ANALISIS STABILITAS *SOLDIER PILE* SEBAGAI DINDING PENAHAN TANAH DENGAN METODE ELEMEN HINGGAPADA GEDUNG MENARA BRI JL. JEND. SUDIRMAN PEKANBARU

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Meraih Gelar Sarjana
Pada Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil
Universitas Islam Riau
Pekanbaru

Oleh

PAHALA MARTUNAS SIREGAR
133110508

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU
2019

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Hanya dengan kerendahan hati penulis mengucapkan puji syukur kehadirat Tuhan yang Maha Esa,yang telah melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya,sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Dalam penyelesaian tugas akhir ini awalnya dimulai dari kondisi dan sebuah tanggung jawab sebagai seorang mahasiswa yang akan menyelesaikan studinya dibangku perkulihan. Kemudian kondisi dan tanggung jawab penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir pada Program Studi Teknik Sipil Strata Satu (S.1) Fakultas Teknik Universitas Islam Riau Yang Berjudul **"Analisis Stabilitas *Soldier Pile* Sebagai Dinding Penahan Tanah dengan Metode Elemen Hingga pada Gedung Menara BRI JL. JEND. Sudirman Pekanbaru".**

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan tulisan akhir ini masih jauh dari sempurna, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca demi kesempurnaan tugas akhir ini.

Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan menjadi bahan masukan dalam dunia pendidikan.

Pekanbaru, 01 Juni 2019

Penulis

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

UCAPAN TERIMA KASIH

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Segala puji dan syukur kehadiran Tuhan yang Maha Esa, yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Penulisan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil pada Fakuktas Teknik Universitas Islam Riau.

Tugas mandiri ini merupakan proses kerja mandiri sehingga sangat terasa betapa besar arti bantuan dari berbagai pihak dalam pengumpulan data, pencarian literatur dan berbagai bantuan lainnya. Tanpa bantuan dari pihak lain sulit menyelesaikan tugas akhir ini.

Selanjutnya melalui tulisan ini dengan segala kerendahan dan ketulusan hati peneliti menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof.Dr.H. Syafrinaldi, SH., M.C.L, selaku Rektor Universitas Islam Riau.
2. Bapak Ir.H. Abdul Kudus Zaini, MT, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
3. IbuDr. Kurnia Hastuti,ST.,MT, selaku WakilDekan I Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
4. Bapak Muhammad Ariyon,ST.,MT, selaku WakilDekan II Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
5. Bapak Ir Syawaldi, M.Sc,selaku WakilDekan III Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
6. Ibu Dr. Elizar, ST., MT,selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
7. Bapak Firman Syarif, ST., M.Eng,selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Riau,
8. Bapak Dr.Anas Puri,ST., MT, selaku sebagai Dosen Pembimbing I.
9. Ibu Bismi Annisa, ST., MT, selaku sebagai Dosen Pembimbing II

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

10. Ibu Roza Mildawati,ST., MT, selaku sebagai Dosen Penguji.
11. Bapak Mahadi Kurniawan, ST., MT, selaku sebagai Dosen Penguji.
12. Seluruh Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
13. Kepala Tata Usaha beserta seluruh staff dan karyawan Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
14. Ayahanda P. Siregar (alm) dan Ibunda D. Br. Hombing tersayang, juga kepada abang-abang dan kakak ku tesayang yang selalu memberikan semangat serta motivasi atas didikannya selama ini, dan tiada hentinya selalu mendo'akanku.
15. Teman-teman ku, seluruh angkatan 2013 serta rekan-rekan mahasiswa Teknik Sipil Universitas Islam Riau yang tidak tersebut namanya, atas bantuan, dan motivasi serta semangat yang diberikan kepada penulis selama ini.
16. Buat Abang dan Kakak senior dan adek-adek junior jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Riau yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang senantias memberikan dukungan.
17. Buat Pimpinan dan Karyawan PT. PP (Persero) Tbk pada Proyek Pembangunan Gedung Menara Bank Rakyat Indonesia (BRI) Pekanbaru yang sudah memberikan kesempatan melaksanakan kerja praktek dan penelitian Tugas akhir.

Akhir kata penulis mendoa'kan kehadirat Tuhan yang Maha Esa, semoga segala bantuan moril dan materil serta kebaikan yang telah diberikan mendapat pahala yang berlimpah. Amin.

Pekanbaru, 01 Juni2019

Penulis

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN

KATA PENGANTAR ..... **i**

UCAPAN TERIMA KASIH ..... **ii**

DAFTAR ISI ..... **iv**

DAFTAR GAMBAR ..... **vii**

DAFTAR TABEL ..... **ix**

DAFTAR NOTASI ..... **xi**

ABSTRAK ..... **xii**

BAB I PENDAHULUAN **1**

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Rumusan Masalah 2

1.3 Tujuan Penelitian 2

1.4 Manfaat Penelitian 3

1.5 Batasan Masalah 3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA **4**

2.1 Umum 4

2.2 PenelitianTerdahulu 4

2.3 Keaslian Penulisan 8

BAB III LANDASAN TEORI **13**

3.1 Dinding Penahan Tanah 14

3.1.1 *Sheet Piles* 14

3.1.2 *Diaphragm Wall* 14

3.1.3 *Soldier Pile* 15

3.2 Metode Pelaksanaan *Soldier Pile* 15

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

3.3 *Dewatering* 16
3.4 Tanah 17
3.5 Parameter Tanah 18
3.5.1Sistem Klasifikasi Tanah 18
3.5.2Korelasi Terhadap Parameter Tanah 18
3.5.3 Korelasi N-SPT Terhadap Nilai Modulus Young 20
3.5.4 *Poission Ratio* 22
3.5.5 Sudut Geser Dalam 22
3.5.6 Kohesi 23
3.5.7 Permeabilitas 24
3.6 *Standart Penetration Test* (SPT) 25
3.7 Tekanan Tanah Lateral 25
3.7.1 Tekanan Tanah dalam Keadaan Diam (At Rest) 26
3.7.2 Tekanan Tanah Aktif Menurut Rankine 27
3.7.3 Tekanan Tanah Pasif Menurut Rankine 28
3.8 Faktor Keamanan 28
3.9 *Model Mohr-Coulumb* 29
3.10 Metode Elemen Hingga 31
3.11 Konseptualisasi Model pada ETABS dan PLAXIS 2D 33

BAB IV METODE PENELITIAN 36
4.1 Lokasi Penelitian 36
4.2 Gambaran Umum Proyek 37
4.3 Teknik Pengumpulan Data 37
4.4 Tahapan Pelaksanaan 38
4.5 Analisa Data 41
4.6 Pemodelan Data pada PLAXIS 47

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN 53
5.1Gambaran Umum 55
5.2 Data Teknis Tanah 57
5.3 Pemodelan PLAXIS 62
5.4 Input Parameter Material 64
5.5 Hasil Analisis *Soldier Pile* pada Tiap Galian..... 68
5.6Pengaruh Tiang Pancang Terhadap Stabilitas *Soldier Pile*..... 85

BAB VI KESIMPULAN SARAN 102
6.1 Kesimpulan 102
6.2 Saran 103

DAFTAR PUSTAKA 104

LAMPIRAN
Lampiran A (Perhitungan) .....
A.1 Idealisasi Geometrik *Soldier Pile*..... A-1
A.2 Idealisasi Geometrik Penopang/penyangga A-2
A.3 Idealisasi Geometrik Tiang Pancang *(Spun Pile)*..... A-3
A.4 Pemodelan Data pada PLAXIS A-11
A.5 Ouput Hasil Perhitungan A-21
LampiranB (Data Tanah dan Data Gamba.....
Lampiran C (Administrasi) .....

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Klasifikasi Tanah 19
Gambar 4.1 Denah Lokasi Penelitian 36
Gambar 4.2 Bagan Alir Penelitian 41
Gambar 4.3 Respon Spectrum Gempa Rencana 42
Gambar 4.4 *Assign* Material pada ETABS 42
Gambar 4.5 *Assign* Profil Kolom Beton Bertulang 44
Gambar 4.6 *Assign* Profil Balok Beton Bertulang 44
Gambar 4.7 Assign Profil Plat Lantai dan Dag 45
Gambar 4.8 Define Kombinasi Beban dalam ETABS 46
Gambar 4.9 Define Reduksi Kekakuan Komponen Struktur 46
Gambar 4.10 Jendela Input untuk Data Tanah Lumpur Pasir 48
Gambar 4.11 Jendela Input untuk Data Tanah Lempung Sedang 48
Gambar 4.12 Jendela Input untuk Data Tanah Lempung Berpasir Padat 48
Gambar 4.13 Jendela Input untuk Data Tanah Pasir Padat 49
Gambar 4.14 Jendela Input untuk Data Tanah Lumpur Pasir 49
Gambar 4.15 Jendela Input untuk Data Tanah Pasir dan Kerikil 49
Gambar 4.16 Jendela Pengaturan 50
Gambar 4.17 Penetapan *Boundary Condition* 50
Gambar 4.18 Pemodelan *Soldier pile* dan Lapisan Tanah 51
Gambar 4.19 Penetapan *Initial Condition* 51
Gambar 4.20 Jendela *Calculation* PLAXIS v.8.6 52
Gambar 4.21 Skema PLAXIS 2D 52
Gambar 5.1 Denah *Soldier Pile* 53
Gambar 5.2 *Soldier pile* yang Ditinjau Berdasarkan BH-01 54
Gambar 5.3 Potongan *Soldier pile* 55
Gambar 5.4 Data Tanah N-SPT Titik BH-01 56
Gambar 5.5 Data Tanah Hasil Uji Labor 57

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Gambar 5.6 Penampang *Soldier pile* yang akan Diidealisasikan 61
Gambar 5.7 Pemodelan Kantor BPKP 63
Gambar 5.8 Massa Total Kantor BPKP 63
Gambar 5.9 Pemodelan Ruko 3 Lantai 64
Gambar 5.10 Massa Total Ruko 3 Lantai 64
Gambar 5.11 Input Parameter Tanah 65
Gambar 5.12 Input Pembebanan 66
Gambar 5.13 Diskritisasi Elemen pada Model 66
Gambar 5.14 Perhitungan Tegangan Akibat Air Pori 67
Gambar 5.15 Kalkulasi Analitis pada Plaxis 68
Gambar 5.16 (a) Output dan (b) Deformasi analisi plastis Galianke V 69
Gambar 5.17 Perpindahan pada *Soldier pile* galianke V 70
Gambar 5.18 Momen Lentur, Gaya Geser, dan Gaya Aksial 70
Gambar 5.19 Tegangan (a) Total dan (b) Efektif rata-rata galian V 71
Gambar 5.20 Output dan Deformasi (Konsolidasi) Galianke V 76
Gambar 5.21 Perpindahan pada *Soldier pile* galian ke V 77
Gambar 5.22 Momen Lentur, Gaya Geser, dan Gaya Aksial 77
Gambar 5.23 Tegangan (a) Total dan (b) Efektif rata-rata galian V 78
Gambar 5.24 Denah Tiang Pancang *Spun Pile* 85
Gambar 5.25 Potongan *Spun pile* yang ditinjau 86
Gambar 5.26 Penampang Tiang Pancang I yang Diidealisasikan 86
Gambar 5.27 Penampang Tiang Pancang II yang Diidealisasikan 87
Gambar 5.28 Penampang Tiang Pancang III yang Diidealisasikan 87
Gambar 5.29 Deformasi Total dengan atau tanpa pengaruh tiang pancang 89
Gambar 5.30 Perpindahan pada *Soldier pile* tanpaTiang Pancang 90
Gambar 5.31 Perpindahan pada *Soldier pile* dengan Tiang Pancang 90
Gambar 5.32 Tegangan Total dengan atau tanpa pengaruh tiang pancang 91
Gambar 5.33 SF *Soldier Pile* dengan atau tanpa Tiang Pancang 92

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 PenelitianTerdahulu..... 9
Tabel 3.1 Nilai Tipikal Berat Volume Tanah 20
Tabel 3.2 Nilai Perkiraan Mod. (Es) Elastisitas Tanah 21
Tabel 3.3 Hubungan Antara Jenis Tanah dan Nilai Poisson ratio (v') 22
Tabel 3.4 Hubungan antara Sudut Geser dalam Dengan Jenis Tanah..... 22
Tabel 3.5 Hubungan antara Sudut Geser,(φ),Tingkat Plastisitas 23
Tabel 3.6 Hubungan antara Kohesi, N-SPT, dan Sudut Geser..... 23
Tabel 3.7 Nilai Koefisien Permeabilitas Tanah 24
Tabel 5.1 Jenis-Jenis Tanah Berdasarkan BH-01 58
Tabel 5.2 Model dan Data Input Parameter Tanah..... 59
Tabel 5.3 Input Parameter *Soldier pile* dan Penopang 62
Tabel 5.4 Input Parameter untuk material Penopang 62
Tabel 5.5 Deformasi dan Tegangan Analisis Plastis Sebelah Kiri..... 72
Tabel 5.6 Analisa (Plastis) Galian *Soldier pile* Kiri..... 72
Tabel 5.7 Deformasi dan Tegangan Analisa Plastis Sebelah Kanan..... 74
Tabel 5.8 Analisis Plastis Galian *Soldier pile* Kanan..... 74
Tabel 5.9 Deformasi dan Tegangan Analisis Konsolidasi Sebelah Kiri 79
Tabel 5.10 Analisis Konsolidasi Galian *Soldier pile* Kiri 79
Tabel 5.11 Deformasi dan Tegangan Analisa Konsolidasi Sebelah Kanan 81
Tabel 5.12 Analisa Konsolidasi Galian *Soldier pile* Kanan 81
Tabel 5.13 *Output* Analisis Plastis Dengan Metode Elemen Hingga..... 83
Tabel 5.14 *Output* Analisis Jangka Konsolidasi Dengan Metode Elemen Hingga 84
Tabel 5.15 Input Parameter Tiang Pancang *(Spun Pile)* 88
Tabel 5.16 Deformasi dan Tegangan Analisis Plastis tanpaTiang Pancang 97
Tabel 5.17 *Output* Analisis Plastis *Soldier Pile* tanpa Tiang Pancang..... 97
Tabel 5.18 Deformasi dan Tegangan Analisa Plastis dengan Tiang Pancang 97

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Tabel 5.19 *Output* Analisis Plastis *Soldier Pile* dengan Tiang Pancang..... 98
Tabel 5.20 Deformasi pada Analisis Konsolidasi tanpa Tiang Pancang..... 98
Tabel 5.21 *Output* Analisa Konsolidasi *Soldier Pile* tanpa Tiang Pancang..... 98
Tabel 5.22 Deformasi pada Analisis Konsolidasi dengan Tiang Pancang..... 99
Tabel 5.23 *Output* Analisis Konsolidasi *Soldier Pile* dengan Tiang Pancang 99
Tabel 5.24 Rekapitulasi SF pada Analisis Plastis tanpa Tiang Pancang..... 100
Tabel 5.25 Rekapitulasi SF pada Analisis Plastis dengan Tiang Pancang..... 100
Tabel 5.26 Rekapitulasi SF pada Analisis Konsolidasi tanpa Tiang Pancang 101
Tabel 5.27 Rekapitulasi SF pada Analisis Konsolidasi dengan Tiang Pancang .. 101

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

DAFTAR NOTASI

c	:	Kohesi
d	:	Diameter
e	:	Angka pori
Es	:	Modulus Elastisitas Tanah
EA	:	Kekuatan Aksial
EI	:	Kekuatan Lentur
F	:	Sudut Geser Tanah
h	:	Kedalaman tanah (m)
ka	:	Koefisien Tekanan Tanah Aktif
KO	:	Koefisien tekanan tanah dalam keadaan diam
kx	:	Permeabilitas arah Horizontal
ky	:	Permeabilitas arah vertikal
Kp	:	Koefisen tanah pasif
Pp	:	Tekanan tanah pasif
ɤsat	:	Berat tanah jenuh
ɤunsat	:	Berat tanah tidak jenuh
v	:	Angka poisson
σ_{ϑ}	:	Tegangan vertikal (kN/m^2)
σ_h	:	Tegangan Horizontal (kN/m^2)
γ	:	Berat volume tanah(kN/m^2)
∅	:	Sudut geser (˚)

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

ANALISIS STABILITAS *SOLDIER PILE* SEBAGAI DINDING PENAHAN TANAH DENGAN METODE ELEMEN HINGGA PADA GEDUNG MENARA BRI JL. JEND. SUDIRMAN PEKANBARU

PAHALA MARTUNAS SIREGAR
133110508

ABSTRAK

Pembangunan gedung di kota-kota besar saat ini, *basement* mulai marak dibangun karena keterbatasaan lahan, keterbatasan ketinggian, atau karena adanya *subway*. *Basement* biasanya digunakan sebagai utilitas atau tempat parkir. Dalam mendesain *basement* biasanya menemui beberapa kendala yang disebabkan oleh kondisi tanah dan air tanah yang tinggi. Untuk mengatasinya digunakan dinding penahan tanah yaitu *soldier pile*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui stabilitas *soldier pile* dan pengaruh tiang pancang *(spun pile*) terhadap dinding penahan tanah *(soldier pile)* berdasarkan hasil penyelidikan tanah berupa N-SPT.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode elemen hingga dengan bantuan aplikasi PLAXIS 2D v8.6. Dalam pembangunan proyek gedung menara BRI, yang berlokasi di JL. Jend. Sudirman, Pekanbaru dibangun gedung 9 lantai keatas dan 2 lantai dibawah tanah *(basement)* sampaai kedalaman -7,6 m dibawah permukaan tanah.

Hasil analisis gaya lateral *soldier pile* menghasilkan gaya-gaya dalam. Pada analisis ini dilakukan secara pergalian dengan dua cara yaitu analisis jangka pendek (plastis) dan analisis jangka panjang (konsolidasi). Hasil yang diperoleh dimana deformasi maksimum terjadi pada analisis jangka panjang pada galian ke lima *soldier pile* sebelah kiri (sebelah BPKP) sebesar 176,72 mm, moment maksimum terjadi pada galian ke tiga analisa jangka pendek sebesar -202,85 kN/m. Perpindahan total dan perpindahan horizontal maksimum tiang *soldier pile* terjadi pada galian ke lima analisis plastis sebesar masing-masing 45,17 mm dan 45,15 mm. Untuk Tegangan total maksimum terjadi pada analisis jangka panjang (konsolidasi) galian satu sebesar -692,90 kN/m^2. Nilai *safety factor* pada analisis jangka pendek adalah 1,23 dan pada analisis jangka panjang adalah 1,8. Pengaruh tiang pancang terhadap *soldier pile* diperoleh hasil bahwa perpindahan total maupun perpindahan horizontal pada *soldier pile* jadi semakin kecil. Untuk analisis jangka pendek dengan pengaruh tiang, perpindahan total maksimum dan perpindahan horizontal maksimum terjadi pada *soldier pile* sebelah kiri galian ke lima (V) masing-masing sebesar 35,68 mm dengan nilai *safety factor* adalah 1,2368, dan untuk analisis konsolidasi dengan pengaruh tiang pancang, perpindahan total maksimum dan perpindahan horizontal maksimum terjadi pada *soldier pile* galian ke lima (V) masing-masing sebesar 22,99 mm dan 22,71 mm. Nilai *safety factor* pada analisis jangka panjang (konsolidasi) adalah 1,8806. Dengan nilai tersebut *soldier pile* sudah memenuhi persyaratan kestabilan terhadap gaya guling yaitu >1,2.

Kata kunci: Deformasi, dinding penahan tanah, metode elemen hingga, stabilitas, *soldier pile, safety factor*, tegangan.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

ANALYSIS OF SOLDIER PILE STABILITY AS A WALL HANDLING WITH ELEMENT METHOD UP TO THE MENARA BUILDING JL. JEND. SUDIRMAN PEKANBARU

PAHALA MARTUNAS SIREGAR
133110508

ABSTRACT

Construction of buildings in big cities today, basements are starting to bloom due to land constraints, limited altitude, or because of the existence of subways. Basement is usually used as a utility or parking lot. In designing basements it usually encounters several obstacles caused by high soil and groundwater conditions. To overcome this problem, a retaining wall, the soldier pile, is used. This study aims to determine the stability of the soldier pile and the effect of the spun pile on the soldier pile based on the results of the soil investigation in the form of N-SPT.

The research method used is the finite element method with the help of the PLAXIS 2D v8.6 application. In the construction of the BRI tower building project, located at JL. Gen. Sudirman, Pekanbaru was built 9 floors above and 2 underground floors (basement) to a depth of -7,6 m below the ground level.

The results of the soldier pile's lateral force analysis produce internal forces. In this analysis, it is carried out in two ways, namely short-term analysis (plastic) and long-term analysis (consolidation). The results obtained where the maximum deformation occurs in the long-term analysis at the excavation of the five left-hand pile soldier (next to the BPKP) is 176.72 mm, the maximum moment occurs at the excavation of three short-term analyzes of -202.85 kN/m. The total displacement and maximum horizontal displacement of the soldier pile pole occur at the fifth excavation of plastic analysis of 45.17 mm and 45.15 mm respectively. For the maximum total voltage occurs in the long-term (consolidated) analysis of one excavation of -692.90 kN /. The safety factor value in the short-term analysis is 1.23 and in the long-term analysis is 1.87. The effect of the pile on the soldier pile is that the total displacement and horizontal displacement of the soldier pile are getting smaller. For short-term analysis with the influence of poles, maximum total displacement and maximum horizontal displacement occur in the soldier pile to the left of the fifth excavation (V) of 35.68 mm with the safety factor value of 1.23, and for consolidation analysis with the influence pile, maximum total displacement and maximum horizontal displacement occur in the fifth excavation pile (V) soldier of 22.99 mm and 22.71 mm respectively. The value of the safety factor in the long-term (consolidated) analysis is 1,88. With this value, the soldier pile has met the stability requirements for rolling forces, namely > 1.2.

Keywords: Deformation, soil retaining wall, finite element method, stability, soldier pile, safety factor, voltage.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangunan gedung di kota-kota besar saat ini, *basement* mulai banyak dibangun karena keterbatasaan lahan, keterbatasan ketinggian, atau karena adanya *subway. Basement* biasanya digunakan sebagai utilitas atau tempat parkir. Dalam mendesain *basement* biasanya menemui beberapa kendala yang disebabkan oleh kondisi tanah dan air tanah yang tinggi (Helmy,2005 dalam Yuliani 2011). Untuk mengatasinya harus digunakan dinding penahan tanah. Dinding penahan tanah adalah suatu struktur yang digunakan untuk menahan gerakan tanah arah lateral yang dapat menimbulkan kelongsoran. Kestabilan dinding penahan tanah dipengaruhi oleh tekanan tanah lateral massa tanah, aliran air dan stabilitas daya dukung tanah pondasi pada dinding penahan tanah.

Pembangunan menara BRI ini mempunyai struktur gedung 9 lantai keatas dan 2 lantai di bawah tanah *(basement)* sampai kedalaman -7,60 m di bawah muka tanah, yang digunakan sebagai lahan parkir. Keadaan tanah proyek ini berupa endapan sungai yang berupa lempung berlanau yang sebagian tersedimentasi dan secara bergantian disisipi oleh pasir sangat padat yang terdapat sampai kedalaman 30 m dan juga lempung tersier pada kedalaman dibawahnya. Selain itu, terdapat pula bangunan perkantoran yaitu Kantor Badan Pengawas Keuangan dan Pembangunan (BPKP) Pekanbaru yang berjarak ± 10 m dan Perkantoran Sudirman yang berjarak ± 5 m dari lokasi proyek. Oleh karena itu sangat diperlukan dinding penahan tanah dalam pelaksanaannya.

Dengan melihat kondisi diatas maka dilakukan penelitian terhadap studi kasus galian pada proyek pembangunan *basement* gedung menara BRI. Ada beberapa pemodelan tanah yang dapat dipakai untuk mengalisis perubahan tegangan dan regangan pada dinding penahan tanah akibat galian tanah. Tiap-tiap pemodelan mempunyai prinsip yang berbeda-beda dan menggunakan parameter yang berbeda-beda dalam menganalisis tegangan dan regangan. Pemilihan parameter merupakan hal yang sangat penting dalam perhitungan analisis

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

suatupermasalahan geoteknik. Pada penelitian ini, analisis dilakukan dengan metode elemen hingga dengan bantuan program PLAXIS 2D. Penelitian dilakukan berdasarkan pengamatan dilapangan yang mana pada pekerjaan *basement* gedung menara BRI ini menggunakan dinding penahan tanah jenis *Soldier Pile*. *Soldier pile* adalah dinding penahan tanah pada suatu galian yang terdiri dari rangkaian / barisan *bored pile* yang terbuat dari beton yang dicor di tempat (*cast insitu*).

Program PLAXIS 2D adalah program analisis geoteknik yang dipilih karena dapat menganalisa stabilitas tanah dengan menggunakan metode elemen hingga yang mampu melakukan analisis yang dapat mendekati perilaku sebenarnya (jefri, 2017). Dengan data yang sudah diperoleh dari lapangan, penulis ingin melakukan analisa terhadap stabilitas dinding penahan tanah (*soldier pile*) untuk memperoleh besar displacement, tegangan-tegangan yang terjadi pada tanah, factor keamanan, serta apakah dinding penahan tanah tersebut layak digunakan.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun yang menjadi permasalahan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berapa besar stabilitas kuat dukung dan *displacement soldier pile* untuk menahan gaya lateral tanah?
2. Berapa besar tegangan-tegangan yang terjadi pada tanah akibat pemancangan *soldier pile*?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menghitung gaya lateral dan *displacement* yang terjadi pada *soldier pile* dengan metode elemen hingga.
2. Menghitung besar tegangan-tegangan yang terjadi pada tanah serta apakah *soldier pile* aman terhadap pondasi tiang akibat galian *basement*.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk penulis, yaitu untuk memperdalam ilmu mengenai mekanika tanah khususnya dalam merencanakan dinding penahan tanah yaitu basement.
2. Dapat digunakan sebagai bahan referensi dan pertimbangan bagi para perencana, kontraktor dalam merencanakan dinding penahan tanah.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah yang akan dibahas pada penelitian ini adalah:

1. Menghitung beban maksimum gedung di sekitar dinding penahan tanah menggunakan bantuan *software* ETABS v.9.7. Dalam hal ini, gedung yang dihitung adalah gedung kantor BPKP Riau dan pemodelan ruko 3 lantai.
2. Tidak menghitung bangunan struktur atas.
3. Tidak membahas terkait hitungan rencana anggaran biaya (RAB)
4. Tidak mendimensi ulang *soldier pile*.
5. Data geoteknik yang digunakan adalah hasil penyelidikan tanah berupa data N-SPT (*standard penetration test*) di lokasi proyek pembangunan gedung menara BRI, Jalan Jenderal Sudirman Pekanbaru tahun 2017.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Dalam menganalisis bangunan geoteknik, diperlukan data tanah yang dapat mempresentasikan kondisi tanah di lapangan. Data yang diperlukan dapat berupa data pengujian laboratorium dan data hasil pengujian lapangan. Pengambilan sampel tanah dan pengujian laboratorium tidak dilakukan pada seluruh lokasi melainkan ditempat-tempat yang memungkinkan dan dianggap mewakili lokasi sebenarnya.

Kelengkapan data dalam penyelidikan lapangan menentukan akurasi dalam perencanaan, tetapi tidak semua data dapat diperoleh dengan lengkap. Hal tersebut terkait masalah biaya pengambilan dan kendala nonteknis yang terjadi dilapangan, Oleh karena itu perencana harus dapat mengasumsi yang dipertanggung jawabkan dengan nilai kesalahan yang minimal. Asumsi tersebut diperoleh dari korelasi empiris yang telah dilakukan oleh ahli-ahli geoteknik dan mengacu pada pemahaman mekanika tanah yang baik.

Dari berbagai penelitian yang pernah dilakukan oleh beberapa mahasiswa terkait dengan penelitian yang dilakukan oleh penulis, maka dalam hal ini penulis mencoba melakukan penelitian berdasarkan studi pustakan terhadap hasil penelitian yang ada,dan literatur yang berkaitan dengan penelitian ini.

2.2 Penelitian terdahulu

Deno (2017), "*Analisa Perbandingan Stabilitas Dinding Turap Berangkur dengan menggunakan Metode Ujung Tetap dan Metode Ujung Bebas pada Tepian Sungai Siak Pasar Lama Kecamatan Siak Kabupaten Siak*".Tujuan Penelitian ini adalah menghitung kedalaman pemancangan dinding turap berangkur agar turap tersebut dapat stabil menahan gaya lateral yang terjadi dengan menggunakan dua metode yaitu metode ujung tetap dan metode ujung bebas yang meliputi kedalaman

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

pemancangan serta panjang total turap yang di butuhkan. Perhitungan turap dilakukan dengan dua metode yaitu metode ujung bebas dan metode ujung tetap.Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah untuk metode ujung bebas stabilitas turap dapat tercapai pada kedalaman pemancangan 2,45 m dengan panjang turap 7,75 m dan nilai safety factor terhadap bahaya piping adalah 3,1 dimana dengan nilai tersebut turap dianggap memenuhi syarat kestabilan sedangkan pada metode ujung tetap stabilitas tersebut baru tercapai pada kedalaman pemancangan 6,5 m dengan panjang turap total 11,8 dan nilai safety factor terhadap bahaya piping adalah 3,1 dimana dengan nilai tersebut memenuhi syarat kestabilan.

Andika (2017), *"Tinjauan Kapasitas Dukung Pondasi Bored Pile menggunakan Metode Analitis dan Metode Elemen Hingga pada Gedung Fakultas Ilmu Komunikasi Universitas Islam Riau"*. Tujuan penelitian ini adalah unutk menghitung kapasitas dukung dan kapasitas beban lateral pondasi *bored pile* terhadap beban dan *piled cap*. Menghitung penurunan dan *displacement* horizontal pondasi *bored pile* terhadap beban pada *pile cap*, Serta menghitung tegangan geser efektif tanah terhadap beban pada *pile cap*. Dari hasil analisa kapasitas dukung pondasi *bored pile* tunggal P1, P2 dan P3 menggunakan metode analitis *Schremann* bahwa pondasi mampu menerima beban aksial pada *pile cap*,sedangkan menggunakan metode elemen hingga tanpa *interface* pada pondasi P1, P2 dan P3 dengan *interface* pondasi P2 mampu menerima beban aksial akan tetapi dengan *interface* pondasi P1 dan P3 tidak mampu menerima beban aksial pada *pile cap*. Untuk hasil analisa kapasitas kapasitas beban lateral pondasi *bored pile* tunggal P1, P2 dan P3 menggunakan metode analitis *Broms* mampu menerima beban lateral pada *pile cap*. Untuk hasil analisa *displacement* horizontal pondasi bored pile P1, P2 dan P3, menggunakan metode *Broms* bahwa *displacement* horizontal pondasi memenuhi syarat yang di izinkan, sedangkan menggunakan metode elemen hingga tanpa *interface* dan dengan *interface displacements* horizontal memenuhi syarat yang di izinkan. Untuk hasil analisa tegangan geser efektif tanah pondasi *bored pile* tunggal

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

P1, P2, dan P3 menggunakan metode elemen hingga tanpa *interface* dan dengan *interface* tegangan geser efektif tanah memenuhi syarat yang di izinkan.

Benny (2016), *"Perencanaan Soldier Pile untuk Perkuatan Lereng Jalan Tol Gempol-Pandaan STA.6+518 s/d 6+575"*.Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perencanaan *soldier pile* di belakang lereng pada jalan Tol Gempol-Pandaan STA.6+518 s/d 6+575.Dari hasil penelitian di peroleh pada perencanaan soldier pile tanpa *ground anchor* dengan diameter masing-masing *bored pile* 26.3 biaya galian dan material yang dibutuhkan untuk peencanaan *soldier pile* tanpa *ground anchor* dalah Rp. 7.884.364.468,00.sedangkan perencanaan *soldier pileground anchor* terdiri dari 84 bored pile dengan diameter masing-masing *bored pile* 0,8 m dan kedalaman masing-masing bored pile 18,6 m, serta 24 *ground anchor*.Biaya galian dan material yang dibutuhkan untuk perencanaan *soldier pile* dengan *ground anchor* adalah Rp. 4.110.579.473,00. Dari kedua alternatif perencanaan dipilh alternative yang paling murah yaitu perkuatan *soldier pile* dengan *ground anchor* adalah Rp. 4.110.579.473,00.

Dicky (2016), *"Tinjauan Ulang terhadap Pondasi Tiang Bor (Bored Pile) pada Pembangunan Gedung Mahasiswa Universitas Islam Riau dengan Metode Elemen Hingga 2D Aksisimetri"*. Tujuan penelitian ini adalah menentukan besar daya dukung tiang bor *(Bored pile)* tunggal, berguna untuk mengetahui apakah pondasi kuat dan aman terhadap beban aksial, beban lateral dan momen. Menentukan penurunan dan defleksi horizontal yang dialami oleh pondasi tiang bor (*bored pile*) tunggal pada bangunan Gedung Mahasiswa kawasan Universitas Islam Riau, agar mengetahui apakah pondasi aman terhadap batas penurunan dan defleksi horizontal yang diizinkan. Berdasarkan hasil analisa kapasitas daya dukung izin menggunakan metode elemen hingga menggunakan PLAXIS 2D V8.6 terhadap pondasi tiang tunggal, dimana kapasitas daya dukung aksial yang sudah dijumlahkan dengan momen dan berat sendiri *pile cap* didapat pada titik sondir 1 yaitu sebesar 325,928 kN dimana beban yang bekerja yaitu sebesar 344,898 kN maka pondasi *bored pile*

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

tiang tunggal belum memenuhi syarat yang diijinkan dan pada titik sondir 2 yaitu sebesar 435,951 kN dimana beban yang bekerja yaitu sebesar 344,898 kN maka pondasi *bored pile* tiang tunggal sudah memenuhi syarat yang diijinkan, untuk kapasitas daya dukung lateral yang sudah dijumlahkan dengan momen dan berat sendiri *pile cap* didapat pada titik sondir 1 yaitu sebesar 139,666 kN dan untuk titik sondir 2 yaitu sebesar 190,703 kN dimana beban yang bekerja yaitu sebesar 26,542 kN maka pondasi *bored pile* tiang tunggal memenuhi syarat yang diijinkan. Penurunan pondasi *bored pile* tunggal yang terjadi pada gedung Mahasiswa Universitas Islam Riau pada titik sondir 1 yaitu sebesar 41,93 mm untuk penurunan ijin yaitu 30 mm maka penurunan belum memenuhi syarat yang diijinkan sedangkan pada titik sondir 2 yaitu sebesar 26,85 mm untuk penurunan ijin yaitu sebesar 30 mm maka penurunan sudah memenuhi syarat yang diijinkan, sedangkan untuk defleksi horizontal yang terjadi pada titik sondir 1 yaitu sebesar 10,87 mm dan pada titik sondir 2 yaitu sebesar 6,80 mm untuk defleksi horizontal ijin yaitu sebesar 6 mm maka defleksi yang terjadi belum memenuhi syarat yang diijinkan.

Ferra (2013), *"Analisis Galian Dalam pada Basement Gedung dengan Permodelan Soft Soil Menggunakan Program Plaxis"*.Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui besar perubahan tegangan dan regangan yang dapat mengakibatkan deformasi pada tanah serta perubahan perilaku tanah maupun dinding penahan tanah akibat galian. Hasil penelitian diperoleh hasil drained lebih besar daripada analisis undrained. Hal ini terlihat pada perhitungan deformasi pada tanah dan besarnya gaya-gaya yang terjadi pada dinding penahan tanah. Hasil analisis deformasi vertikal maupun horizontal yang paling mendekati kondisi lapangan adalah analisis undrained. *Surface movement* hasil analisis *drained* lebih besar daripada menggunakan analisis *undrained*. *Surface* movement yang besar terjadi pada jarak 5-10 m.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

2.3 Keaslian Penulisan

Adapun perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah dalam penelitian ini, peneliti menganalisis stabilitas dinding penahan tanah yang terjadi pada *basement*dengan metode elemen hingga berdasarkan data tanah N-SPT (*standard penetration test)* yang diperoleh dari lokasi penelitian. Jenis dinding penahan tanah yang digunakan adalah *soldier pile*.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Tabel 2.1 Penelitian terdahulu

No	Peneliti	Tahun	Judul	Tujuan	Metode	Hasil	Kesimpulan	Saran
1	Deno S.	2017	Analisa Perbandingan Stabilitas Dinding turap Berangkur Dengan Metode UjungTetap dan Metode Ujung Bebas Pada Tepian Sungai Siak Pasar Lama Kecamatan Siak Kabupaten Siak.	Menghitung kedalaman pemancangan dinding turap berangkur agar turap tersebut dapat stabil menahan gaya lateral yang terjadi dengan menggunakan dua buah metode yaitu metode ujung tetap dan metode ujung bebas yang meliputi kedalaman pemancangan serta panjang total turap yang dibutuhkan Menghitung *displacement moment* dan gaya geser yang terjdi pada turap dengan menggunakan metode elemen hingga agar dapat mengetahui manakah metode yang lebih efektif untuk diterapkan.	1. Metode Ujung tetap 2. Metode Ujung bebas 3. Metode elemen hingga	Metode ujung bebas stabilitas turap dapat tercapai pada kedalaman pemancangan 2.45 m dengan panjang 7.75 m dan nilai safety factor terhadap bahaya piping adalah 3,1 dimana dengan nilai tersebut turap di anggap memenuhi syarat kestabilan sedangkan pada metode ujung tetap stabilitas tersebut baru tercapai pada kedalaman pemancangan 6.5 m dengan panjang turap 11.8 m dan nilai safety factor piping adalah 3.1 dimana dengan nilai tersebut turap memenuhi syarat kestabilan.	Berdasarkan data-data simulasi menggunakan plaxis dapat dismpulkan bahwa lebih efektif menggunakan metode ujung bebas karena panjang sheet pile yang digunkaan lebih pendek dan tidak terjadi perubahan yang signifikan pada *displacement*,moment dan gaya geser yang terjadi *sheet pile*	1. Diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai perhitungan biaya Pembangunan/ RAB sehingga dapat diketahui jenis perkuatan yang efisien 2. Diperlukan penelitian lebih lanjut dengan menggunkaan jenis perkuatan seperti dinding penahan tanah ,geotextile atau jenis perkuatan yang lain.
2	Andika	2017	Tinjauan Kapasitas Dukung Pondasi *Bored pile* menggunakan	Menghitung kapasitas dukung dan kapasitas beban lateral pondasi *bored pile*terhadap	Metode analitis dan Metode elemen	1. Untuk hasil analisa kapasitas beban lateral pondasi bored pile tunggal	Dari hasil tegangan efektif tanah pondasi tunggal P1, P2,	Untuk analisa kapasitas dukung bored pile harus menentukan

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

No	Peneliti	Tahun	Judul	Tujuan	Metode	Hasil	Kesimpulan	Saran
			Metode Analitis dan Metode Elemen Hingga pada gedung fakultas ilmu komunikasi Universitas Islam Riau	beban pada *pile cap* Menghitung penurun nan dan *displacements* horizontal pondasi bored pile terhadap beban pada *pile cap* serta menghitung tegangan geser efektif tanah terhadap beban *pile cap*	hingga pada gedung fakultas ilmu kom unikasi Universitas Islam Riau	P1, P2 dan P3, menggunakan analitis broms mampu menerima beban lateral pada pile cap 2. Untuk hasil anali sa displacement horizontal pondasi bored pile P1,P2, dan P3 menggunak an metode broms bahwa displacemen horizontal memenuhi syarat yang di izinkan, sedangkan menggunakan meto de elemen hingga tanpa interface disp lacementhorizontal memenuhi syarat yang di izinkan	dan P3 meng gunakanan metode elemen hingga tanpa interface dan dengan interface tegangan geser efektif tanah memenuhi syarat yang diizinkan.	beban aksial pada pile cap bagi mahasiswa yang akan melakukan penelitian tugas akhir untuk pembebanan gedung sebaiknya gunakan SNI yang terbaru. Menghitung kapasitas dukung pondasi bored pile menggunkan elemen hingga analisis aksisi metri 3D agar hasilnya mendekati kondisi sebenarnya.
3	Benny	2016	Perencanaan *soldier pile* untuk perkuatan lereng jalan tol Gempol-Pandaan STA6+518 s/d 6+575	Untuk mengetahui *Soldier Pile* untuk Perkuatan Lereng dan Perencanaan Subdrain dibelakang Lereng pada Jalan Tol Gempol – Pandaan STA 6+518 s/d 6+575 Untuk mengetahui dan menganalisa upaya pihak rumah sakit Dirgahayu kota	Metode Perkuatan dengan Ground Anchor	Perencanaan *Soldier pile* tanpa ground anchor terdiri dari 56 bored pile dengan diameter masing-masing *bored pile* 1.2 m dan kedalam masing-masing bored pile 26.3m. Biaya galian dan	Dari kedua alternatif yang paling murah yaitu perkuatan *soldier pile*dengan ground anchor dengan baiaya Rp. 4.110.579473.00	1. Perencanaan harus memper hatikan kondisi tanah dilapangan karena belum tentu sesuai dengan data tanah yang diperoleh 2. Perencanaan dinding penahan tanah dengan kon sep perhitungan seperti turap juga

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

No	Peneliti	Tahun	Judul	Tujuan	Metode	Hasil	Kesimpulan	Saran
				Samarinda dalam mengelola limbah cair serta mengetahui dan menganalisa sistem pengawasan pemerintah daerah kota Samarinda terhadap pengelolaan limbah cair yang dilakukan oleh pihak rumah sakit Dirgahayu		material yang dibutuhkan untuk perencanaan *soldier pile* tanpa ground anchor Rp. 7.884.364.469,00. 2. Perencanaan *Soldier pile* dengan ground anchor terdiri dari 84 bored pile dengan diameter masing-masing 0.8 m, serta 24 ground anchor . Biaya galian dan material yang dibutuhkan untuk perencanaan *soldier pile* dengan ground anchor adalah Rp. 4.110.579473.00		harus dikontrol dengan konsep perkuatan cerucu, karena walaupun kedalaman dinding penahan tanah direncana kan dengan konsep perhitu ngan turap sudah memenuhi belum tentu kedalaman turap tersebut sudah memotong bidang longsor lereng SF> 1dari konsep perhitu ngan cerucuk, sehingga longsor tetap bisa terjadi
4	Dicky N.P	2016	Tinjauan ulang terhadap Pondasi Tiang Bor (*Bored Pile*) pada Pembangunan Gedung maha siswa Universitas Islam Riau Dengan Metode Elemen Hingga	Menentukan besar daya dukung pondasi tiang bor (bored pile) tunggal, berguna untuk mengetahui apakah pondasi kuatdan aman terhadap beban lateral dan momen. Menentukan penuru nan defleksi horizontal yang dialami oleh pondasi tiang bor (bored pile) tunggal pada bangunan	Metode Elemen Hinga 2D Aksisimet ri	Dengan metode elemen hingga menggunakan Plaxis 2D terhadap pondasi tiang tunggal, dimana kapasitas daya dukung aksial yang sudah dijumlahkan dengan momen berat sendiri pile cap didapat pada	Untuk kapasitas daya dukung lateral yang sudah dijumlah kandengan momen dan berat sendiri pile cap didapat pada titik sondir satu yaitu sebesar 133,666 Kn, dan untuk titik son dir 2 yaitu	Sebaiknya dilakukan perban dingan dengan metode analitis lain diluar metode plaxis, sperti meyerhoft 1976 dan lain-lain. Untk peneliti yang menggunakan parameter tanah dari hasil metode bore hole,agar

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

No	Peneliti	Tahun	Judul	Tujuan	Metode	Hasil	Kesimpulan	Saran
				Gedung mahasiswa kawasan Universitas Islam Riau, agar mengetahui apakah pondasi aman terhadap batas penurunan dan defleksi horizontal yang diizinkan		titik sondir 1 yaitu 325,928 Kn dimana beban yang bekerja yaitu sebesar 344,898 Kn maka pondasi bored pile tiang tunggal belum memenuhi syarat yang diizinkan pada titik sondir 2 yaitu sebesar 439.951 k, pondasi bored pile tiang tunggal sudah memenuhi syayang diizinkan.	sebsar 190,703 kN dimana beban yang bekerja yaitu sebesar 26,542 kN. Maka pondasi bored pile tiang tung gal memenuhi syarat yang dizinkan.	dipeoleh hasil yang lebih baik
5	Ferra F	2013	Analisis Galian dalam pada base ment gedung dengan pemo delan *Soft soilt* menggunakan program Plaxis	Menentukan deformasi akibat galian sehingga terjadi perubahan tegangan dan regangan pada tanah	Metode elemen hingga mengguna kan Program Plaxis	Hasil analitis drained lebih besar daripada analitis *undrained*, hal ini terlihat pada perhitungan deformasi pada tanah dan besarny gaya-gaya yang terjadi pada dinding penahan tanah . Hal ini didapat dari desain galian dalam keadaan kritis terjadi pada kondisi *drained*	Diperoleh hasil analisis deforma si vertikal mau pun horizontal yang paling mendekati kondisi lapang adalah analisis *undrained. Sur face movement* hasil analisis *drained* lebih be sar daripada me nggunakan analisis *undraint* Surface movement yang besar terjadi pada 5-10 m	Disarankan penggunaan analisis *Drained* pada anlisisis galian dalam sebagaimana telah dijelaskan pada beberapa teori tentang pemilihan parameter pada galian dalam

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

No	Peneliti	Tahun	Judul	Tujuan	Metode	Hasil	Kesimpulan	Saran

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

BAB III
LANDASAN TEORI

3.1 Dinding Penahan Tanah

Dinding penahan tanah adalah suatu struktur yang didesain untuk menjaga dan mempertahankan dua muka elevasi tanah yang berbeda (Benny,2016). Dinding penahan tanah berfungsi untuk menyokong tanah serta mencegahnya dari bahaya kelongsoran baik akibat air hujan, berat tanah itu sendiri, maupun akibat beban yang bekerja diatasnya. Kestabilan dinding penahan tanah dipengaruhi oleh tekanan tanah lateral massa tanah, aliran air dan stabilitas daya dukung tanah pondasi pada dinding penahan tanah. Pada saat ini berbagai macam tipe dinding penahan tanah berkembang dengan sangat pesat, baik itu di Indonesia khususnya maupun didunia secara umum. Serta seiring dengan menyempitnya lahan terutama diperkotaan maka kecenderungan untuk membuat dinding penahan tanah pun meningkat. Salah satunya adalah pada pembuatan *basement*.

Pembangunan di kota-kota besar *basement* mulai banyak dibangun karena keterbatasaan lahan,keterbatasan ketinggian, atau karena adanya *subway.* Ada banyak faktor yang berpengaruh pada pergerakan tanah khususnya *basement.* Diantaranya yang paling penting adalah properti tanah, kondisi dan kontrol air tanah dimensi dari penggalian, sistem pendukung, penggalian struktur dan fasilitas-fasilitas dibawah.*Basement* biasanya digunakan sebagai utilitas atau tempat parkir tanah. Bagaimanapun juga dalam mendesain *basement*biasanya menemui beberapa kendala yang disebabkan oleh kondisi tanah dan air tanah yang tinggi (Yuliani,2011).

Pelaksanaan pembuatan *basement*dilakukan yang makin dalam ini sudah tidak mungkin menggunakan metode konvesional yaitu *open cut system*. Untuk dapat mengatasi hal tersebut terdapat metoda yang digunakan diantaranya *sheet piles*, *H-pile with lagging*, *Diaphragm wall* dan *secant pile wall* atau *soldier pile*.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

3.1.1 *Sheet Piles*

Sheet piles adalah dinding vertikal relatif tipis yang befungsi selain untuk menahan tanah juga untuk menahan masuknya air kedalam lubang galian (Maulana A,2013). Kontruksi ini banyak digunakan dalam rekayasa sipil, yang biasa berupa konstruksi sederhana, hingga konstruksi yang sangat berat. *Sheet piles* disusun dengan bentuk khusus agar dapat tersususun dan saling mengikat satu sama lainnya sesuai kebutuhan perencana. *Sheet piles* mempunyai keuntungan karena cepatnya pelaksanaan dalam pemancangan, disamping itu material *sheet piles* masih dapat diambil kembali.

Sheet pile atau biasa disebut turap, biasanya lebih banyak digunakan terutama pada pembangunan dermaga, atau sebuah fasilitas dok kapal, karena pada saat penggunaannya diperlukannya pengeringan air (*dewatering*) (Deno,2017). Dalam berbagai variasi sifat kekuatan dapat diperoleh dengan pengaturan yang sesuai dari perbandingan jumlah material pembentuknya serta jenis material yang digunakan. Kegunaan *sheet pile* adalah:

a) Dinding penahan tanah
b) Bangunan-bangunan di pelabuhan (dermaga)
c) Penahan tebing galian sementara. dll

Kendala yang dihadapi adalah mahalnya material tersebut jika seandainya tidak di cabut kembali, tidak dapat menembus lapisan keras, dan tidak cocok digunakan pada tanah yang banyak mengandung banyak batuan, karena menyulitkan pemancangan.

3.1.2 *Diaphragm wall*

Diaphragm wall merupakan gabungan panel/dinding dengan ketebalan berkisar antara (600-1200) mm (Maulana A,2013). Pembuatan dinding ini sangat mahal, karena dibutuhkan lumpur *bentonite* untuk mencegah kelongsoran lubang galian. Pelaksanaan *diaphragm wall* ini memakan waktu cukup lama. Dapat

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

digunakan untuk penggaliann yang dalam, dibutuhkannya *bracing*, angker ataupun menggunakan metode *top down* dalam pelaksanaannya.

3.1.3 *Soldier Pile*

Soldier pile adalah dinding penahan tanah pada suatu galian yang terdiri dari rangkaian/barisan *bored pile* yang terbuat dari beton yang dicor di tempat (*cast insitu*) (Benny,2016). *Soldier pile* terdiri dari barisan tiang yang saling memotong sehingga jarak as ke as-nya lebih kecil dari diameter tiang, dimana tiang yang terpotong tidak menggunakan tulangan (*soft pile*) dan yang memotong menggunakan tulangan (*hard pile*) guna menahan momen/gaya geser. Sama dengan *diaphragm wall*, dapat digunakan untuk penggalian yang dalam.

3.2 Metode Pelaksanaan *Soldier Pile*

Pelaksanaan pekerjaan yang dilakukan secara professional dengan mengikuti aturan dan spesifikasi yang ada serta menggunakan material dan peralatan yang sudah ditetapkan, akan menghasilkan kontruksi yang baik yang sesuai dengan perencanaan. Metode pelaksaan harus sesuai dengan kondisi lapangan, jenis pekerjaan, waktu yang tersedia, volume pekerjaan serta biaya (Hery,2017). Sebagai langkah awal dalam pelaksanaan, kontraktor harus memiliki dokumen awal pelaksanaan, seperti berita acara, gambar-gambar detail, RKS dan dokumen lainnya. Selanjutnya kontraktor membuat *shop drawing* sebagai gambar detail pelaksanaan dan *as built drawing* sebagai laporan akhir gambar-gambar yang sesuai dengan pelaksanaan.

Pekerjaan *soldier pile* ini melibatkan beberapa kegiatan antara lain adalah pekerjaan pengukuran dan menentukan titik yang akan di bor sesuai *shop drawing* yang yang telah ditentukan *Owner*. Pengerjaan *soldier pile* dimulai dengan persiapan lahan kerja dan matras untuk jalan alat berat, pabrikasi tulangan yang dikerjakan dekat lokasi pengeboran untuk memudahakan pengerjaan. Secara singkat tahapan-tahapan pekerjaan *soldier pile* adalah sebagai berikut(Hardiyatmo,2010):

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

1) Pengeboran lubang *soldier pile* sesuai *shop drawing*, dimana dalam proses pengeboran menggunakan sistem *dry driling* dan pengeboran dengan sistem *wash boring*
2) Pembersihan lubang bor dari longsoran dan lumpur yang terjadi, atau disebut dengan tahap*cleaning*.
3) Penyetelan atau pemasangan besi beton. Kerangka baja yang telah dirakit dilokasi pabrikasi besi, selanjutnya diangkat dengan menggunakan *mobile crane* dalam posisi tegak lurus terhadap lubang bor dan diturunkan dengan hati-hati agar tidak terjadi banyak singgungan dengan lubang bor.
4) Pengecoran beton kedalam lubang. Setelah selesai melakukanpengujian *test slump* beton, Beton di masukkan ke corong tremi dengan cepat. Tremi dingkat naik/turun ± 20 cm berulang-ulang sehingga beton turun.
5) Pekerjaan struktur *caping beam* dan penggalian tanah

Pada lokasi yang sudah padat penduduknya dan mempunyai bangunan besar, dalam mendirikan suatu bangunan, pekerjaan pengeboran merupakan solusi yang tepat ketimbang dengan menggunakan tiang pancang. Alasannya adalah karena dengan pengeboran, dapat mengurangi getaran yang ditimbulkan, sehingga bangunan yang disekitarnya tidak mengalami kerusakan. Pada proyek besar dimana sarana transportasinya mendukung, dalam pembuatan *soldier pile* sering digunakan alat berat berupa *crane*.

3.3 *Dewatering*

Dewatering adalah proses penurunan muka air tanah selama konstruksi berlangsung, selain itu juga diperuntukkan pencegahan kelongsoran akibat adanyaaliran tanah pada galian atau bisa dipaparkan sebagai proses pemisahan antara cairan dan padatan (Maulana,2013).Tingginya permukaan air tanah sering menjadi penyebab terganggunya pekerjaan penggalian tanah. Untuk menjaga

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

lingkungan pekerjaan penggalian tanah bebas dari genangan air, maka diperlukan penanganan aliran air tanah di sekitar galian.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam menentukan pemilihan metode perlakuan terhadap aliran air tanah pada pekerjaan penggalian tanah seperti jenis tanah, tinggi permukaan air tanah dan kedalaman dan bentuk galian.Beberapa metode penanganan aliran air tanah yang sering digunakan seperti penggunaan alat pompa untuk memindahkan genangan air disekitar pekerjaan penggalian, penginjeksian material tertentu untuk menutup pori-pori tanah serta penggunaan tekanan udara.

3.4 Tanah

Tanah di alam terdiri dari campuran butiran-butiran mineral dengan atau tanpa kandungan bahan organic. Butiran-butiran dengan mudah dipisah-pisahkan satu sama lain dengan kocokan air, Tanah berasal dari pelapukan batuan yang prosesnya dapat secara fisik maupun kimia. Sifat-sifat teknis tanah, kecuali dipengaruhi oleh sifat batuan induk yang merupakan material asalnya, juga dipengaruhi oleh sifat batuan induk yang merupakan material asalnya, juga dipengaruhi oleh unsur-unsur luar yang menjadi penyebab terjadinya pelapukan batuan tersebut (Hardiyatmo,2006).

Istilah-istilah seperti kerikil, pasir, lanau dan lempung digunakan dalam teknik sipil untuk membedakan jenis-jenis tanah. Pada kondisi alam, tanah dapat terdiri dari dua atau lebih campuran jenis-jenis tanah dan kadang-kadang terdapat pula kandungan bahan organic. Material campurannya, kemudian dipakai sebagai nama tambahan dibelakang material unsur utamanya.

Tanah berbutir kasar dapat diidentifikasi berdasarkan ukuran butiran. Menurut *MIT nomenclature*, butiran-butiran yang berdiameter lebih besar dari 2 mm, diklasi fikasikan sebagai kerikil. Jika butiran dapat dilihat oleh mata tetatpi ukurannya kurang dari 2 mm, disebut pasir. Tanah pasir disebut pasir kasar jika diameter butiran berkisar antara 2-0,6 mm, pasir sedang jika diameternya antara 0,6-0,2 mm, dan pasir halus bila diamternya antara 0,2-0,06 mm.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Lanau onorganik adalah tanah berbutir halus yang terdiri dari fraksi-fraksi tanah mikroskopis yang mengembangkan plastisitas atau kohesi. Plastisitas menjadi kecil jika terdapat kandungan butiran halus dan bulat *quart* yang disebut tepung batu. Jenis lanau yang lebih plastis mengandung banyak butiran berbentuk serpihan-serpihan yang disebut lanau plastis (Hardiyatmo,2006).

Butiran lempung lebih halus dari lanau, merupakan kumpulan butiran mineral kristalin yang bersifat mikroskopis dan berbentuk serpihan-serpihan atau pelat-pelat. Material ini bersifat plastis, kohesif dan mempunyai kemampuan menyerap ion-ion. Sifat-sifat tersebut sangat dipengaruhi oleh kandungan air dalam tanah.

Menurut Peck, dkk. (1953), cara membedakan antara lanau dan lempung, adalah dengan mengambil tanah basah yang di cetak dan di keringkan, kemudian di pecah ke dalam fragmen-fragmen kira-kira berukuran 1/8 inchi (3,1mm) dan ditekan diantara jari telinjuk dan ibu jari. Fragmen lempung hanya dapat pecah jika ditekan dengan usaha yang relatife besar,sedang fragmen lanau dapat dipecah dengan mudah bila ditekan.

3.5 Parameter Tanah

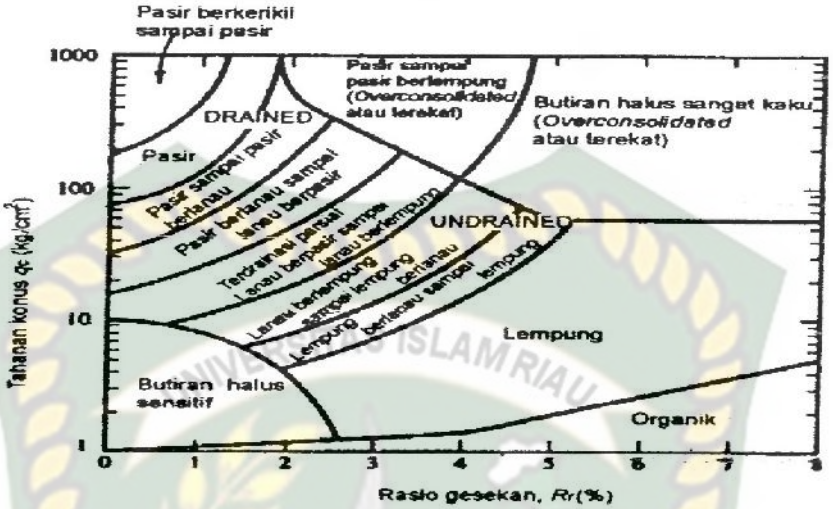
3.5.1 Sistem Klasifikasi Tanah

Data *cone penetration test* (CPT) atau sondir dapat digunakan untuk memperkirakan klasifikasi tanah dalam rentang dimana data pengujian tersebut pada umumnya dapat mewakili informasi tentang jenis-jenis tanah dilapangan.

Uji sondir atau lebih dikenal dengan uji penetrasi kerucut statis banyak digunakan di Indonesia. Pengujian ini merupakan suatu pengujian untuk menghitung suatu kapasitas daya dukung tanah.Nilai-nilai tahanan kerucut statis atau hambatankonus *(qc)* yang diperoleh dari pengujian dapat langsung dikorelasikan dengan kapasitas dukung tanah (Hardiyatmo, 2010).

Robertson dan Campanella secara khusus mengusulkan hubungan antara tahanan ujung dengan hambatan setempat yang dipakai untuk menghitung rasio gesekan (*fr*) sebagai berikut:

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :



Gambar 3.1 Klasifikasi Tanah (Robertson dan Campanella, 1983 dalam Andika, 2017)

$$Fr = \frac{qs}{qc} \text{ x } 100\ \% \qquad (3.1)$$

Dimana:

qs = hambatan setempat (kg/cm^2)

qc = perlawanan konus (kg/cm^2)

Pasir biasanya mempunyai rasio gesekan *fr*< 1% . Rasio gesekan lempung lebih besar dan gembut dapat mempunyai *fr*> 5 atau 6%. Pada gambar 3.5 dapat dilihat klasifikasi tanah yang ditentukan dengan rasio gesekan *fr* (menurut Robertson dan Campanella,1983).

3.5.2 Korelasi Terhadap Parameter Tanah

Dalam mendesain bangunan geoteknik, diperlukan data tanah yang dapat mempresentasikan kondisi tanah di lapangan. Data yang diperlukan dapat berupa data pengujian laboratorium dan data hasil pengujian lapangan. Pengambilan sampel tanah dan pengujian laboratorium tidak dilakukan pada seluruh lokasi melainkan di tempat-tempat yang memungkinkan dan diangggap mewakili lokasi sebenarnya.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Dan korelasi untuk menentukan berat jenis tanah (γ) dan berat jenis tanah jenuh (γ_{sat}) pada tanah kohesif dan non kohesif dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Nilai Tipikal Berat Volume Tanah (*Soil Mechanics And Foundation,John Wiley & Sons* Dalam Dicky,2016)

Jenis Tanah	**Berat Isi Jenuh** γ_{sat} **(kN/m^3)**	**Berat Isi Tak Jenuh** 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

3.5.3Korelasi N-SPT Terhadap Nilai Modulus Young (E)

Nilai modulus young merupakan besarany nilai elastisitas tanah yang merupakan perbandingan antara tegangan yang terjadi terhadap regangan. Korelasi terhadap modulus elatisitas menurut Schmertman (1970), Modulus elastisitas tanah dapat diperoleh dengan menggunakan korelasi dari data N-SPT.

Tanah Pasir

Es (kN/m2) = 766 N ……...3.2

Dengan N adalah nilai SPT.

Tanah lempung

Nilai modulus elastisitas pada tanah lempung sangat tergantung pada riwayat pembebanannya.

Tanah lempung NC

Es = 250 Cu – 500 Cu ……3.3

Tanah lempung OC

Es = 750 Cu – 1000 Cu ……..3.4

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Dengan *Cu = Undrained cohesion of clayey soil*

Secara empiris, nilai modulus elastisitas (Es) juga dapat didapatkan dengan mengunakan data sondir, dapat dilihat pada tabel 3.2 berikut.

Tabel 3.2 Nilai Perkiraan Mod. (Es) Elastisitas Tanah Menurut (Bowles, 1997 dalam Dicky,2016)

No	Macam Tanah	Modulus Elastisitas Tanah (kN/m^2)
1	Lempung	
	Sangat lunak	300-3000
	Lunak	200-4000
	Sedang	4500-9000
	Berpasir	30000-42500
2	Pasir	
	Berlanau	5000-20000
	Tidak padat	1000-25000
	Padat	50000-100000
3	Pasir Dan Kerikil	
	Padat	80000-200000
	Tidak padat	50000-140000
4	Lanau	2000-20000
5	Loses	15000-60000

3.5.4*Poisson Ratio*

Nilai *poisson ratio* dapat ditentukan berdasar jenis tanah dapat dilihat pada tabel 3.3 dibawah ini.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Tabel 3.3 Hubungan Antara Jenis Tanah Dan Nilai *Poisson Ratio(v')* (Das, 1996)

No	Jenis Tanah	*Posson Ratio*
1	Lempung jenuh	0,4-0,5
2	Lempung tak jenuh	0,1-0,3
3	Lempung berpasir	0,2-0,3
4	Lanau	0,3-0,35
5	Pasir	0,1-1,0
6	Batuan	0,1-0,4
7	Umum dipakai untuk tanah	0,3-0,4

3.5.5 Sudut Geser Dalam

Kekuatan geser mempunyai variabel kohesi dan sudut geser dalam. Sudut geser dalam bersamaan dengan kohesi menetukan ketahanan tanah akibat tegangan yang bekerja berupa tekanan lateral tanah.. Hubungan antara sudut geser dalam dan jenis tanah ditunjukkan dalam tabel 3.4.

Tabel 3.4 Hubungan Antara Sudut Geser Dalam Dengan Jenis Tanah (Das, 1996)

No	Jenis Tanah	Sudut Geser Dalam(φ)
1	Kerikil kepasiran	35–40
2	Kerikil kerakal	35–40
3	Pasir padat	35–40
4	Pasir lepas	30
5	Lempung kelanuan	25–30
6	Lempung	20–25

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Tabel 3.5 Hubungan Antara Sudut Geser Dalam (φ),Tingkat Plastisitas Dan Jenis Tanah (Bjerrum, 1960 dalam Dicky, 2016)

Menurut Bjerrum		
Jenis Tanah	**Tingkat Plastisitas**	**Sudut Geser Dalam**
Lanau	Rendah	35 - 37
Lanau berlempung	Sedang	31 - 35
Lempung	Tinggi	< 31

3.5.6Kohesi

Kohesi merupakan gaya tarik menarik antar partikel tanah. Bersama dengan sudut geser dalam,kohesi merupakan parameter kuat geser tanah yang menetukan ketahanan tanah terhadap deformasi akibat tegangan yang bekerja pada tanah dalam hal ini berupa gerakan lateral sesuai dengan tanah. Deformasi ini terjadi akibat kombinasi keadaan kritis pada tegangan normal dan tegangan geser yang tidak sesuai dengan faktor aman yang direncanakan. Parameter Kohesi (c) dapat ditentukan dari nilai N-SPT.

Tabel 3.6 Hubungan antara Kohesi, N-SPT, dan Sudut Geser Dalam pada Tanah Lempung (Das, 1996).

N-SPT	C (kN/m^2)	Φ
0 - 2	12,5	-
2 - 4	12,5 - 25	-
4 - 8	25 - 50	-
8 - 15	50 – 100	-
15 - 30	100 - 200	-
> 30	> 200	-

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

3.5.7 Permeabilitas

Berdasarkan persamaan Kozeny - Carman, nilai permeabilitas untuk setiap layer tanah dapat dicari dengan menggunakan rumus:

$$K = \frac{e^3}{1+e} \quad \text{.....(3.5)}$$

Untuk tanah yang berlapis-lapis harus dicari nilai permeabilitas untuk arah vertical dan horizontal dapat dicari dengan rumus:

$$k_v = \frac{H}{\left(\frac{H_1}{K_1}\right)+\left(\frac{H_2}{K_2}\right)+\left(\frac{H_n}{k_n}\right)} \quad \text{.....(3.6)}$$

Dimana:

H = Tebal lapisan (cm)

e = Angka pori

k = Koefisien permeabilitas

k_v = Koefisien permeabilitas arah vertikal

k_h = Koefisien permeabilitas arah horizontal

Nilai koefisien permeabilitas tanah dapat ditentukan berdasarkan jenis tanah tersebut seperti pada table 3.7 berikut ini:

Table 3.7 Nilai Koefisien Permeabilitas Tanah (Das, 1996)

Jenis Tanah	**Permeabilitas Tanah**	
	Cm/dtk	**Ft/mnt**
Kerikil bersih	1,0 - 100	2,0 - 200
Pasir kasar	1,0 – 0,01	1,0 – 0,02
Pasir halus	0,01 – 0,001	0,02 – 0,002
lanau	0,001 – 0,00001	0,02 – 0,00002
Lempung	< 0,000001	<0,000002

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

3.6 Standard Penetration Test (SPT)

Uji standar penetrasi(SPT= *Standard Penetration Test*) adalah uji yangdilaksanakan bersamaan dengan pengeboran untuk mengetahui baik perlawanan dinamik tanah maupun pengambilan contoh terganggu dengan teknik penumbukan (Maulana A,2013).

Standard Penetration Test (SPT) sering digunakan untuk mendapatkan daya dukung tanah secara langsung dilokasi. Metode SPT merupakan percobaan dinamis yang dilakukan dalam suatu lubang bor dengan memasukkan tabung sampel yang berdiameter dalam 35 mm sedalam 305 mm dengan menggunakan massa pendorong (palu) seberat 63,5 kg yang jatuh bebas dari ketinggian 760 mm. Pelaksanaan pengujian dibagi dalam tiga tahap, yaitu berturut-turut setebal 150 mm untuk masig-masing tahap. Tahap pertama dicatat sebagai dudukan, sementara jumlah pukulan untuk memeasukkan tahap kedua dan ketiga dijumlahkan untuk memperoleh nilai pukulan N atau perlawanann SPT. Banyaknya pukulan palu tersebut untuk memasukkan tabung sampel sedalam 305 mm dinyatakan dalam sebagai nilai N (Benny,2016).

Tujuan dari percobaan *Standard Penetration Test* (SPT) ini adalah untuk menentukan kepadatan relatif lapisan tanah dari pengambilan contoh tanah dengan tabung sehingga jenis tanah dan ketebalan tiap-tiap lapisan kedalaman tanah dan untuk memperoleh data yang kualitatif pada perlawanan penetrasi tanah serta menetapkan kepadatan tanah dari tanah yang tidak berkohesi yang biasa sulit diambil sampelnya.

3.7. Tekanan Tanah Lateral

Tekanan tanah lateral adalah sebuah parameter perencanaan yang penting di dalam sejumlah persoalan teknik pondasi, dinding penahan dan kontruksi-kontruksi lain yang ada di bawah tanah. Semuanya ini memerlukan perkiraan tekanan lateralsecara kuantitatif pada pekerjaan kontruksi, baik untuk analisa perencanaan maupun analisa stabilitas (Deno,2017).

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Tekanan aktual yang terjadi di belakang dinding penahan cukup sulit diperhitungkan karena begitu banyak variabelnya. Ini termasuk jenis bahan penimbunan, kepadatan dan kadar airnya, jenis bahan di bawah dasar pondasi, ada tidaknya beban permukaan, dan lainnya. Akibatnya, perkiraan detail dari gaya lateral yang bekerja pada berbagai dinding penahan hanyalah masalah teoritis dalam mekanika tanah.

Dalam buku *Mekanika Tanah Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknik*, Braja M. Das, (1996) dijelaskan bahwa konsep tekanan tanah lateral sangat penting untuk masalah-masalah stabilitas tanah, pemasangan batang-batang penguat pada galian, desain dinding penahan tanah dan pembentukan tahanan tarik dengan memakai berbagai jenis peralatan angkur.

Agar dapat merencanakan konstruksi penahan tanah dengan benar maka kita perlu mengetahui gaya horizontal yang bekerja antara konstruksi penahan tanah dan massa tanah yang ditahan.

3.7.1 Tekanan Tanah dalam Keadaan Diam (*At Rest*)

Bila suatu konstruksi dinding penahan tanah dalam keadaan diam, yaitu bila dinding tidak bergerak ke salah satu arah baik ke kanan maupun ke kiri dari posisi awal, maka massa tanah akan berada dalam keadaan *keseimbangan elastik (elastic equilibrium)*. Hardiyatmo (2010) Rasio tekanan arah horizontal dan tekanan arah vertikal dinamakan "*koefisien tekanan tanah dalam keadaan diam (coefficient of earth pressure at rest),* dinyatakan dalam persamaan:

$$K_0 = \frac{\sigma_h}{\sigma_\vartheta} \quad \text{.....(3.7)}$$

Karena $\sigma_\vartheta = \gamma Z$, maka

$$\sigma_h = K_0 \ (\gamma z) \quad \text{.....(3.8)}$$

Sehingga koefisien tekanan tanah dalam keadaan diam dapat diwakili oleh hubungan empiris yang diperkenalkan oleh jaky (1994).

$$K_0 = 1 - \sin \emptyset \quad \text{.....(3.9)}$$

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Dimana:

KO = Koefisien tekanan tanah dalam keadaan diam

σ_ϑ = Tegangan vertical (kN/m^2)

σ_h = Tegangan Horizontal (kN/m^2)

γ = Berat volume tanah (kN/m^2)

h = Kedalaman tanah (m)

$\emptyset$ = Sudut geser (˚)

3.7.2 Tekanan Tanah Aktif menurut Rankine

Yang dimaksud dengan keseimbangan plastis (*plastic equilibrium*) di dalam tanah adalah suatu keadaan ynag menyebabkan tiap-tiap di dalam massa tanah menuju proses ke suatu keadaan runtuh. Rankine (1857) menyelidiki keadaan tegangan di dalam tanah yang berada pada kondisi keseimbangan plastis.

Suatu dinding penahan tanah dalam keseimbangan menahan tekanan tanah horizontal tekanan dapat dievaluasi dengan menggunakan koefisien tanah Ka, jadi bila berat suatu tanah sampai kedalaman H maka tekanan tanahnya adalah γ H. Dengan γ adalah berat volume tanah, dan arah dari tekanan tersebut adalah arahnya vertikal ke atas.Sedangkan untuk mendapatkan tekanan horizontal maka Ka adalah konstanta yang fungsinya mengubah tekanan vertikal tersebut menjadi tekanan horizontal. Oleh karena itu, tekanan horizontal dapat dituliskan sebagai:

$$Pa = Ka\ \gamma\ H \quad \text{.....(3.10)}$$

Dimana harga Ka,

$$K_a = \tan 2\ (45 - \frac{\emptyset}{2}) \quad \text{.....(3.11)}$$

Kohesi adalah lekatan antar butir-butir tanah, sehingga kohesi mempunyai pengaruh mengurangi tekanan aktif tanah sebesar 2c $\sqrt{Ka}$. Untuk tanah yang memiliki nilai kohesi, maka tekanan horizontal sebesar:

$$Pa = Ka\ \gamma\ H - 2c\sqrt{Ka} \quad \text{.....(3.12)}$$

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Dimana:

Ka = Koefisien tanah aktif

γ = Berat isi tanah (kN/m^3)

$\emptyset$ = Sudut geser (˚)

c = Kohesi tanah

3.7.3 Tekanan Tanah Pasif menurut Rankine

Dalam hal tertentu suatu dinding penahan tanah dapat terdorong kearah tanah yang ditahan. Dan arah tekanan pasif ini berlawanan dengan arah tekanan aktif. Kp adalah koefisien tekanan tanah pasif yang besarnya

Kp =$\tan 2\ (45 + \frac{\emptyset}{2})$……..……....……..(3.13)

Maka tahanan pasif suatu tanah datar tanpa kohesi (c = 0)

Pp = $Kp\ \gamma\ H$……..……....……..…….(3.14)

Dan untuk tahanan pasif suatu tanah datar dengan kohesi

Pp = $Kp\ \gamma\ H - 2c\sqrt{Kp}$……..……....…..…….....(3.15)

Dimana:

Kp = Koefisen tanah pasif

Pp = Tekanan tanah pasif

γ = Berat isi tanah (g/cm^3)

H = tinggi dinding (m)

$\emptyset$ = Sudut geser tanah

c = kohesi

3.8 Faktor Keamanan

Faktor keamanan (SF) umumnya didefenisikan sebagai perbandingan antara gaya yang menahan dan gaya yang menggerakan (Bowles 1989). Defenisi ini tepat untuk pondasi, tetapi tidak tepat untuk turap, dinding penahan tanah maupun timbuna. Untuk struktur-struktur semacam ini, akan lebih tepat untuk

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

menggunakan defenisi factor keamanan dalam mekanoika tanah, yaitu perbandingan antara kuat geser yang tersedia terhadap kuat geser yang dibutuhkan untuk mengisi keseimbangan. Aplikasi PLAXIS dapat digunakaan untuk menghitung factor keamanan dengan menggunakan prosedur 'Reduksi phi-c'. Umumnya factor keamanan stabilitas lereng atau factor aman terhadap kuat geser tanah diambil lebig besar atau sama dengan 1,2 – 1,5.

3.9 Model *Mohr-Coulumb*

Model *Mohr-Coulumb* membutuhkan total lima buah parameter, yang umum digunakan oleh para praktisi geoteknik dan dapat diperoleh dari uji-uji yang umum dilakukan di laboratorium. Parameter-parameter tersebut bersama dimensi dasarnya adalah sebagai berikut (Maulana A,2013):

a. Modulus *Young* (E)

PLAXIS menggunakan Modulus *Young* sebagai modulus kekakuan dasar dalam model elastis dan model *Mohr-Coulumb*, tetapi beberapa modulus alternatif juga ditampilkan.Modulus kekakuan mempunyai dimensi sama dengan dimensi tegangan. Nilai dari parameter kekakuan yang digunakan dalam suatu perhitungan memerlukan perhatian khusus karena kebanyakan material tanah menunjukkan perilaku yang non-linier dari awal pembebanan. Dalam mekanika tanah, kemiringan awal dari kurva tegangan-regangan umumnyadinotasikan sebagai E_0 dan modulus sekan pada 50% kekuatan dinotasikan sebagai E_{50}. Untuk material dengan rentang elastisitas linier yang lebar maka penggunaan E_0 adalah realisitis,tetapi untuk masalah pembebanan pada tanah, umumnya digunakan E_{50}.

b. Angka *Poisson* (υ)

Uji triaksial terdrainase standar dapat menghasilkan pengurangan volume yang signifikan pada awal pemberian beban aksial yang menghasilkan

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

konsekuensi berupa nilai angka *poisson* awal (υ_0) yang rendah. Karena itu nilai(υ) dievaluasi dengan mencocokkan nilai K_0. Dalam banyak kasus akan diperoleh nilai (υ) yang berkisar antara 0,3 dan 0,4. Umumnya, nilai tersebut tidak hanya digunakan pada kompresi satu dimensi tetapi juga dapat digunakan untuk kondisi pembebanan lainnya. Namun untuk kasus pengurangan beban, lebih umum untuk menggunakan nilai antara 0.15 dan 0,25.

c. Sudut Geser Dalam (ϕ)

Nilai sudut geser, ϕ (phi) dimasukkan dalam dimensi derajat. Sudut geser yang tinggi, seperti pada pasir padat, akan mengakibatkan peningkatan beban komputasi plastis. Waktu komputasi akan meningkat kurang-lebih secara eksponensial terhaadap sudut geser.

Karena itu, sudut geser yang tinggi sebaiknya dihindari saat melakukan perhitungan awal untuk suatu proyek tertentu. Sudut geser akan menentukan kuat geser dengan menggunakan lingkaran tegangan *Mohr*.

d. Kohesi (c)

Kekuatan berupa kohesi mempunyai dimensi tegangan. *PLAXIS* dapat menangani pasir non-kohesif (c = 0), tetapi beberapa pilihan tidak akan berjalan dengan baik. Untuk menghindari hal ini, pengguna yang belumberpengalaman disarankan untuk memasukkan nilai yang kecil untuk kohesi (gunakan c > 0,2 kPa).

e. Dilatansi (ψ)

Sudut dilatansi, ψ (psi) dinyatakan dalam derajat. Selain tanah lempung yang terkonsolidasi sangat berlebih, tanah lempung cenderung tidak menunjukkan dilatansi sama sekali (yaitu $\psi = 0$). Dilatansi dari tanah pasir bergantung pada kepadatan serta sudut gesernya. Untuk pasir kwarsa besarnya dilatansi kurang-lebih adalah $\psi = \phi - 30$. Walaupun demikian, dalam kebanyakan kasus sudut dilatansi adalah nol untuk nilai $\phi < 30^0$.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Nilai negatif yang kecil untuk ψ hanya realistis untuk tanah pasir yang sangat lepas.

3.10 Metode Elemen Hingga

Perkembangan teknologi telah memunculkan berbagai struktur yang rumit sehingga pada analisa struktur yang demikian kompleks, metode eksak akan sulit digunakan. Perhitungan dengan menggunakan metode eksak tidak mungkin digunakan pada struktur dengan komplektisitas yang sedemikian rumit, karena penyelesaian eksak hanya dapat diperoleh untuk kasus yang paling sederhana (Maulana A,2016).

Sebagai alternatif yang lebih baik, maka para ilmuwan mulai mengembangkan berbagai metode numerik yang merupakan suatu metode pendekatan terhadap solusi eksak seteliti mungkin. Metode numerik adalah suatu rekayasa metematika yang mentransformasikan ekspresimekanika kontinyu (bentuk kalkulus dandifferensial) menjadi matematika diskrit (bentuk matriks). Salah satu metode numerik yang dikembangkan dalam analisa numerik adalah Metode Elemen Hingga.

Metode elemen hingga telah banyak digunakan dalam permasalahan geoteknik karena kemampuannya untuk menyelesaikan beberapa hal berikut:

a. Keheterogenitasan struktur tanah.

b. Kenon-linearan dan tingkah laku tanah.

c. Interaksi tanah-struktur.

d. Metode konstruksi.

Langkah-langkah untuk menggunakan metode elemen hingga adalah sebagai berikut (Lydia,2013):

1. Diskritisasi elemen.
2. Perumusan semua properti yang dimiliki semua elemen.
3. Modelisasi struktur
4. Analisa model dengan penetapan kondisi batas dan peralihan modal

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Program elemen hingga yang digunakan dalam penyusunan skripsi ini adalah program ETABS v.9.7 dan plaxis v8.6. ETABS (*Extended Three dimention Analysis of Building System*) adalah salah satu program computer yang digunakan khusus untuk perencanaan gedung dengan konstruksi beton, baja dan komposit (Riza, 2010). SedangkanPlaxis v8.6 adalah program elemen hingga yang telah dikembangkan secara spesifik untuk analisa deformasi dan penurunan bidang geoteknik(Maulana (2013). Untuk setiap kasus yang akan di analisa dibuat model geometri terlebih dahulu. Model geometri adalah model dua dimensi dari masalah tiga dimensi yang nyata di lapangan.

Dalam analisisnya, metode elemen hingga menggunakan teknik diskritisasi pada struktur. Proses diskritisasi dilakukan dalam membagi suatu struktur kontinyu menjadi sekumpulan potongan kecil yang dinamakan elemen hingga. Derajatketelitian dalam diskritisasi mempengaruhi tingkat ketelitian solusi. Elemen struktur diganti dengan sekumpulan elemen dengan bentuk relatif sederhana. Kemudian dipilih sekumpulan titik-titik yang dinamakan nodal geometri pada struktur yang berguna mendefinisikan geometri elemen. Setiap elemen didefinisikan secara analitik dengan cara unik sebagai fungsi peralihan dari variabel peralihan nodal geometri yang merupakan milik elemen - elemen tersebut. Prinsip peralihan ini digunakan untuk menurunkan persamaan keseimbangan untuk elemen dan peralihan nodal.

Analisa keseimbangan dalam sistim diskrit secara umum dapat ditulis dalam bentuk matriks:

$\{F\} = [K]\ \{U\}$ ……………………………………………………….….(3.16)

Dimana K adalah matriks kekakuan, U adalah variabel yang tidak diketahui yaitu peralihan nodal, dan F adalah variabel yang diketahui yaitu vektor pembebanan nodal. K sebagai matriks yang mengkarakterisasikan sistem pada pemodelan masalah geoteknik dapat berupa parameter Modulus Young (E), kohesi (c), sudut geser (φ), angka poisson (v) dan parameter-parameter lainnya disesuaikan

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

dengan model yang disesuaikan.Kemudian untuk menyederhanakan definisi analitik elemen yang bentuk dan ukuran beragam, dikemukakan elemen referensi. Penggunaan sistem elemen referensi dapat mengganti fungsi yang rumit dengan fungsi yang lebih sederhana. Satu elemen referensi yang sama dapat mentransformasikan semua elemen riil tipe yang sama dengan transformasi yang berbeda.Parameter model yang dapat digunakan adalah *plane strain* dan axisimetri. *Plane strain* digunakan untuk geometri dengan potongan melintang tanah yang seragam dan kondis skema pembebanan yang disamakan untuk arah tegak lurus terhadap potongan melintang (sumbu z). *Displacement* dan tegangan arah sumbu z diasumsikan bernilai nol. Model axiximetri digunakan untuk struktur sirkular dengan potongan seragam yang radial dimana deformasi dan tegangan diasumsikan sama di semua arah radial. Perlu diingat bahwa pada pemodelanaxisimetri sumbu x merepresentasikan radius dan sumbu y disamakan dengan sumbu simetri aksial pemodelan.Tanah dimodelkan sebagai elemen triangular dua dimensi dengan memiliki hanya dua derajat kebebasan per nodal. Setiap elemen tanah didefinisikan oleh 15 buah nodal geometri. Dipilih 15 nodal untuk setiap elemen agar memperoleh perhitungan yang lebih akurat meskipun akan menjadi lebih rumit. *Error* yang terjadi karena perbatasan struktur yang merupakan garis lengkung dapat dikurangi dengan mengurangi ukuran elemen-elemen.

3.11 Konseptualisasi Model Pada Etabs dan Plaxis 2D

Tahapan-tahapan pada pemodelan ETABS adalah sebagai berikut (Riza, 2010):

1. Inialisasi

   Langkah pertama yang dilakukan untuk merencanakan struktur gedung sesuai dengan data gambar *shop drawing* yang sudah diperoleh dengan melakukaninialaisasi yakni penentuan *grid line*dan parameter mutu beton dan baja.

2. Pemodelan elemen kolom, balok, dan plat

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Pada pemodelan ini, semua elemen-elemen struktur di masukkan berdasarkan shop drawing yang di peroleh

3. Pembebanan

Beban yang bekerja pada gedung adalah beban mati sendiri, beban mati elemen tambahan, beban hidup dan beban gempa.

4. Analisis struktur

Untuk mendapatkan output hasil pemodelan

Pada pemodelan PLAXIS 2D, tahapan-tahapan yang dilakukan dalam pemodelan adalah sebagai berikut (Maulana, 2013):

1. Geometri

   Untuk membuat model geometri, langkah yang perlu diperhatikan yaitu membuka lembar kerja baru, membuat garis geometri, membentuk lapisan tanah dan struktur, pemilihan jangkar/ penyangga yang akan digunakan, sertab beban yang bekerja di permukaan selanjutnya menetapkan kondisi batas yang akan dianalisis.

2. Input Parameter material

   Memasukkan nilai-nilai parameter tanah sesuai dengan sifat-sifat material dan melakukan idealiasi geometric terhadap struktur yang direncanakan.

3. Penyusunan jaring elemen

   Penyusunan jaringan elemen dilakukan untuk menghaluskan jaringan elemen secara global. Pengaturan jaringan elemen disimpan bersama-sama dengan amsukan lainnya. Saat masuk kembali kedalam suatu projek tanpa mengubah konfigurasi geometrik maupun pengaturan jaringan elemen, jaring elemen yang sama dapat disusun kembali dengan hanya menekan tombol susun jaring elemen pada toolbar.

4. Kondisi awal

   Kondisi awal pada proyek ini membutuhkan perhitungan tekanan air, penonaktifan dari struktur dan beban serta perhitungan tegangan tanah

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

awal. Tekanan air (tekanan air pori dan tekanan air pada kondisi batas eksternal) dapat dihitung dengan dua cara yaitu denga perhitungan secara langsung berdasarkan masukan dari gari freatik dan tinggi tekan dari permukaan air dalam tanah,atau berdasarkan hasil dari perhitungan aliran air dalam tanah.

5. Perhitungan

   Dalam PLAXIS, proses-proses ini dapat disimulasikan dengan menggunakan plihan dalam perhitungan tahapan kontruksi. Tahapan kontruksi memungkinkan pengaktifan dan penonaktifan dari berat,kekakuan dan kekuatan dari komponen-komponen yang diinginkan dalam metode elemen hingga.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

BAB IV

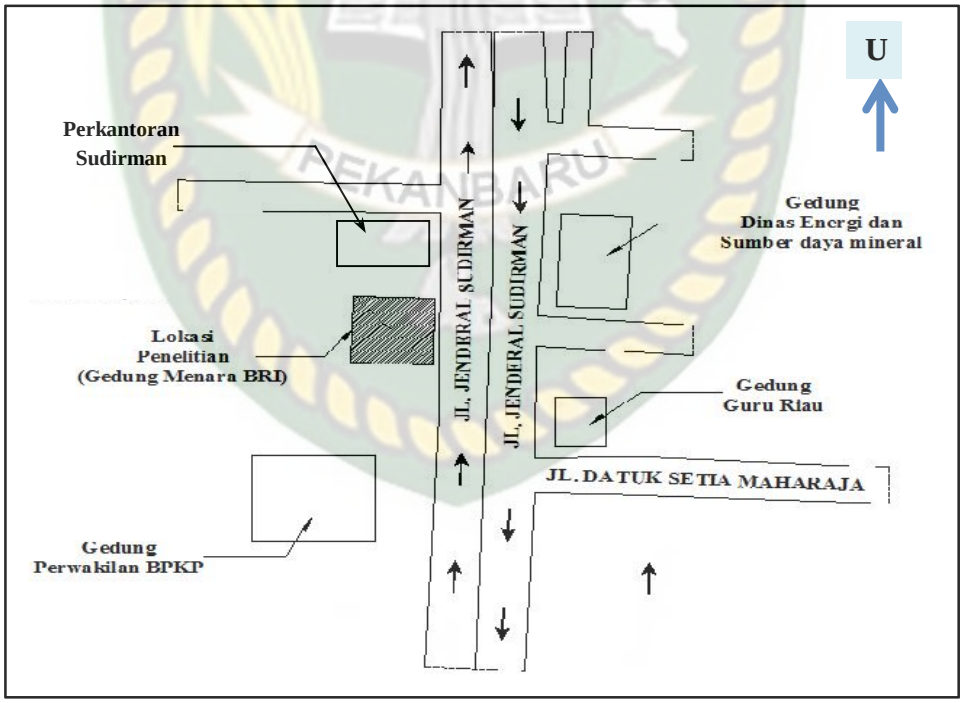
METODE PENELITIAN

4.1 Lokasi Penelitian

Lokasi Penelitian ini adalah pembuatandinding penahan tanah pada pembangunan *basement*gedung Menara Bank Rakyat Indonesia (BRI) Pekanbaru. Adapun lokasi penelitian ini berbatasan dengan area berikut:

1. Sebelah Utara berbatasan dengan gedung ruko (Perkantoran Sudirman);
2. Sebelah Timur berbatasan dengan Jl. Sudirman berseberangan dengan Kantor Persatuan Guru Republik Indonesia (PGRI) Pekanbaru;
3. Sebelah Barat berbatasan dengan Lahan Kosong;
4. Sebelah Selatan berbatasan dengan Kantor Badan Pengawasan Keuangan dan Pembangunan (BPKP) Pekanbaru.

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat di Gambar 4.1



Gambar 4.1 Denah Lokasi Penelitian

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

4.2 Gambaran Umum Proyek

Gambaran umum bangunan merupakan informasi tentang bangunan yang dijadikan sebagai objek.

Nama Proyek	: Proyek Pembangunan Menara Bank Rakyat Indonesia (BRI), Pekanbaru.
Lokasi Proyek	: Jalan Jenderal Sudirman, Tangkerang Tengah-Marpoyan Damai, Pekanbaru.
Pemilik Proyek	: PT. Bank Rakyat Indonesia (Persero), Tbk
Konsultan Perencana	: PT. Arkitek Team Empat.
Konsultan MK	: PT. Atelier Enam Project Management.
Konsultan QS	: PT. Mitra Karya Antarbuana.
Kontraktor Pelaksana	: PT. Pembangunan Perumahan (Persero), Tbk.
Masa Pelaksanaan	: 14 Bulan (420 Hari Kalender).
Masa Pemeliharaan	: 180 Hari Kalender.
Jenis Kontrak	: Lumpsum Fix Price.
Nilai Kontrak	: Rp 145.700.000.000,-
Lingkup Pekerjaan	: Struktur, Arsitektur + Interior, M&E, dan Lanscape.
Jumlah Lantai	: 2 Basement dan 9 Lantai.
Luas Lantai	: 19.600 m^2

4.3 Teknik Pengumpulan Data

Tahapan awal yang dilakukan adalah pengumpulan data, dimana yang dimaksud dengan pengumpulan data itu adalah mencari dan mengumpulkan data yang berkaitan dengan judul penelitian. Adapun cara yang dilakukan dan langkah–langkahnya sebagai berikut:

1. Studi literatur

   Studi literatur digunakan untuk mendapatkan kejelasan konsep dalam penelitian ini yaitu dengan mendapatkan referensi dari buku dan jurnal yang berisikan tentang dasar–dasar teori serta rumus yang dapat mendukung penulisan penelitian ini.

2. Pengumpulan data sekunder

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Pengumpulan data–data ini diperlukan agar pada saat pengolahan analisis data mendapatkan hasil yang diinginkan, diperlukan adanya data sekunder sebagai data pokok atau utama dalam penelitian ini.

a. Laporan penyelidikan tanah.

   Sumber:Data tanah laporan *Soil Investigation For The BRI Building 9 Floors In Pekanbaru Riau Province,2017*.

b. *Shop drowing* dinding penahan tanah.

   Sumber: Data Laporan Final perencanaan dinding penahan tanah pada pembangunan gedung menara BRI Pekanbaru,Provinsi Riau.

c. Data Gambar Gedung kantor BPKP Perwakilan Provinsi Riau.Sumber: PT. FINDO MUDA D.C

4.4 Tahapan Pelaksanaan

Suatu penelitian harus dilaksanakan secara sistematis dengan urutan yang jelas dan teratur sehingga diperoleh hasil sesuai dengan yang diharapkan. Tahapan penelitian ini memberikan gambaran secara garis besar mengenai langkah-langkah pelaksanaan penelitian untuk menuntun peneliti agar terarah selama berjalannya penelitian. Adapun tahapan dan prosedur penelitian yang akan dilakukan adalah:

1. Mulai

   Langkah yang dilakukan yaitu sebelum melakukan penelitian perlu melakukan pengumpulan studi literatur untuk memperdalam ilmu yang berkaitan dengan topik penelitian, merumuskan masalah penelitian dan menentukan tujuan penelitian kemudian menentukan metode yang dipakai dalam penelitian.

2. Persiapan

   Pada tahapan persiapan ini peneliti melakukan beberapa persiapan diantaranya melakukan tinjauan langsung ke lapangan dan juga mencari buku-buku refrensi dan beberapa tugas akhir yang berhubungan dengan *soldier pile*,sebagai gambaran dari penelitian tentang dinding penahan tanah dengan *soldierpile*.Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *software* untuk menganalisa beban maksimum gedung sebelahdengan menggunakan metode elemen hingga yaitu program

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

ETABS v.9.7 dan menganalisa stabilitas *soldier pile* dengan PLAXIS 2D v.8.6.

3. Pengumpulan Data

   Langkah yang dilakukan dalam tahap ini adalah pengumpulan data seperti data tanah yakni data N-SPT dan datagambar struktur dinding penahan tanah serta data gambar gedung di sekitar dinding penahan tanah (gedung BPKP) dan ruko(dibuat dalam bentuk pemodelan). Selanjutnyadata-data yang sudah didapat, digunakan untuk menghitung stabilitas dinding penahan tanah.

4. Analisa Data

   Apabila data-data yang diperlukan sudah didapat,maka dilakukanlah perencanaan terhadap dinding penahan tanah.Dengan gambar *shop drowing* diperoleh beban maksimum gedung yang akan dijadikan sebagai beban meratadan data tanah yaitu data N-SPT yang telah didapat maka dihitunglah kedalam *soldier pile*,sehingga dapat ditentukan apakah *soldier pile* tersebut dapat stabil terhadap gaya-gaya pada tanah yang akan membebani *soldier pile*.Analisa dengan menggunakan metode elemen hingga menggunakan program ETABS v.9.7 dan PLAXIS 2D v.8.6.

5. Hasil dan Pembahasan

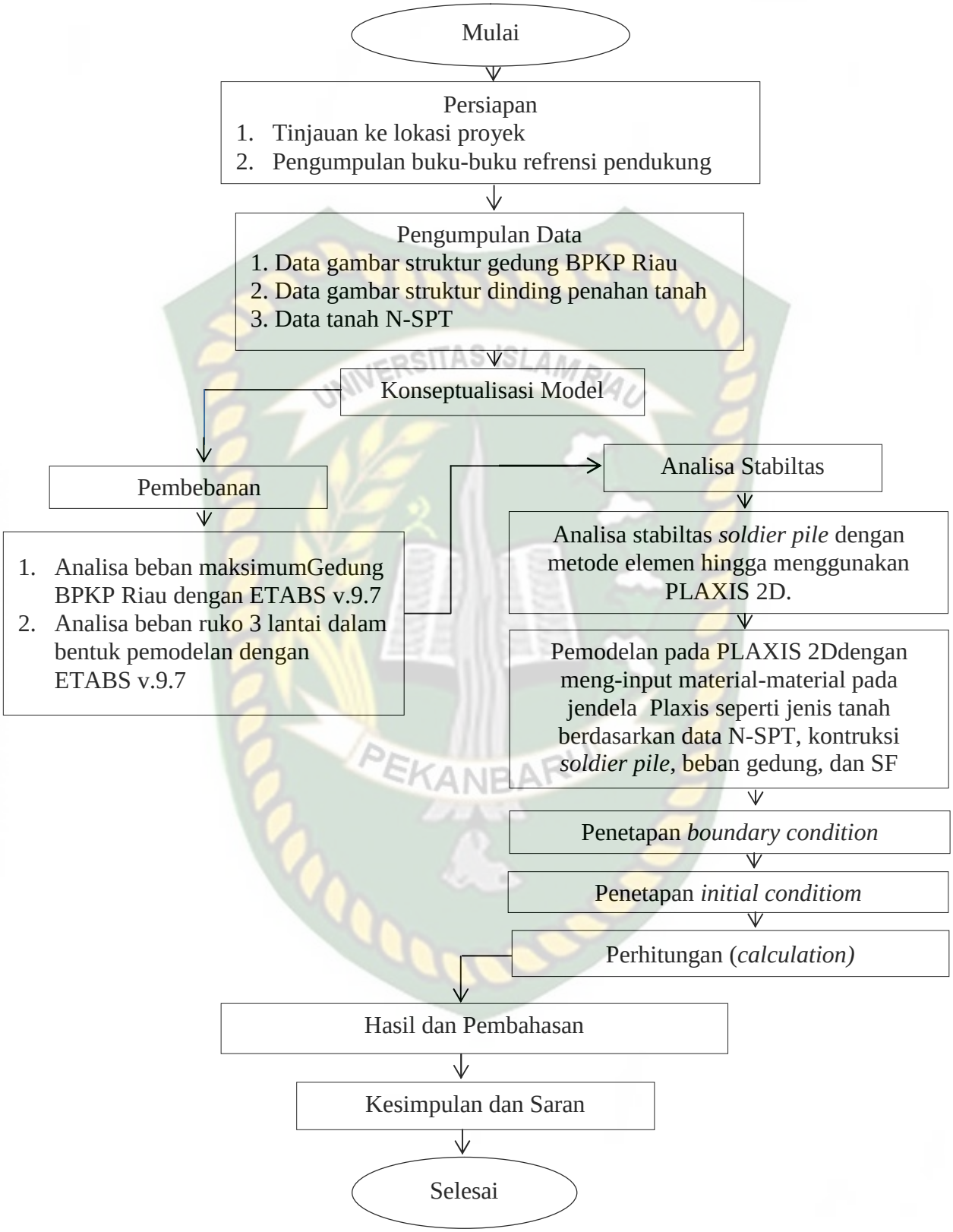
   Setelah dilakukan perhitungan beban gedung dengan bantuan *software* ETABS v.9.7, dan analisa *soldier pile* dengan menggunakan metode elemen hingga dengan menggunakan *software* PLAXIS 2D, maka akan didapatkan hasil perhitungan yang berguna untuk dibahas dan diambil kesimpulan dari hasil perhitungan tersebut.

6. Kesimpulan dan Saran

   Dari pembahasan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan apakah *soldier pile* yang akan direncanakan stabil atau tidak, dan memberikan saran kepada pembaca khususnya instansi yang berkaitan dengan perencanaan bangunan khsususnya pada pembuatan dinding penahan tanah.

7. Selesai

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :



Gambar 4.1 Bagan Alir Penelitian

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

4.5 Analisa Data

Dalam melakukan perhitungan stabilitas dinding penahan tanah,dilakukan analisa menggunakan metode elemen hingga dengan menggunakan *software* Plaxis 2D.Pemodelan menggunakan plaxis ini adalah untuk mengetahui besarnya *deflection*,momen dan gaya geser yang terjadi pada *soldier pile*.

Sebelum dilakukan analisa stabilitas pada dinding penahan tanah,terlebih dahuludilakukan perhitungan terhadap beban yang ada di sekitar dinding penahan tanah, dimana pada perhitungan beban gedung menggunakan bantuan ETABS.Dalam menganalisa pembebanan, nilai-nilai yang akan digunakan dalam perhitungan pembangunan gedung BPKP dan Ruko (Perkantoran Sudirman), harus sesuai dengan peraturan yang ditetapkan seperti PPURG 1987 untuk beban mati, SNI-1727-2013 untukbeban hidup dan SNI-1726-2012 untuk beban gempa.

1. Beban Mati

   Dasar analisis beban mati yang digunakan untuk struktur gedung yaitu menggunakan peraturan PPURG 1987 antara lain sebagai berikut:

   a. Beban mati tambahan pada pelat lantai:

1)	Keramik	= 24 kg/m^2
2)	Spesi	= 21kg/m^2
3)	Plafond dan Penggantung	= 18 kg/m^2
4)	*Waterproofing*	= 22 kg/m^2
5)	Mekanikal dan Elektrikal	= 15 kg/m^2
	Total	= 100 kg/m^2

   b. Beban mati tembok

1)	Tinggi dinding 4 – (0.60) x 250	= 850 kg/m^2
2)	Tinggi Dinding 4 – (0.35) x 250	= 912.5 kg/m^2

2. Beban hidup

   Beban hidup terdistribusi merata minimum dan beban hidup terpusat minimum (SNI 1727-2013)sebagai berikut:

   a. Ruang kantor = 245kg/m^2

   b. Dag = 88 kg/m^2

   c. Tangga = 80.5 kg/m^2

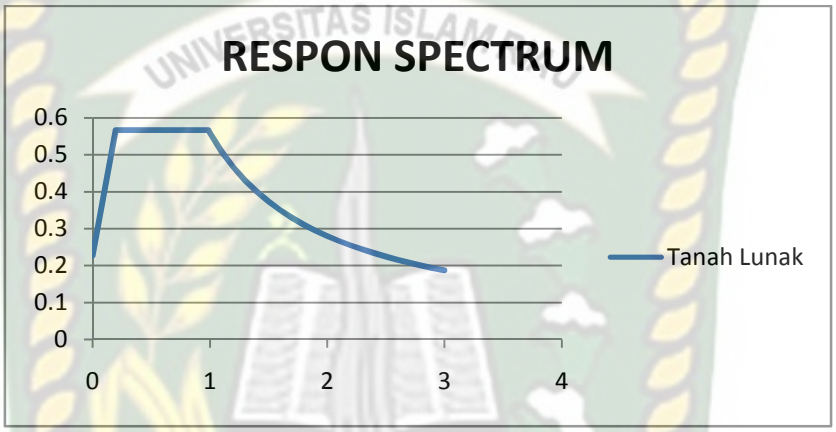
Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

3. Beban Angin

   Beban angin diasumsikan sebesar = 25 kg/m^2 menurutperaturan PPURG 1987, yang bekerja secara merata pada dinding bangunan.

4. Beban Gempa

   Beban gempa dimasukkan sebagai beban *spectrum respons* desain, BerdasarkanSNI-1726-2012untuk *respons spectrum* gempa rencana untuk wilayah kota Pekanbaru termasuk wilayah dengan jenis tanah lunak seperti pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 *Respons Spektrum* Gempa Rencana

(Sumber Data :*https://puskim.pu.go.id)*

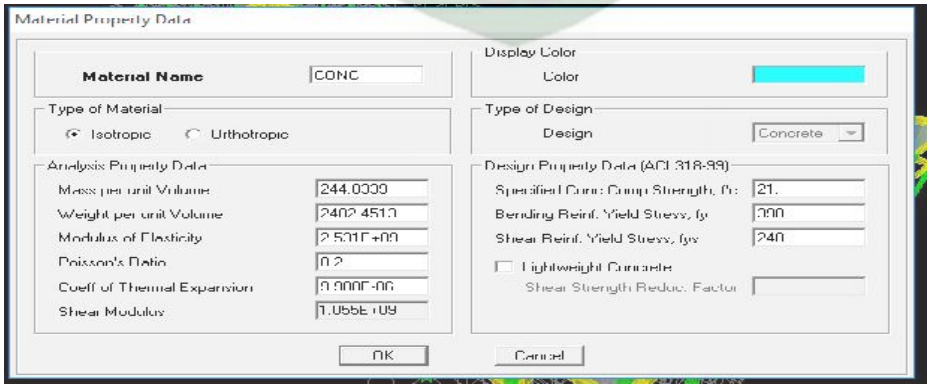
5. Material dan Profil Komponen Struktur portal

   Material yang digunakan adalah sebagai berikut :

   a.Beton K-250 (*f'c* = 250 x 0.084 = 21 Mpa)

   b. Baja tulangan (fy 390 MPa) untuk tulangan diameter > 13mm

   Baja tulangan (fys =240 MPa) untuk tulangan diameter <13 mm

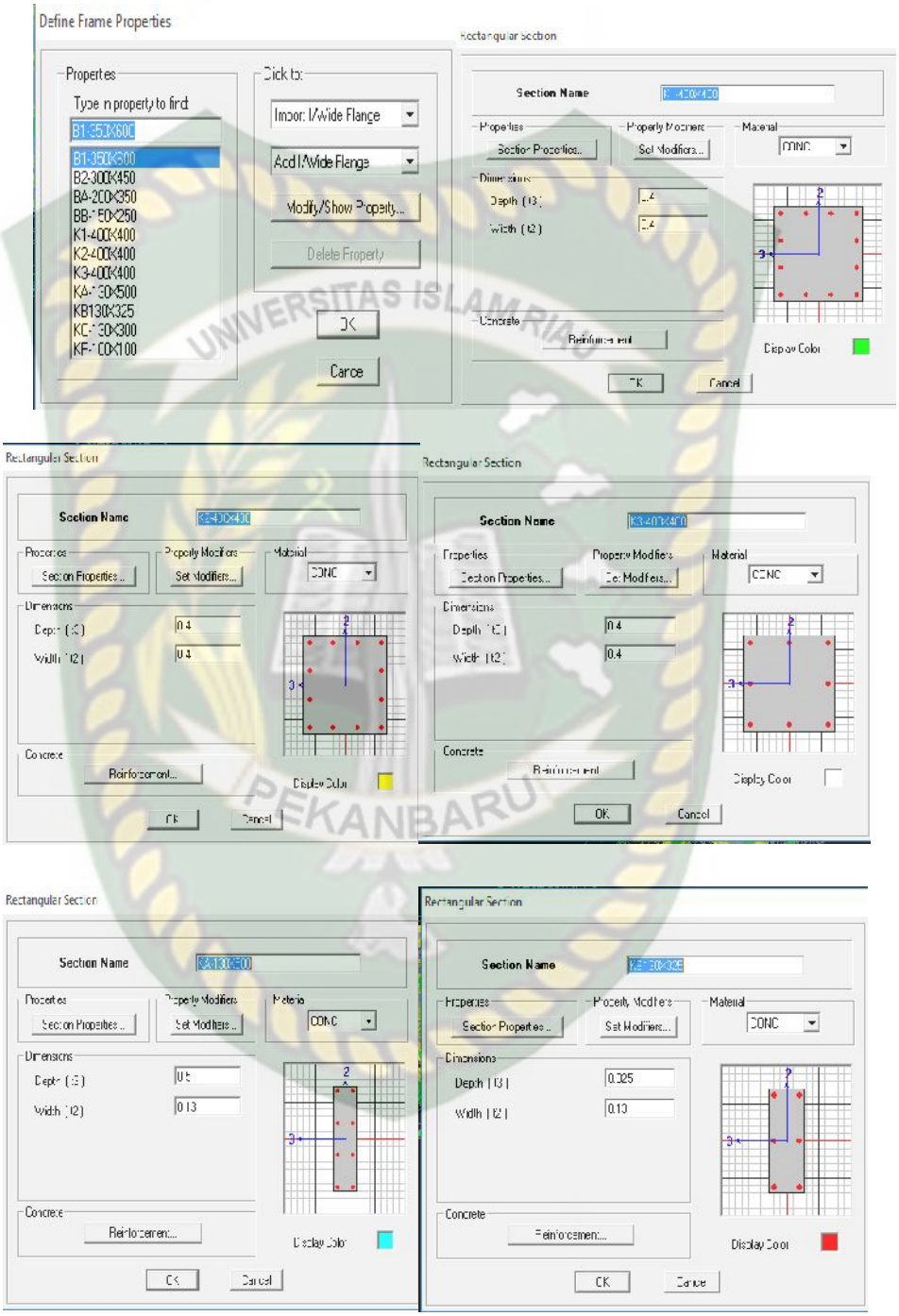


Gambar 4.4 *Assign* Material Pada ETABS

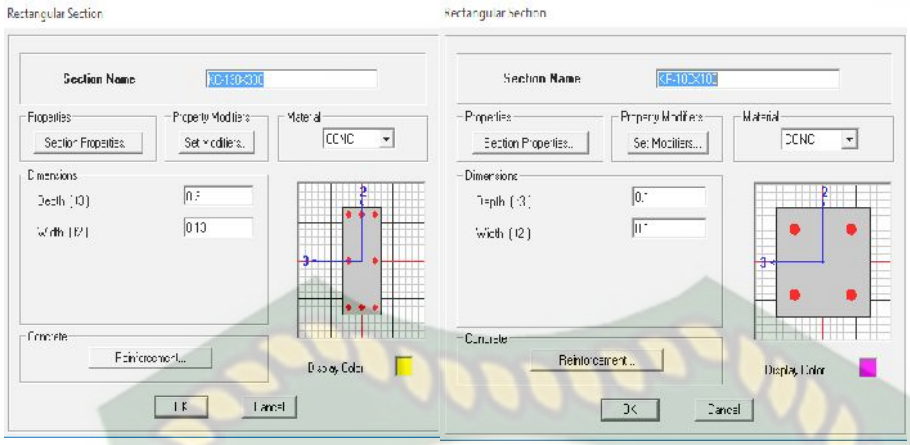
Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Profil komponen struktur yang digunakan pada gedung BPKPadalah:

a. Kolom beton bertulang persegi K1-40X40, K2-40X40, K3-40X40, KA-0.13X0.50, KB-0.13X0.325,KC-0.13X0.30 danKP-0.1X0.1

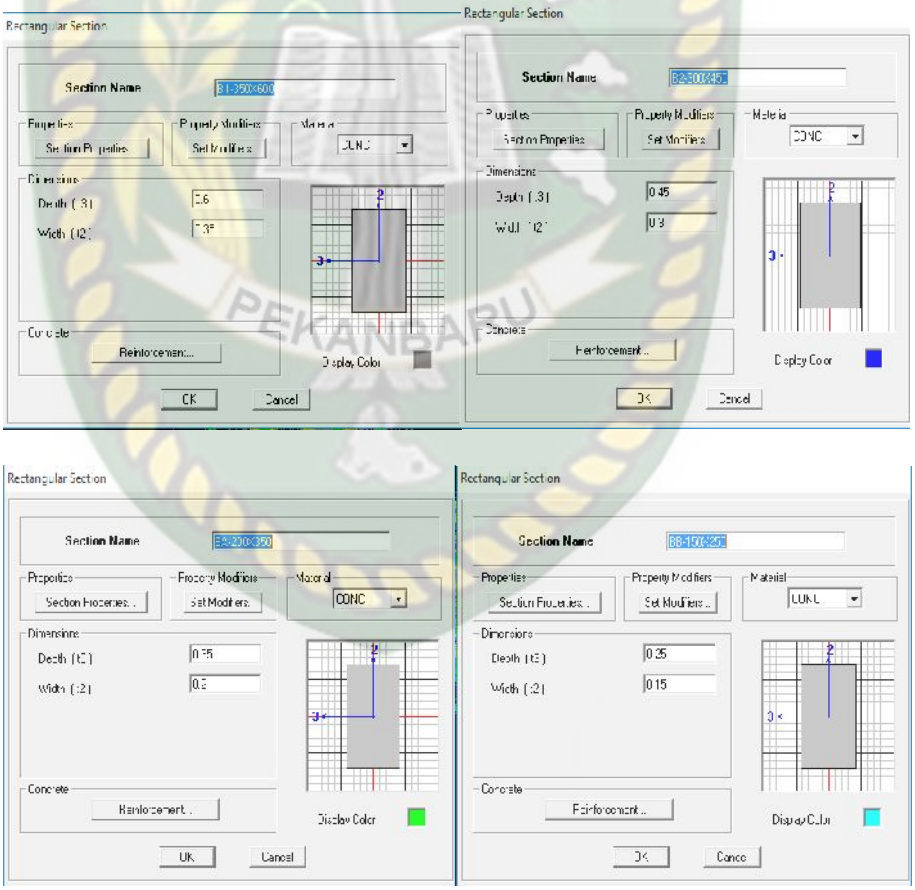


Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :



Gambar 4.5 *Assign* Profil Kolom Beton Bertulang

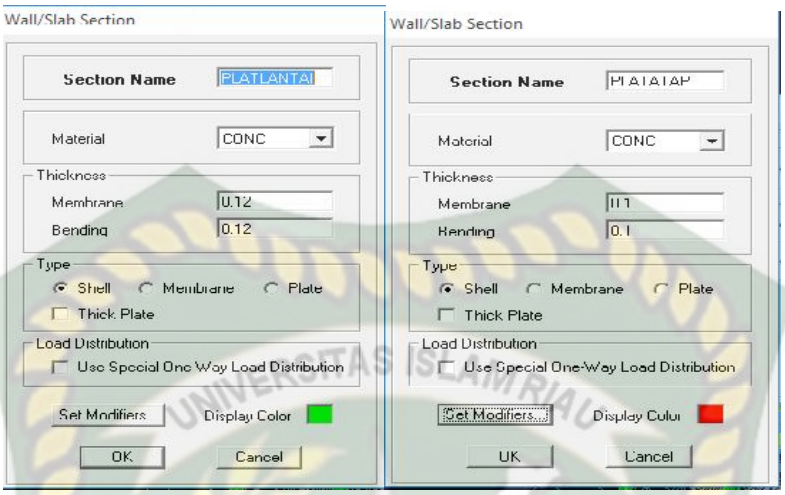
b. Balok beton bertulang B1-0.35x0.60, B2-0.30X0.45, BA-0.20X0.35, dan BB-0,15X0.25



Gambar 4.6 *Assign* Profil Balok Beton Bertulang

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

c. Pelat Lantai Beton Bertulang, Tebal 12 cm (lantai 1, lantai 2,Lantai 3) dan plat lantai Dag (tebal 10 cm)



Gambar 4.7 *Assign* Profil Plat Lantai Dan Dag

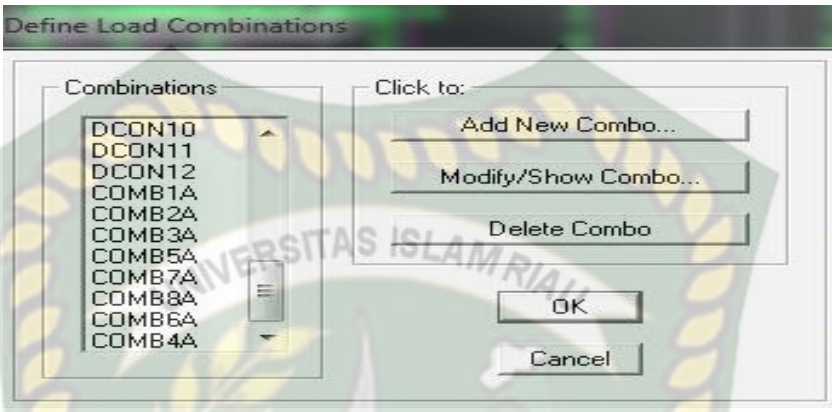
6. Kombinasi Pembebanan

Berdasarkan SNI -1726-2012, faktor-faktor dan kombinasi beban untuk beban mati nominal, beban hidup nominal, dan beban gempa nominal adalah:

1. 1,4 D
2. 1,2 D + 1,6 L
3. 1,2 D + 1L + 0,3 (ρQ_e + 0,2 $S_{DS} D$) + 1 (ρQ_e + 0,2 $S_{DS} D$)
4. 1,2 D + 1L + 0,3 (ρQ_e + 0,2 $S_{DS} D$) - 1 (ρQ_e + 0,2 $S_{DS} D$)
5. 1,2 D + 1L - 0,3 (ρQ_e + 0,2 $S_{DS} D$) + 1 (ρQ_e + 0,2 $S_{DS} D$)
6. 1,2 D + 1L - 0,3 (ρQ_e + 0,2 $S_{DS} D$) - 1 (ρQ_e + 0,2 $S_{DS} D$)
7. 1,2 D + 1L + 1 (ρQ_e + 0,2 $S_{DS} D$) + 0,3 (ρQ_e + 0,2 $S_{DS} D$)
8. 1,2 D + 1L + 1 (ρQ_e + 0,2 $S_{DS} D$) - 0,3 (ρQ_e + 0,2 $S_{DS} D$)
9. 1,2 D + 1L - 1 (ρQ_e + 0,2 $S_{DS} D$) + 0,3 (ρQ_e + 0,2 $S_{DS} D$)
10. 1,2 D + 1L - 1 (ρQ_e + 0,2 $S_{DS} D$) - 0,3 (ρQ_e + 0,2 $S_{DS} D$)
11. 0,9 D + 0,3 (ρQ_e + 0,2 $S_{DS} D$) + 1 (ρQ_e + 0,2 $S_{DS} D$)
12. 0,9 D + 0,3 (ρQ_e + 0,2 $S_{DS} D$) - 1 (ρQ_e + 0,2 $S_{DS} D$)
13. 0,9 D - 0,3 (ρQ_e + 0,2 $S_{DS} D$) + 1 (ρQ_e + 0,2 $S_{DS} D$)
14. 0,9 D + 0,3 (ρQ_e + 0,2 $S_{DS} D$) + 1 (ρQ_e + 0,2 $S_{DS} D$)
15. 0,9 D + 1 (ρQ_e + 0,2 $S_{DS} D$) + 0,3 (ρQ_e + 0,2 $S_{DS} D$)
16. 0,9 D + 1 (ρQ_e + 0,2 $S_{DS} D$) - 0,3 (ρQ_e + 0,2 $S_{DS} D$)
17. 0,9 D - 1 (ρQ_e + 0,2 $S_{DS} D$) + 0,3 (ρQ_e + 0,2 $S_{DS} D$)
18. 0,9 D - 1 (ρQ_e + 0,2 $S_{DS} D$) - 0,3 (ρQ_e + 0,2 $S_{DS} D$)

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Catatan: DL adalah beban mati; LL adalah beban hidup; W adalah beban angin; EX adalah beban gempa arah-x; EY adalah beban gempa arah-y; ρLa adalah faktor redudansi, untuk desain seismik D sampai F nilainya 1,3.

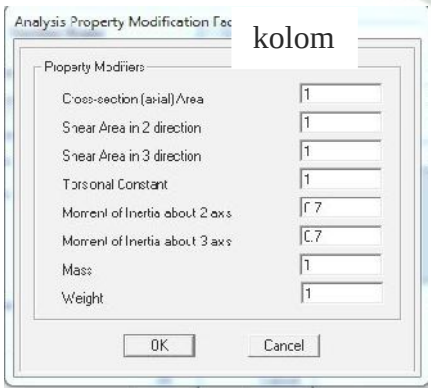


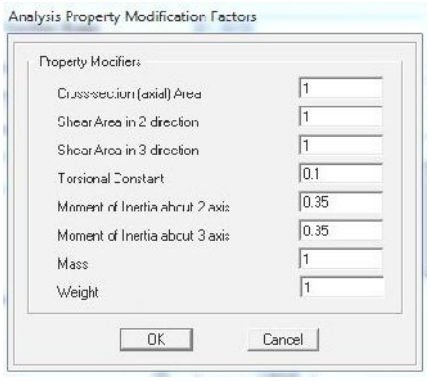
Gambar 4.8*Define* Kombinasi Beban Dalam ETABS

7. Reduksi Kekakuan Komponen Struktur

   Kekakuan komponen struktur harus direduksi dengan faktor sebagai berikut:

(a) Modulus elastisitas ..... E_c dari 8.5.1
(b) Momen inersia, I
Komponen struktur tekan:
Kolom ..... $0{,}70I_g$
Dinding—Tak retak ..... $0{,}70I_g$
—Retak ..... $0{,}35I_g$
Komponen struktur lentur:
Balok ..... $0{,}35I_g$
Pelat datar (*flat plates*) dan slab datar (*flat slabs*) ..... $0{,}25I_g$
(c) Luas ..... $1{,}0A_g$





Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Gambar 4.9*Define* Reduksi Kekakuan Komponen Struktur

8. *Assign* Beban Kedalam ETABS

   Pada subbab ini, akan ditampilkan contoh prosedur memasukkan beban ke dalam ETABS (satu untuk masing-masing jenis beban).

   a. Berat Sendiri Komponen Struktur

      Berat sendiri komponen struktur dimasukkan otomatis oleh ETABS.

   b. Beban mati tambahan pada pelat lantai

   c. Beban hidup pada pelat lantai

   d. Berat dinding batu bata

   e. Beban Gempa

4.6 Permodelan Data pada Plaxis

Model geometri *soldier pile* yang ditinjau adalah bagian *soldier pile* per meter persegi dan berada dekat dengan beban maksimum daerah penelitian.

Adapun langkah-langkah pemodelan dalam program Plaxis v86 adalah:

a. Bentuk geometri dinding penahan tanah disesuaikan dengan data pengukuran topografi sedangkan data lapisan tanah didapat dari hasil korelasi data sondir ke N-SPT kemudian nilai N-SPT dikorelasikan ke data tanah yang dibutuhkan.

b. Beban parkir dan beban gedung struktur pada sekitar dinding penahan tanah dihitung dan dimodelkan sebagai elemen beban merata.

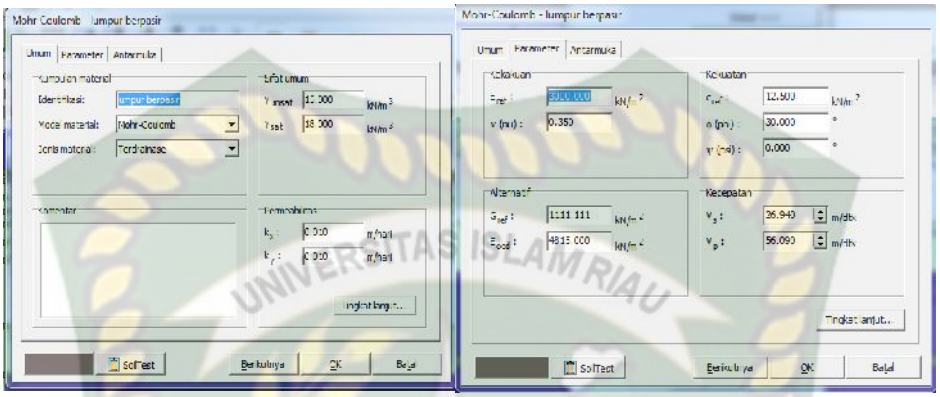
Setelah kondisi eksisting dimodelkan kedalam program, diperlukan *input* parameter bahan ke dalam elemen-elemen yang telah dibuat meliputi parameter tanah, parameter *soldier pile*, beban parkir serta beban gedung disekitarnya. Penjelasan parameter *input* yang digunakan dalam simulasi pemodelan akan dijelaskan sebagai berikut:

a. Input Parameter Tanah

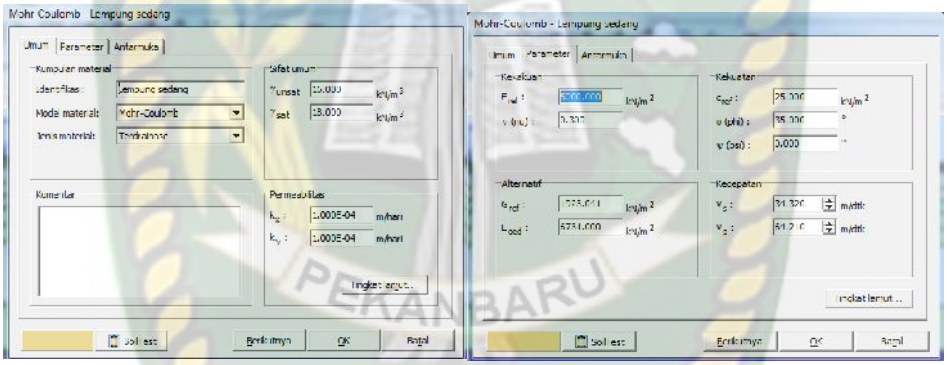
   Kriteria keruntuhan bahan yang digunakan adalah Mohr Coulomb dimana kriteria keruntuhan ini dipengaruhi oleh paling sedikit 5 buah parameter

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

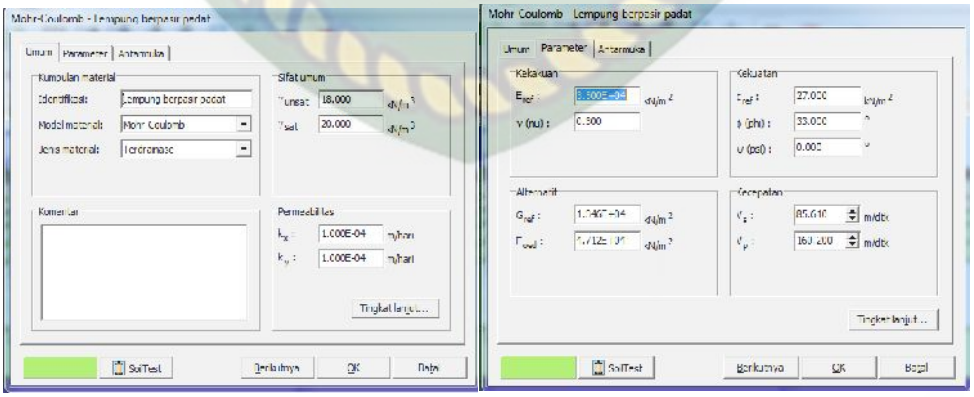
bahan, antara lain sudut gesek internal (φ), kohesi (c), Modulus Young's (E*), poisson's ratio* (ν), dan sudut dilatasi (ψ). Parameter lain yang juga dibutuhkan dalam pemodelan ini adalah berat volume basah (γ_b), berat volume jenuh (γ_{sat}) dan koefisien permeabilitas (k).



Gambar 4.10 Jendela Input Untuk Data Tanah lumpur pasir

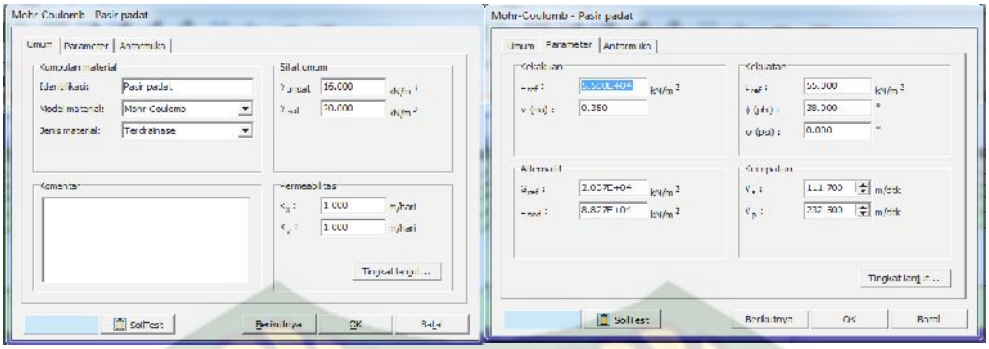


Gambar 4.11 Jendela Input Untuk Data Tanah Lempung sedang

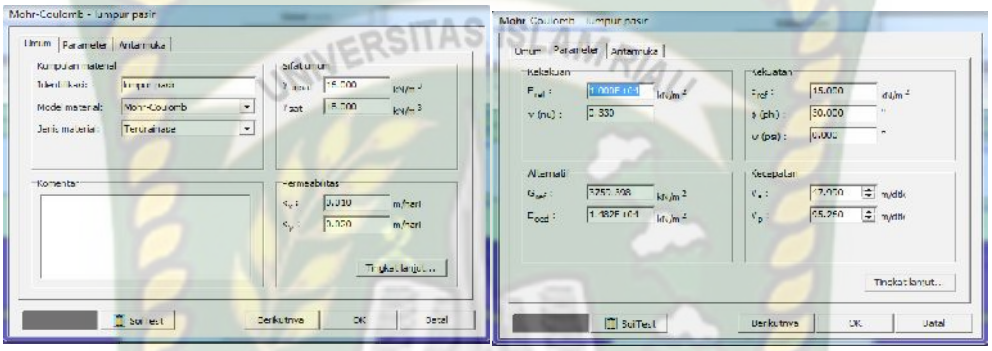


Gambar 4.12 Jendela Input Untuk Data Tanah Lempung Berpasir Padat

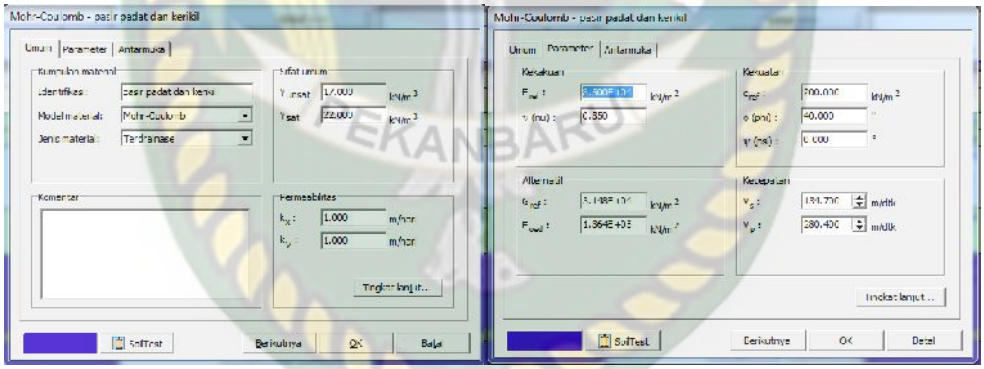
Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :



Gambar 4.13 Jendela Input Untuk Data Tanah Pasir Padat



Gambar 4.14 Jendela Input Untuk Data Tanah Lumpur Pasir



Gambar 4.15 Jendela Input Untuk Data Tanah Pasir dan Kerikil

b. Input Parameter Dinding Penahan Tanah

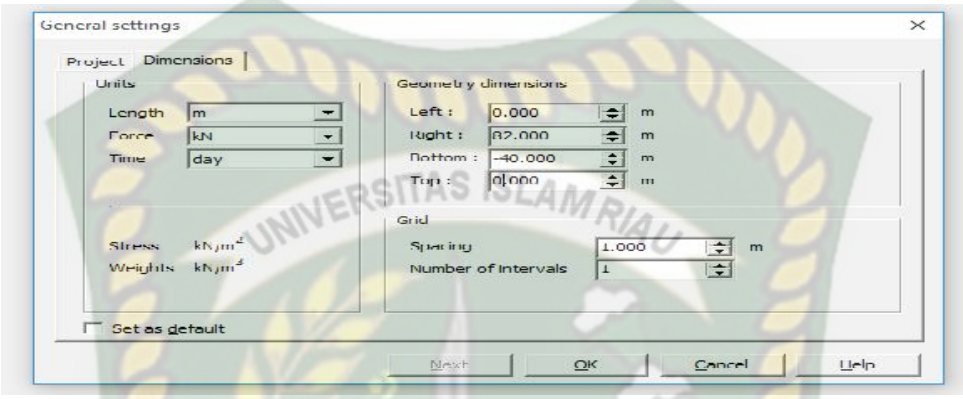
Material dinding penahan tanah yang dimodelkan adalah *soldier pile* dengan diameter 60 cm. Material yang terbentuk dengan bahan pengikat semen dengan mutu beton k-300 yang akan dianalisis karena pengaruhnya terhadap gaya lateral dan perpindahan akibat bangunan dan beban yang ada disekitar yang digambarkan dalam pemodelan.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Adapun tahapan dalam analisa dengan menggunakan Plaxis yaitu:

a. Permodelan *Soldier Pile*

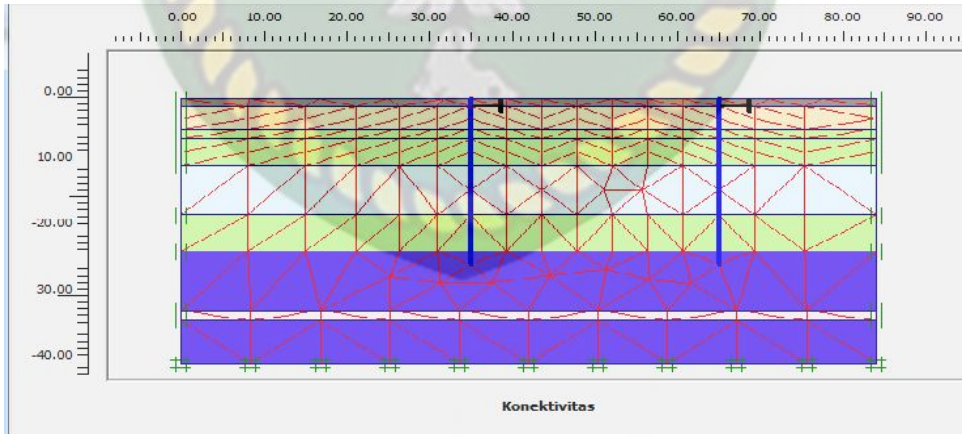
Dalam menggunakan plaxis,komponen*soldier pile* pada desain akan dimodelkan dengan model *plane strain*, untuk permodelan komponen dapat dilihat pada gambar 4.7 dibawah ini:



Gambar 4.16 Jendela Pengaturan

b. Penetapan *Boundry Conditions*

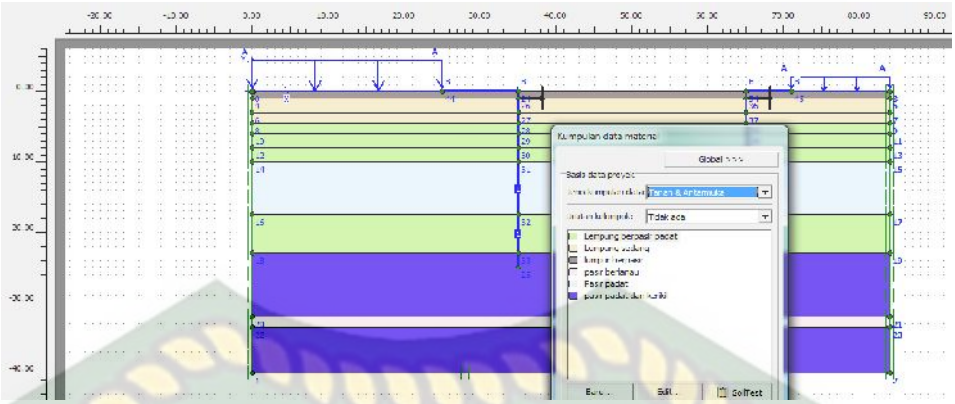
Boundry condition yang digunakan merupakan standart fixities sehingga Plaxis sendiri yang akan menetapkan kondisi batas agar perilaku permodelan serealistis mungkin.



Gambar 4.17 Penetapan *Boundary Conditions*

Semua jenis tanah akan dimodelkan kedalam model *mohr-coulomb*,semua tanah dimodelkan setelah geometri tanah dibuat dengan menggunakan *geometric line*yang membentuk sebuah ruang-ruang,seperti gambar

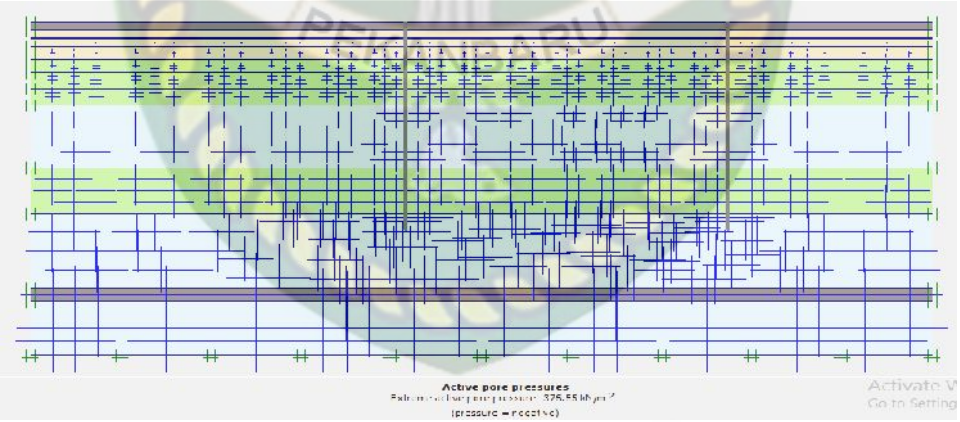
Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :



Gambar 4.18 Permodelan *SoldierPile* Dan Lapisan Tanah

c. Penetapan *Initial Condition*

Penetapan *initial condition* melibatkan dua analisis, yaitu analisis initial pore dan analisis initial pressures.Untuk menganalisis tekanan air pori awal,harus ditetapkan terlebih dahulu kedalaman muka air tanah.Pada desain ini,muka air tanah berada 3 meter dari muka tanah,analisis tekanan tanah awal dilakukan secara otomatis oleh PLAXIS dengan menggunakan rumus Jaky dimana K_0 bernilai sama dengan 1-sin Φ,seperti gambar berikut:



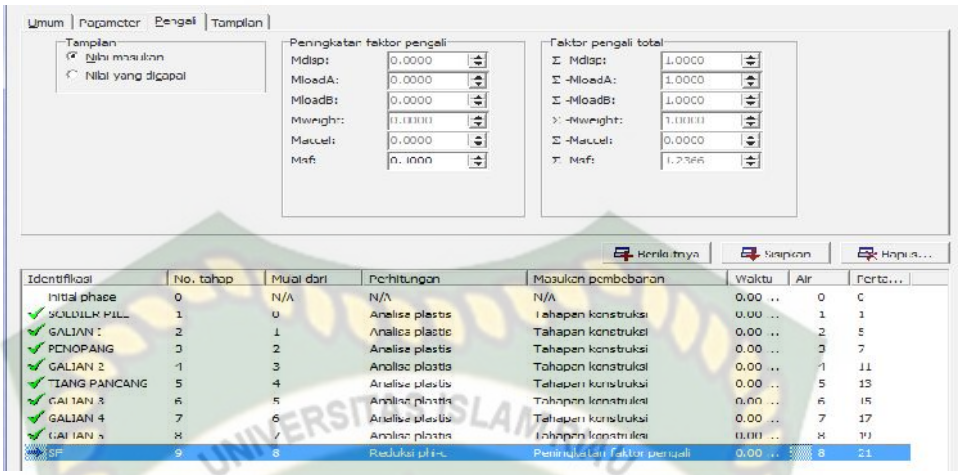
Gambar 4.19 Penetapan *Initial Conditions*

d. Tahapan Perhitungan

Pada tahap perhitungan ini, jenis analisis yang dipilih adalah analisis jangka pendek (plastis) dan analisis panjang (konsolidasi) sehingga diperoleh pada akhir perhitungan merupakan deformasi kumulatif dari semua tahap perhitungan.

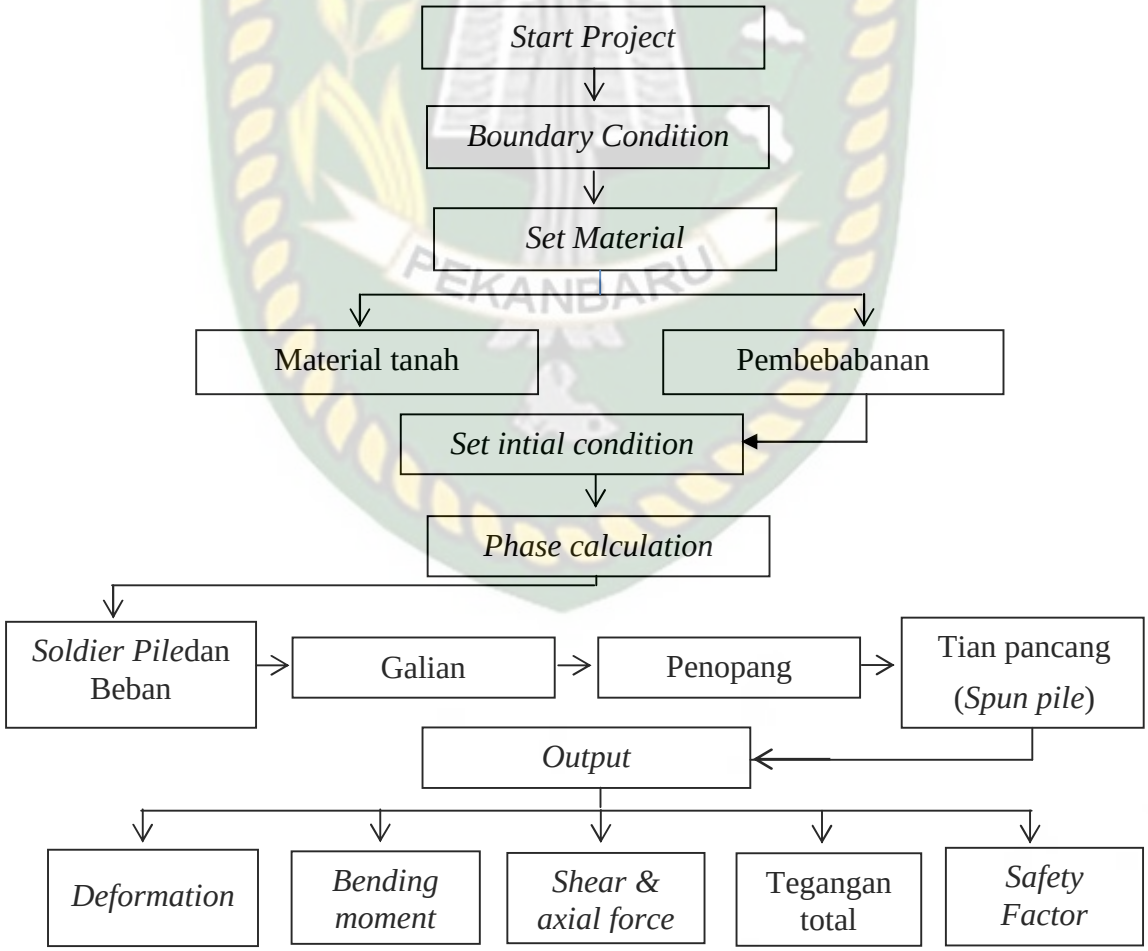
Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Langkah-langkah perhitungan dapat dilihat pada gambar 4.20



Gambar4.20 Jendela *Calculation* PLAXIS 2D v.8.6

Berikut ini adalah skema penggunaan PLAXIS 2D dari mulai awal pengerjaan projek sampai dengan selesai.



Gambar 4.21 Skema PLAXIS 2D v.8.6

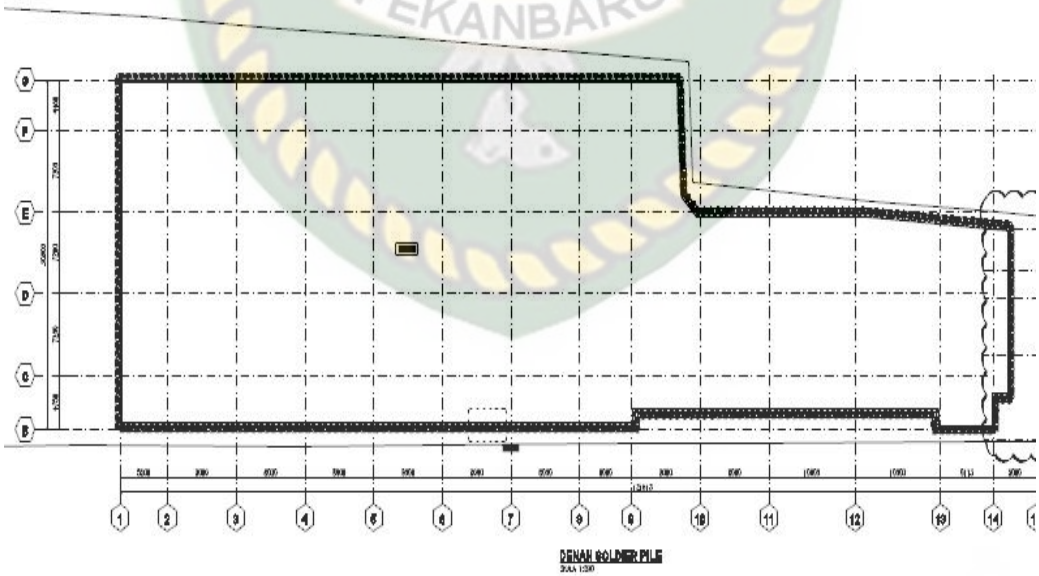
Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

BAB V
HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Gambaran Umum

Penelitian ini dilakukan pada pembangunan *basement* gedung menara BRI di JL. Jend. Sudirman Pekanbaru, dimana pada pekerjaan basementnya menggunakan *soldier pile* dengan diameter 60 cm, dengan kedalaman masing-masing *soldier pile* 25 m dari muka tanah, dengan mutu beton yang digunakan pada K-300 (*fc*' = 25 Mpa), dan penyelidikan tanah menggunakan data hasil *standardpenetration test* (N-SPT).

Dinding penahan tanah dengan *soldier pile*padagedung Menara BRI Pekanbaru, pada penelitian ini, menghitung beban lateral dan *displacement* yang terjadi pada *soldier pile*, menghitung tegangan-tegangan yang terjadi pada tanah akibat pemancangan *soldier pile* apakah dapat stabil menahan gaya lateral yang terjadi serta apakah *soldier pile* aman terhadap pondasi tiang akibat galian basement. *Soldier pile*dihitung menggunakan metode elemen hingga dengan bantuan aplikasi PLAXIS 2D. Denah *soldier pile* pada gedung Menara BRI JL. Jend. Sudirman Pekanbarudapat dilihat pada Gambar 5.1

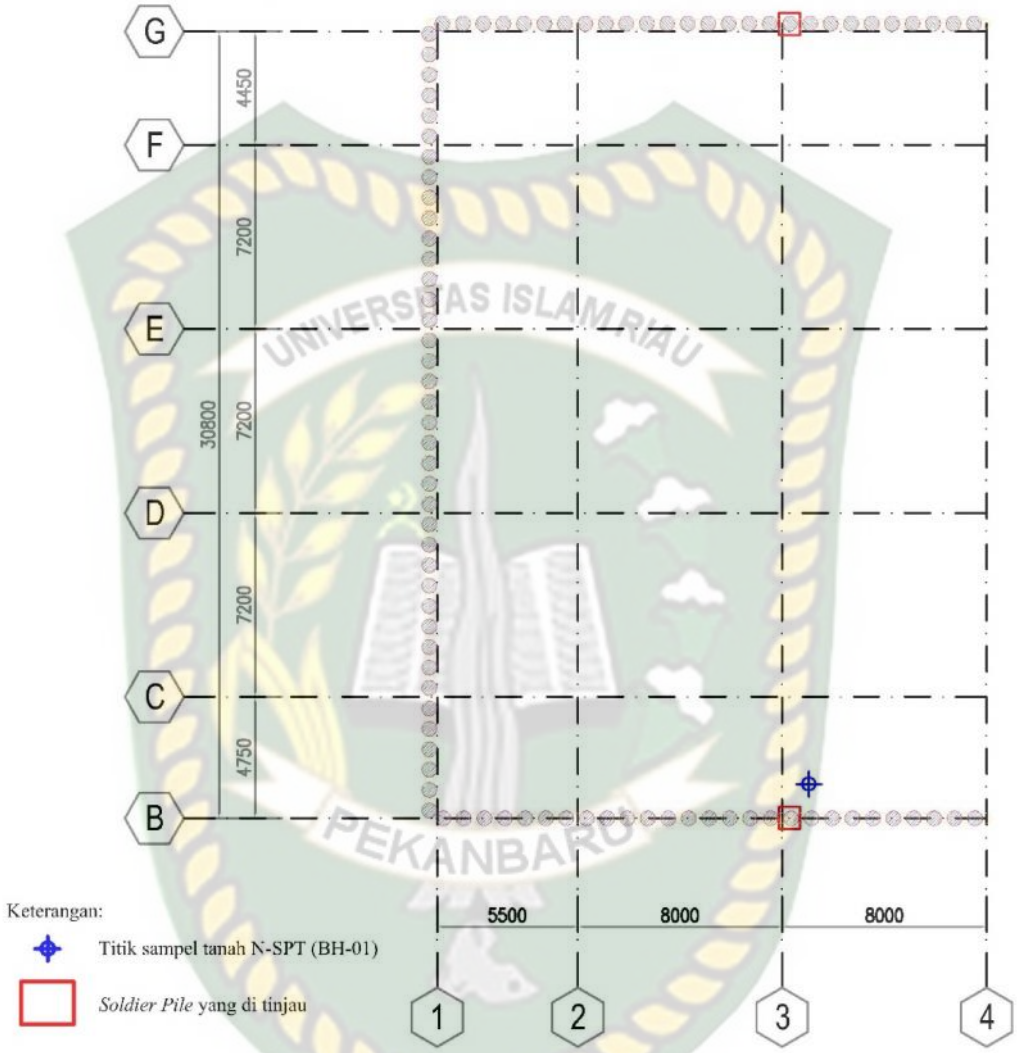


Gambar 5.1 Denah *Soldier Pile*

(Sumber: PP, 2017)

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

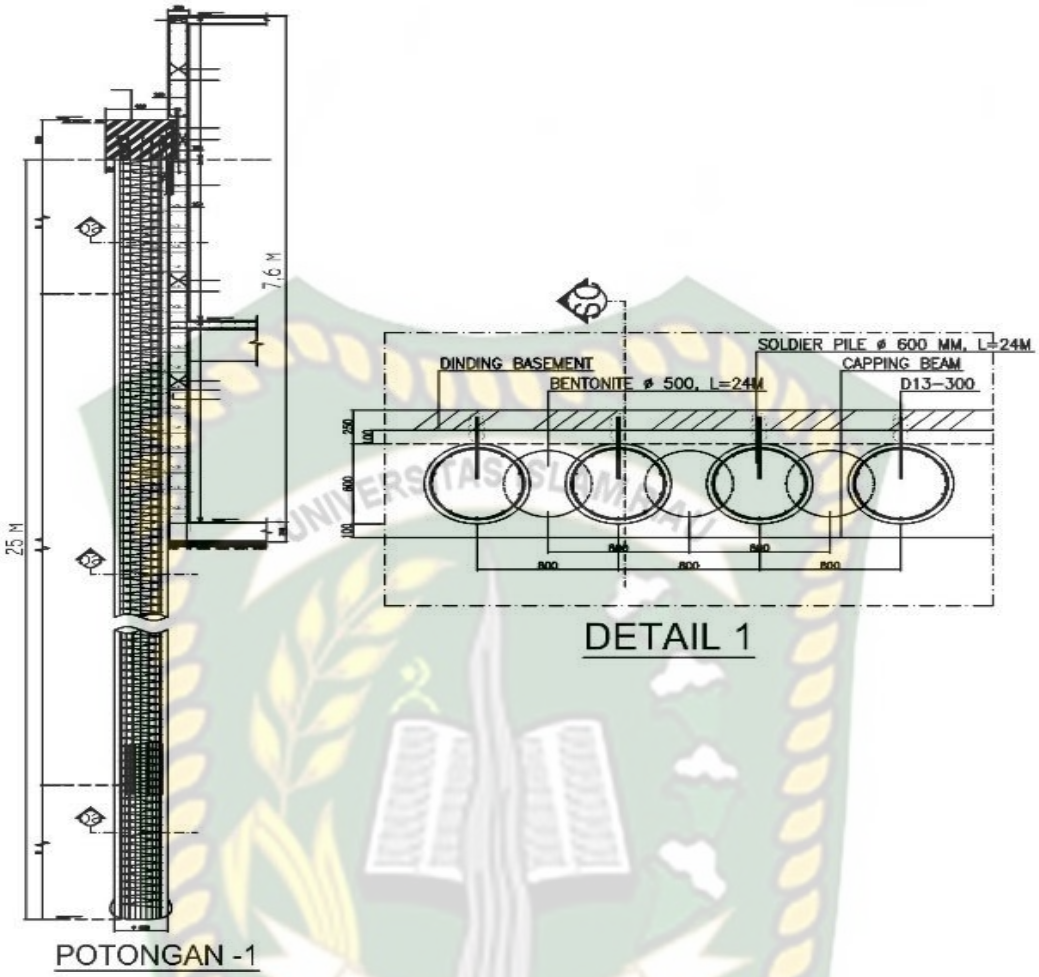
Adapun letak *soldier pile* pada pembangunan gedung menara BRI Pekanbaru,berada pada sekeliling gedung menara BRI Pekanbaru.



Gambar 5.2 *Soldier Pile* yang ditinjau Berdasarkan BH-01

Berdasarkan gambar denah *soldier pile* diatas maka didapatkan gambar potongan melintang *soldier pile* pada dua sisi *soldier pile* seperti terlihat pada Gambar 5.3

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :



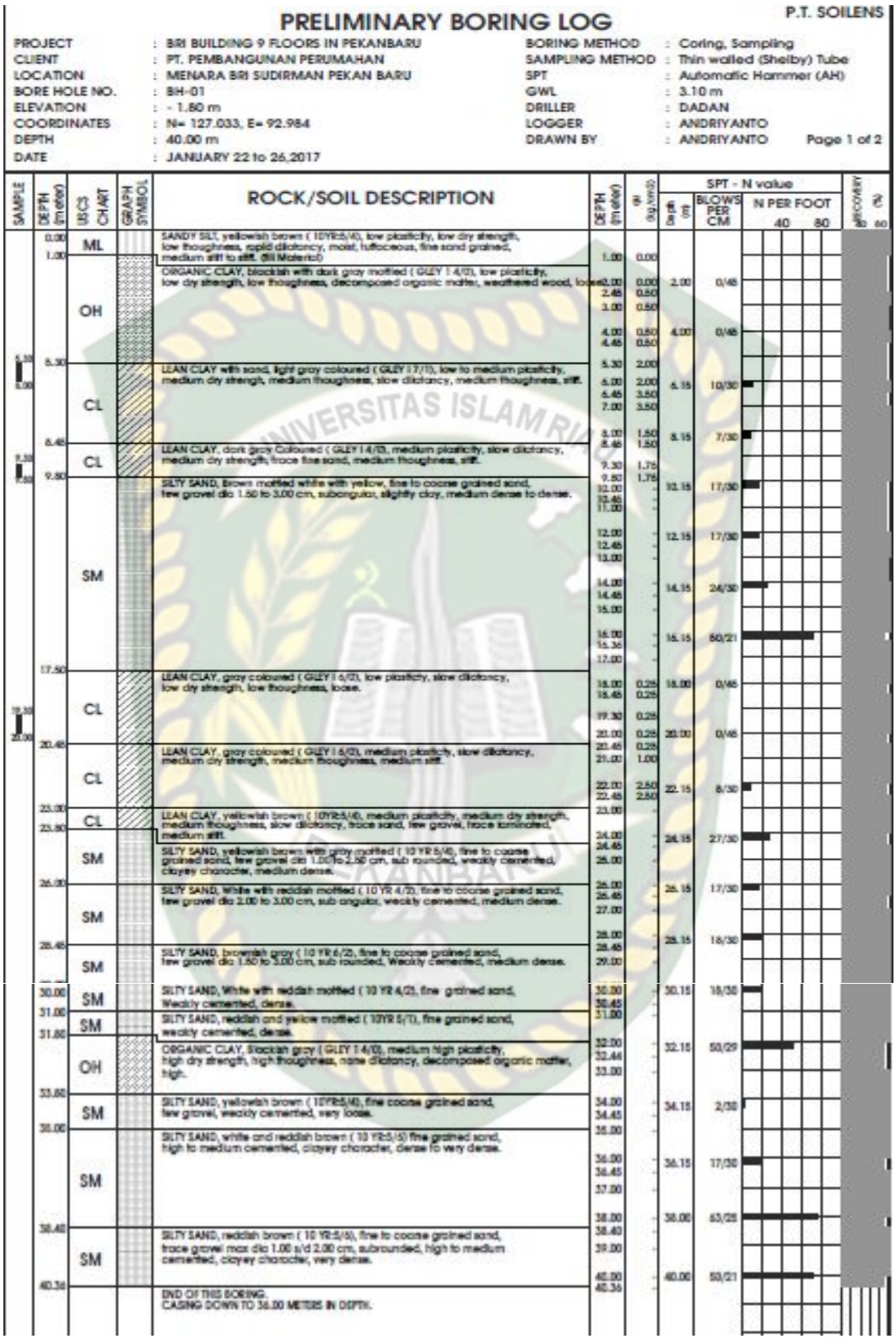
Gambar 5.3 Potongan *Soldier Pile*(A) Tampak Melintang, (B) Tampak Atas

5.2 Data Teknis Tanah

Data Tanah yang didapatkan dari hasil tes, baik dari lapangan maupun pada laboratorium tidak selalu lengkap, dibutuhkan hasil korelasi-korelasi data tanah untuk melengkapi parameter-parameter lainnya guna membantu dalam perancangan atau analisa.Hasil evaluasi lapangan dan studi literatur yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa susunan lapisan tanah yang menempati area sekitar gedung menara BRIyang terletak di Jl. Jend. Sudirman, Kecamatan Marpoyan Damai, kota Pekanbaru adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil litologi dari pekerjaan pengeboran ini untuk BH-01, susunan formasi litologinya sebagaimana Gambar 5.4

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :



PRELIMINARY BORING LOG

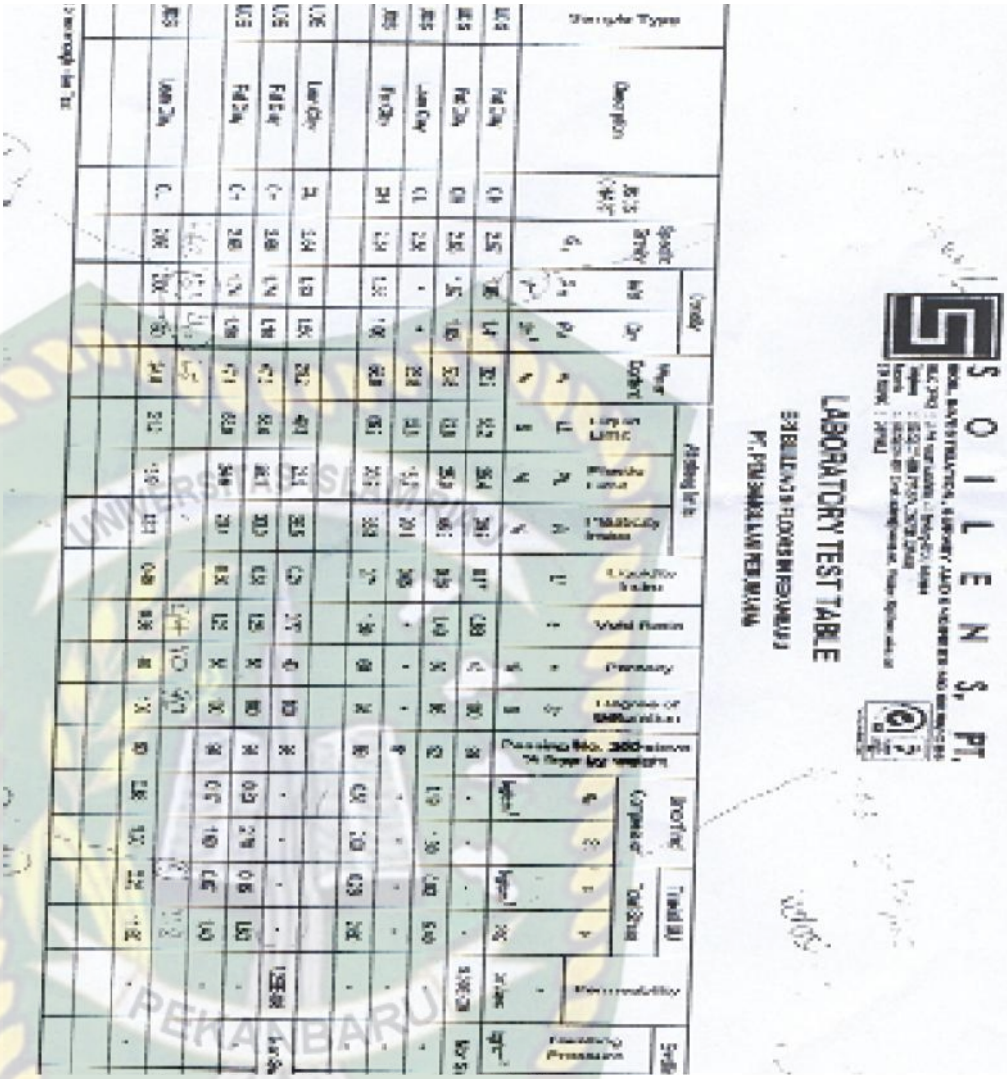
P.T. SOILENS

PROJECT	: BRI BUILDING 9 FLOORS IN PEKANBARU	BORING METHOD	: Coring, Sampling
CLIENT	: PT. PEMBANGUNAN PERUMAHAN	SAMPLING METHOD	: Thin walled (Shelby) Tube
LOCATION	: MENARA BRI SUDIRMAN PEKAN BARU	SPT	: Automatic Hammer (AH)
BORE HOLE NO.	: BH-01	GWL	: 3.10 m
ELEVATION	: - 1.80 m	DRILLER	: DADAN
COORDINATES	: N= 127.033, E= 92.984	LOGGER	: ANDRIYANTO
DEPTH	: 40.00 m	DRAWN BY	: ANDRIYANTO
DATE	: JANUARY 22 to 26,2017		Page 1 of 2

SAMPLE	DEPTH (meter)	USCS CHART	GRAPH SYMBOL	ROCK/SOIL DESCRIPTION	DEPTH (meter)	qu (kg/cm2)	SPT - N value Depth (m)	BLOWS PER CM	N PER FOOT 40 80	RECOVERY (%) 60
	0.00	ML		SANDY SILT, yellowish brown (10YR5/4), low plasticity, low dry strength, low thoughness, rapid dilatancy, moist, tuffaceous, fine sand grained, medium stiff to stiff. (Fill Material)						
	1.00	OH		ORGANIC CLAY, blackish with dark gray mottled (GLEY 1 4/1), low plasticity, low dry strength, low thoughness, decomposed organic matter, weathered wood, loose	1.00	0.00				
					2.00	0.00	2.00	0/45		
					2.45	0.60				
					3.00	0.60				
					4.00	0.60	4.00	0/45		
					4.45	0.60				
	5.30	CL		LEAN CLAY with sand, light gray coloured (GLEY 1 7/1), low to medium plasticity, medium dry strength, medium thoughness, slow dilatancy, medium thoughness, stiff.	5.30	2.00				
					6.00	2.00	6.15	10/30		
					6.45	3.60				
					7.00	3.60				
					8.00	1.60	8.15	7/30		
	8.45	CL		LEAN CLAY, dark gray Coloured (GLEY 1 4/1), medium plasticity, slow dilatancy, medium dry strength, trace fine sand, medium thoughness, stiff.	8.45	1.60				
					9.30	1.75				
	9.80	SM		SILTY SAND, Brown mottled white with yellow, fine to coarse grained sand, few gravel dia 1.50 to 3.00 cm, subangular, slightly clay, medium dense to dense.	9.80	1.75				
					12.00	-	12.15	17/30		
					12.45	-				
					13.00	-				
					14.00	-	14.15	24/30		
					14.45	-				
					15.00	-				
					16.00	-	16.15	50/21		
					16.36	-				
					17.00	-				
	17.50	CL		LEAN CLAY, gray coloured (GLEY 1 6/1), low plasticity, slow dilatancy, low dry strength, low thoughness, loose.	18.00	0.25	18.00	0/45		
					18.45	0.25				
					19.30	0.25				
					20.00	0.25	20.00	0/45		
	20.45	CL		LEAN CLAY, gray coloured (GLEY 1 6/1), medium plasticity, slow dilatancy, medium dry strength, medium thoughness, medium stiff.	20.45	0.25				
					21.00	1.00				
					22.00	2.60	22.15	8/30		
					22.45	2.60				
	23.00	CL		LEAN CLAY, yellowish brown (10YR5/4), medium plasticity, medium dry strength, medium thoughness, slow dilatancy, trace sand, few gravel, trace laminated, medium stiff.	23.00	-				
	23.80	SM		SILTY SAND, yellowish brown with gray mottled (10 YR 5/4), fine to coarse grained sand, few gravel dia 1.00 to 2.50 cm, sub rounded, weakly cemented, clayey character, medium dense.	24.00	-	24.15	27/30		
					24.45	-				
					25.00	-				
	26.00	SM		SILTY SAND, White with reddish mottled (10 YR 4/2), fine to coarse grained sand, few gravel dia 2.00 to 3.00 cm, sub angular, weakly cemented, medium dense.	25.00	-	26.15	17/30		
					26.45	-				
					27.00	-				
					28.00	-	28.15	16/30		
	28.45	SM		SILTY SAND, brownish gray (10 YR 6/2), fine to coarse grained sand, few gravel dia 1.50 to 3.00 cm, sub rounded, Weakly cemented, medium dense.	28.45	-				
					29.00	-				
	30.00	SM		SILTY SAND, White with reddish mottled (10 YR 4/2), fine grained sand, Weakly cemented, dense.	30.00	-	30.15	18/30		
	30.45				30.45	-				
	31.00	SM		SILTY SAND, reddish and yellow mottled (10YR 5/1), fine grained sand, weakly cemented, dense.	31.00	-				
	31.80	OH		ORGANIC CLAY, Blackish gray (GLEY 1 4/1), medium high plasticity, high dry strength, high thoughness, none dilatancy, decomposed organic matter, high.	32.00	-	32.15	50/29		
					32.44	-				
					33.00	-				
	33.80	SM		SILTY SAND, yellowish brown (10YR5/4), fine coarse grained sand, few gravel, weakly cemented, very loose.	34.00	-	34.15	2/30		
					34.45	-				
	35.00	SM		SILTY SAND, white and reddish brown (10 YR5/6) fine grained sand, high to medium cemented, clayey character, dense to very dense.	35.00	-				
					36.00	-	36.15	17/30		
					36.45	-				
					37.00	-				
	38.40	SM		SILTY SAND, reddish brown (10 YR5/6), fine to coarse grained sand, trace gravel max dia 1.00 s/d 2.00 cm, subrounded, high to medium cemented, clayey character, very dense.	38.00	-	38.00	63/25		
					38.40	-				
					39.00	-				
					40.00	-	40.00	50/21		
	40.36			END OF THIS BORING. CASING DOWN TO 36.00 METERS IN DEPTH.	40.36	-				

Gambar 5.4 Data Tanah N-SPT Titik BH-01
(Sumber: PP, 2017)

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :



Gambar 5.5 Data Tanah Hasil Uji Labor

(Sumber: PP, 2017)

Berdasarkan data penyelidikan tanah hasil N-SPT dan data tanah hasil uji labor seperti gambar diatas, dapat disimpullkan ada 6 jenis tanah yang berbeda sesuai kedalaman masing-masing tanah yakni lumpur berpasir (gambut), lempung sedang, lempung berpasir padat, lumpur pasir, serta pasir padat dan kerikil.Seperti terlihat pada Tabel 5.1

Tabel 5.1 Jenis – Jenis Tanah Berdasarkan BH-01

Lumpur berpasir	cokelat	plastisitas rendah		**1 m**
lempung sedang		abu-abu		

Dokumen ini adalah Arsip Milik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau

plastisitas rendah	**5 m**
Lempung sedang abu-abu gelap kekakuan rendah kadar air sedang	**10 m**
Lempung berpasir padat abu-abu cerah kepadatan sedang kadar air sedang	**17.5m**
pasir padat abu-abu gelap kepadatan sedang plastisitas sedang kadar air sedang	**33 m**
Lumpur Pasir abu kehitaman plastisitas tinggi	**34m**
pasir padat dan kerikil abu-abu cerah plastisitas tinggi sangat padat	**40 m**

Selanjutnya korelasi-korelasi yang digunakan untuk mendapatkan parameter data tanah seperti modulus young (E), *Poisson ratio* (v'), Berat tanah jenuh (ɤsat),Berat tanah tidak jenuh (ɤb),kohesi (c),sudut geser (φ) Kx dan Ky, dapat dilihat berdasarkan tabel korelasi tanah (pembahasan pada bab 3 hal 19-22)adalah seperti pada Tabel 5.2

Tabel 5.2 Model dan Data Input Parameter Tanah

Input Parameter	Lumpur berpasir	Lempug sedang	Lempung berpasir padat	Pasir padat	Lumpur pasir	Pasir padat dan kerikil	satuan

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Kedalaman	0 -1	1 - 5	5-10, & 17.5 -23	10 - 17.5	32 – 33	23 - 32, & 33 - 40	m
N-SPT	0 - 4	4 - 7	7 - 10	17 - 50	0 – 4	17 - 63	-
Model	*M0hr-Coulomb*	*M0hr-Coulomb*	*M0hr-Coulomb*	*M0hr-Coulomb*	*M0hr-Coulomb*	*M0hr-Coulomb*	-
Type	*Drained*	*Undrained*	*Undrained*	*Drained*	*Drained*	*Drained*	-
Modulus Young (E)	3000	5000	35000	55000	10000	85000	kN/m^2
Poisson ratio (v')	0,35	0,30	0,3	0.35	0.33	0.35	-
Berat tanah jenuh (ɤsat)	18	17	20	20	18	22	kN/m^3
Berat tanah tidak jenuh (ɤunsat)	15	15	18	16	16	17	kN/m^3
kohesi (c)	12.5	15	60	200	30	200	kN/m^2
Sudut geser (φ)	30	22	28	38	15	40	-
Kx	0.01	$1x\ 10^{-4}$	$1x\ 10^{-4}$	1	0.01	1	m/hari
Ky	0.02	$1x\ 10^{-4}$	$1x\ 10^{-4}$	1	0.02	1	m/hari

Dimana:

Modulus elastisitas (E) diambil dari tabel 3.2

Angka poisson (v) diambil dari tabel 3.3

Berat tanah jenuh (ɤsat) diambil dari tabel 3.1

Berat tanah tidak jenuh (ɤunsat)diambil dari tabel 3.1

Kohesi (c) dapat diambil dari tabel 3.6

Sudut geser (φ) diambil dari tabel 3.4

Permeabilitas (kx) didapat dari persamaan 3.7

Permeabilitas (ky) didapat dari persamaan 3.7

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Tanah lempung lunak diambil dari Ngawi-2 yang berasal dari Ngawi, jawa timur. Dalam plaxis ada 3 analisis *undrained* yaitu pertama analisis *undrained* A (metoda A), analisis dalam tegangan efektif: tipe perilaku material dipilih *undrained* A, kuat geser tanah tegangan efektif: c',φ',ψ' dan kekakuan tanah efektif: $E_{50,\ v}$. Kedua analisa *undrained* B (metoda B), dimana tipe perilaku material dipilih *undrained* (*undrained* B), kuat geser tanah tegangan total: c=c_u, φ=0, ψ=0, kekuatan efektif: $E_{50,\ v}'$, dan yang ketiga adalah analisa *undrained* C. (metoda C), analisa dalam tegangan efektif: tipe perilaku material dipilih *drained/non pourus*, *undrained* C, Kuat geser tanah tegangan total: c=c_u, φ=0, ψ=0, dan kekakuan tanah efektif: E_u, v_u =0,495. Pada pengujian ini, analisa yang digunakan adalah analisa *undrained* B (metoda B)

5.3 Pemodelan pada Plaxis

Model geometri *soldier pile* yang ditinjau adalah bagian *soldier pile* per meter persegi yang berada pada titik pengambilan sampel tanah daerah penelitian. Idealisasi geometrik dilakukan untuk memperoleh nilai-nilai kekuatan aksial (EA) dan kekuatan lentur (EI) juga dimensi *soldier pile* tersebut.

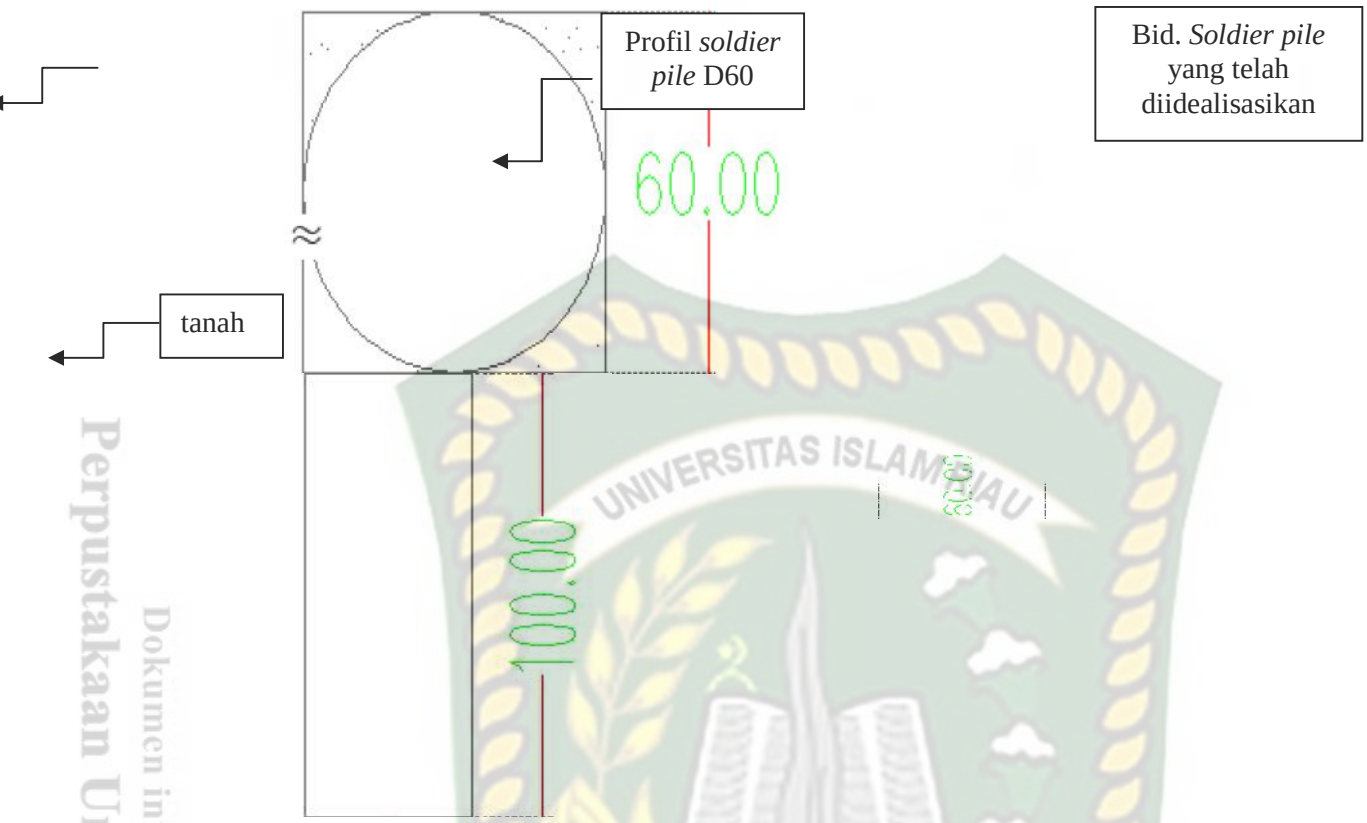
Adapun langkah-langkah pemodelan dalam program Plaxis 2D v8.6 adalah:

1. Perhitungan geometri *soldier pile*dan penopang

   Material dinding penahan tanah yang dimodelkan adalah *soldier pile* dengan diameter 60 cm. Material yang terbentuk dengan bahan pengikat semen dengan mutu beton k-300 yang akan dianalisis karena pengaruhnya terhadap gaya lateral dan perpindahan akibat bangunan dan beban yang ada disekitar yang digambarkan dalam pemodelan.Parameter-parameter dinding penahan tanah ini telah diidealisasikan seperti terlihat pada tabel berikut.(Idealisasi geometrik penampang *soldier pile* dapat dilihat pada lampiran hal A-1& A-2)

   Penampang *soldier pile* diameter 60 cm diilustrasikan pada Gambar 5.6.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :



Gambar 5.6 Penampang *Soldier pile* yang akan Diidealisasikan

Pada Gambar 5.6 terlihat bahwa bidang profil *soldier pile* dibagi menjadi beberapa bidang terhadap tanah yang ada disekitarnya. Tahapan perhitungan inersia tersebut dimulai dengan menentukan titik berat, kemudian menghitung tinggi efektif atau yt, kemudian menghitung luasan dan perhitungan inersia total Ix Rekapitulasi idealisasi geometri pada penampang *soldier pile* D60 dapat dilihat pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Input parameter *soldier pile*dan penopang

Input Parameter	Soldier pile	Satuan
Kekuatan Aksial (EA)	8.991051,50	kN/m

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Kekuatan Lentur (EI)	166.972,75	kNm2/m
poisson ratio (v)	0,3	-
berat (w)	8,364	kN/m/m
d = (EI/EA x 12)^0,5	0,52	m

Tabel 5.3 menunjukkan besar nilai kekuatan Aksial (EA) *soldier pile* adalah sebesar 8.991051,50kN/m, dan besar nilai kekuatan lentur (EI) nya adalah 166.972,75 kNm2/m. Perhitungan nilai EA dan EI diperoleh berdasarkan idealisasi geometrik pada penampang *soldier pile* pada lampiram A-1. Untuk nilai *poisson ratio*(v) *soldier pile* sebesar 0,3 dengan berat 8,364 kN/m/m dan diameter 0,6 m.

Parameter material Penopang yang telah diidealisasikan disajikan pada Tabel 5.4.

Tabel 5.4 Parameter untuk material Penopang

Input Parameter	Penopang	Satuan
Kekuatan Aksial (EA)	56.520000	kN/m

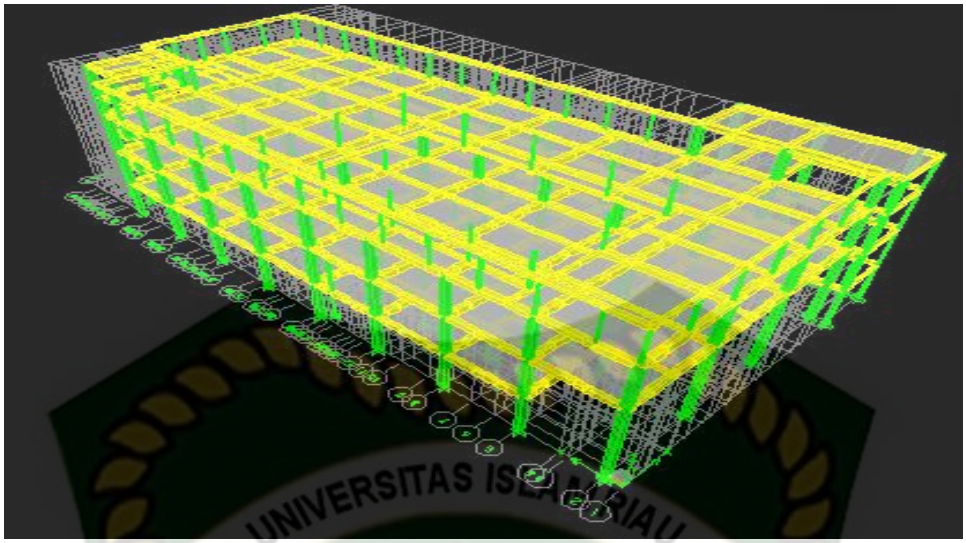
2. Beban gedung struktur pada sekitar dinding penahan tanah dihitungdan dimodelkan sebagai elemen beban merata.

Beban gedung yang berada di sekitar dinding penahan tanah antara lain:

a. Perhitungan beban gedung Kantor BPKP dengan ETABS.

Perhitungan beban gedung BPKP diperoleh dengan menggunakan bantuan *software* ETABS. Input parameter-parameter yang digunakan sesuai dengan gambar *soft drawing*, sehingga diperoleh hasil Pemodelan gedungseperti pada gambar 5.6

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :



Gambar 5.7 Pemodelan kantor BPKP

Center Mass Rigidity

Edit View

Center Mass Rigidity

Story	Diaphragm	MassX	MassY	XCM	YCM	CumMassX	CumMassY	XCCM
STORY3	D1	1326.7837	1326.7837	21.073	9.022	1326.7837	1326.7837	21.073
STORY2	D1	73578.6965	73578.6965	10.259	23.287	74905.4802	74905.4802	10.451
STORY1	D1	62193.6975	62193.6975	10.279	26.965	137099.1777	137099.1777	10.373

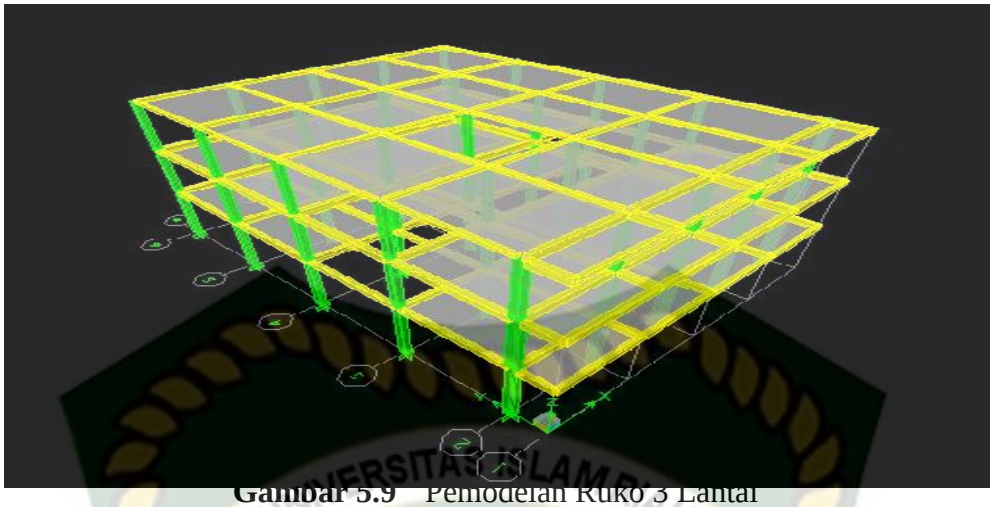
Gambar 5.8 Massa total kantor BPKP

Dalam hal ini diperoleh beban maksimum gedung Kantor BPKP sebesar 137.099,1777 kg/m atau 137 kN/m^2

b. Perhitungan beban bangunan ruko 3 lantai

Untuk memperoleh beban pada bangunan ruko, ruko dimodelkan dengan bantuan aplikasi ETABS. Data yang digunakan seperti dimensi kolom, balok, dan plat disesuaikan dengan standart SNI 03-2847-2002 tentang tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan Gedung.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :



Gambar 5.9 Pemodelan Ruko 3 Lantai

Center Mass Rigidity

Edit View

Certer Mass Rigidity

Story	Diaphragm	MassX	MassY	XCM	YCM	CumMassX	CumMassY	XCCM
STORY2	D1	31720.6743	31720.6743	8.000	11.084	31720.6743	31720.6743	8.000
STORY1	D1	32167.7662	32167.7662	8.000	11.085	63888.4404	63888.4404	8.000

Gambar 5.10 Massa ruko 3 Lantai

Dalam hal ini diperoleh beban gedung struktur ruko 3 lantai sebesar 63.888,4404 kg/ m atau sebesar 64 kN/m^2.

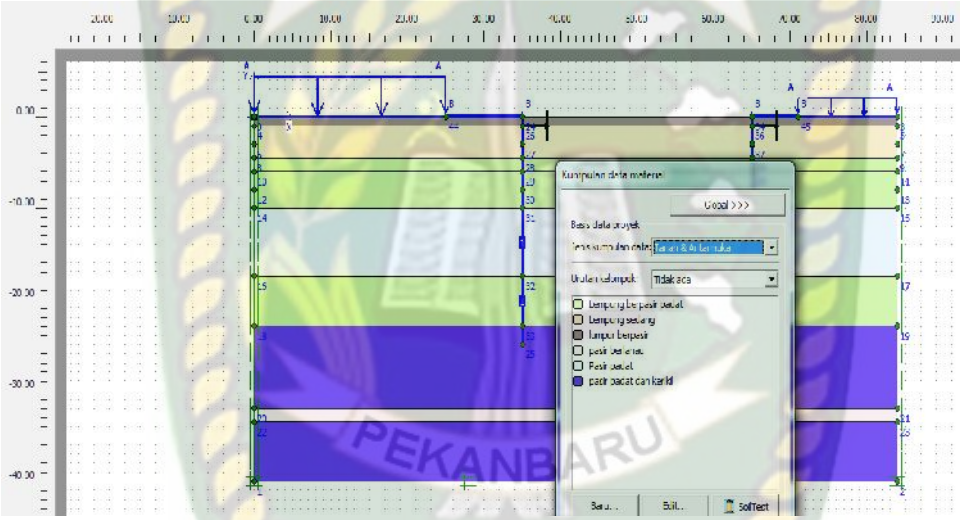
c. Beban parkir khusus motor dan pejalan kaki diantara bangunan gedung dengan dinding penahan tanah diasumsikan sebagai beban merata sebesar 5 kN/m^2.

5.4 Input Parameter Material

Setelah kondisi eksisting dimodelkan kedalam program, diperlukan *input* parameter bahan ke dalam elemen-elemen yang telah dibuat, meliputi parameter tanah, parameter *soldier pile*, penopang atau penyangga, beban parkir serta beban gedung disekitarnya. Penjelasan parameter *input* yang digunakan dalam simulasi pemodelan akan dijelaskan sebagai berikut:

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

1. Bentuk geometri dinding penahan tanah disesuaikan dengan data pengukuran topografi sedangkan data lapisan tanah didapat dari hasil korelasi data sondir ke N-SPT kemudian nilai N-SPT dikorelasikan ke data tanah yang dibutuhkan. Kriteria keruntuhan bahan yang digunakan adalah Mohr Coulomb dimana kriteria keruntuhan ini dipengaruhi oleh paling sedikit 5 buah parameter bahan, antara lain sudut gesek internal (φ), kohesi (c), Modulus Young's (E*), poisson's ratio* (ν), dan sudut dilatasi (ψ). Parameter lain yang juga dibutuhkan dalam pemodelan ini adalah berat volume basah (γ_b), berat volume jenuh (γ_{sat}) dan koefisien permeabilitas (k).

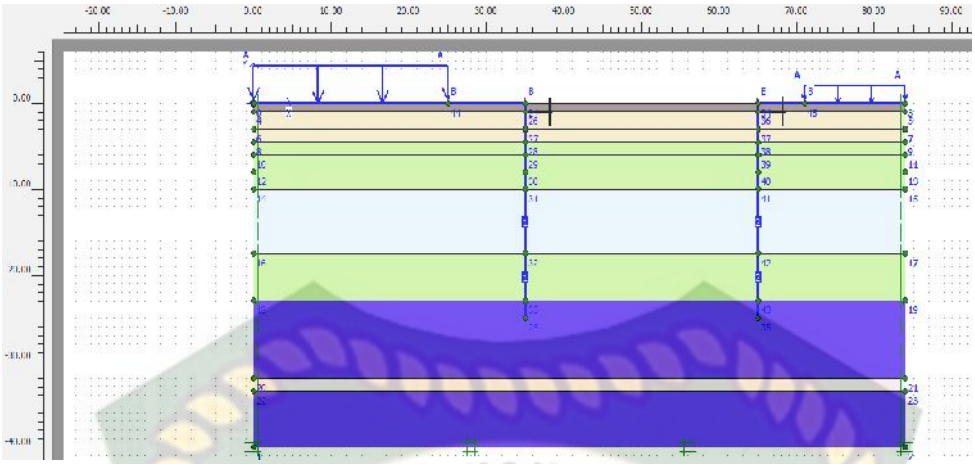


Gambar 5.11 Input Parameter Tanah

2. Input Pembebanan

Beban yang berada pada sekitar dinding penahan tanah dihitung dan dimodelkan sebagai elemen beban merata. Beban yang akan diinput yakni beban parkir dan pejalan diantara gedung dan dinding penahan tanah yangdiasumsikan sebesar 5 kN/m^2, beban gedung kantor BPKP sebesar 137.099,1777 kg/m atau 137 kN/m^2 dan beban ruko sebesar 63.888,4404 kg/m atau sebesar 64 kN/m^2sertaidealisasi geometrik*soldier pile*sesuai hasil perhitungan pada tabel 5.3.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

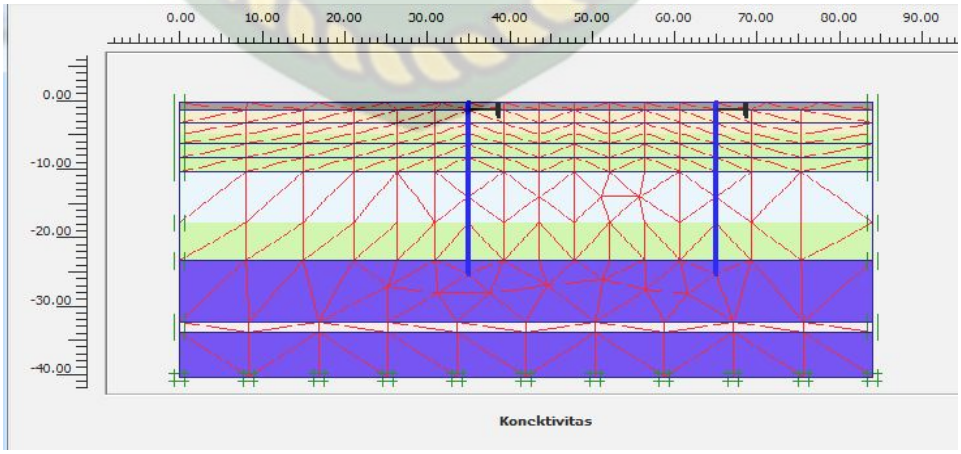


Gambar 5.12 Input Pembebanan

Setelah geometri dan parameter material dari model telah dimasukkan, tahap selanjutnya adalah menerapkan kondisi batas pada model. Dalam program Plaxis, kondisi batas yang tersedia adalah jepit standar (*standar fixities*) dan kondisi batas untuk gempa (*standarearthquake boundaries*).

3. Diskritisasi Elemen

Setelah kondisi batas diterapkan pada model, langkah selanjutnya adalah model geometri dibagi menjadi elemen-elemen imajiner (*meshing*). Penyusunan jaringan elemen dalam program Plaxis digunakan jenis *very fine*. Bentuk meshing model disajikan dalamberikut ini.



Gambar: 5.13 Diskritisasi Elemen pada Model

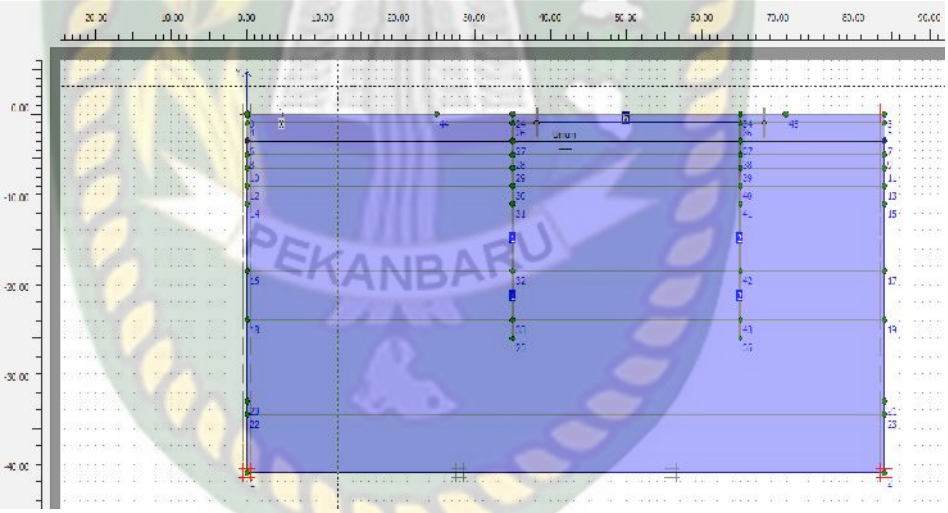
Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

4. Perhitungan

Sebelum dilakukan tahap perhitungan, terlebih dahulu dilakukan penentuan kondisi awal pemodelan.

a. Kondisi awal (*initial condition*)

Kondisi awal merupakan bagian dari prosedur perhitungan dalam program Plaxis v8.6 dimana pada kondisi ini, perlu didefinisikan terlebih dahulu tegangan air pori (*initial pore pressure*) dan tegangan awal (*initial stress*). Perhitungan tegangan air pori dimulai dengan pemodelan muka air tanah dengan menggunakan garis *phreatic*. Tekanan air pori diasumsikan bekerja pada lapisan ke dua pada kedalaman 3 m dari permukaan tanah.Hasil perhitungan tegangan air pori pada model disajikan dalam gambar 5.12 dimana berat volume air yang digunakan diambil 9,81 kN/m^3



Gambar 5.14 Perhitungan Tegangan Akibat Air Pori

b. Perhitungan Tegangan Awal

Tegangan awal yang belum didefinisikan pada kondisi awal kemudian dihitung dengan tipe perhitungan plastis dimana faktor pengali berat tanah yang digunakan adalah 1,0. Perhitungan ini disebut sebagai beban gravitasi (*gravity loading*).

c. Perhitungan model akibat pengaruh beban statis merupakan fase dimana semua beban yang bekerja diatas *soldier pile* seperti beban

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

parkir dan beban bangunan BPKP Riau, ruko, dan dinding penahan tanah. Langkah perhitungan ini dalam program Plaxis v8.6 adalah sebagai berikut:

i. Dalam lembar tab umum dipilih perhitungan plastis.

Dalam lembar tab parameter, dipilih tahapan konstruksi (*staged construction*) sebagai masukan pembebanan. Klik tombol tentukan (*define*) dan aktifkan elemen-elemen bangunan (pelat). Setelah selesai, proses perhitungan dimulai.

ii. Dalam lembar tab parameter, ditentukan jumlah langkah tambahan. (*Additional steps*) sebesar 250. Diaktifkan juga perpindahan menjadi nol (*reset displacement to zero*). Selanjutnya klik tentukan (*define*). Dalam lembar tab pengali, pengali beban dipilihdari berkas data akselerometer dan dipilih percepatan. Setelah selesai, proses perhitungan dimulai.

Gambar 5.15 Kalkulasi Analitis pada Plaxis

5.5 Hasil Analisa Gaya Soldier Pile pada Galian

Perhitungan gaya lateral *soldier pile*padapembangunan gedung menara BRI Pekanbaru dengan metode elemen hingga menggunakan aplikasiPLAXIS 2D.Analisa dengan metode elemen hingga dilakukan dengan cara permodelan yang dilakukan yaitu model aksisimetri.

Dalam penelitian ini, analisis dilakukan secara pergalian dengan 2 (dua) cara yakni analisisjangka pendek (Plastis) dan analisisjangka panjang

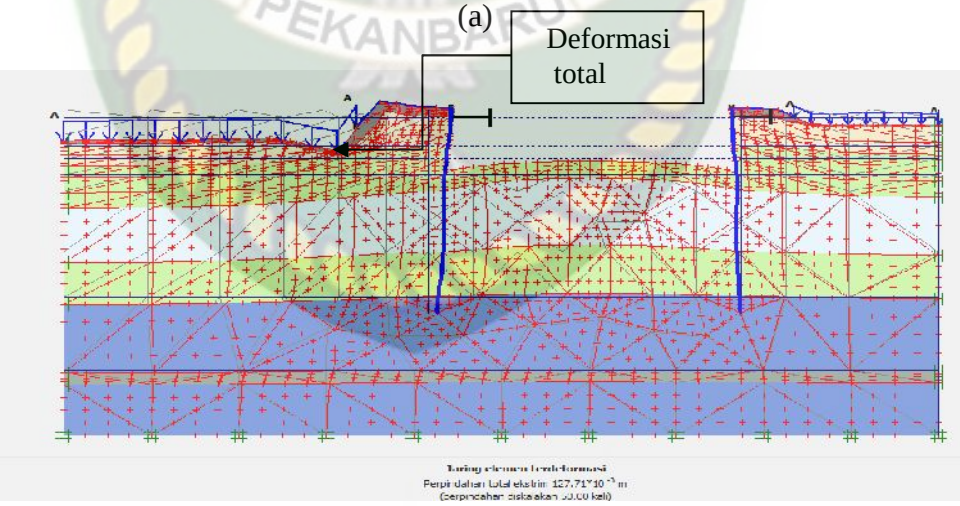
Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

(konsolidasi)berdasarkan parameter tanah.Yang ditinjau adalah besarnya deformasi, perpindahan dan gaya-gaya yang bekerja serta tegangan-tegangan yang terjadipada tanah untuk menahan gaya lateral pada setiap galian*soldier pile*. Dari hasil analisis yang dilakukan, diperoleh deformasi paling besar terjadi pada galian ke 5 (lima) yakni pada *soldier pile*disebelah kiri (samping gedung BPKP).

Berikut hasil analisajangka pendek (plastis) dananalisajangka panjang (konsolidasi) berdasarkan parameter efektif tanah dengan metode elemen hingga.

a) Hasil ouput analisisjangka pendek (plastis)*soldier pile* pada galian ke 5 dapat dilihat sebagai berikut:

(a)

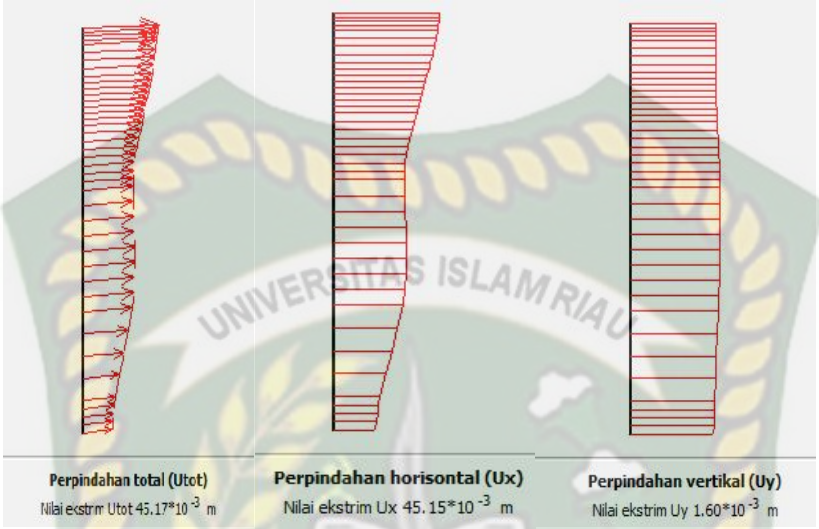


(b)

Gambar 5.16(a) Output dan (b) Deformasi Pada Galian Ke 5

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

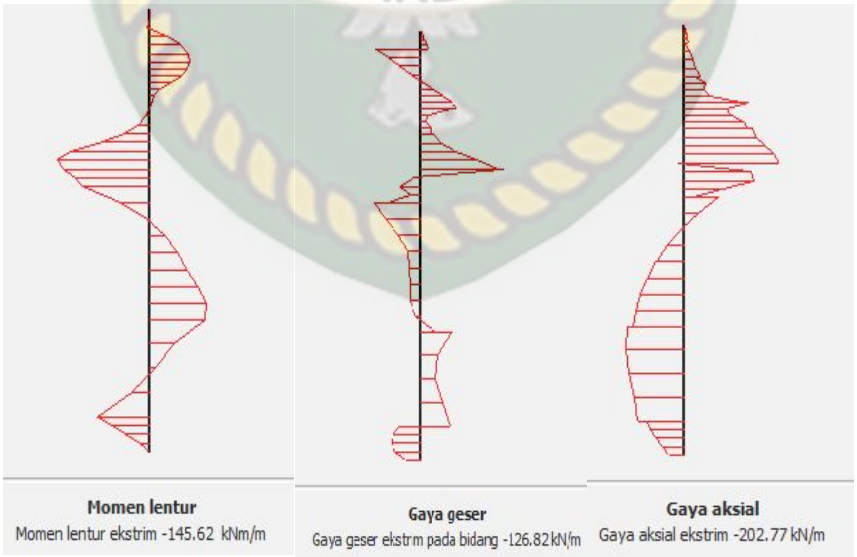
Pada gambar 5.16, Hasil *output* perhitungan dengan analisis plastisdiperoleh nilai deformasi maksimum pada galian ke lima (V) sebesar 127,71mm tejadi pada tanah di bawah bangunan gedung BPKP Riau.



(a) (b) (c)

Gambar 5.17(a) Perpindahan pada *Soldier Pile*Galia ke V

Pada gambar 5.17, Diperoleh hasil perpindahan total pada tiang*soldier pile* sebesar 45,17 mm, perpindahan horizontaltiang *soldier pile* sebesar 45,17 mm dan perpindahan vertikal tiang*soldier pile* 1,60 mm.

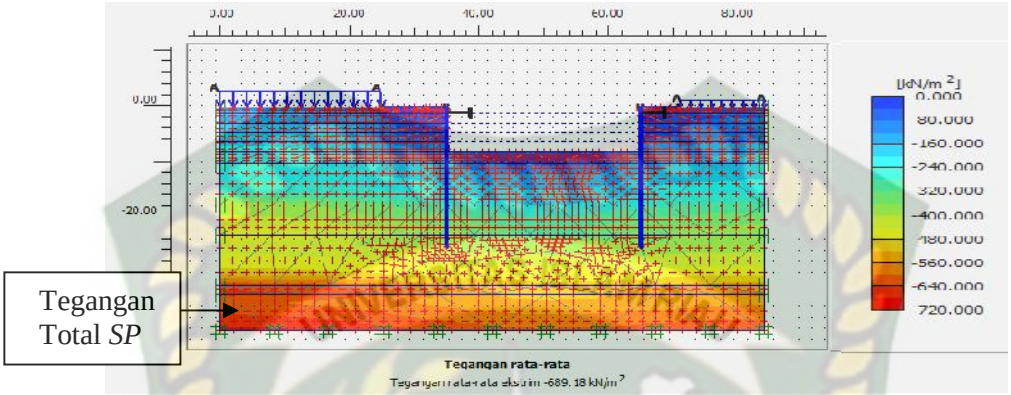


(a) (b) (c)

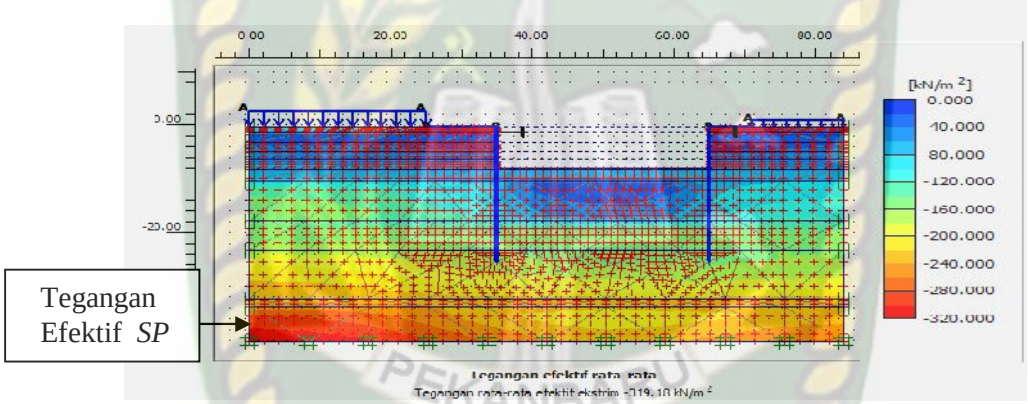
Gambar 5.18 Momen Lentur, Gaya geser dan Gaya aksial pada *Soldier Pile*

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Pada gambar 5.18, Diperoleh besar momen lentur padatiang *soldier pile*sebesar -145,62 kNm/m gaya geser tiang*soldier pile* -126,82 kN/m, dan gaya aksial tiang *soldier pile*sebesar -202,77 kN/m.



(a)



(b)

Gambar 5.19(a) Tegangan Total dan (b) Tegangan Efektif rata-rata *Soldier Pile* pada Galian ke V

Pada gambar 5.19, Diperoleh hasil tegangan total*soldier pile*-689,18 kN/m^2 dan tegangan efektif rata-rata *soldier pile*sebesar -319,18 kN/m^2 terjadi pada lapisan tanah paling bawah gedung Kantor BPKP.

Hasil rekapitulasi output analisisjangka pendek (plastis) dengan galian *soldier pile* pada bagian sebelah kiri (samping gedung BPKP), dan sebelah kanan (samping ruko) pembangunan gedung Menara Bank Rakyat Indonesia dengan metode elemen hingga dapat dilihat pada Tabel berikut.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Table 5.5 Deformasi dan Tegangan yang terjadi pada Tanah dengan Analisis Jangka Pendek (Plastis) Sebelah Kiri.

	Sebelah Gedung BPKP				
	Tahap Galian/ Kedalaman				
	I	II	III	IV	V
	0 s/d - 1.5	-1.5 s/d -4	-4 s/d -5.5	-5.5 s/d -7	-7 s/d -8.5
deformasi total (mm)	113,96	119,11	120,35	123,70	127,71
Tegangan Total (kN/m^2)	-692,64	-691,52	-691,17	-690,36	-689,19
Tegangan efektif Rata-rata kN/m^2	-322,64	-321,52	-321,17	-320,36	-319,18

Table 5.6 Analisis Jangka Pendek (Plastis)Galian *Soldier Pile* Sebelah Kiri

	Sebelah Gedung BPKP				
	Tahap Galian/ Kedalaman				
	I	II	III	IV	V
	0 s/d - 1.5	-1.5 s/d -4	-4 s/d -5.5	-5.5 s/d -7	-7 s/d -8.5
Perpindahan total (mm)	31,18	37,16	38,55	42,66	45,17
perpindahan horizontal (mm)	31,09	37,16	38,55	42,65	45,15
perpindahan vertikal (mm)	-2,53	-3,336	6,30	1,15	1,60
bidang momen (kN/m)	-112,94	-144,21	-164,14	-146,85	-145,62
Gaya geser (kN/m)	-53,61	-81,20	-120,13	-93,81	-126,82
gaya aksial (kN/m)	168,42	193,84	189,63	168,26	-202,77

Tabel 5.5 dan Tabel 5.6 menunjukkan hasil deformasi dan tegangan yang terjadi pada tanah serta perpindahan dan gaya-gaya pada tiang *soldier pile* dengan analisis jangka pendek (plastis) untuk setiap galian dari sebelah kiri (bagian sebelah gedung BPKP). Dimana untuk galian pertama (I) pada kedalaman 0 sampai 1.5 meter, dengan deformasi total yang terjadi sebesar 113,96 mm, perpindahan total 31,18 mm, perpindahan horizontal 31,09 mm, dan perpindahan vertikal sebesar -2,53 mm sedangkan bidang momen sebesar-112,94 kNm/m, gaya

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

geser sebesar -53,61 kN/m dan gaya aksial sebesar 168,42 kN/m. Pada galian satu, Tegangan total yang terjadi sebesar -692,64 kN/m^2, dan tegangan efektif yang terjadi sebesar -322,64 kN/m^2.Untuk galian ke dua(II) pada kedalaman -1.5 sampai -4 meter, deformasi total yang terjadi sebesar 119,11 mm, perpindahan total 37,16 mm, perpindahan horizontal 37,16 mm, dan perpindahan vertikal sebesar -3,36 mm, sedangkan bidang momen sebesar -144,21kNm/m, gaya geser sebesar -81,20 kN/m dan gaya aksial sebesar 193,84kN/m.Pada galian dua, Tegangan total yang terjadi sebesar -691,52kN/m^2, dan tegangan efektif yang terjadi sebesar -321,52kN/m^2.Untuk galian ke tiga (III) pada kedalaman -4 sampai -5.5 meter, deformasi total yang terjadi sebesar 120,35 mm, perpindahan total 38,55 mm, perpindahan horizontal 38,55 mm, dan perpindahan vertikal sebesar 6,30 mm, sedangkan bidang momen sebesar -164,14 kNm/m, gaya geser sebesar -81,20 kN/m dan gaya aksial sebesar 193,84 kN/m. Pada galian ke tiga, Tegangan total yang terjadi sebesar 691,17kN/m^2, dan tegangan efektif yang terjadi sebesar -321,17kN/m^2.Untuk galian IV pada kedalaman -5.5 sampai -7 meter, deformasi totalyang terjadi sebesar 123,70 mm, perpindahan horizontal total 42,66 mm, perpindahan horizontal 42,65 mm dan perpindahan vertikal sebesar 6,30 mm, sedangkan bidang momen sebesar -146,85 kNm/m, gaya geser sebesar -93,81 kN/m dan gaya aksial sebesar 168,26 kN/m. Pada galian ke empat, Tegangan total yang terjadi sebesar -690,36kN/m^2, dan tegangan efektif yang terjadi sebesar -320,36kN/m^2.Pada galian terahir atau galian ke lima (V) pada kedalaman -7 sampai -8.5 meter, deformasi total yang terjadi sebesar 127,71 mm, perpindaahn total 45,17 mm, perpindahan horizontal 45,15 mm, dan perpindahan vertikal sebesar 1,60 mm, sedangkan bidang momen sebesar -145,62 kNm/m, gaya geser sebesar -126,82 kN/m dan gaya aksial sebesar -202,77 kN/m. Pada galian terakhir yaitu galian ke lima (V) Tegangan total yang terjadi sebesar -689,19 kN/m^2, dan tegangan efektif yang terjadi sebesar -319,18 kN/m^2.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Table 5.7 Deformasi dan Tegangan yang terjadi pada Tanah dengan Analisis Jangka Pendek (Plastis) Sebelah Kanan

	Sebelah Ruko/Perkantoran Sudirman				
	Tahap Galian/ Kedalaman				
	I	II	III	IV	V
	0 s/d - 1.5	-1.5 s/d -4	-4 s/d -5.5	-5.5 s/d -7	-7 s/d -8.5
deformasi total (mm)	113,96	119,11	120,35	123,70	127,71
Tegangan total (kN/m2)	-692,64	-691,52	-691,17	-690,36	-689,19
Tegangan efektif Rata-rata kN/m2	-322,64	-321,52	-321,17	-320,36	-319,18

Table 5.8 Analisa Jangka Pendek (Plastis) Galian *Soldier Pile*Sebelah Kanan

	Sebelah Ruko/Perkantoran Sudirman				
	Tahap Galian/ Kedalaman				
	I	II	III	IV	V
	0 s/d - 1.5	-1.5 s/d -4	-4 s/d -5.5	-5.5 s/d -7	-7 s/d -8.5
Perpindahan total (mm)	8,49	12,91	13,78	16,87	18,38
perpindahan horizontal (mm)	-8,42	-12,86	-13,67	-16,70	-18,16
perpindahan vertikal (mm)	-1,26	1,09	1,78	2,36	2,91
bidang momen (kN/m)	82,32	108,86	123,91	117,64	-145,62
Gaya geser (kN/m)	46,30	72,55	104,34	82,96	-126,82
gaya aksial (kN/m)	122,67	149,75	161,15	145,59	-186,84

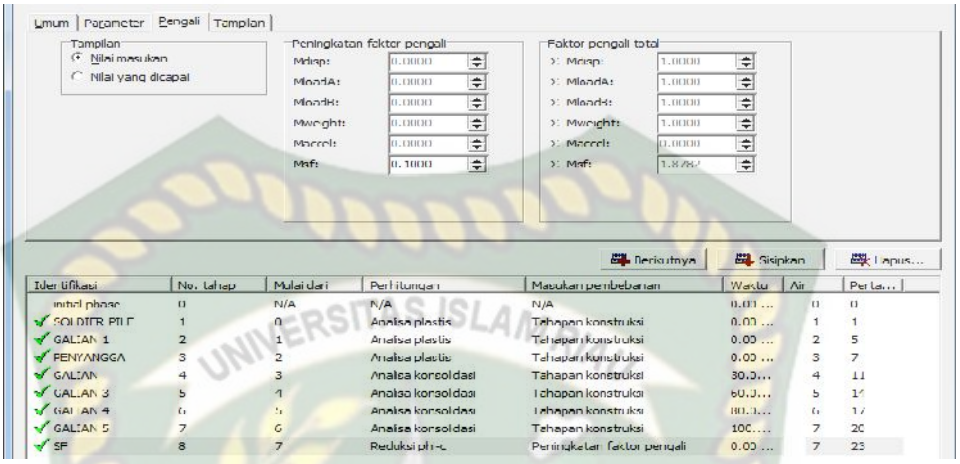
Tabel 5.7 dan Tabel 5.8 menunjukkan hasil deformasi dan tegangan yang terjadi pada tanah serta perpindahan dan gaya-gaya pada tiang *soldier pile* dengan analisis jangka pendek (plastis) untuk setiap galian dari sebelah kanan (bagian sebelah Ruko/Perkantoran Sudirman). Dimana untuk galian pertama(I) pada kedalaman 0 sampai 1.5 meter, dengan deformasi total yang terjadi sebesar 113,96 mm, perpindahan total 31,18 mm, perpindahan horizontal 31,09 mm, dan

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

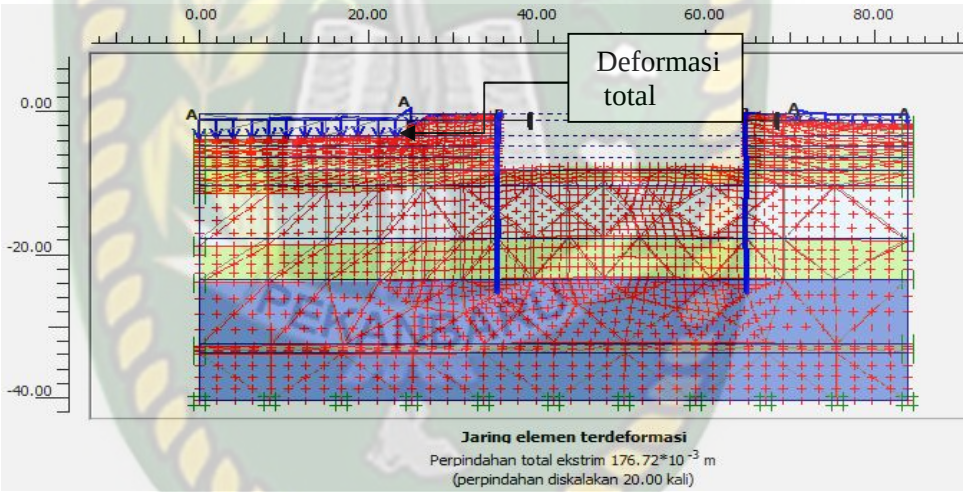
perpindahan vertikal sebesar -2,53 mm sedangkan bidang momen sebesar-112,94 kNm/m, gaya geser sebesar -53,61 kN/m dan gaya aksial sebesar 168,42 kN/m. Pada galian satu, Tegangan total yang terjadi sebesar -692,64 kN/m^2, dan tegangan efektif yang terjadi sebesar -322,64 kN/m^2. Untuk galian kedua(II) pada kedalaman -1.5 sampai -4 meter, deformasi total yang terjadi sebesar 119,11 mm, perpindahan total 37,16 mm, perpindahan horizontal 37,16 mm, dan perpindahan vertikal sebesar -3,36 mm, sedangkan bidang momen sebesar -144,21kNm/m, gaya geser sebesar -81,20 kN/m dan gaya aksial sebesar 193,84kN/m. Pada galian dua, Tegangan total yang terjadi sebesar -691,52 kN/m^2, dan tegangan efektif yang terjadi sebesar -321,52 kN/m^2. Untuk galian III pada kedalaman -4 sampai -5.5 meter, deformasi total yang terjadi sebesar 120,35 mm, perpindahan total 38,55 mm, perpindahan horizontal 38,55 mm, dan perpindahan vertikal sebesar 6,30 mm, sedangkan bidang momen sebesar -164,14 kNm/m, gaya geser sebesar -81,20 kN/m dan gaya aksial sebesar 193,84 kN/m. Pada galian ke tiga, Tegangan total yang terjadi sebesar 691,17 kN/m^2, dan tegangan efektif yang terjadi sebesar -321,17 kN/m^2.Untuk galian IV pada kedalaman -5.5 sampai -7 meter, deformasi total yang terjadi sebesar 123,70 mm, perpindahan horizontal total 42,66 mm, perpindahan horizontal 42,65 dan perpindahan vertikal sebesar 6,30 mm, sedangkan bidang momen sebesar -146,85 kNm/m, gaya geser sebesar -93,81 kN/m dan gaya aksial sebesar 168,26 kN/m. Pada galian ke empat, Tegangan total yang terjadi sebesar -690,36 kN/m^2, dan tegangan efektif yang terjadi sebesar -320,36 kN/m^2. Pada galian terahir atau galian ke V pada kedalaman -7 sampai -8.5 meter, deformasi total yang terjadi sebesar 127,71 mm, perpindaahn total 45,17 mm, perpindahan horizontal 45,15 mm, dan perpindahan vertikal sebesar 1,60 mm, sedangkan bidang momen sebesar -145,62 kNm/m, gaya geser sebesar -126,82 kN/m dan gaya aksial sebesar -202,77 kN/m. Pada galian terakhir yaitu galian ke lima (V) Tegangan total yang terjadi sebesar -689,19 kN/m^2, dan tegangan efektif yang terjadi sebesar -319,18 kN/m^2.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

b) Hasil ouput analisis jangka panjang (konsolidasi) *soldier pile* pada galian ke 5 dapat dilihat sebagai berikut:



(a)

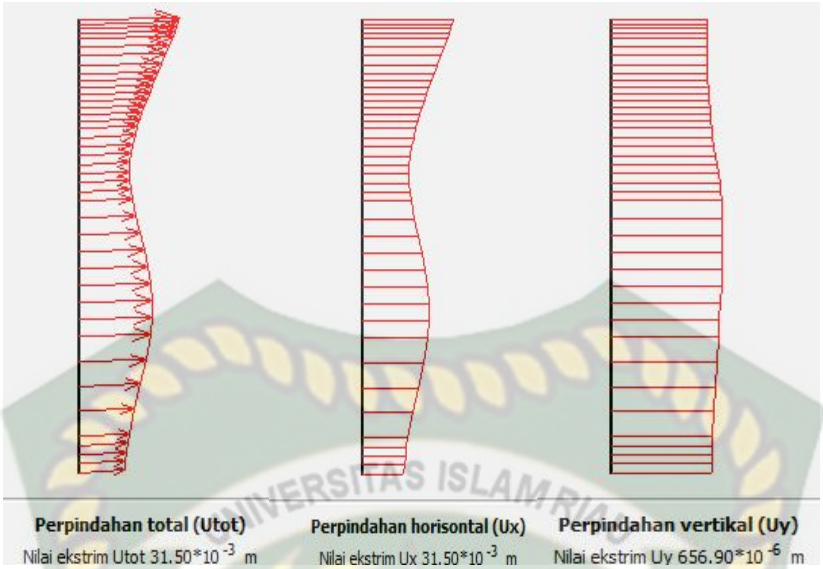


(b)

Gambar 5.20 (a) *Output* dan (b) Deformasi Pada Galian Ke 5

Pada gambar 5.20 Hasil *output* perhitungan Plaxis pada *soldier pile* dengan analisis plastisdiperoleh nilai deformasi maksimum *soldier pile* sebesar 176,72 mm terjadi pada tanah di bawah bangunan gedung BPKP Riau.

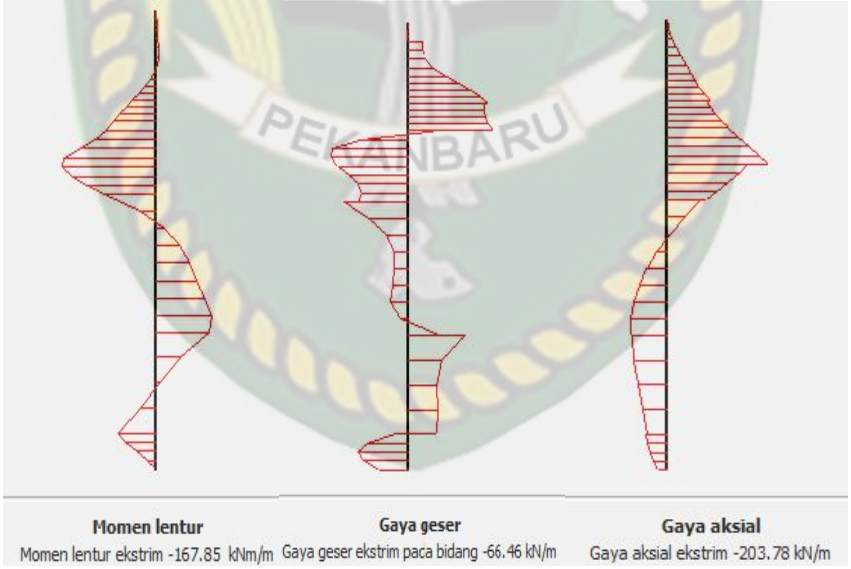
Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :



(a) (b) (c)

Gambar 5.21.Perpindahanpada *Soldier Pile*

Pada gambar 5.21, Diperoleh hasil perpindahan total tiang *soldier pile*31,50 mm, perpindahan horizontal tiang *soldier pile* 31,50 mm dan perpindahan vertikal tiang *soldier pile* 6,560 mm.

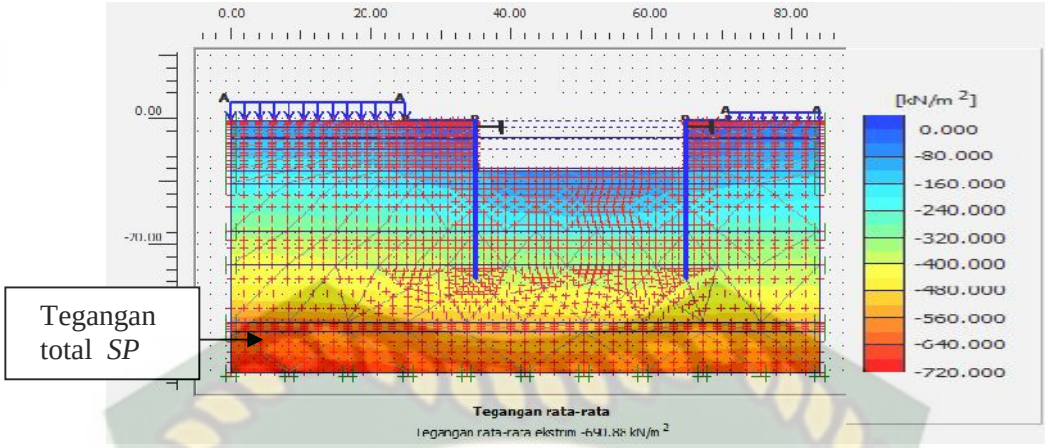


(a) (b) (c)

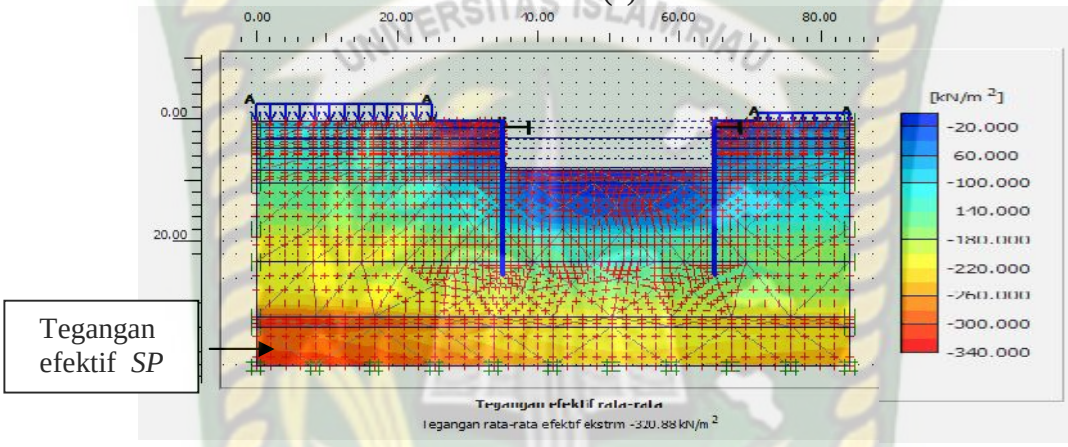
Gambar 5.22(a) Momen Lentur, (b) Gaya geser(c) Gaya aksial pada *Soldier pile*

Pada gambar 5.22 diperoleh besar momen lentur *soldier pile*-167,85 kNm/m gaya geser*soldier pile* 66,46 kN/m, dan gaya aksial*soldier pile*sebesar -203,78 kN/m.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :



(a)



(b)

Gambar 5.23(a) Tegangan Total dan (b) Tegangan Efektif

Pada gambar 5.23, Diperoleh hasil tegangan total -690,88 kN/m^2 dan tegangan efektif rata-rata sebesar -320,88 kN/m^2 trejadi pada lapisan tanah di bawah bangunan gedung BPKP Riau.

Hasil rekapitulasi output analisa jangka panjang (konsolidasi) dengan galian *soldier pile* pada penggalian *soldier pile* bagian sebelah kiri (samping gedung BPKP), dan sebelah kanan (samping Ruko/Perkantoran Sudirman) pembangunan gedung Menara Bank Rakyat Indonesia dengan metode elemen hingga dapat dilihat pada Tabel berikut.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Table 5.9 Deformasi dan Tegangan yang terjadi pada Tanah dengan Analisis Jangka Panjang (Konsolidasi) Sebelah Kiri

	Bagian Sebelah BPKP				
	Tahap Galian/ Kedalaman				
	I	II	III	IV	V
	0 s/d - 1.5	-1.5 s/d -4	-4 s/d -5.5	-5.5 s/d -7	-7 s/d -8.5
deformasi total (mm)	140,48	149,46	168,25	174,55	176,72
Tegangan Total (kN/m^2)	-692,90	-690,48	-691,75	-691,69	-690,88
Tegangan efektif Rata-rata (kN/m^2)	-322,90	-320,48	-321,75	-321,69	-320,88

Table 5.10 Analisa Jangka Panjang (konsolidasi) Galian *Soldier Pile* dengan sebelah Kiri

	Bagian Sebelah BPKP				
	Tahap Galian/ Kedalaman				
	I	II	III	IV	V
	0 s/d - 1.5	-1.5 s/d -4	-4 s/d -5.5	-5.5 s/d -7	-7 s/d -8.5
Perpindahan total (mm)	21,73	28,27	27,24	29,47	31,50
perpindahan horizontal (mm)	19,69	28,32	29,43	29,43	31,50
perpindahan vertikal (mm)	-9,21	-5,18	-7,20	-1,15	6,56
bidang momen (kN/m)	-72,47	-161,7	-202,80	-196,2	-167,85
Gaya geser (kN/m)	-41,97	-67,99	86,38	-96,46	-66,46
gaya aksial (kN/m)	-130,28	-54,03	75,93	-30,30	-203,78

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Tabel 5.9 dan Tabel 5.10 menunjukkan hasil deformasi dan tegangan yang terjadi pada tanah serta perpindahan dan gaya-gaya pada tiang *soldier pile* dengan analisis jangka panjang (konsolidasi) untuk setiap galian dari sebelah kiri (bagian sebelah gedung BPKP). Dimana untuk galian pertama(I) pada kedalaman 0 sampai 1.5 meter, dengan deformasi total yang terjadi sebesar 113,96 mm, perpindahan total 31,18 mm, perpindahan horizontal 31,09 mm, dan perpindahan vertikal sebesar -2,53 mm sedangkan bidang momen sebesar-112,94 kNm/m, gaya geser sebesar -53,61 kN/m dan gaya aksial sebesar 168,42 kN/m. Pada galian satu, Tegangantotal yang terjadi sebesar -692,90kN/m^2, dan tegangan efektif yang terjadi sebesar -320,90kN/m^2. Untuk galian II pada kedalaman -1.5 sampai -4 meter, deformasi total yang terjadi sebesar 149,46mm, perpindahan total 37,16 mm, perpindahan horizontal 37,16 mm, dan perpindahan vertikal sebesar -33,36 mm, sedangkan bidang momen sebesar -144,21kNm/m, gaya geser sebesar -81,20 kN/m dan gaya aksial sebesar 193,84kN/m.Pada galian dua, Tegangan total yang terjadi sebesar -690,48kN/m^2, dan tegangan efektif yang terjadi sebesar -320,48kN/m^2. Untuk galian III pada kedalaman -4 sampai -5.5 meter, deformasi total yang terjadi sebesar 120,35 mm, perpindahan total 38,55 mm, perpindahan horizontal 38,55 mm, dan perpindahan vertikal sebesar 6,30 mm, sedangkan bidang momen sebesar -164,14 kNm/m, gaya geser sebesar -81,20 kN/m dan gaya aksial sebesar 193,84 kN/m.Pada galian ke tiga, Tegangan total yang terjadi sebesar -691,75kN/m^2, dan tegangan efektif yang terjadi sebesar -321,75kN/m^2.Untuk galian IV pada kedalaman -5.5 sampai -7 meter, deformasi total yang terjadi sebesar 123,70 mm, perpindahan total 42,66 mm, perpindahan horizontal 42,65 dan perpindahan vertikal sebesar 6,30 mm, sedangkan bidang momen sebesar -146,85 kNm/m, gaya geser sebesar -93,81 kN/m dan gaya aksial sebesar 168,26 kN/m.Pada galian ke empat, Tegangan total yang terjadi sebesar -691,69kN/m^2, dan tegangan efektif yang terjadi sebesar -321,75kN/m^2. Pada galian terahir atau galian ke V pada kedalaman -7 sampai -8.5 meter, deformasi total yang terjadi sebesar 127,71 mm, perpindaahn total 31,50mm, perpindahan horizontal 31,50 mm, dan perpindahan vertikal sebesar 6,56 mm, sedangkan bidang momen sebesar -167,85kNm/m, gaya geser sebesar -203,78 kN/m dan

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

gaya aksial sebesar -203,78kN/m. Pada galian terahir yakni pada galian ke lima (V), Tegangan total yang terjadi sebesar -690,88kN/m^2, dan tegangan efektif yang terjadi sebesar -320,88kN/m^2

Table 5.11 Deformasi dan Tegangan yang terjadi pada Tanah dengan Analisis Jangka Panjang (Konsolidasi) Sebelah Kanan

	Bagian Sebelah Ruko/Perkantoran Sudirman				
	Tahap Galian/ Kedalaman				
	I	II	III	IV	V
	0 s/d - 1.5	-1.5 s/d -4	-4 s/d -5.5	-5.5 s/d -7	-7 s/d -8.5
deformasi total (mm)	140,48	149,46	168,25	174,55	176,72
Tegangan Total (kN/m^2)	-692,90	-690,48	-691,75	-691,69	-690,88
Tegangan efektif Rata-rata (kN/m^2)	-322,90	-320,48	-321,75	-321,69	-320,88

Table 5.12 Analisa Jangka Panjang (Konsolidasi) Galian *Soldier Pile* sebelah Kanan

	Sebelah Ruko/Perkantoran Sudirman				
	Galian/ Kedalaman				
	I	II	III	IV	V
	0 s/d - 1.5	-1.5 s/d -4	-4 s/d -5.5	-5.5 s/d -7	-7 s/d -8.5
Perpindahan total (mm)	8,49	8,78	8,04	10,38	12,53
perpindahan horizontal (mm)	-8,42	-8,62	-8,04	-10,23	-11,96
perpindahan vertikal (mm)	-1,26	-1,59	-3,38	1,80	3,85
bidang momen (kN/m)	82,32	95,37	-202,84	125,67	128,22
Gaya geser (kN/m)	46,30	46,50	-101,64	70,68	97,64
gaya aksial (Kn/m) (kN/m)	122,67	52,27	-77,67	-110,15	-185,81

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Tabel 5.11 dan Tabel 5.12 menunjukkan hasil deformasi dan tegangan yang terjadi pada tanah serta perpindahan dan gaya-gaya pada tiang *soldier pile* dengan analisis jangka panjang (konsolidasi) untuk setiap galian dari sebelah kiri (Sebelah Ruko/Perkantoran Sudirman). Dimana untuk galian pertama(I) pada kedalaman 0 sampai 1.5 meter, dengan deformasi total yang terjadi sebesar 140,48mm, perpindahan total 8,49 mm, perpindahan horizontal -.8,42mm, dan perpindahan vertikal sebesar -1,26mm sedangkan bidang momen sebesar 82,32kNm/m, gaya geser sebesar 46,30kN/m dan gaya aksial sebesar 122,67kN/m.Pada galian satu, Tegangan total yang terjadi sebesar -692,90 kN/m^2, dan tegangan efektif yang terjadi sebesar -320,90 kN/m^2.Untuk galian ke dua (II) pada kedalaman -1.5 sampai -4 meter, deformasi total yang terjadi sebesar 149,46mm, perpindahan total 8,78 mm, perpindahan horizontal -8,62 mm, dan perpindahan vertikal sebesar -1,59 mm, sedangkan bidang momen sebesar 95,37 kNm/m, gaya geser sebesar 46,50 kN/m dan gaya aksial sebesar 52,27kN/m. Pada galian dua, Tegangan total yang terjadi sebesar -690,48 kN/m^2, dan tegangan efektif yang terjadi sebesar -320,48 kN/m^2. Untuk galian ke tigs(III) pada kedalaman -4 sampai -5.5 meter, deformasi total yang terjadi sebesar 168,25mm, perpindahan total 8,04 mm, perpindahanhorizontal -10,23mm, dan perpindahan vertikal sebesar -3,38 mm, sedangkan bidang momen sebesar -202,84kNm/m, gaya geser sebesar -101,64 kN/m dan gaya aksial sebesar -77,67kN/m. Pada galian ke tiga, Tegangan total yang terjadi sebesar -691,75 kN/m^2, dan tegangan efektif yang terjadi sebesar -321,75 kN/m^2. Untuk galian ke empat (IV) pada kedalaman -5.5 sampai -7 meter, deformasi total yang terjadi sebesar 174,55 mm, perpindahan total 10,38mm, perpindahan horizontal -10,23 dan perpindahan vertikal sebesar 1,80 mm, sedangkan bidang momen sebesar 125,67kNm/m, gaya geser sebesar 70,68 kN/m dan gaya aksial sebesar -110,15kN/m. Pada galian ke empat, Tegangan total yang terjadi sebesar -691,69 kN/m^2, dan tegangan efektif yang terjadi sebesar -321,75 kN/m^2. Pada galian terahir atau galian ke V pada kedalaman -7 sampai -8,5 meter, deformasi total yang terjadi sebesar 176,72 mm, perpindaahn total 12,53mm, perpindahan horizontal -11,96 mm, dan perpindahan vertikal sebesar 3,85 mm, sedangkan bidang momen sebesar 128,22kNm/m, gaya

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

geser sebesar 97,64 kN/m dan gaya aksial sebesar -185,81kN/m.Pada galian terahir yakni pada galian ke lima (V), Tegangan total yang terjadi sebesar -690,88 kN/m^2, dan tegangan efektif yang terjadi sebesar -320,88 kN/m^2

Hasil rekapitulasi analisis dengan metode elemen hingga pada analisa jangka pendek (plastis) pada *soldier pile* sebelah kiri (samping gedung BPKP) pada tabel 5.6 dan analisa jangka pendek (plastis) pada *soldier pile* sebelah kanan (sebelah ruko) pada tabel 5.8 Selanjutnya dapat dapat dirangkum seperti pada tabel 5.13.

Tabel 5.13 *Output* Analisa Jangka pendek *(plastis)* Dengan Metode Elemen Hingga

	Bagian Sebelah BPKP					Sebelah Ruko/Perkantoran Sudirman				
	Tahap Galian / Kedalaman					Tahap Galian/ Kedalaman				
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
	0 s/d -1.5	-1.5 s/d -4	-4 s/d -5.5	-5.5 s/d -7	-7 s/d -8.5	0 s/d -1.5	-1.5 s/d -4	-4 s/d -5.5	-5.5 s/d -7	-7 s/d -8.5
Perpindahan Total (mm)	31,18	37,16	38,55	42,66	45,17	8,49	12,91	13,78	16,87	18,38
perpindahan horizontal (mm)	31,09	37,16	38,55	42,65	45,15	-8,42	-12,86	-13,67	-16,70	-18,16
perpindahan vertikal (mm)	-2,53	-3,33	6,30	1,15	1,60	-1,26	1,09	1,78	2,36	2,91
bidang momen (kN/m)	-112,9	-144,21	-164,1	-146,5	-145,6	82,32	108,86	123,91	117,64	-145,6
Gaya geser (kN/m)	-53,61	-81,2	-120,1	-93,81	-126,8	46,30	72,55	104,34	82,96	-126,8
gaya aksial (kN/m)	168,4	193,8	189,63	168,26	-202,7	122,67	149,75	161,15	145,59	-186,84

Berdasarkan tabel 5.13 diatas dapat kita peroleh bahwa perpindahan total pada *soldier pile* sesuai dengan analisis jangka pendek (plastis) terjadi pada *soldier pile*galian ke lima (V) pada bagian sebelah kiri Bagian Sebelah BPKP dengan perpindahan sebesar 45,17 mm.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Hasil rekapitulasi analisa dengan metode elemen hingga dengan analisa jangka panjang (konsolidasi) pada *soldier pile* sebelah kiri (samping gedung BPKP) pada tabel 5.10 dan *soldier pile* sebelah kanan (sebelah ruko) pada tabel 5.12 selanjutnya dapat dapat dirangkum seperti pada tabel 5.14.

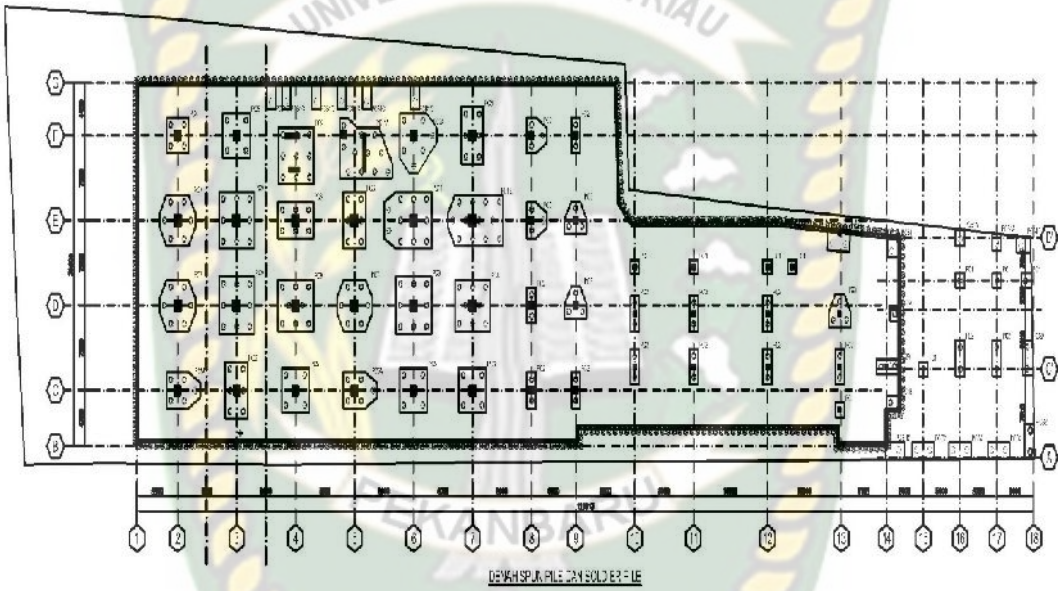
Tabel 5.14*Output* Analisa Jangka Panjang *(Konsolidasi)* Dengan Metode Elemen Hingga dengan Plaxis

	Bagian Sebelah BPKP					Sebelah Ruko/Perkantoran Sudirman				
	Tahap Galian / Kedalaman					Tahap Galian/ Kedalaman				
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
	0 s/d -1.5	-1.5 s/d -4	-4s/d -5.5	-5.5 s/d -7	-7s/d -8.5	0s/d -1.5	-1.5 s/d -4	-4s/d - 5.5	-5.5 s/d -7	-7s/d -8.5
Perpindahan Total (mm)	21,73	28,27	27,24	29,47	31,50	8,49	8,78	8,04	10,38	12,53
perpindahan horizontal (mm)	19,69	28,32	29,43	29,43	31,50	-8,42	-8,62	-8,04	-10,23	-11,96
perpindahan vertikal (mm)	-9,21	-5,18	-7,20	-1,15	6,56	-8,42	-8,62	-8,04	-10,23	-11,96
bidang momen (kN/m)	-72,47	-161,7	-202,85	-196,2	-167,8	82,32	95,37	-20,28	125,67	128,22
Gaya geser (kN/m)	-41,97	-67,99	86,38	-96,46	-66,46	46,30	46,50	-101,6	70,68	97,64
gaya aksial (kN/m)	130,28	-54,03	75,93	-30,30	-203,7	122,67	52,27	-77,67	-110,1	185,80

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

5.6 Pengaruh Tiang Pancang *(Spun Pile)*Terhadap Stabilitas Dinding Penahan Tanah *(Soldier Pile)*.

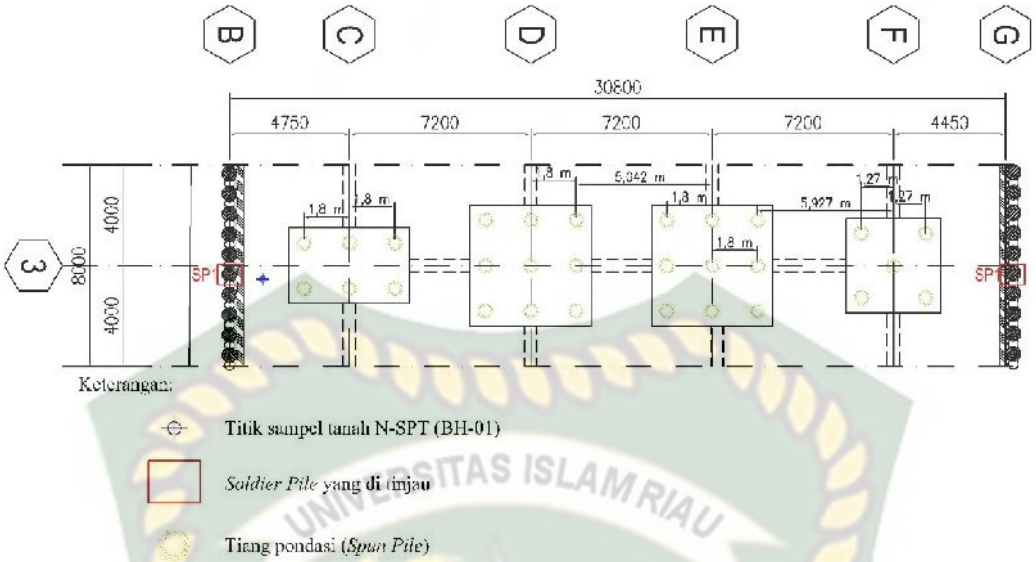
Pada pekerjaan *basement* pada pembangunan gedung menara BRI Pekanbaru ini, Tiang pancang *(spun pile)*terlebih dahulu ditanam pada tanah yang akan digali pada kedalaman -2 m dari elevasi permukaan tanah sampai dengan kedalaman -34 m yang selanjutnya digunakan sebagai pondasi pada gedung menara BRI. Pada kesempatan ini, penulis melakukan penelitian terhadap pengaruh tiang pancang terhadap stabilitas dinding penahan tanah *(soldier pile).*



Gambar 5.24 Denah tiang pancang (*Spun pile)*

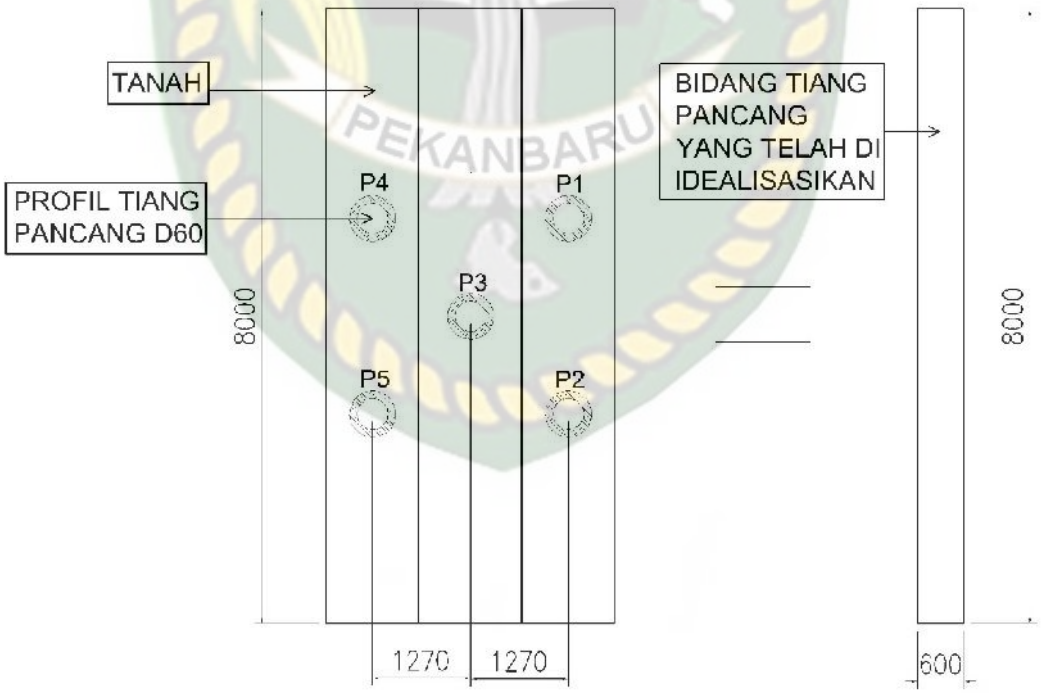
Berdasarkan gambar denah tiang pancang diatas, maka didapatkan gambar potongan tiang pancang yang akan ditinjau pada penelitian ini, terletak pada AS-3 di dekat titik pengampilan sampel tanah (N-SPT) dan *soldier pile* yang di teliti.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :



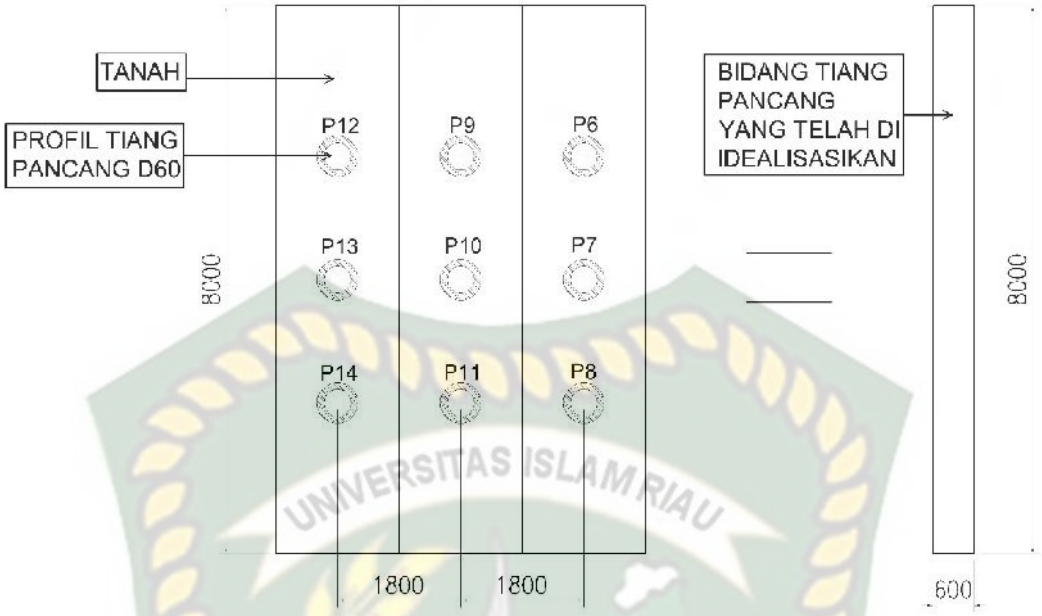
Gambar 5.25 Potongan tiang pancang (*Spun pile)* yang ditinjau

Idealialisasi geometrik dilakukan untuk memperoleh nilai-nilai kekuatan aksial (EA) dan kekuatan lentur (EI). Material tiang pancang yang dimodelkan adalah *spun pile*dengan diameter 60 cm dengan mutu beton k-300.

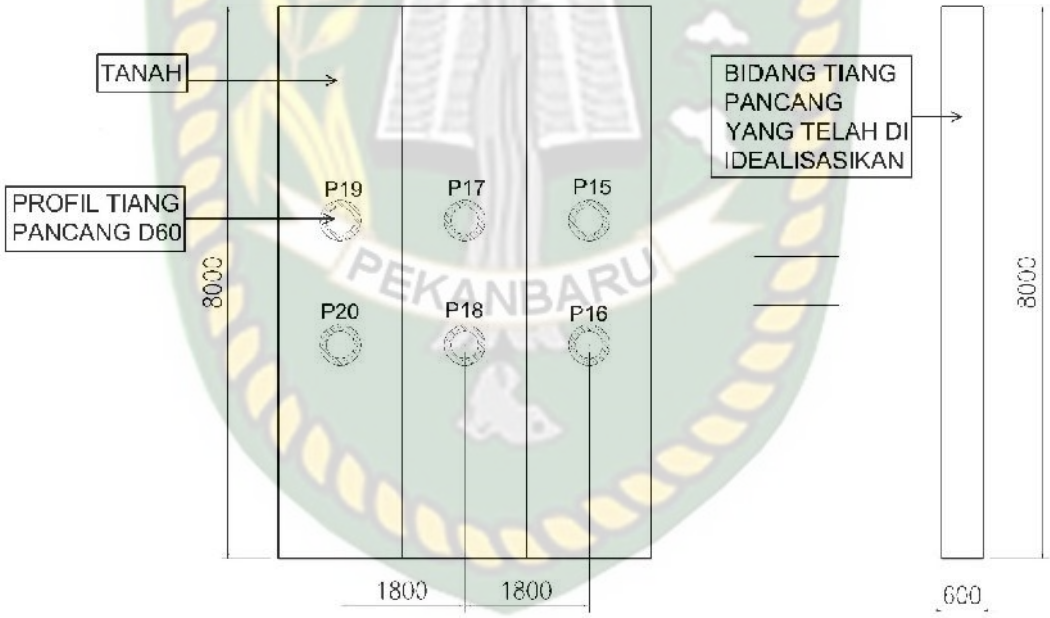


Gambar 5.26 Penampang I tiang pancang yang diidealisasikan

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :



Gambar 5.27 Penampang II tiang pancang yang diidealisasikan



Gambar 5.28 Penampang III tiang pancang yang diidealisasikan

Pada gambar diatas, terlihat bahwa bidang profil tiang pancang dibagi menjadi beberapa bidang terhadap tanah yang ada disekitarnya. Selanjutnya untuk perhitungan luasan (A) dan inersia (Ix) dapat dilihat pada lampiran A-3. Rekapitulasi idealisasi geometrik pada penampang tiang pancang D60 dapat dilihat pada tabel 5.15

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Tabel 5.15 Input parameter Tiang Pancang *(Spun Pile)*

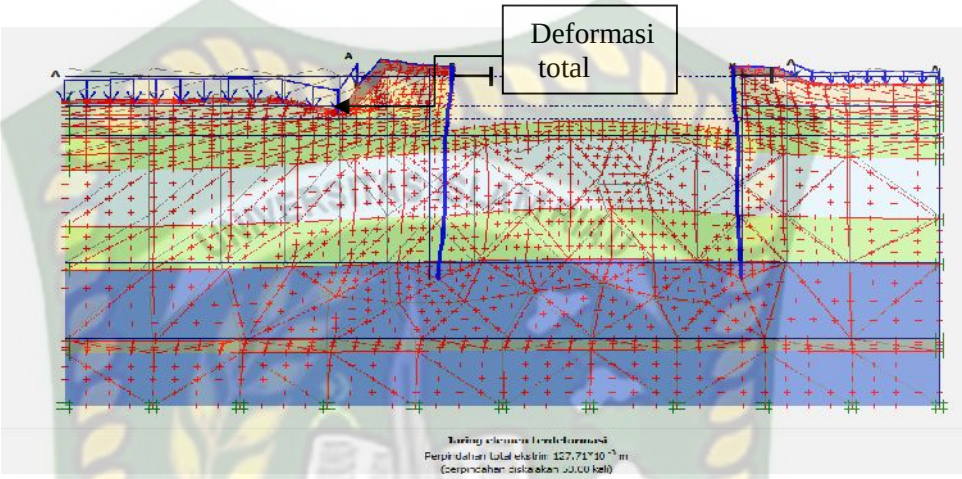
Tiang Pancang (P)	Kekuatan Aksial (EA)kN/m	Kekuatan Lentur (EI) kNm2/m
P1P2	27.967.646,34	158.787.338,1
P3	28.855.926,75	158.787.338,1
P4P5	27.967.646,34	158.787.338,1
P6P7P8	40.818.985,04	225.100.562,4
P9P10P11	40.818.985,04	225.100.562,4
P12P13P14	40.818.985,04	225.100.562,4
P15P16	39.286.652,31	225.100.562,4
P17P18	39.286.652,31	225.100.562,4
P19P20	39.286.652,31	225.100.562,4

Tabel 5.3 menunjukkan besar nilai kekuatan Aksial (EA) dan besar nilai kekuatan lentur (EI) pada masing -masing tiang pancang. Perhitungan nilai EA dan EI diperoleh berdasarkan idealisasi geometrik pada penampang *spun pile* pada lampiram A-3.

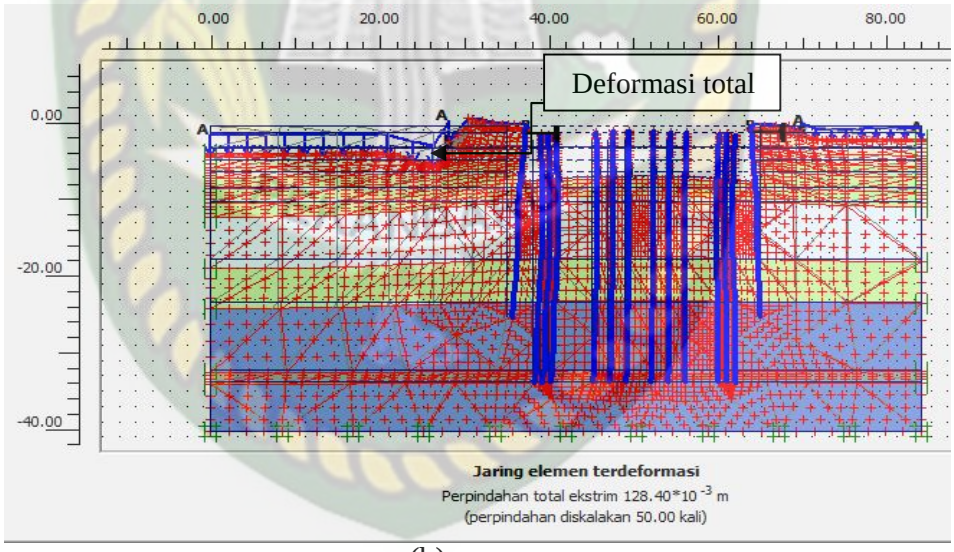
Dalam penelitian ini, analisis dilakukan dengan meng-input kembali parameter-parameter tanah yang sudah diperoleh sebelumnya dengan parameter tiang pancang *(spun pile)* yang selanjutnya dilakukan perhitungan untuk memperoleh nilai-nilai *displacement* dan *safety factor* pada setiap galian *soldier pile*. Hasil analisis yang diperoleh digunakan untuk membandingkan hasil analisis dengan yang sudah dihitung sebelumnya (tanpa tiang pancang) dengan menambahkan kembali material tiang pancang yang berada didekat *soldier pile* dan titik pengambilan contoh tanah (N-SPT) yang kemudian dilanjutkan dengan menginput parameter-parameter tiang pancang sesuai dengan hasil idealisasi geometrik masing-masing tiang pancang. Perhitungan juga dilakukan dengan analisis jangka pendek (plastis) dan analisis jangka panjang (konsolidasi)

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Berikut perbandingan hasil analisis jangka pendek (plastis) dengan analisis jangka pendek (plastis) akibat pengaruh tiang pancang *(spun pile)* berdasarkan parameter efektif tanah dengan metode elemen hingga.



(a)



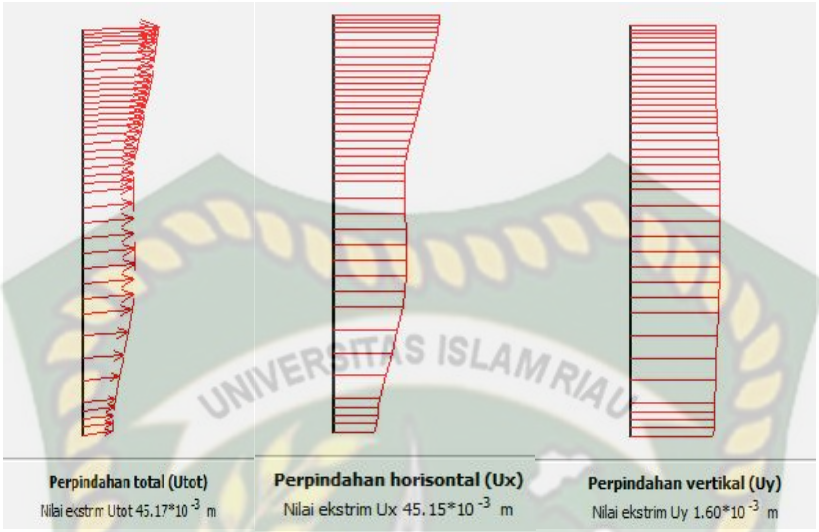
(b)

Gambar 5.29 (a) Deformasi Total (a) Tanpa (b) dengan Tiang Pancang

Berdasarkan hasil analisis diatas diperoleh bahwa deformasi total yang terjadi pada analisis dengan tiang pancang *(spun pile)*mengalami deformasi lebih kecil meskipun perbandingan deformasi nya relatif kecil. Nilai deformasi total analisis jangka pendek (plastis) tanpa tiang pancang *(spun pile)*galian ke V (lima)

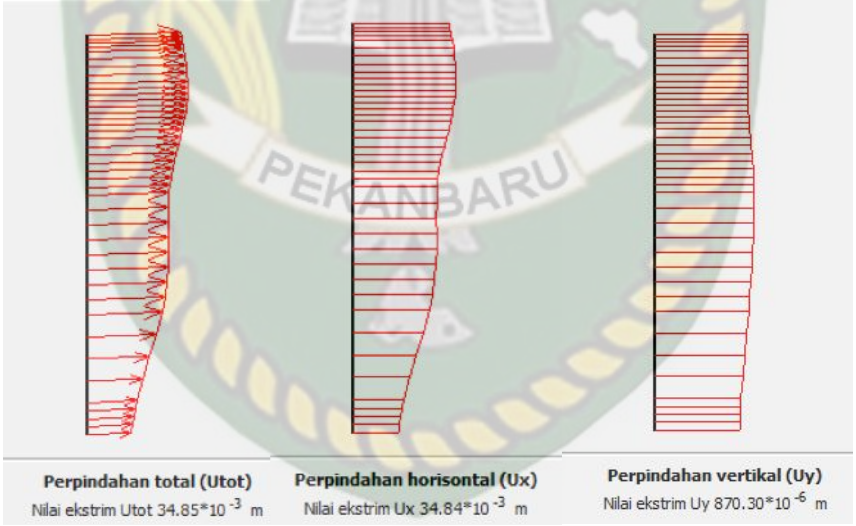
Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

sebesar 127,71 mm, sedangkan untuk deformasi total pada analisis jangka pendek (plastis) dengan tiang pancang *(spun pile)*sebesar 128,40 mm.



(a) (b) (c)

Gambar 5.30 (a) Perpindahan pada *Soldier Pile* Galia ke V tanpa Tiang Pancang



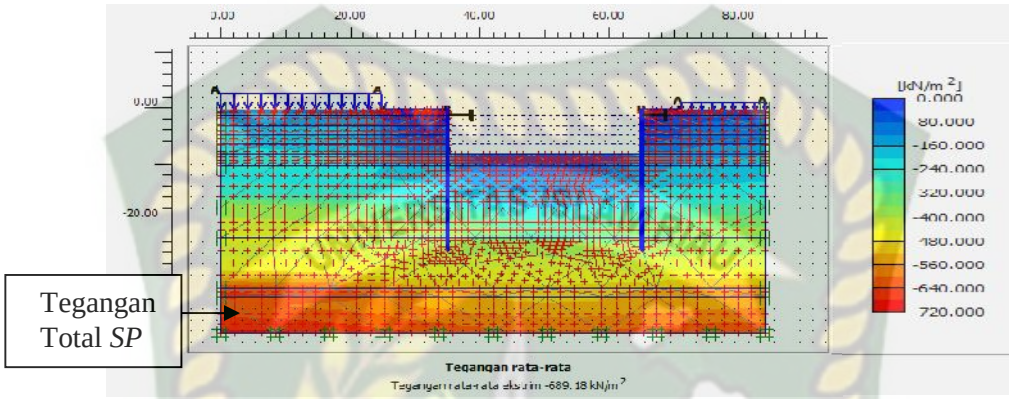
(a) (b) (c)

Gambar 5.31 (a) Perpindahan pada *Soldier Pile* Galia ke V dengan Tiang Pancang

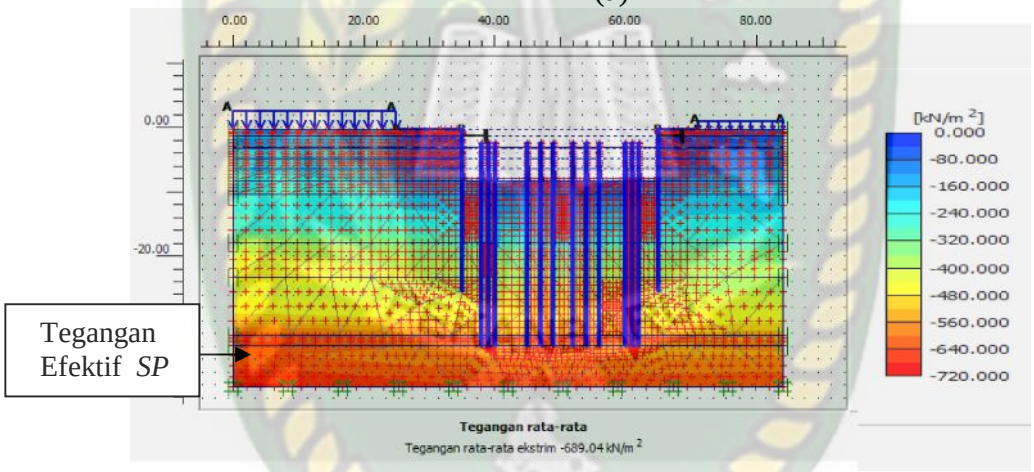
Pada gambar 5.30, analisis tanpa tiang pancang diperoleh hasil perpindahan total pada tiang *soldier pile* sebesar 45,17 mm, perpindahan horizontal tiang *soldier pile* sebesar 45,17 mm dan perpindahan vertikal tiang *soldier pile* 1,60

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

mm.Sedangkan pada gambar 5.31, analisis dengan tiang pancang diperoleh hasil perpindahan total pada tiang *soldier pile* sebesar 34,85 mm, perpindahan horizontal tiang *soldier pile* sebesar 34,84 mm dan perpindahan vertikal tiang *soldier pile* 0,87 mm.



(a)

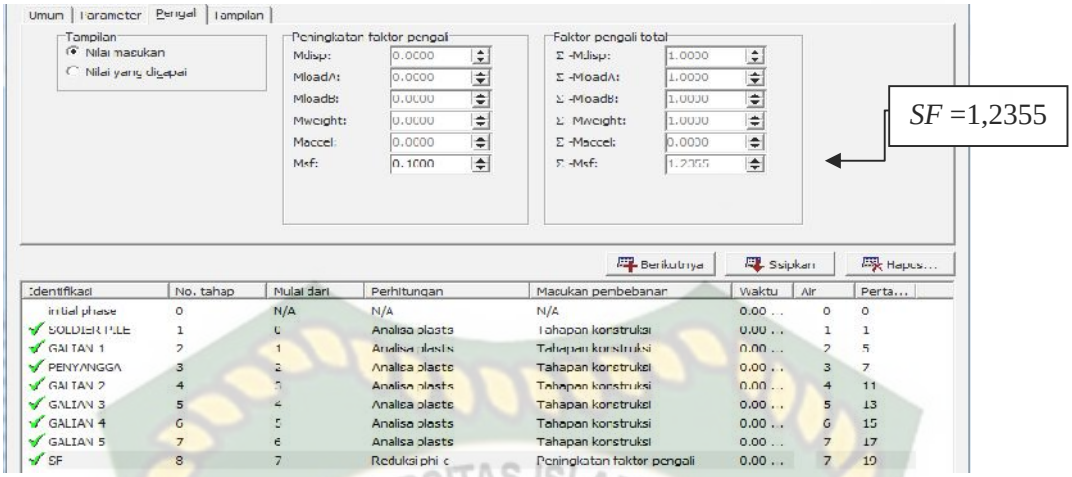


(b)

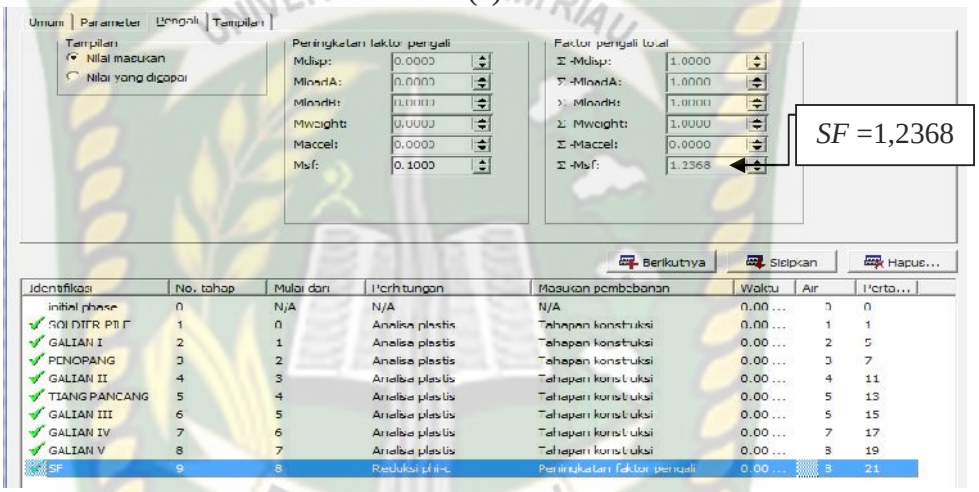
Gambar 5.32 (a) Tegangan Total tanpa Tiang Pancang dan (b) Tegangan Total dengan Tiang Pancang pada Galian ke V

Pada gambar 5.32, Diperoleh hasil tegangan total *soldier pile*dengan analisis jangka pendek tanpa tiang pancang *(spun pile)*sebesar -689,18 kN/m^2, sedangkan tegangan total *soldier pile*dengan analisis jangka pendek dengan tiang pancang *(spun pile)*sebesar -689,04 kN/m^2 terjadi pada lapisan tanah paling bawah gedung Kantor BPKP.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :



(a)



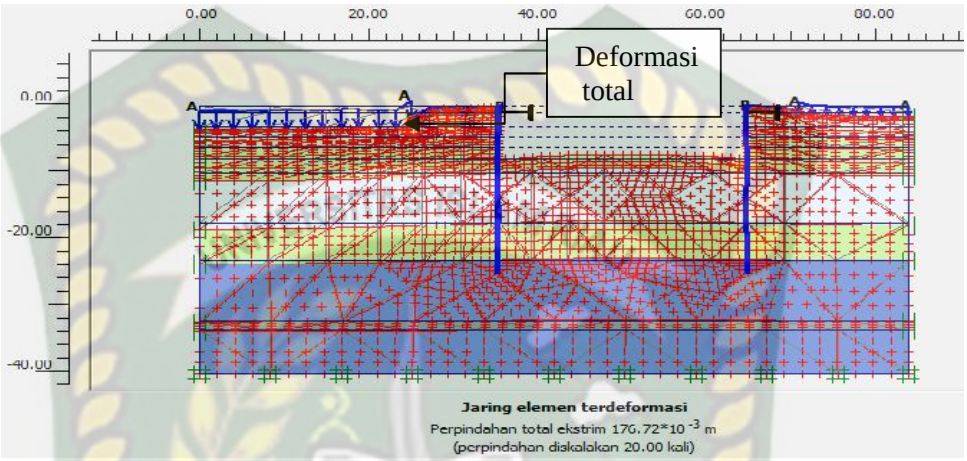
(b)

Gambar 5.33 (a) *Safety Factor* (a) Tanpa (b) dengan Tiang Pancang

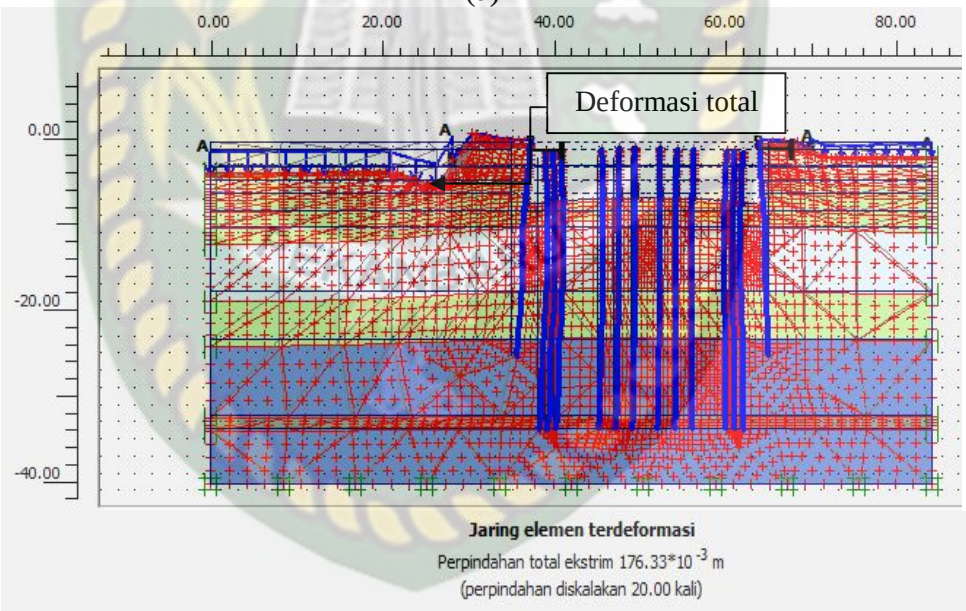
Pada gambar 5.33 hasil analisis diatas diperoleh bahwa nilai *safety factor* analisis jangka pendek (plastis) tanpa tiang pancang *(spun pile)*galian ke V (lima) adalah 1,2355 sedangkan untuk nilai *safety factor* pada analisis jangka pendek (plastis) dengan tiang pancang *(spun pile)*sebesar 1,2368. Dari hasil analisis diatas diperoleh bahwa pada analis jangka pendek (plastis) dengan atau tanpa tiang pancang perubahan nilai *safety factor*relatif kecil akan tetapi dalam kondisi aman.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Selanjutnya adalah perbandingan hasil analisis jangka panjang (konsolidasi) tanpa tiang pancang dengan analisis jangka panjang (konsolidasi) akibat pengaruh tiang pancang *(spun pile)* berdasarkan parameter efektif tanah dengan metode elemen hingga.



(a)



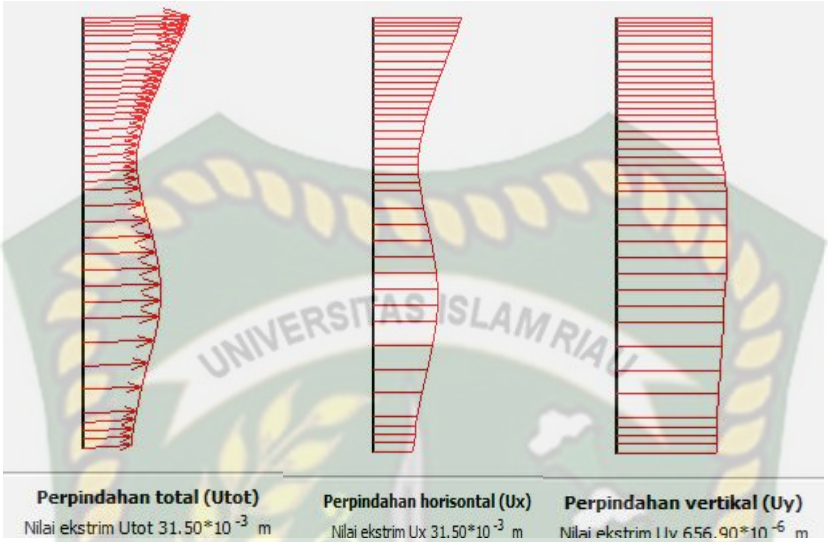
(b)

Gambar 5.34 (a) Deformasi Total tanpa (a) dan (b) dengan Tiang Pancang

Berdasarkan gambar 5.34 hasil analisis diatas diperoleh bahwa deformasi total yang terjadi pada analisis jangka panjang (konsolidasi) dengan tiang pancang *(spun pile)*mengalami deformasi lebih kecil meskipun perbandingan deformasinya relatif kecil. Nilai deformasi total analisis jangka panjang (konsolidasi) tanpa tiang

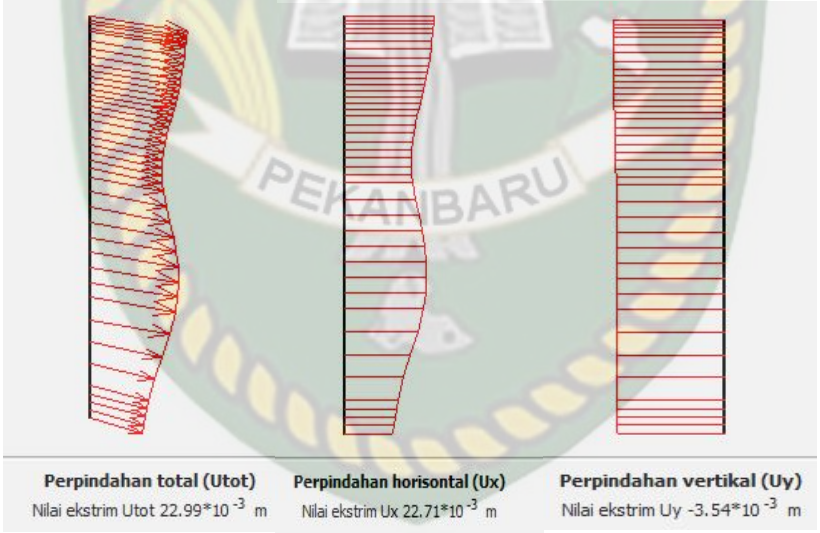
Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

pancang *(spun pile)*galian ke V (lima) sebesar 176,72 mm, sedangkan untuk deformasi total pada analisis jangka panjang (konsolidasi) dengan tiang pancang *(spun pile)*sebesar 176,33 mm.



(a) (b) (c)

Gambar 5.35 (a) Perpindahan pada *Soldier Pile* Galia ke V tanpa Tiang Pancang



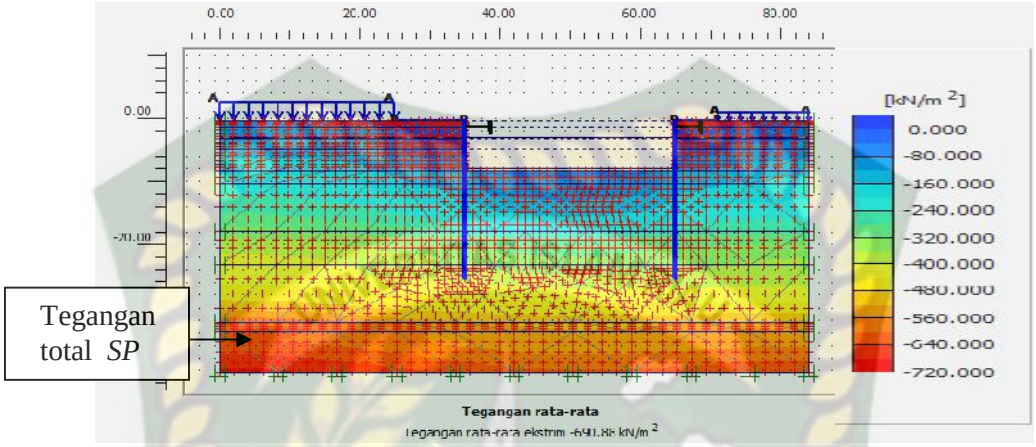
(a) (b) (c)

Gambar 5.36 (a) Perpindahan pada *Soldier Pile* Galia ke V dengan Tiang Pancang

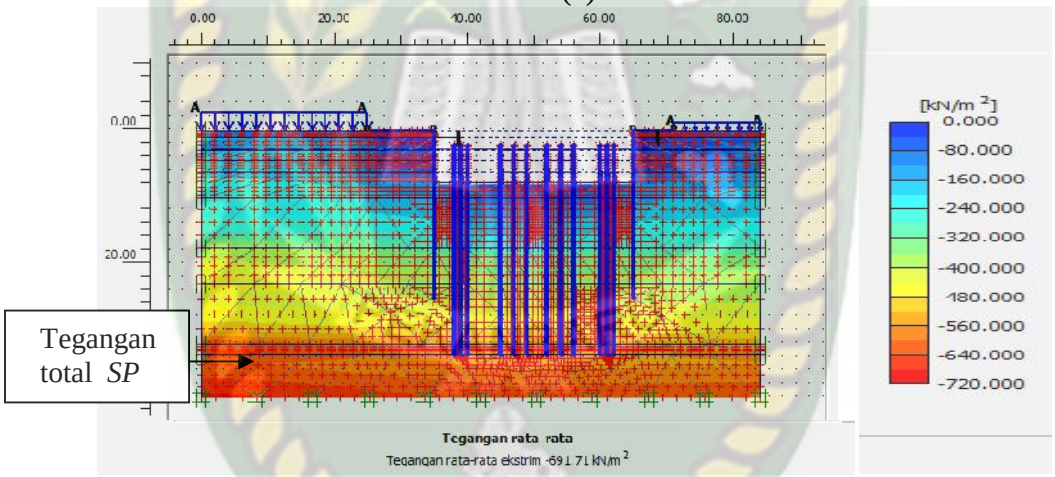
Pada gambar 5.36, analisis jangka panjang (konsolidasi) tanpa tiang pancang diperoleh hasil perpindahan total pada tiang *soldier pile* sebesar 31,50 mm, perpindahan horizontal tiang *soldier pile* sebesar 31,50 mm dan perpindahan

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

vertikal tiang *soldier pile* 0,65 mm.Sedangkan pada gambar 5.36, analisis jangka panjang (konsolidasi) dengan tiang pancang diperoleh hasil perpindahan total pada tiang *soldier pile* sebesar 22,99 mm, perpindahan horizontal tiang *soldier pile* sebesar 22,71 mm dan perpindahan vertikal tiang *soldier pile* -3,54 mm.



(a)

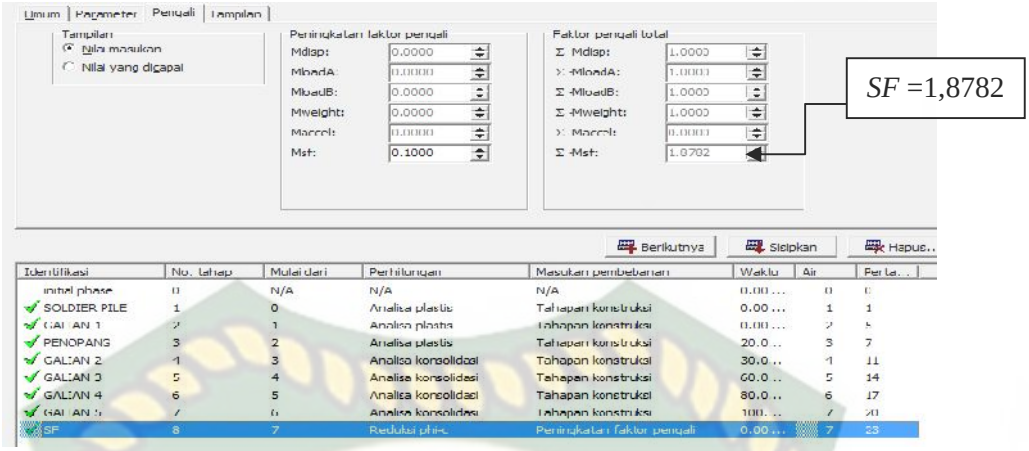


(b)

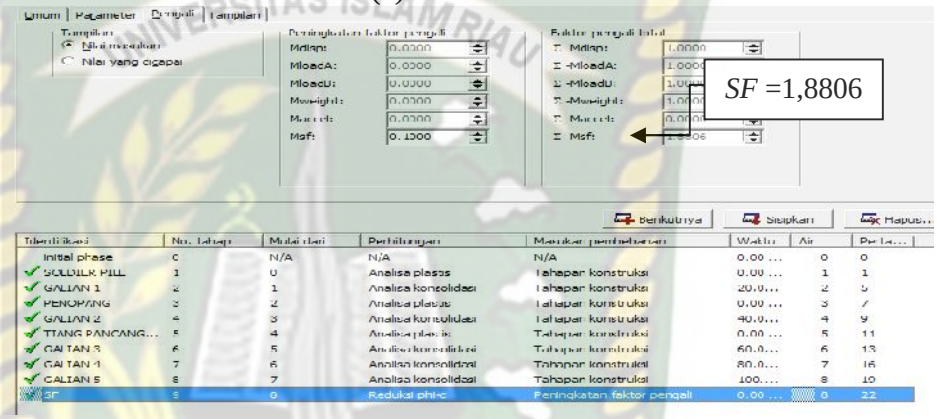
Gambar 5.37 (a) Tegangan Total tanpa Tiang Pancang dan (b) Tegangan Total dengan Tiang Pancang pada Galian ke V

Pada gambar 5.37, Diperoleh hasil tegangan total *soldier pile*dengan analisis jangka pendek tanpa tiang pancang *(spun pile)*sebesar -690,88 kN/m^2, sedangkan tegangan total *soldier pile*dengan analisis jangka pendek dengan tiang pancang *(spun pile)*sebesar -691,71 kN/m^2 terjadi pada lapisan tanah paling bawah gedung Kantor BPKP.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :



(a)



(b)

Gambar 5.38 (a) *Safety Factor* (a) Tanpa (b) dengan Tiang Pancang

Pada gambar 5.38, hasil analisis diatas diperoleh bahwa nilai *safety factor* analisis jangka panjang (konsolidasi) tanpa tiang pancang *(spun pile)*galian ke V (lima) adalah 1,8782 sedangkan untuk nilai *safety factor* pada analisis jangka panjang (konsolidasi) dengan tiang pancang *(spun pile)*sebesar 1,8806. Dari hasil analisis diatas diperoleh bahwa pada analis jangka pendek (plastis) dengan atau tanpa tiang pancang perubahan nilai *safety factor*relatif kecil akan tetapi dalam kondisi aman.

Berdasarkan perhitungan hasil analisis yang sudah diperoleh di atas, maka didapat perbandingan mengenai deformasi, tegangan dan perpindahan pada tiap galian *soldier pile* dengan atau tanpa pengaruh tiang pancang, dapat dilihat pada tabel dibawah.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Table 5.16 Deformasi dan Tegangan pada Analisis Jangka Pendek (Plastis) tanpa Pengaruh Tiang Pancang *(Spun Pile)*

	Sebelah Gedung BPKP				
	Tahap Galian/ Kedalaman				
	I	II	III	IV	V
	0 s/d - 1.5	-1.5 s/d -4	-4 s/d -5.5	-5.5 s/d -7	-7 s/d -8.5
deformasi total (mm)	113,96	119,11	120,35	123,70	127,71
Tegangan Total (kN/m2)	-692,64	-691,52	-691,17	-690,36	-690,19

Tabel 5.17 *Output* Analisis Jangka Pendek *(Plastis)* Tanpa Pengaruh Tiang Pancang pada *Soldier Pile* dengan Metode Elemen Hingga

	Bagian Sebelah BPKP				
	Tahap Galian / Kedalaman				
	I	II	III	IV	V
	0 s/d -1.5	-1.5 s/d -4	-4 s/d -5.5	-5.5 s/d -7	-7 s/d -8.5
Perpindahan Total (mm)	31,18	37,16	38,55	42,66	45,17
Perpindahan horizontal (mm)	31,09	37,16	38,55	42,65	45,15
perpindahan vertikal (mm)	-2,53	-3,33	6,30	1,15	1,60

Table 5.18 Deformasi dan Tegangan pada Analisis Jangka Pendek (Plastis) dengan Pengaruh Tiang Pancang *(spun pile)*

	Sebelah Gedung BPKP				
	Tahap Galian/ Kedalaman				
	I	II	III	IV	V
	0 s/d - 1.5	-1.5 s/d -4	-4 s/d -5.5	-5.5 s/d -7	-7 s/d -8.5
deformasi total (mm)	113,98	120,27	121,12	124,21	128,40
Tegangan Total (kN/m2)	-692,87	-691,45	-691,27	-690,45	-689,04

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Tabel 5.19 *Output* Analisis Jangka Pendek(Plastis) dengan Pengaruh Tiang Pancang pada *Soldier pile* dengan Metode Elemen Hingga

	Bagian Sebelah BPKP				
	Tahap Galian / Kedalaman				
	I	II	III	IV	V
	0 s/d -1.5	-1.5 s/d -4	-4 s/d -5.5	-5.5 s/d -7	-7 s/d -8.5
Perpindahan Total (mm)	35,68	35,13	34,94	33,83	34,85
perpindahan horizontal (mm)	35,61	35,13	34,94	33,82	34,84
perpindahan vertikal (mm)	-2,55	-0,3	0,41	0,67	0,87

Table 5.20 Deformasi dan Tegangan pada Analisis Jangka Panjang (Konsolidasi) tanpa Pengaruh Tiang Pancang *(Spun Pile)*

	Sebelah Gedung BPKP				
	Tahap Galian/ Kedalaman				
	I	II	III	IV	V
	0 s/d - 1.5	-1.5 s/d -4	-4 s/d -5.5	-5.5 s/d -7	-7 s/d -8.5
deformasi total (mm)	140,48	149,46	168,25	174,55	176,72
Tegangan total (kN/m2)	-692,90	-690,48	-691,75	-691,69	-690,88

Tabel 5.21*Output* Analisis Jangka Panjang(Konsolidasi)Tanpa Pengaruh Tiang Pancang pada *Soldier pile*Dengan Metode Elemen Hingga

	Bagian Sebelah BPKP				
	Tahap Galian / Kedalaman				
	I	II	III	IV	V
	0 s/d -1.5	-1.5 s/d -4	-4 s/d -5.5	-5.5 s/d -7	-7 s/d -8.5
Perpindahan Total (mm)	21,73	28,27	27,24	29,47	31,50
Perpindahan horizontal (mm)	19,69	28,32	29,43	29,43	31,50
perpindahan vertikal (mm)	-9,21	-5,18	-7,20	-1,15	6,56

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Table 5.22 Deformasi dan Tegangan pada Analisis Jangka Panjang (Konsolidasi) dengan Pengaruh Tiang Pancang *(Spun Pile)*

	Sebelah Gedung BPKP				
	Tahap Galian/ Kedalaman				
	I	II	III	IV	V
	0 s/d - 1.5	-1.5 s/d -4	-4 s/d -5.5	-5.5 s/d - 7	-7 s/d -8.5
Deformasi total (mm)	140,48	161,40	161,39	175,04	176,33
Tegangan Total (kN/m^2)	-691,73	-691,71	-692,67	-691,71	-691,71

Tabel 5.23 *Output* Analisis Jangka Panjang(Konsolidasi)dengan Pengaruh Tiang Pancang pada *Soldier pile*Dengan Metode Elemen Hingga

	Bagian Sebelah BPKP				
	Tahap Galian / Kedalaman				
	I	II	III	IV	V
	0 s/d -1.5	-1.5 s/d -4	-4 s/d -5.5	-5.5 s/d -7	-7 s/d -8.5
Perpindahan Total (mm)	21,73	21,42	20,68	21,30	22,99
Perpindahan horizontal (mm)	19,69	20,65	20,02	20,84	22,71
perpindahan vertikal (mm)	-9,23	-5,70	-5,18	-4,40	-3,54

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Berdasarkan hasil perhitungan dengan metode elemen hingga menggunakan aplikasi PLAXIS 2D untuk memperoleh stabilitas dinding penahan tanah yang telah di kerjakan, maka diperoleh hasil seperti pada tabel dibawah ini. (Selanjutnya hasil perhitungan dapat dilihat pada lampiran A).

Tabel 5.24 Rekapitulasi Perhitungan Stabilitas *Soldier Pile* Dengan analisis Jangka pendek (Plastis).

Kedalaman	Galian	Faktor aman terhadap guling (SF) pada analisisjangka pendek (plastis)	Keterangan
0 s/d -.15	I	1,2371	> 1,2 → Aman
-1.5 s/d -4	II	1,2367	> 1,2 → Aman
-4 s/d -5.5	III	1,2367	> 1,2 → Aman
-5.5 s/d -7	IV	1,2362	> 1,2 → Aman
-7 s/d -8.5	V	1,2355	> 1,2 → Aman

Tabel 5.25 Rekapitulasi Perhitungan Stabilitas *Soldier Pile* Dengan analisis Jangka pendek (Plastis) dengan Pengaruh Tiang Pancang *(Spun Pile)*.

Kedalaman	Galian	Faktor aman terhadap guling (SF) pada analisisjangka pendek (plastis)	Keterangan
0 s/d -.15	I	1,2367	> 1,2 → Aman
-1.5 s/d -4	II	1,2365	> 1,2 → Aman
-4 s/d -5.5	III	1,2365	> 1,2 → Aman
-5.5 s/d -7	IV	1,2365	> 1,2 → Aman
-7 s/d -8.5	V	1,2368	> 1,2 → Aman

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Tabel 5.26 Rekapitulasi Perhitungan Stabilitas *Soldier Pile* dengan Analisis Jangka Panjang (Konsolidasi).

Kedalaman	Galian	Faktor aman terhadap guling (SF) pada analsis jangka panjang (Konsolidasi)	Keterangan
0 s/d -.15	I	1,4892	> 1,2 → Aman
-1.5 s/d -4	II	1,6805	> 1,2 → Aman
-4 s/d -5.5	III	1,7618	> 1,2 → Aman
-5.5 s/d -7	IV	1,8485	> 1,2 → Aman
-7 s/d -8.5	V	1,8782	> 1,2 → Aman

Tabel 5.27 Rekapitulasi Perhitungan Stabilitas *Soldier Pile* Dengan analisis Jangka Panjang (Konsolidasi) dengan Pengaruh Tiang Pancang *(Spun Pile)*.

Kedalaman	Galian	Faktor aman terhadap guling (SF) pada analisisjangka Panjang (Konsolidasi)	Keterangan
0 s/d -.15	I	1,4894	> 1,2 → Aman
-1.5 s/d -4	II	1,6807	> 1,2 → Aman
-4 s/d -5.5	III	1,8119	> 1,2 → Aman
-5.5 s/d -7	IV	1,8611	> 1,2 → Aman
-7 s/d -8.5	V	1,8806	> 1,2 → Aman

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

BAB VI
KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil pengamatan dan analisa yang telah ditentukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil analisis stabilitas yang terjadi pada *soldier pile*, menghasilkan gaya-gaya dalam. Pada analisis ini dilakukan secara pergalian dengan dua cara yaitu analisis jangka pendek (plastis) dan analisis jangka panjang (konsolidasi). Pada analisis jangka pendek (plastis) gaya geser (gaya lateral) maksimum terjadi pada galian ke lima sebesar 126,80 kN/m. Momen lentur maksimum terjadi pada analisis jangka panjang (konsolidasi) galian ke tiga dengan penurunan sebesar 202,85 (kN/m). Untuk gaya aksial maksimum terjadi pada analisis jangka panjang (konsolidasi) pada galian kelima yaitu sebesar 203,70 kN/m). Pada analisis jangka pendek (plastis) tegangan total maksimum terjadi pada galian ke lima adalah -692,64 kN/m^2, Sedangkan untuk tegangan total maksimum analisis jangka panjang (konsolidasi) terjadi pada galian pertama yaitu sebesar -692,90 kN/m^2. Deformasi maksimum terjadi pada analisis jangka panjang pada galian kelima *soldier pile* sebelah kiri (sebelah BPKP) sebesar 176,72 mm. Perpindahan total dan perpindahan horizontal maksimum tiang *soldier pile* terjadi pada galian ke lima analisa plastis sebesar masing-masing 45,17 mm dan 45,15 mm. Nilai *safety factor* pada analisis jangka pendek adalah 1,2355 dan pada analisis jangka panjang adalah 1,8782.
2. Pengaruh tiang pancang terhadap *soldier pile* diperoleh hasil bahwa perpindahan total maupun perpindahan horizontal pada *soldier pile* jadi semakin kecil. Untuk analisis jangka pendek dengan pengaruh tiang, perpindahan total maksimum dan perpindahan horizontal maksimum terjadi pada *soldier pile* sebelah kiri galian ke lima (V) masing-masing sebesar 34,85 mm dan 34,84 mm dengan nilai *safety factor* adalah 1,2368,

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

dan untuk analisis konsolidasi dengan pengaruh tiang pancang, perpindahan total maksimum dan perpindahan horizontal maksimum terjadi pada *soldier pile* galian ke lima (V) masing- masing sebesar 22,99 mm dan 22,71 mm. Nilai *safety factor* pada analisis jangka panjang (konsolidasi) adalah 1,8806. Dengan nilai tersebut *soldier pile* sudah memenuhi persyaratan kestabilan terhadap gaya guling yaitu >1,2.

6.2 Saran

Berdasarkan perhitungan analisis yang telah dilakukan disarankan agar tetap menjaga keamanan dinding penahan tanah supaya tidak terjadi perubahan.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

DAFTAR PUSTAKA

Das, B., M., (Noor Endah, Indrasurya B. Mochar) 1996, *Mekanika Tanah (Prinsip-PrinsipRekayasaGeoteknis) Jilid II CetakanPertama*, PenerbitErlangga, Jakarta.

Deno., 2017, *AnalisaPerbandinganStabilitasDindingTurapberangkurDenganmengguna kanMetode Ujung Tetap Dan Metode Ujung BebasPadaTepian Sungai SiakPasar Lama KecamatanSiakKabupatenSiak*, , TugasAkhir, Universitas Islam Riau, Pekanbaru.

Dicky., 2016, *TinjauanUlangTerhadapPondasiTiangBor (Bored Pile) Pada Pembangunan GedungMahasiswaUniversitas Islam Riau DenganMetodeElemenHingga 2D Aksisimetri*, TugasAkhir, Universitas Islam Riau, Pekanbaru.

Ferra., 2013, *AnalisisGalianDalamPada Basement GedungDenganPermodelan Soft Soil Menggunakan Program Plaxis*,TugasAkhir, Universitas Bangka Belitung.

Hardyatmo, H.C, 2006, *TeknikPondasi I*, GadjahMada University Press, Yogyakarta.

Hardyatmo, H.,C, 2008, *TeknikPondasi II*, GadjahMada University Press, Yogyakarta.

Hardyatmo, H.C, 2010, *Mekanika Tanah II Edisi V*, GadjahMada University Press, Yogyakarta.

Heri.,2017, *Syarat-SyaratTeknisPekerjaanStruktur*, Arkitek Team Empat, Jakarta.

Lydia., 2013, *AnalisisKeamanan Soldier Pile MenggunakanMetode FEM studiKasus Kantor Ambarukmo Office Center Jl. Solo*, TugasAkhir, UniversitasGajah Mada, Yogyakarta.

Maulana, A., 2013, *Perencanaan Secant Pile SebagaiDindingPenahan Tanah Basement denganMenggunakanPlaxis v8.2*, TugasAkhir, UniversitasMercuBuana, Jakarta.

Satria, A., 2017, *TinjauanKapasitasDukungPondasi Bored Pile MenggunakanMetodeAnalitisdanMetodeElemenHinggaPadaGedungFakul tasIlmuKomunikasiUniversitas Islam Riau*, TugasAkhir, Universitas Islam Riau, Pekanbaru.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Sianipar, B.R., 2016, *Perencanaan Soldier Pile UntukPerkuatanLerengJalanTolGempol-Pandaan STA.6+518 s/d 6+575*, TugasAkhir, UniversitasSepuluh November, Surabaya.

Yuliani, U., 2011, *Desain Soldier Pile DenganPlaxisMenggunakanPemodelan Hardening Soil*,TugasAkhir, UniversitasGunaDarma, Depok.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :