerah penelitian.

5.1 Saran

Saran yang dapat penulis sampaikan adalah:

1. Perlu adanya tindak lanjut terhadap daerah yang diprediksi dan secara eksisting terjadi genangan:
 - a. Untuk kasus sub DAS Jomblong, di mana debit pengukuran sangat kecil dibandingkan dengan debit hasil perhitungan, bisa dibuat drainase atau saluran buangan alternatif, sehingga tidak menimbulkan genangan yang cukup lama.
 - b. Untuk kasus sub DAS Pucang, meskipun selisih debit cukup kecil, tetapi karena melewati area permukiman padat, hendaknya dipikirkan solusi untuk mengatasi terjadinya genangan air hujan, misalnya dengan membuat sumur resapan.
2. Penelitian ini menggunakan satu citra satelit (tahun 2001). Penggunaan data multi-temporal (citra yang berbeda waktu) untuk mengetahui tutupan lahan, akan mendapatkan gambaran dinamika perubahan daerah penelitian.

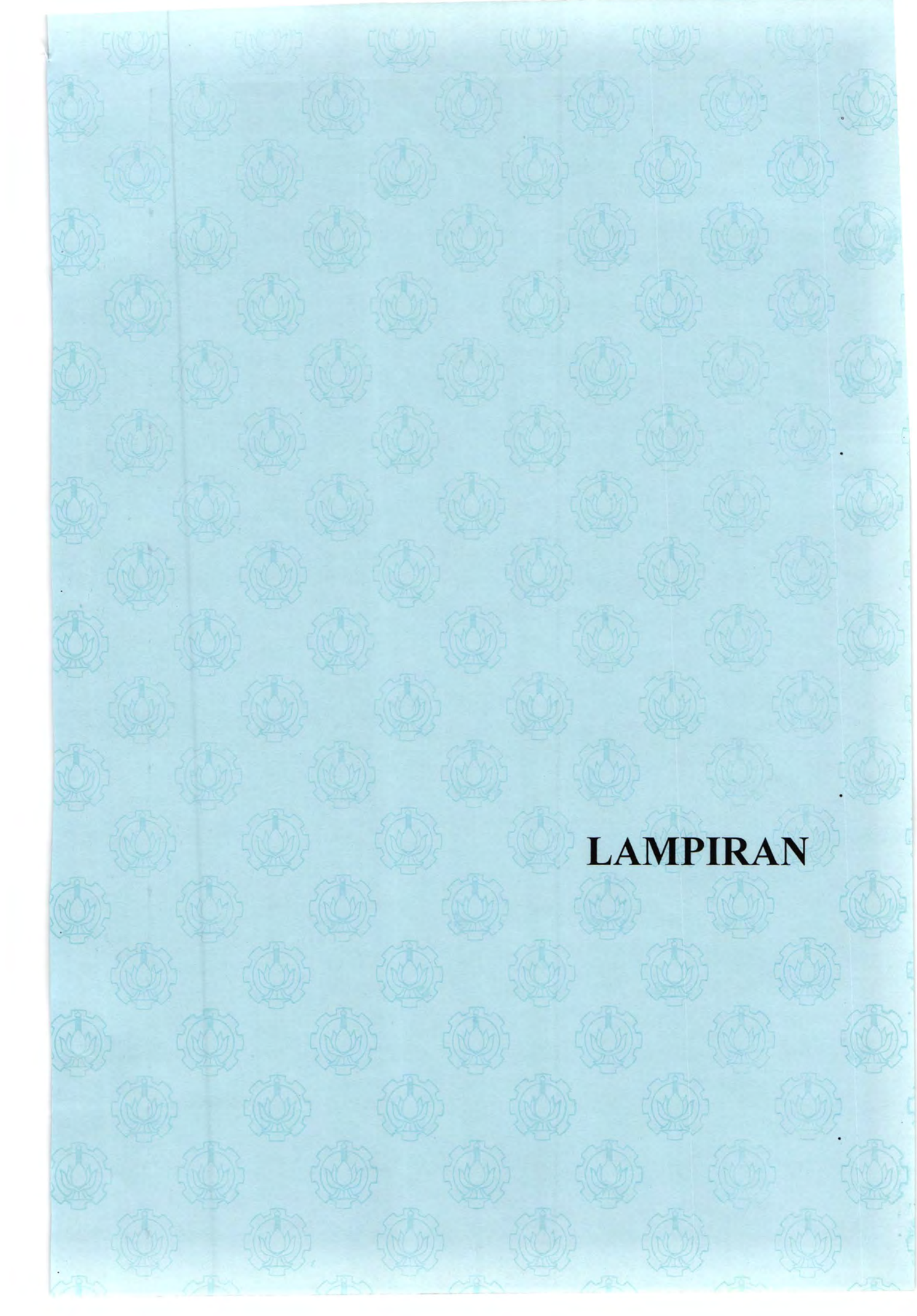


DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

1. Alonso, Marcelo & Finn, Edward J. *Medan dan Gelombang Jilid 2*, Penerbit Erlangga, 1992
2. Aronoff, Stanley, *Geographic Information Systems: A Management Perspective*, WDL Publications, Canada, 1986
3. Benyamin Lakitan, *Dasar-dasar Klimatologi*, PT. Raja Grafindo Persada, Jakarta, 1994
4. Bidang Binasistem Pusbinajasig, *Pengkajian Citra Penginderaan Jauh untuk Evaluasi Banjir DAS Tulangbawang Lampung*, Jurnal Bakosurtanal, 1993
5. Burrough, P.A., *Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assesment*, Clarendonpress, Oxford, 1986
6. Chay Asdak, *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta, 1995
7. Chow, VT, DR. Maldment and LW. Mays, *Applied of Hidrology*, McGrawHill, Singapore, 1988
8. Dinas Pekerjaan Umum Pengairan Kab. Sidoarjo, *Perencanaan Bangunan Pengendalian Banjir atau Genangan Kota Sidoarjo*, Laporan Penelitian, 2003
9. Dinas Pertanian dan Perkebunan Kab. Sidoarjo, *Pemetaan Kawasan Pertanian Beririgasi Teknis*, Laporan Penelitian, 1998
10. Eddy Prahasta, *Konsep-konsep Dasar SIG*, CV. Informatika, Bandung, 2001
11. Farida Hardaningrum, *Aplikasi Penginderaan Jauh dan SIG untuk Memperkirakan Limpasan Permukaan di Sub DAS Cikapundung*, Institut Teknologi Bandung, Tugas Akhir, 1994
12. Japan Association on Remote Sensing, *Remote Sensing Note*, 1991
13. John Howard, *Penginderaan Jauh untuk Sumberdaya Hutan*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta, 1991
14. John Wiley & Son , *Soil and Water Conservation Engineering*, New York, 1985
15. Kiyotoka Mori, *Manual of Hidrology*, Pradnya Paramita, Jakarta, 1975
16. Lillesand and Kiefer, *Remote Sensing and Image Interpretation*, John Wiley & Son, New York, 1979

17. Muzayanah, *Pengembangan Sistem Informasi Geografis untuk Perencanaan Sistem Distribusi Air Bersih PDAM Pandaan, Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Thesis, 2004
18. Paul J. Curran, *Principle of Remote Sensing*, John Wiley & Son, New York, 1985
19. Ralph & Hanson, *Teknik Fondasi*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta, 1989
20. Setio Ajie, *Penerapan Teknik Penginderaan Jauh dan SIG untuk Memantau Perkembangan Permukiman Baru pada Kawasan Pinggiran Kota*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Tesis, 1998
21. Sidoarjo dalam Angka, 2001
22. Suyono Sosrodarsono, Ir., *Hidrologi untuk Pengairan*, Pradnya Paramitha, Jakarta, 1976



LAMPIRAN

Lampiran 5¹

LAMPIRAN 1. DATA CURAH HUJAN HARIAN TERTINGGI

DATA HUJAN TERTINGGI TAHUN 1994

No	No. Sta.	Nama Stasiun	Jan.	Feb.	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agust.	Sept.	Okt.	Nop.	Des.	GH Maks
1	145	Kemlaten													
2	144	Cepiplus	63	58	79	9	26						18	147	147
3	143	Kedungploso/Luwung	80	52	42	12	14							65	80
4	142	Bakalen													
5	140	Krian													
6	148	Ketawang	108	84	41	24							20	53	108
7	9	Botokan	132	66	75	32							26	63	132
8	7	Ponokawan													
9	163	Durugbedug	121	84	48	44								39	121
10	159	Ketintang	100	57	70	45							15	30	100
11	166	Kludan	52	116	105	56								65	116
12	166A	Putat	36	82	76									31	82
13	139	Bono	70	75	28	20								37	75
14	147	Sruni	115	78	69	35								72	115
15	26	Sedati													
16	182	Banjarkemantren	80	64	117	50								72	117
17	137	Ketegan													
18	21	Kedungcangkring	86	44	50	10								65	86
19	171	Porong	70	31	65	25								50	70
20	162	Sidoarjo	39	80	61	30	20			1			10	40	80
21	153	Sumpat	98	81	96	22	13			20			10	81	96
22	155	Klagen	75	74	132	14	10			12			9	17	132
23	149	Karangnongko	110	72	95	76	9						9	31	110
24	20	Krembung	75	78	85	65	10						25	48	85
25	22	Gedangrowo	70	80	80	30	15						10	40	80
26	170	Budugbulus	47	75	70	30							30	30	75
27	146	Prambon	73	62	75	16	38						60	59	73
28	146A	Watutulis	79	66	84	25	5						45	43	84
29	91	Lengkong	39.7	48.5	26.5	18.5	6.5						40	55.7	55.7

DATA HUJAN TERTINGGI TAHUN 1995

DATA HUJAN TERTINGGI TAHUN 1995

No	No. Sta.	Nama Stasiun	Jan.	Feb.	Mar.	April	Mei	Juni	Juli	Agst.	Sept.	Okt.	Nop.	Des.	CH Maks
1	145	Kemlaten	50		57	47	26	43	10			12	46		57
2	144	Cepiples	86		57	24	46	24	38			10	63		86
3	143	Kedungploso/Luwung	75		41	30	24	29	34			15	46		75
4	142	Bakalan	70		44	35	25	67	35			30	80		80
5	140	Krian	35		35	59	4	109	31			23	99		109
6	148	Ketawang	78		58	43	37	90	11		1	24	115		115
7	9	Botokan	76		47	36	47	130	10			7	57		130
8	7	Ponokawan	48		60	38	10	101	22			42	85		101
9	163	Durugbedug	60		50	70		33	6			20	37		70
10	159	Ketintang	33		50	50	10	96	5			60	50		96
11	166	Kludan			85	91	25	56	53				30		91
12	166A	Putat			76	92	31	63	46				37		92
13	139	Bono	85		35	114	88	98	25				84		114
14	147	Sruni	80		63	64	49	90	13			5	71		90
15	26	Sedati				110	77						80		110
16	182	Banjarkemantren				60	12						73		73
17	137	Ketegan	85		65	55	58	75			13	35	90		90
18	21	Kedungcangkring	40		136	60		20	4			14	35		136
19	171	Porong	36		143	66		23	3			15	35		143
20	162	Sidoarjo	98		71	50	13	80	13			39	30		98
21	153	Sumpat	52		79	64	33	76	7			12	54		79
22	155	Klagen	30		50	44	20	120	7			14	68		120
23	149	Karangnongko	37		38	38	27	146	9			13	65		146
24	20	Krembung	58		55	80		45	7			5	60		80
25	22	Gedangrowo	30		35	50	10	20	10			5	30		50
26	170	Budugbulus	35		40	40		20				8	25		40
27	146	Prambon	35		77	90	38	46	12			20	64		90
28	146A	Watutulis	31		73	85	42	50	10			22	59		85
29	91	Lengkong	33		30	22	6	32	6			5	21		33

DATA HUJAN TERTINGGI TAHUN 1996

No	No. Sta	Nama Stasiun	Jan.	Feb.	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agust.	Sept.	Okt.	Nop.	Des.	CH Maks
1	145	Kemlaten	48	75	84	26	23	46				7	40	50	84
2	144	Cepiples	36	37	78	76	13	14				17	35	39	78
3	143	Kedungploso/Luwung	30	70	75	52	17	16				9	38	23	75
4	142	Bakalan	79	34	55	85	40	28			12	11	78	30	85
5	140	Krian	37	56	67	45	39	38	9			10	64	49	67
6	148	Ketawang	67	78	77	40	17	32	7	2		14	58	33	78
7	9	Botokan	58	97	97	20	19	54	8	5		18	70	27	97
8	7	Ponokawan	47	83	100	44	17	25	13			2	71	34	100
9	163	Durugbedug	35	63	43	33	25	25				21	90	48	90
10	159	Ketintang	40	40	88	45	32	30					24	43	88
11	166	Kludan	8	50		20	11	25					21	86	86
12	166A	Putat	58	83	60	27	12	28					28	107	107
13	139	Bono	60	95	79	30	12	24					34	105	105
14	147	Sruni	70	101	98	13	9	27	1				54	74	101
15	26	Sedati	53	93	77	25	7	25				5	31	102	102
16	182	Banjarkemantren	75	99	94	9	7	23	1				40	20	99
17	137	Ketegan	65	104	76	52		55	1				24	50	104
18	21	Kedungcangkring	80	23	37	92	20		1				90	60	92
19	171	Porong	70	26	33	64	18		1	3			22	66	70
20	162	Sidoarjo	80	124	131	74	22	41	2	2		20	26	26	131
21	153	Sumpat	92	77	62	27	25	34	1			17	49	39	92
22	155	Klagen	85	77	114	28	29	53	1			14	55	34	114
23	149	Karangnongko	91	92	109	28	21	50	3			14	68	78	109
24	20	Krembung	68	68	72	75	10						51	78	78
25	22	Gedangrowo	30	40	40	60	40	40					50	50	60
26	170	Budugbulus	42	38	37	47	10						42	37	47
27	146	Prambon	71	55	50	87	28	15				5	50	50	71
28	146A	Watutulis	55	80	61	89	26	20				16	51	61	89
29	91	Lengkong	24	32	38	16	22	19				34	48	73	73

DATA HUJAN TERTINGGI TAHUN 1997

No	No. Sta.	Nama Stasiun	Jan.	Feb.	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agust.	Sept.	Okt.	Nop.	Des.	CH Maks
1	145	Kemlaten	46	50	73	64	13	16						23	73
2	144	Cepiples	44	73	25	43	10	52						87	87
3	143	Kedungploso/Luwung	29	52	25	45	40	46						79	79
4	142	Bakalan	35	60	48	53	50	15						89	89
5	140	Krian	52	68	25	62	57	12					62	59	68
6	148	Ketawang	42	50	114	90	25	4					5	50	114
7	9	Botokan	58	57	68	57	28	7					2	42	68
8	7	Ponokawan	45	71	79	65	37	11					45	64	79
9	163	Durugbedug	66	75	126	38	45	14						100	126
10	159	Ketintang	47	67	22	63	25	10					45	110	110
11	166	Kludan	38	80	25	23	47	12						92	92
12	166A	Putat	40	88	11	25	54	14						110	110
13	139	Bono	134	75	15	34	91							90	134
14	147	Sruni	149	72	13	32	46							76	149
15	26	Sedati	129	77	20	35	89								129
16	182	Banjarkemantren	141	67	11	36	37								141
17	137	Ketegan	124	64	5	30	51							65	124
18	21	Kedungcangkring	35	34	39	30	24	20						40	40
19	171	Porong	31	31	46	37	56	11						66	66
20	162	Sidoarjo	50	99	51	50	24	12					68	72	99
21	153	Sumpat	52	73	33	27	28	18					23	47	73
22	155	Klagen	108	59	15	45	21	9					13	43	108
23	149	Karangnongko	102	95	25	36	20	4					7	70	102
24	20	Krembung	11	65	88	53	57							56	88
25	22	Gedangrowo	50	80	40	50	10							30	80
26	170	Budugbulus	9	40	27	45		10						54	54
27	146	Prambon	55	95	23	96	25						17	73	95
28	146A	Watutulis	56	85	26	98	23						15	56	98
29	91	Lengkong	22	29	23	17	0							36	36

DATA HUJAN TERTINGGI TAHUN 1998

No	No. Sta.	Nama Stasiun	Jan.	Feb.	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agust.	Sept.	Okt.	Nop.	Des.	CH Maks
1	145	Kemlaten	39	33	45	77	43	35	7		28		35	45	77
2	144	Cepiples	40	70	53	96	37	27	10		25		39	0	96
3	143	Kedungploso/Luwung	30	68	47	65	61	32	11		27		40	50	68
4	142	Bakalan	36	90	50	72	40	40	10	13	36		42	61	90
5	140	Krian	74	103	77	144	46	25	15	34	32		101	40	144
6	148	Ketawang	57	65	52	65	55	32	13	12	18		63	78	78
7	9	Botokan	40	88	42	97	55	30	16	15	26		44	50	97
8	7	Ponokawan	50	68	65	130	34	39	15	31	14		76	67	130
9	163	Durugbedug	60	42	106	99	43	26			15		68	66	106
10	159	Ketintang	110	80	87	98	40	25		32	25		60	65	110
	166	Kludan	99	75		29	31	56	6				100	100	100
12	166A	Putat	80	63	67	32	37	63	7				100	109	109
13	139	Bono	12	160	63	50	31	37	12		17		42	75	160
14	147	Sruni	40	60	60	90	37	43	13	23	22		55	65	90
15	26	Sedati											28	80	80
16	182	Banjarkemantren											34	95	95
17	137	Ketegan	40	47	65	67	35	53	12	21	20		71	90	90
18	21	Kedungcangkring	43	44	43	34	44	40	9		6		49	82	82
19	171	Porong	87	100	70	75	12	90	7		4		72	99	100
20	162	Sidoarjo	60	138	143	86	63	50	15	10	0		106	89	143
21	153	Sumpat	80	48	54	77	49	29	11	29	46		55	96	96
22	155	Klagen	65	45	51	100	53	26	17	9	46		75	78	100
23	149	Karangnongko	55	56	65	90	57	24	15	15	38		53	87	90
24	20	Krembung	70	97	52	91	46	33	6		19		56	125	125
25	22	Gedangrowo	40	50	44	60	60	60	6	50	20		40	70	70
26	170	Budugbulus	55	80	50	65	20	40	7		20		40	95	95
27	146	Prambon	76	97	61	97	57	25	7		18		65	72	97
28	146A	Watutulis	80	98	58	90	45	15			20		84	84	98
29	91	Lengkong	78	77	77	85	42	12	11		56		43	43	85



DATA HUJAN TERTINGGI TAHUN 1999

No	No. Sta.	Nama Stasiun	Jan.	Feb.	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agust.	Sept.	Okt.	Nop.	Des.	CH Maks
1	145	Kemlaten	75	58	22	55	4			51			53	20	75
2	144	Cepiples					3			10			50	25	50
3	143	Kedungploso/Luwung	77	56	27	54	3			20			60	31	77
4	142	Bakalan	79	60	30	70	47			50		7	71	40	79
5	140	Krian	62	37	46	99	46	2	12	78		3	102	63	102
6	148	Ketawang	95	37	56	75	33		27	15			55	32	95
7	9	Botokan	68	23	65	96	30		33	45		4	67	31	96
8	7	Ponokawan	67	33	58	120	49	1		30		5	68	25	120
9	163	Durugbedug	48	60	58	50	75		24	29			21	35	75
10	159	Ketintang	64	63	85	77	65		6	20			20	37	85
	166	Kludan	26	65	90	56	65		5	12			35	56	90
12	166A	Putat	63	71	90	60	70			10			70	65	90
13	139	Bono	62	15	75	105	34			36			75	75	105
14	147	Sruni	41	60	50	111	36		35	44			70	70	111
15	26	Sedati	60	14	74	101	31		24	32			78	60	101
16	182	Banjarkemantren	30	20	45	107	22		28	35			70	60	107
17	137	Ketegan	75	23	70	116	30		30	23			88	55	116
18	21	Kedungcangkring	48	34	80	80	60		30				30	60	80
19	171	Porong	68	80	90	110	50						80	72	110
20	162	Sidoarjo	74	96	68	106	34		18	35		25	42	34	106
21	153	Sumput	61	31	76	96	46	8	19	34			54	71	96
22	155	Klagen	68	39	62	80	30		19	20			71	52	80
23	149	Karangnongko	72	38	65	98	20		13	26			75	50	98
24	20	Krembung	80	74	95	72	35	15				15	37	40	95
25	22	Gedangrowo	50	50	50	80	50						50	50	80
26	170	Budugbulus	75	65	95	85	40						45	56	95
27	146	Prambon	48	13	40	87	36	3	6			38	79	42	87
28	146A	Watutulis	43	16	50	91	40	8	9			22	42	45	91
29	91	Lengkong	64	46	41	79	12						32	41	79

DATA HUJAN TERTINGGI TAHUN 2000

No	No. Sta.	Nama Stasiun	Jan.	Feb.	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agust.	Sept.	Okt.	Nop.	Des.	CH Maks
1	145	Kemlaten	18	21	24	25	24	6				9	35	21	35
2	144	Cepiples	60	62	47										62
3	143	Kedungploso/Luwung	66	69	49	71	16						44		71
4	142	Bakalan	65	36	56	45	21	9				53	43	17	65
5	140	Krian	134	51	46	47	40	8	1			62	50	25	134
6	148	Ketawang	65	70	38	34	37	8	3			63	52	52	70
7	9	Botokan	40	45	68	39	48					45	22	41	68
8	7	Ponokawan	67	83	45	47	33	10	3			58	42	18	83
9	163	Durugbedug	95	23	98	31		11				60	54	41	98
10	159	Ketintang	65	90	47	65	16					55	75	45	90
	166	Kludan	60	50	65	50	45					35	63		65
12	166A	Putat	95	60	63	57	50					50	40		95
13	139	Bono	55	85	85	50	48					38	25	50	85
14	147	Sruni	50	60	90	55	54					56	35	64	90
15	26	Sedati	55	60	85	50	56					40	35	45	85
16	182	Banjarkemantren	50	55	95	50	54					40	25	55	95
17	137	Ketegan	39	57	100	45	50					60	50	55	100
18	21	Kedungcangkring	42	80	85	22	25					60	30	28	85
19	171	Porong	73	90	77	28	29					133	30	28	133
20	162	Sidoarjo	95	45	75	50	13	2	2			81	15	10	95
21	153	Sumpat	95	39	92	47	19	13	1			63	40	65	95
22	155	Klagen	93	62	53	48	15	9	2			32	35	71	93
23	149	Karangnongko	110	55	50	80	12	12	9			25	42	65	110
24	20	Kremlung	115	70	110	60	12					76	77		115
25	22	Gedangrowo	90	70	90	80	30					46	55		90
26	170	Budugbulus	75	40	90	45	10					60	45		90
27	146	Prambon	85	27	60	78	29					67	37	32	85
28	146A	Watutulis	85	21	71	80	7		6			51	32	90	90
29	91	Lengkong	42	34	27	38	28					25	25	23	42

DATA HUJAN TERTINGGI TAHUN 2001

No	No. Sta.	Nama Stasiun	Jan.	Feb.	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agust.	Sept.	Okt.	Nop.	Des.	CH Maks
1	145	Kemlaten	23	30	50	44	28	6	6			10	50	27	50
2	144	Cepiples	94	45	49	47							97	48	97
3	143	Kedungploso/Luwung	96	42	49	56	60						55	37	96
4	142	Bakalan	30	32	83	28	27	7	7			21	29	32	83
5	140	Krian	70	42	103	64	51	28	28			44	78	90	103
6	148	Ketawang	70	82	82	48	3	28	28			48	80	70	82
7	9	Botokan	90	70	67	72	72	4	4			16	45	60	90
8	7	Ponokawan	65	60	74	65	46	50	50					97	97
9	163	Durugbedug	91	45	41	84	20	12	12			15	32	40	91
10	159	Ketintang	85	40	66	75	16					12	65	60	85
	166	Kludan	30	60	85	85	15					25	28	60	85
12	166A	Putat	30	63	86	98	20					40	25	59	98
13	139	Bono	95	70	65	67	30					60	50	50	95
14	147	Sruni	90	80	75	70	25	60	60			70	85	50	90
15	26	Sedati	90	65	60	70	25					65	30	60	90
16	182	Banjarkemantren	85	65	65	62	20					50	35	50	85
17	137	Ketegan	85	60	76	70	25	60	40			75	50	60	85
18	21	Kedungcangkring	75	45	75	60	15	48	48			7	60	60	75
19	171	Porong	60	53	63	40	20					47	53	57	60
20	162	Sidoarjo	110	81	106	38	24					25	22	71	110
21	153	Sumpat	125	62	75	48	19					75	49	40	125
22	155	Klagen	125	67	55	63	20		25			75	56	66	125
23	149	Karangnongko	115	64	95	43	14		25			65	82	73	115
24	20	Krembung	47	112	77	114			22			20	59	71	114
25	22	Gedangrowo	45	45	69	56						15	58	73	73
26	170	Budugbulus	45	85	48	43							55	35	85
27	146	Prambon	88	36	96	61	45					19	95	57	96
28	146A	Watutulis	80	35	76	72	31						42	81	81
29	91	Lengkong	60	37	92	77						51			92

DATA HUJAN TERTINGGI TAHUN 2002

[illegible]

DATA HUJAN TERTINGGI TAHUN 2003

[illegible]

Lampiran 2

DAFTAR INVENTARISASI SUNGAI / SALURAN DALAM RANGKA MENUNJANG KEGIATAN
PENYUSUNAN SECARA SUSTAINABLE DAYA AIR PADA BIDANG PROGAMIS DAN
MONITORING SYSTEM (PM3) WILAYAH PENGAIRAN SIDOARJO

NO.	NAMA SUNGAI / SALURAN / AFVOER	PANJANG (M)	MULAI DARI / SAMPAI	DEBIT (M3/DET)	GOLONGAN BAKU	LUAS CATH MENIT (HA)	MENGALIR KE	KET.
1	Kali Surabaya	38000	Pintu air mlrip s/d pintu air jagir		B		Laut	
2	Kali Porong	3100	Bendung Lengkong s/d penghabisan tangkis		C		Laut	
3	Kali Bengil Tak	8000	Ds. Kedungcangkong s/d laut		C		Laut	
4	Sal. Mangetan	6000	Ds. Mirip s/d Ds. Bakalan	5,95	B	3.189,00	Afvoer	
5	Sal. Mangetan	53859	Ds. Bakalan s/d Ds. Kelanganyar	0,00	C		Afvoer	
6	Sal. Lengkong	6100	Ds. Miriprowo s/d Ds. Bogempinggir	0,43	C	254,00	Afvoer	
7	Sal. Kemlatan	6000	Ds. Miriprowo s/d Ds. Kedinding	0,62	C	368,00	Afvoer	
8	Sal. Pelayaran	23000	Ds. Bakalan s/d Ds. Ngelom	1,42	B	833,00	Afvoer	
9	Sal. Krikilan	8000		0,08	C	49,00	Afvoer	
10	Sal. Purboyo I	14300	Ds. Bakalan s/d Ds. Popoh	1,73	C	1.018,00	Afvoer	
11	Sal. Purboyo II	6781	Ds. Popoh s/d Ds. Grogol	0,77	C	452,00	Afvoer	
12	Sal. Ked.oling Kiri	4465	Ds. Grogol s/d Ds. Sumokali	0,18	C	105,00	Afvoer	
13	Sal. Durung	2552	Ds. Durungbedug s/d Ds. Sidodadi	0,57	C	333,00	Afvoer	
14	Sal. Sumokali	3780	Ds. Sumokali s/d Ds. Bulusidokare	0,33	C	194,00	Afvoer	
15	Sal. Bligo	3472	Ds. Sumokali s/d Ds. Wudoroklitrak	0,33	C	194,00	Afvoer	
16	Ked.oling Kanan	4717	Ds. Grogol s/d Ds. Kelangendo	0,36	C	214,00	Afvoer	
17	Sal. Balepanjang	4262	Ds. Grogol s/d Ds. Ganggung Panjang	0,60	C	351,00	Afvoer	
18	Sal. Gelam	2701	Ds. Kedungkendo s/d Ds. Slam	0,28	C	166,00	Afvoer	
19	Sal. Pagerwojo	2300	Ds. Kedungkendo s/d Ds. Noempelsari	0,45	C	263,00	Afvoer	
20	Sal. Purboyo III	1225	Ds. Popoh s/d Ds. Jimbaran	0,06	C	38,00	Afvoer	
21	Sal. Purboyo III a	2200	Ds. Jimbaran s/d Ds. Pilirig	0,49	C	289,00	Afvoer	
22	Sal. Purboyo III b	10100	Ds. Jimbaran s/d Ds. Pagerwojo	1,11	C	650,00	Afvoer	
23	Sal. Sidomukti	5634	Ds. Sidomukti s/d Ds. Pagemgumbuk	1,77	C	1.044,00	Afvoer	
24	Sal. Kemasari I	14500	Ds. Kemasari s/d Ds. Siwalanpanji	2,42	C	1.423,00	Afvoer	
25	Sal. Kemasari II	10500	Ds. Becirongengor s/d Ds. Pucang	0,78	C	481,00	Afvoer	
26	Sal. Ponokzwan	2000	Ds. Sidorejo s/d Ds. Barengkirajan	0,19	C	110,00	Afvoer	
27	Sal. Jattipunden	4000	Ds. Jattikalang s/d Ds. Kramajegu	0,35	C	283,00	Afvoer	
28	Sal. Ketawang	9915	Ds. Cangkringsari s/d Ds. Sidokepong	1,51	C	391,00	Afvoer	
29	Sal. Botokan	6702	Ds. Bangsri s/d Ds. Ketegan	0,63	C	371,00	Afvoer	
30	Sal. Kedungturi	4900	Ds. Ketegan s/d Ds. Pabean	0,63	C	368,00	Afvoer	
31	Sal. Ketegan	5300	Ds. Ketegan s/d Ds. Bandilan	0,19	C	112,00	Afvoer	
32	Sal. Bandilan	5100	Ds. Bandilan s/d Ds. Tambakoso	0,21	C	126,00	Afvoer	
33	Sal. Dungus	6460	Ds. Dungus s/d Ds. Wage	0,68	C	400,00	Afvoer	
34	Sal. Gambiranom	6535	Ds. Keboan s/d Ds. Dukutengah	1,30	C	762,00	Afvoer	
35	Sal. Sruni	6000	Ds. Keboan s/d Ds. Kwangsari	0,71	C	418,00	Afvoer	
36	Sal. Gedangan	815	Ds. Semambung s/d Ds. Pranti	0,34	C	200,00	Afvoer	
37	Sal. Porong	35581	Ds. Mirip s/d Ds. Pejajaran	3,86	C	2.268,00	Afvoer	
38	Sal. Kedungpiso	9700	Ds. Gampingrowo s/d Ds. Kedinding	1,38	C	813,00	Afvoer	
39	Sal. Mindugading			0,20	C	117,00	Afvoer	
40	Sal. Cepiples	5400	Ds. Tarik s/d Ds. Gempolutuk	0,76	C	445,00	Afvoer	
41	Sal. Bokong	1123	Ds. Kalitingsari s/d Ds. Kajeksan	1,93	C	1.136,00	Afvoer	
42	Sal. Jabon	160	Ds. Jabon s/d Ds. Vak Tersier	0,00	C		Afvoer	
43	Sal. Gedangrowo	23673	Ds. Gedangrowo s/d Ds. Kedungbantang	3,38	C	1.433,00	Afvoer	
44	Sal. Bulang	4900	Ds. Cangkring s/d Ds. Balonggenut	0,45	C	265,00	Afvoer	
45	Sal. Kebaron	1850	Ds. Keret s/d Ds.	0,49	C	284,00	Afvoer	
46	Sal. Putat	2715	Ds. Putat s/d Ds. Kendalpecabean	0,88	C	503,00	Afvoer	
47	Sal. Krembung	8800	Ds. Kandungan s/d Ds. Candipari	1,48	C	870,00	Afvoer	
48	Sal. Bringin	8500	Ds. Ploso s/d Ds. Kedensari	0,80	C	472,00	Afvoer	
49	Sal. Rawan	1899	Ds. Rawan s/d Ds. Gading	0,27	C	158,00	Afvoer	
50	Sal. Tambakrejo	523	Intake Sal. Tambakrejo s/d Ds. Tambakrejo	0,24	C	140,00	Afvoer	
51	Sal. Kedungsumur	5463	Ds. Kedungsumur s/d Ds. Pamotan	1,03	C	603,00	Afvoer	
52	Sal. Mindi	55	Intake Sal. Mindi s/d Ds. Mindi	0,00	C		Afvoer	
53	Sal. Pejajaran	5335	Ds. Ked. cangkling s/d Ds. Kupang	0,82	C	467,00	Afvoer	
54	Sal. Ked. cangkling	8050	Ds. Ked. cangkling s/d Ds. Semambung	1,64	C	830,00	Afvoer	
55	Afvoer Buntung	32000	Ds. Pogempinggir s/d Ds. Laut	94,20	B	3.951,38	Laut	
56	Afvoer Buntung	2100	Ds. Botokan s/d masuk Afv. Jemundo	16,80	C	192,50	Afv. Jemundo	
57	Afvoer Jemundo	4500	Ds. Jemundo s/d masuk Afv. Buntung	-	C	662,50	Afv. Buntung	
58	Afvoer Bulubendo	9600	Ds. Bringinbendo s/d Laut	56,40	C	2.085,00	Laut	
59	Afvoer Karangbong I	6250	Batas timur Ds. Kepuhbetro s/d Afv. Kragan	18,20	C	750,75	Afv. Tambakagung	
60	Afv. Karangbong I	2700	Ds. Karangbong s/d Afvoer Sumber	-	C	325,00	Afv. Sumber	
61	Afv. Karangbong II	2700	Batas sel. Ds. Dk. tengah s/d muara K. Buduran	16,20	C	562,50	Afv. Sumber	
62	Afvoer Sumber	11200	Persil Jl. Prop. S-M s/d muara K. Buduran	61,30	C	1.513,75	Afv. Kepetingan	
63	Afvoer Bono	4000	Ds. Pepelegi s/d Aliran Afv. Semampir	21,20	C	350,00	Afv. Semampir	
64	Grand Afvoer	12000	Ds. Sepanjang s/d Aliran Afv. Tambakoso	12,20	C	565,00	Laut	
65	Afv. Pranti	2000	Ds. Semampir s/d laut	-	C	500,00	Afv. Buntung	
66	Afv. Cantei	3000		-	C			
67	Afv. Semampir	8000	Ds. Tambaksawah s/d laut	35,40	C	1.228,25	Afv. Peranti	
68	Afv. Buduran	9250	Persil Jl. prop. S-M s/d Afv. Karangbong II	45,50	C	462,50	Afv. Sumber	
69	Afv. Kragan	5400	Batas timur Ds. Kragan s/d Afv. Jomblong	12,20	C	635,00	Afv. Tambakagung	
70	Afv. Kemambang	14300	Persil Jl. prop. S-M s/d muara K. Prapat	41,40	C	1.662,00	Afv. Kepetingan	
71	Afv. Ketintang pucang	21000	Persil Jl. prop. S-M s/d muara K. Prapat	91,00	C	2.001,50	Afv. Kepetingan	
72	Afv. Sidokare	11900	Urung-urung Ds. Kr. geyam s/d Afv. Sekardangan	59,60	C	937,50	Afv. Kepetingan	
73	Afv. Sekardangan	4900	Ds. Larangan s/d Afv. Sidokare	23,40	C	600,00	Afv. Sidokare	
74	Afv. Wilayut	16000	Ds. Karangpuri s/d Ds. Sidokerto	-	C	980,00	Afv. Buduran	
75	Afv. Jogopati	6500		-	C		Afv. Ket. pucang	
76	Afv. Kedunguling	48500	Ds. Miriprowo s/d laut	115,00	C	4.831,25	Laut	
77	Afv. Bahgepuk	44100	Ds. Tulangan s/d Ds. Boro	58,80	C	1.081,25	Afv. Ked.uling	
78	Afv. Kedungpeluk	3250	Ds. Kalidawir s/d Afv. Ked.uling	6,20	C	525,00	Afv. Bahgepuk	
79	Afv. Gedeg	6700	Ds. Keret s/d Afv. Bahgepuk	-	C	656,25	Afv. Bahgepuk	
80	Afv. Link I	3700	Ds. Boro s/d Afv. Bahgepuk	-	C	225,00	Afv. Bahgepuk	
81	Afv. Link II	6200	Ds. Gelam s/d Ds. Kendalpecabean	-	C	525,00	Afv. Bahgepuk	
82	Afv. Link III	55000	Ds. Karangantanjung s/d Ds. Kalipecebean	-	C	383,75	Afv. Bahgepuk	
83	Afv. Kepedangan	15000	Persil Jl. prop. S-M s/d Afv. Kedungan	63,80	C	400,00	Afv. Gedeg	
84	Afv. Kedungan	15000	Sampai masuk Afv. Gedeg	17,30	C	329,50	Afv. Aloo	
85	Afv. Jatahom	6500	Ds. Jatirejo s/d K. Aloo	52,60	C	686,75	Afv. Aloo	

O.	NAMA SUNGAI / SALURAN / AFVOER	PANJANG (M)	MULAI DARI / SAMPAI	DEBIT (M3/DET)	GOLONGAN BAKU	LUAS CATH MENIT (HA)	MENGALIR KE	KET.
86	Afv.Ketapang	11300	Ds.Ketapang s/d pertemuan K.Alo	120,70	C	1.537,50	Afv.Aloo	
87	Afv.Aloo	12400	Ds.Penatarsewu s/d laut	-	C	800,00	Laut	
88	Afv.H	6000		-	C		Laut	
89	Afv.Obar Abir	1300	Ds.Kalipecabean s/d laut	-	C	500,00	Laut	
90	Afv.Berasan	1550	Ds.Banjarpanji s/d pertemuan K.Alo	24,30	C	825,00	Laut	
91	Ploso	2400		-	C			
92	Afv.Kedungkampil	7400	Ds.Mojotuntut s/d Ds.Ketapang	-	C	775,00	Afv.Ketapang	
93	Afv.Golondoro	12000	Ds.Ked.cangkring s/d pertemuan K.Bawean	24,30	C	1.000,00	Afv.Balong	
94	Afv.Ngingas	6000	Ds.Dukuhsari s/d Avf.Golondoro	11,10	C	892,50	Afv.Balong	
95	Afv.Petikan	6000		-	C			
96	Afv.Lajuk	7800		-	C	62,00	Afv.Ked.kampil	
97	Afv.Tambakoso	11000	Ds.Brebek s/d laut	12,20	C		Laut	
98	Water Strat Kanal	5400	Ds.Popoh s/d Ds.Suko	-	C			
99	Afv.Gedangrowo Kidul	8000	Ds.Bulang s/d Ds.Mojorunrut	-	C	620,00	Afv.Sidokare	
00	Afv.Gedangrowo Lor	15000	Ds.Bulang s/d Ds.Krembung	-	C	225,00		

Sidoarjo, tgl.

- 2009

KEPALA DINAS PU PENGAIRAN
KABUPATEN SIDOARJO

Ir. KAMDANI, M.Si
Pembina Tk. I
NIP. 080 059 479

E:\OPDAF-INV

Lampiran 3

No.	Kecamatan Desa	Luas Genangan (Ha)	Penyebab Genangan dan Lokasi (Desa)	Solusi	Pelaksana
1	2	3	4	5	6
II	Kec. Buduran				
13	Buduran	10 Ha. / Sw. & Pmk.	1. Dam Sidomulyo Siwalanpanji	Operasional Dam	Ds.Siwalanpanji
14	Siwalanpanji	9 Ha. / Sw.	idem	idem	idem
15	Sidomulyo	3 Ha. / Sw. & Pmk.	idem	idem	idem
16	Wadungasih	1 Ha. / Pmk.	idem	idem	idem
17	Banjarsari	5 Ha. / Sw.	1. Pasang Surut	Normalisasi Sumber	Dinas PU
18	Dukuh Tengah	3 Ha. / Sw.	1. Pasang Surut	Normalisasi Karangbong	idem
19	Damarsi	2 Ha. / Sw.	idem	idem	idem
20	Prasung	5 Ha. / Sw.	idem	idem	idem
	Entalsewu	—	1. Dam Sidomulyo	Operasional Dam	Ds.Siwalanpanji
	Sidokampung	—	1. idem	idem	Ds.Siwalanpanji
			2. Jemb.ruang bebas kurang	Pembuatan sarangan	—
III	Kec. Candi				
21	Sumokali	2 Ha. / Sw. & Pmk.	1. Pasang Surut	Normalisasi Kedunguling	Dinas PU
22	C a n d i	2 Ha. / Sw.	idem	idem	idem
23	Tenggulunan	1 Ha. / Pmk.	idem	idem	idem
24	Sumorame	1 Ha. / Pmk.	1. Idem	Idem	Idem
			2. Jemb.Jl.raya Sby—Mlg Afv.Link.II	Pembersihan sisa Perancah	Dinas Bina Marga
25	Kallpecabean	15 Ha. / Sw.	1. Pasang Surut	Normalisasi Kedunguling	Dinas PU
26	Wedoro Klurak	12 Ha. / Sw.	idem	idem	idem
	Klurak	—	1. Jemb.Pemb.Link.III	Pembersihan sisa Perancah	Dinas Bina Marga

No.	Kecamatan D e s a	Luas Genangan (Ha)	Penyebab Genangan dan Lokasi (Desa)	S o l u s i	Pelaksana
1	2	3	4	5	6
II	Kec. Buduran				
13	Buduran	10 Ha. / Sw. & Pmk.	1. Dam Sidomulyo Siwalanpanji	Operasional Dam	Ds.Siwalanpanji
14	Siwalanpanji	9 Ha. / Sw.	idem	idem	idem
15	Sidomulyo	3 Ha. / Sw. & Pmk.	idem	idem	idem
16	Wadungasih	1 Ha. / Pmk.	idem	idem	idem
17	Banjarsari	5 Ha. / Sw.	1. Pasang Surut	Normalisasi Sumber	Dinas PU
18	Dukuh Tengah	3 Ha. / Sw.	1. Pasang Surut	Normalisasi Karangbong	idem
19	Damarsi	2 Ha. / Sw.	idem	idem	idem
20	Prasung	5 Ha. / Sw.	idem	idem	idem
	Entalsewu	—	1. Dam Sidomulyo	Operasional Dam	Ds.Siwalanpanji
	Sidokampung	—	1. idem	idem	Ds.Siwalanpanji
			2. Jemb.ruang bebas kurang	Pembuatan sarangan	—
III	Kec. Candi				
21	Sumokali	2 Ha. / Sw. & Pmk.	1. Pasang Surut	Normalisasi Kedunguling	Dinas PU
22	C a n d i	2 Ha. / Sw.	idem	idem	idem
23	Tenggulunan	1 Ha. / Pmk.	idem	idem	idem
24	Sumorame	1 Ha. / Pmk.	1. idem	Idem	Idem
			2. Jemb.Jl.raya Sby—Mlg Afv.Link.II	Pembersihan sisa Perancah	Dinas Bina Marga
25	Kallpecabean	15 Ha. / Sw.	1. Pasang Surut	Normalisasi Kedunguling	Dinas PU
26	Wedoro Klurak	12 Ha. / Sw.	idem	idem	idem
	Klurak	—	1. Jemb.Pemb.Link.III	Pembersihan sisa Perancah	Dinas Bina Marga

No.	Kecamatan Desa	Luas Genangan (Ha)	Penyebab Genangan dan Lokasi (Desa)	S o l u s i	Pelaksana
1	2	3	4	5	6
II	Kec. Tanggulangin				
34	Kedungbendo	5 Ha. / Sw.	1. Dam Gempolsari Gempolsari	Operasional Dam	Ds. Gempolsari
35	Sentul	35 Ha. / Sw.	1. Dam Penatarsewu Penatarsewu	Operasional Dam	Ds. Penatarsewu
36	Banjarpanji	5 Ha. / Sw.	1. Pasang Surut	Normalisasi Kedungpeluk	Dinas PU
37	Kali tengah	1 Ha. / Sw.	1. Dam Gempolsari Gempolsari	Operasional Dam	Ds. Gempolsari
38	Boro	3 Ha. / Sw. & Pmk.	1. Dam Ngaban Ngaban	Operasional Dam	Dinas PU
	Ngaban	—	1. Jemb. Jl. raya Sby – Mlg ruang bebas kurang (Afv. Bahgepuk)	Pembuatan sarangan	—
	Kalitengah	—	1. idem (pembuang kedungan)	Pembersihan Perancah	Dinas Bina Marga
	Ketapang	—	1. idem (Afv. Ketapang)	Pembersihan Perancah & Pembongkaran Kepala jembatan lama	Dinas Bina Marga
III	Kec. Krembung				
39	Wangkal	2 Ha. / Sw.	1. Dam Kalisampurno Kalisampurno	Operasional Dam	Ds. Kalisampurno
40	Tambakrejo	3 Ha. / Sw.	Idem	idem	idem
41	Jenggot	1 Ha. / Sw.	idem	idem	idem

No.	Kecamatan D e s a	Luas Genangan (Ha)	Penyebab Genangan dan Lokasi (Desa)	S o l u s i	Pelaksana
1	2	3	4	5	6
II	Kec.Tanggulangin				
34	Kedungbendo	5 Ha. / Sw.	1. Dam Gempolsari Gempolsari	Operasional Dam	Ds.Gempolsari
35	Sentul	35 Ha. / Sw.	1. Dam Penatarsewu Penatarsewu	Operasional Dam	Ds.Penatarsewu
36	Banjarpanji	5 Ha. / Sw.	1. Pasang Surut	Normalisasi Kedungpeluk	Dinas PU
37	Kali tengah	1 Ha. / Sw.	1. Dam Gempolsari Gempolsari	Operasional Dam	Ds.Gempolsari
38	Boro	3 Ha. / Sw. & Pmk.	1. Dam Ngaban Ngaban	Operasional Dam	Dinas PU
	Ngaban	—	1. Jemb.Jl.raya Sby—Mlg ruang bebas kurang (Afv.Bahgepuk)	Pembuatan sarangan	—
	Kalitengah	—	1. idem (pembuang kedungan)	Pembersihan Perancah	Dinas Bina Marga
	Ketapang	—	1. idem (Afv.Ketapang)	Pembersihan Perancah & Pembongkaran Kepala jembatan lama	Dinas Bina Marga
III	Kec. Krembung				
39	Wangkal	2 Ha. / Sw.	1. Dam Kalisampurno Kalisampurno	Operasional Dam	Ds.Kalisampurno
40	Tambakrejo	3 Ha. / Sw.	Idem	Idem	Idem
41	Jenggot	1 Ha. / Sw.	Idem	Idem	Idem

No.	Kecamatan D e s a	Luas Genangan (Ha)	Penyebab Genangan dan Lokasi (Desa)	S o l u s i	Pelaksana
1	2	3	4	5	6
C	<u>Pembantu Bupati Taman</u>				
I	<u>Kec. Taman</u>				
54	Pertapan Madu- retno	5 Ha. / Sw.	1. Dam Ketegan (tmn) + Dam Tambakrejo	Operasional Dam	Dinas PU & PDAM
55	Trosobo	8 Ha. / Sw.	idem	idem	idem
56	Tanjungsari	5 Ha. / Sw.	idem	idem	idem
57	Tawangsari	3 Ha. / Sw.	idem	idem	idem
58	Krembangan	9 Ha. / Sw.	idem	idem	idem
59	Bringinbendo	2 Ha. / Sw.	idem	idem	idem
60	Gilang	5 Ha. / Sw.	idem	idem	idem
61	B o h a r	10 Ha. / Sw.	1. Dam Keboansikep Keboansikep	Operasional Dam	Ds.Keboansikep
62	Ngelom	1 Ha. / Pmk.	1. Penyempitan Afvoer Desa	Normalisasi Afvoer Desa	Dinas PU
II	<u>Kec. Sukodono</u>				
63	Cangkringsari	12 Ha. / Sw.	1. Dam Wilayut Wilayut	Operasional Dam	Ds.Wilayut
64	Pademonegoro	17 Ha. / Sw.	Idem	idem	Idem

No.	Kecamatan D e s a	Luas Genangan (Ha)	Penyebab Genangan dan Lokasi (Desa)	S o l u s i	Pelaksana
1	2	3	4	5	6
C	<u>Pembantu Bupati Taman</u>				
I	<u>Kec. Taman</u>				
54	Pertapan Madu- retno	5 Ha. / Sw.	1. Dam Ketegan (tmn) + Dam Tambakrejo	Operasional Dam	Dinas PU & PDAM
55	Trosobo	8 Ha. / Sw.	idem	idem	idem
56	Tanjungsari	5 Ha. / Sw.	idem	idem	idem
57	Tawangsari	3 Ha. / Sw.	idem	idem	idem
58	Krembangan	9 Ha. / Sw.	idem	idem	idem
59	Bringinbendo	2 Ha. / Sw.	idem	idem	idem
60	Gilang	5 Ha. / Sw.	idem	idem	idem
61	B o h a r	10 Ha. / Sw.	1. Dam Keboansikep Keboansikep	Operasional Dam	Ds.Keboansikep
62	Ngelom	1 Ha. / Pmk.	1. Penyempitan Afvoer Desa	Normalisasi Afvoer Desa	Dinas PU
II	<u>Kec. Sukodono</u>				
63	<u>Cangkringsari</u>	12 Ha. / Sw.	1. Dam Wilayut Wilayut	Operasional Dam	Ds.Wilayut
64	Pademonegoro	17 Ha. / Sw.	Idem	idem	Idem

No.	Kecamatan D e s a	Luas Genangan (Ha)	Penyebab Genangan dan Lokasi (Desa)	S o l u s i	Pelaksana
1	2	3	4	5	6
IV	Kec. Waru				
70	Kedungrejo	15 Ha. / Sw.	1. Pasang Surut	Normalisasi Buntung	Dinas PU
71	Wedoro	17 Ha. / Sw. & Pmk.	1. Dam Tambakrejo Kedungrejo	Operasional Dam	Ds.Kedungrejo
72	Brebek	5 Ha. / Pmk.	1. Pasang Surut Jemb.dekat pasar Gedangan ruang bebas kurang	Normalisasi Buntung Pembuatan sarangan	Dinas PU —
73	Kepuh Kiriman	10 Ha. / Pmk.	1. Dam Tambakrejo Kedungrejo	Operasional Dam	Petugas dari PDAM / Kd.rejo
74	Tropodo	10 Ha. / Pmk.	idem	idem	idem
75	Tambak sawah	10 Ha. / Pmk.	idem	idem	idem
76	Tambak Sumur Waru	15 Ha. / Sw. & Pmk. —	idem 1. idem	idem idem	idem idem
			2. Jemb.Jl.raya Sby – Mlg ruang bebas kurang (AFv.Buntung & Sal.Sek.Kedungturi)	Pembuatan sarangan sampah	—
	Kureksari	—	1. Dam Tambakrejo Kedungrejo	Operasional Dam	Petugas dari PDAM / Kd.rejo
	Pepelegi	—	1. Jemb.kereta api ruang bebas kurang (Afv.Bono).	Pembuatan sarangan sampah	—

No.	Kecamatan Desa	Luas Genangan (Ha)	Penyebab Genangan dan Lokasi (Desa)	Solusi	Pelaksana
1	2	3	4	5	6
V 77	Kec. Sedati Semampir	5 Ha. / Sw.	1. Dam Semampir Semampir	Operasional Dam	Ds.Semampir
D	Pabean Pembantu Bupati Krian	—	idem	idem	idem
I 78	Kec. Krian Krian	2 Ha. / Pmk.	1. Dam Mojorangagung Mojorangagung	Operasional Dam	Ds.Mojorangagung
79	Keboharan	3 Ha. / Sw.	1. Dam Ketegan Taman	Operasional Dam	Dinas PU
80	Sedenganmljen	5 Ha. / Sw.	1. Dam Mojorangagung Mojorangagung	Operasional Dam	Ds.Mojorangagung
81	Tropodo	5 Ha. / Sw.	1. Dam Dasatirta Wonoayu	Operasional Dam	Ds.Wonoayu
82	Watugolong	4 Ha. / Sw.	1. Dam Ketegan Taman	Operasional Dam	Dinas PU
	Sidomulyo	—	1. idem 2. Gorong—gorong kurang besar bay pass (AFv.Buntung).	idem Diganti jembatan	Idem Dinas Bina Marga
	Sidorejo	—	idem	idem	idem
	Tempel	—	idem	idem	idem
	Keraton	—	idem	idem	idem
	Kramat	—	1. Gorong—gorong kurang besar bay pass (AfV.Sidorejo).	diganti jembatan	Dinas Bina Marga

No.	Kecamatan D e s a	Luas Genangan (Ha)	Penyebab Genangan dan Lokasi (Desa)	S o l u s i	Pelaksana
1	2	3	4	5	6
II	<u>Kec. Wonoayu</u>				
83	Pagerngumbuk	2 Ha. / Sw.	1. Dam Mojorangagung Urangagung	Operasional Dam	Ds.Urangagung
84	Sumberrejo	2 Ha. / Pmk.	1. Pasang Surut	Normalisasi Sidokare	Dinas PU
85	Molyodadi	4 Ha. / Sw.	1. Dam Mojorangagung Urangagung	Operasional Dam	Ds.Urangagung
86	Wonokasih	6 Ha. / Sw.	idem	idem	idem
87	Ketimang	3 Ha. / Sw.	1. Dam Dasatirta Jimbaran wetan	Operasional Dam	Ds.Jimbaran wetan
88	Plaosan	2 Ha. / Sw.	1. Dam Wilayut Wilayut	Operasional Dam	Ds.Wilayut
89	Semambung	2 Ha. / Sw.	1. Dam Dasatirta Jimbaran wetan	Operasional Dam	Ds.Jimbaran wetan
	Driyorejo	—	1. Dam Mojorangagung Urangagung	Operasional Dam	Ds.Urangagung
	Urangagung	—	idem	idem	idem
	Cemengkalang	—	idem	idem	idem
III	<u>Kec. Tarik</u>				
90	Mergosari	5 Ha. / Sw.	1. Afvoer Gedang Klutuk	Normalisasi Gedang Klutuk	Dinas PU
91	Gempol Klutuk	5 Ha. / Sw.	idem	idem	idem
92	T a r i k	0,50 Ha. / Pmk.	idem	idem	idem
93	Banjar Wungu	5 Ha. / Sw.	idem	idem	idem
IV	<u>Kec. Prambon</u>				
94	Bendoterteg	5 Ha. / Sw. & Pmk.	1. Dam Grogol Medalem	Operasional Dam	Ds.Medalem
95	Jati Alon – alon	2 Ha. / Sw.	idem	idem	idem