PEMANFAATAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS UNTUK ZONASI LAJU INFILTRASI TANAH DI SUB-DAS BANGO

(Studi Kasus : Kabupaten Malang Bagian Utara)

MILIK
PERPUSTAKAAN
ITN MALANG

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Guna Mencapai Gelar Sarjana Strata Satu (S-1) Teknik Geodesi

Disusun Oleh :
MARIA ERNESTIN SODIN
03.25.050 / P

JURUSAN TEKNIK GEODESI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG
2005

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

PEMANFAATAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS UNTUK ZONASI LAJU INFILTRASI TANAH DI SUB – DAS BANGO

(Studi Kasus : Kabupaten Malang Bagian Utara)

Disusun Oleh :

MARIA ERNESTIN SODIN
NIM : 03.25.050 / P

Di Pertahankan Di Hadapan Tim Penguji Ujian Skripsi
Jenjang Strata Satu (S1)
Di
Jurusan Teknik Geodesi
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Nasional Malang

Dinyatakan Lulus Dan Diterima Untuk Memenuhi
Salah Satu Syarat Guna Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada Hari / Tanggal : Selasa / 4 Oktober 2005

Anggota Penguji

Penguji I	Penguji II	Penguji III
(Hery Purwanto, ST.,MSc)	(Ir. Jasmani, MKomp)	(Ir.Rinto Sasongko, MT)

Menyetujui,

Pembimbing I	Pembimbing II
(Ir. Ruslin Anwar, MSi)	(Ir. Leo Pantimena, MSc)

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang	Plh. Ketua Jurusan Teknik Geodesi S1 / FTSP Institut Teknologi Nasional Malang
(Ir. Agustina Nurul. H, MTp)	(Ir.Leo Pantimena, MSc)

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN DEKAN

PEMANFAATAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS
UNTUK ZONASI LAJU INFILTRASI TANAH DI SUB-DAS BANGO
(Studi Kasus : Kabupaten Malang bagian Utara)

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan
Dalam Mencapai Gelar Sarjana S1 Teknik Geodesi

Oleh :

Nama : MARIA ERNESTIN SODIN
NIM : 03.25.050 / P

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I	Dosen Pembimbing II
(Ir. Ruslin Anwar, MSi)	(Ir. Leo Pantimena, MSc)

Mengetahui,
Plh. Ketua Jurusan Teknik Geodesi S1

(Ir. Leo Pantimena, MSc)

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

Dipertahankan Didepan Panitia Penguji Tugas Akhir Jurusan Teknik Geodesi S1, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang, dan Di Terima Untuk Memenuhi Salah satu Syarat Guna Memperoleh Gelar Sarjana S1 Teknik Geodesi

Pada Hari / Tanggal : Selasa / 4 Oktober 2005

Panitia Ujian Tugas Akhir

Ketua
Dekan Fakultas
Teknik Sipil dan Perencanaan

(Ir. Agustina Nurul. H, MTp)

Sekretaris
Plh. Ketua Jurusan
Teknik Geodesi S1

(Ir. Leo Pantimena, MSc)

Anggota Penguji,

Penguji I

(Hery Purwanto, ST., MSc)

Penguji II

(Ir. Jasmani, MKomp)

Penguji III

(Ir. Rinto Sasongko, MT)

"Nyanyikanlah Mazmur Bagi TUHAN,
Hai Orang-Orang Yang Dikasihi-Nya,
Dan Persembahkanlah Syukur
Kepada Nama-Nya Yang Kudus"
(Mazmur 30:5)

"Bersukacitalah Dalam Pengharapan,
Sabarlah Dalam Kesesakan dan
Bertekunlah dalam DOA"
(Roma 12:12)

JESUS CHRISTUS

Kuucapkan syukur kepada-Mu atas segala berkat dan bimbingan-Mu
Terima kasihku untuk segala kemudahan yang Kau berikan padaku
Dan segala ketekunan untuk tidak melupakan-Mu bersama Ibundaku yang terkasih "SANTA MARIA"
Engkau Ibu yang setia mendengarkan setiap BUTIRAN DOAKU

PERSEMBAHAN

Keberhasilanku ini bukanlah karena dayaku semata
Dayaku ada bersama kawan-kawanku
Keberhasilanku ini bukanlah kehendakku semata
Dia menghendaki aku berhasil bersama kawan-kawanku

Keberhasilanku ini kupersembahkan untuk keluargaku
Yang senantiasa mendukung aku dan selalu setia menunggu
Dan mendoakan kesuksesanku,cintaku pada kalian
memacu aku untuk membahagiakanmu
Dan semuanya ini hanya untuk kemulian-Nya.

♥ *Bapa dan Mama yang tercinta,*
Terima kasihku yang tak terhingga, untuk segala doa,pengorbanan dan kasih sayang yang tiada batas, sehingga Adinda tercinta dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
Maafkanlah bila ada kesalahan yang kuperbuat selama ini, karena kutahu tidaklah mungkin untuk membalas budi baikmu.

♥ *Adik-adiku : Aris, Cece (Norce), Selky*
Thank's sayang untuk doa, cinta dan suportnya, Ade2 harus tetap "SEMANGAT" Maapin K' ya..... klo selama ini ada sikap dan perbuatan kakak yang nyebelin kalian, I Love You All !!

♥ *Semua keluarga di Maumere. Baluele, Kupang, Manggarai, Malang dan dimana saja...' trima kasih.....aku tahu, kalian mendoakan aku.....selalu*
Semoga doa-doa kalian tidak pernah berhenti untuk aku, untuk langkah-langkahku mengarungi hidup di hari esok. Amin.....

♥ *My Best Friend " JELI YUNI JELEX" terimakasih banyak jelly, akhirnya kita bisa juga jadi sarjana, Jelly ..... 'Seorang Sahabat menaruh Kasih Setiap Waktu, Dan Menjadi Seorang Saudara Dalam Kesukaran' ..... Jelly akan tetap menjadi SAHABATKU dan sampai kapan pun akan tetap menjadi SAHABATKU Semoga persahabatan Qta Abadi.*

♥ *My Friend, Shie_Ta (Thank's friend sudah mau jadi sahabatku. Ingat Sit' janjimu kamu harus SEMANGAT,Q Tunggu kamu pake pakaian kebesaran.OK!!), Ellen-Yoche (Terima kasih, Q tunggu undangannya), Fany, Erna, Teman- temanku GEODESI' 99, Adek-adeku Geodesi '01 Thanx 4 U All takkan kulupa kebaikan kalian semua. Kalian kan tetap menjadi sahabat-sahabatku sampai kapanpun .Amin*

♥ *Aniek (Dagir) - Emil, Ade Erlin-Fany, Lyly-Rini (Jomblo),N Arek2 IKMM ... Kalian harus Tetap SEMANGAT Ya.....thank's You 4 Everything*

Thank's ..... I Love You All

KATA PENGANTAR

Puji syukur Kehadirat Tuhan Yang Maha Kuasa yang telah melimpahkan segala rahmat dan berkat , atas segala petunjuk dan segala kemudahan yang telah diberikan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Dengan rasa hormat yang mendalam, pada kesempatan ini ijinkanlah penulis mengucapkan terima kasih yang sebanyak-banyaknya kepada semua pihak yang sudah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

1. Bapak Ir. Leo Pantimena, MSc, Selaku Plh. Ketua Jurusan Teknik Geodesi S1 dan Dosen Pembimbing II atas dukungan dan waktu yang diberikan.
2. Bapak Ir. Ruslin Anwar, MSi, selaku Dosen Pembimbing I atas segala dukungan dan waktunya sehingga tugas akhir ini terselesaikan tepat pada waktunya.
3. Bapak Ir. D.K.Sunaryo,MS.Tis, selaku Dosen Wali. Terima kasih telah menjadi dosen wali selama penulis menjadi mahasiswi di Jurusan Teknik Geodesi, Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Bapak Adi Suharyanto, selaku Direktur Badan Pengelolaan dan Perencanaan di Kantor Sub-Das Bango Malang yang telah membantu menyediakan data guna kelancaran penyelesaian tugas akhir ini.
5. Bapak Hery Purwanto, ST.,MSc ; Bapak Ir. Jasmani, MKomp ; Bapak Ir. Rinto Sasongko, MT, selaku Dosen Penguji. Terima kasih atas kesediaannya dalam memberikan ujian tugas akhir.
6. Semua pihak yang telah membantu penulis, yang tidak sempat penulis sebutkan satu per satu. Terima kasih!

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa Laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna mengingat keterbatasan penulis dalam hal pengetahuan, pengalaman dan waktu yang tersedia, namun penulis sudah berusaha menyajikan semaksimal mungkin. Segala saran yang membantu demi kesempurnaan laporan ini sangat penulis harapkan.

Akhir kata penulis harapkan laporan ini dapat bermanfaat bagi yang membutuhkan.

Malang, Oktober 2005

Penyusun

KATA PENGANTAR

Puji syukur Kehadirat Tuhan Yang Maha Kuasa yang telah melimpahkan segala rahmat dan berkat , atas segala petunjuk dan segala kemudahan yang telah diberikan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Dengan rasa hormat yang mendalam, pada kesempatan ini, ijinkanlah penulis mengungkapkan terima kasih yang sebanyak-banyaknya kepada semua pihak yang sudah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

1. Bapak Ir. Leo Pantimena, MSc, Selaku Plh. Ketua Jurusan Teknik Geodesi S1 dan Dosen Pembimbing II atas dukungan dan waktu yang dibuatkan
2. Bapak Ir. Ruslin Anwar, MSi, selaku Dosen Pembimbing I atas segala dukungan dan waktunya sehingga tugas akhir ini terselesaikan tepat pada waktunya.
3. Bapak Ir. D.K.Sunaryo,MS.Tis, selaku Dosen Wali. Terima kasih telah menjadi dosen wali selama penulis menjadi mahasiswi di Jurusan Teknik Geodesi, Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Bapak Adi Suharyanto, selaku Direktur Badan Pengelolaan dan Perencanaan di Kantor Sub-Das Bango Malang yang telah membantu menyediakan data guna kelancaran penyelesaian tugas akhir ini.
5. Bapak Hery Purwanto, ST.,MSc ; Bapak Ir. Jasmani, MKomp ; Bapak Ir. Rinto Sasongko, MT, selaku Dosen Penguji. Terima kasih atas kesediaannya dalam memberikan ujian tugas akhir.
6. Semua pihak yang telah membantu penulis, yang tidak sempat penulis sebutkan satu per satu. Terima kasih!

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa Laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna mengingat keterbatasan penulis dalam hal pengetahuan, pengalaman dan waktu yang tersedia, namun penulis sudah berusaha menyajikan semaksimal mungkin. Segala saran yang membantu demi kesempurnaan laporan ini sangat penulis harapkan.

Akhir kata penulis harapkan laporan ini dapat bermanfaat bagi yang membutuhkan.

Malang, Oktober 2005

Penyusun

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL

LEMBAR PENGESAHAN

KATA PENGANTAR

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL

DAFTAR GAMBAR

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang 1

1.2. Tujuan Penelitian 2

1.3. Manfaat Penelitian 2

1.4. Batasan Masalah 2

1.5. Tinjauan Pustaka 3

BAB II DASAR TEORI

2.1. Daerah Aliran Sungai (DAS) 4

2.2. Pengertian Infiltrasi 5

2.3. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Infiltrasi 6

2.4. Proses Infiltrasi 8

2.5. Klasifikasi Tingkat Infiltrasi Untuk Daerah Aliran Sungai 10

2.5.1. Klasifikasi Tingkat Kemiringan Lereng 10

2.5.2. Klasifikasi Pengaruh Tekstur Tanah Terhadap Laju Infiltrasi 11

2.5.3. Klasifikasi Pengaruh Struktur Tanah Terhadap Laju Infiltrasi 12

2.5.4. Klasifikasi Tingkat Curah Hujan 14

2.5.5. Klasifikasi Tipe Penggunaan Lahan 14

2.6. Penentuan Kelas Tingkat Infiltrasi 15

2.7. Konsep Dasar Sistem Informasi Geografis (SIG) 16

2.7.1. Definisi Sistem Informasi Geografis (SIG) 16

2.7.2. Komponen Utama SIG 19

2.7.2.1. Data dan Informasi Geografis 20

2.7.2.1.1. Definisi Sistem Basis Data 23

2.7.2.1.2. Data Base Management System (DBMS) 24
2.7.2.1.3. Komponen Data Base Management System (DBMS) 24
2.7.2.1.4. Struktur Data Dalam Data Base Management System (DBMS)... 26
2.7.2.1.5. Konsep Penyusunan Data Base Management System (DBMS). 29
2.7.2.1.6. Tahap Perancangan Data Base Management System (DBMS) 30
2.7.2.1.7. Model Data Dalam Data Base Management System (DBMS) 31
2.7.2.1.8. Derajat Hubungan Entitas 32
2.7.2.2. Perangakat Keras (Hardware) 33
2.7.2.3. Perangkat Lunak (Software) 34
2.7.2.4. Organisasi Pengelola dan Pemakai 34
2.8. Software Aplikasi SIG 35
2.8.1. Arc/Info 3.5 36
2.8.1.1. Konsep Arc/Info 37
2.8.2. Arc/View 3.2 46
2.9. Analisa Data Dalam SIG 52

BAB III PELAKSANAAN PENELITIAN

3.1. Deskripsi Lokasi Penelitian 54
3.1.1. Karakteristik Umum 54
3.1.2. Fisik Dasar Lokasi Penelitian 56
3.1.2.1. Keadaan Topografi/Kelerengan 56
3.1.2.2. Kondisi Tanah 56
3.1.2.2.1. Tekstur Tanah 56
3.1.2.2.2. Struktur Tanah 57
3.1.2.3. Tipe Iklim dan Curah Hujan 57
3.1.2.4. Hidrologi 58
3.2. Materi dan Alat Penelitian 58
3.2.1. Materi Penelitian 58
3.2.1.1. Data Spasial 58
3.2.1.2. Data Non Spasial 58

3.2.2. Alat Penelitian 59
3.2.2.1. Perangkat Keras 59
3.2.2.2. Perangkat Lunak 59
3.3. Tahap Pelaksanaan Pekerjaan 69
3.3.1. Basis Data Spasial 69
3.3.1.1. Entitas Basis Data Spasial 66
3.3.1.2. Hubungan Antar Entitas 69
3.3.1.3. Pemasukan Data (Input Data) 71
3.3.1.4. Editing Hasil Digitasi 73
3.3.1.5. Export Data 77
3.3.1.6. Pembuatan Topologi 77
3.3.1.7. Editing Topologi 81
3.3.2. Basis Data Non Spasial 88
3.3.2.1. Enterprise Rule 89
3.3.2.2. Entitas Basis Data Non Spasial 89
3.3.2.3. Hubungan Antar Entitas 89
3.3.2.4. Diagram Entity Relationships (E – R) 92
3.3.2.5. Pemberian Kode 92
3.3.2.6. Desain Basis Data Non Spasial 98
3.3.2.6.1. Pemasukan Data Atribut 98
3.3.2.6.2. Export Data Atribut 100
3.3.2.6.3. Membuat Tabel Atribut dengan ArcView 101
3.3.2.6.4. Pemberian Skor pada Object Spasial 103
3.3.3. Memulai Operasi ArcView 3.2 105
3.3.3.1. Membuka dan Menutup ArcView 105
3.3.3.2. Membuat Project 107
3.3.3.3. Mengganti Properties View 108
3.3.3.4. Menampilkan Theme Peta Tematik 109
3.3.3.5. Mengubah Properties Theme 110
3.3.3.6. Memanggil Data Atribut pada ArcView 111
3.3.4. Penggabungan Data (Join Item) 113
3.3.5. Overlay 116
3.3.6. Pengklasifikasian Tingkat Infiltrasi 117
3.3.7. Menjalankan Fungsi Calculate Tabel Atribut pada ArcView 118

3.3.8. Visualisasi 121

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian 126

4.1.1. Peta Unit Lahan 1 126

4.1.2. Peta Unit Lahan 2 127

4.1.3. Peta Unit Lahan 3 128

4.1.4. Peta Unit Lahan 4 129

4.1.5. Peta Hasil 130

4.2. Pembahasan Hasil Analisa 131

BAB V PENUTUP

V.1. Kesimpulan 137

V.2. Saran 137

LAMPIRAN

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.Tabel Hubungan Kemiringan Lereng dan Tingkat Infiltrasi 10
Tabel 2.2.Tabel Klasifikasi USDA Fraksi Tanah 11
Tabel 2.3. Tabel Nilai Kapasitas Infiltrasi pada Beberapa Tipe Tanah 12
Tabel 2.4. Tabel Penilaian Struktur Tanah 13
Tabel 2.5. Tabel Klasifikasi Nilai "Hujan Infiltrasi" atau RD 14
Tabel 2.6. Tabel Klasifikasi Penggunaan Lahan Berdasarkan Tingkat Infiltrasi..15
Tabel 2.7. Tabel Klasifikasi Tingkat Infiltrasi 16
Tabel 3.1. Tabel Entitas Basis Data Spasial 69
Tabel 3.2. Tabel Build dan Clean 80
Tabel 3.3. Tabel Item Standart Untuk Poligon dan Titik 85
Tabel 3.4. Tabel Item Standart Untuk Feature Garis 85
Tabel 3.5. Tabel Entitas Basis Data Non-Spasial 89
Tabel 3.6. Tabel Pengkodean Data Administrasi (Kecamatan) 93
Tabel 3.7. Tabel Pengkodean Data Administrasi (Desa) 93
Tabel 3.8. Tabel Pengkodean Data Kelerengan 94
Tabel 3.9. Tabel Pengkodean Data Tekstur 95
Tabel 3.10. Tabel Pengkodean Data Struktur 95
Tabel 3.11. Tabel Pengkodean Data Curah Hujan 95
Tabel 3.12. Tabel Pengkodean Data Penggunaan Lahan 95
Tabel 3.13. Tabel Pengkodean Data Daerah Aliran Sungai 96
Tabel 3.14. Tabel Pengkodean Data Sungai 97
Tabel 3.15. Tabel Scoring Untuk Kemiringan Lereng 103
Tabel 3.16. Tabel Scoring Untuk Struktur Tanah 103
Tabel 3.17. Tabel Scoring Untuk Tekstur Tanah 104
Tabel 3.18. Tabel Scoring Untuk Curah Hujan/Hujan Infiltrasi (RD) 105
Tabel 3.19. Tabel Scoring Untuk Penggunaan Lahan 105
Tabel 3.20. Tabel Kelas Tingkat Infiltrasi 118

Tabel 4.1. Tabel Hasil Analisa 131
Tabel 4.2. Tabel Prosentase Luas Keseluruhan 133
Tabel 4.3.Tabel Lokasi-Lokasi dengan Kelas Infiltrasi "Sedang" Berdasarkan Batas Administrasi dan Daerah Aliran Sungai 133
Tabel 4.4.Tabel Lokasi-Lokasi dengan Kelas Infiltrasi "Rendah" Berdasarkan Batas Administrasi dan Daerah Aliran Sungai 134
Tabel 4.5.Tabel Lokasi-Lokasi dengan Kelas Infiltrasi "Sangat Rendah/Tidak Efektif" Berdasarkan Batas Administrasi dan Daerah Aliran Sungai 135

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Kapasitas Infiltrasi 10
Gambar 2.2. Siklus SIG 18
Gambar 2.3. Komponen Utama SIG 20
Gambar 2.4. Tiga Konsep Topologi Dalam SIG 21
Gambar 2.5. Model Struktur Basis Data 26
Gambar 2.6. Model Struktur Basis Data Network 27
Gambar 2.7. Model Struktur Basis Data Relational 28
Gambar 2.8. Diagram Tahap Eksternal 30
Gambar 2.9. Diagram Tahap Konseptual 30
Gambar 2.10. Diagram Tahap Internal 31
Gambar 2.11. Coverage 39
Gambar 2.12. Penyimpanan Koordinat 40
Gambar 2.13. Topologi Poligon Arc 42
Gambar 2.14. Topologi Kiri/Kanan 43
Gambar 2.15. Topologi Arc Node 44
Gambar 2.16. Project pada ArcView 48
Gambar 2.17. View pada ArcView 49
Gambar 2.18. Table pada ArcView 50
Gambar 2.19. Chart pada ArcView 50
Gambar 2.20. Layout pada ArcView 51
Gambar 2.21. Buffering 52
Gambar 2.22. Analisa Overlay 53
Gambar 3.1. Cakupan Wilayah Penelitian Di Kabupaten Malang 55
Gambar 3.2. Tampilan Awal Software Autocad Map 2000i 60
Gambar 3.3. Tampilan Jendela Kerja PC ArcInfo 3.5 60
Gambar 3.4. Tampilan Jendela Kerja PC ArcView 3.2 61
Gambar 3.5. Tampilan Jendela Kerja Software Excel XP Profesional 62
Gambar 3.6.Tampilan Jendela Kerja Software Microsoft Word XP Profesional .62

Gambar 3.33. Contoh Tampilan Tabel Atribut Hasil Proses Calculate 120
Gambar 3.34. Tampilan Kotak Dialog "View Properties" 121
Gambar 3.35. Petunjuk Mengaktifkan Skala Pada Program View 122
Gambar 3.36. Tampilan Kotak Dialog "Template Manager" 122
Gambar 3.37. Petunjuk Membuat Graticule dan Grid 123
Gambar 3.38. Petunjuk Membuat Graticule dan Grid Lanjutan 123
Gambar 3.39. Petunjuk Merubah Isi Scale Bar 124
Gambar 3.40. Petunjuk Membuat Judul Peta 124
Gambar 4.1. Peta Unit Lahan 1 126
Gambar 4.2. Peta Unit Lahan 2 127
Gambar 4.3. Peta Unit Lahan 3 128
Gambar 4.4. Peta Unit Lahan 4 129
Gambar 4.5. Peta Zonasi Laju Infiltrasi Tanah 130
Gambar 4.6. Peta Laju Infiltrasi Tanah Per Batas Administrasi dan DAS 136

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Proses infiltrasi merupakan salah satu proses penting dalam siklus hidrologi, karena infiltrasi menentukan besarnya air hujan yang meresap dan masuk ke dalam tanah secara langsung, sehingga dari besarnya infiltrasi yang terjadi dapat ditentukan besar limpasan permukaannya. Air hujan yang teresap ke dalam tanah akan mengalir sebagai air tanah. Semakin besarnya infiltrasi yang terjadi, maka perbedaan antara intensitas hujan yang terjadi dengan daya infiltrasi akan semakin kecil, demikian juga sebaliknya.

Besarnya infiltrasi sangat mempengaruhi ketersediaan air dalam tanah dan tentunya infiltrasi sangat dipengaruhi oleh sifat fisik dari tanah itu sendiri dalam menyerap air dan kemampuannya dalam menghantarkan air. Sifat-sifat fisik tanah umumnya bersifat permanen seperti tekstur tanah yang banyak direkomendasikan sebagai dasar dalam estimasi infiltrasi tanah. Sifat fisik tanah lainnya yang juga mudah berubah seperti struktur tanah dapat diakibatkan oleh tingginya genangan pada permukaan tanah, vegetasi penutup, tingkat kelembapan tanah, sistem pengolahan tanah, dll.

Karena infiltrasi dan perkolasi tanah merupakan salah satu proses yang secara prinsip adalah sumber utama dari ketersediaan air tanah, maka infiltrasi dapat dipakai untuk menentukan besarnya pengisian kembali (*recharge*) air tanah yang bermanfaat untuk pertumbuhan dan produksi tanaman, untuk

menghitung limpasan permukaan (*run off*) serta dalam pengelolaan air irigasi di bidang pertanian, dll (*PT. Brantas Jasa Tirta*).

Pemahaman mengenai proses infiltrasi dan besarnya laju infiltrasi tanah yang terjadi serta faktor-faktor yang mempengaruhinya sangat diperlukan sebagai acuan untuk pelaksanaan manajemen air dan tata guna lahan yang lebih efektif. Oleh karena itu dalam perencanaan pengelolaan sumber daya air, infiltrasi merupakan masalah yang seharusnya diatasi terlebih dahulu sebelum upaya berikutnya dilakukan, terlebih lagi perubahan tata guna lahan sebagai akibat dari intensitas penggunaan lahan yang semakin tinggi dan kecenderungan meluasnya lahan sebagai lahan pemukiman, industri, sarana dan prasarana atau fasilitas lainnya yang tentunya sangat mempengaruhi laju infiltrasi tanah yang terjadi pada wilayah DAS ataupun Sub-DAS di Kabupaten Malang, khususnya Sub-DAS Bango dengan cakupan wilayah dasnya yaitu : Kecamatan Karangploso, Singosari, Lawang, Jabung, Pakis, Blimbing, Lowokwaru, Klojen dan Kedungkandang.

Terganggunya laju infiltrasi tanah tersebut akan mengganggu keseimbangan ekosistem DAS ataupun Sub-DAS, maka dari itu dengan semakin berkembangnya Ilmu Pengetahuan dan Teknologi kita perlu mengadakan suatu kajian tentang tingkat laju infiltrasi tanah dengan memanfaatkan SIG sehingga akan diketahui tingkat infiltrasi tanah pada DAS ataupun Sub-DAS di Kabupaten Malang khususnya pada Sub-DAS Bango.

1.2. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan laju infiltrasi tanah di Sub- DAS Bango dan sekitarnya dengan memanfaatkan SIG.

1.3. Manfaat Penelitian

Dengan melakukan penelitian ini dapat diketahui tingkat laju infiltrasi tanah di Sub-DAS Bango, sehingga dapat mengantisipasi berkurangnya ketersediaan air tanah sekaligus memberikan gambaran kepada Pemerintah Kabupaten Malang khususnya Dinas Pengairan, BPN, Kantor Sub-DAS Bango serta pihak-pihak terkait lainnya dalam perencanaan pembangunan selanjutnya.

1.4. Batasan Masalah

Sesuai dengan judul dari penelitian ini, maka masalah yang dibahas dibatasi pada pemanfaatan SIG untuk laju infiltrasi tanah di Sub-DAS Bango Kabupaten Malang khususnya Malang bagian Utara yang melalui 9 kecamatan yaitu :Kecamatan Karangploso, Singosari, Lawang, Jabung, Pakis, Blimbing, Lowokwaru, Klojen dan Kedungkandang.

1.5. Tinjauan Pustaka

Proses infiltrasi merupakan salah satu proses penting dalam siklus hidrologi, karena ifiltrasi menentukan besarnya air hujan yang meresap dan masuk ke dalam tanah secara langsung, sehingga dari besarnya infiltrasi yang terjadi dapat ditentukan besar limpasan permukaannya. Air hujan yang teresap ke dalam tanah akan mengalir sebagai air tanah. Semakin besarnya infiltrasi yang terjadi, maka perbedaan antara intensitas hujan yang terjadi dengan daya infiltrasi akan semakin kecil, demikian juga sebaliknya (*Soemarto 1987*).

Peresapan (*infiltrasi*) adalah gerakan air menembus permukaan tanah dan masuk ke dalam tanah. Laju infiltrasi (peresapan) adalah kecepatan yang

digunakan oleh air pada waktu benar-benar menembus tanah selama berlangsungnya hujan, (*Teknik Sumber Daya Air 1994*)

Infiltrasi adalah suatu proses masuknya air, baik dari hujan maupun air irigasi dari permukaan tanah ke dalam tanah. Kalau prosesnya sudah terjadi di dalam tanah, bukan disebut infiltrasi tetapi berupa rembesan (*seepage*) atau perkolasi yaitu proses aliran air dalam tanah secara vertikal akibat adanya gaya berat (*Budi dan Suratman 1990*)

Laju infiltrasi suatu tanah adalah volume air yang masuk ke dalam tanah persatuan luas. Namun pada umumnya laju infiltrasi dinyatakan dalam satuan mm jam^{-1}. Sedangkan pengertian kapasitas infiltrasi suatu tanah adalah laju infiltrasi maksimum dari tanah untuk mengabsorbsi air pada suatu keadaan tertentu, (*Dhalhar 1972*)

Sistem informasi merupakan suatu sistem (berbasiskan komputer) yang digunakan untuk menyimpan dan memanipulasi informasi-informasi geografi. SIG dirancang untuk mengumpulkan,menyimpan dan menganalisa obyek-obyek dan fenomena-fenomena dimana lokasi geografis merupakan karakteristik yang penting atau kritis untuk dianalisis, (*Aronoff 1989*)

Sistem Informasi Geografi adalah kombinasi antara sumber daya manusia dan teknologi, dengan seperangkat tata cara (*prosedur*) untuk menghasilkan informasi guna mendukung pembuatan keputusan, (*Pantimena 1999*)

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah Aliran Sungai (DAS) secara umum didefinisikan sebagai suatu wilayah penerimaan air hujan yang dibatasi oleh punggung bukit atau gunung. Semua curah hujan yang jatuh diatasnya akan mengalir ke sungai utama dan akhirnya bermuara di laut (*Manan 1977*). Selain merupakan kesatuan wilayah tata air, DAS juga merupakan suatu ekosistem dengan keadaan, tindakan atau pengaruh yang berlaku pada salah satu unsur atau bagian di dalamnya akan mempengaruhi kumpulan unsur atau wilayah secara keseluruhan (*Suranggadjiwa 1978*),.

Ekosistem DAS, terutama DAS bagian hulu merupakan bagian yang penting karena mempunyai fungsi perlindungan terhadap keseluruhan bagian DAS. Perlindungan ini antara lain dari segi fungsi tata air, oleh karenanya perencanaan DAS hulu seringkali menjadi fokus perhatian mengingat dalam suatu DAS, bagian hulu dan hilir mempunyai keterkaitan biofisik melalui daur hidrologi. Aktivitas perubahan tata guna lahan dan atau pembuatan bangunan konservasi yang dilaksanakan di daerah hulu dapat memberikan dampak di daerah hilir dalam bentuk perubahan fluktuasi debit air dan pengangkutan sedimen serta material terlarut lainnya. Adanya bentuk keterkaitan daerah hulu – hilir seperti tersebut diatas maka kondisi suatu DAS dapat digunakan sebagai satuan unit perencanaan sumber daya alam termasuk pembangunan pertanian berkelanjutan. Pentingnya posisi DAS sebagai unit perencanaan yang utuh

merupakan konsekuensi logis untuk menjaga kesinambungan pemanfaatan sumber daya hutan, tanah dan air. Dalam dekade terakhir ini permintaan akan sumber daya tersebut meningkat sangat tajam yang pada kondisi tertentu menimbulkan dampak negatif bagi pembangunan pertanian berkelanjutan. Meningkatnya kebutuhan terutama dalam konteks kepentingan pemenuhan kebutuhan penduduk yang sangat besar kurang lebih 216 juta pada tahun 2000, sangat berdampak kepada pola tekanan terhadap sumber daya hutan, tanah dan air yang berbeda dari satu tempat ke tempat yang lain (*Pasaribu 1999*)

2.2. Pengertian Infiltrasi

Infiltrasi adalah suatu proses masuknya air, baik dari hujan maupun air irigasi dari permukaan tanah ke dalam tanah. Kalau prosesnya sudah terjadi di dalam tanah, bukan disebut infiltrasi tetapi berupa rembesan (*seepage*) atau perkolasi yaitu proses aliran air dalam tanah secara vertikal akibat adanya gaya berat (*Budi dan Suratman 1990*).

Dalam kaitan ini terdapat dua pengertian tentang kuantitas infiltrasi, yaitu kapasitas infiltrasi (*infiltration capacity*) dan laju infiltrasi (*infiltration rate*). Kapasitas infiltrasi adalah laju infiltrasi maksimum untuk suatu jenis tanah tertentu, sedangkan laju infiltrasi adalah kecepatan yang digunakan oleh air pada waktu benar–benar menembus tanah selama berlangsungnya hujan.

Proses–proses yang terjadi pada saat air masuk ke dalam tanah melalui permukaan tanah, pertama air mengalami absorbsi oleh partikel-partikel tanah untuk meningkatkan kelembapan tanah, setelah itu air akan mengalir kebagian yang lebih dalam sampai mencapai permukaan air tanah yang kemudian terjadi aliran lateral ke kiri dan ke kanan (*Moore 1980*).

Menurut Chow *et al* (*1988*) hasil distribusi air ke dalam profil tanah melalui proses infiltrasi selama gerakan air ke bawah melewati 4 zone lengas tanah yaitu :

1. Zone jenuh dekat permukaan tanah.
2. Zone transmisi dari aliran tidak jenuh dengan kandungan air tanah hampir seragam.
3. Zone pembasahan dimana kandungan lengas tanah menurun dengan kedalaman dan
4. Front pembasahan dimana perubahan lengas tanah dengan kedalaman sangat besar sehingga memberikan suatu kenampakan bentuk yang diskontinyu antara tanah basah diatasnya dan tanah kering dibawahnya. Front pembasahan ini dapat berpenetrasi dari beberapa inch sampai beberapa kaki ke dalam tanah tergantung pada jumlah air yang terinfiltrasi dan sifat fisik tanah.

Infiltrasi dapat dinyatakan dalam dua dimensi, yaitu laju infiltrasi dan kapasitas infiltrasi. Laju infiltrasi suatu tanah adalah volume air yang masuk ke dalam tanah persatuan luas. Namun pada umumnya laju infiltrasi dinyatakan dalam satuan mm jam^{-1} atau mm $menit^{-1}$. Sedangkan pengertian kapasitas infiltrasi suatu tanah adalah laju infiltrasi maksimum dari tanah untuk mengabsorbsi air pada suatu keadaan tertentu, (*Dhalhar 1972*).

2.3. Faktor – Faktor Yang Mempengaruhi Infiltrasi

Ada beberapa faktor yang diduga paling mempengaruhi proses infiltrasi suatu tanah antara lain :

1. Dalamnya genangan di atas permukaan tanah (*surface detention*) dan tebal lapisan jenuh.

   Laju infiltrasi dalam tanah merupakan jumlah perkolasi dan air yang memasuki tampungan di atas permukaan air tanah. Pada permulaan hujan umumnya tanah masih jauh dari jenuh, sehingga pengisian tampungan akan berjalan terus dalam waktu yang lama. Dengan demikian nilai infiltrasi akan menurun pada hujan yang menerus dalam periode yang sama.

2. Kandungan air dalam tanah

   Jika pada saat permulaan hujan keadaan tanah masih sangat kering, maka dalam tanah akan terjadi tarikan kapiler searah dengan gravitasi, sehingga memberikan nilai infiltrasi yang tinggi. Jika air mengalami perkolasi ke bawah, lapisan permukaan tanah akan menjadi setengah jenuh yang menyebabkan mengecilnya gaya-gaya kapiler sehingga besarnya nilai infiltrasi akan menurun.

3. Pemampatan oleh curah hujan

   Gaya pukulan butir-butir air hujan terhadap permukaan tanah akan mengurangi daya infiltrasi. Akibat pukulan air hujan itu, butiran-butiran yang lebih kecil akan memasuki rongga-rongga antara, sehingga terjadi pemampatan. Permukaan tanah yang bercampur dengan tanah liat akan menjadi kedap air karena pemampatan tersebut. Tetapi tanah berpasir tidak terpengaruh oleh pukulan air hujan. Pemampatan akibat injakan orang, hewan dan lalu lintas kendaraan sangat mempengaruhi daya infiltrasi.

4. Tumbuh-tumbuhan

   Akibat terlindung oleh tumbuh-tumbuhan padat, misalnya rumput atau hutan cenderung menaikan daya infiltrasi. Ini disebabkan sistem akar yang padat menembus ke dalam tanah. Lapisan sampah (*debris*), organik yang membentuk permukaan empuk (*sponge like surface*), binatang-binatang dan serangga-serangga pembuat liang membuka jalan ke dalam tanah, sehingga menghindarkan permukaan tanah dari pukulan-pukulan air hujan dan transpirasi tumbuh-tumbuhan mengambil air dari dalam tanah sehingga memberikan ruangan bagi proses infiltrasi berikutnya.

5. Lubang-lubang rekahan

   Rekahan – rekahan tanah akibat kekeringan menaikan daya infiltrasi pada permulaan hujan. Sebaliknya udara yang terperangkap di antara butir-butir tanah dapat menurunkan daya infiltrasi. Demikian pula kekentalan air yang dipengaruhi oleh suhu tanah dapat pula mempengaruhi besarnya daya infiltrasi.

Menurut Mathel (*1984*) ada beberapa faktor yang dapat juga mempengaruhi infiltrasi sebagai berikut :

1. Sifat tanah itu sendiri, yaitu :
   - Tekstur tanah
   - Struktur tanah
   - Kandungan air tanah
   - Profil lengas pada zone perakaran
   - Alkalinitas tanah
   - Suhu tanah
   - Adanya udara yang terperangkap dalam tanah

2. Sifat air, meliputi :
   - Kekeruhan
   - Suhu air
3. Sifat hujan, meliputi :
   - Intensitas hujan
   - Lama hujan

Faktor lain menurut Hillel (*1980*) adalah distribusi ukuran pori, berat isi tanah, struktur tanah, kandungan air, konsentrasi bahan kimia dan topografi.

Laju infiltrasi dipengaruhi oleh faktor biotik, juga perlu diperhatikan keberadaan dan aktivitas hidup, akar mati dan karakteristik kanopi tanaman sehingga menyebabkan laju infiltrasi dapat bervariasi dalam ruang dan waktu.

2.4. Proses Infiltrasi

Mein dan Larson (*1971*) menyatakan bahwa proses infiltrasi dapat dibedakan menjadi dua kondisi yaitu infiltrasi pada kondisi ideal dan infiltrasi pada kondisi alami :

a. Infiltrasi pada kondisi ideal

   Infiltrasi suatu tanah dalam kondisi ideal bilamana tanah dalam kondisi homogen, seluruh pori tanah saling berhubungan secara kapiler. Demikian pula jika hujan berlangsung lama dan intensitasnya relatif seragam di seluruh wilayah. Dalam kondisi seperti ini proses infiltrasi dapat dipandang dari satu dimensi. Pada kondisi ideal ini faktor yang paling berpengaruh adalah jenis tanah dan kadar air tanah.

b. Infiltrasi pada kondisi alami

Pada kondisi alami banyak sekali faktor yang mempengaruhi proses infiltrasi suatu tanah. Kondisi permukaan merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadapnya.

Dengan demikian proses infiltrasi air ke dalam tanah melibatkan tiga proses yaitu :

1. Masuknya air ke dalam tanah.
2. Tertampungnya air ke dalam tanah
3. Terjadinya aliran air ke daerah lain (bawah, samping dan atas).

Adapun infiltrasi itu sendiri akan sangat mempengaruhi dua hal yaitu :

1. Proses limpasan (*run off*)

   Daya infiltrasi menentukan banyaknya air hujan yang diserap ke dalam tanah, makin besar daya infiltrasi maka makin besar air yang masuk ke dalam tanah dan akan semakin kecil limpasan permukaannya,sehingga debit puncaknya juga lebih kecil.

2. Pengisian lengas tanah (*soil moisture*) dan air tanah

   Pengisian lengas tanah dan air tanah penting sekali untuk tujuan pertanian dan ketersediaan air tanah. Akar tanaman menembus zona tidak jenuh. Pengisian lengas tanah sama dengan selisih antara besarnya infiltrasi dan perkolasi. Pada permukaan air tanah yang dangkal dalam lapisan yang berbutir tidak begitu besar, pengisian kembali lengas tanah ini dapat pula diperoleh dari kenaikan kapiler air tanah. Pengisian kembali air tanah (*recharge*) sama dengan perkolasi dikurangi kenaikan kapiler. Besarnya perkolasi dibatasi oleh besarnya daya infiltrasi, oleh karena itu daya infiltrasi sangat menentukan besarnya *recharge*.

Infiltrasi komulatif digambarkan per unit permukaan area permukaan tanah, didefinisikan sebagai integral ke dalam profil *water content* θ (z,t) yang dipengaruhi oleh kedalaman dan waktu. Daya infiltrasi pada permukaan tanah didefinisikan sebagai berikut (*Hillel 1980, dalam Ananto Kusuma Seta 1991*) :

$$I = \frac{dI}{dt} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{(a)}$$

Keterangan rumus :

I = daya infiltrasi

dI = jumlah infiltrasi

dt = waktu infiltrasi

Hubungan I dan i terhadap waktu :

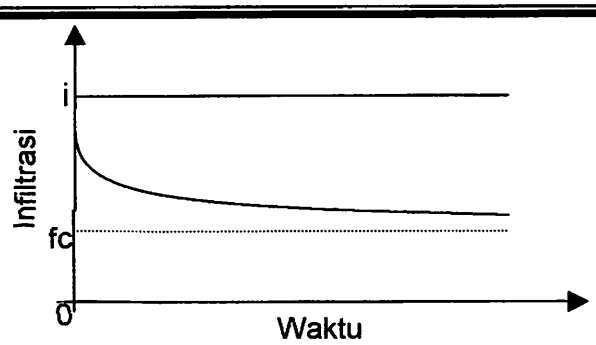
$$\lim_{t \to 0} I(t) = 0 \quad ; \lim_{t \to \sim} I(t) = \sim$$

$$\lim_{t \to 0} i(t) = \sim \quad ; \lim_{t \to \sim} i(t) = \tilde{K} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{(b)}$$

$\tilde{K}$ adalah konduktivitas hidrolik untuk kandungan air tanah pada keadaan jenuh $\theta = \theta$.

Daya infiltrasi menurun selama waktu sebagai akibat dari :

1. Pemampatan permukaan tanah oleh pukulan butir-butir hujan.
2. Mengembangnya tanah liat dan partikel-partikel humus oleh lembabnya tanah.
3. Tersumbatnya pori-pori oleh masuknya butir-butir tanah yang lebih kecil.
4. Terperangkapnya udara dalam pori-pori tanah.



Gambar 2.1. Kapasitas Infiltrasi

2.5. Klasifikasi Tingkat Infiltrasi Untuk Daerah Aliran Sungai

Untuk melestarikan simpanan air tanah maka tingkat infiltrasi air hujan ke dalam tanah merupakan faktor yang sangat penting. Tingkat infiltrasi tergantung pada curah hujan, jenis tanah,tipe tanah, kemiringan lereng, dan penggunaan lahan (*land use*).

Sebagaimana dijelaskan di atas bahwa komponen lingkungan yang dipakai untuk mengkaji zonasi laju infiltrasi tanah terdiri dari kemiringan lereng, tekstur tanah, struktur tanah, curah hujan dan penggunaan lahan. Kelima komponen ini dijadikan dasar dalam menilai laju infiltrasi tanah yang dalam hal ini di transform terlebih dahulu kedalam nilai-nilai tingkat aktualnya.

Adapun besarnya nilai transformasi tersebut dapat dinyatakan secara kuantitatif atau secara kualitatif sebagai berikut :

2.5.1. Klasifikasi Tingkat Kemiringan Lereng

Dari peta topografi dapat dihitung dan diubah menjadi peta kemiringan lereng, yang kemudian dapat di transform berdasarkan pengaruhnya terhadap tingkat peresapan sebagai berikut :

Tabel 2.1. Hubungan Kemiringan Lereng dan Tingkat Infiltrasi

Lereng (%)	Deskripsi	Skor
0 – 2	Datar	4
3 – 15	Landai	3
16 – 40	Curam	2
> 40	Sangat Curam	1

(Sumber : Evaluasi Sumber Daya Lahan,1991)

2.5.2. Klasifikasi Pengaruh Tekstur Tanah Terhadap Laju Infiltrasi

Tekstur tanah merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi proses infiltrasi tanah. Pengaruh tekstur terhadap infiltrasi terjadi akibat adanya perbedaan gaya matrik yang ditimbulkan oleh tanah yang memiliki ukuran partikel yang berbeda (*Soepardi 1983*). Dalam penentuan tekstur tanah, yang umumnya digunakan adalah klasifikasi menurut U.S.Departement of Agriculture (*USDA*). Klasifikasi USDA fraksi tanah untuk kelas tekstur tanah menurut USDA di tampilkan pada tabel:

Tabel 2.2. Klasifikasi USDA Fraksi Tanah

Fraksi Tanah	Diameter, mm
Pasir	2,00 – 0,05
Pasir sangat kasar	2,00 – 1,00
Pasir kasar	1,00 – 0,50
Pasir tengahan	0,50 – 0,25
Pasir halus	0,25 – 0,10
Pasir sangat halus	0,10 – 0,05
Debu	0,05 – 0,002
Debu kasar	0,05 – 0,02
Debu tengahan	0,02 – 0,005

Debu halus	0,005 – 0,002
Lempung	< 0,002
Lempung kasar	0,002 – 0,0002
Lempung tengahan	0,0002 – 0,0008
Lempung halus	< 0,0008

(Sumber : Notohadiprawiro, 1999 : 98)

Tanah pasir mempunyai kemampuan yang rendah dalam menahan air, disusul dengan tanah yang bertekstur lempung dan yang paling tinggi kemampuannya dalam menahan meresapnya air adalah tanah yang bertekstur liat yang kandungannya didominasi oleh mineral liat montmori lonit (*Soetijono 1996*). Tanah dengan kemampuan menahan meresapnya air tinggi akan menyebabkan kemampuan infiltrasinya rendah karena daya hantar airnya rendah (*Soepardi 1983*). Kapasitas infiltrasi pada beberapa tekstur tanah di sajikan pada tabel berikut :

Tabel 2.3. Nilai Kapasitas Infiltrasi Pada Beberapa Tipe Tanah

Tekstur	Kapasitas Infiltrasi ($mm.jam^{-1}$)
Pasir berlempung	25 – 50
Lempung	12,5 – 25
Lempung berdebu	7,5 – 15
Lempung berliat	0,5 – 2,5
Liat	< 0,5

(Sumber : Konhke and Berfrand 1959)

Jika klasifikasi diatas tersebut dikaitkan dengan tekstur tanah maka dapat dilakukan penilaian atau skoring sebagai berikut :

1. Tanah bertekstur halus, meliputi tekstur liat berpasir,liat berdebu dan liat skor 1
2. Tanah bertekstur sedang, meliputi tekstur lempung, lempung liat berpasir, lempung berliat, lempung liat berdebu, lempung berdebu dan debu. skor 2
3. Tanah bertekstur kasar, meliputi tekstur lempung berpasir, lempung berpasir halus, lempung berpasir sangat halus, pasir berlempung dan pasir skor 3

Sumber : Evaluasi Sumber Daya Lahan,1991

2.5.3. Klasifikasi Pengaruh Struktur Tanah Terhadap Laju Infiltrasi

Kapasitas infiltrasi lebih banyak dipengaruhi oleh struktur tanah, yang terpenting adalah distribusi ukuran pori dan kemantapan atau kekuatan agregat (*Utomo 1984*). Tanah yang agregatnya stabil akan menjaga kapasitas infiltrasi tetap tinggi (*Arsyad 1989*).

Adapun penilaian struktur tanah berdasarkan pada tipenya adalah sebagai berikut :

Tabel 2.4. Penilaian Struktur Tanah

Tipe Struktur	Ciri (Keterangan Jenis Tanah)	Skor
Granuler sangat halus	- Berwarna keputihan atau kelabu muda dan umumnya dijumpai pada jenis tanah : kompleks litosol mediteran dan rendzina, asosiasi alluvial kelabu dan alluvial coklat kemerahan, litosol alluvial kelabu. - Terletak pada horison peralihan dari horison A ke horison B	1
Granuler halus	- Terletak pada horison A Okrik yang merupakan horison permukaan paling umum yang mencirikan tanah berwarna muda yaitu : andosol coklat dan regosol coklat. - Bersifat sangat kering dengan kadar organik sangat sedikit.	2
Granuler sedang Dan besar	- Berwarna kelam dan umumnya dijumpai pada jenis tanah : kompleks regosol kelabu. - Terletak pada horison A Molik.	3
Gumpal, lempeng dan tiang	- Tergolong tanah tua yaitu : Kompleks latosol coklat kemerahan dan litosol, mediteran coklat kemerahan, latosol coklat kemerahan. - Umumnya terletak pada horison tanah bawah yaitu horison B Argilik.	4

Butir tunggal dan pejal	- Berwarna gelap dan jenis tanah pada horison ini adalah Andosol hitam - Umumnya terletak pada horison A Umbrik	5

(Sumber : Hammer, 1978)

2.5.4. Klasifikasi Tingkat Curah Hujan

Secara potensial infiltrasi akan lebih besar untuk hujan dengan periode waktu terjadinya lebih panjang, sehubungan dengan kondisi yang demikian, maka kaitannya dengan infiltrasi ini faktor hujan dikembangkan sebagai faktor " hujan infiltrasi " atau disingkat RD, dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$RD = \frac{I_{th} x \sum N}{100} \quad \text{..... (c)}$$

Keterangan rumus :

I_{th} : curah hujan tahunan

$\sum N$: jumlah hari hujan

Hasil perhitungan nilai RD tersebut dalam kaitannya dengan potensi infiltrasinya dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

Tabel 2.5. Klasifikasi Nilai "Hujan Infiltrasi " atau RD

Nilai RD	Deskripsi	Skor
< 2500	Rendah	1
2500 – 3500	Sedang	2
3500 – 4500	Agak Tinggi	3
4500 – 5500	Tinggi	4
> 5500	Sangat Tinggi	5

(Sumber : Wiselmer 1958, Chow 1968, Eiersum dan Supriyo Ambar, 1980)

2.5.5. Klasifikasi Tipe Penggunaan Lahan

Penggunaan lahan khususnya tipe vegetasi penutup berpengaruh terhadap infiltrasi lewat tiga bentuk, yaitu perakaran dan pori-pori membesar permeabilitas tanah, vegetasi menahan runoff dan vegetasi mengurangi jumlah air perkolasi melalui transpirasi, vegetasi juga mempengaruhi erosi melalui beberapa proses, tajuk pohon mengubah tenaga erosivitas jatuhan hujan, faktor-faktor yang berperan antara lain tinggi tajuk, kelebatan, seresah yang dihasilkan rerumputan dan herba sebagai penutup tanah. Mengingat peran vegetasi dan atau penggunaan lahan tersebut, maka kaitannya dengan tingkat infiltrasi dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

Tabel 2.6. Klasifikasi Penggunaan Lahan Berdasarkan Tingkat Infiltrasi

Penggunaan Lahan	Deskripsi	Skor
Hutan	Sangat Besar	6
Tegalan / Ladang	Besar	5
Perkebunan	Agak Besar	4
Semak Belukar, Padang Rumput	Sedang	3
Sawah Irigasi, Sawah Tadah Hujan	Agak kecil	2
Pemukiman, Bangunan Lain	Kecil	1

(*Sumber* : Evaluasi Sumber Daya Lahan, 1991)

2.6. Penentuan Kelas Tingkat Infiltrasi

2.6.1. Cara Penentuan Kelas Infiltrasi

Cara menentukan kelas tingkat infiltrasi adalah sebagai berikut :

1. Menjumlahkan nilai terbesar (N_B) dan nilai terkecil (N_K) untuk masing-masing tipe faktor lahan.

2. Mencari nilai interval kelas (I) dengan selang antara jumlah nilai terbesar dan jumlah nilai terkecil ditambahkan dengan 1. Lalu dibagi dengan jumlah kelas yang diinginkan (n).

$$I = \frac{(N_B - N_K) + 1}{n} \quad \text{..... (d)}$$

Keterangan :

I = nilai interval kelas

N_B = nilai terbesar

N_K = nilai terkecil

n = jumlah kelas yang diinginkan

Total nilai terbesar dari seluruh parameter (N_B) adalah = 23 dan nilai terkecil (N_K) dari seluruh parameter adalah = 5

Interval Kelas (I) = $\frac{(23 - 5) + 1}{5} = 4$

Dari perhitungan diatas didapat interval kelas tingkat infiltrasi tanah adalah sebesar 4, maka nilai (skor) tingkat infiltrasi tanah dapat ditentukan dengan kriteria sebagai berikut :

Tabel 2.7. Klasifikasi Tingkat Infiltrasi

Tingkat Infiltrasi	Nilai (skor)
Sangat tinggi	21 – 23
Tinggi	17 – 20
Sedang	13 – 16
Rendah	9 – 12
Sangat rendah / Tidak efektif	5 – 8

Keterangan :

I. Tingkat infiltrasi sangat tinggi, yaitu jika tingkat infiltrasi mempunyai nilai (skor) 21 – 23

II. Tingkat infiltrasi tinggi, yaitu jika tingkat infiltrasi mempunyai nilai (skor) 17 - 20

III. Tingkat infiltrasi sedang, yaitu jika tingkat infiltrasi mempunyai nilai (skor) 13 - 16

IV. Tingkat infiltrasi rendah, yaitu jika tingkat infiltrasi mempunyai nilai (skor) 9 – 12

V. Tingkat infiltrasi sangat rendah / tidak efektif, yaitu jika tingkat infiltrasi mempunyai nilai (skor) 5 – 8

2.6.2. Cara Penentuan Prosentase Luas Kelas Infiltrasi

Cara menentukan prosentase luas kelas infiltrasi pada sub-sub das yang menjadi bagian dari daerah aliran sungai bango dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Prosentase Luas Kelas Infiltrasi} = \left[\frac{\text{Luas kelas infiltrasi}}{\text{Luas sub-sub das}} \right] \times 100\ \%$$

2.7. Konsep Dasar Sistem Informasi Geografis (SIG)

2.7.1. Definisi Sistem Informasi Geografis (SIG)

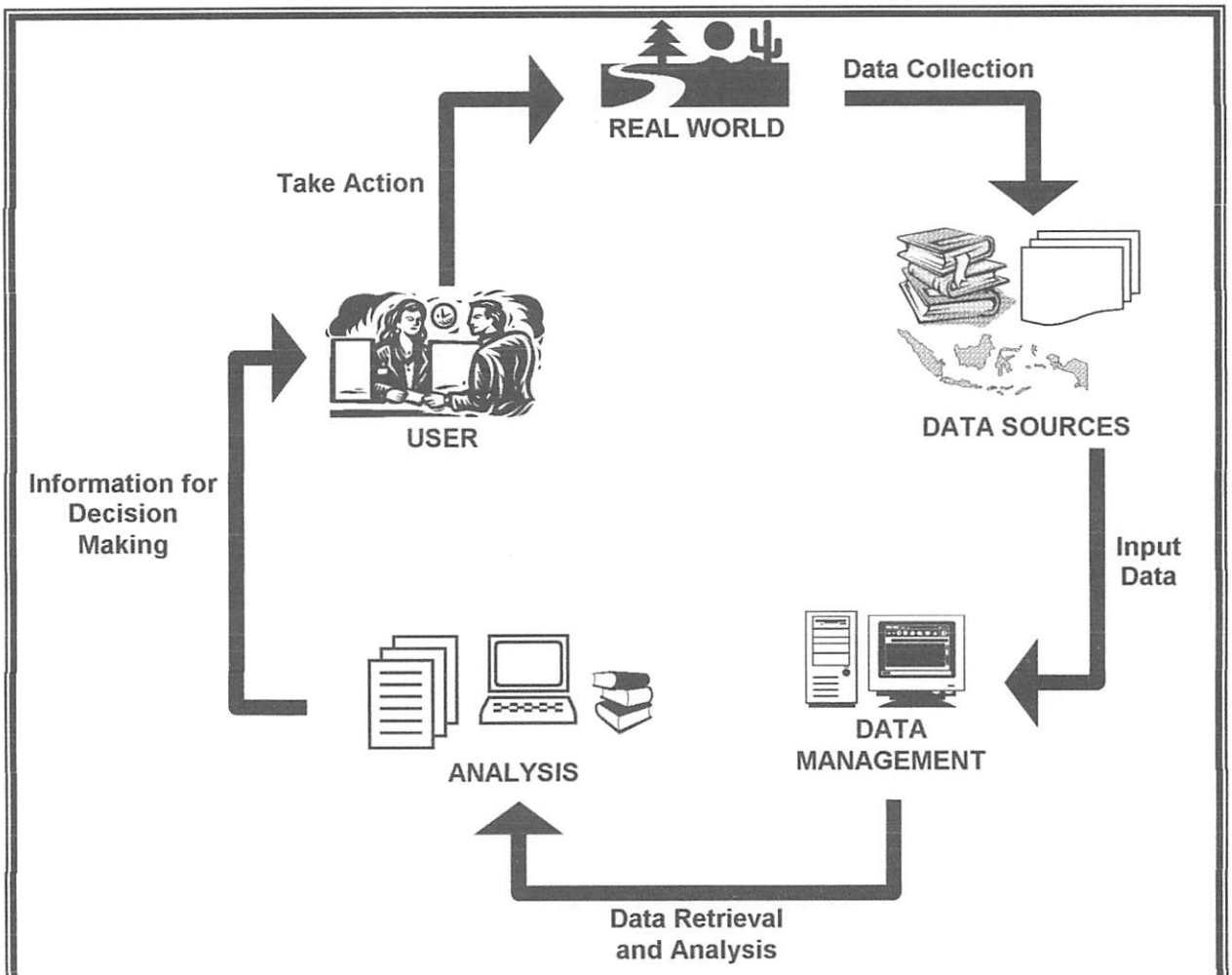
Sistem Informasi Geografis merupakan suatu sistem berbasis komputer guna mendapatkan, mengolah, menyimpan, menganalisa dan menyajikan informasi geografik berdasarkan georeferensi. SIG dipakai sebagai bahan acuan dalam perencanaan dan mampu mempercepat pengambilan keputusan berdasarkan data dan fakta yang dapat diandalkan.

SIG sangat penting, karena teknologi SIG dapat menggabungkan data spasial dengan data spasial lainnya di dalam satu sistem, disamping data penunjang lainnya yaitu data atribut dan informasi yang berbasis spasial. Sistem ini menawarkan suatu kerangka yang konsisten untuk analisa geografi..

Sesuai dengan perkembangannya, definisi dari SIG juga mengalami perkembangan, sehingga beberapa pakar mendefinisikan dari SIG itu sendiri sesuai dengan penelitiannya :

1. SIG adalah kombinasi antara sumber daya manusia dan teknologi, dengan seperangkat tata cara (*prosedure*) untuk menghasilkan informasi guna mendukung pembuatan keputusan.
2. SIG adalah manajemen, analisa, dan manipulasi dari data spasial informasi untuk memecahkan masalah. **(Fisher dan Lindeberg)**
3. SIG adalah sebuah sistem untuk menangani yang secara langsung dan tidak langsung dari spasial data bumi, yang meliputi perolehan, penyimpanan, penegasan (*validasi*), pemeliharaan, manipulasi, analisa, penampilan dan manajemen data. **(UK (United Kingdom) Association of Geographic Information (AGI))**

4. SIG adalah sistem berbasis komputer yang digunakan untuk penyimpanan, manipulasi dan keluaran informasi geografik. **(STAN ARONOFF, 1993)**
5. SIG adalah kumpulan yang terorganisir dari perangkat keras komputer, perangkat lunak, data geografi dan personil yang dirancang secara efisien untuk memperoleh, menyimpan, mengu-pdate, memanipulasi, menganalisis dan menampilkan semua bentuk informasi yang bereferensi geografi. **(Esri, 1989)**
6. SIG adalah sistem komputer yang digunakan untuk mengumpulkan, memeriksa, mengintegrasikan, dan menganalisa informasi-informasi yang berhubungan dengan permukaan bumi. **(Demers, 1997)**



Gambar 2.2. Siklus SIG

Dari beberapa definisi SIG yang telah dijelaskan di atas, dapat disimpulkan bahwa pada intinya SIG terdiri dari 4 sub sistem, yaitu :

1. Data Input (*data capture*)

   Sub sistem ini bertugas untuk mengumpulkan dan mempersiapkan data spasial dan atribut dari berbagai sumber serta mengkonversi/mentransformasikan format-format data asli ke format yang dapat digunakan oleh SIG.

2. Data Output (*reporting*)

   Sub sistem ini bertugas untuk menghasilkan/menampilkan keluaran secara keseluruhan atau sebagai basis data baik dalam bentuk softcopy maupun hardcopy seperti tabel, grafik, peta, dll.

3. Data Management (*storage and retrieval*)

   Sub sistem ini bertugas untuk mengorganisasikan, baik data spasial maupun data non-spasial ke dalam sebuah basis data sedemikian rupa sehingga mudah untuk dipanggil kembali, di-*up date* dan di-*edit.*

4. Data Manipulasi dan Analisis

   Sub sistem ini bertugas untuk menentukan informasi-informasi yang dapat dihasilkan oleh SIG serta melakukan manipulasi data dan pemodelan data untuk menghasilkan informasi yang diharapkan.

   Manipulasi pada data spasial merupakan generalisasi untuk mendapatkan kejelasan pada penyajian peta yaitu dengan melakukan pemilihan dan penyederhanaan dari unsur-unsur pada data grafis tersebut yakni meliputi penambahan arc/node/dangle, penambahan/pengurangan label, pembangunan topologi.

   Sedangkan manipulasi data non-spasial merupakan penambahan/pengurangan data/item, menampilkan tabel-tabel dan memperbaiki data yang salah.

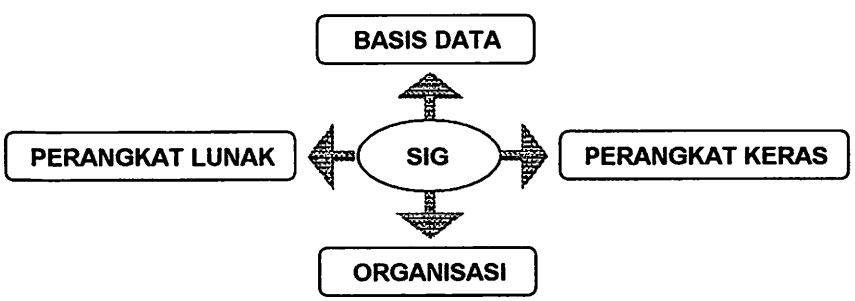
Terlepas dari bervariasinya definisi SIG yang telah berkembang, secara umum telah ada kesepakatan yang bersifat umum, bahwa komponen-komponen yang telah dijabarkan di atas adalah komponen yang benar-benar perlu mendapatkan perhatian lebih serius, karena komponen tersebut juga merupakan bagian dari siklus SIG seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.2 di atas.

2.7.2. Komponen Utama SIG

Berdasarkan siklus SIG di atas, dapat disimpulkan bahwa pada intinya SIG terdiri dari 4 komponen utama, yaitu :

1. Data dan Informasi Geografis (Basis Data)
2. Perangkat Keras (*Hardware*)
3. Perangkat Lunak (*Software*)
4. Organisasi Pengelola dan Pemakai

Komponen tersebut saling berhubungan seperti ditunjukkan gambar 2.3 di bawah ini. Kombinasi yang tepat antara keempat komponen utama ini akan menentukan kesuksesan suatu proyek pengembangan SIG dalam suatu organisasi.



Gambar 2.3. Komponen Utama SIG

2.7.2.1.Data dan Informasi Geografis (Basis Data)

Dari keempat komponen SIG yang ada, basis data dapat dikatakan sebagai otak dari suatu sistem informasi geografis. Tanpa kualitas dan kuantitas data yang memadai, sebaik apapun komponen lainnya, SIG tidak dapat berfungsi secara efektif dan efisien. Data masukkan dalam SIG terdiri atas data spasial dan data non spasial, yang berupa data raster, vektor, tabular alfanumerik.

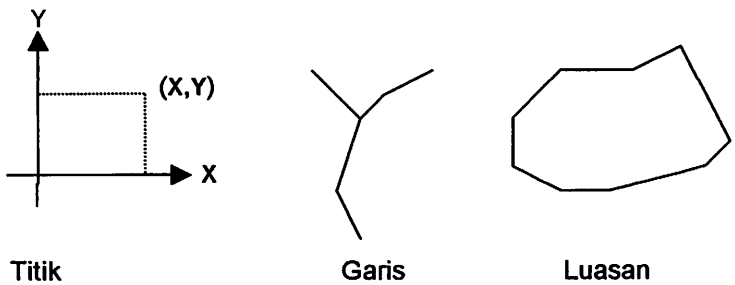
Data spasial merupakan data yang berisi informasi tentang lokasi dan bentuk unsur-unsur geografi serta hubungannya disimpan dalam koordinat dan topologi. Tipe data model spasial yang paling umum digunakan :

a. *Vektor* adalah tipe data yang menggunakan titik, garis, dan luasan untuk menampilkan obyek.
b. *Raster* adalah struktur data dalam bentuk sel yang terbentuk atas baris dan kolom dari kiri atas, setiap sel mempunyai satu nilai dan berisi informasi.

Data non spasial merupakan data yang berhubungan dengan karakteristik dari unsur berupa angka, teks, atau gambar yang menggambarkan sebuah unsur spasial dari titik, garis, dan luasan, data ini disusun dalam bentuk tabel

Seperti halnya penyajian data peta, semua fenomena geografi disajikan dalam tiga kumpulan konsep topologi, yaitu : titik,garis dan luasan. Oleh karena itu, setiap fenomena geografi pada dasarnya dapat digambarkan dengan simbol-simbol diatas yang dilengkapi dengan label-label yang menerangkan arti simbol-simbol tersebut.

Fenomena tersebut disimpan sebagai pasangan koordinat atau himpunan koordinat yang diasumsikan kontinyu sehingga letak titik, garis dan poligon digambarkan seakurat mungkin. Sebuah titik dipresentasikan oleh koordinat tunggal (X,Y), garis dapat dipresentasikan dengan beberapa nilai koordinat yang mempunyai titik awal koordinat (X1,Y1) dan titik akhir koordinat (Xn,Yn). Suatu poligon dipresentasikan dalam bentuk loop koordinat (X,Y) dengan awal dan akhir pada titik yang sama dan berhimpit.



Gambar 2.4. Tiga Konsep Topologi dalam SIG

Bentuk-bentuk kenampakan titik, garis dan luasan dihubungkan dengan deskriptif tematik, seperti nama feature, simbol, klasifikasi dan atribut lainnya untuk masing-masing titik, garis dan luasan dengan menggunakan suatu pengenal (*idetifier/user-id*) yang diidentifikasi terlebih dahulu.

Data spasial dalam bentuk vektor dapat diperoleh dari peta-peta tematik. Data spasial dalam bentuk raster dapat dipenuhi dengan teknologi penginderaan jauh. Data penginderaan jauh berupa CCT (*Computer Compatible Type*) diproses dengan komputer untuk menghasilkan klasifikasi tutupan lahan maupun penggunaan lahan/peta tematik lainnya. Sedangkan foto udara dikonversi ke dalam bentuk digital/diinterpretasikan secara visual untuk mendapatkan peta tematik.

Data hasil survei lapangan merupakan data primer yang diperoleh dari pengukuran langsung di lapangan baik menggunakan alat ukur maupun tidak (*observasi*). Data sekunder berupa catatan statistik/deskriptif diperlukan sebagai data atribut dalam SIG. Data sekunder tersebut dapat diperoleh dari terbitan resmi maupun catatan oleh badan-badan resmi pemerintah/swasta.

Data alfanumerik bersumber dari data sekunder dan catatan statistik/sumber lainnya seperti hasil survei dan eksplorasi. Data tabular alfanumerik sifatnya sebagai data atribut/pelengkap bagi data spasial, yaitu sebagai deskripsi tambahan pada titik, garis, poligon. Data atribut dapat berupa tabel statistik kependudukan, iklim, sumber daya lahan, sosial ekonomi, kawasan politik, dan lain-lain yang dikaitkan dengan luasan administrasi.

Secara lebih detailnya, data-data yang dapat diproses dan ditampilkan dalam SIG, meliputi :

1. Data Foto Udara

   Data ini merupakan data yang diambil melalui pemotretan foto udara dan metode yang sering digunakan adalah konvensional (*analog*), analitik, digital fotogrametri.

2. Data Penginderaan Jauh dan Image Processing

   Data ini diturunkan dengan metode manual interpretasi, yaitu format data SIG perlu konversi ke digital atau digital interpretasi (format data asli sudah digital).

3. Data berupa Peta

   Data ini merupakan data yang masih berupa hardcopy (*analog*), untuk perlu dilakukan pemindahan data ke dalam format digital, dengan cara digitasi yaitu konversi dari data analog ke dalam data digital atau pemindahan elemen peta (titik, garis, luasan) ke dalam koordinat-koordinat atau seri koordinat yang dihubungkan dengan suatu kode yang menunjukkan arti dari elemen peta tersebut.

   Digitasi dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu : manual (bentuk vektor), semi automatis (bentuk vektor), scanning (raster)

4. Data Tabular

   Data tabular merupakan data yang disimpan dalam bentuk tabel. Data tersebut bisa didapatkan dengan metode survei langsung di lapangan (data primer), atau menurunkan data dari laporan-laporan (data sekunder).

5. Data Survey Lapangan

   Data ini merupakan data yang diperoleh dari hasil survei di lapangan, dalam format vektor. Adapun metode pengukurannya meliputi : konvensional penentuan posisi (triangulasi, poligon, levelling), Global Positioning System (GPS), survei Tachymetri, survei dalam bentuk lain (survei sosial ekonomi, cuaca, temperatur, dan lain-lain).

Tipe-tipe data input dalam SIG :

- Jaringan titik geodesi (*first order, second order, third order*)
- Unsur-unsur topografi (jalan, jalan kereta api, lapangan terbang, jembatan, bangunan, sungai, dll)
- Unsur-unsur kadastral (persil tanah dan data atributnya)
- Unsur-unsur batas luasan (batas kota, batas distrik, batas desa, batas perencanaan,dll)
- Unsur-unsur utilitas (jaringan teplepon, air minum, pembuangan air, listrik,dll)
- Zone sosial ekonomi (tingkat kepadatan penduduk, tingkat kesejahteraan,dll)

2.7.2.1.1.Definisi Sistem Basis Data

Sistem basis data merupakan suatu sistem berbasis komputer yang dibuat dengan tujuan untuk memelihara informasi dan membuat informasi tersebut tersedia saat dibutuhkan (*Kadir 2000*).

Informasi tersebut merupakan kumpulan data (*arsip*) yang saling berhubungan yang diatur melalui proses pengolahan dan penyimpanan data dalam format digital dan harus memenuhi persyaratan logika komputer agar dapat dimanfaatkan kembali dengan cepat dan mudah. Kumpulan data seperti inilah yang disebut dengan *basis data.* Selain pengertian tersebut di atas, basis data juga dapat didefinisikan sebagai sistem berkas/data terpadu yang dirancang terutama untuk meminimalkan pengulangan data (*Kadir 2000*).

Basis data memiliki prinsip utama yaitu *pengaturan* data/arsip. Dan tujuan utamanya adalah mencapai kemudahan dan kecepatan dalam pengambilan kembali data/arsip dengan memakai media penyimpanan elektronis seperti disk (*disket atau harddisk*).

Dalam suatu basis data bagian yang ditonjolkan adalah *pengaturan / pemilihan / pegelompokkan / pengorganisasian* data yang akan disimpan sesuai fungsi dan jenisnya. Pengaturan / pemilihan / pegelompokkan / pengorganisasian dapat berbentuk sejumlah file atau tabel terpisah atau dalam bentuk pendefinisian kolom/field data dalam setiap file atau tabel.

2.7.2.1.2.Data Base Management System (DBMS)

Untuk mengelola basis data diperlukan *Data Base Management System (DBMS).* Data Base Management System dapat didefinisikan sebagai suatu kumpulan program komputer yang digunakan untuk memasukkan, mengubah,

menghapus, memanipulasi dan memperoleh informasi/data dengan praktis dan efisien *atau* merupakan suatu sistem untuk menjaga dan memelihara catatan yang dikomputerisasi dari sebuah sistem yang dimaksudkan secara keseluruhan untuk mencatat dan memelihara informasi (*Kadir 2000*).

Dari definisi tersebut, dapat disimpulkan bahwa pada hakikatnya Data Base Management System memiliki beberapa keuntungan antara lain :

1. Kepraktisan, sebagai media penyimpanan sekunder berukuran kecil tapi padat informasinya.
2. Bank Data, dapat mengelola data dan informasi dalam suatu data base yang terorganisasi secara baik.
3. Kecepatan, pemrosesan data dilakukan dengan sistem terkomputerisasi sehingga mempercepat proses perolehan informasi.
4. Kekinian, informasi yang tersedia pada DBMS akan bersifat mutakhir dan akurat.

Dengan adanya sistem basis data, suatu pekerjaan yang memanfaatkan kemajuan teknologi ini diharapkan dapat terselesaikan dengan efektif dan efisien, karena data-data diatur/diorganisasikan secara tepat. Sehingga dapat dengan cepat memperoleh informasi dari susunan data tersebut.

2.7.2.1.3.Komponen Data Base Management System

Komponen-komponen utama dalam data base management system meliputi beberapa hal, antara lain :

1. Data

   Data dalam basis data memiliki sifat terpadu (*integrated*) dan berbagi (*shared*).

a. Sifat terpadu, berarti berkas-berkas data yang ada pada basis data saling terkait, tapi sedikit sekali bahkan tidak akan terjadi pembuatan data yang sia-sia.

b. Sifat berbagi, berarti data dapat dipakai oleh sejumlah pengguna dalam waktu yang bersamaan. Sifat ini biasanya terdapat pada sistem *multiuser* (kebalikan dari sistem *single user* yakni suatu sistem yang memungkinkan satu orang yang hanya dapat mengakses data pada satu waktu).

2. Perangkat keras (*hardware*)

Perangkat keras merupakan alat yang diperlukan dalam pemrosesan dan penyimpanan basis data, yang terdiri dari :

a. Komputer dengan kapasitas dan kemampuan yabng disesuaikan dengan beban.

b. Alat pemasukkan data yang dapat berupa scanner, digitizer, dll.

c. Alat pengeluaran data yang dapat berupa printer, plotter, monitor, dll.

3. Perangkat lunak (*software*)

Perangkat lunak dalam DBMS berkedudukan antara basis data (data yang tersimpan dalam hard disk) dan pengguna. Perangkat lunak inilah yang berperan dalam memenuhi permintaan-permintaan pengguna. Perangkat lunak ini memiliki kemampuan utama, yaitu :

a. Kemampuan memasukkan data

b. Kemampuan memanipulasi data

c. Kemampuan menyimpan data

d. Kemampuan menganalisa data

e. Kemampuan mengelola data

Pada komponen perangkat lunak (*software*) terdapat pula program aplikasi lain (*optional*) yaitu program yang dibuat oleh programmer untuk kepentingan tertentu. Biasanya digunakan untuk pemilihan proses yang dilakukan (menu-menu) dan laporan-laporan (*reports*) yang diinginkan pengguna.

4. Pengguna

   Dalam pengelolaan sistem basis data, pengguna dapat dikategorikan menjadi 3 yaitu :

   a. Pengguna akhir, orang yang menjalankan program aplikasi yang dibuat oleh pemrogram aplikasi.
   b. Pemrogram aplikasi, orang yang membuat program aplikasi dengan menggunakan basis data, yang disesuaikan dengan kebutuhan pengguna.
   c. Administrator basis data (*DBA / Data Base Administrator*), orang yang bertanggung jawab terhadap pengelolaan basis data secara lebih detail dan mampu menjalankan sistem basis data secara maksimal, dengan mengembangkan aplikasi sesuai denga bidang kerja masing-masing.

5. Sumber daya manusia

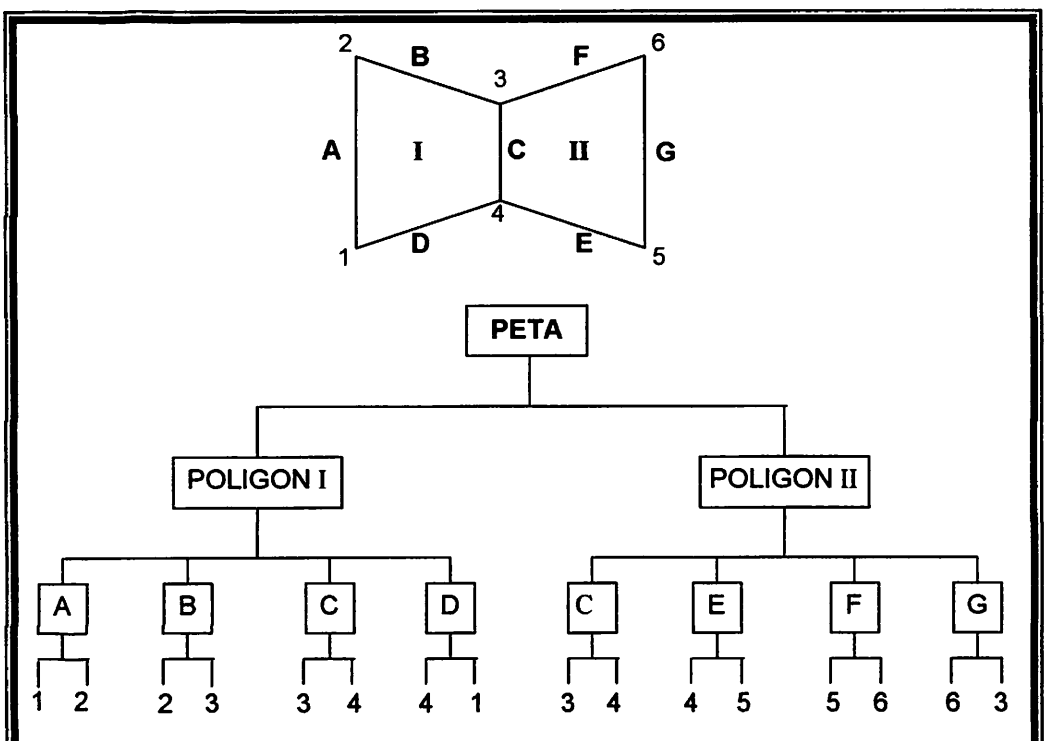
2.7.2.1.4.Struktur Data Dalam Data Base Management System

Struktur data yang biasa digunakan dalam penyusunan data base management system meliputi :

1. Struktur Data Hirarki

   Struktur basis data ini dibuat pada tahun 1970 – 1980, sering disebut sebagai model data pohon karena mirip dengan struktur pohon yang terbalik (merupakan penelusuran data melalui tingkat pertingkat). Model ini

menggunakan pola orang tua – anak *(parent – child)*. Setiap simpul menyatakan sekumpulan *field*. Suatu simpul yang memiliki simpul lain yang berada dibawahnya disebut *parent*. Sedangkan setiap simpul yang memiliki hubungan dengan simpul yang lain yang berada diatasnya disebut *child*. Setiap parent memiliki child lebih dari satu (relasi 1 – N), sementara setiap childnya memiliki satu parent (N – 1). Simpul yang paling atas (tingkat tertinggi) dan tidak memiliki parent disebut *root*, sedangkan simpul yang tidak memiliki child (bagian bawah) disebut sebagai *leaf*.

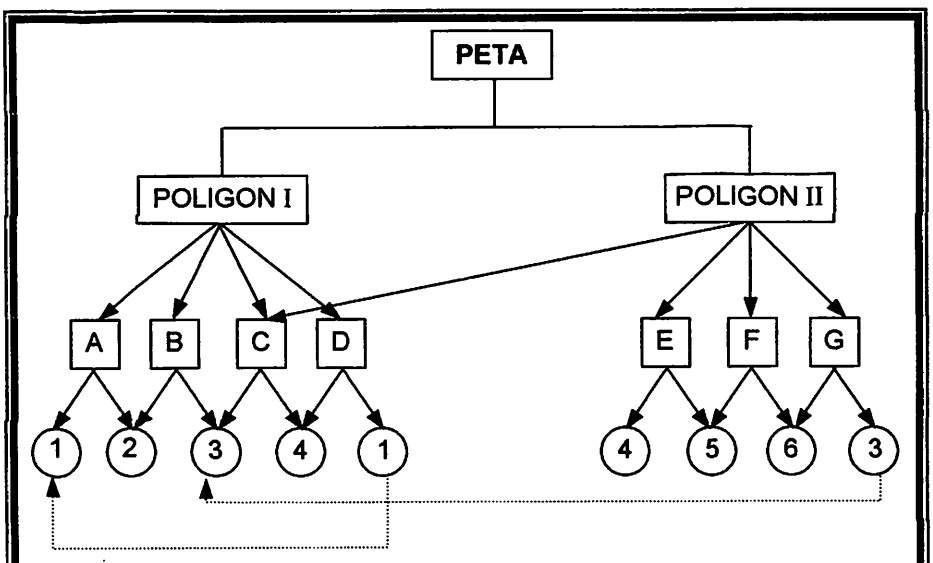


Gambar 2.5. Model Struktur Basis Data

2. Struktur Data Network

Struktur basis data network sangat mirip dengan model hirarki, tetapi pada model network ini setiap child dapat memiliki lebih dari satu parent. Struktur

basis data network merupakan pengembangan dari struktural data base dengan hubungan beberapa macam tipe data, penelusuran melalui satu atau beberapa kemungkinan network yang ada.. Dengan demikian baik *parent* maupun *child* memiliki relasi (N – M) demikian juga sebaliknya.



Gambar 2.6. Model Struktur Basis Data Network

3. Struktur Data Relational

Struktur basis data relasional merupakan model yang paling sederhana, sehingga mudah untuk dimengerti dan dipahami oleh pengguna, selain itu struktur ini merupakan model yang paling populer saat ini. Model ini menggunakan sekumpulan tabel berdimensi dua (yang disebut relasi atau tabel), dengan masing-masing relasi tersusun atas baris dan atribut atau dengan kata lain menghubungkan item yang sama dari tabel yang berbeda dengan suatu identifier (ID).

PETA	POLIGON	POLIGON
MKP	I	II

POLIGON	GARIS			
I	A	B	C	D
II	C	E	F	G

GARIS	TITIK AWAL	TITIK AKHIR
A	1	2
B	2	3
C	3	4
D	1	4
E	4	5
F	5	6
G	3	6

TITIK	X	Y
A	....	....
B	....	....
C	....	....
D	....	....
E	....	....
F	....	....
G	....	....

Gambar 2.7. Model Struktur Basis Data Relasional

4. Struktur Data Object Oriented

Sistem basis data hirarki, network dan relational utamanya untuk tugas-tugas administrasi, dan tidak dapat merepresentasikan realitas geografik. Sejauh ini data geometrik dan atribut dipisahkan secara fisik dalam basis data yang terpisah. Penyimpanan topografi data vektor adalah object oriented.

Object oriented mencoba untuk mempresentasikan dunia nyata dengan lebih tepat. Dalam setiap objek memiliki status (*state*), tingkah laku (*behaviour*) dan identitas (*identity*). Objek-objek tersebut dapat dikelompokkan, dideskripsikan, diorganisasikan, dikombinasikan, dimanipulasi dan dibuat dengan maksud untuk memudahkan dalam pemahaman dan pengendaliannya.

Untuk membangun struktur data object oriented ini memerlukan keahlian yang tinggi dari user karena user dapat mendefinisikan semua hubungan antara objek dalam sistem basis data. Keuntungan yang utama adalah mudah dalam updating data pada basis yang konsisten. Sistem object oriented ini belum digunakan secara luas dalam SIG, walaupun beberapa software SIG telah menggunakannya dalam manipulasi data geometrik.

2.7.2.1.5.Konsep Penyusunan Data Base Management System

Dalam model relasional, data-data diimplementasikan dalam bentuk tabel, dimana tabel ini merupakan bentuk dua dimensi yang terdiri dari baris dan kolom. Baris dikenal dengan *record*, dan kolom dikenal dengan *field*. Perpotongan antara baris dan kolom memuat satu nilai data, setiap kolom dalam tabel tersebut berealisasi dengan kolom lain, relasi yang terjadi bisa 1 : 1, 1 : N, N : M

Dalam memahami dari sebuah tabel dalambasis data konsep yang perlu diingat adalah :

- *Duplikasi Data (data sama/double)*

  Jika sebuah atribut mempunyai dua atau lebih nilai yang sama tapi tidak boleh menghapusnya tanpa informasi itu hilang.

- *Redundant (pengulangan yang berlebihan dari data)*

  Jika sebuah atribut mempunyai dua atau lebih nilai yang sama tapi boleh menghapusnya tanpa informasi itu hilang. Hal-hal yang dilakukan dalam penghapusan data redundant adalah dengan cara memisahkan tabel yang dibuat lebih dari satu tabel.

- *Repeating groups (pengulangan)*

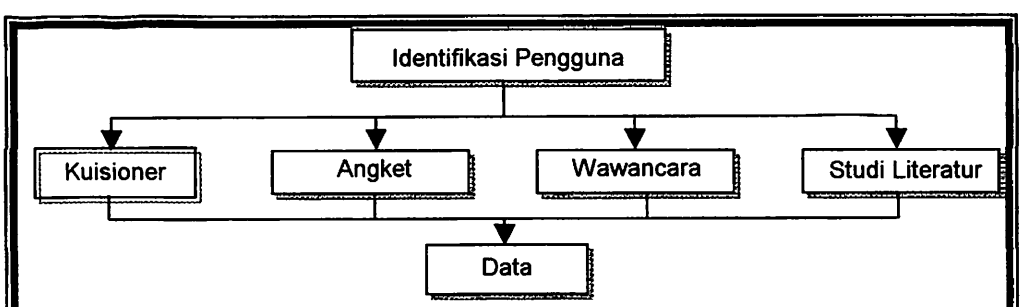
  Jika pada perpotongan baris dan kolom terdapat dari nilai ganda.

2.7.2.1.6.Tahapan Perancangan Data Base Management System

Tahapan-tahapan yang biasa digunakan dalam perancangan data base management system terdiri dari 3 macam, antara lain :

1. Tahap Eksternal

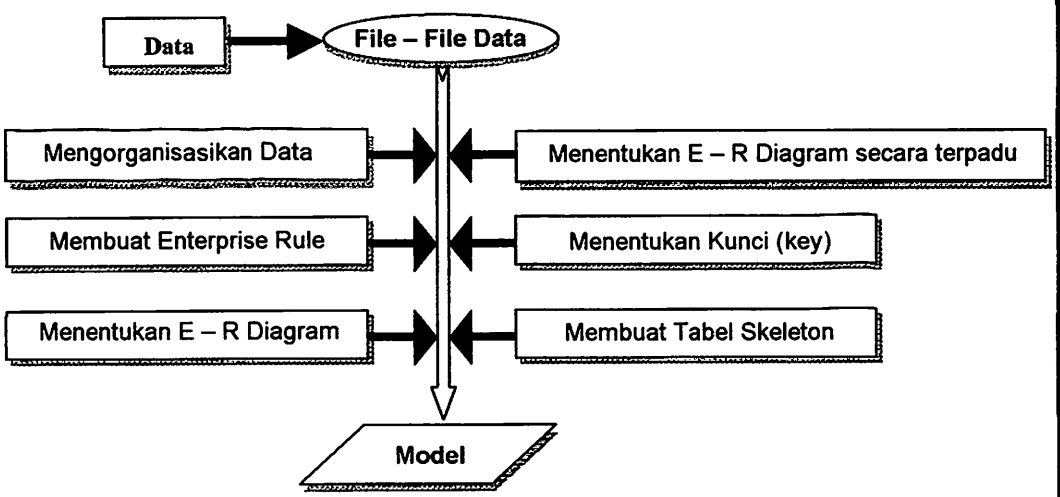
   merupakan tahap mengidentifikasi kebutuhan pengguna.



Gambar 2.8. Diagram Tahap Eksternal

2. Tahap Konseptual

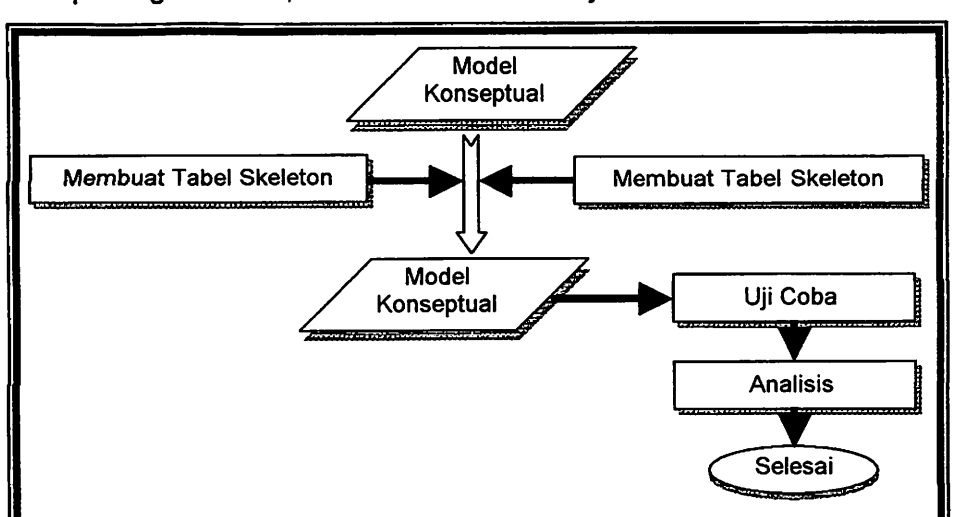
merupakan tahap mengorganisasi data, memilih, mengelompokkan, menyederhanakan data, menetapkan enterprise rule, membuat entity relationship (E - R) diagram, menetapkan kunci (*key*) dan membuat tabel skeleton secara terstruktur.



Gambar 2.9. Diagram Tahap Konseptual

3. Tahap Internal

merupakan tahap mengimplementasikan tabel yang telah dirancang ke dalam perangkat lunak, kemudian dilakukan uji coba.



Gambar 2.10. Diagram Tahap Internal

2.7.2.1.7.Model Data Dalam Data Base Management System

Model data konseptual yang digunakan sebagai dasar dalam penyusunan data base management system, hingga dapat membuat suatu basis data yang memenuhi seluruh kebutuhan pengguna, meliputi entitas (*entity*), atribut (*attribute*), enterprise rule, entity relationship diagram (*E – R diagram*).

1. Entitas (*entity*)

   merupakan objek, kejadian atau konsep dari dunia nyata (*real world*) yang keberadaannya secara eksplisit didefinisikan dan disimpan dalam basis data.

2. Atribut (*attribute*)

   merupakan keterangan-keterangan yang dimiliki oleh suatu entitas.

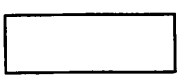
3. Enterprise Rule

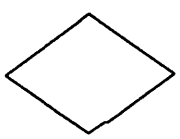
   merupakan aturan yang menyatakan hubungan antar entitas.

4. Entity Relationship Diagram (*E – R Diagram*)

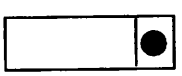
   merupakan diagram yang menyatakan hubungan antar entitas.

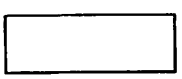
Notasi yang digunakan dalam E – R Diagram adalah :


Segi empat yang menggambarkan entitas


Diamon yang menggambarkan hubungan antar entitas

Ellips yang menggambarkan atribut


Penggambaran entitas dari hubungan wajib (obligatory)


Penggambaran entitas dari hubungan tidak wajib (non - obligatory)

2.7.2.1.8.Derajat Hubungan Antar Entity

Derajat hubungan antar entitas memiliki tiga kemungkinan, yaitu :

1. Hubungan satu ke satu (*1 : 1 atau one-to-one*)

   artinya nilai entitas berhubungan tepat dengan satu entitas lainnya dan sebaliknya.

   Aturannya adalah sebagai berikut :

   a. Bila kedua entitas obligatory, maka hanya dibuat satu tabel skeleton.

   b. Bila satu entitas obligatory dan yang satu non-obligatory, maka harus dibuat dua tabel skeleton masing-masing untuk entitas tersebut. Kemudian tempatkan identifier (*posted identifier*) dari entitas non-obligatory ke entitas obligatory.

   c. Bila kedua entitasnya non-obligatory, maka harus dibuat tiga tabel skeleton. Dua tabel untuk masing-masing entitas tersebut dan satu tabel untuk hubungan kedua entitas tersebut. Tabel yang ketiga berisi identifier kerdua entitas tersebut.

2. Hubungan satu ke banyak (*1 : N atau one-to-many*)

   artinya satu nilai entitas yang berhubungan dengan beberapa nilai entitas lainnya namun tidak sebaliknya.

   Aturannya adalah sebagai berikut :

   a. Bila kedua entitas obligatory, maka harus dibuat dua tabel skeleton masing-masing untuk dua entitas tersebut. Kemudian tempatkan identifier (*posted identifier*) dari entitas yang berdejat 1 ke entitas berderajat N.

   b. Bila entitas berderajat N bersifat obligatory, maka harus dibuat tiga tabel skeleton. Dua tabel untuk masing-masing entitas tersebut dan satu tabel

untuk hubungan kedua entitas tersebut. Tabel yang ketiga tersebut berisi identifier kedua entitas tersebut.

3. Hubungan banyak ke banyak (*N : M atau many-to-many*)

   artinya beberapa nilai entitas berhubungan dengan beberapa nilai entitas lainnya dan sebaliknya.

   Aturannya adalah sebagai berikut :

   a. Kedua entitasnya pasti non-obligatory, maka harus dibuat tiga tabel skeleton. Dua tabel untuk masing-masing entitas tersebut. Tabel yang ketiga berisi identifier kedua entitas tersebut.

   b. E - R diagramnya harus diuraikan dari derajat hubungan M : N menjadi derajat hubungan 1 : N dan N : 1.

2.7.2.2.Perangkat Keras (Hardware)

Perangkat keras yang mendukung analisa geografis dan pemetaan, tidak jauh beda dengan perangkat keras untuk mendukung aplikasi bisnis ataupun sains. Perbedaannya jika ada, terletak pada kecenderungan yang memerlukan perangkat (tambahan) yang dapat mendukung presentasi grafik dengan resolusi dan kecepatan yang tinggi serta mendukung operasi basis data yang cepat dengan volume data yang besar.

Perangkat keras SIG memiliki pengertian perangkat-perangkat fisik yang digunakan oleh sistem komputer. Komponen dasar perangkat keras SIG dapat dikelompokkan sesuai dengan tujuannya, antara lain :

a. *Peralatan input data :*

   digitizer (papan digitasi), scanner (penyiam), keyboard,disket , dll

b. *Peralatan penyimpanan dan pengolahan data :*

komputer dan perlengkapannya (monitor, keyboard, CPU, harddisk, floppy disk)

c. *Peralatan untuk mencetak hasil :*

printer, plotter

2.7.2.3.Perangkat Lunak (Software)

Pada sistem komputer modern, perangkat lunak yang digunakan tidak dapat berdiri sendiri, tetapi terdiri dari beberapa model layer yakni meliputi sistem operasi, program-program pendukung sistem khusus dan perangkat lunak aplikasi (*Antenicci 1991*)

Sistem operasi terdiri dari program-program yang mengawasi jalannya operasi-operasi sistem dan mengendalikan komunikasi yang terjadi di antara perangkat-perangkat keras yang terhubung ke sistem komputer yang bersangkutan.

Perangkat lunak khusus aplikasi SIG sering digunakan untuk menjalankan tugas-tugas SIG. Perangkat lunak ini tersedia dalam bentuk paket-paket perangkat lunak yang masing-masing terdiri dari multi program yang terintegrasi untuk mendukung kemampuan-kemampuan khusus untuk pemetaan, manajemen, analisis data geografis.

Perangkat lunak yang dikembangkan untuk SIG secara konseptual terdiri dari 2 bagian yaitu *paket inti* yang digunakan untuk pemetaan dasar dan management data, *aplikasi-aplikasi yang terintegrasi dengan paket inti* untuk menjalankan pemetaan khusus dan aplikasi analisis geografis.

Pemilihan perangkat lunak SIG sangat tergantung pada sejumlah faktor, termasuk tujuan aplikasi, biaya pembelian dan pemeliharaan, kesiapan dan

kemampuan personil-personil pengguna dan agen perangkat lunak yang bersangkutan.

2.7.2.4.Organisasi Pengelola dan Pemakai

Komponen organisasi dan pemakai sulit untuk dipisahkan secara jelas. Banyak SIG yang dikembangkan langsung oleh pengguna karena kebutuhan penerapan teknologi. Oleh karena itu bentuk organisasi itu harus senantiasa erat kaitannya dengan pemakai. Bentuk organisasi merupakan salah satu kunci yang menentukan tingkat keberhasilan suatu proyek SIG, yang dalam hal ini adalah organisasi yang sesuai dengan prinsip yang dikembangkan. Adanya perangkat keras dan perangkat lunak yang baik, tidak akan menghasilkan operasi dan produk yang baik dan benar jika tidak ditangani oleh staf yang seimbang baik dari segi jumlah maupun kualitas. Untuk meningkatkan kualitas staf maka perlu disusun program pendidikan yang berkesinambungan dan selalu diperbaharui secara berkala. Operasi SIG yang berbasis komputer ini membutuhkan cara kerja tersendiri, yang dapat dianalogkan sebagai suatu kesatuan lengkap antara perangkat lunak-perangkat keras dan pengelola. Agar fungsinya dapat berjalan efektif maka operasinya harus dilaksanakan dengan manajemen yang benar.

Susunan keahlian dan kemampuan pengelola SIG sangat penting untuk diselaraskan agar dapat menjalankan fungsi SIG dengan baik. Biasanya organisasi pengelola ini bervariasi, dari grup yang mengelola hal-hal yang berkaitan dengan masalah teknis. Secara sederhana keahlian yang harus ada dalam suatu SIG adalah manager SIG, pakar database, kartografer, manager sistem, programmer, dan teknisi untuk pemasukan dan pengeluaran data (*Korte 1992*).

Kelompok tersebut akan bertanggungjawab untuk mendapatkan data dan mengalirkan informasi ke pihak pengambil keputusan atau pihak yang memerlukan.

2.8. Software Aplikasi SIG

Pesatnya perkembangan teknologi komputer, baik perangkat lunak (*software*) maupun perangkat keras (*hardware*), membuat perubahan cara atau sistem yang sangat drastis di dalam menghasilkan berbagai jenis pekerjaan. Sebagai contoh dalam penyajian dan pengelolaan data, yang semula dilakukan secara manual, sekarang dapat dilakukan dengan teknologi komputer yang berbasis digital, sehingga hasil yang didapat bisa lebih tepat dan cepat.

Teknologi komputer yang berkembang saat ini, tidak hanya menyediakan tools (alat) untuk pengolah kata dan hitung menghitung saja, akan tetapi menyediakan pula perangkat lunak yang dirancang untuk kepentingan pemetaan, sehingga didapat informasi keruangan (spasial), yang dikenal dengan Sistem Informasi Geografis.

Berdasarkan kutipan Dr.Indroyono S, (*1994*) yang tertulis dalam buku Teknologi Penginderaan Jauh di Indonesia ada 11 item kriteria pemilihan perangkat lunak SIG, yaitu :

1. Mampu berinteraksi dengan salah satu jenis DBMS
2. Mampu menghitung jarak dan luas
3. Mampu membuat batas (*buffer*)
4. Mampu melakukan proses operasi aljabar
5. Mampu melakukan proses operasi bolean
6. Mampu menghitung koordinat geografis

7. Mampu melakukan proses network tracing
8. Mampu melakukan proses analisa remote sensing
9. Mampu melakukan terrain analysis spasial
10. Mampu melakukan analisa keruangan

2.8.1. Arc/Info 3.5

Perangkat lunak Arc/Info merupakan salah satu perangkat lunak yang sering digunakan dalam proses SIG berdasarkan sistem penyimpanan data vektor. Kemampuan paket program ini meliputi otomatisasi, manipulasi, analisa dan display data geografi dalam bentuk digital.

Secara umum Perangkat Lunak Arc/Info dapat dikelompokkan menjadi beberapa modul antara lain : Arc, Arcedit, Arcplot, Overlay, Data Conversation, Network dan Tables/ArcInfo.

1. *Arc* adalah modul utama di dalam ArcInfo yang merupakan langkah awal untuk mengoperasikan modul yang lainnya. Modul ini terutama berfungsi di dalam input data (digitasi), pembuatan data atribut dan sistem output (plotting)
2. *Stater Kit* adalah kunci pelindung piranti lunak untuk menjalankan bagian modul yang lainnya. Perintah di dalam stater kit juga digunakan untuk memanipulasi, menghasilkan, menciptakan dan memelihara atribut-atribut data grafik dalam liputan.
3. *Arcedit* adalah modul yang mempunyai kemampuan untuk mendeteksi data spasial, termasuk penambahan notasi dengan tanpa mengacu pada tabel atributnya.

4. *Arcplot* adalah sub sistem kartografi dan pemetaan interaktif. Dengan pemetaan arcplot dapat menampilkan data spasial atau membuat komposisi peta untuk tujuan pencetakan pada kertas (plotting).
5. *Overlay* adalah modul yang dapat digunakan untuk melakukan overlay (tumpang susun) data spasial poligon, data titik dan garis di dalam poligon dan pembuatan buffer.
6. *Data Conversation* adalah modul untuk melakukan konversi data format digital dari atau ke format ArcInfo.
7. *Network* adalah perintah analisa routing dan allocation dari data geografik. Analisa routing berfungsi untuk mencari rute optimum antara dua lokasi. Sedangkan allocation berfungsi untuk mencari lokasi penempatan resources yang optimum.
8. *Tables/Info* adalah modul yang digunakan untuk melakukan pemrosesan data atribut.

2.8.1.1.Konsep Arc/Info

Konsep Arc/Info memiliki kesamaan dengan konsep SIG yaitu :

1. Model Data dan Jenis Informasi

Model data yang dihasilkan oleh Arc/Info dalam mengorganisasikan data-data geografis adalah *model hibrid* yaitu model topologi untuk data kartografi/spasial dan *model relasional (tabular)* untuk data non spasial atau data atribut yang mendeskripsikan feature pada peta.

Model data ini sangat efisien dalam menangani 2 kelas umum dari data geografis (data spasial dan non spasial).

Arc/Info dalam memelihara hubungan data spasial dan data atribut menggunakan kode pununjuk (*identifier*) umum yang menyatakan hubungan pada tabel data spasial dan data atribut.

2.Coverage Arc/Info

Semua data pemetaan yang diubah ke dalam bentuk digital disimpan sebagai coverage. Coverage merupakan lembar peta tunggal dalam bentuk digital. Pada coverage ini semua elemen tampat (*feature*) disimpan sebagai feature coverage. Atribut feature peta digambarkan dan disimpan secara terpisah dalam tabel atribut peta. Karakteristik peta seperti skala, proyeksi dan lain-lain tidak disimpan secara explisit. Dalam sebuah coverage, kenampakan peta disimpan sebagai sekumpulan titik, garis atau poligon sederhana. Sedangkan keterangan lain seperti atribut nama peta, klasifikasi dan keterangan lainnya disimpan dalam tabel atribut feature. Jadi sebuah coverage akan berisi lokasi data dan atribut data untuk sebuah feature.

3.Feature Coverage

Merupakan coverage yang menampilkan lokasi dan atribut yang menerangkan coverage. Feature coverage diklasifikasikan jenisnya pada setiap coverage peta, yaitu :

a. Feature Coverage Utama, terdiri dari :

- ***Arcs***, menyajikan semua feature berbentuk garis dan batas dari poligon/keduanya. Satu feature garis dapat dibentuk dari beberapa arc. Arc secara topologi dhubungkan dengan *endpoint (from node to node)* dan dengan arc pada setiap sisi pada area tersebut.

Data deskriptif mengenai arc disimpan dalam Arc Atribut Table (AAT).

- ***Nodes***, menggambarkan titik awal dan titik akhir dari sebuah arc dan perpotongan dari feature garis.

  Node secara topologi dihubungkan dengan sekumpulan arc yang menyatukan node dari sebuah arc dengan node dari arc lain.

- ***Poligon***, menyajikan feature area.

  Poligon secara topologi ditentukan dengan sederet arc yang menyusun batas dari area tersebut. Data deskriptif poligon disimpan dalam Poligon Atribut Table (PAT).

- ***Label Point***, digunakan untuk menyajikan feature titik, mengidentifikasikan User_ID poligon dan menempatkan teks label dalam poligon.

b. Feature Coverage Sekunder, terdiri dari :

- *Tics*, adalah titik kontrol geografis pada sebuah coverage. Tics biasanya didapat dari titik referensi yang diketahui dari peta dasar (*basemap*).

  Tics memungkinkan semua feature coverage untuk diregistrasikan ke dalam sistem koordinat umum, misalnya sistem koordinat kartesian.

  Tics digunakan sebagai orientasi coverage selama pendigitasian untuk menggabungkan peta dan overlay (*map composed*) serta untuk pengeplotan. Minimal harus dibuat 4 titik tics untuk setiap coverage, tic-tic tersebut digunakan secara otomatis untuk transformasi koordinat digitizer ke dalam koordinat coverage.

Setelah semua harga tic dimasukkan, ADS menghitung dan menampilkan skala transformasi dan RMS Error.

RMS Error adalah kesalahan yang dibuat antara tic yang tepat dengan hasil digitasi lebih dari nilai maximum tersebut, maka pendigitasian tic harus diulangi lagi.

- *Annotation*, merupakan teks yang digunakan untuk memberi label pada coverage feature. Annotation hanya digunakan untuk tujuan tampilan saja dan secara topologi tidak dihubungkan dengan feature lainnya. Sehingga annotation tidak dapat digunakan dalam proses analisis.
- *Coverage Extent / BND*, merupakan batasan peta yang menentukan batas koordinat maximum dan koordinat minimum dari sebuah coverage yang berbentuk segi empat.

4.Tabel Atribut Feature Coverage

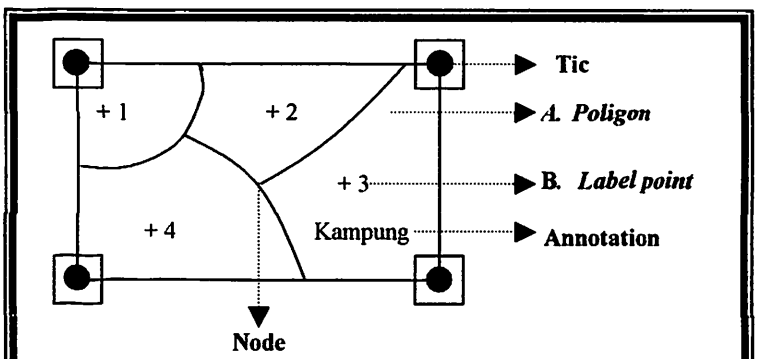
Atribut feature merupakan deskripsi dari suatu feature yang disimpan dalam tabel atribut feature. Pada paket program ini, atribut dilaksanakan untuk arc, poligon dan titik label (*label point*).

Tabel atribut merupakan bagian integral dari coverage dan dimanipulasi untuk berbagai tipe analisa. Jadi perbedaan utama dengan anotasi adalah tidak dapat digunakan untuk analisis, karena bukan merupakan bagian integral dari sebuah coverage. Walaupun isi tabel atribut feature bervariasi untuk setiap kelas feature yang berbeda, Arc/Info selalu menambahkan 2 item identifier untuk setiap tabel atribut feature, yaitu :

- *Internal Number* : merupakan nomor segmen unik yang dihasilkan secara otomatis dengan perangkat lunak ini.

- *User_ID* : merupakan nomor bagi setiap feature dan digunakan oleh user.

Kedua item ini digunakan sebagai penghubung topologi di antara lokasi feature dan atributnya.

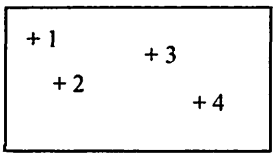


Gambar 2.11. Coverage

5.Penyimpanan Data Geografis

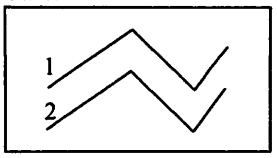
Basis data peta digital terdiri dari 2 jenis informasi meliputi informasi spasial dan non spasial. Informasi ini disimpan dalam komputer sebagai rangkaian data yang saling terkait. Data coverage data geografis diorganisasikan dalam direktori dan nama coverage tergantung pada kumpulan kelas feature yang terdapat pada coverage tersebut. Data setiap titik direkam sebagai pasangan koordinat x, y yang berurutan. Arc direkam sebagai rangkaian koordinat x, y yang menentukan segmen garis yang mengelilingi area. Koordinat disimpan melalui nomor urut/identifier dengan daftar koordinat tiap feature seperti contoh berikut :

Titik



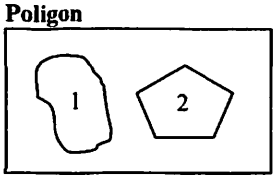
Titik Nomor	Koordinat
1	2,4
2	3,2
3	5,3
4	6,2

Garis



Garis Nomor	Koordinat
1	1,5 3,6 6,5 7,6
2	1,1 3,3 6,2 7,3

Poligon



Poligon Nomor	Koordinat
1	2,4 2,5 3,6 4,5 3,4 2,4
2	3,2 3,3 4,3 5,4 6,2 5,1 4,1 4,2 3,6

Gambar 2.12. Penyimpanan Koordinat
(Sumber : PC Understanding GIS, ESRI 1999)

Penyimpanan feature arc dalam file penyimpanan informasi. Arc terdiri dari 2 data yaitu data relasional/spasial yang disimpan dalam file arc dan data atribut yang disimpan dalam AAT.

Penyimpanan file meliputi :

1. *File Arc* : untuk data spasial yang meliputi dimensi keruangan yang disimpan dalam file arc yang meliputi :
   a. Internal Number Arc
   b. User_ID Arc
   c. Jumlah titik yang menentukan arc
   d. Sistem koordinat yang menyusun arc
   e. Informasi topologi untuk arc terdiri dari :
      - Internal number from-node (titik awal arc)
      - Internal number to-node (titik akhir arc)

- Internal number poligon pada sisi kanan arc
- Internal number pada sisi kiri arc

2. *File informasi* yaitu file untuk menyimpan data atribut dalam bentuk AAT meliputi :
   a. Internal number from-node (FNODE)
   b. Internal number to-node (TNODE)
   c. Internal number poligon jika ada, baik di kiri/kanan (RPOLY/LPOY)
   d. Panjang (LENGHT)
   e. Nama Coverage (COVER#)
   f. User_ID (COVER_ID)

6.Membangun Topologi

Topologi merupakan langkah matematik untuk menentukan secara eksplisit hubungan spasial. Untuk peta, topologi menentukan satu feature, misalnya area sebagai kumpulan dari feature lainnya. Jadi *topologi merupakan hubungan yang digunakan untuk menyajikan persambungan (connectivity) atau pertemuan (contiguity) di antara feature.*

Dengan penyimpanan lokasi mengenai lokasi feature yang berhubungan dengan feature lain, topologi menyediakan basis untuk jenis analisa geografis tanpa harus menggunakan lokasi yang sebenarnya, artinya persambungan, pencarian suatu jalur dan pertemuan di antara feature semuanya diturunkan melalui topologi bukan melalui file koordinat.

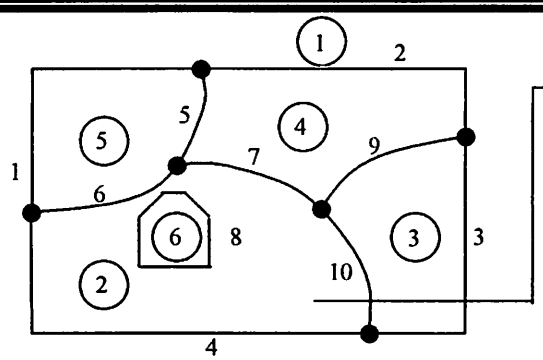
Dalam Arc/Info topologi ada beberapa jenis, yaitu meliputi :

a. *Topologi Poligon Arc*

Poligon disajikan sebagai suatu rangkaian koordinat x, y yang berhubungan untuk mengelilingi area. Pada sistem Arc/Info poligon tidak disimpan dalam bentuk koordinat x, y yang tertutup tapi dalam bentuk kumpulan arc yang menyusun area tersebut. Walaupun arc kemungkinan akan tampak ada daftar arc untuk lebih dari satu poligon, tapi setiap arc disimpan 1x. Penyimpanan yang 1x mengurangi jumlah data dan juga mengartikan bahwa batas dari poligon yang bersebelahan tidak tumpang tindih.

Sistem membangun topologi pada Arc/Info :

- Arc disimpan sebagai rangkaian koordinat x, y yang berurutan. Urutan penyimpanan koordinat menurut arah dari arc.
- Untuk setiap User_ID, semua arc pada coverage peta diberi nomor secara berurutan dari 1 hingga n. Nomor urut ini disebut *arc internal.*
- Poligon dibatasi oleh sejumlah arc dan daftar arc yang menyusun batas-batas poligon.
- Daftar poligon atau arc itu dibuat dan diperbaharui secara otomatis dengan perintah BUILD & CLEAN.



Area	Garis
2	4, 5, 7, 10, 6
3	3, 10, 9
4	7, 5, 2, 9
5	1, 5, 6
6	8

Garis	Koordinat
1	5,3 5,5 8,5
2	8,5 20,5 ,...
3	20,4 20,1 ,...
4	18,1 5,1 5,3
5	7,4 9,5
6	7,4 6,2 ,...
7	

Gambar 2.13.Topologi Poligon Arc
(Sumber : PC Understanding GIS, ESRI 1999)

b. Topologi Kiri – Kanan

Merupakan topologi yang dibangun berdasarkan daftar poligon sisi kiri dan kanan dari setiap arc. Dengan demikian poligon yang sama-sama menggunakan umum merupakan poligon bersebelahan.

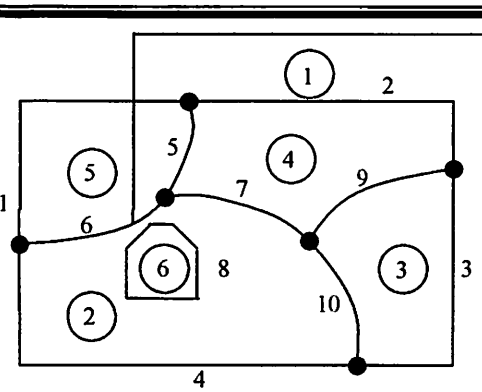
Poligon yang berada di luar batas area disebut *poligon ekstenal (poligon universal).*

Langkah proses membangun topologi kiri-kanan :

- Semua arc pada coverage peta diberi nomor secara berurutan dari 1 hingga n yang merupakan bilangan bulat yang lebih besar dari 1 atau sama dengan 1.
- Semua arc mempunyai arah. Arah dimulai dari salah satu node (*from-node*) dan diakhiri pada node yang lainnya (*to-node*).
- Setelah poligon dibuat, selanjutnya masing-masing diberi nomor secara berurutan.

- Karena setiap arc memiliki arah dan punya poligon di salah satu sisinya , sehingga dapat diketahui nomor poligon intenal kiri kanan dari arc tersebut.
- Batas arc juga mempunyai batas kiri kanan. Sehingga arc pada bagian luar peta dianggap sebagai poligon dan selalu ditandai sebagai nomor urut poligon sama dengan 1. Poligon ini dianggap sebagai poligon ekstenal / poligon seluruh bidang (*universal*).
- Jika arc digunakan untuk menyajikan feature garis, bukan sebagai bentuk batasan poligon, maka nomor poligon kiri/kanan sama dengan 0

  Daftar poligon kiri/kanan dapat diperbaharui dengan perintah BUILD & CLEAN.



DAFTAR POLIGON KIRI KANAN

ARC	LPOLY	RPOLY
1	1	5
2	1	4
3	1	3
4	1	2
5	5	4
6	2	5
7	2	4

DAFTAR KOORDINAT ARC

Garis	Koordinat (x,y)
1	5,3 5,5 8,5
2	8,5 20,5 ,...
3	20,4 20,1 ,...
4	18,1 5,1 5,3
5	7,4 9,5
6	7,4 6,2 ,...

Gambar 2.14.Topologi Kiri/Kanan
(Sumber : PC Understanding GIS, ESRI 1999)

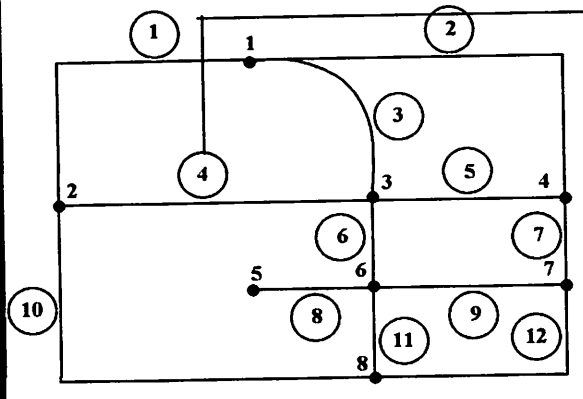
c. *Topologi Arc – Node*

Node merupakan titik awal dan titik akhir dari arc.

Node membantu menyimpan arah arc secara eksplisit dengan menelusuri semua arc yang bertemu pada satu node, maka Arc/Info akan mengetahui arc yang saling berhubungan 1 dengan lainnya. Pada ilustrasi gambar berikut, arc 3,4,5,6 semua bergandengan node 3. Komputer mengetahui ada rangkaian untuk melewati sepanjang arc 5 dan berbelok ke arc 3 karena arc tersebut menggunakan bersama-sama node umum (node 3) tapi tidak mungkin berbelok langsung dari arc 5 ke arc 9 karena kedua arc tersebut tidak menggunakan arc umum.

Langkah pembuatan topologi arc-node :

- Semua arc pada coverage peta diberi nomor secara berurutan dari 1 hingga n.
- Semua node (titik akhir arc) juga diberi nomor secara urut.
- Karena arc memiliki nomor, maka node dari sebuah arc dibandingkan dengan arc lainnya untuk mengidentifikasi arc yang menggunakan node umum bersama nomor node untuk semua arc yang menggunakan node umum adalah sama.



DAFTAR ARC NODE

Arc	Node Awal	Node Akhir
1	2	1
2	1	4
4	2	3
5	4	3
6	3	6
7	4	7
8	5	6
9	6	7
10	2	8
11	6	8
12	8	7

DAFTAR KOORDINAT ARC

Arc	Koordinat (x,y)
1	5,5 5,7 8,7
2	8,7 11,7 11,5
3	8,7 ... 9,5
4	5,5 ... 9,5

Gambar 2.15.Topologi Arc Node
(Sumber : PC Understanding GIS, ESRI 1999)

Transformasi menyajikan informasi geografis tambahan didasarkan pada 2 feature koordinat yang sederhana yaitu arc dan titik level. Topologi disimpan sebagai daftar yang sederhana dari nomor feature internal yang digunakan untuk menyajikan pembatasan area dengan menggunakan poligon. Arc dengan menggunakan pengenal from-node dan to-node.

Arc/Info membuat dan menjaga topologi feature secara otomatis melalui perintah BUILD & CLEAN. Lokasi feature dan topologi disimpan dalam file coverage yang khusus pada sub direktori yang telah diberi nama "*coverage*". Direktori coverage dan file coverage dibuat secara otomatis oleh Arc/Info pada saat coverage dibuat.

7.Transformasi Koordinat

Pada saat digitasi, koordinat x, y pada awalnya disimpan pada koordinat digitizer. Untuk mendayagunakan informasi ini dan juga menentukan faktor skala, diperlukan untuk mengkonversikan ukuran ini ke sistem koordinat bumi riil pada proyeksi yang sama seperti pada aslinya. Proses ini dikenal dengan *transformasi.*

Titik yang menyajikan tic dapat ditempatkan pada peta dengan mengidentifikasi koordinat x, y dari sistem koordinat bumi riil yang diketahui. Titik ini biasanya diberikan dalam unit proyeksi peta, biasanya meter/feet dan derajat lintang bujur.

Seringkali koordinat bumi riil untuk tic ini dapat diperoleh langsung dari peta asli, tapi jika koordinat ini tidak tersedia maka nilai x, y bisa dipakai untuk mengidentifikasi titik registrasi geografi, yang selanjutnya dikonversi ke koordinat pada proyeksi yang sama seperti yang dipakai pada basemap.

Secara khusus 5 tabel tic disusun secara manual, sebelum pemrosesan dilaksanakan tabel ini diberi daftar dari semua nomor tic dan referensi lokasional yang diketahui lokasi tic pada koordinat peta yang terproyeksi. Proses transformasi mengkonversikan sistem koordinat digitizer yang ada ke koordinat bumi riil. Jika lokasi tic pada lintang bujur, maka tic ini harus dikonversikan ke dalam proyeksi peta dasar sebelum dilaksanakannya transformasi.

Proses digitasi dengan digitizer memindahkan sistem koordinat peta ke koordinat digitizer. Untuk itu peta minimal memiliki 3 titik kontrol. Melalui persamaan transformasi, titik-titik dengan koordinat peta diubah dan ditampilkan di layar dengan persamaan transformasi affine.

8. Sistem Manajemen Basis Data

Sistem Manajemen Basis Data bertujuan untuk mengelola data yang digunakan secara bersamaan dengan satu tujuan dan terintegrasi ke dalam basis data.Sistem Manajemen Basis Data merupakan "interface" yang mengatur :

- Bagaimana struktur data yang ada akan disimpan dan dapat digunakan kembali dengan mudah, misalnya untuk mencari kembali data (*retrieval data*).
- Prosedur untuk mengakses data
- Pembentukan file, modifikasi, penyimpanan, up-dating dan proteksi file.

Keuntungan menggunakan Sistem Manajemen Basis Data :

- menghindari adanya redudancy dan tidak konsistennya data
- menjamin adanya pembaharuan data
- memungkinkan adanya berbagai pemakaian data
- mengecek keamanan (*security*) data

2.8.2. ArcView

ArcView merupakan salah satu perangkat lunak desktop SIG dan pemetaan yang telah dikembangkan oleh ESRI. Dengan ArcView, pengguna dapat memiliki kemampuan-kemampuan untuk melakukan visualisasi, meng-explore, menjawab query (baik basis data spasial maupun non spasial), menganalisis data secara geografis, dan sebagainya.

Seperti juga Arc/Info, ArcView memiliki modul-modul aplikasi yang dapat digunakan untuk melakukan analisis tertentu, yaitu :

1. *Modul Standard*, merupakan paket ArcView yang dapat digunakan untuk membangun dan mengelola data spasial dan data non spasial.
2. *Modul Spatial Analyst*, yang dapat melakukan berbagai analisis spasial seperti yang dapat dilakukan pada Arc/Info.
3. *Modul Network Analyst*, yang dapat digunakan untuk melakukan analisis data jaringan (*routing*).
4. *Modul 3D Analyst*, yang memiliki kemampuan untuk melakukan analisis data 3D.
5. *Modul Image Analyst*, yang digunakan untuk melakukan display dan analisis-analisis standar terhadap data-data citra satelit.
6. *Modul ArcView Internet Map Server (IMS)*, yang digunakan untuk display dan akses data spasial melalui internet.

Dengan ArcView kita dapat melakukan beberapa pekerjaan, antara lain :

1. Dapat membaca data spasial raster yang dituliskan dalam format-format perangkat lunak SIG dan penginderaan jauh, misalnya : JPEG, BMP, TIFF, GeoTIFF, BSQ, BIL, BIP, ERDAS (LAN & GIS), ERDAS Imagine, GRID ArcInfo, raster SUN, dan sebagainya.
2. Dapat membaca data spasial vektor yang dituliskan dalam format-format perangkat lunak SIG lainnya (*import*), misalnya : ArcInfo (*coverage*), MapInfo (MIF), AutoCad (DWG dan DXF), dan sebagainya.
3. Melakukan analisis statistik dan operasi-operasi matematis.
4. Menampilkan informasi (basis data) spasial maupun atribut.
5. Menggunakan fasilitas SQL untuk mengambil record-record suatu basis data untuk kemudian menampilkan petanya.

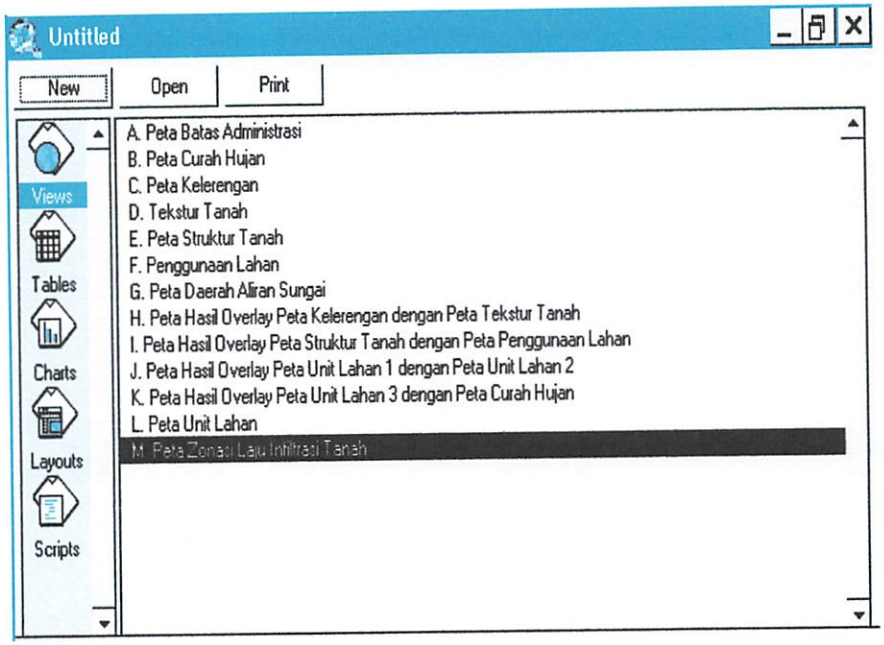
6. Menampilkan feature dengan simbol yang berbeda menurut atributnya.
7. Memilih feature berdasarkan atribut tertentu.
8. Menentukan lokasi feature-feature yang sama.
9. Membuat grafik sesuai atributnya.
10. Mengatur tata letak peta untuk dicetak.
11. Melakukan ekspor – impor data.
12. Membuat suatu aplikasi untuk penggunaan lain.

ArcView mengorganisasikan sistem perangkat lunaknya sedemikian rupa sehingga dapat dikelompokkan ke dalam beberapa komponen-komponen penting sebagai berikut :

1. Project

Project merupakan suatu unit organisasi tertinggi di dalam ArcView. Project dalam ArcView mirip dengan project yang dimiliki oleh bahasa-pemrograman komputer (C/C++, Pascal/Delphi, Basic, dan sebagainya), atau paling tidak merupakan suatu file kerja yang dapat digunakan untuk menyimpan, mengelompokkan, dan mengorganisasikan semua komponen-komponen program : view, theme, table, chart, layout, dan script dalam satu kesatuan yang utuh. Sebuah project merupakan kumpulan windows dan dokumen yang dapat diaktifkan dan ditampilkan selama bekerja dengan ArcView. Project Arcview diimplementasikan ke dalam sebuah file teks (ASCII) dengan nama belakang (extention) ".APR". Sebuah project berisi pointers yang merujuk pada lokasi fisik (direktori di dalam disk) dimana dokumen-dokumen tersebut disimpan, selain juga menyimpan informasi-informasi pilihan pengguna (user preferences) untuk project-nya (ukuran, simbol, warna, dan sebagainya). Pilihan-pilihan pengguna

yang disimpan di dalam project ini hanya mengatur bagaimana cara basis datanya ditampilkan – tidak mempengaruhi data itu sendiri. Semua dokumen yang terdapat di dalam sebuah project dapat diaktifkan, dilihat, dan diakses melalui project windows.



Gambar 2.16. Project pada ArcView

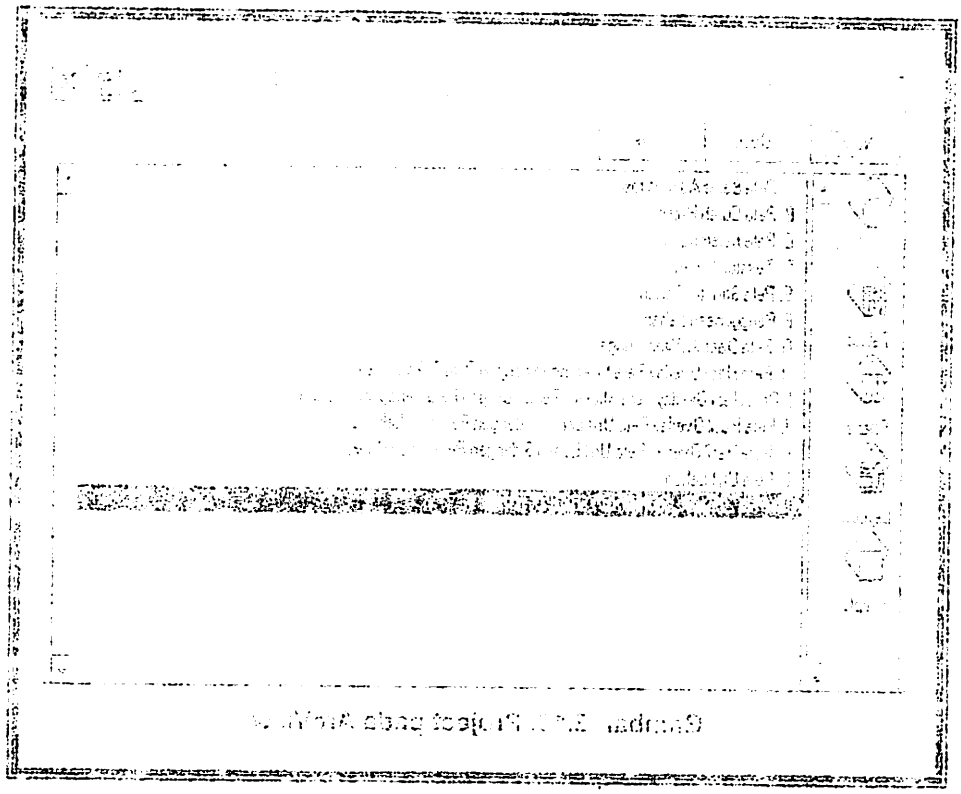
2. *Theme*

Theme merupakan suatu bangunan dasar sistem ArcView. Theme merupakan kumpulan dari beberapa layer ArcView yang membentuk suatu layer tematik tertentu. Sumber data yang dapat direpresentasikan sebagai theme adalah *shapefile, coverage* (ArcInfo), dan citra raster.

3. *View*

View mengorganisasikan theme. Sebuah view merupakan representasi grafis informasi spasial dan dapat menampung beberapa "layer" atau "theme" informasi spasial (titik, garis, poligon, dan citra raster). Sebagai contoh posisi-

yang disimpan di dalam project ini hanya mengatur bagaimana cara basis datanya ditampilkan – tidak memperpanjang data itu sendiri. Semua dokumen yang tercakup di dalam sebuah project dapat diakifkan, dilihat, dan diakses melalui project windows.



Gambar 3.2 Project pada ArcView

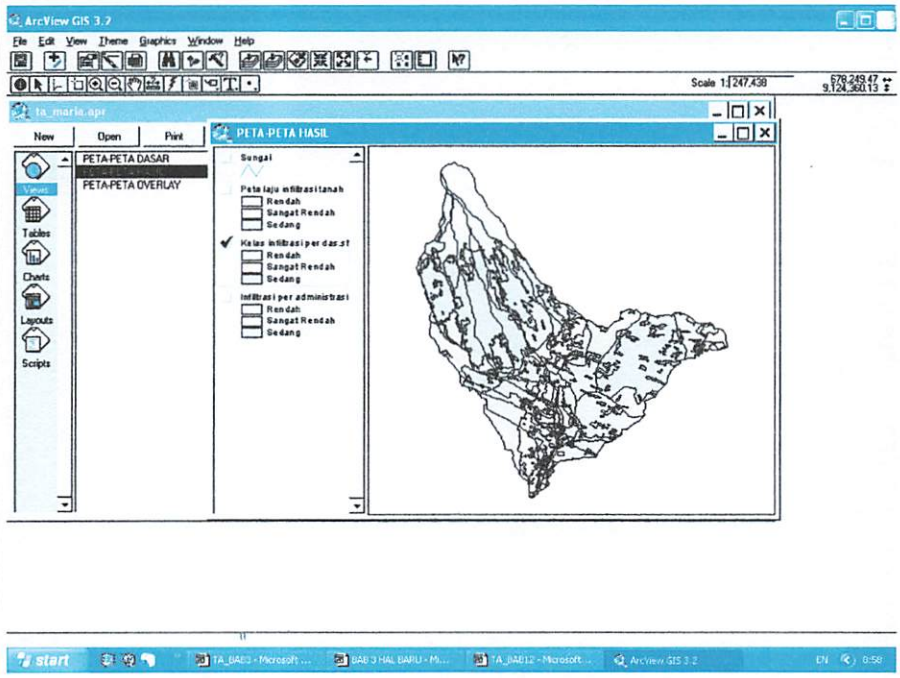
2. Theme

Theme merupakan suatu bangunan dasar sistem ArcView. Theme merupakan kumpulan dari beberapa layer ArcView yang merepresentasikan suatu layer tematik tertentu. Sumber data yang dapat direpresentasikan sebagai theme adalah shapefile, coverage (ArcInfo), dan citra raster.

3. View

View mengorganisasikan theme. Sebuah view merupakan representasi grafis informasi spasial dan dapat menampung beberapa "layer" atau "theme" informasi spasial (titik, garis, poligon, dan citra raster). Sebagai contoh posisi

posisi kota (titik), sungai-sungai (garis), dan batas propinsi (poligon) dapat membentuk sebuah theme dalam sebuah view.

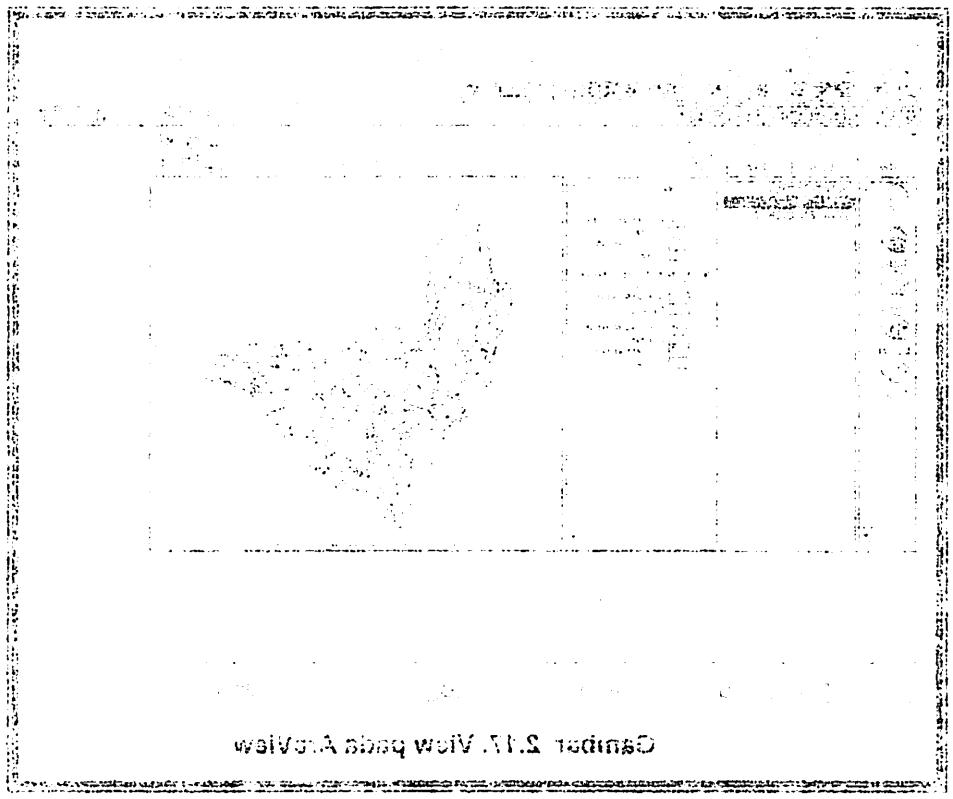


Gambar 2.17. View pada ArcView

4. *Table*

Sebuah table merupakan representasi data ArcView dalam bentuk sebuah tabel.Sebuah tabel akan berisi informasi deskriptif mengenai layer tertentu. Setiap baris data (*record*) mendefinisikan sebuah entry (misalnya informasi mengenai salah satu poligon batas propinsi) di dalam basis data spasialnya : setiap kolom (*field*) mendefinisikan atribut atau karakteristik dari entry (misalnya : nama, luas, keliling, atau populasi suatu propinsi) yang bersangkutan. Dari sisi pengguna tanpa memperhatikan sumber-sumbernya, semua tabel adalah sama. ArcView mendefinisikan tamplate standard untuk merujuk tabel yang diakses.

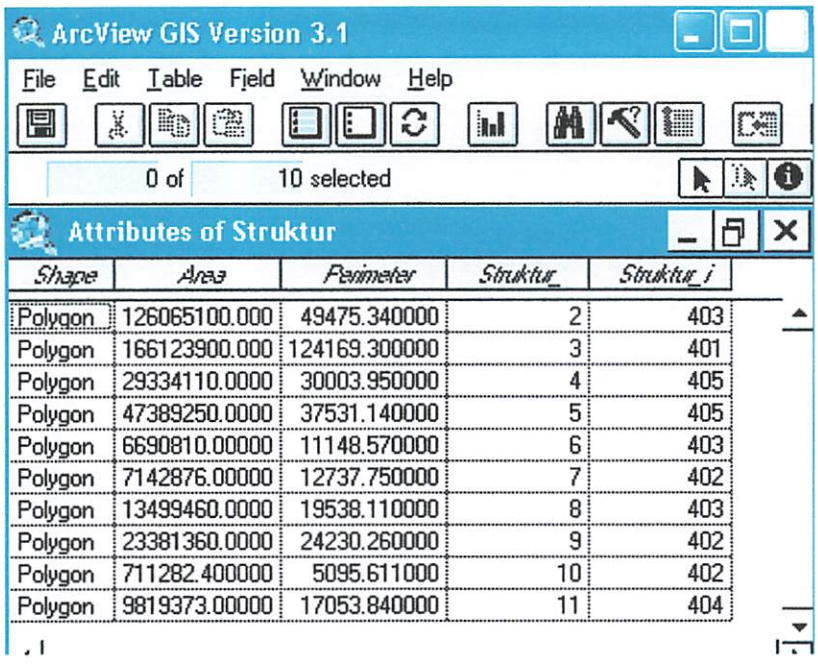
posisi kota (titik), sungai-sungai (garis), dan batas propinsi (poligon) dapat membentuk sebuah theme dalam sebuah view.



Gambar 2.17. View pada ArcView

4. Table

Sebuah table merupakan representasi data ArcView dalam bentuk sebuah tabel.Sebuah tabel akan berisi informasi deskriptif mengenai layer tertentu. Setiap baris data (record) mendefinisikan sebuah entry (misalnya informasi mengenai salah satu poligon batas propinsi) di dalam basis data spasialnya ; setiap kolom (field) mendefinisikan atribut atau karakteristik dari entry (misalnya : nama, luas, kelilling, atau jumlah suatu propinsi) yang bersangkutan. Dari sisi penggunaan tanpa mempertimbangkan sumber-sumbernya, semua tabel adalah sama. ArcView mendefinisikan tamplate standard untuk menjuk tabel yang diakses.

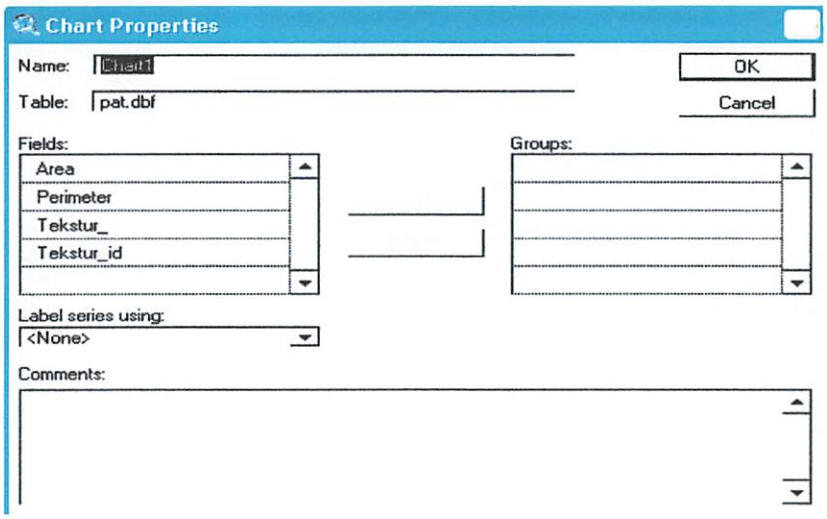


Shape	Area	Perimeter	Struktur_	Struktur_i
Polygon	126065100.000	49475.340000	2	403
Polygon	166123900.000	124169.300000	3	401
Polygon	29334110.0000	30003.950000	4	405
Polygon	47389250.0000	37531.140000	5	405
Polygon	6690810.00000	11148.570000	6	403
Polygon	7142876.00000	12737.750000	7	402
Polygon	13499460.0000	19538.110000	8	403
Polygon	23381360.0000	24230.260000	9	402
Polygon	711282.400000	5095.611000	10	402
Polygon	9819373.00000	17053.840000	11	404

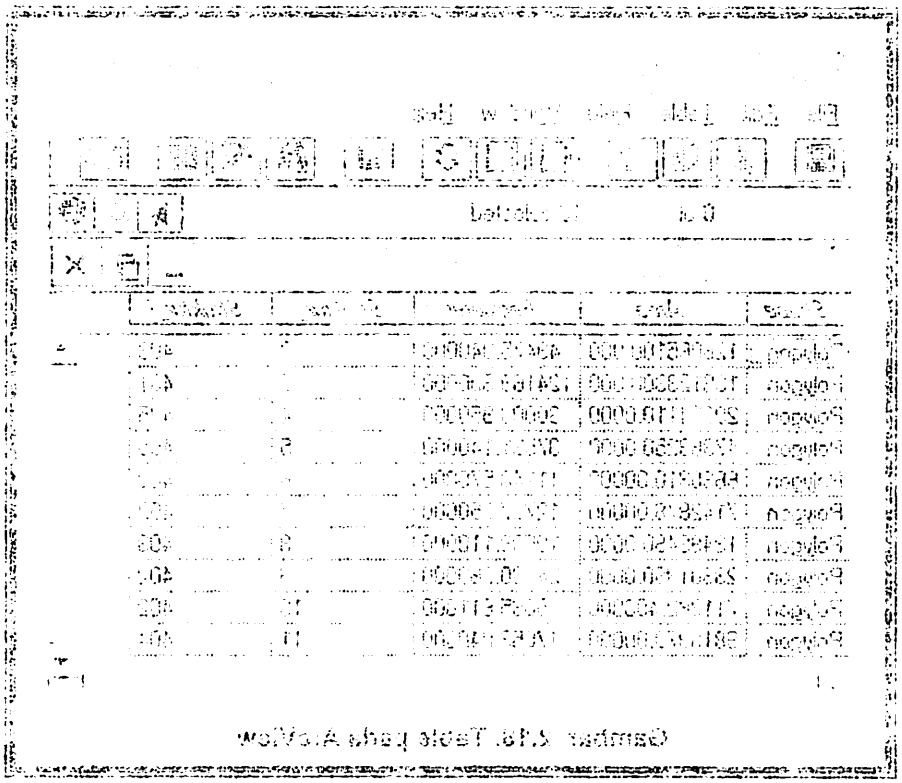
Gambar 2.18. Table pada ArcView

5. *Chart*

Chart merupakan representasi grafis dari resume tabel data. Chart juga bisa merupakan hasil suatu query terhadap suatu tabel data. Bentuk chart yang didukung oleh ArcView adalah line, bar, column, xy scatter, area, dan pie.



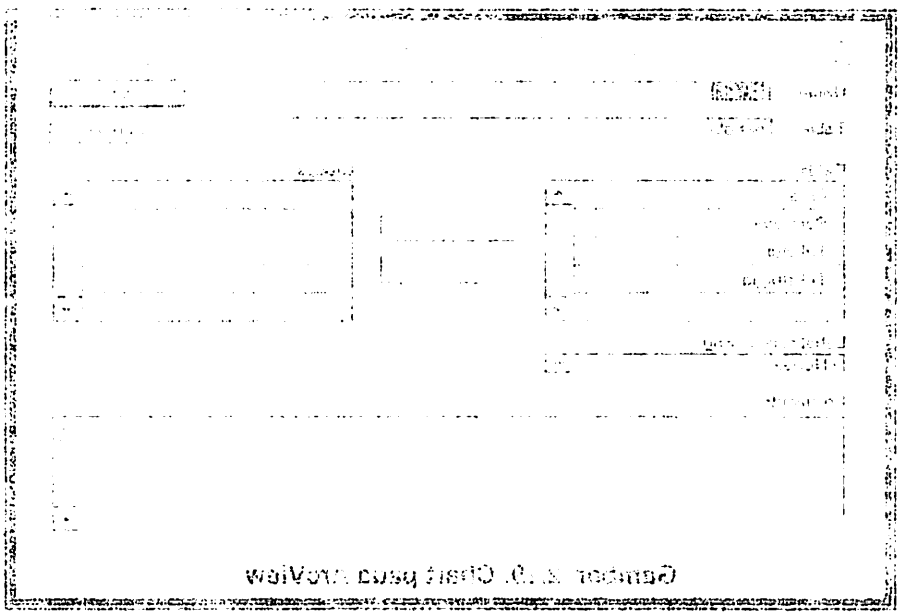
Gambar 2.19. Chart pada ArcView



Gambar 2.18. Table pada ArcView

5. Chart

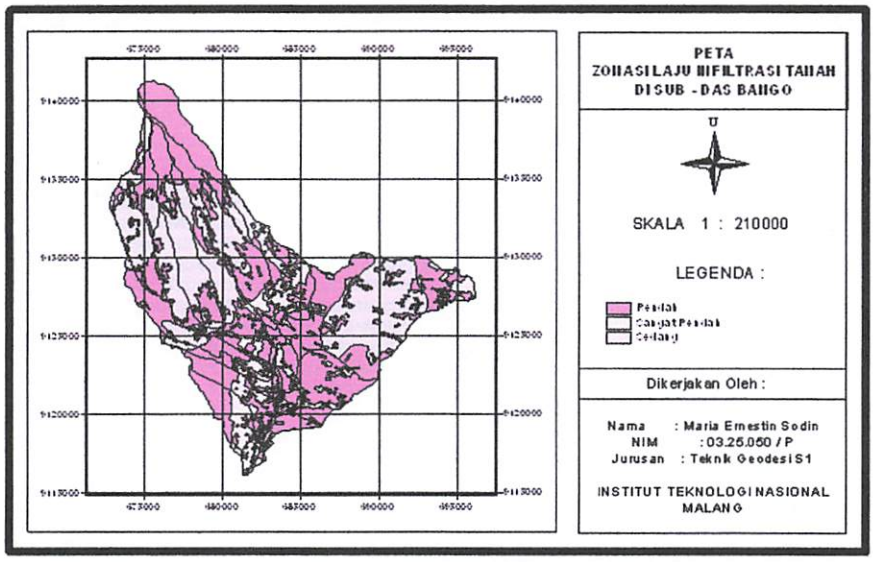
Chart merupakan representasi grafis dari resume tabel data. Chart juga bisa merupakan hasil suatu query terhadap suatu tabel data. Bentuk chart yang didukung oleh ArcView adalah line, bar, column, xy scatter, area, dan pie.



Gambar 2.19. Chart pada ArcView

6. *Layout*

Layout digunakan untuk menggabungkan semua dokumen (view, table, dan chart) ke dalam suatu dokumen yang siap cetak (biasanya dipersiapkan untuk pembuatan hardcopy).



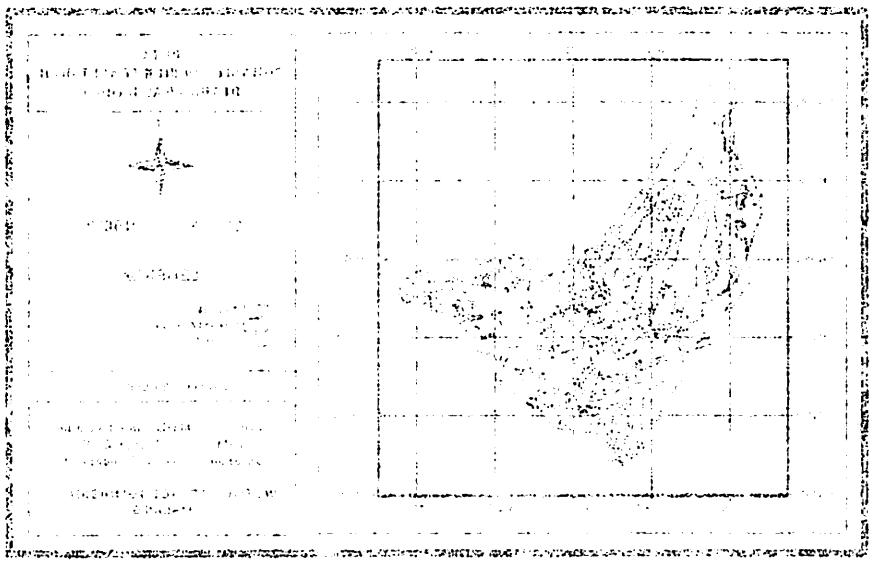
Gambar 2.20. Layout pada ArcView

7. *Script*

Script merupakan bahasa (semi) pemrograman sederhana (makro) yang digunakan untuk mengotomatisasi kerja ArcView. ArcView menyediakan bahasa sederhana ini dengan sebutan *Avenue*. Dengan Avenue pengguna dapat memodifikasi tampilan (*user interface*) ArcView, membuat program, menyederhanakan tugas-tugas yang kompleks, dan berkomunikasi dengan aplikas-aplikasi lain (misalnya dengan ArcInfo, basis data relasional atau lembar kerja elektronik). Singkatnya dengan script, ArcView dapat dicostumized sedemikian rupa hingga dapat secara optimal memenuhi kebutuhan pengguna untuk tugas-tugas dan aplikasi tertentu.

6. Layout

Layout digunakan untuk menggabungkan semua dokumen (view, table, dan chart) ke dalam suatu dokumen yang siap cetak (bisanya dipersiapkan untuk pembuatan hardcopy).



Gambar 2.20. Layout pada ArcView

7. Script

Script merupakan bahasa (semi) pemrograman sederhana (makro) yang digunakan untuk mengotomatisasi kerja ArcView. ArcView menyediakan bahasa sederhana ini dengan sebutan Avenue. Dengan Avenue penggguna dapat memodifikasi tampilan (user interface) ArcView, membuat program, menyederhanakan tugas-tugas yang kompleks, dan berkomunikasi dengan aplikasi-aplikasi lain (misalnya dengan ArcInfo, basis data relasional atau lembar kerja elektronik). Singkatnya dengan script, ArcView dapat dicustumized sedemikian rupa hingga dapat secara optimal memenuhi kebutuhan penggguna untuk tugas-tugas dan aplikasi tertentu

2.9. Analisa Data dalam SIG

Data manipulasi dan analisa berfungsi untuk membentuk informasi dari SIG. Dilakukan spasial analisa yang merupakan proses dari modelling, pengujian dan penafsiran dari hasil-hasil data model. Mungkin berupa penggalian atau pembentukan informasi baru dari sebuah kumpulan unsur-unsur geografi. Contoh proses didalam analisa SIG antara lain : Buffering, Overlaying, Tranformasi, dan lain-lain.

Buffering adalah merupakan suatu proses untuk membantu sebuah zone (wilayah) yang mengelilingi unsur-unsur yang ada dalam file coverage dengan jarak tertentu. Misalnya untuk mengetahui unsur-unsur apa saja di 20 m kanan-kiri sepanjang sungai, maka dilakukan buffer sungai dengan radius 20 m.

Gambar 2.21. Buffering

Overlay (analisa tumpang susun) merupakan proses penggabungan dua file coverage untuk membentuk file coverage baru.

Pada prinsipnya ada 2 tipe dari pelaksanaan overlay, yaitu dengan fungsi logikal dan aritmatika.

- *Logikal* : merupakan tipe pelaksanaan overlay yang meliputi pencarian pada seluruh area, dimana ditentukan dengan kondisi-kondisi yang spesifik bersamaan terjadi / tidak terjadi.
- *Aritmatika* : merupakan tipe pelaksanaan overlay dengan cara penambahan, pengurangan, pembagian dan perkalian dari masing-

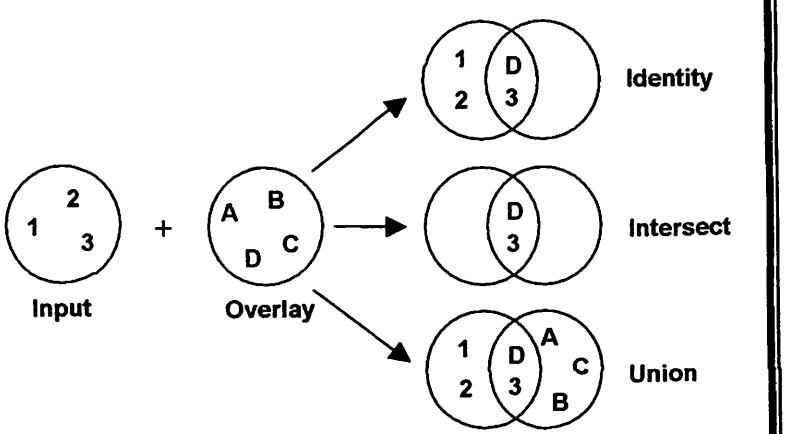
masing nilai pada data layer I dengan nilai yang berhubungan pada data yang terletak pada layer II.

Adapun perintah-perintah yang digunakan dalam analisa overlay ini adalah :

a. Union : Overlay poligon dan menyimpan semua area dari kedua coverage

b. Identity : Overlay titik, garis, atau poligon pada poligon dan menyimpan semua feature input.

c. Intersect : Overlay titik, garis, atau poligon pada poligon tetapi hanya menyimpan bagian coverage input yang berada dalam coverage overlay.



Gambar 2.22. Analisa Overlay

Program overlay memiliki 6 macam menu utama, yaitu :

1. *Spasial Join* : berfungsi untuk menumpang susunkan beberapa coverage menjadi satu coverage.
2. *Buffer Generation* : berfungsi untuk merubah feature titik dan garis menjadi suatu poligon.

3. *Feature Extraction* : berfungsi untuk mengeluarkan, menghapus, mengutip feature dari sebuah coverage. Juga dapat memisahkan coverage tunggal menjadi beberapa coverage.
4. *Feature Merging* : berfungsi untuk menggabungkan poligon yang bersebelahan dan menghapus garis yang dijadikan sebagai batas penggabungan tersebut.
5. *Map Database Merging and Splitting* : berfungsi untuk menggabungkan beberapa coverage menjadi satu coverage serta dapat memecahkan satu coverge menjadi beberapa coverage.
6. *Map Update* : berfungsi untuk mengganti area dalam coverage dengan cara memotong kemudian menggantinya.

BAB III

PELAKSANAAN PENELITIAN

3.1. Deskripsi Lokasi Penelitian

3.1.1. Karakteristik Umum

Kabupaten Malang terletak pada wilayah dataran tinggi bagian tengah Propinsi Jawa Timur. Kawasan ini dikelilingi oleh pegunungan yaitu Penggunungan Tengger di sebelah timur, Gunung Kawi dan Kelud di sebelah barat serta Gunung Arjuna dan Welirang di bagian utara sedangkan untuk posisinya terletak pada koordinat 112°17'10,9" – 112°57'0,0" BT dan 7°44'55,11" – 8°26'35,45" LS, dengan luas wilayah Kabupaten Malang 334.787 Ha. Secara keseluruhan wilayah Kabupaten Malang terdiri dari 35 kecamatan yang tersebar pada wilayah perkotaan dan pedesaan.

Objek dan cakupan wilayah dalam penelitian ini adalah meliputi bagian utara dari Kabupaten Malang yang merupakan daerah aliran sungai Bango, yang meliputi 9 kecamatan yaitu : Kecamatan Karangploso, Kecamatan Singosari, Kecamatan Lawang, Kecamatan Jabung, Kecamatan Pakis, Kecamatan Blimbing, Kecamatan Lowokwaru, Kecamatan Klojen dan Kecamatan Kedungkandang.

Secara visual deskripsi cakupan wilayah dalam penelitian ini adalah seperti ditunjukkan pada gambar 3.1 berikut ini :

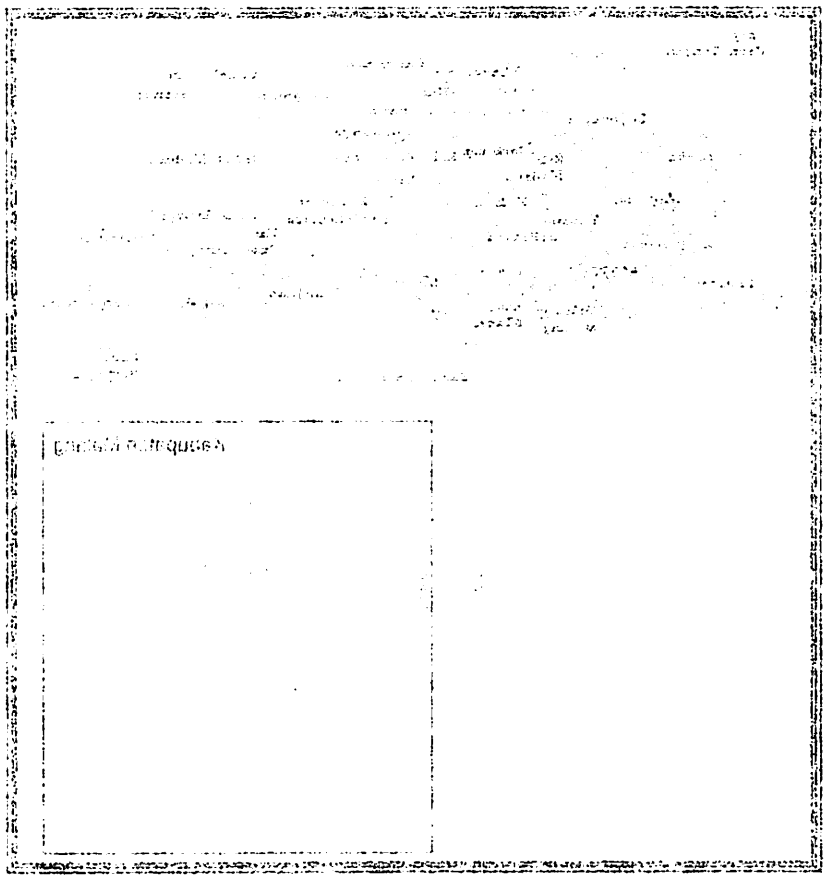
Gambar 3.1. Cakupan Wilayah Penelitian di Kabupaten Malang

Keterangan :

Karangploso	Singosari	Pakis
Lawang	Jabung	Lowokwaru
Blimbing	Kedungkandang	Klojen

Dengan memperhatikan gambar 3.1, maka wilayah-wilayah yang berbatasan dengan 9 kecamatan tersebut adalah sebagai berikut :

- Sebelah barat : Kecamatan Batu, Kecamatan Pujon, Kecamatan Dau, Kecamatan Wagir.
- Sebelah utara : Kabupaten Pasuruan
- Sebelah timur : Kabupaten Probolinggo



Gambar 3.1. Cakupan Wilayah Penelitian di Kabupaten Malang

Keterangan

Karangploso	Singosari	Pulos
Lawang	Jabung	Lowokwaru
Blimbing	Kedungkandang	Klojen

Dengan memperhatikan gambar 3.1, maka wilayah-wilayah yang berbatasan dengan 9 kecamatan tersebut adalah sebagai berikut :

- Sebelah barat : Kecamatan Batu, Kecamatan Pujon, Kecamatan Dau, Kecamatan Wagir
- Sebelah utara : Kabupaten Pasuruan
- Sebelah timur : Kabupaten Probolinggo

- Sebelah selatan : Kecamatan Pakisaji, Kecamatan Bululawang, Kecamatan Tajinan

3.1.2. Fisik Dasar Lokasi Penelitian

3.1.2.1. Keadaan Topografi / Kelerengan

Sesuai dengan letak geografisnya, wilayah Kabupaten Malang berlokasi di daerah pegunungan dan kondisi topografinya dipengruhi langsung oleh Pegunungan Tengger di sebelah timur, Gunung Kawi dan Gunung Kelud di sebelah barat, serta Gunung Arjuna dan Welirang di sebelah utara.

Wilayah yang topografinya dipengaruhi oleh pegunungan umumnya adalah bagian wilayah kabupaten yang terletak pada daerah pinggiran, termasuk pula daerah yang menjadi lokasi penelitian ini yang terletak di bagian selatan wilayah Kabupaten Malang. Dan jika ditinjau dari ketinggian wilayah, Kabupaten Malang terletak antara 0 – 2000 meter di atas permukaan laut dan menunjukkan keadaan yang bervariasi yaitu kondisi datar sampai kondisi pegunungan.

Setiap kecamatan pun memiliki kondisi kelerengan yang beragam, namun ada kecenderungan sebagian besar wilayah dari satu kecamatan tersebut memiliki kelerengan tertentu. Seperti halnya Kecamatan Blimbing , Lowokwaru, Klojen dan Kedungkandang sebagian besar wilayahnya memiliki kelerengan 0 – 2 % (tergolong datar). Kecamatan Singosari, Lawang, Karangploso dan Pakis sebagian besar wilayahnya cenderung memiliki kelerengan 3 – 15 % (tergolong landai). Wilayah yang memiliki kelerengan 16 – 40 % (tergolong agak curam) sedikit terletak pada Kecamatan Singosari, Karangploso, Lawang dan Jabung. Wilayah yang memiliki

kelerengan di atas 40 % (tergolong terjal / perbukitan) sebagian besar terletak pada Kecamatan Jabung.

(Sumber : Analisa Badan Perencanaan Pemerintah Kabupaten Malang, 2002)

3.1.2.2. Kondisi Tanah

3.1.2.2.1.Tekstur Tanah

Tekstur tanah di wilayah Kabupaten Malang bervariasi dari yang bertekstur kasar sampai bertekstur halus. Khususnya di bagian utara dari Kabupaten Malang, wilayah yang bertekstur sedang sebagian besar terletak di Kecamatan Singosari dan Karangploso. Sedangkan yang bertekstur halus sebagian besar terletak di Kecamatan Jabung, Lawang, Pakis, Kedungkandang, Blimbing, Lowokwaru, Klojen dan sedikit terletak di Kecamatan Karangploso dan Singosari. Untuk yang bertekstur kasar tidak terdapat pada wilayah-wilayah yang menjadi daerah penelitian.

(Sumber : Analisa Badan Perencanaan Pemerintah Kabupaten Malang, 2002)

3.1.2.2.2.Struktur Tanah

Struktur tanah di wilayah Kabupaten Malang bervariasi dari yang berstruktur granuler sangat halus sampai berbutir tunggal dan pejal. Khususnya di bagian utara dari Kabupaten Malang, wilayah yang berstruktur granuler sangat halus sebagian besar terletak di Kecamatan Blimbing, Kedungkandang, Jabung, Pakis dan sedikit terletak di Kecamatan Lawang. Wilayah yang berstruktur granuler halus sebagian besar terletak di Kecamatan Lowokwaru dan Klojen. Wilayah yang berstruktur granuler sedang dan besar sebagian besar terletak di Kecamatan Singosari, Karangploso. Untuk yang berstruktur butir tunggal dan pejal sedikit terletak di Kecamatan Karangploso, Singosari, Lawang. Sedangkan yang berstruktur

gumpal,lempeng dan tiang tidak terdapat pada wilayah-wilayah yang menjadi daerah penelitian.

(Sumber : Analisa Badan Perencanaan Pemerintah Kabupaten Malang, 2002)

3.1.2.3. Tipe Iklim dan Curah Hujan

Keadaan cuaca di Kabupaten Malang memiliki iklim tropis dengan suhu antara 18,5 ^{0}C sampai dengan 31,45 ^{0}C dan suhu rata-rata dari stasiun pengamat cuaca antara 23 ^{0}C sampai 25 ^{0}C. Tekanan udara yang paling tinggi terjadi pada stasiun pengamat cuaca di Singosari. Kelembapan udara yang tertinggi terjadi pada stasiun pengamat cuaca di Lawang dengan angka tertinggi 84 % dan rata–rata kecepatan angin antara 1,8 sampai 4,7 km/jam. Untuk curah hujan di Kabupaten Malang khususnya bagian utara yang meliputi : Kecamatan Karangploso, Kecamatan Singosari, Kecamatan Lawang, Kecamatan Jabung, Kecamatan Pakis, Kecamatan Blimbing, kecamatan Lowokwaru, kecamatan Klojen dan Kecamatan Kedungkandang rata-rata per tahunnya 2.237 mm dengan hari hujan pertahun 84,85 per tahun, curah hujan turun antara bulan April sampai Oktober. Diantara kedua musim tersebut ada musim peralihan antara bulan April sampai Mei dan Oktober sampai November.

(Sumber : Analisa Badan Perencanaan Pemerintah Kabupaten Malang, 2002)

3.1.2.4. Hidrologi

Kabupaten Malang dilalui beberapa sungai besar dan anak sungai. Anak-anak sungai yang ada sebagian besar bersumber dari Kali Brantas dan Kali Konto, sungai – sungai tersebut ada yang sebagian masuk di waduk karangkates dan

Selorejo, selain itu ada juga yang masuk ke Samudera Indonesia dan Laut Jawa. Di Kabupaten Malang, kecamatan yang memiliki debit air lebih dari 200 liter/detik, salah satunya adalah mata air yang ada di Kecamatan Singosari.

(Sumber : Analisa Badan Perencanaan Pemerintah Kabupaten Malang, 2002)

3.2. Materi dan Alat Penelitian

Materi dan alat-alat yang digunakan pada penelitian ini terdiri dengan spesifikasi teknis sebagai berikut :

3.2.1. Materi Penelitian

Materi dan bahan penelitian yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari data spasial dan data atribut, dengan spesifikasi sebagai berikut :

3.2.1.1.Data Spasial

Data spasial merupakan tipe data yang berhubungan dengan lokasi, posisi, bentuk dan hubungan (relasi) antar unsur-unsur geografi dan serta hubungannya yang tersimpan dalam koordinat dan topologi.

Peta - peta tersebut meliputi :

- Peta Batas Administrasi Skala 1 : 25.000, Tahun 2000
- Peta Penggunaan Lahan Skala 1 : 25.000, Tahun 2000
- Peta Daerah Aliran Sungai Skala 1 : 25.000, Tahun 2000
- Peta Kelerengan Tanah Skala 1 : 125.000, Tahun 1974
- Peta Tekstur Tanah Skala 1 : 125.000, Tahun 1974
- Peta Struktur Tanah Skala 1 : 125.000, Tahun 1966
- Peta Curah Hujan Skala 1 : 25.000, Tahun 2000

3.2.1.2.Data Non Spasial

Data non-spasial (data atribut) merupakan tipe data yang berhubungan dengan karakteristik dan deskripsi dari unsur-unsur geografi (spasial).

Data non-spasial yang dibutuhkan sebagai keterangan pelengkap bagi data spasial, meliputi :

- Data batas administrasi
- Data penggunaan lahan
- Data daerah aliran sungai
- Data kelerengan
- Data tekstur tanah
- Data struktur tanah
- Data curah hujan

3.2.2. Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software), dengan spesifikasi sebagai berikut :

3.2.2.1.Perangkat Keras

- *Peralatan input data :*

  digitizer (papan digitasi), scanner (penyiam), keyboard,disket , dll

- *Peralatan penyimpanan dan pengolahan data :*

  komputer dan perlengkapannya (monitor, keyboard, CPU, harddisk, floppy disk)

- *Peralatan untuk mencetak hasil :*

  printer, plotter

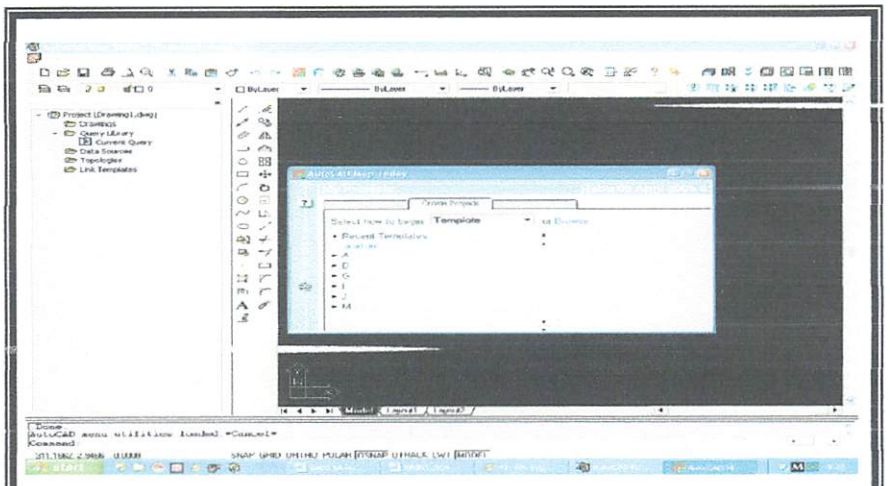
3.2.2.2.Perangkat Lunak

- AutoCad Map 2000i

Software ini merupakan perangkat lunak komputer untuk bidang Computer Aided Design (CAD) yang paling banyak digunakan dalam pembuatan peta digital dalam survei dan pemetaan.

Dengan fungsi-fungsinya yang semakin kompleks, pengguna akan lebih mudah untuk membentuk gambar 2D atau 3D bahkan untuk membentuk gambar perspektif sekalipun dan dalam proses penelitian ini AutoCad Map 2000i digunakan sebagai media penggambaran grafis dan untuk mengubah data analog menjadi data digital dengan cara digitasi.

Gambar berikut ini adalah tampilan awal software AutoCad Map 2000i :

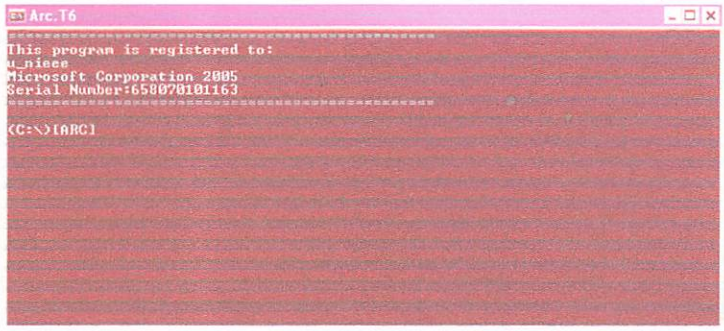


Gambar 3.2. Tampilan Awal Software AutoCad Map 2000i

- *PC ArcInfo 3.5.*

PC ArcInfo 3.5 merupakan software berbasis SIG yang dikembangkan oleh ESRI dan dirancang untuk kepentingan pemetaan sehingga mampu menghasilkan

informasi keruangan (spasial). Pada penelitian ini PC ArcInfo 3.5 digunakan untuk pembentukan topologi (build & clean) serta dalam pemberian ID (labelling) dari yang terdapat pada wilayah penelitian .



Gambar 3.3. Tampilan Jendela Kerja PC ArcInfo 3.5

- *PC ArcView 3.2*

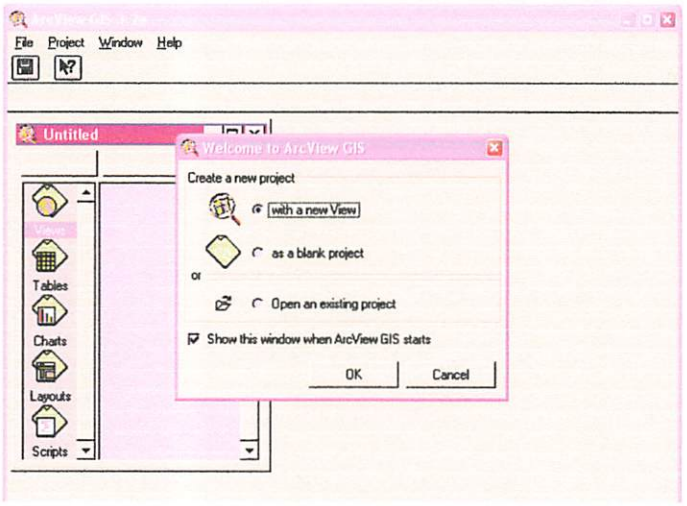
PC ArcView 3.2 merupakan salah satu peragkat lunak desktop SIG dan pemetaan yang telah dikembangkan oleh ESRI. ArcView memiliki kemampuan untuk melakukan visualisasi, meng-explore, menjawab query (baik basis data spasial maupun data non spasial), menganalisis data secara geografis dan masih banyak yang lain. Adapun pada penelitian ini ArcView digunakan sebagai media penggabungan data spasial dan data non spasial, proses overlay, analisis data serta mendesain tampilan data.

informasi keruangan (spasial). Pada penelitian ini PC ArcInfo 3.5 digunakan untuk pembentukan topologi (build & clean) serta dalam pemberian ID (labelling) dari yang terdapat pada wilayah penelitian .

Gambar 3.3. Tampilan Jendela Kerja PC ArcInfo 3.5

- PC ArcView 3.2

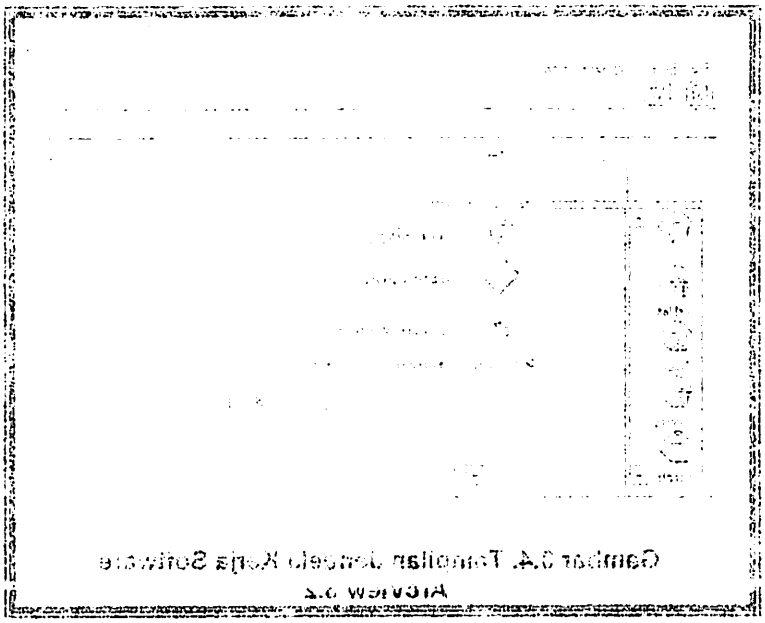
PC ArcView 3.2 menjadikan salah satu peragkat lunak desktop SIG dan pemetaan yang telah dikembangkan oleh ESRI. ArcView memiliki kemampuan untuk melakukan visualisasi, meng-explore, menjawab query (baik basis data spasial maupun data non spasial), menganalisis data secara geografis dan masih banyak yang lain. Adapun pada penelitian ini ArcView digunakan sebagai media penggabungan data spasial dan data non spasial, proses overlay, analisis data serta mendesain tampilan data.



Gambar 3.4. Tampilan Jendela Kerja Software ArcView 3.2

- *Microsoft Excel XP Profesional 2003*

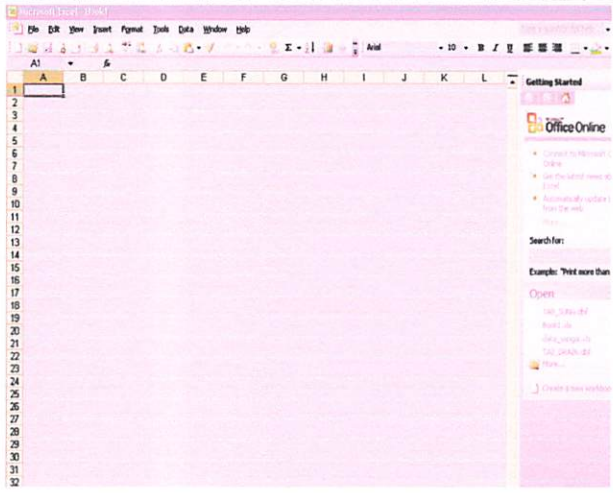
Microsoft Excel XP Profesional merupakan sebuah perangkat lunak spreadsheet, dimana penggunaannya untuk membuat lembar kerja (*spreadsheet*), memformat spreadsheet, memasukkan grafik/foto, memasukkan data, menganalisis dan memecahkan masalah tabel serta pengolahannya.



Gambar 3.4. Tampilan Jendela Kerja Software
Arcview 3.2

- Microsoft Excel XP Profesional 2003

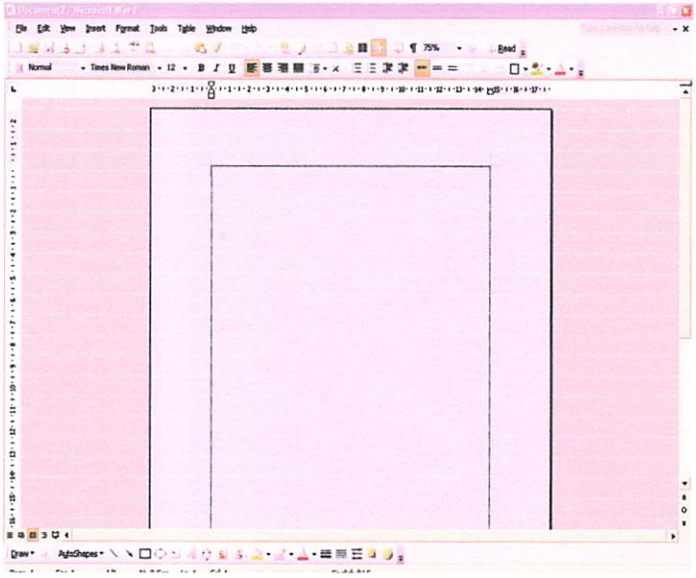
Microsoft Excel XP Profesional merupakan sebuah perangkat lunak spreadsheet, dimana penggunaannya untuk membuat lembar kerja (spreadsheet), memformat spreadsheet, memasukkan grafik/foto, memasukkan data, menganalisis dan memecahkan masalah tabel serta pengolahannya.



Gambar 3.5. Tampilan Jendela Kerja Software Microsoft Excel XP Professional

- *Microsoft Word XP Profesional 2003*

Microsoft Word XP Profesional merupakan sebuah perangkat lunak dengan kemampuannya yang terlalu banyak dikenal dalam era komputerisasi digunakan sebagai media olah kata dengan penyusunan laporan penelitian.



Gambar 3.6. Tampilan Jendela Kerja Software Microsoft Word XP Professional

Gambar 3.5. Tampilan Jendela Kerja
Software Microsoft Excel XP Professional

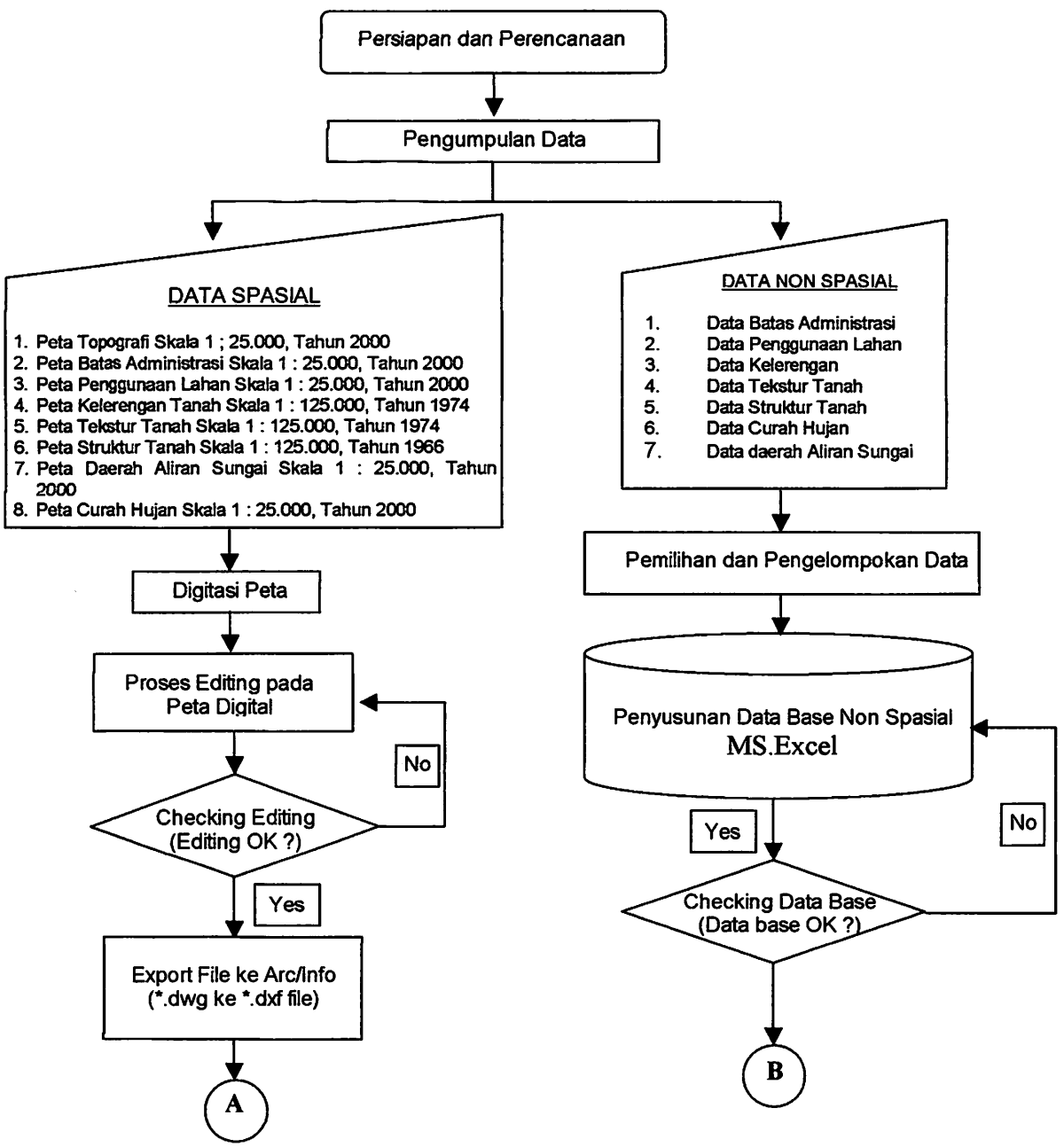
- Microsoft Word XP Profesional 2003

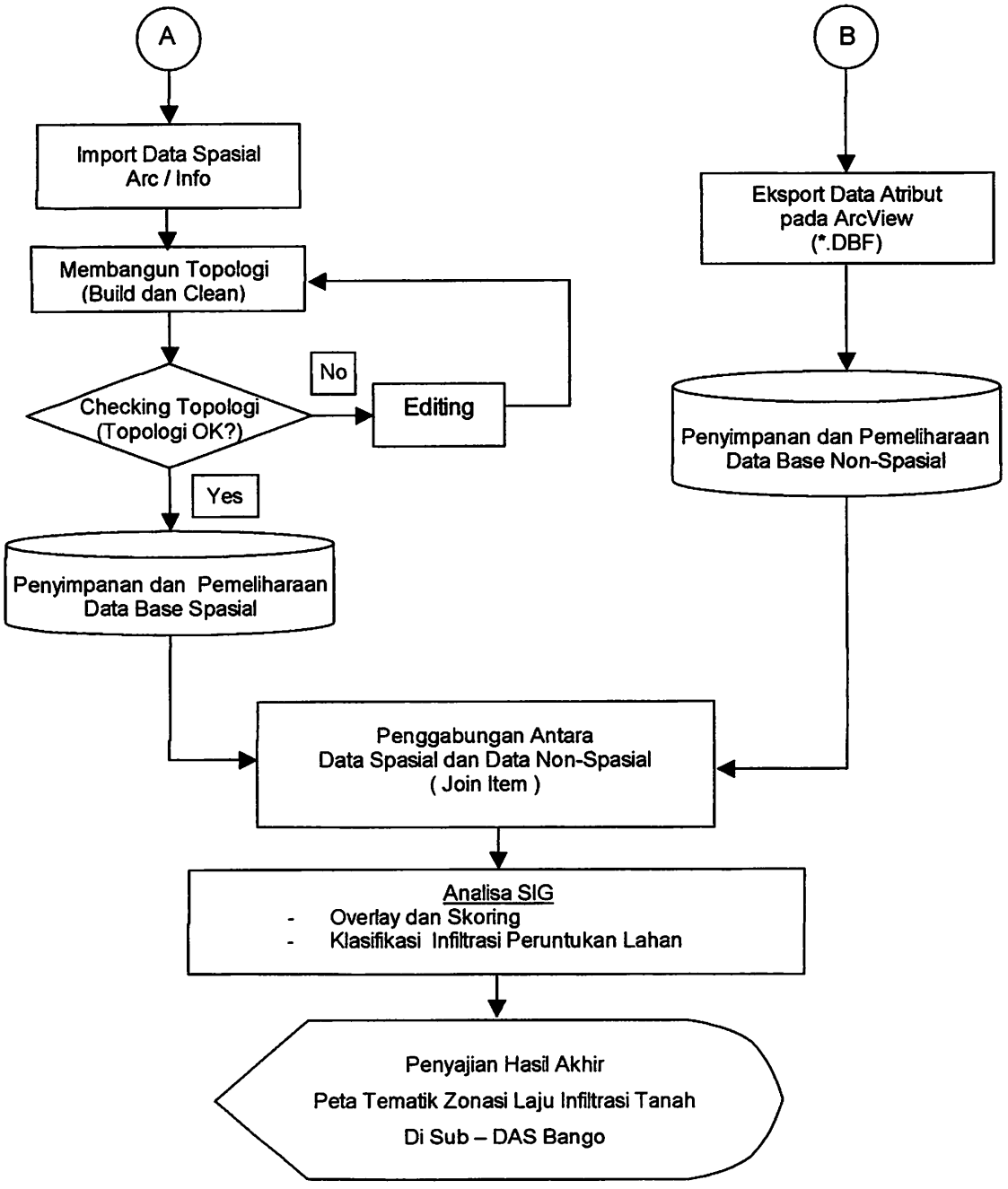
Microsoft Word XP Profesional merupakan sebuah perangkat lunak dengan kemampuannya yang tenaid banyak diminal dalam era komunikasi digunakan sebagai media olah kata dengan penyusunan laporan penelitian.

Gambar 3.5. Tampilan Jendela Kerja Software
Microsoft Word XP Professional

Secara keseluruhan metode pelaksanaan penelitian "Pemanfaatan Sistem Informasi Geografis Untuk Zonasi Laju Infiltrasi Tanah" dapat dijelaskan melalui diagram alir di bawah ini :

DIAGRAM ALIR PENELITIAN





Gambar 3.7. Diagram Alir Penelitian

Keterangan diagram alir :

1. Persiapan dan pengumpulan data yaitu : mempersiapkan peralatan penelitian dan personil serta data-data yang akan digunakan baik data spasial maupun data non spasial.

   Data spasial yaitu tipe data yang berhubungan dengan lokasi, posisi, bentuk dan hubungan (relasi) antar unsur-unsur geografik.

   Data non-spasial (data atribut) yaitu tipe data yang berhubungan dengan karakteristik dan deskripsi dari unsur-unsur geografi (spasial).

2. Digitasi peta yaitu proses merubah peta / data spasial (data analog) secara manual menjadi bentuk digital (data digital) dengan menggunakan alat digitizer dan dengan software AutoCAD.

3. Editing peta dilakukan untuk memperbaiki atau menyempurnakan hasil digitasi dengan menggunakan perintah-perintah editing yang tersedia pada software AutoCAD.

4. Checking editing yaitu memeriksa kebenaran dan kelengkapan data spasial hasil digitasi awal. Data spasial hasil digitasi yang sudah benar disimpan dalam format (extention).dwg

5. Export data (format . dxf) ke Arc/Info untuk mengubah format data dari .dwg menjadi .dxf

6. Membangun topologi yaitu merupakan tahapan menentukan hubungan yang jelas antar data spasial dengan menggunakan perintah Build (untuk memproses titik, garis dan poligon) dan perintah Clean (untuk memproses garis dan poligon).

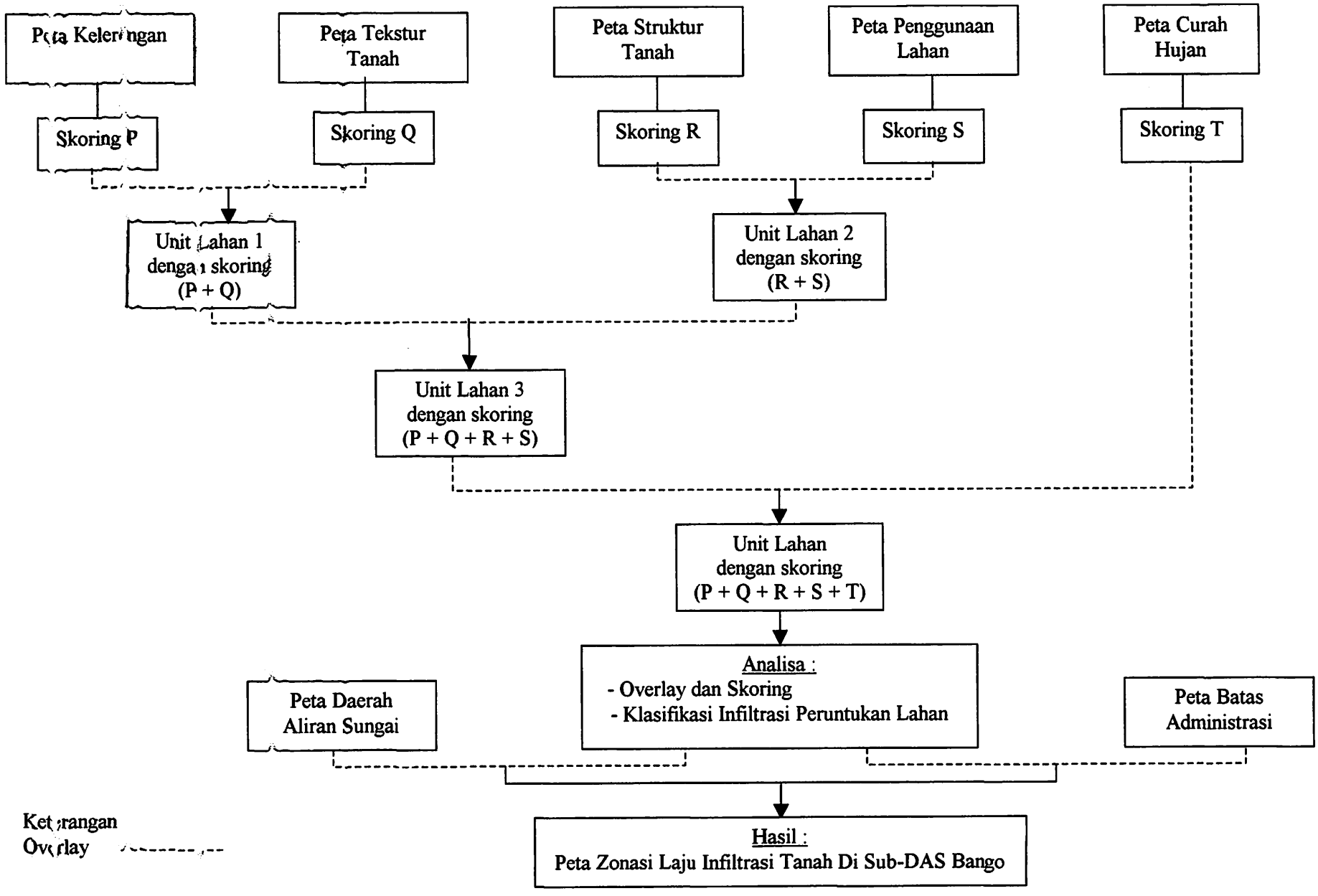
7. Editing dengan Arc/Info dilakukan untuk memperbaiki kekurangan data atau penghapusan data. Proses ini meliputi :
    - menghilangkan undershoot dan overshoot
    - menghilangkan sliver
    - pemberian label (ID)
    - memperbesar dan memperkecil feature
8. Pemilihan dan pengelompokan data yaitu proses pemasukan data non spasial dengan memilih dan mengelompokan data berdasarkan kriteria, macam dan jenisnya.
9. Penyusunan data base non-spasial yaitu menyusun data base dari data-data hasil pengelompokan dengan cara pembuatan tabel dan pemberian ID (identitas) yang unik untuk setiap unsur yang berbeda, sehingga mempermudah membuat hubungan antara data atribut dengan data spasial atau antara data atribut dengan data atribut lainnya.
10. Checking data base dilakukan untuk memeriksa kesalahan yang terjadi pada saat penyusunan data base. Jika tidak ada kesalahan maka dapat dilanjutkan dengan proses penyimpanan basis data non-spasial.
11. Penggabungan data (join item) yaitu proses menggabungkan antara data spasial dengan data non-spasial membentuk suatu sistem informasi terpadu (DBMS).
12. Analisa data

    Suatu kegiatan untuk menentukan hasil dari pengolahan data (spasial) menggunakan metode overlay yang merupakan penggabungan dua layer

untuk memperoleh layer terbaru sesuai dengan kriteria yang ditetapkan. Dari layer ke tiga ini digabungkan lagi dan dihasilkan layer keempat dan seterusnya, dari layer-layer yang ada (peta tematik) yang kesemuanya dioverlaykan sehingga didapatkan suatu peta tentang laju infiltasi tanah, sesuai dengan masing-masing kriteria yang telah ditentukan dengan metode skoring.

13. Penyajian hasil yaitu untuk menampilkan keseluruhan hasil (hasil analisa) yang telah dikerjakan dalam penelitian baik berupa peta, tabel maupun laporan-laporan.

Diagram Analisa Overlay



Keterangan proses analisa dan overlay :

1. Peta kelerengan dan peta tekstur tanah di overlay-kan, kemudian skor dalam setiap peta dijumlahkan sehingga menghasilkan unit lahan 1 dengan skoring (P + Q).
2. Peta jenis tanah dan peta struktur tanah di overlay-kan, kemudian skor dalam setiap peta dijumlahkan sehingga menghasilkan unit lahan 2 dengan skoring (R + S).
3. Kemudian peta hasil overlay dan skoring unit lahan 1 dan unit lahan 2 di overlay-kan, dan skor dalam setiap peta dijumlahkan sehingga menghasilkan unit lahan 3 dengan skoring (P + Q + R + S).
4. Selanjutnya peta hasil overlay dan skoring unit lahan 3 yang terdiri dari peta kelerengan, peta tekstur tanah, peta jenis tanah dan peta struktur tanah di overlay-kan dengan peta curah hujan dan skor dalam setiap peta dijumlahkan sehingga menghasilkan unit lahan dengan skoring (P + Q + R + S + T).
5. Peta hasil overlay dan skoring unit lahan kemudian di overlay-kan dengan peta penggunaan lahan yang merupakan potensi infiltrasi aktual, yang selanjutnya dianalisis untuk mengklasifikasi potensi infiltrasi alami.
6. Dari hasil analisa tersebut, kemudian di overlay-kan dengan peta daerah aliran sungai dan peta batas administrasi, sehingga menghasilkan peta zonasi laju infiltrasi per sub-das pada tiap kecamatan di Kabupaten Malang bagian utara yang menjadi daerah aliran sungai Bango.

3.3. Tahap Pelaksanaan Pekejaan

Tahap ini merupakan proses kegiatan dari penelitian. Proses ini meliputi pokok-pokok kegiatan pengumpulan data, pemasukkan data, manajemen data, analisa, dan penyajian hasil.

3.3.1. Basis Data Spasial

Struktur basis data spasial terdiri dari dua model yang paling umum digunakan, yaitu :

a. Vektor adalah tipe data yang menggunakan titik, garis, dan luasan untuk menampilkan objek.
b. Raster adalah struktur data dalam bentuk sel yang terbentuk atas baris dan kolom dari kiri atas, setiap sel mempunyai satu nilai dan berisi informasi.

Data spasial disajikan dalam format titik, garis dan luasan/poligon untuk 2D dan permukaan untuk 3D.

3.3.1.1.Entitas Basis Data Spasial

Entitas merupakan penyajian objek, kejadian/konsep dari dunia nyata (*real world*) yang keberadaannya secara eksplisit didefinisikan dan disimpan dalam basis data. Dalam penelitian ini digunakan beberapa macam entitas untuk basis data spasial, yaitu :

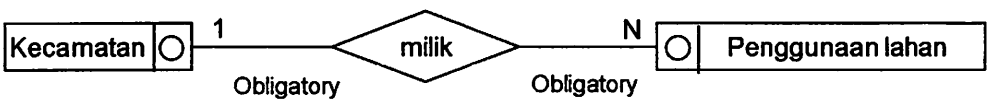
Tabel 3.1. Entitas Basis Data Spasial

No	Nama Entitas
1	Batas administrasi (Kecamatan)
2	Daerah aliran sungai
3	Kelerengan tanah
4	Tekstur tanah
5	Struktur tanah
6	Curah hujan
7	Penggunaan lahan

3.3.1.2.Hubungan Antar Entitas

Di antara data entitas dan data atribut terdapat hubungan, yang disebut sebagai hubungan antar entitas. Hubungan antar entitas di antara data-data yang digunakan dalam penyusunan basis data penelitian ini dapat dijelaskan pada diagram di bawah ini :

a. Kecamatan – Penggunaan lahan



(Kec#, Nama_Kecamatan, Area)

(Penggunaan_lahan#, ..., Area)

(Penggunaan_lahan#, ..., Area, Kec#)

b. Kecamatan – Kelerengan

(Kec#, Nama_Kecamatan, Area)

(Kelerengan#, ..., Area)

(Kelerengan#, ..., Area, Kec#)

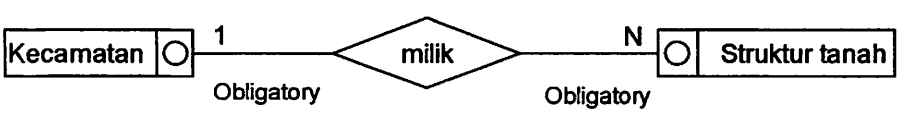
c. Kecamatan – Tekstur tanah

(Kec#, Nama_Kecamatan, Area)

(Tekstur tanah#, ..., Area)

(Tekstur tanah#, ..., Area, Kec#)

d. Kecamatan – Struktur tanah



(Kec#, Nama_Kecamatan, Area)

(Struktur tanah#, ..., Area)

(Struktur tanah#, ..., Area, Kec#)

e. Kecamatan – Curah hujan

(Kec#, Nama_Kecamatan, Area)

(Curah hujan#, ..., Area)

(Curah hujan#, ..., Area, Kec#)

3.3.1.3.Pemasukan Data (Input Data)

Pemasukan data spasial menggunakan metode digitasi. Digitasi merupakan metode umum yang dipakai dalam SIG, yaitu suatu proses untuk mengkonversi data (peta analog) ke dalam bentuk digital.

Proses digitasi ini dilakukan dengan memanfaatkan perangkat meja digit atau dapat pula dilakukan dengan *metode digitasi on-screen* (digit peta hasil scanning).

Dalam pelaksanaan penelitian ini, metode digitasi yang dilakukan adalah menggunakan *metode digit on-screen* dengan menggunakan software AutoCad Map 200i, dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Menampilkan data hasil scanning yang tersimpan dalam format *JPG dengan cara pilih menu **Insert – Image Manager** hingga muncul kotak dialog Image Manager, lalu klik **Attach** hingga muncul kotak dialog **Select Image File**, pilih nama file gambar hasil scanning yang akan ditampilkan, lalu klik **Open**.
2. Membuat layer sesuai dengan objek yang akan didigit dengan cara mengklik icon **Layers** hingga muncul kotak dialog Layers Properties Manager, kemudian pilih **New**.

3. Tentukan nama layer dan pilih unsur warna yang diinginkan, lalu klik **OK**.
4. Lakukan hal yang sama untuk membuat layer bagi unsur-unsur objek lainnya yang akan didigit.
5. Membuat bingkai (batas tepi peta) dengan menggunakan perintah polyline. Aktifkan layer untuk bingkai peta, lalu klik icon **Polyline**
6. Masukkan koordinat pojok-pojok peta mulai dari kiri bawah, kanan bawah, kanan atas dan kiri atas.

   Atau dengan mengetikkan perintah berikut ini :

   Command : _pline

   Specify start point :

   Specify next point or [Arc/Halfwidth/Length/Undo/Width] : (koordinat pojok kiri bawah)

   Specify next point or [Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width] : (koordinat pojok kanan bawah)

   Specify next point or [Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width] : (koordinat pojok kanan atas)

   Specify next point or [Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width] : (koordinat pojok kiri atas)

   Specify next point or [Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width] : C tekan Enter

   Lalu klik kanan pada jendela kerja AutoCad Map 2000i, pilih **Zoom – Zoom Extents**. Maka akan muncul kotak segiempat dengan posisi koordinat yang sudah tepat benar namun ukurannya lebih kecil dari ukuran peta format *.JPG yang ditampilkan.
7. Letakkan peta format *.JPG bersebelahan dengan segiempat tersebut. Kemudian dilanjutkan dengan melakukan rubber sheeting.

   Pilih menu **Map – Tools – Rubber Sheets**

Langkah ini terutama sekali dilakukan untuk mendigit peta-peta yang ter bagi dalam beberapa sheet untuk mempermudah proses penggabungan peta, misalnya Peta Rupa Bumi Indonesia.

8. Kemudian klik titik koordinat (pojok-pojok peta) dan masing-masing diletakkan pada setiap titik pojok bingkai peta yang telah dibuat.
9. Setelah selesai, tekan **Enter** hingga muncul :

   Selects objects by <Area> / Select : (pilih S) lalu tekan **Enter**.

   Lalu blok peta format *.JPG dan tekan **Enter**, maka peta format *.JPG akan berpindah berhimpitan dengan bingkai yang telah dibuat. Dengan demikian peta siap untuk didigit sesuai dengan layernya masing – masing.Secara garis besar dapat dikelompokkan dalam 3 bentuk, yaitu :

   a. Digitasi Titik

      Kenampakkan titik pada peta biasanya dinyatakan dengan simbol titik. Simbol titik tersebut bisa berupa titik lokasional, piktorial atau lainnya. Pada saat pendigitasian perlu diperjelas bagian simbol titik yang betul-betul mewakili keberadaan posisi di lapangan.

   b. Digitasi Garis

      Pada dasarnya sebagian besar data yang didigit adalah data garis. Ada dua macam operator untuk memilih titik dengan cara menempatkan benang silang pada titik pembentuk garis, dengan anggapan garis antara titik adalah lurus. Setiap titik itulah yang akan direkam sebagai titik pembentuk garis. Sehingga untuk menampakkan garis yang lurus maka diwakili oleh titik di ujung garis. Namun untuk kenampakkan melengkung

pemilihan titik haris lebih rapat, disesuaikan dengan garis yang akan didigit .

c. Digitasi Poligon

Digitasi poligon pada dasmya hampir sama dengan digitasi garis, pada saat poligon, node awal merupakan node akhir. Pelaksanaan digitasi dilakukan dengan perintah Polyline pada Command atau klik icon mulai dari ujung awal sampai akhir objek

10. Untuk mengakhiri perintah Polyline pada saat digitasi tekan Enter.
11. Menyimpan hasil digitasi dengan perintah **Save As** untuk penyimpanan yang pertama kali dan untuk selanjutnya menggunakan perintah **Save** saja. Caranya pilih **File – Save As** hingga muncul kotak dialog Save As, ketikkan nama file yang akan disimpan dan klik **Save**.

3.3.1.4.Editing Hasil Digitasi

Editing dilakukan untuk memperbaiki dan menyempurnakan hasil dari digitasi yang telah dilakukan dengan memperbaiki kesalahan-kesalahan dari digitasi. Editing dilakukan dengan menggunakan perintah-perintah yang ada pada menu AutoCad Map 2000i, dan pada penelitian ini perintah yang sering dipakai antara lain :

1. Perintah Trim

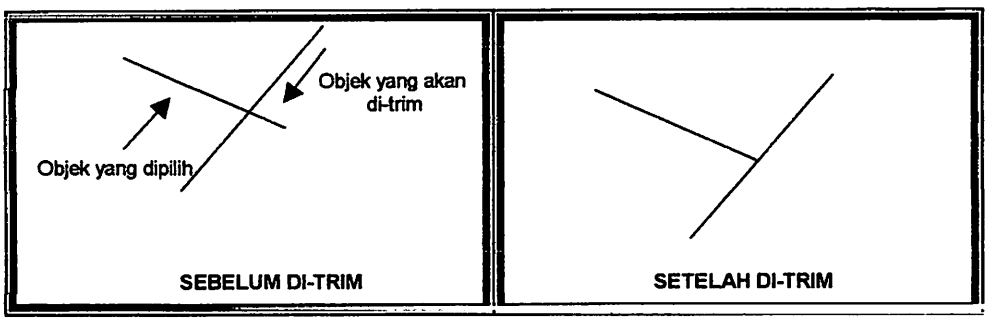
Perintah ini digunakan untuk memotong garis yang melebihi batas dari pendigitasian. Adapun cara pemakaian perintah ini adalah sebagai berikut:

a. Mengetikan perintah Trim pada Command atau memilih pada menu AutoCad, pada menu **Modify** kemudian memilih **Trim**.
b. Klik batas dari garis yang akan dipotong kemudian tekan Enter.

c. Klik batas yang akan dipotong kemudian tekan Enter.

d. Garis yang akan dipotong tersebut akan terpotong tepat pada garis pemotong.

Command : TRIM *<Enter>*
Select cutting edges ... *<Enter>*
Select object : *<Enter>*
<Select object to trim> / Undo : *<Enter>*



2. Perintah Extend

Perintah ini digunakan untuk memperpanjang garis yang tidak terhubung atau tersambung dan menyambungkannya. Adapun cara dari perintah ini adalah :

a. Mengetikkan perintah Extend atau memilih pada menu yang telah tersedia pada menu **Modify** kemudian memilih **Extend** atau juga bisa memilih pada Toolbars.

b. Klik garis batas yang akan disambung kemudian tekan enter.

c. Klik batas yang akan disambung kemudian tekan enter.

d. Garis yang akan diperpanjang dan tersambung dengan garis yang dikehendaki.

Command : EXTEND *<Enter>*
Select cutting edges ... *<Enter>*
Select object : *<Enter>*

3.3. Tahap Pelaksanaan Pekejaan

Tahap ini merupakan proses kegiatan dari penelitian. Proses ini meliputi pokok-pokok kegiatan pengumpulan data, pemasukkan data, manajemen data, analisa, dan penyajian hasil.

3.3.1. Basis Data Spasial

Struktur basis data spasial terdiri dari dua model yang paling umum digunakan, yaitu :

a. Vektor adalah tipe data yang menggunakan titik, garis, dan luasan untuk menampilkan objek.
b. Raster adalah struktur data dalam bentuk sel yang terbentuk atas baris dan kolom dari kiri atas, setiap sel mempunyai satu nilai dan berisi informasi.

Data spasial disajikan dalam format titik, garis dan luasan/poligon untuk 2D dan permukaan untuk 3D.

3.3.1.1.Entitas Basis Data Spasial

Entitas merupakan penyajian objek, kejadian/konsep dari dunia nyata (*real world*) yang keberadaannya secara eksplisit didefinisikan dan disimpan dalam basis data. Dalam penelitian ini digunakan beberapa macam entitas untuk basis data spasial, yaitu :

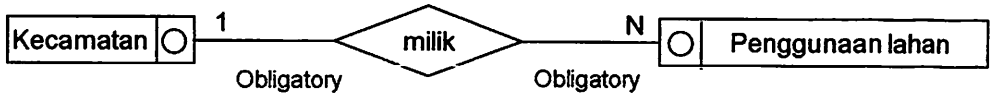
Tabel 3.1. Entitas Basis Data Spasial

No	Nama Entitas
1	Batas administrasi (Kecamatan)
2	Daerah aliran sungai
3	Kelerengan tanah
4	Tekstur tanah
5	Struktur tanah
6	Curah hujan
7	Penggunaan lahan

3.3.1.2.Hubungan Antar Entitas

Di antara data entitas dan data atribut terdapat hubungan, yang disebut sebagai hubungan antar entitas. Hubungan antar entitas di antara data-data yang digunakan dalam penyusunan basis data penelitian ini dapat dijelaskan pada diagram di bawah ini :

a. Kecamatan – Penggunaan lahan

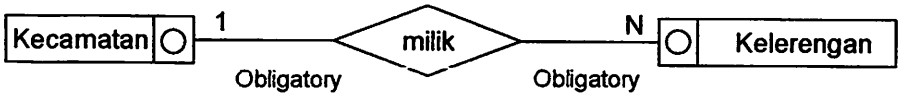


(Kec#, Nama_Kecamatan, Area)

(Penggunaan_lahan#, ..., Area)

(Penggunaan_lahan#, ..., Area, Kec#)

b. Kecamatan – Kelerengan

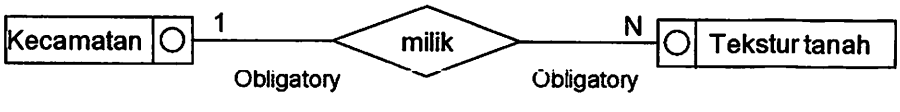


(Kec#, Nama_Kecamatan, Area)

(Kelerengan#, ..., Area)

(Kelerengan#, ..., Area, Kec#)

c. Kecamatan – Tekstur tanah



(Kec#, Nama_Kecamatan, Area)

(Tekstur tanah#, ..., Area)

(Tekstur tanah#, ..., Area, Kec#)

d. Kecamatan – Struktur tanah

(Kec#, Nama_Kecamatan, Area)

(Struktur tanah#, ..., Area)

(Struktur tanah#, ..., Area, Kec#)

e. Kecamatan – Curah hujan

(Kec#, Nama_Kecamatan, Area)

(Curah hujan#, ..., Area)

(Curah hujan#, ..., Area, Kec#)

3.3.1.3.Pemasukan Data (Input Data)

Pemasukan data spasial menggunakan metode digitasi. Digitasi merupakan metode umum yang dipakai dalam SIG, yaitu suatu proses untuk mengkonversi data (peta analog) ke dalam bentuk digital.

Proses digitasi ini dilakukan dengan memanfaatkan perangkat meja digit atau dapat pula dilakukan dengan *metode digitasi on-screen* (digit peta hasil scanning).

Dalam pelaksanaan penelitian ini, metode digitasi yang dilakukan adalah menggunakan *metode digit on-screen* dengan menggunakan software AutoCad Map 200i, dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Menampilkan data hasil scanning yang tersimpan dalam format *JPG dengan cara pilih menu **Insert – Image Manager** hingga muncul kotak dialog Image Manager, lalu klik **Attach** hingga muncul kotak dialog Select Image File, pilih nama file gambar hasil scanning yang akan ditampilkan, lalu klik **Open**.
2. Membuat layer sesuai dengan objek yang akan didigit dengan cara mengklik icon **Layers** hingga muncul kotak dialog Layers Properties Manager, kemudian pilih **New**.

3. Tentukan nama layer dan pilih unsur warna yang diinginkan, lalu klik **OK**.
4. Lakukan hal yang sama untuk membuat layer bagi unsur-unsur objek lainnya yang akan didigit.
5. Membuat bingkai (batas tepi peta) dengan menggunakan perintah polyline. Aktifkan layer untuk bingkai peta, lalu klik icon **Polyline**
6. Masukkan koordinat pojok-pojok peta mulai dari kiri bawah, kanan bawah, kanan atas dan kiri atas.

   Atau dengan mengetikkan perintah berikut ini :

   Command : _pline

   Specify start point :

   Specify next point or [Arc/Halfwidth/Length/Undo/Width] : (koordinat pojok kiri bawah)

   Specify next point or [Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width] : (koordinat pojok kanan bawah)

   Specify next point or [Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width] : (koordinat pojok kanan atas)

   Specify next point or [Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width] : (koordinat pojok kiri atas)

   Specify next point or [Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width] : C tekan Enter

   Lalu klik kanan pada jendela kerja AutoCad Map 2000i, pilih **Zoom – Zoom Extents**. Maka akan muncul kotak segiempat dengan posisi koordinat yang sudah tepat benar namun ukurannya lebih kecil dari ukuran peta format *.JPG yang ditampilkan.
7. Letakkan peta format *.JPG bersebelahan dengan segiempat tersebut. Kemudian dilanjutkan dengan melakukan rubber sheeting.

   Pilih menu **Map – Tools – Rubber Sheets**

Langkah ini terutama sekali dilakukan untuk mendigit peta-peta yang ter bagi dalam beberapa sheet untuk mempermudah proses penggabungan peta, misalnya Peta Rupa Bumi Indonesia.

8. Kemudian klik titik koordinat (pojok-pojok peta) dan masing-masing diletakkan pada setiap titik pojok bingkai peta yang telah dibuat.
9. Setelah selesai, tekan **Enter** hingga muncul :

   Selects objects by <Area> / Select : (pilih S) lalu tekan **Enter**.

   Lalu blok peta format *.JPG dan tekan **Enter**, maka peta format *.JPG akan berpindah berhimpitan dengan bingkai yang telah dibuat. Dengan demikian peta siap untuk didigit sesuai dengan layernya masing – masing.Secara garis besar dapat dikelompokkan dalam 3 bentuk, yaitu :

   a. Digitasi Titik

      Kenampakkan titik pada peta biasanya dinyatakan dengan simbol titik. Simbol titik tersebut bisa berupa titik lokasional, piktorial atau lainnya. Pada saat pendigitasian perlu diperjelas bagian simbol titik yang betul-betul mewakili keberadaan posisi di lapangan.

   b. Digitasi Garis

      Pada dasarnya sebagian besar data yang didigit adalah data garis. Ada dua macam operator untuk memilih titik dengan cara menempatkan benang silang pada titik pembentuk garis, dengan anggapan garis antara titik adalah lurus. Setiap titik itulah yang akan direkam sebagai titik pembentuk garis. Sehingga untuk menampakkan garis yang lurus maka diwakili oleh titik di ujung garis. Namun untuk kenampakkan melengkung

pemilihan titik haris lebih rapat, disesuaikan dengan garis yang akan didigit .

c. Digitasi Poligon

Digitasi poligon pada dasrnya hampir sama dengan digitasi garis, pada saat poligon, node awal merupakan node akhir. Pelaksanaan digitasi dilakukan dengan perintah Polyline pada Command atau klik icon mulai dari ujung awal sampai akhir objek

10. Untuk mengakhiri perintah Polyline pada saat digitasi tekan Enter.
11. Menyimpan hasil digitasi dengan perintah **Save As** untuk penyimpanan yang pertama kali dan untuk selanjutnya menggunakan perintah **Save** saja. Caranya pilih **File – Save As** hingga muncul kotak dialog Save As, ketikkan nama file yang akan disimpan dan klik **Save**.

3.3.1.4.Editing Hasil Digitasi

Editing dilakukan untuk memperbaiki dan menyempurnakan hasil dari digitasi yang telah dilakukan dengan memperbaiki kesalahan-kesalahan dari digitasi. Editing dilakukan dengan menggunakan perintah-perintah yang ada pada menu AutoCad Map 2000i, dan pada penelitian ini perintah yang sering dipakai antara lain :

1. Perintah Trim

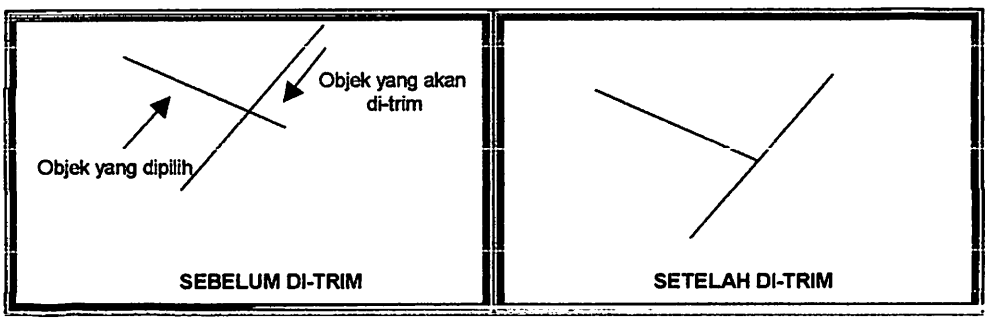
Perintah ini digunakan untuk memotong garis yang melebihi batas dari pendigitasian. Adapun cara pemakaian perintah ini adalah sebagai berikut:

a. Mengetikan perintah Trim pada Command atau memilih pada menu AutoCad, pada menu **Modify** kemudian memilih **Trim**.
b. Klik batas dari garis yang akan dipotong kemudian tekan Enter.

c. Klik batas yang akan dipotong kemudian tekan Enter.

d. Garis yang akan dipotong tersebut akan terpotong tepat pada garis pemotong.

Command : TRIM *<Enter>*
Select cutting edges ... *<Enter>*
Select object : *<Enter>*
<Select object to trim> / Undo : *<Enter>*



2. Perintah Extend

Perintah ini digunakan untuk memperpanjang garis yang tidak terhubung atau tersambung dan menyambungkannya. Adapun cara dari perintah ini adalah :

a. Mengetikkan perintah Extend atau memilih pada menu yang telah tersedia pada menu **Modify** kemudian memilih **Extend** atau juga bisa memilih pada Toolbars.

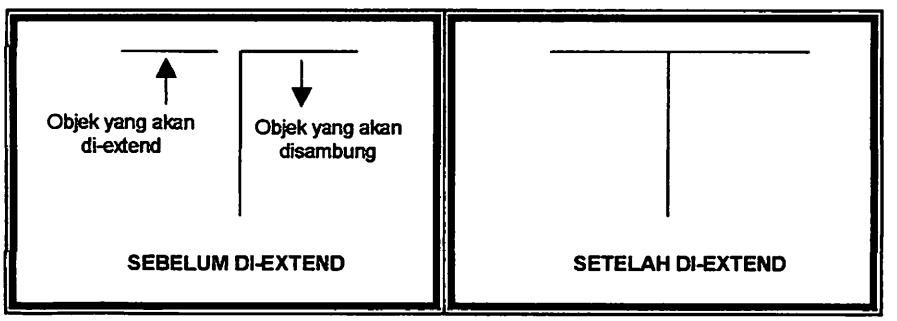
b. Klik garis batas yang akan disambung kemudian tekan enter.

c. Klik batas yang akan disambung kemudian tekan enter.

d. Garis yang akan diperpanjang dan tersambung dengan garis yang dikehendaki.

Command : EXTEND *<Enter>*
Select cutting edges ... *<Enter>*
Select object : *<Enter>*

<Select object to extend> / Undo : *<Enter>*
<Select object to extend> / Undo : *<Enter>*
<Select object to extend> / Undo : *<Enter>*



3. Perintah Pedit

Perintah ini digunakan untuk garis yang belum menyatu menjadi satu kesatuan garis. Adapun cara menggunakan perintah tersebut adalah :

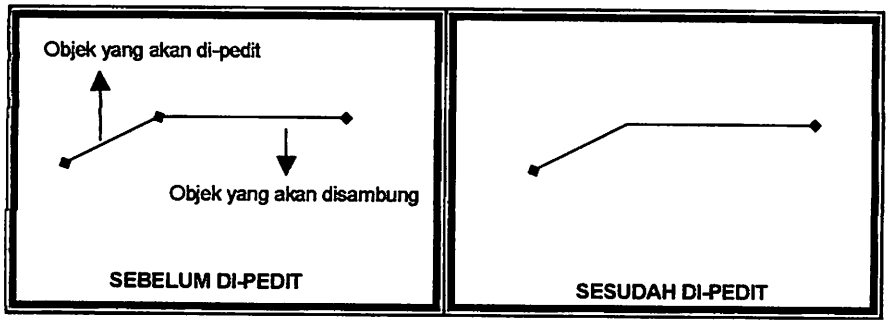
a. Mengetikan perintah **Pedit** atau memilih perintah Edit Polyline pada menu yang ada di Toolbars.

b. Klik garis yang akan disatukan atau disambungkan kemudian tekan enter, maka akan muncul pilihan dari Edit Polyline tersebut.

Close / Join / Edit vertex / Fit / Spline / Decurve / Ltype gen / Undo / Exit <X> : Memilih J (Join) kemudian tekan enter.

c. Klik garis yang akan disambungkan atau disatukan kemudian tekan enter, maka garis tersebut akan menjadi satu kesatuan

Command : PEDIT *<Enter>*
Select polyline : (klik salah satu garis)
Object selected is not polyline
Do you want to turn it into one? <Y> *<Enter>*
Enter an option [Close / Join / Width / Edit vertex / Fit / Spline / Decurve / Ltype gen / Undo : J *<Enter>*



4. Perintah Boundary

Perintah ini digunakan untuk membuat suatu daerah atau sebuah polyline yang mempunyai luasan yang tertutup. Adapun cara menggunakan perintah tersebut adalah :

a. Mengetikan perintah Boundary atau memilih pada menu **Draw** dan klik **Boundary**.

b. Memilih **Pick Point** kemudian klik kursor pada tengah dari daerah yang akan dijadikan luasan yang tertutup, kemudian tekan enter.

c. Sehingga akan tampil luasan yang diinginkan sudah terbentuk

5. Perintah Move

Perintah ini digunakan untuk memindahkan suatu objek dari satu lokasi ke lokasi lain. Adapun cara menggunakan perintah tersebut adalah :

a. Mengetikkan perintah Move atau memilih menu **Modify** dan klik **Move**

b. Pilihlah objek yang akan dipindahkan. Lalu tekan enter.

c. Kemudian klik pada satu titik sebagai base point untuk perpindahan dan tekan enter.

Command : MOVE *<Enter>*

Select objects : (pilih objek yang akan dipindah)
Select objects : *<Enter>*
Specify best point of displacement : (klik pusat objek sebagai pusat perpindahan)
Specify second point of displacement or
<use first poit as displacement> : (klik suatu titik tempat dimana objek akan dipindahkan)

6. Perintah Explode

Perintah ini digunakan untuk memecahkan objek-objek yang bersifat satu unit (satu kesatuan) menjadi objek yang independen.

Adapun cara menggunakan perintah tersebut adalah :

a. Mengetikkan perintah Move atau memilih menu **Modify** dan klik **Explode**

b. Pilihlah objek yang akan di-explode. Lalu tekan enter.

Command : EXPLODE *<Enter>*
Select objects : (pilih objek yang akan di-explode)
Select objects : *<Enter>*

7. Perintah Zoom Windows

Perintah ini digunakan untuk memperbesar sebagian objek gambar dalam batas empat persegi panjang yang ditentukan.

Adapun cara menggunakan perintah tersebut adalah :

a. Mengetikkan perintah **Zoom** atau memilih menu **View** dan klik **Windows.**

b. Tentukan dua titik kiri atas dan kanan bawah objek, dimana ukurannya sesuai dengan proporsi pen-zoom-an. Secara otomatis objek akan diperbesar.

Command : ZOOM *<Enter>*
Specify corner or window, enter a scale factor (nX or nXP), or [All / Center / Dynamic / Extents / Previous / Scale / Window] ,real time> : W *<Enter>*
Speficy first corner : (klik salah satu titik di sebelah kiri atas)

Specify opposite corner (klik salah satu titik di sebelah kiri bawah)

8. Perintah Zoom Extents

Perintah ini digunakan untuk menampilkan seluruh objek yang ada tepat satu layar penuh tanpa terpengaruh oleh ukuran limits.

Adapun cara menggunakan perintah tersebut adalah :

a. Mengetikkan perintah **Zoom** atau memilih menu **View** dan klik **Extents.**

b. Secara otomatis objek akan diperbesar tepat satu layer penuh.

Command : ZOOM *<Enter>*
Specify corner or window, enter a scale factor (nX or nXP), or [All / Center / Dynamic / Extents / Previous / Scale / Window] ,real time> : E *<Enter>*

9. Setelah semua pekerjaan selesai, maka dilakukan penyimpanan data yang telah diedit tersebut dalam format (extention) **.dwg** dengan perintah **Save**.

3.3.1.5.Export Data

Export ini dilakukan untuk mendapatkan data dengan format yang sebelumnya berformat **.dwg** . Hal ini dilakukan karena untuk dapat membuka dan membaca data pada program ArcInfo diperlukan data dengan format **.dxf**. Adapun cara untuk mengexport data dari DWG ke DXF adalah sebagai berikut:

1. Data yang akan diexport masih terbuka pada program AutoCad, kemudian memilih menu **File** setelah itu klik **Export**.
2. Setelah muncul kotak dialog Export Data isikan nama file yang dikehendaki, setelah itu memilih **Save As** dengan type extention DXF.
3. Klik tombol **Save**.

3.3.1.6.Pembuatan Topologi

Topologi mengeksplisitkan hubungan diantara feature geografi di dalam coverage. Proses pengeksplisitan hubungan ini membantu anda untuk mengidentifikasi kesalahan yang terdapat pada data anda. Beberapa dari kesalahan yang sangat umum di mana pembangunan topologi dapat mengidentifikasinya adalah:

- Arc tidak berhubungan dengan arc lainnya
- Poligon yang tidak tertutup
- Poligon yang tidak mempunyai titik label atau terlalu banyak titik label
- User-ID yag tidak unik

Pembangunan topologi dapat mengidentifikasi kesalahan ini karena pada saat membangun topologi, perpotongan arc dibuat, arc menyusun tiap poligon diidentifikasi, dan titik label disatukan dengan tetap poligon.

Setelah dilakukan export data dari DWG ke DXF kemudian dilakukan pembuatan topologi (coverage). Dalam pembuatan topologi ini menggunakan dua (2) cara CLEAN dan BUILD.

Tahapan pekerjaan yang dilakukan dalam pembuatan topologi adalah sebagai berikut :

1. Import data dari hasil export pada program AutoCAD yang berextention DXF. Adapun caranya adalah :
   a. Membuka program ArcInfo 3.5 for DOS dengan terlebih dahulu komputer diset di MS DOS.

b. Mengetik perintah ARC pada prompt C.

(C: \)[ARC] D: <Enter>

(D: \)[ARC] CD TA_RI2N <Enter>

(masuk ke dalam directory dan folder dimana proses akan dilakukan)

Maka promt C akan berubah sesuai dengan directory yang diinginkan :

(D: \TA_RI2N[ARC]

c. Setelah masuk dalam directory tempat proses akan dilakukan, ketikan perintah DXFARC untuk import data :

(D: \TA_RI2N)[ARC]dxfarc [input file_dxf] [output_cover arcinfo]

(D: \TA_RI2N)[ARC] dxfarc admin landuse <Enter>

Maka akan muncul :

```
[PC ARC/INFO 3.5 DXFARC - 04/12/96]

Enter layer names and options (type END or $REST when done)
==========================================================
Enter the 1st layer and options    : adm
Enter the 2nd layer and options    : belukar
Enter the 3rd layer and options    : danau
Enter the 4th layer and options    : bangunan
Enter the 5th layer and options    : hutan
Enter the 6th layer and options    : pemukiman
Enter the 7th layer and options    : perkebunan
Enter the 8th layer and options    : swh_irigasi
Enter the 9th layer and options    : swh_th
Enter the 10th layer and options   : tegalan
Enter the 11th layer and options   : tnh_kosong
Enter the 12th layer and options   : end
Do you wish to use the above layers and options (Y/N)? Y
Processing ADMIN.DXF...
No labels, killing XCODE...
    6030 Arcs written.
      0 Labels written.
      0 Annotations written.
      0 Annotation levels.
```

2. Pembentukan topologi

Data yang sudah diimport kemudian dibentuk topologinya dengan menggunakan perintah **BUILD** dan **CLEAN**.

Pembuatan topologi berfungsi untuk membentuk hubungan eksplisit diantara feature geografi dan coverage, meliputi connectivity, contiguity dan definisi area.

- ***Connectivity*** ⇒ merupakan topologi arc-node yang menjelaskan hubungan antara *arc* (garis) dengan *node* (titik).

  Node pada suatu arc memiliki 3 fungsi yaitu titik sepanjang arc disebut *vertex*, titik awal arc disebut *from-node*, dan titik akhir arc disebut *to-node.* Arc/Info dapat mengetahui arc mana yang berhubungan dengan arc lain.

- ***Contiguity*** ⇒ merupakan topologi yang menjelaskan hubungan spasial antara poligon yaitu poligon kiri dan poligon

- ***Area*** ⇒ dalam konsep topologi adalah topologi yang menjelaskan hubungan antara poligon dan arc.

  Poligon ini disajikan sebagai rangkaian arc dengan koordinat x, y yang berhubungan untuk membentuk poligon.

Meskipun keduanya digunakan untuk membangun topologi, tetapi keduanya berbeda dalam beberapa hal. Salah satu perbedaan penting adalah CLEAN hanya memproses poligon dan garis sedangkan BUILD memproses titik, garis dan poligon. Adapun ringkasan perbedaan antara kedua perintah Build dan Clean adalah sebagai berikut :

Tabel 3.2. Build dan Clean

Keterangan	BUILD	CLEAN
Processes :		
Poligon	Ya	Ya
Garis	Ya	Ya
Titik	Ya	Tidak
Memberi nomor feature	Ya	Ya
Menghitung pengukuran spasial	Ya	Ya
Membuat perpotongan	Tidak	Ya
Kecepatan pemprosesan	Lebih cepat	Lebih lambat

Adapun perintah yang digunakan adalah sebagai berikut :

(D:\TA_RI2N[ARC]BUILD [in_cover] {POLY/LINE} <Enter>

(D:\TA_RI2N)[ARC]CLEAN [in_cover] {out_cover} {dangle_lenght} {fuzzy_tolerance} <Enter>

Pada perintah CLEAN, tanda **{out_coverage}** dapat anda lewati dengan mengetik tanda **#**, **{dangle_lenght}** dapat anda ganti dengan angka toleransi jarak agar dangle secara otomatis tersambung, misalnya 0.03 dan **{fuzzy_tolerance}** dapat anda ganti dengan angka 0.03 karena kegunaannya hampir sama dengan {dangle_lenght}.

Secara sederhana penerapan perintah CLEAN dan BUILD untuk membangun topologi adalah sebagai berikut :

- Untuk coverage yang berupa poligon, misalnya *Coverage Landuse.*
- Ketikan :

  (D:\TA_RI2N)[ARC]CLEAN LANDUSE <Enter>

  Maka akan muncul :

  [PC ARC/INFO 3.5 CLEAN - 04/12/96]
  Cleaning LANDUSE.
  Sorting...

```
CLNSRT Ver 3.5
Copyright (C) 1996 by
  Environmental Systems Research Institute
  380 New York Street
  Redlands, CA 92373
All Rights Reserved Worldwide.
Intersecting...
Assembling Polygons...
  Sorting input file...
  Sorting label file...
  Processing...
  Assigning final IDs...
  Writing arc file...
  Generating polygon report...
Creating PAT...
  Sorting User-IDs...
  Merging record    3145
```

- Untuk coverage yang berupa feature garis, misalnya *Coverage Sungai*

  Ketikan :

  (D:\TA_RI2N)[ARC]BUILD SUNGAI <Enter>

  Maka akan muncul :

```
[PC ARC/INFO 3.5 CLEAN - 04/12/96]
Building lines...
Creating attribute file for SUNGAI.
  Sortings User-IDs...
  Merging record    8125
```

3.3.1.7.Editing Topologi

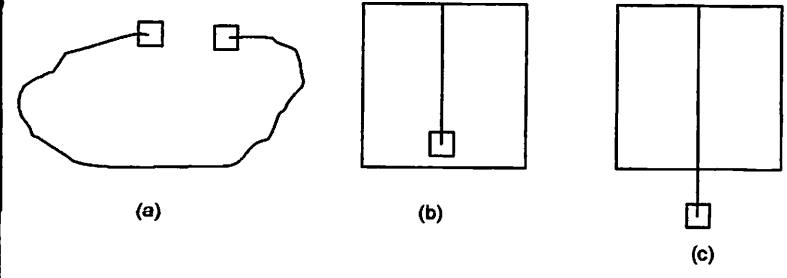
Setelah membangun topologi kesalahan yang dibuat ketika peta didigitasi dapat diidentifikasi. Pada Arc/Info, kesalahan node potensial dapat diketahui berdasarkan tanda atau simbol khusus. Berikut keterangan singkat dua jenis node dan kesalahan potensial yang umumnya ditunjukkan pada Arc/Info :

- **Node semu (Pseude semu)**, digambarkan dengan *simbol wajik*, terjadi dimana garis tunggal yang dihubungkan dengan garis itu sendiri (poligon pulau) atau di mana ada hanya dua arc yang berpotongan. Node semu ini

Gambar 3.9. Node Semu
(a) Node Semu pada Poligon
(b) Node Semu pada Garis

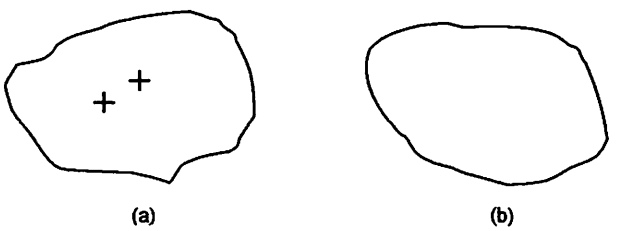
tidak selalu menyatakan kesalahan atau masalah. Node semu yang dapat di terima adalah node yang menyajikan pulau (node semu spasial).

- **Node dangling**, disajikan dengan *simbol kotak*, menyatakan node yang tidak terhubungkan dari arc dangling. Setiap arc tidak tertutup dengan tepat, atau didigitasi melebihi perpotongannya, nodenya akan dicatat sebagai node dangling.



Gambar 3.10. Node Dangling
(a) Poligon Terbuka
(b) Undershoot
(c) Overshoot

Pada coverage poligon, kemungkinan *kesalahan label*, biasanya tidak ada titik label untuk poligon (missing label) atau terdapat lebih dari satu titik label poligon (too many label).



Gambar 3.11. Kesalahan Label
(a) Too many Label
(b) Missing Label

Beberapa kesalahan dapat diidentifikasi secara otomatis dengan menggunakan perintah **NODEERRORS** dan **LABELERRORS** pada lingkungan ArcInfo.

(D:\TA_RI2N)[ARC]NODEERRORS {cover} {ALL/DANGLE/PSEUDO} <Enter>

(D:\TA_RI2N)[ARC]&DISPLAY NODE.ERR <Enter>

(D:\TA_RI2N)[ARC]LABELERRORS {cover} {ALL/DANGLE/PSEUDO} <Enter>

(D:\TA_RI2N)[ARC]&DISPLAY LABEL.ERR <Enter>

Karena itulah editing topologi ini sangat penting dilakukan dalam pembangunan basis data, untuk memperbaiki kesalahan yang tidak sengaja dibuat ketika digitasi peta. Jika kesalahan ini tidak diperbaiki dengan benar, maka perhitungan luas, analisa data peta berikutnya tidak valid.

Proses editing ini dilakukan dalam sistem ARCEDIT. Adapun langkah-langkah yang dilakukan untuk editing topologi adalah sebagai berikut :

1. **Mengetikan perintah ARCEDIT pada prompt D** (directory tempat proses akan dilakukan) :

   (D:\TA_RI2N)[ARC] ARCEDIT <Enter>

   Maka akan muncul :

   [PC ARC/INFO 3.5 ARCEDIT - 04/12/96]

   Serial Communications Driver - Version 5.0

   COM1 (IRQ04 Level - I/O Port 3F8)

   ARCEDIT Ver 3.5

   Copyright (C) 1996 by

   Environmental Systems Research Institute

   380 New York Street

   Redlands, CA 92373

   All Rights Reserved Worldwide.

   : DISP 4 ***<Enter>***

2. **Memanggil coverage yang akan diedit**

   : Editcov [nama _coverage] <Enter>

   : Drawen All <Enter>

   : Draw <Enter>

3. **Mendeteksi dan menampilkan kesalahan pada coverage**

   : Drawen Node Dangle;Draw <Enter> atau

   : Drawen Node Error;Draw <Enter>

4. **Memperbaiki kesalahan pada coverage**

   - **Overshoot** (menghilangkan kelebihan garis)

     Merupakan kesalahan dimana node/titik akhir suatu arc/garis yang melewati batas perpotongan dengan titik akhir dari garis lainnya.

Perintah yang digunakan adalah :

- Terlebih dahulu memperbesar tampilan gambar sehingga kesalahan terlihat jelas, dengan menggunakan perintah :

  : Map *;Draw <Enter> atau ***: Mapextend *;Draw <Enter>***

  Maka akan muncul : ***Define the boks***

  (klik pojok kiri atas batas perbesaran lalu klik pojok kanan bawah batas perbesaran)

- Kemudian ketikan perintah :

  : Edit Feature Arc <Enter> atau ***: EF Arc <Enter>***

  Maka akan muncul : ***1028 element(s) for edit feature arc***

- Ketikan :

  : Select <Enter>

  Maka akan muncul : ***Point to the feature to select***

  (klik garis yang berlebihan, maka garis tersebut akan berubah warna menjadi kuning)

  Arc 915 User-ID : 168 with 2 point selected

  1 element(s) now selected

- Ketikan :

  : Delete;Draw <Enter>

- Untuk menampilkan kembali seluruh gambar digunakan perintah :

  : Map Def;Draw <Enter> atau ***: Map Default;Draw <Enter>***

- **Undershoot** (menyambungkan garis yang kurang)

Merupakan kesalahan dimana node/titik akhir suatu arc/garis tidak menyambung pada titik akhir dari garis lainnya.

Perintah yang digunakan adalah :

- Terlebih dahulu memperbesar tampilan gambar sehingga kesalahan terlihat jelas, dengan menggunakan perintah :

  : Map *;Draw <Enter> atau ***: Mapextend *;Draw <Enter>***

  Maka akan muncul : ***Define the boks***

  (klik pojok kiri atas batas perbesaran lalu klik pojok kanan bawah batas perbesaran)

- Kemudian ketikan perintah :

  : Edit Feature Arc <Enter> atau ***: EF Arc <Enter>***

  Maka akan muncul : ***1028 element(s) for edit feature arc***

  Pusatkan kursor pada garis dimana node dangle akan dihubungkan, lalu klik kiri tombol mouse untuk memastikan garis tersebut yang dipilih

- Ketikan :

  : Split <Enter>

  Setelah kursor muncul, pusatkan pada posisi penempatan node baru.

- Ketikan :

  : Edit Distance;

  : Snapdistance;

  : Edit Feature Node; atau ***: EF Node;***

  : Move <Enter>

  Maka akan muncul perintah :

  Point to the node to move (9 to quit)

  Klik node yang akan dituju,misalnya :

  Node (1140.138180,1484.076660) selected

  1 = Select 2 = Next 3 = Who 4 = Restart 9 = Quit

  Pilih point ***1 = Select***

  Point to where to move the node (9 to quit)

Klik node tempat tujuan

: Move node;

: Draw <Enter>

5. **Pemberian ID atau labelling**

Setiap coverage yang telah dibangun topologinya akan memiliki tabel dengan item-item standard, seperti ditunjukkan pada tabel berikut ini :

Tabel 3.3. Item Standard untuk Feature Poligon dan Titik

ITEM	KETERANGAN ITEM
AREA	Informasi luas dari setiap polygon dalam satuan coverage
PERIMETER	Informasi panjang dari setiap polygon dalam satuan coverage
COVER_	Informasi nomor poligon atau titik internal (ditentukan oleh program ArcInfo)
COVER_ID	Informasi penggunaan ID setiap poligon atau titik (ditentukan oleh pemakai)

Tabel 3.4. Item Standard untuk Feature Garis

ITEM	KETERANGAN ITEM
FNODE	Informasi luas dari setiap polygon dalam satuan coverage
TNODE	Informasi panjang dari setiap polygon dalam satuan coverage
LPOLY	Informasi nomor poligon kiri terhadap posisi setiap garis yang dibatasi oleh TNODE ke-... dan FNODE ke-...
RPOLY	Informasi nomor poligon kanan terhadap posisi setiap garis yang dibatasi oleh TNODE ke-... dan FNODE ke-...
LENGTH	Panjang setiap garis yang dibatasi oleh TNODE ke-... dan FNODE ke-...dalam satuan coverage
COVER_	Informasi nomor poligon atau titik internal (ditentukan oleh program ArcInfo)
COVER_ID	Informasi penggunaan ID setiap poligon atau titik (ditentukan oleh pemakai)

Pemberian ID ini dilakukan dalam sistem ARCEDIT.

- Untuk coverage poligon dan titik, pemberian ID akan memberikan identitas unik yang tersimpan dalam tabel atribut standar feature poligon maupun feature titik dengan extention **.PAT**

  Langkahnya adalah sebagai berikut :

  - Tampilkan coverage yang akan diberi ID / label

- Ketikan :

: Edit Feature Label <Enter> atau ***: EF Label <Enter>***

: ADD <Enter>

Maka akan muncul :

Options : ***1) Add Label*** ***5) Delete Last Label***

8) Digitizing Options ***9) Quit***

(Label) User-ID :

Pilih point ***8) Digitizing Options***

——————— Digitizing Options ———————

1) New User-ID ***2) New Symbol*** ***3) Autoincreament OFF***

4) Autoincreament ON ***9) Quit***

——————— Enter Options ———————

Maka akan muncul :

Pilih point ***1) New User-ID***

Maka akan muncul :

(Label) User-ID :

(ketikan label / kode yang diinginkan)

- Klik poligon yang akan diberi label secara berurutan. Jika pemberian label tidak berurutan atau memberikan label yang sama untuk beberapa poligon, maka setelah memilih point *1) New User-ID* dan mengetikan nilai labelnya, kemudian pilih point *3) Autoincreament OFF.*
- Setelah selesai memberikan label, keluar dari perintah EF Label dengan memilih point *9) Quit.*

▪ Untuk <u>coverage garis</u>, pemberian ID akan memberikan identitas unik yang tersimpan dalam tabel atribut standar feature garis dengan extention **.AAT**

Langkahnya adalah sebagai berikut :

- Tampilkan coverage yang akan diberi ID
- Ketikan :

: Edit Feature ARC <Enter> atau *: EF Arc <Enter>*

: Select {ALL/BOX/MANY} <Enter>

(pilihlah feature garis yang akan diberi ID / label)

: Calculate $ ID = [nomor_ID] <Enter>

: Draw <Enter>

6. **Menampilkan label yang telah dibuat pada coverage**

: Drawen Label IDS <Enter>

: Draw <Enter>

7. **Merubah nilai label**

: Edit Feature Label <Enter> atau *: EF Label <Enter>*

: Select <Enter>

: Calculate $ ID = [nilai ID yang benar] <Enter>

: Draw <Enter>

8. **Menghapus nilai label yang lebih dari satu**

: Edit Feature Label <Enter> atau *: EF Label <Enter>*

: Select Many <Enter>

: Delete <Enter>

: Draw <Enter>

9. **Menyimpan hasil proses editing**

Setelah gambar selesai diedit termasuk pula pemberian ID, simpanlah hasil pengeditan dengan mengetikan perintah SAVE.

: SAVE <Enter>

Kemudian secara otomatis, ArcInfo akan meminta anda untuk melakukan proses pembangunan topologi ulang, baik menggunakan perintah CLEAN ataupun BUILD.

Keluarlah dari menu ARCEDIT dengan mengetikan perintah QUIT untuk kembali ke menu utama.

: QUIT <Enter>

10. <u>Membangun topologi ulang</u>

Misalkan, Coverage Landuse yang akan dibangun kembali topologinya setelah dilakukan editing sebelumnya.

- Jika diminta untuk membangun topologi dengan perintah CLEAN, maka ketikan :

  (D:\TA_RI2N)[ARC]CLEAN LANDUSE <Enter>

  Maka akan muncul :

```
[PC ARC/INFO 3.5 CLEAN - 04/12/96]
Cleaning LANDUSE.
Sorting...

CLNSRT Ver 3.5
Copyright (C) 1996 by
  Environmental Systems Research Institute
  380 New York Street
  Redlands, CA 92373
All Rights Reserved Worldwide.
Partial process enabled.  67 percent of the coverage will be processed.
Intersecting...
Assembling Polygons...
  Sorting input file...
  Sorting label file...
  Processing...
  Assigning final IDs...
  Writing arc file...
  Generating polygon report...
Creating PAT...
  Sorting User-IDs...
  Merging record    3152
```

- Jika diminta untuk membangun topologi dengan perintah BUILD, maka ketikan:

  (D:\TA_RI2N)[ARC]BUILD LANDUSE <Enter>

  Maka akan muncul :

```
[PC ARC/INFO 3.5 BUILD - 04/12/96]
Building polygons...
  Sorting input file...
```

Sorting label file...
Processing...
Assigning final IDs...
Writing arc file...
Generating polygon report...
Creating attribute file for LANDUSE.
Sorting User-IDs...
Merging record 3131

3.3.2. Basis Data Non-Spasial

Sebelum memasukkan data non-spasial (data atribut) perlu dilakukan terlebih dahulu pemilihan dan pengelompokkan data-data yang akan disusun dengan tema sistem yang akan dibuat.Data atribut tersebut digunakan sebagai data tabulasi untuk analisa, sehingga setiap kolom (*field*) dan baris (*record*) harus memiliki identitas (*ID*) yang unik.

3.3.2.1. Enterprise Rule

- *Satu Kecamatan pasti terdiri dari beberapa desa dan satu desa pasti menjadi bagian dari satu kecamatan.*
- *Satu Kecamatan pasti memiliki beberapa jenis penggunaan lahan dan satu jenis penggunaan lahan pasti dimiliki oleh beberapa Kecamatan.*
- *Satu Kecamatan pasti memiliki beberapa tingkat kelerengan dan satu tingkat kelerengan pasti dimiliki oleh beberapa Kecamatan.*
- *Satu Kecamatan pasti memiliki beberapa jenis tekstur tanah dan satu jenis tekstur tanah pasti dimiliki oleh beberapa Kecamatan.*
- *Satu Kecamatan pasti memiliki beberapa tipe struktur tanah dan satu tipe struktur tanah pasti dimiliki oleh beberapa Kecamatan.*
- *Satu Kecamatan pasti memiliki beberapa tingkat intensitas curah hujan dan satu tingkatintensitas curah hujan pasti dimiliki oleh beberapa Kecamatan.*
- *Satu Kecamatan pasti memiliki banyak sungai dan beberapa sungai pasti dimiliki satu Kecamatan.*
- *Satu DAS pasti melalui beberapa kecamatan tapi satu kecamatan belum tentu dilalui Daerah Aliran Sungai.*

3.3.2.2. Entitas Basis Data Non-Spasial

Dalam pembuatan basis data non-spasial untuk penentuan laju infiltrasi tanah pada daerah aliran sungai, harus ditentukan entitasnya terlebih dahulu. Adapun entitas yang dipilih dalam studi penelitian ini dapat dilihat pada table 3.5 berikut ini :

Tabel 3.5. Entitas Basis Data Non-Spasial

No	Nama Entitas
1	Kecamatan
2	Desa
3	Penggunaan lahan
4	Kelerengan tanah
5	Tekstur tanah
6	Struktur tanah
7	Curah hujan
8	Daerah aliran sungai
9	Sungai

3.3.2.3. Hubungan Antar Entitas

Setelah entitas-entitas diperoleh kemudian ditentukan hubungan antar entitas. Di antara data entitas dan data atribut terdapat hubungan, yang disebut sebagai hubungan antar entitas. Hubungan antar entitas di antara data-data yang digunakan dalam penyusunan basis data penelitian ini dapat dijelaskan pada diagram di bawah ini :

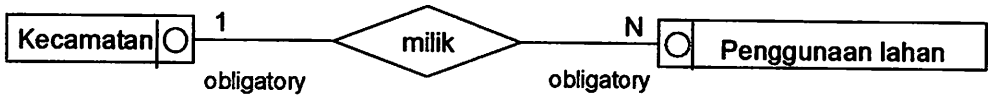
a. Kecamatan – Desa

(Kec#, Nama_Kecamatan, Area)

(Desa#, Nama_Desa, Area)

(Desa#, ..., Area, Kec#)

b. Kecamatan – Penggunaan lahan

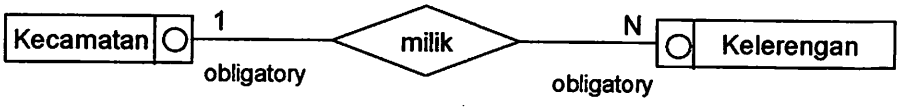


(Kec#, Nama_Kecamatan, Area)

(Penggunaan_lahan#, ..., Area)

(Penggunaan_lahan#, ..., Area, Kec#)

c. Kecamatan – Kelerengan

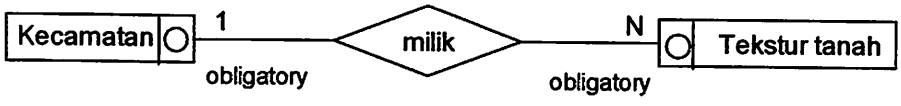


(Kec#, Nama_Kecamatan, Area)

(Kelerengan#, ..., Area)

(Kelerengan#, ..., Area, Kec#)

d. Kecamatan – Tekstur tanah

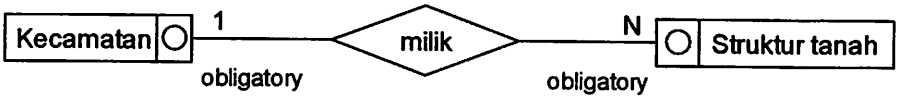


(Kec#, Nama_Kecamatan, Area)

(Tekstur tanah#, ..., Area)

(Tekstur tanah#, ..., Area, Kec#)

e. Kecamatan – Struktur tanah

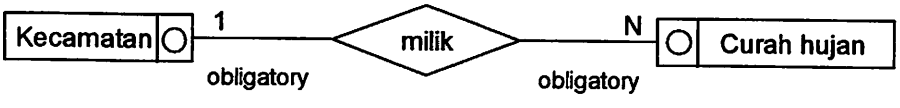


(Kec#, Nama_Kecamatan, Area)

(Struktur tanah#, ..., Area)

(Struktur tanah#, ..., Area, Kec#)

f. Kecamatan – Curah hujan



(Kec#, Nama_Kecamatan, Area)

(Curah hujan#, ..., Area)

(Curah hujan#, ..., Area, Kec#)

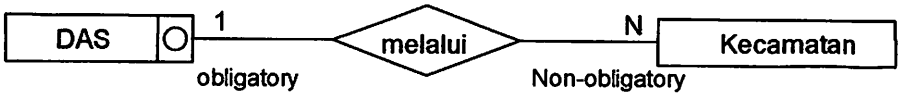
g. Kecamatan – Sungai

(Kec#, Nama_Kecamatan, Area)

(Sungai#, ..., Lenght)

(Sungai#, ..., Lenght, Kec#)

k. DAS – Kecamatan



(DAS#, Nama_DAS, Area)

(Kecamatan#, ... Area)

(Kecamatan#, ... Area, DAS#)

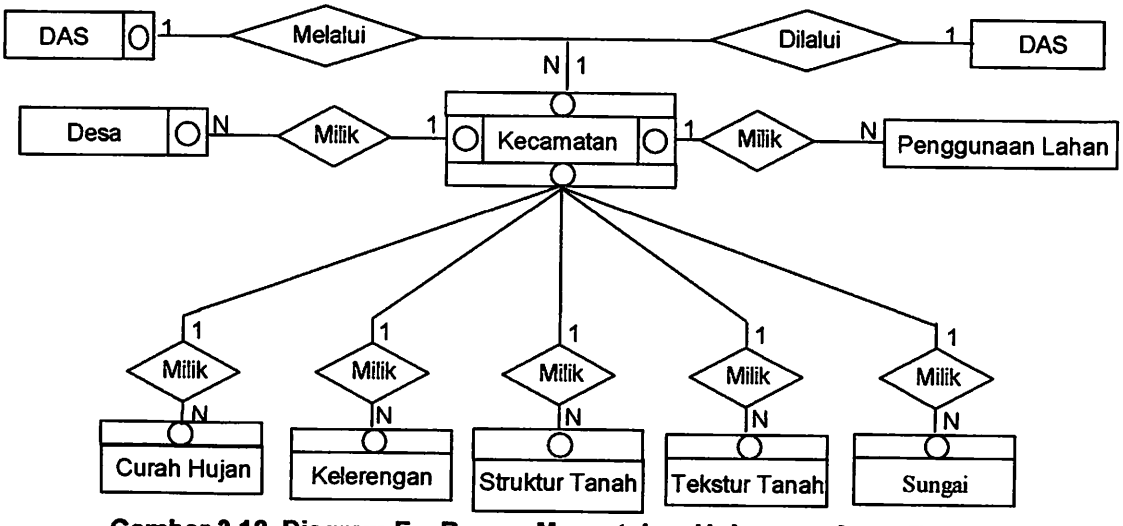
(Kecamatan#, Nama_Kec, Area)

(DAS#, ... Area)

(DAS#, ... Area, Kecamatan#)

3.3.2.4. Diagram Entity Relationships (E – R)

Diagram E – R dapat dibuat berdasarkan hubungan antar entitasnya dengan memperhatikan derajat keanggotaan dan kelas keanggotaan dari masing-masing hubungan antar entitas.



Gambar 3.12. Diagram E – R yang Menyatakan Hubungan Antar Entitas dalam Desain Basis Data Non-Spasial

Diagram E - R seperti yang diperlihatkan pada gambar 3.12 diatas menunjukan hubungan antar entitas data-data/parameter dalam penentuan laju infiltrasi tanah pada daerah aliran sungai.

3.3.2.5. Pemberian Kode

Data atribut (non-spasial) tersimpan secara digital dalam komputer sebagai bilangan dan karakter. Data atribut yang diterangkan oleh beberapa deret karakter akan lebih baik apabila diberikan dengan kode yang unik, sehingga dapat membantu mempermudah dalam mengidentifikasi data. Pengkodean yang diberikan dapat berupa numerik ataupun karakter alphabet. Adapun pengkodean yang diberikan dalam penelitian ini yang diberikan untuk masing-masing objek parameter adalah sebagai berikut :

Tabel 3.6. Pengkodean Data Administrasi (Kecamatan)

KEC_ID	NAMA_KEC
101	Karangploso
102	Singosari
103	Lawang
104	Jabung
105	Pakis
106	Blimbing
107	Kedungkandang
108	Lowokwaru
109	Klojen

Tabel 3.7. Pengkodean Data Administrasi (Desa)

DESA_ID	NAMA_DESA
10101	Desa Tawangargo
10102	Desa Wonowarih
10103	Desa Bocek
10104	Desa Girimoyo
10105	Desa Ngenep
10106	Desa Ampeldento
10107	Desa Tegalgondo
10108	Desa Ingijo
10109	Desa Kepuharjo
10201	Desa Toyomarto
10202	Desa Gunungrejo
10203	Desa Klampok
10204	Desa Langlang
10205	Desa Candirenggo
10206	Desa Ardimulyo
10207	Desa Baturetno
10208	Desa Purwoasri
10209	Desa Tunjungtirto
10210	Desa Tamanharjo
10211	Desa Watugede
10212	Desa Banjararum
10213	Desa Dengkol
10214	Desa Wonorejo
10215	Kelurahan Pagentan
10216	Kelurahan Losari
10217	Desa Randuagung
10301	Desa Sidoluhur

10302	Desa Srigading
10303	Desa Bedali
10304	Desa Sidodadi
10401	Desa Gunungjati
10402	Desa Kemiri
10403	Desa Jabung
10404	Desa Taji
10501	Desa Saptorenggo
10502	Desa Tirtomoyo
10503	Desa Bunut Wetan
10504	Desa Asrikaton
10505	Desa Mangliawan
10506	Desa Sekarpuro
10601	Kelurahan Blimbing
10602	Kelurahan Purwodadi
10603	Kelurahan Bunulrejo
10604	Kelurahan Purwantoro
10605	Kelurahan Kesatrian
10606	Kelurahan Polehan
10607	Kelurahan Pandanwangi
10608	Kelurahan Polowijen
10609	Kelurahan Arjosari
10610	Desa Balearjosari
10701	Kelurahan Sawojajar
10702	Kelurahan Kedungkandang
10801	Desa Tasikmadu
10802	Desa Tunggulwulung
10803	Kelurahan Tunjungsekar
10804	Kelurahan Mojolangu
10805	Kelurahan Tulusrejo
10806	Kelurahan Jatimulyo
10807	Kelurahan Lowokwaru
10901	Kelurahan Klojen
10902	Kelurahan Rampalcelaket

Tabel 3.8. Pengkodean Data Kelerengan

LERENG_ID	K_TNH	CIRI	S_KLRENG
201	0 - 2 %	Datar	4
202	3 - 15 %	Landai	3
203	16 - 40 %	Curam	2
204	> 40 %	Sangat Curam	1

Tabel 3.9. Pengkodean Data Tekstur

Tekstur_ID	Tekstur_Tanah
301	Halus
302	Sedang
303	Kasar

Tabel 3.10. Pengkodean Data Struktur

Struktur_ID	Struktur_Tanah
401	Granuler sangat halus
402	Granuler halus
403	Granuler sedang dan besar
404	Gumpal, lempeng dan tiang
405	Butir tunggal dan pejal

Tabel 3.11. Pengkodean Data Curah Hujan

Curah Hujan_ID	Nilai_RD	Keterangan
501	< 2500	Rendah
502	2500 – 3500	Sedang
503	3500 – 4500	Agak tinggi
504	4500 – 5500	Tinggi
505	> 5500	Sangat tinggi

Tabel 3.12. Pengkodean Data Penggunaan Lahan

Landuse_ID	Nama_Penggunaan Lahan	Keterangan
601	Semak belukar/padang rumput	Sedang
602	Danau	Agak kecil
603	Hutan	Sangat besar
604	Pemukiman	Kecil
605	Perkebunan	Agak besar
606	Bangunan Lain	Kecil
607	Sawah irigasi	Agak kecil
608	Sawah tadah hujan	Agak kecil
609	Tanah kosong	Sedang
610	Ladang/tegalan	Besar

Tabel 3.13. Pengkodean Data Daerah Aliran Sungai

DAS_ID	NAMA_DAS
10130	Desa Tawangargo
10131	Desa Wonowarih
10132	Desa Bocek
10133	Desa Ngenep
10134	Desa Ampeldento
10135	Desa Tegalgondo
10136	Desa Ingijo
10137	Desa Kepuharjo
10138	Desa Girimoyo
10230	Desa Toyomarto
10231	Desa Gunungrejo
10232	Desa Klampok
10233	Desa Langlang
10234	Desa Candirenggo
10235	Desa Ardimulyo
10236	Desa Baturetno
10237	Desa Purwoasri
10238	Desa Tunjungtirto
10239	Desa Tamanharjo
10240	Desa Watugede
10241	Desa Banjararum
10242	Desa Dengkol
10243	Desa Wonorejo
10244	Kelurahan Losari
10245	Kelurahan Pagentan
10246	Desa Randuagung
10330	Desa Sidoluhur
10331	Desa Srigading
10332	Desa Bedali
10333	Desa Sidodadi
10430	Desa Gunungjati
10431	Desa Kemiri
10432	Desa Jabung
10433	Desa Taji
10530	Desa Saptorenggo
10531	Desa Tirtomoyo
10532	Desa Bunut Wetan
10533	Desa Asrikaton
10534	Desa Mangliawan
10535	Desa Sekarpuro
10630	Kelurahan Blimbing

10631	Kelurahan Purwodadi
10632	Kelurahan Bunulrejo
10633	Kelurahan Purwantoro
10634	Kelurahan Kesatrian
10635	Kelurahan Polehan
10637	Kelurahan Pandanwangi
10638	Kelurahan Polowijen
10639	Kelurahan Arjosari
10640	Desa Balearjosari
10730	Kelurahan Sawojajar
10731	Kelurahan Kedungkandang
10830	Desa Tasikmadu
10831	Desa Tunggulwulung
10832	Kelurahan Tunjungsekar
10833	Kelurahan Mojolangu
10834	Kelurahan Tulusrejo
10835	Kelurahan Jatimulyo
10836	Kelurahan Lowokwaru
10930	Kelurahan Klojen
10931	Kelurahan Rampalcelaket

Tabel 3.14. Pengkodean Data Sungai

SUNGAI_ID	NAMA_SUNGAI
1001	Kali Curah Kemadu
1002	Kali Tung
1003	Kali Mewek
1004	Kali Sumpil
1005	Kali Bodo
1006	Kali Beji
1007	Kali Lahor
1008	Kali Tumpangrejo
1009	Kali Borogragal
1010	Kali Kranggan
1011	Kali Baturubuh
1012	Kali Bendo
1013	Kali Krendo
1014	Kali Mati
1015	Kali Mondoroko
1016	Kali Sari
1017	Kali Glatik
1018	Kali Clumpit
1019	Kali Bandeng

1020	Kali Sumberawan
1021	Kali Krewen Lor
1022	Kali Bango
1023	Kali Tengo
1024	Kali Lain

3.3.2.6. Desain Basis Data Non-Spasial

3.3.2.6.1.Pemasukan Data Atribut

Tahap ini merupakan kegiatan pemasukan dan perancangan tabel yang digunakan untuk menyimpan setiap entitas data atribut. Sebelum melakukan penyusunan data atribut ini, dilakukan terlebih dahulu pemilihan dan pengelompokkan data berdasarkan jenis dan macamnya, yang kemudian tersusun dalam bentuk tabel-tabel. Data atribut dalam satu tabel harus mewakili satu tema data spasial (sesuai dengan entitasnya). Pembuatan tabel-tabel data atribut sangat menentukan keberhasilan proses analisa data spasial dan data non-spasial. Oleh karena itu tabel tersebut harus berbentuk normal yang ketentuan penyusunannya adalah sebagai berikut :

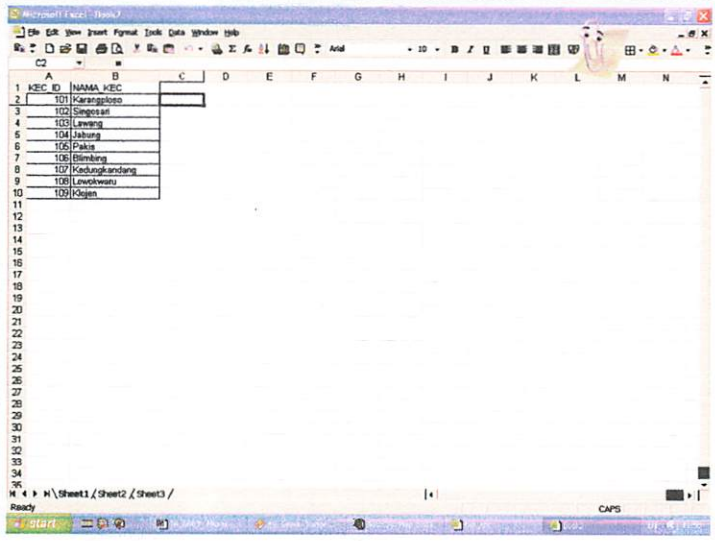
- Urutan baris tidak diperhatikan, sehingga pertukaran baris tidak akan berpengaruh terhadap isi informasi pada tabel.
- Urutan kolom tidak diperhatikan. Identifikasi kolom dibedakan dengan jenis atribut.
- Tiap perpotongan baris dan kolom hanya berisi nilai atribut tunggal, sehingga nilai atribut ganda tidak diperbolehkan.
- Tiap baris dalam tabel harus dibedakan, sehingga tidak mungkin ada dua baris dalam tabel mempunyai nilai atribut yang sama secara keseluruhan (redundant).

Pemasukkan data atribut ini dilakukan dengan cara pengetikkan melalui komputer dengan menggunakan software Microsoft Excel untuk penyusunan atau pembuatan tabel dan penyimpanan data base-nya.

Data atribut ini disusun dalam tabel, yang mana masing-masing tabel memuat data-data dari satu jenis entitas dan masing-masing unsur diberi ID (*identifier*) yang unik.

Adapun langkah – langkah proses perancangan basis data non-spasial ini adalah sebagai berikut :

1. Aktifkan software Microsoft Excel hingga muncul jendela kerjanya.
2. Ketikkan nama untuk masing-masing kolom dan masukkan data yang diperlukan sesuai dengan nama kolomnya, termasuk pula memberikan identifier (ID) untuk setiap jenis keterangan.



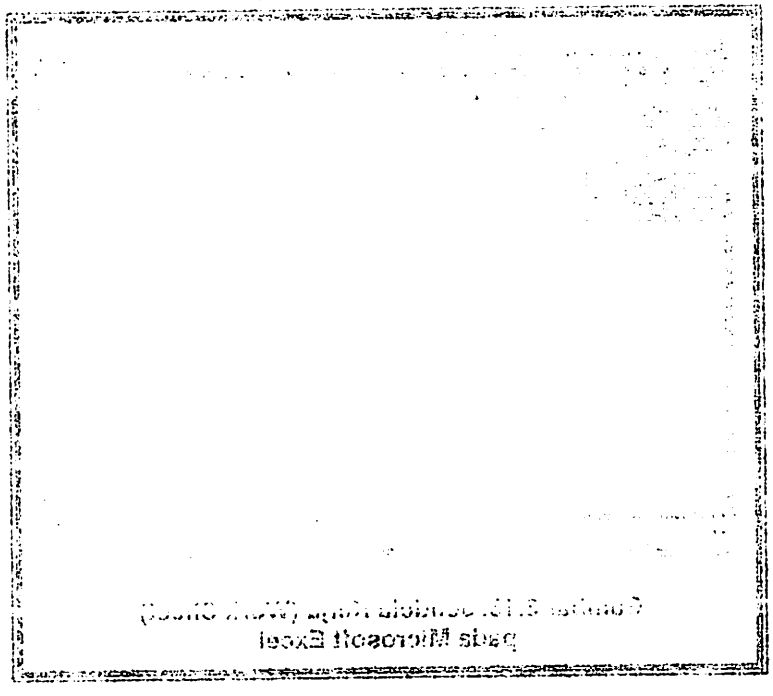
Gambar 3.13. Jendela Kerja (Work Sheet) pada Microsoft Excel

Pemasukkan data atribut ini dilakukan dengan cara pengetikkan melalui komputer dengan menggunakan software Microsoft Excel untuk penyusunan atau pembuatan tabel dan penyimpanan data base-nya.

Data atribut ini disusun dalam tabel, yang mana masing-masing tabel memuat data-data dan satu jenis entitas dan masing-masing unsur diberi ID (identifier) yang unik.

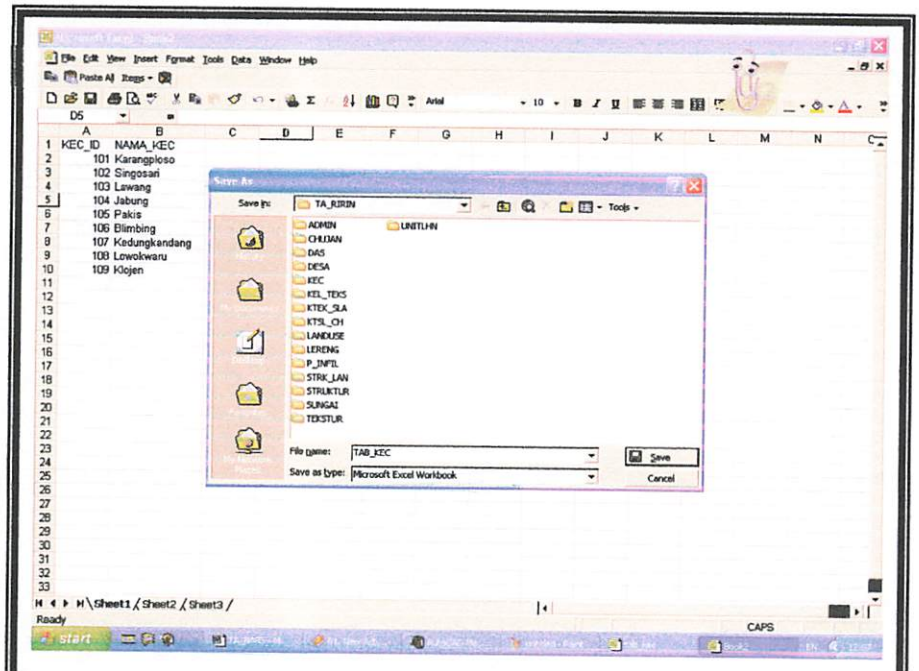
Adapun langkah -- langkah proses pemasukan basis data non-spasial ini adalah sebagai berikut :

1. Aktifkan software Microsoft Excel hingga muncul jendela kerjanya.
2. Klikkan nama untuk masing-masing kolom dan masukkan data yang diperlukan sesuai dengan nama kolomnya, termasuk pula memberikan identifier (ID) untuk setiap jenis keterangan.



Gambar 3.15. Jendela Kerja (Work Sheet) pada Microsoft Excel

3. Setelah selesai memasukkan data ke dalam tabel, lakukan penyimpanan data dengan mengklik menu **File – Save As** hingga muncul kotak dialog Save As. Pada kotak dialog Save As, ketikkan nama file (nama tabel) yang akan disimpan, kemudian klik **Save.**



Gambar 3.14. Proses Penyimpanan Data pada Microsoft Excel

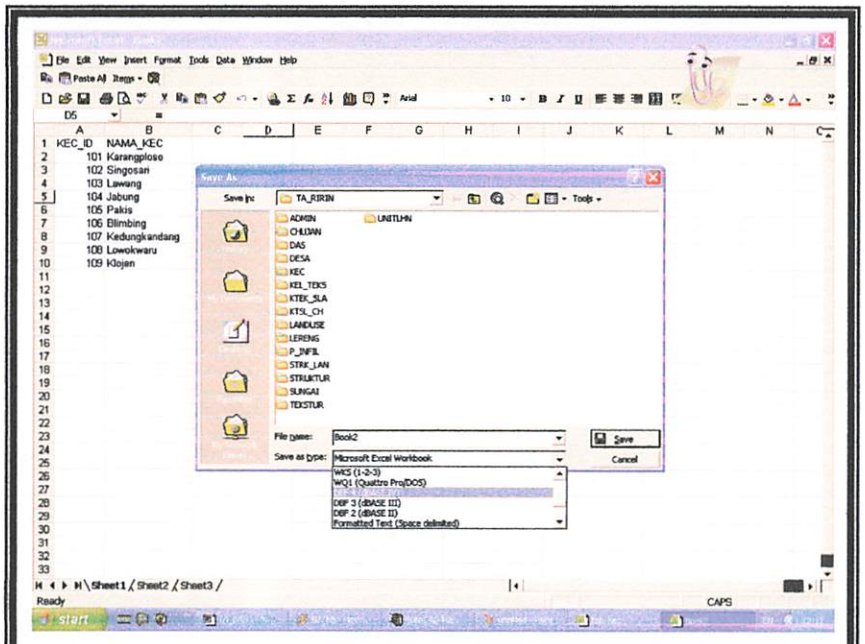
3.3.2.6.2.Export Data Atribut

Proses export data atribut ini merupakan proses konversi data atribut dengan extention "Microsoft Excel Workbook"(***.xls**) dari Microsoft Excel menjadi data atribut dengan extention ***.dbf** . Proses ini dimaksudkan agar data atribut tersebut dapat dibaca pada ArcView 3.2.

Adapun langkah – langkah dari proses ini adalah sebagai berikut :

1. Pilihlah menu **File – Save As** hingga muncul kotak dialog Save As.

2. Pada Save in, tentukan lokasi tempat penyimpanan data atribut.
3. Pada Save as type, ubahlah tipe file dari "Microsoft Excel Workbook"(*.xls) menjadi "DBF 4 (dbase III / *.dbf)".
4. Beri nama file data atribut deskriptif pada file name dan tekan **Save**.

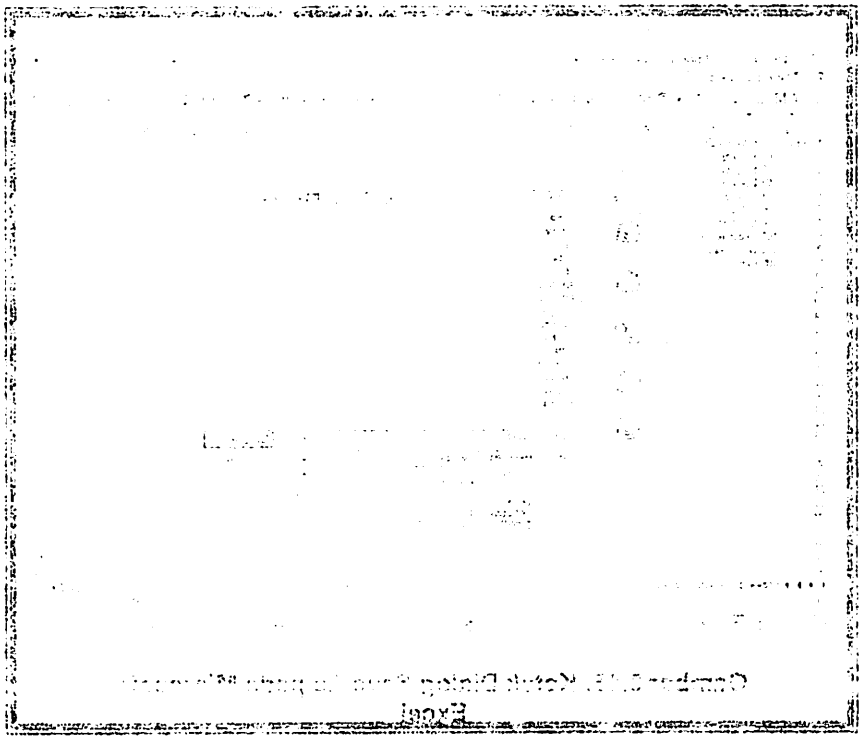


Gambar 3.15. Kotak Dialog Save As pada Microsoft Excel

3.3.2.6.3.Membuat Tabel Atribut dengan Arcview

Jika tabel data atribut yang diperlukan belum diimplementasikan sama sekali maka pembuatan tabel terpisah tersebut dengan neggunakan ArcView adalah cara terbaik yang laing efektif dan efisien. Dengan tabel-tabel baru yang terpisah yang digunakan untuk menampungdata-data atribut, fleksibel akses terhadap basis data akan lebih optimal daripada memaksakan penambahan beberapa atribut ini secara

2. Pada Save in, tentukan lokasi tempat penyimpanan data atribut.
3. Pada Save as type, ubahlah tipe file dari "Microsoft Excel Workbook"(*.xls) menjadi "DBF 4 (dbase III / *.dbf) .
4. Beri nama file data atribut deskriptif pada file name dan tekan Save.



Gambar 6.15. Kotak Dialog Save ke pada Microsoft Excel

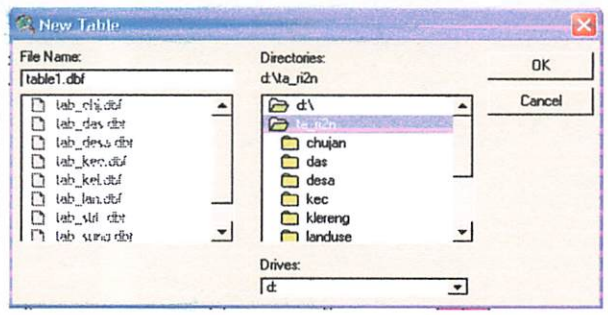
3.5.2.6.3.Membuat Tabel Atribut dengan Arcview

Jika tabel data atribut yang diperlukan belum diimplementasikan sama sekali maka pembuatan tabel terpisah tersebut dengan neggunakan Arcview adalah cara terbaik yang laing efektif dan efisien. Dengan tabel-tabel baru yang terpisah yang digunakan untuk menampungdata-data atribut, fleksibel akses terhadap basis data akan lebih optimal daripada memaksakan penambahan beberapa atribut ini secara

langsung ke dalam tabel atribut theme yang sudah ada. Akhirnya jika pembuatan tabel atribut terpisah, masih tetap dapat digabungkan dengan tabel utamanya.

Adapun langkah - langkah yang dapat ditempuh dalam membuat tabel yang terpisah (*.dbf) dengan menggunakan ArcView 3.2 adalah sebagai berikut :

1. Aktifkan project window (dengan nama mengklik project-nya).
2. Klik icon **Tables**, kemudian tekan button New hingga kotak dialog New Table muncul, kemudian tentukan drives dan directory dimana file akan diletakkan, dan nama file tabel atribut yang dibuat.



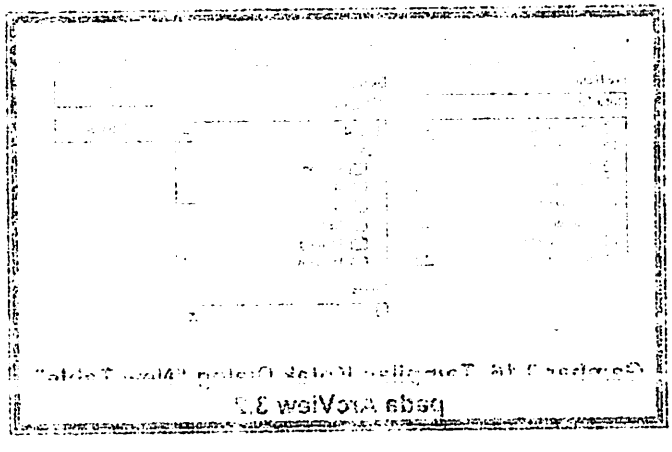
Gambar 3.16. Tampilan Kotak Dialog "New Table" pada ArcView 3.2

4. Tekan button OK untuk keluar dari kotak dialog dan menghasilkan sebuah tabel kosong seperti tampak pada gambar berikut :

langsung ke dalam tabel atribut theme yang sudah ada. Akhirnya jika pembuatan tabel atribut terpisah, masih tetap dapat digabungkan dengan tabel utamanya.

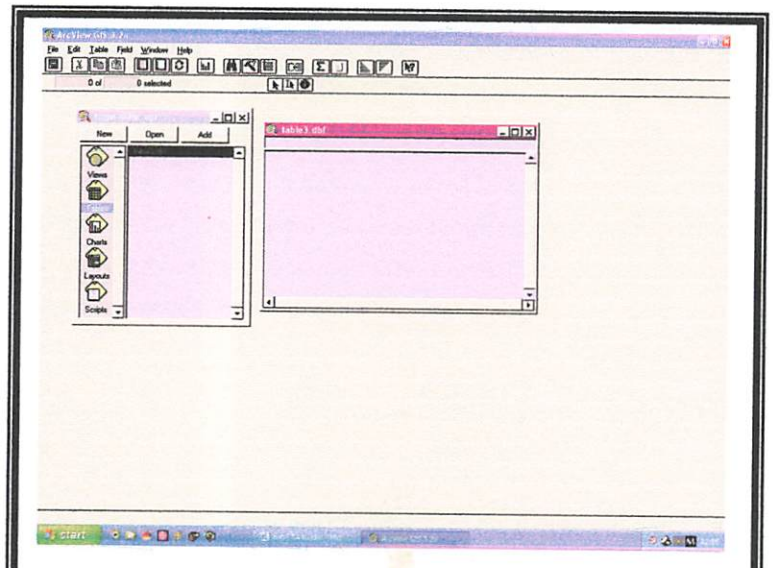
Adapun langkah - langkah yang dapat ditempuh dalam membuat tabel yang terpisah (*.dbf) dengan menggunakan ArcView 3.2 adalah sebagai berikut :

1. Aktifkan project window (dengan nama mengklik project-nya).
2. Klik icon **Tables**, kemudian tekan button New hingga kotak dialog New Table muncul, kemudian tentukan drives dan directory dimana file akan diletakkan, dan nama file tabel atribut yang dibuat.



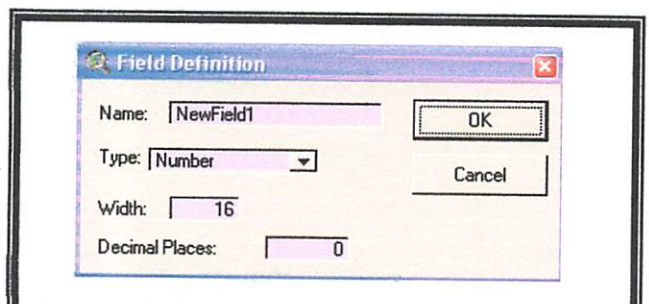
Gambar 3.16. Tampilan Kotak Dialog "New Table" pada ArcView 3.2

4. Tekan button OK untuk keluar dari kotak dialog dan menghasilkan sebuah tabel kosong seperti tampak pada gambar berikut :



Gambar 3.17.Tampilan Tabel Kosong pada ArcView 3.2

5. Kemudian gunakan pulldown **Edit** pilih **Add Field** untuk menambahkan kolom (field) baru hingga kotak dialognya nampak sepeti gambar berikut :



Gambar 3.18. Tampilan Kotak Dialog Add Field pada ArcView 3.2

6. Untuk menambah baris (record) dapat dilakukan dengan cara yang sama pada menu pulldown **Edit** pilih **Add Record.**

3.3.2.6.4.Pemberian Skor pada Objek Spasial

Pemberian skor (nilai) pada objek spasial untuk masing-masing parameter penentu kelas infiltrasi untuk penentuan laju infiltrasi tanah pada sub-das adalah sebagai berikut :

Tabel 3.15. Scoring untuk kemiringan lereng

Kemiringan lereng (%)	Ciri	Skor
0 – 2	Datar	4
3 – 15	Landai	3
16 - 40	Curam	2
> 40	Sangat Curam	1

(Sumber : Kemampuan Lahan dalam Kursus Evaluasi Sumber Daya Lahan, 1991

Tabel 3.16. Scoring untuk struktur tanah

Tipe Struktur	Ciri (Keterangan Jenis Tanah)	Skor
Granuler sangat halus	- Berwarna keputihan atau kelabu muda dan umumnya dijumpai pada jenis tanah : kompleks litosol mediteran dan rendzina, asosiasi alluvial kelabu dan alluvial coklat kemerahan, litosol alluvial kelabu. - Terletak pada horison peralihan dari horison A ke horison B	1
Granuler halus	- Terletak pada horison A Okrik yang merupakan horison permukaan paling umum yang mencirikan tanah berwarna muda yaitu : andosol coklat dan regosol coklat. - Bersifat sangat kering dengan kadar organik sangat sedikit.	2
Granuler sedang dan besar	- Berwarna kelam dan umumnya dijumpai pada jenis tanah : kompleks regosol kelabu. - Terletak pada horison A Molik.	3

Gumpal, lempeng dan tiang	- Tergolong tanah tua yaitu : Kompleks latosol coklat kemerahan dan litosol, mediteran coklat kemerahan, latosol coklat kemerahan. - Umumnya terletak pada horison tanah bawah yaitu horison B Argilik.	4
Butir tunggal dan pejal	- Berwarna gelap dan jenis tanah pada horison ini adalah Andosol hitam - Umumnya terletak pada horison A Umbrik	5

(Sumber : Hammer, 1978)

Tabel 3.17. Scoring untuk tekstur tanah

Tipe tekstur	Keterangan	Skor
Halus	- meliputi : tekstur liat berpasir, liat berdebu dan liat	1
Sedang	- meliputi : tekstur lempung, lempung berdebu dan debu	2
Kasar	- meliputi : pasir berlempung dan pasir	3

(Sumber : Kursus Evaluasi Sumber Daya Lahan, 1991)

Tabel 3.18. Scoring untuk Curah hujan/ hujan *infiltrasi* (RD)

Nilai RD	Deskripsi	Skor
< 2500	Rendah	1
2500 – 3500	Sedang	2
3500 – 4500	Agak tinggi	3
4500 – 5500	Tinggi	4
> 5500	Sangat tinggi	5

(Sumber : Wiselmer 1958, Chow 1968, Eiersum dan Supriyo Ambar, 1980)

Tabel 3.19. Scoring untuk penggunaan lahan

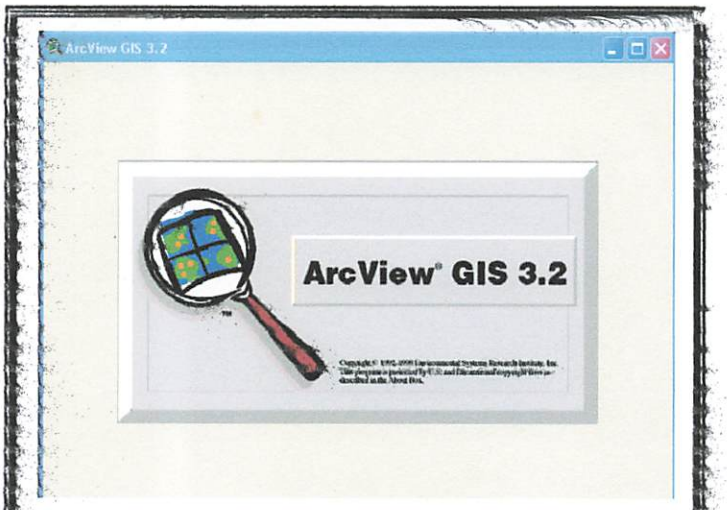
Penggunaan Lahan	Deskripsi	Skor
Hutan	Sangat Besar	6
Tegalan / Ladang	Besar	5
Perkebunan	Agak Besar	4
Semak Belukar, Padang Rumput	Sedang	3
Sawah Irigasi, Sawah Tadah Hujan	Agak kecil	2
Pemukiman, Bangunan Lain	Kecil	1

(Sumber : Kursus Evaluasi Sumber Daya Lahan, 1991)

3.3.3. Memualai Operasi ArcView 3.2

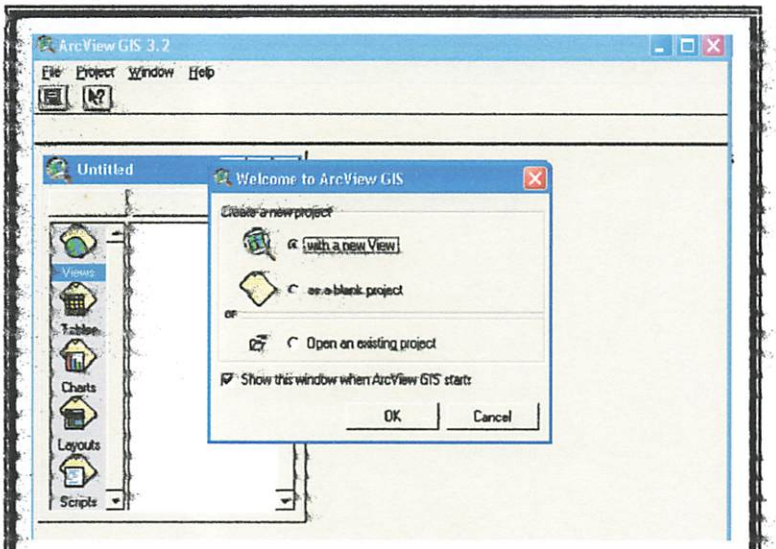
3.3.3.1. Membuka dan Menutup ArcView

Untuk mengoperasikan software ArcView 3.2 pertama kali setelah program terinstal pada sistem komputer adalah membuka dan menutup program ArcView 3.2. Adapun cara untuk memulai mengoperasikan program ArcView 3.2 adalah dengan mengeksekusi menu pulldown system operasi MS.Windows :**Start / Program / ESRI ArcView GIS 3.2 / Arcview GIS 3.2**



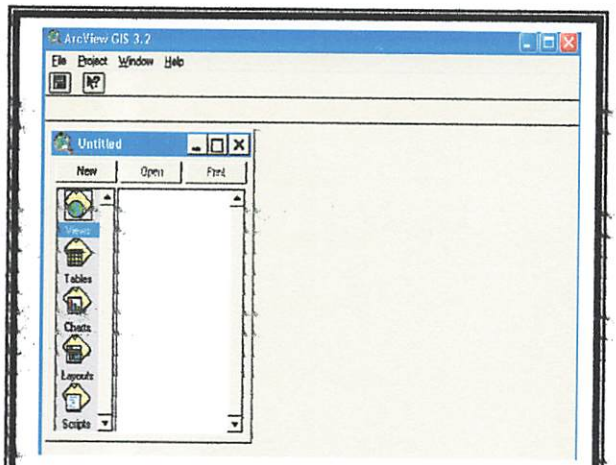
Gambar 3.19. Tampilan Awal Software ArcView 3.2

Setelah muncul tampilan pertama mengenai versi software ArcView, beberapa saat kemudian akan muncul pula tampilan susulan ArcView yang menanyakan apakah pengguna akan membuat sebuah project baru yang masih kosong. ArcView secara default menganjurkan pengguna untuk mengambil pilihan yang pertama, yaitu "with a new view" seperti terlihat pada gambar berikut :



Gambar 3.20. Tampilan untuk Membuka View atau Project pada ArcView 3.2

Tetapi walaupun demikian, untuk sekedar membuka ArcView pengguna dapat menekan tombol *"Cancel"*, hingga ditampilkan gambar berikut ini yang menunjukkan bahwa program siap dioperasikan.



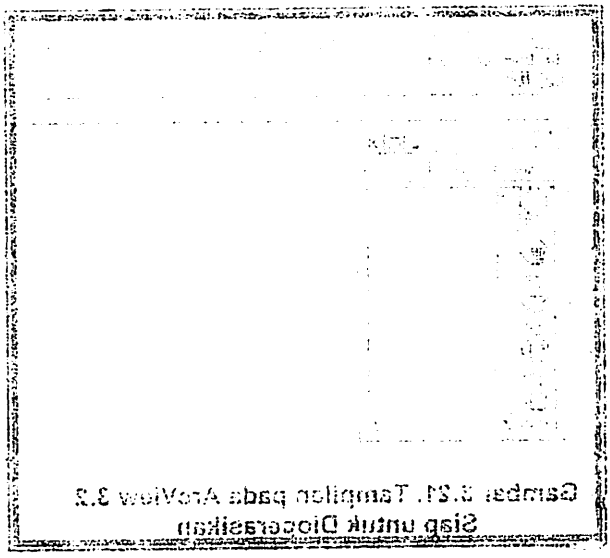
Gambar 3.21. Tampilan pada ArcView 3.2 Siap untuk Dioperasikan

Untuk menutup, mengakhiri pengoperasian atau keluar dari software ArcView, pengguna dapat memilih menu pulldown **File – Exit**.

3.3.3.2. Membuat Project

Project sangat diperlukan untuk pekerjaan-pekerjaan (aplikasi) yang tidak mudah untuk diulang kembali, bersifat kompleks, dan banyak memerlukan dan melibatkan *resource* (manusia, waktu, data, dokumen, analisis dan sebagainya). Untuk itu, project perlu dibuat. Adapun cara yang ditempuh untuk membuat suatu project adalah sebagai berikut :

1. Setelah mengaktifkan ArcView dan berada pada kondisi seperti pada gambar 3.20 Klik pilihan *"with a new view"* dan tekan tombol **OK**, maka akan didapatkan sebuah project baru dengan view (dengan nama "View1") yang baru pula.
2. Setelah mengaktifkan ArcView dan berada pada kondisi seperti pada gambar 3.20 Klik pilihan *"as a blank project"* dan klik tombol **OK**, maka akan didapatkan sebuah project baru yang sama sekali kosong.



Gambar 3.21. Tampilan pada ArcView 3.2
Siap untuk Dioperasikan

Untuk menutup, mengakhiri pengoperasian atau keluar dari software ArcView, pengguna dapat memilih menu pulldown File – Exit.

3.3.3.2. Membuat Project

Project sangat diperlukan untuk pekerjaan-pekerjaan (aplikasi) yang tidak mudah untuk diulang kembali, bersifat kompleks, dan banyak memerlukan dan melibatkan resource (manusia, waktu, data, dokumen, analisis dan sebagainya). Untuk itu, project perlu dibuat. Adapun cara yang ditempuh untuk membuat suatu project adalah sebagai berikut :

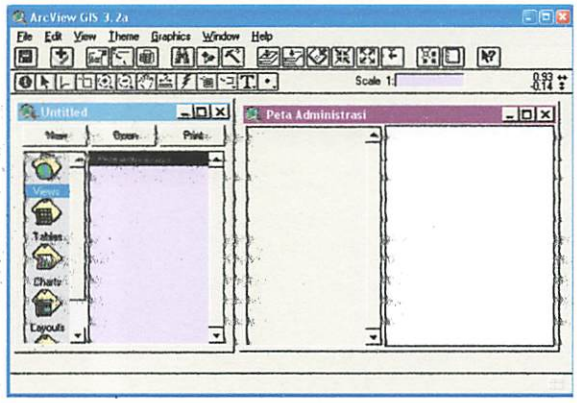
1. Setelah mengaktifkan ArcView dan berada pada kondisi seperti pada gambar 3.20 Klik pilihan "[illegible]" dan klik tombol OK, maka akan didapatkan sebuah project baru dengan view (dengan nama "View1") yang baru pula.
2. Setelah mengaktifkan ArcView dan berada pada kondisi seperti pada gambar 3.20 Klik pilihan "as a blank project" dan klik tombol OK, maka akan didapatkan [illegible] kosong

3. Setelah mengaktifkan ArcView dan berada pada kondisi seperti pada gambar 3.20 secara otomatis akan didapatkan sebuah project baru yang sama sekali kosong dengan cara memilih menu pulldown **File – New Project.**

Setelah *project* dibuat, untuk kemudahan pengenalan, pemeliharaan dan pemanggilannya di kemudian hari, maka nama *project* diganti (nama *default* untuk suatu *project* selalu *"Untitled"* dengan nama baru yang mudah dikenali. Untuk melakukan proses tersebut kita dapat mengklik menu pulldown **File – Save Project As**. Kemudian tuliskan nama dan lokasi *project* pada directory kerja yang dikendaki, dan tekan tombol **OK** pada kotak dialog yang muncul untuk memastikan semuanya.

3.3.3.3. Mengganti Properties View

Setelah proses pembuatan project dengan pilihan 1 telah selesai maka akan secara otomatis didapatkan *view* baru yang masih kosong seperti yang telah dijelaskan pada sub bab sebelumnya. Untuk memudahkan identifikasi dan memenuhi kebutuhan - kebutuhan representasi spasial, sebaiknya *properties*-nya (termasuk nama view) disesuaikan dengan nama *theme* peta digital (map unit, distance unit, projection, dll) yang akan disisipkan dalam view tersebut. Untik itu, pilih menu pulldown **View – Properties.** Selanjutnya rubahlah *items properties* yang terdapat pada dialog tersebut sesuai dengan kebutuhan. Setelah dilakukan perubahan pada *view properties*-nya maka akan didapatkan tampilan seperti gambar berikut :

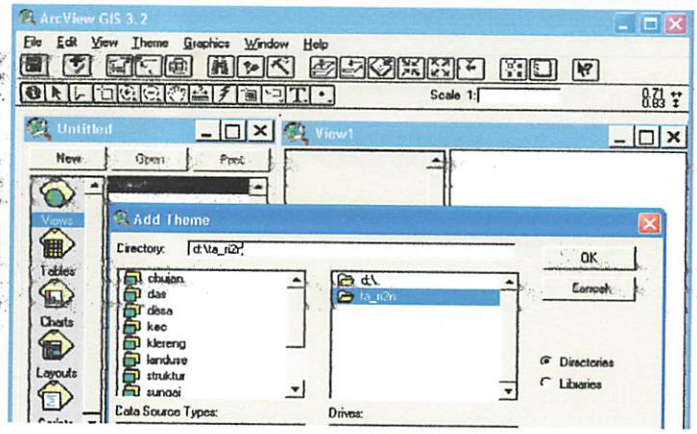


Gambar 3.22. Project dengan View Baru dengan Properties yang Telah Diganti

3.3.3.4. Menampilkan Theme / Peta Tematik

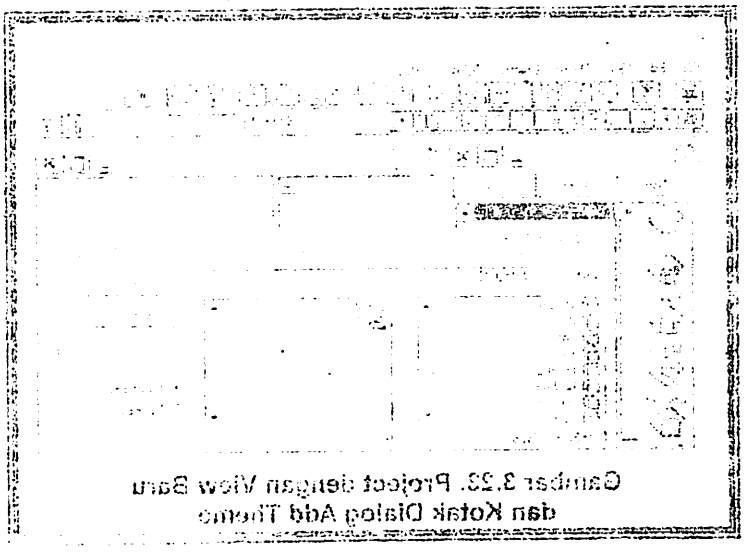
Peta tematik merupakan suatu peta yang merepresentasikan data atau informasi kualitatif dan kuantitatif dari suatu tema, maksud, konsep tertentu, serta hubungan dengan unsur/detail topografi yang spesifik yang lebih praktis, misalnya peta administrasi, peta kelerengan dan lain-lain.

Menampilkan theme/peta tematik merupakan langkah awal pada software ArcView dalam proses perencanaan koridor jalan berdasarkan tingkat kesesuaian lahan. Untuk menampilkan theme pada view yang telah tersedia pilih menu pulldown **View – Add Theme** – hingga muncul kotak dialog *"Add Theme"* seperti ditampilkan gambar berikut ini :



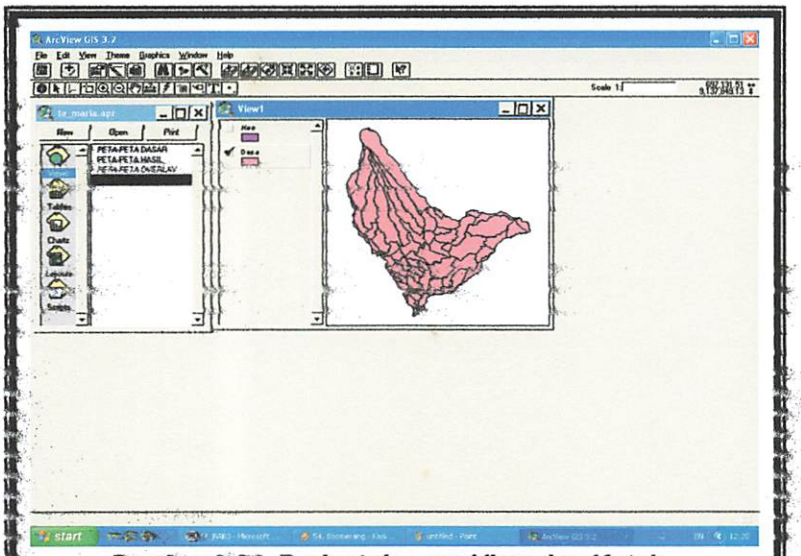
Gambar 3.23. Project dengan View Baru dan Kotak Dialog Add Theme

Kemudian arahkan dan double klik kursor pada directory (atau sub directory) dimana lokasi *theme* (*shapefile atau coverage ArcInfo*) berada. Jika *theme*-nya telah nampak, klik nama *theme* yang dimaksud, dan tekan tombol **OK** untuk memastikan. Maka secara langsung *theme* sudah dimuat dalam memori tetapi belum benar-benar ditampilkan di dalam window view. Hal ini dapat dilihat dari *windows view*-nya yang masih kosong, meskipun pada legendanya sudah terisi nama *theme*-nya dengan *check-box* yang masih kosong pula. Untuk menampilkan *theme*-nya pada *windows view*, klik *check-box theme* tersebut hingga aktif. Setelah *check-box theme* diaktifkan maka *theme* akan ditampilkan pada *window view*, seperti pada gambar berikut ini :



Gambar 3.22. Project dengan View Baru dan Kotak Dialog Add Theme

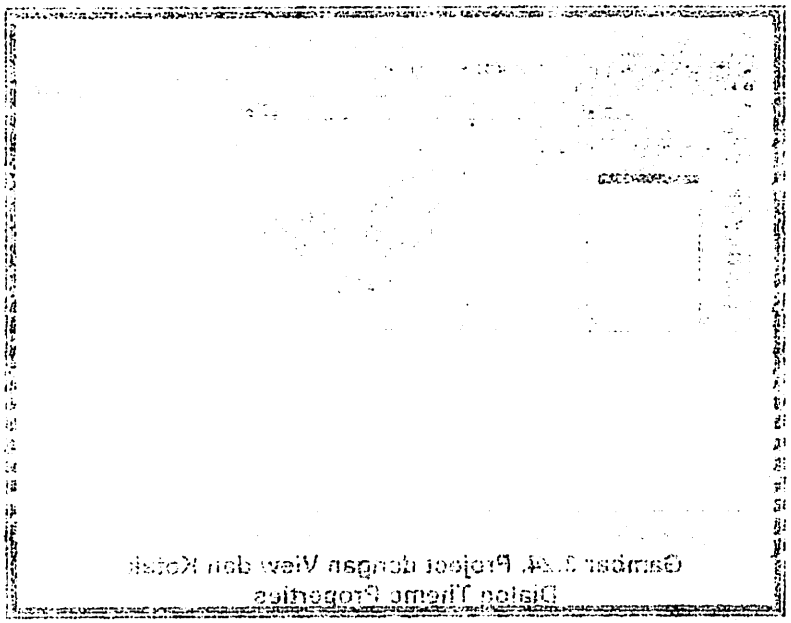
Kemudian arahkan dan double klik kursor pada directory (atau sub directory) dimana lokasi theme (shapefile atau coverage ArcInfo) berada. Jika theme-nya telah nampak, klik nama theme yang dimaksud, dan tekan tombol OK untuk memastikan. Maka seccara langsung theme sudah dimuat dalam memori tetapi belum benar-benar ditampilkan di dalam window view. Hal ini dapat dilihat dari windows view-nya yang masih kosong, meskipun pada legendanya sudah terlisi nama theme-nya dengan check-box yang masih kosong pula. Untuk menampilkan theme nya pada windows view, klik check-box theme tersebut hingga aktif. Setelah check-box theme diaktifkan maka theme akan ditampilkan pada window view, seperti pada gambar berikut ini :



Gambar 3.24. Project dengan View dan Kotak Dialog Theme Properties

3.3.3.5. Mengubah Properties Theme

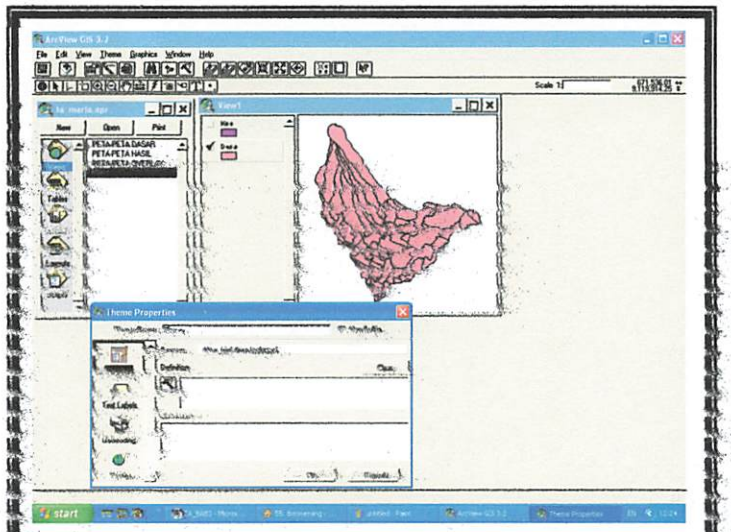
Setelah *theme*-nya muncul pada *window view*, maka langkah selanjutnya adalah merubah *properties theme*-nya. Karena nama atau keterangan pada legenda (mengenai *theme*-nya) secara *default* adalah nama *shapefile* atau *coverage*-nya. Untuk melakukan perubahan, kita dapat memilih menu pulldown **Theme – Properties**, kemudian rubahlah item *Theme Name* sesuai kebutuhan.



Gambar 3.44. Project dengan View dan Kolom Dalam Theme Properties

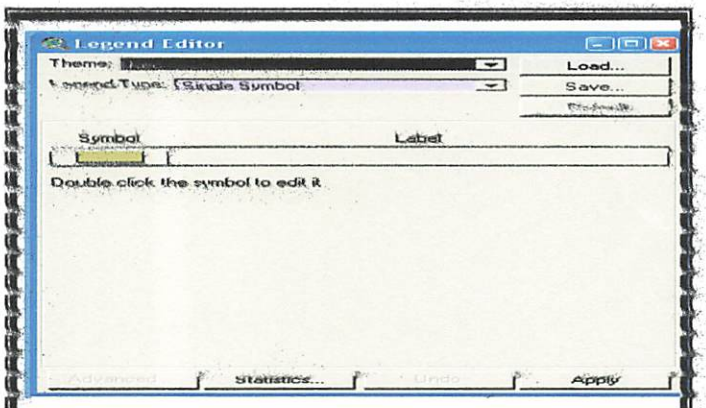
3.3.3.5. Mengubah Properties Theme

Setelah theme-nya muncul pada window view maka langkah selanjutnya adalah merubah properties theme-nya. Karena nama atau keterangan pada legenda (mengenai theme-nya) secara default adalah nama shapefile atau coverage-nya. Untuk melakukan perubahan, kita dapat memilih menu pulldown Theme – Properties. Kemudian rubahlah item Theme Name sesuai kebutuhan.



Gambar 3.25. Project dengan View dan Theme yang Telah Ditampilkan

Sementara untuk merubah symbol dan warnanya, dapat dilakukan dengan double klik terhadap simbol (legenda) yang lama hingga muncul kotak dialog "*Legend Editor*" yang dapat digunakan untuk meng-*costumize properties* simbol dan warna theme yang bersangkutan.



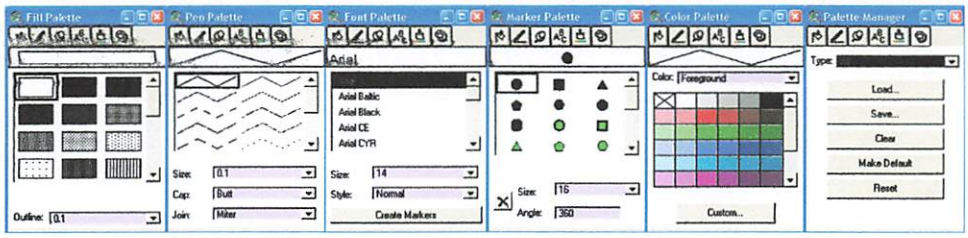
Gambar 3.26. Tampilan Kotak Dialog "Legend

Gambar 3.25. Project dengan view dan frame yang telah ditampilkan

Sementara untuk merubah symbol dan warnanya, dapat dilakukan dengan double klik terhadap simbol (legenda) yang lama hingga muncul kotak dialog "Legend Editor" yang dapat digunakan untuk merg-costumize properties simbol dan warna frame yang bersangkutan.

Gambar 3.26. Tampilan Kotak Dialog "Legend

Pada kotak dialog *"Legend Editor"* , double klik simbol theme yang akan di-*costumize* hingga muncul kotak dialog *"Pen Palette"*. Pada kotak dialog terakhir inilah dilakukan perubahan ukuran, bentuk dan warna simbol.

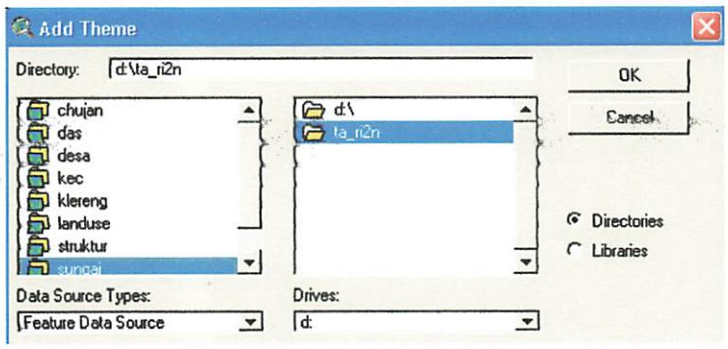


Gambar 3.27. Tampilan Kotak Dialog "Pallete"

3.3.3.6. Memanggil Data Atribut pada ArcView

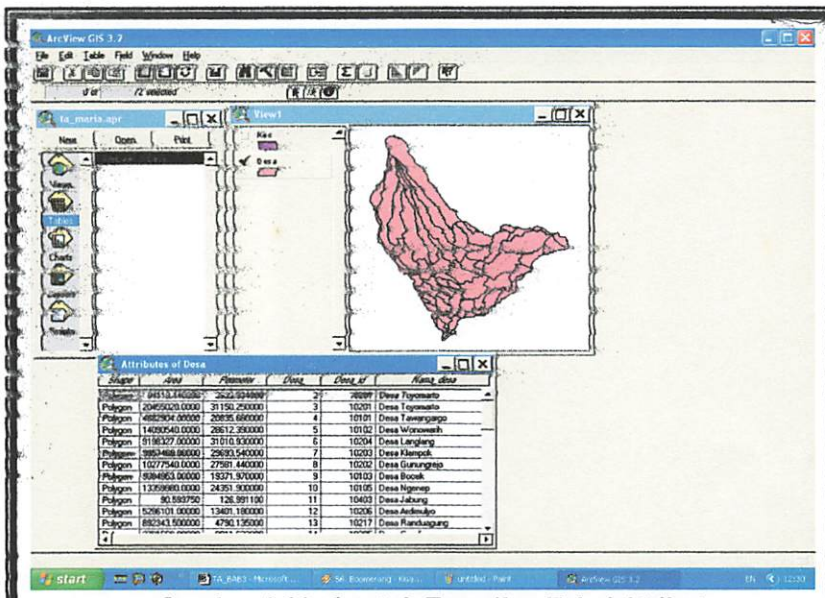
Jika tabel atau data pengguna telah selesai diimplementasikan di dalam tabel-tabel basis data, maka sama sekali tidak perlu dilakukan pengetikkan ulang terhadap data - data atribut atau tabel ini ke dalam ArcView. Kita bis amenampilkannya pada lembar kerja (*project*). Adapun langkah – langkahnya yang dapat ditempuh untuk mengaktifkan sebuah tabel basis data yang telah diimplementasikan dengan menggunakan Microsoft Excel XP adalah sebagai berikut

1. Aktifkan *project window* dengan mengklik nama *project*-nya.
2. Aktifkan atau klik icon **Table,** kemudian tekan tombol **Add** hingga muncul kotak dialog *"Add Table"*-nya muncul. Atau dengan tujuan yang sama dapat menggunakan menu pulldown **Project**, kemudian pilih **Add Table.**
3. Setelah kotak dialog *"Add Table"* muncul, tentukan tipe file atribut (misalnya dBASE (*.dbf)) yang akan ditampilkan atau diaktifkan dengan cara memilihnya pada dropdown list *"List File of Type"*



Gambar 3.28. Tampilan Kotak Dialog "Add Table"

4. Tentukan drive dan directory-nya sedemikian rupa hingga nama file tabel atribut dapat muncul di dalam list box directory yang aktif.
5. Jika nama field tabel yang dicari sudah terlihat, klik nama file tersebut hingga muncul text box *"File Name"*.
6. Tekan button **OK** dan tabel terpilih akan muncul di dalam *project*.



Gambar 3.29. Contoh Tampilan Tabel Atribut pada ArcView

3.3.4. Penggabungan Data (Join Item)

Penggabungan data atau join item merupakan bagian dari proses analisa tabular yakni proses untuk menggabungkan data atribut (non-spasial) dengan data spasial. Penggabungan data ini dapat dilakukan pada software ArcInfo. Adapun langkah-langkah penggabungannya adalah sebagai berikut :

1. Aktifkan software ArcInfo, kemudian masuklah ke dalam lingkungan directory dan folder tempat proses akan dilakukan, yakni **(D: \TA_RI2N)[ARC]**

   Prompt tersebut menunjukkan bahwa proses dilakukan pada directory D dengan folder TA_RI2N.

2. Sebelum dilakukan join item, terlebih dahulu harus dicek format item antara tabel atribut tambahan (extention *.dbf) dengan tabel atribut feature (extention .PAT dan .AAT), dimana harus memiliki format item yang sama agar bisa direlasikan. Caranya adalah :

   - Ketikan **(D: \TA_RI2N)[ARC] TABLES <Enter>**
   - Maka akan muncul :

   [PC ARC/INFO 3.5 TABLES - 04/12/96]
   TABLES - 4/6/95
   Copyright (C) 1996 by
   Environmental Systems Research Institute
   380 New York Street
   Redlands, CA 92373
   All Rights Reserved Worldwide.

   Enter Command : Select [nama tabel atribut feature].
   [extention{AAT/PAT/TIC/BND}] <Enter>

   *(isikan dengan nama tabel yang akan dicek format itemnya, misalnya SUNGAI.**AAT**)*

   Maka akan muncul :

   485 Records Selected.
   Enter Command : Items <Enter>

Maka akan muncul :

COLUMN	ITEM NAME	WIDTH	TYPE	N.DEC
1	FNODE_	11	N	0
12	TNODE_	11	N	0
23	LPOLY_	11	N	0
34	RPOLY_	11	N	0
45	LENGTH	13	N	6
58	SUNGAI_	11	N	0
69	SUNGAI_ID	11	N	0

Enter command: Select [nama tabel atribut tambahan] <Enter>

*(isikan dengan nama tabel yang akan dicek format itemnya, misalnya **TAB_SUNG**)*

Maka akan muncul :

62 Records Selected.

Enter command: Items <Enter>

Maka akan muncul :

COLUMN	ITEM NAME	WIDTH	TYPE	N.DEC
1	SUNGAI_ID	11	N	0
12	NAMA_SUNGAI	24	C	0

Enter command: Quit <Enter>

3. Jika ditemukan format item yang masih belum seragam antara tabel atribut tambahan dengan tabel atribut feature, maka harus dilakukan penyeragaman pada item penghubungnya (misalkan pada nama item **SUNGAI_ID**).Tapi harus diingat bahwa perubahan hanya dilakukan pada tabel atribut tambahan.

   Caranya :

   - Ketikan **(D: \TA_RI2N)[ARC] TABLES <Enter>**
   - Maka akan muncul :

[PC ARC/INFO 3.5 TABLES - 04/12/96]
TABLES - 4/6/95
Copyright (C) 1996 by
Environmental Systems Research Institute
380 New York Street

Redlands, CA 92373
All Rights Reserved Worldwide.

Enter Command : Select [nama tabel atribut tambahan] <Enter>

*(isikan dengan nama tabel yang akan dicek format itemnya **TAB_SUNG**)*

Maka akan muncul :

62 Records Selected.
Enter Command : Add Item <Enter>

Maka akan muncul :

Item Name : *(isikan nama item yang akan diubah formatnya, misalkan SUNGAI_ID)* **<Enter>**

Item Width : *(isikan lebar kolom , misalkan 11)* **<Enter>**

Item Type : *(isikan tipe atribut {N / C} , misalkan N)* **<Enter>**

Star Item (default = last item) : <Enter>

4. Setelah selesai melakukan perubahan format item tabel atribut tambahan, maka proses join item dapat dilakukan, tapi terlebih dahulu keluar dari operasi tabel dengan perintah QUIT.

5. Perintah yang digunakan untuk proses join item adalah :

(D:\TA_RI2N)[ARC]JOINITEM [in_file] [join_file] [out_file] [relate_item] [start_item]{LINIER/ORDERED/LINK} <Enter>

Keterangan argumen :

- in_file : nama file yang menerima item tambahan
- join_file : nama file yang berisi atribut tambahan
- *out*_file : nama file hasil joinitem
- relate_file : nama item yang akan direlasikan
- start_item : nama item pada file penerima (in_file)
- argument pilihan {LINIER/ORDERED/LINK} : menyatakan jenis relasi yang dilaksanakan,
  umumnya menggunakan default {LINIER}

Penerapan perintah JOINITEM dapat ditunjukkan sebagai berikut :

(misalkan joinitem akan dilakukan terhadap coverage SUNGAI, yakni antara tabel **SUNGAI.AAT** dengan tabel **TAB_SUNG**), maka perintah yang digunakan adalah :

(D:\TA_RI2N)[ARC]JOINITEM SUNGAI.AAT TAB_SUNG SUNGAI.AAT SUNGAI_ID SUNGAI_ID <Enter>

Maka akan muncul :

[PC ARC/INFO 3.5 JOINITEM - 04/12/96]
Joining SUNGAI.AAT and TAB_SUNG to create SUNGAI.AAT.

6. Lakukan proses joinitem antara tabel atribut tambahan dengan tabel atribut feature ini untuk seluruh coverage dengan langkah-langkah seperti dijelaskan di atas.

3.3.5. Overlay

Overlay merupakan suatu cara analisa yang menggunakan cara dengan menghubungkan dua layer untuk memperoleh layer baru, sesuai dengan kriteria yang ditetapkan. Overlay ini dilakukan setelah semua coverage yang ada telah digabungkan (joinitem) dengan data atribut yang ada pada tabel database. Pada pelaksanaan overlay ini dilakukan dengan menggunakan software ArcInfo. Adapun cara yang dilakukan dalam overlay adalah sebagai berikut ;

1. Aktifkan software ArcInfo, kemudian masuklah ke dalam lingkungan directory dan folder tempat proses akan dilakukan, yakni **(D: \TA_RI2N)[ARC]**

   Prompt tersebut menunjukkan bahwa proses dilakukan pada directory D dengan folder TA_RI2N
2. Memilih coverage yang akan di overlay

3. Melakukan overlay dengan metode **UNION**, perintah yang digunakan untuk proses ini adalah :

(D:\TA_RI2N)[ARC]UNION [in_cover][union_cover][out_cover]

{POLY/LINE/POINT}{fuzzy_tolerance} <Enter>

Keterangan argumen :
- in_cover : nama coverage yang menerima feature coverage overlay
- union_cover : nama coverage overlay
- out_cover : nama coverage baru hasil overlay dua coverage
- {POLY/LINE/POINT} : tipe feature dari coverage penerima
- {fuzzy tolerance} : angka toleransi, dapat diabaikan

Penerapan perintah overlay dengan metode UNION dapat ditunjukkan sebagai berikut :

(misalkan overlay akan dilakukan antara coverage **Kelerengan** dengan coverage **Tekstur Tanah,** menghasilkan coverage baru dengan nama **KEL_TEKS**), maka perintah yang digunakan adalah :

(D:\TA_RI2N)[ARC]UNION KELERENGAN TEKSTUR KEL_TEKS <Enter>

Maka akan muncul :

```
[PC ARC/INFO 3.5 JOINITEM - 04/12/96]
Unioning tekstur with geologi to create teks_geo.
Sorting...
Intersecting...
Assembling polygons...
  Sorting input file...
  Processing...
  Assigning final IDs...
  Writing arc file...
  Generating polygon report...
Creating new labels...
Creating teks_geo.PAT...
Item "AREA" duplicated, Join File version dropped.

Item "PERIMETER" duplicated, Join File version dropped.

Item "KELERENGAN_" duplicated, Join File version dropped.

Item "AREA" duplicated, Join File version dropped.
```

Item "PERIMETER" duplicated, Join File version dropped.

Item "TEKSTUR_" duplicated, Join File version dropped.

4. Lakukan proses overlay untuk seluruh coverage dengan langkah-langkah seperti dijelaskan di atas.
5. Setelah proses overlay selesai, kemudian keluar dari ArcInfo dengan mengetikkan perintah QUIT.

3.3.6. Pengklasifikasian Tingkat Infiltrasi

Pengklasifikasian ini merupakan kegiatan pengkelasan daerah studi untuk menentukan kelas tingkat infiltrasi tanah. Berdasarkan hasil overlapping beberapa parameter penentu kelas tingkat infiltasi tanah ini, maka pengkelasan dalam penelitian ini terbagi menjadi 5 kelas yaitu : sangat tinggi, tinggi, sedang, rendah dan sangat rendah / tidak efektif.

Untuk menentukan interval kelas dalam analisa tingkat laju infiltrasi tanah ini digunakan rumus sebagai berikut :

$$I = \frac{(N_B - N_K) + 1}{n}$$

Keterangan rumus :
N_B : nilai terbesar untuk masing-masing tipe faktor lahan
N_K : nilai terkecil untuk masing-masing tipe faktor lahan
I : nilai interval kelas
n : jumlah pembagian kelas yang diinginkan

Berdasarkan penilaian faktor dalam tabel-tabel pada subbab sebelumnya,dengan menggunakan rumus yang ada maka didapat nilai interval (I) sebagai acuan untuk proses analisa selanjutnya. Adapun perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$\text{Interval kelas (I)} = \frac{(23 - 5) + 1}{5} = 4$$

Dengan demikian, sebagai dasar untuk penentuan kelas tingkat infiltrasi tanah dapat digunakan batasan skor sebagai berikut :

Tabel 3.20. Kelas Tingkat Infiltrasi

KelasTingkat Infiltrasi	Nilai (skor)
Sangat tinggi	21 – 23
Tinggi	17 – 20
Sedang	13 – 16
Rendah	9 – 12
Sangat rendah / Tidak efektif	5 – 8

3.3.7. Menjalankan Fungsi Calculate Tabel Atribut pada ArcView

Kotak dialog *"Calculate"* berfungsi sebagai media untuk menghitung nilai *field* yang sedang aktif berupa bilangan, string, tanggal, ataupun boolean. Pada penelitian ini, fungsi *"Calculate"* digunakan dalam perhitungan skor (nilai) dari parameter yang ada, yang selanjutnya dapat digunakan untuk pengklasifikasian berdasarkan tingkat infiltrasi tanahnya. Adapun langkah-langkah untuk melakukan proses *"Calculate"* adalah sebagai berikut :

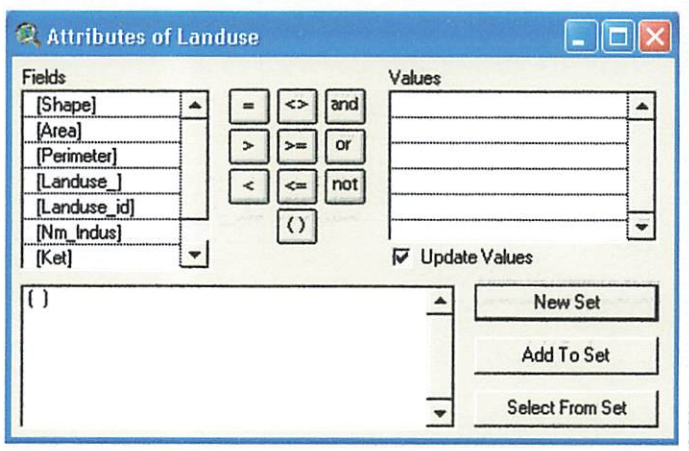
1. Aktifkan tabel atribut dari hasil seluruh proses overlay. Gunakan menu pulldown **Table – Start Editing** untuk mengaktifkan menu editing.
2. Setelah tabel siap untuk dilakukan proses editing, tambahkan kolom (*field*) dengan menggunakan menu pulldown **Edit – Add Field.**
3. Aktifkan field baru yang telah dibuat dengan cara mengklik nama (*caption*) *field*-nya.

Attributes of Landuse

Shape	Area	Perimeter	Landuse_	Landuse_id	Nm_Indus	Ket	S_Indus
Polygon	292889.500000	2907.429000	2	609	Tanah Kosong/Padang Rumpi	Sedang	
Polygon	1421859.00000	8934.402000	3	603	Hutan	Sangat Besar	
Polygon	17389710.0000	94411.840000	4	601	Semak belukar	Sedang	
Polygon	10247.880000	424.614300	5	609	Tanah Kosong/Padang Rumpi	Sedang	
Polygon	1968313.00000	11206.610000	6	609	Tanah Kosong/Padang Rumpi	Sedang	
Polygon	3693122.00000	19104.110000	7	603	Hutan	Sangat Besar	
Polygon	170094.800000	1894.589000	8	609	Tanah Kosong/Padang Rumpi	Sedang	
Polygon	277637.100000	2504.365000	9	605	Perkebunan	Agak Besar	
Polygon	2944126.00000	11102.920000	10	605	Perkebunan	Agak Besar	
Polygon	131060.700000	1957.487000	11	603	Hutan	Sangat Besar	
Polygon	2373503.00000	9615.861000	12	601	Semak belukar	Sedang	

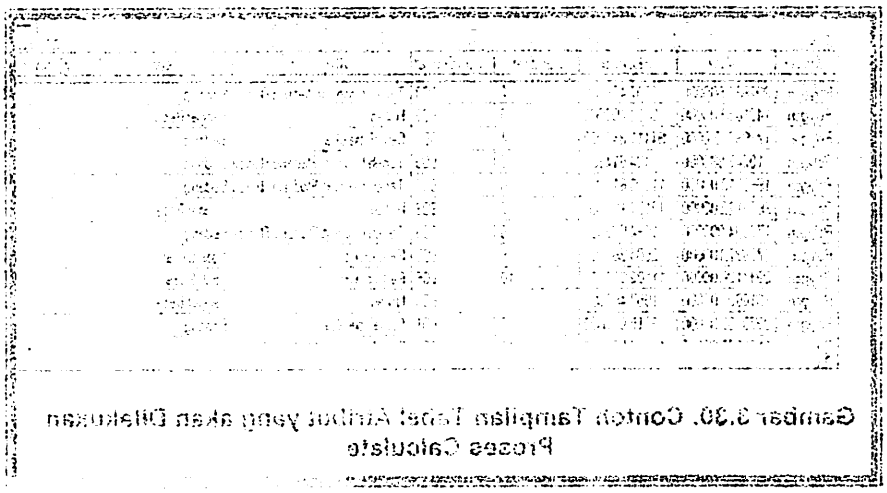
Gambar 3.30. Contoh Tampilan Tabel Atribut yang akan Dilakukan Proses Calculate

4. Selanjutnya aktifkan menu calculate dengan menggunakan menu pulldown **Field – Calculate** hingga muncul kotak dialog *"Field Calculator"*.



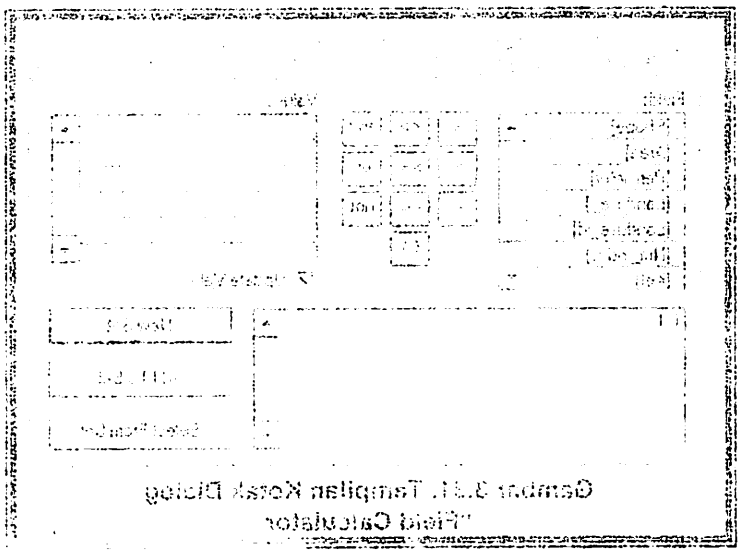
Gambar 3.31. Tampilan Kotak Dialog "Field Calculator

5. Pada kotak dialog *"Field Calculator"*, double klik item-item (*pada list box field*) yang menunjukkan nilai dari masing-masing parameter dan double klik "+" (*pada list box requests*) untuk menjumlahkan nilai item tersebut, rumusannya adalah sebagai berikut :



Gambar 3.30. Contoh Tampilan Tabel Atribut yang akan Dilakukan Proses Calculate

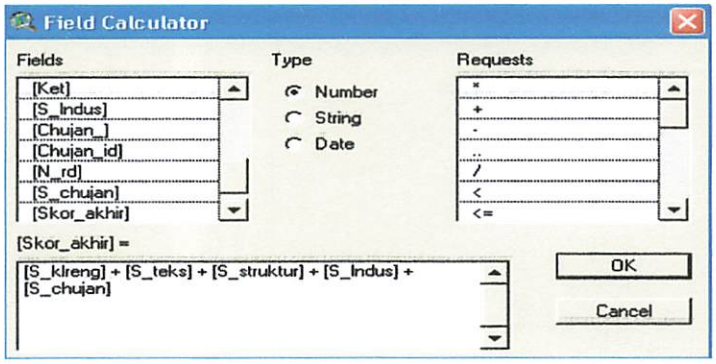
4. Selanjutnya aktifkan menu calculate dengan menggunakan menu pulldown **Field** - **Calculate** hingga muncul kotak dialog "*Field Calculator*".



Gambar 3.31. Tampilan Kotak Dialog "Field Calculator"

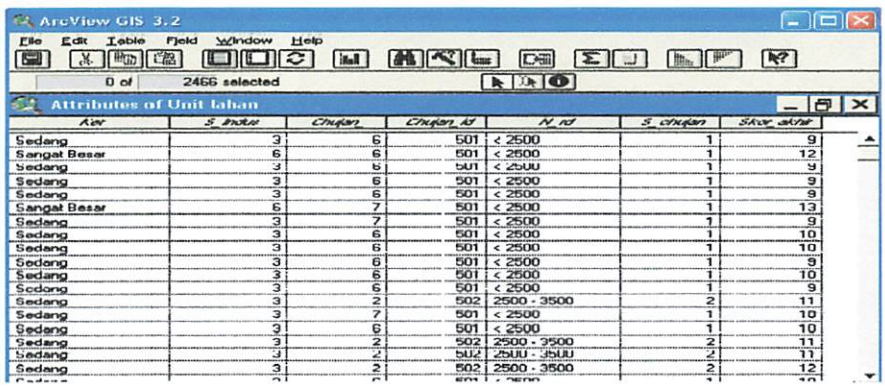
5. Pada kotak dialog "*Field Calculator*", double klik item-item (*pada list box field*) yang menunjukkan nilai dari masing-masing parameter dan double klik "+" (*pada list box requests*) untuk menjumlahkan nilai item tersebut, rumusannya adalah sebagai berikut :

[nilai_kelerengan][+][nilai_tekstur_tanah][+] [nilai_struktur_tanah][+] [nilai_penggunaan_lahan][+][nilai_curah_hujan], sehingga pada *text box*-nya tercantum rumusan seperti pada gambar berikut:



Gambar 3.32. Tampilan Kotak Dialog "Field Calculator" dengan Rumus Perhitungan "Skor_Akhir"

6. Tekan button **OK** dan secara otomatis maka *calculate field* "Skor_Akhir" akan terisi dengan hasil perhitungan dari rumus yang telah dibuat pada menu dialog *Fileld Calculate* , seperti ditunjukkan gambar berikut :



Ket	S_Indus	Chujan_	Chujan_id	N_rd	S_chujan	Skor_akhir
Sedang	3	6	501	< 2500	1	9
Sangat Besar	6	6	501	< 2500	1	12
Sedang	3	6	501	< 2500	1	9
Sedang	3	6	501	< 2500	1	9
Sedang	3	6	501	< 2500	1	9
Sangat Besar	6	7	501	< 2500	1	13
Sedang	3	7	501	< 2500	1	9
Sedang	3	6	501	< 2500	1	10
Sedang	3	6	501	< 2500	1	10
Sedang	3	6	501	< 2500	1	9
Sedang	3	6	501	< 2500	1	10
Sedang	3	6	501	< 2500	1	9
Sedang	3	2	502	2500 - 3500	2	11
Sedang	3	7	501	< 2500	1	10
Sedang	3	6	501	< 2500	1	10
Sedang	3	2	502	2500 - 3500	2	11
Sedang	3	2	502	2500 - 3500	2	11
Sedang	3	2	502	2500 - 3500	2	12

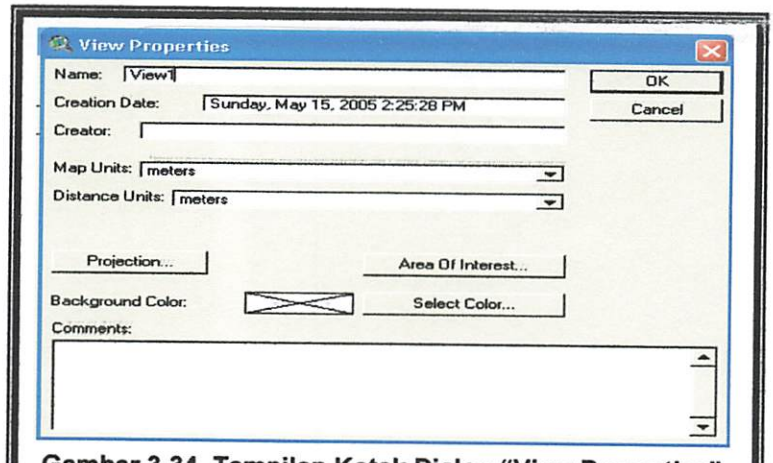
Gambar 3.33. Contoh Tampilan Tabel Atribut Hasil Proses Calculate

3.3.8. Visualisasi

Visualisasi/penyajian hasil zonasi laju infiltrasi tanah ini akan ditampilkan pada layar monitor/dicetak di atas kertas dalam bentuk peta. Dan sebelum dicetak, terlebih dahulu diberi keterangan atau legenda supaya peta tersebut dapat dimengerti dan dipahami oleh para pengguna. Tahap ini termasuk ke dalam operasi layout, yakni operasi yang digunakan untuk melaksanakan teknik-teknik penggabungan dokumen project dan komponen-komponen peta lainnya seperti arah utara dan skala batang guna menciptakan peta akhir untuk dicetak atau diplot.

Adapun langkah pembuatan legenda untuk kelengkapan tampilan peta adalah sebagai berikut :

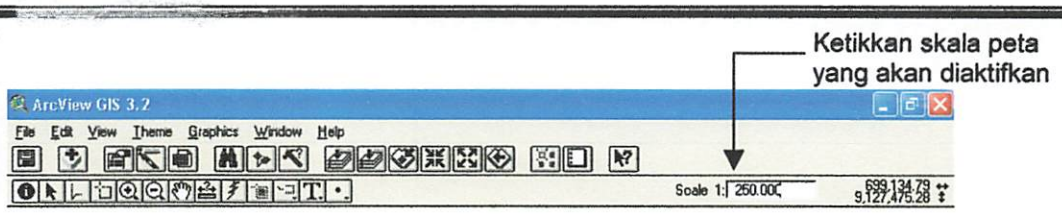
1. Aktifkan *view* (berikut themes yang terdapat di dalamnya) yang akan dibuat *layout*-nya.
2. Gunakan menu pulldown **View – Properties**



Gambar 3.34. Tampilan Kotak Dialog "View Properties"

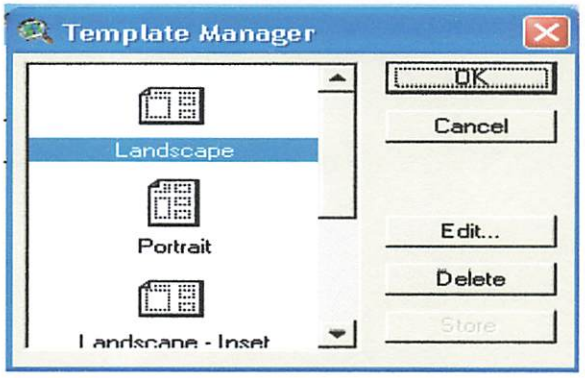
Setelah di monitor ditampilkan kotak dialog view properties, isikan parameter *Map Units* dalam satuan **meters** dan *Distance Units* dalam satuan **meters.** Setelah itu tekan button **OK.**

Kemudian menentukan besarnya skala peta untuk diaktifkan di dalam program *view*, dengan satuan skala yang mudah dibaca. Perlu diperhatikan saat menentukan besarnya skala, usahakan informasi *feature* tampak seluruhnya ditampilkan pada *view.*



Gambar 3.35. Petunjuk Mengaktifkan Skala pada Program *View*

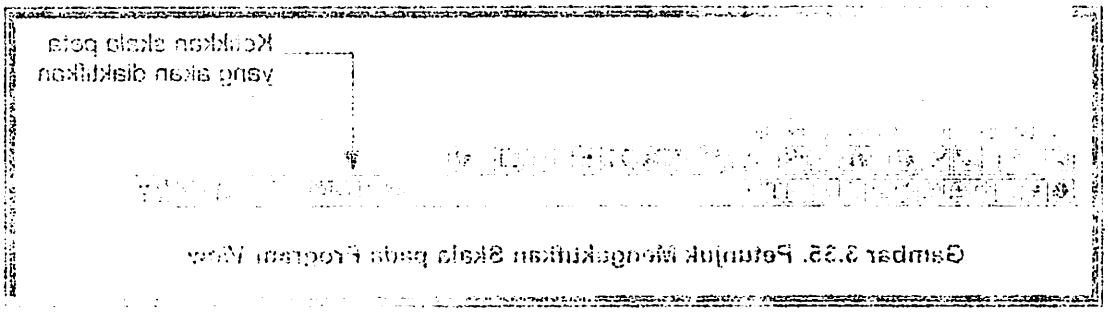
3. Gunakan menu pulldown **View – Layout**
4. Tampilkan kotak dialog "Template Manager" untuk memilih posisi gambar dalam kertas, maka pilih *landscape* lalu **OK.**



Gambar 3.36. Tampilan Kotak Dialog "Template Manager"

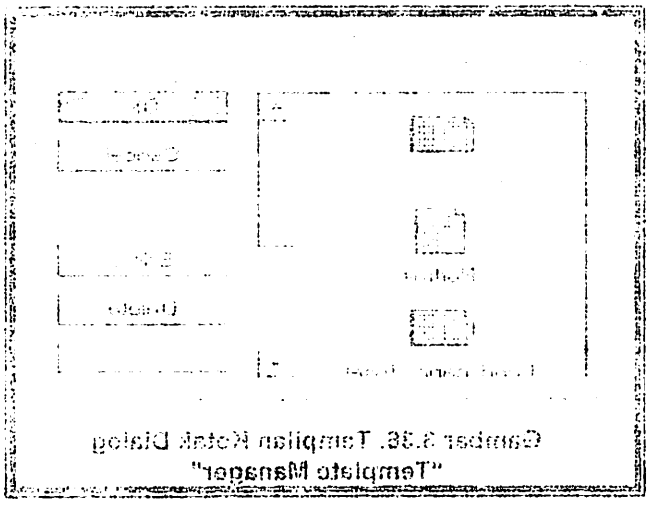
Setelah di monitor ditampilkan kotak dialog view properties, isikan parameter *Map Units* dalam satuan **meters** dan *Distance Units* dalam satuan meters. Setelah itu tekan button OK.

Kemudian menentukan besarnya skala peta untuk diaktifkan di dalam program view, dengan satuan skala yang mudah dibaca. Perlu diperhatikan saat menentukan besarnya skala, usahakan informasi *feature* tampak seluruhnya ditampilkan pada view.



Gambar 3.35. Petunjuk Mengaktifkan Skala pada Program View

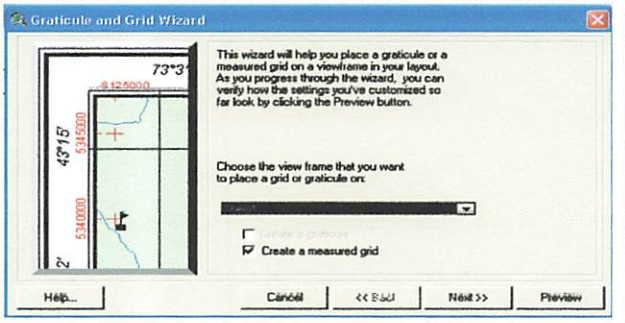
3. Gunakan menu pulldown **View – Layout**
4. Tampilkan kotak dialog "Template Manager" untuk memilih posisi gambar dalam kertas, maka pilih *landscape* lalu OK.



Gambar 3.36. Tampilan Kotak Dialog "Template Manager"

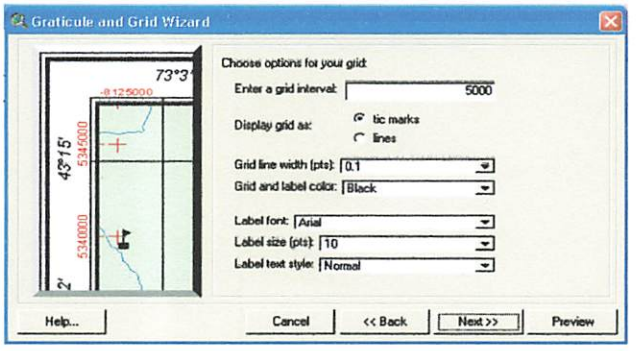
5. Membuat grid :

- Pilih menu **File – Extentions.**
- Pilih **Graticules and Measured Grid**, lalu tekan **OK.**
- Klik toolbars **Graticules and Grid.**
- Tampilkan graticule dan grid di atas peta yang di-layout, dengan membuka menu bar **Layout – Add Graticule or Grid.**



Gambar 3.37. Petunjuk Membuat Graticule dan Grid

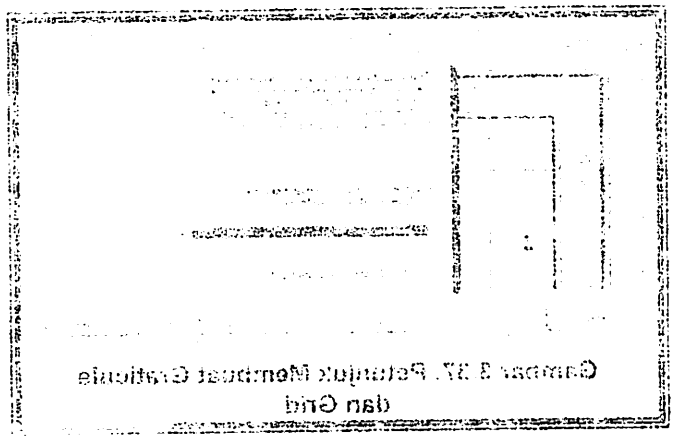
- Setelah muncul gambar 3.37 di atas, klik **Next** hingga muncul petunjuk pembuatan graticule dan grid selanjutnya.



Gambar 3.38. Petunjuk Membuat Graticule dan Grid Lanjutan

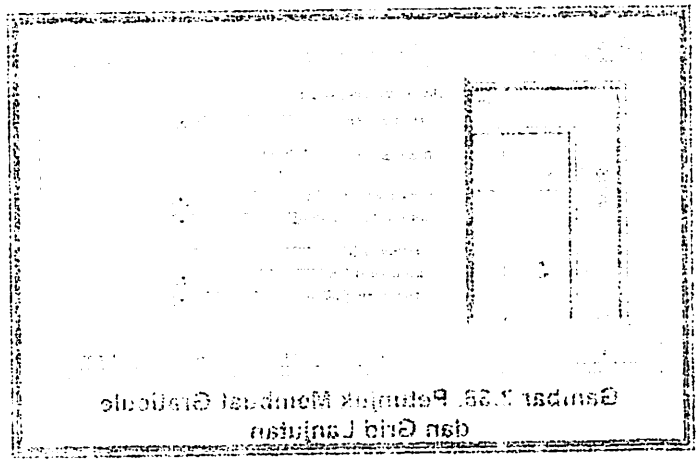
5. Membuat grid :

- Pilih menu File – Extentions.
- Pilih Graticules and Measured Grid, lalu tekan OK.
- Klik toolbars Graticules and Grid.
- Tampilkan graticule dan grid di atas peta yang di-layout dengan membuka menu bar Layout – Add Graticule or Grid.



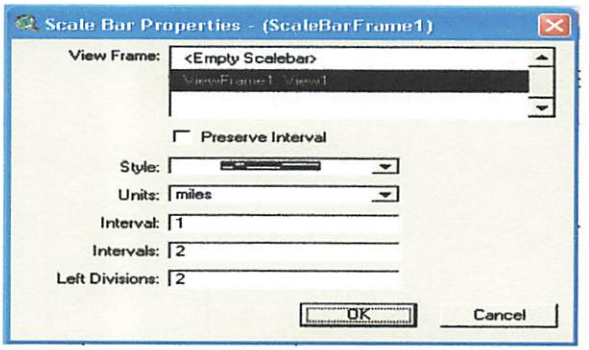
Gambar 3.37. Petunjuk Membuat Graticule dan Grid

- Setelah muncul gambar 3.37 di atas, klik Next hingga muncul petunjuk pembuatan graticule dan grid selanjutnya.



Gambar 3.38. Petunjuk Membuat Graticule dan Grid Lanjutan

- Klik **Next** pada **Display Grids As**, memilih lines dan juga mengisikan interval dari grid tersebut, lalu tekan **Next.**
- Berikutnya menentukan *border* (hanya mengelilingi tampilan frame saja atau mengelilingi seluruh grid), bentuk *border* (satu garis maupun dua garis), jika selesai tekan lagi tombol **Preview,** kemudian klik **Finish.** Setelah pekerjaan tersebut dilakukan maka grid tergambar secara otomatis.
- Langkah selanjutnya menentukan satuan unit skala bar, gunakan pointer untuk menunjuk ***scale bar***, lalu klik dua kali.

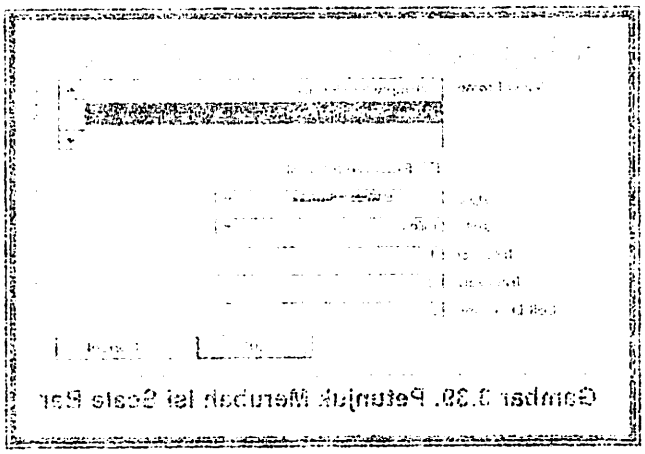


Gambar 3.39. Petunjuk Merubah Isi Scale Bar

- Setelah muncul tampilan seperti gambar 3.39 di atas, gantilah satuan unit skala dalam satuan kilometer dan properti yang lain boleh ditentukan sendiri seperti interval = 2, interval = 3 dan left divisions.

6. Membuat judul atau tema peta :

- Klik **Next** pada **Display Grids As**, memilih lines dan juga mengisikan interval dan grid tersebut, lalu tekan **Next**.
- Selanjutnya menentukan border (hanya mengelilingi tampilan frame saja atau mengelilingi seluruh grid), bentuk border (satu garis maupun dua garis), jika selesai tekan lagi tombol **Preview**, kemudian klik **Finish**. Setelah pekerjaan tersebut dilakukan maka grid tergambar secara otomatis
- Langkah selanjutnya menentukan satuan unit skala bar, gunakan pointer untuk menunjuk **scale bar**, lalu klik dua kali.

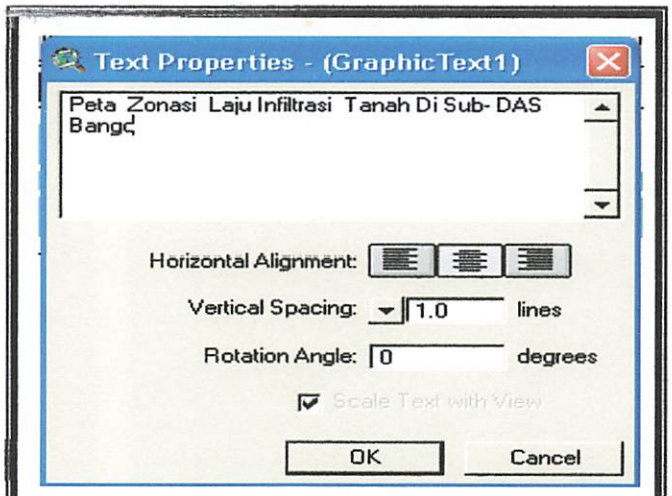


Gambar 3.39. Petunjuk Merubah Ini Scale Bar

- Setelah muncul tampilan seperti gambar 3.39 di atas, gantilah satuan unit skala dalam satuan kilometer dan properti yang lain boleh ditentukan sendiri seperti interval = 2, interval = 3 dan left divisions.

6. Membuat judul atau terra peta :

- dapat dilakukan dengan meng-klik tombol bar **Text** kemudian pusatkan pointer pada posisi dimana judul akan ditempatkan, klik pada posisi tersebut hingga akan muncul tampilan sebagai berikut :



Gambar 3.40. Petunjuk untuk Membuat Judul Peta

- Setelah judul peta dituliskan pada text box yang disediakan, lanjutkan dengan mengatur posisi tulisan (*Align left, Center* atau *Justify*).

7. Membuat text :
   - Pilih menu text toolbars.
   - Klik dimana teks akan ditempatkan.
   - Mengetikkan teks yang akan dibuat, kemudian klik **OK.**

Mencari Unsur dengan Query Expression

Query expression merupakan definisi rinci (ekspresi) yang digunakan untuk menentukan apa (records atau unsur spasial) yang sebenarnya ingin dipilih oleh pengguna. Membuat *query expression* adalah cara yang tepat untuk melakukan

pemilihan terhadap unsur-unsur, karena dengan ekspresi ini dapat melibatkan banyak atribut, operator, dan proses hitungan.

Adapun langkah-langkah yang dapat dilakukan dalam penggunaan *query expression* untuk mendefinisikan suatu kriteria tertentu, adalah sebagai berikut :

1. Tampilkan view dan theme yang mencakup wilayah studi yang bersangkutan, atau yang sesuai dengan kriteria yang ingin dicari.
2. Tampilkan pula data-data atribut yang terdapat di dalam tabel atribut *theme*-nya.
3. Aktifkan kembali (klik) view yang bersangkutan, dan klik-lah button/icon "Query Builder" , hingga muncul kotak dialog untuk theme yang aktif.
4. Klik-lah button **"New Set"** hingga ArcView langsung mengeksekusi query yang baru saja dibuat, dan unsur-unsur yang bersangkutan akan terpilih dan tersorot di dalam tabelnya dan ditampilkan di dalam petanya.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian

Dari berbagai kegiatan yang dilakukan selama penelitian ini, mulai pengumpulan data, pengolahan data dan analisa data dalam SIG maka didapat suatu hasil penelitian berupa data spasial dalam bentuk peta dan data atribut dalam bentuk tabel, yang telah terintegrasi menjadi satu dalam SIG untuk menentukan laju infiltrasi tanah khususnya di Sub-DAS Bango.

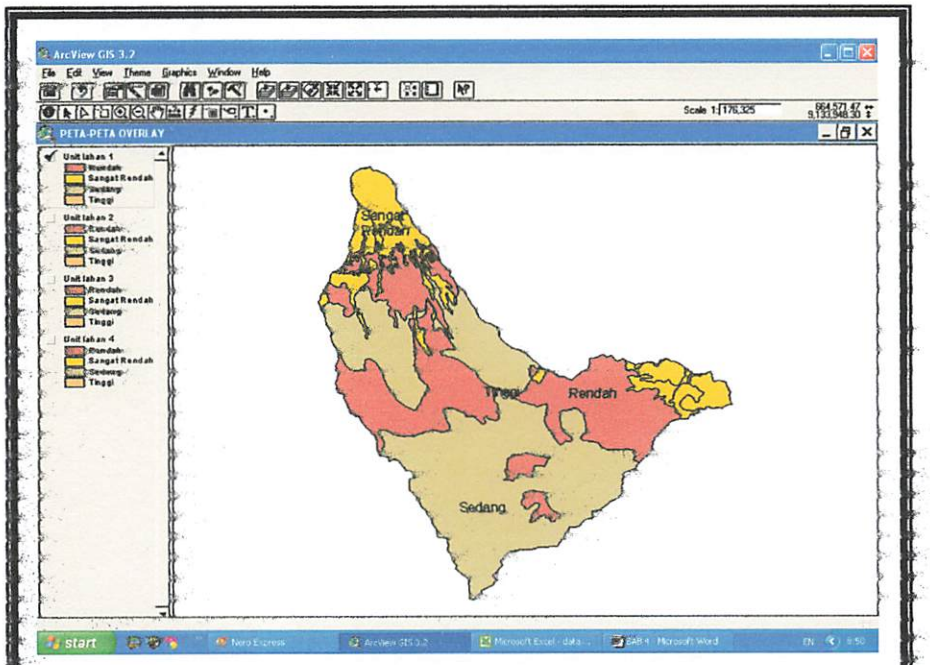
Proses analisa geospasial pada SIG, akan menghasilkan lokasi-lokasi yang memiliki tingkat laju infiltrasi tanah sangat tinggi, tinggi, sedang, rendah dan sangat rendah / tidak efektif. Kriteria atau parameter didalam menentukan lokasi yang memiliki tingkat laju infiltrasi tanah adalah : kemiringan lereng, tekstur tanah,struktur tanah, curah hujan dan penggunaan lahan.

Adapun hasil penelitian adalah sebagai berikut :

4.1.1. Peta Unit Lahan 1

Peta Unit Lahan 1, merupakan hasil overlay union dari dua coverage untuk membuat hubungan spasial baru diantara Peta Kelerengan dan Peta Tekstur Tanah.Sehingga memungkinkan untuk mengidentifikasi kelas kemiringan dan tekstur tanahnya, didapat hasil dengan kelas infiltrasi yang "Tinggi, Sedang, Rendah dan Sangat Rendah".

Adapun hasilnya dapat dilihat pada gambar 4.1.

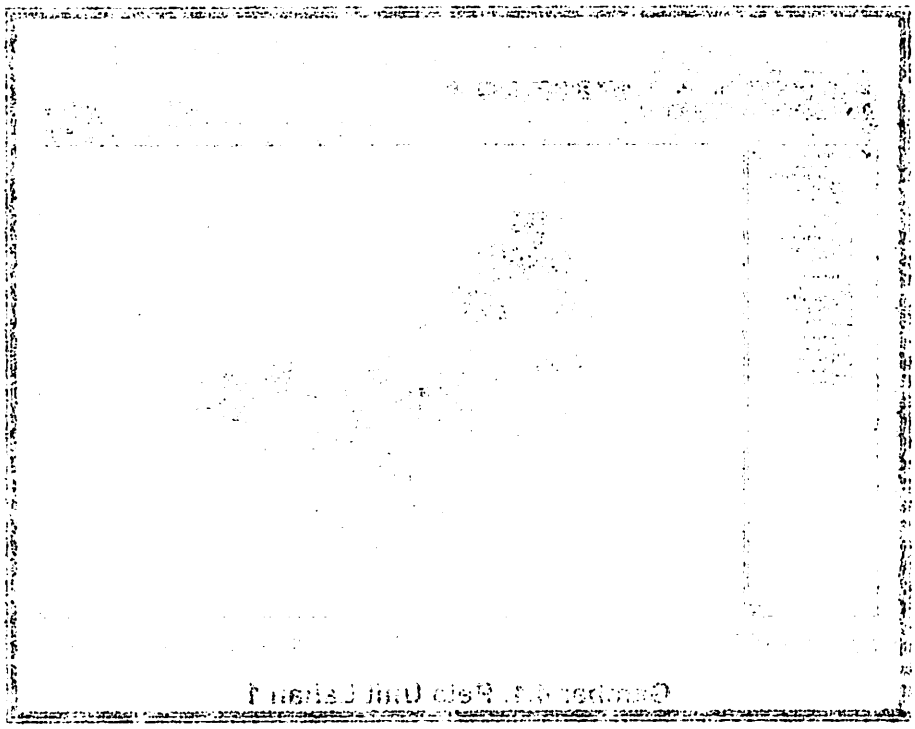


Gambar 4.1. Peta Unit Lahan 1

Pada Peta Unit Lahan 1, yang merupakan hasil overlay dua coverage yaitu Peta Kelerengan dan Peta Tekstur Tanah menghasilkan lokasi-lokasi dengan kelas infiltrasi "Tinggi" yang ditandai warna coklat muda, "Sedang" yang ditandai warna hijau, "Rendah" yang ditandai warna coklat dan "Sangat Rendah" yang ditandai warna kuning.

4.1.2. Peta Unit Lahan 2

Peta Unit Lahan 2 merupakan hasil overlay union dari dua coverage untuk membuat hubungan spasial baru diantara Peta Struktur Tanah dan Peta Penggunaan Lahan. Hasilnya dapat dilihat pada gambar 4.2.

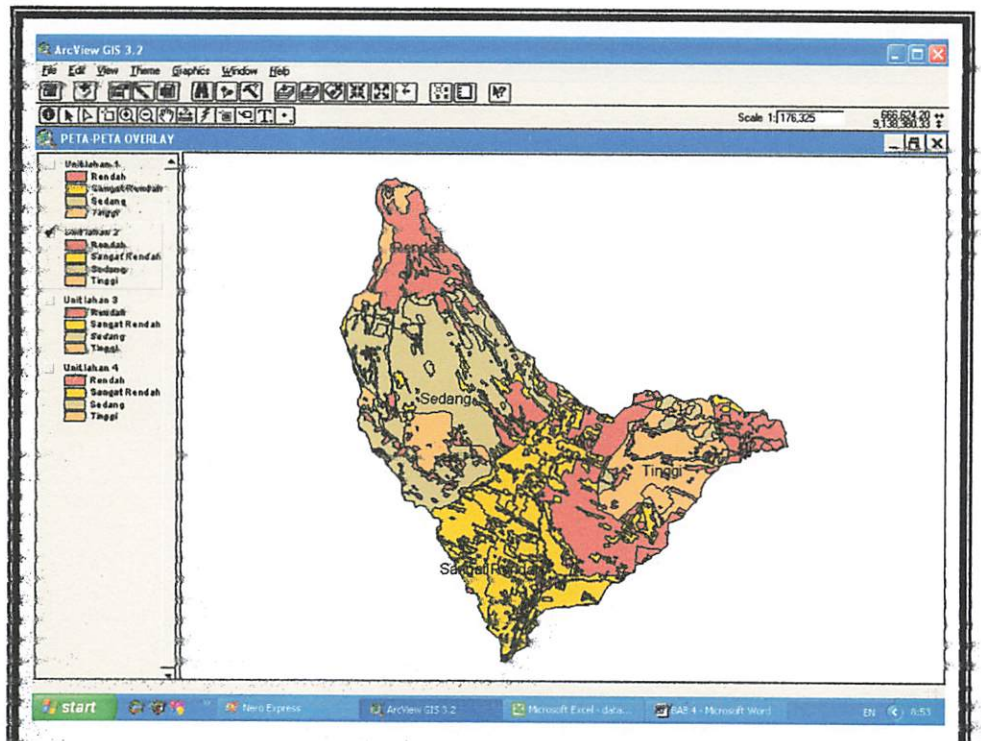


Gambar 4.2. Peta Unit Lahan 1

Pada Peta Unit Lahan 1, yang merupakan hasil overlay dua coverage yaitu Peta Kelerengan dan Peta Tekstur Tanah mengharsilkan lokasi-lokasi dengan kelas infiltrasi "Tinggi" yang diandai warna cokelat muda, "Sedang" yang diandai warna hijau, "Rendah" yang diandai warna cokelat dan "Sangat Rendah" yang diandai warna kuning.

4.1.2. Peta Unit Lahan 2

Peta Unit Lahan 2 merupakan hasil overlay union dari dua coverage untuk menduga hubungan spasial baru diantara Peta Struktur Tanah dan Peta Penggunaan Lahan. Hasilnya dapat dilihat pada gambar 4.2.

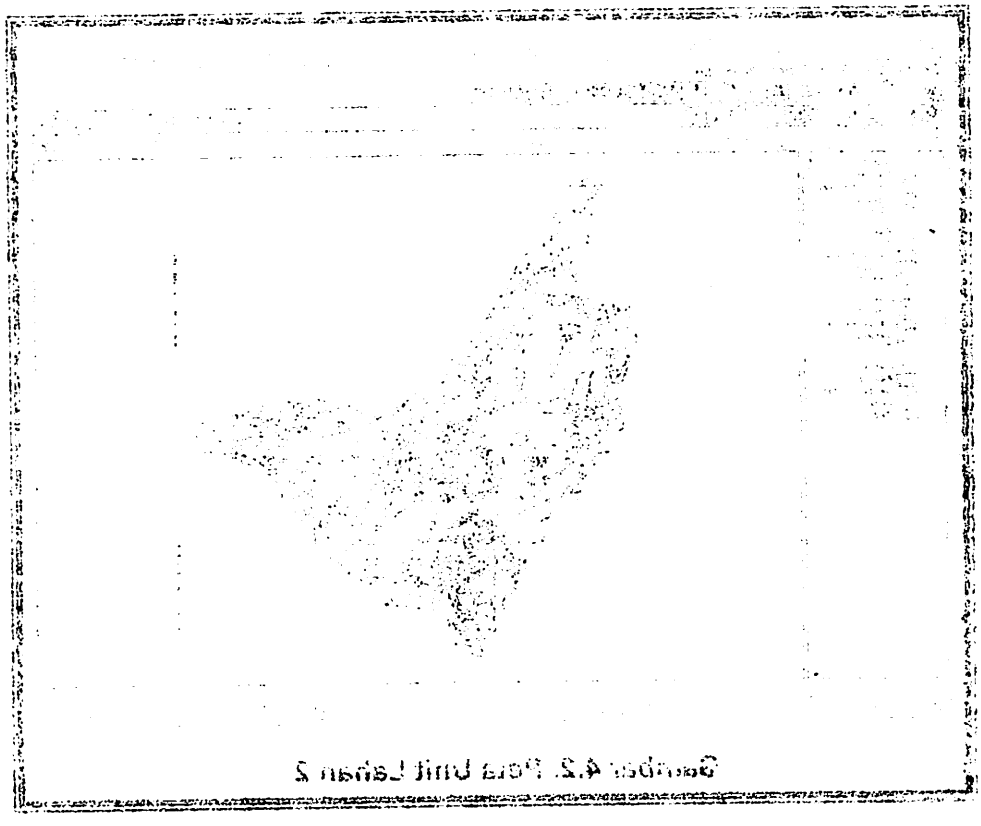


Gambar 4.2. Peta Unit Lahan 2

Pada Peta Unit Lahan 2, lahan dengan kelas infiltrasi yang "Tinggi" adalah yang berwarna coklat muda, lahan dengan kelas infiltrasi "Sedang" adalah yang berwarna hijau, lahan dengan kelas infiltrasi "Rendah" adalah yang berwarna coklat dan lahan dengan kelas infiltrasi yang "Sangat Rendah/Tidak Efektif" adalah yang berwarna kuning.

4.1.3. Peta Unit Lahan 3

Peta Unit Lahan 3 merupakan hasil overlay union antara dua coverage yaitu Peta Unit Lahan 1 yang terdiri dari Peta Kelerengan dan Peta Tekstur Tanah dengan Peta Unit Lahan 2 yang terdiri dari Peta Struktur Tanah dan Peta Penggunaan Lahan. Pada Peta Unit Lahan 3 didapat lokasi-lokasi dengan kelas infiltrasi Rendah, Sedang dan Sangat Rendah/Tidak Efektif. Adapun hasilnya dapat dilihat pada gambar 4.3.

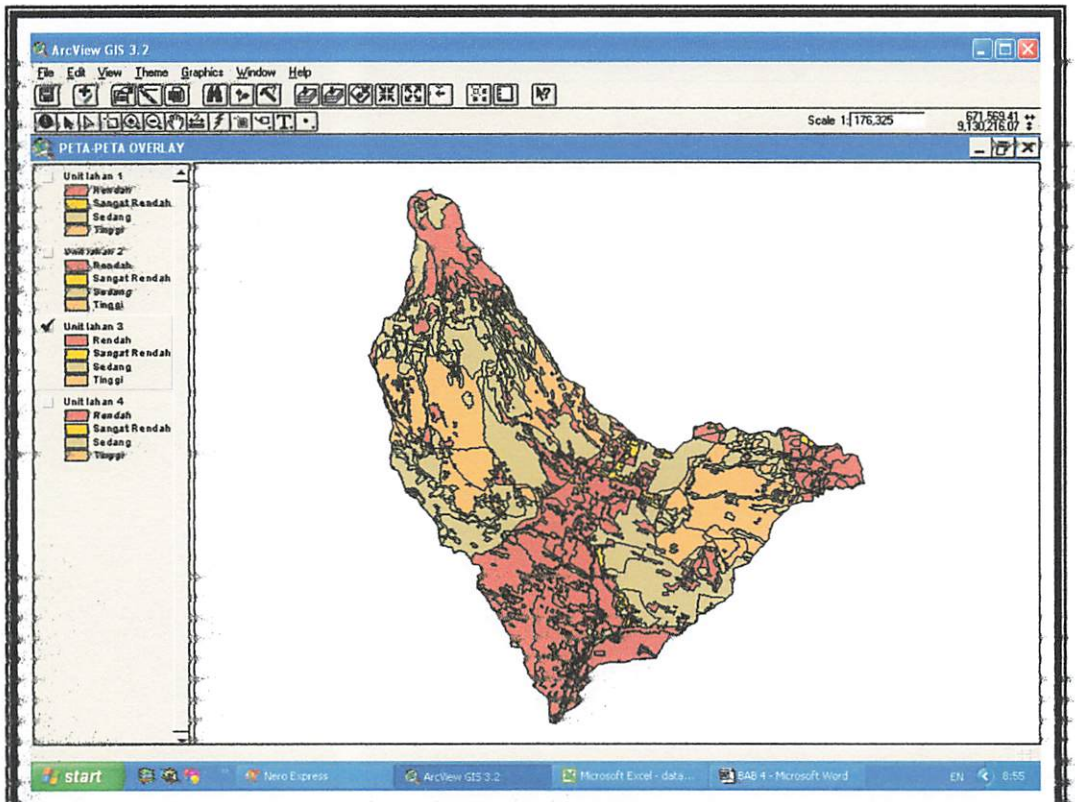


Gambar 4.2. Peta Unit Lahan 2

Pada Peta Unit Lahan 2, lahan dengan kelas infiltrasi yang "Tinggi" adalah yang berwarna coklat muda, lahan dengan kelas infiltrasi "Sedang" adalah yang berwarna hijau, lahan dengan kelas infiltrasi "Rendah" adalah yang berwarna coklat dan lahan dengan kelas infiltrasi yang "Sangat Rendah/Tidak Efektif" adalah yang berwarna kuning.

4.1.3. Peta Unit Lahan 3

Peta Unit Lahan 3 merupakan hasil overlay union antara dua coverage yaitu Peta Unit Lahan 1 yang terdiri dari Peta Kelerengan dan Peta Tekstur Tanah dengan Peta Unit Lahan 2 yang terdiri dari Peta Struktur Tanah dan Peta Penggunaan Lahan. Pada Peta Unit Lahan 3 didapat lokasi-lokasi dengan kelas infiltrasi Rendah, Sedang dan Sangat Rendah/Tidak Efektif. Adapun hasilnya dapat dilihat pada gambar 4.3.



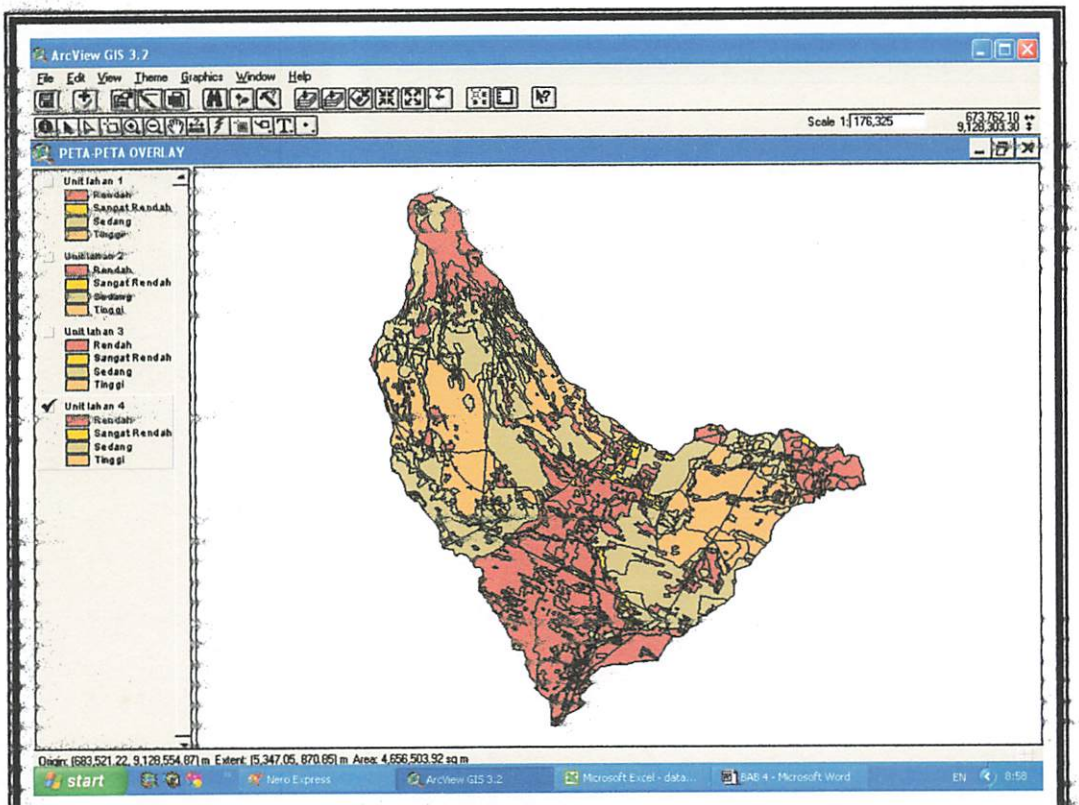
Gambar 4.3. Peta Unit Lahan 3

Pada Peta Unit Lahan 3, lahan dengan kelas infiltrasi yang "Tinggi" adalah yang berwarna coklat muda, lahan dengan kelas infiltrasi yang "Sedang" adalah yang berwarna hijau, lahan dengan kelas infiltrasi yang "Rendah" adalah yang berwarna coklat dan lahan dengan kelas infiltrasi yang "Sangat Rendah/Tidak Efektif" adalah yang berwarna kuning.

4.1.4. Peta Unit Lahan 4

Peta Unit Lahan 4 merupakan hasil overlay union antara dua coverage yaitu Peta Unit Lahan 3 yang terdiri dari Peta Kelerengan, Peta Tekstur Tanah, Peta Struktur Tanah dan Peta Penggunaan Lahan dengan Peta Curah Hujan. Pada Peta Unit Lahan 4 didapat lokasi-lokasi dengan kelas infiltrasi Tinggi,

Rendah, Sedang dan Sangat Rendah/Tidak Efektif. Adapun hasilnya dapat dilihat pada gambar 4.4.

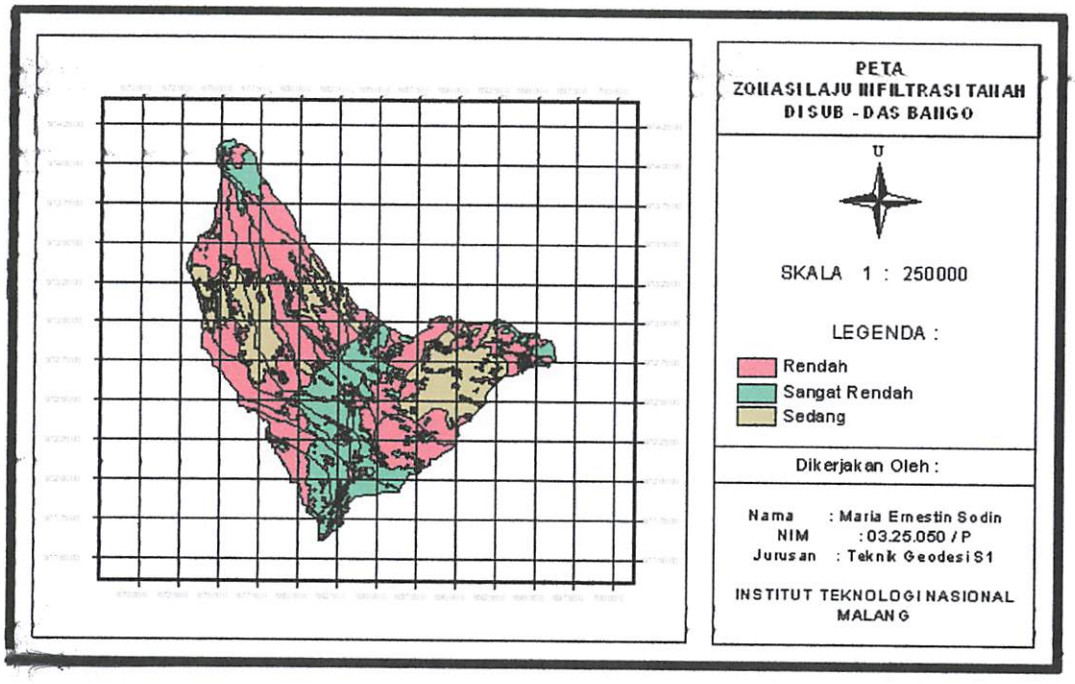


Gambar 4.4. Peta Unit Lahan 4

Pada Peta Unit Lahan 4, lahan dengan kelas infiltrasi yang "Tinggi" adalah yang berwarna coklat muda, "Sedang" adalah yang berwarna hijau, lahan dengan kelas infiltrasi yang "Rendah" adalah yang berwarna coklat dan lahan dengan kelas infiltrasi yang "Sangat Rendah/Tidak Efektif" adalah yang berwarna kuning.

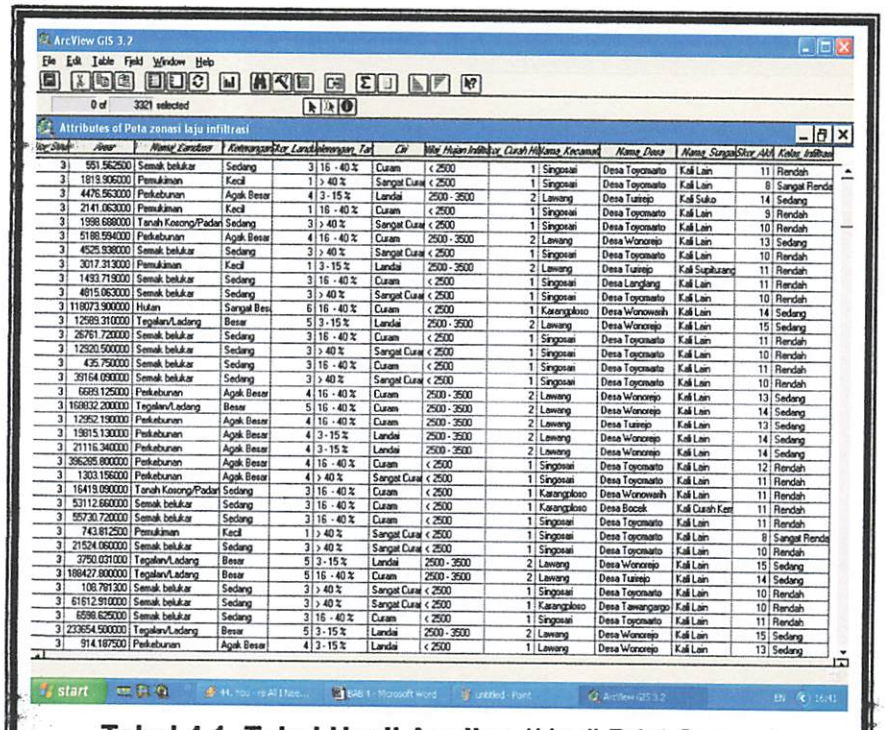
4.1.5. Peta Hasil

Peta Hasil ini merupakan Peta Final hasil dari analisa yang telah dijadikan satu dengan Peta Batas Administrasi dan Peta Daerah Aliran Sungai berupa Layout. Adapun hasilnya dapat dilihat pada gambar 4.5.



Gambar 4.5. Peta Zonasi Laju Infiltrasi Tanah

Hasil dalam bentuk tabel adalah merupakan data atribut dari data spasial hasil analisa. Adapun hasilnya dapat dilihat pada tabel 4.1.



ArcView GIS 3.2

Attributes of Peta zonasi laju infiltrasi

Luas	Nama_Landuse	Keterangan	Kir_Lereng	Ciri	Nilai_Hujan	Kir_Curah Hi	Nama_Kecamat	Nama_Desa	Nama_Sungai	Skor_Alir	Kelas_Infiltrasi
551.562500	Semak belukar	Sedang	3	16 - 40 %	Curam	< 2500	1	Singosari	Desa Toyomarto	Kali Lain	11 Rendah
1819.906200	Pemukiman	Kecil	1	> 40 %	Sangat Curai	< 2500	1	Singosari	Desa Toyomarto	Kali Lain	8 Sangat Renda
4476.563000	Perkebunan	Agak Besar	4	3 - 15 %	Landai	2500 - 3500	2	Lawang	Desa Tulrejo	Kali Suko	14 Sedang
2141.063000	Pemukiman	Kecil	1	16 - 40 %	Curam	< 2500	1	Singosari	Desa Toyomarto	Kali Lain	9 Rendah
1998.688000	Tanah Kosong/Padar	Sedang	3	> 40 %	Sangat Curai	< 2500	1	Singosari	Desa Toyomarto	Kali Lain	10 Rendah
5188.594000	Perkebunan	Agak Besar	4	16 - 40 %	Curam	2500 - 3500	2	Lawang	Desa Wonorejo	Kali Lain	13 Sedang
4525.938000	Semak belukar	Sedang	3	> 40 %	Sangat Curai	< 2500	1	Singosari	Desa Toyomarto	Kali Lain	10 Rendah
3017.313000	Pemukiman	Kecil	1	3 - 15 %	Landai	2500 - 3500	2	Lawang	Desa Tulrejo	Kali Supiturang	11 Rendah
1493.719000	Semak belukar	Sedang	3	16 - 40 %	Curam	< 2500	1	Singosari	Desa Langlang	Kali Lain	11 Rendah
4815.063000	Semak belukar	Sedang	3	> 40 %	Sangat Curai	< 2500	1	Singosari	Desa Toyomarto	Kali Lain	10 Rendah
118073.900000	Hutan	Sangat Besi	6	16 - 40 %	Curam	< 2500	1	Karangploso	Desa Wonowarih	Kali Lain	14 Sedang
12589.310000	Tegalan/Ladang	Besar	5	3 - 15 %	Landai	2500 - 3500	2	Lawang	Desa Wonorejo	Kali Lain	15 Sedang
26761.720000	Semak belukar	Sedang	3	16 - 40 %	Curam	< 2500	1	Singosari	Desa Toyomarto	Kali Lain	11 Rendah
12920.500000	Semak belukar	Sedang	3	> 40 %	Sangat Curai	< 2500	1	Singosari	Desa Toyomarto	Kali Lain	10 Rendah
435.750000	Semak belukar	Sedang	3	16 - 40 %	Curam	< 2500	1	Singosari	Desa Toyomarto	Kali Lain	11 Rendah
39164.090000	Semak belukar	Sedang	3	> 40 %	Sangat Curai	< 2500	1	Singosari	Desa Toyomarto	Kali Lain	10 Rendah
6689.125000	Perkebunan	Agak Besar	4	16 - 40 %	Curam	2500 - 3500	2	Lawang	Desa Wonorejo	Kali Lain	13 Sedang
169832.200000	Tegalan/Ladang	Besar	5	16 - 40 %	Curam	2500 - 3500	2	Lawang	Desa Wonorejo	Kali Lain	14 Sedang
12952.190000	Perkebunan	Agak Besar	4	16 - 40 %	Curam	2500 - 3500	2	Lawang	Desa Tulrejo	Kali Lain	13 Sedang
19815.130000	Perkebunan	Agak Besar	4	3 - 15 %	Landai	2500 - 3500	2	Lawang	Desa Wonorejo	Kali Lain	14 Sedang
21116.340000	Perkebunan	Agak Besar	4	3 - 15 %	Landai	2500 - 3500	2	Lawang	Desa Wonorejo	Kali Lain	14 Sedang
396285.800000	Perkebunan	Agak Besar	4	16 - 40 %	Curam	< 2500	1	Singosari	Desa Toyomarto	Kali Lain	12 Rendah
1303.156000	Perkebunan	Agak Besar	4	> 40 %	Sangat Curai	< 2500	1	Singosari	Desa Toyomarto	Kali Lain	11 Rendah
16419.090000	Tanah Kosong/Padar	Sedang	3	16 - 40 %	Curam	< 2500	1	Karangploso	Desa Wonowarih	Kali Lain	11 Rendah
53112.660000	Semak belukar	Sedang	3	16 - 40 %	Curam	< 2500	1	Karangploso	Desa Bocek	Kali Curah Ker	11 Rendah
55730.720000	Semak belukar	Sedang	3	16 - 40 %	Curam	< 2500	1	Singosari	Desa Toyomarto	Kali Lain	11 Rendah
743.612500	Pemukiman	Kecil	1	> 40 %	Sangat Curai	< 2500	1	Singosari	Desa Toyomarto	Kali Lain	8 Sangat Renda
21524.060000	Semak belukar	Sedang	3	> 40 %	Sangat Curai	< 2500	1	Singosari	Desa Toyomarto	Kali Lain	10 Rendah
3750.031000	Tegalan/Ladang	Besar	5	3 - 15 %	Landai	2500 - 3500	2	Lawang	Desa Wonorejo	Kali Lain	15 Sedang
188427.800000	Tegalan/Ladang	Besar	5	16 - 40 %	Curam	2500 - 3500	2	Lawang	Desa Tulrejo	Kali Lain	14 Sedang
108.781300	Semak belukar	Sedang	3	> 40 %	Sangat Curai	< 2500	1	Singosari	Desa Toyomarto	Kali Lain	10 Rendah
61612.910000	Semak belukar	Sedang	3	> 40 %	Sangat Curai	< 2500	1	Karangploso	Desa Tawangargo	Kali Lain	10 Rendah
6598.625000	Semak belukar	Sedang	3	16 - 40 %	Curam	< 2500	1	Singosari	Desa Toyomarto	Kali Lain	11 Rendah
233654.500000	Tegalan/Ladang	Besar	5	3 - 15 %	Landai	2500 - 3500	2	Lawang	Desa Wonorejo	Kali Lain	15 Sedang
914.187500	Perkebunan	Agak Besar	4	3 - 15 %	Landai	< 2500	1	Lawang	Desa Wonorejo	Kali Lain	13 Sedang

Tabel 4.1. Tabel Hasil Analisa *(Hasil Print Screen)*

Sumber : Analisa Data

4.2. Pembahasan Hasil Analisa

Dengan menganalisa unit lahan berdasarkan kelerengan, tekstur tanah,struktur tanah, penggunahan lahan dan curah hujan; maka didapat lahan-lahan berinfiltrasi "Sedang, Rendah dan Sangat Rendah/Tidak Efektif" yang digunakan untuk menentukan tingkat laju infiltrasi tanah di Sub-DAS Bango Adapun hasil analisa tingkat laju infiltrasi tanah per sub-sub das dapat digambarkan sebagai berikut :

- Kelas Infiltrasi Sedang

  Terletak pada : – Sub-Sub DAS Bodo dengan luas 624.8473 ha
  – Sub-Sub DAS Genitring dengan luas 410.5228 ha
  – Sub-Sub DAS Jurang Tamu dengan luas 439.6104 ha
  – Sub-Sub DAS Klampok dengan luas 550.0348 ha
  – Sub-Sub DAS Mati dengan luas 1189.6967 ha
  – Sub-Sub DAS Mewek dengan luas 249.7249 ha
  – Sub-Sub DAS Sumberawan dengan luas 573.7738 ha
  – Sub-Sub DAS Wendit dengan luas 341.2249 ha

- Kelas Infiltrasi Rendah

  Terletak pada :
  - Sub DAS Bango dengan luas 912.8058 ha
  - Sub-Sub DAS Bodo dengan luas 1498.5206 ha
  - Sub-Sub DAS Genitring dengan luas 984.5236 ha
  - Sub-Sub DAS Jurang Tamu dengan luas 1054.2820 ha
  - Sub-Sub DAS Klampok dengan luas 1319.1039 ha
  - Sub-Sub DAS Lahor dengan luas 666.8802 ha
  - Sub-Sub DAS Mati dengan luas 2853.1533 ha

- Sub-Sub DAS Mewek dengan luas 598.8950 ha
- Sub-Sub DAS Sari dengan luas 339.2565 ha
- Sub-Sub DAS Sumberawan dengan luas 1376.0353 ha
- Sub-Sub DAS Sumpil dengan luas 330.0702 ha
- Sub-Sub DAS Wendit dengan luas 818.3319 ha

- Kelas Infiltrasi Sangat Rendah

  Terletak pada :
  - Sub_DAS Bango dengan luas 807.7599 ha
  - Sub-Sub DAS Bodo dengan luas 701.2231 ha
  - Sub-Sub DAS Genitring dengan luas 460.7015 ha
  - Sub-Sub DAS Jurang Tamu dengan luas 493.3445ha
  - Sub-Sub DAS Klampok dengan luas 617.2663 ha
  - Sub-Sub DAS Lahor dengan luas 220.2312 ha
  - Sub-Sub DAS Mati dengan luas 1335.1149 ha
  - Sub-Sub DAS Mewek dengan luas 280.2491 ha
  - Sub-Sub DAS Sari dengan luas 112.0364 ha
  - Sub-Sub DAS Sumberawan dengan luas 643.9069ha
  - Sub-Sub DAS Sumpil dengan luas 109.0027 ha
  - Sub-Sub DAS Wendit dengan luas 382.9332 ha

Dari keseluruhan hasil analisa akan digabungkan dengan peta batas administrasi dan peta daerah aliran sungai untuk lahan-lahan dengan kelas infiltrasi "Sedang ,Rendah dan Sangat Rendah/Tidak Efektif". Adapun prosentase dari kelas infiltrasi tersebut dapat dilihat pada tabel-tabel dan gambar dibawah ini.

Tabel 4.3.

Prosentase Luas Kelas Infiltrasi "Sedang, Rendah dan Sangat Rendah"

Berdasarkan Daerah Aliran Sungai

Attributes of Infiltrasi per dasshp.shp

Shape	Area_Sub-Sub Das	Luas_Sub-Sub Das (Ha)	Nama_Sub-Sub DAS	Kelas_Infiltrasi	Luas_Kls_i	Luas_Kls Infiltrasi (Ha)	Prosentase_Luas Kls Infiltrasi
Polygon	17205657.0000	1720.5657	Kali Bango	Rendah	9128058.3500	912.8058	53.05
Polygon	17205657.0000	1720.5657	Kali Bango	Sangat Rendah	8077598.6480	807.7599	46.95
Polygon	28245910.0000	2824.5910	Kali Bodo	Rendah	14985206.0068	1498.5206	53.05
Polygon	28245910.0000	2824.5910	Kali Bodo	Sangat Rendah	7012231.3815	701.2231	24.83
Polygon	28245910.0000	2824.5910	Kali Bodo	Sedang	6248472.6117	624.8473	22.12
Polygon	18557480.0000	1855.7480	Kali Genitiring	Rendah	9845236.3818	984.5236	53.05
Polygon	18557480.0000	1855.7480	Kali Genitiring	Sangat Rendah	4607015.4446	460.7015	24.83
Polygon	18557480.0000	1855.7480	Kali Genitiring	Sedang	4105228.1736	410.5228	22.12
Polygon	19872370.0000	1987.2370	Kali Jurang Tamu	Rendah	10542820.4754	1054.2820	53.05
Polygon	19872370.0000	1987.2370	Kali Jurang Tamu	Sangat Rendah	4933445.4630	493.3445	24.83
Polygon	19872370.0000	1987.2370	Kali Jurang Tamu	Sedang	4396104.0616	439.6104	22.12
Polygon	24864050.0000	2486.4050	Kali Klampok	Rendah	13191039.3899	1319.1039	53.05
Polygon	24864050.0000	2486.4050	Kali Klampok	Sangat Rendah	6172662.5795	617.2663	24.83
Polygon	24864050.0000	2486.4050	Kali Klampok	Sedang	5500348.0306	550.0348	22.12
Polygon	8871114.0000	887.1114	Kali Lahor	Rendah	6668802.0918	666.8802	75.17
Polygon	8871114.0000	887.1114	Kali Lahor	Sangat Rendah	2202311.9082	220.2312	24.83
Polygon	53779650.0000	5377.9650	Kali Mati	Rendah	28531533.7415	2853.1534	53.05
Polygon	53779650.0000	5377.9650	Kali Mati	Sangat Rendah	13351148.8713	1335.1149	24.83
Polygon	53779650.0000	5377.9650	Kali Mati	Sedang	11896967.3871	1189.6967	22.12
Polygon	11288690.0000	1128.8690	Kali Mewek	Rendah	5988950.0886	598.8950	53.05
Polygon	11288690.0000	1128.8690	Kali Mewek	Sangat Rendah	2802490.9200	280.2491	24.83
Polygon	11288690.0000	1128.8690	Kali Mewek	Sedang	2497248.9324	249.7249	22.12
Polygon	4512929.0000	451.2929	Kali Sari	Rendah	3392564.9418	339.2565	75.17
Polygon	4512929.0000	451.2929	Kali Sari	Sangat Rendah	1120364.0582	112.0364	24.83
Polygon	25937160.0000	2593.7160	Kali Sumberawan	Rendah	13760352.7673	1376.0353	53.05
Polygon	25937160.0000	2593.7160	Kali Sumberawan	Sangat Rendah	6439069.1360	643.9069	24.83
Polygon	25937160.0000	2593.7160	Kali Sumberawan	Sedang	5737738.0967	573.7738	22.12
Polygon	4390729.0000	439.0729	Kali Sumpil	Rendah	3300701.8888	330.0702	75.17
Polygon	4390729.0000	439.0729	Kali Sumpil	Sangat Rendah	1090027.1112	109.0027	24.83
Polygon	15424900.0000	1542.4900	Kali Wendit	Rendah	8183319.4305	818.3319	53.05
Polygon	15424900.0000	1542.4900	Kali Wendit	Sangat Rendah	3829332.0285	382.9332	24.83
Polygon	15424900.0000	1542.4900	Kali Wendit	Sedang	3412248.5410	341.2249	22.12

Sumber : Analisa data

Tabel 4.3.

Prosentase Luas Kelas Infiltrasi "Sedang, Rendah dan Sangat Rendah"

Berdasarkan Daerah Aliran Sungai

[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

Sumber : Analisa data

Tabel 4.4.

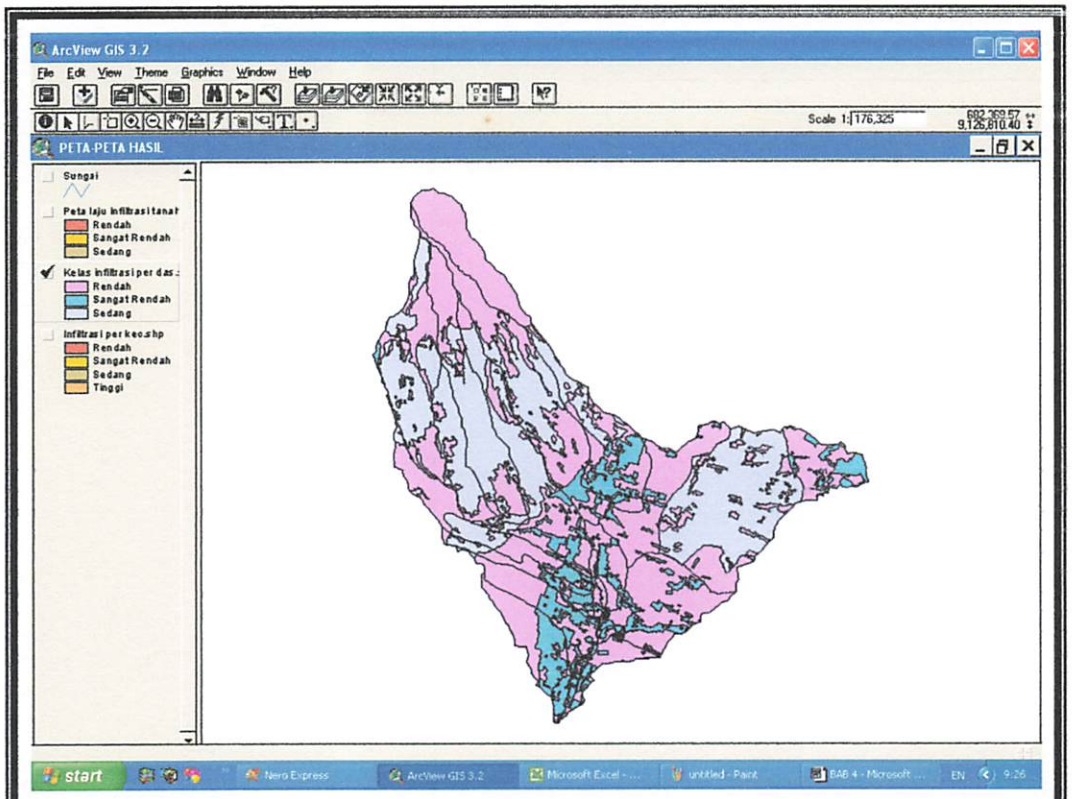
Prosentase Luas Kelas Infiltrasi "Sedang, Rendah dan Sangat Rendah"

Berdasarkan Batas Administrasi

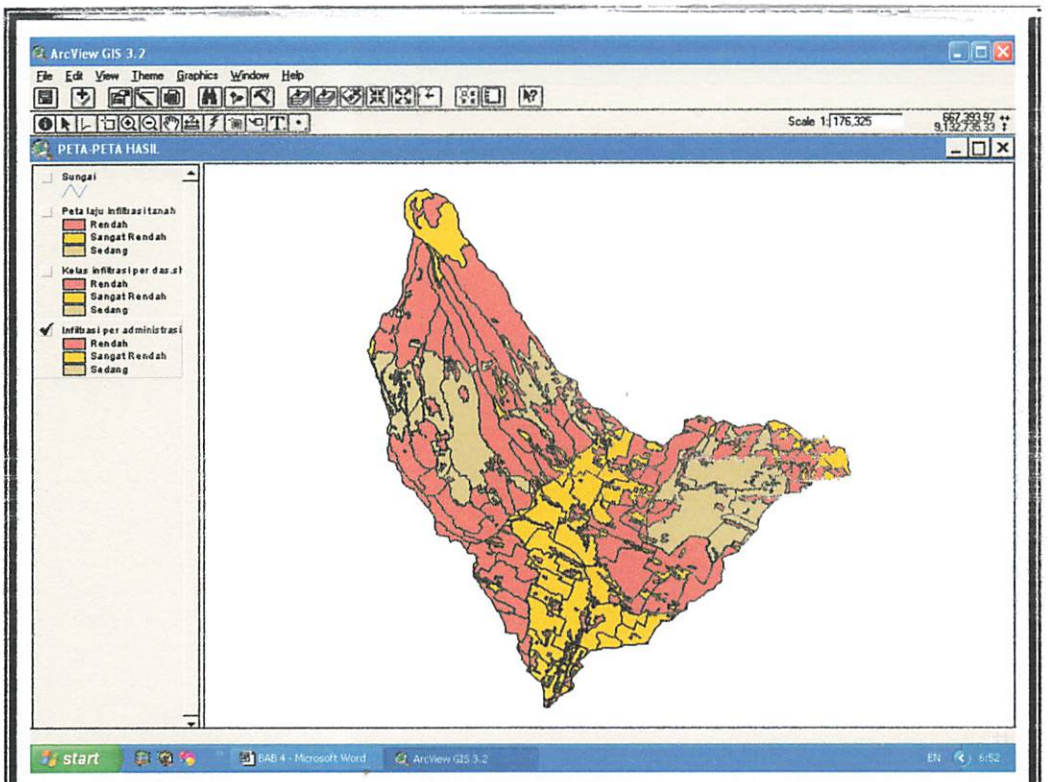
Nama_Kec	Nama Sub-Sub Das	Kelas_Infiltrasi	Luas (Ha)	Prosentase Luas Kelas Infiltrasi (%)
Blimbing	Kali Bango	▪ Rendah ▪ Sangat Rendah	912.8058 807.7599	53.05 46.95
	Kali Bodo	▪ Rendah ▪ Sangat Rendah	1498.5206 701.2231	53.05 24.83
	Kali Lahor	▪ Rendah ▪ Sangat Rendah	666.8802 220.2312	75.17 24.83
	Kali Mewek	▪ Rendah ▪ Sangat Rendah	598.8950 280.2491	53.05 24.83
	Kali Sumpil	▪ Rendah ▪ Sangat Rendah	330.0702 109.0027	75.17 24.83
	Kali Wendit	▪ Rendah ▪ Sangat Rendah	818.3319 382.9332	53.05 24.83
Jabung	Kali Mati	▪ Sedang ▪ Rendah ▪ Sangat Rendah	1189.6967 2853.1534 1335.1149	22.12 53.05 24.83
Karangploso	Kali Bango	▪ Rendah	912.8058	53.05
	Kali Bodo	▪ Sedang ▪ Rendah ▪ Sangat Rendah	624.8473 1498.5206 701.2231	22.12 53.05 24.83
	Kali Genitring	▪ Sedang ▪ Rendah ▪ Sangat Rendah	410.5228 984.5236 460.7015	22.12 53.05 24.83
	Kali Jurang Tamu	▪ Sedang ▪ Rendah ▪ Sangat Rendah	439.6104 1054.2820 493.3445	22.12 53.05 24.83
	Kali Klampok	▪ Rendah ▪ Sangat Rendah	1319.1039 617.2663	53.05 24.83
	Kali Mewek	▪ Sedang ▪ Rendah ▪ Sangat Rendah	249.7249 598.8950 280.2491	22.12 53.05 24.83
	Kali Sumpil	▪ Rendah	330.0702	75.17
Kedungkandang	Kali Bango	▪ Rendah ▪ Sangat Rendah	912.8058 807.7599	53.05 46.95
Klojen	Kali Lahor	▪ Rendah ▪ Sangat Rendah	666.8802 220.2312	75.17 24.83
Lawang	Kali Mati	▪ Sedang ▪ Rendah ▪ Sangat Rendah	1189.6967 2853.1534 1335.1149	22.12 53.05 24.83
Lowokwaru	Kali Bango	▪ Rendah ▪ Sangat Rendah	912.8058 807.7599	53.05 46.95
	Kali Bodo	▪ Rendah ▪ Sangat Rendah	1498.5206 701.2231	53.05 24.83

	Kali Lahor	▪ Rendah ▪ Sangat Rendah	666.8802 220.2312	75.17 24.83
	Kali Mewek	▪ Rendah ▪ Sangat Rendah	598.8950 280.2491	53.05 24.83
	Kali Sumpil	▪ Rendah ▪ Sangat Rendah	330.0702 109.0027	75.17 24.83
Pakis	Kali Bango	▪ Rendah ▪ Sangat Rendah	912.8058 807.7599	53.05 46.95
	Kali Mati	▪ Rendah ▪ Sangat Rendah	2853.1534 1335.1149	53.05 24.83
	Kali Sari	▪ Rendah ▪ Sangat Rendah	339.2565 112.0364	75.17 24.83
	Kali Wendit	▪ Sedang ▪ Rendah ▪ Sangat Rendah	341.2249 818.3319 382.9332	22.12 53.05 24.83
Singosari	Kali Bango	▪ Rendah ▪ Sangat Rendah	912.8058 807.7599	53.05 46.95
	Kali Bodo	▪ Sedang ▪ Rendah ▪ Sangat Rendah	624.8473 1498.5206 701.2231	22.12 53.05 24.83
	Kali Genitring	▪ Sedang ▪ Rendah ▪ Sangat Rendah	410.5228 984.5236 460.7015	22.12 53.05 24.83
	Kali Klampok	▪ Sedang ▪ Rendah ▪ Sangat Rendah	550.0348 1319.1039 617.2663	22.12 53.05 24.83
	Kali Mati	▪ Sedang ▪ Rendah ▪ Sangat Rendah	1189.6967 2853.1534 1335.1149	22.12 53.05 24.83
	Kali Mewek	▪ Sangat Rendah	280.2491	24.83
	Kali Sari	▪ Rendah ▪ Sangat Rendah	339.2565 112.0364	75.17 24.83
	Kali Sumberawan	▪ Sedang ▪ Rendah ▪ Sangat Rendah	573.7738 1376.0353 643.9069	22.12 53.05 24.83
	Kali Wendit	▪ Sedang ▪ Rendah ▪ Sangat Rendah	341.2249 818.3319 382.9332	22.12 53.05 24.83

Sumber : Analisa Data



Gambar 4.6. Peta Laju Infiltrasi Tanah Per Daerah Aliran Sungai



Gambar 4.7. Peta Laju Infiltrasi Tanah per Administrasi

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Dari hasil studi penelitian mengenai pemanfaatan Sistem Informasi Geografis untuk laju infiltrasi tanah di Sub-DAS Bango dan sekitarnya dapat diambil kesimpulan antara lain :

1. Dari hasil studi penelitian ini didapat Peta Zonasi Laju Infiltrasi Tanah Di Sub-DAS Bango dengan memanfaatkan SIG yang terbagi menjadi 3 kelas, yaitu :
    - Kelas Infiltrasi Sedang dengan luas terbesar 1189.6967 ha dengan prosentase luas kelas infiltrasi 22.12 % terletak di Sub-Sub Das Kali Mati Kecamatan Lawang dan luas terkecil 249.7249 ha dengan prosentase luas kelas infiltrasi 22.12 % terletak di Sub-Sub Das Kali Mewek Kecamatan Karangploso.
    - Kelas Infiltrasi Rendah dengan luas terbesar 2853.1534 ha dengan prosentase luas kelas infiltrasi 53.05 % terletak di Sub-Sub Das Kali Mati Kecamatan Lawang dan luas terkecil 330.0702 ha dengan prosentase luas kelas infiltrasi 75.17 % terletak di Sub-Sub Das Kali Sumpil Kecamatan Blimbing.
    - Kelas Infiltrasi Sangat Rendah/Tidak Efektif dengan luas terbesar 1335.1149 ha dengan prosentase luas kelas infiltrasi 24.83 % terletak di Sub-Sub Das Kali Mati Kecamatan Jabung dan luas terkecil 109.0027 ha dengan prosentase luas kelas infiltrasi 24.83 % terletak di Sub-Sub Das Kali Sumpil Kecamatan Blimbing..

2. Luas keseluruhan lahan untuk kelas infiltrasi sedang dengan luas 51533500,4450 M^2 ; kelas infiltrasi rendah dengan luas 123588622,1189 M^2 dan kelas infiltrasi sangat rendah/tidak efektif dengan luas 57832505,8744 M^2.
3. Faktor-faktor yang mempengaruhi dalam menentukan tingkat laju infiltrasi tanah adalah kemiringan lereng, tekstur tanah, struktur tanah, penggunaan lahan dan curah hujan.
4. Dalam penyusunan Sistem Basis Data menggunakan struktur relational karena lebih mudah didalam pembentukan database dan tidak terdapat data yang redundant.

5.2. Saran

Saran yang dapat diberikan sebagai bahan pertimbangan untuk kegiatan studi penelitian selanjutnya dengan menggunakan Sistem Informasi Geografis adalah :

1. Sebelum melakukan kegiatan penelitian, sebaiknya semua data yang diperlukan dikumpulkan terlebih dahulu sehingga akan mempermudah pelaksanaan penelitian.
2. Editing peta di software Autocad sebaiknya dilakukan dengan teliti supaya setelah dilakukan export data di ArcInfo tidak melakukan proses editing kembali.
3. Untuk penulisan database harus benar-benar dimengerti supaya data yang dihasilkan terorganisasi dengan baik sehingga tidak menimbulkan data yang redundant.

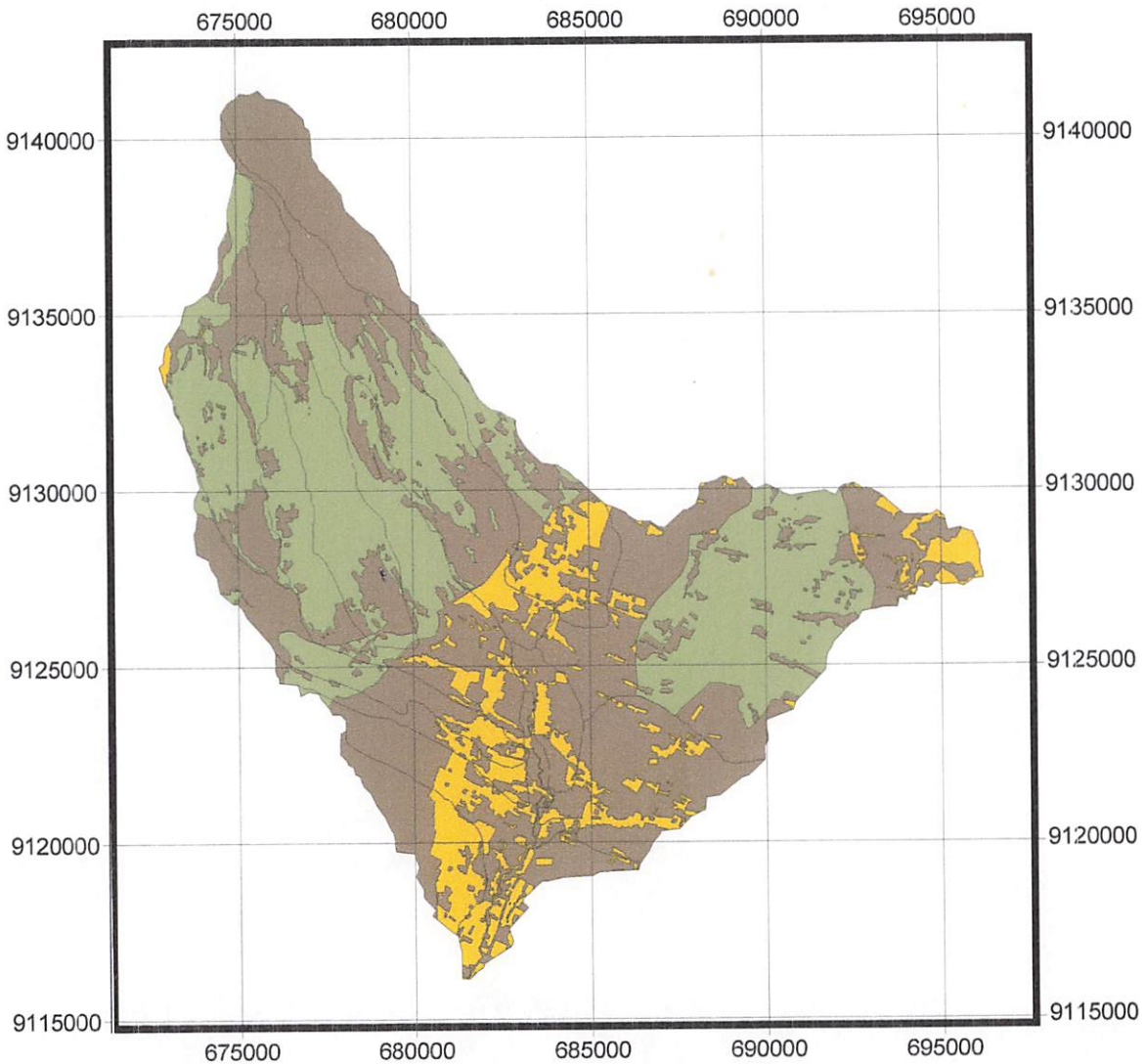
4. Untuk hasil studi yang lebih sempurna diharapkan adanya kemudahan dari pihak-pihak instansi yang bersangkutan dalam memberikan data-data yang diperlukan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Arronof, Stan.1998, *Geographic Information System*, A Management Prespective, WDC Publication Otawa
2. Arsyad S, 1989, *Konservasi Tanah dan Air*, Penerbit IPB Press.
3. Anonim, 1998, *Rencana Teknik Lapangan, Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah DAS.*
4. BAPPEDA, 2002, *Laporan Peyempurnaan Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Malang.*
5. Foth D. Henry, Edisi 7.1995, *Dasar-Dasar Ilmu Tanah.*
6. Franzini B. Joseph, Linsey K. Ray, Sasongko Djoko, Jilid I.1994, *Teknik Sumber Daya Air.*
7. Leo Pantimena, Ir.MSc,1996, *Diktat Sistem Informasi Geografis*, Jurusan Teknik Geodesi ITN Malang.
8. Mahajana Indokom Internasional, 2003 , *Modul Kursus Sistem Informasi Geografis.*
9. Nur Hidayah, 2000, Laporan Skripsi, *Studi Infiltrasi Pada Berbagai Tata Guna Lahan Menggunakan Model Horton Melalui Pengukuran Di Laboratorium dan Uji Lapangan Menggunakan Double Ring Infiltrometer Di DPS Kali Sumpil,* Jurusan Teknik Pertanian Universitas Brawijaya Malang
10. Seta Kusuma Ananto,Ir ,1991, *Konservasi Sumberdaya Tanah dan Air.*
11. Waljiyanto, Edisi I. 2000, *Sistem Basis Data :Analisis dan Pemodelan Data.*

LAMPIRAN

DATA-DATA SPASIAL



PETA
ZONASI LAJU INFILTRASI TANAH DI SUB - DAS BANGO

U

SKALA 1 : 210000

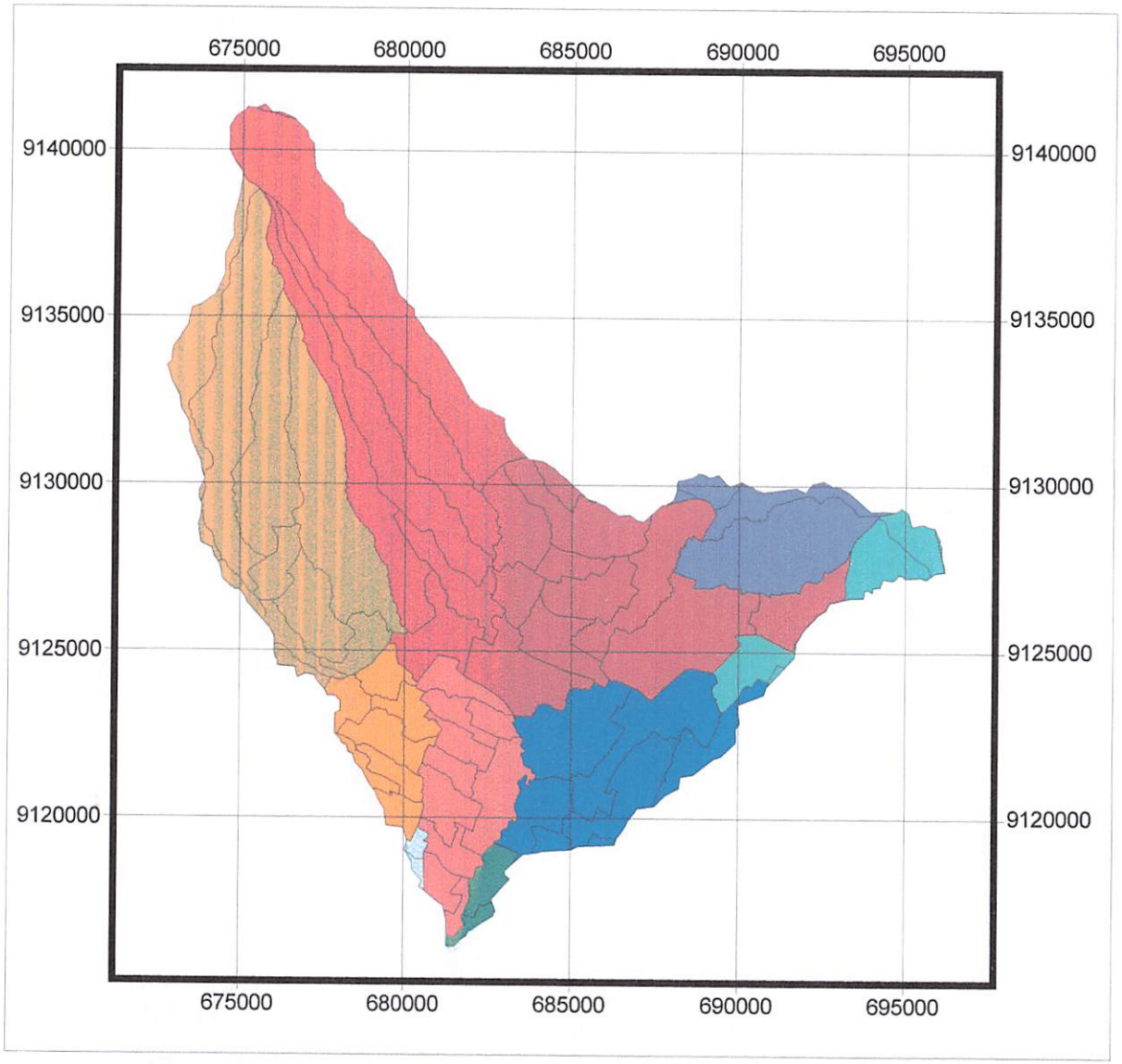
LEGENDA :

- Rendah
- Sangat Rendah
- Sedang

Dikerjakan Oleh :

Nama : Maria Ernestin Sodin
NIM : 03.25.050 / P
Jurusan : Teknik Geodesi S1

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG



PETA
BATAS ADMINISTRASI
KAB.MALANG BAGIAN UTARA

U

SKALA 1 : 210000

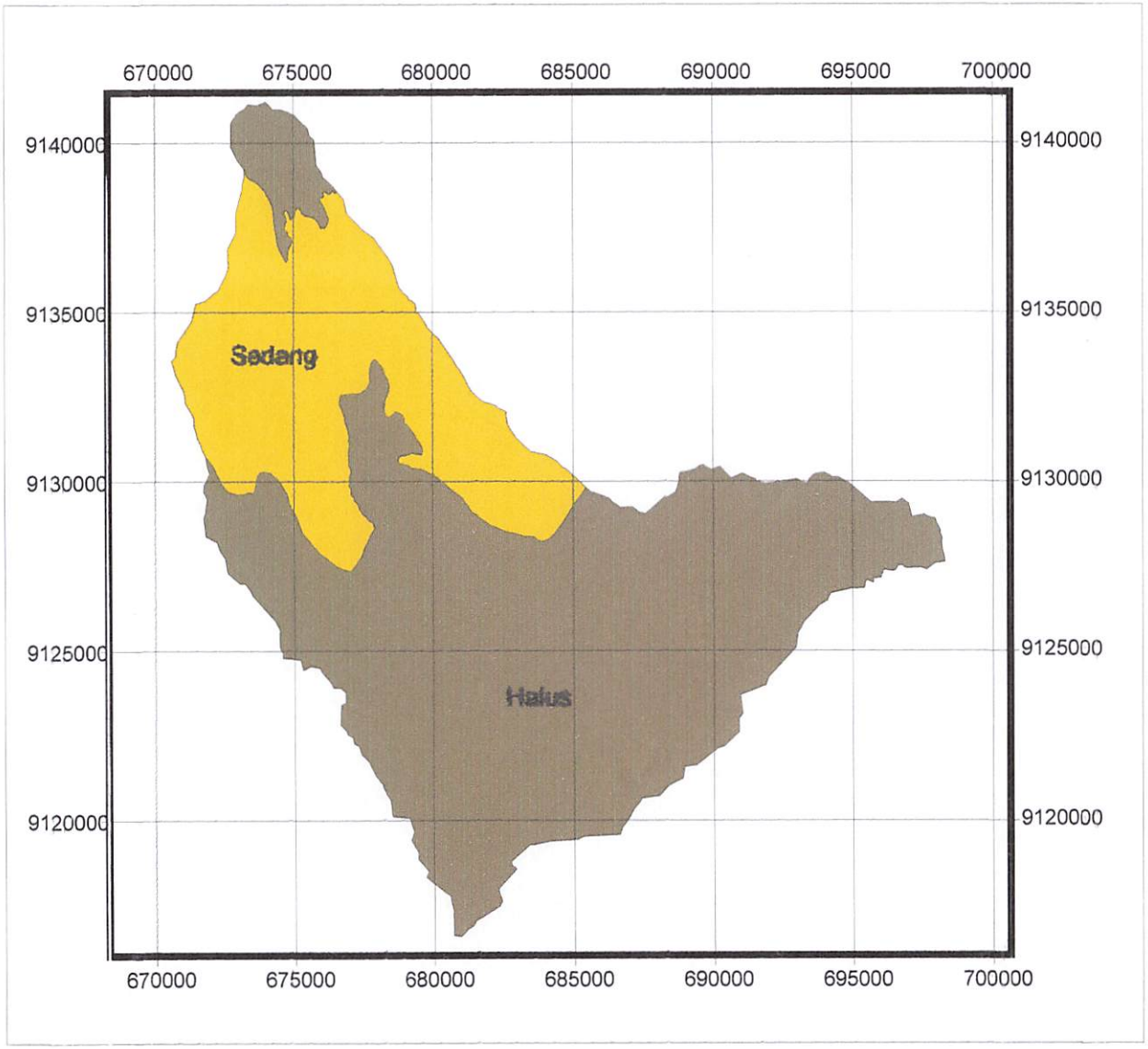
LEGENDA :

- Blimbing
- Jabung
- Karangploso
- Kedungkandang
- Klojen
- Lawang
- Lowokwaru
- Pakis
- Singosari

Dikerjakan Oleh :

Nama : Maria Ernestin Sodin
NIM : 03.25.050 / P
Jurusan : Teknik Geodesi S1

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG



PETA TEKSTUR TANAH DI SUB-DAS BANGO

U

SKALA 1 : 210.000

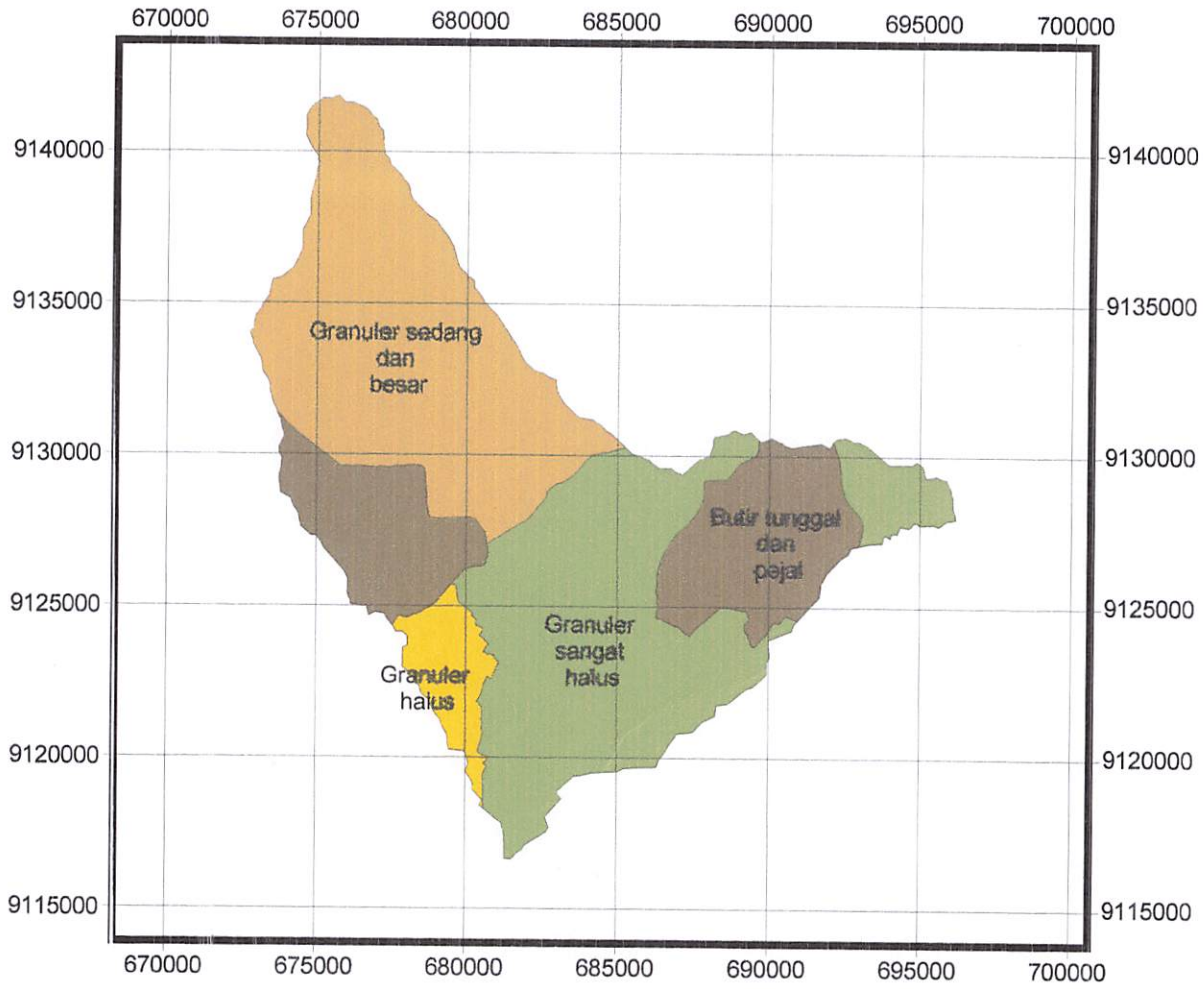
LEGENDA :

- Halus
- Sedang

Dikerjakan Oleh :

Nama : Maria Ernestin Sodin
NIM : 03.25.050 / P
Jurusan : Teknik Geodesi S1

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG



PETA STRUKTUR TANAH DI SUB- DAS BANGO

U

SKALA 1 : 250000

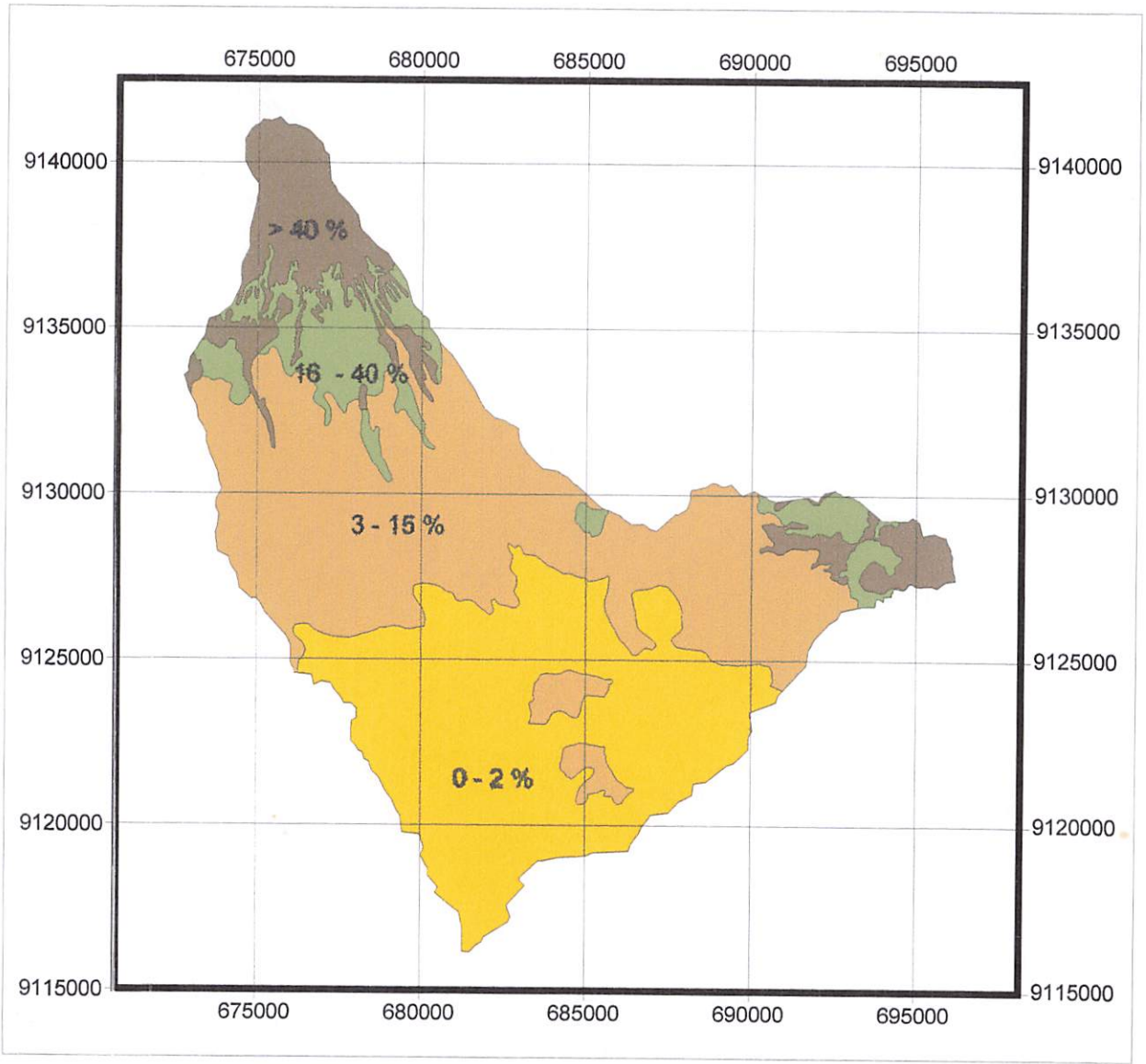
LEGENDA :

- Butir tunggal dan pejal
- Granuler halus
- Granuler sangat halus
- Granuler sedang dan besar

Dikerjakan Oleh :

Nama : Maria Ernestin Sodin
NIM : 03.25.050 / P
Jurusan : Teknik Geodesi S1

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG



PETA KELERENGAN TANAH DI SUB- DAS BANGO

U

SKALA 1 : 210000

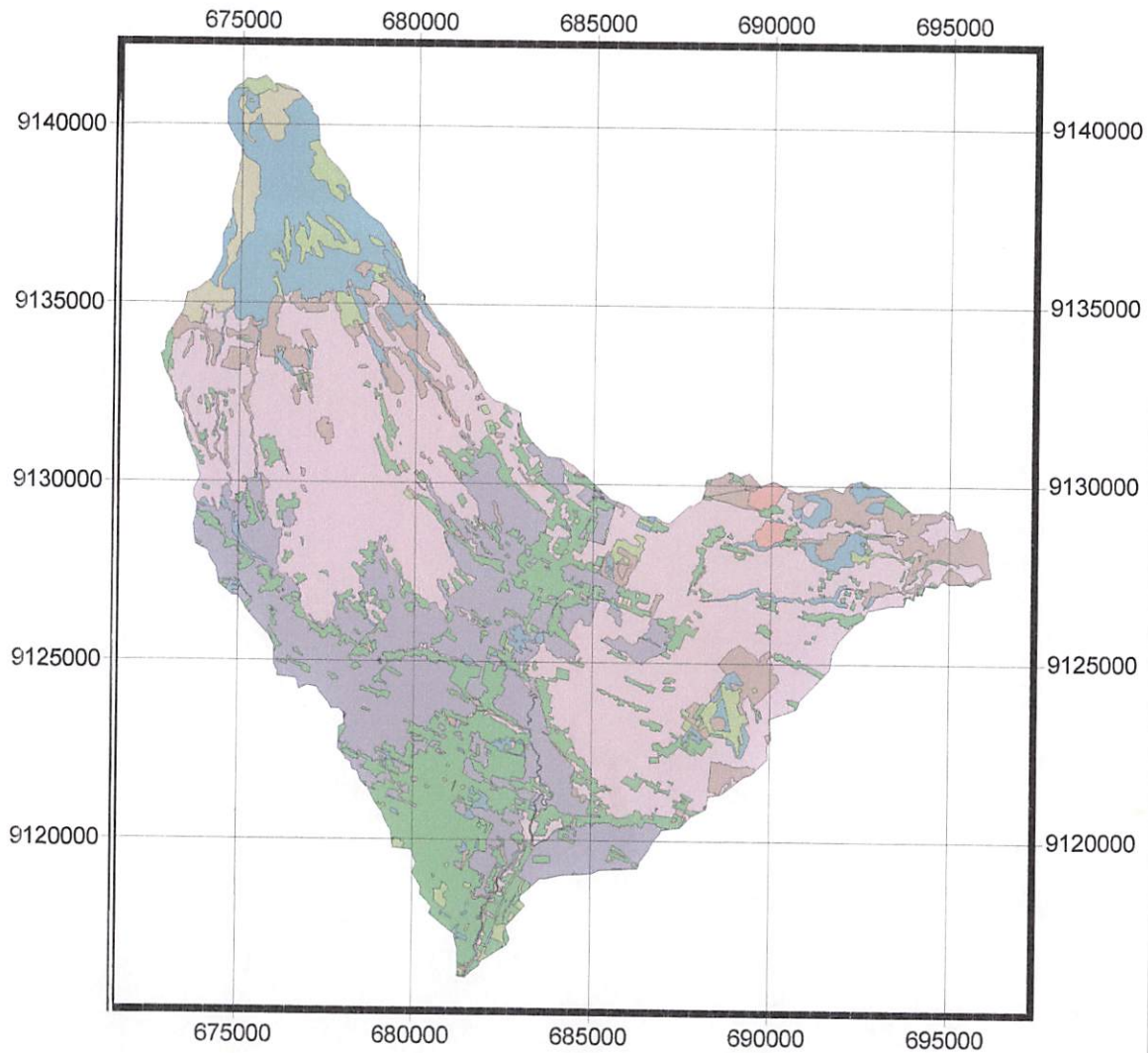
LEGENDA :

- > 40 %
- 0 - 2 %
- 16 - 40 %
- 3 - 15 %

Dikerjakan Oleh :

Nama : Maria Ernestin Sodin
NIM : 03.25.050 / P
Jurusan : Teknik Geodesi S1

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG



PETA PENGGUNAAN LAHAN DI SUB - DAS BANGO

U

SKALA 1 : 210000

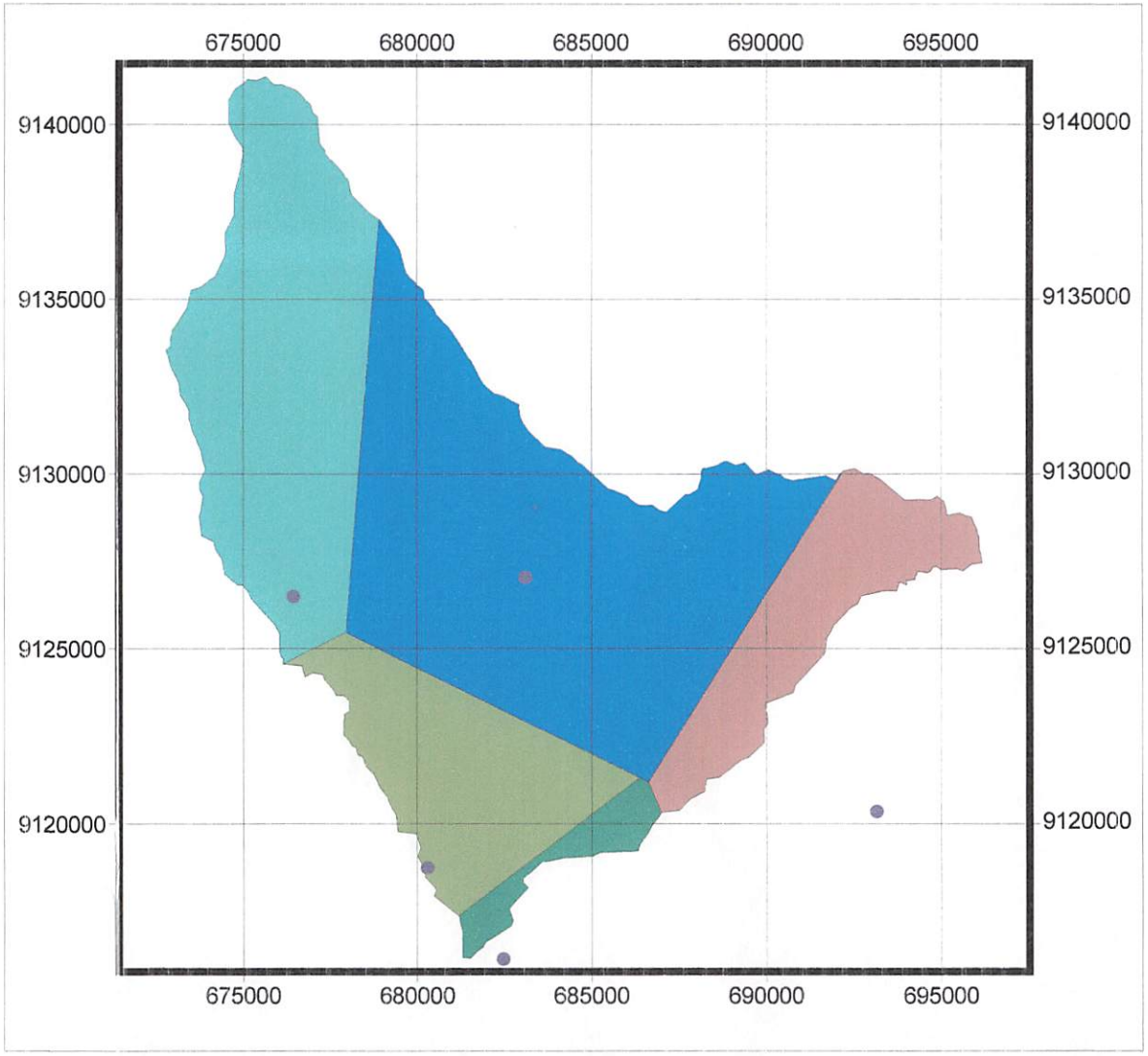
LEGENDA :

- Bangunan lain
- Danau
- Hutan
- Pemukiman
- Perkebunan
- Sawah irigasi
- Sawah Tadah Hujan
- Semak belukar
- Tanah Kosong/Padang Rumput
- Tegalan/Ladang

Dikerjakan Oleh :

Nama : Maria Ernestin Sodin
NIM : 03.25.050 / P
Jurusan : Teknik Geodesi S1

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG



PETA
CURAH HUJAN
DI SUB - DAS BANGO

U

SKALA 1 : 210000

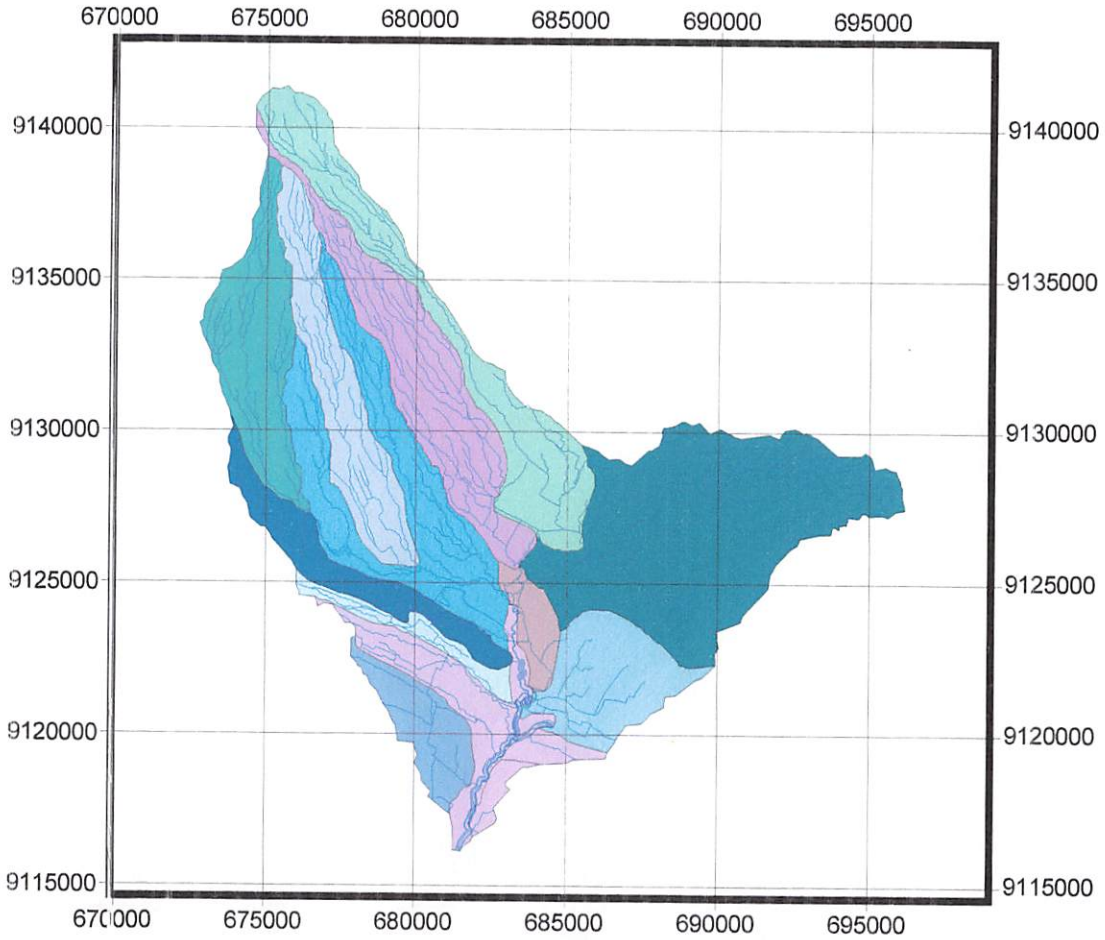
LEGENDA :

- Sta.Curah Hujan
- Jabung
- Karangploso
- Kedungkandang
- Lowokwaru
- Singosari

Dikerjakan Oleh :

Nama : Maria Ernestin Sodin
NIM : 03.25.050 / P
Jurusan : Teknik Geodesi S1

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG



PETA
DAERAH ALIRAN SUNGAI BANGO

U

SKALA 1 : 250000

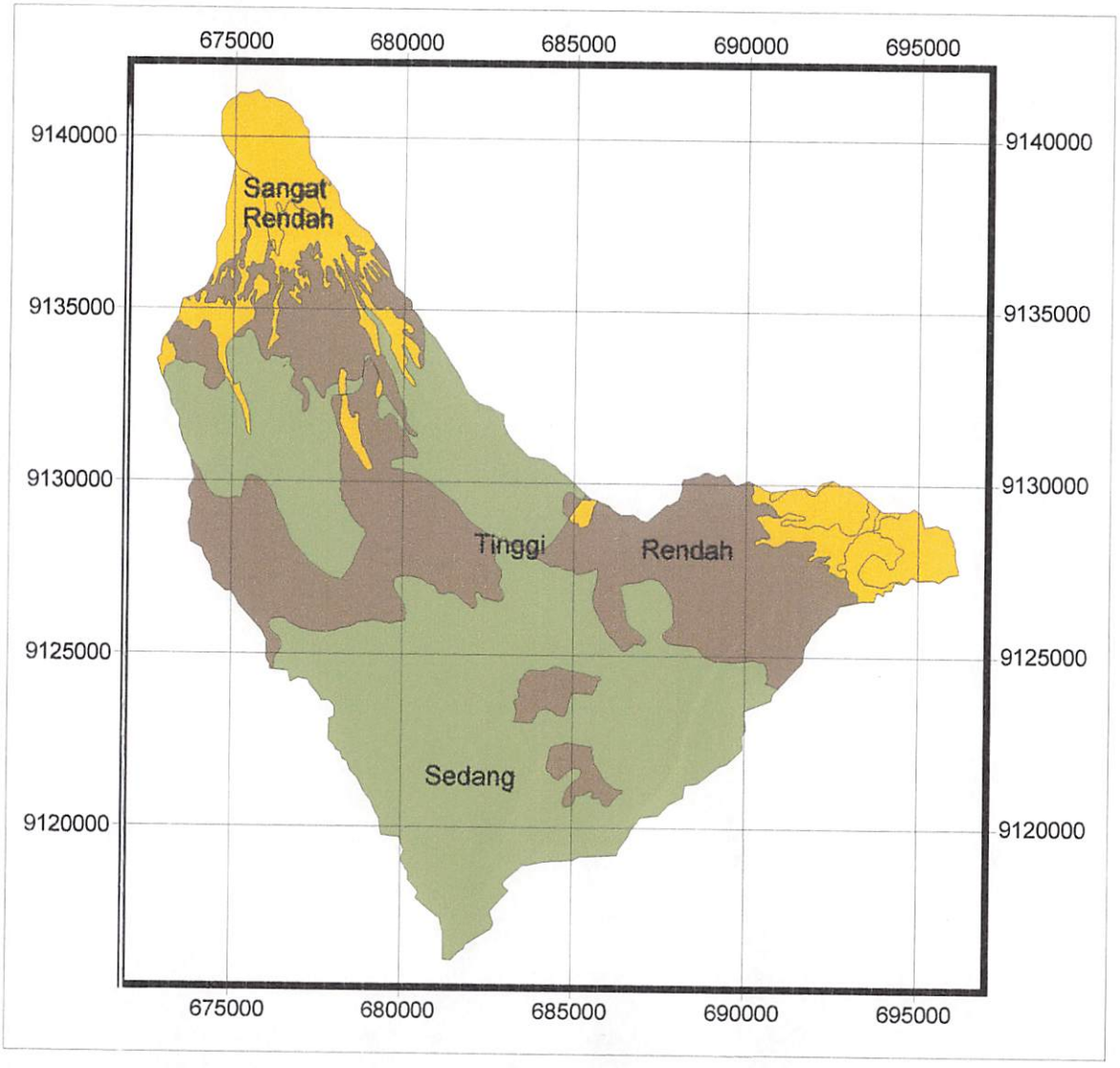
LEGENDA :

Sungai
- Kali Bendeng
- Kali Bango
- Kali Baturubuh
- Kali Beji
- Kali Bendo
- Kali Bodo
- Kali Boragagal
- Kali Clumpit
- Kali Curah Kemadu
- Kali Glatik
- Kali Kranggan
- Kali Krendo
- Kali Krewen Lor
- Kali Lahor
- Kali Lain
- Kali Mati
- Kali Mewek
- Kali Mondoroko
- Kali Sari
- Kali Sumberawan
- Kali Sumpil
- Kali Tengo
- Kali Tumpangrejo
- Kali Tung

Das
- Kali Bango
- Kali Bodo
- Kali Genitring
- Kali Jurang Tamu
- Kali Klampok
- Kali Lahor
- Kali Mati
- Kali Mewek
- Kali Sari
- Kali Sumberawan
- Kali Sumpil
- Kali Wendit

Dikerjakan Oleh :

Nama : Maria Ernestin Sodin
NIM : 03.25.050 / P
Jurusan : Teknik Geodesi S1
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG



PETA
UNIT LAHAN 1
(PETA LERENG - PETA TEKSTUR)

U

SKALA 1 : 210000

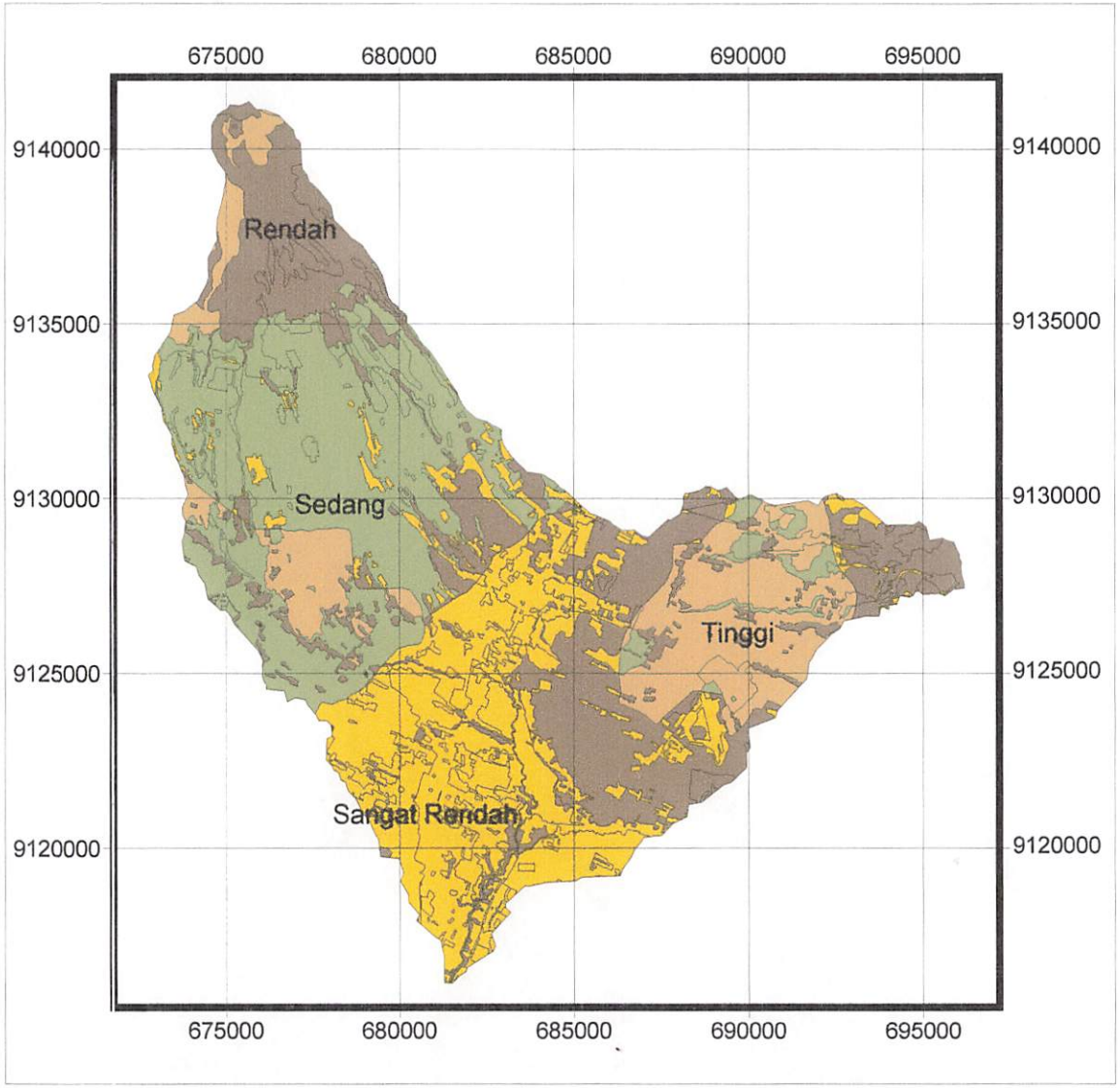
LEGENDA :

- Rendah
- Sangat Rendah
- Sedang
- Tinggi

Dikerjakan Oleh ;

Nama : Maria Ernestin Sodin
NIM : 03.25.050 / P
Jurusan : Teknik Geodesi S1

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG



PETA
UNIT LAHAN 2
(PETA STRUKTUR - PETA LANDUSE)

U

SKALA 1 : 210000

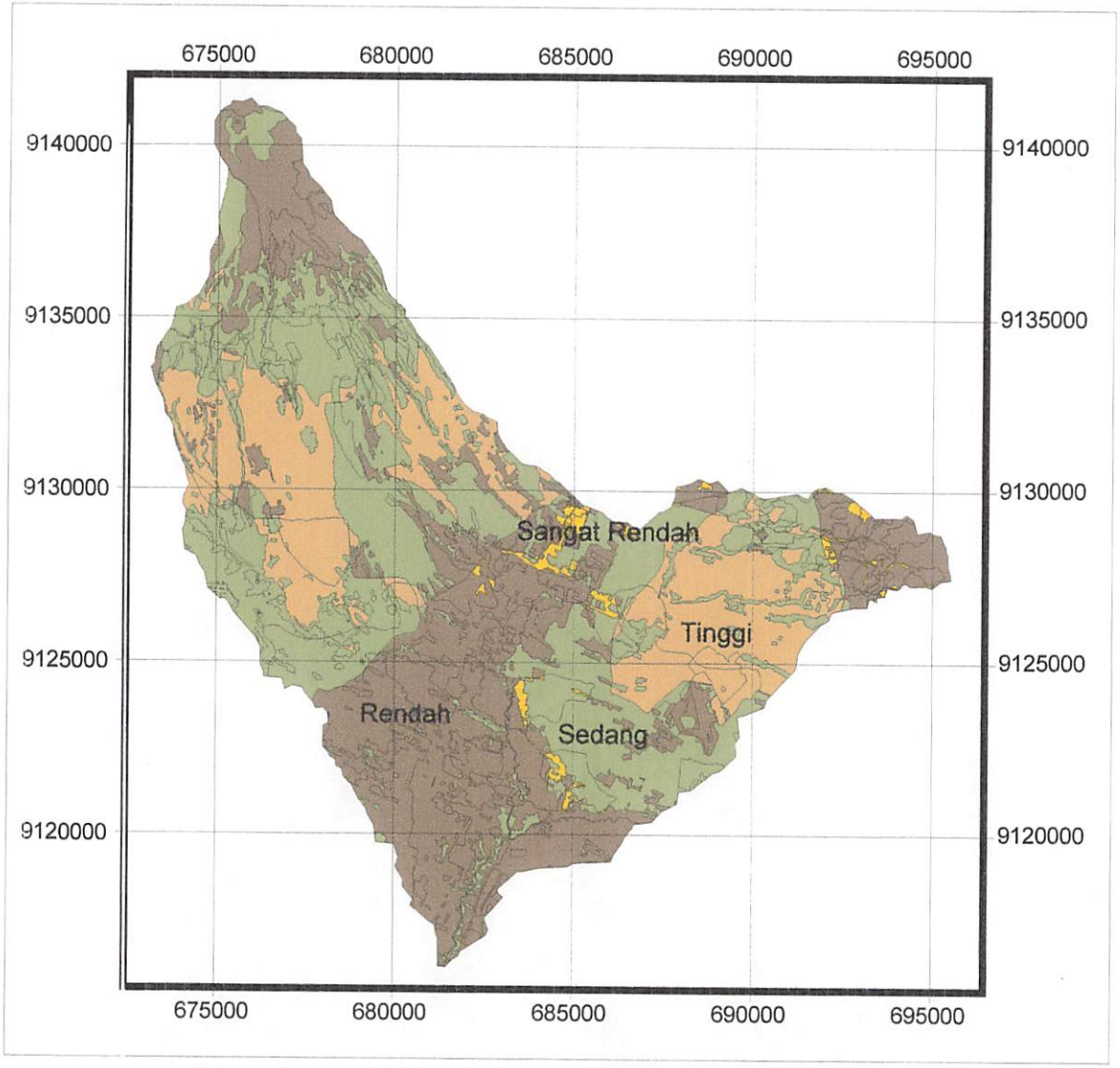
LEGENDA :

- Rendah
- Sangat Rendah
- Sedang
- Tinggi

Dikerjakan Oleh :

Nama : Maria Ernestin Sodin
NIM : 03.25.050 / P
Jurusan : Teknik Geodesi S1

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG



PETA
UNIT LAHAN 3
(LERENG -TEKSTUR - STRUKTUR - LANDUSE)

U

SKALA 1 : 210000

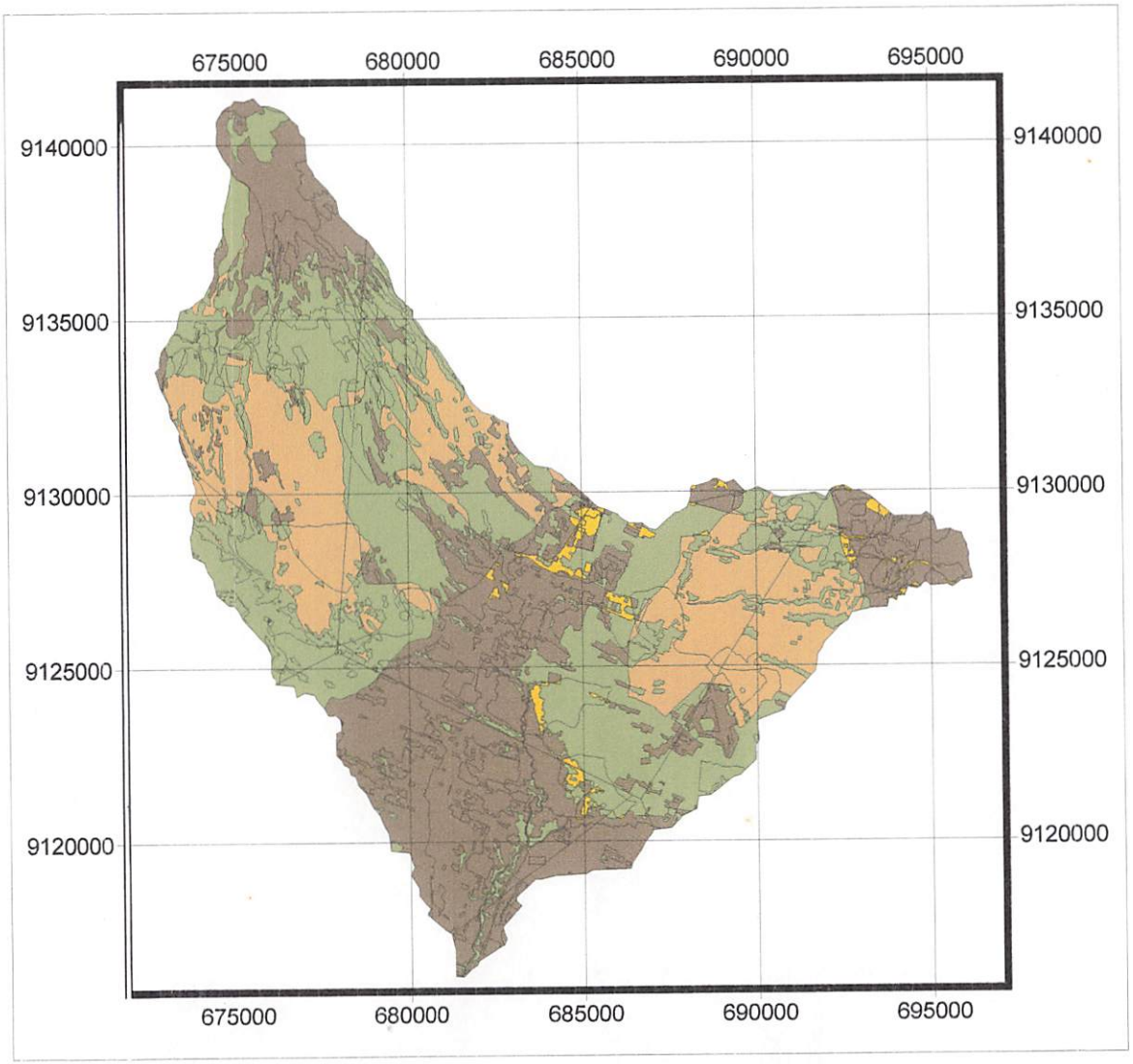
LEGENDA :

- Rendah
- Sangat Rendah
- Sedang
- Tinggi

Dikerjakan Oleh :

Nama : Maria Ernestin Sodin
NIM : 03.25.050 / P
Jurusan : Teknik Geodesi S1

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG



PETA
UNIT LAHAN 4
(KELERENGAN - TEKSTUR - STRUKTUR - LANDUSE - CURAH HUJAN)

U

SKALA 1 : 210000

LEGENDA :

- Rendah
- Sangat Rendah
- Sedang
- Tinggi

Dikerjakan Oleh :

Nama : Maria Ernestin Sodin
NIM : 03.25.050 / P
Jurusan : Teknik Geodesi S1

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG

DATA-DATA NON SPASIAL

ATTRIBUTES OF KECAMATAN

Shape	Area	Perimeter	Kec_ID	Nama_Kecamatan
Polygon	94119.440000	2622.934000	102	Singosari
Polygon	101947900.000	70697.530000	102	Singosari
Polygon	52052780.0000	38253.130000	101	Karangploso
Polygon	90.593750	126.991100	101	Karangploso
Polygon	15082320.0000	21710.670000	103	Lawang
Polygon	4951795.00000	10130.520000	104	Jabung
Polygon	42859.690000	1951.867000	104	Jabung
Polygon	4559.875000	629.800300	104	Jabung
Polygon	584028.400000	4866.276000	101	Karangploso
Polygon	2909522.00000	8696.013000	104	Jabung
Polygon	10689550.0000	16545.680000	108	Lowokwaru
Polygon	16823630.0000	23434.750000	106	Blimbing
Polygon	24817260.0000	28675.210000	105	Pakis
Polygon	658962.900000	4783.243000	109	Klojen
Polygon	2291455.00000	8945.058000	107	Kedungkandang

ATTRIBUTES OF DESA

Shape	Area	Perimeter	Desa_id	Nama_desa
Polygon	94119.440000	2622.934000	10201	Desa Toyomarto
Polygon	20455020.0000	31150.250000	10201	Desa Toyomarto
Polygon	4682904.00000	20835.680000	10101	Desa Tawangargo
Polygon	14090540.0000	28612.390000	10102	Desa Wonowarih
Polygon	9198327.00000	31010.930000	10204	Desa Langlang
Polygon	9857468.00000	29693.540000	10203	Desa Klampok
Polygon	10277540.0000	27581.440000	10202	Desa Gunungrejo
Polygon	9384953.00000	19371.970000	10103	Desa Bocek
Polygon	13359980.0000	24351.900000	10105	Desa Ngenep
Polygon	90.593750	126.991100	10403	Desa Jabung
Polygon	5296101.00000	13401.180000	10206	Desa Ardimulyo
Polygon	892343.500000	4790.135000	10217	Desa Randuagung
Polygon	3791560.00000	9811.632000	10205	Desa Candirenggo
Polygon	1104699.00000	4995.368000	10304	Desa Sidodadi
Polygon	2713498.00000	14479.490000	10302	Desa Srigading
Polygon	69598.380000	1391.015000	10101	Desa Tawangargo
Polygon	162776.700000	2255.783000	10303	Desa Bedali
Polygon	11101330.0000	17087.080000	10301	Desa Sidoluhur
Polygon	6068041.00000	17377.500000	10207	Desa Baturetno
Polygon	7119.469000	582.948300	10206	Desa Ardimulyo
Polygon	1742204.00000	6463.322000	10404	Desa Taji
Polygon	3446092.00000	13907.710000	10208	Desa Purwoasri
Polygon	923852.400000	8249.186000	10101	Desa Tawangargo
Polygon	3209660.00000	8586.616000	10402	Desa Kemiri
Polygon	2035903.00000	7344.162000	10104	Desa Girimoyo
Polygon	42871.220000	1951.866000	10404	Desa Taji
Polygon	1524814.00000	6180.131000	10216	Kelurahan Losari
Polygon	3549847.00000	10421.700000	10214	Desa Wonorejo
Polygon	4083289.00000	10112.950000	10108	Desa Ingijo
Polygon	3510078.00000	9307.477000	10210	Desa Tamanharjo
Polygon	4559.875000	629.800300	10404	Desa Taji
Polygon	1994331.00000	6418.145000	10215	Kelurahan Pagentan
Polygon	3776273.00000	12193.330000	10209	Desa Tunjungtirto
Polygon	9645974.00000	15559.880000	10213	Desa Dengkol
Polygon	3256035.00000	10252.100000	10211	Desa Watugede

Shape	Area	Perimeter	Desa_id	Nama_desa
Polygon	1383161.00000	8304.021000	10106	Desa Ampeldento
Polygon	1996241.00000	7666.209000	10109	Desa Kepuharjo
Polygon	5400418.00000	12533.860000	10212	Desa Banjararum
Polygon	2801439.00000	8163.217000	10401	Desa Gunungjati
Polygon	13177.810000	805.200600	10403	Desa Jabung
Polygon	1640546.00000	6163.739000	10801	Desa Tasikmadu
Polygon	626140.300000	5183.943000	10107	Desa Tegalgondo
Polygon	1828095.00000	7751.545000	10610	Desa Balearjosari
Polygon	94791.660000	1537.898000	10403	Desa Jabung
Polygon	6852889.00000	18407.030000	10501	Desa Saptorenggo
Polygon	1397143.00000	5913.948000	10802	Desa Tunggulwulung
Polygon	2792469.00000	12670.590000	10503	Desa Bunut Wetan
Polygon	6655991.00000	12644.250000	10502	Desa Tirtomoyo
Polygon	1783963.00000	7558.161000	10803	Kelurahan Tunjungsekar
Polygon	1412810.00000	7145.163000	10608	Kelurahan Polowijen
Polygon	1101781.00000	4832.739000	10609	Kelurahan Arjosari
Polygon	2552970.00000	9108.164000	10804	Kelurahan Mojolangu
Polygon	1530701.00000	6828.676000	10602	Kelurahan Purwodadi
Polygon	4480833.00000	13320.440000	10504	Desa Asrikaton
Polygon	772793.600000	6545.406000	10805	Kelurahan Tulusrejo
Polygon	3802725.00000	11733.990000	10607	Kelurahan Pandanwangi
Polygon	1338563.00000	6445.526000	10806	Kelurahan Jatimulyo
Polygon	1206622.00000	5529.400000	10601	Kelurahan Blimbing
Polygon	2451159.00000	8297.669000	10604	Kelurahan Purwantoro
Polygon	3172161.00000	9988.896000	10505	Desa Mangliawan
Polygon	1203714.00000	5337.016000	10807	Kelurahan Lowokwaru
Polygon	1557232.00000	8112.762000	10603	Kelurahan Bunulrejo
Polygon	667862.300000	3692.397000	10506	Desa Sekarpuro
Polygon	411306.000000	3035.183000	10902	Kelurahan Rampalcelaket
Polygon	195380.100000	2196.842000	10504	Desa Asrikaton
Polygon	61.843750	63.765740	10504	Desa Asrikaton
Polygon	1715633.00000	6504.943000	10701	Kelurahan Sawojajar
Polygon	247658.100000	3407.069000	10901	Kelurahan Klojen
Polygon	1263243.00000	5532.326000	10605	Kelurahan Kesatrian
Polygon	669651.900000	5230.700000	10606	Kelurahan Polehan

ATTRIBUTES OF KELERENGAN

Shape	Area	Perimeter	Lereng_id	Kelerengan	Ciri	S_Lereng
Polygon	18717920.0000	69877.530000	204	> 40 %	Sangat Curam	1
Polygon	1051566.00000	11958.110000	203	16 - 40 %	Curam	2
Polygon	2250977.00000	22314.330000	203	16 - 40 %	Curam	2
Polygon	10345760.0000	46361.610000	203	16 - 40 %	Curam	2
Polygon	109.406300	126.566000	203	16 - 40 %	Curam	2
Polygon	52924.470000	1331.535000	204	> 40 %	Sangat Curam	1
Polygon	35283.500000	961.697400	204	> 40 %	Sangat Curam	1
Polygon	1304052.00000	10371.500000	204	> 40 %	Sangat Curam	1
Polygon	286239.100000	4438.281000	204	> 40 %	Sangat Curam	1
Polygon	99754.750000	1781.255000	204	> 40 %	Sangat Curam	1
Polygon	4044.844000	311.153700	203	16 - 40 %	Curam	2
Polygon	955588900.0000	105094.300000	202	3 - 15 %	Landai	3
Polygon	1809611.00000	6803.502000	203	16 - 40 %	Curam	2
Polygon	533.906300	741.865400	204	> 40 %	Sangat Curam	1
Polygon	345695.700000	3046.132000	204	> 40 %	Sangat Curam	1
Polygon	162987.100000	1999.395000	204	> 40 %	Sangat Curam	1
Polygon	768388.400000	5406.967000	203	16 - 40 %	Curam	2
Polygon	84383.090000	2480.786000	204	> 40 %	Sangat Curam	1
Polygon	3016144.00000	11343.430000	203	16 - 40 %	Curam	2
Polygon	82665.530000	1375.790000	204	> 40 %	Sangat Curam	1
Polygon	652648.400000	3312.216000	203	16 - 40 %	Curam	2
Polygon	2401596.00000	15400.990000	204	> 40 %	Sangat Curam	1
Polygon	3932962.00000	11148.730000	204	> 40 %	Sangat Curam	1
Polygon	1982965.00000	12451.620000	203	16 - 40 %	Curam	2
Polygon	83528140.0000	71625.340000	201	0 - 2 %	Datar	4
Polygon	2445446.00000	7528.978000	202	3 - 15 %	Landai	3
Polygon	2030044.00000	8614.864000	202	3 - 15 %	Landai	3

ATTRIBUTES OF TEKSTUR TANAH

Shape	Area	Perimeter	Tekstur_id	Tekstur Tanah	S_Tekstur
Polygon	7430925.00000	15309.000000	301	Halus	1
Polygon	784.750000	203.734900	302	Sedang	2
Polygon	66240850.0000	57802.650000	302	Sedang	2
Polygon	159278400.000	81647.800000	301	Halus	1
Polygon	514.625000	416.446700	301	Halus	1
Polygon	372.781300	508.496200	301	Halus	1
Polygon	132.843800	180.526400	302	Sedang	2

ATTRIBUTES OF STRUKTUR TANAH

Shape	Area	Perimeter	Struktur_ID	Struktur_tanah	S_Struktur
Polygon	83606860.0000	43732.780000	403	Granuler sedang dan besar	3
Polygon	23535250.0000	23591.700000	405	Butir tunggal dan pejal	5
Polygon	77241840.0000	54004.750000	401	Granuler sangat halus	1
Polygon	8108496.00000	13554.480000	401	Granuler sangat halus	1
Polygon	29311330.0000	24325.360000	405	Butir tunggal dan pejal	5
Polygon	11146580.0000	19925.400000	402	Granuler halus	2

ATTRIBUTES OF CURAH HUJAN

Shape	Area	Perimeter	CHujan_ID	N_RD	Ket	S_CHujan
Polygon	217868100.000	88635.330000	501	< 2500	Rendah	1
Polygon	15082330.0000	21710.360000	502	2500 - 3500	Sedang	2
Polygon	132.843800	180.526400	501	< 2500	Rendah	1

ATTRIBUTES OF DAERAH ALIRAN SUNGAI

Shape	Area	Perimeter	Das_ID	Nama_Sub-Sub DAS
Polygon	25937160.0000	41737.380000	20030	Kali Sumberawan
Polygon	24864050.0000	38938.850000	20031	Kali Klampok
Polygon	19872370.0000	27018.500000	20032	Kali Jurang Tamu
Polygon	18557480.0000	30257.310000	20033	Kali Genitring
Polygon	28245910.0000	53086.240000	20034	Kali Bodo
Polygon	11288690.0000	28292.540000	20035	Kali Mewek
Polygon	53779650.0000	39046.520000	20036	Kali Mati
Polygon	4512929.00000	10749.970000	20037	Kali Sari
Polygon	4390729.00000	19030.820000	20038	Kali Sumpil
Polygon	11331690.0000	27699.120000	20039	Kali Bango
Polygon	1618600.00000	7834.760000	20039	Kali Bango
Polygon	15424900.0000	19543.930000	20040	Kali Wendit
Polygon	8871114.00000	15850.380000	20041	Kali Lahor
Polygon	2377693.00000	7792.112000	20039	Kali Bango
Polygon	1877674.00000	8133.852000	20039	Kali Bango

ATTRIBUTES OF SUNGAI

Shape	Length	Sungai_ID	Nama_Sungai
PolyLine	162.487200	1024	Kali Lain
PolyLine	295.067700	1024	Kali Lain
PolyLine	179.930100	1024	Kali Lain
PolyLine	10443.410000	1002	Kali Tung
PolyLine	11039.500000	1009	Kali Borogragal
PolyLine	4578.434000	1001	Kali Curah Kemadu
PolyLine	4710.676000	1001	Kali Curah Kemadu
PolyLine	8494.949000	1008	Kali Tumpangrejo
PolyLine	15105.640000	1017	Kali Glatik
PolyLine	8534.601000	1020	Kali Sumberawan
PolyLine	6925.861000	1021	Kali Krewen Lor
PolyLine	8812.721000	1019	Kali Bandeng
PolyLine	2607.080000	1012	Kali Bendo
PolyLine	5739.543000	1013	Kali Krendo
PolyLine	3698.825000	1011	Kali Baturubuh
PolyLine	2748.814000	1018	Kali Clumpit
PolyLine	3542.947000	1010	Kali Kranggan
PolyLine	9491.080000	1024	Kali Lain
PolyLine	1264.541000	1005	Kali Bodo
PolyLine	8501.415000	1006	Kali Beji
PolyLine	6135.968000	1003	Kali Mewek
PolyLine	3034.216000	1007	Kali Lahor
PolyLine	3115.227000	1004	Kali Sumpil
PolyLine	4960.533000	1016	Kali Sari
PolyLine	12964.770000	1014	Kali Mati
PolyLine	1265.131000	1015	Kali Mondoroko
PolyLine	11799.180000	1022	Kali Bango
PolyLine	9023.162000	1022	Kali Bango
PolyLine	3010.321000	1023	Kali Tengo
PolyLine	3748.899000	1024	Kali Lain
PolyLine	3971.391000	1024	Kali Lain
PolyLine	1054.721000	1024	Kali Lain
PolyLine	7078.817000	1024	Kali Lain
PolyLine	1146.229000	1024	Kali Lain
PolyLine	2241.962000	1024	Kali Lain

Shape	Length	Sungai_ID	Nama_Sungai
PolyLine	1688.301000	1024	Kali Lain
PolyLine	1405.947000	1024	Kali Lain
PolyLine	969.066600	1024	Kali Lain
PolyLine	1019.818000	1024	Kali Lain
PolyLine	401.373400	1024	Kali Lain
PolyLine	1011.518000	1024	Kali Lain
PolyLine	3308.278000	1024	Kali Lain
PolyLine	346.146500	1024	Kali Lain
PolyLine	2581.769000	1024	Kali Lain
PolyLine	1512.718000	1024	Kali Lain
PolyLine	2009.708000	1024	Kali Lain
PolyLine	857.572300	1024	Kali Lain
PolyLine	490.597300	1024	Kali Lain
PolyLine	1730.714000	1024	Kali Lain
PolyLine	434.329700	1024	Kali Lain
PolyLine	1278.798000	1024	Kali Lain
PolyLine	1076.275000	1024	Kali Lain
PolyLine	692.152300	1024	Kali Lain
PolyLine	1673.395000	1024	Kali Lain
PolyLine	612.007500	1024	Kali Lain
PolyLine	747.457500	1024	Kali Lain
PolyLine	2903.679000	1024	Kali Lain
PolyLine	1730.352000	1024	Kali Lain
PolyLine	8019.748000	1024	Kali Lain
PolyLine	1725.544000	1024	Kali Lain
PolyLine	944.899000	1024	Kali Lain
PolyLine	2363.241000	1024	Kali Lain
PolyLine	791.720300	1024	Kali Lain
PolyLine	706.830400	1024	Kali Lain
PolyLine	1132.766000	1024	Kali Lain
PolyLine	532.333300	1024	Kali Lain
PolyLine	2526.816000	1024	Kali Lain
PolyLine	1988.200000	1024	Kali Lain
PolyLine	2418.547000	1024	Kali Lain
PolyLine	247.594700	1024	Kali Lain

Shape	Length	Sungai_ID	Nama_Sungai
PolyLine	1684.711000	1024	Kali Lain
PolyLine	480.079500	1024	Kali Lain
PolyLine	1941.041000	1024	Kali Lain
PolyLine	601.574900	1024	Kali Lain
PolyLine	3231.173000	1024	Kali Lain
PolyLine	702.783400	1024	Kali Lain
PolyLine	1952.628000	1024	Kali Lain
PolyLine	1082.734000	1024	Kali Lain
PolyLine	1855.965000	1024	Kali Lain
PolyLine	900.422500	1024	Kali Lain
PolyLine	614.301100	1024	Kali Lain
PolyLine	3905.550000	1024	Kali Lain
PolyLine	1657.503000	1024	Kali Lain
PolyLine	902.737100	1024	Kali Lain
PolyLine	295.372300	1024	Kali Lain
PolyLine	1731.607000	1024	Kali Lain
PolyLine	295.067700	1024	Kali Lain
PolyLine	1414.253000	1024	Kali Lain
PolyLine	621.267000	1024	Kali Lain
PolyLine	488.597600	1024	Kali Lain
PolyLine	1246.462000	1024	Kali Lain
PolyLine	3774.988000	1024	Kali Lain
PolyLine	2319.720000	1024	Kali Lain
PolyLine	492.007700	1024	Kali Lain
PolyLine	365.433800	1024	Kali Lain
PolyLine	553.645800	1024	Kali Lain
PolyLine	625.765000	1024	Kali Lain
PolyLine	1032.586000	1024	Kali Lain
PolyLine	1201.762000	1024	Kali Lain
PolyLine	1014.450000	1024	Kali Lain
PolyLine	2769.588000	1024	Kali Lain
PolyLine	1435.452000	1024	Kali Lain
PolyLine	814.348100	1024	Kali Lain
PolyLine	1983.191000	1024	Kali Lain
PolyLine	1416.930000	1024	Kali Lain

ATTRIBUTES OF UNIT LAHAN 1

Shape	Area	Perimeter	Key_teks_A	Lereng_ID	Kelerengan	Ciri	S_Lereng	Tekstur_id	Tekstur_Tnah	S_Tekstur	S_unitlhn1	Tingkat_Infiltrasi
Polygon	7408551.00000	15687.110000	1	204	> 40 %	Sangat Curam	1	301	Halus	1	2	Sangat Rendah
Polygon	784.750000	203.734900	2	204	> 40 %	Sangat Curam	1	301	Halus	1	2	Sangat Rendah
Polygon	5902401.00000	32069.290000	3	204	> 40 %	Sangat Curam	1	302	Sedang	2	3	Sangat Rendah
Polygon	5406369.00000	39211.680000	4	204	> 40 %	Sangat Curam	1	302	Sedang	2	3	Sangat Rendah
Polygon	1051538.00000	11957.850000	5	203	16 - 40 %	Curam	2	302	Sedang	2	4	Rendah
Polygon	2250878.00000	22313.690000	6	203	16 - 40 %	Curam	2	302	Sedang	2	4	Rendah
Polygon	22333.220000	733.034400	7	203	16 - 40 %	Curam	2	301	Halus	1	3	Sangat Rendah
Polygon	10228410.0000	45805.970000	8	203	16 - 40 %	Curam	2	302	Sedang	2	4	Rendah
Polygon	109.406300	126.566000	9	203	16 - 40 %	Curam	2	302	Sedang	2	2	Sangat Rendah
Polygon	52924.470000	1331.535000	10	204	> 40 %	Sangat Curam	1	302	Sedang	2	3	Sangat Rendah
Polygon	35283.500000	961.697400	11	204	> 40 %	Sangat Curam	1	302	Sedang	2	3	Sangat Rendah
Polygon	1304052.00000	10371.500000	12	204	> 40 %	Sangat Curam	1	302	Sedang	2	3	Sangat Rendah
Polygon	286239.100000	4438.281000	13	204	> 40 %	Sangat Curam	1	302	Sedang	2	3	Sangat Rendah
Polygon	99754.750000	1781.255000	14	204	> 40 %	Sangat Curam	1	302	Sedang	2	3	Sangat Rendah
Polygon	4043.750000	310.995300	15	203	16 - 40 %	Curam	2	302	Sedang	2	4	Rendah
Polygon	16447670.0000	31410.970000	16	202	3 - 15 %	Landai	3	302	Sedang	2	5	Sedang
Polygon	1809596.00000	6803.411000	17	203	16 - 40 %	Curam	2	302	Sedang	2	4	Rendah
Polygon	533.906300	741.865400	18	204	> 40 %	Sangat Curam	1	302	Sedang	2	3	Sangat Rendah
Polygon	20385490.0000	31479.570000	19	202	3 - 15 %	Landai	3	302	Sedang	2	5	Sedang
Polygon	345673.600000	3046.177000	20	204	> 40 %	Sangat Curam	1	302	Sedang	2	3	Sangat Rendah
Polygon	35628.940000	1836.751000	21	202	3 - 15 %	Landai	3	302	Sedang	2	5	Sedang
Polygon	29943260.0000	49174.900000	22	202	3 - 15 %	Landai	3	301	Halus	1	4	Rendah
Polygon	2027.094000	535.362100	23	203	16 - 40 %	Curam	2	301	Halus	1	3	Sangat Rendah
Polygon	160653.400000	1900.736000	24	204	> 40 %	Sangat Curam	1	302	Sedang	2	3	Sangat Rendah
Polygon	92869.970000	1473.745000	25	203	16 - 40 %	Curam	2	301	Halus	1	3	Sangat Rendah
Polygon	172431.600000	1841.179000	26	202	3 - 15 %	Landai	3	302	Sedang	2	5	Sedang
Polygon	514.625000	416.446700	27	204	> 40 %	Sangat Curam	1	301	Halus	1	2	Sangat Rendah
Polygon	1352.750000	279.618100	28	204	> 40 %	Sangat Curam	1	301	Halus	1	2	Sangat Rendah
Polygon	49.250000	51.161640	29	203	16 - 40 %	Curam	2	302	Sedang	2	4	Rendah
Polygon	768359.400000	5405.461000	30	203	16 - 40 %	Curam	2	301	Halus	1	3	Sangat Rendah
Polygon	963.875000	167.629000	31	204	> 40 %	Sangat Curam	1	301	Halus	1	2	Sangat Rendah
Polygon	28553950.0000	38063.870000	32	202	3 - 15 %	Landai	3	301	Halus	1	4	Rendah
Polygon	84382.720000	2480.674000	33	204	> 40 %	Sangat Curam	1	301	Halus	1	2	Sangat Rendah
Polygon	3016131.00000	11342.880000	34	203	16 - 40 %	Curam	2	301	Halus	1	3	Sangat Rendah
Polygon	82611.310000	1373.810000	35	204	> 40 %	Sangat Curam	1	301	Halus	1	2	Sangat Rendah

Shape	Area	Perimeter	Kel_teks_r	Lereng_ID	Kelerengan	Ciri	S_Lereng	Tekstur_id	Tekstur_Tnah	S_Tekstur	S_unitthn1	Tingkat_Infiltrasi
Polygon	245102.900000	2075.307000	36	203	16 - 40 %	Curam	2	302	Sedang	2	4	Rendah
Polygon	19548.410000	651.514000	37	202	3 - 15 %	Landai	3	301	Halus	1	4	Rendah
Polygon	2401572.00000	15400.950000	38	204	> 40 %	Sangat Curam	1	301	Halus	1	2	Sangat Rendah
Polygon	407547.800000	2626.214000	39	203	16 - 40 %	Curam	2	301	Halus	1	3	Sangat Rendah
Polygon	3932962.00000	11148.730000	40	204	> 40 %	Sangat Curam	1	301	Halus	1	2	Sangat Rendah
Polygon	1982975.00000	12450.770000	41	203	16 - 40 %	Curam	2	301	Halus	1	3	Sangat Rendah
Polygon	372.781300	508.496200	42	202	3 - 15 %	Landai	3	302	Sedang	2	5	Sedang
Polygon	2876.688000	370.479100	43	201	0 - 2 %	Datar	4	302	Sedang	2	6	Tinggi
Polygon	83511780.0000	71490.240000	44	201	0 - 2 %	Datar	4	301	Halus	1	5	Sedang
Polygon	12848.840000	497.064500	45	201	0 - 2 %	Datar	4	302	Sedang	2	6	Tinggi
Polygon	303.375000	175.117700	46	202	3 - 15 %	Landai	3	301	Halus	1	4	Rendah
Polygon	2445446.00000	7528.978000	47	202	3 - 15 %	Landai	3	301	Halus	1	4	Rendah
Polygon	2030044.00000	8614.864000	48	202	3 - 15 %	Landai	3	301	Halus	1	4	Rendah
Polygon	132.843800	180.526400	49	201	0 - 2 %	Datar	4	302	Sedang	2	6	Tinggi

ATTRIBUTES OF UNIT LAHAN 2

Shape	Area	Perimeter	Strk_Land_I	Struktur_I	Strk_Tanah	S_Strukt	Land_I	Nama_Landuse	Keterangan	S_Landuse	N_unitlha2	Tingkat_Infiltras
Polygon	355750.600000	3136.45300	1	403	Granuler sedang dan bes	3	609	Tanah Kosong/Padang R	Sedang	3	6	Rendah
Polygon	1421650.00000	8938.45000	2	403	Granuler sedang dan bes	3	603	Hutan	Sangat Besa	6	9	Tinggi
Polygon	35588.280000	1367.77200	3	403	Granuler sedang dan bes	3	603	Hutan	Sangat Besa	6	9	Tinggi
Polygon	14917880.0000	65348.23000	4	403	Granuler sedang dan bes	3	601	Semak belukar	Sedang	3	6	Rendah
Polygon	10247.880000	424.61430	5	403	Granuler sedang dan bes	3	609	Tanah Kosong/Padang R	Sedang	3	6	Rendah
Polygon	866776.400000	5760.26400	6	403	Granuler sedang dan bes	3	609	Tanah Kosong/Padang R	Sedang	3	6	Rendah
Polygon	2634364.00000	14583.81000	7	403	Granuler sedang dan bes	3	603	Hutan	Sangat Besa	6	9	Tinggi
Polygon	390193.800000	5053.47300	8	403	Granuler sedang dan bes	3	601	Semak belukar	Sedang	3	6	Rendah
Polygon	1121373.00000	10207.56000	9	403	Granuler sedang dan bes	3	609	Tanah Kosong/Padang R	Sedang	3	6	Rendah
Polygon	168808.200000	2740.41000	10	403	Granuler sedang dan bes	3	609	Tanah Kosong/Padang R	Sedang	3	6	Rendah
Polygon	16282.720000	659.20950	11	403	Granuler sedang dan bes	3	603	Hutan	Sangat Besa	6	9	Tinggi
Polygon	14539.690000	505.201000	12	403	Granuler sedang dan bes	3	609	Tanah Kosong/Padang R	Sedang	3	6	Rendah
Polygon	338.656300	339.540300	13	403	Granuler sedang dan bes	3	609	Tanah Kosong/Padang R	Sedang	3	6	Rendah
Polygon	66249.720000	1215.411000	14	403	Granuler sedang dan bes	3	609	Tanah Kosong/Padang R	Sedang	3	6	Rendah
Polygon	18657.720000	592.150000	15	403	Granuler sedang dan bes	3	605	Perkebunan	Agak Besar	4	7	Sedang
Polygon	2202.969000	419.835000	16	403	Granuler sedang dan bes	3	605	Perkebunan	Agak Besar	4	7	Sedang
Polygon	140.531300	71.274540	17	403	Granuler sedang dan bes	3	605	Perkebunan	Agak Besar	4	7	Sedang
Polygon	54777.190000	2277.531000	18	403	Granuler sedang dan bes	3	609	Tanah Kosong/Padang R	Sedang	3	6	Rendah
Polygon	120530.000000	2179.787000	19	403	Granuler sedang dan bes	3	609	Tanah Kosong/Padang R	Sedang	3	6	Rendah
Polygon	229093.500000	3628.574000	20	403	Granuler sedang dan bes	3	601	Semak belukar	Sedang	3	6	Rendah
Polygon	127609.300000	1545.637000	21	403	Granuler sedang dan bes	3	605	Perkebunan	Agak Besar	4	7	Sedang
Polygon	171768.400000	2963.341000	22	403	Granuler sedang dan bes	3	609	Tanah Kosong/Padang R	Sedang	3	6	Rendah
Polygon	460897.100000	3928.163000	23	403	Granuler sedang dan bes	3	605	Perkebunan	Agak Besar	4	7	Sedang
Polygon	89922.840000	2207.393000	24	403	Granuler sedang dan bes	3	609	Tanah Kosong/Padang R	Sedang	3	6	Rendah
Polygon	7192.156000	433.039700	25	403	Granuler sedang dan bes	3	601	Semak belukar	Sedang	3	6	Rendah
Polygon	20221.250000	576.136800	26	403	Granuler sedang dan bes	3	605	Perkebunan	Agak Besar	4	7	Sedang
Polygon	1371.906000	588.878400	27	403	Granuler sedang dan bes	3	610	Tegalan/Ladang	Besar	5	8	Sedang
Polygon	778582.000000	7974.374000	28	403	Granuler sedang dan bes	3	610	Tegalan/Ladang	Besar	5	8	Sedang
Polygon	17730.160000	635.780700	29	403	Granuler sedang dan bes	3	605	Perkebunan	Agak Besar	4	7	Sedang
Polygon	189360.600000	2002.422000	30	403	Granuler sedang dan bes	3	605	Perkebunan	Agak Besar	4	7	Sedang
Polygon	417588.500000	3715.016000	31	403	Granuler sedang dan bes	3	601	Semak belukar	Sedang	3	6	Rendah
Polygon	862.593800	309.838700	32	403	Granuler sedang dan bes	3	601	Semak belukar	Sedang	3	6	Rendah
Polygon	511514.100000	5396.870000	33	403	Granuler sedang dan bes	3	605	Perkebunan	Agak Besar	4	7	Sedang
Polygon	488529.300000	3493.219000	34	403	Granuler sedang dan bes	3	609	Tanah Kosong/Padang R	Sedang	3	6	Rendah
Polygon	31136210.0000	125264.500000	35	403	Granuler sedang dan bes	3	610	Tegalan/Ladang	Besar	5	8	Sedang

Shape	Area	Perimeter	Stik_Land_I	Struktur_I	Stik_Tanah	S_Strukt	Land_I	Nama_Landuse	Keterangan	S_Landuse	N_untilhn2	Tingkat_Infiltras
Polygon	283.593800	145.541700	36	403	Granuler sedang dan bes	3	610	Tegalan/Ladang	Besar	5	8	Sedang
Polygon	17173.220000	503.942100	37	403	Granuler sedang dan bes	3	609	Tanah Kosong/Padang R	Sedang	3	6	Rendah
Polygon	304.968800	215.607500	38	403	Granuler sedang dan bes	3	609	Tanah Kosong/Padang R	Sedang	3	6	Rendah
Polygon	1112166.00000	8215.276000	39	403	Granuler sedang dan bes	3	605	Perkebunan	Agak Besar	4	7	Sedang
Polygon	101.656300	108.630500	40	403	Granuler sedang dan bes	3	610	Tegalan/Ladang	Besar	5	8	Sedang
Polygon	164773.600000	4560.469000	41	403	Granuler sedang dan bes	3	610	Tegalan/Ladang	Besar	5	8	Sedang
Polygon	6913147.00000	53594.390000	42	403	Granuler sedang dan bes	3	610	Tegalan/Ladang	Besar	5	8	Sedang
Polygon	877361.400000	8441.148000	43	403	Granuler sedang dan bes	3	605	Perkebunan	Agak Besar	4	7	Sedang
Polygon	73525.630000	3387.718000	44	403	Granuler sedang dan bes	3	601	Semak belukar	Sedang	3	6	Rendah
Polygon	15288.750000	800.673400	45	403	Granuler sedang dan bes	3	604	Pemukiman	Kecil	1	4	Sangat Rendah
Polygon	56760.310000	1322.574000	46	403	Granuler sedang dan bes	3	601	Semak belukar	Sedang	3	6	Rendah
Polygon	366385.300000	5094.872000	47	403	Granuler sedang dan bes	3	605	Perkebunan	Agak Besar	4	7	Sedang
Polygon	631131.400000	11108.840000	48	403	Granuler sedang dan bes	3	605	Perkebunan	Agak Besar	4	7	Sedang
Polygon	39855.220000	1109.306000	49	403	Granuler sedang dan bes	3	605	Perkebunan	Agak Besar	4	7	Sedang
Polygon	154068.000000	2344.815000	50	403	Granuler sedang dan bes	3	605	Perkebunan	Agak Besar	4	7	Sedang
Polygon	109491.300000	1775.926000	51	403	Granuler sedang dan bes	3	605	Perkebunan	Agak Besar	4	7	Sedang
Polygon	41107.560000	950.519000	52	403	Granuler sedang dan bes	3	610	Tegalan/Ladang	Besar	5	8	Sedang
Polygon	224806.900000	4771.520000	53	403	Granuler sedang dan bes	3	601	Semak belukar	Sedang	3	6	Rendah
Polygon	224999.500000	2735.713000	54	403	Granuler sedang dan bes	3	605	Perkebunan	Agak Besar	4	7	Sedang
Polygon	134762.000000	1964.694000	55	403	Granuler sedang dan bes	3	605	Perkebunan	Agak Besar	4	7	Sedang
Polygon	205064.600000	2778.661000	56	403	Granuler sedang dan bes	3	604	Pemukiman	Kecil	1	4	Sangat Rendah
Polygon	70968.000000	1765.797000	57	403	Granuler sedang dan bes	3	605	Perkebunan	Agak Besar	4	7	Sedang
Polygon	219864.300000	4011.467000	58	403	Granuler sedang dan bes	3	605	Perkebunan	Agak Besar	4	7	Sedang
Polygon	8162.875000	404.070100	59	403	Granuler sedang dan bes	3	604	Pemukiman	Kecil	1	4	Sangat Rendah
Polygon	30358.030000	980.691900	60	403	Granuler sedang dan bes	3	604	Pemukiman	Kecil	1	4	Sangat Rendah
Polygon	1088410.00000	15318.190000	61	403	Granuler sedang dan bes	3	605	Perkebunan	Agak Besar	4	7	Sedang
Polygon	63683.940000	1764.195000	62	403	Granuler sedang dan bes	3	601	Semak belukar	Sedang	3	6	Rendah
Polygon	22296.720000	841.491500	63	403	Granuler sedang dan bes	3	605	Perkebunan	Agak Besar	4	7	Sedang
Polygon	331904.000000	2484.297000	64	403	Granuler sedang dan bes	3	605	Perkebunan	Agak Besar	4	7	Sedang
Polygon	137467.200000	4213.931000	65	403	Granuler sedang dan bes	3	601	Semak belukar	Sedang	3	6	Rendah
Polygon	125668.800000	2288.001000	66	403	Granuler sedang dan bes	3	601	Semak belukar	Sedang	3	6	Rendah
Polygon	30494.910000	1042.287000	67	403	Granuler sedang dan bes	3	604	Pemukiman	Kecil	1	4	Sangat Rendah
Polygon	14575.380000	493.324700	68	403	Granuler sedang dan bes	3	604	Pemukiman	Kecil	1	4	Sangat Rendah
Polygon	11364.440000	461.889600	69	403	Granuler sedang dan bes	3	604	Pemukiman	Kecil	1	4	Sangat Rendah
Polygon	29536.780000	1517.149000	70	403	Granuler sedang dan bes	3	609	Tanah Kosong/Padang R	Sedang	3	6	Rendah

Shape	Area	Perimeter	Stk_Land_Id	Struktur_Id	Stk_Tanah	S_Struktu	Land_Id	Nama_Landuse	Keterangan	S_Landuse	N_unitlim2	Tingkat_Infiltras
Polygon	16182.250000	642.515700	71	403	Granuler sedang dan bes	3	609	Tanah Kosong/Padang R	Sedang	3	6	Rendah
Polygon	20463.090000	667.583400	72	403	Granuler sedang dan bes	3	605	Perkebunan	Agak Besar	4	7	Sedang
Polygon	33033.060000	1486.183000	73	403	Granuler sedang dan bes	3	604	Pemukiman	Kecil	1	4	Sangat Rendah
Polygon	423.937500	227.091300	74	403	Granuler sedang dan bes	3	604	Pemukiman	Kecil	1	4	Sangat Rendah
Polygon	2950.500000	264.802400	75	403	Granuler sedang dan bes	3	604	Pemukiman	Kecil	1	4	Sangat Rendah
Polygon	30236.280000	1100.476000	76	403	Granuler sedang dan bes	3	604	Pemukiman	Kecil	1	4	Sangat Rendah
Polygon	14674.380000	542.060500	77	403	Granuler sedang dan bes	3	609	Tanah Kosong/Padang R	Sedang	3	6	Rendah
Polygon	84708.560000	2148.520000	78	403	Granuler sedang dan bes	3	605	Perkebunan	Agak Besar	4	7	Sedang
Polygon	37858.840000	1218.309000	79	403	Granuler sedang dan bes	3	604	Pemukiman	Kecil	1	4	Sangat Rendah
Polygon	22554.250000	667.494700	80	403	Granuler sedang dan bes	3	604	Pemukiman	Kecil	1	4	Sangat Rendah
Polygon	9176.125000	405.328400	81	403	Granuler sedang dan bes	3	604	Pemukiman	Kecil	1	4	Sangat Rendah
Polygon	8492.531000	381.674000	82	403	Granuler sedang dan bes	3	605	Perkebunan	Agak Besar	4	7	Sedang
Polygon	85309.220000	1393.843000	83	403	Granuler sedang dan bes	3	605	Perkebunan	Agak Besar	4	7	Sedang
Polygon	5016.750000	343.294200	84	403	Granuler sedang dan bes	3	605	Perkebunan	Agak Besar	4	7	Sedang
Polygon	164360.900000	5369.743000	85	403	Granuler sedang dan bes	3	605	Perkebunan	Agak Besar	4	7	Sedang
Polygon	23631.340000	869.021200	86	403	Granuler sedang dan bes	3	604	Pemukiman	Kecil	1	4	Sangat Rendah
Polygon	36632.690000	990.755900	87	403	Granuler sedang dan bes	3	604	Pemukiman	Kecil	1	4	Sangat Rendah
Polygon	5303.844000	294.924000	88	403	Granuler sedang dan bes	3	604	Pemukiman	Kecil	1	4	Sangat Rendah
Polygon	17228.560000	566.332000	89	403	Granuler sedang dan bes	3	605	Perkebunan	Agak Besar	4	7	Sedang
Polygon	16731.660000	561.390300	90	403	Granuler sedang dan bes	3	605	Perkebunan	Agak Besar	4	7	Sedang
Polygon	24557.190000	798.149200	91	403	Granuler sedang dan bes	3	604	Pemukiman	Kecil	1	4	Sangat Rendah
Polygon	181877.300000	7055.966000	92	403	Granuler sedang dan bes	3	605	Perkebunan	Agak Besar	4	7	Sedang
Polygon	277543.600000	5046.966000	93	403	Granuler sedang dan bes	3	604	Pemukiman	Kecil	1	4	Sangat Rendah
Polygon	9621.375000	390.537100	94	403	Granuler sedang dan bes	3	605	Perkebunan	Agak Besar	4	7	Sedang
Polygon	18300.530000	874.248500	95	403	Granuler sedang dan bes	3	604	Pemukiman	Kecil	1	4	Sangat Rendah
Polygon	39480.130000	1155.251000	96	403	Granuler sedang dan bes	3	604	Pemukiman	Kecil	1	4	Sangat Rendah
Polygon	17506.940000	624.557900	97	403	Granuler sedang dan bes	3	605	Perkebunan	Agak Besar	4	7	Sedang
Polygon	17163.090000	537.613400	98	403	Granuler sedang dan bes	3	605	Perkebunan	Agak Besar	4	7	Sedang
Polygon	14735.530000	688.084000	99	403	Granuler sedang dan bes	3	604	Pemukiman	Kecil	1	4	Sangat Rendah
Polygon	101300.800000	2123.228000	100	403	Granuler sedang dan bes	3	604	Pemukiman	Kecil	1	4	Sangat Rendah
Polygon	16367.750000	577.621000	101	403	Granuler sedang dan bes	3	605	Perkebunan	Agak Besar	4	7	Sedang
Polygon	51216.970000	880.659400	102	403	Granuler sedang dan bes	3	609	Tanah Kosong/Padang R	Sedang	3	6	Rendah
Polygon	5785.875000	336.253200	103	403	Granuler sedang dan bes	3	604	Pemukiman	Kecil	1	4	Sangat Rendah
Polygon	2460.469000	253.578800	104	403	Granuler sedang dan bes	3	605	Perkebunan	Agak Besar	4	7	Sedang
Polygon	15163.560000	544.770000	105	403	Granuler sedang dan bes	3	605	Perkebunan	Agak Besar	4	7	Sedang

ATTRIBUTES OF UNIT LAHAN 3

Shape	Area	Perimeter	Lereng_ID	Kelerengan	Ciri	S_Lereng	Tekstur_ID	Tekstur_Tnah	S_Tekstur	Struktr_ID	Strk_Tanah
Polygon	355695.100000	3134.736000	204	> 40 %	Sangat Curam	1	301	Halus	1	403	Granuler sedang dan besar
Polygon	1421469.00000	8935.786000	204	> 40 %	Sangat Curam	1	301	Halus	1	403	Granuler sedang dan besar
Polygon	35583.030000	1366.802000	204	> 40 %	Sangat Curam	1	301	Halus	1	403	Granuler sedang dan besar
Polygon	4946741.00000	21280.010000	204	> 40 %	Sangat Curam	1	301	Halus	1	403	Granuler sedang dan besar
Polygon	10247.880000	424.614300	204	> 40 %	Sangat Curam	1	301	Halus	1	403	Granuler sedang dan besar
Polygon	518765.400000	3894.739000	204	> 40 %	Sangat Curam	1	301	Halus	1	403	Granuler sedang dan besar
Polygon	547.312500	168.567300	204	> 40 %	Sangat Curam	1	302	Sedang	2	403	Granuler sedang dan besar
Polygon	243.875000	134.034600	204	> 40 %	Sangat Curam	1	302	Sedang	2	403	Granuler sedang dan besar
Polygon	1426724.00000	7132.083000	204	> 40 %	Sangat Curam	1	302	Sedang	2	403	Granuler sedang dan besar
Polygon	3397.375000	1421.650000	204	> 40 %	Sangat Curam	1	301	Halus	1	403	Granuler sedang dan besar
Polygon	2088902.00000	15663.550000	204	> 40 %	Sangat Curam	1	302	Sedang	2	403	Granuler sedang dan besar
Polygon	348022.300000	3812.356000	204	> 40 %	Sangat Curam	1	302	Sedang	2	403	Granuler sedang dan besar
Polygon	2457432.00000	19326.420000	204	> 40 %	Sangat Curam	1	302	Sedang	2	403	Granuler sedang dan besar
Polygon	308357.500000	4380.836000	204	> 40 %	Sangat Curam	1	302	Sedang	2	403	Granuler sedang dan besar
Polygon	906548.000000	10584.540000	204	> 40 %	Sangat Curam	1	302	Sedang	2	403	Granuler sedang dan besar
Polygon	39540.250000	1399.097000	203	16 - 40 %	Curam	2	302	Sedang	2	403	Granuler sedang dan besar
Polygon	635513.800000	7869.092000	203	16 - 40 %	Curam	2	302	Sedang	2	403	Granuler sedang dan besar
Polygon	97043.780000	1898.677000	204	> 40 %	Sangat Curam	1	301	Halus	1	403	Granuler sedang dan besar
Polygon	16282.720000	659.209500	204	> 40 %	Sangat Curam	1	302	Sedang	2	403	Granuler sedang dan besar
Polygon	16593.190000	707.539900	204	> 40 %	Sangat Curam	1	301	Halus	1	403	Granuler sedang dan besar
Polygon	12447.160000	484.733900	204	> 40 %	Sangat Curam	1	302	Sedang	2	403	Granuler sedang dan besar
Polygon	158421.300000	3109.086000	203	16 - 40 %	Curam	2	302	Sedang	2	403	Granuler sedang dan besar
Polygon	2040.156000	255.668200	204	> 40 %	Sangat Curam	1	301	Halus	1	403	Granuler sedang dan besar
Polygon	338.656300	339.540300	204	> 40 %	Sangat Curam	1	302	Sedang	2	403	Granuler sedang dan besar
Polygon	39.968750	34.521490	204	> 40 %	Sangat Curam	1	301	Halus	1	403	Granuler sedang dan besar
Polygon	20478.030000	674.182300	203	16 - 40 %	Curam	2	301	Halus	1	403	Granuler sedang dan besar
Polygon	67430.590000	1926.154000	204	> 40 %	Sangat Curam	1	302	Sedang	2	403	Granuler sedang dan besar
Polygon	60690.500000	1244.433000	203	16 - 40 %	Curam	2	302	Sedang	2	403	Granuler sedang dan besar
Polygon	56256.470000	1400.309000	203	16 - 40 %	Curam	2	302	Sedang	2	403	Granuler sedang dan besar
Polygon	556060.700000	11137.420000	203	16 - 40 %	Curam	2	302	Sedang	2	403	Granuler sedang dan besar
Polygon	51928.130000	1257.506000	204	> 40 %	Sangat Curam	1	302	Sedang	2	403	Granuler sedang dan besar
Polygon	48718.440000	1437.457000	204	> 40 %	Sangat Curam	1	302	Sedang	2	403	Granuler sedang dan besar
Polygon	125174.600000	2624.231000	203	16 - 40 %	Curam	2	302	Sedang	2	403	Granuler sedang dan besar
Polygon	10508.810000	509.675900	203	16 - 40 %	Curam	2	302	Sedang	2	403	Granuler sedang dan besar
Polygon	18657.720000	592.150000	203	16 - 40 %	Curam	2	302	Sedang	2	403	Granuler sedang dan besar

S_Struktur	Land_ID	Nama_Landuse	Keterangan	S_Landuse	N_UnitLim3	Tingkt_Infiltrasi
3	609	Tanah Kosong/Padang	Sedang	3	8	Rendah
3	603	Hutan	Sangat Besar	6	11	Sedang
3	603	Hutan	Sangat Besar	6	11	Sedang
3	601	Semak belukar	Sedang	3	8	Rendah
3	609	Tanah Kosong/Padang	Sedang	3	8	Rendah
3	609	Tanah Kosong/Padang	Sedang	3	8	Rendah
3	601	Semak belukar	Sedang	3	9	Rendah
3	603	Hutan	Sangat Besar	6	12	Sedang
3	603	Hutan	Sangat Besar	6	12	Sedang
3	603	Hutan	Sangat Besar	6	11	Sedang
3	601	Semak belukar	Sedang	3	9	Rendah
3	609	Tanah Kosong/Padang	Sedang	3	9	Rendah
3	601	Semak belukar	Sedang	3	9	Rendah
3	601	Semak belukar	Sedang	3	9	Rendah
3	609	Tanah Kosong/Padang	Sedang	3	9	Rendah
3	603	Hutan	Sangat Besar	6	13	Tinggi
3	601	Semak belukar	Sedang	3	10	Sedang
3	609	Tanah Kosong/Padang	Sedang	3	8	Rendah
3	603	Hutan	Sangat Besar	6	12	Sedang
3	601	Semak belukar	Sedang	3	8	Rendah
3	609	Tanah Kosong/Padang	Sedang	3	9	Rendah
3	601	Semak belukar	Sedang	3	10	Sedang
3	609	Tanah Kosong/Padang	Sedang	3	8	Rendah
3	609	Tanah Kosong/Padang	Sedang	3	9	Rendah
3	609	Tanah Kosong/Padang	Sedang	3	8	Rendah
3	601	Semak belukar	Sedang	3	9	Rendah
3	609	Tanah Kosong/Padang	Sedang	3	9	Rendah
3	609	Tanah Kosong/Padang	Sedang	3	10	Sedang
3	601	Semak belukar	Sedang	3	10	Sedang
3	601	Semak belukar	Sedang	3	10	Sedang
3	601	Semak belukar	Sedang	3	9	Rendah
3	609	Tanah Kosong/Padang	Sedang	3	9	Rendah
3	609	Tanah Kosong/Padang	Sedang	3	10	Sedang
3	609	Tanah Kosong/Padang	Sedang	3	10	Sedang
3	605	Perkebunan	Agak Besar	4	11	Sedang

Shape	Area	Perimeter	Lereng_ID	Kelerengan	Ciri	S_Lereng	Tekstur_ID	Tekstur_Tnah	S_Tekstur
Polygon	2202.969000	419.835000	203	16 - 40 %	Curam	2	302	Sedang	2
Polygon	1855.656000	204.501300	203	16 - 40 %	Curam	2	301	Halus	1
Polygon	11708.840000	477.693900	204	> 40 %	Sangat Curam	1	302	Sedang	2
Polygon	7639.500000	408.280400	203	16 - 40 %	Curam	2	302	Sedang	2
Polygon	4654.906000	357.117000	203	16 - 40 %	Curam	2	302	Sedang	2
Polygon	350.156300	79.945240	203	16 - 40 %	Curam	2	302	Sedang	2
Polygon	116010.000000	2678.688000	204	> 40 %	Sangat Curam	1	302	Sedang	2
Polygon	6999.938000	403.403100	204	> 40 %	Sangat Curam	1	302	Sedang	2
Polygon	312.625000	94.530270	204	> 40 %	Sangat Curam	1	302	Sedang	2
Polygon	2414.688000	302.740500	203	16 - 40 %	Curam	2	302	Sedang	2
Polygon	629.625000	176.704900	204	> 40 %	Sangat Curam	1	301	Halus	1
Polygon	9887.781000	493.191500	203	16 - 40 %	Curam	2	302	Sedang	2
Polygon	4477.781000	287.309500	204	> 40 %	Sangat Curam	1	302	Sedang	2
Polygon	141.093800	71.358090	203	16 - 40 %	Curam	2	302	Sedang	2
Polygon	185452.400000	3107.650000	204	> 40 %	Sangat Curam	1	302	Sedang	2
Polygon	15080.880000	593.423900	203	16 - 40 %	Curam	2	302	Sedang	2
Polygon	54783.280000	2277.551000	203	16 - 40 %	Curam	2	302	Sedang	2
Polygon	1947.000000	247.580900	204	> 40 %	Sangat Curam	1	302	Sedang	2
Polygon	310137.000000	5201.927000	204	> 40 %	Sangat Curam	1	302	Sedang	2
Polygon	2188081.00000	25743.220000	203	16 - 40 %	Curam	2	302	Sedang	2
Polygon	2862.031000	230.758600	203	16 - 40 %	Curam	2	302	Sedang	2
Polygon	4614.813000	419.665100	204	> 40 %	Sangat Curam	1	302	Sedang	2
Polygon	97570.560000	1987.176000	203	16 - 40 %	Curam	2	302	Sedang	2
Polygon	48801.720000	1493.791000	204	> 40 %	Sangat Curam	1	302	Sedang	2
Polygon	54.281250	75.898960	204	> 40 %	Sangat Curam	1	302	Sedang	2
Polygon	6237.563000	748.899000	203	16 - 40 %	Curam	2	302	Sedang	2
Polygon	722.031300	130.449800	204	> 40 %	Sangat Curam	1	302	Sedang	2
Polygon	1262.500000	207.957800	203	16 - 40 %	Curam	2	302	Sedang	2
Polygon	7427.625000	374.905600	204	> 40 %	Sangat Curam	1	302	Sedang	2
Polygon	2492.281000	224.988600	203	16 - 40 %	Curam	2	302	Sedang	2
Polygon	294720.300000	6371.029000	203	16 - 40 %	Curam	2	302	Sedang	2
Polygon	46517.220000	1176.190000	204	> 40 %	Sangat Curam	1	302	Sedang	2
Polygon	1590.563000	298.399800	203	16 - 40 %	Curam	2	302	Sedang	2
Polygon	153160.700000	3404.908000	203	16 - 40 %	Curam	2	302	Sedang	2
Polygon	1442.375000	236.135300	204	> 40 %	Sangat Curam	1	302	Sedang	2