

SKRIPSI

**KAJIAN DEFORMASI DAN TEGANGAN AKIBAT
TIMBUNAN BATUBARA TERHADAP JARAK
BANGUNAN TANGKI DI SENYUR BALIKPAPAN**



**MARVIN TIO HENDRA
NPM : 2016410038**

**PEMBIMBING : Anastasia Sri Lestari, Ir., M.T.
KO-PEMBIMBING : Aflizal Arafianto, S.T., M.T.**

**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 2020**



SKRIPSI

**KAJIAN DEFORMASI DAN TEGANGAN AKIBAT
TIMUNAN BATUBARA TERHADAP JARAK
BANGUNAN TANGKI DI SENYIUR BALIKPAPAN**



**MARVIN TIO HENDRA
NPM : 2016410038**

**PEMBIMBING : Anastasia Sri Lestari, Ir., M.T.
KO-PEMBIMBING : Aflizal Arafianto, S.T., M.T.**

**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 2020**

SKRIPSI

**KAJIAN DEFORMASI DAN TEGANGAN AKIBAT
TIMUNAN BATUBARA TERHADAP JARAK
BANGUNAN TANGKI DI SENYIUR BALIKPAPAN**



**MARVIN TIO HENDRA
NPM : 2016410038**

**BANDUNG, 30 JULI 2020
PEMBIMBING :**

Anastasia Sri Lestari, Ir., M.T.

**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 2020**

PERNYATAAN

Yang bertandatangan di bawah ini, saya dengan data diri sebagai berikut:

Nama : Marvin Tio Hendra
NPM : 2016410038
Program Studi : Geoteknik
Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan

Menyatakan bahwa skripsi / tesis / disertasi¹⁾ dengan judul:

KAJIAN DEFORMASI DAN TEGANGAN AKIBAT TIMBUNAN BATUBARA TERHADAP JARAK BANGUNAN TANGKI DI SENYIUR BALIKPAPAN

adalah benar-benar karya saya sendiri di bawah bimbingan dosen 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.

Dinyatakan: di Bandung

Tanggal: 22 Juli 2020



Marvin Tio Hendra

¹⁾ coret yang tidak perlu

KAJIAN DEFORMASI DAN TEGANGAN AKIBAT TIMUNAN BATUBARA TERHADAP JARAK BANGUNAN TANGKI DI SENYIUR BALIKPAPAN

**MARVIN TIO HENDRA
NPM : 2016410038**

**PEMBIMBING : Anastasia Sri Lestari, Ir., M.T.
KO-PEMBIMBING : Aflizal Arafianto, S.T., M.T.**

**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 2020**

ABSTRAK

Peningkatan produksi tentunya memerlukan ruang penyimpanan tambahan atau biasa disebut *stockpile*. Pada saat pembangunan perlu evaluasi posisi konstruksi yang aman. Oleh karena hal tersebut penelitian ini ditujukan untuk mencegah terjadinya kecelakaan akibat kegagalan konstruksi dengan cara meneliti jarak aman sebuah konstruksi *stockpile* terhadap sebuah bangunan tangki bahan bakar yang sudah ada. Timbunan batubara dibuat tertentu dengan ketinggian timbunan adalah 8 meter dan kemiringan timbunan adalah 22 derajat. Bangunan tangki dimodelkan dengan menggunakan berat terberat yang berkontribusi pada tanah yaitu berat solar isi tangki dalam keadaan penuh. Penelitian ini menggunakan 2 metode yaitu metode elemen hingga dengan bantuan aplikasi Plaxis 2D dan hitung manual menggunakan rumus *settlement*. Dari hasil penelitian ini didapatkan kesimpulan bahwa jarak aman *stockpile* adalah jarak 4 m hingga 10 m dimana bangunan tangki aman terhadap *differential settlement* akibat beban tambahan.

KAJIAN DEFORMASI DAN TEGANGAN AKIBAT TIMUNAN BATUBARA TERHADAP JARAK BANGUNAN TANGKI DI SENYIUR BALIKPAPAN

**MARVIN TIO HENDRA
NPM : 2016410038**

**PEMBIMBING : Anastasia Sri Lestari, Ir., M.T.
KO-PEMBIMBING : Aflizal Arafianto, S.T., M.T.**

**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 2020**

ABSTRACT

Increase in coal production leads to expand in storage area we call stockpile. Upon constructing, it is needed to evaluate the position of construction to ensure it is safe. Therefore this study aims to prevent accident because of construction failure by doing research of minimum safe distance of stockpile construction against existing fuel storage tank building. Coal embankment stockpile is made specifically with embankment height of 8 meters and embankment slope of 22 degrees. Fuel storage tank is designed as the most weight contributed on soil which is the weight of diesel fuel at full capacity. This study uses 2 methods which are finite element method with Plaxis 2D software and using settlement equations. This study concludes that the safe distance of stockpile is 4 m and remains safe up to 10 m where existing fuel storage tank is safe against differential settlement.

PRAKATA

Puji dan syukur dipanjatkan kepada Tuhan atas berkat dan kuasanya sehingga skripsi berjudul “Pengaruh Jarak Timbunan Batubara Terhadap Bangunan Tangki pada Proyek Tangka di Senyur Balikpapan” dapat dirampungkan dengan sebaik mungkin. Adapun tujuan akhir dari penelitian ini adalah syarat kelulusan pendidikan jenjang sarjana 1.

Selama proses pengerjaan karya tulis ilmiah ini disadari bahwa perjalanan menuju kesuksesan adalah jalan yang penuh rintangan. Penulis menyadari bahwa tiada kata sukses tanpa kawan. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis dengan ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang mendukung keberhasilan dalam penyusunan skripsi ini, khususnya :

1. Orang tua penulis, Eka Putra Hendra dan Lie Njoenk Tjiaw yang selalu setia memberi dukungan kepada penulis baik secara moral maupun materiil.
2. Ibu Anastasia Sri Lestari Ir. M.T. dan Bapak Aflizal Arafianto S.T., M.T. selaku dosen pembimbing, Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ph.D. selaku ketua bidang ilmu geoteknik, serta dosen geoteknik lain yang tidak bisa saya sebut satu per satu atas bekal ilmu yang diberikan dan motivasi serta menjadi gudang ilmu yang senantiasa terus membantu selama penulisan.
3. Aldy, Kennardi, Roy, Irma, Marleen, Bagus, Nico, dan rekan-rekan seperjuangan lainnya yang selalu memberikan bantuan dan dukungan moral.
4. Pihak – pihak lain yang turut andil dalam membantu penyelesaian skripsi yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa penulisan karya tulis ilmiah ini jauh dari kata sempurna karena kemampuan penulis yang kurang sehingga kritik dan saran akan membantu dalam usaha untuk memperbaiki diri. Harapannya skripsi ini bisa menjadi manfaat bagi orang lain yang membutuhkannya. Terima kasih sebesar besarnya penulis ucapkan untuk semua pihak.

Bandung, 30 Juli 2020



Marvin Tio Hendra

2016410038



DAFTAR ISI

ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
PRAKATA	viii
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR TABEL	vi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Pembatasan Masalah	Error! Bookmark not defined.
1.5. Sistematika Penulisan	2
1.6. Metodologi Penelitian	3
1.7. Diagram Alir	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Parameter tanah	Error! Bookmark not defined.
2.1.1 Koreksi Nilai NSPT akibat tegangan vertikal efektif pada tanah pasir	6
2.1.2 Berat isi tanah berdasarkan data Standard Penetration Test	6
2.1.3 Kohesi dan sudut geser dalam berdasarkan nilai SPT	7
2.1.4 Modulus Elastitas berdasarkan data jenis tanah dan kepadatannya	9
2.1.5 Poisson's Ratio berdasarkan jenis tanah	10
2.1.6 Angka pori	11
2.1.7 Tegangan tanah	11
2.1.8 Penurunan setketika dan konsolidasi	13
2.1.9 Differential Settlement	15
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	17
3.1. Pengambilan data sekunder	17
3.2. Parameter tanah	17
3.3. Pemodelan dengan metode elemen hingga, Plaxis 2D	17
3.4. Perhitungan tegangan tambahan dan penurunan menggunakan metode konvensional	20
BAB 4 ANALISIS DATA	21
4.1. Lokasi bangunan tangki dan timbunan batubara	21
4.2. Parameter Tanah berdasarkan Data SPT	22

4.3.	Perhitungan distribusi tegangan vertikal.....	23
4.4.	Perhitungan distribusi tegangan horizontal.....	34
4.5.	Perhitungan penurunan konsolidasi	45
4.6.	Perhitungan deformasi vertikal dengan aplikasi plaxis.....	47
4.7.	Perhitungan deformasi horizontal dengan aplikasi plaxis.....	51
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	55
	DAFTAR PUSTAKA	57
	LAMPIRAN.....	59



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.3.1. Hubungan Antara Sudut Geser Dalam dan Indeks Plastisitas untuk Tanah Lempung Tidak Terganggu Overconsolidated (Sorensen, 2013).	8
Gambar 2.1.3.2. Variasi Nilai ϕ' dengan N dan σ'_0 (De Mello, 1971).....	9
Gambar 2.1.7.3. Perumpamaan Variabel Persamaan Boussinesq.	12
Gambar 2.1.8.4. Grafik Batas Atas Penurunan per Satuan Tekanan (setelah Burland et. al. 1977).....	13
Gambar 2.1.8.5. Gambar Tanah Lempung yang Sedang Mengalami Konsolidasi.	15
Gambar 3.3.1. Pemodelan Batubara dan Tangki.....	18
Gambar 3.3.2. Geometri pada Model Metode Elemen Hingga.	18
Gambar 3.3.3. Initial Condition pada Aplikasi Plaxis 2D.	18
Gambar 3.3.4. Bangunan Tangki Aktif Pada Aplikasi Plaxis 2D.	19
Gambar 3.3.5. Timbunan Batubara Sudah Aktif pada Pemodelan Plaxis.	19
Gambar 4.1.1. Denah Lokasi Timbunan Batubara	21
Gambar 4.2.1. Jenis Tanah Berdasarkan Data SPT	22
Gambar 4.3.1. Sketsa Lokasi Titik Tinjau untuk Analisis dengan Metode Konvensional.	24
Gambar 4.3.2. Perbandingan Distribusi Tegangan Masing-Masing Titik Tinjau di Setiap Jarak Antara Timbunan Batubara dan Bangunan Tangki	26
Gambar 4.3.3. Sketsa Pemodelan untuk Analisis dengan Metode Elemen Hingga.	27
Gambar 4.3.4. Output Tegangan Vertikal Efektif Plaxis 2D (Jarak 4 m)	28
Gambar 4.3.5. Output Tegangan Vertikal Efektif Plaxis 2D (Jarak 6 m)	28
Gambar 4.3.6. Output Tegangan Vertikal Efektif Plaxis 2D (Jarak 8 m)	29
Gambar 4.3.7. Output Tegangan Vertikal Efektif Plaxis 2D (Jarak 10 m)	29
Gambar 4.3.8. Grafik Perbandingan Distribusi Tegangan Plaxis 2D pada Berbagai Jarak.....	31
Gambar 4.3.9. Grafik Perbandingan Distribusi Tegangan Boussinesq dan Plaxis 2D jarak 4m.....	32
Gambar 4.3.10. Grafik Perbandingan Distribusi Tegangan Boussinesq dan Plaxis 2D jarak 6m.....	32
Gambar 4.3.11. Grafik Perbandingan Distribusi Tegangan Boussinesq dan Plaxis 2D jarak 8m.....	33
Gambar 4.3.12. Grafik Perbandingan Distribusi Tegangan Boussinesq dan Plaxis 2D jarak 10m.....	33
Gambar 4.4.1. Output Tegangan Horizontal Efektif Plaxis 2D (Jarak 4 m)	34
Gambar 4.4.2. Output Tegangan Horizontal Efektif Plaxis 2D (Jarak 6 m)	35
Gambar 4.4.3. Output Tegangan Horizontal Efektif Plaxis 2D (Jarak 8 m)	35
Gambar 4.4.4. Output Tegangan Horizontal Efektif Plaxis 2D (Jarak 10 m)	36
Gambar 4.4.5. Grafik Tegangan Horizontal pada Tanah 2 Lapis.....	36
Gambar 4.4.6. Grafik Tegangan Horizontal Akibat Timbunan Batubara pada Jarak 4m di Titik z1.....	37
Gambar 4.4.7. Grafik Tegangan Horizontal Akibat Timbunan Batubara pada Jarak 4m di Titik z2.....	37
Gambar 4.4.8. Grafik Tegangan Horizontal Akibat Timbunan Batubara pada Jarak 4m di Titik z3.....	38

Gambar 4.4.9. Grafik Tegangan Horizontal Akibat Timbunan Batubara pada Jarak 6m di Titik z1.....	38
Gambar 4.4.10. Grafik Tegangan Horizontal Akibat Timbunan Batubara pada Jarak 6m di Titik z2.....	39
Gambar 4.4.11. Grafik Tegangan Horizontal Akibat Timbunan Batubara pada Jarak 6m di Titik z3.....	39
Gambar 4.4.12. Grafik Tegangan Horizontal Akibat Timbunan Batubara pada Jarak 8m di Titik z1.....	40
Gambar 4.4.13. Grafik Tegangan Horizontal Akibat Timbunan Batubara pada Jarak 8m di Titik z2.....	40
Gambar 4.4.14. Grafik Tegangan Horizontal Akibat Timbunan Batubara pada Jarak 8m di Titik z3.....	41
Gambar 4.4.15. Grafik Tegangan Horizontal Akibat Timbunan Batubara pada Jarak 10m di Titik z1.....	41
Gambar 4.4.16. Grafik Tegangan Horizontal Akibat Timbunan Batubara pada Jarak 10m di Titik z2.....	42
Gambar 4.4.17. Grafik Tegangan Horizontal Akibat Timbunan Batubara pada Jarak 10m di Titik z3.....	42
Gambar 4.4.18. Grafik Perbandingan Distribusi Tegangan Efektif Horizontal Plaxis 2D Jarak 4m	43
Gambar 4.4.19. Grafik Perbandingan Distribusi Tegangan Efektif Horizontal Plaxis 2D Jarak 4m	43
Gambar 4.4.20. Grafik Perbandingan Distribusi Tegangan Efektif Horizontal Plaxis 2D Jarak 4m	44
Gambar 4.4.21. Grafik Perbandingan Distribusi Tegangan Efektif Horizontal Plaxis 2D Jarak 4m	44
Gambar 4.5.1. Grafik Settlement Total pada Masing-Masing Titik Tinjau	46
Gambar 4.5.2. Grafik Besar Δ/L Metode Konvensional.	46
Gambar 4.6.1. Output Deformasi Vertikal Plaxis 2D (Jarak 4 m)	48
Gambar 4.6.2. Output Deformasi Vertikal Plaxis 2D (Jarak 6 m)	48
Gambar 4.6.3. Output Deformasi Vertikal Plaxis 2D (Jarak 8 m)	49
Gambar 4.6.4. Output Deformasi Vertikal Plaxis 2D (Jarak 10 m)	49
Gambar 4.6.5. Grafik Deformasi pada Permukaan Tanah Hasil Plaxis 2D	50
Gambar 4.6.6. Grafik $\Delta L/L$ Hasil Plaxis 2D	50
Gambar 4.6.7. Grafik Perbandingan Deformasi Vertikal Metode Konvensional dengan Plaxis 2D.	51
Gambar 4.7.1. Output Deformasi Vertikal Plaxis 2D (Jarak 4 m)	52
Gambar 4.7.2. Output Deformasi Vertikal Plaxis 2D (Jarak 6 m)	52
Gambar 4.7.3. Output Deformasi Vertikal Plaxis 2D (Jarak 8 m)	53
Gambar 4.7.4. Output Deformasi Vertikal Plaxis 2D (Jarak 10 m)	53
Gambar 4.7.5. Grafik Deformasi pada Permukaan Tanah Hasil Plaxis 2D	54

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.2.1. Typical Values of Unit Weight for Soils (Budhu 2000).	7
Tabel 2.1.3.1. Korelasi Nilai N-SPT dengan Kohesi pada Tanah Lempung.....	8
Tabel 2.1.4.1. Nilai Modulus Elastisitas untuk Berbagai Jenis Tanah (Burt, 2014)	10
Tabel 2.1.5.1. Rentang Nilai Angka Poisson Berdasarkan Jenis Tanah (Budhu 2000).	11
Tabel 2.1.6.1. Tabel Angka Pori, Kadar Air, dan Berat Volume Kering untuk Beberapa Tipe Tanah Masih dalam Keadaan Asli (Das 1995).....	11
Tabel 2.1.9.1. Panduan untuk Estimasi Differential Settlement (Bowles 2001)..	16
Tabel 2.1.9.1. Tabel Jenis Tanah pada Setiap Kedalaman.	21
Tabel 4.2.1. Tabel Koreksi N Akibat Pengaruh Tegangan Vertikal Tanah	22
Tabel 4.2.2. Parameter Tanah Berdasarkan Data NSPT.	23
Tabel 4.5.1. Tabel Parameter Settlement Tanah Pasir.....	45
Tabel 4.5.2. Tabel Hasil Settlement pada Tanah Pasir.....	45



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Batubara merupakan batu sedimen organik yang mudah terbakar yang terbentuk dari tanaman-tanaman purba yang terkonsolidasi di dalam lapisan tanah dan bertransformasi akibat gabungan dari aktivitas mikroba, tekanan, dan panas selama waktu yang panjang (Geoscience Australia n.d.). Batubara juga merupakan salah satu bahan utama pembangkit listrik di dunia (Indonesia Investmen 2018), artinya kebutuhan batubara sangat tinggi.

Produksi dan kebutuhan batubara semakin bertambah (BP 2019), oleh karena itu perlu adanya bantuan alat berat. Pengoperasian alat berat merupakan salah satu hal yang sangat penting dalam pelaksanaan berbagai kegiatan dalam proyek pertambangan baik dalam penambangan, mobilisasi, konstruksi, dan berbagai hal lainnya. Alat berat memerlukan bahan bakar untuk beroperasi, salah satunya adalah untuk mesin diesel dengan bahan bakar solar yang biasanya ditampung di dalam tangki besar khusus menyimpan bahan bakar ini.

Konstruksi bangunan memiliki beberapa syarat atau standar yang harus dipenuhi, salah satunya adalah penurunan tanah atau konsolidasi. Penurunan tanah dapat terjadi saat ada beban di permukaan tanah jenuh air. Saat tanah jenuh air mengalami tekanan akibat adanya pembebanan, tegangan air pori akan meningkat. Permeabilitas tanah yang rendah mengakibatkan muncul jeda waktu antara pemberian beban dengan keluarnya air pori sehingga terjadi penurunan tanah. Hal ini disebut konsolidasi (Das, Advanced Soil Mechanic Third Edition 2008).

Berdasarkan hal-hal yang sudah dijelaskan pada paragraf-paragraf sebelumnya, maka perlu dilakukan peninjauan agar tangki yang akan dibangun tidak mengalami penurunan yang tidak terduga. Tinjauan yang akan dilakukan berupa jarak tangki terhadap timbunan batubara yang sudah ada agar pengaruh beban timbunan tidak signifikan terhadap konsolidasi pada bangunan tangki.

1.2. Rumusan Masalah

Pada lokasi proyek akan diberi timbunan batubara namun sudah ada tangki penyimpanan bahan bakar solar. Lokasi tangki dikhawatirkan mengalami konsolidasi di luar dugaan akibat adanya beban timbunan batubara di dekat lokasi. Timbunan harus diletakkan cukup jauh dari lokasi bangunan tangki agar tidak terjadi kegagalan struktur akibat penurunan yang tidak terduga.

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menentukan besarnya tegangan vertikal dan horizontal akibat timbunan batubara pada proyek tangki di Senyur, Balikpapan.
2. Menentukan jarak minimum bangunan tangki dengan timbunan batubara yang aman terhadap *differential settlement* pada proyek tangki di Senyur, Balikpapan.
3. Mengetahui deformasi horizontal pada permukaan tanah di bawah bangunan tangki pada proyek tangki di Senyur, Balikpapan.

1.4. Lingkup Penelitian

Ruang lingkup dan batasan pada penelitian ini adalah :

1. Objek penelitian adalah proyek tangki bahan bakar di Senyur, Balikpapan.
2. Pekerjaan yang ditinjau adalah perancangan jarak timbunan batubara terhadap tangki bahan bakar yang aman terhadap kegagalan akibat *differential settlement*.
3. Timbunan batubara diasumsi memiliki kemiringan 22 derajat dan ketinggian timbunan 8 meter.
4. Kondisi tanah didasarkan dari hasil data bor dengan kondisi tanah terburuk yaitu di wilayah B di lokasi DB-01.

1.5. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan penelitian ini adalah sebagai berikut :

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini memuat latar belakang masalah yang mendasari pemilihan topik, pokok permasalahan, tujuan dilakukannya penelitian, lingkup permasalahan, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan skripsi secara lebih detail tentang dasar – dasar teori yang digunakan pada penelitian ini. Sumber pustaka berasal dari jurnal, buku, dan artikel ilmiah.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjabarkan langkah-langkah serta metode yang digunakan dalam pengambilan data dan pengolahan data hingga memperoleh tujuan dari penelitian.

BAB 4 ANALISIS DATA

Bab ini berisi tentang proses analisis dari data yang telah dikumpulkan sehingga berhasil mendapatkan tujuan dari penelitian.

BAB 5 SIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menegaskan kembali hasil dari penelitian serta memberi masukan yang sesuai dengan hasil analisis data.

1.6. Metodologi Penelitian

Mencari data sekunder berupa data NSPT dari *boring log*. Melakukan studi pustaka tentang korelasi data NSPT terhadap parameter tanah, perhitungan distribusi tegangan, dan perhitungan *settlement* konsolidasi. Melakukan analisis distribusi tegangan dengan metode elemen hingga menggunakan bantuan aplikasi plaxis dan secara manual. Melakukan analisis *settlement* elastis dan konsolidasi dengan metode elemen hingga menggunakan bantuan aplikasi plaxis dan secara manual. Mendapatkan jarak minimum tangki terhadap timbunan batubara yang aman akibat *settlement* elastis dan konsolidasi. Memberikan kesimpulan dan saran sesuai hasil penelitian.

1.7. Diagram Alir



