

TUGAS AKHIR
ANALISIS PERBANDINGAN TAMBAHAN TEGANGAN
AKIBAT BEBAN TITIK DENGAN METODE PERHITUNGAN
MANUAL (NUMERIK) DAN METODE ELEMEN HINGGA
(PLAXIS)

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Dalam Menyelesaikan Pendidikan
Program Studi Program Sarjana (S1) Fakultas Teknik Program Studi Teknik
Sipil Universitas Islam Sultan Agung



Disusun Oleh :

Hilmy Ega Trisnagara

NIM : 30202000270

Muhammad Ali Firdaus

NIM : 30202000272

FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
S E M A R A N G
2022

Usulan Penelitian Tugas Akhir

JUDUL

**ANALISIS PERBANDINGAN TAMBAHAN TEGANGAN
AKIBAT BEBAN TITIK DENGAN METODE PERHITUNGAN
MANUAL (NUMERIK) DAN METODE ELEMEN HINGGA (PLAXIS)**

Yang diajukan oleh :

Hilmy Ega Trisnagara
30.2020.00.270

Muhammad Ali Firdaus
30.2020.00.272

Telah Disetujui Oleh

Pembimbing Utama



Dr. Ir. Rinda Karlinasari, MT

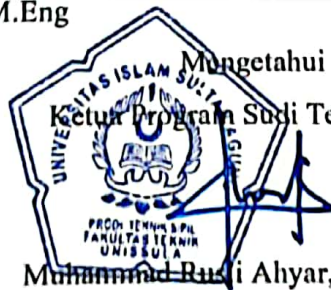
Tanggal : 14 Januari 2022

Pembimbing Pendamping



Lisa Firiana, ST., M.Eng

Tanggal : 14 Januari 2022



Muhammad Rusli Ahyar, ST., M.Eng



HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS PERBANDINGAN TAMBAHAN TEGANGAN AKIBAT BEBAN TITIK DENGAN METODE PERHITUNGAN MANUAL (NUMERIK) DAN METODE ELEMEN HINGGA (PLAXIS)

Oleh :



Hilmy Ega Trisnagara

NIM : 30202000270



Muhammad Ali Firdaus

NIM : 30202000272

Telah disetujui dan disahkan di Semarang tanggal 25 Januari 2022

Tim Penguji

Tanda Tangan

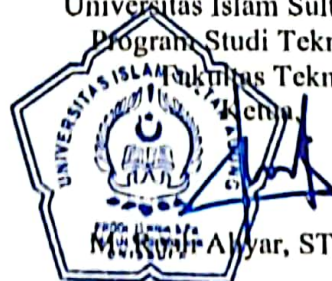
1. Dr. Ir. Rinda Karlinasari, MT.

2. Lisa Fitriyana, ST, M.Eng

3. Selvia Agustina, ST, M.Eng

.....
.....
.....

Universitas Islam Sultan Agung
Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik



M. Kusnanto Alkyar, ST., M.Eng



BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR

Nomor :

Pada hari ini, Jum'at tanggal 14 Januari 2022 berdasarkan Surat Keputusan Rektor Universitas Islam Sultan Agung (UNISSULA) Semarang perihal penunjukan Dosen Pembimbing I dan Dosen Pembimbing II :

1. Nama : Dr. Ir. Rinda Karlinasari, MT.
Jabatan Akademik : Asisten Ahli
2. Nama : Lisa Fitriyana ST, M.Eng
Jabatan Akademik : Lektor

Dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa yang tersebut dibawah ini telah menyelesaikan bimbingan Tugas Akhir / Skripsi :

Nama : Hilmy Ega Trisnagara Nama : M. Ali Firdaus
NIM : 30202000270 NIM : 30202000272

Judul : Analisa Perbandingan Tambahan Tegangan Akibat Beban Titik dengan Metode Perhitungan manual(numerik) dan Metode Elemen Hingga(PLAXIS).

Dengan tahapan sebagai berikut :

No.	Tahapan	Tanggal	Keterangan
1	Penunjukan dosen pembimbing	29 September 2020	ACC
2	Proposal	8 November 2021	ACC
3	Pengumpulan data	16 November 2021	ACC
4	Analisis data	18 November 2021	ACC
5	Penyusunan laporan	31 Desember 2021	ACC
6	Selesai laporan	05 Januari 2022	ACC

Demikian Berita Acara Bimbingan Tugas Akhir ini dibuat untuk diketahui dan dipergunakan seperlunya oleh pihak – pihak yang berkepentingan.

Dosen Pembimbing I

Dr. Ir. Rinda Karlinasari, MT.

Dosen Pembimbing II

Lisa Fitriyana ST, M.Eng



Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Sipil

M. Risa ST, M. Eng

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

NAMA : 1. Hilmy Ega Trisnagara
2. Muhammad Ali Firdaus

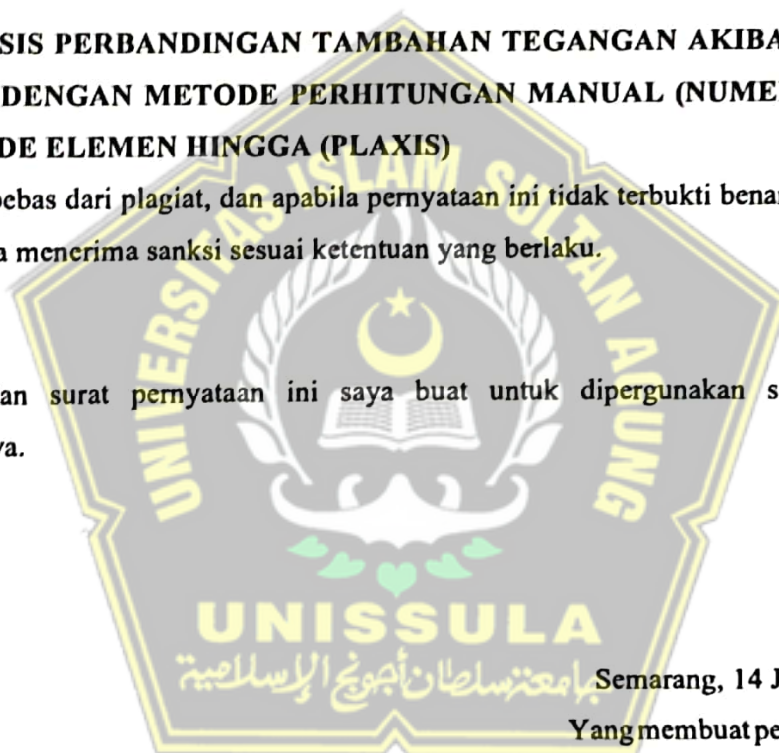
NIM 30202000270
30202000272

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang berjudul :

**ANALISIS PERBANDINGAN TAMBAHAN TEGANGAN AKIBAT BEBAN
TITIK DENGAN METODE PERHITUNGAN MANUAL (NUMERIK) DAN
METODE ELEMEN HINGGA (PLAXIS)**

Benar bebas dari plagiat, dan apabila pernyataan ini tidak terbukti benar maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.



Semarang, 14 Januari 2022

Yang membuat pernyataan,

Hilmy Ega Trisnagara

Muhammad Ali Firdaus

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda – tangan dibawah ini :

NAMA : 1. Hilmy Ega Trisnagara
2. Muhammad Ali Firdaus

NIM 30202000270
30202000272

JUDUL SKRIPSI : Analisis Perbandingan Tambahan Tegangan Akibat Beban Titik Menggunakan Metode Perhitungan Manual (Numerik) dan Metode Elemen Hingga (Plaxis)

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli saya sendiri. Saya tidak mencantumkan tanpa pengakuan bahan – bahan yang telah dipublikasikan sebelumnya atau ditulis oleh orang lain, atau sebagai bahan yang pernah diajukan untuk gelar atau ijazah pada Universitas Islam Sultan Agung Semarang atau perguruan tinggi lainnya.

Apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Demikian pernyataan ini saya buat.

Semarang, 14 Januari 2022

Yang membuat pernyataan,

Hilmy Ega Trisnagara

Muhammad Ali Firdaus

MOTTO

- Hilmy Ega Trisnagara

خَيْرُ النَّاسِ أَنْفَعُهُمْ لِلنَّاسِ

“Khairunnas anfau`hum linnas”

“Sebaik-baik manusia adalah yang paling bermanfaat bagi manusia”.
(HR. Ahmad).

- Muhammad Ali Firdaus

إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا

” inna ma'al-'usri yusrā ”

“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan”.
(QS. Al-Insyirah : 6)



PERSEMBAHAN

- Hilmy Ega Trisnagara
- Muhammad Ali Firdaus

Persembahan khusus untuk :

1. Dr. Ir. Rinda Karlinasari, MT. dosen pembimbing I yang senantiasa memberikan ilmunya serta membimbing penulis sampai akhir terselesaikan tugas akhir ini.
2. Lisa Fitriyana, ST., M.Eng., dosen pembimbing II yang senantiasa memberikan ilmunya serta membimbing penulis sampai akhir terselesaikan tugas akhir ini.
3. Bapak Ibu Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang yang senantiasa memberikan ilmu selama menuntut ilmu di Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
4. Terima kasih kepada orang tua yang tercinta, yang telah memberi dukungan dan doa untuk jiwa, raga, yang tidak bisa terbalaskan. Tugas Akhir ini untuk Bapak Mamah. Semoga selalu dalam lindungan Allah SWT.
5. Terima kasih kepada keluarga yang tersayang, yang selalu memberikan dukungan dan doa, dan selalu ada untuk mendampingi. Semoga segala kebaikan akan menjadi berkah untuk keluarga.
6. Terima kasih kepada partner tugas akhir, yaitu Muhammad Ali Firdaus. Yang selalu mau sabar dan tidak patah semangat untuk menyelesaikan tugas akhir ini sampai tuntas. Semoga lelah dan sabarmu menjadi berkah untukmu.
7. Terima kasih kepada teman – teman Sipil kelas sore angkatan 2020, yang selalu membantu dalam menyelesaikan tugas dan pekerjaan yang harus di selesaikan di Teknik Sipil Unissula. Semoga perjuangan akan selalu terbayarkan.
8. Terima kasih kepada diri saya sendiri, karena sudah mau berjuang dan bertahan untuk menyelesaikan tugas akhir ini.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur senantiasa tercurah kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga laporan Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik tentang "Analisis Perbandingan Tambahan Tegangan Akibat Beban Titik Menggunakan Metode Perhitungan Manual (Numerik) dan Metode Elemen Hingga (Plaxis)".

Penyelesaian laporan ini dimaksudkan untuk menyelesaikan Program studi Strata 1 (S1) di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Laporan Tugas Akhir ini semata-mata tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak yang sangat membantu. Untuk itu tiada kata-kata yang lebih tepat selain ucapan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Rinda Karlinasari, MT. selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir, yang telah meluangkan waktu dan tenaga untuk memberikan bimbingan kepada kami serta memberikan kritik dan saran mengenai laporan tugas akhir.
2. Ibu Lisa Fitriyana, ST., M.Eng, selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir, yang telah meluangkan waktu dan tenaga untuk memberikan bimbingan kepada kami dan memberikan dorongan semangat untuk kami serta memberikan kritik dan saran mengenai laporan tugas akhir.
3. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu.

Disadari, karena keterbatasan ilmu pengetahuan, kemampuan, dan pengalaman yang kami miliki, dalam Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, segala saran dari pembaca sangat kami harapkan demi hasil yang lebih baik dan semoga Tugas Akhir ini memenuhi syarat untuk menyelesaikan program Strata 1 (S1) Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Semarang, 14 Januari 2021

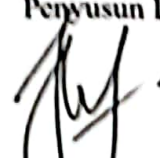
Penyusun I



Hilmy Ega Trisnagara

NIM : 30202000270

Penyusun II



Muhammad Ali Firdaus

NIM : 30202000272

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
USULAN PENELITIAN TUGAS AKHIR.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.	iii
BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR.....	iv
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	v
PERNYATAAN KEASLIAN	vi
MOTTO	vii
PERSEMBAHAN.....	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR NOTASI.....	xiv
ABSTRAK	xv
ABSTRACT.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Kajian.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Tanah	4
2.2 Distribusi Tegangan dalam Tanah.....	5
2.2.1 Teori Penyebaran 2V;1H	6
2.2.2 Teori Boussinesq	7
2.3 Parameter Tanah	17
2.3.1 Klasifikasi Tanah <i>Standart Penetration Test</i> (N-SPT)	17
2.3.2 Tanah Lunak.....	22

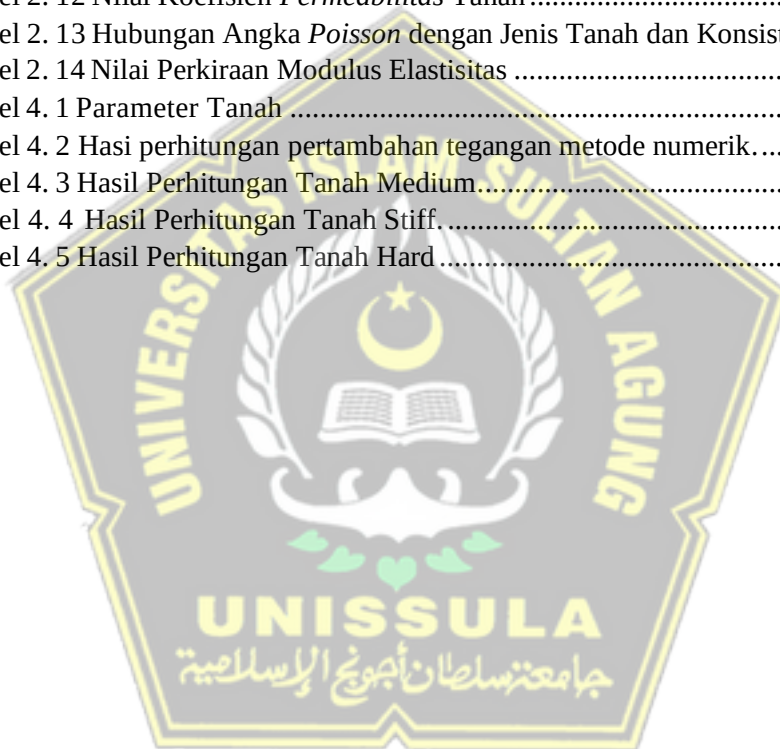
2.3.3 Tanah Lempung	24
2.4 PLAXIS	25
BAB III METODE PENELITIAN	34
3.1 Pengertian Umum	34
3.2 Tipe Penelitian	34
3.3 Teknik Pengumpulan Data	34
3.4 Tahap Persiapan	36
3.5 Metode Analisa Data	37
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN.....	38
4.1 Analisa Data.....	38
4.1.1 Parameter Tanah	38
4.2 Analisa Tegangan Beban Titik dengan Teori Boussinesq	39
4.3 Analisa Tegangan Beban Titik dengan PLAXIS.....	53
4.3.1 Input Data.....	54
4.3.2 Hasil Perhitungan.....	60
BAB V KESIMPULAN	69
5.1 Kesimpulan	69
5.2 Saran	69
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Metoda Penyebaran Beban 2V : 1H (Hardiyatmo, 2002)	6
Gambar 2. 2 Distribusi Tegangan didalam Tanah (Taylor,1984).....	8
Gambar 2. 3 Tambahan Tegangan Pada Beban Titik (Taylor,1984).....	8
Gambar 2.4 Faktor Pengaruh Beban Titik (Taylor, 1984)	9
Gambar 2.5 Tambahan Tegangan Akibat Beban Garis (Navy, 1997).....	10
Gambar 2.6 Tambahan Tegangan (Navy, 1997)	10
Gambar 2.7 Beban Berbentuk Empat Persegi Panjang (Navy,1997)	11
Gambar 2.8 Beban Luasan Empat Persegi (Navy,1997).....	11
Gambar 2. 9 Tegangan Beban Lingkaran. (Foster dan Ahlvyn, 1954).....	12
Gambar 2. 10 Faktor Pengaruh I untuk Beban Lingkaran (Osterberg,1957)	13
Gambar 2. 11 Tegangan akibat terbagi rata segitiga (Osterberg,1957).....	14
Gambar 2. 12 Faktor pengaruh I untuk beban lingkaran. (Osterberg,1957)	15
Gambar 2. 13 Tambahan Tegangan Beban Trapezium (Osterberg,1957).....	16
Gambar 2. 14 Grafik faktor pengaruh beban trapezium (Osterberg, 1957).....	17
Gambar 3. 1 Bagan Diagram Alur Penelitian.....	36
Gambar 4. 1 Contoh soal permodelan beban titik	39
Gambar 4. 2 Tambahan tegangan pada beban titik (Taylor, 1984).....	40
Gambar 4. 3 Contoh soal permodelan beban titik	40
Gambar 4. 4 Grafik hasil pertambahan tegangan teori boussinesq.....	52
Gambar 4. 5 Proyek Baru Plaxis V.20	54
Gambar 4. 6 Atur nama project Plaxis V.20.....	54
Gambar 4. 7 Permodelan Plaxis V.20	55
Gambar 4. 8 Tool bar struktur Plaxis V.20.....	55
Gambar 4. 9 Create Line Plaxis V.20.....	55
Gambar 4. 10 Penambahan Beban Plaxis V.20	56
Gambar 4. 11 Tool bar soil Plaxis V.20	56
Gambar 4. 12 Pengisian parameter tanah Plaxis V.20.....	56
Gambar 4. 13 Groundwater Plaxis V.20	57
Gambar 4. 14 Struktur polygon Plaxis V.20.....	57
Gambar 4. 15 Input material soil Plaxis V.20.....	57
Gambar 4. 16 Mesh Permodelan Plaxis V.20	58
Gambar 4. 17 Muka air tanah Plaxis V.20	58
Gambar 4. 18 Stage Construction Plaxis V.20.....	59
Gambar 4. 19 Stage Construction Plaxis V.20	59
Gambar 4. 20 Hasil perhitungan Total Tegangan Inisial Condition	60
Gambar 4. 21 Hasil perhitungan Tegangan Setelah diberi Beban	60
Gambar 4. 22 Grafik hasil pertambahan tegangan tanah medium (clay).....	62
Gambar 4. 23 Hasil perhitungan Total Tegangan Inisial Condition.....	63
Gambar 4. 24 Hasil perhitungan Tegangan Setelah diberi Beban	63
Gambar 4. 25 Grafik hasil pertambahan tegangan tanah stiff (clay)	65
Gambar 4. 26 Hasil perhitungan Total Tegangan Inisial Condition	66
Gambar 4. 27 Hasil perhitungan Tegangan Setelah diberi Beban	66
Gambar 4. 28 Grafik hasil pertambahan tegangan tanah hard (clay).....	68

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kepadatan, Berat Jenis, Nilai N-SPT.....	18
Tabel 2. 2 Hubungan antara nilai N-SPT dengan berat jenis tanah jenuh.....	18
Tabel 2. 3 Hubungan Antara Nilai Tipikal Berat Volume Kering.....	19
Tabel 2. 4 Nilai Permeabilitas (k) dalam satuan (m/s).....	19
Tabel 2. 5 Hubungan Modulus Elastisitas (Es) dan Nilai <i>poisson ratio</i>	20
Tabel 2. 6 Hubungan Antara Sudut Geser Dalam dengan jenis tanah	21
Tabel 2. 7 Hubungan antara sudut geser dalam, tingkat plastisitas, dan jenis tanah.	21
Tabel 2. 8 Hubungan antara N-SPT, kohesi, Sudut Geser Tanah	22
Tabel 2. 9 Tipe Tanah Lunak berdasarkan Kadar Organik	23
Tabel 2. 10 Nilai Karakteristik Tanah Problematic (Tanah Lunak dan Gambut)	23
Tabel 2. 11 Klasifikasi Kompresibilitas Tanah	24
Tabel 2. 12 Nilai Koefisien <i>Permeabilitas</i> Tanah	27
Tabel 2. 13 Hubungan Angka <i>Poisson</i> dengan Jenis Tanah dan Konsistensi	28
Tabel 2. 14 Nilai Perkiraan Modulus Elastisitas	28
Tabel 4. 1 Parameter Tanah	38
Tabel 4. 2 Hasil perhitungan pertambahan tegangan metode numerik.....	51
Tabel 4. 3 Hasil Perhitungan Tanah Medium.....	61
Tabel 4. 4 Hasil Perhitungan Tanah Stiff.....	65
Tabel 4. 5 Hasil Perhitungan Tanah Hard	67



DAFTAR NOTASI

$\Delta\sigma_z$	= Tambahan tegangan	(kN/m ²)
z	= Kedalaman Tanah	(m)
r	= Tinjauan dari beban	(m)
ν	= Angka Poisson	
c	= Kohesi	(Kg/cm ²)
ϕ	= Sudut Geser	(^o)
qc	= Perlawananan Konus	
γ_{sat}	= Berat Volume Tanah Jenuh Air	(KN/m ³)
γ_{unsat}	= Berat Volume Tanah Tak Jenuh Air	(KN/m ³)
N-SPT	= Nilai Standart Penetration Test	
E	= Modulus Elastisitas	N/m ²
k	= Koefisien Permeabilitas	(m/hari)



**ANALISIS PERBANDINGAN TAMBAHAN TEGANGAN
AKIBAT BEBAN TITIK DENGAN METODE PERHITUNGAN
MANUAL (NUMERIK) DAN METODE ELEMEN HINGGA
(PLAXIS)**

Oleh :

Hilmy Ega Trisnagara ¹⁾, Muhammad Ali Firdaus ¹⁾, Rinda Karlinasari ²⁾,
Lisa Fitriyana²⁾

ABSTRAK

Kenaikan tegangan pada tanah tergantung pada beban per satuan luas di mana pondasi berada, kedalaman tanah di bawah pondasi di mana tegangan tersebut ditinjau, dan faktor-faktor lainnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan kenaikan menggunakan metode perhitungan manual (numerik) dan metode elemen hingga (Plaxis V.20) dengan variasi jenis tanah dengan pemberian beban titik sebesar 500kN.

Analisis penelitian ini menggunakan 2 (dua) metode yaitu metode perhitungan manual (numerik) pertambahan tegangan dengan teori boussinesq dan metode elemen hingga berupa program Plaxis V.20. Langkah awal dengan menganalisis menggunakan perhitungan manual dengan teori boussinesq kemudian menggunakan aplikasi (Plaxis V.20) membuat suatu pemodelan dan memasukan data parameter, kemudian masuk ketahap perhitungan dan akan menghasilkan output berupa pertambahan tegangan. Selanjutnya membandingkan hasil dari kedua metode tersebut.

Didapatkan hasil pertambahan tegangan dengan jenis tanah yang digunakan seperti tanah medium (*clay*), stiff (*clay*) dan hard (*clay*). Perhitungan manual (teori boussinesq) didapatkan kesimpulan bahwa semakin dalam kedalaman tanah pertambahan tegangan semakin kecil, perhitungan plaxis dengan tanah konsistensi medium, stiff dan hard didapatkan kesimpulan bahwa semakin dalam kedalaman tanah pertambahan tegangan semakin kecil, perhitungan manual dan plaxis dengan tanah konsistensi medium, stiff dan hard hasil pertambahan tegangan perhitungan manual lebih kecil dari pada perhitungan plaxis.

Kata Kunci : Tanah, Teori Boussinesq, Plaxis V.20, Pertambahan Tegangan.

¹⁾ Mahasiswa Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil UNISSULA

²⁾ Dosen Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil UNISSULA

**ADDITIONAL VOLTAGE COMPARISON ANALYSIS
DUE TO POINT LOAD WITH MANUAL CALCULATION METHOD
(NUMERIC) AND FINITE ELEMENT METHOD (PLAXIS)**

By :

Hilmy Ega Trisnagara ¹⁾, Muhammad Ali Firdaus ¹⁾, Rinda Karlinasari ²⁾,
Lisa Fitriyana²⁾

ABSTRACT

The increase in stress in the soil depends on the load per unit area on which the foundation is located, the depth of soil under the foundation at which the stress is assessed, and other factors. This study aims to determine the comparison of the increase using the manual calculation method (numeric) and the finite element method (Plaxis V.20) with variations in soil types with a point load of 500kN.

The analysis of this research uses 2 (two) methods, namely the manual (numeric) calculation method of stress increase with Boussinesq theory and the finite element method in the form of the Plaxis V.20 program. The first step is to analyze using manual calculations with Boussinesq theory then use the application (Plaxis V.20) to create a model and enter parameter data, then enter the calculation stage and will produce an output in the form of an increase in voltage. Next, compare the results of the two methods.

The results of the increase in stress with the type of soil used are medium (clay), stiff (clay) and hard (clay). Manual calculation (boussinesq theory) concludes that the deeper the soil depth the stress increase is smaller, the calculation of plaxis with medium, stiff and hard consistency soils, it can be concluded that the deeper the soil depth the stress increase is smaller, manual calculations and plaxis with medium, stiff soil consistency and the hard result of the manual calculation of the added stress is smaller than the plaxis calculation.

Keywords : Soil, Boussinesq Theory, Plaxis V.20, Stress Increase.

¹⁾ Student of Civil Engineering Faculty UNISSULA

²⁾ Lecturer of Civil Engineering Faculty UNISSULA

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanah merupakan material konstruksi yang memegang peran penting sebagai dasar pondasi, sehingga mutlak diperlukan tanah yang memiliki daya dukung tinggi dan penurunan yang sekecil mungkin. Tegangan umumnya meningkat pada tanah yang harus menopang berbagai bentuk pondasi. Peningkatan tegangan tanah tergantung pada beban per satuan luas tempat pondasi ditempatkan, kedalaman tanah di bawah pondasi dimana tegangan dievaluasi, dan faktor lainnya. Untuk memperkirakan derajat penurunan tanah, maka perlu dihitung besarnya kenaikan tegangan normal yang ditimbulkan di dalam tanah akibat beban pondasi.

Prinsip menghitung besarnya kenaikan tegangan normal pada tanah yang disebabkan oleh berbagai beban didasarkan pada teori elastisitas. Tanah pada dasarnya tidak elastis, non-isotropik, dan tidak seragam, tetapi perhitungan yang memperkirakan besarnya peningkatan tegangan normal umumnya memberikan hasil yang cukup untuk menjaga agar desain struktur tetap aman.

Perubahan tegangan-tegangan didalam tanah ini mempengaruhi factor keamanan dari bangunan, Pada skripsi ini dibahas mengenai perubahan tegangan-tegangan pada tanah akibat beban titik dengan membandingkan analisis perhitungan menggunakan cara teori (numerik) dengan metode elemen tak hingga (Plaxis) untuk mengetahui besarnya perubahan tegangan-tegangan dalam tanah akibat beban titik.

Dari perhitungan diatas, belum ada metode perhitungan pasti untuk digunakan baik metode manual maupun metode elemen hingga.

Sehingga perlu adanya perbandingan-perbandingan hasil Tegangan- Tegangan dalam tanah akibat beban titik menggunakan metoda manual (numerik) dengan metode elemen hingga (Plaxis)

Berdasarkan uraian tersebut, maka penulis mengadakan analisa dengan judul **“Analisis Perbandingan Tegangan Akibat Timbunan Menggunakan Metode Perhitungan Manual (Numerik) Dan Metode Elemen Hingga (Plaxis)”**.

1.2 Rumusan Masalah

Dikombinasikan dengan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam tugas akhir ini dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Bagaimana hasil perhitungan tegangan akibat beban titik dengan metode manual (Numerik)
2. Bagaimana hasil perhitungan tegangan akibat beban titik dengan metode elemen hingga (Plaxis)
3. Bagaimana perbandingan hasil hitungan tegangan akibat beban titik antara metode manual dengan metode elemen hingga

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah mengenai kedudukan masalah yang akan diteliti/ dianalisis, sebagai berikut:

1. Analisa diaplikasikan untuk jenis beban titik
2. Analisa perhitungan tegangan akibat beban menggunakan metode manual (numerik)
3. Analisa perhitungan numerik menggunakan teori boussinesq
4. Analisa perhitungan tegangan akibat beban menggunakan metode elemen hingga (Plaxis)
5. Analisa hasil tegangan tanah clay dengan konsistensi medium stiff dan hard dengan plaxis
6. Proses perhitungan dilakukan dengan Analisa komputer dengan aplikasi plaxis dengan membandingkan hasil perhitungan metode manual (numerik)

1.4 Tujuan Kajian

Tujuan yang hendak dicapai dari analisa perbandingan ini adalah sebagai berikut:

1. Mendapatkan hasil perhitungan tegangan akibat beban titik dengan metode manual (Numerik)
2. Mendapatkan hasil perhitungan tegangan akibat beban titik dengan metode elemen hingga (Plaxis)
3. Mendapatkan hasil perbandingan tegangan akibat beban titik antara metode manual dengan metode elemen hingga

1.5 Sistematika Penulisan

Penyusunan laporan Tugas Akhir terdiri dari 5 (lima) bab, masing-masing terdiri dari:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini berisi tentang latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan, serta sistematik penulisan penelitian Tugas Akhir.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan tentang teori-teori yang mendasari pembahasan secara rinci yang digunakan dalam menganalisis pada permasalahan terkait

BAB III METODE PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan tentang bahan atau materi penelitian, langkah-langkah dalam melakukan penelitian, variabel yang akan dipelajari dan metode dalam menganalisis hasil.

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini membahas tentang pengolahan data, membandingkan hasil perhitungan secara manual dengan metode elemen hingga atau plaxis.

BAB V PENUTUP

Pada bab ini menjelaskan tentang kesimpulan dari hasil perhitungan secara manual dengan metode elemen hingga.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Dalam tinjauan pustaka ini, penulis menerangkan perihal teori-teori dan acuan yang digunakan dalam melakukan Analisa Perbandingan Tegangan Akibat Timbunan Menggunakan Metode Perhitungan Manual (Numerik) Dan Metode Elemen Hingga (Plaxis). Adapun teori dan acuan yang penulis gunakan adalah sebagai berikut:

2.1 Tanah

Tanah merupakan lapisan paling luar kulit bumi yang biasanya bersifat tak padu dan mempunyai sifat tebal mulai dari selaput tipis sampai lebih dari 3 meter yang berbeda dari bahan dibawahnya dalam hal : warna, sifat fisik, sifat kimia maupun sifat biologinya (Marbut, 1914).

Tanah ialah benda alami yang terdapat di permukaan bumi yang tersusun dari bahan-bahan mineral sebagai hasil pelapukan batuan dan bahan organik “pelapukan sisa tumbuhan dan hewan” yang merupakan medium pertumbuhan tanaman dengan sifat-sifat tertentu yang terjadi akibat gabungan dari faktor-faktor alami, iklim, bahan induk, jasad hidup, bentuk wilayah dan lamanya waktu pembentukan (Sarief, 1986) Menurut Ensiklopedi Indonesia, Tanah adalah campuran bagian- bagian batuan dengan material serta bahan organik yang merupakan sisa kehidupan yang timbul pada permukaan bumi akibat erosi dan pelapukan karena proses waktu.

Permukaan planet terdiri atas bahan remah dan lepas yang disebut tanah, yang merupakan akumulasi dan campuran berbagai bahan, seperti unsur-unsur : Si, Al, Ca, Mg, Fe dan lain-lain (Thaer, 1909).

Menurut Jermana (1917) Tanah sebagai bahan batuan yang sudah dirombak menjadi partikel-partikel kecil yang telah berubah secara kimiawi bersama-sama dengan sisa-sisa tumbuhan dan hewan yang hidup di dalam dan di atasnya.

Joffe (1949) berpendapat bahwa tanah merupakan benda alam yang tersusun atas horison-horison yang terdiri dari bahan-bahan kimia mineral

dan bahan organik, biasanya tidak padu dalam hal morfologi fisik, kimia dan biologinya.

Tanah merupakan campuran bahan padat yang berupa partikel-partikel kecil air dan udara yang mengandung hara dan dapat menumbuhkan tumbuh-tumbuhan (Mistscherlich, 1920).

2.2 Distribusi Tegangan Di Dalam Tanah

Hitungan tegangann-tegangan yang terjadi didalam tanah berguna untuk analisis :

- Tegangan – regangan (stress – strain) pada tanah
- Penurunan (settlement) yang terjadi pada tanah Dalam hitungan

Tegangan tanah, tanah dianggap elastis, homogen, isotropik, dan ada hubungan linier antara tegangan dan regangan. Tegangan ini disebabkan oleh beban yang bekerja pada permukaan tanah dan berkurang dengan bertambahnya kedalaman. Berat tanah itu sendiri, yang meningkat dengan bertambahnya kedalaman. Regangan volumetrik bahan elastis dinyatakan dengan persamaan berikut ;

$$\frac{\Delta V}{V} = \frac{1-2\mu}{E} (\sigma_x + \sigma_y + \sigma_z) \dots \dots \dots (2.1)$$

μ = Angka Poisson

$\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$ = tegangan-tegangan dalam area x,y,z

V = Volume

E = Modulus Elastisitas

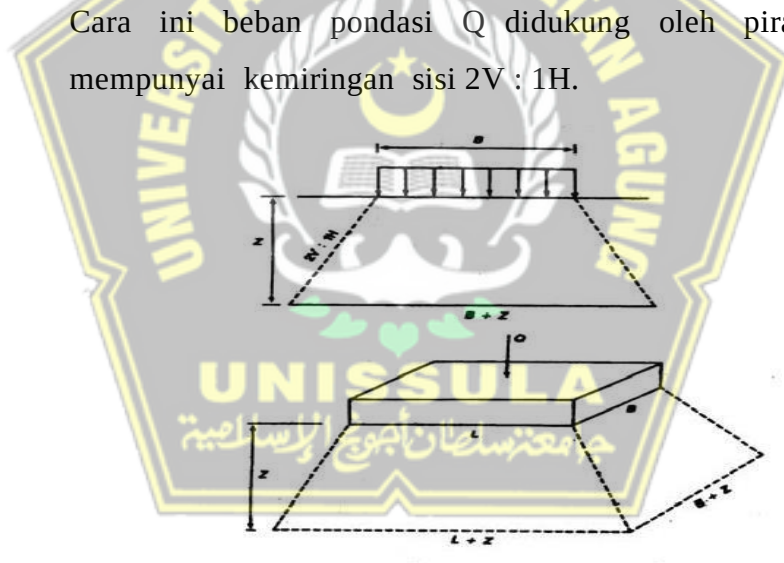
Bila penurunan akibat beban terjadi pada kondisi tanpa drainase (undrained) atau volume tetap, maka $\Delta V/V = 0$, maka kondisi ini $\mu = 0,5$ dan jika pembebanan menyebabkan terjadi perubahan volume atau $\Delta V/V > 0$, maka $\mu < 0,5$.

2.2.1 Teori Penyebaran 2V : 1H

Distribusi tegangan adalah distribusi tegangan yang muncul akibat beban (berat tanah di atas dan di atas tanah / beban luar) terhadap kedalaman bidang yang diinginkan. Semakin jauh titik pengamatan, semakin tinggi tegangannya kecil.

Teori Penyebaran 2V : 1H Distribusi tegangan adalah distribusi tegangan yang muncul akibat beban (berat tanah di atas dan di atas tanah / beban luar) terhadap kedalaman bidang yang diinginkan. Semakin jauh titik pengamatan, semakin tinggi tegangannya vertikal. Salah satu cara untuk menghitung penambahan tegangan akibat beban pondasi adalah dengan membuat garis penyebaran beban 2V : 1H.

Cara ini beban pondasi Q didukung oleh piramid yang mempunyai kemiringan sisi 2V : 1H.



Gambar 2.1 Metoda penyebaran beban 2V : 1H (Hardiyatmo, 2002)

Dengan pendekatan ini, nilai tambahan tegangan vertikal dinyatakan dengan :

a. Fondasi empat persegi Panjang

$$\Delta\sigma_z = \frac{Q}{(L+z)(B+z)} = \frac{qLB}{(L+z)(B+z)} \dots\dots\dots(2.2)$$

b. Fondasi lajur memanjang

$$\Delta\sigma_z = \frac{qB}{B+z} \dots\dots\dots(2.3)$$

$\Delta\sigma_z$ = Penambahan tegangan vertikal (kN/m^2)

Q = Beban titik (tegak lurus permukaan) (kN)

z = Kedalaman diukur dari permukaan tanah
sampai titik yang ditinjau (m)

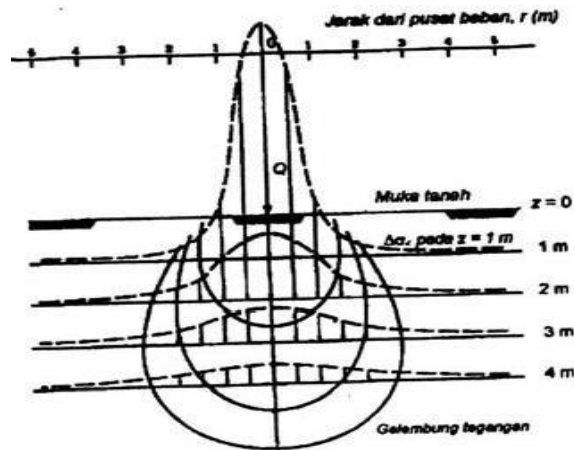
L = Jarak horizontal dari beban titik ke titik yang
ditinjau tegangannya (m)

Untuk pondasi yang berdekatan satu sama lain, piramida distribusi tegangan dapat berpotongan untuk menghitung tegangan tambahan vertikal dengan menambahkan tegangan tambahan secara aljabar pada titik - titik yang relevan.

2.2.2 Teori Boussinesq

Anggapan-anggapan ;

- Tanah merupakan bahan bersifat elastis, homogen, isotropis, dan semi tak berhingga.
- Tanah tidak mempunyai berat
- Hubungan tegangan dan regangan mengikuti hukum Hooke.
- Distribusi tegangan akibat beban tidak tergantung jenis tanah.
- Distribusi tegangan simetri terhadap sumbu vertikal (z)
- Perubahan volume tanah diabaikan
- Tanah tidak mengalami tegangan sebelum beban Q diterapkan. Berdasarkan pengamatan, tegangan normal bebas E , tegangan lateral tergantung E dan μ , sedangkan tekanan lateral bergantung pada μ dan tidak bergantung pada E . Sebelum beban struktur bekerja tanah sudah mengalami tegangan akibat tekanan overburden (σ), Sebelum struktur dibebani, tanah sudah berada di bawah tekanan (stress increment) yaitu $\Delta\sigma$. (Gambar 2.2)



Gambar 2.2 Distribusi Tegangan didalam tanah (Taylor,1984)

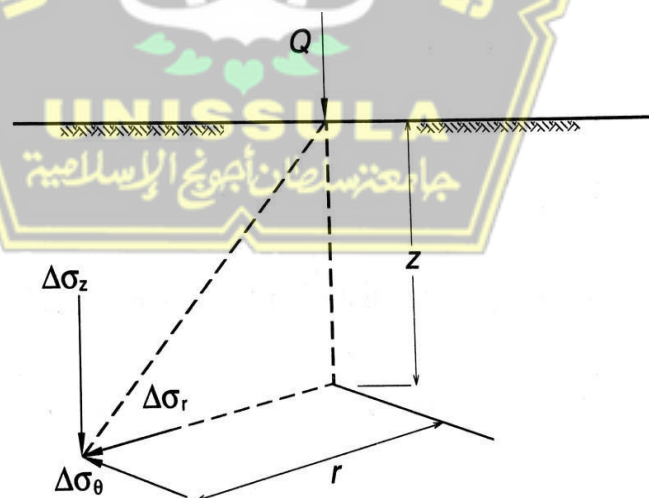
- **Beban Titik**

Tambahan tegangan vertical $\Delta\sigma_z$ pada suatu titik A di dalam tanah akibat beban titik Q di permukaan dinyatakan oleh persamaan:

Q = Beban titik (tegak lurus permukaan) (kN)

z = Kedalaman diukur dari permukaan tanah sampai titik yang ditinjau (m)

r = Jarak horizontal dari beban titik ke titik yang ditinjau tegangannya (m)



Gambar 2.3 Tambahan tegangan pada beban titik (Taylor,1984)

Jika factor pengaruh untuk beban titik pada teori Boussinesq didefinisikan sebagai :

$$\Delta\sigma_z = \frac{Q}{z^2} I_B \dots\dots\dots(2.5)$$

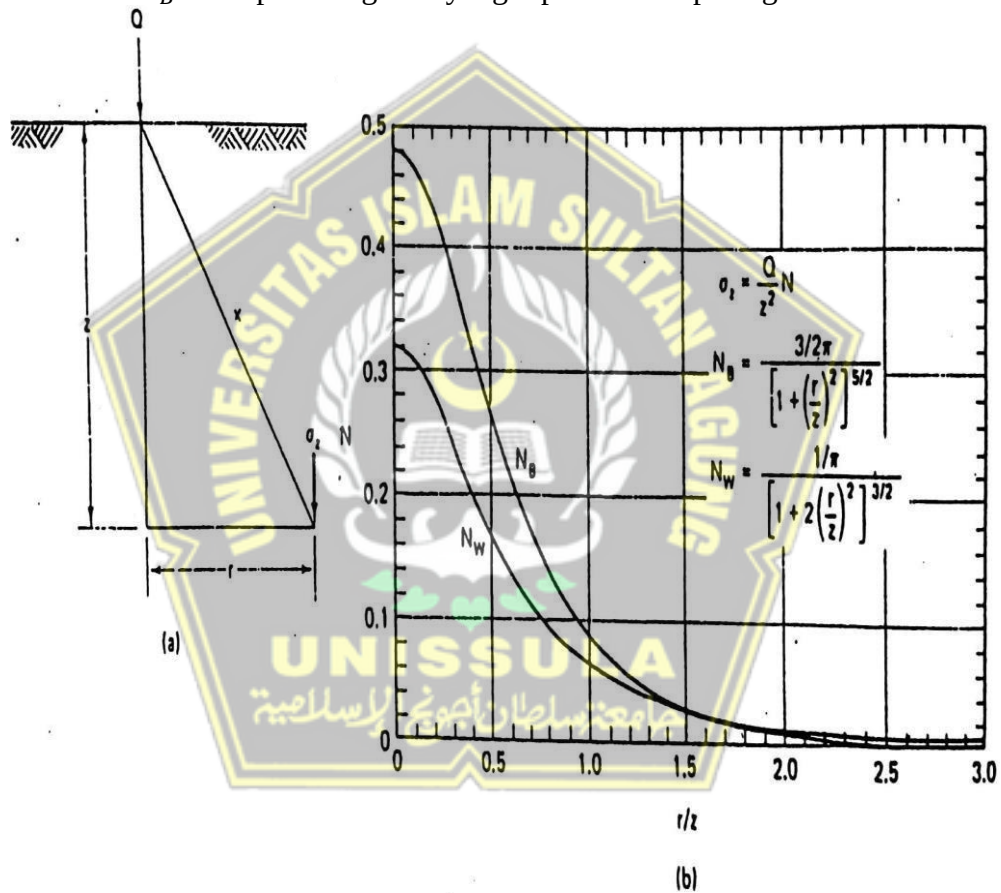
Maka dapat ditentukan bahwa :

$$I_B = \frac{3}{2\pi} \left(\frac{1}{1+(r/z)^2} \right)^{3/2} \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana :

I_B = Faktor pengaruh beban titik berdasarkan teori Boussinesq

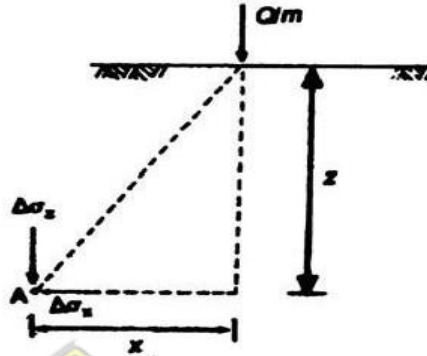
Nilai I_B didapat dari grafik yang diperlihatkan pada gambar berikut :



Gambar 2.4 Faktor pengaruh untuk beban titik berdasarkan teori Boussinesq (I_B) dan Wastergaard (I_w) (Taylor, 1984)

- **Beban Garis**

Tambahan tegangan akibat beban garis Q per satuan panjang pada sembarang titik dalam tanah (**Gambar 2.5**)



Gambar 2.5 Tambahan tegangan akibat beban garis (Navy, 1997)

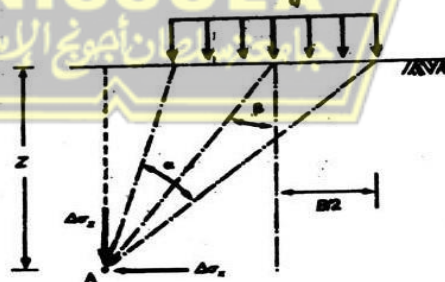
$$\Delta\sigma_z = \frac{2Q}{\pi} \frac{z^3}{(x^2+z^2)^2} \text{ (arah sumbu } z) \dots\dots\dots (2.6)$$

$$\Delta\sigma_x = \frac{2Q}{\pi} \frac{x^2 z}{(x^2+z^2)^2} \text{ (arah sumbu } x) \dots\dots\dots (2.7)$$

$$\tau_{xz} = \frac{2Q}{\pi} \frac{xz^2}{(x^2+z^2)^2} \text{ (tegangan geser)} \dots\dots\dots (2.8)$$

- **Beban terbagi rata berbentuk lajur memanjang**

Tambahan tegangan pada titik A dalam tanah akibat beban terbagi rata q yang berbentuk lajur memanjang dipermukaan tanah dinyatakan oleh



Gambar 2.6 Tambahan tegangan beban terbagi rata lajur memanjang. (Navy, 1997)

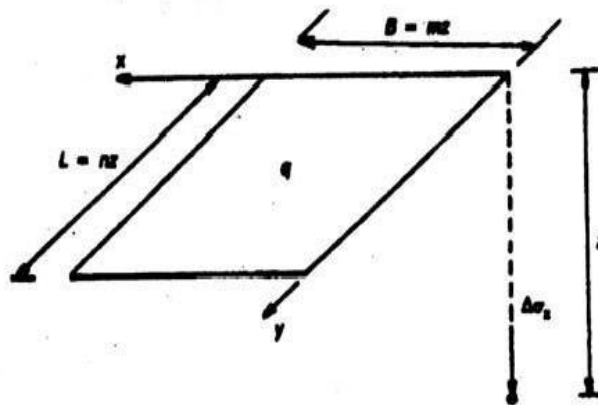
dengan, α dan β dalam radian yaitu sudut seperti (**Gambar 2.6**).

$$\Delta\sigma_z = \frac{q}{\pi} (\alpha + \sin \alpha \cos 2\beta) \dots\dots\dots (2,9)$$

$$\Delta\sigma_x = \frac{q}{\pi} (\alpha - \sin \alpha \cos 2\beta) \dots\dots\dots (2,10)$$

$$\tau_{xz} = \frac{q}{\pi} (\sin \alpha \sin 2\beta) \dots\dots\dots (2,11)$$

- Beban terbagi rata berbentuk empat persegi panjang

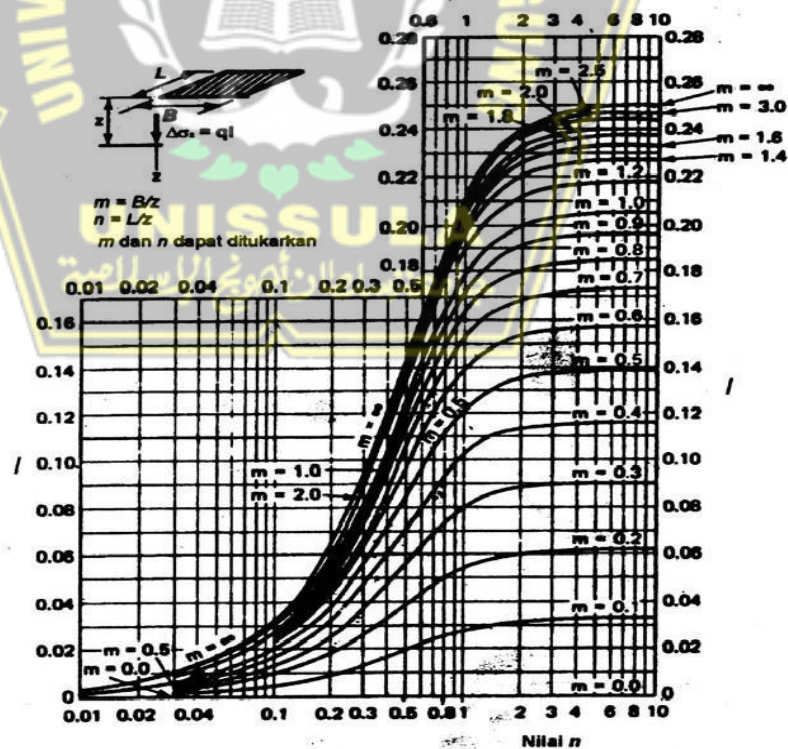


Gambar 2.7 Beban terbagi rata berbentuk empat persegi Panjang
(Navy,1997)

$$I = \frac{1}{4\pi} \left(\frac{2mn(m^2+n^2+1)^{0.5}}{m^2+n^2+1+m^2n^2} \times \frac{(m^2+n^2+2)}{(m^2+n^2+1)} + \operatorname{arctg} \frac{2mn\sqrt{m^2+n^2+1}}{m^2+n^2+1-m^2n^2} \right) \dots\dots\dots (2.12)$$

Dari Gambar didapat $B = mz$, $L = nz$ dan $= ql$

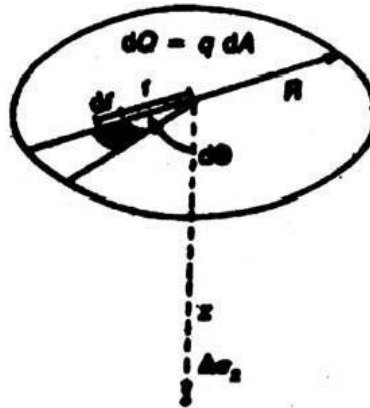
Nilai faktor pengaruh I untuk tegangan dibawah sudut luasan empat persegi panjang akibat beban terbagi rata q dapat dilihat pada (Gambar 2.7)



Gambar 2.8 Faktor pengaruh untuk beban luasan empat persegi
(Navy,1997)

Sehingga berlaku $= ql \dots\dots\dots (2.13)$

- Beban terbagi rata berbentuk lingkaran



Gambar 2.9 Tegangan dibawah beban terbagi rata lingkaran.
(Foster dan ahlvyn, 1954)

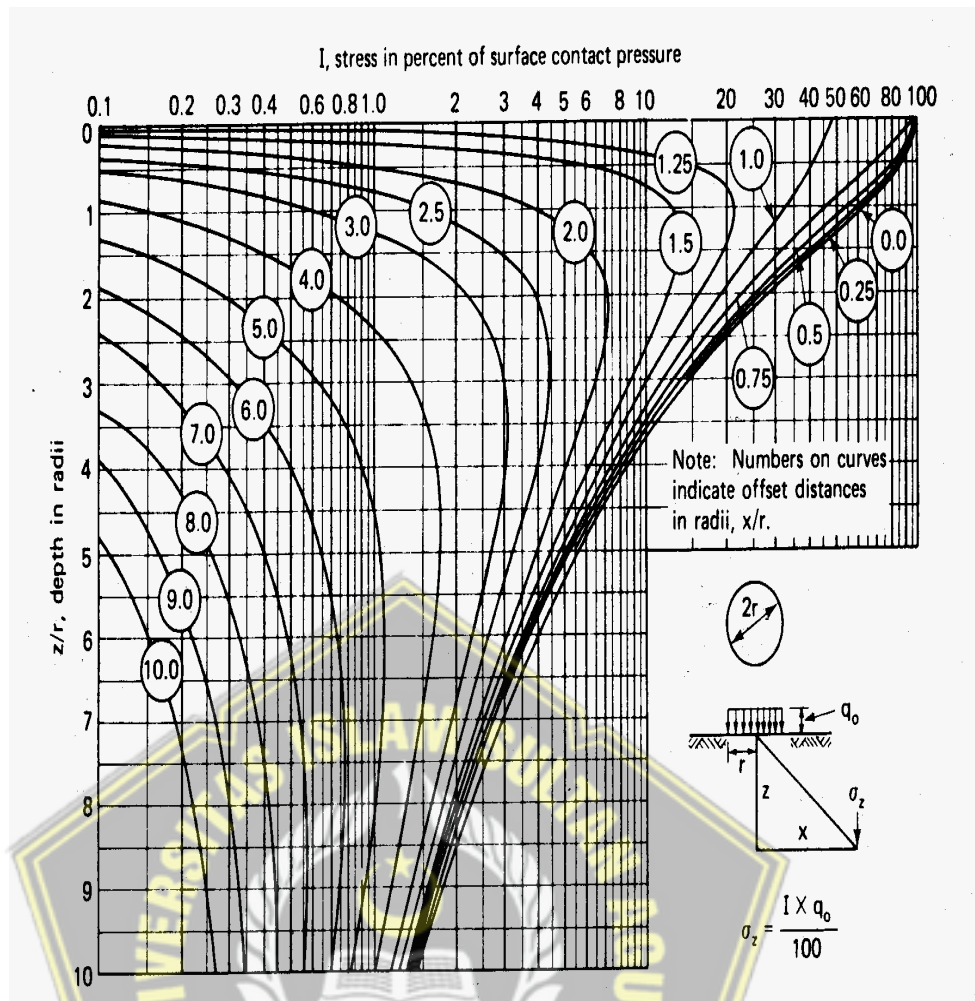
Karena $dA = r d\theta dr$, maka integrasi dari persamaan ini akan diperoleh tambahan tegangan dibawah pusat beban terbagi rata berbentuk lingkaran (**Gambar 2.9**)

$$\Delta\sigma_z = q \left(1 - \frac{1}{\left[1 + \left(\frac{r}{z} \right)^2 \right]^{3/2}} \right) = qI \dots\dots\dots(2,14)$$

dengan ,

$$I = \left(1 - \frac{1}{\left[1 + (r/z)^2 \right]^{3/2}} \right) \dots\dots\dots(2,15)$$

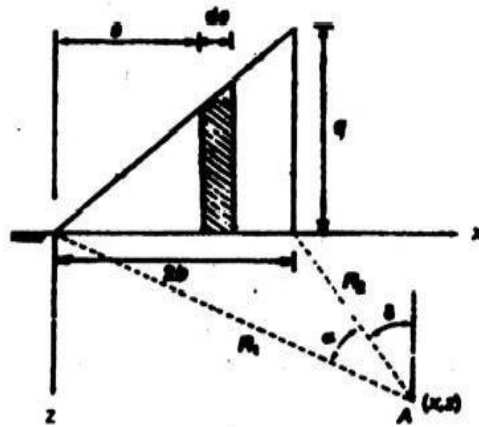
Nilai faktor pengaruh I untuk tambahan tegangan vertikal dibawah beban terbagi rata berbentuk lingkaran dapat menggunakan (**Gambar 2.10**) dibawah ini



Gambar 2.10 Faktor pengaruh I untuk beban lingkaran. (Foster dan Ahlvyn, 1954)

- **Beban terbagi rata berbentuk segitiga memanjang tak berhingga**

Beban terbagi rata segitiga memanjang tak berhingga fleksibel diperlihatkan sebuah penampang segitiga dengan alas $2b$ dan tinggi q (**Gambar 2.11**)



Gambar 2.11 Tegangan akibat beban terbagi rata segi tiga memanjang . (Osterberg, 1957)

Tambahan tegangan vertikal yang terjadi pada titik A adalah ;

$$\Delta\sigma_z = \frac{q}{2\pi} \left(\frac{x}{b} \alpha - \sin 2\delta \right) \dots\dots\dots(2,16)$$

$$\Delta\sigma_x = \frac{q}{2\pi} \left(\frac{x}{b} \alpha - 2,303 \frac{z}{b} \log \frac{R_1^2}{R_2^2} + \sin 2\delta \right) \dots\dots\dots(2,17)$$

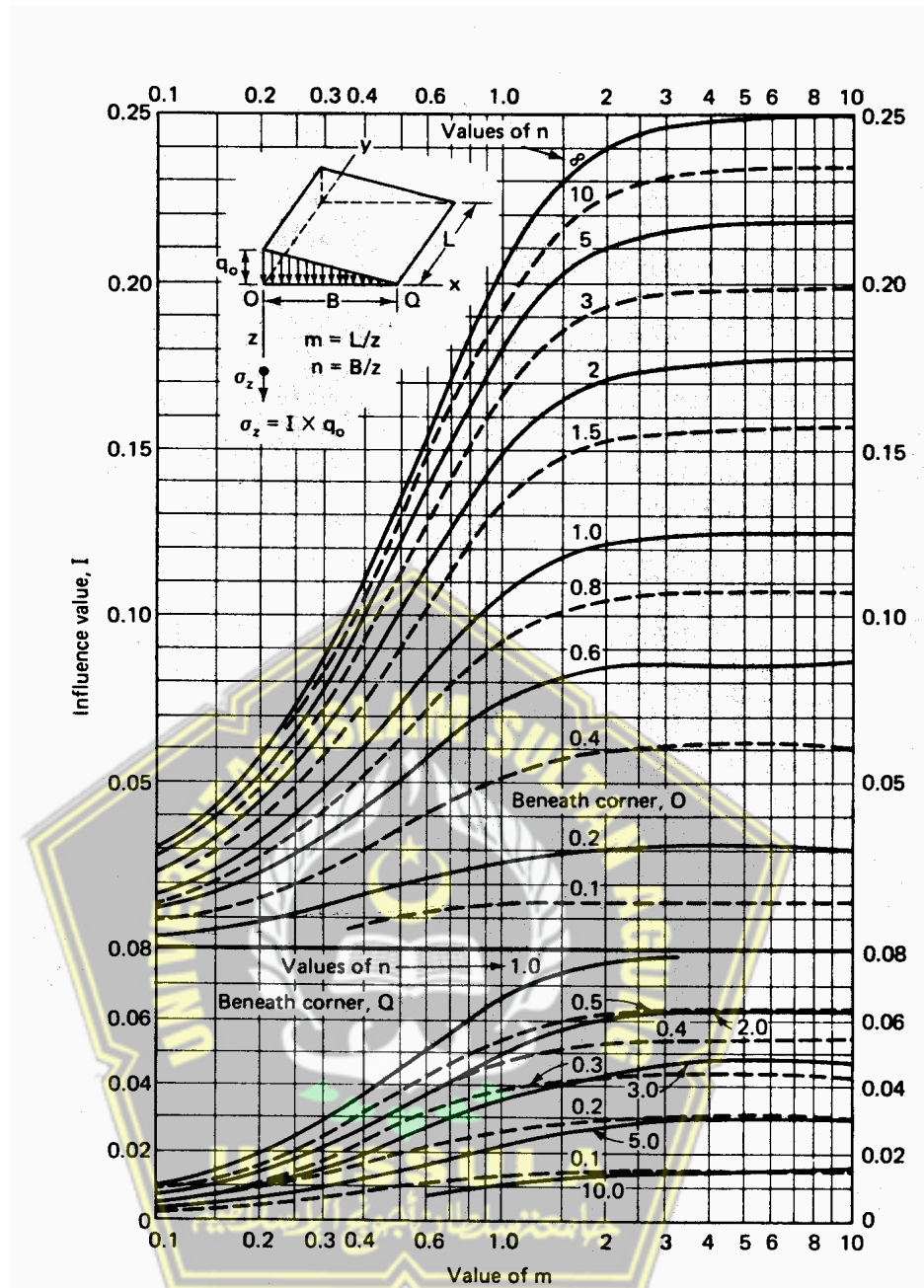
$$\tau_{xz} = \frac{q}{2\pi} \left(1 + \cos 2\delta - \frac{z}{b} \alpha \right) \dots\dots\dots(2,18)$$

Dengan :

b = ½ lebar alas penampang segitiga (m)

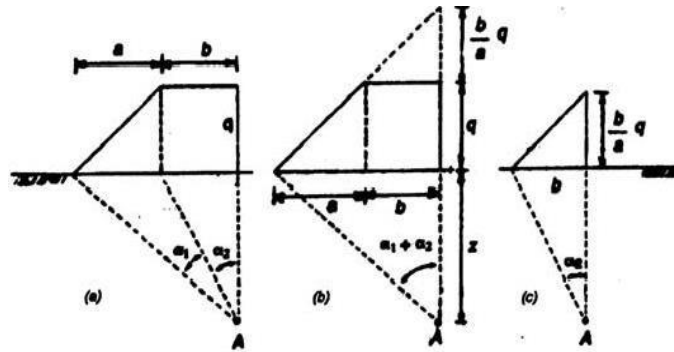
q = (tinggi timbunan) x (berat volume tanah timbunan) (kN/m)

a, = sudut yang ditunjukkan dalam **Gambar 2.11**



Gambar 2.12 Faktor pengaruh I untuk beban lingkaran. (Osterberg,1957)

- **Beban terbagi rata berbentuk trapesium memanjang tak berhingga**



Gambar 2.13 Tambahan tegangan vertikal beban trapesium (Osterberg, 1957)

Tegangan pada titik A (**Gambar 2.13a**) = tegangan pada titik A (**Gambar 2.13b**) tegangan pada titik A (**Gambar 2.13c**)

$$\Delta\sigma_z = \frac{q}{\pi} \left(\left\{ \frac{a+b}{a} \right\} (\alpha_1 + \alpha_2) - \frac{b}{a} \alpha_2 \right) = qI \dots \dots \dots (2,19)$$

Dimana :

$$I = \frac{1}{\pi} \left(\left\{ \frac{a+b}{a} \right\} (\alpha_1 + \alpha_2) - \frac{b}{a} \alpha_2 \right) \dots \dots \dots (2,20)$$

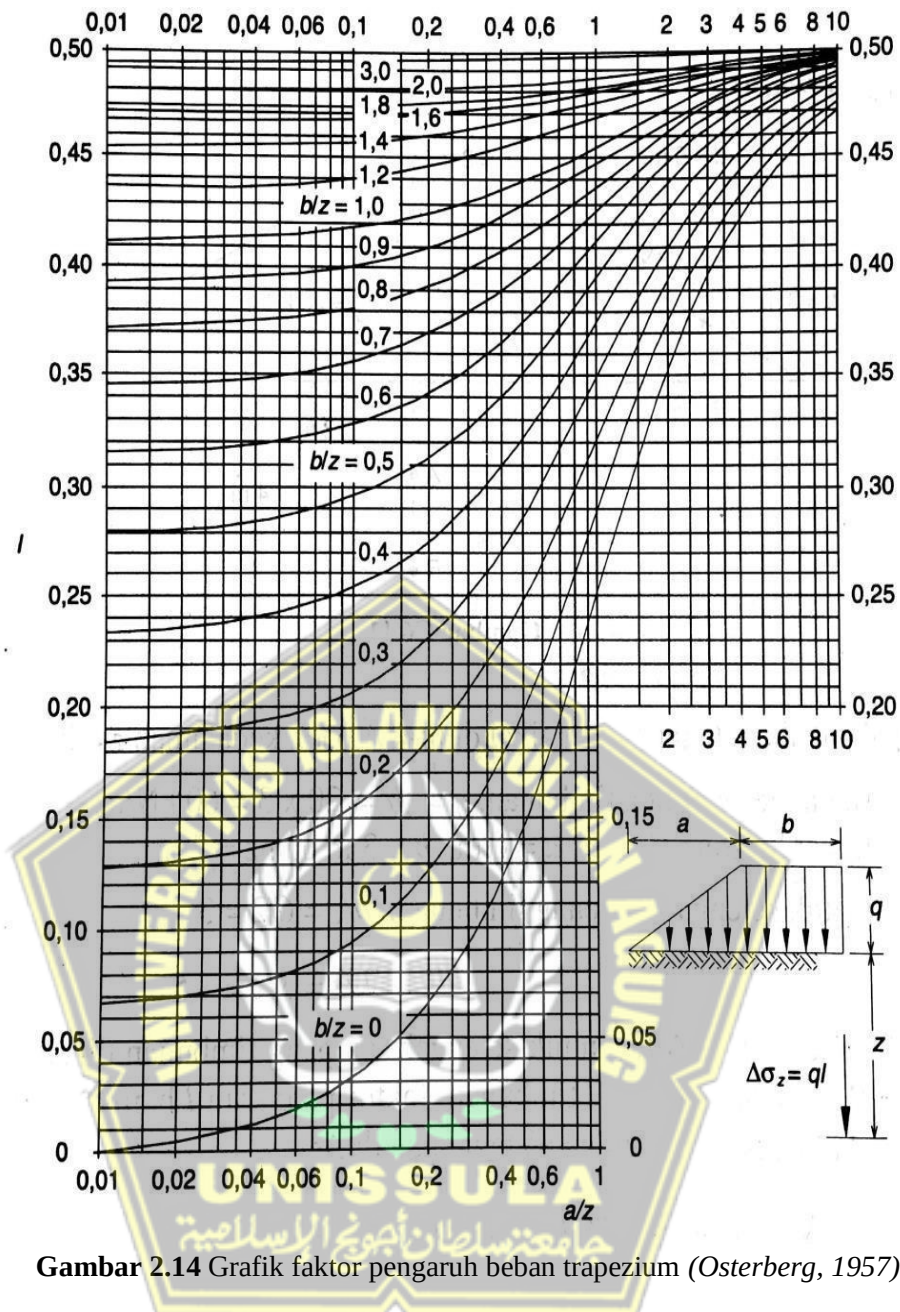
a = ½ lebar alas penampang segitiga (m)

b = ½ lebar alas penampang persegi (m)

q = (tinggi timbunan) x (berat volume tanah timbunan) (kN/m)

a, = sudut yang ditunjukkan dalam **Gambar 2.13**

ataupun Nilai faktor pengaruh untuk berbagai a/z dan b/z dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 2.14 Grafik faktor pengaruh beban trapezium (Osterberg, 1957)

2.3 Parameter Tanah

2.3.1 Klasifikasi Tanah (N-SPT)

Standar Indonesia untuk "Pengujian Penetrasi Lapangan SPT" adalah SNI 4153-2008, yang merupakan perbaikan dari SNI 03-4153-1996, dengan berdasar pada ASTM D 1568-84 "Uji Penetrasi Standar dan Sample Sendok Terbelah". Kekuatan tanah diuji dengan uji penetrasi. Tahanan penetrasi adalah banyak pukulan (30 cm terakhir) yang dibutuhkan untuk masuk ke cawan shunt menggunakan palu seberat hingga 63,5 kg yang dijatuhkan dari ketinggian 76 cm.

Yang penting adalah jumlah pukulan dengan kedalaman penetrasi 150 mm. Dosis pada kedalaman 300 mm (**Tabel 2.1**)

Tabel 2.1 korelasi kepadatan, berat jenis tanah kering, nilai N-SPT, qc dan

ϕ

Kepadatan	Berat Jenis Tanah Kering (γ_d)	Nilai N-SPT	Tekanan Conus qc (kg/cm^2)	Sudut Geser(ϕ)
<i>Very loose</i> (sangat lepas)	<0,2	<4	<20	<30
<i>Loose</i> (lepas)	0,2-0,4	4-10	20-40	30-35
<i>Medium Dense</i> (agak padat)	0,4-0,6	10-30	40-120	35-40
<i>Dense</i> (padat)	0,6-0,8	30-50	120-200	40-45
<i>Very Dense</i>	0,8-1,0	>50	>200	>45

Sumber: Mayerhof, 1956

Tabel 2.2 Korelasi antara nilai N-SPT dengan berat jenis tanah jenuh (γ_{sat})

N-SPT (blows/ft)	konsentrasi	Qu (Unconfined Compressive Strength) ton/ft ²	γ_{sat} (kN/m^3)
<2	Very soft	<0,25	17-19
2-4	Soft	0,25-0,50	17-19
4-8	Medium	0,5-1,0	18-20
8-15	Stiff	1,0-2,0	20-22
15-30	Very stiff	2,0-4,0	20-22
>30	Hard	>4,0	20-22

Sumber: Terzaghi dan Peck, 1948

Tabel 2.3 Hubungan Antara Nilai Tipikal Berat Volume Kering

Jenis Tanah	γ_{sat} (kN/m ³)	γ_{dry} (kN/m ³)
Kerikil	20-22	15-17
Pasir	18-20	13-16
Lanau	18-20	14-18
Lempung	16-22	14-21

Sumber: John Wiley dan Sons, 2000

A. Permeabilitas

Permeabilitas adalah kemampuan tanah dalam menembus air. Permeabilitas tanah yang tinggi dapat meningkatkan laju infiltrasi dan dengan demikian mengurangi laju limpasan. Dalam ilmu tanah, permeabilitas secara kualitatif didefinisikan sebagai pengurangan gas, cairan, atau infiltrasi atau penetrasi akar tanaman.

Selain permeabilitas, juga merupakan ukuran konduktivitas hidrolis tanah, di mana terdapat pori-pori kapiler yang saling berhubungan. Koefisien tanah dipilih berdasarkan studi tahun 1977 oleh Wesley pada koefisien permeabilitas dari berbagai jenis tanah. terlihat (Tabel 2.4).

Tabel 2.4 Hasil Permeabilitas

Ukuran Partikel	Koefisien Permeabilitas, k (m/s)
Pasir berlempung, pasir berlanau	$5 \times 10^{-5} - 1 \times 10^{-5}$
Pasir halus	$1 \times 10^{-5} - 5 \times 10^{-5}$
Pasir kelanauan	$1 \times 10^{-6} - 2 \times 10^{-5}$
Lanau	$1 \times 10^{-7} - 5 \times 10^{-6}$
Lempung	$1 \times 10^{-11} - 1 \times 10^{-8}$

Sumber: Meyerhof, 1956

C. Modulus Young dan Poission Ratio (ν)

Modulus Young adalah rasio tegangan pada regangan, dan ini memunculkan nilai elastisitas tanah. Rasio Poisson dari kompresi aksial terhadap regangan ekspansi lateral. Nilai modulus elastisitas (E_s) dan rasio Poisson dapat ditentukan menurut jenis tanah (Tabel 2.5).

Tabel 2.5 Hubungan Modulus Elastisitas (E_s) dan Nilai *poisson ratio*

Type of soil	Young's modulus, E_s		Poisson's ratio
	MN/m ²	Ib /in ²	
Loose sand	10,35-24,15	1500-3500	0,20-0,40
Medium dense sand	17,25-27,60	2500-4000	0,25-0,40
Dense sand	34,50-55,20	5000-8000	0,30-0,45
Silty sand	10,35-17,25	1500-2500	0,20-0,40
Sand and gravel	69,00-172,50	10000-25000	0,15-0,35
Soft clay	2,07-5,18	300-750	0,20-0,50
Medium clay	5,18-10,35	750-1500	
Stiff clay	10,35-24,15	1500-3500	

Sumber: Meyerhof, 1956

D. Sudut Geser Dalam (ϕ)

Sudut geser dalam (ϕ)

Sudut geser dalam adalah sudut antara tegangan normal dan tegangan geser dalam tanah. Sudut geser internal adalah sudut patah yang terbentuk ketika suatu material terdapat tegangan yang melebihi tegangan geser. Bahan akan lebih tahan terhadap tegangan luar yang bekerja padanya karena semakin besar sudut geser dalam bahan. Kekuatan geser internal dengan sudut geser internal variabel dan gaya perekat. Tahanan tanah akibat tegangan kerja berupa tekanan lateral tanah dapat ditentukan oleh sudut geser internal terhadap gaya rekat. Penentuan nilai ini juga dapat dilakukan dengan mengukur karakteristik teknis tanah berupa uji geser langsung dan uji Traxal.

Korelasi antara sudut geser dalam, derajat plastisitas dan jenis tanah dapat dilihat pada **Tabel 2.6** dan **2.7** di bawah ini.

Tabel 2.6 Hubungan Antara Sudut Geser Dalam dengan jenis tanah

Jenis tanah	Sudut Geser Dalam (ϕ)
Kerikil kepasiran	35-40
Kerikil kerakal	35-40
Pasir padat	35-40
Pasir lepas	30
Lempung kelanauan	25-30
Lempung kelanauan	20-25

Sumber: Braja M. Das, 1998

Tabel 2.7 Hubungan antara sudut geser dalam, tingkat plastisitas, dan jenis tanah.

Jenis tanah	Tingkat plastisitas	ϕ
Lanau	Rendah	35-37
Lanau berlempung	Sedang	31-35
Lempung	Tinggi	<31

Sumber: Bjerrum, 1960

E. Kohesi (c)

Kohesi adalah gaya tarik menarik antara partikel dalam tanah, dijabarkan dalam satuan massa per satuan luas. Nilai kohesi (c) diperoleh dari pengujian laboratorium yaitu pengujian kuat geser langsung (*direct shear strength test*) dan pengujian triaxial (*triaxial test*). Kohesi berbanding lurus dengan densitas suatu benda, sehingga semakin besar densitas maka semakin besar gaya rekatnya.

Korelasi kohesi, N-SPT dengan sudut geser dapat dilihat pada **Tabel 2.8** berikut:

Tabel 2.8 Korelasi antara N-SPT, kohesi, Sudut Geser Tanah

N-SPT	Kohesi (c)	ϕ
0 - 2	12,5	0
2 - 4	12,5 - 25	0
4 - 8	25 - 50	0
8 - 15	50 - 100	0
15 - 30	100 - 200	0
≥ 30	≥ 200	0

Sumber: Article Stailition Project, 2000

2.3.2 Tanah lunak

Tanah lunak dapat didefinisikan sebagai tanah dengan kekuatan geser rendah dan kapasitas tekan atau tekan yang tinggi, yang memerlukan penyelidikan menyeluruh untuk menghindari masalah penurunan dan ketidakstabilan jangka panjang yang dapat merusak struktur. Tanah lunak dibagi menjadi dua kategori, lempung lunak dan gambut (Panduan Geoteknik 1 Formasi dan Sifat Dasar Tanah Lunak, 2002). Dalam rekayasa geoteknik, klasifikasi tanah lunak dapat dibedakan berdasarkan kandungannya organik seperti ditunjukkan pada (**Tabel 2.9**).

Tabel 2.9 Tipe Tanah Lunak berdasarkan Kadar Organik

Jenis Tanah	Kadar Organik %
Lempung	< 25
Lempung Organik	25 – 75
Gambut	>75

Sumber : Panduan Geoteknik 1 Proses Pembuatan dan sifat-sifat Dasar Tanah Lunak, 2002

Tabel 2.10 Nilai Karakteristik Tanah Problematic (Tanah Lunak dan Gambut)

Nilai N-SPT vs Konsistensi			Nilai N-SPT vs Kepadatan dan (I)			
Consistency	N	Qu (kPa)	N	Compactness	Relative Density (%)	(I)
Very Soft	0 to 2	<25				
Soft	2 to 4	25 to 30				
Medium Stiff	4 to 80	50 to 100	0 to 4	Very Loose	0-15	<28
Stiff	8 to 12	100 to 200	4 to 10	Loose	15-35	28-30
Very Stiff	15 to 30	200 to 400	10 to 30	Medium Dense	35-65	30-36
Hard	>30	400	>50	Very Dense	>85	>41

Sumber : Panduan Geoteknik 1 Proses Pembentukan dan Sifat-sifat Dasar Tanah Lunak, 2002

A. Tanah Lempung Lunak

Lempung lunak adalah tanah yang mengandung mineral lempung dan mengandung kadar air yang tinggi sehingga menyebabkan kuat geser tanah yang rendah

2.3.3 Tanah Lempung

Tanah lempung memiliki karakteristik berbeda-beda tergantung pada parameter dan konsistensi yang dimiliki.

A. Karakteristik Tanah Lempung Lunak

Lempung lunak adalah tanah kohesif yang terutama terdiri dari partikel yang sangat kecil atau alluvium. Karakteristik lapisan lempung lunak adalah gaya geser yang rendah, kuat tekan yang tinggi, koefisien permeabilitas yang rendah dan daya dukung yang rendah dibandingkan dengan lempung lainnya. Lempung lunak umumnya memiliki sifat-sifat sebagai berikut:

1. Kuat geser rendah
2. Kuat geser berkurang dengan bertambahnya air
3. Kuat geser berkurang bila struktur tanah terisi plastis dan dapat ditekan dalam keadaan basah
4. Menyusut saat kering dan mengembang saat basah
5. Ketahanan tekan tinggi, seperti ditunjukkan pada tabel 2.14.

Tabel 2.11 Klasifikasi Kompresibilitas Tanah

<i>Compressibility, C</i>	<i>Classification</i>
0 – 0,05	<i>Very Slightly Compressible</i>
0,05 – 0,1	<i>Slightly Compressible</i>
0,1 – 0,2	<i>Moderately Compressible</i>
0,2 – 0,35	<i>Highly Compressible</i>
>0,35	<i>Very Highly Compressible</i>

Sumber: Coduto, 1994

6. Volumennya berubah dengan bertambahnya waktu akibat rangkakan pada beban yang konstan
7. Merupakan material yang kedap air

2.4 PLAXIS

Plaxis adalah program aplikasi komputer yang menghitung fusi menggunakan Teori Biot Konsolidasi. Pengembangan Plaxis dimulai pada tahun 1 di Universitas Teknik Delft, sebuah inisiatif dari Kementerian Pekerjaan Umum dan Pengelolaan Air Belanda. Tujuan awalnya adalah membuat program komputer berbasis metode elemen hingga 2D yang mudah digunakan untuk analisis tanggul yang dibangun di atas tanah lunak di Dataran Rendah Belanda.

Selama beberapa tahun berikutnya, plaxis dikembangkan untuk memasukkan sebagian besar aspek lain dari perencanaan geoteknik. Program ini melakukan perhitungan berdasarkan metode elemen hingga yang khusus digunakan untuk melakukan analisis regangan dan stabilitas untuk berbagai aplikasi geoteknik. Keadaan nyata dapat dimodelkan dalam regangan datar atau asimetris. Program ini mengadopsi metode antarmuka grafis yang mudah digunakan sehingga pengguna dapat dengan cepat membuat model geometris dan mesh berdasarkan penampang kondisi yang akan dianalisis. Program ini terdiri dari empat subrutin yaitu input, kalkulasi, output dan kurva.

Model Mohr Coulomb adalah model tanah yang paling umum digunakan. Parameter pemodelan coulomb Mohr meliputi modulus Young (E), rasio Poisson (ν), gaya adhesi (c), sudut geser dalam (ϕ) dan sudut dilatasi (ψ). Model Mohr Coulomb memiliki keunggulan bahwa perhitungannya tetap relatif sederhana. Ketika memodelkan elemen lantai dalam program plaxis 2D, dapat dilakukan dalam dua kondisi, yaitu sebagai berikut.

1. Kondisi drained

Kondisi drainase adalah kondisi untuk tanah yang sangat permeabel seperti tanah berpasir, tanah yang memuat sangat lambat serta merangsang umur panjang tanah. Kondisi drainase pada program Plaxis 2D digunakan untuk mengkoreksi non-kenaikan tekanan pori pada material tanah.

2. Kondisi *undrained*

Kondisi *undrained* adalah kondisi tanah yang permeabilitasnya rendah seperti lempung, bila tekanan air pori terlalu besar maka tidak akan mengalir atau mengalir secara langsung. Kondisi *undrained* pada program PLAXIS 2D digunakan untuk mengoreksi terjadinya tekanan air pori yang berlebihan pada material tanah.

Parameter-parameter yang digunakan pada pemodelan *mohr column* adalah sebagai berikut.

a. Berat Volume (γ)

Pada program Plaxis, massa tanah yang dibutuhkan dalam perhitungan dibagi menjadi dua kategori, yaitu massa tanah jenuh dan berat jenis kering. Parameter ini akan digunakan untuk mendapatkan tegangan pembatas pada kedalaman tertentu pada kondisi jenuh dan kering. Berat volumetrik tanah adalah perbandingan antara berat tanah dengan volume tanah.

b. Koefisien Permeabilitas (k)

Koefisien permeabilitas tanah akan digunakan untuk menghitung laju penurunan tekanan pori berlebih selama drainase dari pori-pori tanah. Parameter ini dalam analisis saluran akan mengontrol jumlah penurunan dari waktu ke waktu. Koefisien permeabilitas (k) untuk setiap jenis tanah berbeda-beda. Menurut Craig (1989) dalam Satindra (2018)

Dapat dinyatakan bahwa nilai koefisien *permeabilitas* tanah dapat ditentukan berdasarkan jenis tanahnya dapat dilihat pada **Tabel 2.12** berikut ini.

Tabel 2.12 Nilai Koefisien *Permeabilitas* Tanah

Jenis Tanah	K	
	m/detik	m/hari
Kerikil bersih	$1 - 10^{-1}$	86400-8640
Pasir bersih dan campuran pasir kerikil	$10^{-1} - 10^{-4}$	8640-8,64
Pasir sangat halus, lanau dan lempung-lanau berlapis	$10^{-4} - 10^{-7}$	8,64-0,00864
Lempung tah bercelah dan lempung-lanau (>20% lempung)	$10^{-7} - 10^{-10}$	0,00864 – 0,00000864
Lempung yang mengalami pengawetan dan bercelah	$10^{-1} - 10^{-7}$	8640 - 0,00000864

Sumber : Meyerhof dalam Barimbing (2017)

3 Angka poisson

Angka Poisson atau rasio Poisson adalah nilai perbandingan antara regangan lateral dan tegangan aksial yang digunakan untuk menghubungkan besarnya modulus elastisitas (E) dengan modulus gaya geser (G). Menurut Das (1995), hubungan antara bilangan Poisson dengan jenis tanah dan kerapatan tanah dapat disajikan pada **Tabel 2.13** sebagai berikut.

Tabel 2.13 Hubungan Angka *Poisson* dengan Jenis Tanah dan Konsistensi

Jenis Tanah	Angka Poisson
Pasir Lepas	0,20 – 0,40
Pasir agak padat	0,25 – 0,40
Pasir padat	0,30 – 0,45
Pasir berlanau	0,20 – 0,40
Lempung lembek	0,15 – 0,25
Lempung agak kaku	0,20 – 0,50

Sumber : Das (1995)

4 Modulus Elastisitas

Angka Poisson atau rasio Poisson adalah nilai perbandingan antara regangan lateral dan tegangan aksial yang digunakan untuk menghubungkan besarnya modulus elastisitas (E) dengan modulus gaya geser (G). Menurut Das (1995), hubungan antara bilangan Poisson dengan jenis tanah dan kerapatan tanah dapat disajikan pada **Tabel 2.14** sebagai berikut.

Tabel 2.14 Nilai Perkiraan Modulus Elastisitas

Jenis Tanah	E	
	psi	KN/m ²
Lempung lembek	250-500	1380 -3450
Lempung keras	850 -2000	586 – 13800
Pasir lepas	1500 - 4000	10350 – 27600
Pasir padat	5000-10000	34500 -69000

Sumber : Das (1995)

5 Sudut Geser dalam

Sudut geser internal dan gaya kohesif merupakan parameter yang menentukan ketahanan tanah terhadap deformasi akibat tegangan yang diberikan pada tanah. Nilai sudut geser dalam diambil dari spesifikasi tanah, Kohesi

Parameter program plaxis ini beserta sudut geser dalam tanah akan diinput untuk menghitung tahanan tanah. Ketika perhitungan

konstruksi selesai, peringatan akan muncul kepada pengguna jika rantai gagal saat melakukan perhitungan. Kohesi memiliki dimensi yang sama dengan kendala. Adhesi akan cenderung meningkat tergantung pada kedalaman yang dipertimbangkan. Nilai kohesi dapat diperoleh dari beberapa jenis pengujian antara lain adalah pengujian triaxial dan unconfined compression test.

6 Sudut dilatasi

Sudut dilatasi adalah sudut yang dibentuk bidang horizontal dengan arah pengembangan butiran pada saat butiran menerima tegangan deviatorik. Tanah lempung normal konsolidasi tidak memiliki sudut dilatasi. Tetapi pada tanah pasir, besar sudut ini tergantung pada kepadatan relatif dan sudut geser dalamnya yang dinyatakan dengan persamaan $\psi = \phi - 30^\circ$.



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Pengertian Umum

Metode penelitian adalah proses ilmiah dengan tujuan mencapai pemecahan masalah serta menemukan jawaban atas masalah yang ada. Metode yang digunakan tentunya sesuai dengan masalah yang diambil, sehingga mendapatkan hasil yang ditargetkan, memenuhi syarat efektif dan efisien yang mendukung dari penelitian dan pembuatan laporan tersebut.

3.2 Tipe Penelitian

Penelitian ini memakai tipe deskriptif yaitu menyajikan dan menganalisa fakta secara sistematis, sehingga dapat lebih gampang untuk disimpulkan. Kesimpulan yang diberikan selalu jelas atas dasar data-data yang telah dianalisa. Penulis menyelidiki suatu kondisi serta memberikan alternatif pemecahan masalah berdasarkan data-data yang diperoleh.

3.3 Teknik Pengumpulan Data

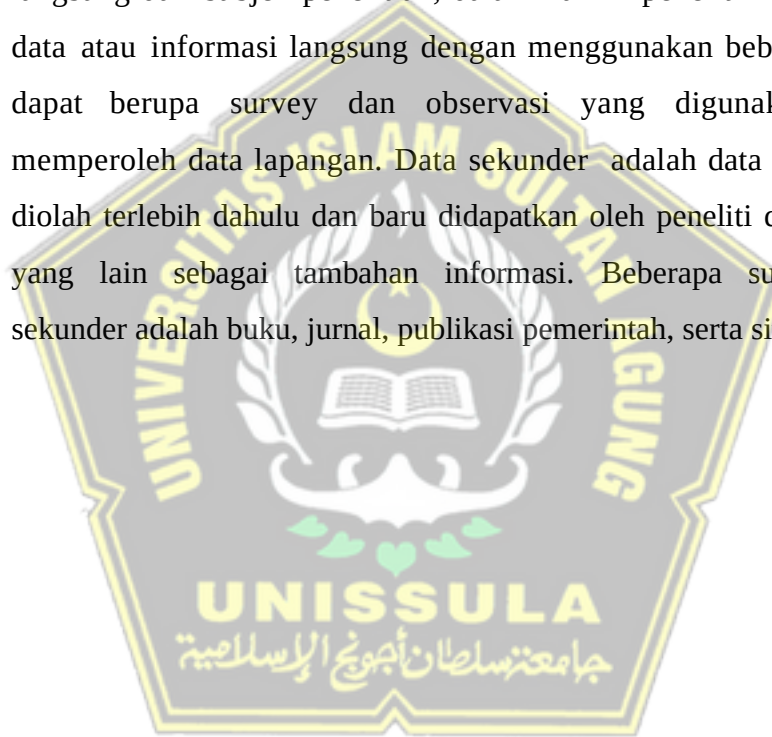
Teknik pengumpulan data merupakan step yang paling utama dalam proses penelitian, karena esensi utama dari penelitian yaitu mendapatkan data yang akurat untuk membantu memecahkan masalah penelitian. Dalam suatu penelitian, langkah pengumpulan data merupakan tahapan awal yang sangat menentukan terhadap proses dan hasil penelitian yang akan dilaksanakan tersebut. Oleh karena itu harus menggunakan metode yang sesuai agar dapat memperoleh data yang diperlukan.

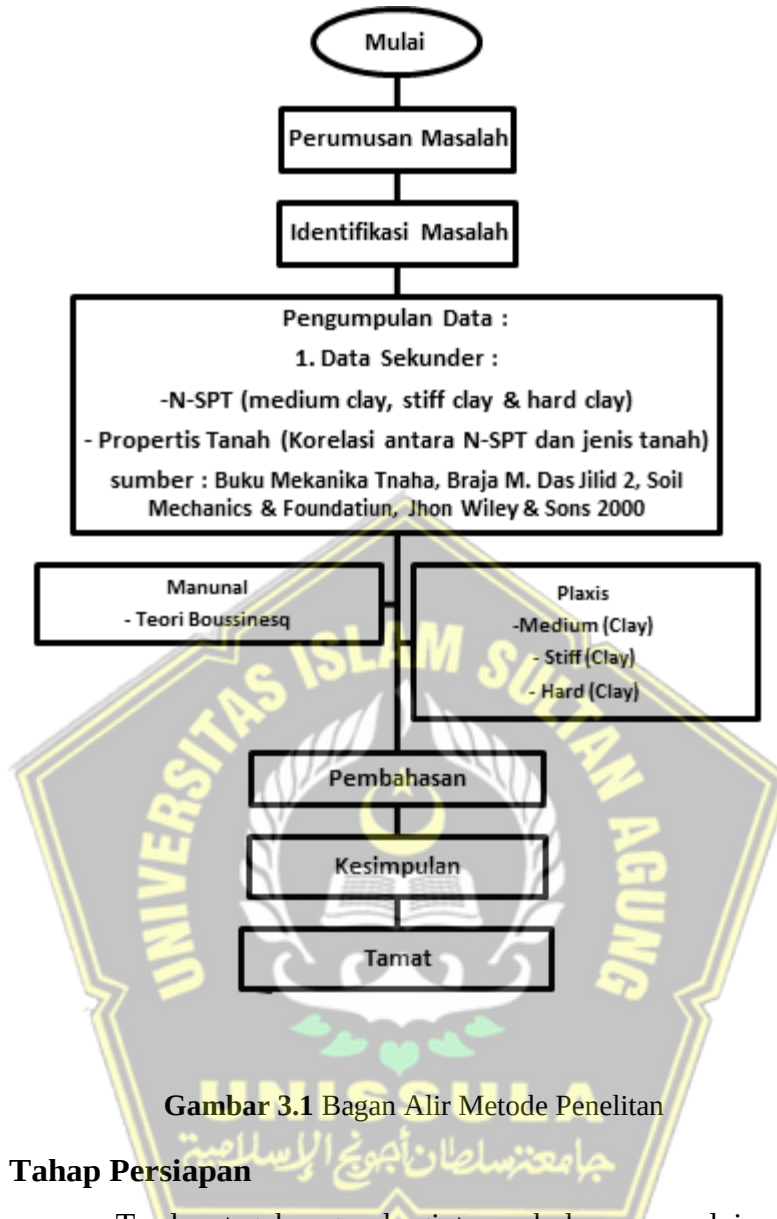
Masing-masing penelitian memiliki proses pengumpulan data yang berbeda, tergantung dari jenis penelitian yang akan dibuat. Pengumpulan data penelitian tidak boleh dilakukan secara

sembarangan. Diperlukan beberapa referensi yang berhubungan dengan penelitian yang akan dilakukan. Esensi dari langkah dan teknik dalam pengumpulan data adalah agar mendapatkan data yang akurat dan benar, sehingga hasil analisa dan kesimpulan penelitian dapat diuji kebenarannya.

Data yang digunakan dalam melakukan analisa ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang diperoleh

langsung dari subjek penelitian, dalam hal ini peneliti memperoleh data atau informasi langsung dengan menggunakan beberapa cara, dapat berupa survey dan observasi yang digunakan untuk memperoleh data lapangan. Data sekunder adalah data yang sudah diolah terlebih dahulu dan baru didapatkan oleh peneliti dari sumber yang lain sebagai tambahan informasi. Beberapa sumber data sekunder adalah buku, jurnal, publikasi pemerintah, serta situs.





Gambar 3.1 Bagan Alir Metode Penelitian

3.4 Tahap Persiapan

Terdapat gabungan kegiatan sebelum memulai pengumpulan data pengolahannya yang disebut dengan tahap persiapan. Dalam tahap persiapan perlu adanya hal-hal yang terlebih dahulu disusun agar kegiatan penelitian dapat berjalan dengan lancar dan efisien. Tahap Persiapan ini antara lain :

1. Studi pustaka mengenai masalah yang berhubungan dengan tanah;
2. Studi pustaka mengenai metode perhitungan manual;
3. Studi pustaka terkait Progam Aplikasi *Plaxis*;
4. Menentukan kebutuhan data yang akan diperlukan;

3.5 Metode Analisa Data

Metode analisis data merupakan kegiatan analisis pada suatu penelitian yang dikerjakan dengan memeriksa seluruh data dari instrumen penelitian, seperti catatan, dokumen, hasil tes, dan lain-lain. Proses ini diperlukan agar data menjadi lebih mudah dipahami dan berguna sebagai solusi bagi suatu permasalahan untuk mendapatkan kesimpulan, khususnya yang berkaitan dengan penelitian.

Pada penelitian ini, yang pertama dilakukan yaitu mempersiapkan data dan sebuah contoh soal. Setelah data terkumpul, maka data-data tersebut dilakukan analisa data. Apabila analisa data telah selesai dilakukan, maka hal berikutnya yaitu mencari perhitungan tegangan dengan menggunakan cara manual atau teori dan di bandingkan dengan perhitungan tegangan dengan cara atau menggunakan aplikasi *PLAXIS*. Saat perbandingan selesai dilakukan, kemudian didapatkan kesimpulan dan saran dari hasil penelitian ini. Setelah mendapatkan kesimpulan dan saran, maka penelitian ini telah selesai dilakukan dan mendapatkan hasil sesuai dengan tujuan yang diinginkan.

BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

Pada bab Analisa dan pembahasan membahas tentang pengolahan data, tegangan akibat beban titik dengan metode perhitungan manual (*teori boussinesq*) dan tegangan akibat timbunan dengan metode perhitungan menggunakan metode elemen hingga (*PLAXIS*). Dengan analisa tersebut bertujuan untuk mengetahui berapa atau apa saja nilai yang di hasilkan tegangan akibat timbunan dari menggunakan metode perhitungan manual (*teori boussinesq*) dan untuk mengetahui berapa atau apa saja nilai yang dihasilkan tegangan akibat timbunan dari menggunakan metode perhitungan metode elemen hingga (*PLAXIS*).

4.1 Analisa Data

4.1.1 Parameter Tanah

Parameter tanah merupakan ukuran atau acuan untuk mengetahui atau menilai hasil suatu proses perubahan yang terjadi dalam tanah baik dari sifat fisik dan jenis tanah. Untuk parameter-parameter tanah, data dapat diperoleh dari uji tanah di laboratorium, sehingga selanjutnya digunakan untuk analisis. Tujuan dari penyelidikan tanah ini antara lain untuk menentukan sifat tanah

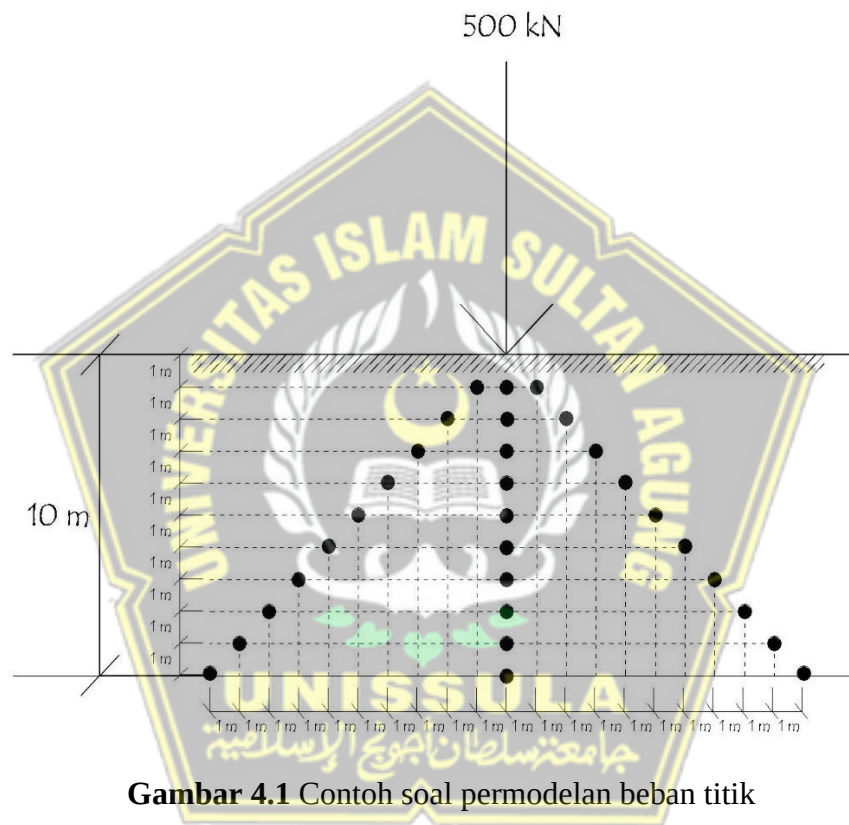
Tabel 4.1 Parameter Tanah

Model	N-SPT	E (kN/m ²)	C (kN/m ²)	ϕ	K _x (m/day)	K _y (m/day)	v	γ_{unsat} (kN/m ³)	γ_{sat} (kN/m ³)
Medium (clay)	5	5000	18	21	0,000865	0,000865	0,3	15	18
Stiff (clay)	10	10000	70	35	0,000865	0,000865	0,3	17	20
Hard (clay)	35	35000	100	40	0,000865	0,000865	0,3	18	21

(Sumber : Buku Mekanika Tanah, Braja M. Das Jilid 2, Soil Mechanics & Foundation, John Wiley & Sons 2000)

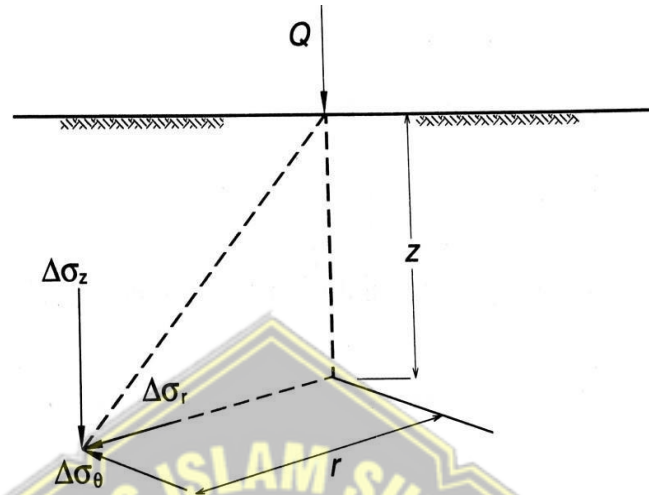
4.2 Analisa Tegangan Beban Titik dengan Teori Boussinesq

Data yang digunakan yaitu berupa contoh soal. Contoh soal tersebut akan dihitung tegangan akibat beban dengan metode perhitungan secara manual (teori boussinesq) dan akan dihitung dengan metode perhitungan menggunakan metode elemen hingga (PLAXIS).

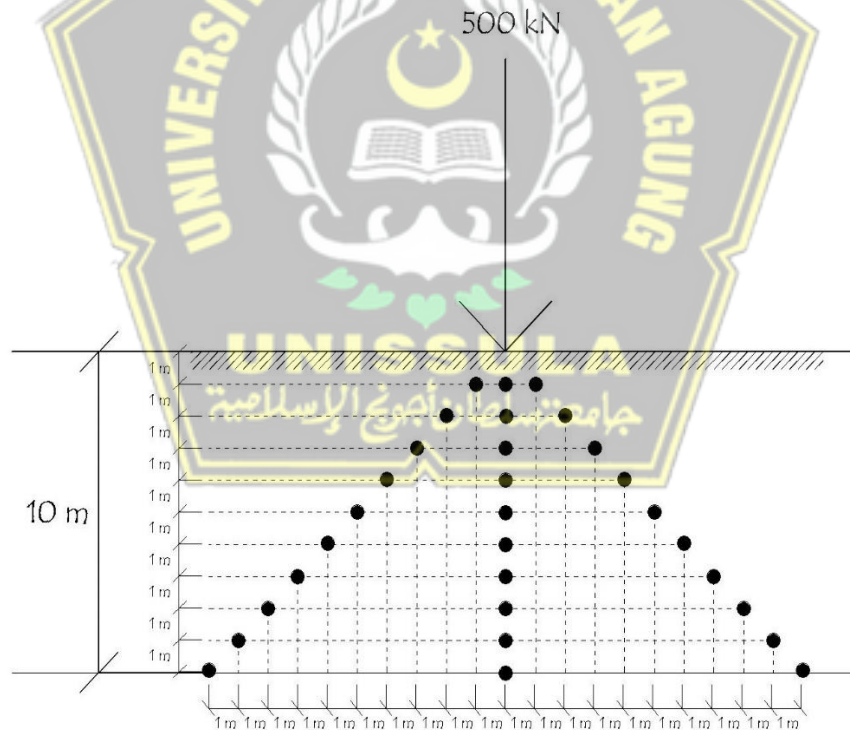


Gambar 4.1 Contoh soal permodelan beban titik

(Gambar 4.1) adalah suatu contoh soal yang akan dihitung tegangan akibat beban titik dengan metode perhitungan secara manual (teori boussinesq) dan akan dihitung dengan metode perhitungan menggunakan metode elemen hingga (PLAXIS). Diketahui soal seperti gambar dengan $Q = 500 \text{ kN}$. Tentukan tambahan tegangan vertical pada titik titik pada gambar tersebut.



Gambar 4.2 Tambahan tegangan pada beban titik (Taylor, 1984)



Gambar 4.3 Contoh soal permodelan beban titik

Diketahui soal seperti gambar diatas dengan $Q = 500 \text{ kN}$,
Tentukan tambahan tegangan vertical pada titik-titik gambar
tersebut.

Perhitungan pertambahan tegangan 45 derajat kiri arah beban

$$z = 1 ; r = 1$$

Penyelesaian :

$$\Delta\sigma_z = \frac{3Q}{2\pi z^2} \left(\frac{1}{1 + (r/z)^2} \right)^{5/2}$$

$$\Delta\sigma_z = \frac{3 \cdot 500}{2\pi 1^2} \left(\frac{1}{1 + (1/1)^2} \right)^{5/2}$$

$$\Delta\sigma_z = 18,00 \text{ kN/m}^2$$

$$z = 2 ; r = 2$$

Penyelesaian :

$$\Delta\sigma_z = \frac{3Q}{2\pi z^2} \left(\frac{1}{1 + (r/z)^2} \right)^{5/2}$$

$$\Delta\sigma_z = \frac{3 \cdot 500}{2\pi 2^2} \left(\frac{1}{1 + (2/2)^2} \right)^{5/2}$$

$$\Delta\sigma_z = 10,556 \text{ kN/m}^2$$

$$z = 3 ; r = 3$$

Penyelesaian :

$$\Delta\sigma_z = \frac{3Q}{2\pi z^2} \left(\frac{1}{1 + (r/z)^2} \right)^{5/2}$$

$$\Delta\sigma_z = \frac{3 \cdot 500}{2\pi 3^2} \left(\frac{1}{1 + (3/3)^2} \right)^{5/2}$$

$$\Delta\sigma_z = 4,691 \text{ kN/m}^2$$

$$z = 4 ; r = 4$$

Penyelesaian :

$$\Delta\sigma_z = \frac{3Q}{2\pi z^2} \left(\frac{1}{1 + (r/z)^2} \right)^{5/2}$$

$$\Delta\sigma_z = \frac{3 \cdot 500}{2\pi 4^2} \left(\frac{1}{1 + (4/4)^2} \right)^{5/2}$$

$$\Delta\sigma_z = 2,638 \text{ kN/m}^2$$

$$z = 5 ; r = 5$$

Penyelesaian :

$$\Delta\sigma_z = \frac{3Q}{2\pi z^2} \left(\frac{1}{1 + (r/z)^2} \right)^{5/2}$$

$$\Delta\sigma_z = \frac{3 \cdot 500}{2\pi 5^2} \left(\frac{1}{1 + (5/5)^2} \right)^{5/2}$$

$$\Delta\sigma_z = 1,689 \text{ kN/m}^2$$

$$z = 6 ; r = 6$$

Penyelesaian :

$$\Delta\sigma_z = \frac{3Q}{2\pi z^2} \left(\frac{1}{1 + (r/z)^2} \right)^{5/2}$$

$$\Delta\sigma_z = \frac{3 \cdot 500}{2\pi 6^2} \left(\frac{1}{1 + (6/6)^2} \right)^{5/2}$$

$$\Delta\sigma_z = 1,173 \text{ kN/m}^2$$

$$z = 7 ; r = 7$$

Penyelesaian :

$$\Delta\sigma_z = \frac{3Q}{2\pi z^2} \left(\frac{1}{1 + (r/z)^2} \right)^{5/2}$$

$$\Delta\sigma_z = \frac{3 \cdot 500}{2\pi 7^2} \left(\frac{1}{1 + (7/7)} \right)^{5/2}$$

$$\Delta\sigma_z = 0,862 \text{ kN/m}^2$$

$$z = 8 ; r = 8$$

Penyelesaian :

$$\Delta\sigma_z = \frac{3Q}{2\pi z^2} \left(\frac{1}{1 + (r/z)^2} \right)^{5/2}$$

$$\Delta\sigma_z = \frac{3 \cdot 500}{2\pi 8^2} \left(\frac{1}{1 + (8/8)} \right)^{5/2}$$

$$\Delta\sigma_z = 0,659 \text{ kN/m}^2$$

$$z = 9 ; r = 9$$

Penyelesaian :

$$\Delta\sigma_z = \frac{3Q}{2\pi z^2} \left(\frac{1}{1 + (r/z)^2} \right)^{5/2}$$

$$\Delta\sigma_z = \frac{3 \cdot 500}{2\pi 9^2} \left(\frac{1}{1 + (9/9)} \right)^{5/2}$$

$$\Delta\sigma_z = 0,521 \text{ kN/m}^2$$

$$z = 10 ; r = 10$$

Penyelesaian :

$$\Delta\sigma_z = \frac{3Q}{2\pi z^2} \left(\frac{1}{1 + (r/z)^2} \right)^{5/2}$$

$$\Delta\sigma_z = \frac{3 \cdot 500}{2\pi 10^2} \left(\frac{1}{1 + (10/10)^2} \right)^{5/2}$$

$$\Delta\sigma_z = 0,422 \text{ kN/m}^2$$

Perhitungan pertambahan tegangan 90 derajat arah beban

$$z = 1 ; r = 0$$

Penyelesaian :

$$\Delta\sigma_z = \frac{3Q}{2\pi z^2} \left(\frac{1}{1 + (r/z)^2} \right)^{5/2}$$

$$\Delta\sigma_z = \frac{3 \cdot 500}{2\pi 1^2} \left(\frac{1}{1 + (0/1)^2} \right)^{5/2}$$

$$\Delta\sigma_z = 61,853 \text{ kN/m}^2$$

$$z = 2 ; r = 0$$

Penyelesaian :

$$\Delta\sigma_z = \frac{3Q}{2\pi z^2} \left(\frac{1}{1 + (r/z)^2} \right)^{5/2}$$

$$\Delta\sigma_z = \frac{3 \cdot 500}{2\pi 2^2} \left(\frac{1}{1 + (0/2)^2} \right)^{5/2}$$

$$\Delta\sigma_z = 32,713 \text{ kN/m}^2$$

$$z = 3 ; r = 0$$

Penyelesaian :

$$\Delta\sigma_z = \frac{3Q}{2\pi z^2} \left(\frac{1}{1 + (r/z)^2} \right)^{5/2}$$

$$\Delta\sigma_z = \frac{3 \cdot 500}{2\pi 3^2} \left(\frac{1}{1 + (0/3)^2} \right)^{5/2}$$

$$\Delta\sigma_z = 26,539 \text{ kN/m}^2$$

$$z = 4 ; r = 0$$

Penyelesaian :

$$\Delta\sigma_z = \frac{3Q}{2\pi z^2} \left(\frac{1}{1 + (r/z)^2} \right)^{5/2}$$

$$\Delta\sigma_z = \frac{3 \cdot 500}{2\pi 4^2} \left(\frac{1}{1 + (0/4)^2} \right)^{5/2}$$

$$\Delta\sigma_z = 14,928 \text{ kN/m}^2$$

$$z = 5 ; r = 0$$

Penyelesaian :

$$\Delta\sigma_z = \frac{3Q}{2\pi z^2} \left(\frac{1}{1 + (r/z)^2} \right)^{5/2}$$

$$\Delta\sigma_z = \frac{3 \cdot 500}{2\pi 5^2} \left(\frac{1}{1 + (0/5)^2} \right)^{5/2}$$

$$\Delta\sigma_z = 9,554 \text{ kN/m}^2$$

$$z = 6 ; r = 0$$

Penyelesaian :

$$\Delta\sigma_z = \frac{3Q}{2\pi z^2} \left(\frac{1}{1 + (r/z)^2} \right)^{5/2}$$

$$\Delta\sigma_z = \frac{3 \cdot 500}{2\pi 6^2} \left(\frac{1}{1 + (0/6)^2} \right)^{5/2}$$

$$\Delta\sigma_z = 6,635 \text{ kN/m}^2$$

$$z = 7 ; r = 0$$

Penyelesaian :

$$\Delta\sigma_z = \frac{3Q}{2\pi z^2} \left(\frac{1}{1 + (r/z)^2} \right)^{5/2}$$

$$\Delta\sigma_z = \frac{3 \cdot 500}{2\pi 7^2} \left(\frac{1}{1 + (0/7)^2} \right)^{5/2}$$

$$\Delta\sigma_z = 4,874 \text{ kN/m}^2$$

$$z = 8 ; r = 0$$

Penyelesaian :

$$\Delta\sigma_z = \frac{3Q}{2\pi z^2} \left(\frac{1}{1 + (r/z)^2} \right)^{5/2}$$

$$\Delta\sigma_z = \frac{3 \cdot 500}{2\pi 8^2} \left(\frac{1}{1 + (0/8)^2} \right)^{5/2}$$

$$\Delta\sigma_z = 3,732 \text{ kN/m}^2$$

$$z = 9 ; r = 0$$

Penyelesaian :

$$\Delta\sigma_z = \frac{3Q}{2\pi z^2} \left(\frac{1}{1 + (r/z)^2} \right)^{5/2}$$

$$\Delta\sigma_z = \frac{3 \cdot 500}{2\pi 9^2} \left(\frac{1}{1 + (0/9)^2} \right)^{5/2}$$

$$\Delta\sigma_z = 2,948 \text{ kN/m}^2$$

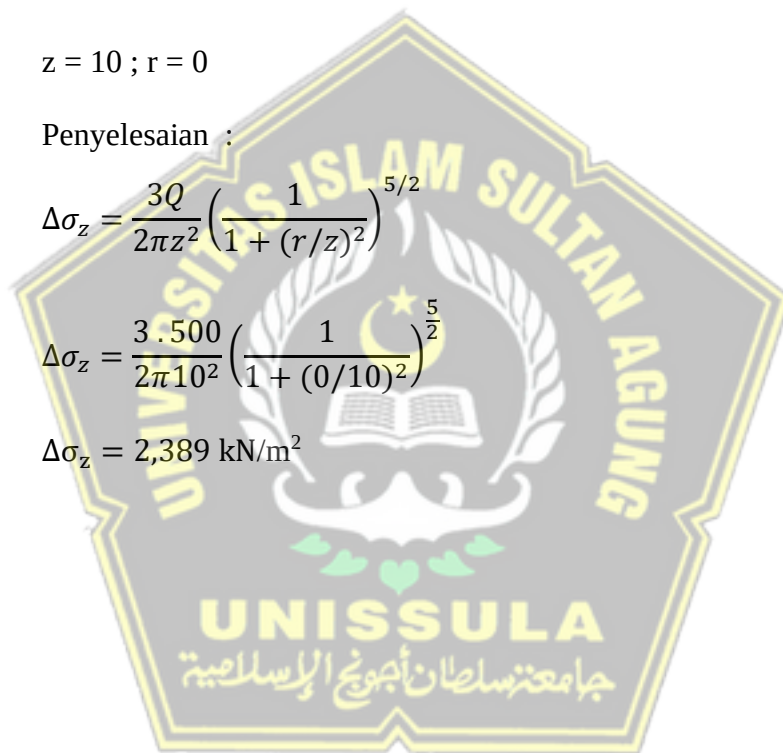
$$z = 10 ; r = 0$$

Penyelesaian :

$$\Delta\sigma_z = \frac{3Q}{2\pi z^2} \left(\frac{1}{1 + (r/z)^2} \right)^{5/2}$$

$$\Delta\sigma_z = \frac{3 \cdot 500}{2\pi 10^2} \left(\frac{1}{1 + (0/10)^2} \right)^{5/2}$$

$$\Delta\sigma_z = 2,389 \text{ kN/m}^2$$



Perhitungan pertambahan tegangan 45 derajat kanan arah beban

$$z = 1 ; r = 1$$

Penyelesaian :

$$\Delta\sigma_z = \frac{3Q}{2\pi z^2} \left(\frac{1}{1 + (r/z)^2} \right)^{5/2}$$

$$\Delta\sigma_z = \frac{3 \cdot 500}{2\pi 1^2} \left(\frac{1}{1 + (1/1)^2} \right)^{5/2}$$

$$\Delta\sigma_z = 18 \text{ kN/m}^2$$

$$z = 2 ; r = 2$$

Penyelesaian :

$$\Delta\sigma_z = \frac{3Q}{2\pi z^2} \left(\frac{1}{1 + (r/z)^2} \right)^{5/2}$$

$$\Delta\sigma_z = \frac{3 \cdot 500}{2\pi 2^2} \left(\frac{1}{1 + (2/2)^2} \right)^{5/2}$$

$$\Delta\sigma_z = 10,556 \text{ kN/m}^2$$

$$z = 3 ; r = 3$$

Penyelesaian :

$$\Delta\sigma_z = \frac{3Q}{2\pi z^2} \left(\frac{1}{1 + (r/z)^2} \right)^{5/2}$$

$$\Delta\sigma_z = \frac{3 \cdot 500}{2\pi 3^2} \left(\frac{1}{1 + (3/3)^2} \right)^{5/2}$$

$$\Delta\sigma_z = 4,691 \text{ kN/m}^2$$

$$z = 4 ; r = 4$$

Penyelesaian :

$$\Delta\sigma_z = \frac{3Q}{2\pi z^2} \left(\frac{1}{1 + (r/z)^2} \right)^{5/2}$$

$$\Delta\sigma_z = \frac{3 \cdot 500}{2\pi 4^2} \left(\frac{1}{1 + (4/4)^2} \right)^{5/2}$$

$$\Delta\sigma_z = 2,638 \text{ kN/m}^2$$

$$z = 5 ; r = 5$$

Penyelesaian :

$$\Delta\sigma_z = \frac{3Q}{2\pi z^2} \left(\frac{1}{1 + (r/z)^2} \right)^{5/2}$$

$$\Delta\sigma_z = \frac{3 \cdot 500}{2\pi 5^2} \left(\frac{1}{1 + (5/5)^2} \right)^{5/2}$$

$$\Delta\sigma_z = 1,689 \text{ kN/m}^2$$

$$z = 6 ; r = 6$$

Penyelesaian :

$$\Delta\sigma_z = \frac{3Q}{2\pi z^2} \left(\frac{1}{1 + (r/z)^2} \right)^{5/2}$$

$$\Delta\sigma_z = \frac{3 \cdot 500}{2\pi 6^2} \left(\frac{1}{1 + \left(\frac{6}{6}\right)^2} \right)^{5/2}$$

$$\Delta\sigma_z = 1,173 \text{ kN/m}^2$$

$$z = 7 ; r = 7$$

Penyelesaian :

$$\Delta\sigma_z = \frac{3Q}{2\pi z^2} \left(\frac{1}{1 + (r/z)^2} \right)^{5/2}$$

$$\Delta\sigma_z = \frac{3 \cdot 500}{2\pi 7^2} \left(\frac{1}{1 + (7/7)} \right)^{5/2}$$

$$\Delta\sigma_z = 0,862 \text{ kN/m}^2$$

$$z = 8 ; r = 8$$

Penyelesaian :

$$\Delta\sigma_z = \frac{3Q}{2\pi z^2} \left(\frac{1}{1 + (r/z)^2} \right)^{5/2}$$

$$\Delta\sigma_z = \frac{3 \cdot 500}{2\pi 8^2} \left(\frac{1}{1 + (8/8)} \right)^{5/2}$$

$$\Delta\sigma_z = 0,659 \text{ kN/m}^2$$

$$z = 9 ; r = 9$$

Penyelesaian :

$$\Delta\sigma_z = \frac{3Q}{2\pi z^2} \left(\frac{1}{1 + (r/z)^2} \right)^{5/2}$$

$$\Delta\sigma_z = \frac{3 \cdot 500}{2\pi 9^2} \left(\frac{1}{1 + (9/9)} \right)^{5/2}$$

$$\Delta\sigma_z = 0,521 \text{ kN/m}^2$$

$$z = 10 ; r = 10$$

Penyelesaian :

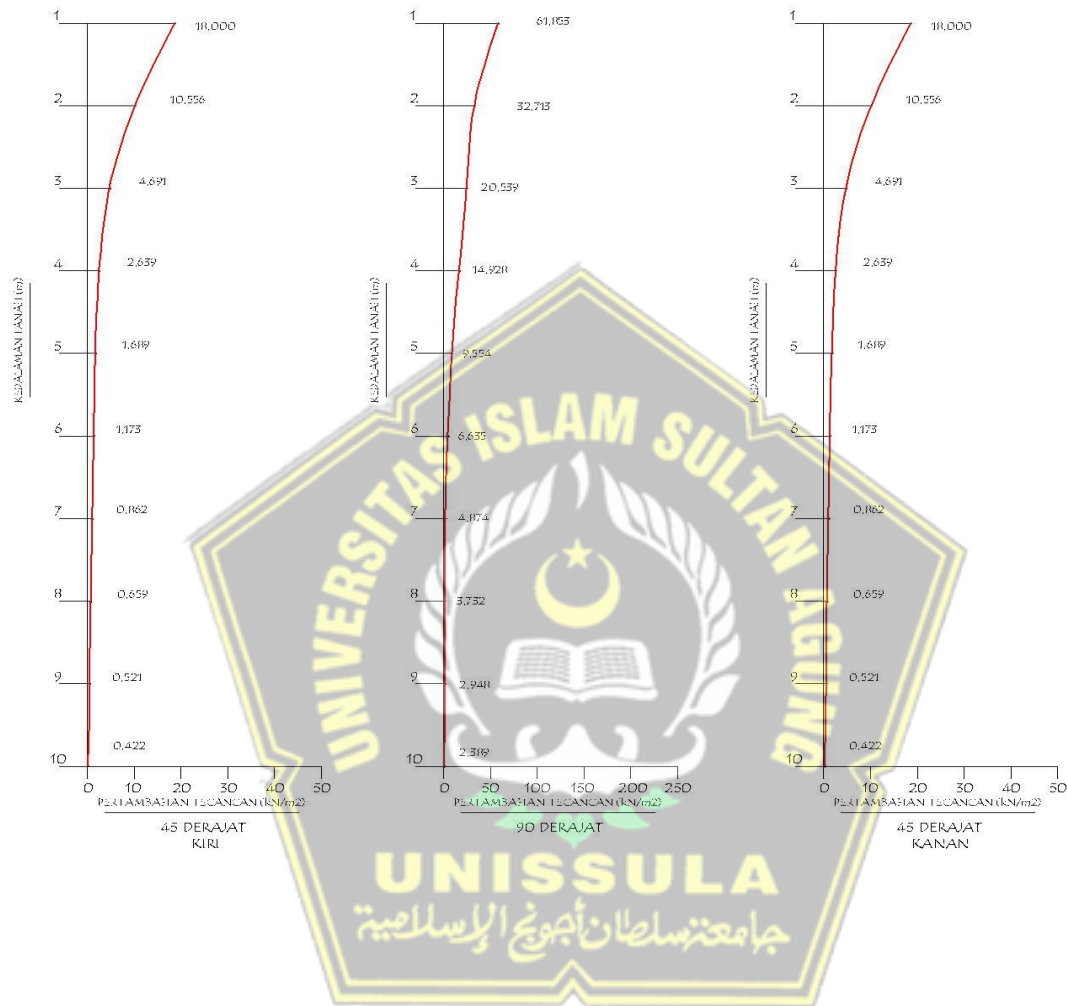
$$\Delta\sigma_z = \frac{3Q}{2\pi z^2} \left(\frac{1}{1 + (r/z)^2} \right)^{5/2}$$

$$\Delta\sigma_z = \frac{3.500}{2\pi 10^2} \left(\frac{1}{1 + (10/10)^2} \right)^{5/2}$$

$$\Delta\sigma_z = 0,422 \text{ kN/m}^2$$

Tabel 4.2 Hasi perhitungan pertambahan tegangan metode numerik

Perhitungan Pertambahan Tegangan Teori Boussinesq					
45 derajat arah beban sebelah kiri		90 derajat arah beban		45 derajat arah beban sebelah kanan	
Kedalaman Tanah (m)	Pertambahan tegangan (kN/m²)	Kedalaman Tanah (m)	Pertambahan tegangan (kN/m²)	Kedalaman Tanah (m)	Pertambahan tegangan (kN/m²)
1	18	1	61,853	1	18
2	10,556	2	32,713	2	10,556
3	4,691	3	26,539	3	4,691
4	2,638	4	14,928	4	2,638
5	1,689	5	9,554	5	1,689
6	1,173	6	6,635	6	1,173
7	0,862	7	4,874	7	0,862
8	0,659	8	3,732	8	0,659
9	0,521	9	2,948	9	0,521
10	0,422	10	2,389	10	0,422



Gambar 4.4 Grafik hasil tambahan tegangan teori boussinesq

Dapat dilihat (**Gambar 4.4**) Jadi pertambahan tegangan yang terjadi akibat beban $Q = 500\text{kN}$ semakin dalam kedalaman tanah maka hasil pertambahan tegangan akan semakin kecil. Pada kedalaman 1m metode numerik menggunakan teori boussinesq didapatkan $238,853\text{ kN/m}^2$ pada bagian 90 derajat arah beban dan didapatkan $42,223\text{ kN/m}^2$ pada bagian 45 derajat arah beban kiri atau arah beban kanan..

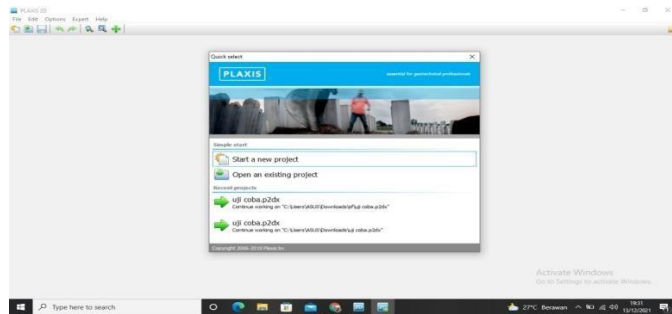
4.3 Analisa Tegangan Beban Titik dengan Plaxis

Plaxis adalah salah satu program aplikasi komputer yang menghitung konsolidasi dengan menggunakan teori konsolidasi biot. Pengembangan *Plaxis* dimulai pada tahun 1987 di Universitas Teknik Delft (*Technical University of Delft*) inisiatif Departemen Tenaga Kerja dan Pengelolaan Sumber Daya Air Belanda (*Dutch Department of Public Works and Water Management*). Tujuan awal adalah untuk menciptakan sebuah program komputer berdasarkan metode elemen hingga 2D yang mudah digunakan untuk menganalisis tanggul-tanggul yang dibangun di atas tanah lunak di dataran rendah Belanda .

Pada tahun-tahun berikutnya, *plaxis* dikembangkan lebih lanjut hingga mencakup hampir seluruh aspek perencanaan geoteknik lainnya. Program ini melakukan perhitungan berdasarkan metode elemen hingga yang digunakan secara khusus untuk melakukan analisis deformasi dan stabilitas untuk berbagai aplikasi dalam bidang geoteknik. Kondisi sesungguhnya dapat dimodelkan dalam *plane strain* maupun secara *axisymetris*. Program ini menerapkan metode antar muka grafis yang mudah digunakan sehingga pengguna dapat dengan cepat membuat model geometri dan jaring elemen berdasarkan penampang melintang dari kondisi yang ingin dianalisis. Program ini terdiri dari empat buah sub-program yaitu masukan, perhitungan, keluaran, dan kurva. Adapaun untuk tahapan-tahapan mengaplikasikan aplikasi *plaxis* V.20

4.3.1 Input Data

a. Pilih Proyek Baru



Gambar 4.5 Proyek Baru Plaxis 8.2

b. Pilih Project

Pilih project kemudian isikan dengan judul atau nama pekerjaan.

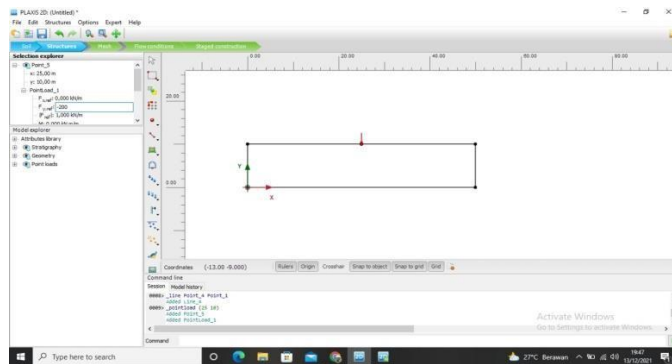


Gambar 4.6 Atur nama project *Plaxis* 8.2

c. Pilih Model

Pilih model isikan counternya kemudian klik OK.

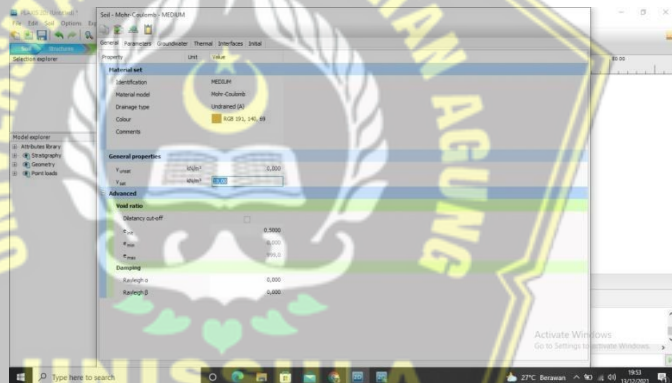
f. Tambahkan Beban



Gambar 4.10 Penambahan Beban *Plaxis 8.2*

g. Pilih Tool Bar Soil

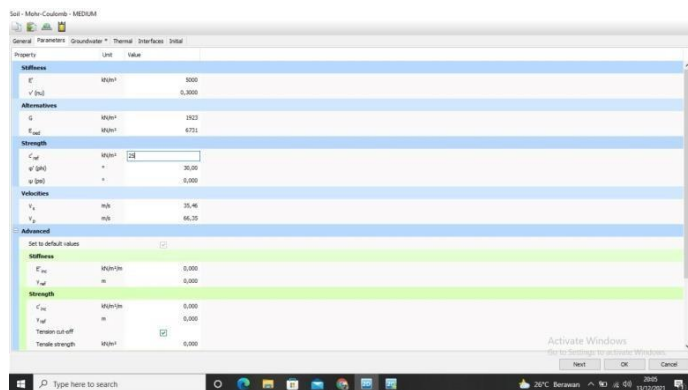
Pilih tool bar soil kemudian pilih show material, lalu isikan materialnya.



Gambar 4.11 Tool bar soil *Plaxis 8.2*

h. Pilih Parameter

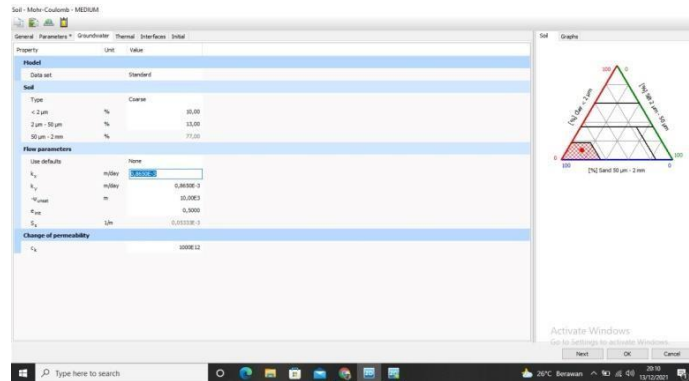
Pilih parameter kemudian isikan data tanahnya.



Gambar 4.12 Pengisian parameter tanah *Plaxis 8.2*

i. Pilih Groundwater

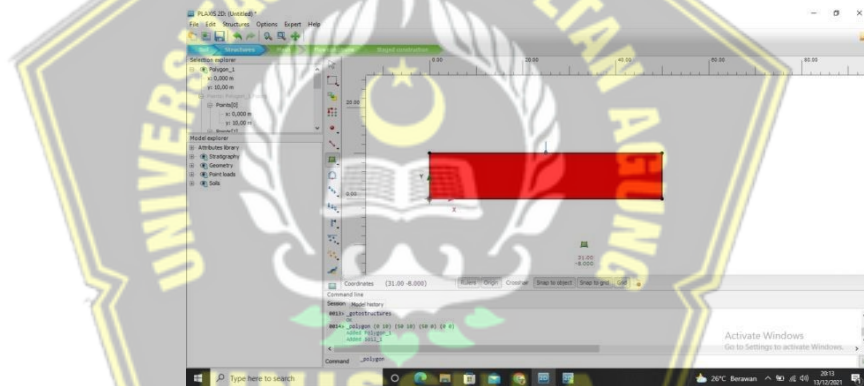
Pilih groundwater, isikan data kemudian klik OK.



Gambar 4.13 Groundwater *Plaxis* 8.2

j. Pilih Tool Bar Structures

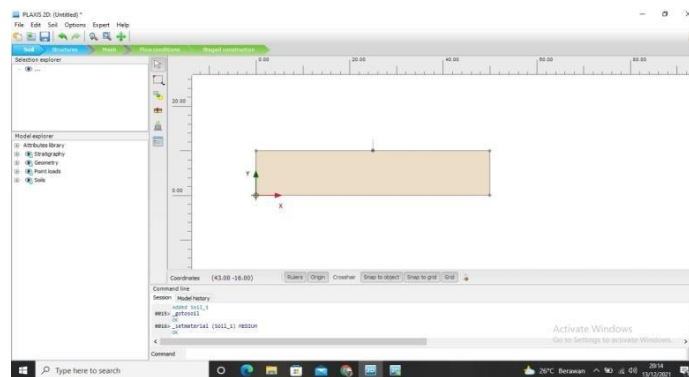
Pilih structures kemudian buat polygon.



Gambar 4.14 Struktur polygon *Plaxis 8.2*

k. Pilih Tool Bar Soil

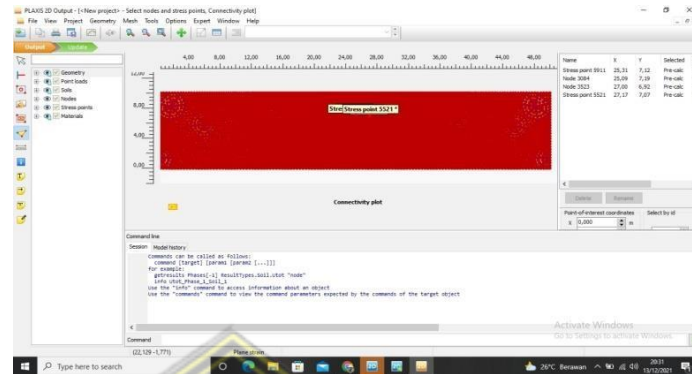
Masukan material yang telah di input.



Gambar 4.15 Input material soil *Plaxis 8.2*

o. Pilih Tool Bar Staged Construction

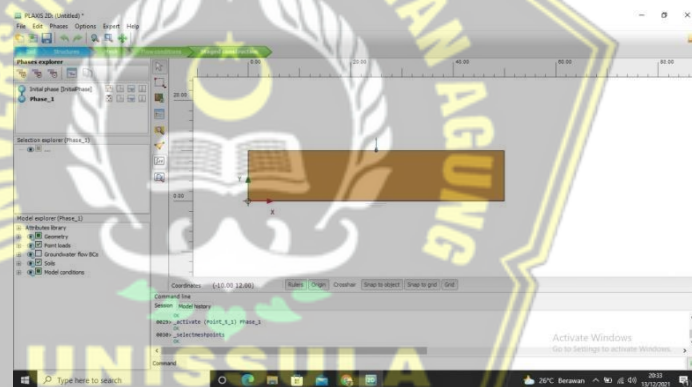
Pilih staged construction untuk membuat tahapan pekerjaan atau analisa.



Gambar 4.18 Stage Construction *Plaxis 8.2*

p. Pilih Tool Bar Update

Tool bar update untuk menghitung atau running.

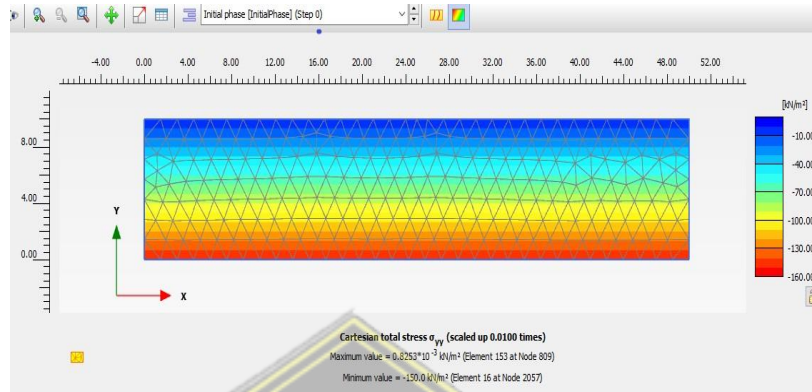


Gambar 4.19 Stage Construction *Plaxis 8.2*

4.3.2 Hasil Perhitungan

A. Medium (Clay)

Hasil Perhitungan



Gambar 4.20. Hasil perhitungan Total Tegangan Inisial Condition

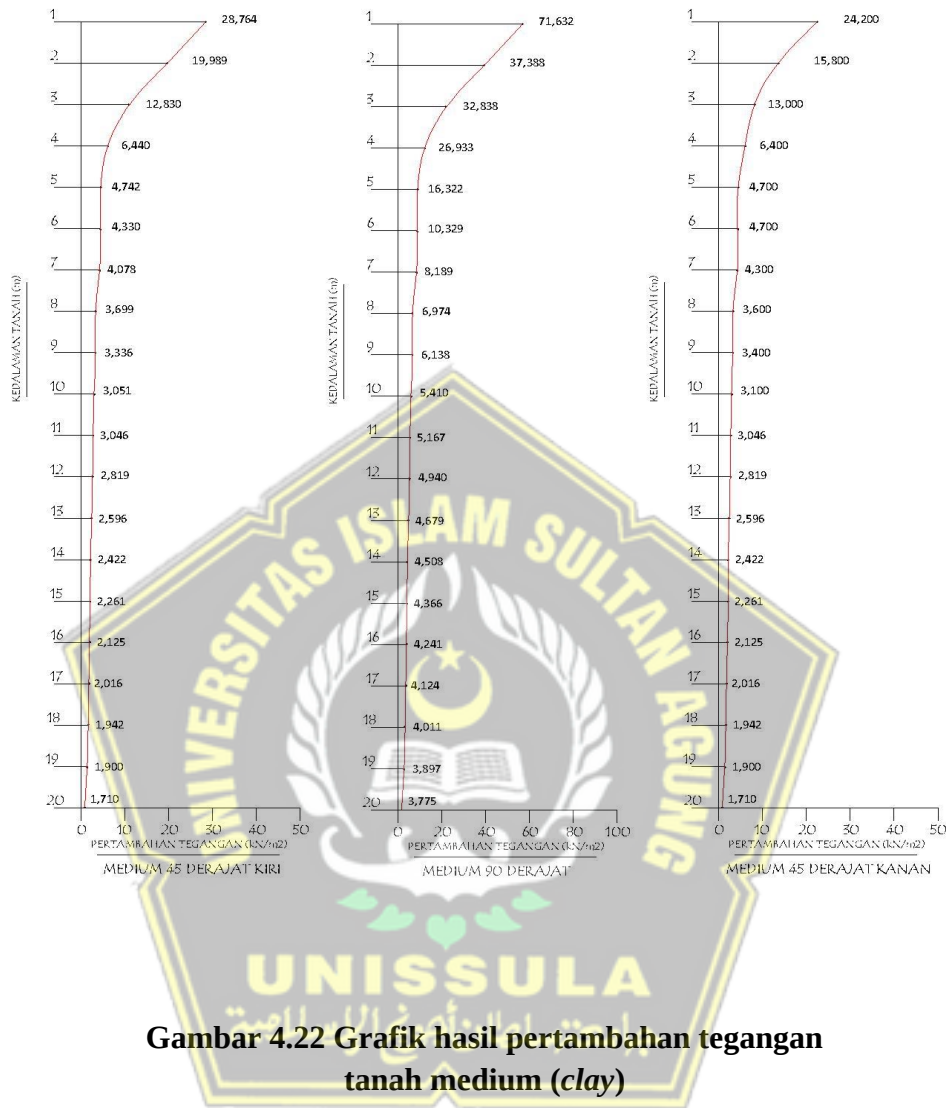


Gambar 4.21. Hasil perhitungan Tegangan Setelah diberi Beban

Dari hasil perhitungan dengan menggunakan metode elemen hingga (*plaxis*) didapat nilai yang ada pada **tabel 4.3**.

Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Tanah Medium

Lapisan Tanah Medium Clay															
Kedalaman	Koordinat		45 Derajat Kiri			Koordinat		90Derajat			Koordinat		45 Derajat Kanan		
m	X (m)	Y (m)	Tegangan Total dengan beban (kN/m2)	Tegangan Total Inisialis (kN/m2)	Pertambahan Tegangan (kN/m2)	X (m)	Y (m)	Tegangan Total dengan beban (kN/m2)	Tegangan Total Inisialis (kN/m2)	Pertambahan Tegangan (kN/m2)	X (m)	Y (m)	Tegangan Total dengan beban (kN/m2)	Tegangan Total Inisialis (kN/m2)	Pertambahan Tegangan (kN/m2)
1	24	9	43.777	15.013	28.764	25	9	86.653	15.021	71.632	26	9	39.251	15.021	24.2
2	23	8	49.957	29.968	19.989	25	8	67.412	30.024	37.388	27	8	45.861	30.027	15.8
3	22	7	57.822	44.992	12.830	25	7	77.839	45.001	32.838	28	7	57.967	44.994	13.0
4	21	6	63.462	57.022	6.44	25	6	86.958	60.025	26.933	29	6	63.433	57.008	6.4
5	20	5	79.090	74.348	4.742	25	5	91.342	75.020	16.322	30	5	79.758	75.034	4.7
6	19	4	94.306	89.976	4.33	25	4	100.326	89.997	10.329	31	4	94.688	89.991	4.7
7	18	3	109.084	105.006	4.078	25	3	113.209	105.02	8.189	32	3	109.308	104.997	4.3
8	17	2	123.693	119.994	3.699	25	2	127.006	120.032	6.974	33	2	123.289	119.707	3.6
9	16	1	138.311	134.975	3.336	25	1	141.107	134.969	6.138	34	1	138.390	134.992	3.4
10	15	0	153.048	149.997	3.051	25	0	155.410	150	5.41	35	0	153.109	149.997	3.1
11	14	-1	168.041	164.995	3.046	25	-1	170.142	164.975	5.167	36	-1	168.041	164.995	3.046
12	13	-2	182.819	180	2.819	25	-2	184.941	180.001	4.94	37	-2	182.819	180	2.819
13	12	-3	197.594	194.998	2.596	25	-3	199.65	194.971	4.679	38	-3	197.594	194.998	2.596
14	11	-4	212.42	209.998	2.422	25	-4	214.476	209.968	4.508	39	-4	212.42	209.998	2.422
15	10	-5	227.266	225.005	2.261	25	-5	229.375	225.009	4.366	40	-5	227.266	225.005	2.261
16	9	-6	242.137	240.012	2.125	25	-6	244.206	239.965	4.241	41	-6	242.137	240.012	2.125
17	8	-7	257.014	254.998	2.016	25	-7	259.101	254.977	4.124	42	-7	257.014	254.998	2.016
18	7	-8	271.954	270.012	1.942	25	-8	274.011	270.03	4.011	43	-8	271.954	270.012	1.942
19	6	-9	286.926	285.026	1.9	25	-9	288.861	284.964	3.897	44	-9	286.926	285.026	1.9
20	5	-10	301.902	300.192	1.71	25	-10	303.775	300	3.775	45	-10	301.902	300.192	1.71

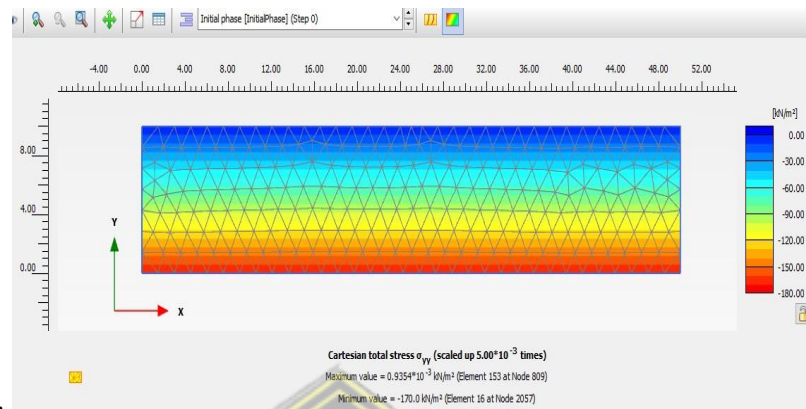


Gambar 4.22 Grafik hasil pertambahan tegangan tanah medium (clay)

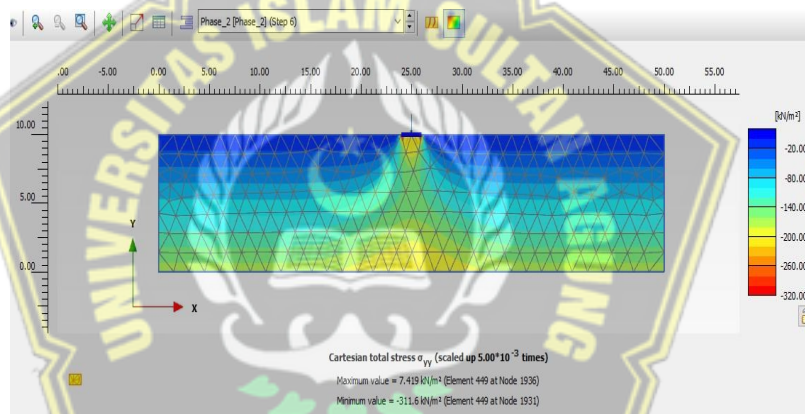
Dari hasil **Gambar 4.22**. Dari hasil analisis perhitungan distribusi tegangan pada tanah medium (clay) 90 derajat dari beban maupun 45 derajat dari beban semakin dalam kedalaman tanah maka pertambahan tegangan semakin kecil. Dikarenakan kenaikan tegangan merupakan besarnya beban persatuan luasan sehingga apabila kedalaman tanah semakin dalam semakin besar juga luasannya maka berlaku kenaikan tegangan tanah akan semakin kecil

C. Stiff (Clay)

Hasil Perhitungan



Gambar 4.23 Hasil perhitungan Total Tegangan Inisial Condition

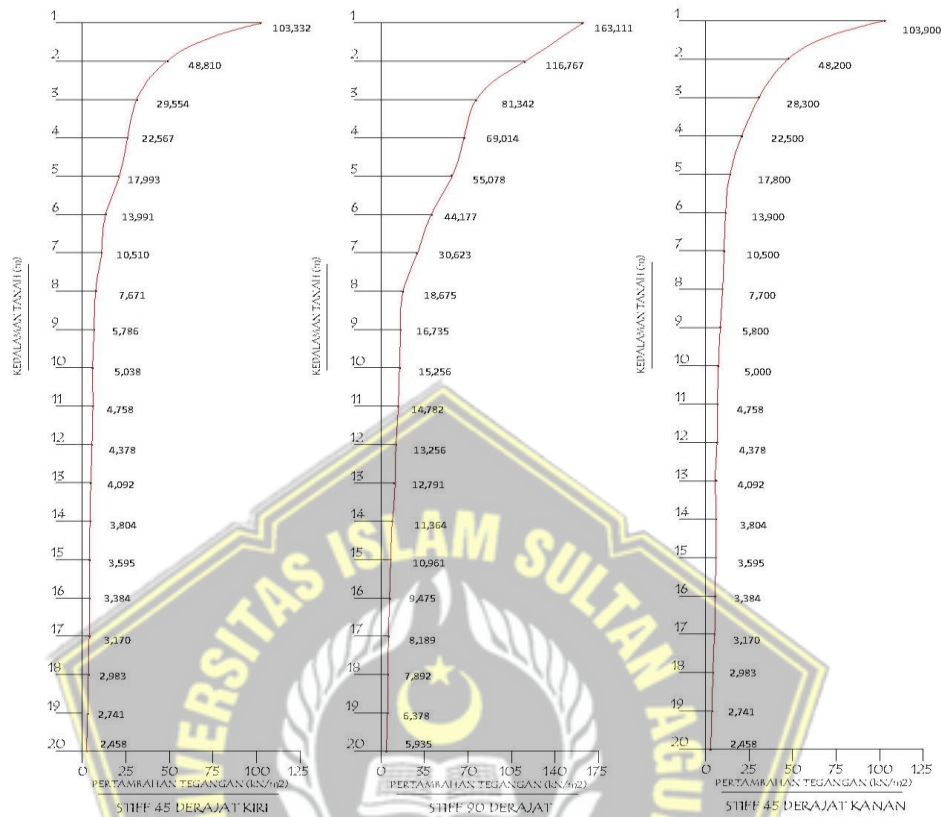


Gambar 4.24 Hasil perhitungan Tegangan Setelah diberi Bebas

Dari hasil perhitungan dengan menggunakan metode elemen hingga (*plaxis*) didapat nilai yang ada pada **Tabel 4.4**.

Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Tanah Stiff

Lapisan Tanah Stiff Clay															
Kedalaman	Koordinat		45 Derajat Kiri				90 Derajat				45 derajat kanan				
m	X (m)	Y (m)	Tegangan Total dengan beban (kN/m2)	Tegangan Total Inisialis (kN/m2)	Pertambahan Tegangan (kN/m2)	X (m)	Y (m)	Tegangan Total dengan beban (kN/m2)	Tegangan Total Inisialis (kN/m2)	Pertambahan Tegangan (kN/m2)	X (m)	Y (m)	Tegangan Total dengan beban (kN/m2)	Tegangan Total Inisialis (kN/m2)	Pertambahan Tegangan (kN/m2)
1	24	9	120.346	17.014	103.332	25	9	180.134	17.023	163.111	26	9	120.933	17.023	103.9
2	23	8	82.773	33.963	48.81	25	8	150.795	34.028	116.767	27	8	82.235	34.030	48.2
3	22	7	80.544	50.99	29.554	25	7	132.343	51.001	81.342	28	7	80.268	52.009	28.3
4	21	6	90.592	68.025	22.567	25	6	137.043	68.029	69.014	29	6	90.46	68.009	22.5
5	20	5	102.970	84.977	17.993	25	5	140.101	85.023	55.078	30	5	102.880	85.038	17.8
6	19	4	115.964	101.973	13.991	25	4	145.174	100.997	44.177	31	4	115.934	101.99	13.9
7	18	3	129.516	119.006	10.51	25	3	149.645	119.022	30.623	32	3	129.495	118.996	10.5
8	17	2	143.664	135.993	7.671	25	2	154.711	136.036	18.675	33	2	143.671	136.008	7.7
9	16	1	158.758	152.972	5.786	25	1	169.7	152.965	16.735	34	1	158.761	152.991	5.8
10	15	0	175.035	169.997	5.038	25	0	185.256	170	15.256	35	0	175.036	169.997	5.0
11	14	-1	197.753	192.995	4.758	25	-1	204.754	189.972	14.782	36	-1	197.753	192.995	4.758
12	13	-2	213.883	209.505	4.378	25	-2	221.257	208.001	13.256	37	-2	213.883	209.505	4.378
13	12	-3	230.079	225.987	4.092	25	-3	237.758	224.967	12.791	38	-3	230.079	225.987	4.092
14	11	-4	246.402	242.598	3.804	25	-4	254.327	242.963	11.364	39	-4	246.402	242.598	3.804
15	10	-5	262.801	259.206	3.595	25	-5	270.971	260.01	10.961	40	-5	262.801	259.206	3.595
16	9	-6	279.298	275.914	3.384	25	-6	287.536	278.061	9.475	41	-6	279.298	275.914	3.384
17	8	-7	295.868	292.698	3.17	25	-7	304.163	295.974	8.189	42	-7	295.868	292.698	3.17
18	7	-8	312.597	309.614	2.983	25	-8	320.826	312.934	7.892	43	-8	312.597	309.614	2.983
19	6	-9	329.47	326.729	2.741	25	-9	337.337	330.959	6.378	44	-9	329.47	326.729	2.741
20	5	-10	346.455	343.997	2.458	25	-10	353.935	348	5.935	45	-10	346.455	343.997	2.458

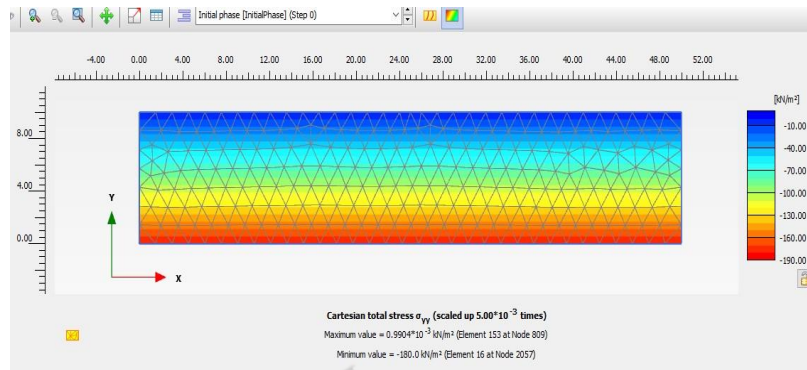


Gambar 4.25 Grafik hasil pertambahan tegangan tanah stiff (clay)

Dari hasil **Gambar 4.25** Dari hasil analisis perhitungan distribusi tegangan pada tanah stiff (clay) 90 derajat dari beban maupun 45 derajat dari beban semakin dalam kedalaman tanah maka pertambahan tegangan semakin kecil. Jika dibandingkan pertambahan tegangan pada tanah medium dan tanah stiff maka konsistensi tanah yang besar (stiff) semakin besar pula pertambahan tegangan yang terjadi. Dikarenakan kenaikan tegangan merupakan besarnya beban persatuan luasan sehingga apabila kedalaman tanah semakin dalam semakin besar juga luasannya maka berlaku kenaikan tegangan tanah akan semakin kecil

D. Hard (Clay)

Hasil Perhitungan



Gambar 4.26 Hasil perhitungan Total Tegangan Inisial Condition

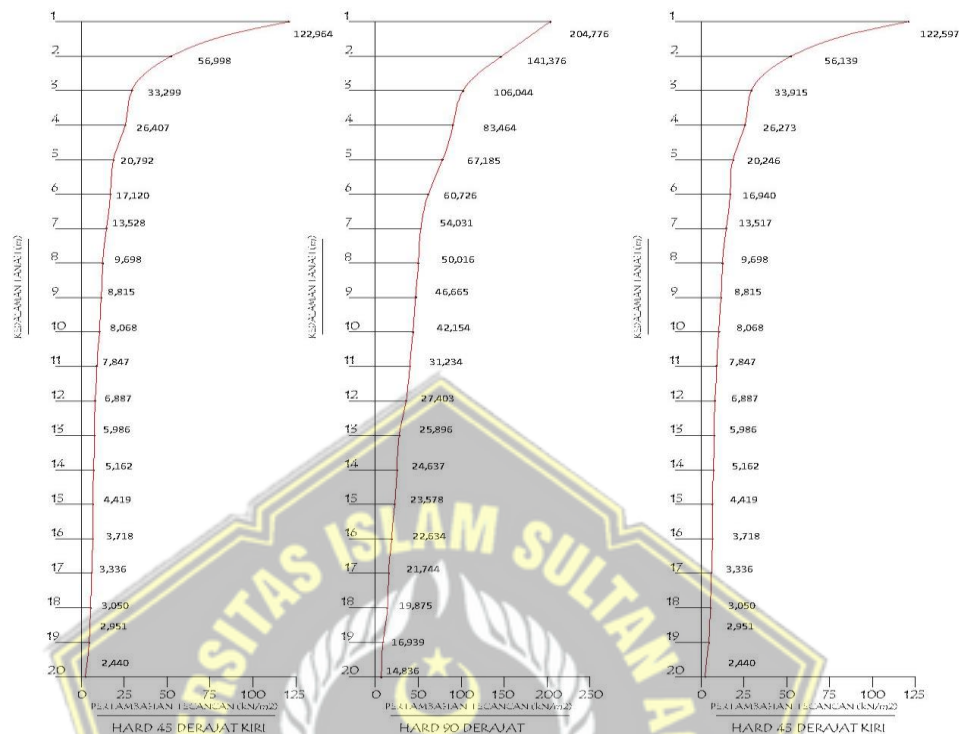


Gambar 4.27 Hasil perhitungan Tegangan Setelah diberi Beban

Dari hasil perhitungan dengan menggunakan metode elemen hingga (*plaxis*) didapat nilai yang ada pada **Tabel 4.5**.

Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Tanah Hard

Lapisan Tanah Hard Clay															
Kedalaman	Koordinat			45 Derajat Kiri				90 Derajat			45 derajat kanan				
m	X (m)	Y (m)	Tegangan Total dengan beban (kN/m2)	Tegangan Total Inisialis (kN/m2)	Pertambahan Tegangan (kN/m2)	X (m)	Y (m)	Tegangan Total dengan beban (kN/m2)	Tegangan Total Inisialis (kN/m2)	Pertambahan Tegangan (kN/m2)	X (m)	Y (m)	Tegangan Total dengan beban (kN/m2)	Tegangan Total Inisialis (kN/m2)	Pertambahan Tegangan (kN/m2)
1	24	9	140.979	18.015	122.964	25	9	222.801	18.025	204.776	26	9	140.622	18.025	122.597
2	23	8	92.959	35.961	56.998	25	8	177.405	36.029	141.376	27	8	92.171	36.032	56.139
3	22	7	87.289	53.99	33.299	25	7	160.045	54.001	106.044	28	7	87.908	53.993	33.915
4	21	6	98.434	72.027	26.407	25	6	155.495	72.031	83.464	29	6	98.282	72.009	26.273
5	20	5	110.768	89.976	20.792	25	5	153.209	86.024	67.185	30	5	110.286	90.040	20.246
6	19	4	124.911	107.791	17.12	25	4	168.723	107.997	60.726	31	4	124.929	107.989	16.940
7	18	3	139.535	126.007	13.528	25	3	180.055	126.024	54.031	32	3	139.513	125.996	13.517
8	17	2	153.691	143.993	9.698	25	2	194.054	144.038	50.016	33	2	153.691	143.993	9.698
9	16	1	168.785	159.97	8.815	25	1	208.358	161.693	46.665	34	1	168.785	159.97	8.815
10	15	0	186.065	177.997	8.068	25	0	222.154	180	42.154	35	0	186.065	177.997	8.068
11	14	-1	205.842	197.995	7.847	25	-1	229.204	197.97	31.234	36	-1	205.842	197.995	7.847
12	13	-2	222.893	216.006	6.887	25	-2	245.404	218.001	27.403	37	-2	222.893	216.006	6.887
13	12	-3	239.972	233.986	5.986	25	-3	261.861	235.965	25.896	38	-3	239.972	233.986	5.986
14	11	-4	257.159	251.997	5.162	25	-4	278.598	253.961	24.637	39	-4	257.159	251.997	5.162
15	10	-5	274.425	270.006	4.419	25	-5	295.589	272.011	23.578	40	-5	274.425	270.006	4.419
16	9	-6	291.822	288.104	3.718	25	-6	312.582	289.958	22.634	41	-6	291.822	288.104	3.718
17	8	-7	309.334	305.998	3.336	25	-7	329.716	307.972	21.744	42	-7	309.334	305.998	3.336
18	7	-8	327.065	324.015	3.05	25	-8	346.911	327.036	19.875	43	-8	327.065	324.015	3.05
19	6	-9	344.982	342.031	2.951	25	-9	363.895	346.956	16.939	44	-9	344.982	342.031	2.951
20	5	-10	363.037	360.597	2.44	25	-10	380.836	366	14.836	45	-10	363.037	360.597	2.44



Gambar 4.28 Grafik hasil pertambahan tegangan tanah hard (*clay*)

Dari hasil **Gambar 4.28**. Dari hasil analisis perhitungan distribusi tegangan pada tanah hard (*clay*) 90 derajat dari beban maupun 45 derajat dari beban semakin dalam kedalaman tanah maka pertambahan tegangan semakin kecil. Jika dibandingkan pertambahan tegangan pada tanah medium, stiff dan hard maka konsistensi tanah yang besar (hard) semakin besar pula pertambahan tegangan yang terjadi. Jadi tanah hard memiliki besaran pertambahan tegangan yang paling tinggi. Dikarenakan kenaikan tegangan merupakan besarnya beban persatuan luasan sehingga apabila kedalaman tanah semakin dalam semakin besar juga luasannya maka berlaku kenaikan tegangan tanah akan semakin kecil

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan penulis pada Tugas Akhir ini dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Dari Hasil Analisa pada perhitungan manual (teori boussinesq) didapatkan kesimpulan bahwa semakin dalam kedalaman tanah pertambahan tegangan semakin kecil
2. Dari Hasil Analisa pada perhitungan plaxis dengan tanah konsistensi medium, stiff dan hard didapatkan kesimpulan bahwa semakin dalam kedalaman tanah pertambahan tegangan semakin kecil
3. Dari Hasil Analisa pada perhitungan manual dan plaxis dengan tanah konsistensi medium, stiff dan hard hasil pertambahan tegangan perhitungan manual lebih kecil dari pada perhitungan plaxis.

5.2 Saran

Dari analisa yang telah dilakukan, penulis dapat memberikan beberapa saran sebagai berikut :

1. Walaupun perhitungan tegangan akibat beban titik menggunakan metode atau cara manual mendapatkan hasil, namun alangkah baiknya jika diperhitungkan dengan menggunakan metode elemen hingga (*PLAXIS*), karena dengan metode ini kita dapat menentukan parameter tanah dan kita dapat menentukan jenis tanah yang ada.

DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, J.E, *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah*, Erlangga, Jakarta, 1986.
- Darwis (2018). **Dasar – Dasar Mekanika Tanah**. Yogyakarta : Pustaka AQ.
- Das, B, 1985. *The Principle Of Geotechnical Engineering (Mekanika Tanah)*. Jakarta: Erlangga.
- Das, B, 1985. *The Principle Of Geotechnical Engineering (Mekanika Tanah)*. Jakarta: Erlangga.
- Das, braja m, 2008. *Advanced Soil Mechanics Third Edition*, st louis Missouri USA.
- Fredy Jhon Philips. 2010. *Mekanika Tanah I*: Universitas Pembangunan Jaya. Tangerang Selatan.
- Fredy Jhon Philips. 2010. *Mekanika Tanah II*: Universitas Pembangunan Jaya. Tangerang Selatan.
- Hardiyatmo, Hary Cristiady. 2002. *Mekanika Tanah I*: Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Hardiyatmo, Hary Cristiady. 2002. *Mekanika Tanah II*: Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Meyerhof, 1956. *Penetration Test and Bearing Capacity of Cehessionless Soil*. ASCE Journal of Soil Mechanics and Foundation Divisions.
- Panduan geoteknik Indonesia, 2001, **Panduan Geoteknik 1: Proses Pembentukan Dan Sifat-Sifat Dasar Tanah Lunak**, Pusat Litbang Prasarana Transportasi, WSP internasional jakatra, Indonesia
- PLAXIS b. v.20. *PLAXIS Version 8 Material Models Manual*. Netherlands: A. Balkema Publishers.