

**PEMETAAN ZONA POTENSI RAWAN GERAKAN TANAH  
DI KECAMATAN WATES KABUPATEN BLITAR BAGIAN  
SELATAN**

*(Studi Kasus Desa Tugurejo Dan Sukorejo Kecamatan Wates  
Kabupaten Blitar)*

**SKRIPSI**

Oleh:  
**DINA ASMAUL CHUSNIYAH**  
**0610930022**



**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2011**

**PEMETAAN ZONA POTENSI RAWAN GERAKAN TANAH  
DI KECAMATAN WATES KABUPATEN BLITAR BAGIAN  
SELATAN**

*(Studi Kasus Desa Tugurejo Dan Sukorejo Kecamatan Wates  
Kabupaten Blitar)*

**SKRIPSI**

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar  
Sarjana Sains Dalam Bidang Fisika

Oleh:

**DINA ASMAUL CHUSNIYAH**

**0610930022**



**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2011**

**LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI**

**PEMETAAN ZONA POTENSI RAWAN GERAKAN TANAH  
DI KECAMATAN WATES KABUPATEN BLITAR BAGIAN  
SELATAN**

*(Studi Kasus Desa Tugurejo Dan Sukorejo Kecamatan Wates  
Kabupaten Blitar)*

**Oleh:**

**DINA ASMAUL CHUSNIYAH  
0610930022-93**

**Setelah dipertahankan di depan Majelis Penguji  
pada tanggal .....**

**Dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Sains dalam bidang fisika**

**Pembimbing I**

**Pembimbing II**

**Drs. Didik Yudianto, M.Si.  
NIP. 19690425 199412 1 001**

**Dwi Putri Juli Astutik, ST  
NIP. 19650712 19970302 01**

**Mengetahui,  
Ketua Jurusan Fisika  
Fakultas MIPA Universitas Brawijaya**

**Drs. Adi Susilo, M.Si, Ph.D.  
NIP. 19631227 199103 1 002**

## LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Dina Asmaul Chusniyah  
NIM : 0610930022  
Bidang Minat : Geofisika  
Jurusan : Fisika  
Penulis skripsi berjudul :

### PEMETAAN ZONA POTENSI RAWAN GERAKAN TANAH DI KECAMATAN WATES KABUPATEN BLITAR BAGIAN SELATAN

*(Studi Kasus Desa Tugurejo Dan Sukorejo Kecamatan Wates  
Kabupaten Blitar)*

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Skripsi ini adalah benar – benar karya saya sendiri, dan bukan hasil plagiat dari karya orang lain. Karya – karya yang tercantum dalam Daftar Pustaka skripsi ini, semata – mata digunakan sebagai acuan/referensi.
2. Apabila dikemudian hari diketahui bahwa isi skripsi saya merupakan hasil plagiat, maka saya bersedia menanggung akibat hukum dari keadaan tersebut.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran

Malang,.....  
Yang menyatakan

(Dina Asmaul Chusniyah)  
NIM. 0610930022 – 93

# PEMETAAN ZONA POTENSI RAWAN GERAKAN TANAH DI KECAMATAN WATES KABUPATEN BLITAR BAGIAN SELATAN

(Studi Kasus Desa Tugurejo Dan Sukorejo Kecamatan Wates  
Kabupaten Blitar)

## ABSTRAK

Lokasi Kecamatan Wates terletak di Kabupaten Blitar bagian Selatan yang memiliki satuan morfologi perbukitan sedimen dengan bukit bergelombang dan kemiringan landai yaitu antara 10-30% yang membentuk punggung bukit tidak teratur.

Metode *desk study* merupakan suatu metode yang dilakukan untuk mengumpulkan data maupun informasi secara primer maupun sekunder. Pada data sekunder dilakukan analisis tumpang susun (*overlay*) dengan Sistem Informasi Geografis (SIG), sedang pada pengamatan lapang dilakukan dengan memetakan daerah-daerah yang rawan terhadap gerakan tanah berdasarkan aspek litologi, geologi, kemiringan lereng, pengembangan lahan, dan kegiatan manusia yang menggunakan parameter fisik dan keteknikan tanah.

Hasil penelitian ini berupa peta rawan gerakan tanah dan koreksi titik sampel hasil *overlay* lima peta, yaitu: pada batas administrasi Desa Tugurejo terdapat 4 titik potensi gerakan tanah. Titik 1 terdapat pada koordinat 8°18'03"LS, 112°20'7"BT dengan ketinggian 423 m (digolongkan dalam zona RGTT); titik 2 terdapat pada koordinat 8°18'22"LS, 112°21'6"BT dengan ketinggian 382 m (digolongkan dalam zona RGTM); titik 3 terdapat pada koordinat 8°18'41"LS, 112°21'5"BT dengan ketinggian 357 m (digolongkan dalam zona RGTR); titik 4 terdapat pada koordinat 8°18'68"LS, 112°20'18"BT dengan ketinggian 376 m (digolongkan dalam zona RGTM), sedangkan batas administrasi Desa Sukorejo hanya terdapat 1 titik potensi gerakan tanah, yaitu pada koordinat 8°18'4"LS, 112°21'6"BT dengan ketinggian 379 m (digolongkan dalam zona RGTM).

**Kata kunci :** Pemetaan, Sistem Informasi Geografis (SIG), Metode Tumpang Susun

# THE MAPPING OF SOIL MOVEMENT POTENTIAL ZONE ON KECAMATAN WATES, SOUTH BLITAR

(The Case Study on Tugurejo and Sukerejo Village, Kecamatan  
Wates, Kabupaten Blitar)

## ABSTRACT

The *Kecamatan* Wates is located in south Blitar which is a kind of morphological unit of sediment hills with waving hill and its slope is about 10-30% in inclination that makes the surface of the hill is in irregular ridge.

The *desk study* is a method which is conducted to collect data and information either in primary or secondary one. In the secondary one, the analysis is done by performing the overlay analysis with the use of the Geographical Information System (GIS) or *Sistem Informasi Geografis* (SIG). Whereas, the field observation is conducted by mapping the soil movement potential areas based on some aspects such as the *lithology* aspect, geology, the slope, field development, and human activities that employ the physical parameter and the technical of soil.

The result of this research is in a form of the soil movement potential map and some corrections of sample spots obtained by the overlay in five maps, which are: 4 soil movement potential spots in the administration boundary of Tugurejo village. The 1<sup>st</sup> spot is situated at 8°18'03"LS, 112°20'7"BT with 432 m in height (categorized as RGTT zone); the 2<sup>nd</sup> spot is located at coordinate 8°18'22"LS, 112°21'6"BT with 382 m in height (categorized as RGTM zone); the 3<sup>rd</sup> spot is at coordinate 8°18'41"LS, 112°21'5"BT with 357 m in height (categorized as RGTR zone); the 4<sup>th</sup> spot is situated at coordinate 8°18'68"LS, 112°20'18"BT with 376 m in height (categorized as RGTM zone), whereas there is only 1 soil movement potential spot in Sukorejo village which is located at coordinate 8°18'4"LS, 112°21'6"BT with 379 m (categorized as RGTM zone).

**Keywords:** Mapping, Geographical Information System (GIS), Overlay method.

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah robbil ‘alamin, Segala puji dan syukur ke hadirat Allat SWT atas segala rahmat, hidayah dan karuniaNya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul **“PEMETAAN ZONA POTENSI RAWAN GERAKAN TANAH DI KECAMATAN WATES KABUPATEN BLITAR BAGIAN SELATAN (Studi Kasus Desa Tugurejo dan Sukorejo Kecamatan Wates Kabupaten Blitar)”** yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains dalam bidang Fisika.

Skripsi ini dapat diselesaikan karena dukungan dari beberapa pihak. Oleh karena itu, dengan segenap hati penulis ingin menyampaikan ucapan dan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya, khususnya kepada:

1. Bapak Drs. Adi Susilo, PhD. selaku Ketua Jurusan Fisika FMIPA Universitas Brawijaya.
2. Bapak Drs. Didik Yudianto, M.Si. selaku pembimbing I yang telah bersedia dengan ikhlas meluangkan waktunya dan selalu memberikan perhatian dalam membimbing penulis.
3. Ibu Dwi Putri Juli Astutik, ST selaku pembimbing II yang senantiasa memberikan banyak pengalaman berharga, saran-saran dan masukan selama proses Tugas Akhir.
4. Orang tuaku Bapak H. Muchlis dan Ibu Umi Machsunah, serta Adikku Basyahilul Zulham dan keluarga besarku yang selalu mendoakan, mendukung, dan membantu aktivitas penulis selama kuliah, “ini persembahanku buat cinta kalian..”
5. Seluruh dosen penguji dan Bapak/Ibu dosen Jurusan Fisika Universitas Brawijaya atas ilmu yang telah diberikan selama kuliah.
6. Seluruh karyawan dan staf Jurusan Fisika Universitas Brawijaya atas bantuannya dalam melancarkan administrasi perkuliahan.
7. Angga Setiyo Prayogo, S.Si, trim’s yach tlah meluangkan waktunya buat aku, terutama disaat aku skripsi, hehehe...
8. Teman-teman dan keluarga besar Jurusan Fisika Universitas Brawijaya khususnya angkatan 2006 yang tidak bisa aku sebutkan satu persatu, persahabatan kita adalah awal untuk memulai kesuksesan, ayo SMANGAT!!!! temen-temenku.....

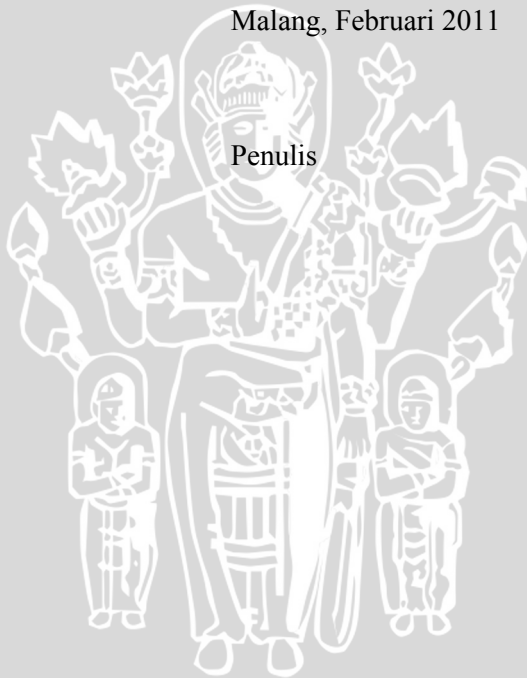
9. Sahabatku Yuni, Liska, Ika trim's atas semua saran, smangat dan motivasinya yach.
10. Semua pihak yang telah memberikan dukungan kepada penulis sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari laporan skripsi ini masih jauh dari sempurna, karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun.

Akhirnya penulis mengharapkan semoga skripsi ini bisa memberikan manfaat yang baik kepada pembaca.

Malang, Februari 2011

Penulis





## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI</b> .....	ii
<b>LEMBAR PERNYATAAN</b> .....	iii
<b>ABSTRAK</b> .....	iv
<b>ABSTRACT</b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Batasan Masalah .....	3
1.4. Tujuan Penelitian.....	4
1.5. Manfaat Penelitian.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1. Pengertian Gerakan Tanah (Tanah Longsor) .....	5
2.1.1. Longsoran Translasi .....	5
2.1.2. Longsoran Rotasi.....	5
2.1.3. Pergerakan Blok.....	6
2.1.4. Runtuhan Batu.....	6
2.1.5. Rayapan Tanah.....	7
2.1.6. Aliran Bahan Rombakan .....	7
2.1.7. Amblesan.....	8
2.2. Faktor Penyebab Gerakan Tanah.....	13
2.2.1. Gerakan Tanah Ditinjau Dari Peristiwa.....	13
2.2.1.1. Gangguan Luar .....	13
2.2.1.1. Gangguan Dalam.....	14
2.3. Gejala Umum Gerakan Tanah .....	14
2.4. Penyebab Terjadinya Gerakan Tanah .....	15
2.5. Penyebab Tanah Longsor.....	15

2.5.1. Hujan.....	15
2.5.2. Lereng Terjal.....	15
2.5.3. Tanah yang Kurang Padat dan Tebal.....	16
2.5.4. Batuan yang Kurang Kuat.....	16
2.5.5. Jenis Tata Lahan.....	17
2.5.6. Getaran.....	17
2.5.7. Susut Muka Air Danau atau Bendungan.....	18
2.5.8. Adanya Beban Tambahan.....	18
2.5.9. Pengikisan/Erosi.....	18
2.5.10. Adanya Material Timbunan pada Tebing.....	19
2.5.11. Bekas Longsor Lama.....	19
2.5.12. Adanya Bidang Diskontinuitas (Bidang Tidak Sinambung).....	20
2.5.13. Penggundulan Hutan.....	20
2.5.14. Daerah Pembuangan Sampah.....	20
2.6. Stratigrafi Regional.....	21
2.7. Sistem Informasi Geografis(SIG).....	24
2.8. Data dan Informasi.....	25
2.9. Basis data SIG.....	27
2.10. Proses Tumpang Susun ( <i>Overlay</i> ).....	28
2.11. Peta.....	30
2.12. Densitas.....	31
2.13. Porositas.....	32

### **BAB III METODE PENELITIAN**

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian.....	35
3.2. Alat dan Bahan Penelitian.....	35
3.3. Metode Penelitian.....	37
3.4. Pengamatan Lapangan.....	38
3.5. Pengolahan Data.....	38

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1. Peta Hasil <i>Overlay</i> (Tumpang Susun).....	41
4.2. Analisis penentuan zona kerentanan gerakan tanah.....	76

**BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1. Kesimpulan..... 83  
5.2. Saran..... 83

**DAFTAR PUSTAKA** ..... 85

**LAMPIRAN** ..... 87

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**



## DAFTAR TABEL

	Halaman
<b>Tabel 3.1</b> Daftar Peralatan Lapangan.....	35
<b>Tabel 4.1</b> Analisis penentuan zona kerentanan gerakan Tanah dengan metode skoring.....	74
<b>Tabel 4.2</b> Penentuan zona kerentanan gerakan tanah berdasarkan nilai CMYK ( <i>Cyan, Magenta, Yellow dan Black</i> ).....	75
<b>Tabel 4.3</b> Koreksi titik sampel hasil <i>overlay</i> lima peta.....	79



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
<b>Gambar 2.1</b> Longsor translasi .....	5
<b>Gambar 2.2</b> Longsor rotasi.....	6
<b>Gambar 2.3</b> Pergerakan blok .....	6
<b>Gambar 2.4</b> Runtuhan batu .....	6
<b>Gambar 2.5</b> Rayapan tanah.....	7
<b>Gambar 2.6</b> Aliran bahan rombakan.....	7
<b>Gambar 2.7</b> Amblesan .....	8
<b>Gambar 2.8</b> Macam-macam bidang gelincir.....	9
<b>Gambar 2.9</b> Menentukan kemiringan lereng .....	11
<b>Gambar 2.10</b> Lereng atau tebing yang terjal.....	16
<b>Gambar 2.11</b> Tanah yang kurang padat dan tebal.....	16
<b>Gambar 2.12</b> Batuan yang kurang kuat.....	17
<b>Gambar 2.13</b> Jenis tata lahan .....	17
<b>Gambar 2.14</b> Getaran.....	18
<b>Gambar 2.15</b> Adanya beban tambahan .....	18
<b>Gambar 2.16</b> Pengikisan/erosi .....	19
<b>Gambar 2.17</b> Material timbunan pada tebing .....	19
<b>Gambar 2.18</b> Penggundulan hutan.....	20
<b>Gambar 2.19</b> Daerah pembuangan sampah .....	21
<b>Gambar 2.20</b> Hubungan data dengan informasi .....	26
<b>Gambar 2.21</b> Proses <i>overlay Point-in-Polygon</i> .....	29
<b>Gambar 2.22</b> Proses <i>overlay Line-in-Polygon</i> .....	29
<b>Gambar 2.23</b> Proses <i>overlay Polygon-on-Polygon</i> .....	30
<b>Gambar 2.24</b> Harga densitas material batuan .....	32
<b>Gambar 2.25</b> Sifat fisika batuan yang ditentukan oleh <i>matriks batuan</i> , <i>porositas</i> dan <i>fluida pori batuan</i> .....	33
<b>Gambar 3.1</b> Prosedur kerja software <i>ArcView GIS</i> .....	38
<b>Gambar 3.2</b> Diagram alir penelitian .....	40
<b>Gambar 4.1</b> Union .....	41
<b>Gambar 4.2</b> Keluaran union.....	42
<b>Gambar 4.3</b> Interseksi/irisan.....	42
<b>Gambar 4.4</b> Keluaran interseksi/irisan.....	42
<b>Gambar 4.5</b> Identiti.....	43
<b>Gambar 4.6</b> Keluaran identiti.....	43
<b>Gambar 4.7</b> Dissolve fitur.....	44

<b>Gambar 4.8</b>	Gabungan theme.....	44
<b>Gambar 4.9</b>	Klip theme berdasarkan theme lain .....	44
<b>Gambar 4.10</b>	Irisan theme .....	45
<b>Gambar 4.11</b>	Union theme .....	45
<b>Gambar 4.12</b>	Menandai data dengan lokasi .....	45
<b>Gambar 4.13</b>	<i>Overlay</i> peta kemiringan lereng dan topografi Kecamatan Wates .....	46
<b>Gambar 4.14</b>	<i>Overlay</i> peta kemiringan lereng dan geologi Kecamatan Wates .....	47
<b>Gambar 4.15</b>	<i>Overlay</i> peta kemiringan lereng dan curah hujan Kecamatan Wates .....	48
<b>Gambar 4.16</b>	<i>Overlay</i> peta kemiringan lereng dan pengembangan lahan Kecamatan Wates .....	49
<b>Gambar 4.17</b>	<i>Overlay</i> peta topografi dan geologi Kecamatan Wates .....	50
<b>Gambar 4.18</b>	<i>Overlay</i> peta topografi dan curah hujan Kecamatan Wates .....	51
<b>Gambar 4.19</b>	<i>Overlay</i> peta topografi dan pengembangan lahan Kecamatan Wates .....	52
<b>Gambar 4.20</b>	<i>Overlay</i> peta geologi dan curah hujan Kecamatan Wates .....	53
<b>Gambar 4.21</b>	<i>Overlay</i> peta geologi dan pengembangan lahan Kecamatan Wates .....	54
<b>Gambar 4.22</b>	<i>Overlay</i> peta curah hujan dan pengembangan lahan Kecamatan Wates .....	55
<b>Gambar 4.23</b>	<i>Overlay</i> peta kemiringan lereng, topografi dan geologi Kecamatan Wates .....	56
<b>Gambar 4.24</b>	<i>Overlay</i> peta kemiringan lereng, topografi dan curah hujan Kecamatan Wates .....	57
<b>Gambar 4.25</b>	<i>Overlay</i> peta kemiringan lereng, topografi dan pengembangan lahan Kecamatan Wates ...	58
<b>Gambar 4.26</b>	<i>Overlay</i> peta kemiringan lereng, geologi dan curah hujan Kecamatan Wates .....	59
<b>Gambar 4.27</b>	<i>Overlay</i> peta kemiringan lereng, geologi dan pengembangan lahan Kecamatan Wates ...	60
<b>Gambar 4.28</b>	<i>Overlay</i> peta kemiringan lereng, curah hujan dan pengembangan lahan Kecamatan Wates ...	61
<b>Gambar 4.29</b>	<i>Overlay</i> peta topografi, geologi dan curah hujan Kecamatan Wates .....	62

<b>Gambar 4.30</b>	<i>Overlay</i> peta topografi, geologi dan pengembangan lahan Kecamatan Wates .....	63
<b>Gambar 4.31</b>	<i>Overlay</i> peta topografi, curah hujan dan pengembangan lahan Kecamatan Wates ....	64
<b>Gambar 4.32</b>	<i>Overlay</i> peta geologi, curah hujan dan pengembangan lahan Kecamatan Wates ....	65
<b>Gambar 4.33</b>	<i>Overlay</i> peta kemiringan lereng, topografi, geologi dan curah hujan Kecamatan Wates .....	66
<b>Gambar 4.34</b>	<i>Overlay</i> peta kemiringan lereng, topografi, geologi dan pengembangan lahan Kecamatan Wates	67
<b>Gambar 4.35</b>	<i>Overlay</i> peta kemiringan lereng, topografi, curah hujan dan pengembangan lahan Kecamatan Wates.....	68
<b>Gambar 4.36</b>	<i>Overlay</i> peta kemiringan lereng, geologi, curah hujan dan pengembangan lahan Kecamatan Wates.....	69
<b>Gambar 4.37</b>	<i>Overlay</i> peta topografi, geologi, curah hujan dan pengembangan lahan Kecamatan Wates ....	70
<b>Gambar 4.38</b>	<i>Overlay</i> peta kemiringan lereng, topografi, geologi, curah hujan dan pengembangan lahan Kecamatan Wates.....	71
<b>Gambar 4.39</b>	<i>Overlay</i> peta kemiringan lereng, topografi, geologi, curah hujan dan pengembangan lahan Kecamatan Wates yang sudah terkuantisasi.....	73
<b>Gambar 4.40</b>	Pigment warna cat.....	78
<b>Gambar 4.41</b>	Lokasi penelitian di Desa Tugurejo, Kecamatan Wates Kabupaten Blitar .....	81
<b>Gambar 4.42</b>	Lokasi penelitian di Desa Sukorejo, Kecamatan Wates Kabupaten Blitar .....	81

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
<b>Lampiran 1</b> Bahan pendukung data .....	87
<b>Lampiran 2</b> Gambar lokasi penelitian di Desa Tugurejo dan Sukorejo Kecamatan Wates Kabupaten Blitar .....	90
<b>Lampiran 3</b> Gambar nilai heksadesimal dari setiap warna Dan distribusi warna crayon .....	93
<b>Lampiran 4</b> Gambar <i>Overlay</i> peta kemiringan lereng, topografi, geologi, curah hujan dan pengembangan lahan Kecamatan Wates yang sudah terkuantisasi .....	95





# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Jenis tanah pelapukan yang sering dijumpai di Indonesia adalah hasil letusan gunungapi. Tanah ini memiliki komposisi sebagian besar lempung dengan sedikit pasir dan bersifat subur. Tanah pelapukan yang berada di atas batuan kedap air pada perbukitan/punggungan dengan kemiringan sedang hingga terjal berpotensi mengakibatkan tanah longsor pada musim hujan dengan curah hujan berkuantitas tinggi. Jika perbukitan tersebut tidak ada tanaman keras berakar kuat dan dalam, maka kawasan tersebut rawan bencana tanah longsor (ESDM, 2007).

Gerakan tanah disebut juga sebagai perpindahan material tanah, bahan rombakan, batuan atau material campuran yang bergerak ke tempat yang lebih rendah. Proses terjadinya gerakan tanah adalah meresapnya air ke dalam tanah sehingga menyebabkan bobot tanah bertambah dan tertahan oleh lapisan kedap air yang berada di bawahnya, yang menyebabkan terjadinya tegangan geser pada tanah semakin berkurang sehingga menyebabkan terjadinya longsor.

Gerakan tanah dapat terjadi akibat adanya perubahan pada suatu lereng, yang berlangsung secara cepat atau lambat dari hasil interaksi antara kondisi bentangalam, geologi, air, dan tata guna lahan. Perubahan ini dapat berlangsung secara alami atau pengaruh aktivitas manusia yang menyebabkan lereng tidak setimbang (lereng cenderung bergerak). Kecenderungan suatu lereng untuk bergerak dapat diwujudkan dalam suatu peta yang disebut sebagai peta rawan gerakan tanah.

Untuk mengetahui daerah-daerah rawan bencana gerakan tanah maka perlu dilakukan pemetaan gerakan tanah yang digunakan sebagai informasi awal berkaitan dengan tingkat kerawanan gerakan tanah. Dengan tersedianya data dan informasi ini diharapkan dapat memberi masukan bagi perencanaan penggunaan lahan dalam rangka pengembangan dan penataan ruang wilayah.

Permasalahan lingkungan yang sering kali terjadi di Indonesia adalah masalah tanah longsor. Masalah ini seringkali dipicu oleh kondisi tanah yang gundul atau terbuka dengan kondisi

lereng yang memiliki kemiringan lebih dari  $20^\circ$  yang disertai curah hujan yang sangat tinggi. Biasanya longsor tanah selalu diikuti aliran lumpur yang sangat cepat, sehingga kondisi ini akan menyebabkan daya ikat antar butir tanah akan semakin berkurang. Jika curah hujan yang turun tetap tinggi, maka kondisi tanah semakin lama akan semakin jenuh, sehingga ketika tanah tersebut sudah tidak mampu lagi menahan berat lapisan tanah di atasnya, maka akan terjadi tanah longsor.

Yanu Aribowo (Jawa Pos, 29 April 2010) berpendapat bahwa hujan deras yang mengguyur sejumlah wilayah di Kabupaten Blitar pada hari Rabu, 28 April 2010 mengakibatkan bencana alam. Di lima Kecamatan, terjadi tanah longsor dan banjir bandang yang menewaskan dua warga. Berdasar keterangan Kepala Desa Semen, bencana tanah longsor di Dusun Parang, Desa Semen, Kecamatan Gandusari berawal ketika hujan deras mengguyur wilayah itu pada hari Selasa, 27 April 2010 sejak pukul 14.00. Tanah longsor tersebut terjadi di area perkebunan.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode *desk study*. Metode *desk study* merupakan suatu metode yang dilakukan dengan mengumpulkan data maupun informasi secara primer maupun sekunder. Pada data sekunder dilakukan analisis secara tumpang susun (*overlay*) dengan Sistem Informasi Geografis (SIG). Untuk pengamatan lapang dilakukan dengan memetakan daerah-daerah yang rawan terhadap gerakan tanah baik yang sudah atau belum terjadi berdasarkan aspek litologi, geologi, kemiringan lereng, pengembangan lahan, dan kegiatan manusia, yang berdasarkan parameter fisik dan keteknikan tanah.

Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan suatu sistem informasi yang berbasis pemetaan dan geografis yang biasa digunakan sebagai alat bantu manajemen basis data berupa informasi. Dengan bantuan komputer, Sistem Informasi Geografis (SIG) dapat berhubungan erat dengan sistem pemetaan dan analisis terhadap peristiwa-peristiwa yang terjadi di muka bumi. Dengan memanfaatkan Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk manajemen basis data gerakan tanah, maka semua data suatu daerah baik data spasial maupun tabuler yang berkenaan dengan gerakan tanah dapat diolah sedemikian rupa sehingga menghasilkan informasi tentang daerah rawan bencana.

Lokasi Kecamatan Wates terletak di Kabupaten Blitar bagian Selatan dengan satuan morfologi perbukitan sedimen di sebelah Timur Kali Lemon dan sebelah Selatan Kali Brantas. Sebagai sungai terbesar, Kali Brantas merupakan pemisah dari batuan tersier di bagian Selatan dengan endapan aluvial di bagian Utaranya, ditinjau dari aspek kesuburan lahannya juga berbeda. Demikian juga ketersediaan air tanahnya, di bagian Utara mempunyai potensi yang lebih besar jika dibandingkan dengan Blitar bagian Selatan (Faturrachman & Suyanto, B. 2002: 49).

Perbukitan bergelombang yang terletak di wilayah Blitar Selatan mempunyai ciri kemiringan landai, antara 10-30% membentuk punggung bukit yang tidak teratur, karena lokasi Wates termasuk kawasan Blitar Selatan yang memiliki kemiringan di atas 15% maka lokasi ini berpotensi cukup besar untuk terjadi longsor pada saat terjadi gempa bumi. (Penataan Ruang Bab 1, 2008)

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, masalah yang diangkat pada penelitian ini adalah:

1. bagaimana menganalisis kondisi geologi yang mempunyai potensi gerakan tanah berdasarkan *desk study* pada daerah penelitian?
2. bagaimana sebaran daerah potensi gerakan tanah di lokasi penelitian?

## **1.3 Batasan Masalah**

Penelitian yang dilakukan mempunyai batasan masalah sebagai berikut:

1. penelitian dilakukan di Desa Tugurejo dan Sukorejo Kecamatan Wates, Kabupaten Blitar bagian Selatan.
2. pengolahan data menggunakan analisis tumpang susun (*overlay*) Sistem Informasi Geografis (SIG)
3. penelitian dilakukan dengan menggunakan data sekunder yang diolah atau di *overlay* dengan menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG).

#### 1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. analisis geologi potensi gerakan tanah berdasarkan *desk study* dilokasi penelitian.
2. mengetahui sebaran daerah potensi gerakan tanah di lokasi penelitian.
3. memetakan potensi gerakan tanah berdasarkan *desk study* dilokasi penelitian.

#### 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh berdasarkan penelitian ini adalah agar diketahui analisis geologi dan sebaran daerah potensi gerakan tanah berdasarkan metode *desk study*, sehingga dapat digunakan untuk identifikasi kemungkinan suatu daerah terjadi gerakan tanah, khususnya yaitu Desa Tugurejo dan Sukorejo Kecamatan Wates Kabupaten Blitar.



## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Pengertian Gerakan Tanah (Tanah Longsor)

Gerakan tanah (Tanah longsor) adalah perpindahan material pembentuk lereng yang berupa batuan, bahan rombakan, tanah, atau material campuran yang bergerak keluar lereng. Proses terjadinya tanah longsor adalah: air yang meresap ke dalam tanah menyebabkan bobot tanah meningkat. Jika air tersebut menembus sampai bagian tanah yang kedap air, yang berperan sebagai bidang gelincir, sehingga tanah menjadi licin dan bagian tanah lapuk yang berada di atasnya akan bergerak mengikuti lereng (ESDM, 2007).

Klasifikasi tanah longsor menurut Highway Research Board 1958 dan 1978, adalah longoran translasi, longoran rotasi, pergerakan blok, runtuhuan batu, rayapan tanah, aliran bahan rombakan dan amblesan. Kriteria pertama yang digunakan dalam pengelompokan ini adalah tipe gerakan tanah dan kriteria kedua adalah jenis materialnya. Material dibagi menjadi dua kelas yaitu batuan dan tanah. Tanah dibagi menurut ukuran butirannya yaitu bahan rombakan (tanah berbutir kasar) dan tanah berbutir halus.

#### 2.1.1 Longoran Translasi

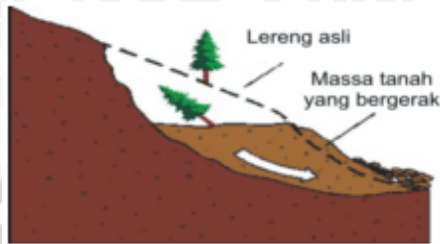
Longoran translasi adalah Bergeraknya massa tanah dan batuan pada bidang gelincir berbentuk rata atau menggelombang landai.



**Gambar 2.1** Longoran translasi (ESDM, 2007)

#### 2.1.2 Longoran Rotasi

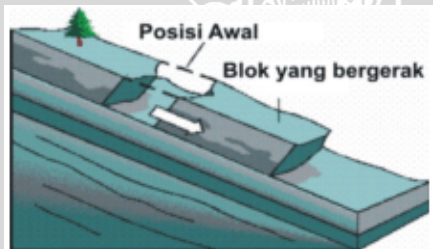
Longoran rotasi adalah Bergeraknya massa tanah dan batuan pada bidang gelincir berbentuk cekung.



**Gambar 2.2** Longsor rotasi (ESDM, 2007)

### 2.1.3 Pergerakan Blok

Pergerakan blok adalah perpindahan batuan yang bergerak pada bidang gelincir berbentuk rata. Longsor ini disebut juga longsor translasi blok batu.



**Gambar 2.3** Pergerakan blok (ESDM, 2007)

### 2.1.4 Runtuhan Batu

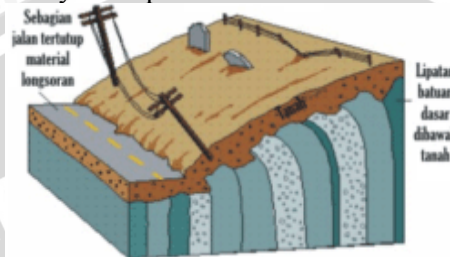
Runtuhan batu terjadi ketika sejumlah batuan besar atau material lain bergerak ke bawah dengan cara jatuh bebas. Umumnya terjadi pada lereng yang terjal hingga menggantung terutama di daerah pantai. Batu-batu besar yang jatuh dapat menyebabkan kerusakan yang parah.



**Gambar 2.4** Runtuhan batu (ESDM, 2007)

### 2.1.5 Rayapan Tanah

Rayapan tanah adalah jenis tanah longsor yang bergerak lambat, jenis tanahnya berupa butiran kasar dan halus.



**Gambar 2.5** Rayapan tanah (ESDM, 2007)

### 2.1.6 Aliran Bahan Rombakan

Jenis tanah longsor ini terjadi ketika massa tanah bergerak didorong oleh air. Kecepatan aliran tergantung pada kemiringan lereng, volume dan tekanan air, serta jenis materialnya. Gerakannya terjadi di sepanjang lembah dan mampu mencapai ratusan meter jauhnya. Di beberapa tempat bisa sampai ribuan meter seperti di daerah aliran sungai di sekitar gunungapi. Aliran tanah ini dapat menelan korban cukup banyak.



**Gambar 2.6** Aliran bahan rombakan (ESDM, 2007)

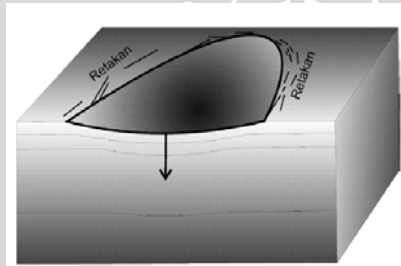
Jenis longsor translasi dan rotasi paling banyak terjadi di Indonesia. Sedangkan longsor yang paling banyak memakan korban jiwa manusia adalah aliran bahan rombakan.

Pada prinsipnya tanah longsor terjadi bila gaya pendorong pada lereng lebih besar daripada gaya penahan. Gaya penahan umumnya dipengaruhi oleh kekuatan batuan dan kepadatan tanah.

Sedangkan gaya pendorong dipengaruhi oleh besarnya sudut lereng, air, beban serta berat jenis tanah. Sedangkan faktor-faktor penyebab tanah longsor adalah hujan, lereng terjal, tanah yang kurang padat dan tebal, batuan yang tidak kompak, jenis penggunaan lahan, getaran, penyusutan permukaan danau/waduk, beban tambahan, erosi, material timbunan pada tebing, bekas longsor lama, adanya bidang diskontinuitas dan penggundulan hutan (RAD PRB prov. Jateng 2008).

### 2.1.7 Amblesan

Amblesan (*subsidence*) adalah gerakan ke bawah permukaan bumi dari suatu datum, sehingga elevasi muka tanah berkurang atau menjadi lebih rendah dari semula.



**Gambar 2.7** Amblesan (Jurnal geologi Indonesia, 2008)

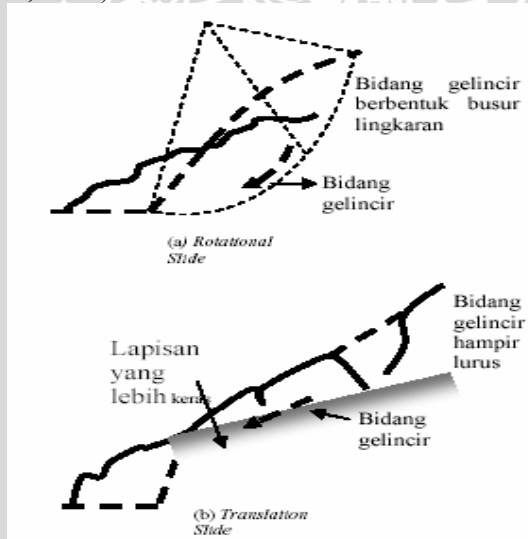
Amblesan dapat disebabkan oleh beberapa hal, antara lain: ekstraksi cairan (seperti air tanah, minyak termasuk gas dan geotermal), tambang bawah permukaan, proses pelarutan batu-batuan seperti batu garam, gipsum, batu gamping, dolomit, kompaksi, dan tektonik. Hilangnya cairan akibat ekstraksi menyebabkan konsolidasi pori-pori yang kosong. Artinya pori-pori tersebut sebelumnya terisi cairan memadat karena beban material di atasnya, sehingga volume tanah berkurang dan menimbulkan amblesan.

Amblesan disebabkan oleh tambang bawah permukaan. Penambangan tersebut mengambil bahan-bahan tambang di bawah tanah, sehingga permukaannya menjadi ambles atau ambruk.

Biasanya tanah yang longsor bergerak pada suatu bidang tertentu. Bidang ini disebut bidang gelincir (*slip surface*) atau bidang geser (*shear surface*). Bentuk bidang gelincir ini sering mendekati busur lingkaran, tanah longsor disebut juga *rotational slide* (yang



bersifat berputar). Tanah longsor yang terjadi pada bidang gelincir yang hampir lurus dan sejajar dengan muka tanah, yang disebut sebagai tanah longsor translasi (*translational slide*). Tanah longsor semacam ini biasanya terjadi bilamana terdapat lapisan keras yang sejajar dengan permukaan lereng. Pada Gambar 2.8, diperlihatkan contoh dari kedua macam longoran (Priyantari dan Wahyono, 2005). Lereng yang terletak pada suatu lapisan tanah yang sangat lunak, tidak padat atau lapisan batu, dengan bidang longsor tidak berupa lingkaran. Longoran semacam ini terjadi pada tanah timbunan yang dipadatkan berlapis-lapis, namun pada salah satu lokasi tertentu atau lebih, terdapat lapisan yang lunak. Kecepatan longoran dan kerusakan yang terjadi tergantung pada homogenitas tanah lempung dan kandungan lapisan tanah yang lolos air di dalam tanah timbunan. Distribusi tekanan air pori dari tanah yang mudah meloloskan air yang ditimbunkan pada kondisi kadar air yang tinggi, dapat mengurangi kuat geser tanah yang terletak di bawahnya, sehingga dapat menambah kemungkinan terjadi longoran (Priyantari dan Wahyono, 2005).



**Gambar 2.8** Macam-macam bidang gelincir (ESDM, 2007)

Tanah longsor merupakan gejala gerakan tanah yaitu bergesernya massa *regolith* ke tempat yang lebih rendah akibat gaya tarik gravitasi. Hal ini akibat hilangnya keseimbangan awal, dan

untuk mencapai keseimbangan baru terjadilah longsor. Pada zona labil pergerakan tanah terjadi pada saat pembentukan muka bumi dan pergerakan tanah permukaan (Ristiano, 2007: 20).

Faktor-faktor geologi yang mempengaruhi terjadinya gerakan tanah adalah morfologi, litologi, stratigrafi dan geologi. Struktur geologi yang mempengaruhi gerakan tanah adalah komposisi lapisan, dan formasi batuan. Adanya pengaruh dari beberapa faktor lain seperti curah hujan, kandungan air di dalam batuan, vegetasi, beban batuan, gempa bumi dan lain sebagainya (Ristiano, 2007: 21).

Proses gerakan tanah meliputi (Ristiano, 2007: 21):

### **1. Kegagalan Lereng**

Gaya gravitasi yang selalu menarik ke bawah membuat lereng bukit dan gawir pegunungan rawan untuk runtuh. *Slum* adalah keruntuhan lereng dimana batuan atau *regolith* bergerak turun dan maju disertai gerak rotasional yang bergerak berlawanan dengan arah massanya. Kegagalan lereng secara mendadak yang mengakibatkan massa batuan berpindah relatif koheren dengan *slumping*, jatuh (*falling*), atau meluncur (*sliding*) (Ristiano, 2007: 21).

### **2. Falls dan Slides**

Gerak pecahnya batuan besar atau kecil yang terlepas dari batuan dasar dan jatuh bebas dinamakan *rock fall*. Biasanya terjadi pada tebing-tebing yang terjal, dimana material yang lepas tidak dapat tetap di tempatnya. Jika material yang bergerak masih agak koheren dan bergerak di atas permukaan suatu bidang disebut *rock slides*. Bidang luncur *rock fall* dan *rock slides* dapat berupa bidang rekahan, kekar atau bidang pelapisan yang sejajar dengan lereng (Ristiano, 2007: 21).

### **3. Aliran (flow)**

Aliran terjadi jika material bergerak turun lereng sebagai cairan kental dan cepat. Material jenuh air yang sering terjadi adalah *mud flow*, aliran debris dengan banyak air dan partikel utamanya adalah partikel halus. Tipe gerak tanah ini terjadi di daerah dengan curah hujan tinggi seperti di Indonesia. aliran (*flow*) merupakan campuran sedimen, air, udara, dengan memperhatikan kecepatan dan konsentrasi sedimen yang mengalir (Ristiano, 2007: 21).

### **4. Patahan**

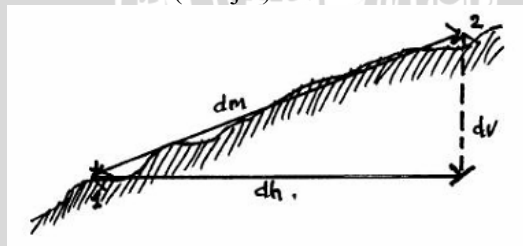
Patahan yaitu gerak pada lapisan bumi yang berlangsung sangat cepat, yang menyebabkan lapisan kulit bumi retak atau patah.

Bagian muka bumi yang mengalami patahan seperti *graben* dan *horst*. *Horst* adalah tanah naik, biasanya terjadi bila terdapat pengangkatan. *Graben* adalah tanah turun, tanah ini terjadi apabila batuan blok mengalami penurunan. Ada beberapa jejak yang ditimbulkan oleh gesekan pada batuan diantaranya adalah gores garis atau *slickensides*, gesekan antara batuan yang keras, permukaannya menjadi halus dan licin disertai goresan-goresan pada bidang sesar. Kebanyakan gerak sesar, dapat menghancurkan batuan yang bergesekan menjadi berbagai ukuran tidak beraturan, biasanya membentuk breksi sesar atau *fault breccias* (Ristianto, 2007: 24).

Berdasarkan pada klasifikasi Vernes dan Eckel dalam Ristianto (2007: 24) terdapat tujuh jenis gerakan tanah, yaitu *soil fall*, *rock fall*, *sand run*, *debris slide*, *earth flow*, *debris avalanche* dan *block slide*, sedangkan gerakan terbanyak adalah jenis *debris slide*, yaitu sekitar 51,83% dari semua gerakan tanah. Pada umumnya gerakan tanah terjadi pada daerah sekitar kontak ketidakselarasan antara satuan batu lempung dengan sisipan-sisipan batu pasir. Menurut Van Zuidam dalam penataan ruang bab 1 (2008) klasifikasi kemiringan lereng dibedakan menjadi 7, yaitu:

1.  $0^{\circ} - 2^{\circ}$  (0% - 2%) kemiringan lereng datar
2.  $2^{\circ} - 4^{\circ}$  (2% - 7%) kemiringan lereng landai
3.  $4^{\circ} - 8^{\circ}$  (7% - 15%) kemiringan lereng miring
4.  $8^{\circ} - 16^{\circ}$  (15% - 30%) kemiringan lereng agak curam
5.  $16^{\circ} - 35^{\circ}$  (30% - 70%) kemiringan lereng curam
6.  $35^{\circ} - 55^{\circ}$  (70% - 140%) kemiringan lereng sangat curam
7.  $> 55^{\circ}$  ( $> 140\%$ ) kemiringan lereng terjal.

Kemiringan lereng ini dapat dinyatakan dengan dua satuan, yaitu dengan satuan sudut (derajat) dan satuan %.



**Gambar 2.9** Menentukan kemiringan lereng (Nawawi, 2001)

Dimana  $dm$  adalah jarak miring,  $dv$  adalah jarak vertikal,  $dh$  adalah jarak horizontal. Kemiringan dapat dicari dengan persamaan:

$$\text{Kemiringan} = \frac{dv}{dh} \times 100\% \text{ atau kemiringan} = \tan \alpha \times 100\%.$$

Berdasarkan batasan lerengnya  $45^\circ$  akan sama dengan 100%, karena pada lereng tersebut  $dv$  sama dengan  $dh$  dan ini dapat dijadikan sebagai dasar konversi antara satuan besaran sudut dengan satuan % (Nawawi, 2001: 5).

Wilayah dengan kemiringan lereng antara 0-15% akan stabil terhadap kemungkinan longsor, sedangkan untuk kemiringan di atas 15% berpotensi cukup besar untuk terjadi longsor pada saat peristiwa gempa bumi (Penataan Ruang bab 1 2008).

Berikut ini adalah beberapa pembagian zona kerentanan gerakan tanah (Penataan Ruang bab 5 2008).

### **1. Zona kerentanan gerakan tanah sangat rendah**

Pada zona ini sangat jarang atau hampir tidak pernah terjadi gerakan tanah, baik gerakan tanah lama maupun gerakan tanah baru, kecuali pada daerah sekitar tebing dan lembah sungai. Merupakan daerah datar sampai landai dengan kemiringan lereng lebih kecil dari 15% ( $8,5^\circ$ ) dan lereng tidak dibentuk oleh endapan gerakan tanah, bahan timbunan atau lempung yang bersifat plastis atau mengembang.

### **2. Zona kerentanan gerakan tanah rendah**

Pada zona ini jarang terjadi gerakan tanah jika mengalami gangguan pada lereng, tetapi jika gerakan tanah terjadi pada lereng yang lama, maka lereng mantap kembali, gerakan tanah berdimensi kecil dapat terjadi terutama pada tebing dan lembah sungai. Kisaran kemiringan lereng mulai dari landai (5-15%) sampai sangat terjal (50-70%), tergantung pada kondisi sifat fisik dan keteknikan tanah pembentuk lereng. Pada lereng terjal umumnya dibentuk oleh tanah pelapukan yang tipis dan vegetasi penutup yang baik, umumnya berupa hutan atau perkebunan.

### **3. Zona kerentanan gerakan tanah menengah**

Pada zona ini dapat terjadi gerakan tanah, terutama pada daerah yang berbatasan dengan lembah sungai atau tebing jalan, gerakan tanah lama masih dapat aktif kembali terutama akibat curah hujan yang tinggi dan erosi kuat. Kisaran kemiringan lereng mulai dari landai (5-15%) sampai curam hingga tegak ( $>70\%$ ), tergantung pada kondisi sifat fisik dan keteknikan tanah pelapukan pembentuk

lereng. Kondisi vegetasi penutup umumnya jarang sampai sangat jarang.

#### **4. Zona kerentanan gerakan tanah tinggi**

Pada zona ini sering terjadi gerakan tanah, sedangkan gerakan tanah lama dan gerakan tanah baru masih dapat aktif bergerak, terutama akibat curah hujan tinggi dan erosi kuat. Kisaran kemiringan lereng mulai dari agak terjal (30-50%) hingga hampir tegak (>70%) tergantung pada kondisi sifat fisik dan keteknikan batuan dan tanah pelapukan pembentuk lereng. Kondisi vegetasi penutup umumnya sangat jarang. Potensi terjadinya gerakan tanah pada lereng tergantung pada kondisi batuan dan tanah penyusunnya, struktur geologi, curah hujan dan penggunaan lahan. Karnawati (2005) menjelaskan bahwa dari berbagai kejadian longsoran dapat diidentifikasi 3 tipe lereng yang rawan longsor, yaitu.

1. Lereng yang tersusun oleh tumpukan tanah gembur dialasi oleh tanah yang lebih kompak
2. Lereng yang tersusun oleh perlapisan tanah miring, yang searah kemiringan lereng
3. Lereng yang tersusun oleh blok-blok tanah.

### **2.2 Faktor Penyebab Gerakan Tanah**

#### **2.2.1 Gerakan Tanah Ditinjau Dari Peristiwa**

Penyebab gerakan tanah dibedakan menjadi gangguan luar dan gangguan dalam.

##### **2.2.1.1 Gangguan Luar**

- (1) Getaran yang ditimbulkan oleh gempa bumi, ledakan, keretaapi, yang dapat mengakibatkan gerakan tanah sebagai contoh: gempa bumi Tes di Sumatera Selatan pada tahun 1952 dan getaran yang ditimbulkan oleh keretaapi Jakarta-Yogyakarta di dekat Purwokerto tahun 1947.
- (2) Pembebanan tambahan, terutama disebabkan oleh aktivitas manusia, misalnya adanya bangunan atau timbunan di atas tebing.
- (3) Hilangnya penahan lateral, hal ini disebabkan karena adanya pengikisan (erosi sungai, pantai), aktivitas manusia (penggalan). Sebagai contoh: penggalan tras di tepi jalan

Bandung-Lembang (Pasirjati), erosi sungai pada jalan Pacitan-Ponorogo, erosi pantai Bengkulu.

- (4) Hilangnya tumbuhan penutup, dapat menyebabkan timbulnya alur pada beberapa daerah tertentu. Erosi makin meningkat dan akhirnya terjadi gerakan tanah.

### **2.2.1.2 Gangguan Dalam**

- a) Hilangnya rentangan permukaan: selaput air yang terdapat diantara butir tanah memberikan tegangan tarik yang tidak kecil. Sebaliknya jika air merupakan lapisan tebal, akibatnya berlawanan. Karena itu makin banyak air yang masuk ke dalam tanah, parameter kuat gesernya semakin berkurang
- b) Naiknya berat massa tanah: masuknya air ke dalam tanah menyebabkan terisinya rongga antar butir sehingga massa tanah bertambah
- c) Pelindian bahan perekat, air mampu melarutkan bahan pengikat butir yang membentuk batuan sedimen. Misalnya perekat dalam batu pasir yang dilarutkan air sehingga ikatannya hilang
- d) Naiknya muka air tanah: muka air dapat naik karena adanya rembesan air yang masuk ke pori-pori antar butir tanah. Tekanan air pori naik sehingga kekuatan gesernya turun
- e) Pengembangan tanah: rembesan air dapat menyebabkan tanah mengembang terutama untuk tanah lempung
- f) Surut cepat: jika air dalam sungai atau waduk menurun terlalu cepat, maka muka air tanah tidak dapat mengikuti kecepatan muka air.
- g) Pencairan sendiri dapat terjadi pada beberapa jenis tanah yang jenuh air, seperti pasir halus lepas bila terkena getaran (dikarenakan gempa bumi, keretaapi dan sebagainya).

### **2.3 Gejala Umum Gerakan Tanah**

- a. Munculnya retakan-retakan di lereng yang sejajar dengan arah tebing
- b. Biasanya terjadi setelah hujan
- c. Munculnya mata air baru secara tiba-tiba
- d. Tebing rapuh dan kerikil mulai berjatuhan.

## **2.4 Penyebab Terjadinya Gerakan Tanah**

Pada prinsipnya gerakan tanah terjadi bila gaya pendorong pada lereng lebih besar daripada gaya penahan. Gaya penahan umumnya dipengaruhi oleh kekuatan batuan dan kepadatan tanah. Sedangkan gaya pendorong dipengaruhi oleh besarnya sudut lereng, air, beban serta berat jenis tanah batuan.

## **2.5 Penyebab Tanah Longsor**

### **2.5.1 Hujan**

Ancaman tanah longsor biasanya dimulai pada bulan November karena meningkatnya intensitas curah hujan. Musim kering yang panjang menyebabkan terjadinya penguapan air di permukaan tanah dalam jumlah besar. Hal itu mengakibatkan munculnya pori-pori atau rongga tanah hingga terjadi retakan.

Ketika hujan, air menyusup ke bagian yang retak sehingga tanah dengan cepat mengembang kembali. Pada awal musim hujan, intensitas hujan yang tinggi biasanya sering terjadi, sehingga kandungan air pada tanah menjadi jenuh dalam waktu singkat.

Hujan lebat pada awal musim dapat menimbulkan longsor, karena melalui tanah yang merekah air masuk dan terakumulasi di bagian dasar lereng, sehingga menimbulkan gerakan lateral. Bila ada pepohonan di permukaannya, tanah longsor dapat dicegah karena air diserap oleh tumbuhan. Akar tumbuhan juga berfungsi untuk mengikat tanah (ESDM, 2007).

### **2.5.2 Lereng Terjal**

Lereng atau tebing yang terjal memperbesar gaya pendorong. Lereng yang terjal terbentuk karena pengikisan air sungai, mata air, air laut, dan angin. Kebanyakan sudut lereng yang menyebabkan longsor adalah  $180^\circ$  apabila ujung lerengnya terjal dan bidang longsorannya mendatar maka terdapat kemungkinan untuk terjadi gerakan tanah.



**Gambar 2.10** Lereng atau tebing yang terjal (ESDM, 2007)

### **2.5.3 Tanah yang Kurang Padat dan Tebal**

Jenis tanah yang kurang padat adalah tanah lempung atau tanah liat dengan ketebalan lebih dari 2,5 m dan sudut lereng lebih dari  $220^\circ$ . Tanah jenis ini memiliki potensi untuk terjadinya tanah longsor terutama bila terjadi hujan. Selain itu tanah ini sangat rentan terhadap pergerakan tanah karena menjadi lembek jika terkena air dan pecah ketika suhu terlalu panas.



**Gambar 2.11** Tanah yang kurang padat dan tebal (ESDM, 2007)

### **2.5.4 Batuan yang Kurang Kuat**

Batuan endapan gunungapi dan batuan sedimen berukuran pasir dan campuran antara kerikil, pasir, dan lempung umumnya kurang kuat. Batuan tersebut mudah menjadi tanah bila mengalami proses pelapukan dan umumnya rentan terhadap tanah longsor bila terdapat pada lereng yang terjal.





**Gambar 2.12** Batuan yang kurang kuat (ESDM, 2007)

### **2.5.5 Jenis Tata Lahan**

Tanah longsor banyak terjadi di daerah tata lahan persawahan, perladangan, dan adanya genangan air di lereng yang terjal. Pada lahan persawahan akarnya kurang kuat untuk mengikat butir tanah dan membuat tanah menjadi lembek dan jenuh dengan air sehingga mudah terjadi longsor. Sedangkan untuk daerah perladangan penyebabnya adalah karena akar pohonnya tidak dapat menembus bidang longsor yang dalam dan umumnya terjadi di daerah longsor lama.



**Gambar 2.13** Jenis tata lahan (ESDM, 2007)

### **2.5.6 Getaran**

Getaran yang terjadi biasanya diakibatkan oleh gempa bumi, ledakan, getaran mesin, dan getaran lalu lintas kendaraan. Akibat yang ditimbulkannya adalah tanah, badan jalan, lantai, dan dinding rumah menjadi retak.



**Gambar 2.14** Getaran (ESDM, 2007)

### **2.5.7 Susut Muka Air Danau atau Bendungan**

Akibat susutnya muka air yang cepat di danau sehingga gaya penahan lereng menjadi hilang, dengan sudut kemiringan waduk  $220^\circ$ , sehingga mudah terjadi longsor dan penurunan tanah yang biasanya diikuti oleh retakan.

### **2.5.8 Adanya Beban Tambahan**

Adanya beban tambahan seperti beban bangunan pada lereng, dan kendaraan dapat memperbesar gaya pendorong untuk terjadi longsor, terutama di sekitar tikungan jalan pada daerah lembah. Akibatnya adalah sering terjadinya penurunan tanah dan retakan yang arahnya kearah lembah.



**Gambar 2.15** Adanya beban tambahan (ESDM, 2007)

### **2.5.9 Pengikisan/Erosi**

Pengikisan banyak dilakukan oleh air sungai ke arah tebing. Selain itu akibat penggundulan hutan di sekitar tikungan sungai, tebing menjadi terjal.



**Gambar 2.16** Pengikisan/erosi (ESDM, 2007)

### **2.5.10 Adanya Material Timbunan pada Tebing**

Untuk mengembangkan dan memperluas lahan pemukiman umumnya dilakukan pemotongan tebing dan penimbunan lembah. Tanah timbunan pada lembah tersebut belum terpadatkan sempurna seperti tanah asli yang berada di bawahnya. Sehingga apabila hujan terjadi penurunan tanah yang kemudian diikuti dengan retakan tanah.



**Gambar 2.17** Material timbunan pada tebing (ESDM, 2007)

### **2.5.11 Bekas Longsoran Lama**

Longsoran lama umumnya timbul setelah terjadi pengendapan material gunungapi pada lereng yang relatif terjal dan pada saat terjadi patahan kulit bumi. Bekas longsoran lama memiliki ciri.

1. Adanya tebing terjal yang panjang melengkung membentuk tapal kuda
2. Umumnya dijumpai mata air, pepohonan yang relatif tebal karena tanahnya gembur dan subur
3. Daerah badan longsor bagian atas umumnya relatif landai
4. Dijumpai longsoran kecil terutama pada tebing lembah
5. Dijumpai tebing-tebing relatif terjal yang merupakan bekas longsoran kecil pada longsoran lama

6. Ditemukan alur lembah dan pada tebingnya ditemukan retakan dan longsor kecil
7. Longsor lama ini cukup luas.
- 8.

#### **2.5.12 Bidang Diskontinuitas (Bidang Tidak Sinambung)**

Bidang tidak sinambung ini memiliki ciri.

- a. Bidang perlapisan batuan
- b. Bidang kontak antara tanah penutup dengan batuan dasar
- c. Bidang kontak antara batuan yang retak-retak dengan batuan yang kuat
- d. Bidang kontak antara batuan yang dapat melewatkan air dengan batuan yang tidak melewatkan air (kedap air)
- e. Bidang kontak antara tanah yang lembek dengan tanah yang padat.

Bidang-bidang tersebut merupakan bidang lemah dan dapat berfungsi sebagai bidang luncuran tanah longsor.

#### **2.5.13 Penggundulan Hutan**

Tanah longsor umumnya banyak terjadi di daerah yang relatif gundul dimana pengikatan air tanah sangat kurang.



**Gambar 2.18** Penggundulan hutan (ESDM, 2007)

#### **2.5.14 Daerah Pembuangan Sampah**

Penggunaan lapisan tanah yang rendah untuk pembuangan sampah dalam jumlah banyak dapat mengakibatkan tanah longsor apalagi ditambah dengan guyuran hujan, seperti yang terjadi di tempat pembuangan akhir sampah Leuwigajah di Cimahi. Bencana ini menyebabkan sekitar 120 orang lebih meninggal.



**Gambar 2.19** Daerah pembuangan sampah (ESDM, 2007)

## 2.6 Stratigrafi Regional

Batuan tertua yang tersingkap di daerah Blitar ini adalah lava andesit sampai basal dan latit porfir Formasi Mandalika, dengan anggota Tuf Formasi Mandalika berupa tuf yang berdudunan dasit dan riolit (liparit). Hubungan keduanya adalah menjemari. Umur kedua satuan tersebut diperkirakan Oligosen Akhir atau mungkin Miosen Awal. Formasi Mandalika tersebut tertindih oleh satuan batuan yang berumur Miosen yang termasuk dalam Formasi Campurdarat, Formasi Wuni, Formasi Nampol dan Formasi Wonosari.

Satuan yang paling muda di daerah Blitar ini adalah alluvium yang sebagian terlempar sempit di pantai Selatan dan sekitar daerah aliran Kali Brantas.

Stratigrafi regional Kabupaten Blitar dari satuan yang paling muda sampai yang paling tua terdiri dari berbagai Formasi, yaitu:

### 1. Aluvium (Qa)

Terdiri dari pasir, lempung, lumpur, dan tuf pasiran. Aluvium terbagi atas endapan pantai dan sungai. Endapan pantai umumnya terdiri dari pasir dan lumpur, sedangkan endapan sungai terdiri dari pasir, lempung, lumpur dan tuf pasiran.

### 2. Endapan Lahar (Qvlh)

Terdiri dari endapan lahar, breksi gunungapi, tuf dan lava. Endapan lahar terdiri dari bongkah-bongkah andesit, batu apung, lapili, pasir, lumpur bercampur abu gunungapi dan sisa tumbuhan serta artefak. Breksi gunungapi, berbutir lapili bom, menyudut hingga membundar tanggung berkomponen andesit, basal, pecahan batuan, batu apung. Tuf Formasi Mandalika, berwarna kelabu-coklat-kuning keruh dan berkomponen batu apung, hablur terang, kaca

gunungapi dan pecahan batuan. Lava terdiri dari andesit-basaltik, porfiri.

### 3. Endapan Gunungapi Kelud (Qvk)

Terdiri dari endapan lahar, breksi gunungapi, tuf dan lava. Endapan lahar terdiri dari bongkah-bongkah andesit, batu apung, lapili, pasir, lumpur bercampur abu gunungapi dan sisa tumbuhan serta artefak. Breksi gunungapi, berbutir lapili bom, menyudut hingga membundar tanggung: berkomponen andesit, basal, pecahan batuan, batuapung. Tuf Formasi Mandalika, berwarna kelabu-coklat-kuning keruh dan berkomponen batu apung, hablur terang, kaca gunungapi dan pecahan batuan. Lava terdiri dari andesitik-basaltik, porfiri.

### 4. Endapan Tuf (Qptm)

Terdiri dari tuf lapili, tuf batu apung dan lava. Tuf berukuran lapili sampai pasir, berbatu apung dan kepingan andesit. Tuf lapili ini tertutup oleh batu apung yang gembur.

### 5. Batuan Gunungapi Kelud Tua (Qpvk)

Terdiri dari lava, breksi gunungapi, breksi tufan, tuf dan lahar. Lava, berwarna kelabu muda atau kehitaman, bersusunan andesit-basal dan porfiritik. Lava ini banyak mengandung butiran halus pirit. Tebal antara 1-2 m. Breksi gunungapi, berwarna coklat tua hingga muda, terdiri dari kepingan andesit, basal dan batu apung. Breksi tufaan, berwarna coklat muda kekuningan yang terdiri dari kepingan batu apung, basal dan andesit. Tuf Formasi Mandalika, berwarna kelabu muda kekuningan berbutir sedang-kasar, berlapis baik, terdiri dari kepingan batu apung, batuan beku, mineral mafik, kuarsa dan kaca gunungapi. Lahar, berwarna coklat kekuningan yang terdiri dari batuan gunungapi dan batu apung.

### 6. Lava Andesit Parasit (Qlk)

Terdiri dari lava andesit. Lava ini dihasilkan dari parasit gunungapi Gogoniti dan gunung yang ada di Selatan Ampel gading dengan ketinggian 646 m dan 691 m dari permukaan laut. Lava itu terdiri dari andesit piroksen dan andesit hipersten augit.

### 7. Endapan Gunungapi Butak (Qpkb)

Terdiri dari lava, breksi gunungapi, tuf breksi dan tuf pasiran. Leleran lava terdiri dari andesit piroksen. Ke arah Selatan, endapan terdiri dari breksi gunungapi, tuf breksi berbatu apung dan tuf pasiran kasar hingga halus.

#### 8. Formasi Wonosari (Tmwl)

Terdiri dari batu gamping koral, batu gamping lempungan, batu gamping tuffan, batu gamping pasiran, napal, batu lempung hitam bergambut dan kalsirudit. Batu gamping koral, berwarna putih keruh sampai kelabu. Batu gamping tuffan, berwarna kelabu terang, berfosil dan mengandung tuffan. Batu gamping pasiran, berbutir kasar sampai sedang, berwarna kelabu hingga coklat, dan mengandung kalsit, kuarsa dan mineral mafik. Napal, berwarna kelabu-putih kehijauan, mengandung sisa tumbuhan, sebagai sisipan dalam batu gamping. Batu lempung, berwarna hitam, terdapat moluska air tawar, sisa tumbuhan dan bersisipan lapisan tipis gambut. Kalsirudit, berwarna coklat-merah, tebal lapisan antara 5-20 cm, terdapat sebagai sisipan dalam batu gamping.

#### 9. Formasi Nampol (Tmn)

Terdiri dari batu pasir gampingan dan batu pasir tuffan, batu lempung dan napal. Batu pasir gampingan berwarna coklat kekuningan sampai putih kelabu, kompak, berfosil. Batu pasir tuffan, berwarna coklat muda sampai coklat tua, banyak mengandung pecahan kaca gunungapi berbutir sedang sampai halus. Batu lempung dan pasiran, di banyak tempat di jumpai berlapis tipis. Napal, pasiran, kelabu, lunak dan retak-retak.

#### 10. Formasi Wuni (Tmw)

Terdiri dari breksi bersusunan andesit sampai basal, lahar, breksi, lava andesit dan sisipan batu pasir tuffan. Lahar, breksi mengalami pelapukan yang kuat.

#### 11. Formasi Campur Darat (Tmcl)

Terdiri dari batu gamping hablur dan sisipan batu lempung. Batu gamping hablur, kelabu kuning keruh, padat, sebagian berfosil, berongga yang sebagian terisi oleh bahan atau material lain.

#### 12. Anggota Tuf Formasi Mandalika (Tomt)

Terdiri dari tuff kaca, tuff hablur dan tuff breksi yang mengandung batu apung. Tuff kaca terdapat berselingan dengan tuff riolit (liparit) berbutir kasar. Dalam tuff hablur yang berbutir kasar banyak di temukan kepingan batuan dan kaca gunungapi.

#### 13. Formasi Mandalika (Tomm)

Terdiri dari lava andesit-basal, latit porfir, riolit dan dosit. Lava andesit terdiri dari andesit piroksen, andesit homblenda dan andesit trakit. Sedangkan, lava basal berupa basal piroksen, batuan

ini mengandung mineral sekunder yang mengisi rongga-rongga bekas gelembung udara (Sjarifudin & Hamidi, 1992)

## 2.7 Sistem Informasi Geografis (SIG)

Sistem informasi geografis (*Geographics Information System*) yang disingkat SIG adalah sistem berbasis komputer yang digunakan untuk menyimpan, memanipulasi, dan menganalisa informasi geografis (Paryono, 1994). SIG juga dapat diartikan sebagai suatu komponen yang terdiri dari perangkat keras, perangkat lunak, data geografis dan sumber daya manusia yang bekerja bersama secara efektif untuk menangkap, menyimpan, memperbaiki, mengelola, memanipulasi, mengintergrasikan, menganalisa dan menampilkan data dalam suatu informasi berbasis geografis (Puntodewo, 2003).

Tujuan pokok dari pemanfaatan Sistem Informasi Geografis adalah untuk mempermudah mendapatkan informasi yang telah diolah dan tersimpan sebagai data teks suatu lokasi atau objek. Sistem Informasi Geografis menyajikan informasi keruangan beserta data teksnya yang terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu.

1. Masukan data, merupakan proses pemasukan data pada komputer dari peta (peta topografi dan peta tematik), data statistik, data hasil analisis penginderaan jauh, data hasil pengolahan citra digital penginderaan jauh dan lain-lain. Data keruangan dan data teks baik dalam bentuk analog maupun data digital tersebut, dikonversikan kedalam format yang diminta oleh perangkat lunak sehingga terbentuk basis data (*database*).
2. Penyimpanan data dan pemanggilan kembali (*data storage and retrival*) ialah penyimpanan data pada komputer dan pemanggilan kembali dengan cepat (penampilan pada layar monitor dan dapat ditampilkan/cetak pada kertas).
3. Manipulasi data dan analisis adalah kegiatan yang dapat dilakukan berbagai macam perintah misalnya *overlay* antara dua tema peta, membuat zona penyangga jarak tertentu dari suatu area atau titik dan sebagainya. Manipulasi dan analisis data merupakan ciri utama dari SIG. Kemampuan SIG dalam melakukan analisis gabungan dari data keruangan dan data teks adalah menghasilkan informasi yang berguna untuk berbagai aplikasi.



4. Pelaporan data ialah dapat menyajikan data dasar, data hasil pengolahan data dari model menjadi bentuk peta atau data tabulasi. Hasil ini dapat dibuat dalam bentuk peta-peta, tabel angka-angka: teks di atas kertas atau media lain (*hard copy*), atau dalam cetak lunak (seperti file elektronik).

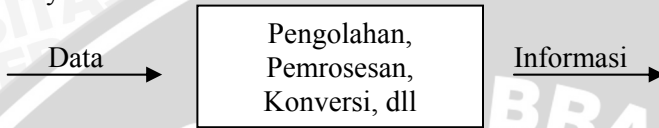
Ada beberapa alasan mengapa perlu menggunakan SIG, diantaranya adalah (Paryono, 1994):

1. SIG menggunakan data keruangan maupun data teks secara terintegrasi
2. SIG dapat digunakan sebagai alat bantu interaktif yang menarik alam usaha meningkatkan pemahaman mengenai konsep lokasi, ruang, kependudukan, dan unsur-unsur geografis yang ada dipermukaan bumi
3. SIG dapat memisahkan antara bentuk presentasi dan basis data
4. SIG memiliki kemampuan menguraikan unsur-unsur yang ada dipermukaan bumi kedalam beberapa *layer* atau *coverage* data keruangan
5. SIG memiliki kemampuan yang sangat baik dalam memvisualisasikan data keruangan dan data teksnya
6. Semua operasi SIG dapat dilakukan secara interaktif
7. SIG dengan mudah menghasilkan peta-peta tematik
8. Semua operasi SIG dapat di sesuaikan dengan menggunakan perintah-perintah dalam bahasa program (*script*)
9. Perangkat lunak SIG menyediakan fasilitas untuk berkomunikasi dengan perangkat lunak lainnya
10. SIG sangat membantu pekerjaan yang erat kaitannya dengan bidang keruangan dan geoinformatik.

## **2.8 Data dan Informasi**

Prahasta (2000), mendefinisikan data sebagai bahasa, *mathematical*, dan simbol-simbol pengganti lain yang disepakati oleh umum dalam menggambarkan obyek, manusia, peristiwa, aktivitas, konsep, dan obyek-obyek penting lainnya yang merupakan suatu kenyataan apa adanya. Sedangkan informasi adalah data yang ditempatkan pada konteks yang penuh arti oleh penerimanya. Data dan informasi bersifat relatif. Tidak semua orang dapat menganggap setiap kenyataan apa adanya sebagai data yang berharga. Masing-masing memiliki kriteria dan ketertarikan sendiri hingga dalam

memahami data yang telah didapatnya pun berbeda-beda. Sebelum dianggap sebagai informasi oleh penerimanya, sebuah data harus diproses terlebih dahulu dan sebuah data dapat dihargai atau dinilai sebagai suatu informasi bergantung pada situasi dan kondisi setiap penerimanya.



**Gambar 2.20** Hubungan data dengan informasi

Ada dua jenis data yang dapat digunakan untuk merepresentasikan atau memodelkan fenomena-fenomena yang terdapat di bumi, yaitu data spasial dan data non-spasial atau data atribut. Data spasial adalah jenis data yang merepresentasikan aspek-aspek keruangan dari fenomena yang bersangkutan. Data spasial dapat disebut juga data posisi, koordinat atau ruang. Sedangkan data non-spasial adalah jenis data yang merepresentasikan aspek-aspek deskriptif (mencakup *items* atau *properties* dari fenomena yang bersangkutan hingga dimensi waktunya) dari fenomena yang dimodelkannya (Prahasta, 2000).

Sedangkan Suharyadi dan Jatmiko (1993), membagi data menjadi dua macam, yaitu.

1. Data grafis, merupakan data yang menggambarkan lokasi geografis dan topologis suatu kenampakan yang berupa:
  - a. Titik, merupakan kenampakan tunggal dari sepasang koordinat  $x,y$  yang menunjukkan lokasi suatu obyek, misalnya lokasi pengambilan sampel.
  - b. Garis, merupakan sekumpulan titik yang membentuk satu kenampakan memanjang, misalnya jalan, sungai, dan lain-lain.
  - c. Area, merupakan kenampakan yang dibatasi satu atau beberapa garis yang membentuk ruang homogen, misalnya kategori penggunaan lahan.
2. Data atribut, merupakan informasi dari suatu data grafis (titik, garis, maupun area).

Tumpang susun atau *overlaying* suatu data grafis adalah menggabungkan antara dua atau lebih data grafis untuk memperoleh data grafis baru yang memiliki satuan pemetaan gabungan dari

beberapa data grafis tersebut. Untuk dapat melakukan proses tumpang susun, maka antara dua data grafis tersebut harus mempunyai sistem koordinat sama (Suharyadi dan Jatmiko, 1993).

## 2.9 Basis data SIG

Pengertian basis data adalah sekumpulan data tentang suatu obyek atau kejadian yang berhubungan satu sama lain (Subekti, 2003). Untuk merealisasikan ke dalam bentuk basis data, terlebih dahulu model data harus ditentukan. Model data merupakan kumpulan perangkat konseptual yang digunakan untuk mendeskripsikan (menggambarkan) data, hubungan antar (relasi) data, makna data, dan batasan mengenai data yang bersangkutan (Prahasta, 2000).

Pembawa informasi di dalam model-model data adalah obyek. Obyek dianggap sebagai deskripsi fenomena dunia nyata yang memiliki *properties* tipe, atribut, relasi, geometri dan kualitas. Model data dapat dirancang untuk mencakup (Prahasta, 2000).

1. Obyek fisik; seperti jalan, pemukiman, sungai, dan lain-lain
2. Obyek-obyek yang terklasifikasi; seperti tipe penggunaan lahan, tipe vegetasi, dan lain-lain
3. Peristiwa (*events*); seperti kekeringan, gempa bumi, tsunami, dan lain-lain
4. Obyek yang berubah secara kontinyu; seperti batas-batas suhu
5. Obyek buatan; seperti kontur ketinggian.

Data spasial direpresentasikan di dalam basis data sebagai model data raster atau model data vektor. Model data raster menampilkan, menempatkan, dan menyimpan data spasial dengan menggunakan struktur matriks atau piksel-piksel yang membentuk grid. Contoh sumber data spasial raster adalah citra satelit dan citra radar. Sedangkan model data vektor menampilkan, menempatkan, dan menyimpan data spasial dengan menggunakan titik-titik, garis-garis, kurva, atau poligon beserta atribut-atributnya. Bentuk-bentuk dasar representasi data spasial di dalam sistem model data vektor didefinisikan oleh sistem koordinat kartesian dua dimensi (x,y) (Prahasta, 2000).

Sebagai suatu sistem, sistem basis data terdiri dari komponen-komponen yang membentuknya. Komponen-komponen yang membentuk SIG terdiri dari (Prahasta, 2000).

1. Perangkat keras. Perangkat keras yang sering digunakan dalam SIG adalah komputer (PC), *mouse*, *digitizer*, *printer*, *plotter*, dan *scanner*
2. Perangkat lunak. 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, dan analisis data geografis
3. Data dan informasi geografis. SIG dapat mengumpulkan dan menyimpan data dan informasi yang diperlukan baik secara langsung dengan cara mendigitasi data spasialnya dari peta dan memasukkan data atributnya dari tabel-tabel dan laporan dengan menggunakan *keyboard* maupun secara tidak langsung dengan cara meng-*import*-nya dari perangkat-perangkat lunak SIG yang lain
4. Manajemen. Merupakan sumber daya manusia atau *brainware*, termasuk pengguna.

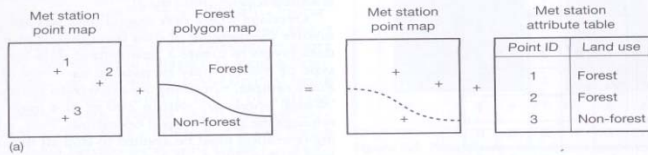
### 2.10 Proses Tumpang Susun (*Overlay*)

Kunci analisa fungsi SIG sesungguhnya adalah kemampuan untuk mengintegrasikan data dari dua sumber dengan menggunakan proses tumpang susun (*overlay*) peta. Proses ini dilakukan dengan mengambil dua lapisan peta tematik yang berbeda dan menyangkut area yang sama, kemudian meng-*overlay*-nya satu di atas yang lain untuk membentuk suatu lapisan baru. Jadi dengan proses tumpang susun ini didapatkan suatu lapisan data keluaran baru hasil penggabungan dua atau lebih lapisan data masukan (Heywood, 2002).

Seperti halnya operasi lain untuk analisis SIG, terdapat perbedaan cara tumpang susun (*overlay*) peta dengan menggunakan data raster dan data vektor. Pada *overlay* peta menggunakan data vektor lebih memakan waktu, penuh perhitungan, mahal, dan kompleks. Sedangkan yang menggunakan data raster akan lebih cepat, efisien, dan secara langsung (Heywood, 2002).

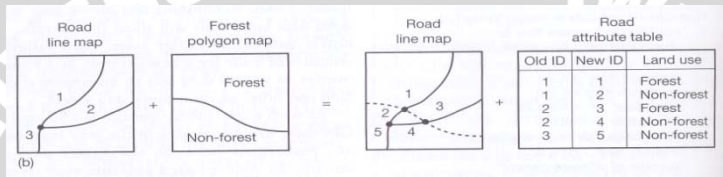
Ada 3 jenis *overlay* vektor, yaitu (Heywood, 2002):

- a. *Point-in-Polygon*, digunakan untuk menemukan dimana letak suatu titik pada suatu wilayah. Proses ini dapat digambarkan sebagai berikut:



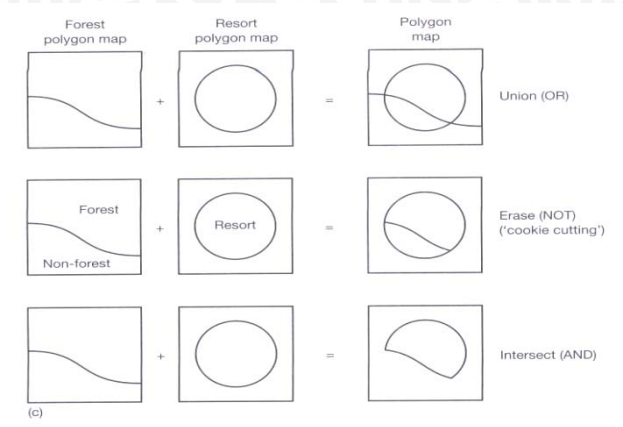
**Gambar 2.21** Proses *overlay Point-in-Polygon*

- b. *Line-in-Polygon*, digunakan untuk mengetahui letak suatu garis pada suatu wilayah. Proses ini dapat digambarkan sebagai berikut :



**Gambar 2.22** Proses *overlay Line-in-Polygon*

- c. *Polygon-on-Polygon*, dapat digunakan untuk mengetahui pengaruh suatu wilayah pada wilayah lain. Ada 3 lapisan data keluaran yang berbeda yang bisa diperoleh, yaitu:
1. lapisan data keluaran berisi semua polygon dari kedua peta masukan. Ini sesuai dengan operasi Boolean ATAU, atau di dalam proses matematikanya disebut UNION.
  2. lapisan data keluaran berisi data suatu wilayah yang juga mencakup data wilayah lain. Wilayah yang mempunyai cakupan lebih luas digunakan sebagai tepi dari peta keluaran. Operasi ini dikenal dengan *cookie cutting* atau disebut dengan operasi IDENTITAS.
  3. lapisan data keluaran berisi wilayah yang mempertemukan dua kriteria. Proses ini disebut dengan INTERSECT, atau sama dengan operasi Boolean AND dimana peta keluaran yang dihasilkan merupakan perpotongan dari dua wilayah atau wilayah yang tumpang tindih.



**Gambar 2.23** Proses *overlay Polygon-on-Polygon*

## 2.11 Peta

Peta adalah salah satu jenis sistem informasi. Peta merupakan gambaran normal terhadap skala pada medium bidang datar dari pemilihan penampakan material atau abstrak, atau hubungannya terhadap permukaan bumi. Kartografi adalah seni dan pengetahuan membuat peta dan grafik (Valenzuela, 1991).

Persyaratan-persyaratan geometrik yang harus dipenuhi oleh suatu peta sehingga menjadi peta yang ideal adalah (Prahasta, 2000):

1. jarak antara titik-titik yang terletak di atas peta harus sesuai dengan jarak aslinya di permukaan bumi (dengan memperhatikan faktor skala peta).
2. luas suatu unsur yang direpresentasikan di atas peta harus sesuai dengan luas sebenarnya (dengan memperhatikan faktor skala peta).
3. Sudut atau arah suatu garis yang direpresentasikan di atas peta harus sesuai dengan arah yang sebenarnya (seperti di permukaan bumi).
4. Bentuk suatu unsur yang direpresentasikan di atas peta harus sesuai dengan bentuk yang sebenarnya (dengan memperhatikan faktor skala peta).

Skala peta adalah perbandingan antara jarak pada peta dan jarak sebenarnya di bumi. Sebagai gambaran, jika sebuah peta mempunyai skala 1:250.000 maka jarak 1 cm pada peta mewakili 250.000 cm atau 0.25 km pada permukaan bumi. Skala pada peta

dihubungkan terhadap tingkat informasi peta. Peta yang berskala besar mempunyai informasi yang lebih besar atau lebih banyak daripada peta yang berskala kecil (Valenzuela, 1991).

Bentuk permukaan bumi secara keseluruhan merupakan permukaan yang melengkung dan sama sekali tidak mungkin dibentangkan sehingga menjadi bidang datar sempurna tanpa mengalami perubahan atau kerusakan. Untuk memecahkan masalah ini, dikembangkanlah metode-metode proyeksi peta. Secara umum, proyeksi peta merupakan suatu fungsi yang menghubungkan koordinat titik-titik yang terletak di atas permukaan suatu kurva (biasanya berupa elipsoid atau bola) ke koordinat titik-titik yang terletak di atas bidang datar (Prahasta, 2000).

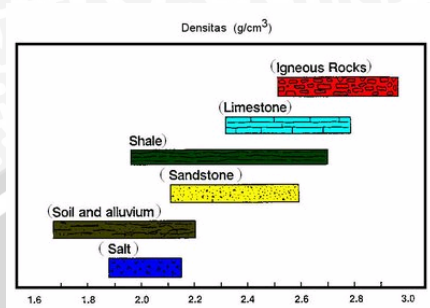
Salah satu sistem proyeksi peta yang sering digunakan adalah UTM (*Universal Transverse Mercator*). Pada sistem proyeksi ini didefinisikan posisi horizontal dua dimensi  $(x,y)_{utm}$  dengan menggunakan proyeksi silinder (menggunakan silinder sebagai bidang proyeksi), transversal (garis karakteristik tegak lurus terhadap sumbu bumi), dan konform (sudut dan arah di atas peta sama dengan sudut dan arah di permukaan bumi) yang memotong bumi pada dua meridian standar. Dalam sistem koordinat ini, seluruh permukaan bumi dibagi menjadi 60 bagian yang disebut zone UTM (Prahasta, 2000).

## **2.12 Densitas**

Densitas tanah adalah karakter fisis yang berubah secara signifikan terhadap perubahan tipe tanah akibat mineral dan porositas yang dimilikinya.

Besarnya densitas suatu material dipengaruhi oleh berbagai faktor diantaranya.

- a. Komposisi kimia
- b. Suhu dan tekanan
- c. Komposisi mineral
- d. Rongga rekahan dan porositas
- e. Material pengisi



**Gambar 2.24** Harga densitas material batuan

### 2.13 Porositas

Porositas didefinisikan sebagai perbandingan antara volume pori dengan volume total dari suatu tanah. Porositas merupakan kuantitas tak berdimensi yang diekspresikan oleh prosentase (%). Terdapat dua jenis porositas yaitu porositas yang dihasilkan selama pembentukan tanah, yang dikenal dengan **porositas primer** (sedimentasi klastik) dan selama sejarah geologi yang dikenal dengan **porositas sekunder** (proses tektonik, proses kimiawi).

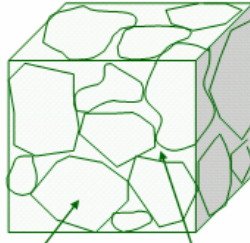
Klasifikasi porositas menurut Sierra (1984).

1. Porositas total, berhubungan dengan seluruh ruang (pori-pori, saluran, rekahan) diantara komponen solid
2. Porositas terhubungan, merupakan porositas tanah yang berhubungan dengan ruang yang terhubungan satu sama lain
3. Porositas potensial, adalah bagian porositas yang terhubungan dimana diameter saluran yang menghubungkan tersebut dapat dilewati fluida untuk mengalir
4. Porositas efektif, adalah porositas yang dapat melewati fluida, termasuk yang tidak terhubungan (Sukmono dan Abdulah, 2001).

Faktor – faktor utama yang mempengaruhi porositas primer:

- a. Butiran dan karakter geometris (susunan, bentuk, ukuran dan distribusi).
- b. Proses diagenesis, kandungan semen.
- c. Kedalaman dan tekanan (Sukmono dan Abdulah, 2001)





Rock Matrix

Pores / Fluid

Gambar 2.25 Sifat fisika batuan yang ditentukan oleh matriks batuan, porositas dan fluida pori-pori batuan

Peta rawan gerakan tanah dihasilkan dari beberapa peta tematik yaitu: peta geologi, peta curah hujan, peta topografi, peta kemiringan lereng, dan peta pengembangan lahan, yang di *overlay* menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG).

Gejala gerakan tanah sering didahului oleh retakan-retakan memanjang yang tegak lurus bidang lereng, munculnya mataair baru, tebing rapuh dan material tanah/batuan runtuh. Pada prinsipnya gerakan tanah terjadi bila gaya pendorong pada lereng lebih besar dari pada gaya penahan. Gaya penahan dipengaruhi oleh kekuatan batuan dan kepadatan tanah. Gaya pendorong dipengaruhi oleh besarnya sudut lereng, kandungan air, serta berat jenis tanah.

Gerakan tanah biasa disebut dengan gerakan massa batuan yang bergerak dari atas ke bawah di sepanjang lereng. Gerakan tanah ini terjadi apabila gaya yang menahan (*Resisting Forces*) tanah di lereng tersebut lebih kecil dari gaya yang mendorong/meluncurkan tanah di sepanjang lereng. Gaya penahan massa tanah di sepanjang lereng tersebut dipengaruhi oleh kedudukan muka air tanah, sifat fisik/mekanisme tanah antara lain kohesi/daya ikat ( $c$ ) dan sudut dalam tahanan geser tanah ( $\phi$ ) yang bekerja disepanjang bidang luncur. Sedangkan gaya pendorong ini dipengaruhi oleh kandungan air, beban bangunan serta berat massa tanah itu sendiri.

Kemantapan lereng biasanya dievaluasi dengan menghitung faktor keamanan (FS), yaitu perbandingan antara gaya yang menahan dengan gaya yang meluncurkan

$$\text{Faktor Keamanan (FS)} = \frac{\text{gayapenahan}}{\text{gayapendorong}} \quad (2.4)$$

Bila gaya penahan < dari gaya peluncur, maka lereng akan mantap/stabil, nilai  $FS > 1$ . tetapi bila  $FS < 1$ , maka lereng tersebut akan bergerak/tidak mantap. Pada dasarnya setiap perubahan yang menyebabkan berkurangnya gaya penahan atau menambahnya gaya yang meluncurkan akan menambah kemungkinan untuk terjadi gerakan tanah.

Nilai angka kermanan (FS) tergantung dari sifat fisik/mekanik tanah, yaitu.

- a. Sudut geser dalam tahanan geser ( $\phi$ )
- b. Kohesi/daya ikat tanah ( $c$ )
- c. Berat tanah ( $\gamma$ )
- d. Kedudukan muka air tanah dan
- e. Susunan tanah serta sudut lereng.

Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi terjadinya gerakan tanah, antara lain: geologi, air, vegetasi, kegiatan manusia dan gempabumi. Faktor geologi mempunyai peranan penting untuk terjadi gerakan tanah, yang mencakup: sifat fisik tanah, struktur geologi dan kegempaan. Tanah yang mempunyai permeabilitas atau kelulusan baik dan kurang padat serta tebal mempunyai potensi untuk terjadinya gerakan tanah. Tanah jenis ini umumnya bersifat pasir lempung atau pasir kerikil, jadi apabila tanah tersebut terkena air, maka air tersebut akan mudah terserap sehingga bobot tanah semakin bertambah.

Tanah (*soil*) dapat dibedakan menjadi 2 yaitu.

- a. Tanah penutup (*insitu*) yaitu tanah yang terbentuk di atas tanah dasar/tanah induknya
- b. Tanah yang sudah berpindah tempat dari tanah induknya atau tanah yang mengalami transportasi, tanah tersebut dapat berpindah karena terjadi gerakan tanah dan erosi.

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Agustus-September 2010, di Dinas PU Cipta Karya dan Tata Ruang Kabupaten Blitar, Jawa Timur. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder, daerah yang menjadi objek penelitian adalah Kecamatan Wates, Kabupaten Blitar bagian Selatan.

Batas-batas wilayah Kecamatan Wates yaitu :

- Sebelah Utara berbatasan dengan Kecamatan Binangun
- Sebelah Barat berbatasan dengan Kecamatan Panggungrejo
- Sebelah Selatan berbatasan dengan Samudra Indonesia
- Sebelah Timur berbatasan dengan Kabupaten Malang

### 3.2 Alat dan Bahan Penelitian

#### Peralatan Lapangan

Untuk menunjang kegiatan lapangan diperlukan peralatan lapangan seperti tercantum dalam tabel 3.1.

**Tabel 3.1**  
**Daftar peralatan lapangan**

No	Nama Peralatan	Jumlah
1.	GPS	1 buah
2.	Kompas Geologi	1 buah
3.	Kamera	1 buah

Secara garis besar penentuan posisi dengan GPS dibagi menjadi dua metode yaitu metode absolut dan metode relatif.

- a. **Metode absolut** atau juga dikenal sebagai point positioning, digunakan untuk menentukan posisi berdasarkan pada 1 pesawat penerima (receiver) saja. Ketelitian posisi dalam beberapa meter (tidak berketelitian tinggi) dan umumnya hanya digunakan untuk keperluan NAVIGASI.
- b. **Metode relatif** atau sering disebut differential positioning, digunakan untuk menentukan posisi dengan menggunakan lebih dari sebuah receiver. Satu GPS dipasang pada lokasi tertentu

dimuka bumi yang secara terus menerus menerima sinyal dari satelit dalam jangka waktu tertentu dijadikan sebagai referensi bagi yang lainnya. Metode ini menghasilkan posisi berketelitian tinggi (umumnya kurang dari 1 meter) dan diaplikasikan untuk keperluan survei GEODESI ataupun pemetaan yang memerlukan ketelitian tinggi.

Beberapa kesalahan dalam penentuan posisi dengan metode absolut antara lain disebabkan oleh: efek *multipath*, efek *selective availability* (SA), maupun kesalahan karena ketidaksinkronan antara peta kerja dan *setting* yang dilakukan saat menggunakan GPS.

- a. *Multipath* adalah fenomena dimana sinyal dari satelit tiba di antena receiver melalui dua atau lebih lintasan yang berbeda. Hal ini biasa terjadi jika kita melakukan pengukuran posisi di lokasi-lokasi yang dekat dengan benda reflektif, seperti di samping gedung tinggi, di bawah kawat transmisi tegangan tinggi atau lainnya, untuk mengatasinya: hindari pengamatan dekat benda reflektif, pakai satelit yang benar-benar baik saja, lakukan pengukuran berulang-ulang dan dirata-rata hasilnya.
- b. *Selective Availability* (SA) adalah teknik pemfilteran yang diaplikasikan untuk memproteksi ketelitian tinggi dari GPS bagi khalayak umum dengan cara mengacak sinyal-sinyal dari satelit terutama yang berhubungan dengan informasi waktu. Koreksinya hanya dapat dilakukan oleh pihak yang berwenang mengelola GPS ataupun pihak militer Amerika saja. Pihak-pihak lain yang mempunyai ijin untuk menggunakan data berketelitian tinggi biasanya juga mengerti bagaimana cara koreksinya. SA ini merupakan sumber kesalahan paling besar bagi penentuan posisi dengan metode absolut. Namun dengan menerapkan metode relatif (*differential positioning*) kesalahan tersebut dapat dikurangi.
- c. Ketidakakuratan posisi karena *setting receiver* yang tidak pas ini hanya dapat diatasi dengan mengeset parameter GPS saat dipakai sesuai dengan parameter peta kerja yang dipergunakan. Hal tersebut biasanya terkait dengan sistem proyeksi dan koordinat, serta datum yang digunakan dalam peta kerja.

Error dari Kompas geologi yaitu tergantung pada sudut magnetiknya.

## **Bahan Pendukung Data**

1. Peta geologi revisi rencana tata ruang wilayah Kabupaten Blitar dengan skala 1:250.000 yang dikeluarkan oleh Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Blitar (1998/1999-2008/2009) yang terdigitasi.
2. Peta curah hujan revisi rencana tata ruang wilayah Kabupaten Blitar dengan skala 1:250.000 yang dikeluarkan oleh Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Blitar (1998/1999-2008/2009) yang terdigitasi.
3. Peta topografi revisi rencana tata ruang wilayah Kabupaten Blitar dengan skala 1:250.000 yang dikeluarkan oleh Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Blitar (1998/1999-2008/2009) yang terdigitasi.
4. Peta kemiringan lereng revisi rencana tata ruang wilayah Kabupaten Blitar dengan skala 1:250.000 yang dikeluarkan oleh Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Blitar (1998/1999-2008/2009) yang terdigitasi.
5. Peta pengembangan lahan revisi rencana tata ruang wilayah Kabupaten Blitar dengan skala 1:250.000 yang dikeluarkan oleh Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Blitar (1998/1999-2008/2009) yang terdigitasi.

## **3.3 Metode Penelitian**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode *desk study*. Metode *desk study* merupakan suatu metode yang dilakukan untuk mengumpulkan data maupun informasi secara primer maupun sekunder. Pada data sekunder dilakukan analisis tumpang susun (*overlay*) dengan Sistem Informasi Geografis (SIG), sedang pada pengamatan lapang dilakukan dengan memetakan daerah-daerah yang rawan terhadap gerakan tanah berdasarkan aspek litologi, geologi, kemiringan lereng, pengembangan lahan, dan kegiatan manusia berdasarkan parameter fisik dan keteknikan tanah.

Bahan pendukung data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini yaitu: peta geologi, peta curah hujan, peta topografi, peta kemiringan lereng, dan peta pengembangan lahan.

Manfaat dari pemetaan gerakan tanah yaitu dapat memberikan informasi tentang tingkat kerawanan serta dampak

negatif yang terjadi akibat bencana tanah longsor, sehingga dapat digunakan oleh pemerintah Kabupaten serta masyarakat sebagai acuan agar terhindar dari bencana tanah longsor serta dapat digunakan sebagai acuan dalam perencanaan tata ruang wilayah.

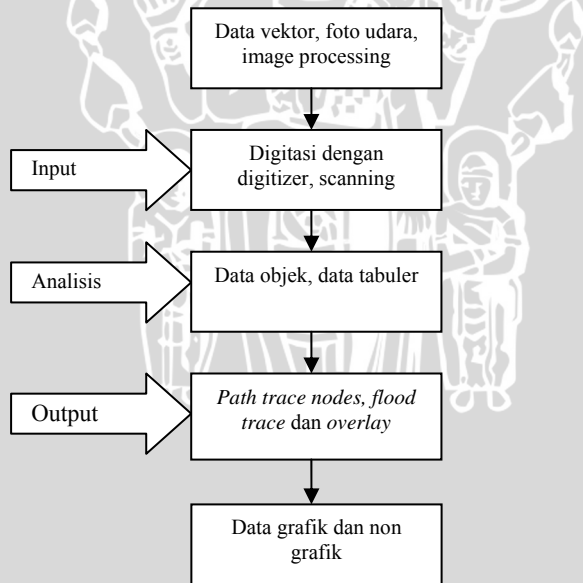
### 3.4 Pengamatan Lapangan

Pengamatan lapang ini dilakukan untuk memperoleh informasi tentang koreksi titik sampel hasil *overlay* lima peta, yaitu: koordinat dan ketinggian bentang alam Kecamatan Wates Kabupaten Blitar.

### 3.5 Pengolahan Data

Pengolahan data untuk proses *overlay* peta dilakukan dengan program komputer menggunakan software *ArcView GIS*.

#### Prosedur Kerja software *ArcView GIS*.



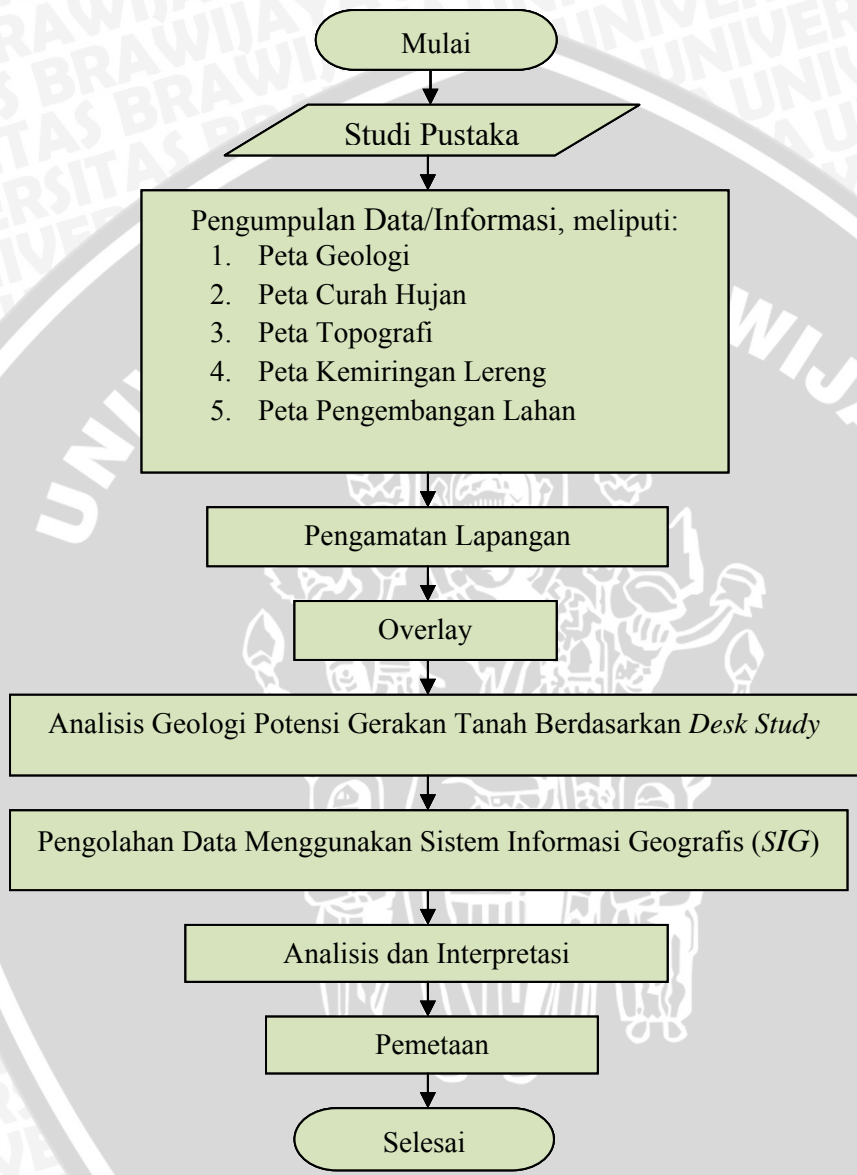
**Gambar 3.1** Prosedur kerja software *ArcView GIS*.

Proses digitasi pada suatu peta bisa dilakukan dengan cara *mendigitasi* peta secara langsung menggunakan alat input data digitizer yang bisa langsung menjadi peta digital atau dengan cara scanning peta kartografi, foto udara, dan satelit, kemudian dilakukan proses digitasi dengan cara *diimport* ke perangkat lunak yang bisa mentransformasikan peta hasil scanning ke peta digital.

Alur metode penelitian secara keseluruhan disajikan dalam bagan berikut:

UNIVERSITAS BRAWIJAYA





**Gambar 3.2** Diagram alir penelitian



## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Peta Hasil *Overlay* (Tumpang Susun)

Hasil akhir penelitian ini berupa peta daerah rawan gerakan tanah yang terjadi di Kecamatan Wates Kabupaten Blitar bagian Selatan. Dengan proses *overlay* sebagai berikut.

*Overlay* peta merupakan proses penggabungan dua peta tematik dengan area yang sama dan menghamparkan satu dengan yang lain untuk membentuk satu layer peta baru. Kemampuan untuk mengintegrasikan data dari dua sumber menggunakan peta merupakan kunci dari fungsi-fungsi analisis Sistem Informasi Geografis (SIG).

### Konsep *Overlay* Peta Menggunakan Metode Vektor

1. Alamat *overlay* peta merupakan hubungan interseksi dan saling melengkapi antara fitur-fitur spasial.
2. *Overlay* peta mengkombinasikan data spasial dan data atribut dari dua theme masukan.

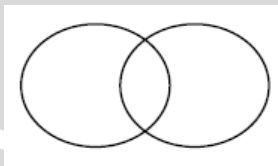
Ada 3 jenis *overlay* vektor yaitu:

- a. Titik–dengan-poligon, menghasilkan keluaran dalam bentuk titik-titik.
- b. Garis–dengan-poligon, menghasilkan keluaran dalam bentuk garis
- c. Poligon–dengan-poligon, menghasilkan keluaran dalam bentuk polygon.

### METODE OVERLAY VEKTOR UNION, INTERSEKSI, IDENTITI/IDENTITAS

#### 1. UNION

Operasi Union/operator Boolean “OR”



Gambar 4.1 Union

Tujuannya untuk membuat coverage baru dengan melakukan tumpukan (overlay) dua coverage polygon. Operasi union bisa dilakukan dengan ketentuan semua coverage harus dalam bentuk polygon. Keluaran coverage baru berisi:

- polygon kombinasi
- atribut-atribut kedua coverage asal



**Gambar 4.2** Keluaran union

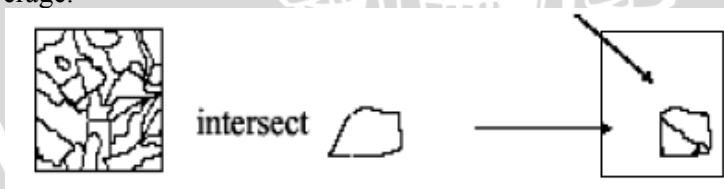
## 2. INTERSEKSI/IRISAN

- Operasi interseksi atau operator Boolean “AND”
- Membuat coverage baru dengan cara melakukan overlay dua himpunan fitur-fitur coverage.



**Gambar 4.3** Interseksi/irisan

Keluaran Coverage, hanya berisi bagian fitur-fitur dalam area yang terisi oleh kedua masukan dan merupakan irisan dari coverage.



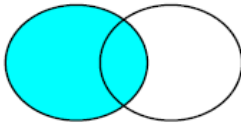
**Gambar 4.4** Keluaran interseksi/irisan

## 3. IDENTITI/IDENTITAS

Membuat satu coverage baru dengan melakukan overlay dua himpunan fitur, dengan keluaran coverage berisi:

- semua masukan fitur

- b. hasilnya hanya berisi bagian dari identitas fitur coverage yang meliputi masukan coverage.



**Gambar 4.5** Identiti



**Gambar 4.6** Keluaran identiti

## Geoprocessing

Geoprocessing menunjuk ke alat dan proses yang digunakan untuk menghasilkan sekumpulan data yang diinginkan. Sistem Informasi Geografis (SIG) meliputi sekumpulan alat yang bekerja dengan proses informasi geografis. Sekumpulan alat ini digunakan untuk mengoperasikan informasi obyek SIG sebagai kumpulan data, atribut, dan elemen kartografi untuk mencetak suatu peta. Pemahaman perintah dan bentuk objek data merupakan dasar dari framework geoprocessing.

### **Data + Tool = Data Baru**

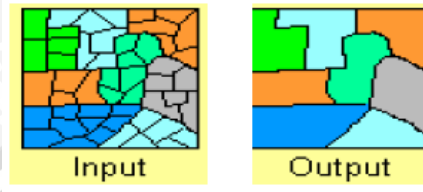
Tool SIG merupakan sekumpulan blok untuk menggabungkan banyak tahapan operasi. Satu tool melakukan suatu operasi ke data yang ada untuk menghasilkan data baru. Framework geoprocessing dalam SIG digunakan untuk menyambung secara bersama serangkaian operasi.

## **OPERASI PROSES GEOPROCESSING**

### **Dissolve Fitur berdasarkan Atribut**

Operasi ini dilakukan dengan untuk menyatukan fitur yang memiliki nilai yang sama berdasarkan atribut yang ditentukan.

Contoh:



**Gambar 4.7** Dissolve fitur

### Menggabungkan Theme Secara Bersama

Operasi ini dilakukan dengan menambahkan dan melampirkan fitur-fitur dua atau lebih theme menjadi satu theme tunggal. Atribut tetap dipakai jika memiliki nama yang sama.

Contoh:



**Gambar 4.8** Gabungan theme

### Klip Salah Satu Theme Berdasarkan Theme yang Lain

Operasi ini dilakukan dengan menggunakan satu klip theme seperti potongan kue pada masukan theme. Dengan atribut masukan theme tidak diubah.

Contoh:



**Gambar 4.9** Klip theme berdasarkan theme lain

### Irisan Dua Theme

Operasi ini dilakukan dengan memotong dan memasukkan theme dengan fitur-fitur dari theme overlay untuk menghasilkan

output theme dengan fitur-fitur yang memiliki atribut data dari kedua theme.

Contoh:



**Gambar 4.10** Irisan theme

### Union Dua Theme

Operasi ini dilakukan dengan mengkombinasikan masukan theme dengan polygon dari overlay satu theme untuk menghasilkan output theme yang berisi atribut-atribut dan secara penuh pengembangan dari kedua theme.

Contoh:

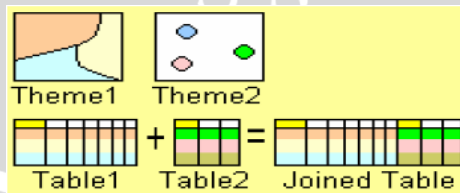


**Gambar 4.11** Union theme

### Menandai Data dengan Lokasi

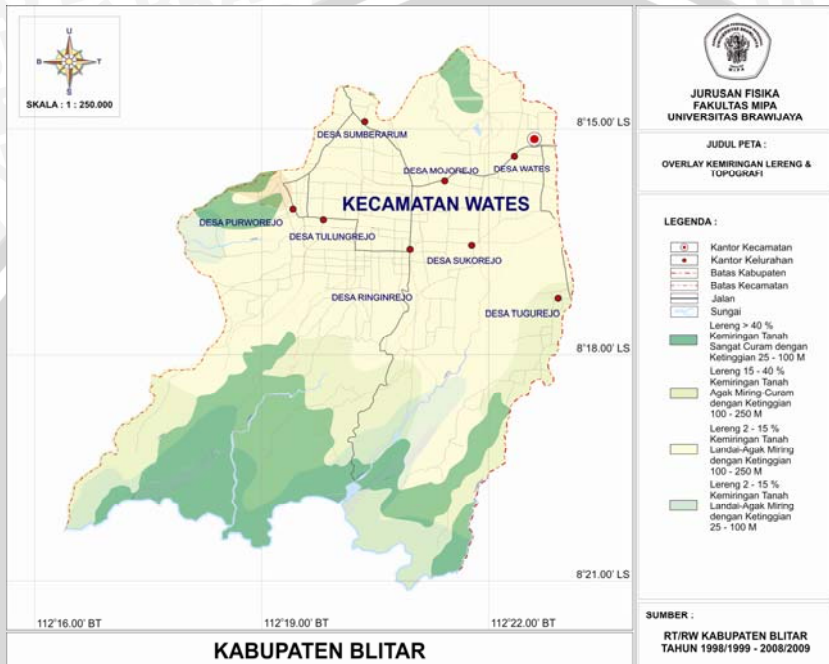
Operasi ini dilakukan dengan melakukan operasi join hanya untuk data dengan fitur theme 2 ke fitur theme 1 dengan menggunakan lokasi yang sama.

Contoh:



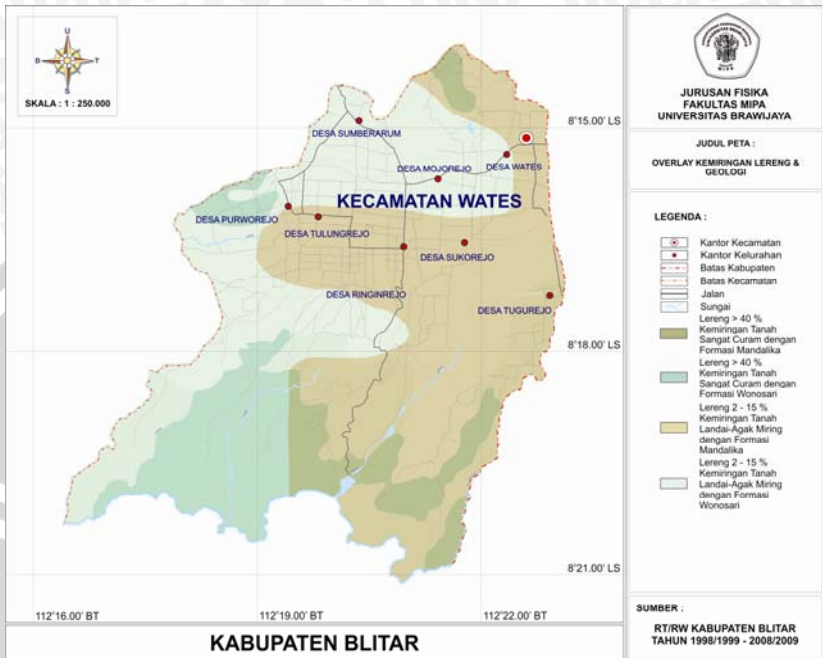
**Gambar 4.12** Menandai data dengan lokasi

Berikut ini adalah gambar peta hasil *overlay* beberapa peta tematik Kecamatan Wates Kabupaten Blitar.



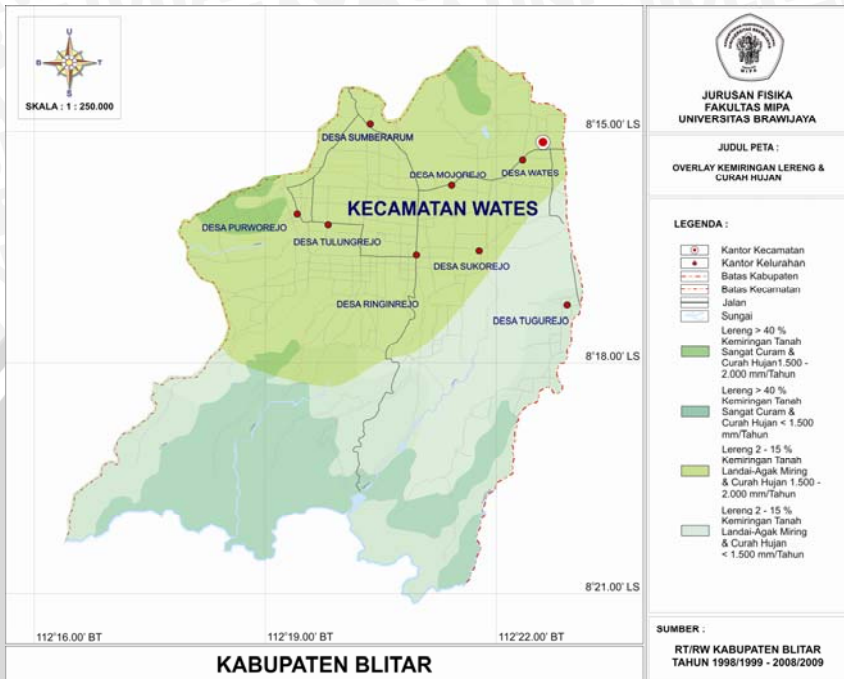
**Gambar 4.13** *Overlay* peta kemiringan lereng dan topografi Kecamatan Wates

Berdasarkan Gambar 4.13 *overlay* antara peta kemiringan lereng dan topografi Kecamatan Wates dibagi menjadi 4 kelas yaitu: lereng 15-40% mempunyai kemiringan agak miring-curam dengan ketinggian 250-500 m, kemiringan ini termasuk kemiringan menengah. Lereng >40% mempunyai kemiringan tanah miring-curam dengan ketinggian 250-500 m. Lereng >40% mempunyai kemiringan tanah sangat curam, dengan ketinggian 250-500 m. Lereng >40% memiliki kecenderungan terjadinya gerakan tanah paling tinggi. Lereng 15-40% mempunyai kemiringan agak miring-curam dengan ketinggian 100-250 m, kemiringan ini termasuk kemiringan menengah.



**Gambar 4.14** Overlay peta kemiringan lereng dan geologi Kecamatan Wates

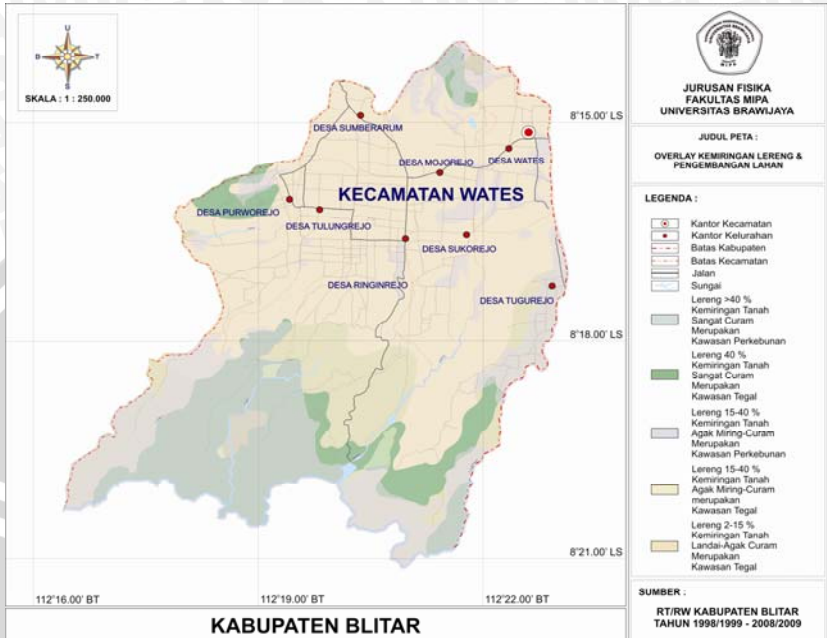
Berdasarkan Gambar 4.14 *overlay* antara peta kemiringan lereng dan geologi Kecamatan Wates dibagi menjadi 4 kelas yaitu: lereng 2-15% mempunyai kemiringan tanah landai-miring-agak curam, merupakan anggota Formasi Madalika yang terdiri dari Terdiri dari lava andesit-basal, latit porfir, riolit dan dosit. Lereng 2-15% mempunyai kemiringan tanah landai-miring-agak curam, merupakan anggota Formasi Wonosari yang terdiri dari batu gamping koral, batu gamping lempungan, batu gamping tuffan, batu gamping pasiran, napal, batu lempung hitam bergambut dan kalsirudit. Lereng >40% mempunyai kemiringan sangat curam anggota Fomasi Mandalika. Lereng >40% kemiringan tanah sangat curam, merupakan anggota Formasi Wonosari. Lereng >40% dengan kemiringan sangat curam merupakan anggota Formasi Wonosari memiliki kecenderungan terjadinya gerakan tanah tinggi.



**Gambar 4.15** *Overlay* peta kemiringan lereng dan curah hujan Kecamatan Wates

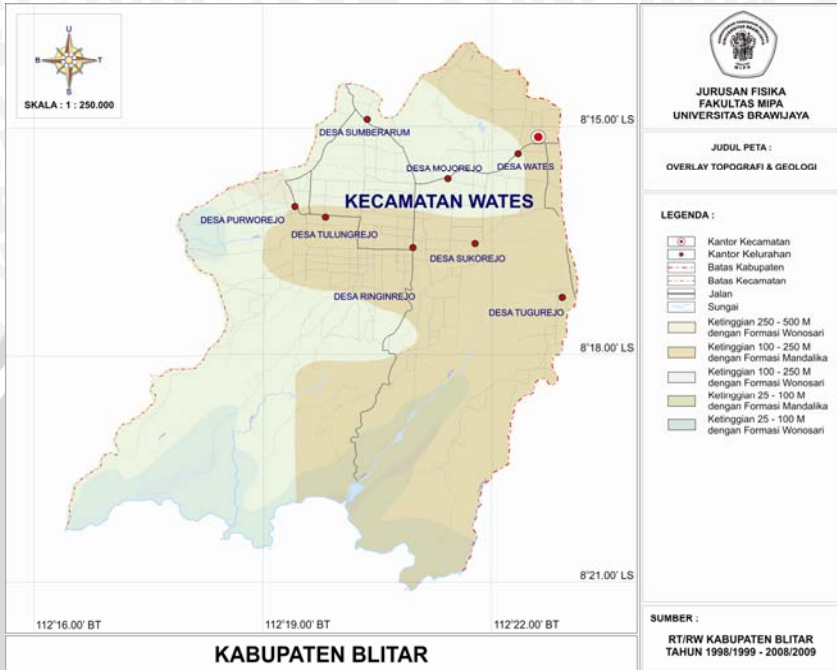
Berdasarkan Gambar 4.15 *overlay* antara peta kemiringan lereng dan curah hujan Kecamatan Wates dibagi menjadi 4 kelas yaitu: lereng 2-15% mempunyai kemiringan tanah landai-miring-agak curam dengan intensitas curah hujan <1.500 mm/tahun, kemiringan ini termasuk kemiringan rendah karena memiliki kerapatan tanah yang renggang. Lereng 15-40% kemiringan tanah agak miring-curam dengan intensitas curah hujan antara 1.500-2.000 mm/tahun, kemiringan ini termasuk kemiringan menengah. Lereng >40% mempunyai kemiringan tanah sangat curam dengan intensitas curah hujan <1.500 mm/tahun. Lereng >40% mempunyai kemiringan tanah sangat curam dengan intensitas curah hujan antara 1.500-2.000 mm/tahun. Lereng >40% memiliki kecenderungan terjadinya gerakan tanah tinggi.





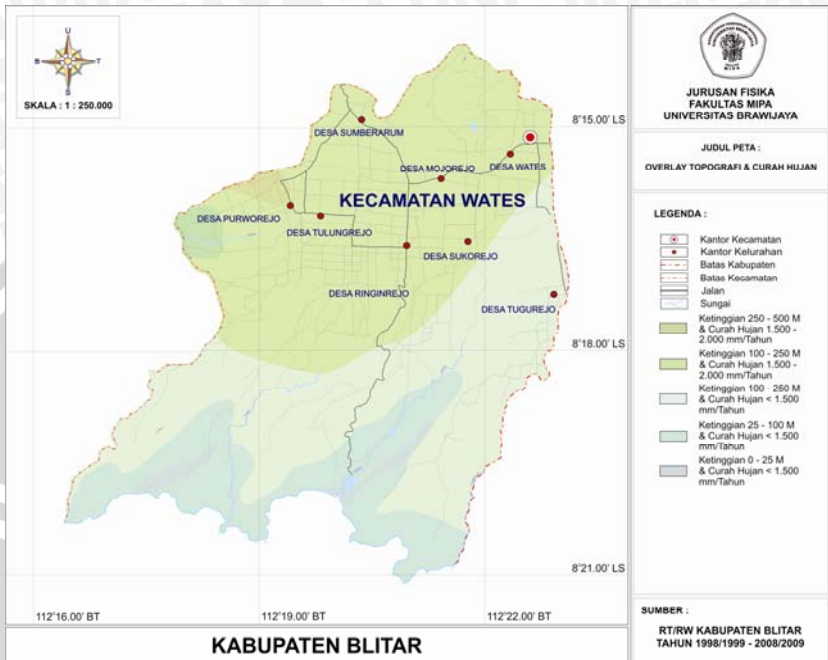
**Gambar 4.16** Overlay peta kemiringan lereng dan pengembangan lahan Kecamatan Wates

Berdasarkan Gambar 4.16 *overlay* antara peta kemiringan lereng dan pengembangan lahan Kecamatan Wates dibagi menjadi 4 kelas yaitu: lereng 2-15% mempunyai kemiringan tanah landai-miring-agak curam merupakan kawasan tegal, kemiringan ini termasuk kemiringan rendah karena memiliki kerapatan tanah yang renggang. Lereng 15-40% mempunyai kemiringan tanah agak miring-curam merupakan kawasan perkebunan, kemiringan ini termasuk kemiringan menengah. Lereng >40% mempunyai kemiringan tanah miring-curam merupakan kawasan tegal. Lereng >40% mempunyai kemiringan tanah sangat curam merupakan kawasan perkebunan. Lereng >40% memiliki kecenderungan terjadinya gerakan tanah paling tinggi.



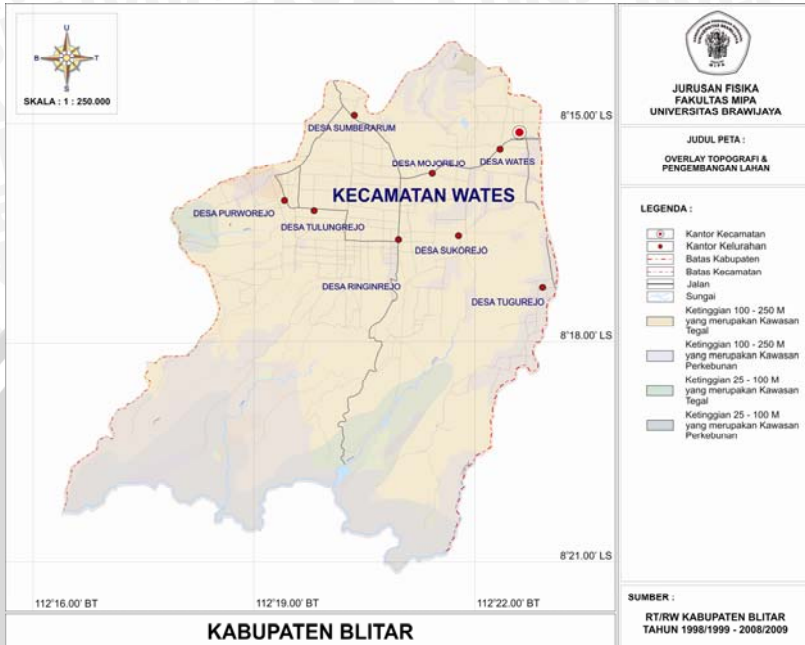
**Gambar 4.17** Overlay peta topografi dan geologi Kecamatan Wates

Berdasarkan Gambar 4.17 *overlay* antara peta topografi dan geologi Kecamatan Wates dibagi menjadi 5 kelas yaitu: ketinggian 250-500 m di atas permukaan laut merupakan perbukitan terjal dengan kerapatan kontur yang tinggi terutama pada bagian lembah yang dialiri oleh sungai, merupakan anggota Formasi Wonosari yang terdiri dari batu gamping koral, batu gamping lempungan, batu gamping tuffan, batu gamping pasiran, napal, batu lempung hitam bergambut dan kalsirudit. Ketinggian 250-500 m di atas permukaan laut, biasanya daerah ini mempunyai bukit yang bergelombang, merupakan anggota Formasi Mandalika yang terdiri dari lava andesit-basal, latit porfir, riolit dan dosit. Ketinggian 100-250 m di atas permukaan laut, merupakan anggota Formasi Wonosari. Ketinggian 25-100 m di atas permukaan laut, merupakan anggota Formasi Mandalika. Ketinggian 25-100 m di atas permukaan laut, merupakan anggota Formasi Wonosari



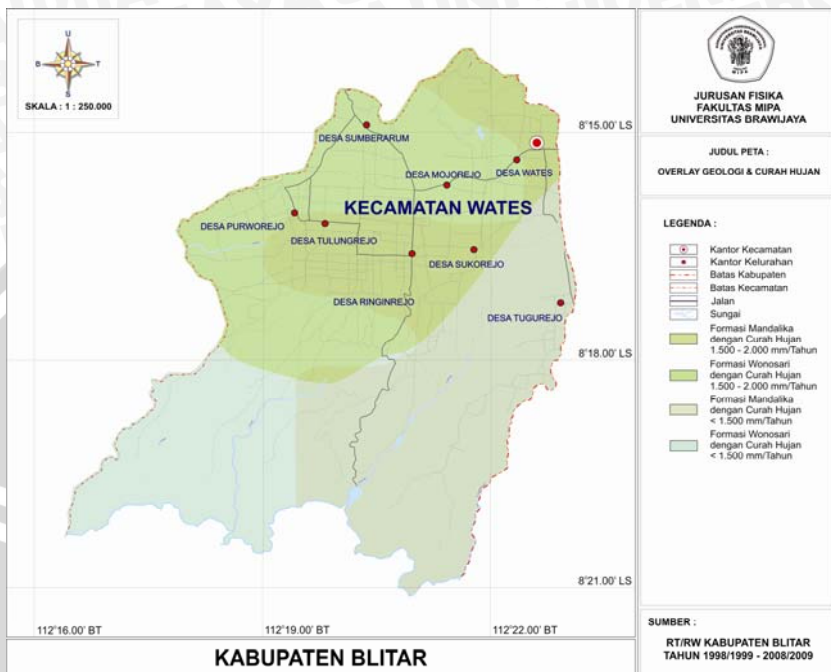
**Gambar 4.18** Overlay peta topografi dan curah hujan Kecamatan Wates

Berdasarkan Gambar 4.18 *overlay* antara peta topografi dan curah hujan Kecamatan Wates dibagi menjadi 5 kelas yaitu: ketinggian 0-25 m di atas permukaan laut, dengan intensitas curah hujan antara 1.500-2.000 mm/tahun. Ketinggian 100-250 m di atas permukaan laut, biasanya daerah ini mempunyai bukit yang bergelombang, dengan intensitas curah hujan <1.500 mm/tahun. Ketinggian 100-250 m di atas permukaan laut, dengan intensitas curah hujan antara 1.500-2.000 mm/Tahun. Ketinggian 250-500 m di atas permukaan laut, merupakan perbukitan terjal dengan kerapatan kontur yang tinggi terutama pada bagian lembah yang dialiri oleh sungai, dengan intensitas curah hujan <1.500 mm/tahun. Ketinggian 250-500 m di atas permukaan laut, dengan intensitas curah hujan antara 1.500-2.000 mm/tahun.



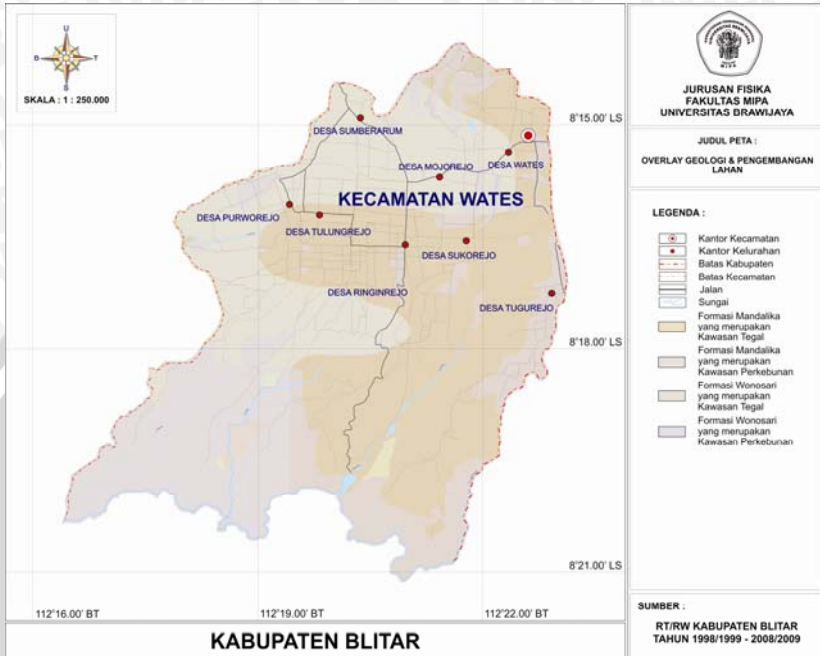
**Gambar 4.19** *Overlay* peta topografi dan pengembangan lahan Kecamatan Wates

Berdasarkan Gambar 4.19 *overlay* antara peta topografi dan pengembangan lahan Kecamatan Wates dibagi menjadi 4 kelas yaitu: ketinggian 250-500 m di atas permukaan laut merupakan perbukitan terjal dengan kerapatan kontur yang tinggi terutama pada bagian lembah yang dialiri oleh sungai, merupakan kawasan tegal. Ketinggian 250-500 m di atas permukaan laut, merupakan kawasan perkebunan. Ketinggian 100-250 m di atas permukaan laut, biasanya daerah ini mempunyai bukit yang bergelombang, merupakan kawasan tegal. Ketinggian 100-250 m di atas permukaan laut, merupakan kawasan perkebunan.



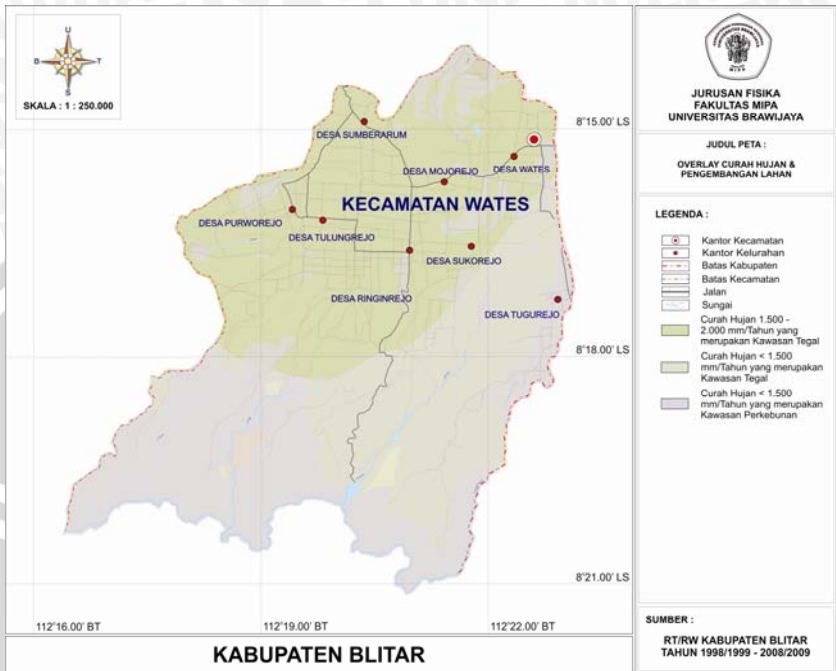
**Gambar 4.20** Overlay peta geologi dan curah hujan Kecamatan Wates

Berdasarkan Gambar 4.20 *overlay* antara peta geologi dan curah hujan Kecamatan Wates dibagi menjadi 4 kelas yaitu: Formasi Mandalika yang terdiri dari lava andesit-basal, latit porfir, riolit dan dosit., dengan intensitas curah hujan <1.500 mm/tahun. Formasi Wonosari yang terdiri dari batu gamping koral, batu gamping lempungan, batu gamping tuffan, batu gamping pasir, napal, batu lempung hitam bergambut dan kalsirudit, dengan intensitas curah hujan <1.500 mm/tahun. Formasi Mandalika, dengan intensitas curah hujan antara 1.500-2.000 mm/tahun. Formasi Wonosari, dengan intensitas curah hujan antara 1.500-2.000 mm/tahun.



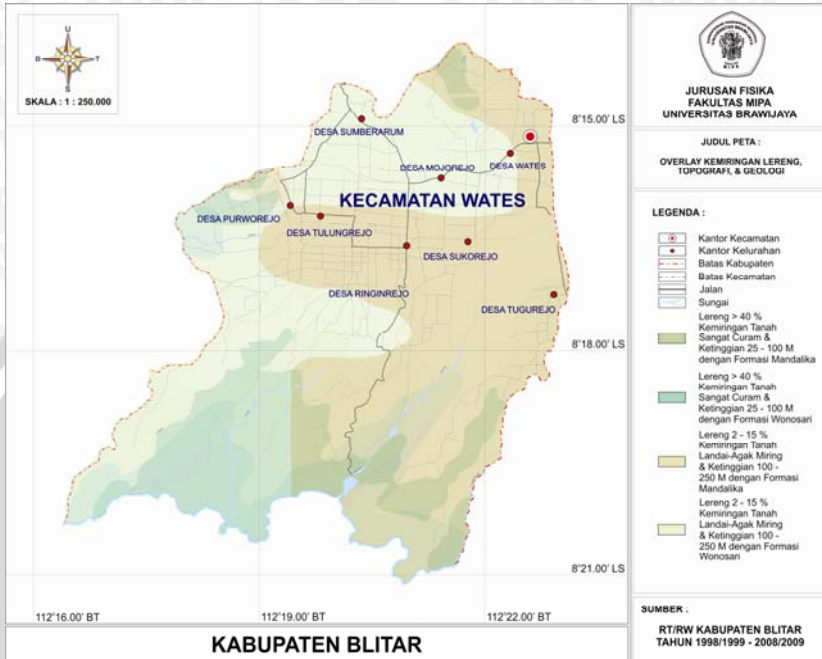
**Gambar 4.21** *Overlay* peta geologi dan pengembangan lahan Kecamatan Wates

Berdasarkan Gambar 4.21 *overlay* antara peta geologi dan pengembangan lahan Kecamatan Wates dibagi menjadi 4 kelas yaitu: anggota Formasi Mandalika Terdiri dari lava andesit-basal, latit porfir, riolit dan dosit, merupakan kawasan tegal. Anggota Formasi Mandalika, merupakan kawasan perkebunan. Anggota Formasi Wonosari yang terdiri dari batu gamping koral, batu gamping lempungan, batu gamping tuffan, batu gamping pasiran, napal, batu lempung hitam bergambut dan kalsirudit, merupakan kawasan tegal. Anggota Formasi Wonosari, daerah ini merupakan kawasan perkebunan.



**Gambar 4.22** Overlay peta curah hujan dan pengembangan lahan Kecamatan Wates

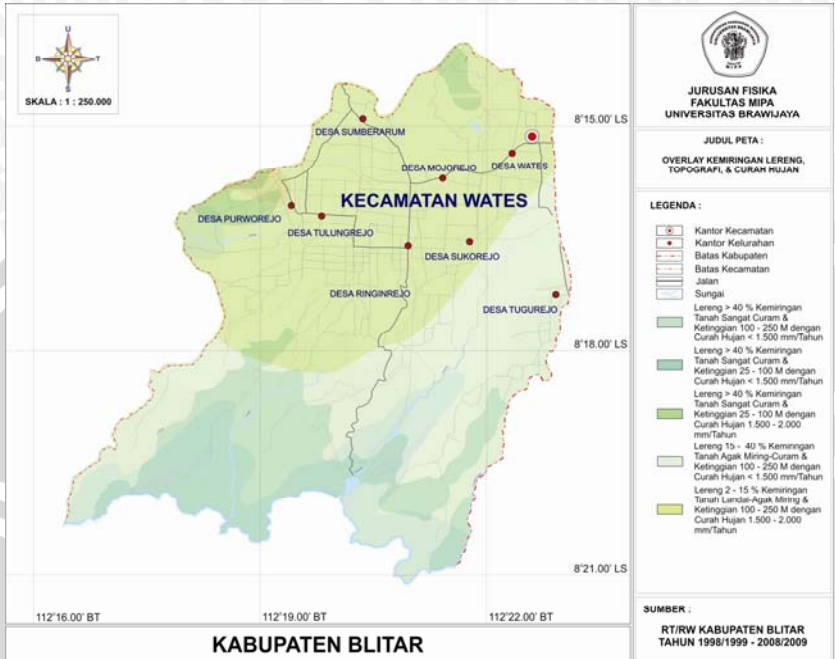
Berdasarkan Gambar 4.22 *overlay* antara peta curah hujan dan pengembangan lahan Kecamatan Wates dibagi menjadi 3 kelas yaitu: intensitas curah hujan <math>< 1500\text{ mm/tahun}</math>, merupakan kawasan tegal. Intensitas curah hujan antara <math>1.500 - 2.000\text{ mm/tahun}</math>, merupakan kawasan tegal. Intensitas curah hujan antara <math>1.500 - 2.000\text{ mm/tahun}</math>, merupakan kawasan perkebunan.



**Gambar 4.23** Overlay peta kemiringan lereng, topografi dan geologi Kecamatan Wates

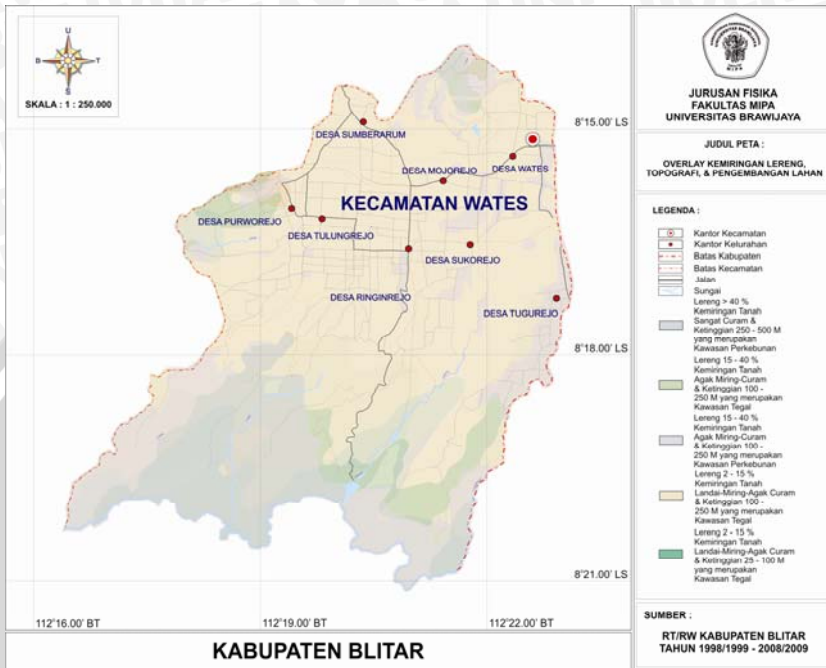
Berdasarkan Gambar 4.23 overlay antara peta kemiringan lereng, topografi dan geologi Kecamatan Wates dibagi menjadi 4 kelas yaitu: lereng 15-40% kemiringan tanah agak miring-curam dengan ketinggian 100-250 m, merupakan anggota Formasi Mandalika yang terdiri dari lava andesit-basal, latit porfir, riolit dan dosit. Lereng 15-40% kemiringan tanah agak miring-curam dengan ketinggian 100-250 m, merupakan anggota Formasi Wonosari yang terdiri dari batu gamping koral, batu gamping lempungan, batu gamping tuffan, batu gamping pasiran, napal, batu lempung hitam bergambut dan kalsirudit. Lereng >40% mempunyai kemiringan sangat curam dengan ketinggian 250-500 m, merupakan anggota Formasi Mandalika. Lereng >40% mempunyai kemiringan sangat curam dengan ketinggian 250-500 m, merupakan anggota Formasi Wonosari.





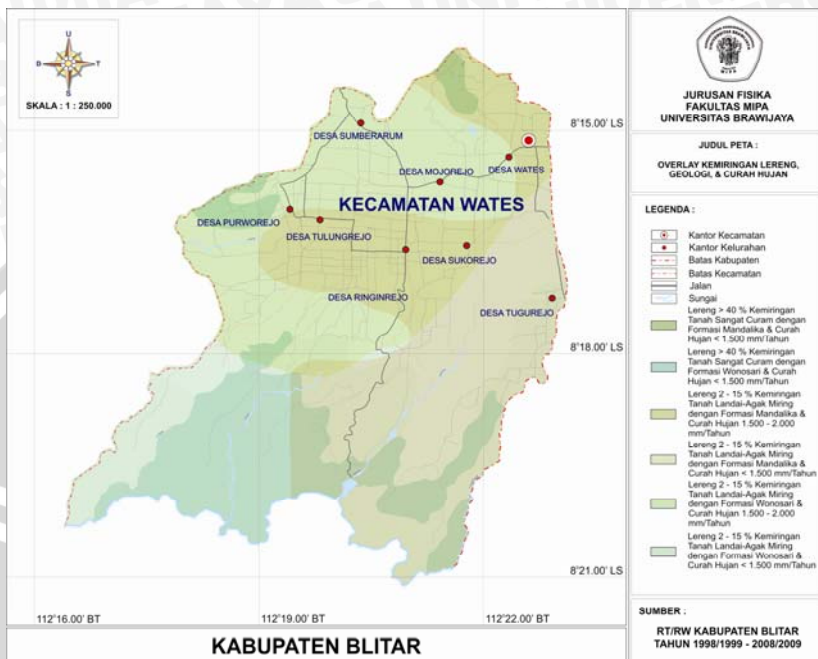
**Gambar 4.24** Overlay peta kemiringan lereng, topografi dan curah hujan Kecamatan Wates

Berdasarkan Gambar 4.24 *overlay* antara peta kemiringan lereng, topografi dan curah hujan Kecamatan Wates dibagi menjadi 5 kelas yaitu: lereng 15-40% kemiringan tanah agak miring-curam dengan ketinggian 250-500 m, dan intensitas curah hujan <1.500 mm/tahun. Lereng 15-40% kemiringan tanah agak miring-curam dengan ketinggian 100-250 m, dan intensitas curah hujan <1.500 mm/tahun. Lereng >40% mempunyai kemiringan sangat curam, dengan ketinggian 250-500 m, dan intensitas curah hujan 1.500-2.000 mm/tahun. Lereng >40% mempunyai kemiringan sangat curam, dengan ketinggian 250-500 m, dan intensitas curah hujan <1.500 mm/tahun. Lereng 2-15% mempunyai kemiringan tanah landai-miring-agak curam, dengan ketinggian 25-100 m, dan intensitas curah hujan antara 1.500-2.000 mm/tahun.



**Gambar 4.25** Overlay peta kemiringan lereng, topografi dan pengembangan lahan Kecamatan Wates

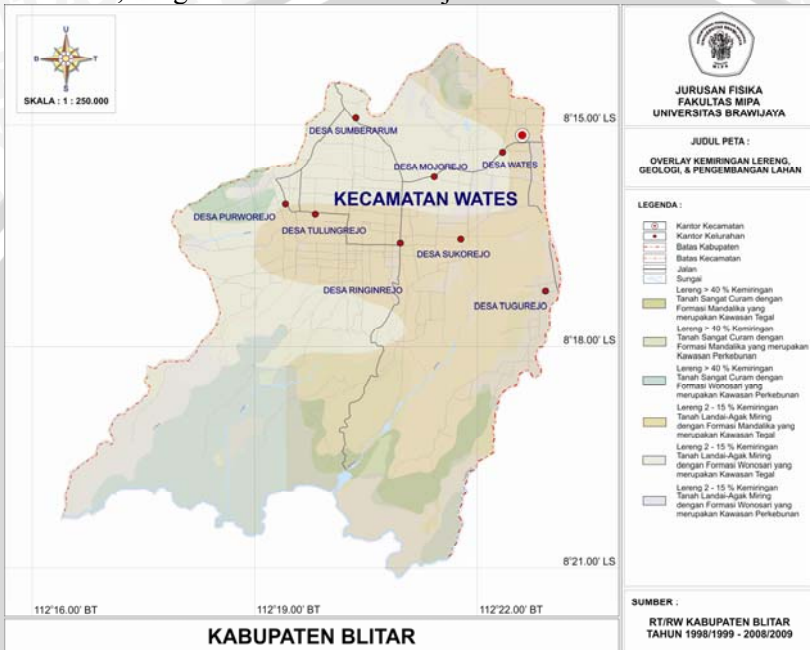
Berdasarkan Gambar 4.25 overlay antara peta kemiringan lereng, topografi dan curah hujan Kecamatan Wates dibagi menjadi 5 kelas yaitu: lereng 2-15% kemiringan tanah landai-miring-agak curam dengan ketinggian 100-250 m, merupakan kawasan perkebunan. Lereng 15-40% kemiringan tanah agak miring-curam dengan ketinggian 100-250 m, merupakan kawasan tegal. Lereng 15-40% kemiringan tanah agak miring-curam dengan ketinggian 100-250 m, merupakan kawasan perkebunan. Lereng >40% mempunyai kemiringan sangat curam, dengan ketinggian 250-500 m, merupakan kawasan tegal. Lereng >40% mempunyai kemiringan sangat curam, dengan ketinggian 250-500 m, merupakan kawasan perkebunan.



**Gambar 4.26** *Overlay* peta kemiringan lereng, geologi dan curah hujan Kecamatan Wates

Berdasarkan Gambar 4.26 *overlay* antara peta kemiringan lereng, geologi dan curah hujan Kecamatan Wates dibagi menjadi 6 kelas yaitu: lereng >40% mempunyai kemiringan tanah sangat curam, merupakan anggota Formasi Mandalika yang terdiri dari lava andesit-basal, latit porfir, riolit dan dosit, dengan intensitas curah hujan <1.500 mm/tahun. Lereng >40% mempunyai kemiringan tanah sangat curam, merupakan anggota Formasi Wonosari yang terdiri dari batu gamping koral, batu gamping lempungan, batu gamping tuffan, batu gamping pasiran, napal, batu lempung hitam bergambut dan kalsirudit, dengan intensitas curah hujan antara 1.500-2.000 mm/tahun. Lereng >40% mempunyai kemiringan tanah miring-curam, merupakan anggota Formasi Mandalika, dengan intensitas curah hujan antara 1.500-2.000 mm/tahun. Lereng >40% mempunyai kemiringan tanah sangat curam, merupakan anggota Formasi Mandalika, dengan intensitas curah hujan <1.500 mm/tahun. Lereng 15-40% mempunyai kemiringan tanah agak miring-curam,

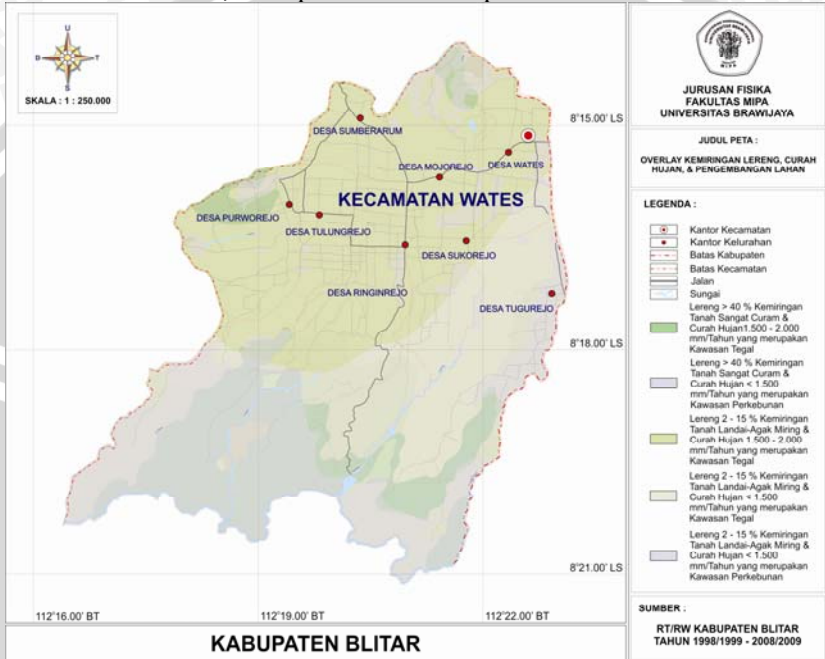
merupakan anggota Formasi Wonosari, dengan intensitas curah hujan antara 1.500-2.000 mm/tahun. Lereng 15-40% mempunyai kemiringan tanah agak miring-curam, merupakan anggota Formasi Wonosari, dengan intensitas curah hujan <1.500 mm/tahun.



**Gambar 4.27** Overlay peta kemiringan lereng, geologi dan pengembangan lahan Kecamatan Wates

Berdasarkan Gambar 4.27 overlay antara peta kemiringan lereng, geologi dan pengembangan lahan Kecamatan Wates dibagi menjadi 6 kelas yaitu: lereng 15-40% mempunyai kemiringan tanah agak miring-curam, anggota Formasi Mandalika yang terdiri dari lava andesit-basal, latit porfir, riolit dan dosit., merupakan kawasan tegal. Lereng 15-40% mempunyai kemiringan tanah agak miring-curam, anggota Formasi Mandalika, merupakan kawasan perkebunan. Lereng 15-40% mempunyai kemiringan tanah agak miring-curam, anggota Formasi Wonosari yang terdiri dari batu gamping koral, batu gamping lempungan, batu gamping tuffan, batu gamping pasiran, napal, batu lempung hitam bergambut dan kalsirudit, merupakan kawasan perkebunan. Lereng >40% mempunyai kemiringan tanah sangat curam, merupakan kawasan

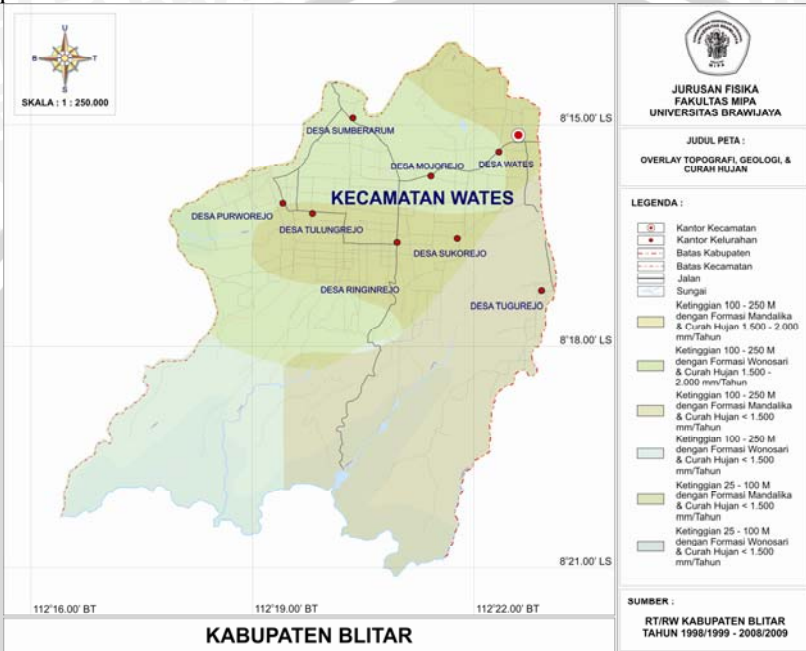
tegal. Lereng >40% mempunyai kemiringan tanah sangat curam, anggota Formasi mandalika, merupakan kawasan perkebunan. Lereng >40% mempunyai kemiringan tanah sangat curam, anggota Formasi Wonosari, merupakan kawasan perkebunan.



**Gambar 4.28** Overlay peta kemiringan lereng, curah hujan dan pengembangan lahan Kecamatan Wates

Berdasarkan Gambar 4.28 overlay antara peta kemiringan lereng, geologi dan pengembangan lahan Kecamatan Wates dibagi menjadi 5 kelas yaitu: lereng 2-15% mempunyai kemiringan tanah landai-miring-agak curam, dengan intensitas curah hujan antara 1.500-2.000 mm/tahun, merupakan kawasan tegal. Lereng 15-40% mempunyai kemiringan tanah agak miring-curam, dengan intensitas curah hujan antara 1.500-2.000 mm/tahun, merupakan kawasan perkebunan. Lereng 15-40% mempunyai kemiringan tanah agak miring-curam, dengan intensitas curah hujan antara 1.500-2.000 mm/tahun, merupakan kawasan tegal. Lereng >40% mempunyai kemiringan tanah sangat curam, dengan intensitas curah hujan antara 1.500-2.000 mm/tahun, merupakan kawasan tegal. Lereng >40%

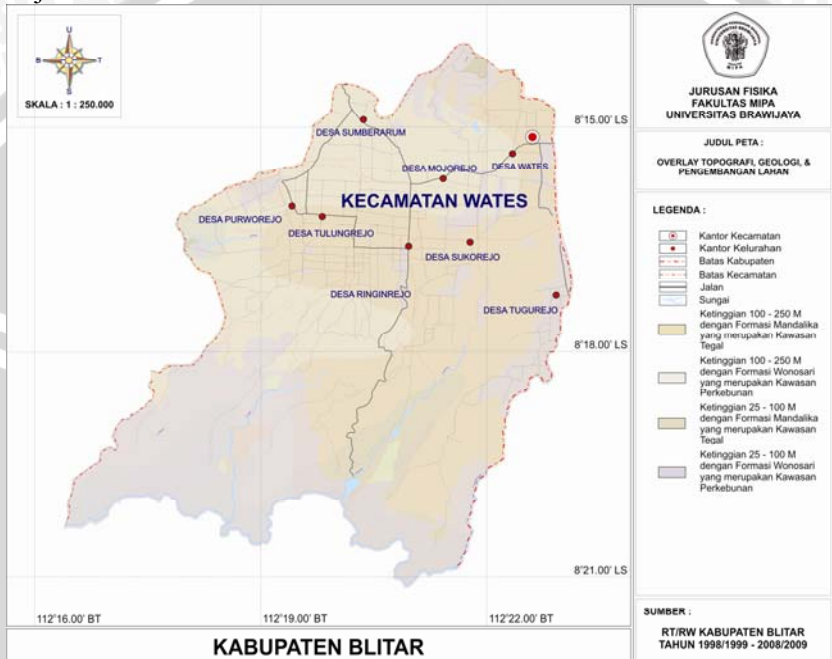
mempunyai kemiringan tanah sangat curam, dengan intensitas curah hujan antara 1.500-2.000 mm/tahun, merupakan kawasan perkebunan.



**Gambar 4.29** Overlay peta topografi, geologi dan curah hujan Kecamatan Wates

Berdasarkan Gambar 4.29 *overlay* antara peta topografi, geologi dan curah hujan Kecamatan Wates dibagi menjadi 6 kelas yaitu: ketinggian 250-500 m di atas permukaan laut, merupakan anggota Formasi Mandalika yang terdiri dari lava andesit-basal, latit porfir, riolit dan dosit, dengan intensitas curah hujan <1.500 mm/tahun. Ketinggian 250-500 m di atas permukaan laut, merupakan anggota Formasi Wonosari yang terdiri dari batu gamping koral, batu gamping lempungan, batu gamping tuffan, batu gamping pasiran, napal, batu lempung hitam bergambut dan kalsirudit, dengan intensitas curah hujan antara 1.500-2.000 mm/tahun. Ketinggian 250-500 m di atas permukaan laut, merupakan anggota Formasi Mandalika, dengan intensitas curah hujan antara 1.500-2.000 mm/tahun. Ketinggian 100-250 m di atas permukaan laut, merupakan anggota Formasi Wonosari, dengan intensitas curah hujan antara

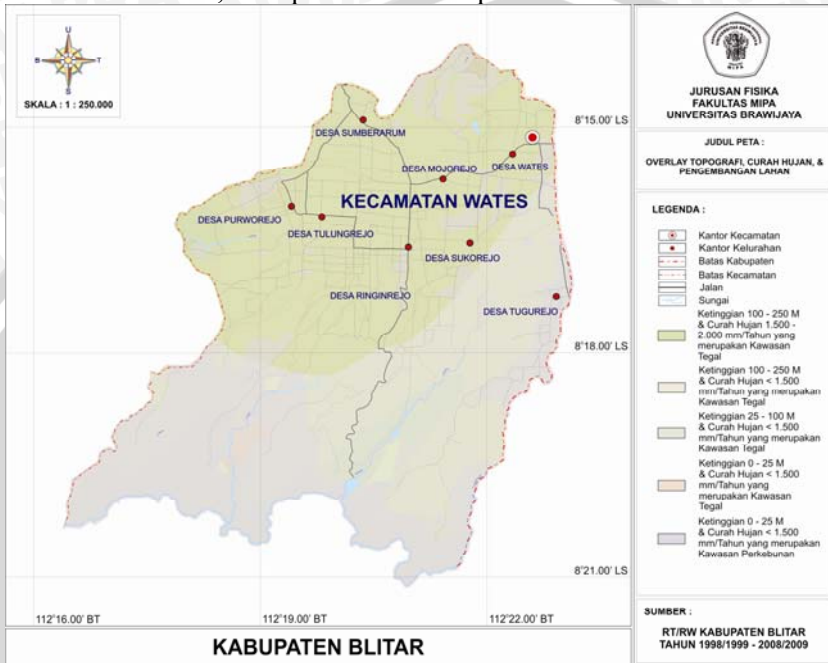
1.500-2.000 mm/tahun. Ketinggian 100-250 m di atas permukaan laut, merupakan anggota Formasi Mandalika, dengan intensitas curah hujan <1.500 mm/tahun. Ketinggian 25-100 m di atas permukaan laut, merupakan anggota Formasi Wonosari, dengan intensitas curah hujan antara 1.500-2.000 mm/tahun.



**Gambar 4.30** *Overlay* peta topografi, geologi dan pengembangan lahan Kecamatan Wates

Berdasarkan Gambar 4.30 *overlay* antara peta topografi, geologi dan pengembangan lahan Kecamatan Wates dibagi menjadi 4 kelas yaitu: ketinggian 250-500 m di atas permukaan laut, merupakan anggota Formasi Mandalika yang terdiri dari lava andesit-basal, latit porfir, riolit dan dosit., merupakan kawasan tegal. Ketinggian 250-500 m di atas permukaan laut, merupakan anggota Formasi Wonosari yang terdiri dari batu gamping koral, batu gamping lempungan, batu gamping tuffan, batu gamping pasir, napal, batu lempung hitam bergambut dan kalsirudit, merupakan kawasan perkebunan. Ketinggian 100-250 m di atas permukaan laut, merupakan anggota Formasi Mandalika, merupakan kawasan tegal.

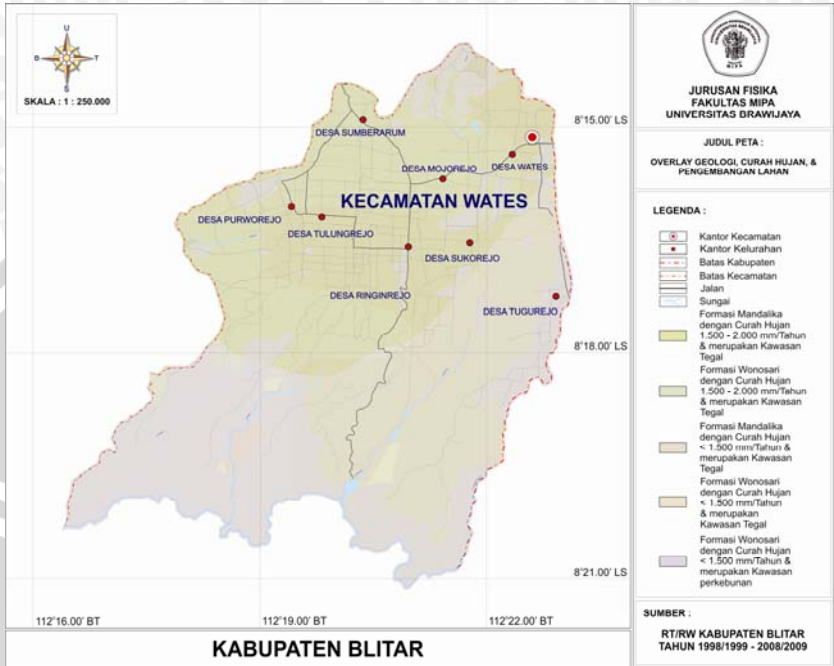
Ketinggian 100-250 m di atas permukaan laut, merupakan anggota Formasi wonosari, merupakan kawasan perkebunan.



**Gambar 4.31** Overlay peta topografi, curah hujan dan pengembangan lahan Kecamatan Wates

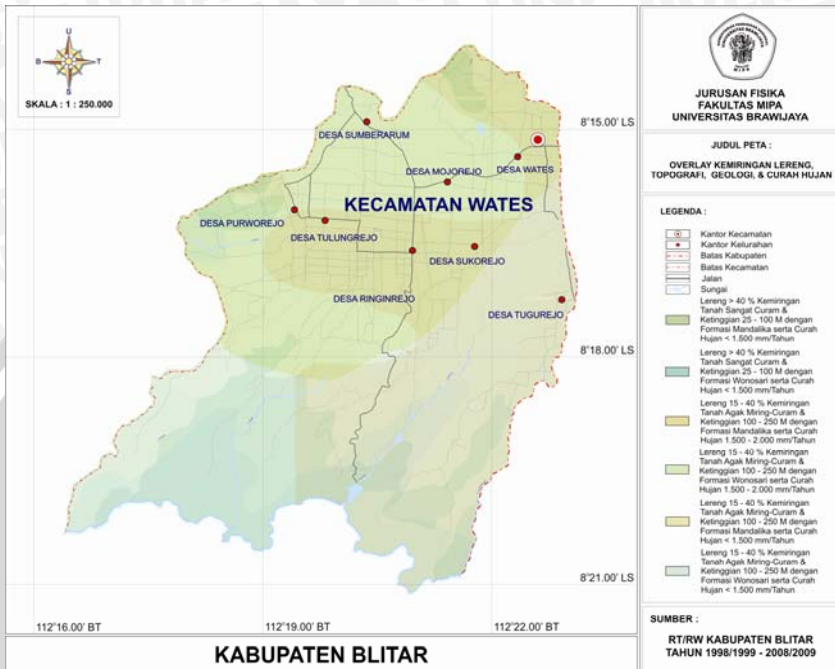
Berdasarkan Gambar 4.31 *overlay* antara peta topografi, curah hujan dan pengembangan lahan Kecamatan Wates dibagi menjadi 5 kelas yaitu: ketinggian 100-250 m di atas permukaan laut, dengan intensitas curah hujan antara 1.500-2.000 mm/tahun, merupakan kawasan perkebunan. Ketinggian 100-250 m di atas permukaan laut, dengan intensitas curah hujan <1.500 mm/tahun, merupakan kawasan tegal. Ketinggian 250-500 m di atas permukaan laut, dengan intensitas curah hujan <1.500 mm/tahun, merupakan kawasan perkebunan. Ketinggian 250-500 m di atas permukaan laut, dengan intensitas curah hujan antara 1.500-2.000 mm/tahun, merupakan kawasan tegal. Ketinggian 250-500 m di atas permukaan laut, dengan intensitas curah hujan antara 1.500-2.000 mm/tahun, merupakan kawasan perkebunan.





**Gambar 4.32** Overlay peta geologi, curah hujan dan pengembangan lahan Kecamatan Wates

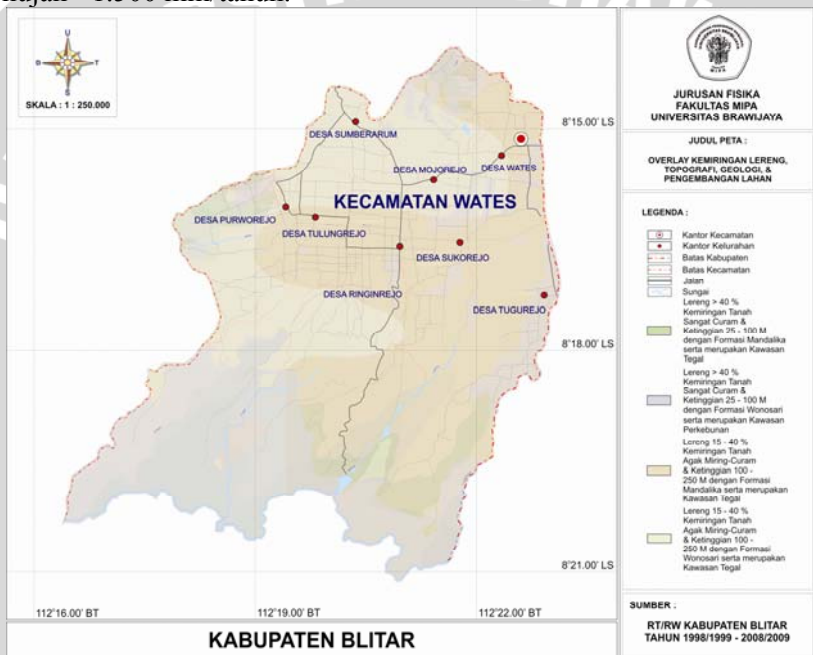
Berdasarkan Gambar 4.32 overlay antara peta geologi, curah hujan dan pengembangan lahan Kecamatan Wates dibagi menjadi 5 kelas yaitu: anggota Formasi Mandalika yang terdiri dari lava andesit-basal, latit porfir, riolit dan dosit, dengan intensitas curah hujan <1.500 mm/tahun, merupakan kawasan perkebunan. Anggota Formasi Wonosari yang terdiri dari batu gamping koral, batu gamping lempungan, batu gamping tuffan, batu gamping pasiran, napal, batu lempung hitam bergambut dan kalsirudit, dengan intensitas curah hujan <1.500 mm/tahun, merupakan kawasan tegal. Anggota Formasi Mandalika, dengan intensitas curah hujan antara 1.500-2.000 mm/tahun, merupakan kawasan perkebunan. Anggota Formasi Wonosari dengan intensitas curah hujan antara 1.500-2.000 mm/tahun, merupakan kawasan tegal. Anggota Formasi Wonosari dengan intensitas curah hujan antara 1.500-2.000 mm/tahun, merupakan kawasan perkebunan.



**Gambar 4.33** Overlay peta kemiringan lereng, topografi, geologi dan curah hujan Kecamatan Wates

Berdasarkan Gambar 4.33 *overlay* antara peta kemiringan lereng, topografi, geologi dan curah hujan Kecamatan Wates dibagi menjadi 6 kelas yaitu: lereng 15-40% kemiringan tanah agak miring-curam dengan ketinggian 100-250 m di atas permukaan laut, merupakan anggota Formasi Mandalika yang terdiri dari lava andesit-basal, latit porfir, riolit dan dosit., dengan intensitas curah hujan antara 1.500-2.000 mm/tahun. Lereng 15-40% kemiringan tanah agak miring-curam dengan ketinggian 100-250 m di atas permukaan laut, merupakan anggota Formasi Wonosari yang terdiri dari batu gamping koral, batu gamping lempungan, batu gamping tuffan, batu gamping pasir, napal, batu lempung hitam bergambut dan kalsirudit, dengan intensitas curah hujan antara 1.500-2.000 mm/Tahun. Lereng 15-40% kemiringan tanah agak miring-curam dengan ketinggian 100-250 m di atas permukaan laut, merupakan anggota Formasi Mandalika, dengan intensitas curah hujan <1.500 mm/tahun. Lereng >40% mempunyai kemiringan tanah

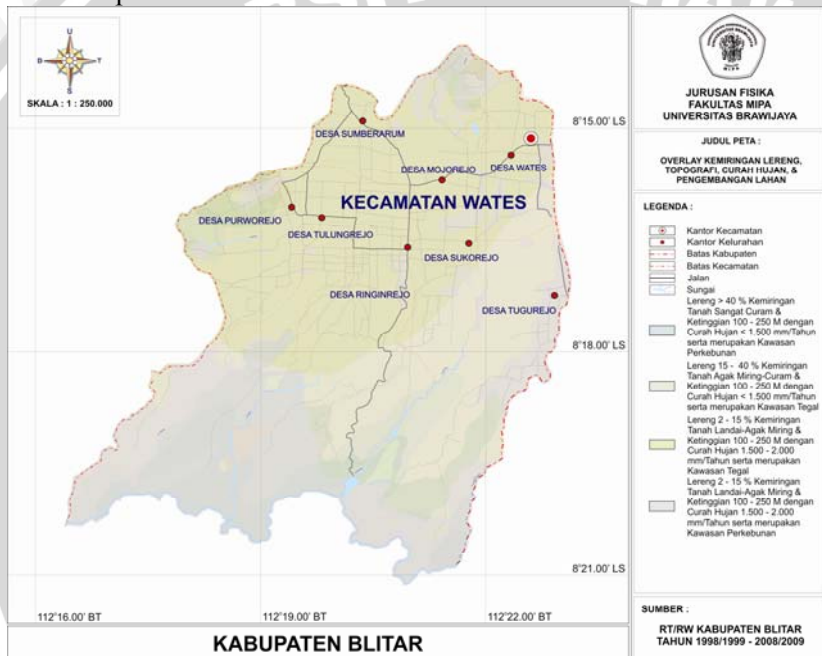
sangat curam, dengan ketinggian 250-500 m di atas permukaan laut, merupakan anggota Formasi Wonosari, dengan intensitas curah hujan antara 1.500-2.000 mm/tahun. Lereng >40% mempunyai kemiringan tanah sangat curam, dengan ketinggian 250-500 m, anggota Formasi Mandalika, dengan intensitas curah hujan antara 1.500-2.000 mm/tahun. Lereng >40% mempunyai kemiringan tanah sangat curam, dengan ketinggian 250-500 m di atas permukaan laut, merupakan anggota Formasi Wonosari, dengan intensitas curah hujan <1.500 mm/tahun.



**Gambar 4.34** Overlay peta kemiringan lereng, topografi, geologi dan pengembangan lahan Kecamatan Wates

Berdasarkan Gambar 4.34 *overlay* antara peta kemiringan lereng, topografi, geologi dan curah hujan Kecamatan Wates dibagi menjadi 4 kelas yaitu: lereng 15-40% kemiringan tanah agak miring-curam dengan ketinggian 100-250 m di atas permukaan laut, merupakan anggota Formasi Mandalika yang terdiri dari lava andesit-basal, latit porfir, riolit dan dosit., merupakan kawasan tegal. Lereng 15-40% kemiringan tanah agak miring-curam dengan ketinggian 100-250 m di atas permukaan laut, merupakan anggota

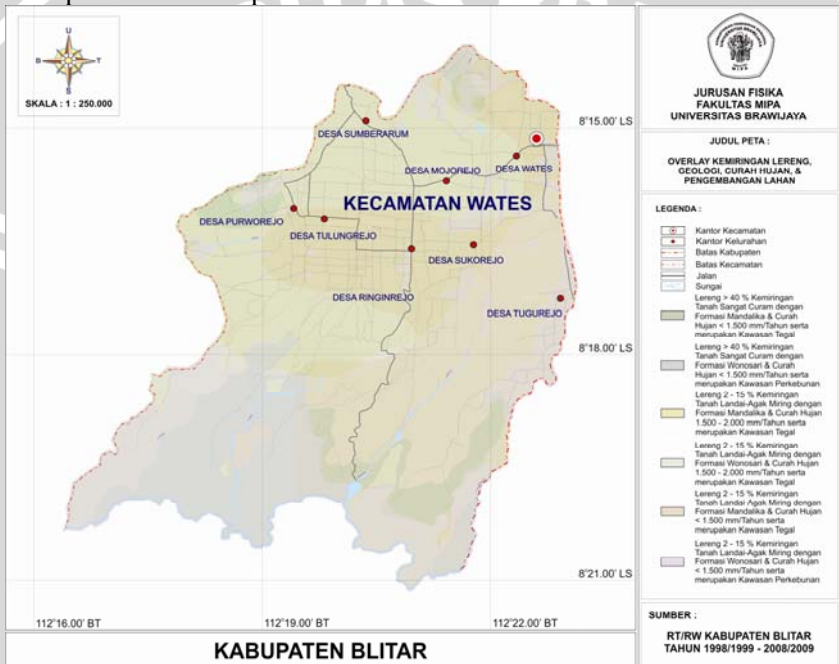
Formasi Wonosari yang terdiri dari batu gamping koral, batu gamping lempungan, batu gamping tuffan, batu gamping pasiran, napal, batu lempung hitam bergambut dan kalsirudit, merupakan kawasan perkebunan. Lereng >40% mempunyai kemiringan tanah sangat curam, dengan ketinggian 250-500 m di atas permukaan laut, merupakan anggota Formasi Mandalika, merupakan kawasan tegal. Lereng >40% mempunyai kemiringan tanah sangat curam, dengan ketinggian 250-500 m, anggota Formasi Wonosari, merupakan kawasan perkebunan.



**Gambar 4.35** Overlay peta kemiringan lereng, topografi, curah hujan dan pengembangan lahan Kecamatan Wates

Berdasarkan Gambar 4.35 overlay antara peta kemiringan lereng, topografi, curah hujan dan pengembangan lahan Kecamatan Wates dibagi menjadi 4 kelas yaitu: lereng >40% mempunyai kemiringan tanah sangat curam, dengan ketinggian 250-500 m di atas permukaan laut, dengan intensitas curah hujan <1.500 mm/tahun, merupakan kawasan perkebunan. Lereng >40% mempunyai kemiringan tanah sangat curam, dengan ketinggian 250-500 m,

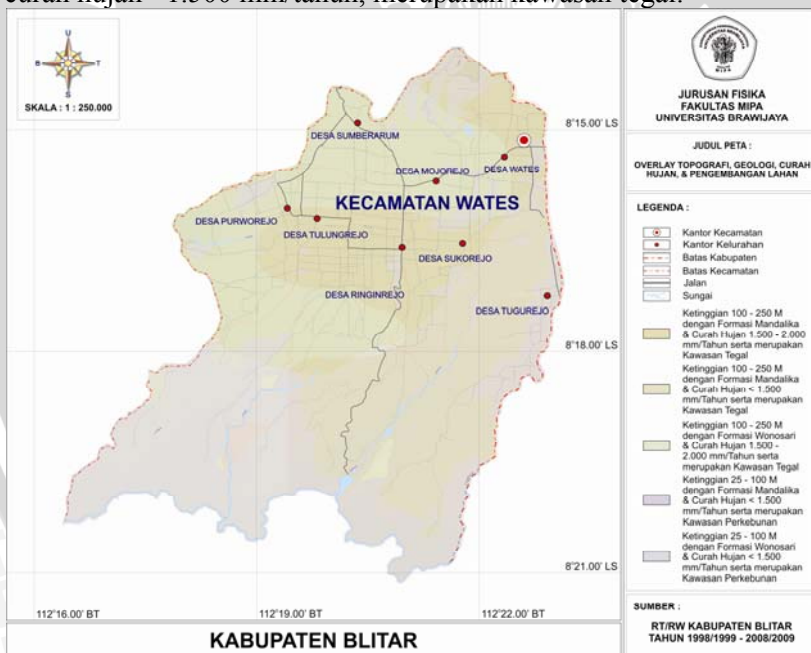
dengan intensitas curah hujan antara 1.500-2.000 mm/tahun, merupakan kawasan tegal. Lereng 15-40% kemiringan tanah agak miring-curam dengan ketinggian 100-250 m di atas permukaan laut, dengan intensitas curah hujan <1.500 mm/tahun, merupakan kawasan tegal. Lereng 15-40% kemiringan tanah agak miring-curam dengan ketinggian 100-250 m di atas permukaan laut, dengan intensitas curah hujan antara 1.500-2.000 mm/tahun, merupakan kawasan perkebunan.



**Gambar 4.36** Overlay peta kemiringan lereng, geologi, curah hujan dan pengembangan lahan Kecamatan Wates

Berdasarkan Gambar 4.36 *overlay* antara peta kemiringan lereng, geologi, curah hujan dan pengembangan lahan Kecamatan Wates dibagi menjadi 6 kelas yaitu: lereng 15-40% kemiringan tanah agak miring-curam, merupakan anggota Formasi Mandalika yang terdiri dari lava andesit-basal, latit porfir, riolit dan dosit., dengan intensitas curah hujan antara 1.500-2.000 mm/tahun, merupakan kawasan tegal. Lereng 15-40% kemiringan tanah agak miring-curam, merupakan anggota Formasi Wonosari yang terdiri

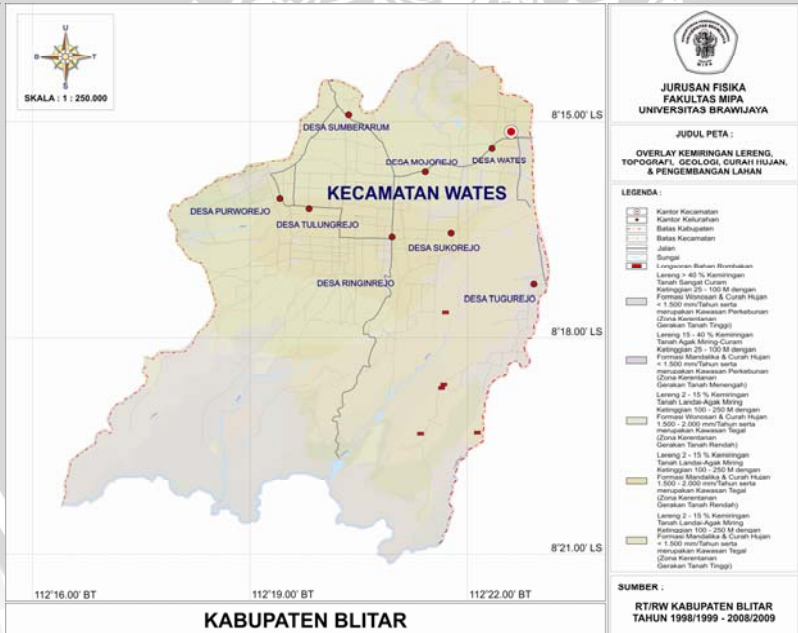
dari batu gamping koral, batu gamping lempungan, batu gamping tuffan, batu gamping pasiran, napal, batu lempung hitam bergambut dan kalsirudit, dengan intensitas curah hujan <1.500 mm/tahun, merupakan kawasan perkebunan. Lereng 15-40% kemiringan tanah agak miring-curam, merupakan anggota Formasi Mandalika, dengan intensitas curah hujan <1.500 mm/tahun, merupakan kawasan tegal. Lereng >40% mempunyai kemiringan tanah sangat curam, merupakan anggota Formasi Wonosari, dengan intensitas curah hujan antara 1.500-2.000 mm/tahun, merupakan kawasan tegal. Lereng >40% mempunyai kemiringan tanah sangat curam, merupakan anggota Formasi Mandalika, dengan intensitas curah hujan antara 1.500-2.000 mm/tahun, merupakan kawasan perkebunan. Lereng >40% mempunyai kemiringan tanah sangat curam, merupakan anggota Formasi Wonosari, dengan intensitas curah hujan <1.500 mm/tahun, merupakan kawasan tegal.



**Gambar 4.37** Overlay peta topografi, geologi, curah hujan dan pengembangan lahan Kecamatan Wates

Berdasarkan Gambar 4.37 *overlay* antara peta topografi, geologi, curah hujan dan pengembangan lahan Kecamatan Wates

dibagi menjadi 5 kelas yaitu: ketinggian 250-500 m di atas permukaan laut, merupakan anggota Formasi Mandalika yang terdiri dari lava andesit-basal, latit porfir, riolit dan dosit, dengan intensitas curah hujan <1.500 mm/tahun, merupakan kawasan perkebunan. Ketinggian 250-500 m di atas permukaan laut, merupakan anggota Formasi Mandalika, dengan intensitas curah hujan antara 1.500-2.000 mm/tahun, merupakan kawasan tegal. Ketinggian 250-500 m di atas permukaan laut, merupakan anggota Formasi Wonosari yang terdiri dari batu gamping koral, batu gamping lempungan, batu gamping tuffan, batu gamping pasir, napal, batu lempung hitam bergambut dan kalsirudit, dengan intensitas curah hujan antara 1.500-2.000 mm/tahun, merupakan kawasan tegal. Ketinggian 100-250 m di atas permukaan laut, merupakan anggota Formasi Mandalika, dengan intensitas curah hujan antara 1.500-2.000 mm/tahun, merupakan kawasan tegal. Ketinggian 100-250 m di atas permukaan laut, merupakan anggota Formasi Wonosari, dengan intensitas curah hujan <1.500 mm/tahun, merupakan kawasan perkebunan.



**Gambar 4.38** Overlay peta kemiringan lereng, topografi, geologi, curah hujan dan pengembangan lahan Kecamatan Wates

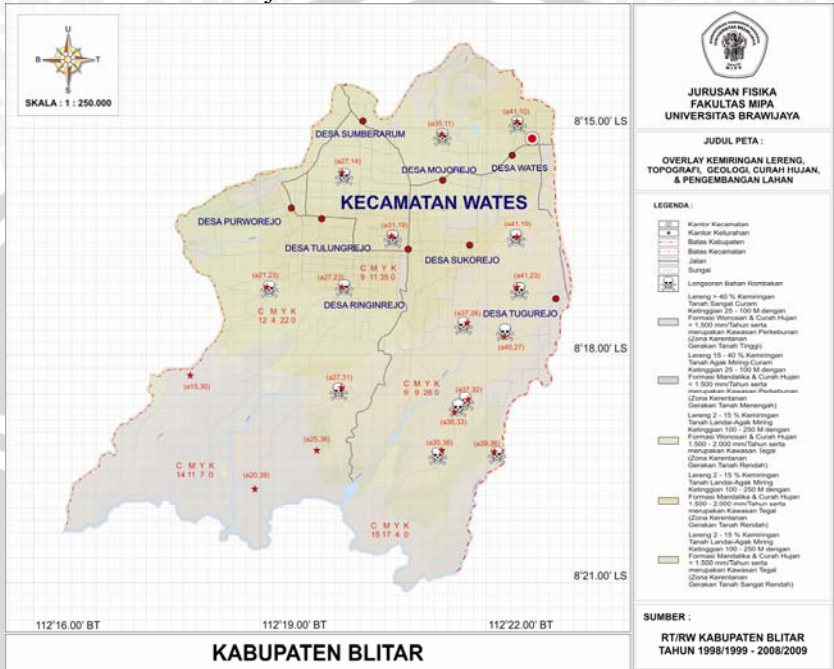
Berdasarkan Gambar 4.38 *overlay* antara peta kemiringan lereng, geologi, curah hujan dan pengembangan lahan Kecamatan Wates dibagi menjadi 5 kelas yaitu:

1. Lereng 15-40% kemiringan tanah agak miring-curam, dengan ketinggian 100-250 m di atas permukaan laut, merupakan anggota Formasi Wonosari yang terdiri dari batu gamping koral, batu gamping lempungan, batu gamping tuffan, batu gamping pasiran, napal, batu lempung hitam bergambut dan kalsirudit, dengan intensitas curah hujan antara 1.500-2.000 mm/tahun, merupakan kawasan tegal, digolongkan dalam zona gerakan tanah menengah.
2. Lereng 15-40% kemiringan tanah agak miring-curam, dengan ketinggian 100-250 m di atas permukaan laut, merupakan anggota Formasi Mandalika yang terdiri dari lava andesit-basal, latit porfir, riolit dan dosit, dengan intensitas curah hujan <1.500 mm/tahun, merupakan kawasan perkebunan, digolongkan dalam zona gerakan tanah rendah.
3. Lereng >40% mempunyai kemiringan tanah sangat curam, dengan ketinggian 250-500 m di atas permukaan laut, merupakan anggota Formasi Wonosari, dengan intensitas curah hujan antara 1.500-2.000 mm/tahun, merupakan kawasan tegal, digolongkan dalam zona gerakan tanah tinggi.
4. Lereng >40% mempunyai kemiringan tanah sangat curam, dengan ketinggian 250-500 m di atas permukaan laut, merupakan anggota Formasi Mandalika, dengan intensitas curah hujan <1.500 mm/tahun, merupakan kawasan perkebunan, digolongkan dalam zona gerakan tanah menengah.
5. Lereng >40% mempunyai kemiringan tanah sangat curam, dengan ketinggian 250-500 m di atas permukaan laut, merupakan anggota Formasi Mandalika, dengan intensitas curah hujan <1.500 mm/tahun, merupakan kawasan perkebunan, digolongkan dalam zona gerakan tanah tinggi.

Warna sebuah citra digital pada peta ditentukan oleh besar intensitas pixel-pixel penyusunnya. Warna ini diperoleh dari besar kecilnya intensitas cahaya yang ditangkap oleh sensor. Karena intensitas cahaya di alam (gradasi intensitas analog) tidak terbatas dan belum ada alat yang mampu menangkap seluruh gradasi warna sehingga dilakukan proses kuantisasi yaitu suatu proses transformasi intensitas analog yang bersifat kontinu ke



daerah yang memiliki intensitas diskrit, warna yang sudah terkuantisasi di tunjukkan oleh Gambar 4.39



**Gambar 4.39** Overlay peta kemiringan lereng, topografi, geologi, curah hujan dan pengembangan lahan Kecamatan Wates yang sudah terkuantisasi

**Tabel 4.1** Penentuan zona kerentanan gerakan tanah dengan metode skoring

No.	Peta Geologi	Peta Curah Hujan	Peta Topografi	Peta Kemiringan lereng	Peta Pengembangan Lahan	Skor
1	0	0	10	10	0	2
2	5	0	0	10	0	1,5
3	0	10	0	10	0	2
4	0	0	0	10	5	1,5
5	5	0	10	0	0	1,5
6	0	10	10	0	0	2
7	0	0	10	0	5	1,5
8	5	10	0	0	0	1,5
9	5	0	0	0	5	1
10	0	10	0	0	5	1,5
11	5	0	10	10	0	2,5
12	0	10	10	10	0	3
13	0	0	10	10	5	2,5
14	5	10	0	10	0	2,5
15	5	0	0	10	5	2
16	0	10	0	10	5	2,5
17	5	10	10	0	0	2,5
18	5	0	10	0	5	2
19	0	10	10	0	5	2,5
20	5	10	0	0	5	2
21	5	0	10	10	0	2,5
22	5	0	10	10	5	3
23	0	10	10	10	5	3,5
24	5	10	0	10	5	3
25	5	10	10	0	5	3
26	5	10	10	10	5	4

**Keterangan:**

- 1 = Kerentanan Gerakan Tanah Sangat Rendah
- 2 = Kerentanan Gerakan Tanah Rendah
- 3 = Kerentanan Gerakan Tanah Menengah
- 4 = Kerentanan Gerakan Tanah Tinggi

**Tabel 4.2** Penentuan titik kerentanan gerakan tanah berdasarkan nilai CMYK (Cyan, Magenta, Yellow dan Black)

Titik	Peta Geologi	Peta Curah Hujan	Peta Topografi	Peta Kemiringan lereng	Peta Pengembangan Lahan	Skor
Titik 1(a27,14)	0	10	10	10	5	3,5
Titik 2(a31,19)	5	10	10	10	5	4
Titik 3(a35,11)	0	10	10	10	5	3,5
Titik 4(a41,10)	5	10	10	10	5	4
Titik 5(a41,19)	5	10	10	10	5	4
Titik 6(a21,23)	0	10	10	10	5	3,5
Titik 7(a27,23)	5	10	10	10	5	4
Titik 8(a41,23)	5	10	10	10	5	4
Titik 9(a40,27)	5	0	10	10	5	3
Titik 10(a27,31)	5	0	10	10	5	3
Titik 11(a20,39)	0	0	10	0	10	2
Titik 12(a15,30)	0	0	10	10	0	2
Titik 13(a37,26)	5	0	10	10	5	3
Titik 14(a37,32)	5	0	0	10	5	2
Titik 15(a36,33)	5	0	10	10	5	3
Titik 16(a39,36)	5	0	10	0	5	2
Titik 17(a35,36)	5	0	10	10	5	3
Titik 18(a25,36)	5	0	10	0	5	2

**Keterangan:**

- 1 = Kerentanan Gerakan Tanah Sangat Rendah    2 = Kerentanan Gerakan Tanah Rendah  
 3 = Kerentanan Gerakan Tanah Menengah        4 = Kerentanan Gerakan Tanah Tinggi

## 4.2 Analisis penentuan zona kerentanan gerakan tanah

Berdasarkan tabel 4.1 dan tabel 4.2 analisis penentuan nilai CMYK (*Cyan, Magenta, Yellow dan Black*) untuk mengetahui titik kerentanan gerakan tanah dapat dilakukan dengan membuat metode skoring dan membuat pemisalan untuk beberapa warna dominan dari peta primer, yaitu: warna hijau pada peta curah hujan memiliki skor 10, warna kuning pada peta kemiringan lereng dan topografi memiliki skor 10, warna coklat tua pada peta geologi memiliki skor 5, dan warna coklat kemerahan pada peta pengembangan lahan memiliki skor 5. Ketika warna tersebut disubstitusikan kepersamaan (4.1)

$$\text{SIG} = \frac{K_1A + K_2B + \dots + K_5E}{\text{Jumlahnilai isemuawarna}} \times \text{Nilaigerakan tanah tertinggi}$$

atau

$$\text{SIG} = \frac{K_1A + K_2B + \dots + K_5E}{40} \times 4 \quad (4.1)$$

Jika nilai gerakan tanah dari yang paling rendah-tinggi adalah sebagai berikut:

- 1 = Kerentanan Gerakan Tanah Sangat Rendah
- 2 = Kerentanan Gerakan Tanah Rendah
- 3 = Kerentanan Gerakan Tanah Menengah
- 4 = Kerentanan Gerakan Tanah Tinggi

Dengan membuat tabel penentuan zona kerentanan gerakan tanah seperti pada tabel 4.1 maka dapat dianalisis, bahwa pada *overlay 2* peta diperoleh skor yang berkisar antara 1-2, skor ini menunjukkan bahwa daerah penelitian memiliki kerentanan gerakan tanah antara sangat rendah-rendah. Sedangkan untuk *overlay 3* peta diperoleh skor yang berkisar antara 2,5-3, skor ini menunjukkan bahwa di daerah penelitian memiliki kerentanan gerakan tanah antara rendah-menengah. Untuk *overlay 4* peta diperoleh skor yang berkisar antara 2,5-3,5, skor ini menunjukkan bahwa di daerah penelitian memiliki kerentanan gerakan tanah antara menengah-tinggi. Sedangkan untuk *overlay 5* peta diperoleh skor sebesar 4, skor ini menunjukkan bahwa di daerah penelitian memiliki kerentanan gerakan tanah tinggi.

Berdasarkan tabel 4.2 maka dapat dianalisis, bahwa pada titik 1, 3 dan 6 dengan skor 3,5 menunjukkan bahwa di titik tersebut memiliki kerentanan gerakan tanah antara menengah-tinggi, pada titik 2, 4, 5, 7, 8 dan 10 dengan skor 4 memiliki kerentanan gerakan tanah tinggi, pada titik 9, 13 dan 17 dengan skor 3 memiliki kerentanan gerakan tanah menengah. Sedangkan pada titik 11, 12, 14, 15 dan 16 dengan skor 2 memiliki kerentanan gerakan tanah rendah.

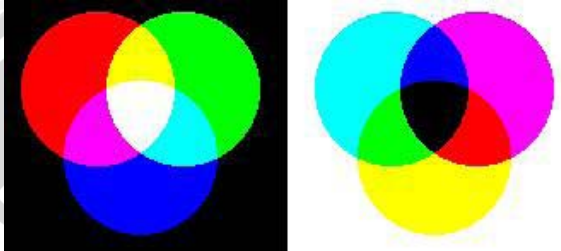
Data digital hasil penginderaan jauh yang terekam dalam bentuk angka yang menunjukkan nilai kecerahan (tingkat keabuan). Angka tersebut menunjukkan nilai kecerahan bagi tiap pixel (*picture element*), yakni ukuran terkecil objek yang dapat direkam oleh suatu sensor. Oleh karena itu angka ini sering disebut sebagai nilai pixel atau nilai digital. Nilai pixel dapat dibuat berkisar antara 0-63, 0-127 dan 0-255. Kebanyakan citra satelit yang belum diproses disimpan dalam bentuk *gray scale*, yang merupakan skala warna dari hitam ke putih dengan derajat keabuan yang bervariasi. Nilai 0 menggambarkan warna hitam, dan nilai 255 menggambarkan warna putih. Tiap pixel ditunjukkan dengan tiga nilai yaitu, nilai x,y dan z. Nilai x dan y digunakan untuk menunjukkan letak setiap pixel, sedangkan nilai z mencerminkan nilai spektralnya.

Tingkat ketajaman/resolusi warna pada citra digital tergantung pada jumlah "bit" yang digunakan oleh komputer untuk merepresentasikan setiap pixel. Tipe yang sering digunakan untuk merepresentasikan citra adalah "8-bit citra" (256 colors (0 untuk hitam-255 untuk putih)), tetapi dengan kemajuan teknologi perangkat keras grafik, kemampuan tampilan citra di komputer hingga 32 bit (232 warna).

Peningkatan kualitas citra dapat dilakukan melalui transformasi intensitas citra, yaitu besarnya intensitas setiap pixel pada citra yang diubah, tetapi posisi pixel tetap. Transformasi ini dilakukan melalui sebuah fungsi yang disebut fungsi transformasi skala keabuan atau *GrayScale Transformation Function* atau biasa disebut fungsi *GST*. Fungsi ini memetakan fungsi input  $f_i(x,y)$  (yang bertindak sebagai citra *input*) menjadi fungsi output  $f_o(x,y)$ . Untuk citra warna, fungsi GST diterapkan untuk ketiga elemen warna yang ada (RGB).

Cara mentransforasi citra warna menjadi citra *grayscale*, yaitu dengan menghitung rata-rata elemen warna *Red*, *Green*, dan *Blue* atau menghitung rata-rata elemen warna CMYK.

Model CMYK (Cyan, Magenta, Yellow dan Black) adalah suatu model subtractive yang berhubungan dengan penyerapan warna, sebagai contoh pigment warna cat seperti pada Gambar 4.40



**Gambar 4.40** Pigment warna cat

Semakin lama warna peta hasil *overlay* semakin tidak bagus, hal ini terjadi karena banyaknya percampuran warna yang dilakukan saat proses *overlay*, sehingga menjadikan hasil peta yang diperoleh kurang menarik.



Tabel 4.3. Koreksi titik sampel hasil overlay lima peta

No.	Nama Kec	Nama Desa	Titik	Koord Geografis		Koreksi Titik Sampel	Koord UTM GPS	h	Keterangan			
				Peta (x,y)	GPS (x',y')							
1	Wates	Tugurejo	1	(8°18'03" LS, 112°20'7" BT)	(8°18'7" LS, 112°20'30" BT)	(0,12 km, 0,40 km)	(0649017, 9083203)	432 m	RGTT			
				2	(8°18'22" LS, 112°21'6" BT)	(8°18'37" LS, 112°21'9" BT)	(0,46 km, 0,09 km)			(0652240, 9083657)	382 m	RGTM
			3		(8°18'41" LS, 112°21'5" BT)	(8°18'51" LS, 112°21'9" BT)	(0,30 km, 0,12 km)	(0650931, 9081679)	357 m	RGTR		
					4	(8°18'68" LS, 112°20'8" BT)	(8°18'70" LS, 112°20'18" BT)	(0,06 km, 0,30 km)				
			5	Sukorejo		(8°18'4" LS, 112°21'6" BT)	(8°18'5" LS, 112°21'11" BT)	(0,03 km, 0,15 km)	(0650363, 9081502)	379 m	RGTM	

**Keterangan:**

RGTR: Rawan Gerakan Tanah Rendah

RGTM: Rawan Gerakan Tanah Menengah

RGTT: Rawan Gerakan Tanah Tinggi

Berdasarkan Tabel 4.3 koreksi titik sampel hasil *overlay* lima peta maka dapat dianalisis bahwa pada batas administrasi Desa Tugurejo terdapat 4 titik potensi gerakan tanah. Titik 1 terdapat pada koordinat  $8^{\circ}18'03''\text{LS}$  dengan koreksi titik sampel sebesar 0,12 km, sedang pada koordinat  $112^{\circ}20'7''\text{BT}$  terdapat koreksi titik sampel sebesar 0,40 km dengan ketinggian 423 m (digolongkan dalam zona rawan gerakan tanah tinggi); titik 2 yang terdapat pada koordinat  $8^{\circ}18'22''\text{LS}$  dengan koreksi titik sampel sebesar 0,46 km, sedang pada koordinat  $112^{\circ}21'6''\text{BT}$  terdapat koreksi titik sampel sebesar 0,09 km dengan ketinggian 382 m (digolongkan dalam zona rawan gerakan tanah menengah); titik 3 terdapat pada koordinat  $8^{\circ}18'41''\text{LS}$  dengan koreksi titik sampel sebesar 0,30 km, sedang pada koordinat  $112^{\circ}21'5''\text{BT}$  terdapat koreksi titik sampel sebesar 0,12 km dengan ketinggian 357 m (digolongkan dalam zona rawan gerakan tanah rendah); titik 4 terdapat pada koordinat  $8^{\circ}18'68''\text{LS}$  dengan koreksi titik sampel sebesar 0,06 km, sedang pada koordinat  $112^{\circ}20'18''\text{BT}$  terdapat koreksi titik sampel sebesar 0,30 km dengan ketinggian 376 m (digolongkan dalam zona rawan gerakan tanah menengah), sedangkan batas administrasi Desa Sukorejo hanya terdapat 1 titik potensi gerakan tanah, yaitu pada koordinat  $8^{\circ}18'4''\text{LS}$  koreksi titik sampel sebesar 0,03 km, sedang pada koordinat  $112^{\circ}21'6''\text{BT}$  terdapat koreksi titik sampel sebesar 0,15 km dengan ketinggian 379 m (digolongkan dalam zona rawan gerakan tanah menengah). Koreksi titik sampel diperoleh dari selisih antara koordinat pada GPS dan koordinat pada peta, kemudian dibagi dengan 3600 detik dan dikalikan dengan 111 km, sehingga diperoleh nilai koreksi titik sampel.

Ke lima titik potensi rawan gerakan tanah di atas terletak pada kemiringan landai-miring-agak curam, agak miring-curam, dan sangat curam, dengan lereng 2-15%, 15-40% dan >40%, dan terletak pada Formasi Mandalika dan Formasi Wonosari.





**Gambar 4.41** Lokasi penelitian di Desa Tugurejo, Kecamatan Wates Kabupaten Blitar



**Gambar 4.42** Lokasi Penelitian di Desa Sukorejo, Kecamatan Wates Kabupaten Blitar

Hubungan antara densitas tanah dengan penelitian ini adalah ketika densitas tanah besar, maka longsor yang ditimbulkan adalah pergerakan blok, dan sebaliknya jika densitas suatu tanah kecil, maka longsor yang ditimbulkan adalah lonsoran translasi. Secara fisis

densitas tanah timbul akibat adanya perubahan komposisi kimia, suhu, tekanan, komposisi mineral, rongga rekahan, porositas dan material pengisi tanah.

Hubungan antara porositas tanah, faktor keamanan dengan penelitian ini adalah ketika porositas tanah dan faktor keamanan besar maka lonsoran yang ditimbulkan juga besar misalnya yaitu: lonsoran bahan rombakan dan pergerakan blok, dan sebaliknya jika porositas tanah dan faktor keamanan kecil maka lonsoran yang ditimbulkan juga kecil, misalnya adalah: lonsoran translasi atau lonsoran rotasi. Air dapat terserap oleh tanah karena terdapat pori-pori dan adanya porositas tanah, sehingga menyebabkan bobot tanah semakin meningkat, ketika bobot tanah meningkat dan tertahan oleh lapisan kedap air yang ada dibawahnya, sehingga menyebabkan tegangan geser tanah semakin berkurang, hal ini yang menyebabkan terjadinya tanah longsor.

Kegiatan membuat peta rawan potensi gerakan tanah, dapat dilakukan dengan mengubah peta geologi, peta topografi, peta curah hujan, peta kemiringan lereng dan peta pengembangan lahan ke dalam format SIG yaitu menjadi data vektor (input), kemudian data tersebut diintegrasikan dengan data vektor lain, yang merupakan hasil digitasi dari informasi geografis yaitu (jalan, kelerengan, jenis tanah, dll). Proses integrasi merupakan proses yang membantu memprediksi daerah-daerah yang mempunyai rawan potensi gerakan tanah (output), karena peta geologi, peta topografi, peta curah hujan, peta kemiringan lereng dan peta pengembangan lahan mempunyai dimensi spasial, maka teknologi Sistem Informasi Geografis dapat diimplementasikan untuk mengevaluasi daerah-daerah yang cukup berpotensi terjadi gerakan tanah.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Sesuai dengan kondisi lapangan, maka dapat diketahui bahwa desa Tugurejo dan Sukorejo Kecamatan Wates merupakan daerah yang cukup berpotensi terjadi gerakan tanah, hal ini dapat diketahui dengan cara skoring/penentuan titik kerentanan gerakan tanah berdasarkan nilai CMYK pada lima peta yang sudah *dioverlay*.

Dari perhitungan dapat diketahui bahwa koreksi titik sampel hasil *overlay* lima peta, yaitu: pada batas administrasi Desa Tugurejo terdapat 4 titik potensi gerakan tanah. Pada titik 1 terdapat pada koordinat 8°18'03"LS, 112°20'7"BT dengan ketinggian 423 m (digolongkan dalam zona rawan gerakan tanah tinggi); titik 2 terdapat pada koordinat 8°18'22"LS, 112°21'6"BT dengan ketinggian 382 m (digolongkan dalam zona rawan gerakan tanah menengah); titik 3 terdapat pada koordinat 8°18'41"LS, 112°21'5"BT dengan ketinggian 357 m (digolongkan dalam zona rawan gerakan tanah rendah); titik 4 terdapat pada koordinat 8°18'68"LS, 112°20'18"BT dengan ketinggian 376 m (digolongkan dalam zona rawan gerakan tanah menengah), sedangkan batas administrasi Desa Sukorejo hanya terdapat 1 titik potensi gerakan tanah, yaitu pada koordinat 8°18'4"LS, 112°21'6"BT dengan ketinggian 379 m (digolongkan dalam zona rawan gerakan tanah menengah). Ke lima titik di atas terletak pada kemiringan landai-miring-agak curam, agak miring-curam, dan sangat curam, dengan lereng 2-15%, 15-40% dan >40%, yang terletak pada Formasi Mandalika dan Formasi Wonosari.

Upaya untuk mencegah terjadinya longsor yaitu: menanam pepohonan/tanaman tahunan, membuat saluran drainase, membuat bangunan penahan material longsor, membuat dam pengendali sistem susunan batuan lepas dan sistem bangunan permanen.

#### **5.2 Saran**

Sebaiknya untuk penelitian selanjutnya dilakukan pengamatan dilapangan beberapa kali, agar diperoleh koresi titik sampel yang lebih baik.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

(Halaman ini sengaja dikosongkan)



## DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous. 2008. **Kondisi Kebencanaan Di Jawa Tengah.** Bencana.net/file/ RAD PRB- prov-jateng 08-BAB-II-pdf (diakses pada tanggal 30 Maret 2000 pukul 10.00 WIB).
- Anonymous. 2007. **Pengenalan Gerakan Tanah.** www.esdm.go.id/publikasi/lain-lain/doc\_download/489 pengenalan-gerakan-tanah-html (diakses pada tanggal 30 Maret 2010 pukul 10.00 WIB).
- Anonymous. 2008. **Penataan Ruang Bab 1.** www.Penataanruang.net/taru/nspm/29/ isi. pdf (diakses pada tanggal 30 Maret 2010 pukul 10.00 WIB).
- Anonymous. 2008. **Penataan Ruang Bab 5.** go.id/ta/lapak05/p2/2/bab5. Pdf (diakses pada tanggal 30 Maret 2010 pukul 11.00 WIB)
- Aribowo, Y. 2010. **Harian Jawa Pos.** (Terbit Hari/Tgl. Kamis, 29 April 2010)
- Budiono. 2009. **Pendugaan Kedalaman Zona Akuifer Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Schlumberger di Kecamatan Selorejo Kabupaten Blitar Selatan.** Malang: Jurusan Fisika Universitas Brawijaya.
- Faturrachman, D. & Suyanto, B. 2002. **Pengembangan Wilayah Blitar Selatan Berbasis Sumberdaya alam dan Masyarakat dalam Rangka Menunjang Pengembangan Kawasan Selatan Jawa Timur (KSJT).** Jakarta: Kerjasama Badan Penelitian dan pengembangan Daerah Kabupaten Blitar dengan BPPT: Jakarta.
- Heywood & Ian. 2002. **An Introduction to Geographical Information Systems.** Pearson Education Limited. England.
- Nawawi, G. 2001. **Modul Program Keahlian Mekanisasi Pertanian Kode Modul SMK P2K02-03MKP (Mengukur Jarak dan Sudut).** [http://125.160.17.21/speedyvorarie/view.php?file=pendidikan/materikejuruan/pertanian/mekanisasi\\_pertanian/mengukur\\_jarak\\_dan\\_sudut.pdf](http://125.160.17.21/speedyvorarie/view.php?file=pendidikan/materikejuruan/pertanian/mekanisasi_pertanian/mengukur_jarak_dan_sudut.pdf) (diakses pada tanggal 30 Maret 2010 pukul 11.00 WIB)

Paryono, P. 1994. **Sistem Informasi Geografis**. Andi Offset. Yogyakarta

Prahasta & Eddy. 2000. **Konsep-Konsep Dasar Sistem Informasi Geografis. Informatika**. Bandung.

Priyantari, N. & C. Wahyono. 2005. **Penentuan Bidang Gelincir Tanah Longsor Berdasarkan Sifat Kelistrikan Bumi (Determination Of Slip Surface Based On Geoelectricity Properties)**. [www.mipa.unej.ac.id /data/vol6no2/nurul-pdf](http://www.mipa.unej.ac.id/data/vol6no2/nurul-pdf) (diakses pada tanggal 30 Maret 2010 pukul 10.00 WIB).

Puntodewo, A. 2003. **Sistem Informasi Geografis untuk Pengelolaan Sumberdaya Alam**. (e-book) diakses tanggal 2 Agustus 2010 Pukul 10.00

Ristianto, D. 2007. **Skripsi (Penentuan Resistivitas Tanah Pada Zona Labil Dengan Aplikasi Geolistrik Metode Tahanan Jenis Konfigurasi Schlumberger (Studi Kasus di Desa Bambankerep, Kecamatan Ngaliyan, Kota Semarang, Jawa Tengah))**. Semarang: Unnes (tidak dipublikasikan).

Sjarifudin, M.Z & Hamidi, S.1992. **Peta Geologi Lembar Blitar**. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi (PPP): Bandung

Subekti. 2003. **Sistem Informasi Reklame Kota Yogyakarta Tahun 2002. Skripsi, tidak dipublikasikan**. Jurusan Teknik Geodesi, Fakultas Teknik, UGM. Yogyakarta.

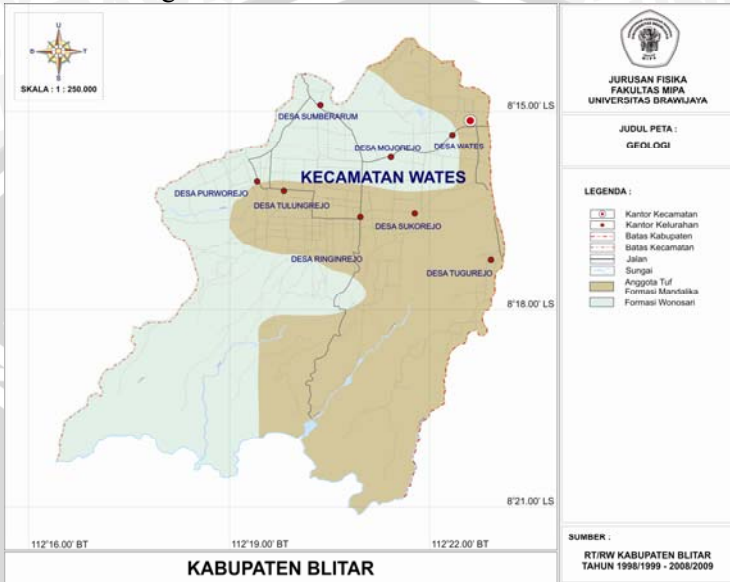
Suharyadi & Retnadi Heru Jatmiko. 1993. **Mengolah Data Spasial dengan Sistem Informasi Geografis Arc/Info**. PUSPICS, Fakultas Geografi, UGM. Yogyakarta.

Sukmono, Sigit dan Abdulah, Agus. 2001. **Karakterisasi Reservoir Seismik**. Laboratorium Geofisika Reservoir, Departemen Teknik Geofisika ITB. Bandung

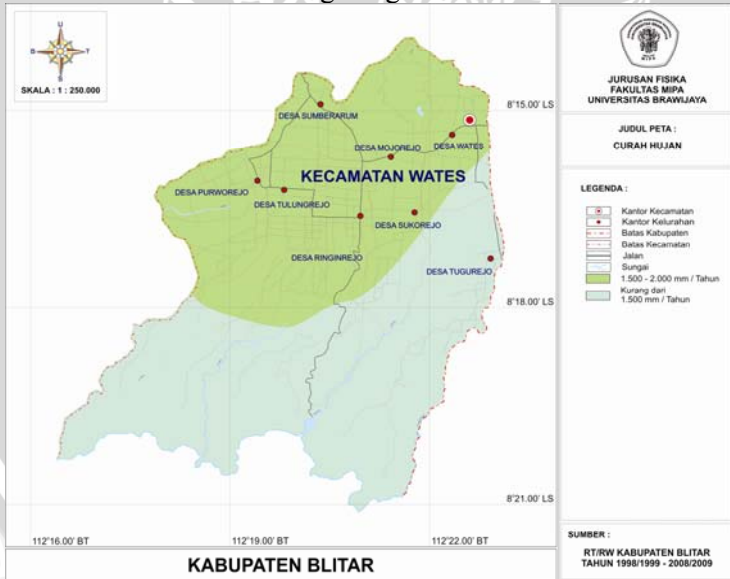
Valenzuela & Carlos R. 1991. **Remote Sensing and Geographical Information System for Resources Management in Developing Countries**. Kluwer Academic Publishers. London.

# LAMPIRAN 1

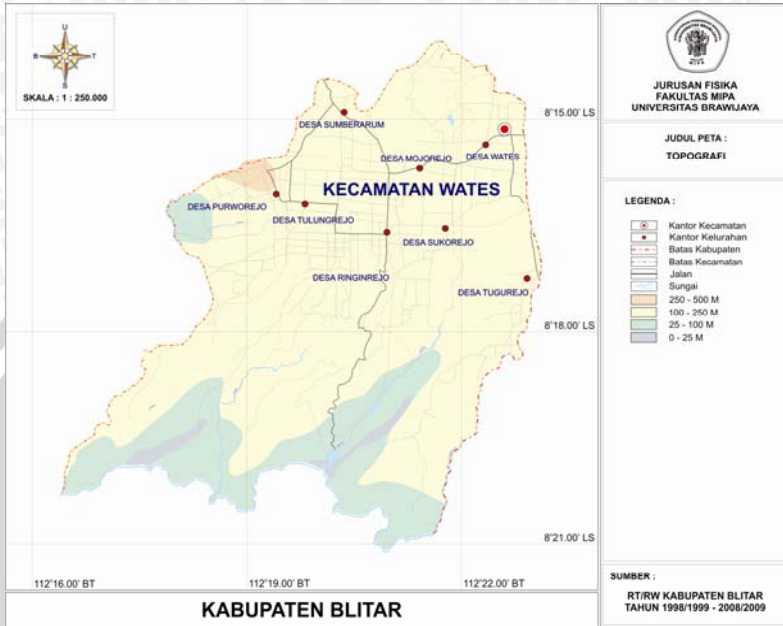
## Bahan Pendukung Data



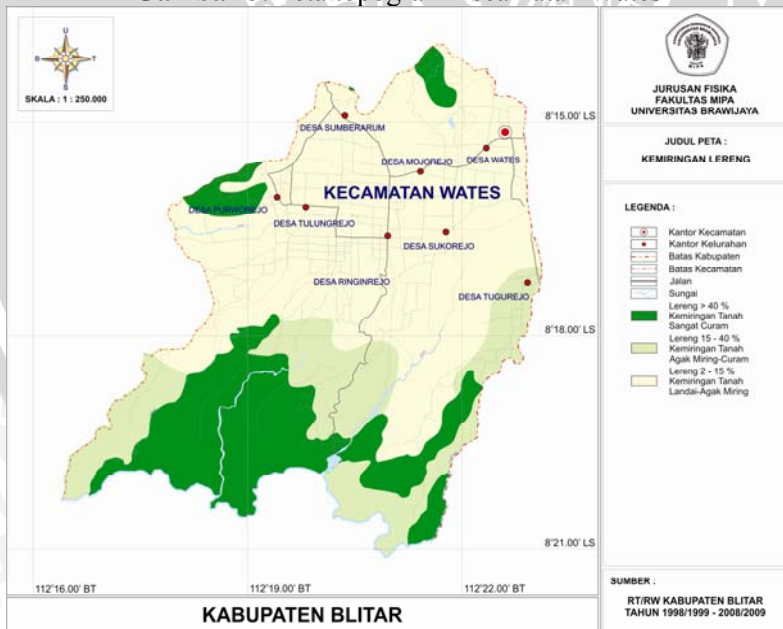
Gambar 1. Peta geologi Kecamatan Wates



Gambar 2. Peta curah hujan Kecamatan Wates

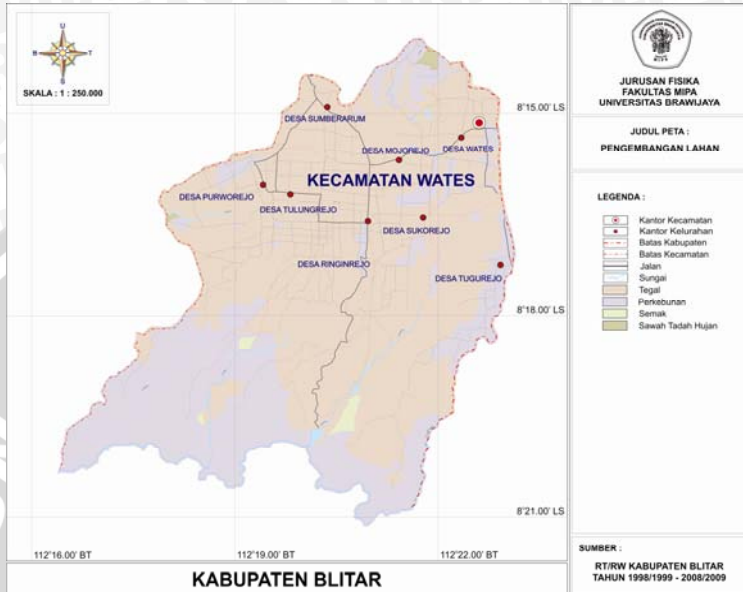


**Gambar 3.** Peta topografi Kecamatan Wates



**Gambar 4.** Peta kemiringan lereng Kecamatan Wates





**Gambar 5.** Peta pengembangan lahan Kecamatan Wates



## LAMPIRAN II

Gambar Lokasi Penelitian di Desa Tugurejo dan Sukorejo  
Kecamatan Wates Kabupaten Blitar



1. Lokasi Penelitian Titik I di Desa Tugurejo, Kecamatan Wates  
Kabupaten Blitar



2. Lokasi Penelitian Titik II di Desa Tugurejo, Kecamatan Wates  
Kabupaten Blitar



3. Lokasi Penelitian Titik III di Desa Tugurejo, Kecamatan Wates Kabupaten Blitar



4. Lokasi Penelitian Titik IV di Desa Tugurejo, Kecamatan Wates Kabupaten Blitar



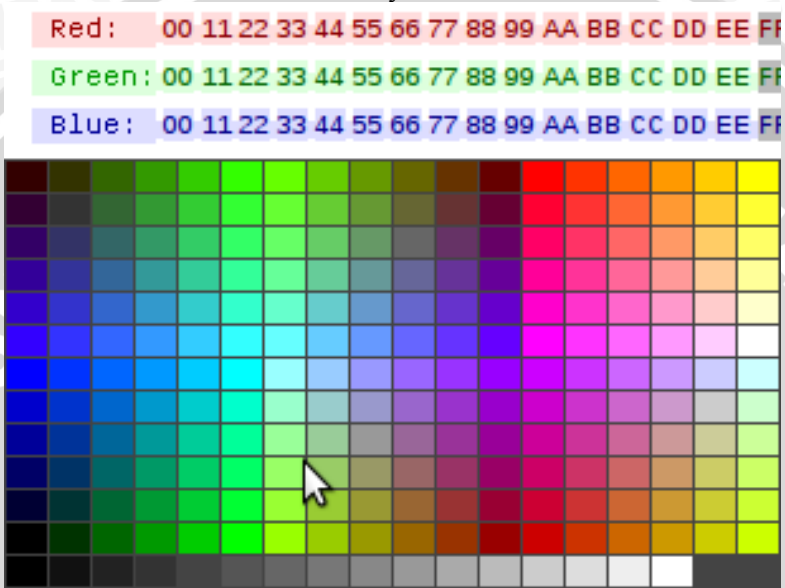
5. Lokasi Penelitian Titik V di Desa Sukorejo, Kecamatan Wates Kabupaten Blitar



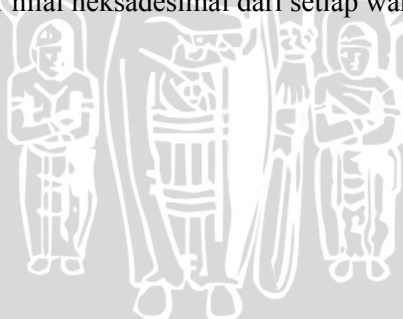
6. Lokasi Penelitian Titik V di Desa Sukorejo, Kecamatan Wates Kabupaten Blitar

### LAMPIRAN III

Gambar nilai heksadesimal dari setiap warna dan distribusi warna crayon



Gambar nilai heksadesimal dari setiap warna



**Tabel.** Distribusi warna crayon

NO	R	G	B
0	188	138	33
1	42	40	113
2	53	48	55
3	158	63	131
4	26	28	41
5	28	130	44
6	91	48	42
7	2	111	69
8	170	189	193
9	61	48	42
10	0	155	96
11	150	169	186
12	24	83	87
13	1	93	134
14	188	177	1
15	42	74	87
16	64	46	46
17	40	93	68
18	31	127	100
19	193	61	110
20	198	99	145
21	230	201	157
22	209	74	19
23	96	118	53
24	95	164	221
25	33	24	141
26	203	47	22
27	10	88	188
28	76	117	222
29	123	227	216
30	150	141	222
31	62	56	154
32	190	161	197
33	230	143	14
34	14	98	98
35	227	246	252
36	117	121	130
37	179	161	111
38	114	49	47
39	66	34	99
40	171	28	58
41	117	28	58
42	21	154	89
43	149	91	87
44	255	201	101
45	217	215	70
46	145	124	41
47	14	122	214

Tabel diatas merupakan tabel nilai RGB pada 48 warna crayon ( $x_1-x_{48}$ ). Dari tabel warna diatas maka dapat ditampilkan pada program seperti gambar dibawah ini



**Gambar** distribusi warna crayon 48 warna

# LAMPIRAN IV

