

**ANALISIS PROBABILITAS KELONGSORAN  
DENGAN MENGESTIMASI KENAIKAN MUKA AIR TANAH  
MENGUNAKAN METODE CRD  
(CUMULATIVE RAINFALL DEPARTURE)**



**LAPORAN AKHIR**

**Dibaca untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar  
Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**

Oleh :

**JONATHAN MULLA S.**

**03071001107**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**2011**

S  
524.19 07

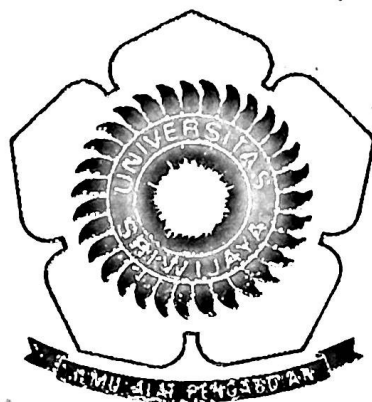
you

a

2011

R. 24540 / 25101

**ANALISIS PROBABILITAS KELONGSORAN  
DENGAN MENGESTIMASI KENAIKAN MUKA AIR TANAH  
MENGUNAKAN METODE CRD  
(CUMULATIVE RAINFALL DEPARTURE)**



**LAPORAN TUGAS AKHIR**

Dibuat untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar  
Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh :

JONATHAN MULIA S.

03071001107

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL**

2011

TANDA PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR

N A M A : JONATHAN MULIA S.  
N I M : 03071001107  
JURUSAN : TEKNIK SIPIL  
JUDUL : ANALISIS PROBABILITAS KELONGSORAN DENGAN  
MENGESTIMASI KENAIKAN MUKA AIR TANAH  
MENGUNAKAN METODE CRD (*CUMULATIVE  
RAINFALL DEPARTURE*)

Inderalaya, November 2011

Ketua Jurusan,



Ir. H. Yakni Idris, M.Sc., MSCE  
NIP. 19581211 198703 1 002

UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL

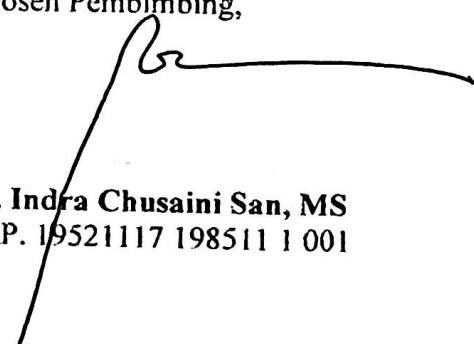
---

TANDA PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

NAMA : JONATHAN MULIA S.  
NIM : 03071001107  
JURUSAN : TEKNIK SIPIL  
JUDUL : ANALISIS PROBABILITAS KELONGSORAN DENGAN  
MENGESTIMASI KENAIKAN MUKA AIR TANAH  
MENGUNAKAN METODE CRD (CUMULATIVE  
RAINFALL DEPARTURE)

Inderalaya, November 2011

Dosen Pembimbing,



Ir. Indra Chusaini San, MS  
NIP. 19521117 198511 1 001

**Motto :**

- ❖ ***Ukuran keberhasilan bukanlah berdasarkan hasil yang didapatkan, melainkan besar usaha yang dilakukan***

**Kupersembahkan untuk :**

- ❖ ***Orangtua ku yang sudah menuntun hidupku***
- ❖ ***Adik-adik ku yang selalu memberi tawa dan semangat ...***
- ❖ ***Keluarga besar ku yang selalu memberikan dukungan ...***
- ❖ ***Sahabat-sahabat ku yang selalu ada dikala suka dan duka ...***
- ❖ ***Almamaterku ...***

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat rahmatNya maka penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini tepat pada waktunya. Laporan Tugas Akhir ini berjudul “ANALISIS PROBABILITAS KELONGSORAN DENGAN MENGESTIMASI KENAIKAN MUKA AIR TANAH MENGGUNAKAN METODE CRD (*CUMULATIVE RAINFALL DEPARTURE*)”.

Pada kesempatan ini Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah banyak membantu dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini di antaranya:

1. Bapak Ir. Yakni Idris, MSC. MSCE selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya, yang telah memberikan pengarahan dalam pembuatan laporan Tugas Akhir ini
2. Bapak Budhi Setiawan, PhD. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya, yang telah memberikan pengarahan, masukan, serta motivasi dalam pembuatan laporan Tugas Akhir ini
3. Bapak Indra Chusaini San,MS. , selaku Dosen Pembimbing Utama, yang telah memberikan bimbingan, motivasi, serta banyak ilmu baru selama pengerjaan laporan Tugas Akhir ini
4. Orang tua dan saudara yang selalu memberi dukungan
5. Teman- teman seperjuangan dan teman-teman yang telah membantu
6. Pihak lain yang telah membantu, baik secara moril maupun materil.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan ini masih banyak kekeliruan dan kesalahan yang dibuat. Saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan demi perbaikan di masa mendatang. Semoga laporan ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua. Sekian dan terima kasih.

Palembang, November 2011

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR LAMPIRAN.....	viii
BAB I. PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Maksud dan Tujuan penelitian .....	2
1.4 Ruang Lingkup Penelitian.....	2
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA .....	4
2.1 Teori Infiltrasi .....	4
2.1.1 Proses Terjadinya Infiltrasi dan Pergerakan Air Tanah .....	4
2.1.2 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Infiltrasi.....	5
2.2 Air Tanah.....	6
2.2.1 Teori Air Tanah.....	6
2.2.2 Proses Terjadinya Air Tanah.....	7
2.2.3 Tatanan Air Tanah .....	10
2.2.4 Muka Air Tanah .....	11
2.3 Tanah Longsor ( <i>Landslide</i> ).....	11
2.3.1 Teori Tanah Longsor.....	11
2.3.2 Faktor Penyebab Terjadinya Tanah Longsor .....	14
2.4 Tekanan Dalam Tanah .....	15
2.5 Pengaruh Aliran Air dalam Tanah .....	17
2.5.1 Arah Aliran Vertikal ke Bawah.....	17
2.5.1 Arah Aliran Vertikal ke Atas .....	17
2.6 Metode CRD ( <i>Cumulative Rainfall Departure</i> ).....	18

2.7 Konsep Angka Keamanan .....	20
BAB III. METODELOGI PENELITIAN .....	21
3.1 Studi Literatur .....	21
3.2 Pengumpulan Data .....	21
3.3 Analisa dan Pemodelan .....	21
BAB IV. ANALISA DAN PEMBAHASAN .....	25
4.1 Gambaran Wilayah.....	25
4.1.1 Letak geografis .....	25
4.1.2 Daerah Rawan Kelongsoran.....	25
4.1.3 Struktur Geologi .....	27
4.2 Analisa dan Pemodelan .....	28
4.2.1 Penentuan Potongan Daerah rawan longsor.....	28
4.2.2 Metode CRD .....	31
4.2.3 Pemodelan Daerah Rawan Longsor dengan GeoStudio .....	37
4.3 Pembahasan .....	40
BAB V. Kesimpulan dan Saran .....	42
5.1 Kesimpulan.....	42
5.2 Saran.....	43
DAFTAR PUSTAKA .....	44
LAMPIRAN	



## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Lokasi Gerakan Tanah .....	26
Tabel 4.2 Struktur Geologi Wilayah Kabupaten Malang .....	27
Tabel 4.3 CRD lereng Kecamatan Pagak .....	32
Tabel 4.4 Besar dh Maksimum pada Setiap Kecamatan .....	36
Tabel 4.5 Rekapitulasi Safety Factor pada kondisi Baseline dan Projection .....	39

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Perbandingan Lapisan Permeable dan Impermeable .....	7
Gambar 2.1	Posisi Muka Air Tanah dan Zona Saturasi air .....	8
Gambar 2.3	Zonasi Air Bawah Permukaan .....	9
Gambar 2.4	Longsor Translasi .....	11
Gambar 2.5	Longsor Rotasi .....	12
Gambar 2.6	Pergerakan Blok .....	13
Gambar 2.7	Runtuhan Batu .....	13
Gambar 2.8	Pembagian Bidang Efektif pada Tanah .....	15
Gambar 2.9	Tekanan Efektif dan Tekanan Air Pori (netral) pada Tanah .....	16
Gambar 2.10	Aliran Vertikal ke bawah .....	17
Gambar 2.11	Aliran Vertikal ke atas .....	17
Gambar 2.12	Ilustrasi Prinsip Waterballance .....	19
Gambar 3.1	Bagan Alir Pemodelan Kelongsoran Daerah Longsor .....	23
Gambar 3.2	Bagan Alir Penelitian .....	24
Gambar 4.1	Peta Kondisi Lereng Wilayah Kabupaten Malang .....	26
Gambar 4.2	Potongan Daerah Rawan Longsor di Kecamatan Pagak .....	29
Gambar 4.3	Identifikasi elevasi daerah longsor dengan program Ilwis .....	30
Gambar 4.4	Penentuan Jarak Antar Kontur dengan Program Autocad .....	30
Gambar 4.5	Pemodelan pada Kondisi Baseline .....	38
Gambar 4.6	Pemodelan pada Kondisi Projection .....	39
Gambar 4.7	Grafik hubungan antara posisi muka air tanah dan safety factor ...	42



## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Tabel Hasil Uji Fisik Tanah
- Lampiran 2. Tabel Hasil Uji Mekanik Tanah
- Lampiran 3. Tabel Data Koordinat dan Ketinggian Muka Air Tanah Baseline pada Daerah Rawan Longsor
- Lampiran 4. Gambar/Foto Daerah yang mengalami Gerakan Tanah
- Lampiran 5. Tabel Distribusi Normal Standar
- Lampiran 6. Tabel Data Geologi Daerah Tinjauan
- Lampiran 7. Rekapitulasi hasil pemodelan pada setiap Kecamatan



# BAB I

## PENDAHULUAN



### 1.1. Latar Belakang

Pada prinsipnya, unsur-unsur iklim seperti suhu udara dan curah hujan dikendalikan oleh keseimbangan energi antara bumi dan atmosfer. Radiasi matahari yang sampai di permukaan bumi sebagian diserap oleh permukaan bumi dan atmosfer di atasnya. Rata-rata jumlah radiasi yang diterima bumi berupa cahaya seimbang dengan dengan jumlah yang dipancarkan kembali ke atmosfer berupa radiasi inframerah yang bersifat panas dan menyebabkan pemanasan atmosfer, yang kemudian menyebabkan pemanasan global. Dampak dari pemanasan global adalah kondisi iklim yang tidak menentu, berupa kondisi ekstrim yang semakin sering terjadi. Perubahan iklim (*climate change*) inilah yang kemudian berimplikasi terhadap tidak stabilnya intensitas dan curah air hujan serta temperatur yang terjadi pada suatu daerah. Penelitian ini mencoba menghubungkan antara pengaruh curah hujan dan dampaknya terhadap kelongsoran.

Pada penelitian ini dibahas mengenai pengaruh air hujan (yang terjadi akibat *climate change*) terhadap probabilitas terjadinya longsor di wilayah Kabupaten Malang, Jawa Timur. Adapun ada 2 analisis yang mempengaruhi longsor (*landslide*) sebagai dampak dari perilaku air hujan :

1. Kenaikan muka air tanah (*groundwater table recharge*) : respon air tanah terhadap hujan memiliki selang waktu yang cukup lama dibandingkan dengan kemampuan tanah menyerap air.
2. Penurunan kekuatan tanah karena kenaikan muka air tanah (*soil properties*)

Ada 2 jenis hujan bila dibagi berdasarkan lama berlangsung nya, yaitu *long-term rainfall* dan *short-term rain fall*. Kedua jenis hujan ini akan mempengaruhi proses infiltrasi air hujan yang akan berdampak pada perubahan kondisi tanah dan sebagai akibatnya dapat terjadi longsor.

Air hujan yang terinfiltrasi ke dalam tanah dapat menyebabkan kenaikan muka air tanah, yang berpotensi menyebabkan terjadinya longsor. Hujan dengan curahan dan intensitas yang tidak terlalu tinggi dan dalam waktu lama (*long-term rainfall*) lebih berpotensi menyebabkan longsor dibanding hujan dengan curahan

yang tinggi namun berlangsung dalam waktu singkat (*short-term rainfall*). Hal ini terjadi karena faktor terjadinya longsor ditentukan oleh kondisi jenuh tanah oleh air hujan.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Perubahan iklim (*climate change*) berimplikasi terhadap tidak stabilnya intensitas dan curah air hujan pada suatu daerah. Curah hujan dengan durasi lama yang masuk terus-menerus ke dalam tanah (dalam kapasitas infiltrasinya) dapat menyebabkan kenaikan muka air tanah, yang kemudian dapat menyebabkan potensi kelongsoran pada daerah tersebut. Kenaikan muka air tanah terjadi ketika respon muka air tanah terhadap curah hujan memiliki selang waktu cukup lama dibandingkan dengan kemampuan tanah untuk menyerap air. Penelitian ini melakukan estimasi pada kenaikan muka air tanah yang terjadi pada daerah Malang, Jawa Timur untuk mengetahui potensi kelongsoran pada daerah tersebut.

## **1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian**

Maksud dan Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah :

1. Untuk Memodelkan kenaikan muka air tanah pada kondisi proyeksi dengan metode CRD (*Cumulative Rainfall Departure*)
2. Memodelkan kondisi longsor dari hasil pemodelan muka air tanah dengan program GeoStudio.
3. Membandingkan kondisi *baseline* (masa lalu) dengan kondisi *projection* (prediksi)

## **1.4 Ruang Lingkup Penelitian**

Ruang lingkup wilayah pada penelitian ini adalah pada daerah-daerah yang mengalami gerakan tanah di Kabupaten Malang, Jawa Timur.

Adapun penelitian ini difokuskan pada beberapa hal, yaitu :

1. Melakukan estimasi kenaikan muka air tanah dengan metode CRD (*Cumulative Rainfall Departure*) berdasarkan data hujan bulanan, dan karakteristik akuifer.
2. Penentuan ketinggian tanah daerah kelongsoran dengan memanfaatkan peta DEM (*Digital Elevation Model*).

3. Memodelkan kondisi longsor menggunakan hasil pemodelan muka air tanah menggunakan program Geoslope, serta input data yang berasal dari hasil pemodelan CRD, potongan dan data-data tanah yang ada.

## **I.5 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan laporan Tugas Akhir ini disusun menjadi 5 bab dengan uraian sebagai berikut:

### **BAB I PENDAHULUAN**

Dalam bab ini dibahas mengenai dampak perubahan iklim terhadap terjadinya kenaikan muka air tanah, yang kemudian dianggap sebagai penyebab terjadinya longsor, perumusan masalah, tujuan penelitian, metodologi penelitian, ruang lingkup penelitian, dan sistematika penulisan.

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Berisi hasil kajian pustaka terhadap pokok bahasan mengenai teori infiltrasi, kenaikan muka air tanah, serta teori mengenai metode-metode analisis yang dipakai.

### **BAB III METODOLOGI**

Berisi bagan alur prosedur penelitian, langkah-langkah yang dilakukan mulai dari studi literatur, pengumpulan dan analisis data, hingga analisis hasil penelitian.

### **BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

Berisi pengolahan data sesuai dengan metodologi yang dipakai dalam memodelkan kenaikan muka air tanah.

### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Berisi kesimpulan yang diambil dari keseluruhan hasil penelitian dan juga saran yang berguna untuk mengoptimalkan penelitian-penelitian selanjutnya.



## DAFTAR PUSTAKA

- Baalousha, Husam, *Using CRD Method for Quantification Of Groundwater Recharge In The Gaza Strip, Palestine*. Iranian Journal Of Science & Technology, Iran, 2007
- Beekman, H. E. and Xu, Y., *Review of groundwater recharge estimation in arid and semi-arid Southern Africa*. 2003
- Chusaini San, Indra, *Cantilever*, Universitas Sriwijaya, Palembang, 2006
- Jurusan Teknik sipil, Universitas Sriwijaya. *Tekanan dalam tanah*. Modul Mekanika Tanah I, Indralaya
- Setiawan, Budhi, *Cumulative Rainfall Departure Approach to Estimate Probability of Landslide As Impact of Climate Change*, Proceeding SGCC, Bangkok, 2011
- Taylor, R. G. and Howard, K. W. F., *Groundwater Recharge in the Victoria Nile Basin of East Africa: Support for the Soil Moisture Balance Approach Using Stable Isotope Tracers and Low Modeling*. *J. of Hydrol.*, Vol.180, 1996
- [www.google.com](http://www.google.com). Pryska Tetty. *Longsor*. Journal of landslide, 2009
- [www.google.com](http://www.google.com). Wikipedia, *Water Balance*
- Xu, Y. and Tonder, G.J.V. *Estimation of Recharge Using a Revised CRD Method*. Water SA Vol. 27, 2001

