

SKRIPSI

ANALISIS TIMBUNAN PADA *UNDERCONSOLIDATING
SOFT SOIL*



MUHAMAD GIFARI HAKIM
NPM: 2012410127

PEMBIMBING:
Dr. Ir., Rinda Karlinasari, M.T

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)
BANDUNG
2017

SKRIPSI

**ANALISIS TIMBUNAN PADA
UNDERCONSOLIDATING SOFT SOIL**



Muhamad Gifari Hakim

NPM :2012410127

BANDUNG, 12 JANUARI 2017

PEMBIMBING

Dr. Ir. Rinda Karlinasari, MT.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARABYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK
SIPIIL**

(Terakreditasi Berdasarkan SUBAN-PT Nomor: 227fBAH-PTfAk-
XVIIIfXI2fi13)

JANUARI 2017

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama lengkap : Muhamad Gifari Hakim

NPM : 2012410127

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul : ANALISIS
TIMBUNAN PADA *UNDERCONSOLIDATING SOFT SOIL* adalah karya ilmiah
yang bebas dari plagiat. Jika kemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam skripsi
ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan dan perundang
undangan yang berlaku.

Bandung, 12 Januari 2017



Muhamad Gifari Hakim

201241012

ANALISIS TIMBUNAN PADA UNDERCONSOLIDATING SOFT SOIL

Muhamad Gifari Hakim
2012410127

Pembimbing: Dr. Ir. Rinda Karlinasari, MT.

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)
BANDUNG
JANUARI 2017

ABSTRAK

Ketika tanah dibebani perlahan, maka muncul tegangan pada elemen tanah. Tegangan ini berasal dari berat pada tanah itu sendiri dan tekanan air pori *excess*. Keduanya memiliki pengaruh signifikan terhadap tegangan total tanah tersebut.

Pada umumnya, kondisi tanah lokasi proyek tidak memiliki tekanan air pori *excess* awal. Tetapi pada proyek pembangunan Bandara Samarinda Baru sudah terdapat tekanan air pori *excess* awal akibat adanya penimbunan sebelum proyek tersebut dimulai. Harus diperhatikan bukan hanya kondisi *initial* (awal) dan kondisi *final* (akhir), tetapi pergerakan antara kondisi tersebut. Apabila tegangan air pori *excess* yang timbul berlebihan atau sangat besar, dapat berpotensi mengancam stabilitas timbunan dan tanah di sekitarnya, terlebih dengan adanya tekanan air pori *excess* awal.

Kestabilan lereng dianalisis dengan program PLAXIS dengan grafik *stress path* dan penurunan (*settlement*) sebagai *output*. Pembebanan secara bertahap serta pemasangan PVD (*Prefabricated Vertical Drain*) untuk mengendalikan tekanan air pori *excess* dapat membuat stabilitas dan faktor keamanan meningkat. Selain itu, PVD berguna untuk mempercepat proses konsolidasi. Kondisi tanah lunak yang berbentuk mangkok juga dapat meningkatkan stabilitas timbunan.

Kata kunci : timbunan, *stress path*, Plaxis, tekanan air pori *excess*

EMBANKMENT ANALYSIS ON UNDERCONSOLIDATING SOFT *SOIL*

Muhamad Gifari Hakim
2012410127

Advisor: Dr. Ir. Rinda Karlinasari, MT.

PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
FACULTY OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
(Accredited by SK BAN-PT Nomor 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)
BANDUNG
JANUARY 2017

ABSTRACT

When the soil is loaded slowly, the soil stress appears. This stress comes from the weight of the soil itself, and the excess pore pressure. Both have significant influence on the total stress of the soil.

In general, the project site soil conditions do not have the initial excess pore water pressure. But on Samarinda Baru Airport construction project, there were initial excess pore water pressure due to the embankment before the project starts. Care should not be taken only the initial conditions and final conditions, but the stress development between these conditions. If the excess pore water pressure arising out of excessive or very large, potentially threaten the stability of the embankment and the surrounding soil, especially because of initial excess pore water pressure.

Analyzed the slope stability with PLAXIS with *stress path* and settlement as the output. Imposition gradually and the installation of PVD (Prefabricated Vertical Drain) to control the excess pore water pressure can create stability and increased safety factor. In addition, PVD serve to accelerate the consolidation process. Bowl-like shape soft *soil* also could be increase embankment's stability.

Keyword : Embankment, *stress path*, Plaxis, excess pore water pressure.

PRAKATA

Puji dan syukur ke hadirat Allah SWT atas rahmat dan izin-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “ANALISIS TIMBUNAN PADA UNDERCONSOLIDATING SOFT *SOIL*”. Skripsi ini merupakan salah satu syarat penyelesaian Program Studi S-1 (Sarjana) di Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Katolik Parahyangan Bandung.

Dalam penyusunan dan penyelesaian skripsi ini penulis sering mengalami hambatan, tetapi berkat saran, kritik, bantuan, bimbingan, dan dorongan semangat dari berbagai pihak, maka skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terimakasih sedalam-dalamnya kepada:

1. Kedua orang tua saya tercinta, serta seluruh anggota keluarga atas doa, restu, semangat, didikan dan kesabarannya dari awal perkuliahan hingga skripsi ini selesai.
2. Ibu Dr. Ir. Rinda Karlinasari, MT., selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran selama proses bimbingan berlangsung, membagikan ilmu pengetahuan, saran, kritik, dan semangat yang membantu penulis menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ir., MSCE., Ph. D., Ibu Anastasia Sri Lestari, Ir., M.T., Ibu Siska Rustiani, Ir., M.T., selaku dosen di Komunitas Bidang Ilmu Geoteknik, yang telah memberikan pengetahuan, kritik dan saran kepada penulis.
4. Mas Dito Hardiman, Mas Rifky F. dan Mbak Annisa R. yang telah menyediakan data dan membantu penulis dalam berkonsultasi.
5. Teman-teman seperjuangan skripsi, Radhian Rachmadan dan Chitra Lestari yang telah memberikan semangat dan motivasi.
6. CANTILEVER 2012 sebagai keluarga terdekat pertama di Teknik Sipil Unpar yang telah menjadi inspirasi.

7. Seluruh teman-teman Sipil Unpar angkatan 2012 terutama yang sering bersama dalam pembuatan skripsi ini (Christo, Vicky, Wina, Maria dan kawan- kawan) yang selalu memberikan dukungan kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.
8. Dan seluruh pihak yang telah membantu secara langsung maupun tidak langsung yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Penulis sangat berterima kasih apabila ada saran dan kritik yang dapat membuat skripsi ini menjadi lebih baik lagi. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi orang yang membacanya.

Bandung, Januari 2017



Muhamad Gifari Hakim

2012410127

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
PRAKATA	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR NOTASI	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	1-1
1.1 Latar Belakang	1-1
1.2 Inti Permasalahan	1-2
1.3 Tujuan Penulisan	1-2
1.4 Batasan Pembahasan	1-2
1.5 Metode Penelitian	1-2
1.5.1 Studi Literatur	1-2
1.5.2 Data Lapangan	1-3
1.6 Sistematika Penulisan	1-3
1.7 Diagram alir	1-4
BAB 2 LANDASAN TEORI	2-1
2.1 Tegangan Tanah	2-1
2.1.1 Tegangan Total	2-1
2.1.2 Tekanan Air Pori	2-1
2.2 Metode <i>Stress path</i>	2-2
2.3 Parameter Tanah	2-7

2.3.1	Mohr-Coulomb.....	2-11
2.3.2	Korelasi antara tekanan konus (q_c) terhadap standard penetration test (spt) dan kohesi (c)	2-12
BAB 3	METODOLOGI PENELITIAN	3-1
3.1	Karakteristik Tanah	3-1
3.1.1	Jenis dan Konsistensi	3-1
3.1.2	Konsistensi dan Parameter Tanah	3-1
3.2	Analisis Metode Elemen Hingga	3-2
3.2.1	Program PLAXIS	3-2
BAB 4	ANALISIS DAN PEMBAHASAN	4-1
4.1	Informasi dan Kondisi Lapangan	4-1
4.2	Data CPT dan CPT-U Lapangan	4-2
4.3	Jenis dan Konsistensi Tanah Lapangan	4-6
4.4	Beban Runway	4-9
4.5	Tahapan Analisis Konstruksi.....	4-10
4.6	Hasil Analisis	4-11
4.6.1	<i>Settlement</i>	4-13
4.6.2	<i>Pore Pressure</i>	4-14
4.6.3	<i>Stress path</i>	4-16
BAB 5	SIMPULAN DAN SARAN	5-1
5.1	Simpulan.....	5-1
5.2	Saran	5-1
DAFTAR PUSTAKA	1

DAFTAR NOTASI

1. σ_v/σ_1 = Tegangan tanah vertikal
2. σ_h/σ_3 = Tegangan tanah horisontal
3. γ = Berat isi tanah
4. γ_w = Berat isi tanah jenuh air
5. u = Tekanan air pori
6. c = kohesi tanah
7. ϕ = sudut geser dalam
8. K_o = koefisien tekanan lateral tanah dalam keadaan diam.
9. K_f =Rasio pada saat keadaan runtuh.
10. σ'_{hf} = Tegangan efektif horisontal saat runtuh, dan
11. σ'_{vf} = Tegangan Efektif vertikal saat runtuh.
12. N-SPT = Jumlah standar penetration Test
13. CPT = Cone Penetration Test
14. CPT-U = Cone Penetration Test with U (Tekanan air pori)

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram alir	1-4
Gambar 2.1 Lingkaran Mohr dengan stress point	2-2
Gambar 2.2 (a) Lingkaran Mohr berurutan; (b) stress path untuk σ_3 konstan dan σ_1 meningkat.....	2-3
Gambar 2.3 Stress path yang berbeda untuk berbagai kondisi tegangan	2-3
Gambar 2.4 Hubungan antara garis Kf dengan garis keruntuhan Mohr-Coulomb	2-5
Gambar 2.5 Stress path selama pembebanan aksial pada undrained clay.	2-6
Gambar 2.6 ESP, TSP, dan (T-uo)SP untuk normally consolidated clay.	2-6
Gambar 2.7 Tabel Korelasi profil tanah dengan qc (Schmertmann, 1978)	2-7
Gambar 2.8 Grafik korelasi N_{SPT} dengan sudut geser dalam ϕ	2-11
Gambar 3.1 Pemodelan Mohr-Coloumb	3-3
Gambar 3.2 General Setting dialog box: (kiri) Project, dan (kanan) Dimensions	3-4
Gambar 3.3 Material Sets dialog box: (kiri) Soil & Interface Properties, dan (kanan) Plates Properties.....	3-5
Gambar 4.1 Bandara Samarinda Baru	4-1
Gambar 4.2 Cross Section STA 0 + 400	4-2
Gambar 4.3 Posisi penyelidikan tanah STA 0 + 400.....	4-2
Gambar 4.4 Cross Section dan lokasi penyelidikan CPT STA 0 + 40	4-2
Gambar 4.5 Data CPT-U No. C-08	4-3
Gambar 4.6 Grafik CPT No. R-09.....	4-4
Gambar 4.7 Grafik CPT No. R-09.....	4-5
Gambar 4.8 Legenda jenis tanah	4-7
Gambar 4.9 Kondisi STA 0+400 sebelum konstruksi awal	4-7
Gambar 4.10 Muka tanah STA 0 +400 sesudah konstruksi awal (timbunan terdahulu)	4-7
Gambar 4.11 Muka tanah STA 0 +400 sesudah ditambah Preloading.....	4-8
Gambar 4.12 Pemodelan STA 0 +400.....	4-8
Gambar 4.13 Titik tinjauan Konstruksi	4-10

Gambar 4.14 Grafik elevasi muka tanah konstruksi	4-12
Gambar 4.15 Grafik settlement titik A	4-13
Gambar 4.16 Grafik settlement titik B	4-13
Gambar 4.17 Grafik settlement titik C	4-14
Gambar 4.18 Grafik excess pore pressure titik A.....	4-15
Gambar 4.19 Grafik excess pore pressure titik B.....	4-15
Gambar 4.20 Grafik excess pore pressure titik C.....	4-15
Gambar 4.21 Stress path titik A.....	4-17
Gambar 4.22 Stress path titik B.....	4-18
Gambar 4.23 Stress path titik C.....	4-19

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Korelasi nilai SPT dan properties tanah (Terzaghi & Peck)	2-8
Tabel 2.2 Korelasi nilai Poisson Ratio ν (Bowles, 1995).....	2-8
Tabel 2.3 Korelasi nilai modulus E_s (Bowles, 1995).....	2-9
Tabel 2.4 Korelasi uji penetrasi standar, N-SPT (Bowles, 1991)	2-9
Tabel 2.5 Korelasi N_{SPT} dengan berat jenis tanah jenuh (γ_{sat}) untuk tanah kohesif	2-10
Tabel 2.6 Korelasi N_{SPT} dengan berat jenis tanah jenuh (γ_{sat}) untuk tanah non kohesif	2-10
Tabel 4.1 Tahapan Konstruksi.....	4-11
Tabel 4.2 Parameter tanah untuk Stress path.....	4-16
Tabel 4.3 Data Grafik Stress path Titik A	4-17
Tabel 4.4 Data grafik Stress path Titik B.....	4-18
Tabel 4.5 Data grafik Stress path Titik C	4-19

DAFTAR LAMPIRAN

- 1. Lampiran 1 Hasil Sondir C08**
- 2. Lampiran 2 Hasil Sondir L07**
- 3. Lampiran 3 Hasil Sondir R09**
- 4. Lampiran 4 Lay Out Bandara Samarinda Baru**

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari butiran (zarah) ataupun agregat dari mineral padat yang tidak tersementasi satu sama lain dan berasal dari bahan-bahan organik yang telah melapuk disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang kosong di antara partikel-partikel padat tersebut (Braja M Das, 1985). Tanah digunakan sebagai material konstruksi yang menopang struktur pondasi dari bangunan.

Tak dapat dipungkiri pengaruh modernisasi dunia berdampak langsung terhadap pembangunan. Pada Proyek Teknik Sipil, umumnya menggunakan media tanah sebagai dasarnya. Pesatnya perkembangan membuat semakin berkurangnya ketersediaan lahan untuk pembangunan. Tetapi tidak semua tanah alami atau tanah yang ada kondisinya cukup baik dan layak untuk dibangun konstruksi di atasnya. Maka dari itu, dibutuhkan teknik perbaikan tanah, salah satunya adalah Prabeban (*Preloading*).

Konsolidasi adalah proses terdisipasinya air dari pori-pori tanah sehingga berkurangnya volume pori tanah yang mengakibatkan terjadi pemampatan dan turunnya elevasi muka tanah yg terjadi dalam rentang waktu tertentu. Konsolidasi ini merupakan salah satu masalah yang paling sering dijumpai pada tanah dasar konstruksi. Salah satu dampak konsolidasi terhadap konstruksi adalah terganggunya stabilitas bangunan di atasnya. Dengan Metode *Preloading*, konsolidasi dapat dipercepat sampai berkali kali lipat. Setelah konsolidasi selesai, kestabilan tanah akan meningkat dan proses konstruksi pun dapat dilanjutkan.

Ketika tanah dibebani perlahan, maka muncul tegangan pada eleman tanah. Tegangan ini terdiri dari tegangan pada tanah itu sendiri dan tekanan air pori *excess*. Keduanya memiliki pengaruh signifikan terhadap tegangan total tanah tersebut.

Pada kondisi seperti ini, hal yang harus diperhatikan bukan hanya kondisi *initial* (awal) dan kondisi *final* (akhir), tetapi pergerakan antara kondisi tersebut.

Apabila tegangan air pori *excess* yang timbul berlebihan atau sangat besar, dapat berpotensi mengancam stabilitas timbunan dan tanah di sekitarnya.

1.2 Inti Permasalahan

Timbunan pada Proyek Pembangunan Bandara Samarinda Baru dilakukan pada tanah yang sudah ditimbun sebelumnya sehingga masih terdapat tekanan air pori *excess*. Adanya tekanan air pori berlebih *initial* berpengaruh pada *stress path* yang terjadi. Pada ujung timbunan dapat terjadi kegagalan akibat tidak adanya tegangan vertikal dari timbunan tersebut. Hasil penyelidikan tanah menunjukkan bahwa *soft soil* (clay) yang terdapat di bawah tanah berbentuk mangkuk (melengkung).

1.3 Tujuan Penulisan

1. Melihat reaksi tanah dari *Stress path*, *Settlement* dan *Safety factor* akibat timbunan baru.
2. Menganalisis kestabilan timbunan Proyek Bandara Samarinda Baru akibat tekanan air pori *excess* dan *settlement*.

1.4 Batasan Pembahasan

Dalam studi ini, yang menjadi batasan masalah adalah :

1. Studi dilakukan pada timbunan *Preloading* runway Bandara Samarinda Baru.
2. Tanah dasar merupakan tanah dengan kondisi *underconsolidated*.
3. Data lapangan yang digunakan adalah CPT-U dan CPT.
4. Analisis menggunakan Program Plaxis.

1.5 Metode Penelitian

1.5.1 Studi Literatur

Studi ini dilakukan untuk dapat memahami dasar teori serta akar masalah khususnya mengenai *embankment*, tekanan air pori *excess* dan *stress path*.

1.5.2 Data Lapangan

Data sekunder yang didapat pada lokasi proyek Bandara Samarinda Baru, Kalimantan Timur. Data yang digunakan adalah data CPT-U.

1.6 Sistematika Penulisan

Studi ini terdiri dari 5 bab, yaitu :

BAB 1 : PENDAHULUAN

Bab ini berisi penjelasan mengenai latar belakang, inti permasalahan, tujuan penelitian, pembatasan masalah, metode penulisan, dan diagram alir.

BAB 2 : LANDASAN TEORI

Bab ini berisi pembahasan teori-teori dan dasar ilmu pengetahuan yang dijadikan dasar dan dipakai dalam penulisan skripsi, terutama mengenai proses konsolidasi dan *Stress path*.

BAB 3 : METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi mengenai metode yang dilakukan untuk analisis.

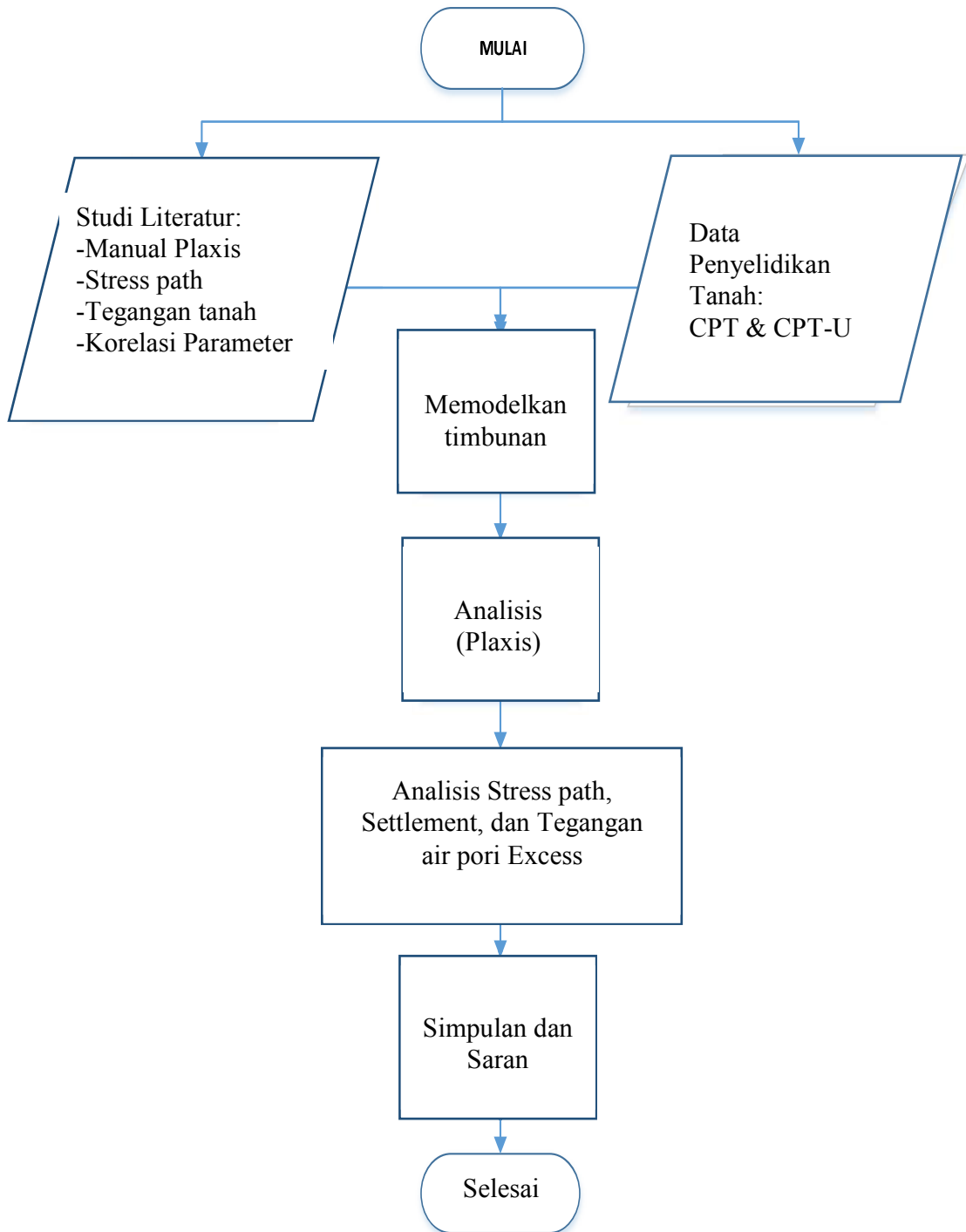
BAB 4 : ANALISIS DATA DAN HASIL PENELITIAN

Bab ini berisi pembahasan mengenai analisis *Stress path* tanah lunak. Hasil dari penelitian berupa grafik *Stress path*.

BAB 5 : PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan berdasarkan hasil penelitian, masukan dan saran.

1.7 Diagram alir



Gambar 1.1 Diagram alir