

SKRIPSI

**KAJIAN *SETTLEMENT* TANGKI CPO
BERDASARKAN *HYDROTEST* DI KALIMANTAN
TENGAH**



**PIO KEFAS
NPM : 20154100042**

PEMBIMBING: Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ir., MSCE., 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
JUNI 2019**

SKRIPSI

**KAJIAN *SETTLEMENT* TANGKI CPO
BERDASARKAN *HYDROTEST* DI KALIMANTAN
TENGAH**



**PIO KEFAS
NPM : 2015410042**

**BANDUNG, JUNI 2019
PEMBIMBING:**

A handwritten signature in blue ink, which appears to be 'Pramono'.

Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ir., MSCE., 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
17 JUNI 2019**

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama lengkap : Pio Kefas

NPM : 2015410042

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul : Kajian Settlement Pada Tangki CPO Berdasarkan Hydrottest di Kalimantan Tengah adalah karya ilmiah yang bebas plagiat. Jika di kemudian hari terdapat plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Bandung, Juni 2019



Pio Kefas

2015410042

KAJIAN *SETTLEMENT* TANGKI CPO BERDASARKAN *HYDROTEST* DI KALIMANTAN TENGAH

Pio Kefas
NPM: 2015410042

Pembimbing: Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ir., MSCE., 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
JUNI 2019

ABSTRAK

Penurunan yang berlebihan pada tangki dapat menyebabkan kerusakan struktur tangki dan mengakibatkan kegagalan tangki. Pada skripsi ini akan meninjau besarnya penurunan dan perbedaan penurunan pada tangki serta efek dari *hydrotest* pada penurunan tangki. Penelitian ini dilakukan di Kalimantan Tengah dimana proyek tersebut dilakukan uji N-SPT untuk penyelidikan tanah. Dalam penelitian ini akan dilakukan analisis metode elemen hingga dengan menggunakan program PLAXIS 2D. Berdasarkan hasil dari uji N-SPT didapatkan korelasi parameter dan stratifikasi tanah. Proses analisis penurunan dengan *hydrotest* menjadi metode preloading untuk tangki sehingga tanah dapat dipaksa terjadi penurunan sebelum digunakan. Hasil analisis menggunakan program PLAXIS menunjukkan besarnya penurunan yang terjadi dengan variasi waktu tunggu *hydrotest* yang beragam dan dapat disimpulkan bahwa penurunan yang terjadi pada tangki setelah dilakukan *hydrotest* menjadi kecil dan aman.

Kata kunci : penurunan, *hydrotest*, tekanan air pori eksese

STUDY OF CPO TANKS SETTLEMENT BASED ON HYDROTEST IN CENTRAL KALIMANTAN

Pio Kefas
NPM: 2015410042

Advisor: Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ir., MSCE., 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
JUNE 2019

ABSTRACT

Excessive settlement of tank can cause damage of tank structure and tanks failure. This thesis will review the settlement and the differential settlement, also the effect of hydrotest towards tanks settlement. This research was conducted in Central Kalimantan, where the project was conducted N-SPT tests for soil investigation. This research will be analyzed with finite element method by using PLAXIS 2D program. Based on N-SPT test, the parameter correlation and soil stratification were obtained. The process of settlement analysis with hydrotest as a preloading method, can force the soil beneath tank to settle before use. The analysis results using PLAXIS program shows the settlement occur with various wait time of hydrotest, and can be concluded that settlement that occur after hydrotest will be slight and safe.

Keywords : *settlement, hydrotest, excess pore pressure*

PRAKATA

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas cinta dan kasihNya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul *Kajian Settlement Tangki CPO Berdasarkan Hydrotest di Kalimantan Tengah*. Skripsi ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat S-1 di Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik Parahyangan Bandung.

Penulisan skripsi ini tidak terlepas dari hambatan dan rintangan yang penulis hadapi dalam proses menyelesaikannya. Namun dengan bantuan, saran, nasehat, semangat, dan kritik yang penulis terima dari berbagai pihak, skripsi ini dapat diselesaikan. Oleh sebab itu, penulis sangat berterima kasih kepada:

1. Orang tua yang senantiasa mendoakan dan mendukung penulis selama pengerjaan skripsi ini.
2. Bapak Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ir., MSCE., Ph.D., sebagai dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, perhatian, tenaga, dan ilmu untuk membantu penulis menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Budijanto Widjaja, S.T., M.T., Ph.D., Ibu Dr. Rinda Karlinasari, Ir., M.T., Bapak Aswin Lim, Ph. D., Ibu Siska Rustiani, Ir., M.T., Ibu Anastasia Sri Lestari, Ir., M.T., selaku dosen Komunitas Bidang Ilmu Geoteknik yang telah memberikan saran dan kritik kepada penulis.
4. Bapak Stefanus Diaz Alvi, S.T., M.T., dan Andreas Erdian Ahiap, S.T., Jeremi Antonio, S.T., yang telah memberikan saran dan waktunya kepada penulis.
5. Seluruh staf kantor Geotechnical Engineering Consultant yang telah membantu penulis melengkapi data yang digunakan untuk skripsi ini.
6. Nabila Qolbi Aulia, Carlina Prasetya, Ericka Maridsha, Alia Azzahra, Natasha Hartieni, Vincens Agung, Raszi, sebagai teman seperjuangan dalam penyelesaian skripsi Geoteknik
7. Chandra, Ferdinand Marcellino, Ega Tjia Putra, Ignatius Alvin Yo, Christoper Amadeus, Martinus Sunandar, Kevin Arya, Fawwaz Sapta

yang telah mendukung dan memberi semangat selama masa penyusunan skripsi ini.

8. Kepada Chandra yang selama kuliah tempat kostnya sudah bersedia untuk dikunjungi banyak orang dan menjadi tempat bermain dan berkumpul bersama.
9. Seluruh teman-teman GEOFAM 2015 sebagai kawan seperjuangan dalam penyelesaian skripsi Geoteknik.
10. Seluruh keluarga besar Teknik Sipil UNPAR yang telah menjadi teman perjuangan sejak tahun 2015 hingga menyelesaikan masa studi.
11. Semua pihak yang telah membantu, memberi semangat, menghibur, penulis selama masa perkuliahan dan penulisan skripsi ini yang tidak bisa disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih belum sempurna, dan sangat berterima kasih kepada saran dan kritik yang dapat membuat skripsi ini lebih baik lagi. Dibalik kekurangan yang ada, penulis berharap skripsi ini dapat berguna bagi orang yang membacanya dikemudian hari.

Bandung, 25 Juni 2019



Pio Kefas

2015410042

DAFTAR ISI

| | |
|--|------|
| ABSTRAK | i |
| ABSTRACT | iii |
| PRAKATA | v |
| DAFTAR NOTASI | ix |
| DAFTAR GAMBAR | xi |
| DAFTAR TABEL | xv |
| DAFTAR LAMPIRAN | xvii |
| BAB 1 PENDAHULUAN | 1-1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1-1 |
| 1.2 Inti Permasalahan | 1-2 |
| 1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian | 1-2 |
| 1.4 Lingkup Penelitian | 1-2 |
| 1.5 Metode Penelitian | 1-3 |
| 1.6 Sistematika Penulisan | 1-3 |
| 1.7 Diagram Alir Penelitian | 1-4 |
| BAB 2 STUDI PUSTAKA | 2-1 |
| 2.1 Pondasi Dangkal | 2-1 |
| 2.1.1 Teori Keruntuhan Daya Dukung Pondasi Dangkal | 2-2 |
| 2.1.2 Daya Dukung Pondasi Dangkal | 2-4 |
| 2.1.3 Daya Dukung Berdasarkan <i>Loading Test</i> | 2-7 |
| 2.2 Struktur Tangki | 2-8 |
| 2.3 <i>Settlement</i> Pada Tangki | 2-9 |
| 2.3.1 Bentuk Penurunan Tangki | 2-11 |
| 2.3.2 Perhitungan Penurunan Tangki | 2-13 |
| 2.3.3 Kriteria Penurunan Tangki | 2-17 |
| 2.4 Tekanan Air Pori Ekses | 2-20 |
| 2.5 Uji N-SPT | 2-23 |
| 2.6 Parameter Tanah | 2-24 |
| 2.6.1 Berat Isi Tanah | 2-24 |
| 2.6.2 Modulus Elastisitas Tanah | 2-26 |
| 2.6.3 Poisson Ratio | 2-27 |
| 2.6.4 Permeabilitas Tanah | 2-28 |

| | | |
|----------------|---|------|
| 2.6.5 | Kuat Geser Tanah | 2-29 |
| 2.7 | <i>Hydrotest</i> | 2-30 |
| BAB 3 | METODE PENELITIAN | 3-1 |
| 3.1 | Metode D'Orazio & Duncan (1987) | 3-1 |
| 3.2 | Metode Elemen Hingga | 3-4 |
| 3.3 | PLAXIS | 3-7 |
| 3.3.1 | Pemodelan Mohr-Coulomb | 3-9 |
| 3.3.2 | Pemasukan Data | 3-10 |
| 3.3.3 | Perhitungan Data | 3-12 |
| 3.3.4 | Hasil Perhitungan Data | 3-13 |
| BAB 4 | ANALISIS DATA | 4-1 |
| 4.1 | Deskripsi Proyek | 4-1 |
| 4.2 | Kondisi Tanah | 4-3 |
| 4.3 | Parameter Tanah Desain | 4-3 |
| 4.4 | Analisis <i>Settlement</i> Tangki Pada BH-02 | 4-4 |
| 4.4.1 | Analisis Perhitungan Daya Dukung Berdasarkan Loading Test dengan PLAXIS | 4-4 |
| 4.4.2 | Analisis Perhitungan <i>Settlement</i> dengan PLAXIS | 4-9 |
| 4.4.3 | Analisis Perhitungan <i>Settlement</i> Berdasarkan <i>Hydrotest</i> dengan PLAXIS | 4-13 |
| 4.5 | Hasil Program PLAXIS | 4-17 |
| 4.5.1 | Daya Dukung | 4-17 |
| 4.5.2 | <i>Settlement</i> Pada Tangki | 4-19 |
| 4.5.3 | <i>Settlement</i> Pada Tangki dengan <i>Hydrotest</i> | 4-20 |
| 4.6 | Perbandingan <i>Settlement</i> Hasil Program Plaxis dengan Metode D'Orazio & Duncan, 1987 | 4-25 |
| BAB 5 | KESIMPULAN DAN SARAN | 5-1 |
| 5.1 | Kesimpulan | 5-1 |
| 5.2 | Saran | 5-2 |
| DAFTAR PUSTAKA | | xvii |

DAFTAR NOTASI

| | | |
|-----------|---|---|
| μ | = | Faktor koreksi <i>settlement</i> (Skempton & Bjerrum) |
| A | = | <i>Pore pressure parameter A</i> (Skempton) |
| B | = | Lebar pondasi |
| B | = | <i>Pore pressure parameter B</i> (Skempton) |
| c | = | Kohesi |
| C_1 | = | Kemiringan garis Chin |
| C_c | = | <i>Compression index</i> |
| C_r | = | <i>Rebound compression index</i> |
| D | = | Diameter tangki |
| D_e | = | Diameter efektif tangki |
| D_f | = | Kedalaman pondasi |
| E_u | = | Modulus elastisitas tanah undrained |
| E' | = | Modulus elastisitas efektif tanah |
| e_o | = | <i>Void ratio</i> |
| F_{min} | = | Faktor keamanan minimum |
| H | = | Tebal lapisan tanah |
| I_p | = | Faktor pengaruh <i>settlement</i> |
| K | = | Konstanta Duncan & Buchignani |
| $k_x k_y$ | = | Permeabilitas tanah arah x&y |
| mv | = | Kompresibilitas volume tanah |
| N_c | = | Faktor daya dukung |
| N_q | = | Faktor daya dukung |
| N_y | = | Faktor daya dukung |
| OCR | = | <i>Over consolidation ratio</i> |
| q | = | Beban |
| Q_u | = | Daya dukung ultimit |
| qu | = | Tegangan tanah pada kedalaman D_f |
| R | = | Jari-jari tangki |
| Sc | = | Penurunan konsolidasi |
| T | = | Tebal lapisan tanah |

| | | |
|-------------------|---|-------------------------------------|
| t | = | Waktu |
| V | = | Volume tanah |
| w | = | Berat tanah |
| α | = | Reduksi daya dukung Chin |
| γ_{dry} | = | Berat isi tanah kering |
| γ_{sat} | = | Berat isi tanah jenuh |
| Δu | = | Tekanan air pori eksese |
| $\Delta \rho$ | = | <i>Differential settlement</i> |
| $\Delta \sigma'$ | = | Beban |
| $\Delta \sigma_1$ | = | Tegangan Tanah dari Boussinesq |
| $\Delta \sigma_3$ | = | Tegangan Tanah dari Boussinesq |
| ν | = | <i>Poisson ratio</i> |
| ρ_{ac} | = | <i>Settlement</i> aktual |
| ρ_{cc} | = | <i>Settlement</i> Konvensional |
| ρ_{cen} | = | <i>Settlement</i> di tengah tangki |
| ρ_e | = | <i>Settlement</i> di pinggir tangki |
| ρ_i | = | <i>Immediate elastic settlement</i> |
| σ'_c | = | Tegangan prakonsolidasi |
| σ'_o | = | Tegangan overburden |
| ϕ | = | Sudut geser dalam |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|------|
| Gambar 1.1 Diagram alir penelitian | 1-5 |
| Gambar 2.1 Daya dukung ultimate pondasi dangkal (a) model pondasi; (b) grafik beban-settlement (Braja, 2010) | 2-2 |
| Gambar 2.2 Mode keruntuhan daya dukung (Vesic, 1963)..... | 2-3 |
| Gambar 2.3 Analisis keruntuhan pondasi dangkal Terzaghi (Braja, 2010) | 2-4 |
| Gambar 2.4 Metode Mazurkiewiech (Manual pondasi tiang, 2013)..... | 2-7 |
| Gambar 2.5 Metode Chin (Manual Pondasi, 2013)..... | 2-8 |
| Gambar 2.6 Jenis atap pada tangki penyimpanan (API 650, 2007) | 2-9 |
| Gambar 2.7 Profil settlement tangki (D’Orazio & Duncan, 1987) | 2-11 |
| Gambar 2.8 Grafik hubungan D_e/T dan F_{min} (D’Orazio & Duncan, 1987) ... | 2-12 |
| Gambar 2.9 Hasil analisis profil settlement dari program CONSAX (D’Orazio & Duncan, 1987) | 2-13 |
| Gambar 2.10 Grafik hubungan $r/R - I_p$ (D’Orazio & Duncan, 1987) | 2-14 |
| Gambar 2.11 Grafik untuk menentukan undrained modulus dari lempung (Duncan & Buchignani, 1976) | 2-15 |
| Gambar 2.12 Hasil analisis tegangan banding beban akibat beban circular (D’Ozario & Duncan, 1987) | 2-16 |
| Gambar 2.13 Grafik untuk menentukan faktor settlement (Skempton and Bjerrum, 1957) | 2-17 |
| Gambar 2.14 Jenis penurunan pada tangki (Roberts et al, 1963)..... | 2-18 |
| Gambar 2.15 Kriteria kerusakan akibat settlement untuk tangki (D’Ozario & Duncan, 1987) | 2-19 |
| Gambar 2.16 Hubungan pore water pressure dengan effective stress..... | 2-21 |
| Gambar 2.17 Variasi parameter A dengan OCR (Braja, 2008)..... | 2-22 |
| Gambar 2.18 Alat Uji SPT | 2-23 |
| Gambar 2.19 Grafik sudut geser dalam (Uchida & Hatanaka,1996)..... | 2-29 |
| Gambar 3.1 Grafik hubungan $r/R - I_p$ (D’Orazio & Duncan, 1987) | 3-1 |
| Gambar 3.2 Grafik untuk menentukan undrained modulus dari lempung (Duncan & Buchignani, 1976)..... | 3-2 |

| | |
|---|------|
| Gambar 3.3 Grafik untuk menentukan faktor settlement (Skempton & Bjerrum, 1957)..... | 3-3 |
| Gambar 3.4 Elemen Axisymmetric terhadap sumbu putar (Hutton, 2003) | 3-7 |
| Gambar 3.5 Contoh model Plain strain dan Axisymmetric | 3-8 |
| Gambar 3.6 Dua macam nodes pada PLAXIS..... | 3-9 |
| Gambar 3.7 Perbandingan model tanah asli dan Mohr-Coulomb (Teo and Wong, 2012)..... | 3-10 |
| Gambar 4.1 Lokasi dan denah proyek | 4-1 |
| Gambar 4.2 Lokasi Uji Bor Hole | 4-2 |
| Gambar 4.3 Gambar Struktur Tangki | 4-2 |
| Gambar 4.4 Langkah 1 | 4-4 |
| Gambar 4.5 Membuat stratifikasi tanah..... | 4-5 |
| Gambar 4.6 Memasukan beban..... | 4-6 |
| Gambar 4.7 Membuat Material tanah | 4-6 |
| Gambar 4.8 Deformed Mesh..... | 4-7 |
| Gambar 4.9 Generate water pressure dan initial stress | 4-8 |
| Gambar 4.10 Tahapan konstruksi loading test..... | 4-8 |
| Gambar 4.11 Langkah 1 | 4-9 |
| Gambar 4.12 Memasukan beban..... | 4-10 |
| Gambar 4.13 Memasukan data material tanah..... | 4-10 |
| Gambar 4.14 Generate mesh..... | 4-11 |
| Gambar 4.15 Generate water pressure & initial condition..... | 4-12 |
| Gambar 4.16 Tahapan konstruksi beban minyak..... | 4-12 |
| Gambar 4.17 Langkah 1 | 4-13 |
| Gambar 4.18 Memasukan beban..... | 4-14 |
| Gambar 4.19 Model ringwall | 4-14 |
| Gambar 4.20 Memasukan material tanah | 4-15 |
| Gambar 4.21 Generate mesh..... | 4-15 |
| Gambar 4.22 Generate water pressure & initial stress..... | 4-16 |
| Gambar 4.23 Tahapan konstruksi pengisian dengan hydrotest..... | 4-17 |
| Gambar 4.24 Grafik hasil Loading test dengan metode Mazurkiewich & Chin...4- | 19 |

| | |
|--|------|
| Gambar 4.25 Faktor keamanan dengan PLAXIS | 4-19 |
| Gambar 4.26 Output PLAXIS berupa settlement | 4-20 |
| Gambar 4.27 Output PLAXIS dengan hydrotest..... | 4-21 |
| Gambar 4.28 Kurva settlement dengan hydrotest 0.5 bulan..... | 4-22 |
| Gambar 4.29 Kurva settlement dengan hydrotest 1 bulan..... | 4-22 |
| Gambar 4.30 Kurva settlement dengan hydrotest 2 bulan..... | 4-23 |
| Gambar 4.31 Kurva settlement dengan hydrotest 3 bulan..... | 4-23 |
| Gambar 4.32 Tekanan air pori ekses PLAXIS | 4-24 |
| Gambar 4.33 Kurva disipasi tekanan air pori ekses | 4-25 |
| Gambar 4.34 Tekanan air pori ekses dengan metode Skempton & Bjerrum ... | 4-27 |

DAFTAR TABEL

| | | |
|-------------------|---|------|
| Tabel 2-1 | Tabel faktor N_c , N_q , N_y menurut Terzaghi (Braja, 2010)..... | 2-6 |
| Tabel 2-2 | Masalah yang timbul akibat settlement pada tangki | 2-10 |
| Tabel 2-3 | Tipikal nilai A (Braja, 2008)..... | 2-22 |
| Tabel 2-4 | Tabel hubungan jenis tanah dengan nilai N -SPT | 2-24 |
| Tabel 2-5 | Nilai tipikal berat isi tanah (Budhu, 2000)..... | 2-25 |
| Tabel 2-6 | Tabel perkiraan berat isi tanah (NAVFAC DM 7.1, 1982) | 2-25 |
| Tabel 2-7 | Tabel modulus tanah (Bowles, 1997) | 2-26 |
| Tabel 2-8 | Tabel modulus tanah (Braja, 2010)..... | 2-27 |
| Tabel 2-9 | Tabel nilai poisson ratio tanah (Braja, 2010)..... | 2-27 |
| Tabel 2-10 | Tabel nilai poisson ratio tanah (Budhu, 2000)..... | 2-27 |
| Tabel 2-11 | Perkiraan permeabilitas tanah (Bowles, 1997) | 2-28 |
| Tabel 2-12 | Perkiraan permeabilitas tanah (Braja, 2010)..... | 2-28 |
| Tabel 2-13 | Tabel nilai ϕ (Bowles,1997) | 2-30 |
| Tabel 2-14 | Tabel nilai ϕ (Braja, 2010)..... | 2-30 |
| Tabel 4-1 | Parameter tanah..... | 4-3 |
| Tabel 4-2 | Parameter Permeabilitas tanah | 4-4 |
| Tabel 4-3 | Tabel hasil settlement loading test | 4-18 |
| Tabel 4-4 | Tabel hasil penurunan tangki dengan hydrotest..... | 4-21 |
| Tabel 4-5 | Tabel perbandingan hasil penurunan seketika dengan metode D’Orazio & Duncan | 4-26 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|--|-------|
| Lampiran 1 Denah lokasi proyek | L1-1 |
| Lampiran 2 Struktur tangki | L2-1 |
| Lampiran 3 Data Bor Hole – 2..... | L3-1 |
| Lampiran 4 Index properties | L4-1 |
| Lampiran 5 Uji konsolidasi..... | L5-1 |
| Lampiran 6 Output daya dukung..... | L6-1 |
| Lampiran 7 Konsolidasi Mv..... | L7-1 |
| Lampiran 8 Konsolidasi | L8-1 |
| Lampiran 9 Kapasitas pompa..... | L9-1 |
| Lampiran 10 Settlement berdasarkan hydrotest | L10-1 |
| Lampiran 11 Excess pore pressure..... | L11-1 |
| Lampiran 12 Hasil Uji Lab | L12-1 |

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan industri kelapa sawit di Indonesia dalam tahap peningkatan dari segi sektor pembangunan dan peningkatan kapasitas produksi. Pada 26 Oktober 2018 lalu, Direktur Eksekutif Gabungan Industri Minyak Nabati Indonesia (GIMNI) Sahat Sinaga mengatakan kapasitas tangki penyimpanan CPO nasional masih terbatas (Bisnis Surabaya, 2018). Pembangunan tangki penyimpanan minyak diperlukan untuk memenuhi kapasitas produksi kelapa sawit yang meningkat setiap tahunnya.

Tangki adalah wadah tempat menyimpan (menimbun) air, minyak tanah, dan sebagainya yang terbuat dari logam (KBBI, 2019). Tangki memerlukan pondasi sebagai penopang struktur tangki. Pondasi dapat berupa pondasi dangkal maupun pondasi dalam, bergantung dari struktur bangunan dan jenis tanah (Braja, 2010). . Sebelum tangki dapat digunakan secara utuh, tentunya perlu dilakukan test untuk memeriksa kebocoran dan kekuatan tangki. *Hydrotest* merupakan salah satu test untuk memeriksa tangki.

Hydrotest merupakan suatu metode uji kebocoran yang dapat dilakukan untuk memeriksa kebocoran pada tangki dan pipa. Pada tangki penyimpanan minyak, *hydrotest* dapat memiliki fungsi ganda yaitu menguji kebocoran pada tangki dan sebagai pre-load tangki sebelum dioperasikan. Dengan *hydrotest*, diharapkan terjadi penurunan pada tanah akibat beban air pada tangki.

Penurunan merupakan hal yang umum terjadi pada suatu bangunan akibat sifat tanah yang kompresibel. Penurunan tidak menjadi masalah bila sesuai dengan syarat dan besaran yang diijinkan agar bangunan tidak mengalami keruntuhan. Keamanan bangunan tangki salah satunya ditentukan oleh besarnya penurunan yang terjadi. Ada 2 hal yang perlu diperhatikan yaitu besarnya penurunan seragam (*uniform settlement*) dan perbedaan penurunan (*differential settlement*) (API 650,

2007). Pada studi kasus tangki CPO di Kalimantan Tengah, besarnya daya dukung tanah rencana sebesar 8 ton/m^2 sedangkan tangki dibangun setinggi 12 m, yang berarti *hydrottest* yang akan dilakukan akan menjadi pre-load yang melebihi kapasitas daya dukung tanah rencana.

Hal tersebut yang melatarbelakangi penulis melakukan penelitian ini. Dalam penelitian ini, penulis mengambil studi kasus proyek pembangunan tangki CPO di Kalimantan Tengah.

1.2 Inti Permasalahan

Penelitian ini mengkaji Proyek tangki CPO di Kalimantan Tengah yang akan digunakan untuk menyimpan minyak. *Hydrottest* yang akan dilakukan pada tangki CPO dapat menimbulkan gaya tekan sebesar 12 ton/m^2 sedangkan pondasi dibuat dengan daya dukung 8 ton/m^2 . *Settlement* yang terjadi pada tanah di bawah tangki dapat menimbulkan resiko keamanan tangki. Analisis dilakukan dengan bantuan program komputer PLAXIS.

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud penelitian ini antara lain :

1. Mengamati dan mengevaluasi besarnya penurunan yang terjadi pada tangki CPO dengan *hydrottest*.
2. Melakukan analisis model berdasarkan metode elemen hingga.
3. Mengevaluasi keamanan tangki terhadap besarnya penurunan yang terjadi.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji besarnya *settlement* yang terjadi pada tangki CPO dengan *Hydrottest* dan keamanan tangki akibat *settlement* yang terjadi.

1.4 Lingkup Penelitian

1. Menganalisis data tanah, struktur, dan penurunan yang terjadi saat *hydrottest* berlangsung.
2. Mengkaji kajian literatur mengenai teori-teori yang berkaitan dengan analisis *settlement*, pondasi tangki, dan *hydrottest*.

3. Menggunakan metode elemen hingga (program PLAXIS) untuk melakukan pemodelan dan analisis *settlement* yang terjadi.

1.5 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan yaitu :

1. Melakukan studi literatur mengenai teori yang berkaitan dengan penelitian
2. Mengumpulkan data tanah dan bangunan dari tangki CPO
3. Melakukan analisis dan pemodelan terhadap data menggunakan metode elemen hingga
4. Melakukan evaluasi terhadap keamanan tangki yang terjadi akibat *settlement* tanah

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi ini yaitu :

BAB 1 PENDAHULUAN

Membahas tentang latar belakang permasalahan, inti permasalahan, maksud dan tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, metode penelitian, sistematika penulisan dan diagram alir.

BAB 2 STUDI PUSTAKA

Menguraikan dasar-dasar teori yang berkaitan dengan analisis *settlement*, Pondasi tangki, *hydrottest*, dan metode elemen hingga.

BAB 3 METODE ANALISIS

Menjelaskan mengenai data yang dibutuhkan untuk penelitian. Mengolah data tersebut menggunakan perhitungan metode elemen hingga.

BAB 4 ANALISIS DATA

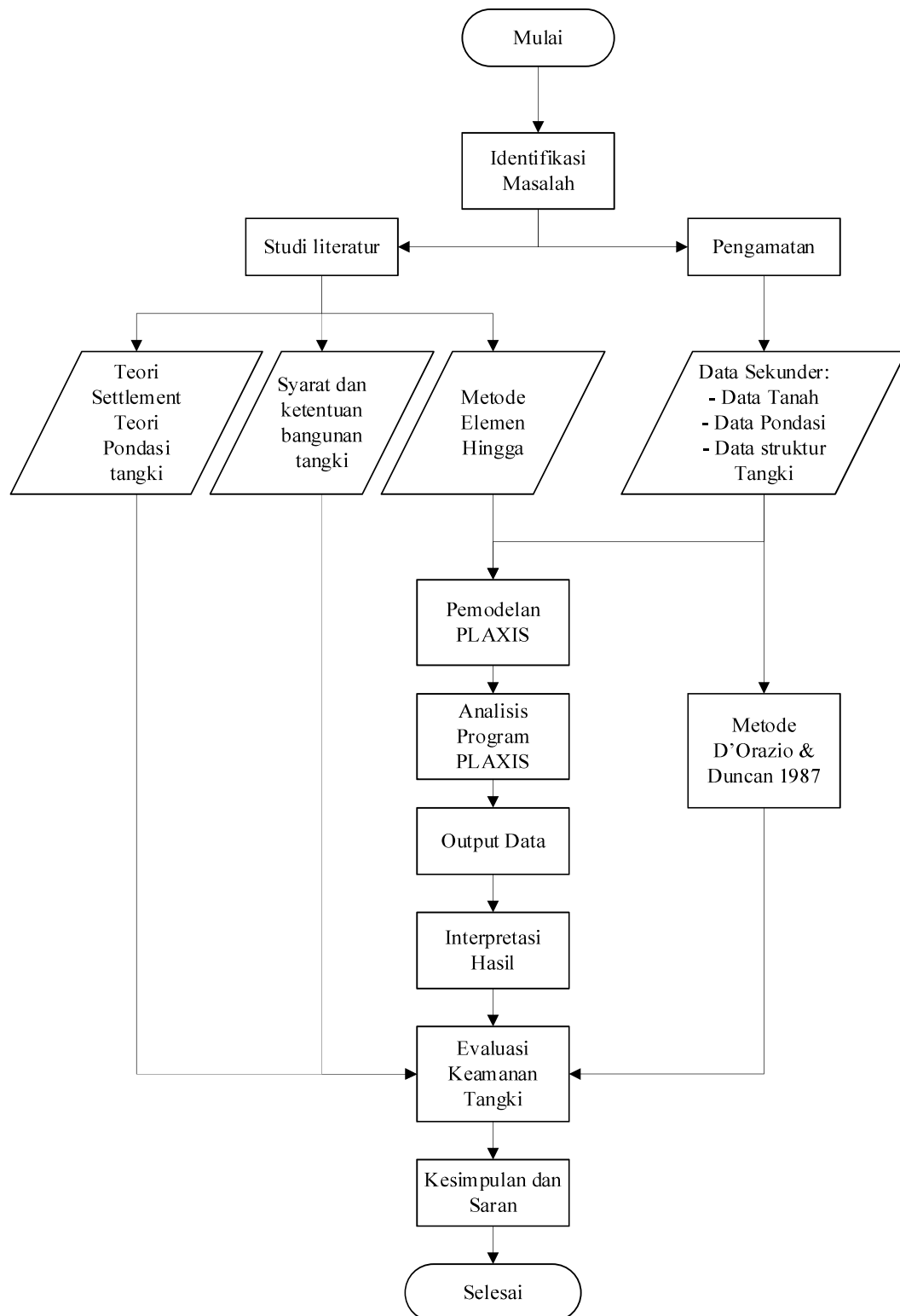
Menjelaskan data tanah dan data penurunan tanah dari hasil *hydrottest* dan menggunakan metode elemen hingga untuk melakukan pemodelan dan evaluasi terhadap keamanan bangunan tangki dengan menggunakan program PLAXIS.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Memberikan kesimpulan mengenai data yang telah dianalisis, dan saran terhadap proyek terhadap proyek tangki CPO.

1.7 Diagram Alir Penelitian

Untuk menunjukkan proses penelitian yang akan dilakukan dalam penyelesaian karya tulis ilmiah ini maka dibuatlah diagram alir penelitian. Diagram alir penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1.1



Gambar 1.1 Diagram alir penelitian

