

**SKRIPSI**

**SIMULASI PERGERAKAN *QUICK CLAY* PADA  
STUDI KASUS DI GJERDRUM NORWEGIA  
MENGUNAKAN PROGRAM FLO-2D**



**GRACIELA MARIA AGNES JOVANKA VIRELDI  
NPM : 6101801049**

**PEMBIMBING: Ir. Budijanto Widjaja, Ph.D.**

**KO-PEMBIMBING: Ir. Martin Wijaya, Ph.D.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)  
BANDUNG  
JULI 2022**

**SKRIPSI**

**SIMULATION OF QUICK CLAY MOVEMENT ON  
STUDY CASE IN GJERDRUM NORWAY WITH FLO-  
2D**



**GRACIELA MARIA AGNES JOVANKA VIRELDI  
NPM : 6101801049**

**ADVISOR: Ir. Budijanto Widjaja, Ph.D.**

**CO-ADVISOR: Ir. Martin Wijaya, Ph.D.**

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY  
FACULTY OF ENGINEERING DEPARTMENT OF CIVIL  
(Accredited by SK BAN-PT Nomor: 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)  
BANDUNG  
JULY 2022**

**SKRIPSI**

**SIMULASI PERGERAKAN *QUICK CLAY* PADA  
STUDI KASUS DI GJERDRUM NORWEGIA  
MENGUNAKAN PROGRAM FLO-2D**



**GRACIELA MARIA AGNES JOVANKA VIRELDI  
NPM : 6101801049**

**BANDUNG, JULI 2022  
PEMBIMBING: KO-PEMBIMBING:**

**Ir. Budijanto Widjaja, Ph.D.**

**Ir. Martin Wijaya, Ph.D.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)  
BANDUNG  
JULI 2022**

**SKRIPSI**  
**SIMULASI PERGERAKAN *QUICK CLAY* PADA**  
**STUDI KASUS DI GJERDRUM NORWEGIA**  
**MENGGUNAKAN PROGRAM FLO-2D**



**NAMA: GRACIELA MARIA AGNES JOVANKA VIRELDI**  
**NPM: 6101801049**

**PEMBIMBING:** Ir. Budijanto Widjaja, Ph.D.

**KO-PEMBIMBING:** Ir. Martin Wijaya, Ph.D.

**PENGUJI 1:** Siska Rustiani, Ir., M.T.

**PENGUJI 2:** Aswin Lim, Ph.D.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**  
**FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**  
**(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT No.11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)**  
**BANDUNG**  
**JULI**  
**2022**

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Graciela Maria Agnes Jovanka Vireldi

NPM : 6101801049

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

**Simulasi Pergerakan *Quick Clay* Pada Studi Kasus Di Gjerdrum Norwegia Menggunakan Program FLO-2D**

Adalah benar-benar karya saya sendiri di bawah bimbingan dosen pembimbing dan dosen ko-pembimbing. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau jika ada tuntutan formal atau non formal dari pihak lain berkaitan dengan keaslian karya saya ini, saya siap menanggung segala resiko, akibat, dan/atau sanksi yang dijatuhkan kepada saya, termasuk pembatalan gelar akademik yang saya peroleh dari Universitas Katolik Parahyangan.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Dinyatakan: di Bandung

16 Juli 2022



Graciela Maria Agnes J. V.

6101801049

# **SIMULASI PERGERAKAN *QUICK CLAY* PADA STUDI KASUS DI GJERDRUM NORWEGIA MENGGUNAKAN PROGRAM FLO-2D**

**Graciela Maria Agnes Jovanka Vireldi**  
**NPM: 6101801049**

**Pembimbing: Budijanto Widjaja, Ph.D.**  
**Ko-Pembimbing: Martin Wijaya, Ph.D.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**  
**FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)

**BANDUNG**  
**JULI 2022**

## **ABSTRAK**

Pada 30 Desember 2020 terjadi longsor *quick clay* di Gjerdrum, Norwegia. Lapisan *quick clay* diyakini terganggu akibat terjadinya proses pencucian garam (*leaching*) secara berkala dan beban berlebih yang dipikul tanah karena perubahan pemanfaatan tata guna lahan. Proses pencucian garam melemahkan ikatan antar partikel tanah sehingga kuat geser tanah akan menurun secara drastis dikarenakan lapisan *quick clay* memiliki sensitivitas yang tinggi sehingga teridentifikasi sebagai *sensitive clay*. Terdapat 2 pola umum pergerakan longsor *quick clay* yaitu *backward propagating (retrogressive) landslide* dan *forward massive liquid flowage*. Penelitian ini bertujuan menyimulasikan kejadian longsor *quick clay* sehingga diperoleh karakteristik longsor berupa kecepatan dan ketebalan dari area sumber hingga area deposisi. Agar tujuan penelitian tercapai, dilakukan pengumpulan data berupa: data topografi dan data kontur lokasi kejadian, data laporan mengenai hasil uji laboratorium parameter tanah, dan parameter reologi. Dalam analisis digunakan pendekatan reologi material Non-Newtonian khususnya metode Bingham yaitu *yield stress* dan viskositas yang mampu merepresentasikan karakteristik pergerakan longsor dan diperoleh dengan menerapkan metode *back-analysis* pada program FLO-2D. Berdasarkan hasil simulasi dengan FLO-2D diperoleh sensitivitas tanah sebesar 36.8 dengan volume area deposisi sebesar 1521000 m<sup>3</sup> dan longsor *quick clay* yang terjadi merupakan gabungan dari 2 pola pergerakan yaitu pergerakan *backward propagating (retrogressive) landslide* sebesar 378 m sedangkan pergerakan *forward massive liquid flowage* sebesar 1791 m.

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

# **Simulation of Quick Clay Movement on Study Case in Gjerdrum Norway with FLO-2D**

**Graciela Maria Agnes Jovanka Vireldi**  
**NPM: 6101801049**

**Advisor: Budijanto Widjaja, Ph.D.**  
**Co-Advisor: Martin Wijaya, Ph.D.**

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY**  
**FACULTY OF ENGINEERING DEPARTMENT OF CIVIL**  
**ENGINEERING**

**(Accredited by SK BAN-PT No. 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)**

**BANDUNG**

**JULY 2022**

## **ABSTRACT**

On December 30, 2020 there was a quick clay landslide in Gjerdrum, Norway. The quick clay landslide is believed caused by the leaching process periodically and the soil sustain overload distributed due to changes in land use. Leaching process weakened the bond between soil particles that can lead to a sudden drop of soil shear strength because quick clay own high sensitivity so it's identified as sensitive clay. Generally, quick clay landslide own 2 movement pattern specifically "backward propagating (retrogressive) landslide" and "forward massive liquid flowage". This research was conducted to simulating the quick clay landslide until obtained landslide characteristics as the maximum velocity and flow depth of quick clay landslide that initiated from the source area and transported until it reached deposition area. To achieve these, data collection in form of topographic and contour maps, secondary data of soil characteristics from Gjerdrum report and rheological parameter was carried out. FLO-2D used in this research to simulate the movement of quick clay landslide in Gjerdrum, Norway with rheological approach for Non-Newtonian material, specifically use Bingham Model that requiring 2 main parameters such as yield stress and viscosity in order to achieve the goal. Soil parameter values are obtained by using back-analysis method. Based on simulation result using FLO-2D program, the sensitivity of this quick clay soil is 36.8, the volume of deposition area was 1521000 m<sup>3</sup> and this landslide combine 2 movement pattern such as backward propagating (retrogressive) landslide was 378 m meanwhile the forward massive liquid flowage was 1791 m.

**Keywords: Quick Clay, Yield Stress, Viscosity, Liquidity Index (LI), FLO-2D, Sensitivity**

## PRAKATA

Puji syukur kepada Tuhan yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya penulis mampu menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Adapun skripsi yang penulis rampungkan berjudul “Simulasi Pergerakan *Quick Clay* Pada Studi Kasus Di Gjerdrum Norwegia Menggunakan Program FLO-2D” penyusunan skripsi ini merupakan implementasi disiplin ilmu yang sudah diperoleh selama menempuh studi dan pemenuhan salah satu syarat akademis untuk menyelesaikan studi tingkat S-1 di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil di Universitas Katolik Parahyangan.

Selama proses penyusunan skripsi, penulis sadar menghadapi beberapa kesulitan dalam aspek psikis maupun fisik maupun berbagai aspek kehidupan lain yang berpotensi menghambat penyusunan skripsi mulai dari skala besar hingga kecil namun terselesaikan berkat bantuan, doa, dukungan, ilmu dari berbagai pihak dan usaha keras serta kesabaran dalam menyelesaikan skripsi ini. Maka penulis dengan ketulusan sepenuh hati ingin mengucapkan rasa terima kasih kepada pihak terkait, yaitu:

1. Ibu Siauw Jan, Bapak Lie Hap Ho, Nenek Fransiska Anyun, Yica, Suiyi, Athew, Alvido Virreldi, Theodorick Jeremy Virreldi dan seluruh keluarga besar penulis yang selalu memberikan dukungan dan keperayaan serta mendoakan penulis hingga mampu merampungkan skripsi ini.
2. Bapak Budijanto Widjaja, Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu untuk membimbing asistensi penelitian skripsi dengan penuh kesabaran, keceriaan, dan semangat dalam berdiskusi, memberikan wawasan, ilmu, saran serta kritik hingga penulis mampu merampungkan rangkaian penyusunan skripsi.
3. Bapak Martin Wijaya, Ph.D. selaku dosen ko-pembimbing yang telah berdiskusi, memberikan bimbingan, pengetahuan baru, saran, dan kritik selama proses penyusunan skripsi.
4. Seluruh dosen dan asisten pengajar KBI Geoteknik Universitas Katolik Parahyangan selaku dosen penguji yang memberikan kritikan dan saran



yang menunjang pembahasan skripsi selama seminar judul maupun seminar isi.

5. Aulia Dianti S.T., selaku orang yang berjasa dalam membantu penulis dalam mempelajari program FLO-2D.
6. Nadya Reviena, Annisa Nabilla, Elizabeth Amarthya Ayu, Richie selaku sahabat yang mendukung, menyemangati, memberikan saran, kritik dan menemani disaat suka maupun suka serta memperkenalkan *game* “Play Together” yang sudah membuat hari-hari penulis lebih berwarna dengan penuh drama.
7. Hendra Martin, Daniel Sutanto, Alief Hernando, Erika Leviani, Kelvin Handoko, Riyan Anggono selaku teman seperbimbingan yang berjuang bersama menjalani proses penulisan dan penyusunan skripsi.
8. Shally, Tenri, Viviana, Ferrel, Cherry, Gerald di selaku teman yang memberikan dukungan dan hiburan serta menemani penulis dalam menyelesaikan keperluan tertentu.
9. Seluruh teman Berang-Berang Sipil 2018 Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan yang tidak dapat disebutkan satu persatu nama dan kontribusinya, terima kasih atas kenangan selama melewati masa perkuliahan baik secara *online* maupun *offline*.
10. Segenap civitas akademik Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan. Akhir kata, penulis berharap skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat bagi pembaca.

Bandung, Juli 2022



**Graciela Maria Agnes Jovanka Vireldi**

6101801049

# DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	i
<i>ABSTRACT</i> .....	ii
PRAKATA .....	iii
DAFTAR ISI .....	v
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xii
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1-1
1.1 Latar Belakang .....	1-1
1.2 Inti Permasalahan .....	1-2
1.3 Tujuan Penelitian .....	1-3
1.4 Lingkup Pembahasan .....	1-3
1.5 Metode Penelitian .....	1-3
1.6 Sistematika Penulisan .....	1-4
1.7 Diagram Alir Penelitian .....	1-5
BAB 2 DASAR TEORI .....	2-1
2.1 Longsor .....	2-1
2.2 <i>Quick Clay Flow</i> .....	2-3
2.2.1 Terbentuknya <i>Quick Clay</i> .....	2-3
2.2.2 Definisi <i>Quick Clay Flow</i> .....	2-5
2.2.3 Proses <i>Quick Clay Flow</i> .....	2-7
2.2.4 Karakteristik <i>Quick Clay Flow</i> .....	2-8
2.2.5 Pemicu <i>Quick Clay Flow</i> .....	2-12

2.3 Mitigasi Bahaya <i>Quick Clay</i> .....	2-14
2.3.1 Mitigasi Struktural.....	2-14
2.3.2 Mitigasi Non-Struktural.....	2-15
2.4 Pendekatan Reologi .....	2-16
2.4.1 Viskositas .....	2-17
2.4.2 <i>Yield Stress</i> .....	2-19
2.4.3 Model Bingham .....	2-19
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN .....</b>	<b>3-1</b>
3.1 Pengumpulan Data.....	3-1
3.2 Program FLO-2D.....	3-1
3.2.1 <i>Grid Developer System (GDS)</i> .....	3-2
3.2.2 MAPPER .....	3-2
3.2.3 Peta Bahaya ( <i>Hazard Map</i> ) .....	3-3
3.2.4 Analisis Balik .....	3-4
3.2.5 Hidrograf .....	3-5
3.2.6 Koefisien Manning ( <i>n</i> ) dan Nilai Tahanan Aliran Laminar ( <i>K</i> ).....	3-6
3.2.7 Penentuan Nilai Viskositas .....	3-7
<b>BAB 4 ANALISIS DATA.....</b>	<b>4-1</b>
4.1 Kronologi Pergerakan <i>Quick Clay</i> .....	4-1
4.2 Parameter Tanah/Karakteristik Tanah .....	4-2
4.3 Parameter Reologi .....	4-4
4.4 Hidrograf FLO-2D.....	4-4
4.5 Simulasi Pergerakan <i>Quick Clay</i> di Gjerdrum Norwegia dengan FLO-2D.....	4-5
4.6 Hubungan Parameter Hasil Simulasi Pergerakan Longsoran <i>Quick Clay</i> .....	4-10
4.7 Peta Bahaya ( <i>Hazard Map</i> ) .....	4-13
4.8 Diksusi dan Interpretasi Hasil .....	4-14

4.9 Rekapitulasi Hasil Simulasi Pergerakan <i>Quick Clay</i> .....	4-15
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....	5-1
5.1 Kesimpulan .....	5-1
5.2 Saran.....	5-2
DAFTAR PUSTAKA .....	xiii



## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN



$C_v$	: Koefisien konsentrasi berdasarkan volume
DTM	: <i>Digital Terrain Map</i>
GDS	: <i>Grid Developement System</i>
$G_s$	: Berat jenis
$I_p$	: Indeks plastisitas ( <i>Plasticity Index</i> )
K	: Nilai tahanan laminar
LI	: Indeks kecairan ( <i>Liquidity Index</i> )
LL	: Batas cair ( <i>Liquid Limit</i> )
n	: Koefisien manning
NGI	: <i>Norwegian Geotechnical Institute</i>
NGU	: <i>Norges Geologiske Undersøkelse</i>
NVE	: <i>Norwegian Water Resource &amp; Energy Directorate</i>
PL	: Batas plastis ( <i>Plasticity Limit</i> )
Q	: Debit aliran
$C_u$ ( <i>undisturbed</i> )	: Kuat geser tanah tak teralir sampel tidak terganggu
$C_u$ ( <i>remolded</i> )	: Kuat geser tanah tak teralir sampel terganggu
$S_t$	: Sensitivitas
t	: Waktu
v	: volume longsoran
$V_s$	: Volume solid
$V_w$	: Volume air
w	: Kadar air
$\alpha$	: Konstanta sebagai parameter input dalam FLO-2D
$\beta$	: Konstanta sebagai parameter input dalam FLO-2D
$\gamma$	: Berat isi tanah
$\dot{\gamma}$	: <i>Shear strain rate</i>
$\eta$	: Viskositas dinamik
$\tau$	: Tegangan geser yang terjadi
$\tau_y$	: <i>Yield Stress</i>
$\nu$	: Viskositas kinematik

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.1</b> Kondisi Lokasi Pergerakan Longsoran <i>Quick Clay</i> (NGU report, 2021) .....	1-2
<b>Gambar 1.2</b> Diagram Alir Penelitian.....	1-5
<b>Gambar 2.1</b> Proses Pencucian Garam ( <i>Leaching</i> ) (NVE, 2020) .....	2-4
<b>Gambar 2.2</b> Perubahan Struktur <i>Marine Clay</i> Menjadi <i>Quick Clay</i> Setelah Mengalami <i>Leaching</i> (Reite, Sveian & Erichsen, 1999).....	2-5
<b>Gambar 2.3</b> Pola-Pola Pergerakan Longsoran <i>Quick Clay</i> (Highland & Bobrowsky, 2008).....	2-7
<b>Gambar 2.4</b> Pola Umum Pada Longsoran <i>Quick Clay</i> (Liebling & Kerr, 1965).....	2-7
<b>Gambar 2.5</b> Klasifikasi Tingkat Sensitivitas <i>Quick Clay</i> Norwegia (Bjerrum, 1954) .....	2-9
<b>Gambar 2.6</b> Grafik Plastisitas Casagrande .....	2-11
<b>Gambar 2.7</b> Model Bingham dan Perilaku Asli Material (Widjaja, 2017).....	2-20
<b>Gambar 3.1</b> Tingkat Bahaya Longsor pada FLO-2D (FLO-2D, Mapper Manual, 2007) .....	3-3
<b>Gambar 3.2</b> Validasi Nilai Viskositas dari Uji Vane Shear Test terhadap Uji Lainnya (Widjaja & Setiabudi, 2014) .....	3-7
<b>Gambar 4.1</b> Lokasi Sampel Tanah Sebelum Kejadian (Google Maps).....	4-1
<b>Gambar 4.2</b> Perkiraan Posisi Area Longsoran(NGU report, 2021).....	4-2
<b>Gambar 4.3</b> Klasifikasi Tanah Gjerdrum Norwegia.....	4-3
<b>Gambar 4.4</b> Hidrograf FLO-2D.....	4-4
<b>Gambar 4.5</b> Hasil Simulasi Arah Pergerakan <i>Quick Clay Flow</i> .....	4-6
<b>Gambar 4.6</b> Hasil Simulasi Saat $t = 17$ menit .....	4-6
<b>Gambar 4.7</b> Hasil Simulasi Saat $t = 21$ menit .....	4-7
<b>Gambar 4.8</b> Hasil Simulasi Saat $t = 28$ menit .....	4-7
<b>Gambar 4.9</b> Hasil Simulasi Saat $t = 39$ menit .....	4-8
<b>Gambar 4.10</b> Hasil Simulasi Saat $t = 48$ menit .....	4-8
<b>Gambar 4.11</b> Perubahan Topografi Maksimum <i>Quick Clay Flow</i> di Gjerdrum, Norwegia.....	4-9
<b>Gambar 4.12</b> Kecepatan Maksimum <i>Quick Clay Flow</i> di Gjerdrum, Norwegia.....	4-9

**Gambar 4.13** Hubungan *Yield Stress* dengan LI.....4-10  
**Gambar 4.14** Hubungan Viskositas dengan *Yield Stress* .....4-11  
**Gambar 4.15** Hubungan *Sensitivity* dengan  $Cu_r$ .....4-12  
**Gambar 4.16** Hubungan Viskositas dengan LI.....4-12  
**Gambar 4.17** Peta Bahaya Berdasarkan Simulasi Longsoran *Quick Clay*.....4-13



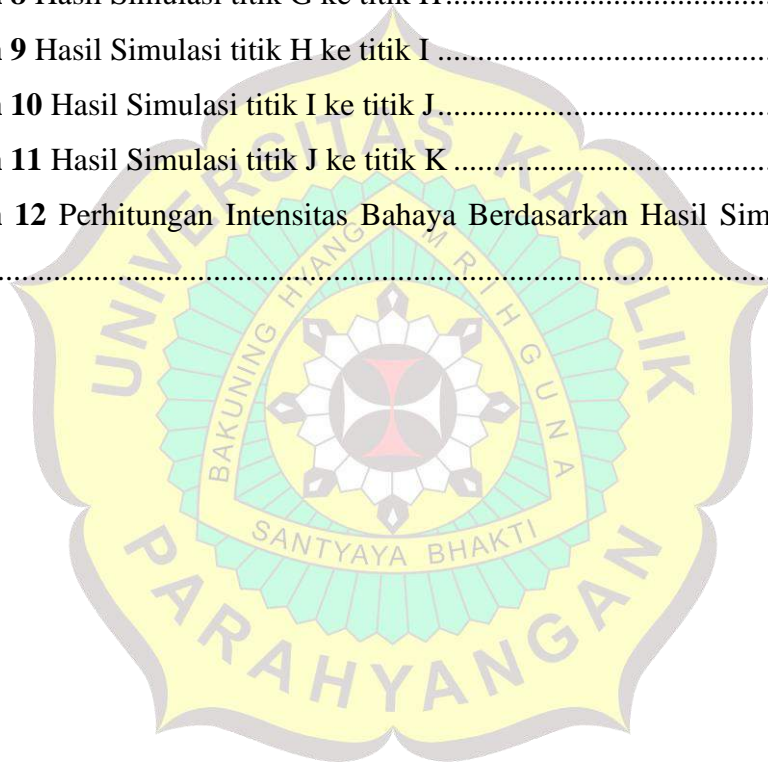
## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Klasifikasi Pergerakan Tanah ( <i>update from the Varnes classification system</i> ) (Hungr, Picarelli, & Leroueil, 2013).....	2-2
<b>Tabel 2.2</b> Klasifikasi Kecepatan Longsoran (WP/WLI, 1995 dan Cruden & Varnes, 1996) .....	2-3
<b>Tabel 2.3</b> Kategori Ukuran Longsoran (Fell, 1994) .....	2-3
<b>Tabel 2.4</b> Tingkat Sensitivitas dengan Perkiraan Kecepatan (Bjerrum, 1954) .	2-10
<b>Tabel 2.5</b> Karakteristik Mudflow Berdasarkan Konsentrasi Sedimen (FLO-2D User Manual, 2007).....	2-12
<b>Tabel 3.1</b> Definisi Tingkat dan Warna Bahaya Longsor (FLO-2D, Mapper Manual, 2007) .....	3-4
<b>Tabel 3.2</b> Intensitas Bahaya Pada <i>Mud or Debris Flow</i> (FLO-2D, Mapper Manual, 2007) .....	3-4
<b>Tabel 3.3</b> Nilai Koefisien Manning (FLO-2D User Manual, 2007).....	3-6
<b>Tabel 3.4</b> Nilai Tahanan K (FLO-2D User Manual, 2007).....	3-7
<b>Tabel 4.1</b> Hasil Simulasi Parameter Tanah Gjerdrum Norwegia.....	4-3
<b>Tabel 4.2</b> Hasil Simulasi Parameter Reologi Gjerdrum Norwegia .....	4-4

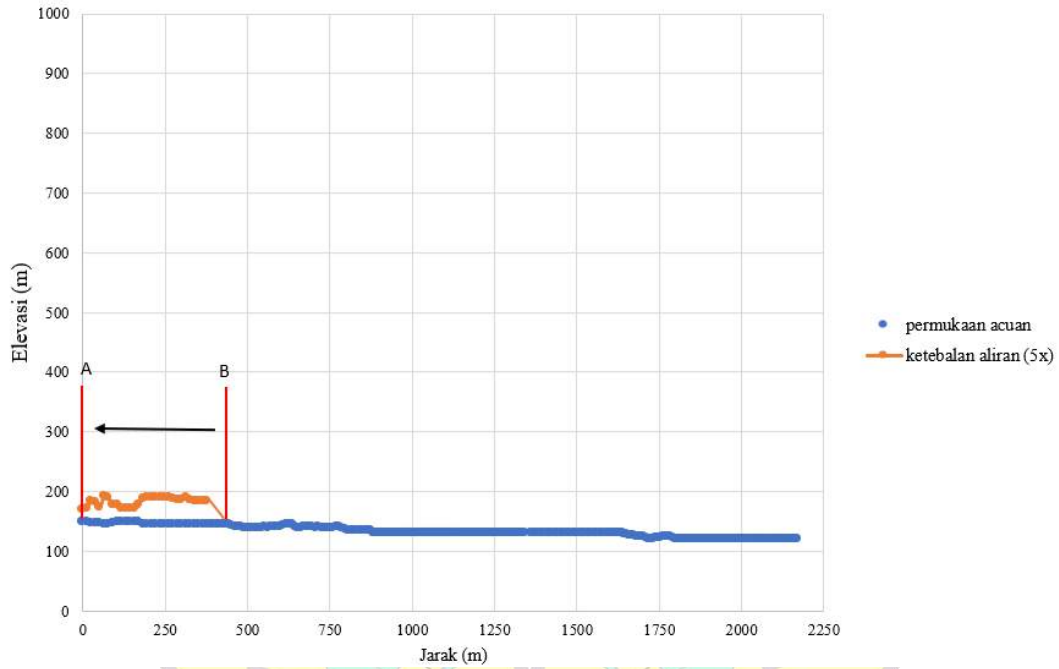


## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1</b> Tampak Isometri Gjerdrum Norwegia .....	L1-2
<b>Lampiran 2</b> Hasil Simulasi titik B ke titik A .....	L2-2
<b>Lampiran 3</b> Hasil Simulasi titik B ke titik C .....	L2-2
<b>Lampiran 4</b> Hasil Simulasi titik C ke titik D .....	L2-3
<b>Lampiran 5</b> Hasil Simulasi titik D ke titik E .....	L2-3
<b>Lampiran 6</b> Hasil Simulasi titik E ke titik F .....	L2-4
<b>Lampiran 7</b> Hasil Simulasi titik F ke titik G.....	L2-4
<b>Lampiran 8</b> Hasil Simulasi titik G ke titik H .....	L2-5
<b>Lampiran 9</b> Hasil Simulasi titik H ke titik I .....	L2-5
<b>Lampiran 10</b> Hasil Simulasi titik I ke titik J.....	L2-6
<b>Lampiran 11</b> Hasil Simulasi titik J ke titik K .....	L2-6
<b>Lampiran 12</b> Perhitungan Intensitas Bahaya Berdasarkan Hasil Simulasi Quick Clay.....	L2-7

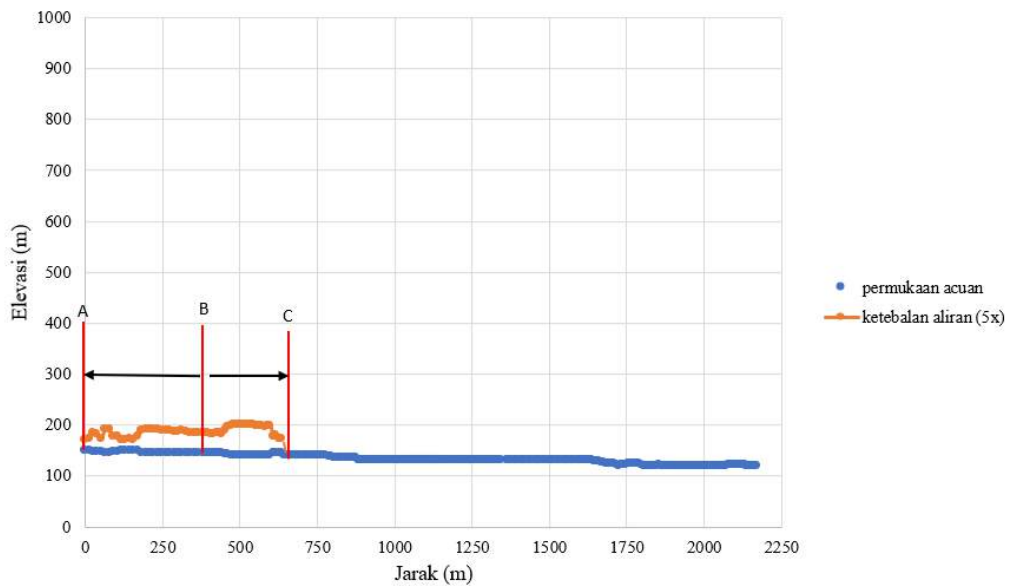


**Simulasi titik B-A**



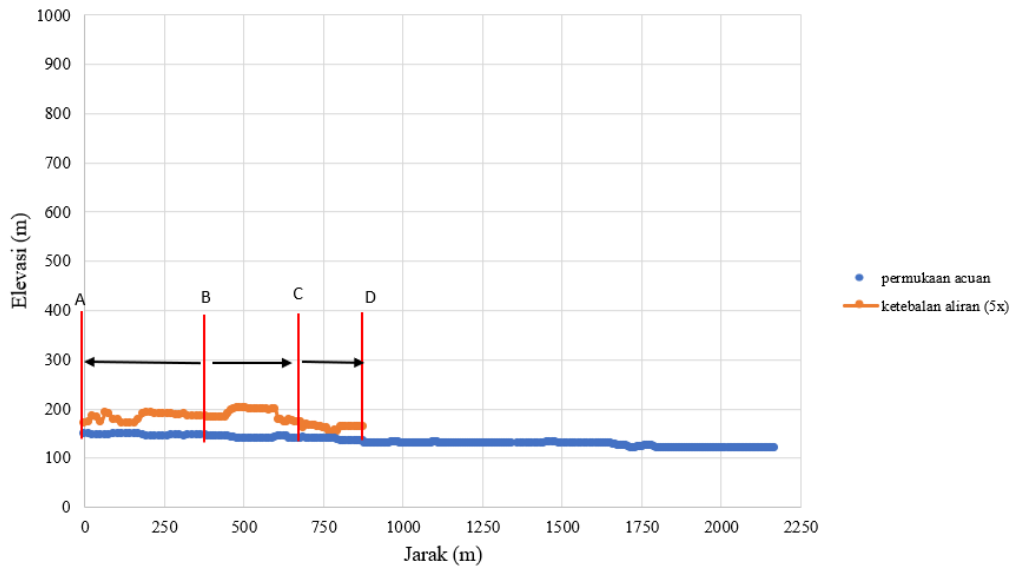
**Lampiran 2 Hasil Simulasi titik B ke titik A**

**Simulasi saat t = 17 menit**



**Lampiran 3 Hasil Simulasi titik B ke titik C**

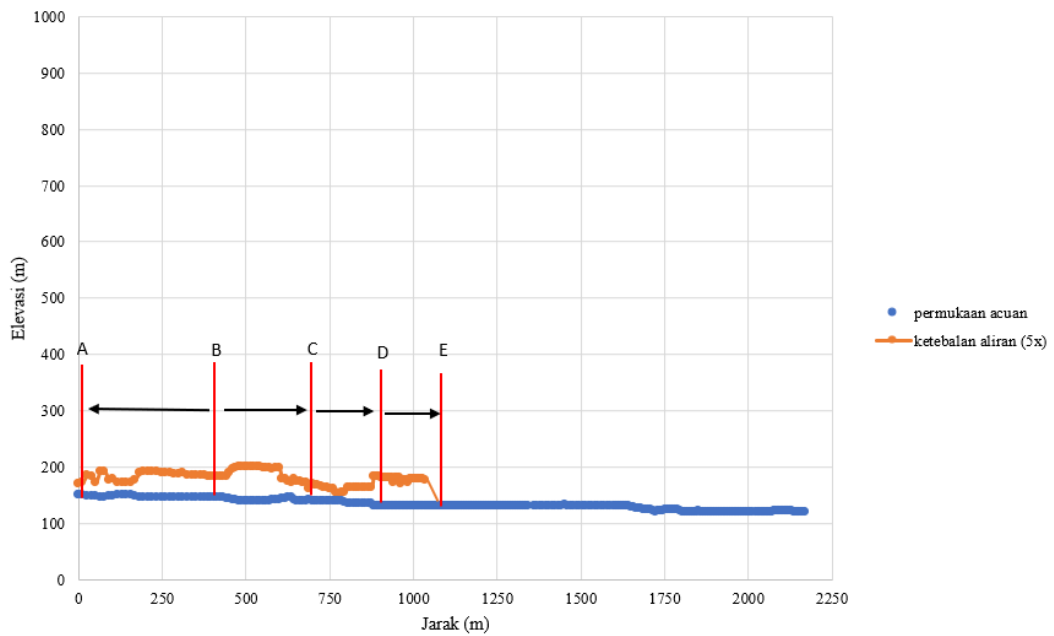
Simulasi saat t = 21 menit



Lampiran 4 Hasil Simulasi titik C ke titik D

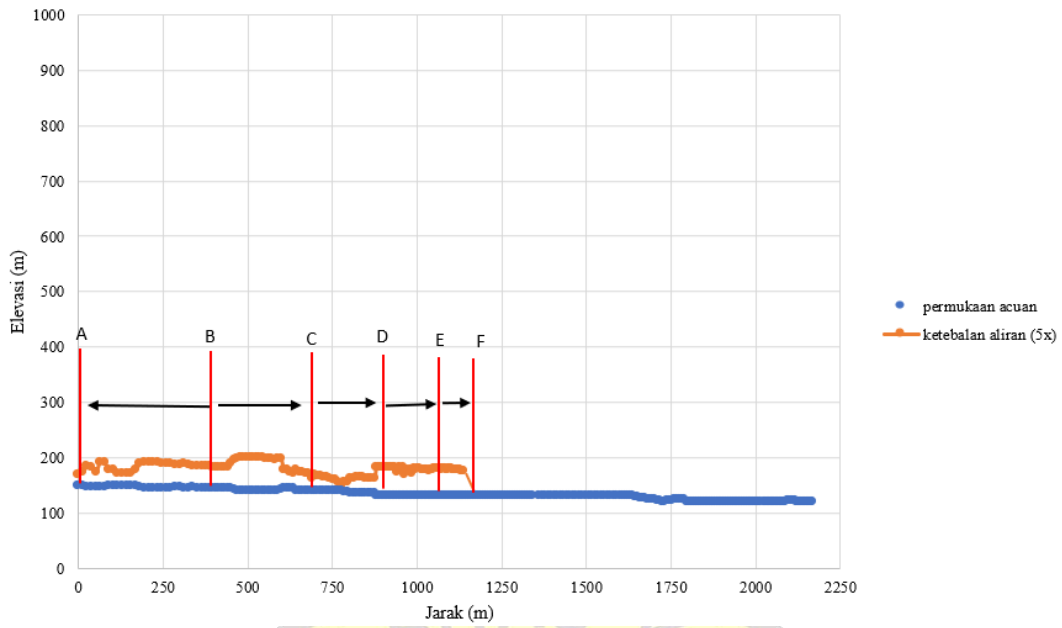


Simulasi titik D-E



Lampiran 5 Hasil Simulasi titik D ke titik E

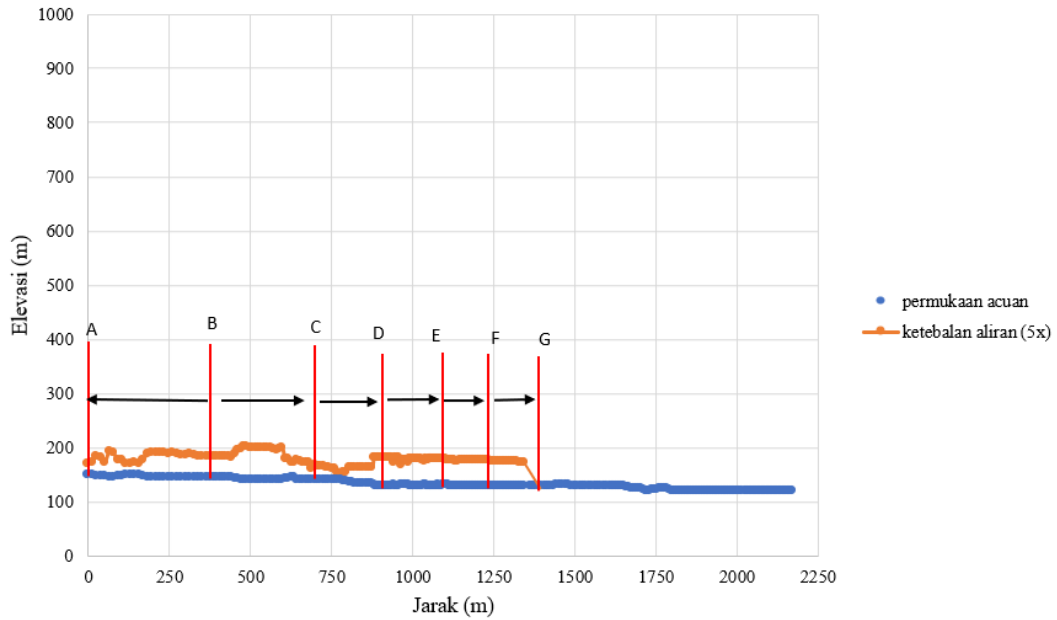
**Simulasi titik E-F**



**Lampiran 6 Hasil Simulasi titik E ke titik F**

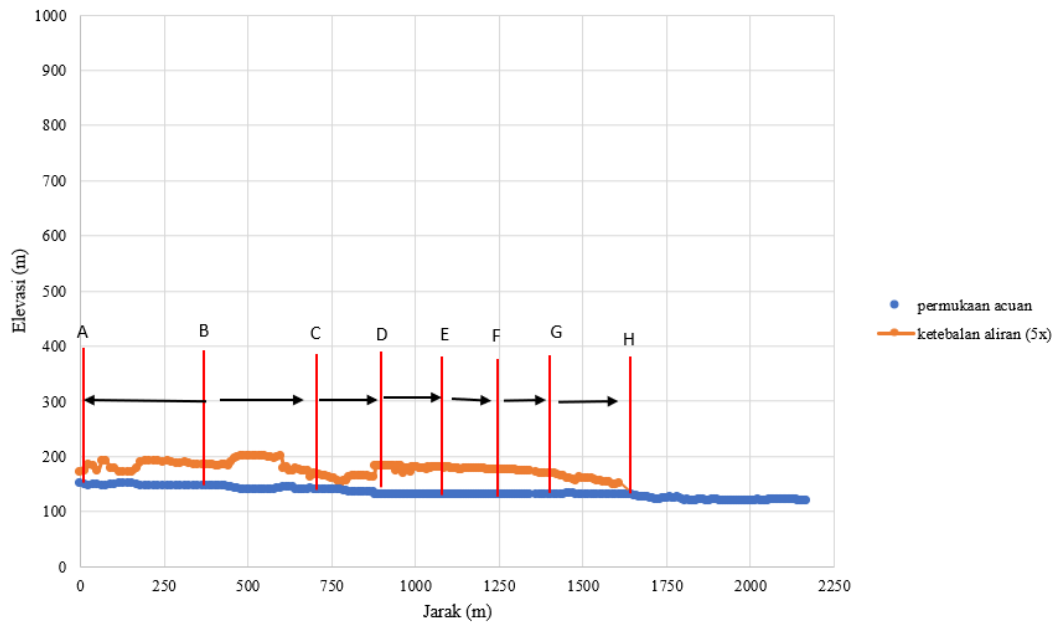


**Simulasi saat t = 28 menit**



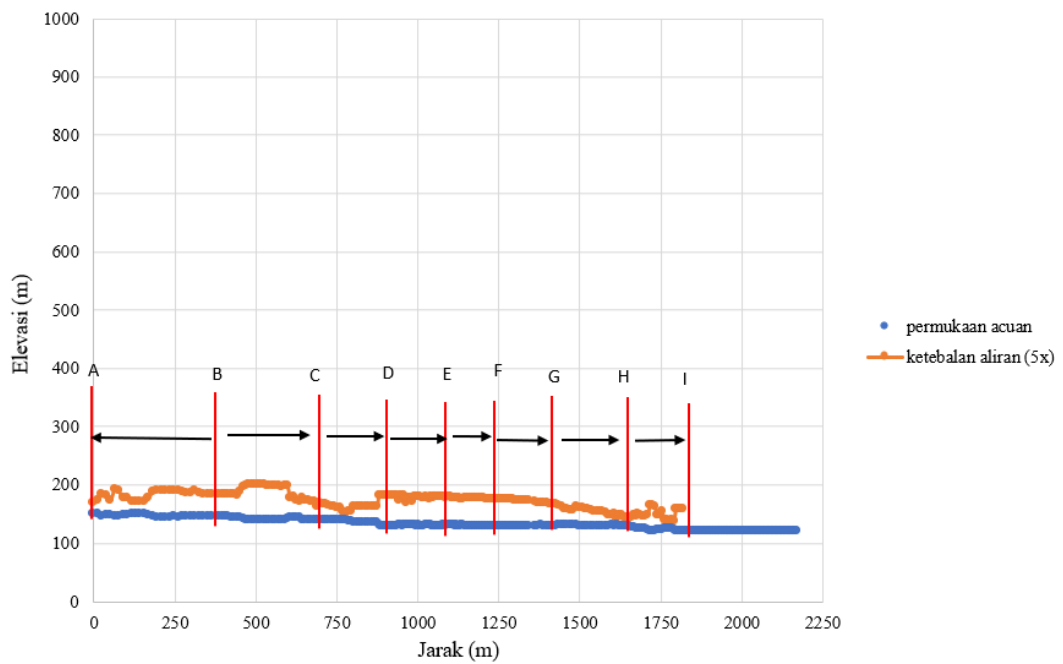
**Lampiran 7 Hasil Simulasi titik F ke titik G**

### Simulasi titik G-H



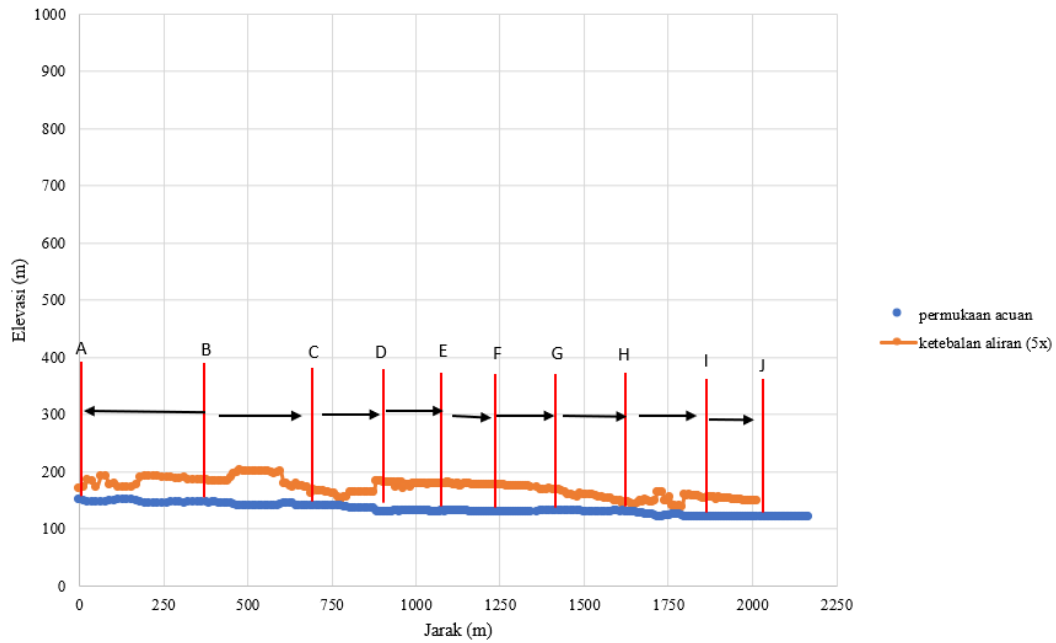
### Lampiran 8 Hasil Simulasi titik G ke titik H

#### Simulasi saat t = 39 menit



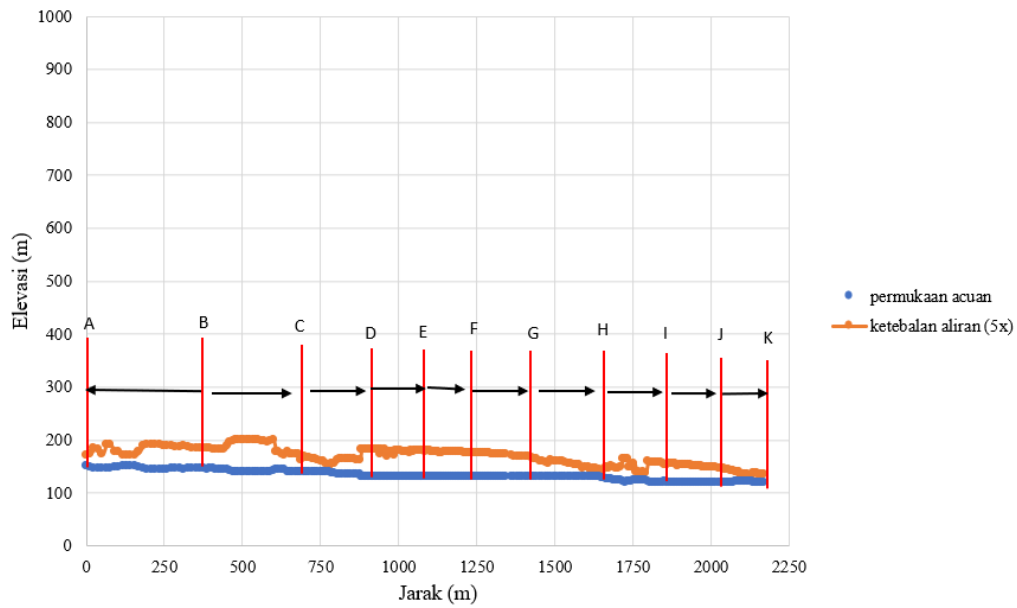
### Lampiran 9 Hasil Simulasi titik H ke titik I

### Simulasi titik I-J



### Lampiran 10 Hasil Simulasi titik I ke titik J

Simulasi saat t = 48 menit



### Lampiran 11 Hasil Simulasi titik J ke titik K

Hazard Map Intensities

Source Data:  Use current data

Return Period (years):

Type of Event:  Water flooding  Mud and debris flow

Water flood event intensity	Maximum depth h (mts)	Logical operation	Product of maximum velocity (v) times maximum depth (h) (mts <sup>2</sup> /s)
High	$h \geq 1$	OR	$vh \geq 1$
Medium	$0.2 \leq h < 1$	AND	$0.2 \leq vh < 1$
Low	$0.2 \leq h < 0.2$	AND	$\leq vh < 0.2$

Use Defaults Fill Style: Solid

Compute Use Previous Cancel

**Lampiran 12** Perhitungan Intensitas Bahaya Berdasarkan Hasil Simulasi *Quick Clay* Menggunakan Perhitungan *Mud or Debris Flow*



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Longsoran adalah bencana berupa perpindahan/pergerakan massa tanah/batuan. Jenis longsoran yang terjadi dapat diklasifikasikan berdasarkan tipe pergerakan dan tipe materialnya. Peristiwa longsoran *quick clay* tergolong sebagai longsoran dengan tipe material *earth* dan tipe pergerakan *flow*. Tipe *earth flow* memiliki ciri khas yang menyebabkan longsoran membentuk jam pasir, tanah pada daerah asal mencair kemudian mengalir secara memanjang dan melebar hingga seluruh material berhenti. Daerah berhentinya material yang mengalir disebutlah daerah deposisi.

Longsoran *quick clay* berpotensi terjadi akibat berbagai faktor-faktor, diantaranya yaitu: proses pencucian garam (*leaching*), aktivitas manusia, curah hujan dan kemiringan lahan serta longsoran progresif. Aktivitas manusia berkembang dalam memanfaatkan tata guna lahan untuk keberlangsungan hidup membangun bangunan turut meningkatkan beban yang tersalurkan pada lapisan tanah dan mempengaruhi lapisan *quick clay*. *Quick clay* memiliki kuat geser yang cukup tinggi namun bila terganggu berpotensi mengalami penurunan kuat geser drastis sehingga ketika tegangan geser yang terjadi melampaui *yield stress* maka tanah tidak kuat menahan geser hingga akhirnya terjadi longsoran *quick clay*. Curah hujan yang meningkat dan kemiringan lahan yang curam akan mengakibatkan tinggi muka air naik sehingga pada lapisan tanah biasa mengalami erosi kemudian lapisan *quick clay* terekspos, terganggu dan mengalami proses pencucian garam (*leaching*) sehingga berpotensi menyebabkan longsoran *quick clay*. Faktor-faktor tersebut menandakan lapisan *quick clay* sangat rentan terganggu disertai nilai sensitivitas yang tinggi sehingga rentan pula mengalami longsor, maka pendekatan yang menjadi acuan untuk mensimulasikan pergerakan longsoran *quick clay* adalah pendekatan reologi material Non-Newtonian yaitu Model Bingham dengan parameter utama berupa viskositas dan *yield stress*, agar dapat dianalisis



karakteristik dan perilaku pergerakan longsoran *quick clay* berupa kecepatan dan ketebalan aliran dari daerah asal hingga daerah deposisi.

Longsoran *quick clay* tidak hanya membahayakan nyawa manusia namun juga menelan korban jiwa, walau potensi bahayanya sudah dipetakan karena longsoran *quick clay* sudah pernah tercatat yaitu pada 1893(Verdal), 1978(Rissa), 2012(Byneset), 2020(Kraknes) dan studi kasus pada penelitian ini yaitu 2020(Gjerdrum). Dengan catatan longsoran *quick clay* dari beberapa tahun belum banyak antisipasi yang dapat dilakukan karena korban jiwa dan material masih tidak terhindarkan sehingga dilakukanlah penelitian ini untuk menganalisis karakteristik dan perilaku pergerakan longsoran *quick clay* dengan studi kasus di Ask, Gjerdrum Norwegia yang berlokasi di 25km timur laut ibu kota Norwegia (Oslo). Tepatnya pada tanggal 30 Desember 2020 pukul 03.45 dini hari waktu Norwegia yang menelan 11 korban jiwa, 26 orang dinyatakan hilang dan sekitar 1000 orang harus dievakuasi serta diperkirakan 30 rumah hancur terbawa aliran longsoran. Kondisi lokasi kejadian ditampilkan pada **Gambar 1.1**.



**Gambar 1.1** Kondisi Lokasi Pergerakan Longsoran *Quick Clay* (NGU report, 2021)

## 1.2 Inti Permasalahan

Inti permasalahan dari skripsi ini adalah meneliti dan menganalisis perilaku dan karakteristik pergerakan longsoran *quick clay* berupa kecepatan dan ketebalan aliran dari area sumber sampai area deposisi sesuai studi kasusi Gjerdrum, Norwegia dengan menggunakan program FLO-2D.

### 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan inti permasalahan, tujuan dari skripsi ini adalah melakukan analisis balik dengan menyimulasikan pergerakan longsoran *quick clay* sesuai studi kasus di Gjerdrum, Norwegia 2020 hingga diperoleh karakteristik berupa kecepatan dan ketebalan aliran dari area sumber hingga area deposisi.

### 1.4 Lingkup Pembahasan

Lingkup pembahasan yang membatasi penelitian simulasi pergerakan longsoran *quick clay* di Gjerdrum Norwegia adalah

1. Parameter yang dianalisis adalah kadar air, batas cair, batas plastis, *specific gravity*, *yield stress* dan viskositas.
2. Model reologi yang digunakan adalah model Bingham
3. Simulasi menggunakan program FLO-2D

### 1.5 Metode Penelitian

Dalam rangka memenuhi tujuan dari penelitian ini maka berikut merupakan metode penelitian yang digunakan:

1. Studi literatur  
Metode penelitian dengan studi literatur dilakukan dengan mengkaji buku referensi, jurnal, skripsi dan referensi lain yang berhubungan dengan pergerakan longsoran *quick clay* di Gjerdrum, Norwegia.
2. Pengumpulan data  
Metode penelitian ini dilakukan dengan mengumpulkan berbagai data yang diperlukan dalam penelitian ini diantaranya: data topografi, data kontur dan data parameter tanah.
3. Simulasi dan analisis  
Metode simulasi dilakukan dengan menggunakan program FLO-2D untuk menyimulasikan pergerakan longsoran *quick clay* berdasarkan parameter tanah hingga mendekati kondisi kejadian.

## 1.6 Sistematika Penulisan

### BAB 1 PENDAHULUAN

Bab 1 membahas mengenai latar belakang penelitian, inti permasalahan, tujuan penelitian, lingkup pembahasan masalah, metode penelitian, sistematika penulisan dan diagram alir penelitian.

### BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab 2 membahas mengenai landasan teori yang berhubungan dengan penelitian dan penyusunan skripsi.

### BAB 3 METODE PENELITIAN

Bab 3 membahas mengenai prosedur dan langkah-langkah menentukan parameter tanah dan prosedur menggunakan program FLO-2D.

### BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN

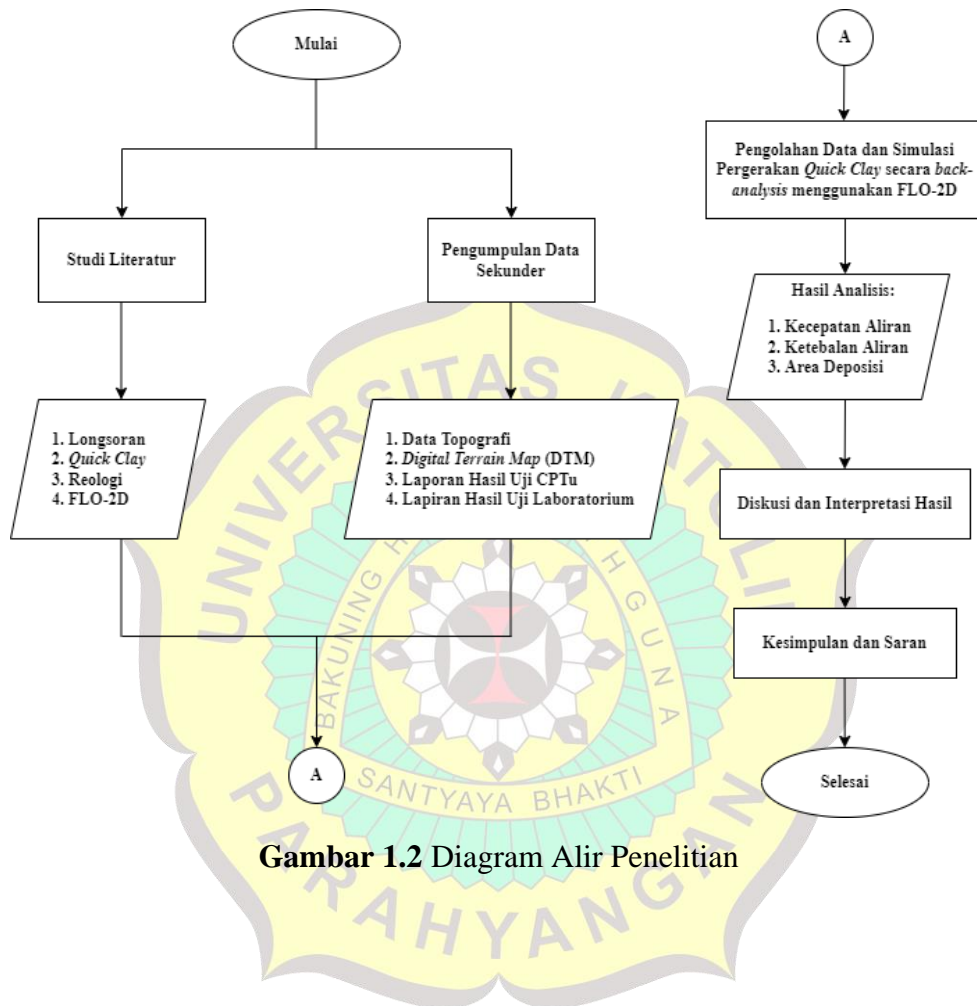
Bab 4 membahas mengenai parameter tanah disekitar lokasi pergerakan longsoran *quick clay* studi kasus Gjerdrum, Norwegia dan membahas hasil simulasi pergerakan longsoran dari program FLO-2D.

### BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab 5 membahas mengenai kesimpulan dari hasil interpretasi simulasi dan analisis pergerakan longsoran *quick clay* studi kasus Gjerdrum, Norwegia.

### 1.7 Diagram Alir Penelitian

Dalam proses permulaan penelitian hingga penyelesaian penyusunan skripsi ini dibuatlah diagram alir penelitian yang menggambarkan proses dari awal penelitian dimulai hingga penelitian selesai sesuai **Gambar 1.2**.



**Gambar 1.2** Diagram Alir Penelitian