

SKRIPSI
PERBANDINGAN HASIL ANALISIS MUDFLOW
MENGGUNAKAN PROGRAM ABAQUS DAN FLO-2D
STUDI KASUS : UMYEONSAN KOREA SELATAN



Aulia Dianti Putri Purnama

NPM: 201641014

PEMBIMBING : Budijanto Widjaja, Ph.D.

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi berdasarkan SK-BAN PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)

Desember
2019

SKRIPSI

**PERBANDINGAN HASIL ANALISIS *MUDFLOW*
MENGUNAKAN PROGRAM ABAQUS DAN FLO-2D
STUDI KASUS : UMYEONSAN KOREA SELATAN**



**AULIA DIANTI PUTRI PURNAMA
NPM: 2016410146**

PEMBIMBING



Budijanto Widjaja, Ph.D.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT No. 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/XII/2018)
BANDUNG
NOVEMBER 2019**

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama lengkap : Aulia Dianti Putri Purnama

NPM : 2016410146

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul: PERBANDINGAN HASIL ANALISIS *MUDFLOW* MENGGUNAKAN PROGRAM ABAQUS DAN FLO-2D STUDI KASUS : UMYEONSAN KOREA SELATAN adalah karya ilmiah yang bebas plagiat. Seluruh data hasil percobaan dan analisis menggunakan program FLO-2D merupakan hasil yang dilakukan dalam rentang waktu bulan Agustus 2019 hingga Desember 2019. Jika di kemudian hari terdapat plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Bandung, Desember 2019

A green and yellow postage stamp with the text "METERAI TEMPEL" at the top, "Rp 6000" in the center, and "ENAM RIBU RUPIAH" at the bottom. The stamp features a Garuda emblem and a floral design. A handwritten signature in black ink is written over the stamp.

Aulia Dianti Putri Purnama

2016410146

PERBANDINGAN HASIL ANALISIS *MUDFLOW* MENGUNAKAN PROGRAM ABAQUS DAN FLO-2D STUDI AREA : UMYEONSAN KOREA SELATAN

**Aulia Dianti Putri Purnama
NPM: 2016410146**

Pembimbing: Budijanto Widjaja, Ph.D.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
NOVEMBER 2019**

ABSTRAK

Pada tanggal 27 Juli 2011 terjadi badai hujan dengan intensitas yang tinggi di daerah Umyeonsan Korea Selatan. Akibat dari badai tersebut muncul 33 kejadian *debris flow* dan 151 kejadian longsor di daerah aliran sungai yang disebabkan oleh badai hujan dengan intensitas puncak 112.5 mm/jam dan curah hujan kumulatif 306.5 mm selama 16 jam. Pada studi ini diambil satu daerah aliran sungai yaitu daerah aliran sungai Raemian. Pada daerah ini terjadi pergerakan tanah yaitu *mudflow*. *Mudflow* adalah pergerakan tanah yang mengangkut material tanah berupa aliran lumpur yang memiliki campuran butiran kasar maupun halus yang bergerak dengan kecepatan yang tinggi. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kecepatan, ketebalan aliran, daerah yang terdampak, dan mitigasi bencana. Untuk mencapai tujuan tersebut dilakukan pengumpulan data berupa peta topografi, data karakteristik tanah, dan parameter reologi. Analisis pergerakan tanah di Umyeonsan menggunakan program FLO-2D. Nilai parameter tanah diperoleh dengan metode analisis balik yang dikorelasikan dengan data karakteristik tanah yang ada. Dari hasil simulasi menggunakan program FLO-2D diperoleh bahwa hasil yang diperoleh dari FLO-2D dengan Abaqus berbeda. Maka diperlukan nilai parameter yang lebih baik agar hasil sesuai. Rencana mitigasi dengan menggunakan *check dam* dapat mengurangi dampak dari aliran *mudflow*.

Kata kunci: *Mudflow*, *Clay*, *Yield Stress*, Viskositas, *Liquidity Index (LI)*, FLO-2D, Abaqus

**COMPARISON OF MUDFLOW ANALYSIS RESULTS USING
ABAQUS AND FLO-2D PROGRAMS
STUDY AREA: UMYEONSAN SOUTH KOREA**

**Aulia Dianti Putri Purnama
NPM: 2016410146**

Advisor: Budijanto Widjaja, Ph.D.

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
FACULTY OF ENGINEERING DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
(Accredited by SK BAN-PT Number: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
NOVEMBER 2019**

ABSTRACT

On July 27, 2011 there was a high intensity rain storm in the Umyeonsan area of South Korea. As a result of the storm, 33 debris flow events and 151 landslide events occurred in the flood flow of the river caused by rainstorms with peak intensity of 112.5 mm / hour and cumulative rainfall of 306.5 mm for 16 hours. In this study one river basin was taken, the Raemian watershed. In this area there is land movement, namely mudflow. Mudflow is the movement of soil that transports soil material in the form of mud flow that has a mixture of coarse and fine grains that move at high speed. This research was conducted to determine the speed, thickness of the flow, the area affected, and disaster mitigation. To achieve these objectives, data collection in the form of topographic maps, data on soil characteristics and rheological parameters was carried out. Analysis of soil movements in Umyeonsan using the FLO-2D program. Soil parameter values are obtained by the back analysis method which is correlated with the existing soil characteristics data. From the simulation results using the FLO-2D program, it is obtained that the results obtained from FLO-2D with Abaqus are different. A better parameter value is needed so that the results match. Mitigation plans using check dams can reduce the impact of mudflow flows.

Keywords: *Mudflow, Clay, Yield Stress, Viskositas, Liquidity Index (LI), FLO-2D, Abaqus*

PRAKATA

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan anugerah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul Perbandingan Hasil Analisis *Mudflow* Menggunakan Program Abaqus dan FLO-2D Studi Kasus Umyeonsan Korea Selatan dengan baik. Tujuan penulisan skripsi ini untuk menerapkan bidang ilmu yang sudah dipelajari selama menempuh studi tingkat S-1 di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan.

Selama proses penulisan skripsi ini banyak sekali ujian baik berupa fisik maupun emosional, skala kecil maupun skala besar yang dialami oleh penulis. Namun, selama penulisan skripsi ini penulis amat sangat bersyukur atas hadirnya orang-orang yang sangat membantu baik dari segi akademik, finansial, emosional, dan banyak aspek-aspek lain yang membuat hambatan tersebut dapat dilewati. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada orang – orang tersebut, yaitu:

1. Bapak Hadi Purnama Sanusi, Ibu Tetty Hartatty, Adisti Belladonna Putri Purnama, Muthia Putri Purnama, Muhammad Nadhiif Rizki Firdaus, Muhammad Dhillan Rizki Firdaus, dan Nathasya Putri Purnama, terimakasih atas semangat, dukungan, dan kepercayaan yang selalu diberikann sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
2. Bapak Budijanto Widjaja, Ph.D., selaku dosen pembimbing yang amat sabar dalam membimbing dan mendampingi penulis dalam segala proses penulisan skripsi.
3. Ibu Anastasia Sri Lestari, Ir., M.T., Bapak Aswin Lim, Ph.D., dan Ibu Siska Rustiani, Ir., M.T. selaku dosen di komunitas bidang ilmu geoteknik yang telah meluangkan waktu untuk memberikan saran dan kritik bagi penulis.
4. Dzaky Mahesa Wibowo S.T., Venessa Amanda S.T., dan Kevin Arya Gautama S.T., selaku orang-orang yang berjasa dalam penulisan skripsi ini dalam mempelajari Program FLO-2D.

5. Gilberta Miranda Hutabarat, selaku sahabat terkasih yang selalu memberikan semangat, membantu penulis, dan selalu mendampingi dari awal pemilihan bidang sampai di akhir penulisan skripsi ini,
6. Adinka Rayya Putri, selaku sahabat terbaik yang selalu ada untuk memberikan dukungan moral dan memberikan semangat.
7. Raden Pujaka Puraandana S.I.Kom., yang selalu ada menemani, membantu, memberi dukungan dalam berbagai cara.
8. Kuspatria Angraini, Alia Andynar, Audrey Muliawan, Lulu Hafsyah, Fanisa Widiawati, Radella Adelia Jayanti, Shafira Nadyariza, Vasha Putri, Danesya Ananda Rahmat, Jessica Santika, Muhammad Dharma Eka , Rama Adi Nugroho, Dirgantara Putra, Ahmad Kemal, Jonathan Aditya, dan Theo Wahyudi selaku teman-teman yang selalu membantu dan hadir untuk memberikan semangat dan dukungan.
9. Gilberta Miranda, Justin Komala Putra, Fendy, Angelina Pricillia Pradana, Hendry, Steven Winata, dan Andrey Sanjaya Selaku teman satu pembimbing yang berjuang Bersama dari awal hingga akhir penulisan skripsi.
10. Seluruh teman-teman Kuda Sipil 2016 Teknik Universitas Katolik Parahyangan yang namanya tidak dapat disebutkan satu persatu, terima kasih atas kenangan baik suka maupun duka yang telah dilewati bersama.
11. Segenap civitas akademik Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan

Bandung, Desember 2019



Aulia Dianti Putri Purnama

2016410146

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
PRAKATA	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1-1
1.1 Latar Belakang Permasalahan	1-1
1.2 Inti Permasalahan	1-2
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian.....	1-3
1.4 Lingkup Penelitian	1-3
1.5 Metode Penelitian.....	1-3
1.6 Diagram Alir Penelitian	1-5
1.7 Sistematika Penulisan.....	1-6
BAB 2 STUDI LITERATUR	2-1
2.1 Longsoran.....	2-1
2.1.1 Definisi Tanah Longsor	2-1
2.2 <i>Mudflow</i>	2-2
2.2.1 Definisi <i>Mudflow</i>	2-2
2.2.2 Karakteristik <i>Mudflow</i>	2-4
2.3 Pendekatan Reologi	2-7
2.3.1 Viskositas	2-8
2.3.2 Yield Stress	2-9

2.3.3 Model Bingham	2-10
2.4 <i>Check Dam</i>	2-12
2.5 Hasil Pemodelan Menggunakan Program Abaqus.....	2-13
2.5.1 Mitigasi Bencana Pada Daerah Aliran Sungai Raemian	2-19
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	3-1
3.1 Pengumpulan Data	3-1
3.2 Program FLO-2D	3-1
3.2.1 Hidrograf	3-2
3.2.2 Koefisien Manning (n) dan Tahanan Aliran Laminar	3-2
3.2.3 Klasifikasi Koefisien Konsentrasi Sedimen Terhadap Volume (C _v) ..	3-4
3.2.4 Nilai α dan β pada FLO-2D.....	3-6
3.2.5 Analisis Balik	3-6
BAB 4 DATA DAN ANALISIS DATA	4-1
4.1 Data Lapangan di Umyeonsan Korea Selatan.....	4-1
4.2 Karakteristik Tanah.....	4-4
4.3 Parameter Reologi.....	4-5
4.4 Hidrograf FLO-2D	4-6
4.5 Simulasi Pergerakan Tanah Menggunakan Program FLO-2D	4-7
4.6 Rencana Mitigasi Bencana di Umyeonsan Korea Selatan	4-9
4.7 Hasil Pemodelan Menggunakan Program FLO-2D dan Abaqus	4-12
4.8 Pembahasan Hasil Pemodelan Menggunakan Program FLO-2D dan Abaqus	4-18
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	5-1
5.1 Kesimpulan	5-1
5.2 Saran.....	5-2
DAFTAR PUSTAKA	xiv
LAMPIRAN 1.....	L1-1
LAMPIRAN 2.....	L1-2

DAFTAR NOTASI

α	= konstanta sebagai parameter input dalam FLO-2D
β	= konstanta sebagai parameter input dalam FLO-2D
η	= viskositas
τ	= tegangan geser
τ_y	= <i>yield stress</i>
ν	= viskositas kinematik
η	= viskositas dinamik
ρ	= massa jenis
γ	= shear strain
Φ	= sudut geser dalam tanah
σ'	= tegangan efektif
σ	= tegangan total (berat permukaan tanah)
c	= kohesi
<i>ALE</i>	= <i>arbitrary langlarian-eulerian</i>
<i>CEL</i>	= <i>coupled eulerian-langlarian</i>
C_v	= koefisien konsentrasi berdasarkan volume
<i>DAS</i>	= daerah aliran sungai
<i>DTM</i>	= <i>digital terrain map</i>
<i>FE</i>	= finite element
<i>GDS</i>	= grid development system
G_s	= berat jenis
K	= parameter tahanan aliran laminar
kN	= kilo Newton
kPa	= kilo Pascal
<i>LL</i>	= <i>liquid Limit</i>
m	= meter
mm	= millimeter
<i>MPM</i>	= <i>material point method</i>
n	= koefisien Manning

Pa = Pascal
PFEM = *particle finite element method*
PI = *plasticity Index*
PL = *plastic Limit*
Q = debit
s = detik
SPH = *smoothed particle hydrodynamic*
t = waktu
USCS = *unified soil classification system*
v = kecepatan aliran
V_s = *volume solid*
V_w = *volume water*
w = kadar air

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Area Kerusakan dan Jumlah Korban Akibat Tanah Longsor dan <i>Debris Flow</i>	1-1
Gambar 1.2	Dampak Kerusakan di Umyeonsan	1-2
Gambar 1.3	Diagram Alir Penelitian	1-6
Gambar 2.1	Klasifikasi Longsoran Berdasarkan Kecepatan.....	2-2
Gambar 2.2	Ilustrasi Pergerakan <i>Mudflow</i>	2-4
Gambar 2.3	Grafik Hubungan Indeks Plastisitas terhadap Batas Cair	2-5
Gambar 2.4	Hubungan Viskositas terhadap Tegangan Lateral	2-11
Gambar 2.5	Perilaku Material <i>Mudflow</i>	2-11
Gambar 2.6	Saluran Pada <i>Debris Flow</i>	2-14
Gambar 2.7	Geometri Konseptual dan Elemen Hingga untuk Aliran Debris	2-18
Gambar 2.8	Grafik Perbandingan Gaya Tumbukan.....	2-20
Gambar 2.9	Pemodelan Check Dam Pada Daerah Aliran Sungai Raemian dan Nilai Gaya Tumbukan Setelah Pemodelan <i>Check Dam</i>	2-21
Gambar 4.1	Daerah Pegunungan Umyeonsan Korea Selatan dan letak daerah sungai	4-2
Gambar 4.2	Lokasi Daerah Aliran Sungai Raemian	4-2
Gambar 4.3	Ukuran Daerah Aliran Sungai Raemian dan Daerah Deposisi	4-3
Gambar 4.4	Daerah Pengujian di Raemian, Umyeonsan, Korea Selatan	4-4
Gambar 4.5	Hidrograf untuk Simulasi FLO-2D.....	4-7
Gambar 4.6	Ketebalan <i>Mudflow</i> di Raemian, Korea Selatan.....	4-8
Gambar 4.7	Kecepatan <i>Mudflow</i> di Raemian, Korea Selatan	4-8
Gambar 4.8	Gaya Tumbukan <i>Mudflow</i> di Raemian, Korea Selatan.....	4-9
Gambar 4.9	Lokasi <i>Check Dam</i>	4-10
Gambar 4.10	Ketebalan Maksimum dengan <i>Check Dam</i>	4-10
Gambar 4.11	Kecepatan Maksimum dengan <i>Check Dam</i>	4-11
Gambar 4.12	Gaya Tumbukan Maksimum dengan <i>Check Dam</i>	4-11

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi Gerakan Tanah	2-1
Tabel 2.2 Karakteristik <i>Mudflow</i>	2-7
Tabel 2.3 Pemodelan Numerik Untuk <i>Debris/Mudflow</i>	2-16
Tabel 2.4 Kelebihan dan Kekurangan pada Solusi Pendekatan	2-16
Tabel 2.5 Parameter Tanah pada Program Abaqus.....	2-18
Tabel 3.1 Nilai Koefisien Manning	3-3
Tabel 3.2 Nilai Tahanan Aliran Laminar.....	3-4
Tabel 3.3 Karakteristik <i>Mudflow</i> Berdasarkan Konsentrasi Sedimen.....	3-5
Tabel 4.1 Data Kejadian <i>Debris Flow</i> di Umyeonsan Korea Selatan	4-3
Tabel 4.2 Data Karakteristik Tanah.....	4-5
Tabel 4.3 Data Eksperimen Terhadap Model Bingham.....	4-6
Tabel 4.4 Parameter Reologi Umyeonsan Korea Selatan	4-6
Tabel 4.5 Hasil Perbandingan Simulasi Program FLO-2D dan Abaqus	4-12

DAFTAR LAMPIRAN

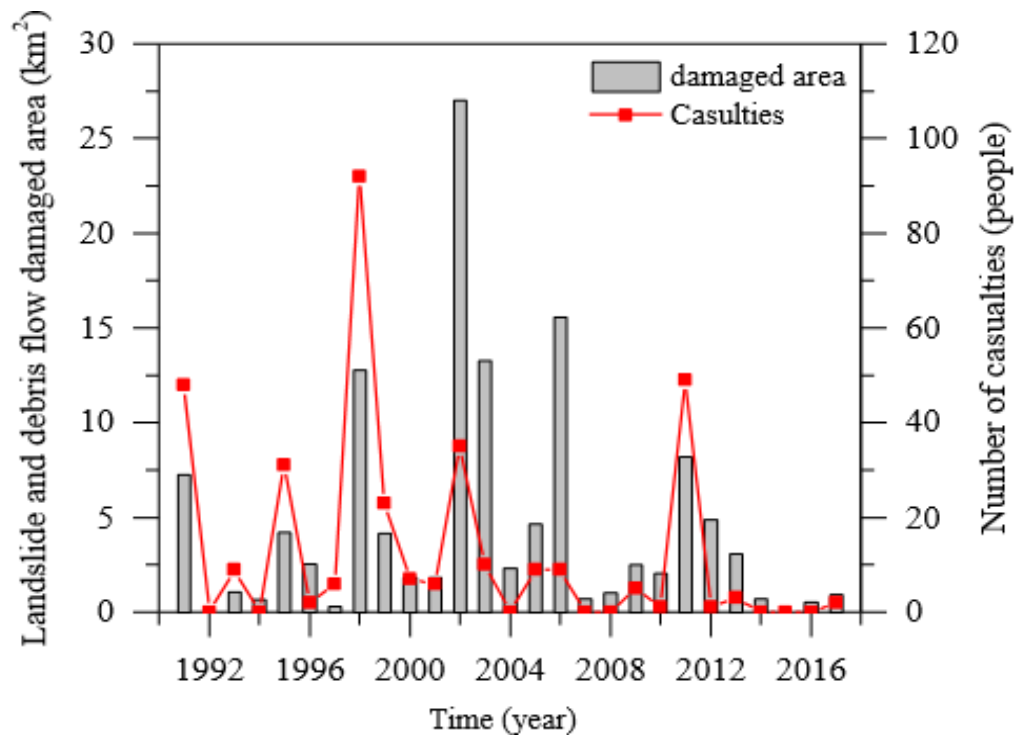
LAMPIRAN 1 Peta Kontur 3D Pergerakan Tanah Umyeonsan Korea Selatan	L1-1
LAMPIRAN 2 Tahapan Menggunakan Program FLO-2D.....	L2-1

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Longsor merupakan bencana alam yang dapat dipengaruhi beberapa faktor diantaranya kemiringan tanah, curah hujan, dan pengaruh alam lainnya. Kejadian longsor tidak bisa dianggap biasa karena sering menelan korban dan menimbulkan beberapa kerusakan, maka dari itu dibutuhkan penerapan keilmuan agar dapat meminimalisir kejadian tersebut. Seperti yang terjadi di Umyeonsan, Korea Selatan.



Gambar 1 1 Area Kerusakan dan Jumlah Korban Akibat Tanah Longsor dan *Debris Flow* (Lee, 2018)



Gambar 1 2 Dampak Kerusakan di Umyeonsan (Lee, 2018)

Pada tahun 2011, di daerah Umyeonsan telah terjadi 33 kali kejadian *debris flow* dan 151 kejadian longsor di daerah aliran sungai yang disebabkan oleh badai hujan dengan intensitas puncak 112.5 mm/jam dan curah hujan kumulatif 306.5 mm selama 16 jam. Seperti yang terlihat pada **Gambar 1.1** dan **Gambar 1.2** mengenai data luas kerusakan, jumlah korban dan kejadian saat longsor. Hal tersebut menarik perhatian peneliti untuk meneliti titik awal (*source area*), kecepatan aliran (*transportation*) dan daerah deposisi (*deposition/accumulation area*) agar dapat mengetahui luas daerah yang terkena dampak dari *mudflow* dan mengurangi dampak dari longsor di Umyeonsan. Dengan intensitas longsor yang cukup tinggi, bukan tidak mungkin menambah area kerusakan dan korban jiwa. Oleh karena itu, dengan uraian tersebut menjadikan longsor di Umyeosan sebagai objek penelitian bagi peneliti.

1.2 Inti Permasalahan

Skripsi ini membahas mengenai simulasi pergerakan tanah yang terjadi di daerah Umyeonsan, Korea Selatan. Pembahasan meliputi analisis dan simulasi pergerakan tanah menggunakan program FLO-2D dan merencanakan mitigasi untuk mengurangi dampak *mudflow*.

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang yang telah disebutkan, penulisan skripsi ini dimaksudkan untuk menganalisis pergerakan tanah di Umyeonsan menggunakan program FLO-2D. Tujuan dari studi ini adalah untuk :

1. Mengetahui titik awal (*source area*), kecepatan aliran (*transportation*), luas daerah deposisi (*deposition/accumulation area*).
2. Menentukan rencana mitigasi untuk mengurangi potensi resiko *mudflow* di masa mendatang.
3. Membandingkan hasil dari program FLO-2D terhadap program Abaqus

1.4 Lingkup Pembahasan

Lingkup yang membatasi penelitian pergerakan tanah yang terjadi di daerah Pegunungan Umyeonsan, Korea Selatan adalah:

- Parameter tanah yang dianalisis adalah kadar air, batas cair, batas plastis, *specific gravity*, *yield stress*, dan viskositas.
- Parameter yang didapat dianalisis menggunakan model reologi Bingham dengan bantuan program FLO-2D

1.5 Metode Penelitian

Untuk mencapai tujuan dari penelitian ini, metode yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Metode ini dilakukan untuk mendapatkan dasar teori yang dibutuhkan dalam penelitian ini melalui membaca dan mempelajari buku referensi, jurnal, artikel, skripsi pembandingan, dan referensi lain yang berhubungan dengan pergerakan tanah di Umyeonsan, Korea Selatan.

2. Pengumpulan Data

Metode ini dilakukan dengan cara mengumpulkan data yang dibutuhkan dalam penelitian ini. Data yang dikumpulkan berupa data topografi, data kontur serta data parameter tanah.

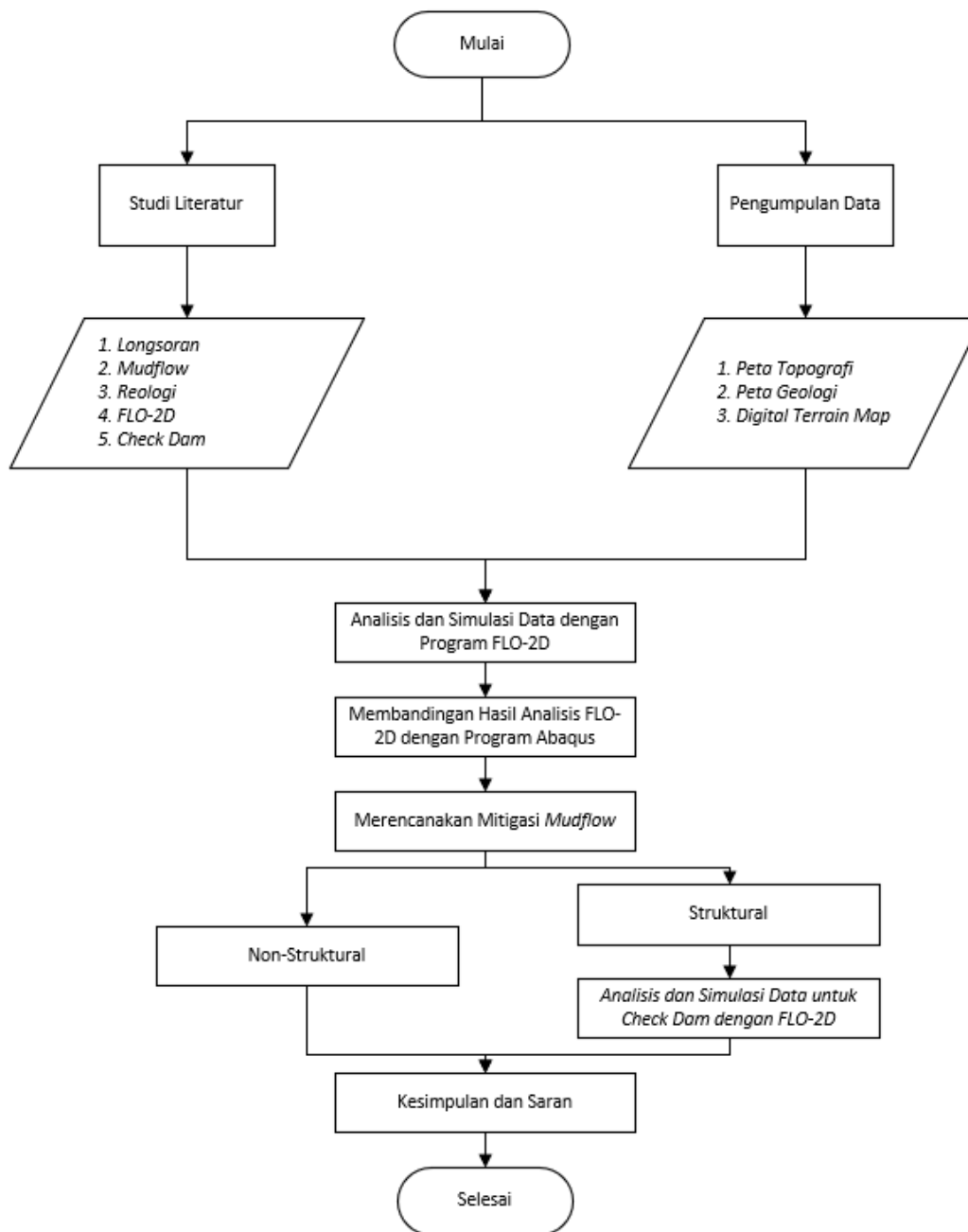
3. Simulasi dan Analisis

Menggunakan Program FLO-2D metode ini dilakukan dengan simulasi dan analisis untuk mendapatkan hasil pergerakan tanah dengan menggunakan program FLO-2D.

4. Interpretasi Hasil

Metode ini dilakukan untuk mendapatkan kesimpulan mengenai perbandingan hasil simulasi pemodelan pergerakan tanah dengan menggunakan program FLO-2D dan simulasi pemodelan pergerakan tanah dengan program Abaqus.

1.6 Diagram Penelitian



Gambar 1 3 Diagram Alir Penelitian

1.7 Lingkup Pembahasan

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini terdiri dari latar belakang masalah, inti permasalahan, tujuan penelitian, lingkup pembahasan, metodologi penelitian, diagram alir, dan sistematika penulisan.

BAB II DASAR TEORI

Bab ini terdiri dari landasan teori yang berhubungan dengan penelitian dalam penyusunan skripsi.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini terdiri dari informasi lokasi pengambilan sampel, penentuan parameter tanah, dan prosedur penggunaan perangkat lunak FLO-2D.

BAB IV ANALISA DATA

Bab ini terdiri dari data parameter tanah Umyeonsan Korea Selatan serta memuat hasil simulasi *mudflow* dengan menggunakan perangkat lunak FLO-2D.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini terdiri dari kesimpulan mengenai perbandingan hasil simulasi menggunakan perangkat lunak FLO-2D serta saran untuk menunjang penelitian berikutnya.