



PUSTAKALAYA

UNIVERSITAS SANGGA BUANA

YAYASAN PENDIDIKAN KEUANGAN DAN PERBANKAN

Jl. PHH. Mustofa No.68, Kel. Cikutra, Kec. Cibeunying Kidul, Kota Bandung

Website: pustakalaya.usbypkp.ac.id Email: library@usbypkp.ac.id

Surat Keterangan Cek Plagiarisme

Nomor: 446/VIII/SKCP/USB-YPKP/2025

Sehubungan dengan kewajiban **Cek Plagiarisme** dengan *similarity check maximal 25%* sebagai salah satu kelengkapan persyaratan administrasi bagi mahasiswa tingkat akhir, dengan ini UPT Perpustakaan Universitas Sangga Buana menerangkan bahwa:

Nama : RISMAN DALA
NPM : 2212231029
Program Studi : S2 Teknik Sipil
Judul Karya Tulis Ilmiah : " ANALISIS DAMPAK PEMADATAN TANAH TERHADAP KESTABILAN STRUKTUR YANG BERDEKATAN MENGGUNAKAN APLIKASI PLAXIS 2D"
Tanggal Cek Turnitin : 01 August 2025
Status : Lulus dengan 8% *Similarity Check*

Adalah benar telah dilakukan *similarity check* sebagaimana data tersebut diatas, dan surat ini dibuat berdasarkan keadaan yang sebenar benarnya, untuk bisa dipergunakan sebagaimana mestinya.

Bandung, 01 August 2025

Kepala UPT Perpustakaan

Widyapuri Prasastiningtyas, S.Sos., M.I.kom.

NIP. 432.200.173

PUSTAKALAYA

Perpustakaan Usbypkp

RISMAN DALA

-  Farmasetika -- no repository 023
-  Farmasetika II
-  Politeknik Kesehatan Kemenkes Aceh

Document Details

Submission ID

trn:oid::1:3306297092

Submission Date

Aug 1, 2025, 11:21 AM GMT+7

Download Date

Aug 1, 2025, 11:30 AM GMT+7

File Name

RISMAN_DALA_2212231029_2_.docx

File Size

69.3 MB

248 Pages**18,451 Words****110,816 Characters**

8% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Top Sources

- 7%  Internet sources
 - 2%  Publications
 - 4%  Submitted works (Student Papers)
-

Top Sources

7%	Internet sources
2%	Publications
4%	Submitted works (Student Papers)

Top Sources

The sources with the highest number of matches within the submission. Overlapping sources will not be displayed.

1	Internet	123dok.com	<1%
2	Internet	himawanindarto.files.wordpress.com	<1%
3	Student papers	Sriwijaya University	<1%
4	Internet	dspace.uil.ac.id	<1%
5	Internet	repository.its.ac.id	<1%
6	Internet	repo.itera.ac.id	<1%
7	Internet	digilib.unila.ac.id	<1%
8	Internet	www.coursehero.com	<1%
9	Internet	www.scribd.com	<1%
10	Internet	docplayer.info	<1%
11	Student papers	Universitas Islam Indonesia	<1%

12	Internet	darsimanb.blogspot.com	<1%
13	Internet	text-id.123dok.com	<1%
14	Student papers	Sultan Agung Islamic University	<1%
15	Internet	www.codeaster.org	<1%
16	Student papers	Universitas Musamus Merauke	<1%
17	Student papers	Syiah Kuala University	<1%
18	Internet	repository.unas.ac.id	<1%
19	Internet	eprints.umm.ac.id	<1%
20	Internet	id.123dok.com	<1%
21	Internet	ejournal.undip.ac.id	<1%
22	Internet	graduate.uinjkt.ac.id	<1%
23	Internet	id.scribd.com	<1%
24	Internet	etd.auburn.edu	<1%
25	Internet	123docz.net	<1%

26	Internet	eprints.undip.ac.id	<1%
27	Internet	lodiloho.blogspot.com	<1%
28	Internet	winrock.org	<1%
29	Internet	pt.scribd.com	<1%
30	Publication	Wahyu Mahendra Trias A, Sigit Herananda Prabowo, "Penerapan Teknologi Mort...	<1%
31	Student papers	University of Waikato	<1%
32	Student papers	University of Wollongong	<1%
33	Internet	businessdocbox.com	<1%
34	Internet	doczz.pl	<1%
35	Internet	repository.ub.ac.id	<1%
36	Internet	repository.usd.ac.id	<1%
37	Internet	www.allekabels.nl	<1%
38	Internet	adoc.pub	<1%
39	Internet	sml.sipil.ft.unand.ac.id	<1%

40	Internet	www.slideshare.net	<1%
41	Internet	1library.net	<1%
42	Student papers	Universitas Bung Hatta	<1%
43	Internet	lpmpkaltim.kemdikbud.go.id	<1%
44	Internet	repository.unibos.ac.id	<1%
45	Internet	adoc.tips	<1%
46	Internet	ejournal.unmus.ac.id	<1%
47	Internet	ejurnal.itenas.ac.id	<1%
48	Internet	es.scribd.com	<1%
49	Internet	mekanikatanahitm10306011.blogspot.com	<1%
50	Internet	repository.unp.ac.id	<1%
51	Internet	idoc.pub	<1%
52	Internet	repository.usu.ac.id	<1%

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Untuk pekerjaan rekayasa sipil memadatkan timbunan di lapangan banyak terjadi masalah. Suatu proyek konstruksi banyak melakukan pemadatan dengan tanah timbunan agar lantai bangunanya lebih tinggi. Tanah yang dipakai untuk urugan harus dipadatkan supaya bisa memenuhi daya dukung tanah, (Ardakani & Kordnaeij, 2019) dan infiltrasi (Yergeau & Obrobt, 2013).

Memadatkan timbunan merupakan suatu cara agar bisa memperbaiki tanah dan yang paling gampang dikerjakan ketika perbaikan pekerjaan urugan tanah (Altun et al., 2008; Park, 2010). Kerapatan urugan pada lahan timbunan diperlukan pemeriksaan lanjutaj untuk menjamin agar mutu pekerjaan memadatkan tanah lebih baik lagi. (Altun et al., 2008; Houston et al., 2016; Walsh et al., 1997)

Proses pemadatan akan mengubah beberapa dari parameter-parammeter tanah, misalnya berat isi, rasio pori, sudut geser tanah dalam tanah dan parameter-prameter tanah lainnya, perubahan ini akan menentukan perilaku tanah terhadap proses pembebanan dan pelaksanaan selanjutnya, yang diharapkan perilaku tersebut masih dalam kondisi yang ideal, (Lubis 2007).

Pemadatan getaran di lapangan dapat menyebabkan fenomena penurunan (settlement) pada tanah di sekitar area yang dipadatkan. Getaran mesin vibro roller menimbulkan densifikasi partikel tanah, mengakibatkan volume tanah menyusut dan permukaan tanah menurun. Efek ini juga dapat merambat ke struktur terdekat sehingga menyebabkan retakan.

Penelitian ini dilakukan karena pada beberapa proyek konstruksi terjadi keretakan pada struktur bangunan seperti struktur pelat lantai, struktur kolom beton, dan struktur balok, baik itu retak yang berukuran kecil berbentuk kulit kura-kura hingga berukuran 5 mm, oleh karenanya penyelidikan perlu di Analisa sehingga dapat ditelusuri penyebab keretakan struktur beton tersebut, apakah dari struktur tanah yang bergerak akibat getaran pada saat pemadatan tanah timbunan menggunakan vibro roller yang dapat mempengaruhi kestabilan

struktur terdekat dari area pemadatan tanah tersebut sehingga sering terjadi keretakan pada struktur terdekat dari pemadatan.

Oleh karena itu penelitian ini berjudul **"ANALISIS DAMPAK PEMADATAN TANAH TERHADAP KESTABILAN STRUKTUR YANG BERDEKATAN MENGGUNAKAN APLIKASI PLAXIS 2D (STUDI KASUS PT. TERUNA PERKASA OPTIMAL NEW FACTORY PROJECT, TANGGERANG-BANTEN)"**

1.2 Rumusan Masalah

1. Berapa jarak minimum yang aman antara area pemadatan dengan struktur di sekitarnya untuk mencegah kerusakan?
2. Seberapa besar penurunan tanah yang terjadi akibat tekanan pemadatan menggunakan vibro getaran?
3. Apakah jenis alat pemadat yang direkomendasikan untuk pemadatan getar pada area yang berdekatan dengan struktur?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Menentukan jarak minimum yang aman antara area pemadatan tanah dan struktur yang berdekatan untuk mencegah kerusakan struktur.
2. Mengetahui penurunan tanah akibat tekanan pemadatan getaran menggunakan vibro roller.
3. Menentukan jenis alat seperti apa yang tepat untuk direkomendasikan pada pemadatan getaran yang berdekatan dengan struktur bangunan.

1.4 Obyektif Penelitian

1. Melakukan pengukuran jarak antara Mesin Vibro Roller terhadap struktur bangunan
2. Melakukan wawancara kepada operator alat untuk mengetahui berapa RPM (Revolution Per Minute) tekanan getaran saat melakukan pemadatan
3. Melakukan test CBR lapangan pada beberapa titik di lokasi pemadatan tanah
4. Melakukan pengamatan terhadap bangunan terdekat untuk melihat dampak getaran pemadatan yang dilakukan

5. Melakukan uji Laboratorium untuk mengetahui parameter tanah
6. Melakukan simulasi perhitungan menggunakan Aplikasi Plaxis 2D untuk mengetahui pemodelan yang terjadi pada meshing timbunan tanah akibat pemadatan getaran.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Memberikan kontribusi ilmiah dalam bidang teknik sipil terkait hubungan antara pemadatan tanah dan stabilitas struktur bangunan terdekat.
2. Menambah referensi untuk penelitian lebih lanjut tentang teknik pemadatan tanah dan aplikasi dalam konstruksi.

1.6 Batasan Masalah

1. Penelitian ini hanya untuk menganalisis kestabilan struktur bangunan pada penurunan dan tegangan tanah.
2. Penelitian ini hanya dilakukan pada proyek Pt. Teruna Perkasa Optimal New Factory Project, Tangerang-Banten.
3. Penelitian ini hanya pada struktur bangunan 1 lantai sampai dengan 5 lantai saja.

1.7 Sistematika Penulisan

1.7.1 Tahapan Persiapan

Bab I

- a. Merumuskan pendahuluan mengapa penelitian ini dilakukan
- b. Merumusan permasalahan penelitian
- c. Menuliskan apa tujuan dari penelitian
- d. Menjelaskan apa manfaat yang akan diberikan untuk penelitian ini
- e. Memberikan batasan penelitian agar fokus pada permasalahan
- f. Merumuskan sistematika penelitian sehingga terarah penulisannya

Bab II

1.7.2 Menuliskan Tinjauan Pustaka yang berkaitan dengan masalah penelitian

- a. Mempelajari dan menulis dasar teori yang menjelaskan dan berhubungan dengan jenis tanah, sifat-sifat tanah, teori timbunan, pemadatan, dan teori getaran.

- b. Tinjauan umum Software Plaxis 2D
- c. Mempelajari dan menulis penelitian terdahulu (literature review) yang berkaitan dengan penelitian untuk mengetahui jawaban yang disimpulkan

Bab III

1.7.3 Metodologi Penelitian

- a. Penelitian menggunakan analisis kuantitatif
- b. Lokasi penelitian dilakukan di Proyek Pt. Teruna Perkasa Optimal New Factory Project, Tangerang-Banten, Indonesia.
- c. Persiapan perlengkapan dan peralatan
- d. Pengumpulan data lapangan :
 - Melakukan pengukuran jarak antara Mesin Vibro Roller ke struktur bangunan
 - Melakukan wawancara kepada operator Mesin Vibro Roller untuk mengetahui berapa RPM (Revolution Per Minute) tekanan getaran saat melakukan pemadatan
 - Melakukan pengukuran antara mesin pemadat (vibro roller) terhadap struktur bangunan terdekat
 - Melakukan pengamatan terhadap bangunan terdekat untuk melihat dampak getaran pemadatan yang dilakukan
 - Melakukan test CBR Lapangan dibeberapa titik area pemadatan untuk mengetahui berapa persentase tingkat kepadatan tanah setelah pemadatan digetarkan dari CBR Rencana
- e. Pengumpulan data Laboratorium :
 - Melakukan uji sifat fisik tanah
 - Melakukan uji pemadatan standart

- #### 1.7.4 Menuliskan daftar pustaka yang digunakan pada penulisan penelitian
- Pada daftar pustaka secara otomatis tertulis dengan menggunakan aplikasi mendeley.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Tanah

Tanah bisa diartikan gabungan mineral, bahan organik dan endapan-endapan yang relatif lepas dan berada di atas batu dasar (bedrock) (Hardiyatmo, 2002). Tanah adalah komponen yang terdiri dari butiran, komponen padat yang terpisah berdasarkan sifat kimiawinya antara satu dan lainnya dan dari bahan-bahan organik yang sudah lapuk (partikel padat) dan ikuti dengan zat cair dan gas yang mengisi bagian-bagian kosong antara partikel padat lainnya. (Robianti 2017).

Das (1985) menjelaskan bahwa, tanah didefinisikan sebagai material yang tergabung oleh butiran serta mineral padat dan tidak terikat secara kimiawi antara satu dan yang lainnya serta bersumber dari bahan organik lapuk berpartikel padat, dan bercampur dengan cairan dan gas yang mengisi rongga-rongga kosong pada bagian-bagian partikel padat itu.

Definsi material pasir, material lempung, tanah lanau ataupun tanah lumpur sering dipakai untuk mencerminkan dimensi partikel pada batas yang sudah ditetapkan, bahkan definsi yang sama sering dipakai untuk mencerminkan sifat tanah khusus. Misalnya, tanah lempung adalah tipe tanah kohesif dan plastis, dan pasir dicerminkan seperti tanah tidak kohesif dan tidak plastis (Hardiyatmo, 2002).

2.2 Klasifikasi Tanah

Pengelompokan tanah yaitu salah satu dari cara untuk membagi tanah berdasarkan sifat dan cirinya untuk memudahkan dalam pemakaian. Pengelompokan tanah bisa membantu perencanaan untuk menunjukkan suatu arahan lewat cara empiris pada pengalaman masa yang lalu. Pengelompokan tanah sudah dikembangkan yang bertujuan untuk 5 rekayasa berdasarkan perilaku indeks tanah contohnya penyebaran dimensi dan plastisitas. Dalam penerapannya pengelompokkan tanah sering dipakai adalah, yaitu :

2.2.1 Sistem Klasifikasi Unifed (Unified Soil Classification System/USCS)

sistem ini dikelompokkan atas 2, yaitu:

1. Tanah yang berbutir kasar yaitu dengan presentase lolos pada saringan No. 200 $< 50\%$. Tanah butir kasar dibagi menjadi kerikil diberi label G (gravel), dan pasir diberi label S (sand).
2. Tanah yang memiliki butir halus diartikan lolos pada saringan No. 200 $> 50\%$. Tanah berbutir halus dibagi juga menjadi tanah lanau diberi label M (moum), sedangkan tanah lempung diberi label C (clay), serta tanah lanau dan tanah lempung organik diberi label O (organic), tergantung pada tanah tersebut terletak pada grafik plastisitas. Label L (low) untuk tanah dengan plastisitas rendah dan label H (hight) untuk tanah dengan tingkat plastisitas yang tinggi.

Tabel 2.1 Label Klasifikasi Tanah *Unifed*

Nomor	Jenis Tanah	Prefiks	Sub. Kelompok	Sufiks
1	Kerikil	G	Gradasi Bagus Gradasi Kurang Bagus	W P
2	Pasir	S	Berlanau Lempung	M C
3	Lanau	M		
4	Lempung	C	WL Lebih Kecil 50%	L
5	Organik	O	WL Lebih Besar 50%	H
6	Gambut	PT		

Sumber : Bowles, 1989 Dalam Robianti (2017)

Dengan:

W : Well Graded Category (kategori gradasi bagus)

P : Poorly Graded Category (kategori gradasi kurang bagus)

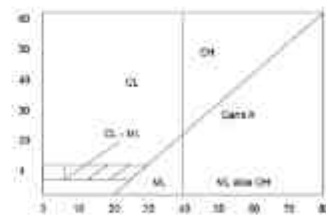
L : Low Plasticity Category (kategori plastisitas rendah, $LL < 50$)

H : High Plasticity Category (kategori plastisitas tinggi, $LL > 50$)

Tabel 2.2 Klasifikasi Tanah Berdasarkan USCS

Kelompok Pokok		Label	Kategori Umum		Ukuran kategorisasi
Tanah butir kasar $\geq 50\%$ butir tersangkut ayakan No. 200	Kerikil $50\% \geq$ faksi kasar tersangkut ayakan No. 04	Kerikil bersih	GW	Penggolongan sesuai proporsi butir halus : kurang dari 5% masuk ayakan No. 200; GM, GP, SW, SP, Lebih dari 12% masuk ayakan No. 200; GM, GC, SM, SC, 5% - 12% masuk ayakan No. 200 ; limit penggolongan yang memiliki label, double.	$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 4$ $Cc = \frac{(D_{10})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ Antara 1 dan 3
			GP		Tidak masuk dikedua syarat GW
		Kerikil berbutir halus	GM		limit Atterberg di bawah garis A maupun $PI < 4$
			GC		limit Atterberg di bawah garis A maupun $PI > 7$
	Pasir $\geq 50\%$ faksi kasar lolos ayakan No. 4	SW	Pasir baik/berkerikil, tanpa butiran halus		$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 6$ $Cc = \frac{(D_{10})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ Antara 1 dan 3
		SP	Pasir bergradasi buruk, pasir berkerikil, dengan		Tidak masuk dikedua syarat SW

Tunah berbutir halus 50% atau lebih masuk ayakan No. 200	Pasar berbutir halus		sedikit butiran halus	Limit Atterberg di bawah garis A Maupun $PI < 4$ limit Atterberg di bawah garis A maupun $PI > 7$ Jika limit Atterberg ada pada area anir dalam diagram plastisitas, limit menggunakan label ganda
		SM	Pasir berlanau	
		SC	Pasir bercampur berlempung	
	Lanau dan Lempung batas cair $\leq 50\%$	ML	Lanau anorganik, pasir sangat halus, serbuk batuan, pasir halus mengandung lanau dan lempung	Diagram plastisitas : Untuk mengelompokkan persentase butiran halus yang ada pada tanah berbutir halus dan kasar. limit Atterberg yang masuk pada area yang diarsir artinya batasan kategorinya memakai 2 label.
		CL	Lempung anorganik dengan plastisitas kecil hingga sedang lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung "kerdil"	
		OL	Lanau - anorganik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas kecil	
		MH	Lanau anorganik maupun pasir halus diatomae, maupun lanau diatomae, lanau dengan elastis	



		CH	Lempung anorganik dengan plastisitas tinggi, lempung (gemuk)	
		OH	Lempung organik dengan plastisitas sedang hingga tinggi	
Tipe tanah memuat organik tinggi		PT	Peat (gambut), muck, dan tanah lainnya dengan memuat organik tinggi	

Sumber : Hardiyatmo, 2002

2.2.2 Sistem Klasifikasi AASHTO

Berdasarkan pengelompokan pada AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Official) dikembangkan pertama kali pada tahun 1929 untuk Public Road Administrasion Classification System. System ini dirancang untuk membantu menentukan kualitas tanah yang digunakam untuk pekerjaan jalan utamanya sub-base serta subgrade.

Tabel 2.3 Klasifikasi Tanah AASHTO

Kelompok pokok	Tanah berbutir (35% / kurang dari semua contoh tanah yang masuk saringan 200)						
	A1		A3	A2			
Golongan	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7
Analisis saringan (%lolos)							
No.10	Batas	Batas					
No.40	atas	atas 50	Batas				
No.200	50	Batas	atas 51	Batas	Batas	Batas	Batas
	Batas	atas 25	Batas	atas 35	atas 35	atas 35	atas 35

	atas 30 Batas atas 15		atas.10				
Sifat faksi yang masuk saringan No.40 Limit cair (LL) Indeks Plastisitas (PI)	Batas atas 6	NP	Batas atas 40 Batas atas 10	Batas bawah 41 Batas atas 10	Batas atas 40 Batas bawah 11	Batas bawah 41 Batas bawah 11	
Mineral Dominan	Batu pecah, kerikil dan pasir	Pasir halus	Kerikil dan pasir berlanau maupun berlempung				
Kriteria Tanah Dasar	Baik sekali hingga baik						
Kelompok umum	Tanah berbutir (lebih dari 35% dari seluruh contoh tanah masuk saringan No. 200)						
Kelas	A-4	A-5	A-6		A-7		
Analisis saringan (% masuk) No.10 No.40	Batas bawah 36	Batas bawah 36	Batas bawah 36		Batas		

No.200				bawah 36
Faksi yang masuk No. 40 LL (limit) PI	Batas atas 40 Batas atas 10	Min 41 Batas atas 10	Batas atas 40 Batas bawah 11	Batas bawah 41 Batas bawah 11
Mineral Dominan	Tanah berlanau		Tanah berlempung	
Mutu Bahan	Normal sampai buruk			

Sumber : Hardiyatmo, 2002

Menurut karakteristiknya tanah bisa kategorikan ke dalam 2 kategori yakni :

1. Kategori dengan berbutir kasar (<35% masuk ayakan ukuran 200)

Tabel 2.4. Tanah Berbutir Kasar

Kode	Karakteristik tanah
A-1	Pasir kasar dan kerikil dengan kandungan butir halus sangat sedikit atau tidak ada sama sekali, dan tidak bersifat plastis
A-2	Campuran Pasir dan kerikil dengan sedikit kandungan butir halus
A-3	Tanah pasir halus non-plastis yang sebagian besar masuk saringan no. 200

Sumber : Larasati, 2016

2. Kategori tanah berbutir halus (>35% yang lolos saringan 200) .

Tabel 2.5 Tanah Berbutir Halus

Kode	Karakteristik tanah
A-4	Tanah lanau dengan plastisitas rendah
A-5	Tanah lanau yang mengandung butiran halus dan plastisitasnya sedikit lebih tinggi dibandingkan kelompok A-4
A-6	Tanah lempung yang memiliki plastisitas cukup tinggi dan mengalami perubahan volume yang signifikan
A-7	Tanah lempung plastis dengan kadar butiran halus tinggi dan menunjukkan perubahan volume yang sangat besar

Sumber : Larasati, 2016

2.2.3 Gravel

Secara garis besar kerikil adalah partikel batuan dengan ukuran 0.5 cm hingga 15 cm. Koral dipakai pada pekerjaan struktur jalan, serta untuk campuran membikin batu bata.

Kategori batu kerikil pada umumnya ialah :

1. Koral bagian tepi
2. Kerikil pantai
3. Cadas teluk
4. Cadas tumbukan
5. Kerikil timbunan
6. Kerikil murni
7. Kerikil sisa
8. Kerikil gunung
9. Kerikil sungai

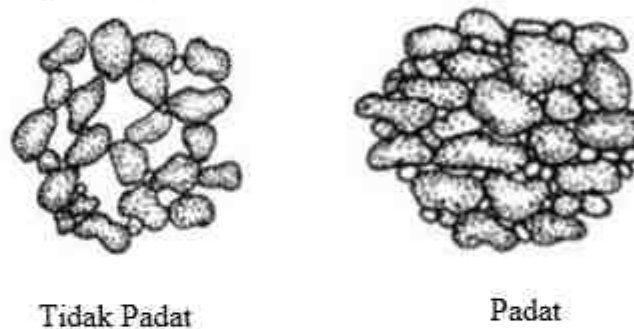
2.2.4 Pasir

Secara Garis besar tanah pasir adalah tanah yang mempunyai dimensi partikel bebatuan berukuran 0,074 cm hingga 0.5 cm, dan pasir kasar berukuran 0.3 cm hingga 0.5 cm, serta pasir halus dengan dimensi lebih kecil dari 0.1 cm. Umumnya tanah pasir merupakan tipe tanah yang mempunyai sifat tidak kohesif.

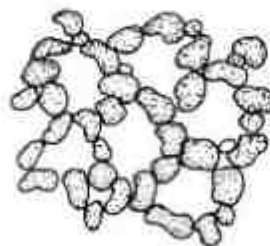
Menurut pernyataan Bowles (1986), dalam pemikirannya berpandangan bahwa tanah tidak kohesif merupakan tanah yang jika butiran tanahnya terlepas sesudah kering serta mau berkumpul jika kondisinya basah disebabkan gaya tarik

permukaan di dalam air. Tanah tidak kohesif memiliki karakter antara butiran lepas dan hal itu perlihatkan pada butiran tanah yang mau terlepas ketika mengering, jadi tanah itu wajib ada tindakan perubahan yang baik agar bisa meremajakn karakteristik tanah agar bagus.

Susunan tanah pasir biasanya bisa dikategorikan dalam bebrapa bentuk, yakni susunan berbutir satu (Single-grained) serta susunan sangkat tawom (Honeycombed) (Das, 1985). Dalam susunan berbutir satu (Single-grained) butiran tanahnya ada dalam kondisi baik serta butirannya berdempetan antar yang lainnya (dapat dilihat pada Gambar 2.1). Model serta penguraian dimensi butirannya dan posisinya bisa berdampak pada karakteristik kepadatannya. Dalam ssuatu struktur yang sangat terpisah, nilai pori 0,91 tapi nilai itu beralih ke 0,35 bila struktur pasir terjadi kepadatan.



Gambar 2.1 Susunan Butiran Tunggal



Gambar 2.2 Susunan rumah tawon

Dalam susunan rumah tawon (honey combed), tanah menyerupai belokan-belokan terkecil olehkarena itu adalah rangkaian berbutir (bisa terlihat di Gambar 2.2). Tanah berbutir sarang tawon memiliki rasio pori terbesar serta umumnya bisa menahan berat tetap sedang, jika susunan itu terbebani bobot besar atau bobot getaran maka susunan lapisannya bisa tidak baik serta bisa runtuh besar.

1 Tanah yang sifatnya tidak kohesif tidak memiliki limit antar kondisi plastis dan bukan plastis, sehingga tipe tanah itu bukan plastis untuk seluruh angka kadar air, namun pada keadaan lain, tanah tidak kohesif dengan kadar air yang tinggi bisa berkarakter semacam suatu cairan yang likat (Bowles, 1986).

2.2.5 Tanah Lanau

Menurut para ahli geoteknik menerangkan bahwa tanah lanau merupakan jenis tanah yang tidak bersifat kohesif, dan ditandai oleh tingkat merekat yang rendah antara butiran tanah. Tanah lanau memiliki kemampuan untuk menahan beban besar dan mempunyai kekuatan tinggi dalam keadaan kering. Namun, bila kadar air dalam keadaan basah, tanah tersebut menjadi rentan terhadap keruntuhan, olehnya itu susah bila dipadatkan. Menurut (Attom dkk., 2018) dalam bukunya bahwa tanah lanau pada dasarnya mempunyai ciri-ciri tersendiri untuk menunjukkan kemampuan untuk runtuh, seperti pori besar, kepadatan rendah, dan jenjang kejenuhan rendah disebabkan indeks plastisitas tanah lanau kecil, air dengan gampang meresapinya apabila kadar air tinggi. Apabila tanah lanau tersebut dipakai tanpa usaha perbaikan, stabilitasnya bisa terganggu serta tingkat resiko menjadikan kerusakan pada dasar bangunan. Olehkarena hubungan yang rapuh antara partikel tanah, dibutuhkan bahan atau metode lain untuk menambah kekuatan ikatan antara partikelnya, dan diantaranya adalah dengan melaksanakan sistem kesetimbangan tanah.

2.2.6 Lempung

7 Menurut teori Terzaghi dan Peck (1987) dalam bukunya menerangkan jika tanah lempung adalah tanah dengan dimensi mikrokons hingga sub mikrokons bersumber pada terurainya faktor-faktor kimiawi yang membentuk bebatuan. Dan menurut Hardiyatmo (2012) dalam bukunya mendefinisikan kalau tanah lempung mempunyai dimensi butir lembut berdiameter lebih kecil dari 0,002 mm, permeabilitas kecil, perubahan air kapiler signifikan, karakteristik berkohesif, kadar muai cukup dominan dan reaksi penyatuan mengecil. Partikel lempung berpola bagaikan kepingan yang memiliki bidang unik, sehingga tanah lempung mempunyai karakteristik terpengaruh dengan kekuatan bidang atas. Didapati

banyak mineral dikategorikan untuk mineral lempung, seperti kelompok montmorillonite, illite, kaolinite, dan polygorskite.

Menurut para ahli geoteknik tanah lempung mempunyai sifat apabila kering, tanah tersebut sangat keras, dan mempunyai sifat plastis ketika kadar air sedang. Sedangkan kalau kondisi air naik, maka tanah lempung akan memiliki karakteristik yang melengket (kohesif) dan sangat lembek. Karakteristik lengket pada tanah lempung menerangkan kalau sisi tertentu dari tanah lempung merekat antara sesamanya, dan kalau karakteristik plastisnya menerangkan bagian tanah lempung itu berubah walaupun isinya tidak berubah sedikitpun dan tidak harus kembali ke sifatnya semula.

Pada dasarnya dengan potensi pengembangan pengelompokan dan penyusutan besar pada tanah lempung didasari pada besarnya derajat aktivitas tanah lempung itu sendiri dan derajat indeks plastisitasnya (PI) $>35\%$, serta derajat perilaku tanah lempung dapat terpengaruh oleh jenis mineral yang ada pada tanah itu. Dengan demikian bahwa makin plastis mineral tanah lempung sehingga memiliki potensi untuk susut dan kembang lebih banyak. Kemampuan pengembangan memiliki indeks plastisitas yang berbeda, seperti terlihat pada Tabel 2.6

Tabel 2.6 Potensi Pengembangan

No.	Daya Peningkatan	Peningkatan disebabkan Tekanan 6.9 kPa (%)	Koloid (%)	PI (%)	Limit susut (%)	Limit Cair (%)
1	Cukup Tinggi	Lebih besar dari 30	Lebih besar dari 28	Lebih besar dari 35	Lebih besar dari 11	Lebih besar dari 65
2	Tinggi	20 s/d 30	20 s/d 31	25 s/d 41	7 s/d 12	50 s/d 63
3	Sedang	10 s/d 20	13 s/d 23	15 s/d 28	10 s/d 16	39 s/d 50
4	Rendah	lebih kecil dari 10	lebih kecil dari 15	lebih kecil dari 18	lebih kecil dari 15	39

2.3 Sifat Fisik Tanah

Menurut para ahli geoteknik menyatakan bahwa sifat butiran tanah bisa mempengaruhi analisis granuler dan lainnya, sedangkan menurut karakteristik serta bidangnya tanah bisa dikenal pada butirannya. Tanah pada dasarnya terdiri dari 2 atau 3 segmen. Pada tanah yang tidak basah, cuman terdapat 2 segmen yakni butiran tanah serta rongga udara. Tanah jenuh juga ada 2 kategori, yakni kelompok berbutir dan juga rongga air. Pada keadaan tidak jenuh, tanah dikategorikan ke dalam 3 kelompok yakni segmen berbutir, rongga udara dan rongga air.

Menurut (Siregar et al. 2024) dalam tulisannya menyatakan bahwa Sifat fisik tanah terdiri dari:

a. Warna tanah

Warna tanah didasarkan pada kadar bahan organik, kadar mineral, kandungan air yang terdapat dalam pori-pori tanah, derajat drainage tanah.

b. Berat isi (γ) – (SNI 03-3637-1994)

Menurut Mawardi, Razali dan Cyntia (2019) dalam penelitiannya menyebutkan bahwa pengetesan kerapatan lindak basah pada tanah sesuai peraturan SNI 03-3637-1994, metode pengetesan kerapatan lindak. Alat tes untuk pengetesan kerapatan lindak tanah seperti tanah aslinya serta mengambil contoh dari volume tanah yang seperti tabung kemudian dihitung volumenya. Kerapatan lindak tanah yaitu berat dibagi isinya. Bila ingin mendapatkan kerapatan lindak kering dan kerapatan lindak jenuhnya dapat dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$\gamma = \frac{\text{Berat tanah dalam ring (silinder)}}{\text{Volume ring}}$$

c. Kandungan air tanah (W) – (SNI 1965:2008)

d. Berat volume (Gs) – (SNI 1964:2008)

e. Kadar air kritis tanah berbutir halus

- Liquid limit (SNI 1967:2008)
- Plastic Limit (SNI 1966:2008)

- Shrinkage Limit (SNI 3422:2008)
- f. Untuk aturan Analisis dimensi butir tanah yaitu:
- Analisis saringan pada SNI 03-1968-1990
 - Cara sedimentasi pada SNI 03-3423:1994

Derajat kerapatan lindak untuk beberapa tipe tanah seperti tabel 2.7 berikut ini.

Tabel 2.7 Tabel Berat Jenis Tanah

No.	Tipe Tanah	Berat Jenis Tanah (Gauss)
1	Kerikil	2.62 s/d 2.68
2	Pasir	2.65 s/d 2.68
3	Lanau Organik	2.62 s/d 2.68
4	Lempung Organik	2.58 s/d 2.75
5	Lempung anOrganik	2.68 s/d 2.75
6	Humus	1.37
7	Gambut	1.25 s/d 1.8

Sumber : Hardiyatmo (2002)

g. Pemadatan Tanah

Dalam SNI 1742,1743 : 2008 pengertian pemadatan tanah yaitu tata cara dengan menggunakan kekuatan getaran sehingga membuat urugan jadi lebih solid serta bisa membuang angin yang berada pada pori tanah. Jumlah air di dalam tanah bisa dikatakan tidak akan berubah walaupun sudah dipadatkan, (Student and Sipil 2020). Beberapa metode yang bisa dikerjakan untuk perbaikan tanah di awal seperti dikeringkan, ditambahkan air, di tambahkan material lain, atau gregat lainnya dan atau bahan-bahan stabilitas lainnya seperti penambahan semen, abu batu ,gamping, sirtu, gravel, dan lain sebagainya yang sudah disarankan menurut SNI. Metode yang bisa dikerjakan untuk tambahan lain yang bisa dikerjakan

seperti cara menggaruk, menggemburkan dengan memakai mesin pencampur, yang kesemuanya bisa dikerjakan bergantung pada kondisi tanah tersebut. Berbagai macam alat yang dipakai untuk memadatkan tanah lempung di lapangan adalah, pengguling ban besi silinder, pengguling ban, pengguling kaki kambing dan macam-macamnya. Kalau di laboratorium umumnya untuk tes padat dengan metode ditumbuk menggunakan pemberat yang dijatuhkan pada tanah yang ada pada wadah yang sudah disiapkan.

Sebagian metode untuk menstabilisasi tanah dengan metode mekanis yang sering kerjakan ialah pemadatan. Menurut para ahli pemadatan dilakukan untuk memperoleh kepadatan yang baik, meningkatkan stabilitas volume tanah itu sendiri. Dengan demikian pengertian pemadatan adalah upaya membentuk kepadatan tanah dengan menekan angin ke arah luar dari rongga-rongga tanah dengan metode menggunakan alat berat (mekanis), seperti metode tumbuk, melindas serta dengan getaran. Oleh karena dipadatkan maka angin di dalam rongga-rongga tanah tidak keluar seluruhnya, akan tetapi dengan metode kerja dan pengawasan lebih baik maka bisa mendapatkan jumlah angin sangat kecil pada rongga tanah.

Derajat kepadatan tanah diuji berdasarkan berat volume tanah kering berasal pada berat volume tanah kering itu yang dipadatkan ataupun dinamakan suatu satuan kerapatan kering (dry density), ialah massa jenis tanah per volume total tanah. Dan nilai kerapatan kering bisa didapat dengan rumus :

$$\gamma_{dry} = \frac{\gamma}{1+w}$$

Keterangan :

- γ_{dry} : Berat Volume Tanah Kering (Gram/cm³)
 γ : Berat Volume Tanah (Gram/cm³)
 w : Kadar Air (Persen)

Bila semua angin pergi dari rongga-rongga tanah pada saat dipadatkan, sehingga tanah itu pada keadaan jenuh yang baik. Kerapatan tersebut dapat memperoleh derajat kerapatan kering maksimal untuk persentase air yang telah ditentukan, namun secara praktek derajat pemadatan tersebut tidak bisa memenuhi target.

2.4 Sifat Mekanik Tanah

Pada dasarnya karakteristik mekanik tanah ialah ciri-ciri yang menunjukkan bagaimana tanah merespons pada gaya atau tekanan luar, termasuk kekuatan geser, kompresibilitas, serta konsolidasi. Terzaghi dan kawan-kawan menyatakan kalau sifat mekanis tanah begitu penting untuk menentukan daya dukung tanah serta potensi penurunan pada tanah yang diterbebani. Terzaghi dan Peck (1967).

Umumnya, para ahli setuju bahwa sifat mekanis tanah mencakup beberapa kriteria penting diantaranya yaitu kekuatan geser (shear strength) dengan pengujian Triaxial UU (Triaxial Test Unconsolidated Undrained) – (SNI 03 – 4813 – 1998), kepadatan dan pemadatan (density and compaction), daya dukung (bearing capacity), konsolidasi dan kompresibilitas (consolidation and compressibility) serta penurunan (deformation).

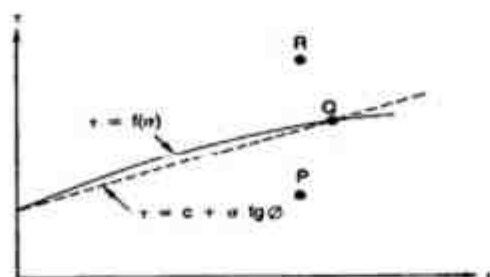
2.4.1 Kuat Geser Tanah Menurut Mohr Coulomb

Menurut Teori Mohr-Coulomb dalam Ningrum mengatakan bahwa kuat geser tanah (τ) mempunyai relevansi manfaat terhadap kohesi tanah (c), dan friksi elemen yang ditunjukkan pada rumus berikut, (Ningrum et al. 2019):

$$\tau = c + \sigma_n \tan \phi \quad (1)$$

Keterangan :

- T : Tegangan geser (kN/m²)
- σ : Tegangan normal (kN/m²)
- c : Kohesi tanah (kN/m²)



Gambar 2.3 Kriteria kegagalan Mohr Coulomb

Ciri-ciri gagalnya Mohr-Coulomb disimulasikan pada pola garis putus-putus lurus. Bila letak tekanan mendekati titik P, keruntuhan tidak terjadi. Untuk titik Q

keruntuhan terjadi karena titik tersebut berada persis di garis kegagalan. Titik R tidak mungkin tercapai, sebab lebih awal mencapai titik R tanah sudah runtuh.

2.4.2 Konsolidasi

Menurut para ahli geoteknik konsolidasi merupakan kejadian pengkerdilan massa tanah perlahan-lahan dalam kondisi tanah jenuh yang sempurna dengan permeabilitas tipis yang disebabkan pdrainase sejumlah air rongga, dan kejadian itu terjadi terus hingga kelebihan tekanan air rongga yang diakibatkan oleh kenaikan tekanan maksimal dan telah habis, (Ii 2016).

Pada dasarnya, peyusutan (settlement) pada tanah yang disebabkan bertambahnya jumlah dalam permukaan tanah dikategorikan sebagai berikut :

1. Penyusutan segera (immediate settlement), ialah peralihan pola tanah (deformasi) elastis untuk tanah kering, basah, dan jenuh air tanpa terjadi adanya peralihan porsi air pada pori-pori tanah serta berdasarkan pada konsep elastisitas.
2. Penyusutan konsolidasi (consolidation settlement), ialah peralihan massa tanah dalam keadaan jenuh air yang diakibatkan keluarnya air dari pori-pori tanah.

Teori Terzaghi untuk memperkirakan deformasi serta periode konsolidasi, pemakaian konsep konsolidasi satu sudut pandang Terzaghi sering dipakai disebabkan karena dapat menrangkan secara mendalam mengenai deformasi yang diakibatkan oleh kompresi serta aliran air satu sudut pandang, (Sipil et al. 2023).

Kompresi konsolidasi utama diakibatkan pada kejadian munculnya air dan udara pada rongga-rongga tanah yang diakibatkan tekanan eksternal yang berinteraksi dengan waktu. Jumlah kompresi konsolidasi utama dalam susunan tanah lembek yang mempunyai tebal dengan label H , sehinga bisa didapat dengan persamaan in:

Keadaan tanah Terkonsolidasi Normal (NC) :

$$S_c = \frac{C_c \times H}{1 + e_o} \log \left(\frac{p_o + \Delta P}{p_o} \right) A$$

Keadaan Tanah Lebih (OC) Jika $(p_o' + \Delta p) \leq p_c'$

$$S_c = \frac{C_s}{1 + e_o} \left[H \log \left(\frac{p_o + \Delta P}{p_o} \right) \right]$$

Apabila $(p_o' + \Delta p) > p_c'$

$$S_c = \frac{C_s}{1 + e_o} H \log \frac{p_c}{p_o} + \frac{C_c}{1 + e_o} H \log \left(\frac{p_o + \Delta P}{p_c} \right)$$

Dimana :

S_c	:	Besar Penurunan Konsolidasi
C_c	:	Indeks Pemampatan Tanah
C_s	:	Indeks Pemeabilitas Tanah
H	:	Tebal Lapisan Tanah
p_o'	:	Tekanan Overburden Efektif
p_c'	:	Tekanan Prakonsolidasi
Δp	:	Tambahan

Konsolidasi dapat dijelaskan lewat susunan tanah jenuh air yang dikasih tekanan vertikal tambahan dalam kondisi tidak dapat mengalami regangan lateral (no lateral strain), oleh karena perubahan volume tanah hanya terjadi akibat penurunan dalam arah vertikal. Pada prakteknya, situasi itu dapat didefinisikan jika perubahan tegangan vertikal efektif dalam suatu wilayah sangat besar jika dibandingkan dengan kedalaman lapisan tanah yang bersangkutan.

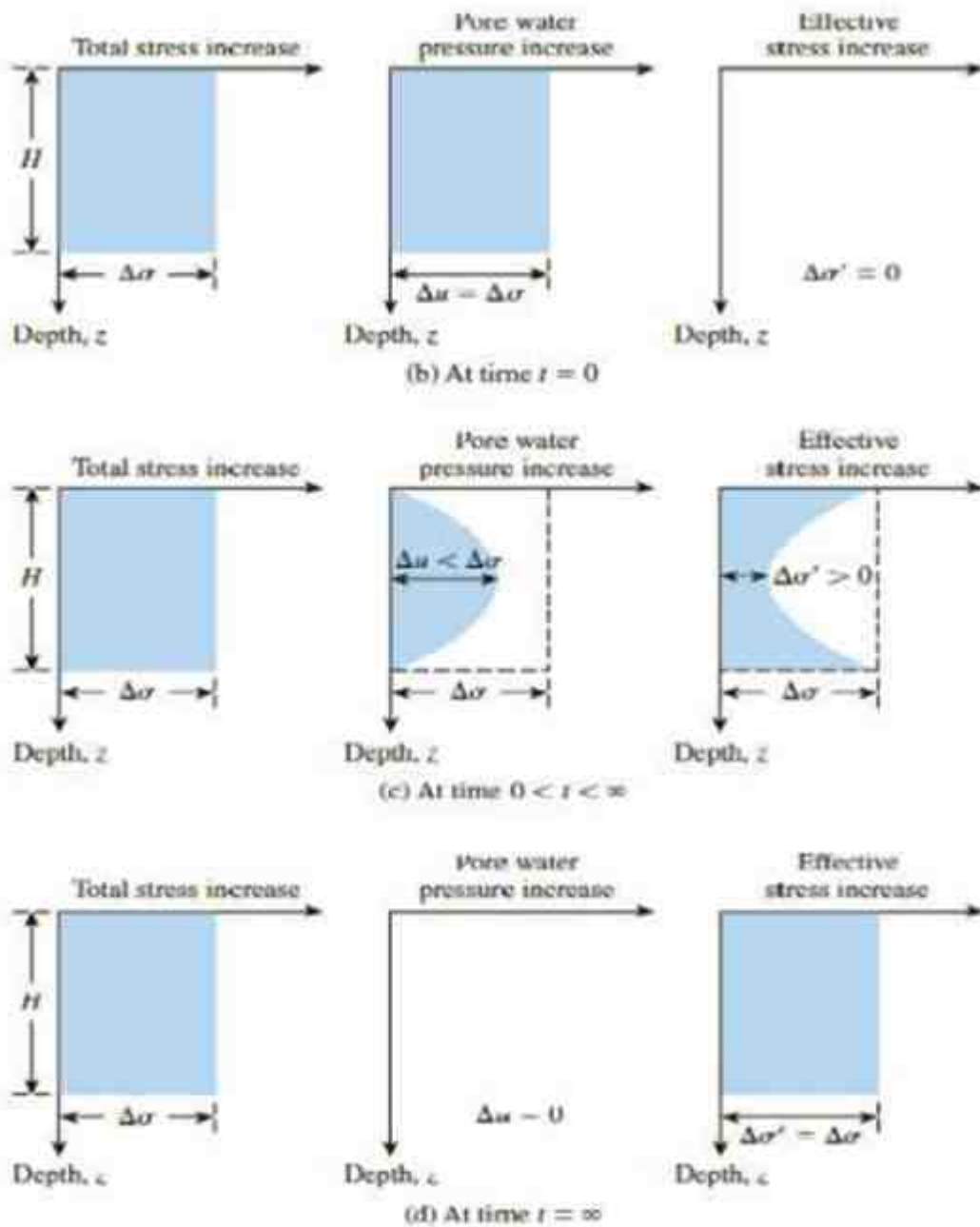
Situasi awal tekanan air pori yang belum diberikan tambahan tegangan vertikal dinamakan tekanan air pori statik (u_s). Saat tegangan vertikal naik (dibebani), partikel tanah akan bergerak merapat untuk meningkatkan gaya antar partikel. Akan tetapi, sebab lapisan tanah artikan tidak dapat mengalami regangan lateral (no lateral strain) dan sifat air yang tidak dapat tertekan (incompressible) sehingga mengakibatkan partikel tanah tidak dapat merapat. Tekanan air pori yang menahan partikel tanah hingga dapat merapat akan mengalami peningkatan sejak kondisi awal (u_s) untuk menahan tambahan tegangan vertikal yang diberi pada tanah. Hal tersebut mengisyaratkan peningkatan tekanan air pori awal akan

bernilai serupa dengan peningkatan tegangan vertikal. Peningkatan tekanan air pori dari situasi statik disebut dengan tekanan air pori eksese (u_e).

Timbulnya tekanan air pori menyebabkan ketidakseimbangan tegangan (pressure gradient) yang mengakibatkan air mengalir menuju free-draining boundary soil, (Simamora and Siregar 2021). Keluarnya air bisa mengakibatkan pemborosan tekanan air pori eksese. Situasi kehilangan tegangan air pori eksese dinamakan konsolidasi. Kondisi dimana tekanan air pori eksese menghilang seluruhnya ($u_e = 0$) dinamakan kondisi drained. Selama proses kehilangan tersebut, air akan keluar dari rongga-rongga tanah menyebabkan partikel solid dapat bergerak merapat. Hal tersebut akan mengakibatkan meningkatnya gaya antara partikel tanah. Dengan bahasa lainnya, selama proses konsolidasi masih berjalan maka tegangan efektif tanah terus meningkat. Waktu yang dibutuhkan agar tekanan air pori eksese dapat terdisipasi semuanya berdasarkan pada kecepatan air mampu keluar dari tanah yang terpengaruh oleh permeabilitas tanah. Jika permeabilitas tanah tinggi, maka semakin cepat juga air dapat keluar dari tanah.

Secara umum menurut pandangan para ahli (Banowati, Suprihanto, and Favalda 2023), bahwa penurunan tanah akibat tebeban dapat digolongkan 3 kelompok, yakni:

- a. Deformasi fleksibel (immediate settlement), adalah penurunan elastik tanah kering, basah, dan jenuh air tanpa ada transisi kadar air. Deformasi fleksibel sering dihitung sesuai persamaan konsep elastisitas
- b. Deformasi konsolidasi primer (primary consolidation settlement), yang membentuk penurunan yang disebabkan peralihan massa tanah jenuh air selama proses konsolidasi berjalan.
- c. Deformasi konsolidasi sekunder (secondary consolidation settlement) adalah efek dari penyesuaian plastik (plastic adjustment) dari partikel tanah pada tanah kohesif dan organik. Penurunan ini terbentuk sesudah deformasi konsolidasi utama tuntas.



(Sumber : Das & Sobhan, 2018)

Gambar 2.4 Grafik Tegangan Efektif dan Tekanan Air Pori Ketika Konsolidasi

1	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}	10^{-9}	10^{-10}
Clean gravels	Clean sands and sand-gravel mixtures			Very fine sands, silts and clay-silt laminate			Unfissured clays and clay-silts (>20% clay)			
	Desiccated and fissured clays									

(Sumber : Craig, 2004)

Gambar 2.5 Rentang Permeabilitas Tanah

2.4.3 California Bearing Ratio Lapangan (CBR)

Pemeriksaan CBR lapangan fungsinya agar memperoleh nilai CBR langsung di lokasi (in place) apakah sama dengan spesifikasi teknis dalam perancangan baik tebal lapisan perkerasan maupun pekerjaan lapisan ulang (overlay). Uji CBR ini dikerjakan memakai alat bantu kendaraan misalnya mesin vibro 12 ton agar menyalurkan beban penetrasi, pemilihan metode ini didasarkan pada kemudahan pelaksanaannya di lapangan.

Jika pengujian tidak memungkinkan dilakukan langsung di lapangan maka alternatifnya adalah menggunakan data dari pengujian laboratorium. Uji laboratorium menggunakan sampel tanah utuh (undisturbed sample) yang diuji sesuai prosedur standar pengetesan CBR laboratorium (merujuk pada SNI 03-1744-1989).

Nilai CBR yang diperoleh mewakili kondisi actual dilapangan pada saat uji dilakukan, dengan asumsi kadar air dan kepadatan tanah dalam keadaan stabil. Nilai ini dapat dimanfaatkan untuk keperluan perencanaan dan desain struktur jalan secara langsung (Badan Standarisasi Nasional, 2011).

2.5 Alat Pemadatan Di Lapangan

a. Penggilas dengan permukaan bergigi (Tamping Rollers)

Mengingat kurang berhasilnya pemadatan oleh rollers roda baja permukaan halus dikarenakan luasnya bidang singgung (contact area), maka orang berusaha mengurangnya dengan cara memusatkan tekanan berat roller kepada permukaan yang kecil sehingga lahirlah tipe roller yang termasuk tamping roller.



Gambar 2.6 Tamping Roller

Tamping rollers ini memiliki fungsi utama yaitu untuk pemadatan tanah berpasir, berkerikil atau lempung. Proses pemadatannya dilakukan dengan drum dengan kaki baja yang tegak lurus. Tamping rollers ini memadatkan tanah dengan efektif yang akan meningkatkan kekuatan tanah dan mampu menahan beban yang lebih besar, sehingga baik untuk pemadatan pembangunan badan jalan, landasan pacu dan struktur bangunan lainnya. Penggunaan tamping roller juga membantu mengurangi resiko penurunan tanah dan meningkatkan kestabilan yang lebih baik.

Pemadatan tanah dengan tamping roller wajib dilakukan dengan syarat-syarat sebagai berikut :

- Jumlah lintasan yang diperlukan
- Ukuran ketebalan laipsan tanah yang diperlukan untuk kebutuhan konstruksi
- Lapisan dan kerapatan yang harus diaplikasikan

Metode pemadatan dengan alat tamping roller menerapkan system pemerasan terhadap tanah, (Lubis 2007). Tamping roller menjadi alat berat pemadatan tanah yang efektif untuk permukaan kasar. Fungsi tamping roller tidak hanya untuk pemadatan tanah namun juga untuk menambah kekuatan dan kestabilan tanah.

b. Vibrator Roller

Vibrator roller bekerja dengan menambahkan tekanan getaran disamping tekanan statis, melalui gaya sentrifugal yang dihasilkan oleh bobot yang dipasang pada poros eksentrik. Bobot ini berputar pada kecepatan tinggi dan menghasilkan gaya angkat saat bobot mencapai posisi tertingginya dan kemudian menimbulkan getaran pada roller.



Gambar 2.7 Vibrator Roller

Prinsip kerja roller ini **gambar 2.5** melibatkan putaran komponen eksentrik di dalam drum roda dengan kecepatan tinggi, yang menghasilkan getaran. Kemudian getaran ini diteruskan ke kedua ujung drum, lalu disalurkan ke tanah melalui drum tersebut. Efek dari getaran pada lapisan tanah yang dipadatkan adalah terlepasnya ikatan antar butir tanah, sehingga butir-butir tersebut dapat berpindah dan menyusun ulang ke dalam struktur yang lebih rapat (Lubis, 2007)

2.5 Tanah Dasar

Pengertian tanah dasar ialah susunan terbawah pada susunan lapisan jalan yang diperuntukkan sebagai landasan untuk lapisan-lapisan perkerasan serta menopang bobot struktur lapisan atasnya. Lapisan ini dapat berbentuk tanah murni dan berkualitas baik, atau urugan dari lokasi lain, maupun tanah yang telah distabilisasi menggunakan bahan seperti portland cement, limestone, dan lain sejenisnya. Kekakuan serta ketahanan struktur jalan paling ditentukan oleh karakteristik dan daya dukung tanah dasarnya. Menurut Robianti (2007) dalam pemikirannya mengungkapkan ada persoalan banyak terjadi terhadap tanah existing yaitu :

1. Terjadinya penurunan total selamanya akibat suatu tipe tanah yang menerima bobot di atasnya.
2. Tanah mengalami pemuaian serta penyusutan disebabkan berubahnya kadar air serta munculnya udara.
3. Kemampuan tanah untuk menahan beban yang tidak merata dan sulit diprediksi, terutama pada areal tanah yang berbeda sifat dan letaknya.

Apabila tanah dasaran tidak mempunyai kemampuan yang baik dan kestabilan yang rendah maka resiko terjadinya retak dan deformasi pada perkerasan akan meningkat. Penggunaan tanah yang kurang baik untuk tanah dasaran dapat menjadi tidak efisien dan tidak layak untuk mendukung bangunan sipil. Oleh karena itu perlu dilakukan upaya perbaikan kualitas tanah yang bagus, baik itu secara kimia maupun mekanis.

Kemampuan dukung tanah terpengaruh dari berbagai faktor seperti tipe tanah, kadar air, rasio kepadatan dan lainnya. Untuk perkerasan jalan di Indonesia biasanya diuji dengan menggunakan metode CBR dengan syarat 6% sesuai spesifikasi dari bina marga.

2.7 Stabilisasi Tanah

(Hardiyatmo, 2010) dalam penjelasannya mengatakan bahwa perbaikan tanah ialah proses mencampurkan tanah dengan material lainnya yang bertujuan agar meningkatkan sifat-sifat teknis tanah atau mengubah karakteristik tanah agar sesuai dengan persyaratan teknis yang dibutuhkan.

Dalam prakteknya stabilitas dikerjakan dengan mencampur tanah asli dengan bahan tambahan buatan atau tanah lain, agar kemampuan teknis tanah meningkat. Metode ini diharapkan mampu memperbaiki sifat-sifat seperti daya dukungnya.

Secara umum, stabilitas tanah dapat dibedakan menjadi tiga jenis yaitu stabilitas mekanis, stabilitas kimiawi, stabilitas pengembangan.

2.7.1 Stabilisasi Mekanis

Perbaikan mekanis ialah cara pencampuran jenis tanah yang berbeda gradasi untuk mendapat material baik yang diinginkan. Teknik ini dapat berupa pengadukan, pencampuran, atau penggantian tanah yang memiliki kualitas buruk dengan tanah yang lebih baik dari lokasi lain.

Menurut Lambe (1962) dalam Hadiyatmo (2010) dalam buku stabilisasi tanah untuk perkerasan jalan mengatakan bahwa stabilisasi mekanis melibatkan dua bentuk pendekatan dalam mengubah sifat tanah, yaitu :

1. Rekonfigurasi partikel tanah

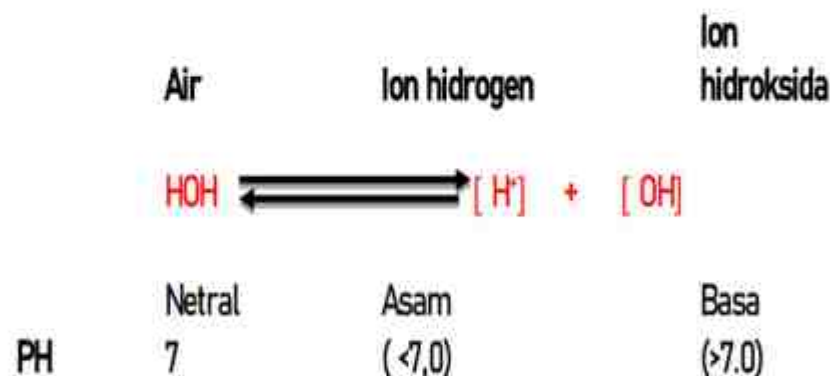
Mengatur ulang partikel-artikel tanah, misalnya melalui campuran dari berbagai lapisan tanah, perbaikan struktur tanah yang sudah terkontaminasi, atau proses kompaksi kembali.

2. Penambahan atau pengurangan fraksi tanah tertentu

Mengubah karakteristik tanah dengan menambahkan atau mengurangi fraksi partikel tertentu agar sifat teknis tanah dapat ditingkatkan

2.7.2 Stabilitas Kimiawi

Berbagai reaksi kimia terjadi dalam tanah, sehingga bisa mengganggu atau bahkan memperbaiki ketersediaan zat makanan pada tanah serta mempengaruhi toksisitas atau kontaminasi tanah. pH tanah adalah nilai yang ditunjukkan oleh reaksi tanah, adalah ukuran keasaman atau kebasaan tanah. Ukuran nilai pH tanah berada pada antara 0 hingga 14 (bersifat netral pada nilai pH 7), sedangkan nilai $\text{PH} < 7$ (bersifat masam) dan nilai $\text{PH} > 7$ (bersifat basa/alkali) (Saidy, 2018). Keasama/kebasaan tanah memengaruhi ketersediaan unsur hara, aktivitas mikroorganisme, dan pertumbuhan tanaman. Berdasarkan prinsip reaksi air, pH air murni berada pada nilai 7, yang menunjukkan keseimbangan antara nilai ion hidrogen (H^+) dan ion hidroksida (OH^-) dalam larutan tanah.



Gambar 2.8 Prinsip Reaksi Asam-Basa

Kondisi setara akan berpengaruh pada pergerakan reaksi lebih tinggi ke arah kiri (membentuk molekul air) untuk memperoleh konfigurasi dalam mol/liter (pada suhu 25 °C, berat 1 liter air = 997 g dan berat 1 mol air = 18 g, sehingga terdapat 55,4 mol air/liter).

$$\text{HOH} = 55,399,998.8 \text{ mol/l}$$

$$\text{H}^+ = 0,000.000.1 \text{ mol/l}$$

$$\text{OH}^- = 0,000.000.1 \text{ mol/l}$$

22 Dalam hal ini, yang harus diketahui bahwa rekasi yang terjadi : 1. Hanya ada 1 molekul pada 554 juta molekul air yang mengalami ionisasi dan; 2. Konsentrasi (mol/l) ion H^+ = ion OH^-

Melalui indikator pH, maka konsentrasi ion H yang sangat kecil dapat diperkirakan:

Dimana $[H^+] = \text{Pada mol/l}$

$$\text{Air Murni (pH)} = \log\left(\frac{1}{0,000,000,1}\right) = \log 10.000.000 = \log 10^7 = 7.0$$

Perubahan pH dari 7 ke nilai yang lebih rendah atau lebih tinggi mencerminkan perubahan sepuluh kali lipat dalam konsentrasi ion H^+ atau OH^- , yang berdampak signifikan pada sifat kimia tanah (Sulaeman, 2003 dalam).

Kapasitas Tukar Kation (KTK): ialah daya dukung tanah untuk menukarkan katio (ion positif) dalam tanah. KTK didefinisikan sebagai jumlah total kation yang dipertukarkan pada tanah dalam satuan berat tanah, dan biasanya diukur dalam satuan $\text{cmol}(+) \text{ kg}^{-1}$ (centimol kation per kilogram tanah). Proses ini berlangsung secara dinamis, tergantung pada konsentrasi kation dalam larutan tanah dan muatan pada partikel tanah. Faktor yang mempengaruhi KTK diantara sifat tanah seperti tekstur, jumlah kadar organik tanah dan reaksi dalam tanah (pH). Nilai KTK hasil penentuan ini dikenal dengan KTK efektif.

2.7.3 Stabilitas Hidraulik

Kemampuan tanah untuk menahan pengaruh aliran air tanpa terjadi erosi, piping, atau pengangkutan partikel tanah. Contoh: stabilitas tanggul atau dinding penahan air di bawah pengaruh tekanan hidraulik

2.7.4 Stabilitas Dinamis

Kemampuan tanah untuk menahan beban dinamis, seperti getaran alat berat, gempa bumi, atau ledakan, tanpa terjadi kegagalan struktural. Contoh: stabilitas tanah pada fondasi bangunan di zona seismik.

2.8 Tanah Timbunan

Urugan tanah dapat dibedakan kedalam beberapa kategori diantaranya urugan biasa, urugan yang pilih, urugan yang dipilih tetapi berbutir yang umumnya dipakai pada tanah yang berawa (Marge et. al., 2020).

2.8.1 Timbunan Biasa

1. Timbunan biasa merupakan timbunan yang berasal dari material galian tanah atau batuan yang telah disetujui oleh pengawas pekerjaan. Material ini harus memenuhi ketentuan sebagai bahan permanen.
2. Material yang digunakan sebaiknya tidak berasal dari tanah dengan plastisitas tinggi, misalnya tanah yang termasuk klasifikasi A-7-6 sesuai sni-03-6797-2002 (AASHTO M145-91 (2012) atau CH berdasarkan system pengelompokan tanah Unified. Kalau penerapan tanah berplastisitas tinggi sulit untuk ganti, maka tanah tersebut diperbolehkan dipakai pada lapisan dasar urugan atau pada pengurugan ulang di area yang tidak membutuhkan daya dukung tinggi. Jenis tanah seperti ini tidak direkomendasikan untuk digunakan pada lapisan sekitar 30 cm yang langsung berada di bawah perkerasan jalan, baik tanah dasar maupun pada tanah timbunan.

Sebagai acuan teknis, tanah timbunan untuk lapisan ini harus memenuhi nilai CBR minimum 6% sesuai standar SNI 1744:2012. Nilai tersebut dihitung jika sudah direndam 4 hari lamanya dan pemadatan sudah tercapai 100% dari padat kering maksimal sebagaimana ditetapkan dalam SNI 1742:2008.

3. Tanah ekspansif dengan kadar aktif di atas 1,25 atau tingkat pengembangan yang dikategorikan sebagai very high atau tingkat pengembangan extra high menurut AASHTO T258-81 (2013). Tidak diperkenankan dipakai untuk urugan. Kadar aktif ini merupakan rasio plasticity index (PI) sesuai SNI 1966:2008 dengan rasio kandungan lempung berdasarkan SNI 3423:2008.
4. Material yang digunakan untuk urugan biasa dilarang bersumber dari tanah galian yang memiliki karakteristik berikut ini :

7

- Terkandung unsur organik, seperti jenis OL, OH, dan Pt dalam klasifikasi USCS, serta tanah yang bercampur dengan bahan alami seperti daun, rumput, akar, atau sampah.
- Tanah dengan nilai air alamai tinggi, sehingga tidak memungkinkan untuk dikeringkan secara praktis agar mencapai rasio air optimum yang diperbolehkan pemadatan (lebih dari 1%)
- Tanah ekspansif yang memiliki kecenderungan mengembang tinggi menurut klasifikasi Var Der Merwe, yang biasanya ditandai oleh retakan memanjang sejajar bahu jalan atau perkerasan.

2.8.2 Timbunan Pilihan

1. Suatu bahan hanya dapat dikategorikan sebagai timbunan pilihan apabila penggunaannya telah ditetapkan dan disepakati oleh inspektor pekerjaan, baik berdasarkan lokasi penempatan maupun tujuan penggunaannya. Semua bahan timbunan sejenisnya yang dipakai wajib kategorikan sebagai timbunan biasa atau sebagai material drainase pori terbuka jika ditetapkan menggunakan standar yang disetujui.
2. Material yang dimasukkan kedalam kategori urugan terbaik wajib berasal tanah atau bebatuan yang masuk dalam klasifikasi timbunan biasa terbaik, dan selain itu harus memiliki karakteristik tambahan tertentu sesuai dengan tujuan penggunaannya. Hal ini juga wajib atas izin dari inspektor pekerjaan. Dalam pelaksanaannya, seluruh material timbunan harus diuji berdasarkan SNI 1744:2012, dengan minimal CBR 10% sehabis direndam sebanyak 4 hari dan dipadatkan hingga mencapai 100% kerapatan kering maksimal berdasarkan SNI 1742:2008.
3. Material urugan terpilih yang diperuntukkan pada konstruksi stabilisasi tanah atau keadaan lainnya membutuhkan kekuatan geser tinggi yang dapat menggunakan batuan atau kerikil serta campuran lempung bergradasi baik, lempung berpasir, atau lempung bergradasi baik, lempung berpasir, atau lempung dengan plastisita rendah, selama pemadatan dilakukan dalam kondisi kering normal. Tipe urugan yang dipakai wajib diakui oleh inspektor pekerjaan, dan pemilihannya akan bergantung pada

30

tingkat kemiringan lereng tempat timbunan dilakukan, serta beban yang akan ditanggung oleh timbunan tersebut.

2.8.3 Timbunan Pilihan Berbutir di atas Tanah Rawa

Jenis urugan yang dipilih dan telah dijabarkan sebelumnya bahwa tanah di rawa serta untuk kondisi untuk meratakan pada keadaan jenuh atau banyak air tidak bisa terhindar dan diwajibkan berbatu, koral atau gravel dan atau berbatuan berbutir sejenisnya menggunakan Maksimum Plastisitas Index sebesar 6%.

2.9 Gelombang

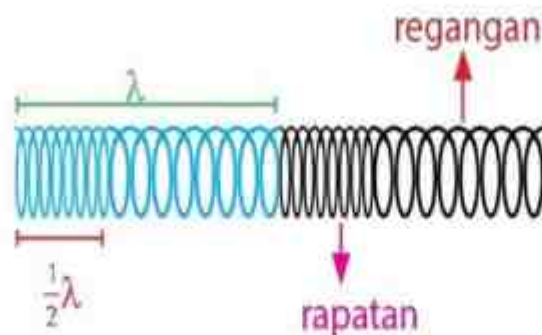
Menurut, (Erna Kusuma Wati, (2020) Getaran n.d.) mendefinisikan bahwa gelombang merupakan merambatnya getaran yang berasal dari hambatan salah satu perantara. Suatu kejadian merambat itu tidak diikuti dengan bergesernya lokasi untuk selamanya dari suatu perantara. Menurut arah getarnya maka gelombang bisa dikategorikan kedalam beberapa jenis, yakni :

1. Menurut Erna Kusuma Wati, (2020) Gelombang Transversal ialah gelombang menurut sudut getarannya adalah vertikal terhadap sudut rambatnya, oleh karenanya pola gelombangnya ada cembung dan cekung gelombang. Gelombang tersebut memerlukan media padat supaya dapat menjalar maksimal, ini membuat gelombang tersebut kurang menjalar terhadap media cair dan gas. Gelombang transversal nisbi sangat kecil apabila disandingkan pada gelombang logitudinal. misalnya gelombang transversal yaitu semacam gelombang ditali yang terayun.



Gambar 2.9 Gelombang Transversal.

2. Menurut Erna Kusuma Wati, (2020) Gelombang logitudinal ialah gelombang dimana posisi getarnya berdempet dan sejalan dengan tujuan rambat gelombang. Gelombang tersebut tidak menampilkan jejeran garis cekung dan cembung, tetapi adalah kerapatan dan kerenggangan. Ini sering dinamakan gelombang kerapatan (density waves) sebab kerapatan partikel berubah-ubah ketika gelombang tersebut berpindah. Gelombang tersebut bisa merambat pada material cair serta padat.

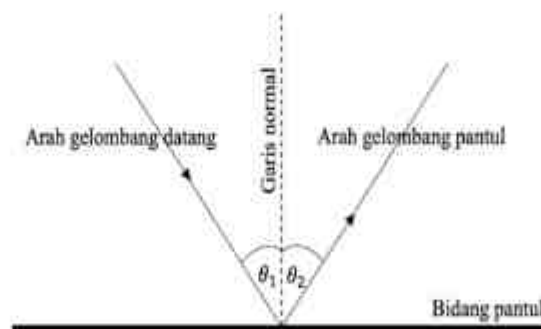


Gambar 2.10 Gelombang Longitudinal

Sifat umum gelombang longitudinal adalah :

- a. Gelombang bisa berbentuk pantulan (refleksi)

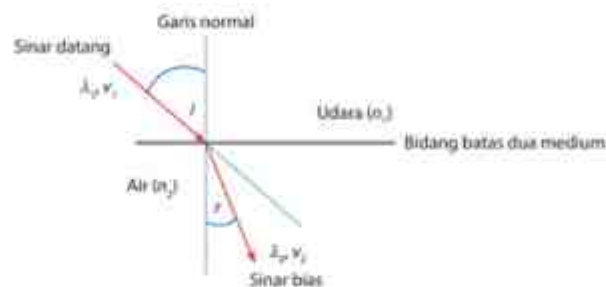
Gelombang bisa menjumpai fenomena bayangan. Dalam bayangan gelombang, arah datang gelombang selalu serupa dengan arah pemantulannya.



Gambar 2.11 Gelombang Refleksi

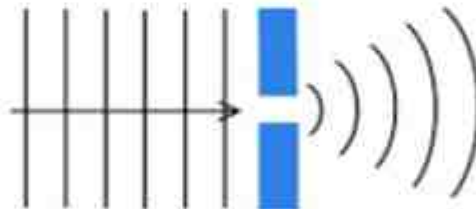
b. Gelombang bisa mengalami pembiasan (refraksi)

Selain itu, gelombang juga dapat mengalami pembiasan. Ketika gelombang merambat dan melalui batasan antar satu dan lainnya, arah rambat gelombang akan mengalami pembelokan. Fenomena pembelokan arah rambat gelombang ini dikenal sebagai pembiasan.



Gambar 2.12 Gelombang Refraksi

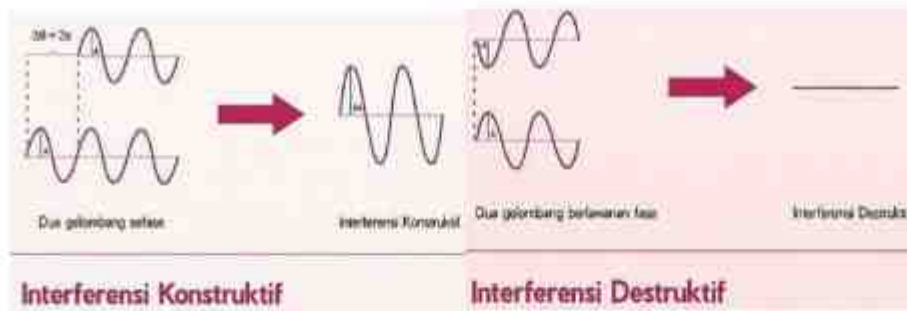
Ketika gelombang bertemu dengan penghalang yang memiliki bukaan atau celah, maka celah tersebut berperan sebagai titik asal bagi gelombang-gelombang sekunder yang menyebar ke berbagai arah. Fenomena pembelokan ini dikenal sebagai difraksi.



Gambar 2.13 Gelombang Difraksi

c. Gelombang bisa berkelompok (Interferensi)

Interferensi gelombang muncul jika dua gelombang beserta frekuensi dan perbedaan tingkatan berjumpa. Jika kedua gelombang berinterferensi bersama tingkatan yang serupa, mereka bersama-sama dapat menguatkan satu sama lainnya, menghasilkan hasil interferensi konstruktif. Sebaliknya apabila gelombang berinterferensi bersama fase kebalikannya, mereka dapat saling melemahkan yang dikenal dengan istilah interferensi destruktif.



Gambar 2.14 Gelombang Interefensi

2.9.1 Frekuensi dan Periode Gelombang

Jumlah gelombang yang muncul dalam rentang waktu tertentu dikenal sebagai frekuensi gelombang. Frekuensi disimbolkan pakai aksara " f " dan satuannya adalah Hertz (Hz). Frekuensi berseberangan terhadap periode, persamaan mendapatkan frekuensi ialah $f = \frac{1}{T}$ yaitu " f " merupakan frekuensi sedangkan T merupakan masae gelombang.

Periode yang diperlukan hingga menyelesaikan sekali siklus gelombang, dapat diukur kedalam besaran detik dan disebut waktu gelombang. Pengertian periode gelombang untuk gelombang transversal merupakan pergerakan gelombang dari posisi sama menuju puncak gelombang dan kembali lagi pada posisi sama dan kemudian ke lembah gelombang samapaim kembali lagi pada posisi samag.

2.9.2 Gelombang Seismik

Gelombang seismik merupakan jenis gelombang fleksibel dan berpindah lewat media tanah, serta timbul dari retakan lapisan batuan atau ledakan. Gelombang seismik menjalar berdasarkan teori perambatan gelombang sinar, membias lewat koefisien pembiasan, memantul menggunakan koefisien pantulan. Pengukuran gelombang seismic dilakukan memakai seismometer, dan gelombang ini terbagi menjadi 2 kategori utama, yakni:

1. Gelombang Badan (Body Waves)

Gelombang badan merupakan gelombang yang berpindah di dasar permukaan bumi, populer kategorikan gelombang lepas karena

melebar ke manapun. Gelombang ini dipecah dalam beberapa tipe, yakni :

a. Gelombang Primer (P)

Gelombang ini populer disebut gelombang kompresi, longitudinal, dilatasi, dan juga irrotational. Gelombang tersebut bisa menjalar lewat tipe media seperti media padat, media cair, atau media gas. U sur media berpindah searah bersama merambatnya gelombang serta membuat model kompresi dserta rarefaksi disebabkan karakteristik longitudinalnya.

b. Gelombang Shear/Sekunder (S)

Yaitu gelombang transversal yang bergerak vertikal terhadap arah merambatnya gelombang. Gelombang ini ditandai dengan adanya puncak dan lembah. Gelombang S cuman bisa menjalar lewat media keras sebab medai cair dan gas tidak punyai eastisitas yang diperlukan untuk mengembalikan bentuk aslinya. Waktu perambatannya lebih lambat daibandingkan gelombang p.

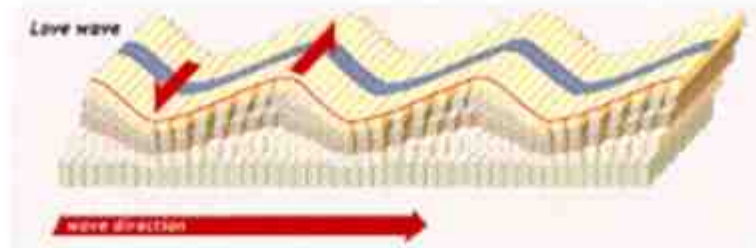
2. Gelombang Permukaan (Surface Waves)

Gelombang permukaan adalah gelombang yang merambat di permukaan bumi. Gelombang ini memiliki frekuensi yang lebih rendah dibandingkan dengan gelombang badan. Amplitudo gelombang permukaan akan mengecil dengan cepat terhadap kedalaman. Hal ini diakibatkan oleh adanya dispersi pada gelombang permukaan, yaitu penguraian gelombang berdasarkan Panjang gelombangnya selama perambatan menghasilkan dua kategori gelombang permukaan yaitu Gelombang Love (LQ) dan gelombang Rayleigh (LR).

a. Gelombang Love (LQ)

Gelombang Love (LQ) merupakan jenis gelombang geser (S-wave) dengan polarisasi horizontal. Kecepatan rambatnya umumnya lebih rendah dibandingkan dengan gelombang S. pada kasus ini gelombang ini tidak mengakibatkan perpindahan material secara

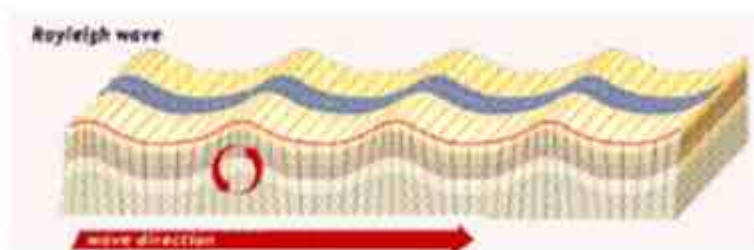
vertical, melainkan menjaral di permukaan terbuka di medium yang tersusu dengan pergerakan molekul.



Gambar 2.15 Gelombang Love

a. Gelombang Permukaan

Gelombang Permukaan (LR) merupakan jenis ombak gelombang yang merambat di permukaan luas, baik pada medium yang berada di permukaan maupun homogen, dengan pola pergerakan elips. Amplitudo gelombang ini akan berkurang seiring bertambahnya kedalaman karena penjalaran gelombang terjadi di permukaan bumi. Ketika terjadi gempa besar, gelombang permukaan dapat diamati di permukaan bumi atau tanah dengan gerakan naik turun. Perlu diingat bahwa kecepatan rambatan gelombang permukaan melambat dibandingkan gelombang Love.



ambar 2.16 Gelombang Rayleigh

2.10 Getaran

Getaran diartikan seperti gerak pergi -pulang yang berlangsung secara periodik pada interval periode tertentu, (Sipil, Teknik, and Diponegoro n.d.). Fenomena ini berkaitan erat dengan osilasi benda dan gaya yang menyertainya. Karena semua obyek memiliki beban dan elastisitas, sebagian besar mesin dan struktur sipil mengalami getaran pada tingkat tertentu, sehingga perancangan

seringkali harus mempertimbangkan karakteristik osilasinya, (Erna Kusuma Wati, 2020).

Suatu beban atau aksi dianggap memiliki karakteristik dinamis jika mengalami perubahan atau variasi yang cepat seiring waktu. Beban dinamis dapat menimbulkan gaya inersia pada struktur dan memberikan dampak yang lebih signifikan dibandingkan beban statis. Arah dan intensitas beban dinamis bergantung pada waktu. Beberapa contoh pengaruh getaran yang relevan dalam bidang rekayasa sipil meliputi gerakan tanah gempa, getaran tanah yang diakibatkan oleh angin, gelombang, ledakan, mesin, gerakan, kendaraan, serta gaya akibat pukulan atau tumbukan (Sipil et al. n.d.).

Beban dinamik dapat didefinisikan melalui dua pendekatan yang berbeda, konsep deterministic dan konsep deterministik juga dikenal sebagai stokastik atau acak. Beban dinamik dianggap deterministik apabila karakteristiknya dapat ditentukan secara pasti sebagai fungsi waktu. Contohnya adalah getaran mesin.

Sebaliknya beban dinamik bersifat indeterministic jika sparuh dari parameter beban atau riwayat waktu yang lengkap hanya dapat didefinisikan secara statistic. Misalnya dari beban dinamik indeterministic adalah getaran akibat angin atau gerakan tanah akibat gempa. Semua besaran yang menunjukkan dampak beban dinamik pada struktur disebut sebagai respon dinamik. Misalnya, ketika struktur bangunan terkena gerakan tanah akibat gempa, respon dinamik yang terjadi pada struktur dapat berupa perpindahan, kecepatan, percepatan, gaya dalam, tegangan, dan regangan.

Analisa dinamika struktur menggunakan metode deterministic untuk beban deterministic dan Analisa stokastik untuk aksi dinamik acak.

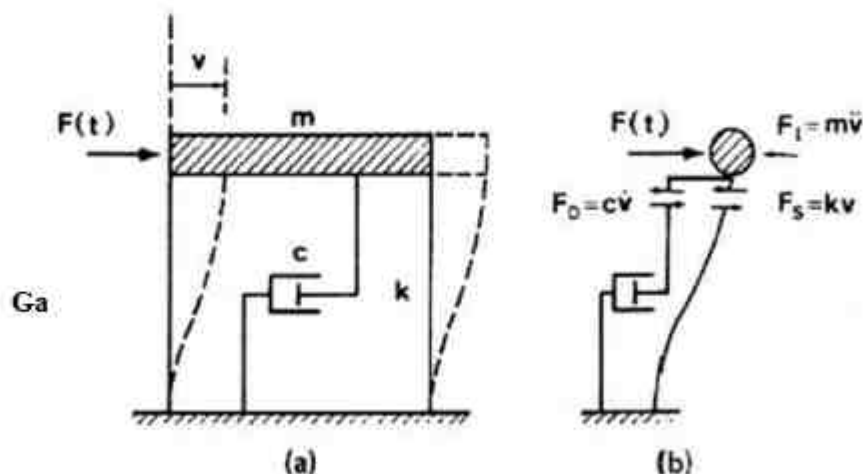
Karakteristik dari suatu beban dalam kaitannya dengan fungsi waktu bisa diketahui secara pasti jika sifatnya deterministic. Sebagai ilustrasi getaran dari mesin tergolong beban dinamik yang deterministik

2.10.1 Permodelan Struktur Dan Persamaan Gerak

Agar dapat menganalisis getaran struktur terhadap adanya pengaruh pergerakan tanah yang disebabkan gempa maka yang harus dilakukan diawal ialah membuat permodelan struktur sederhana agar dapat dipresentasikan sifat-sifat dinamisnya dari Gedung itu. Pada pendekatan tersebut dimisalkan jikalau struktur mempunyai beban terpusat dan bergetar ke arah horizontal ke arah yang sama. Permodelan itu biasanya buatkan gambaran dengan beban (m), pegas yang mempunyai kekakuan tersendiri, bahkan elemen damping (redaman c) untuk menggambarkan pengaruh hilangnya kekuatan getaran. Getaran struktur diwakilkan dengan simpangan (u) disebabkan gaya luar yang bekerja.

Bersama pendekatan ini bangunan struktur bisa dimodeling untuk system satu derajat kebebasan (SDOF) yang mana respon terhadap gaya luar bergantung kepada waktu. Sehingga damping yang bekerja dihubungkan dengan kecepatan partikel serta perhitungannya dilakukan dengan koefisien damping c dan dikalikan dengan kecepatan perkalian antara koefisien redaman dengan kecepatan.

Dengan menerapkan prinsip d'Alembert's, maka persamaan gerak (equation of motion) dari sistem SDOF dapat dinyatakan sbb :



$$F_I + F_D + F_S = F(t)$$

di mana :

$$F_I = m\ddot{u} = \text{gaya inersia}$$

$$\ddot{u} = \text{percepatan dari system}$$

$F_D = c\dot{u}$ = gaya redaman

$\dot{u}$ = kecepatan dari sistem

$F_S = ku$ = gaya pegas

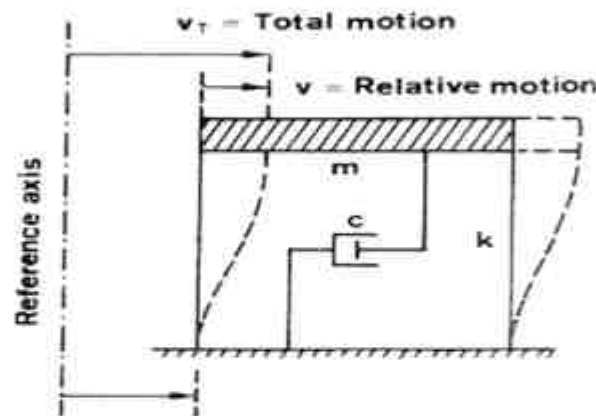
u = perpindahan dari system

Dengan menginputkan parameter tersebut pada persamaan itu, sehingga menjadi :

$$m\ddot{u} + c\dot{u} + k \cdot u = F(t)$$

dan seterusnya persamaan gerak pada model SDOF yaitu :

$$m\ddot{u} + c\dot{u} + k \cdot u = -m\ddot{u}_g$$



Gambar 2.18 Model SDOF Terhadap Pengaruh Gerakan Tanah

2 kategori getaran pada umumnya, adalah:

1. Getaran Bebas

Getaran bebas terlaksana ketika sesuatu system terpisah tanpa ada keterkaitan gaya lain. Maksudnya adalah system tersebut bergetar disebabkan karena energi yang sudah ada di dalamnya sendiri. System tersebut akan terpisah secara natural pada beberapa frekuensi tertentu, yang biasanya disebut frekuensi alami. Getara bebas ini biasanya muncul berasal dari sifat dan karakteristik pada system itu sendiri dan tidak ada pengaruh dari luar. Sistem menggunakan massa dan kekakuan lain akan bergetar dengan sendirinya disebabkan karakteristik elastisitasnya dan menmbuahkan gerakan bolak balik secara tiba-tiba.

2. Getaran Paksa

Pengertian getaran paksa ialah tipe getaran yang muncul karena adanya gaya luar. Saat system dikasih rangsangan serta memulai beresilasi, maka system itu dipaksa agar bergetar berdasarkan dengan frekuensi rangsangan luar. Bila frekuensi rangsangan itu sama dengan rangsanganfrekuensi natural dari system maka bisa terjadi resonansi, yakni keadaan yang mana amplitude osilasi naik signifikan, hal tersebut dapat sangat membahayakan keruntuhan serius pada struktur jembatan, bangunan tingkat, bahkan pesawat dan sayapnya. Karenanya memperhitungkan dan menelaah frekuensi alami dari siste adalah menjadikan sesuatu yang begitu penting agar mencegah resonansi terjadi.

2.10.2 Getaran Tanah

Getaran tanah adalah gelombang yang bergerak di dalam tanah yang disebabkan oleh adanya sumber energi. Sumber energi dari getaran tersebut dapat berasal dari alam dan buatan manusia. Getaran yang berasal dari alam contohnya yaitu gempa bumi, sedangkan yang berasal dari kegiatan manusia yaitu dari lalu lintas kendaraan, pemadatan getaran, peledakan (blasting), dan industri, (Ningrum et al. 2019)

2.10.3 Parameter-Parameter Ground Vibration

a. Puncak Amplitudo

Puncak amplitudo sering diukur dengan system Peak Particle Velocity (PPV) yang mengilustrasika tinggi kecepatan partikel dari tanah ketika bergetar. PPV adalah bagian dari parameter Peack Particle Acceleration (PPA) yang menerangkan perubahan kecepatan pergerakan partikel kepada waktu.

Untuk pengukuran Percepatan dari PPV seperti rumus di bawah ini:

$$amaks (gal) = \frac{2 \times \phi \times PPV \times f}{386,4}$$

Peak Partical Velocity (PPV) satuan (inch/s), $\Phi = 3.14159$, serta F adalah frekuensi (Hz).

b. Frekuensi

Frekuensi adalah jumlah partikel bergerak bolak balik selama 1 detik.

c. Durasi Getaran

Lama getaran adalah waktu yang diperlukan selama berlangsungnya getaran.

2.10.4 Getaran Struktur

Getaran pada bangunan bisa dilihat saat ada mesin bekerja terus tanpa berhenti baik itu dari penggerak maupun dari Sesutu benda bergetar. Getaran tersebut melebar ke semua elemen struktur begitupun disekitarnya. Secara fungsi, getaran tersebut dapat berlangsung selama mesin bekerja. Pada dasarnya getaran yang timbul pada mesin dengan amplitudo kecil bisa menjalar terhadap bangunan seperti pondasi. Dan jika ingin dikurangi dampaknya, maka pondasi harus difasilitasi dengan beton yang bertulang dengan pelidung rangka baja dan lapisan redaman. Beton dengan diperkuat lapisan besi bisa mengurangi getaran sampai 49% dan apabila beton terpisah dari perkuatannya maka kekuatannya bisa hilang sampai dengan 120%.

2.10.5 Getaran Bebas Dari Struktur

Bila tidak ditemukan system damping terhadap bangunan struktur maka getaran bebas bisa muncul dan diperhitungkan sesuai model SDOF. Pada model tersebut pengaruh beban tanah, gaya gerak dan derajat kekakuan system bisa terjadi.

Persamaan gerak bisa dibuat sederhana seperti :

$$m \cdot \ddot{u} + k \cdot u = 0$$

Solusi persamaan di atas adalah :

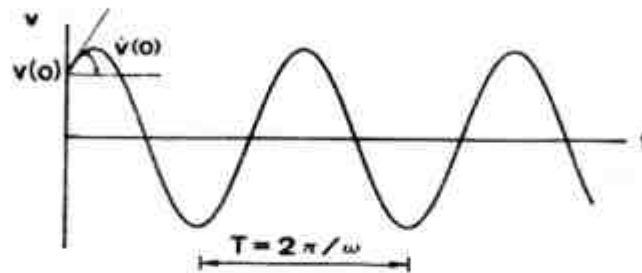
$$u = A \cos \omega t + B \sin \omega t, \text{ dimana } \omega = (k/m)^{1/2}$$

A dan B merupakan konstanta yang bisa diputuskan saat awal. $(A^2 + B^2)^{1/2}$ dan ω , berturut-turut adalah amplitudo dan frekuensi memutar pada sistem. Ketika $u = u(0)$ dan $\dot{u} = \dot{u}(0)$ pada saat $t = 0$, konstanta A dan B besarnya adalah :

$$A = u(0) \quad B = \frac{\dot{u}(0)}{\omega}$$

Gambar 2.15 menjabarka keterkaitan antar lendutan v serta waktu t untuk keadaan di atas. Waktu getar alami T artikan untuk waktu yang diinginkan sudut fase ωt untuk bergerak dari nol hingga 2π . Oleh karenanya $\omega t = 2\pi$, dan besarnya waktu getar sistem ialah :

$$T = 2\pi/\omega = 2\pi(m/k)^{1/2}$$



Gambar 2.19 Respon Getaran Bebas Tidak Tereadam

Bila efekdamping dihitung pada sistem, maka rumus gerak yaitu :

$$m \cdot \ddot{v} + c \cdot \dot{v} + k \cdot v = 0$$

atau dengan m , menjadi:

$$\ddot{v} + 2\xi\omega \dot{v} = c/m \text{ dan } \omega^2 = k/m$$

2.10.6 Koefisien Damping

Redaman dan bahkan sering disebut sebagai damping ialah suatu mekanisme yang bertujuan agar mengurangi dan bahkan menghilangkan energi getaran pada suatu system. Batasan ini sangat penting untuk mengalisa getaran yang ada pada bangunan. Pada struktur Gedung, beban getar dapat merambat pada lingkungan sekelilingnya dan berdampak pada penurunan energi secara bertahap sampai mencapai keadaan stabil, sekalipun diam, jika system mempunyai damping yang baik.

Getaran yang bersifat periodic yang disebabkan karena mesin bekerja seperti genset dengan amplitudo tertentu termasuk dalam kategori getaran berulang. Untuk menilai efeknya terhadap struktur bangunan dapat dipakai Batasan Peak Particle Velocity (PPV) yang merupakan ukuran tepat untuk

mengetahui getaran tersebut apakah dapat merusak bangunan atau tidak. PPV menggambarkan berapa cepat unsur pada struktur bangunan bergetar yang diakibatkan amplitudo dan frekuensi mesin.

$$PPV = 2\pi(f)(A) \dots\dots\dots(1)$$

Yang mana: f adalah frekuensi (CPS) dan A adalah amplitudo (mm/s).

Amplitudo gelombang bisa bmengecil seiring jaraknya menjauh dari titik getaran. Persamaan (2) berikut untuk amplitudo dan jarak:

$$\frac{A_2}{A_1} = \sqrt{\frac{r_1}{r_2}} \dots\dots\dots(2)$$

Yang mana r yaitu jarak dari getaran terhadap alat ukur, kemudain dengan memasukkan damping material, persamaan menjadi :

$$\frac{A_2}{A_1} = \sqrt{\frac{r_1}{r_2}} e^{-\alpha (r_2-r_1)} \dots\dots\dots(3)$$

Yang mana:

A1 = Peak particle velocity untuk jarak r1

A2 = Peak particle velocity untuk jarak r2

r1 = Jarak menghitung nilai A1

r2 = Jarak bantu yang diketahui A2

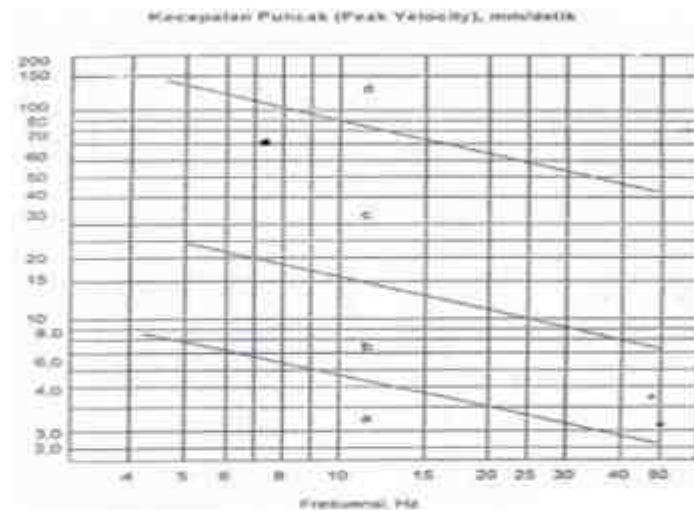
α = koefisien damping

Untuk α ialah koefisien damping, koefisien damping merupakan koefisien pengurangan amplitudo terhadap jarak yang tergantung dari tipe material serta frekuensi.

2.10.7 Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 49 Tahun 1996 Untuk Aturan Baku Kualitas Getaran

Dalam keputusan Menteri lingkungan hidup nomor 49 tahun 1996 yaitu untuk ambang batas getaran lingkungan yang dizinkan paling besar adalah 0.4 mm/ detik. Nilai tersebut berguna untuk acuan baik dalam menilai sampai dimana tingkat gangguan getaran kepada kenyamanan dan dampaknya kepada lingkungan sekitar. Penilaian terhadap getaran ini dikerjakan dengan

memperhatikan frekuensi dan amplitude getaran itu dan diklasifikasikan pada kategori seperti pada gambar 2.10.



Gambar 2.20 Daerah Getar Terhadap Dampak Kerusakan

Yang mana:

- Golongan a : Tidak menyebabkan rusak
- Golongan b : Mungkin ada retak pada plesteran (retak/terlepas di dinding pemikul beban pada kasus khusus)
- Golongan c : Mungkin ada rusak pada bagian dinding struktur pemikulnya
- Golongan d : Terjadi kerusakan pada dinding pemikulnya

2.11 Ketahanan Struktur

Ketahan struktur bangunan menunjukkan berapa besaran kemampuan dari suatu struktur itu untuk menahan beban dari getaran yang dialaminya

Kestabilan struktur konstruksi adalah kekuatan struktur untuk menguasai kekuatan lateral dari luar, seperti angin, gempa, gaya graviatsi bumi, ataupun aktivitas kegiatan pada saat konstruksi (Zuhri, 2011). Contoh konsep yang mengenai sestabilan bangunan antara lain:

1. Buckling Leonard Euler, (Sumirin 2014).

Konsep:

Teori ini membahas kestabilan kolom panjang yang menerima beban tekan aksial. Euler menemukan bahwa kolom akan gagal melalui mekanisme buckling (tekuk) sebelum mencapai kekuatan tekan materialnya.

Persamaan Kritis Euler:

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(KL)^2}$$

2. Teori Stabilitas Elastik oleh Timoshenko dan Gere

Konsep:

Teori ini memperluas teori Euler dengan mempertimbangkan pengaruh non-linearitas material, geometri, dan efek leleh. Timoshenko juga menambahkan analisis stabilitas pada struktur seperti pelat dan cangkang.

3. Teori Stabilitas Geometrik oleh Shanley (1947)

Konsep:

Shanley mengembangkan teori stabilitas yang memperhitungkan pengaruh plastisitas dalam material pada saat struktur mengalami beban kritis. Teori ini relevan untuk struktur baja dan material non-elastis lainnya.

4. Prinsip Energi (Lagrange dan Rayleigh-Ritz)

Konsep:

Prinsip ini menyatakan bahwa kestabilan struktur dapat dianalisis dengan meminimalkan energi potensial total sistem. Struktur berada dalam keseimbangan stabil jika energi potensial total berada dalam kondisi minimum.

5. Teori Stabilitas Nonlinear oleh Bazant (1971)

Konsep:

Bazant mempelajari struktur dengan deformasi besar, di mana efek non-linearitas menjadi signifikan. Teori ini digunakan untuk struktur kompleks, seperti cangkang tipis atau bangunan tinggi.

2.12 Tinjauan Umum Plaxis

Plaxis adalah salah satu program elemen hingga yang tumbuh pesat untuk menganalisis penurunan, stabilitas, dan aliran tanah dalam rekayasa geoteknik.

Pengembangan perangkat Plaxis ini berawal sejak tahun 1987 di Netherlands. Arah dari pengembangan aplikasi ini ialah agar meringankan Analisa stabilitas tanggul yang didirikan di atas tanah lembek di dataran rendah Netherlands. Plaxis dikembangkan dari Software development Bentley system incorporated. Bentley system ini menspesifikasikan kemajuan pada perangkat lunak khusus untuk perancangan, pemeliharaan pada proyek infrastruktur, (Abdul malik, dkk. 2023).

Plaxis dapat menghitung dan mendeteksi hubungan antara beton dan tanah. Apabila beton bergeser akibat pergerakan atau penurunan tanah, plaxis dapat menganalisa kemungkinan longsor yang akan terjadi, plaxis juga dapat menghitung berapa banyak besaran pergeseran tanah, sehingga dapat diketahui bagi pengguna bagaimana cara penanganannya, (Aurel Vashtry Okta Giyanda, 2023).

Untuk menghitung menggunakan aplikasi plaxis 2D pada pemadatan getaran dibutuhkan parameter-parameter tanah untuk diinputkan ke plaxis diantaranya (Sri and Tjandra 2015) : kohesi (c), sudut geser dalam (ϕ), permeabilitas (k), modulus young (E_{ref}), poisson's ratio (ν), berat isi tanah kering (γ_{unsat}) dan berat isi tanah jenuh air (γ_{sat}).

2.13 Penelitian terdahulu

Penelitian dari berbagai sumber dapat membantu penulis menemukan ide atau gagasan yang dapat diterapkan atau dilakukan pada penelitian sebelumnya. Secara harfiah, ini dapat membantu penulis mengetahui kualitas, kelebihan, dan kekurangan suatu karya. Pembaca yang ingin menilai penelitian yang dilakukan untuk mengetahui rangkuman penelitian orang lain tentang analisa dampak pemadatan tanah terhadap struktur yang berdekatan untuk mendapatkan informasi dari penelitian ini. Untuk membuat proses sistematis lebih mudah, daftar pustaka termasuk sumber atau penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh individu atau pihak institusi lain yang digunakan sebagai referensi terkait metode penelitian dan hasil penelitian yang dikerjakan sebelum ini.

Studi sebelumnya yang membahas tentang getaran dan pemadatan untuk referensi antara lain:

1. (Tarasov and Boyarkina n.d.) Melakukan penelitian yang berjudul “Studi eksperimental tentang tegangan dalam tanah yang dipengaruhi oleh Roller getar” menghasilkan kesimpulan, diantaranya:

- Tekanan dalam tanah merupakan hubungan antara semua parameter dan mode operasi rol getar dan deformasi pada kedalaman tanah yang berbeda.
- Penelitian tersebut menyajikan teknologi penelitian dan hasil pengukuran amplitudo tekanan dalam tanah pada kedalaman 0.15m, 0.3m, dan 0.5m pada modulus dinamis deformasi tanah E_{yd} yang berbeda.
- Telah ditetapkan bahwa pada lapisan permukaan (kedalaman 0.15 m) dalam satu siklus pembebanan, durasi fase pembentukan tekanan adalah 1,5 sampai dengan 2 kali lebih rendah dari pada durasi fase pelepasan tekanan, dan rasio ini meningkat seiring pemadatan.
- Dalam satu lintasan rol di lapisan permukaan (kedalaman 0,15 m), periode peningkatan amplitudo siklus tekanan terpisah adalah 1,2 sampai dengan 2 kali lebih lama dari pada periode penurunannya, dan rasio ini juga meningkat seiring pemadatan.
- Telah ditetapkan bahwa dampak getaran dari vibro rol, sama halnya dengan pembebanan tumbukan tanah dengan stamper, mempengaruhi bagaimana tegangan berubah selama fase pelepasan pada setiap siklus tumbukan.
- Perubahan ini sama dengan bagaimana tegangan berubah selama fase pelepasan di lapisan permukaan (kedalaman 0,15 m), yang menegaskan bahwa ketentuan teori dinamis plastisitas dapat diterapkan tidak hanya untuk tumbukan, tetapi juga mode pemadatan tanah getar dan getar-tumbukan.

- Hasil yang diperoleh dapat digunakan untuk memperbarui dan memverifikasi model matematika pemadatan tanah yang ada dan yang akan datang dengan rol getar.

2. (Saikia 2015). Dalam penelitiannya yang berjudul :

“Effect of Ground Vibrations on Civil Engineering Construction”

“Dampak Getaran Tanah pada Konstruksi Teknik Sipil”

Hasil pembahasannya:

Teknologi canggih telah menghasilkan perubahan revolusioner dalam proses konstruksi bangunan, sehingga akibatnya adalah, mesin dan peralatan berat baru tersebut yang digunakan untuk konstruksi struktur bangunan dapat menghasilkan getaran tanah dapat menyebabkan, diantaranya :

- Kerusakan pada struktur bangunan yang berdekatan.
- Menimbulkan ketidaknyamanan dan gangguan bagi penghuni dan pejalan kaki.

3. (Chen et al. 2019) Dalam penelitiannya :

“Ground Vibration Propagation and Attenuation of Vibrating Compaction”

“Perambatan Getaran Tanah dan Redaman Pemadatan Getaran”

Hasil pembahasannya:

- Frekuensi puncak getaran yang dihasilkan oleh rol getar pada tanah dasar saat pemadatan mendekati atau sama dengan frekuensi alami getaran tanah dasar.
- Jarak pengaruh getaran yang efektif bervariasi dari 10 meter sampai dengan 14 meter
- Getaran radial arah horizontal lebih besar daripada getaran radial arah melingkar, arah vertikal.
- Getaran tanah dasar batuan mereda paling lambat dan merambat paling jauh dari titik sumber getaran pada saat pemadatan.

4. (Impact 2022) J.S. Held LLC, (2022)

Pada studinya dengan judul :

“The Impact of Construction Vibration on Adjacent Structures”

“Dampak Getaran Konstruksi pada Struktur yang Berdekatan”

Hasil pembahasannya:

- Kerusakan struktur terjadi akibat penurunan tanah yang terjadi akibat getaran pada saat proses pemadatan, baik secara langsung maupun tidak langsung.
- Kerusakan struktur akibat penurunan pondasi karena getaran.
- Getaran konstruksi yang terjadi harus dipertimbangkan sebelumnya sebelum melakukan pemadatan getaran agar tidak terjadi kerusakan pada struktur bangunan.

5. (Massarsch 2016) Dalam penelitiannya yang berjudul :

“Effects of vibratory compaction”

“Efek pemadatan getaran”

Hasil pembahasannya:

- Akibat dari pemadatan tanah menggunakan getaran dapat menyebabkan tegangan horizontal meningkat secara signifikan dan mengubah kondisi tegangan yang mengakibatkan efek dari konsolidasi yang berlebih secara permanen.
- Konsolidasi berlebihan karena pemadatan getaran sering tidak diperhitungkan dalam desain geoteknik sehingga terjadi konsolidasi berlebih pada tanah sehingga menimbulkan kerusakan pada struktur.

6. (Davies 2010). Dalam penelitiannya yang berjudul :

“Effect of Vibratory Compaction Equipment on Cement Mortar Lined Steel Water Pipe”

“Pengaruh Alat Pemadatan Getaran Terhadap Pipa Air Baja Berlapis Mortar Semen”

Hasil pembahasannya:

- Melalui pemetaan retakan pada lapisan pipa, ditemukan bahwa tidak ada retakan terjadi yang lebih besar dari retakan yang diizinkan yaitu 2 mm.

- Pengaturan amplitudo getaran yang rendah pada rol getar dapat mengurangi tingkat getaran sampai dengan 31% dibandingkan dengan penggunaan amplitudo yang tinggi.
- Menurut standar Jerman, DIN-4150, Getaran struktural yang diizinkan sebesar 80 mm/detik diizinkan pada lapisan semen.
- Getaran besar diizinkan apabila kedalaman timbunan pipa dalam tanah minimal adalah 900 mm.

7. (Jurevicius, Stead, and Barry n.d. 2015). Dalam penelitiannya yang berjudul :
"A Case Studi Of Damage Effects To Residential Building Caused By Vibratory
Compaction Equipment"

"Study Kasus Efek Kerusakan Pada Bangunan Perumahan Yang Disebabkan Oleh
Peralatan Pemadatan Getaran"

Hasil pembahasannya:

- Bahwa kriteria yang ditetapkan dalam DIN 4150-3 sesuai untuk tempat tinggal yang berlokasi di wilayah Adelaide, Austrlia Selatan.
- Pada area perumahan tersebut terjadi kerusakan arsitektural atau kerusakan hanya pada permukaan minor akibat getaran pemadatan getaran untuk tingkat PPV yang terjadi di tanah sebesar 7 mm/detik.
- Di area tempat tinggal di Adelaide yang sudah berusia 100 tahun, tingkat kerusakan struktural yang terjadi adalah mayor dengan getaran sekitar 50 mm/detik PPV yang disebabkan oleh rol getar.

8. Achmad Winandianto, (Kelautan n.d.) 2018. Dalam penelitiannya yang berjudul "Analisis Dampak Reaksi Tanah Akibat Pekerjaan Pembangunan Flyover Teluk Lamong Terhadap Pipa Gas". Hasil pembahahasannya bahwa Akibat getaran pancang pondasi dengan jarak 5 meter dengan 3 macam ketinggian tiang palu pancang dan menyebabkan getar sebesar masing masing 18.82 mm/detik, kemudian sebesar 21.454 mm/detik dan terakhir sebesar 21.952 mm/detik. Sehingga berdasarkan Analisa bahwa tidak ada parameter yang dilihat melebihi nilai parameter yang diizinkan dalam standar yang diizinkan sehingga kesimpulannya adalah pekerjaan konstruksi sama sekali tidak mengganggu keutuhan pada pipanya.

9. (Mestong, Jambi, and Properties 2022) Chandra Afriade Siregar dan Andri Ramdan Hidayat, (2022). Pada kajian studinya dengan judul “Analisis Penurunan Konsolidasi Dan Stabilitas Timbunan Pada Tanah Lempung Dengan Menggunakan Metode Elemen Hingga”

Hasil Pembahasannya bahwa, berdasarkan hasil Analisa didapatkan jenis penanganan tanah yang paling optimal yaitu menggunakan PVD + Preloading untuk memenuhi kriteria penurunan tanah sebesar 10 cm dengan waktu tunggu selama 3 bulan serta geotekstil dengan kuat Tarik sebesar 100 kN sebanyak 2 lapis untuk memenuhi kriteria faktor keamanan 1,5.

BAB III

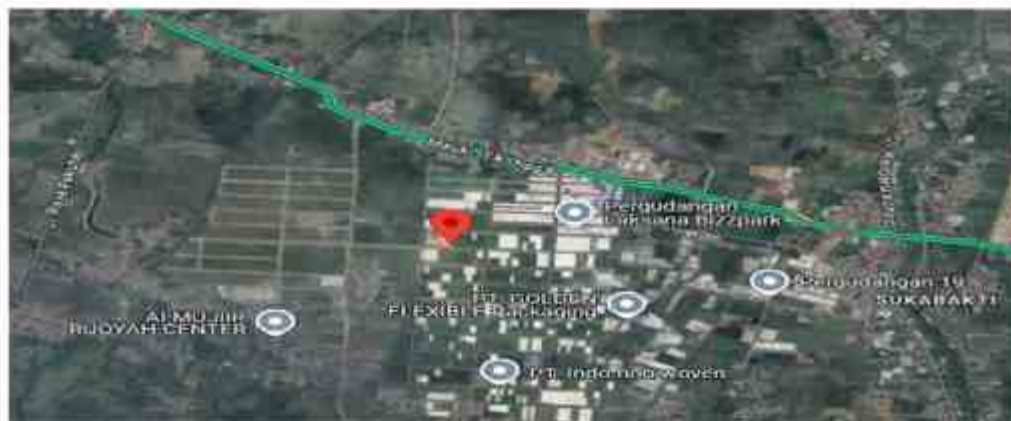
METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian pada rekayasa Teknik sipil yaitu pendekatan ilmiah yang dipakai agar memperoleh data teknis yang diperlukan ketika membahas permasalahan rekayasa. Metodologi ini melingkupi urutan-urutan sistematis berawal dari perancangan sampai dengan pelaksanaan metode teknis yang setara dengan obyek yang dikaji. Semakin rumit permasalahan rekayasa struktur ataupun teoteknik yang dianalisa, maka proses analisisnya yang dipakai harus juga lebih mendalam dan fokus serta tertata. Dengan demikian harus dibutuhkan metode analisa yang cocok sehingga bisa mengeluarkan data teknis yang akurat serta bisa disandingkan dengan teori ataupun peraturan yang berlaku.

Metodologi penelitian yang dipakai pada penelitian ini ialah penelitian kuantitatif yang mana menggunakan pendekatan numerik berbasis simulasi menggunakan bantuan komputer aplikasi plaxis 2D yaitu menggunakan data numerik dan hitung sehingga hasil dari perhitungan tersebut digambarkan pada permodelan plaxis baik grafik maupun pemodelannya sehingga hasil perhitungan yang didapat dapat dianalisa dan diambil kesimpulan untuk menjawab pertanyaan dari rumusan masalah.

3.1 Peta Tempat Penelitian

Tempat penelitian berada di provinsi Banten, Kabupaten Tangerang, Kecamatan Pakuhaji, Kawasan Industri Business Park, Blok RB 2-10 & 22-30 dan secara geografis terletak pada koordinat -6.073517248672894, 106.61432427943278.



Gambar 3.1 Peta Tempat Penelitian

3.1 Perlatan Penunjang Penelitian

Untuk menunjang penelitian, maka peralatan yang digunakan seperti di bawah ini :



Cangkul



Alat Triaxial Tes



Kamera Digital



Meteran 5 M



Gambar 3.2 Peralatan Pengambilan Data

3.2 Pengumpulan Data

Untuk mengumpulkan bahan penyelidikan maka perlu dilakukan kegiatan pengambilan bahan yang valid agar menunjang Analisa dan mendapatkan hasil dan pembahasan baik. Beberapa tahapan pengumpulan data untuk penelitian yang akan dilaksanakan, diantaranya sebagai berikut:

1. Data lapangan :

- Jarak pemadatan dengan struktur terdekat.
Dengan menggunakan meteran roll dengan panjang 50 meter dilakukan pengukuran jarak antara Mesin Vibro Roller ke struktur bangunan.
- Besar RPM alat vibro roller dan bobot alat vibro.
Untuk mengetahui besaran RPM yang digunakan saat melakukan pemadatan dilakukan wawancara kepada operator Mesin Vibro Roller untuk mengetahui berapa RPM (Revolution Per Minute) tekanan getaran Vibro saat melakukan pemadatan dan beban dari alat vibro roller.
- Dimensi lapisan pemadatan.
Untuk mendapatkan dimensi lapisan dari pemadatan tanah dilakukan pengambilan data berupa gambar rencana kepada perencana serta melakukan pengukuran secara langsung geometri dari timbunan untuk mendapatkan dimensi lapisan pemadatan tanah di lapangan.
- Tanah Timbunan.
Untuk mendapatkan jenis tanah timbunan yang digunakan untuk pemadatan maka dilakukan pengambilan contoh tanah timbunan yang ada di lokasi menggunakan cangkul dan kemudian dimasukkan ke dalam wadah/plastik.
- Melakukan tes CBR lapangan di beberapa lokasi pemadatan , bertujuan agar mengetahui peningkatan CBR tanah setelah dilakukan pemadatan menggunakan vibro roller getar.
- Dokumentasi.
Setiap kali pengambilan data lapangan dilakukan pengambilan foto dokumentasi menggunakan kamera digital.

2. Data Laboratorium

Untuk mengetahui parameter-parameter tanah dari hasil pengambilan di lapangan tersebut maka akan dilakukan pengetesan di Laboratorium. Adapun parameter-parameter yang diambil diantaranya adalah:

- **Parameter tanah**

Untuk mendapatkan parameter-parameter tanah maka akan dilakukan uji Pemadatan Standart Proctor, dan uji pemadatan Konsolidasi.

- **Dokumentasi**

Setiap kali pengambilan data laboratorium akan dilakukan pengambilan foto dokumentasi menggunakan kamera digital.

3.3 Data Analisis

Dalam analisis getaran akibat pemadatan tanah dengan vibro roller digunakan aplikasi Plaxis 2D, data yang diinputkan harus mencerminkan kondisi alat, tanah, dan jarak ke struktur yang terkena dampak. Berikut adalah data-data yang perlu diinput :

1. Data Vibro Roller

- Frekuensi getaran (F)
- Amplitudo getaran (A) besar perpindahan getaran pada drum roller
- Gaya dinamis (Fd)
- RPM (Rotasi Per Menit)
- Jarak alat ke bangunan terdekat

2. Data Tanah

- Modulus geser (G)
- Poisson Ratio (ν)
- Modulus Elastisitas (E)
- Modulus Geser Maksimum (Gmax)
- Kondisi Tanah Jenuh (Sr)

3. Data Jarak alat vibro terhadap struktur

- Jarak horizontal dari Vibro roller ke struktur terdampak

4. Data Geometri

- Panjang dan kedalaman timbunan
- Kedalaman tiap lapisan timbunan

Dari data yang didapatkan tersebut maka mulai dilakukan input data dengan menggunakan aplikasi Plaxis 2D V.20. Semua data yang didapatkan akan diinput ke dalam program analisis sesuai dengan urutan pada aplikasi untuk dilakukan perhitungan oleh Software Plaxis 2D. Langkah input data pada software ditunjukkan pada flowchart (gambar 3.3)

Dari hasil analisis simulasi aplikasi plaxis yang akan dilakukan tersebut maka hasil yang dilihat antara lain adalah penurunan tanah timbunan serta, dampak struktur terhadap getaran vibro dan juga tegangan tanah yang dapat ditampilkan melalui grafik dan tabel hasil perhitungan pada aplikasi plaxis 2D.

3.4 Langkah Analisis Aplikasi Plaxis 2D

Langkah input data dan perhitungan pada aplikasi Plaxis 2D, yaitu :

1. Persiapan Data Geoteknik:

- Mengumpulkan data geoteknik baik sifat fisik dan mekanik tanah seperti kepadatan, kohesi, sudut gesek dalam, modulus elastisitas, dan parameter lainnya.
- Melakukan pengujian laboratorium jika untuk mendapatkan nilai tersebut di atas.

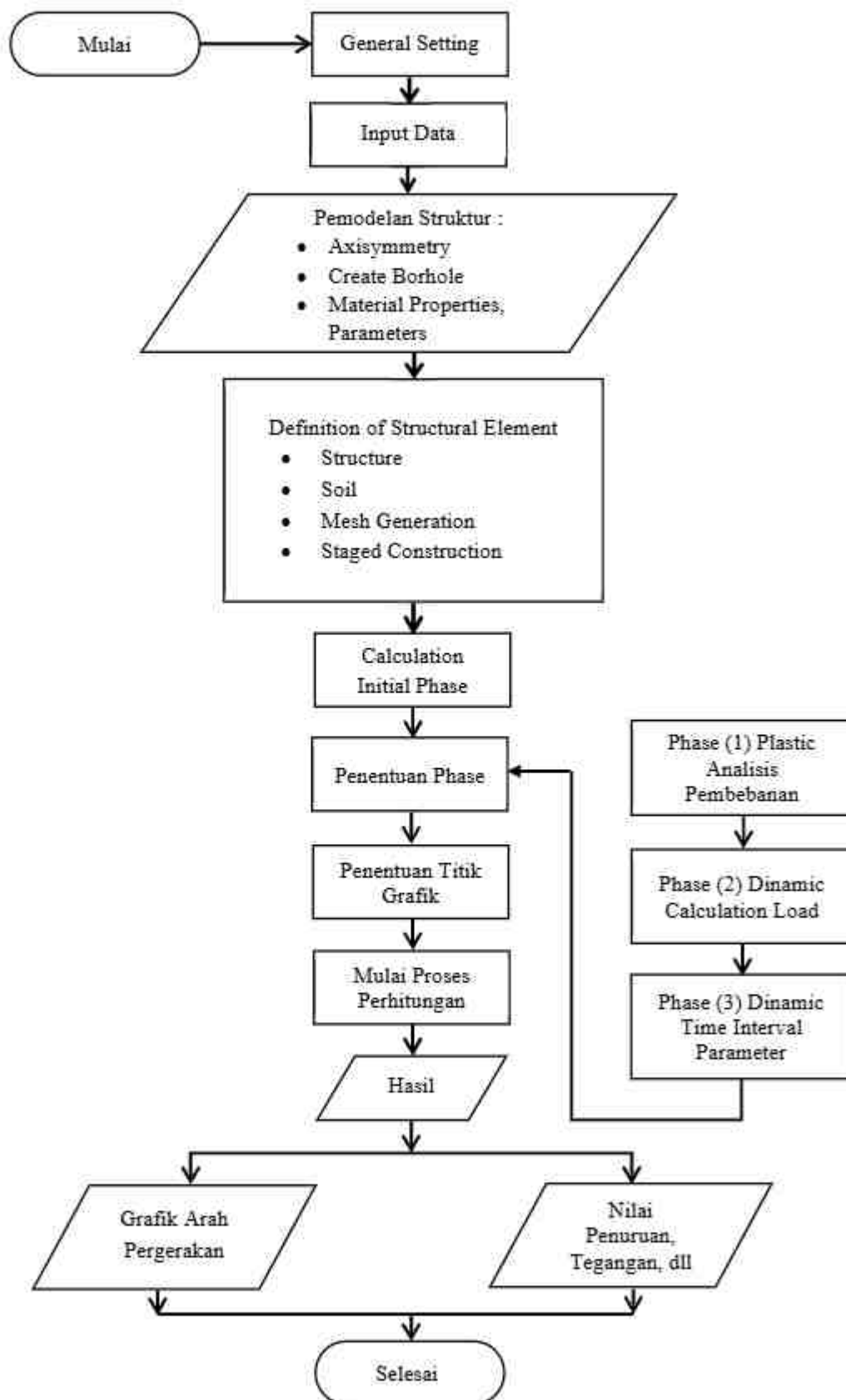
2. Modeling Geometri:

- Membuat model geometri di PLAXIS 2D sesuai dengan kondisi lapangan.
- Menentukan dimensi area yang akan dianalisis serta kedalaman lapisan tanah.
- Memastikan menggambarkan batas-batas model dengan benar agar hasil analisis lebih representatif.

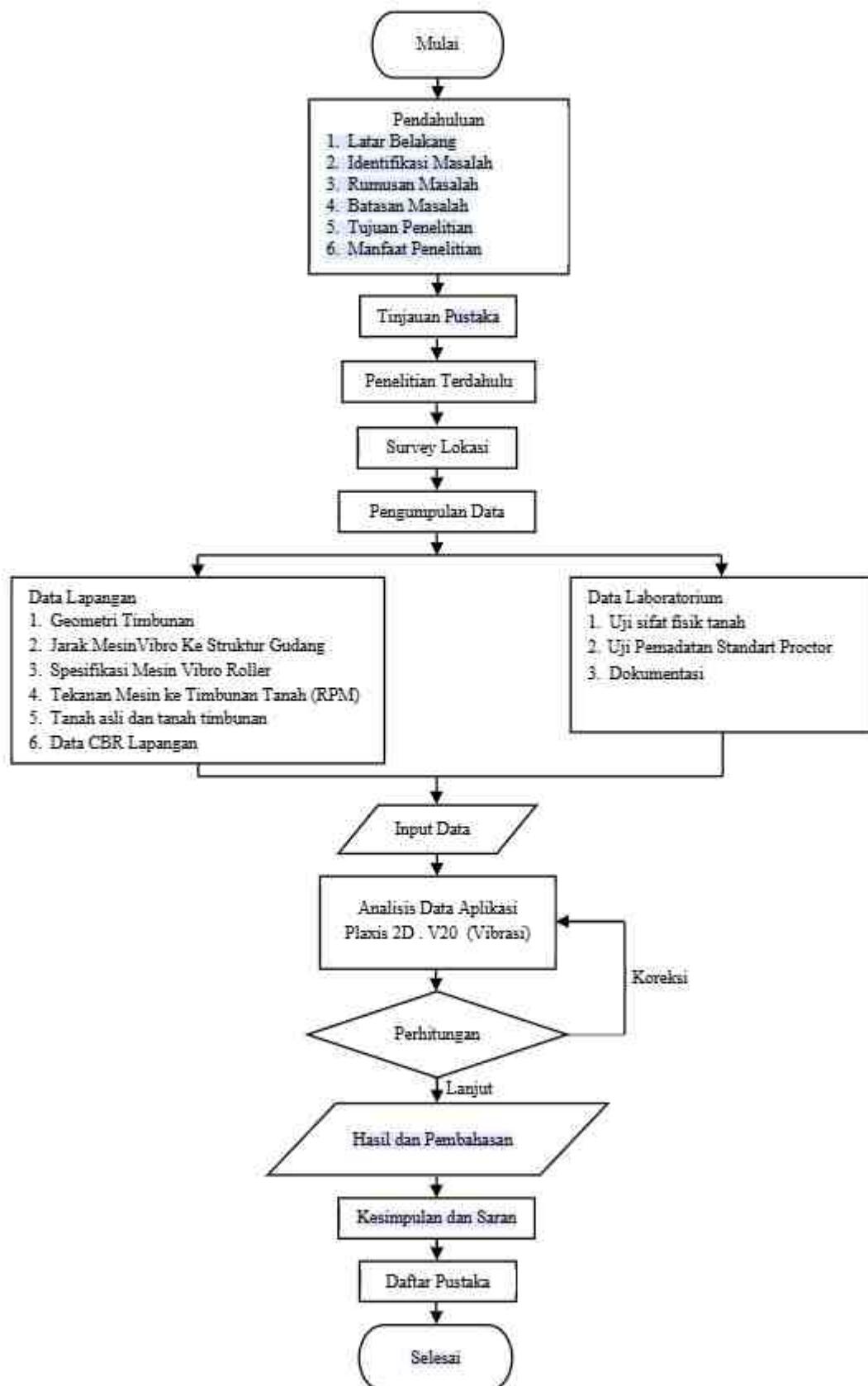
3. Definisi Material:

- Masukkan parameter material ke dalam model.
- Pilih jenis material yang sesuai (misalnya, tanah pasir, lempung) dan masukkan nilai-nilai parameter yang telah dikumpulkan sebelumnya.

- Periksa kesesuaian antara jenis material dan kondisi lapangan.
4. Penerapan Beban Getaran:
 - Tentukan sumber getaran dari alat vibro yang digunakan.
 - Masukkan data mengenai frekuensi, amplitudo, dan durasi getaran.
 - Gunakan fungsi input beban dinamis di aplikasi PLAXIS untuk mendefinisikan karakteristik getaran.
 5. Analisis Waktu:
 - Pilih metode analisis waktu yang tepat (analisis dinamis).
 - Atur langkah waktu simulasi agar dapat menangkap fenomena getaran secara akurat.
 6. Pengaturan Kondisi Batas:
 - Tentukan kondisi batas pada model, seperti batas tetap.
 - Pastikan bahwa semua sisi model memiliki kondisi batas yang realistis untuk mencegah hasil yang tidak valid.
 7. Simulasi dan Pemantauan Hasil:
 - Jalankan simulasi setelah semua input data selesai dimasukkan.
 - Monitor hasil output seperti perpindahan tanah, tekanan pori air, dan respons dinamis lainnya selama proses pemadatan.
 8. Analisis Hasil:
 - Setelah simulasi selesai, lakukan analisis terhadap hasil output untuk menilai dampak dari getaran vibro pemadatan terhadap stabilitas tanah.
 - Bandingkan hasil dengan kriteria desain atau standar yang berlaku untuk menentukan apakah pemadatan berhasil dilakukan tanpa menyebabkan kerusakan pada struktur atau lingkungan sekitar.
 9. Hasil Perhitungan aplikasi Plaxis:
 - Buat laporan lengkap mengenai metode analisis, hasil simulasi, serta rekomendasi berdasarkan temuan tersebut.
 - Sertakan grafik dan tabel sebagai bagian dari dokumentasi hasil analisa.



Gambar 3.3 Flowchart Input data pada Plaxis 2D V.20

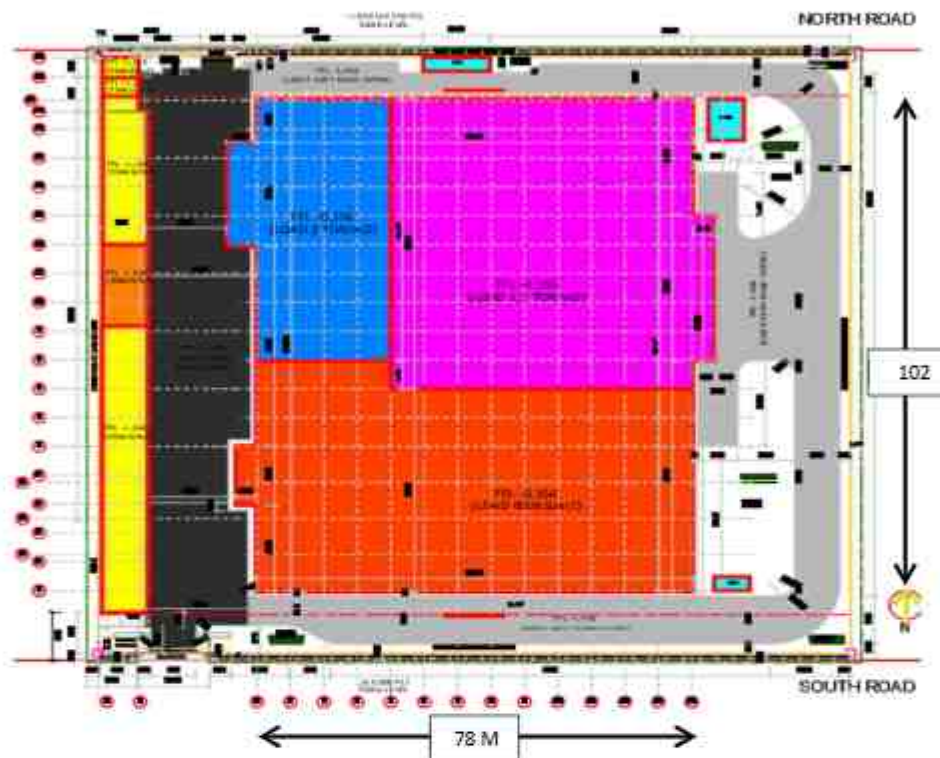


Gambar 3.4 Flowchart Penelitian

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

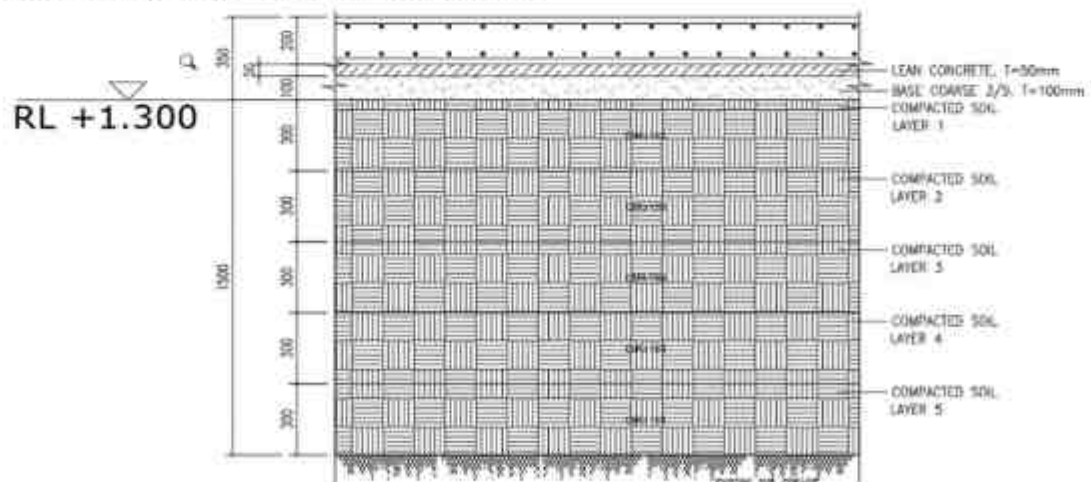
4.1 Geometri Tanah Timbunan

Denah area Gudang yang area lantainya dipadatkan adalah sebagai berikut



Gambar 4.1 Denah Lokasi Pemadatan Tanah

Dibawah merupakan gambar potongan lapisan tanah pemadatan pada timbunan lantai Gudang yang akan dilakukan penelitian.



Gambar 4.2 Potongan Lapisan Tanah Pemadatan**4.2 Pengukuran Jarak Mesin Vibro Terhadap Bangunan**

Untuk mengetahui jarak pemadatan terhadap struktur bangunan terdekat maka dilakukan pengukuran Alat Vibro roller terhadap bangunan yang berdekatan seperti gambar 4.3 jarak pemadatan terhadap bangunan adalah 5 meter dan gambar 4.4 adalah jarak pemadatan terhadap bangunan adalah 25 meter.



Gambar 4.3 Pengukuran Jarak Mesin Vibro Terhadap Bangunan 5 Meter



Gambar 4.4 Pengukuran Jarak Mesin Vibro Terhadap Bangunan 25 Meter

4.3 Keretakan Bangunan Dekat Lokasi Pemadatan

Berdasarkan informasi pemilik bangunan meginformasikan bahwa dengan adanya getaran saat dilakukan pemadatan mengakibatkan dinding bangunan milik tetangga retak seperti gambar 4.5



Gambar 4.5 Keretakan Dinding Bangunan

Berdasarkan pengamatan dilokasi bangunan yang jaraknya 5 meter dari lokasi pemadatan struktur lantainya mengalami keretakan seperti yang terlihat pada gambar 4.6 di bawah.

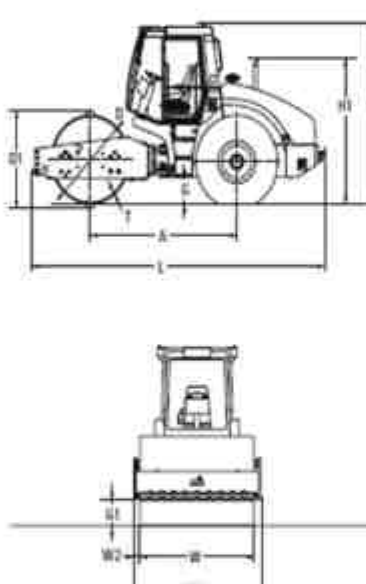


Gambar 4.6 Keretakan Struktur Lantai

4.4 Spesifikasi Mesin Vibro Roller

Mesin pemadat yang digunakan untuk pemadatan tanah yaitu vibro roller STA VV 1100 D adalah type Roller Vibratory Drum dengan berat 12865 Kg atau sama dengan 128.65 kN, Amplitudo getaran antara 1,15 mm sampai dengan 1,85 mm, sedangkan amplitude rendah berkisar 0,8 mm sampai dengan 1,8 mm dengan Frekuensi getaran sekitar 32 Hz sampai dengan 35 Hz.

size (mm)	A	D	D1	G	G1	H	H1	L	T	W	W1	W2
W 1100 D	2820	1500		420	430	3030	2375	5686	25	2200	2436	118
VV 1100 PD	2820	1440	1640	420	430	3030	2375	5686	20	2200	2436	118



CAPACITY	VV 1100 D	VV 1100 PD
Operating weight (CECE)	11495 kg	11925 kg
WEIGHTS		
Ballast	1200 kg	1200 kg
Operating weight maximum	12865 kg	13295 kg
Drum load (CECE)	7130 kg	7580 kg
Axle load (CECE)	4365 kg	4250 kg
Static linear load	32.4 kg/cm	
DRUM		
No. of pad feet		140
Height of pad		100 mm
Contact area of one pad foot		120 cm ²
STEERING		
Steering angle (+ -)	36 deg	36 deg
Oscillation angle (+ -)	10 deg	10 deg
Turning radius inner (edge)	3050 mm	3050 mm
Turning radius outer (contour)	5370 mm	5370 mm
Transversal stability - straight	36 deg	36 deg
RIDING CHARACTERISTIC		
No. of travel speeds	4	4
Maximal speed	10,6 km/h	10,7 km/h
Gradeability without vibration	45 %	45 %
Gradeability with vibration	45 %	45 %
BRAKES		
Operation	Hydrostatic	Hydrostatic
Parking	Multi disc	Multi disc
Emergency	Multi disc	Multi disc
VIBRATION		
Amplitudes	1,85 / 1,15 kN	1,85 / 1,15 kN
Frequencies	32 / 35 Hz	32 / 35 Hz
Centrifugal forces	277 / 206 kN	277 / 206 kN
TANKS		
Fuel	410 lt	410 lt
ELEKTROINSTALLATION		
Voltage	24 V	24 V
Capacity of batteries	2 x 100 Ah	2 x 100 Ah
ENGINE		
Make	Cummins	Cummins
Type	QSB5.9-30-T-C155	QSB5.9-30-T-C155
Rated power	116 kW	116 kW
Standard	ISO 3046/1 (DIN 6271)	ISO 3046/1 (DIN 6271)

Technical modifications and data reserved. Machines may be shown with options.

Gambar 4.7 Spesifikasi Mesin Vibro Roller STA VV 1100 D

4.5 Wawancara Dengan Operator Alat Vibro

Untuk mengetahui seberapa besar Rpm (Rotation Per Minute) getaran alat yang dilakukan pada proses pemadatan di lapangan maka dilakukan wawancara dengan operator mesin Vibro Roller. Beban statik yang digunakan adalah beban statis drum saja yaitu $7130 \text{ Kg} \times 9.81 = 69.9 \text{ kN}$. Lama lintasan pada saat dilakukan pemadatan dengan getar paling sedikit adalah 5 menit sekali lintasan dengan beban getaran adalah digunakan yang besar yaitu 20.6 kN . Amplitudo getaran yang digunakan sebesar 1.15 mm dan Frekuensi getaran yang digunakan sebesar 32 Hz dan waktu interval adalah $T = 1/32 = 0.03 \text{ detik}$. Untuk redaman atau damping tanah diberikan 5% .



Gambar 4.8 Wawancara Dengan Operator Alat Vibro Roller

4.6 Pengetesan California Bearing Ratio Lapangan

Untuk mengetahui kepadatan tanah yang sudah dilakukan pemadatan getaran maka dilakukan pengetesan California Bearing Ratio Lapangan di beberapa titik pada lokasi pemadatan untuk mengetahui seberapa besar kepadatan tanah yang dipadatkan menggunakan getaran dengan California Bearing Ratio yang direncanakan adalah sebesar 20% .



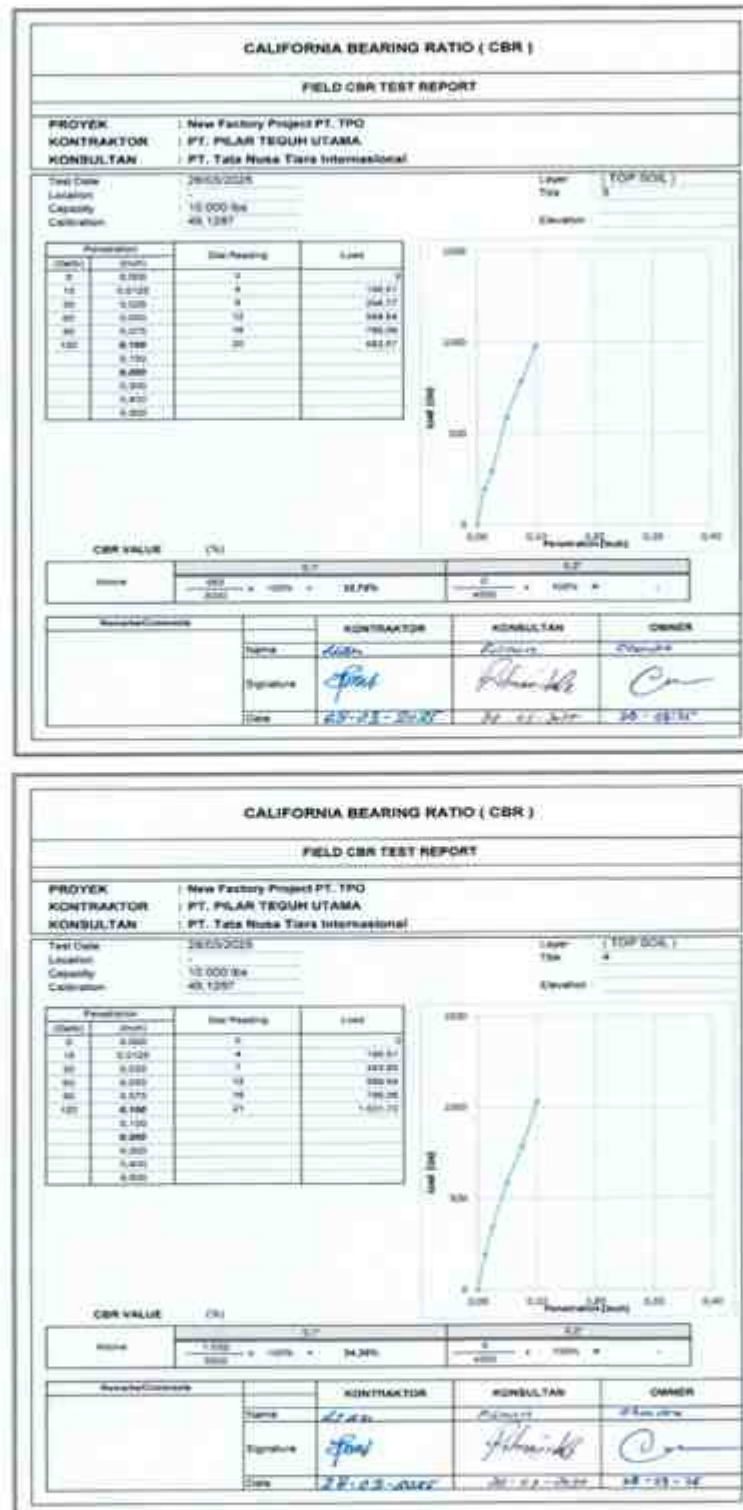
Gambar 4.9 Test California Bearing Ratio Lapangan (Test CBR)



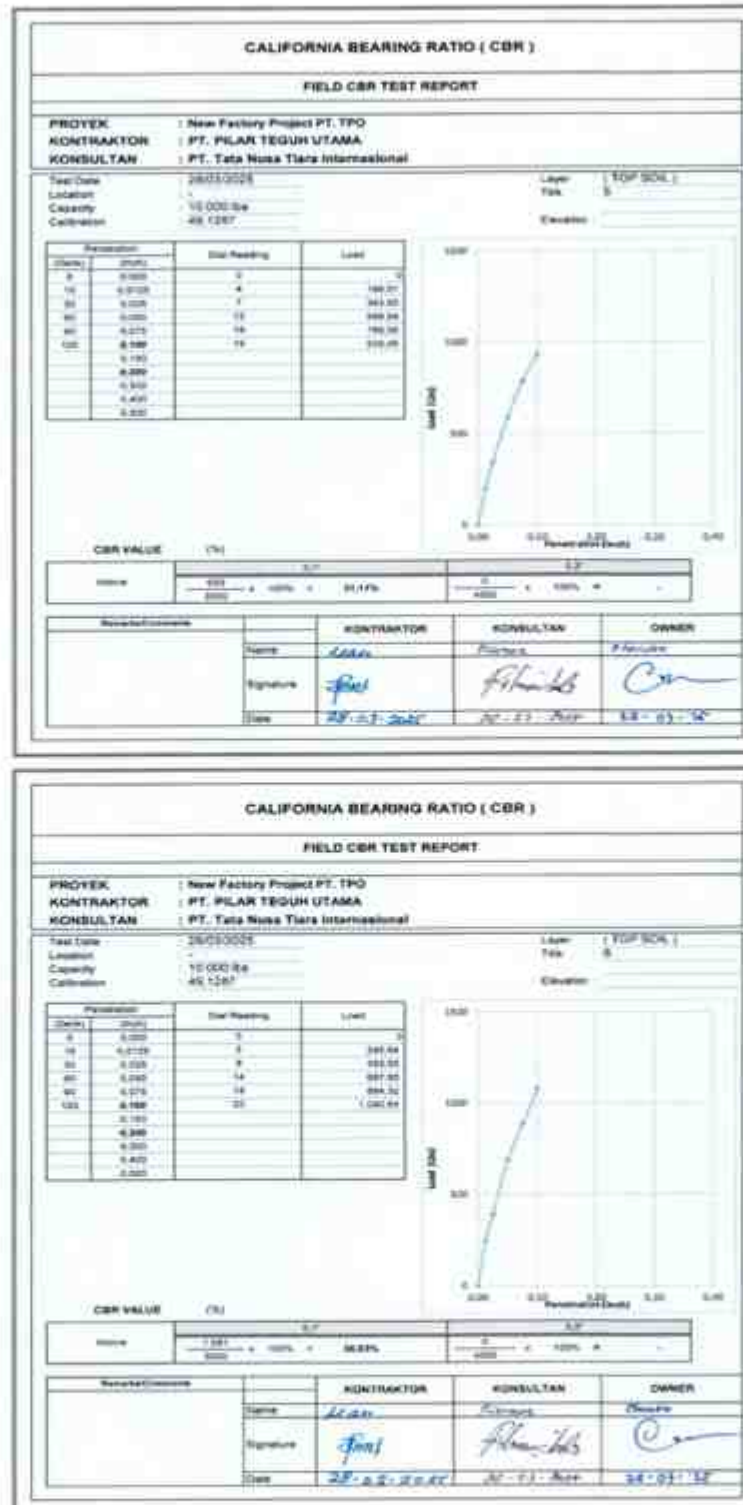
Gambar 4.10 Titik Pengetesan California Bearing Ratio Lapangan



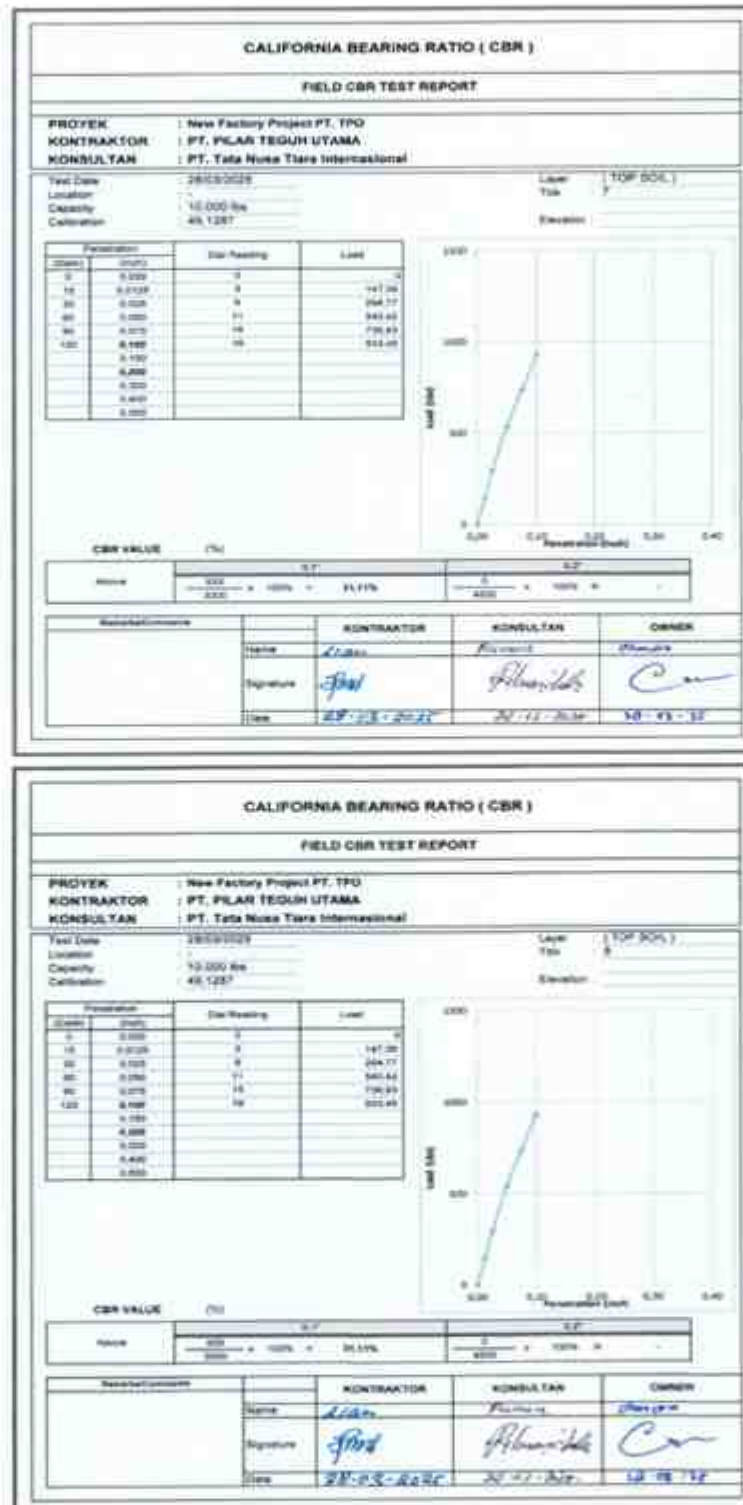
Gambar 4.11 Hasil Pengetesan California Bearing Ratio Lapangan (Titik 1 Dan 2)



Gambar 4.12 Hasil Pengetesan California Bearing Ratio Lapangan (Titik 3 Dan 4)



Gambar 4.13 Hasil Pengetesan California Bearing Ratio Lapangan (Titik 5 Dan 6)



Gambar 4.14 Hasil Pengetesan California Bearing Ratio Lapangan (Titik 7 Dan 8)

Pengetesan Calofornia Bearing Ratio (CBR Test) lapangan di 8 titik area pemadatan yang diperloeh adalah :

1. Titik 1 sebesar 31,11 %
2. Titk 2 sebesar 31,11 %
3. Titk 3 sebesar 32,75 %
4. Titk 4 sebesar 34,39 %
5. Titk 5 sebesar 31,11 %
6. Titk 6 sebesar 36,03 %
7. Titk 7 sebesar 31,11 %
8. Titk 8 sebesar 31,11 %

Berdasarkan hasil Calofornia Bearing Ratio (CBR Test) di lapangan diperoleh bahwa hasil tes CBR melebihi nilai CBR yang direncanakan yaitu 20%, artinya pemadatan timbunan tanah menggunakan getaran vibro melebihi CBR minimal yang diizinkan.

4.7 Pengambilan Sample Tanah Timbunan

Pengambilan sample tanah di lapangan dilakukan untuk pengetesan Laboratorium sehingga didapatkan parameter yang dibutuhkan pada aplikasi Plaxis 2D.



Gambar 4.15 Pengambilan Sample Tanah Pemadatan di Lapangan

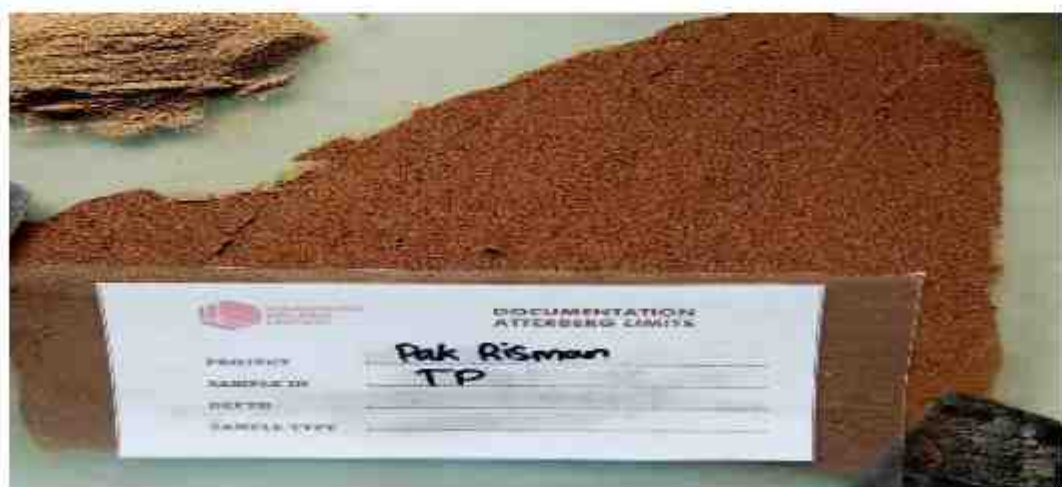
4.8 Pengujian Sample Tanah di Laboratorium



Gambar 4.16 Triaxial CU Test



Gambar 4.17 Compaction Test



Gambar 4.18 Atterberg Limits Test



Gambar 4.19 Particle Size Distribution Analisis Test



Gambar 4.20 Specific Gravity Test

4.8.1 Parameter Tanah Untuk Input Program Plaxis 2D

Parameter-parameter tanah yang digunakan dalam program plaxis, yaitu :

1. Berat volume tanah normal (alami, unsaturated) (γ_{unsat})
2. Berat volume tanah jenuh (Terendam, saturated) (γ_{sat})
3. Modulus Young / Young's Modulus (E)
4. Poisson's Ratio (ν)
5. Kohesi / Cohesion (c)
6. Sudut geser / friction angle (ϕ)

Dari hasil test tanah di laboratorium (data terlampir) parameter tanah tersebut sebagai berikut :

Tabel 4.1 Parameter tanah timbunan (Clay)

γ unsat	γ sat	E	ν	c'	Φ'	K _x	K _y
kN/m ³	kN/m ³	kN/m ³	-	Kg/cm ²	deg	m/day	m/day
16.6	17.8	16000	0,35	14.5	24,7	0.5	0.3

Tabel 4.2 Parameter tanah existing (Sand-Clay)

γ unsat	γ sat	E	ν	c'	Φ'	K _x	K _y
kN/m ³	kN/m ³	kN/m ³	-	Kg/cm ²	deg	m/day	m/day
16	18.5	15000	0,30	13.23	25,8	0.1	0.05

4.9 Data Beban dan Kekakuan Struktur Gudang

Dimensi warehouse adalah Panjang 102 Meter x Lebar 78 Meter dan tebal slab 0,2 meter. Berat jenis beton adalah $\gamma = 24 \text{ kN/m}^3$. Berat pelat slab adalah tebal slab dikalikan berat jenis beton yaitu $0,2 \text{ m} \times 24 \text{ kN/m}^3 = 4.81 \text{ kN/M}^2$

Tinggi bangunan adalah 15 meter, bentang rafter 78 meter, dinding menggunakan bata ringan 0.1 m.

Beban struktur gudang adalah 1.7 kN/m² beban mati ditambah beban hidup 4.8 kN/m. (SNI 1727:2020) sehingga total beban adalah 6.5 kN/m².

$$EA = 4700 \times \sqrt{f_c'}$$

$$EA = 4700 \times (\sqrt{29}) = 25310 \text{ Mpa} = 25310000 \text{ kN/m}^2$$

$$A = t \times 1 = 0.2 \times 1 = 0.2 \text{ m}^2$$

$$EA = 25310000 \times 0.2 = 5062000 \text{ kN}$$

$$EI \text{ beton bertulang} = 30000 \text{ Mpa} = 30000000 \text{ kN/m}^2 / 7956 \text{ m}^2 = 3771 \text{ kN/m}^2$$

$$I = \frac{1}{12} \times b \times h^3 = I = \frac{1}{12} \times 1 \times 0,2^3 = 0.0006667 \text{ m}^4$$

$$EI = 25310000 \times 0,0006667 = 16874.18 \text{ kN/m}^2$$

$$\nu \text{ (poisson ratio beton lantai)} = 0,22$$

4.10 Peraturan Penurunan Maksimal Tanah Lantai Bangunan

1. Menurut Terzaghi, K., Peck, Ralph B. dan Mesri, G. (1996) dalam bukunya yang berjudul Soil Mechanics in Engineering Practice mengatakan Settlement diferensial yang diperbolehkan adalah $\leq 1/500$ dari panjang bentang.
2. Total settlement dari 25 mm hingga 50 mm untuk bangunan biasa dan untuk bangunan normal ≤ 75 mm untuk struktur tidak sensitive (Gudang sederhana, tangka air).
3. SNI 8460:2017 menetapkan ambang batas settlement total untuk bangunan Gudang adalah 50 mm – 75 mm.

4.10.1 Tekanan Tanah Izin

Dalam pondasi dangkal sering digunakan berdasarkan teori Terzaghi yaitu :

$$Q_{ult} = c \cdot N_c + q \cdot N_q + 0.5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma$$

Keterangan :

Q_{ult}	: Kapasitas daya dukung ultimit (kN/m^2)
c	: kohesi tanah (kN/m^2)
γ	: berat volume tanah (kN/m^3)
q	: $\gamma \cdot D_f$ (tekanan overburden di dasar pondasi)
D_f	: Kedalam pondasi (m)
B	: Lebar pondasi (m)
N_c, N_q, N_γ	: Faktor daya dukung tergantung sudut geser dalam (ϕ)

Tekanan izin dihitung :

$$q_{allow} = \frac{q_{ult}}{F.S}$$

Keterangan :

$F.S$: Safety Factor = 2

$$\text{Max dry density } 1.375 \text{ t/m}^3 = 1375 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{Cohesion, } c = 1960 \text{ Kg/m}^2 = 196 \text{ kPa}$$

$$\text{Friksi, } \varphi = 18.79^\circ$$

$$c' = 14.5 \text{ Kg/cm}^2 = 1450 \text{ kPa}$$

$$\varphi' = 24.7^\circ$$

$$\tan 24.7^\circ = 0.459$$

$$\gamma = 1.375 \text{ t/m}^3 \times 9.81 = 13.5 \text{ kN/m}^3$$

Pelat lantai diambil 1 meter x 1 meter

Dalam fondasi diambil 1 meter

FS diambil 2

Menghitung $q = \gamma \cdot D_f$

$$q = 13.5 \times 1 = 13.5 \text{ kN/m}^2$$

Menghitung faktor daya dukung N_q , N_c , dan N_γ :

$$N_q = e^{\pi \tan(\varphi)} \times \tan^2 \alpha \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right)$$

$$\pi \tan \varphi = 3.1416 \times 0.460 = 1.444$$

$$e^{1.444} = 4.237$$

$$\tan^2 \alpha = 45^\circ + \frac{24.7}{2} = 45^\circ + 12.35^\circ = 57.35^\circ$$

$$N_q = 4.237 \times 2.422 = 10.25$$

$$N_c = \frac{N_q - 1}{\tan \varphi}$$

$$\tan \varphi = \tan 24.7^\circ = 0.460$$

$$N_c = \frac{10.25 - 1}{0.460} = 20.11$$

$$N_\gamma = 2 \times (N_q + 1) \times \tan \varphi$$

$$= 2 \times (10.25 + 1) \times 0.460$$

$$= 10.35$$

$$Q_{ult} = c \cdot N_c + q \cdot N_q + 0.5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma$$

$$= 25 \text{ kN/M}^2 \times 20.11 \text{ kN/m}^2 \times 10.25 + 0.5 \times 13.5 \text{ kN/m}^3 \times 1 \times 10.35$$

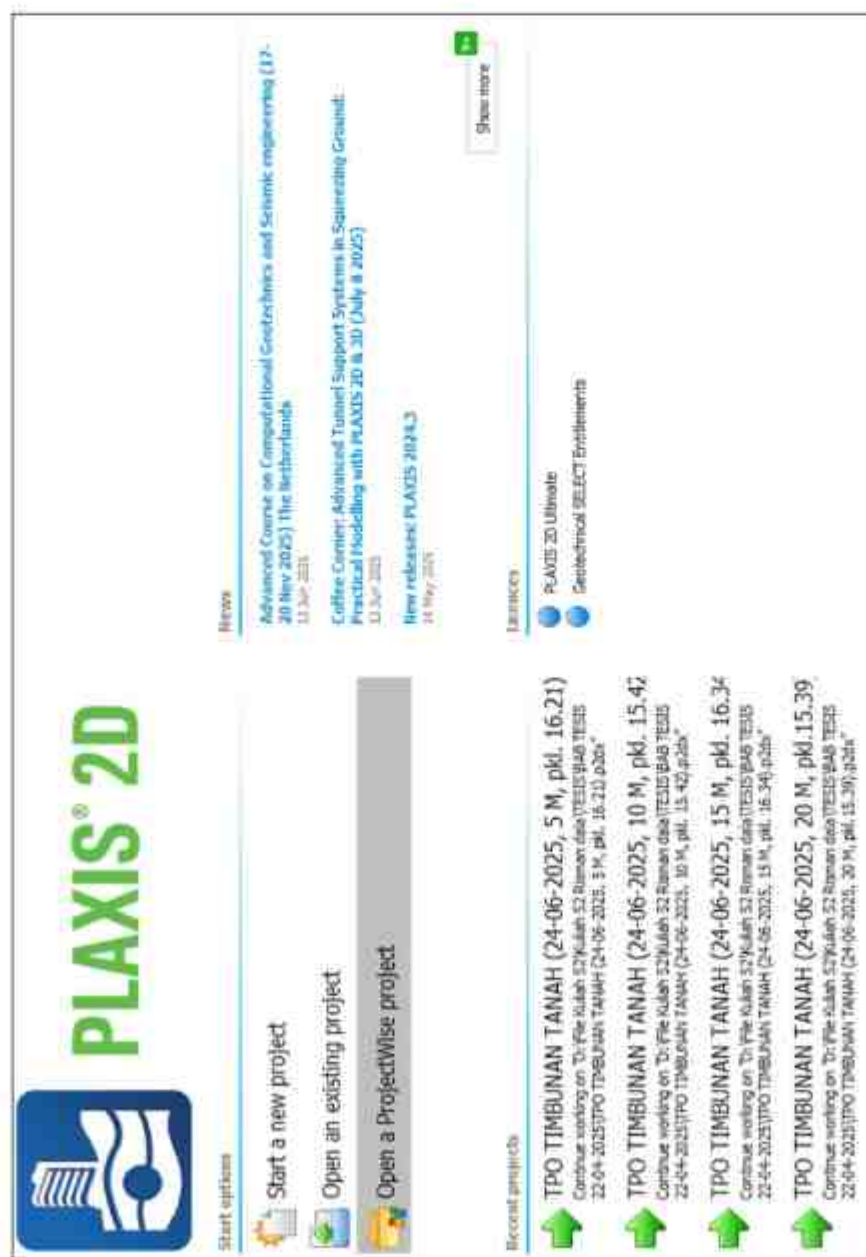
$$= 710.99 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_{izin} = 711 / 2 = 355.5 \text{ kN/m}^2$$

4.11 Simulasi Vibro VV 1100 D Aplikasi Plaxis 2D

Setelah data tanah, spesifikasi alat mesin vibro roller VV 1100 D, serta data berat struktur bangunan diketahui maka mulai diinputkan ke aplikasi Plaxis 2D Berikut dengan langkah-langkah berikut.

4.11.1 Alur penginputan pada aplikasi plaxis 2D (Simulasi Pemadatan jarak mesin ke bangunan 0.5 Meter)



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.21 Tahap Alur Pengoperasian



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

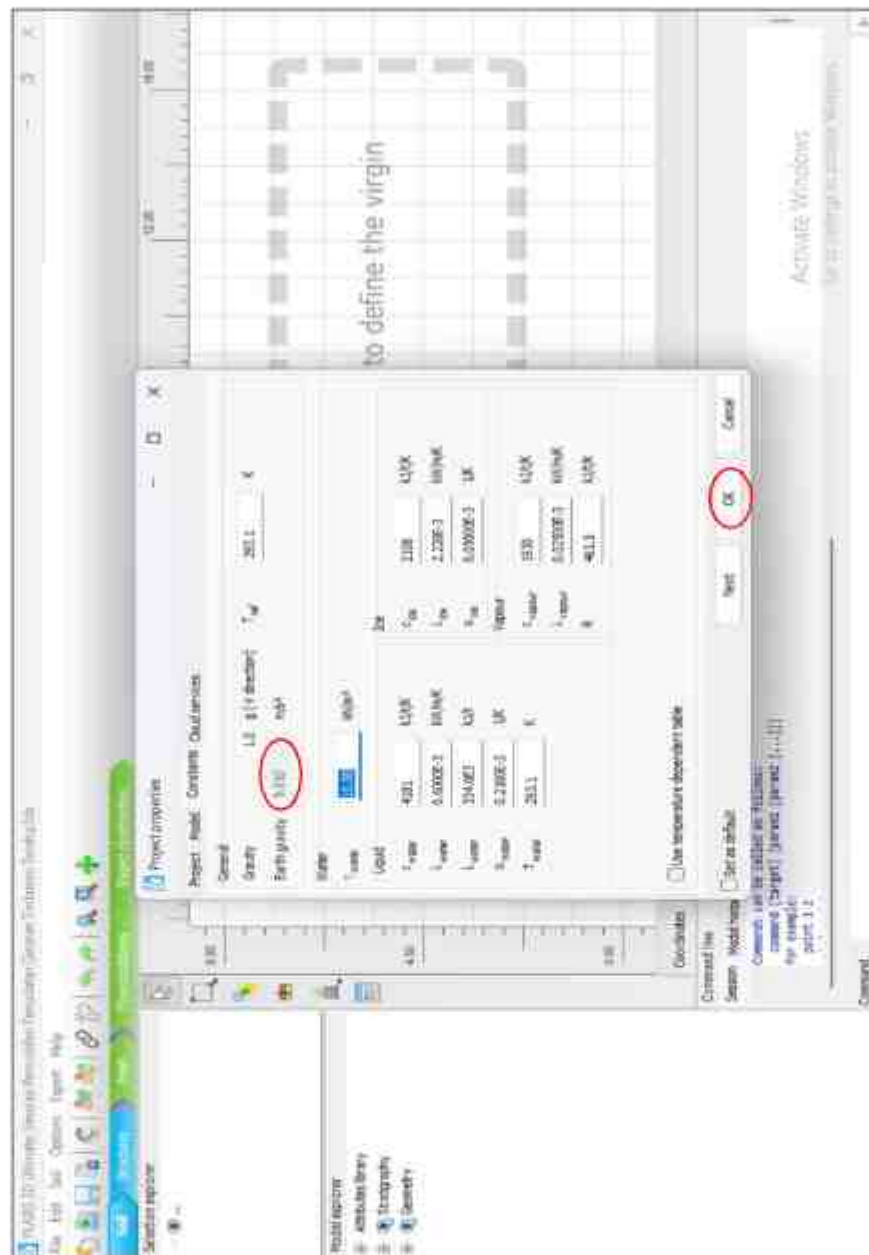
Gambar 4.22 Tahap Penamaan Lembar Kerja Pada Bagian Project

Pada tahap penginputan di bagian Model, dapat dipilih plane Strain dan 15-Noded, kemudian diatur satuan yang digunakan untuk jarak menggunakan Meter (M) dan satuan beban menggunakan Kilo Newton (kN).



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

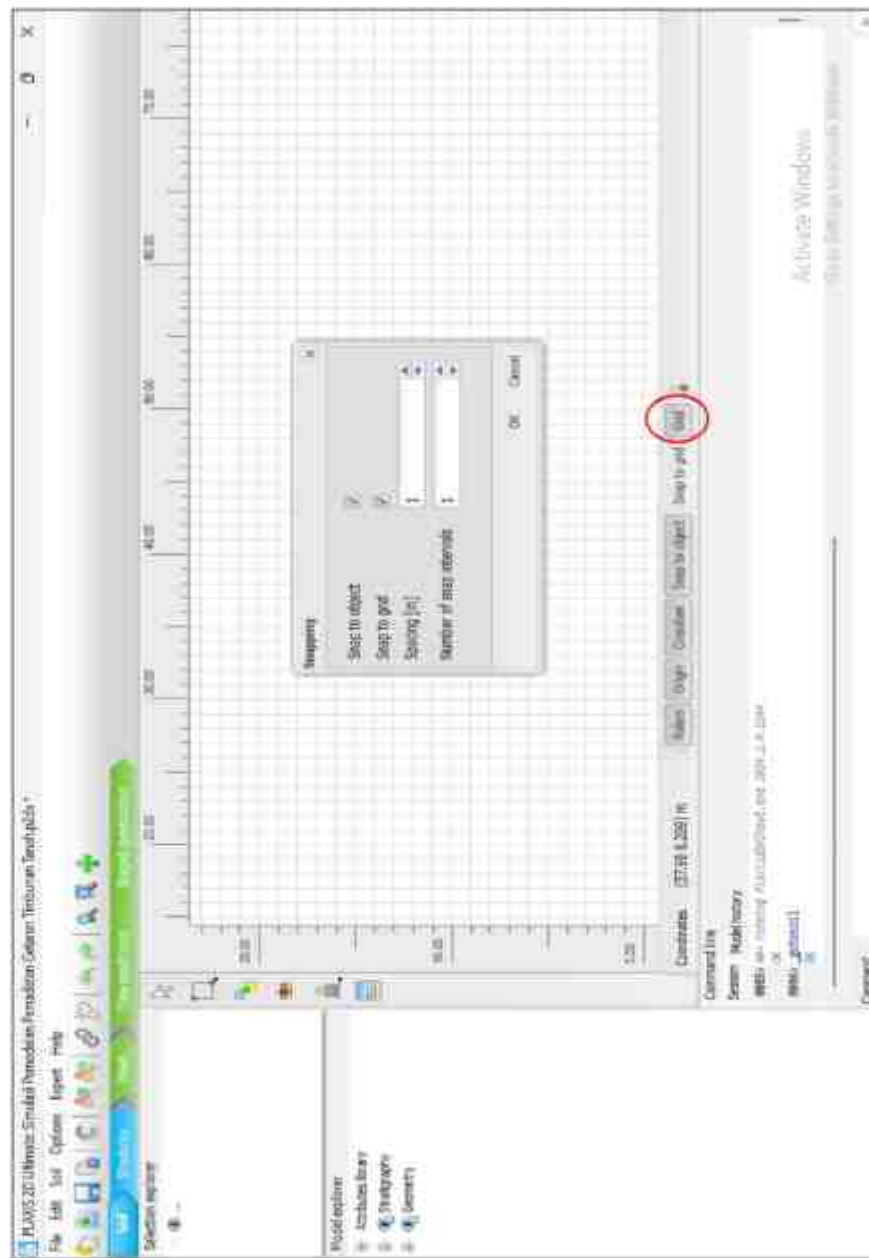
Gambar 4.23 Tahap Input Data Pada Bagian Model



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

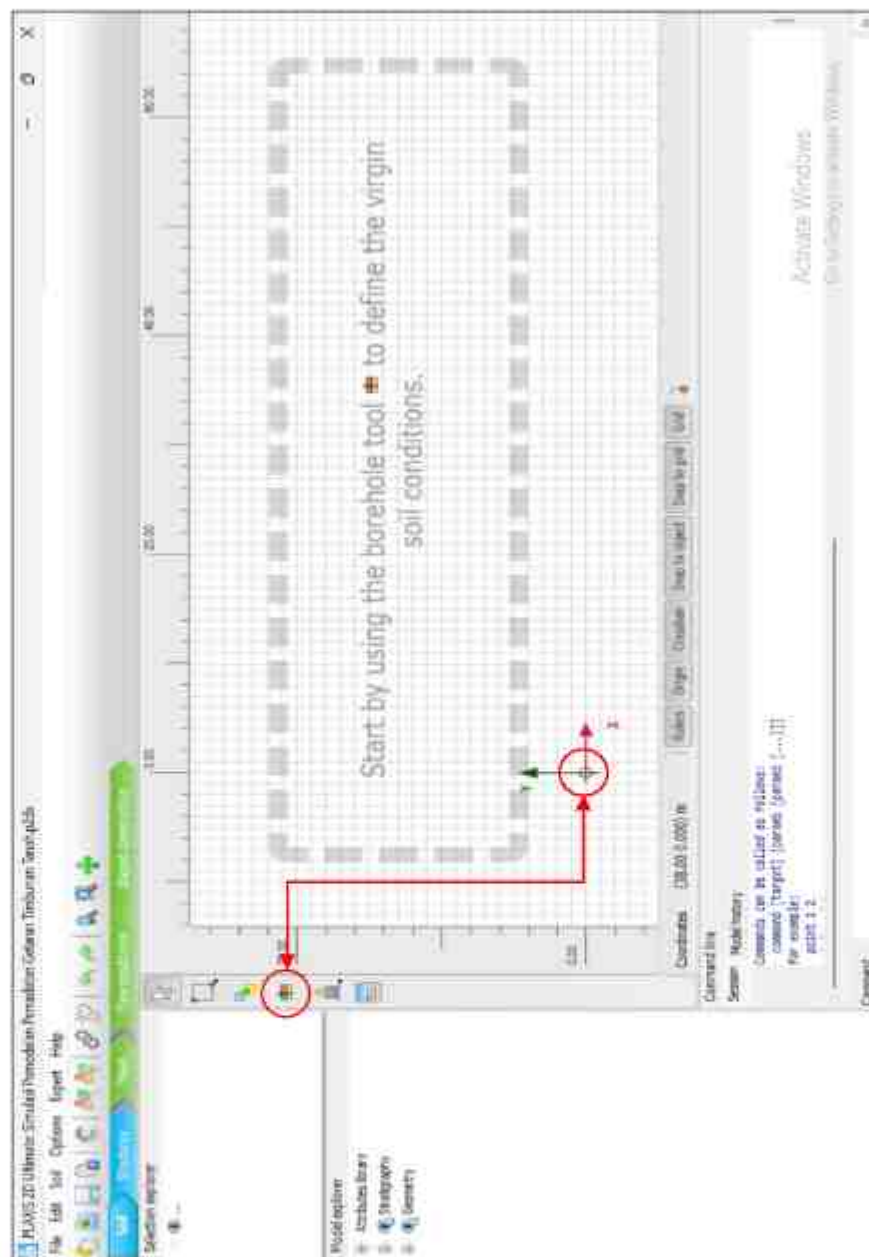
Gambar 4.24 Tahap Lembar Mulai Input Data

Pengaturan spasi grid untuk memudahkan pengaturan jarak antara posisi mesin Vibro roller terhadap bangunan yang akan dilakukan simulasi pemadatan getaran pada aplikasi plaxis 2D.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.25 Tahap Lembar Mulai Input Data



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.26 Tahap Input Dimensi Tanah (Create Borehole)

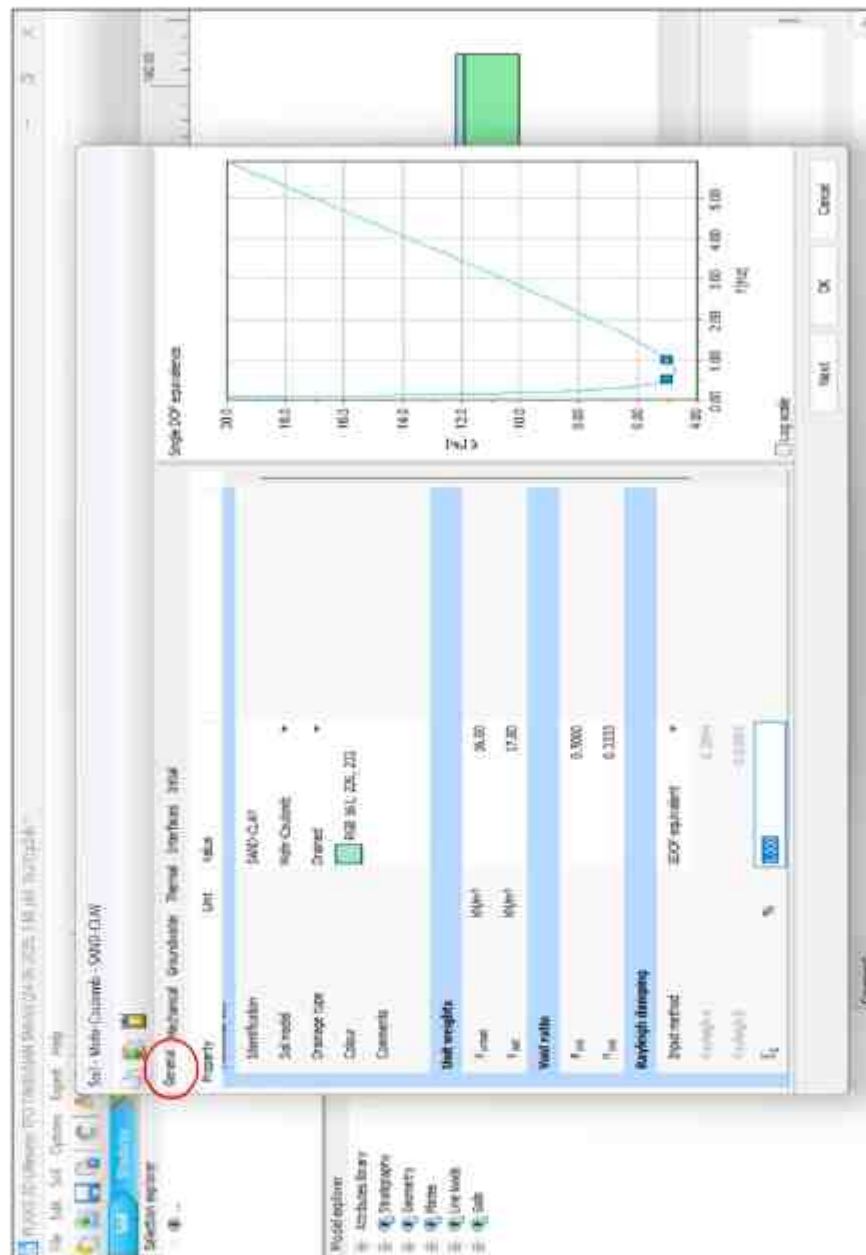
Pada bagian jendela Modify soil layers dimasukkan Material klik bagian kotak material, kemudian klik New.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.27 Tahap Input Parameter Tanah Pada Bagian Add

Kemudian pada jendela General dimasukkan parameter-parameter tanah yang dibutuhkan aplikasi Plaxis 2D seperti γ unsat, γ sat, sudut geser serta memberikan redaman pada lapisan tanah sebesar 5 % serta parameter-parameter lainnya yang dibutuhkan.



Sumber: Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.28 Tahap Input Parameter Tanah Pada Bagian General

Pada jendela Mechanical ini dimasukkan data seperti Modulus Elastisitas tanah (E), poisson ratio (ν).



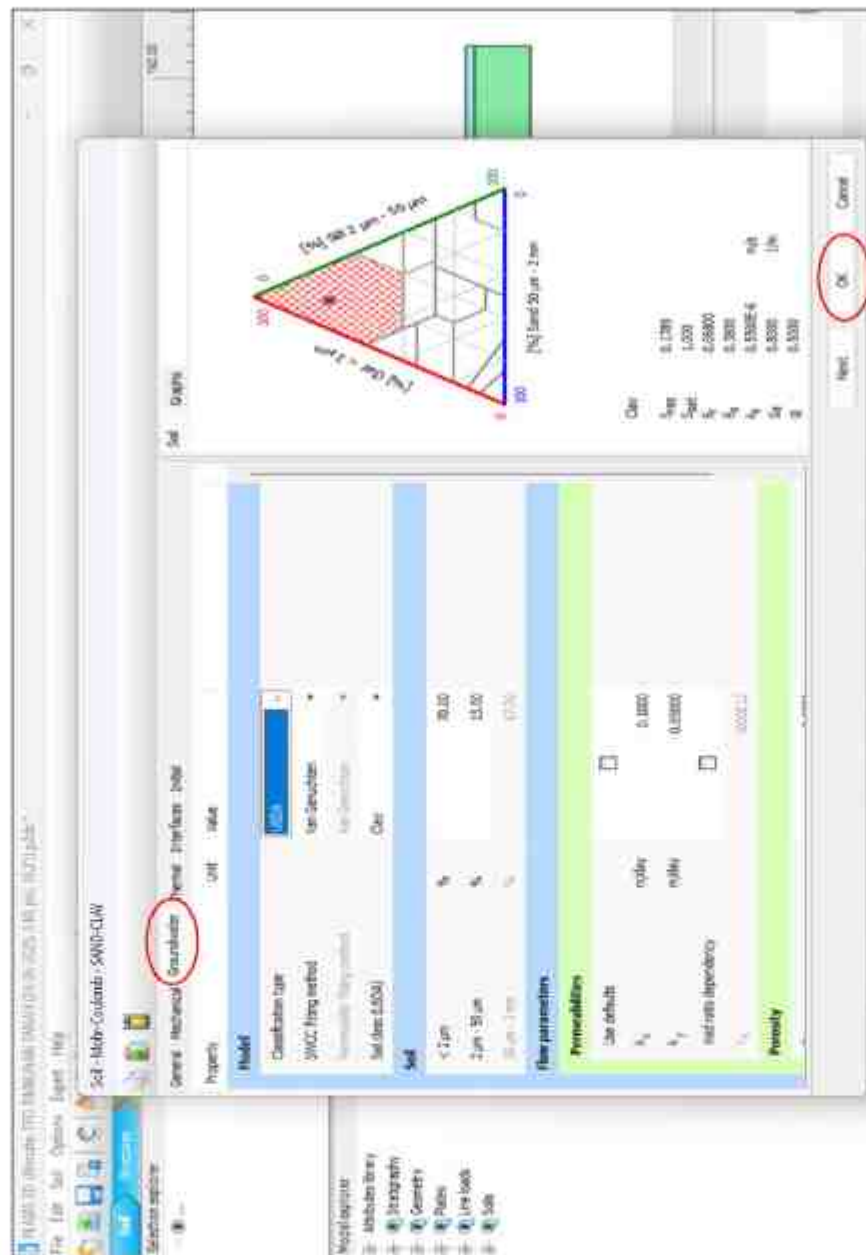
Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.29 Tahap Mulai Menginput Parameter Tanah Pada Bagian Mechanical

Pada jendela Groundwater ini diatur menggunakan klasifikasi USDA baik lapisan tanah pertama Clay maupun lapisan tanah kedua Sand-Clay dan kemudian klik OK untuk mengakhiri input data bagian lapisan tanah.

Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

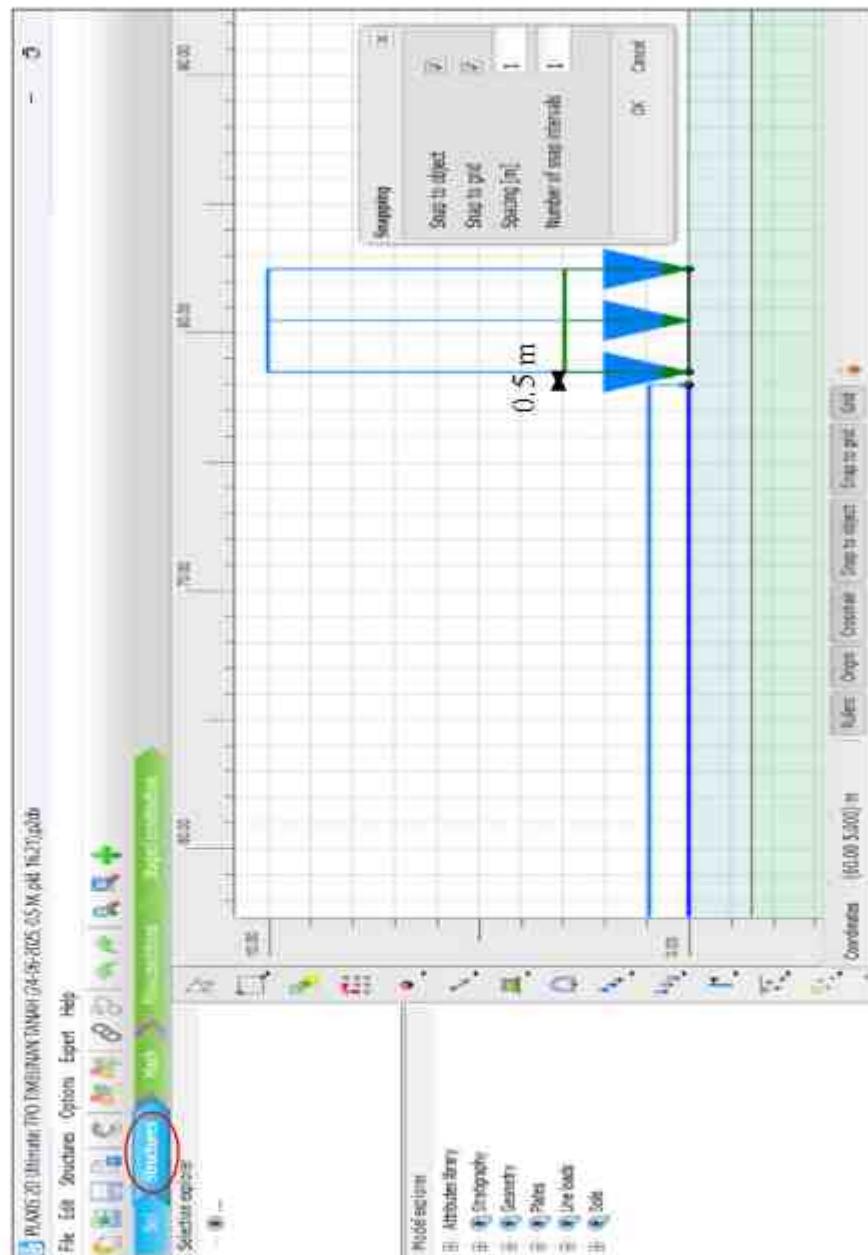
Gambar 4.29 Tahap Input Parameter Tanah Pada Bagian Mechanical



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.30 Tahap Input Parameter Tanah Pada Bagian Groundwater

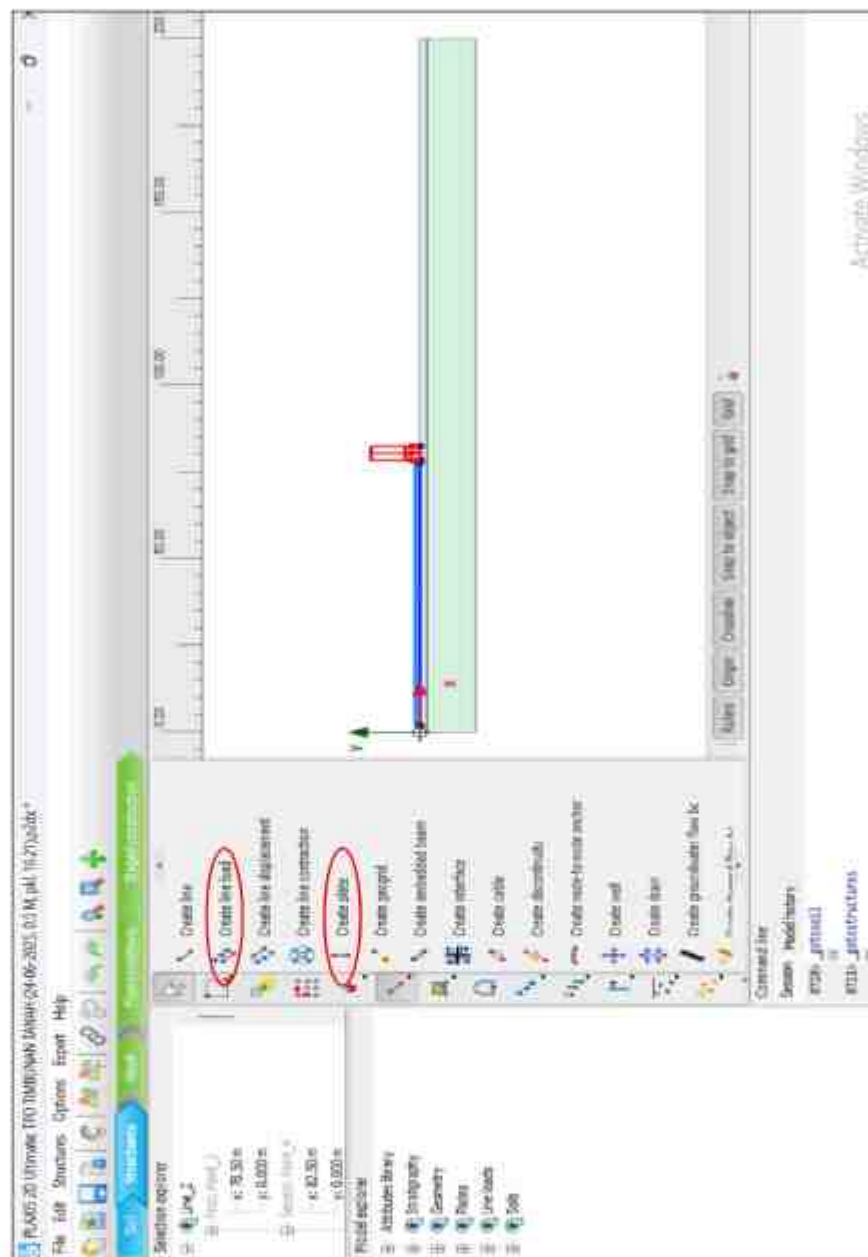
Pada tahap Structure ini dimodelkan struktur bangunan yang akan disimulasikan terhadap mesin getar vibrator roller dengan jarak simulasi pertama adalah 0.5 meter dari bangunan.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.31 Tahap Input Parameter Structure Pada Bagian Structure

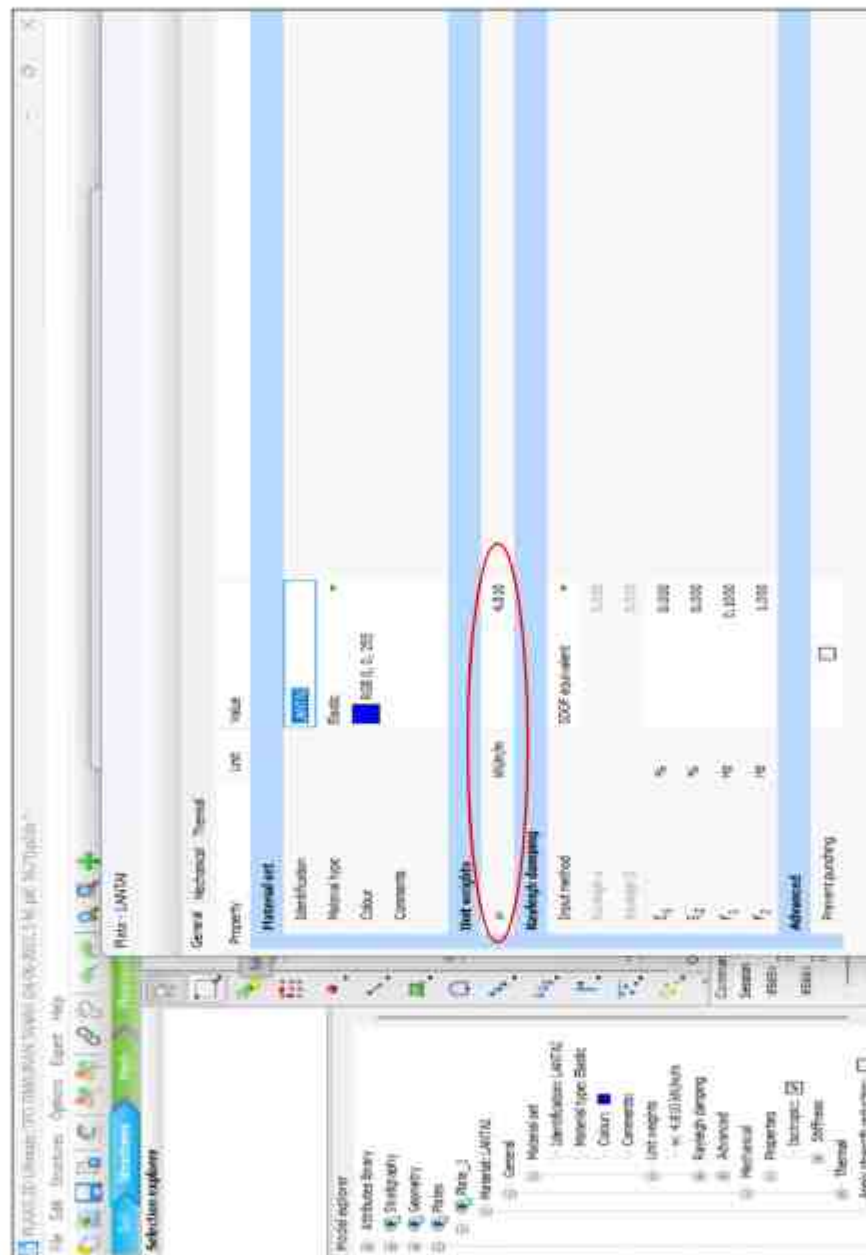
Pada tahap ini dimodelkan struktur yang berdiri pada lapisan tanah seperti, memodelkan slab lantai menggunakan tool create plate dan untuk struktur bangunan menggunakan tool create line load pada aplikasi Plaxis 2D.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.32 Tahap Pemodelan Structure

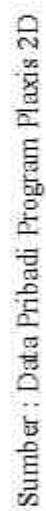
Pada tahap ini mulai input data berat slab lantai dan berat struktur pada pemodelan struktur pertama pada line load 1.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

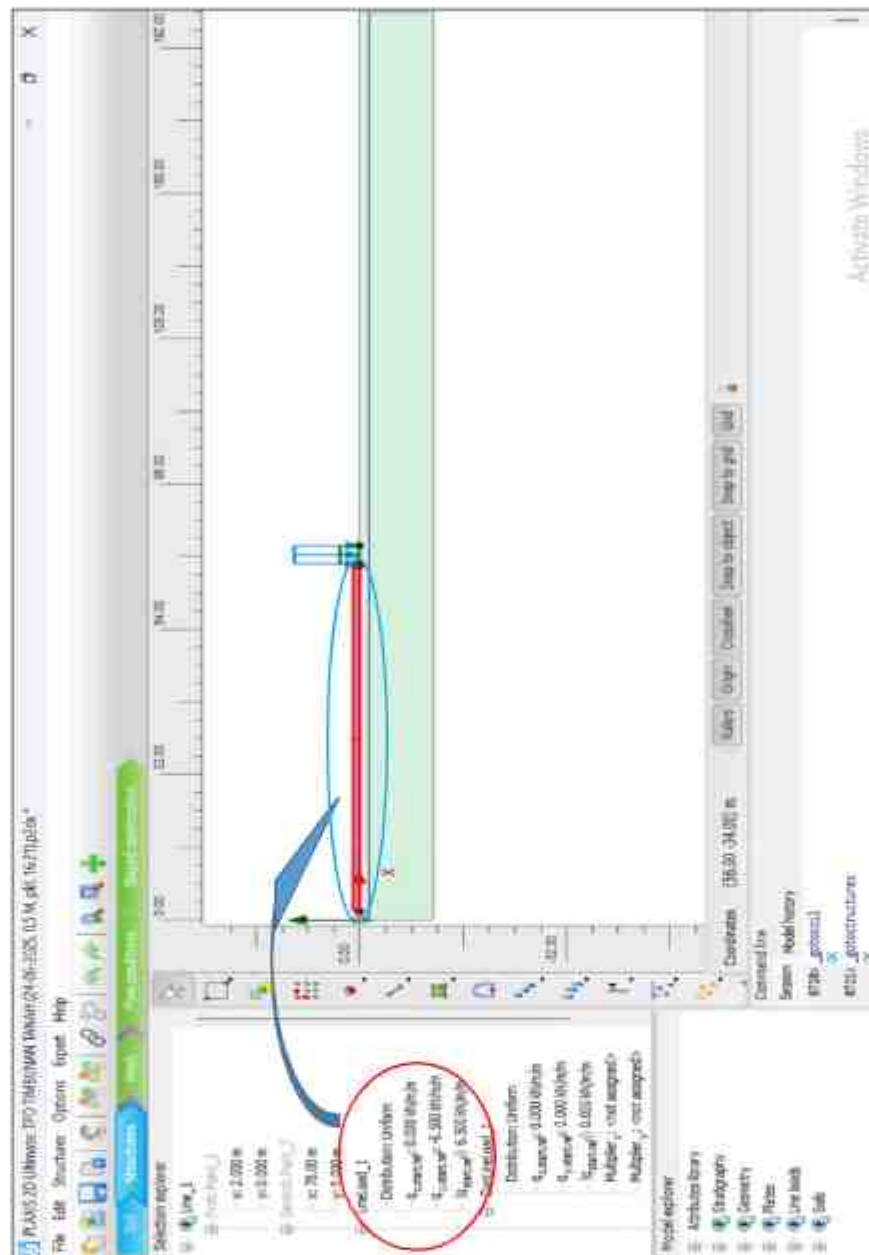
Gambar 4.33 Tahap Berat Pelat Slab Lantai

Pada jendela Structure bagian Mechanical dimasukkan data Modulus Elastisitas slab lantai (EA), Inersia pelat lantai beton (EI) dan Poisson ratio beton (ν), kemudian klik OK.



Gambar 4.34 Tahap Modulus Elastisitas Slab Lantai

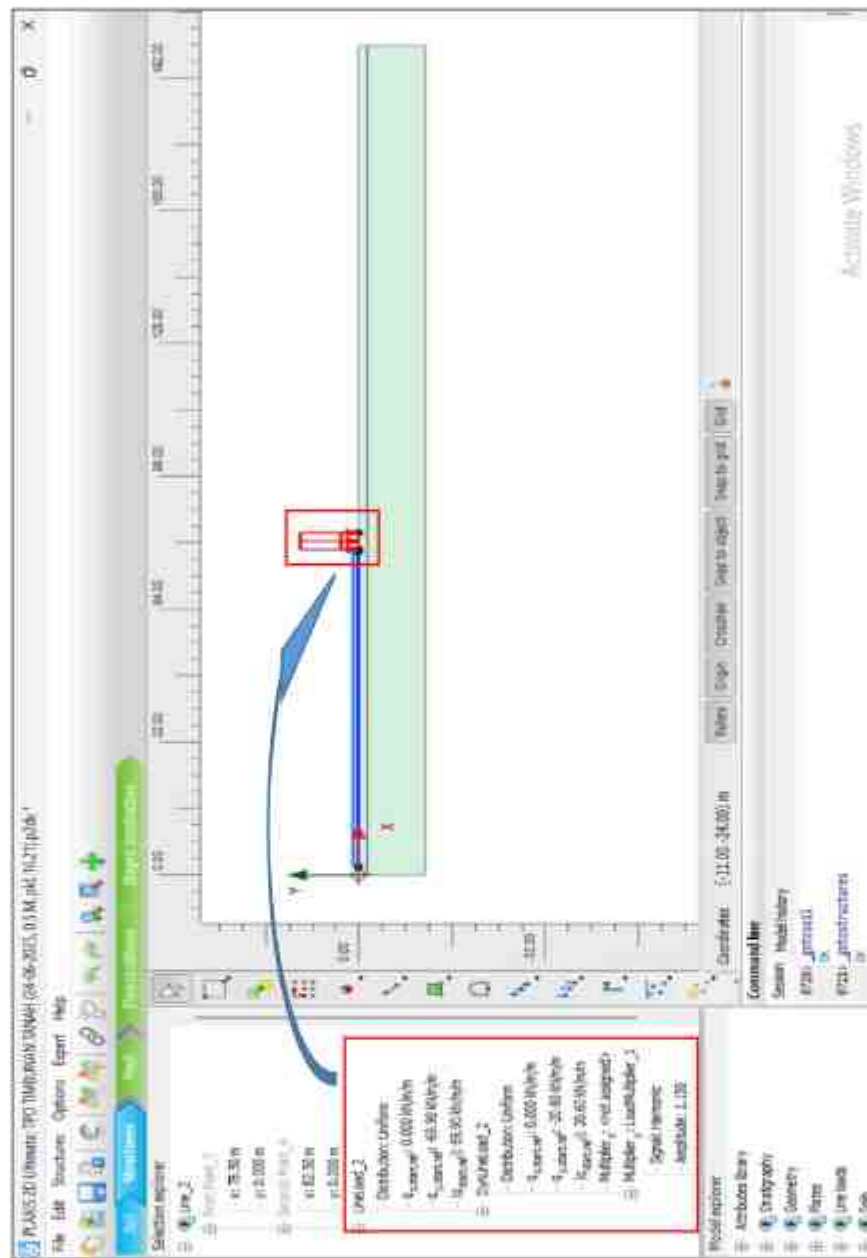
Tahap ini diinputkan data berat struktur bangunan pada line load 1 yaitu - 6.5 kN (simbol minus "-" artinya beban ke arah bawah).



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.35 Tahap Input Beban Struktur

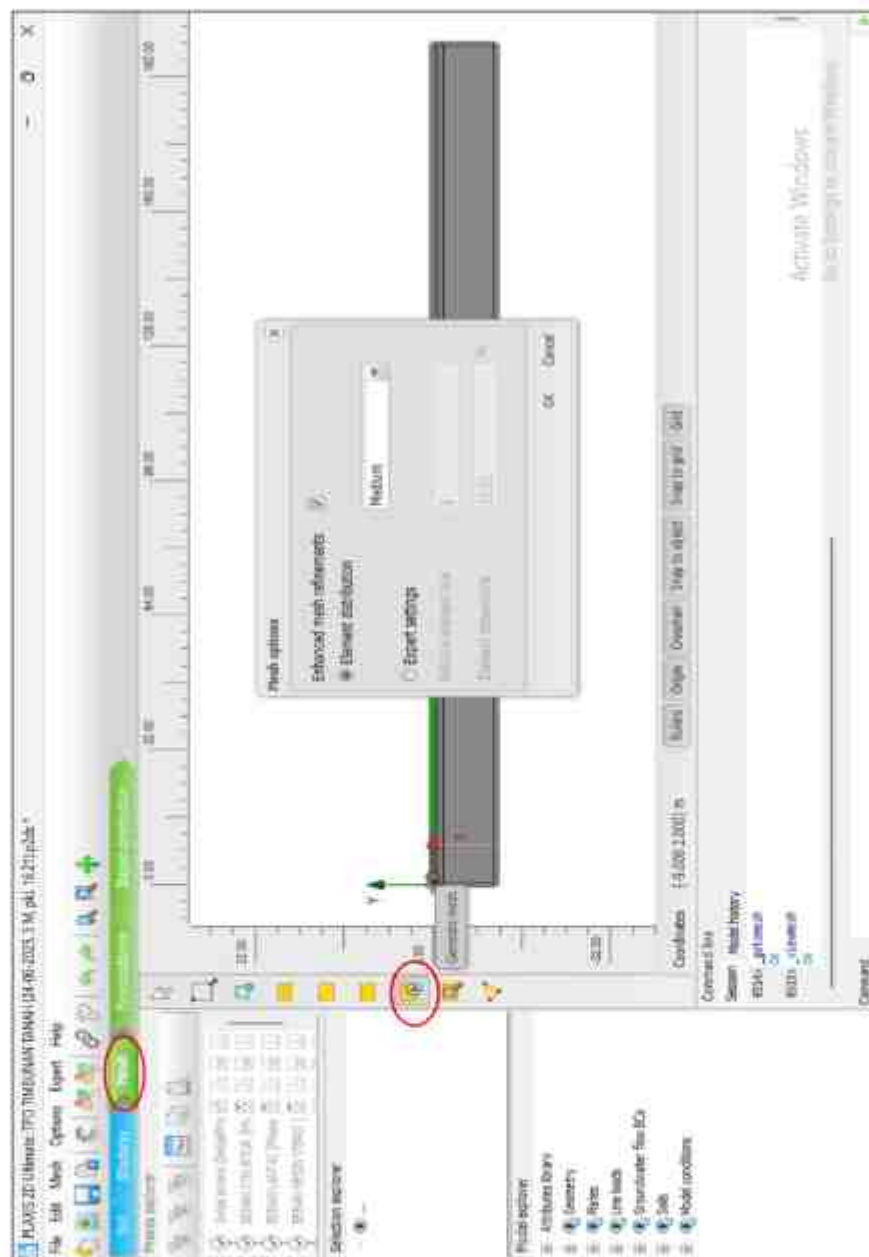
Tahap ini diinputkan data beban mesin vibrator roller dan beban getarannya yang dipakai saat melakukan pemadatan getaran yaitu untuk beban mesin -128.65 kN dan beban getaran -160.8 kN.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.36 Tahap Input Beban Statis Mesin Vibro

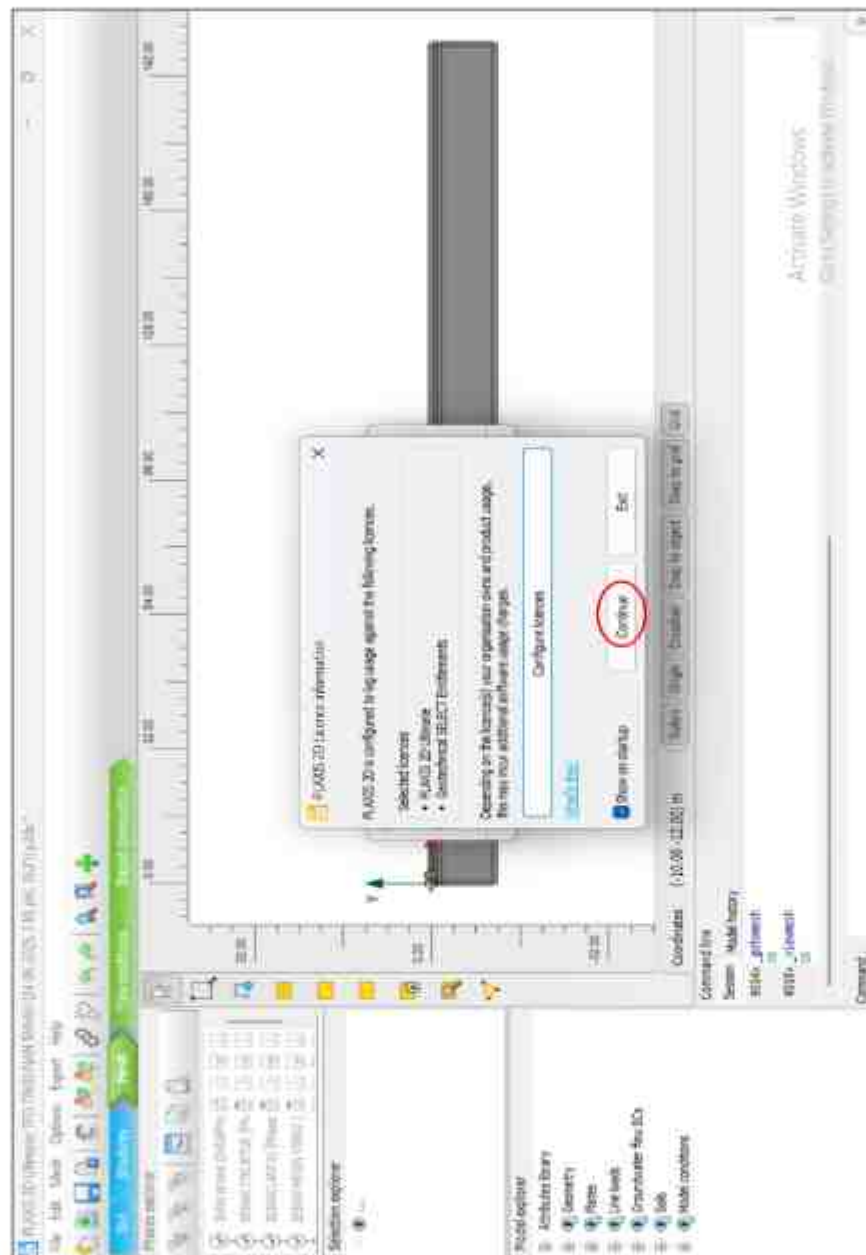
Setelah selesai menginput data berat lantai, berat struktur, berat mesin vibro roller dan beban getaran mesin vibro roller langkah selanjutnya adalah proses meshing untuk proses membagi model geometri (tanah dan struktur) menjadi elemen-elemen kecil, untuk perhitungan numerik pada plaxis 2D.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.37 Tahap Meshing

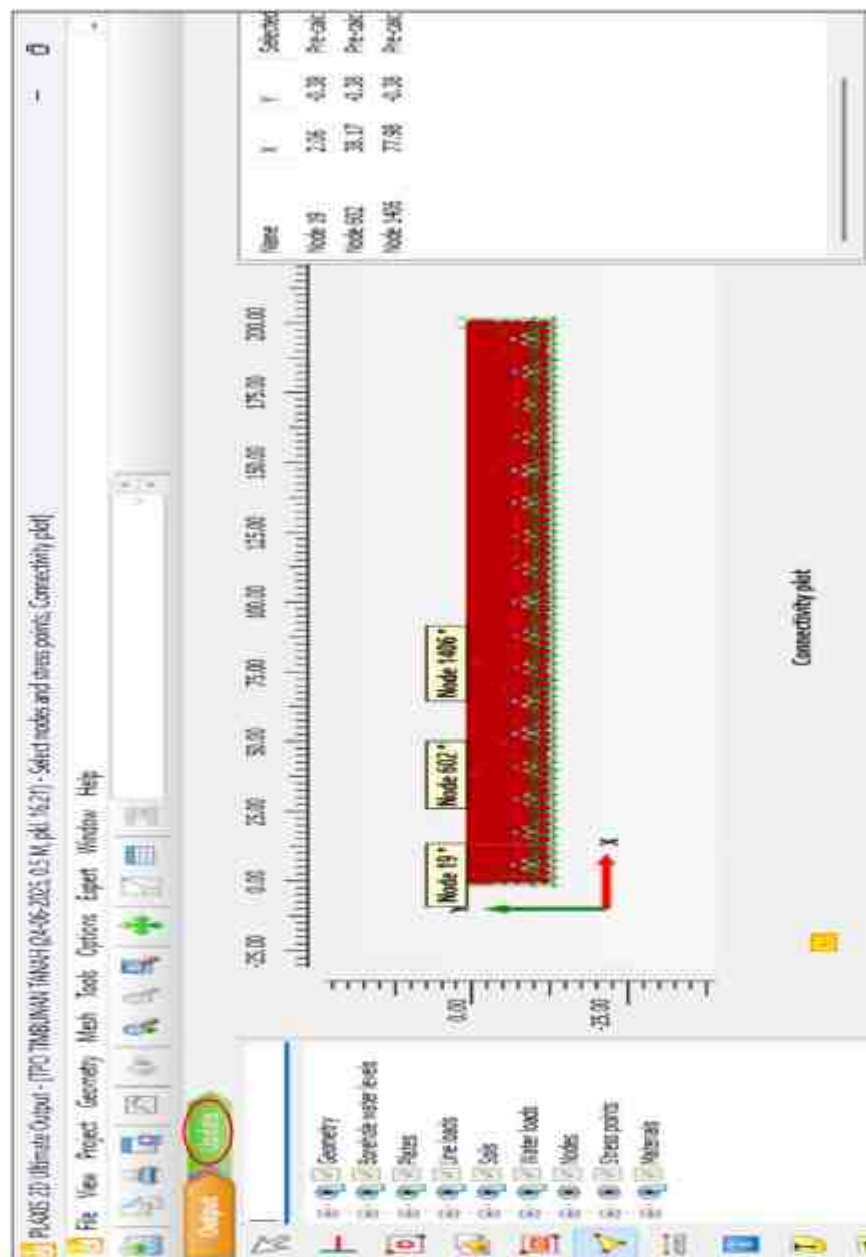
Setelah melakukan meshing menggunakan Medium selanjutnya melihat hasil mesh dengan klik Continue.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.38 Tahap Membuka Hasil Meshing

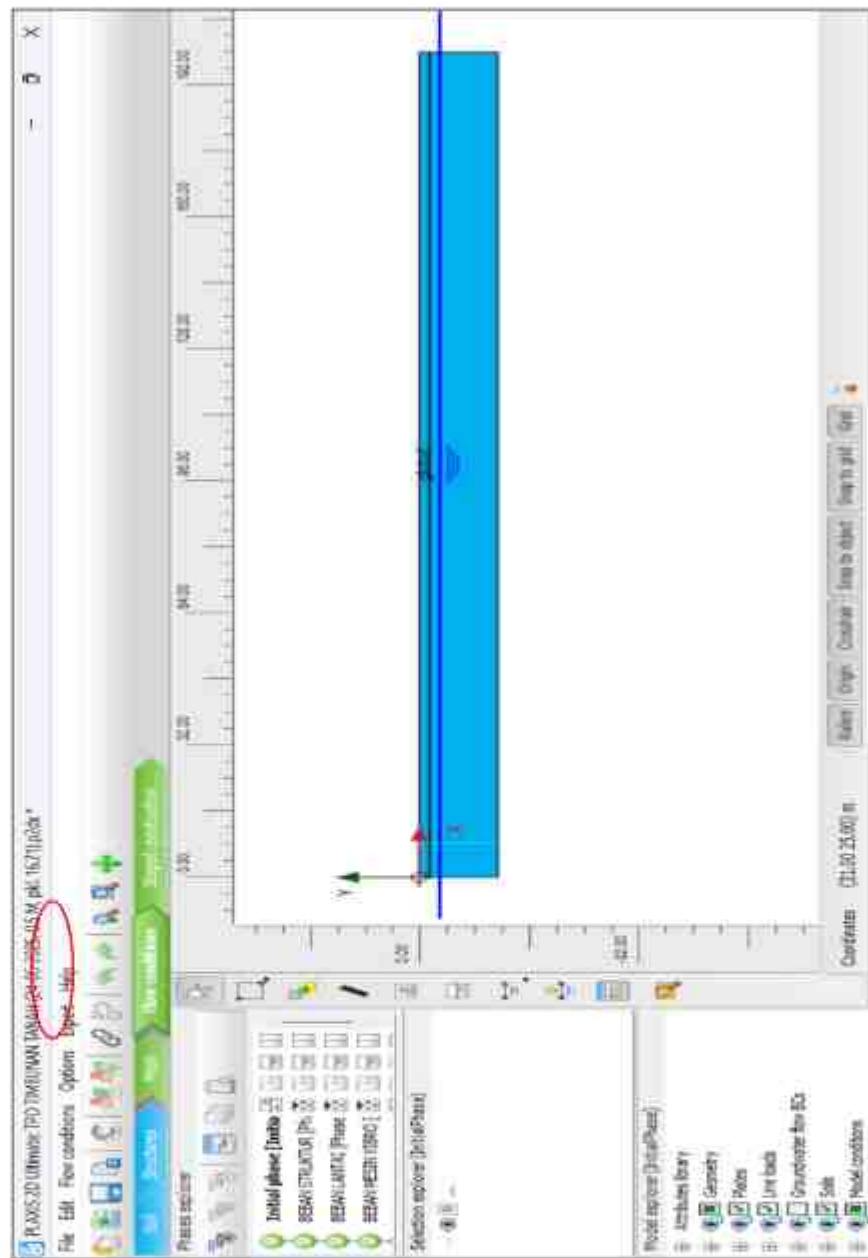
Hasil meshing yang sudah didapatkan diberi titik (node) pada bagian bawah struktur lantai atau tanah untuk memudahkan melihat penurunan tanah akibat pemadatan getaran pada titik-titik yang dipilih, kemudian klik Update.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.39 Tahap Pemberian Node Pada Meshing

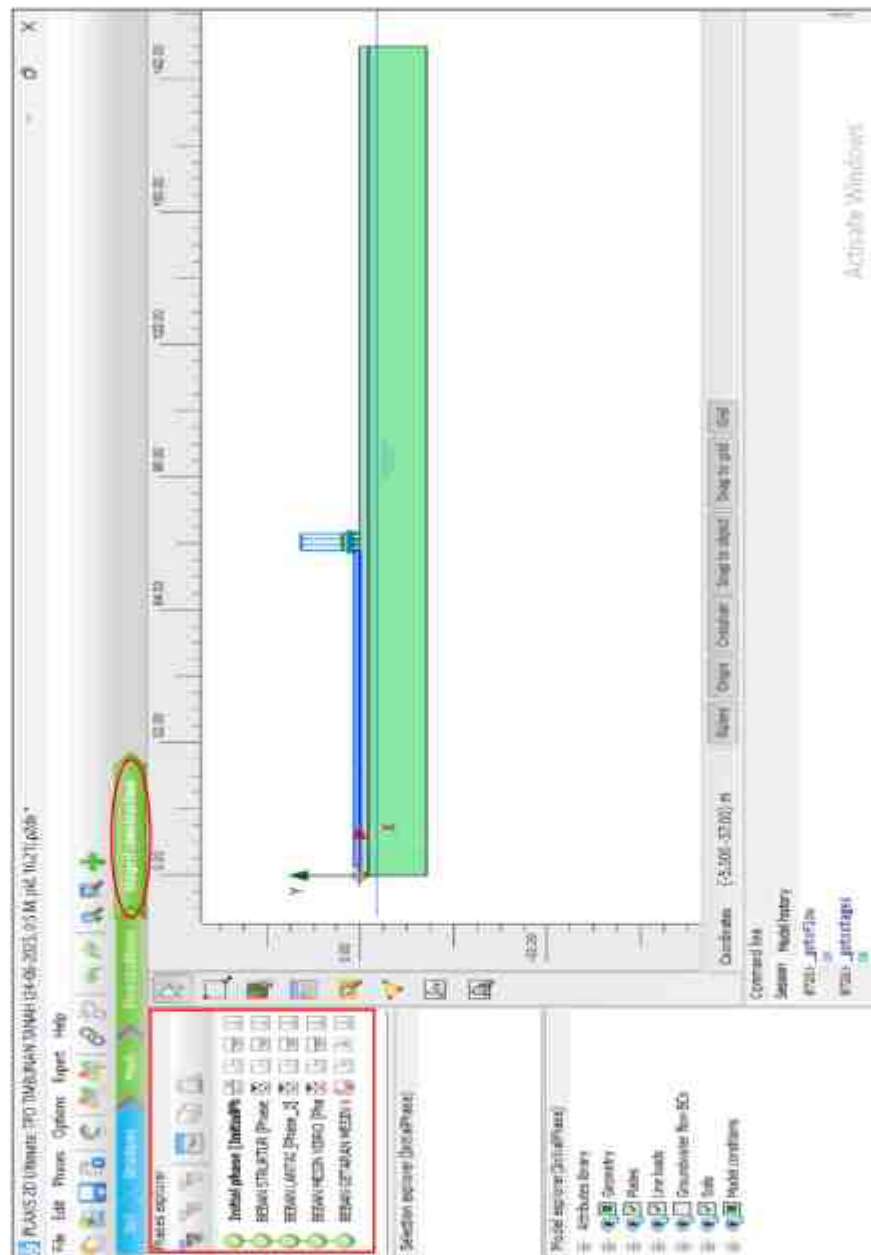
Tahap flow condition dilakukan untuk mengatur kondisi aliran air dalam tanah berupa, tekanan pori, garis muka air tanah, aliran air jenuh dan tak jenuh, kondisi filtrasi, rembesan, konsolidasi, dan perubahan tekanan air akibat waktu.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.40 Tahap Flow Condition

Pada tahap Staged Construction ini semua phase diaktifkan, beban lantai, beban struktur, beban mesin dan beban getaran untuk proses perhitungan.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.41 Tahap Staged Construction

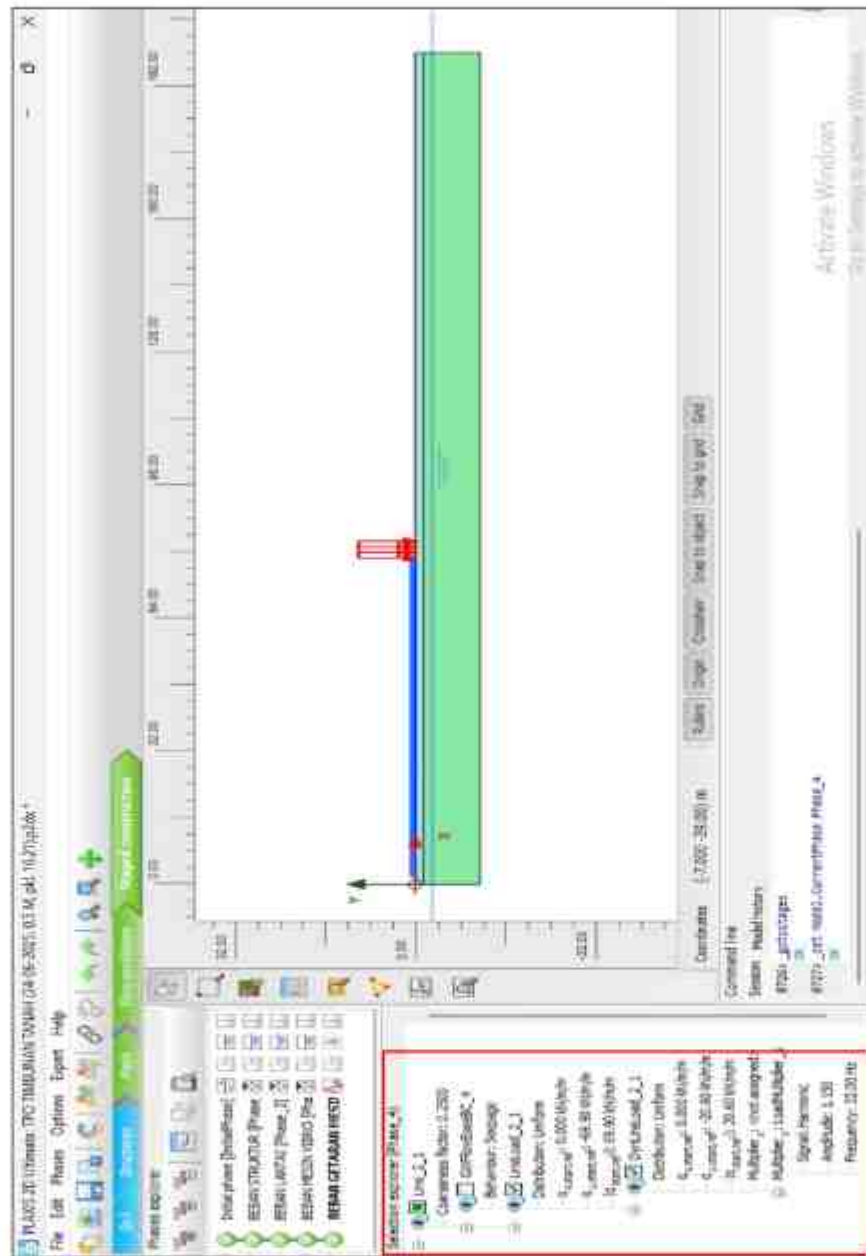
Pada phase getaran mode Dynamic/Getaran diaktifkan dan waktu interval getaran adalah 0.3 detik kemudian klik OK.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.42 Tahap Mengaktifkan Staged Construction

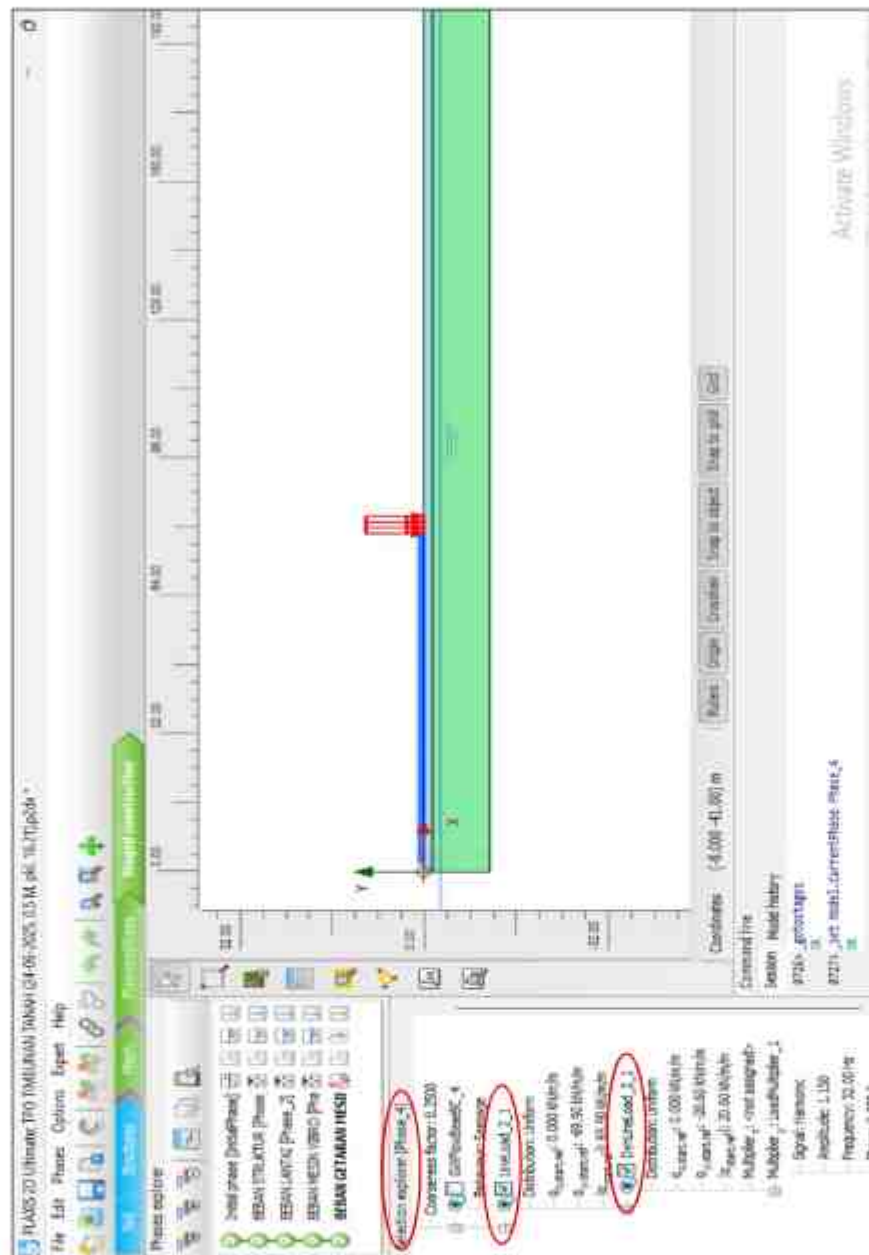
Untuk proses perhitungan maka harus diaktifkan beban plate, line load 1, line load 2, serta beban dynamic pada model explorer.



Pada tahap ini line load 2 atau beban mesin Vibro dan beban getaran diaktifkan

Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

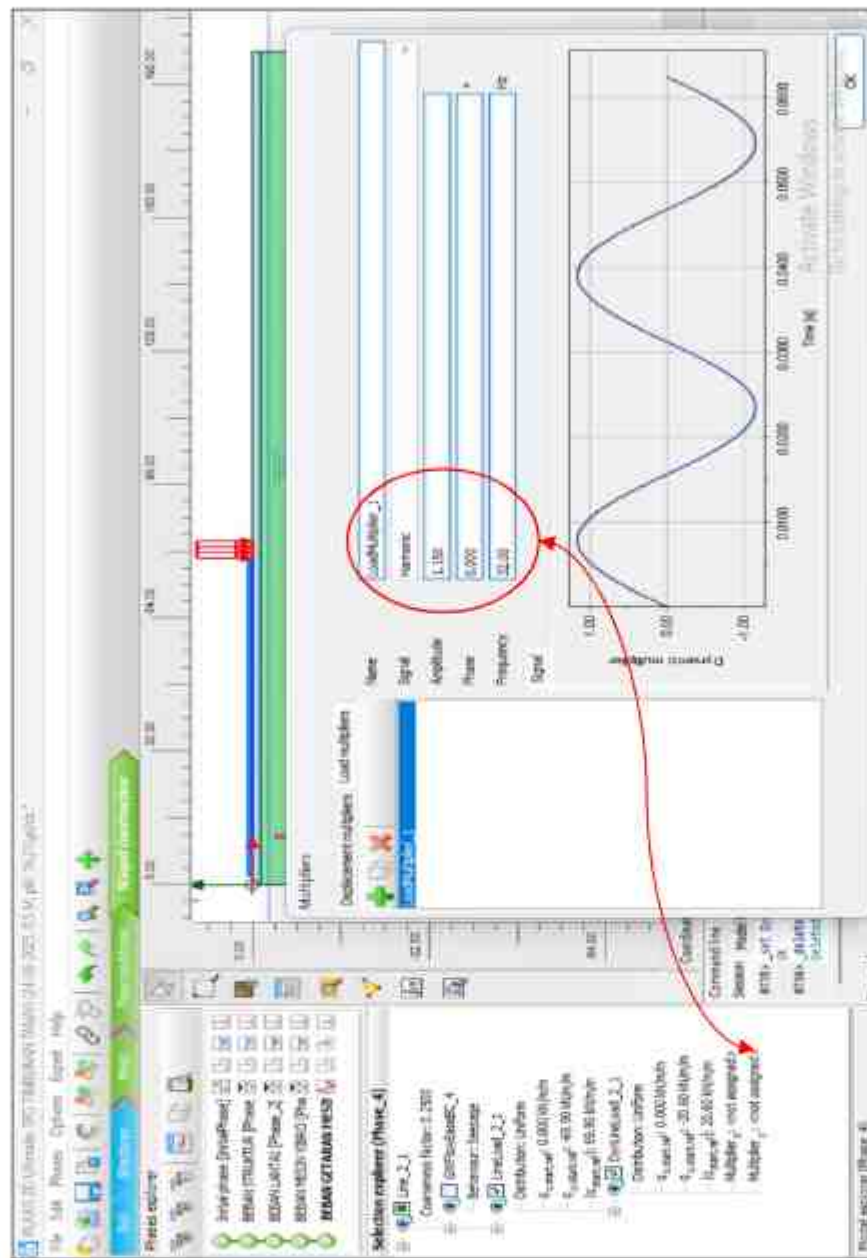
Gambar 4.43 Tahap Mengaktifkan Beban Line Load 1 dan Beban Plate



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.44 Tahap Mengaktifkan Beban Line Load 2 dan Beban Getaran

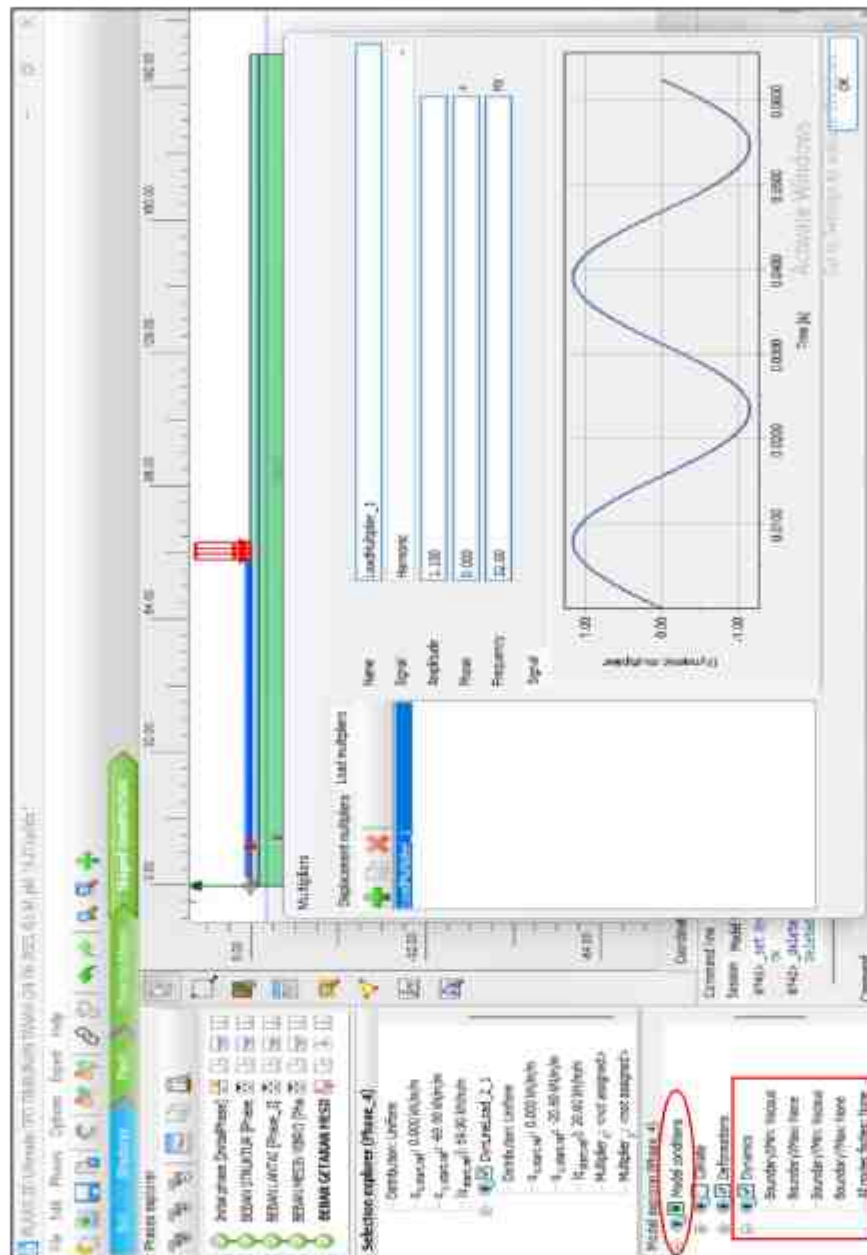
Pada tahap ini beban multiplier_1 arah Y diaktifkan untuk memberikan Amplitudo dan frakuensi getaran Mesin vibro roller yang digunakan saat pemadatan getaran dilakukan.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.45 Tahap Mengaktifkan Beban Getaran (Multiplier_1 Arah Y)

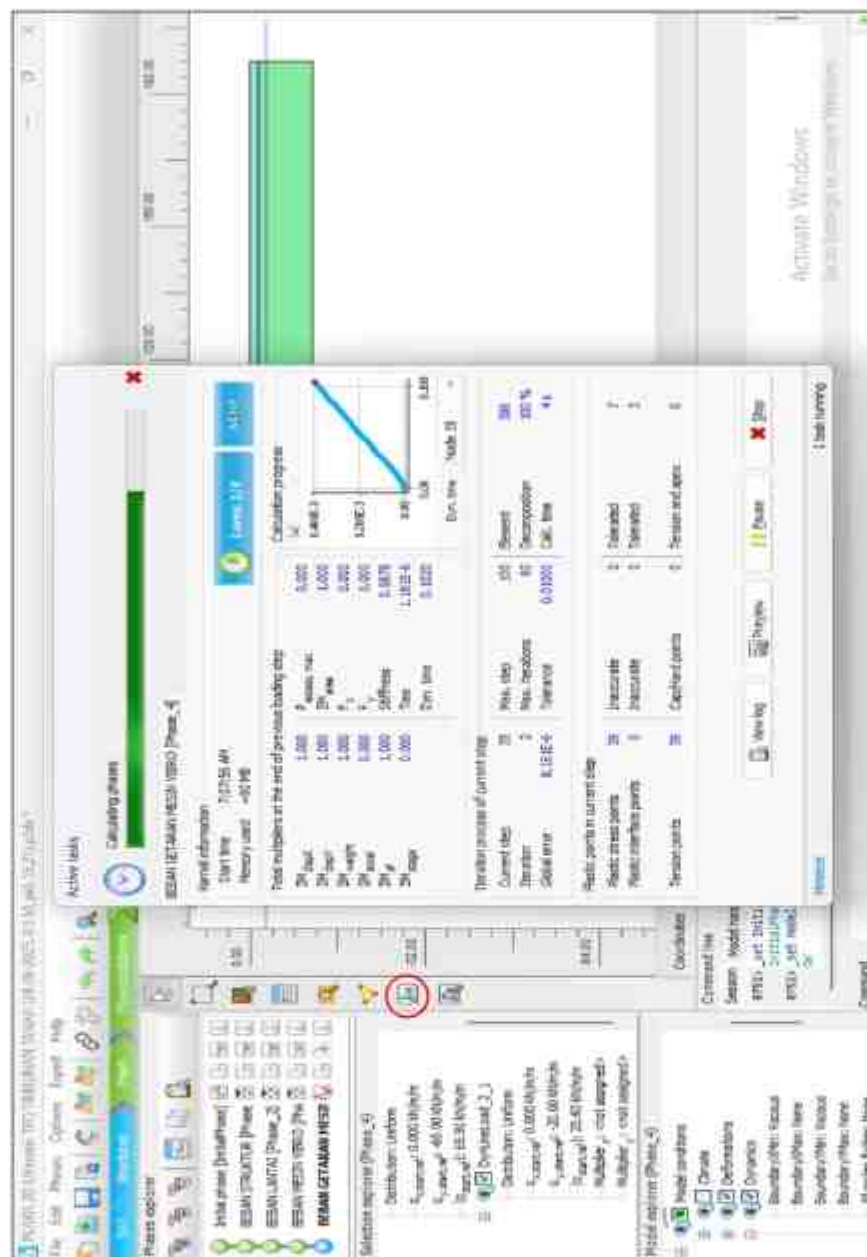
Pada tahap ini Model Conditions diaktifkan untuk beban Dynamic/getaran untuk menyerap gelombang dari arah X dan arah Y agar tidak memantul kembali (refleksi) ke dalam model.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.46 Tahap Mengaktifkan Model Condition (Viscous Arah X Dan Y)

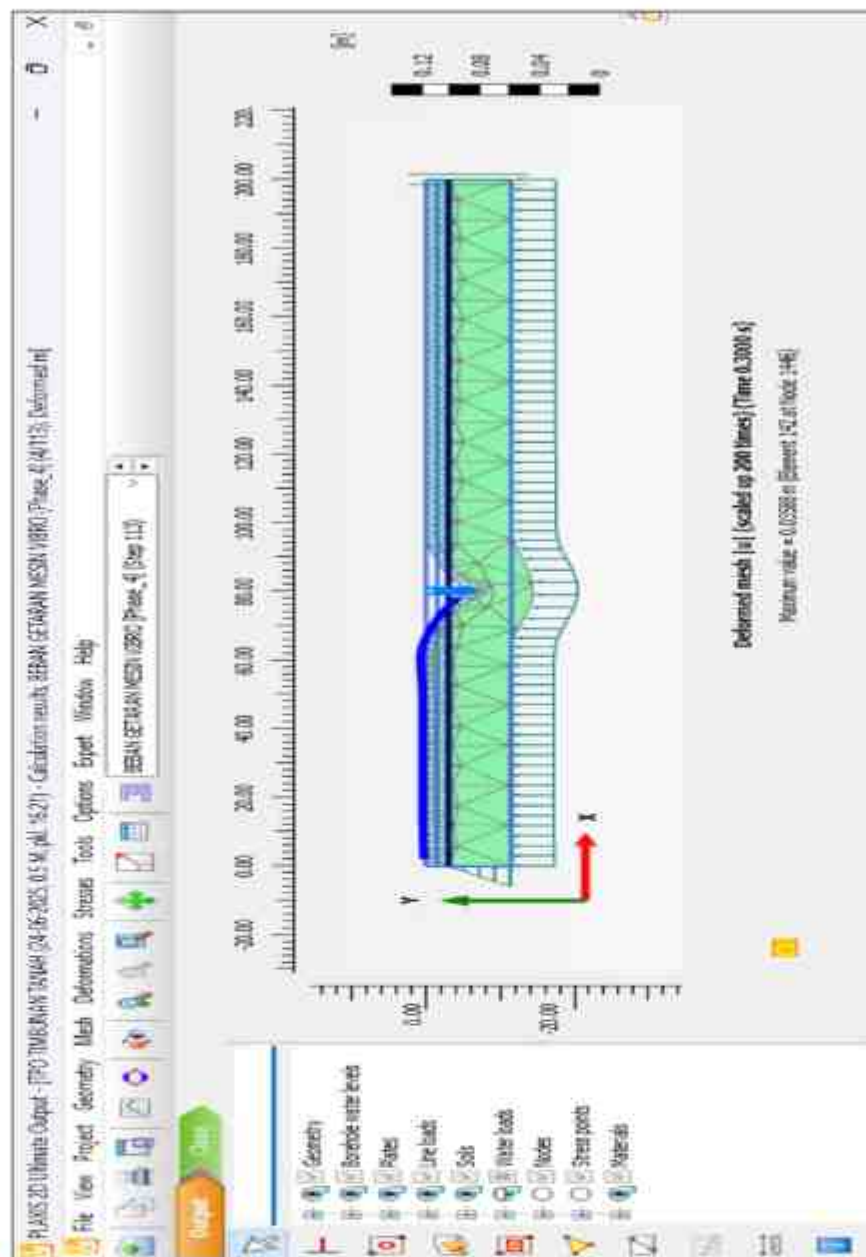
Setelah selesai semua input data dari semua tahapan, Soil, Structures, Mesh, Flow condition, dan Staged construction selanjutnya mulai klik perhitungan oleh plaxis 2D.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.47 Proses Perhitungan Aplikasi Plaxis 2D

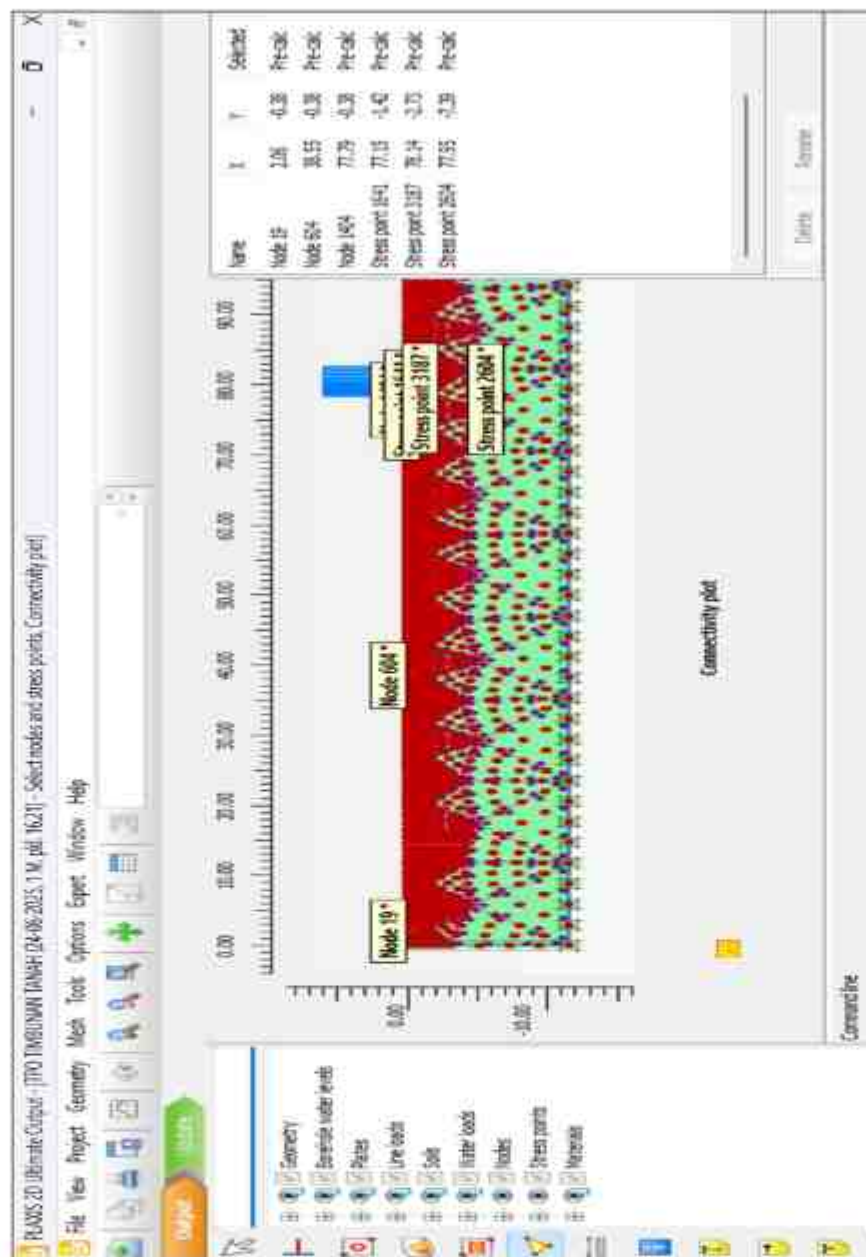
Gambar 4.48 di bawah menunjukkan model hasil perhitungan pembebanan getaran jarak mesin vibro roller terhadap bangunan adalah 0.5 meter.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.48 Model Hasil Perhitungan Pembeban Pemadatan Getaran

Gambar 4.49 di bawah menunjukkan meshing hasil perhitungan untuk mengetahui deformasi akibat getaran pada node 19, node 604 dan node 1404.

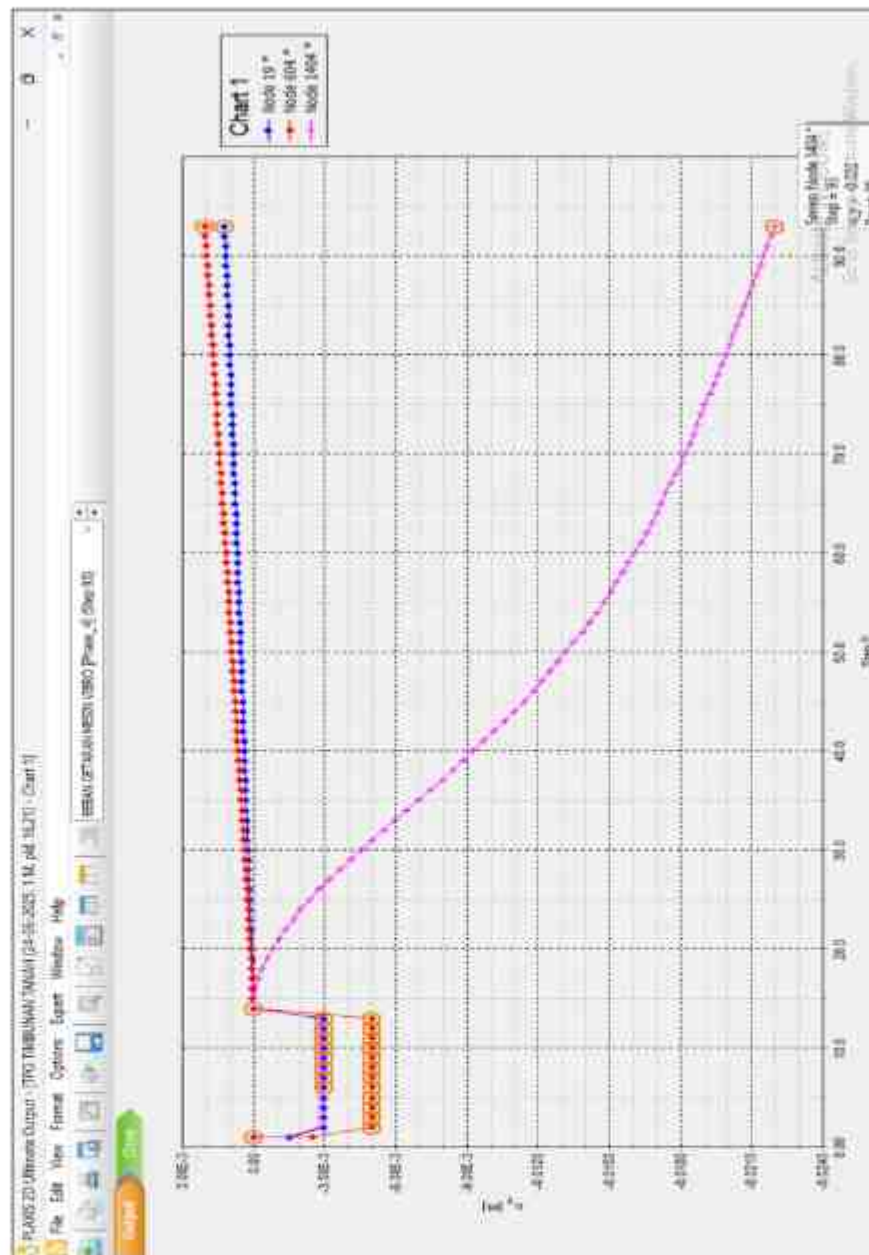


Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.49 Model Mesh Perhitungan Beban Getaran Pemadatan Jarak 0.5 Meter

4.11.2 Deformasi Tanah Pada Pemadatan Jarak 0.5 Meter

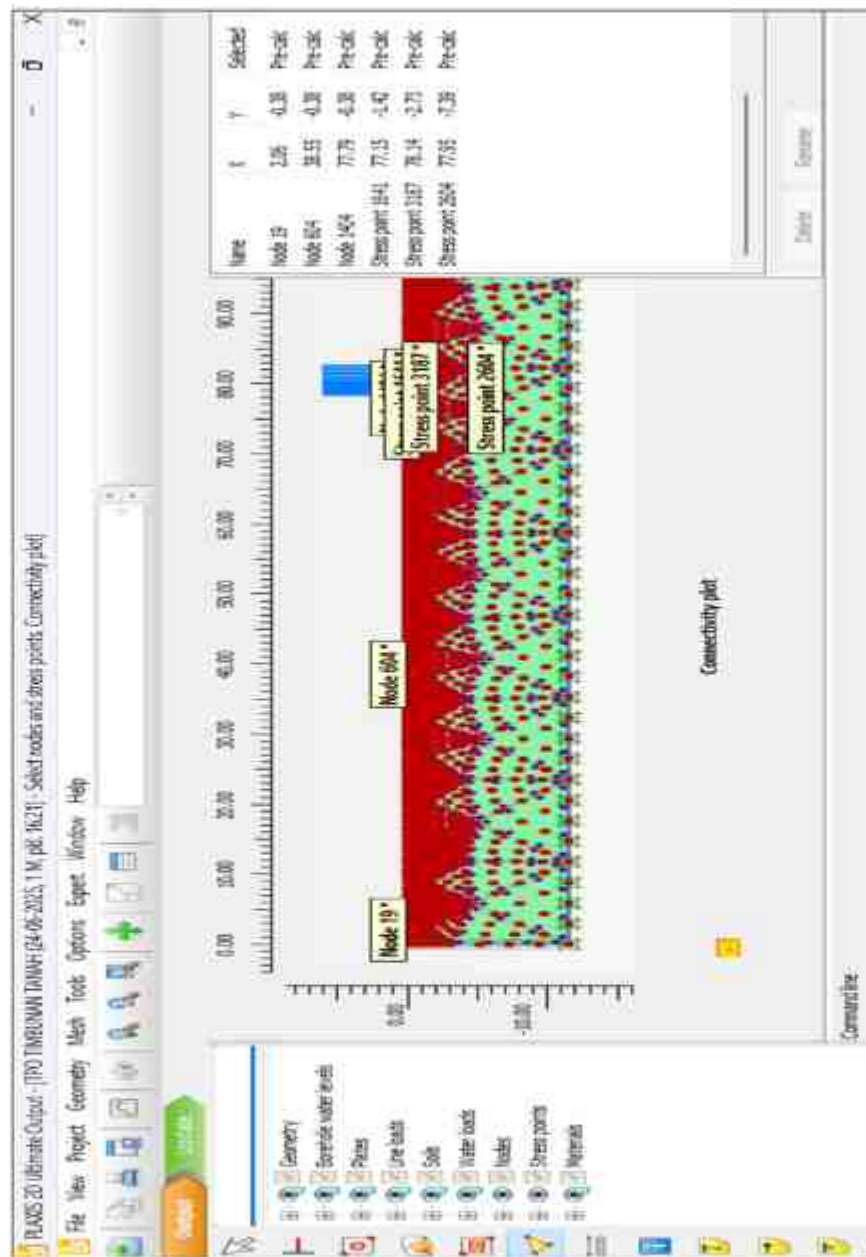
Berdasarkan hasil perhitungan aplikasi plaxis 2D didapat deformasi akibat pemadatan getaran di node 19 kurva warna biru adalah 0.121 cm, penurunan di node 604 kurva warna merah adalah 0.206 cm dan penurunan di node 1404 kurva warna ungu adalah 2.200 cm, sehingga penurunan maksimum yang terjadi di node 1406 karena titik terdekat dari sumber getaran.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.50 Grafik Deformasi Beban Getaran Pemadatan

Gambar 4.51 di bawah untuk melihat titik tekanan tanah yang terjadi pada lokasi tanah pemadatan getaran.



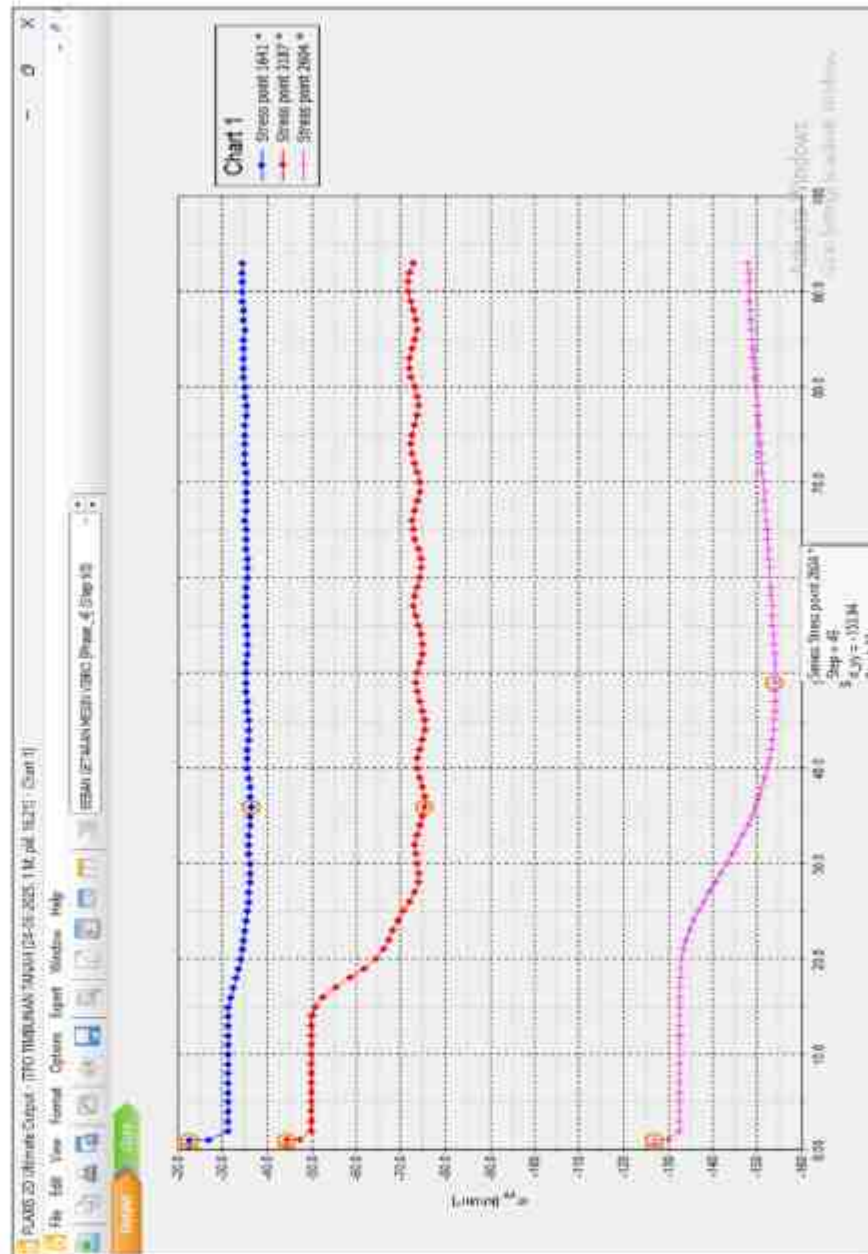
Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.51 Titik Tegangan Tanah Pemadatan Getaran Jarak 5 Meter

4.11.3 Tekanan Tanah Pada Pemadatan Jarak 0.5 Meter

Berdasarkan hasil perhitungan aplikasi plaxis 2D didapat tekanan tanah akibat pemadatan getaran adalah, pada titik 1641 kurva warna biru tekanannya sebesar 36.382 kN/m², titik 3187 kurva warna merah adalah 74.919 kN/m², dan titik 2604 kurva warna ungu besar tekanannya adalah adalah 153.94 kN/m².

sehingga tegangan yang terjadi pada tanah dengan jarak pemadatan getaran 0.5 meter dari bangunan terjadi pada titik 2604 yaitu 153.94 kN/m².



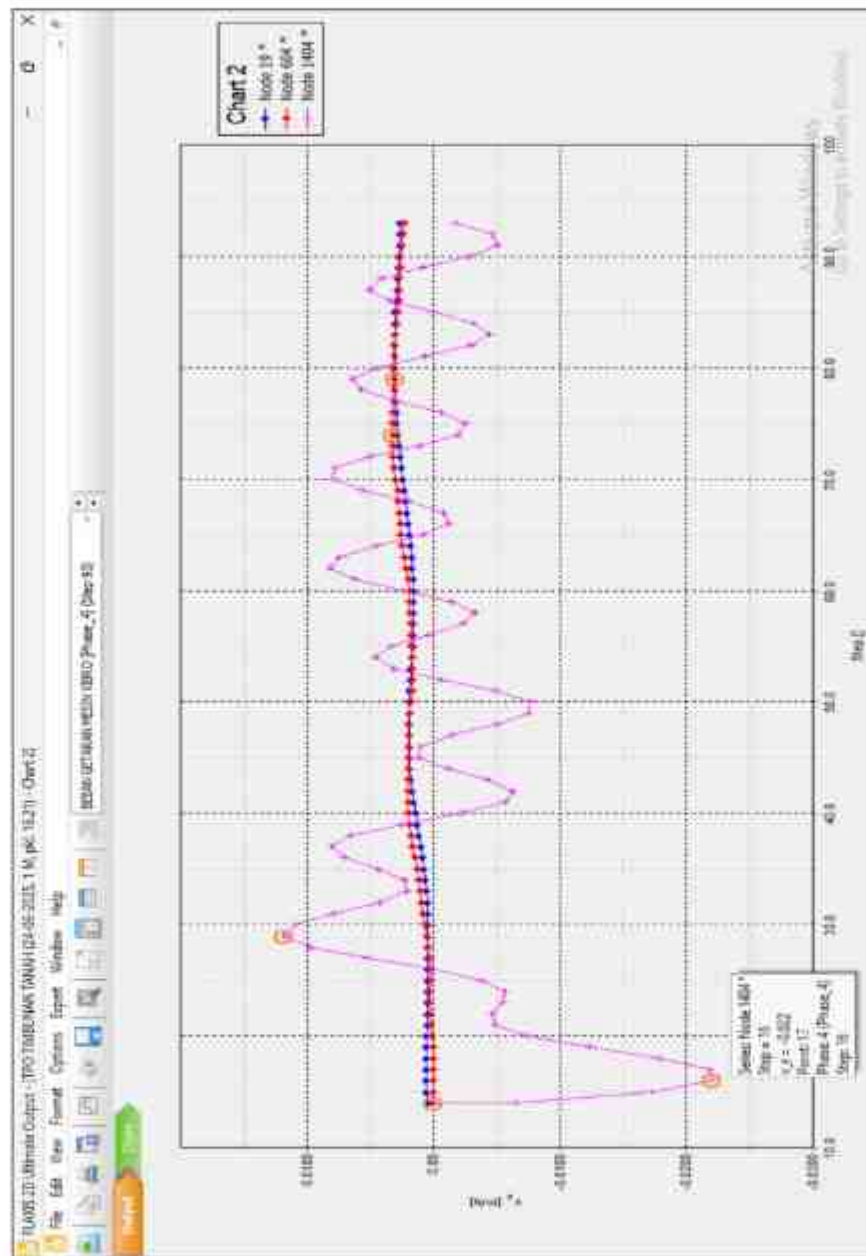
Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.52 Grafik Titik Tekanan Tanah Pemadatan Getaran Jarak 5 Meter

4.11.4 Kecepatan Pergerakan Tanah Pada Pemadatan Jarak 0.5 Meter

Berdasarkan hasil perhitungan aplikasi plaxis 2D didapat percepatan pergerakan (velocities) tanah pada node 19 kurva warna biru adalah $3.0334E^{-3}$ m/s, pada node 604 kurva warna merah adalah $3.254E^{-3}$ m/s, dan pada node 1404

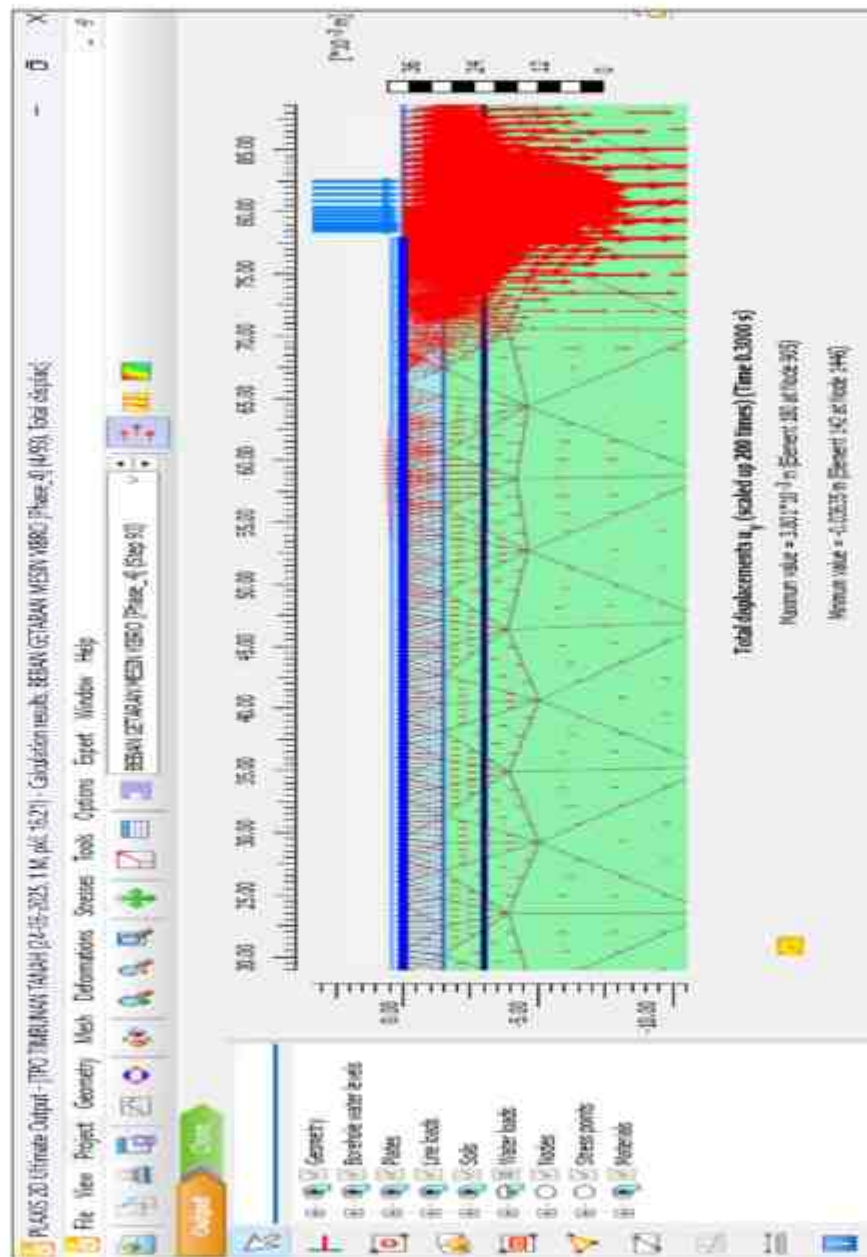
kurva warna ungu adalah 0.022 m/s, sehingga percepatan pergerakan tanah akibat getaran pemadatan terbesar terjadi pada titik 1404 yang merupakan titik terdekat dari sumber getaran.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.53 Velocities Arak X

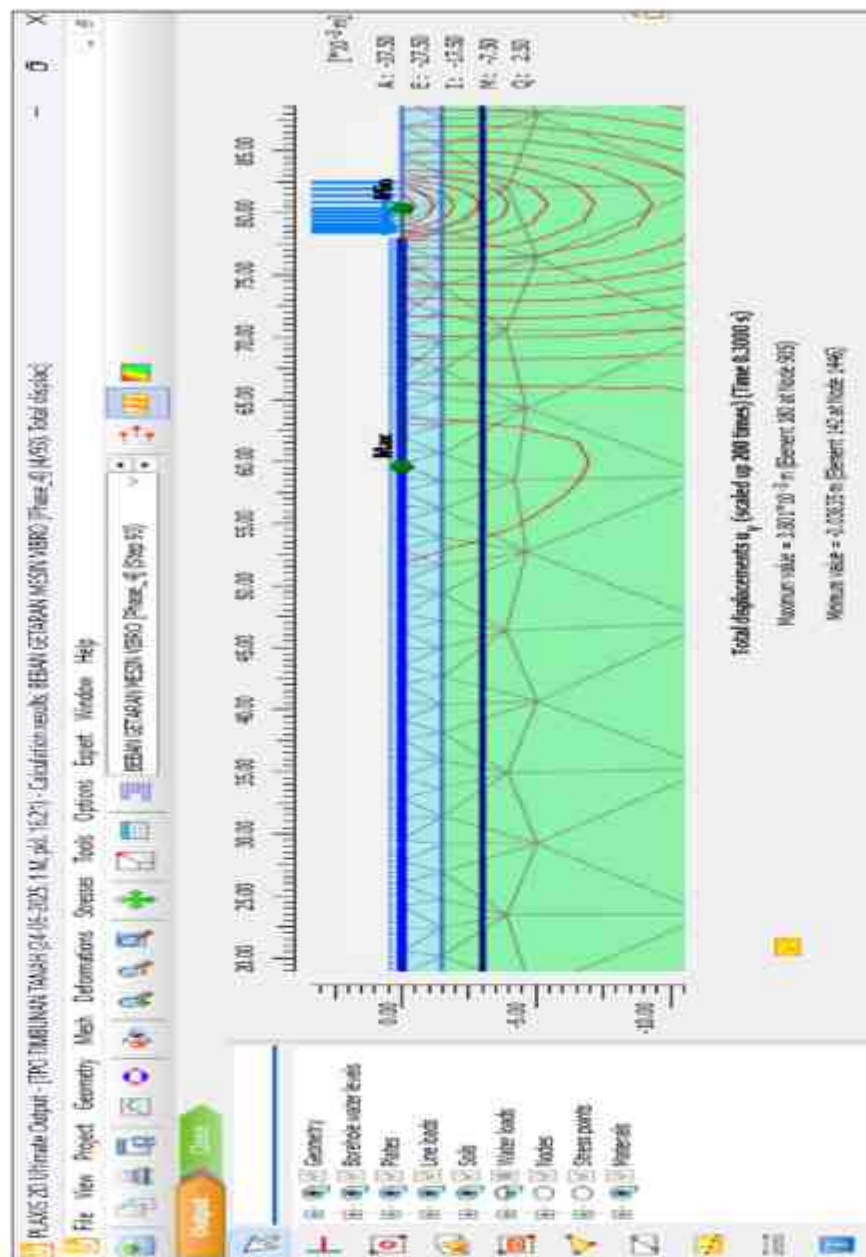
Gambar 4.54 di bawah menunjukkan bahwa arah pergerakan beban getaran menuju ke bawah seperti.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.54 Grafik Arah Pergerakan Beban Getaran

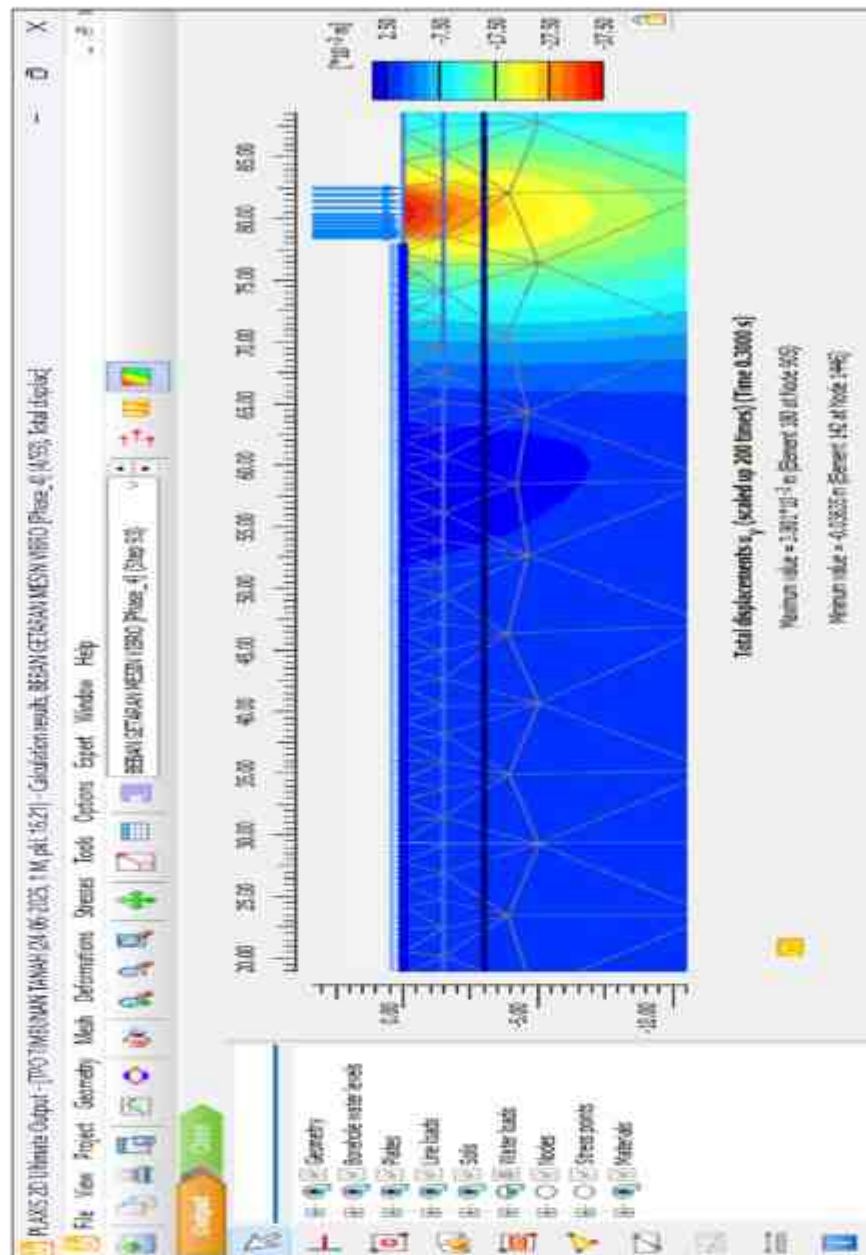
Gambar 4.55 di bawah menunjukkan kontur deformasi pergerakan tanah akibat getaran pemadatan, garis kontur merah yang rapat menunjukkan deformasi yang besar, huruf Q sampai dengan huruf A untuk pembacaan deformasi vertikal. Penurunan terbesar terletak tepat di bawah mesin vibro roller yaitu 3.801 cm, sedangkan uplift terbesar adalah 3.635 cm.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.55 Garis Kontur Arah Pergerakan Deformasi Beban Getaran Pemadatan Jarak

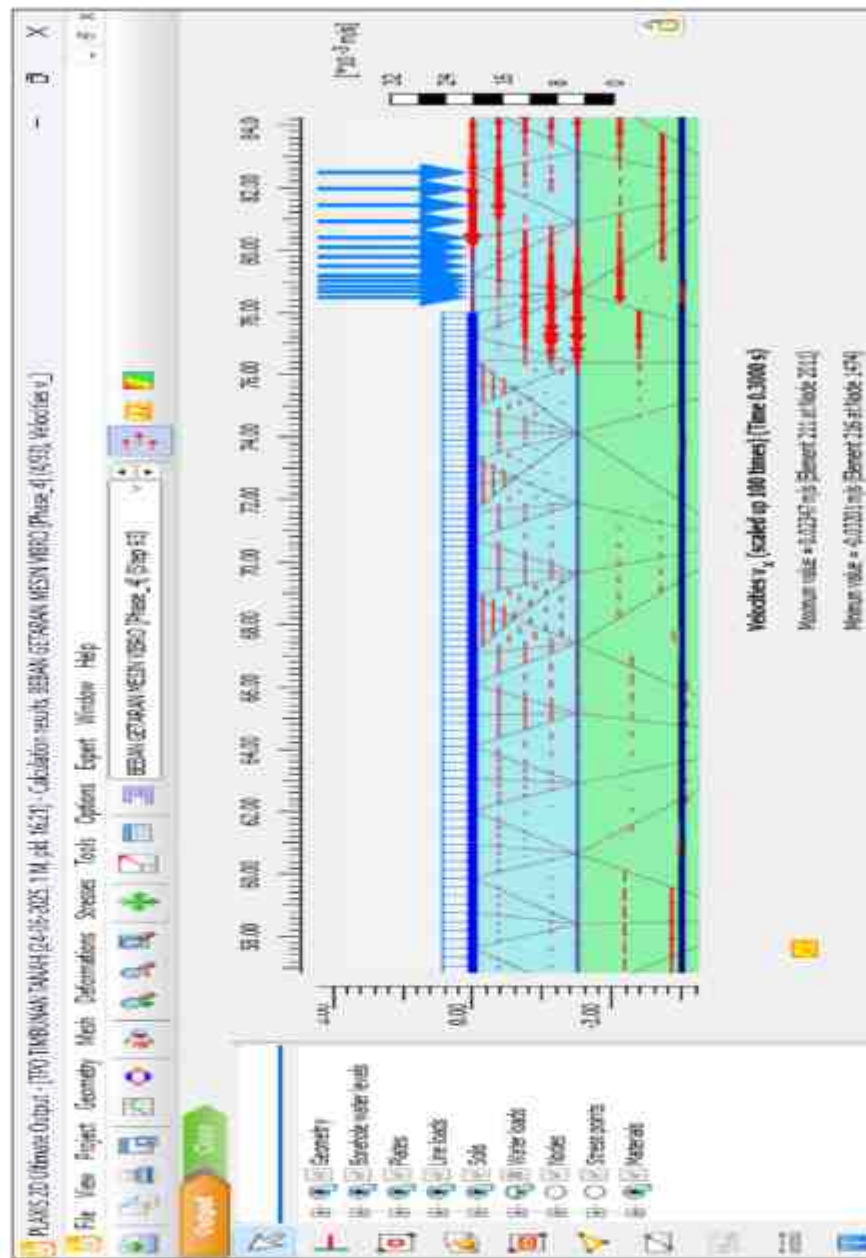
Gambar 4.56 di bawah menunjukkan visualisasi tegangan, regangan, displacement, tekanan air dari hasil perhitungan plaxis 2D.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.56 Tampilan Warna Arah Pergerakan Deformasi Beban Getaran Pemadatan Jarak 15 Meter

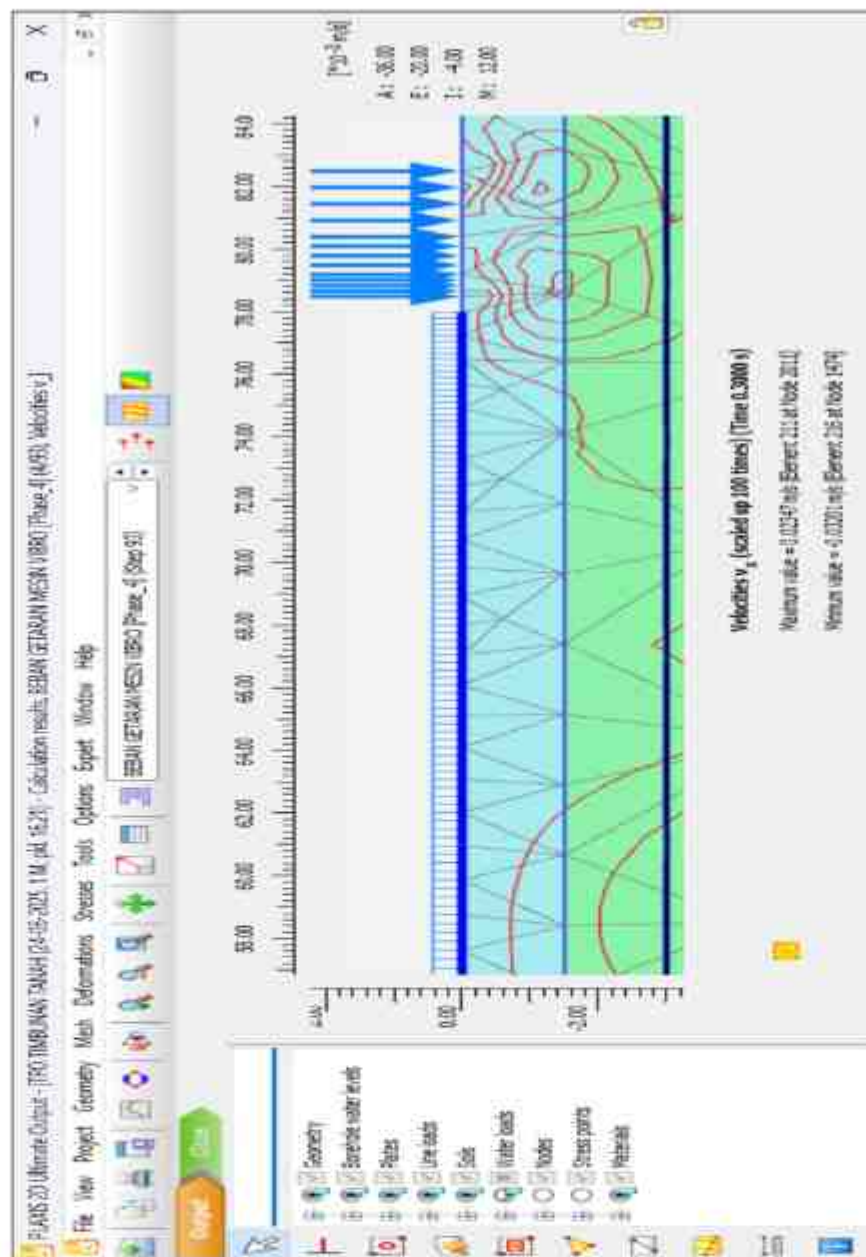
Gambar 4.57 di bawah menunjukkan velocities (kecepatan dan arah pergerakan) dari beban getaran akibat getaran yaitu sebesar 0.02914 m/s ke arah X maksimum dan 0.02982 ke arah X minimum.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.57 Arah Pergerakan Akibat Beban Getaran Pemadatan Jarak 15 Meter (Velocities Arah X)

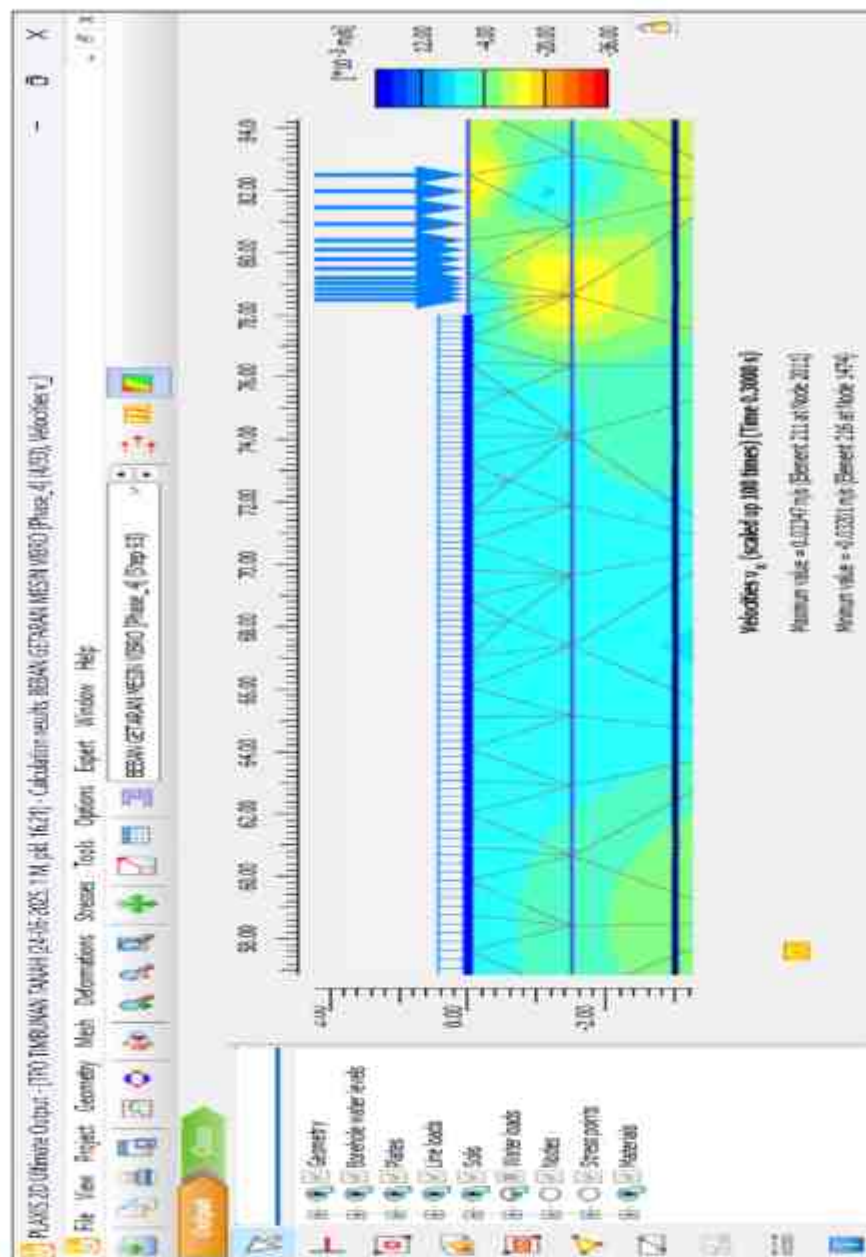
Gambar 4.58 di bawah menunjukkan kontur velocities tanah ke arah x akibat getaran pemadatan dari hasil perhitungan plaxis 2D.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.58 Garis Kontur Velocities Arah X Akibat Getaran Pemadatan

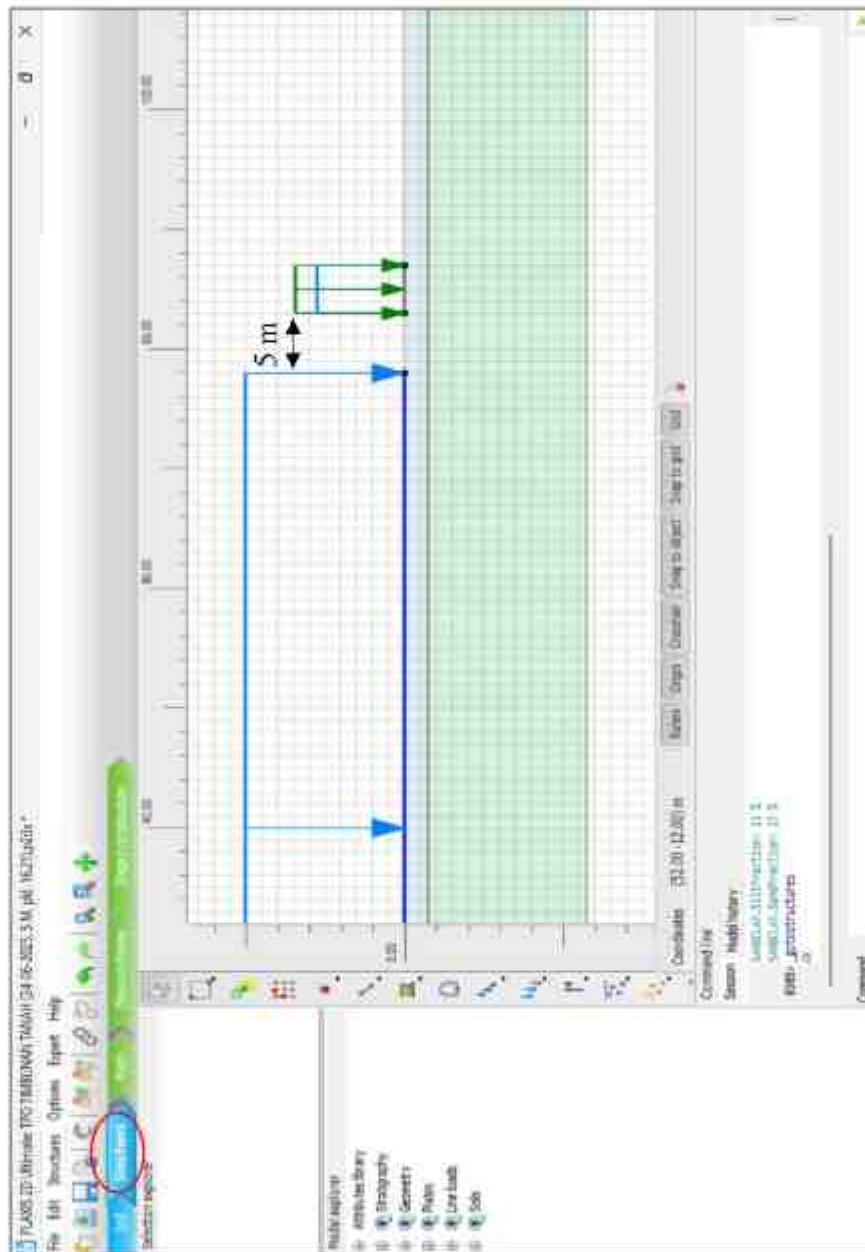
Gambar 4.59 di bawah menunjukkan shading velocities tanah ke arah x akibat getaran pemadatan dari hasil perhitungan plaxis 2D.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.59 Tampilan Warna Velocities Arah X Akibat Pergerakan Beban Getaran (Shadings)

4.12 Simulasi Pemadatan Jarak 5 Meter Dari Bangunan



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

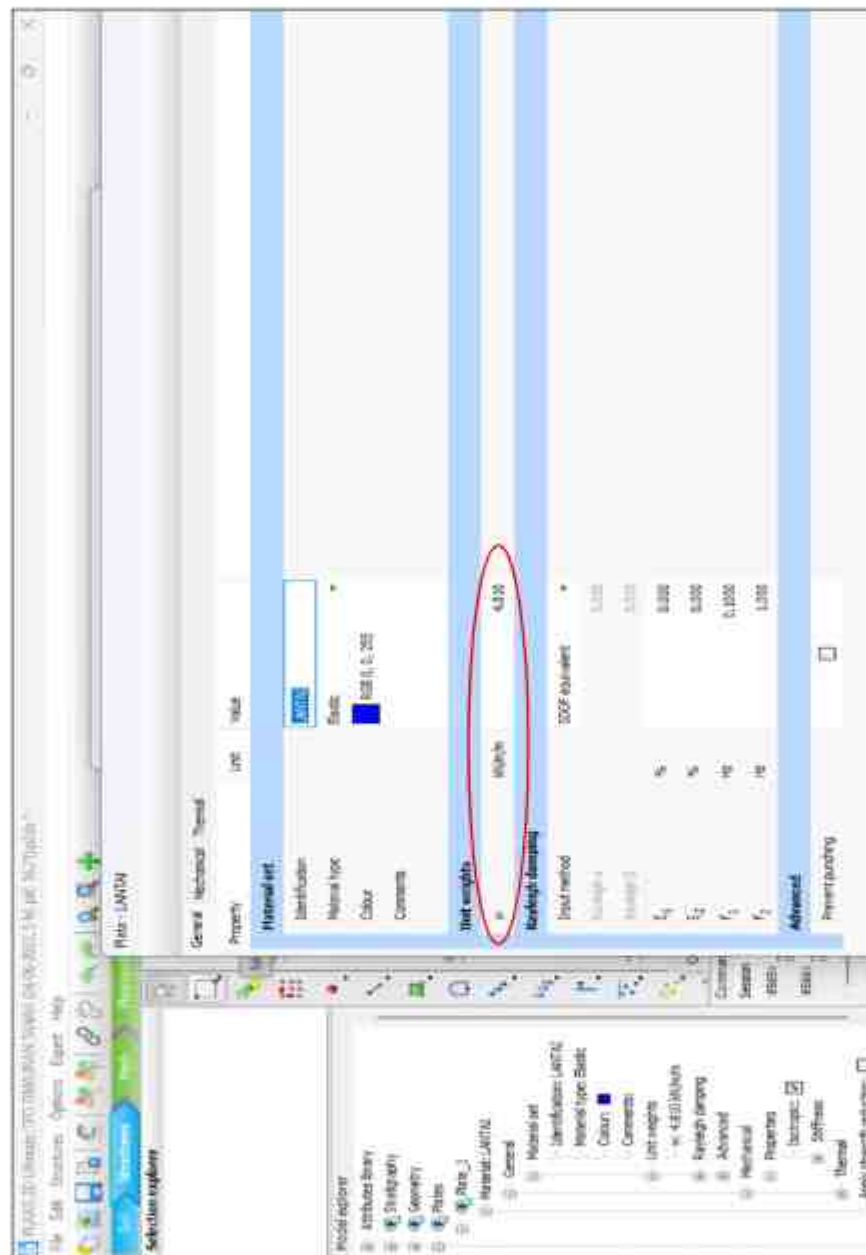
Gambar 4.60 Tahap Input Parameter Structure Pada Bagian Structure

Pada tahap ini dimodelkan struktur yang berdiri pada lapisan tanah seperti, memodelkan slab lantai menggunakan tool create plate dan untuk struktur bangunan menggunakan tool create line load pada aplikasi Plaxis 2D.



Gambar 4.61 Tahap Pemodelan Structure

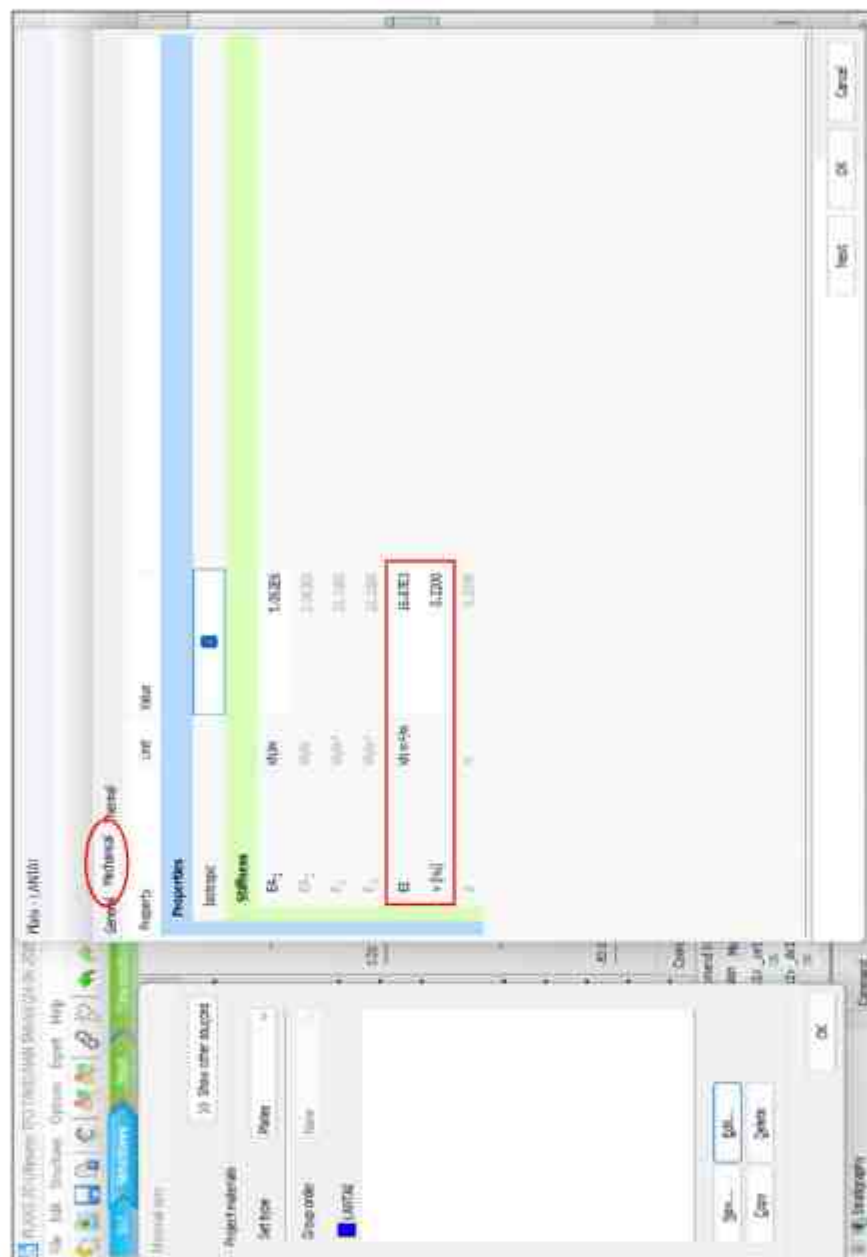
117



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.62 Tahap Berat Pelat Slab Lantai

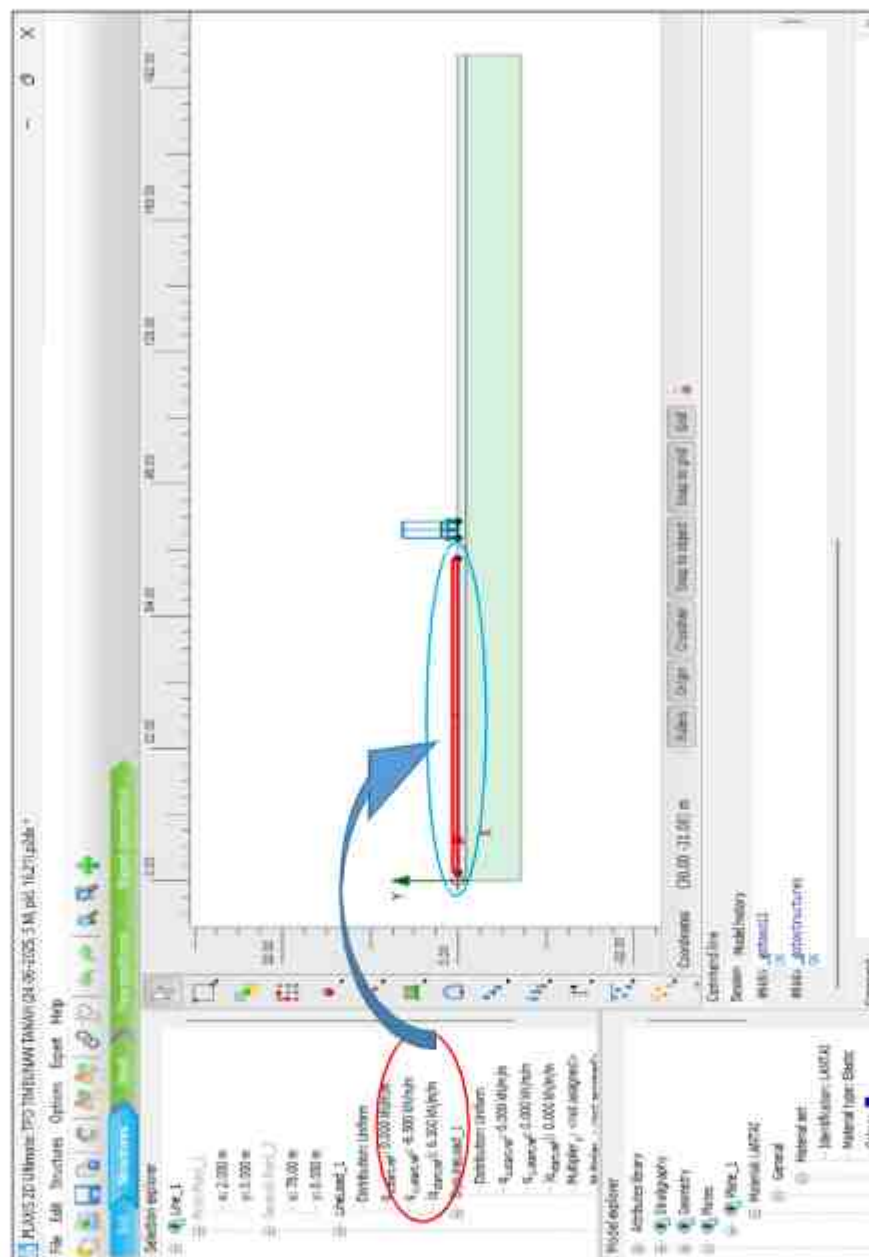
Pada jendela Structure bagian Mechanical dimasukkan data Modulus Elastisitas slab lantai (EA), Inersia pelat lantai beton (EI) dan Poisson ratio beton (ν), kemudian klik OK.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.63 Tahap Modulus Elastisitas Slab Lantai

Tahap ini diinputkan data berat struktur bangunan pada line load 1 yaitu - 6.5 kN (simbol minus "-" artinya beban ke arah bawah).



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

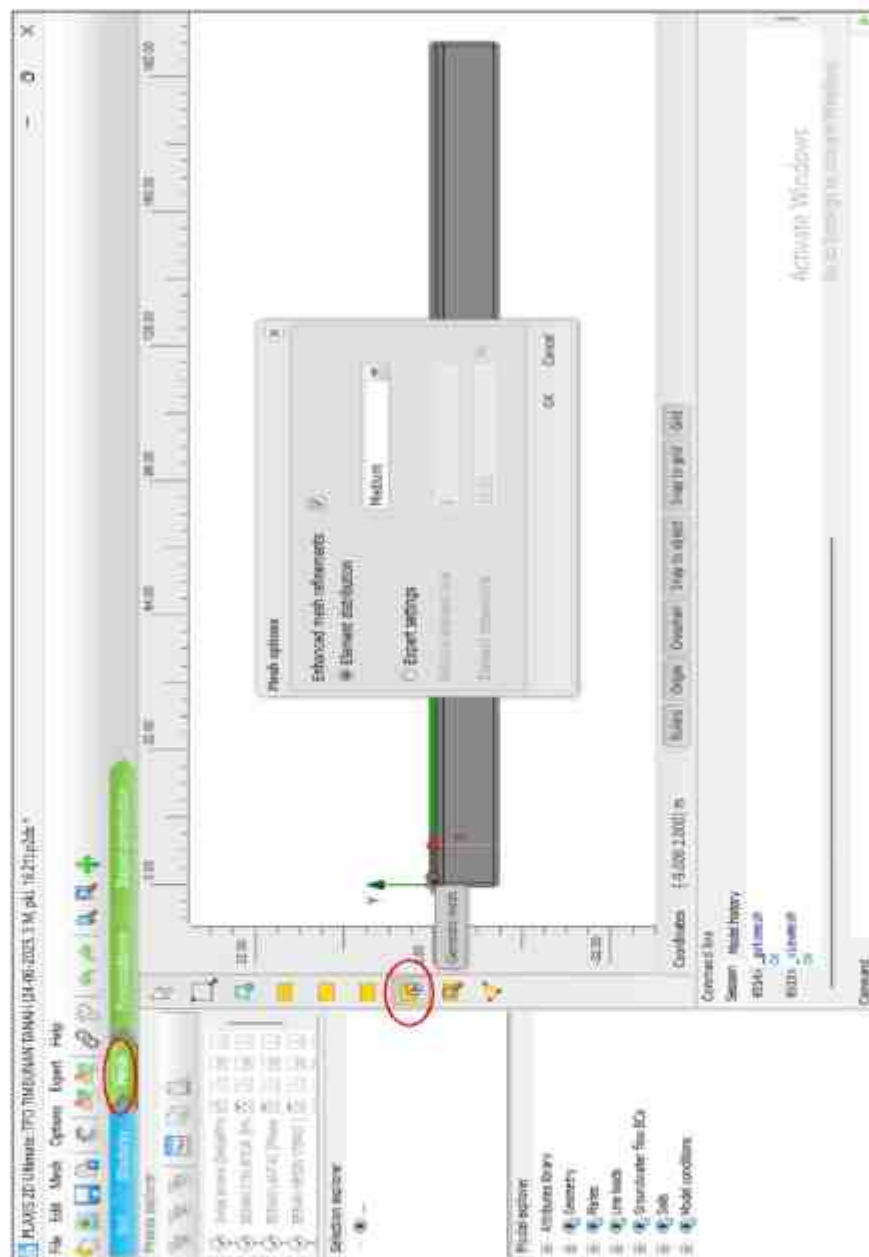
Gambar 4.64 Tahap Input Beban Struktur

Tahap ini diinputkan data beban mesin vibrator roller dan beban getarannya yang dipakai saat melakukan pemadatan getaran yaitu untuk beban mesin -128.65 kN dan beban getaran -160.8 kN.



Gambar 4.65 Tahap Input Beban Statis Mesin Vibro

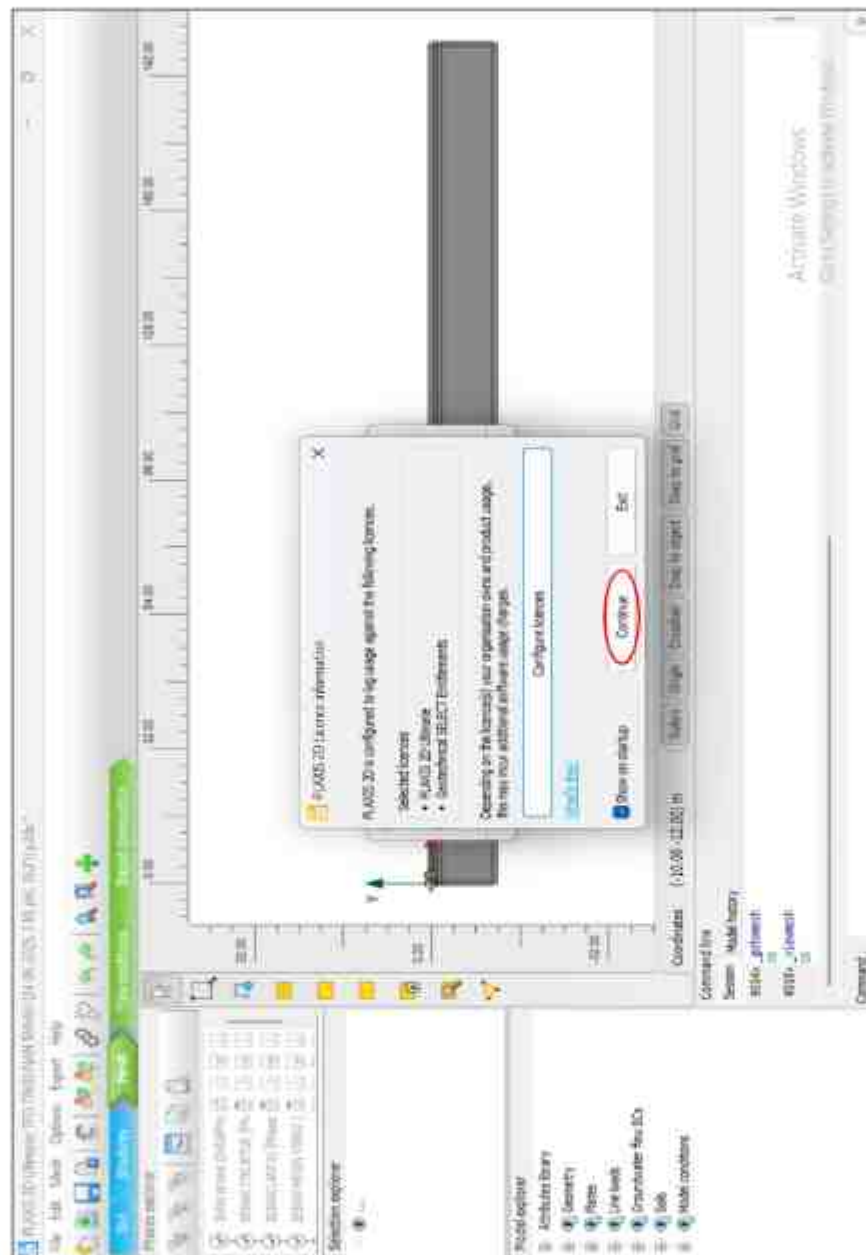
121



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.66 Tahap Meshing

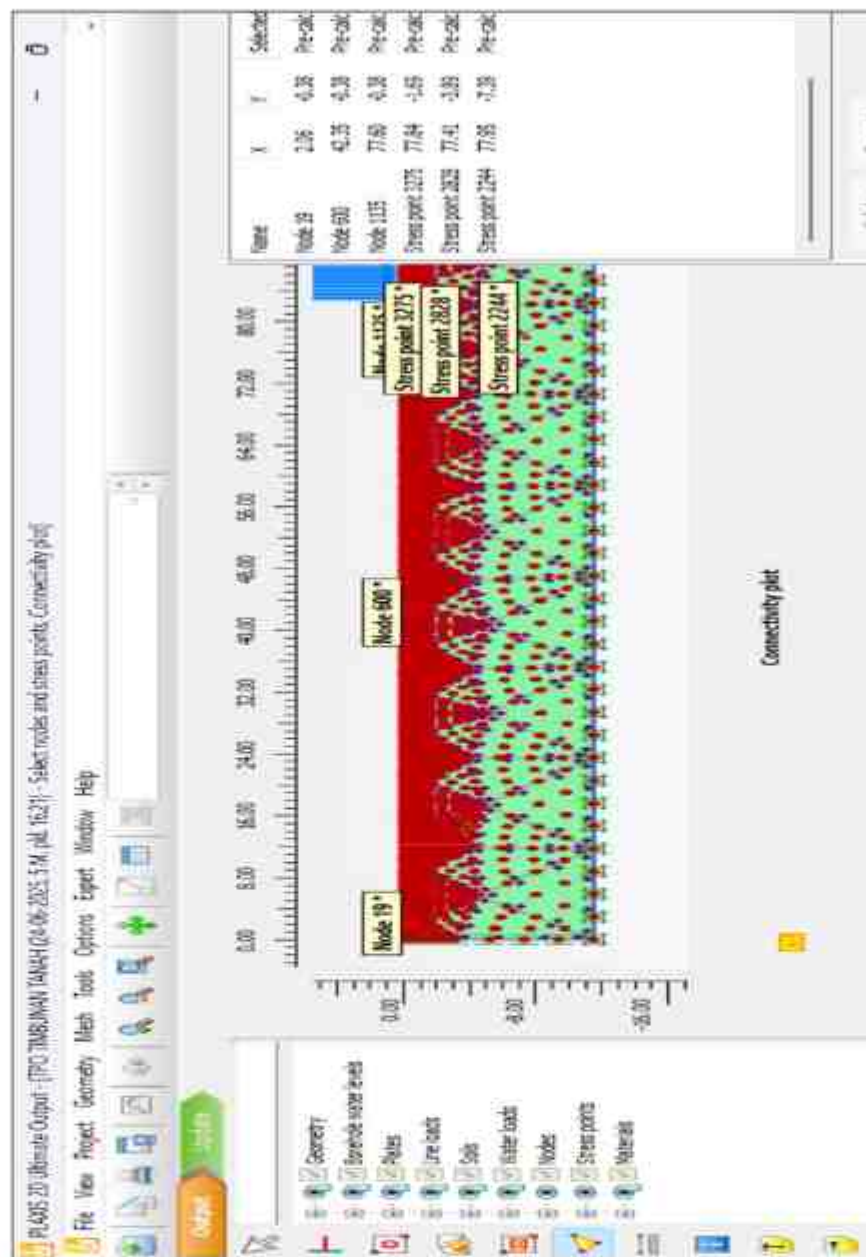
Setelah melakukan meshing menggunakan Medium selanjutnya melihat hasil mesh dengan klik Continue.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.67 Tahap Membuka Hasil Meshing

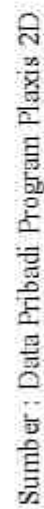
Hasil meshing yang sudah didapatkan diberi titik (node) pada bagian bawah struktur lantai atau tanah untuk memudahkan melihat penurunan tanah akibat pemadatan getaran pada titik-titik yang dipilih, kemudian klik Update.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

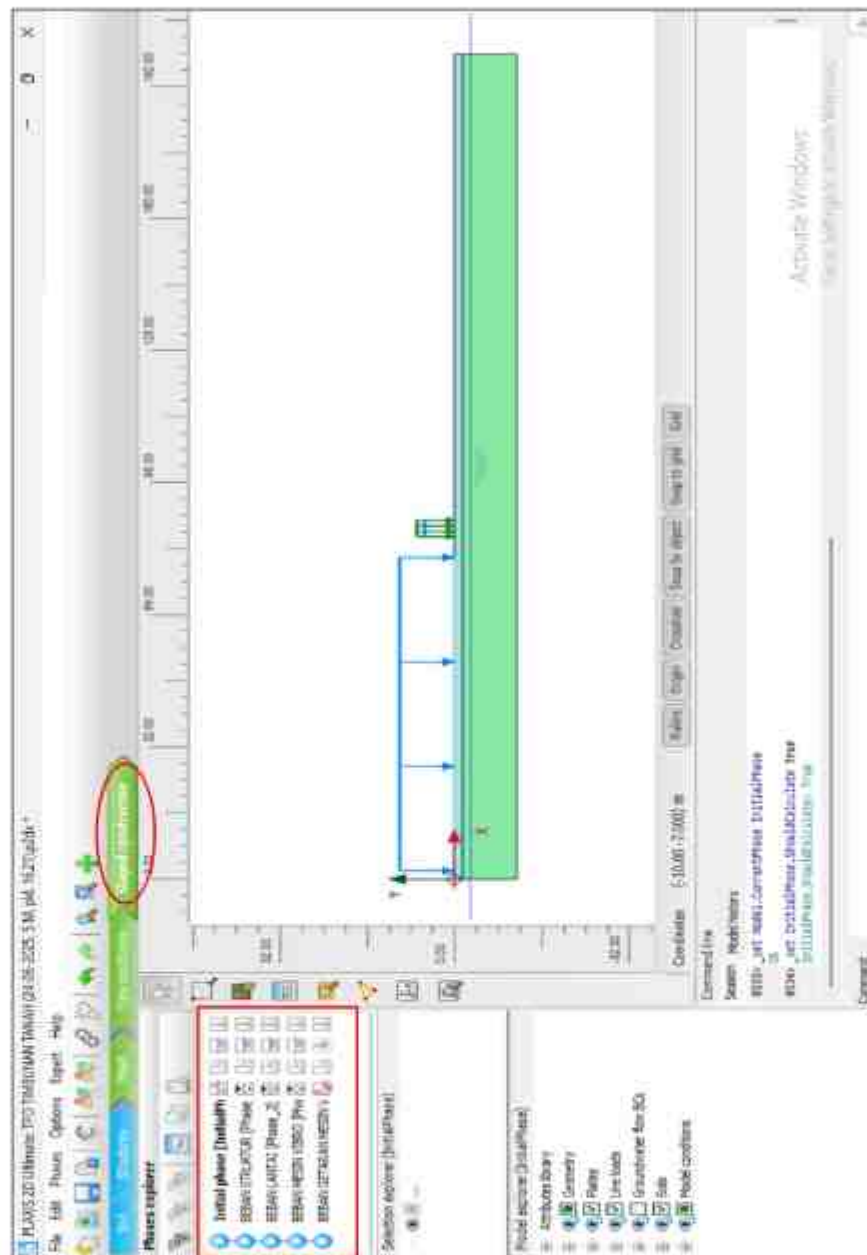
Gambar 4.68 Tahap Pemberian Node Pada Meshing

Tahap flow condition dilakukan untuk mengatur kondisi aliran air dalam tanah berupa, tekanan pori, garis muka air tanah, aliran air jenuh dan tak jenuh, kondisi filtrasi, rembesan, konsolidasi, dan perubahan tekanan air akibat waktu.



Gambar 4.69 Tahap Flow Condition

Pada tahap Staged construction ini semua phase diaktifkan, beban lantai, beban struktur, beban mesin dan beban getaran untuk proses perhitungan.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.70 Tahap Staged Construction

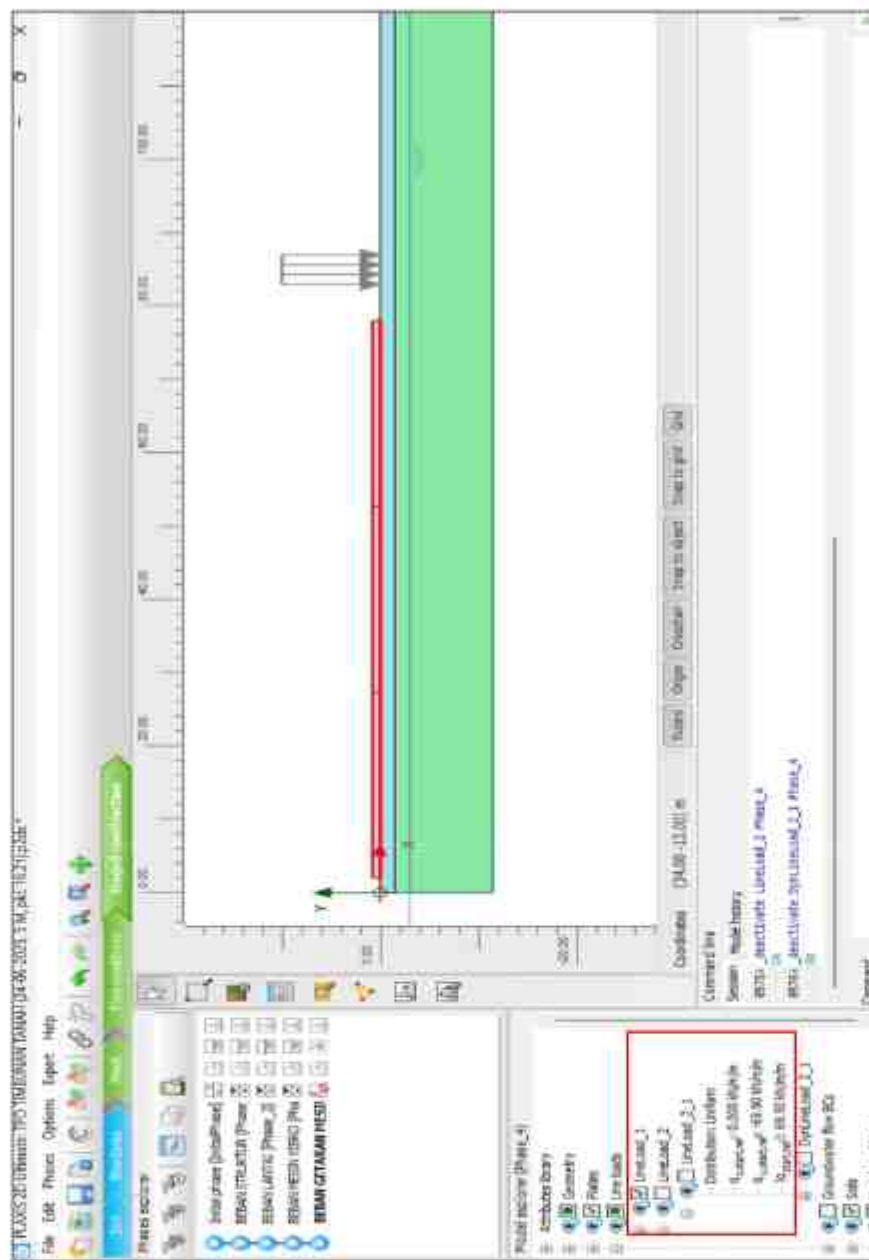
Pada phase getaran mode Dynamic/getaran diaktifkan dan waktu interval getaran adalah 0.3 detik kemudian klik OK.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.71 Tahap Mengaktifkan Staged Construction

Untuk proses perhitungan maka harus diaktifkan beban plate, line load 1, line load 2, serta beban dynamic pada model explorer.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

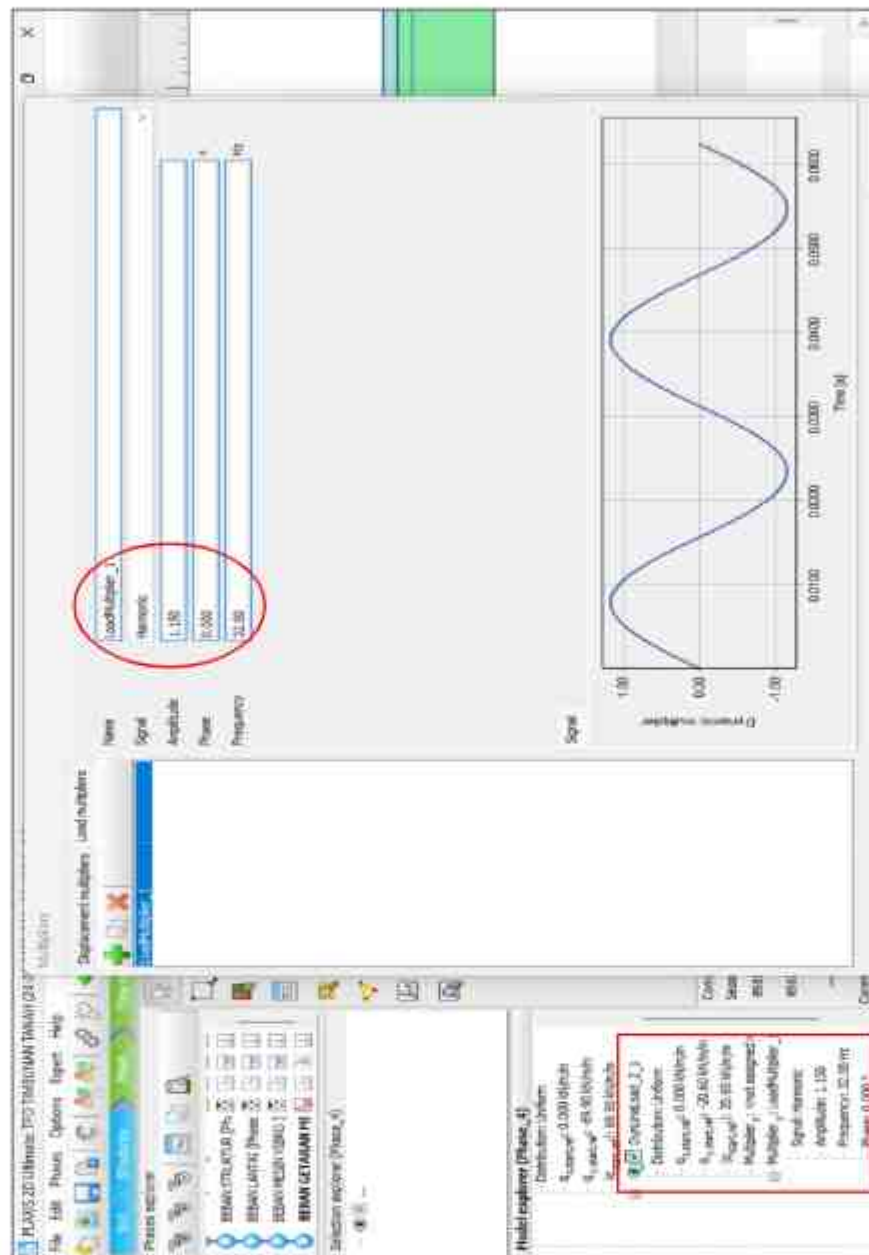
Gambar 4.72 Tahap Mengaktifkan Beban Line Load 1 dan Beban Plate

Pada tahap ini line load 2 atau beban mesin Vibro dan beban getaran diaktifkan



Gambar 4.73 Tahap Mengaktifkan Beban Line Load 2 dan Beban Getaran

129



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

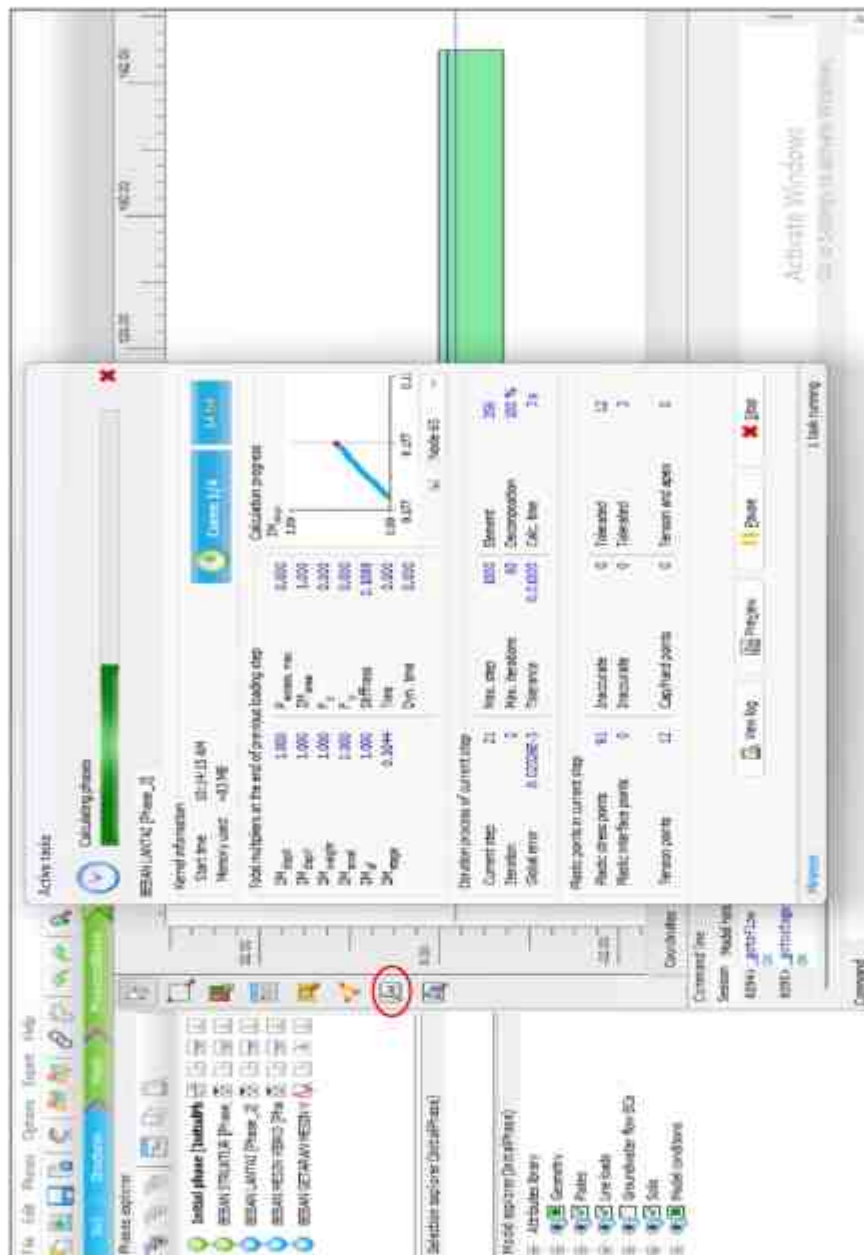
Gambar 4.74 Tahap Mengaktifkan Beban Getaran (Multiplier_1 Arah Y)

Pada tahap ini Model Conditions diaktifkan untuk beban Dynamic/getaran untuk menyerap gelombang dari arah X dan arah Y agar tidak memantul kembali (refleksi) ke dalam model.



Gambar 4.75 Tahap Mengaktifkan Model Condition (Viscous Arah X Dan Y)

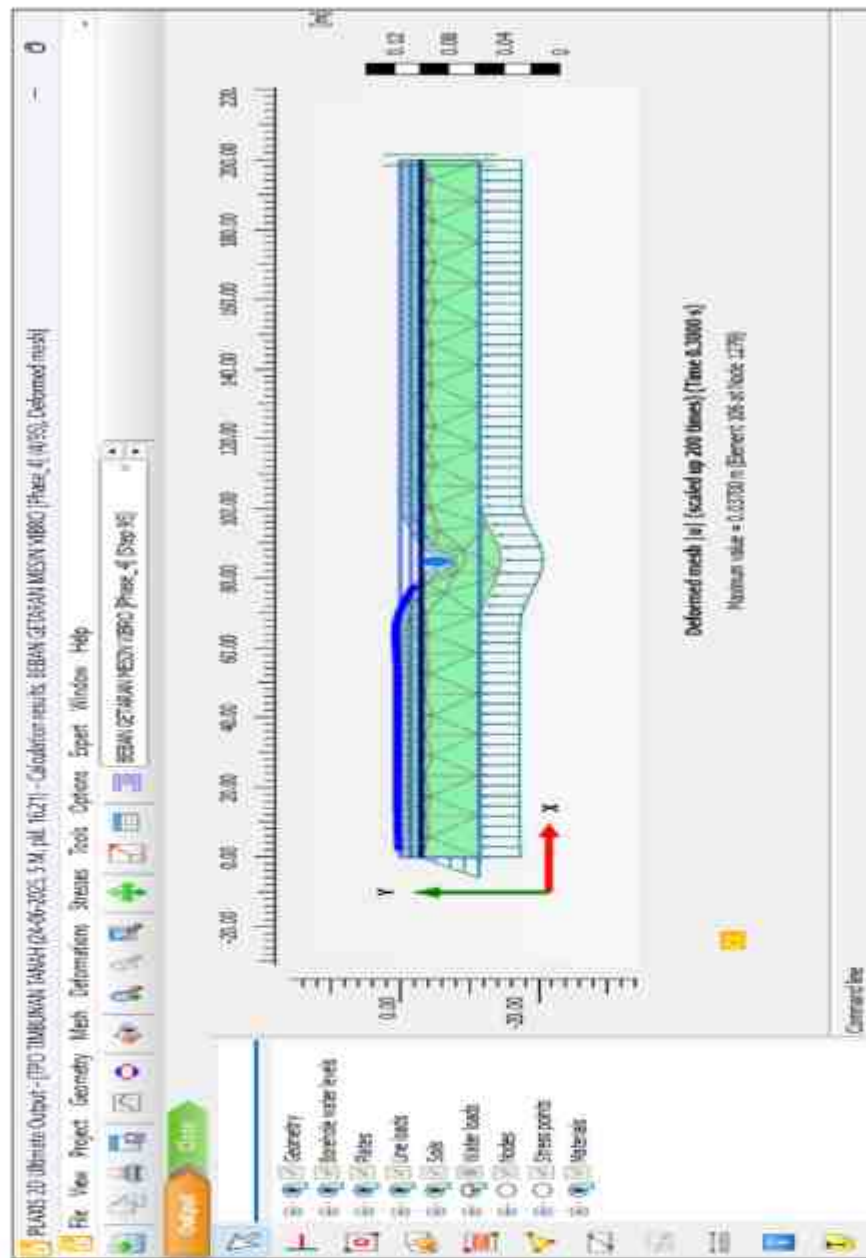
131



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.76 Proses Perhitungan Aplikasi Plaxis 2D

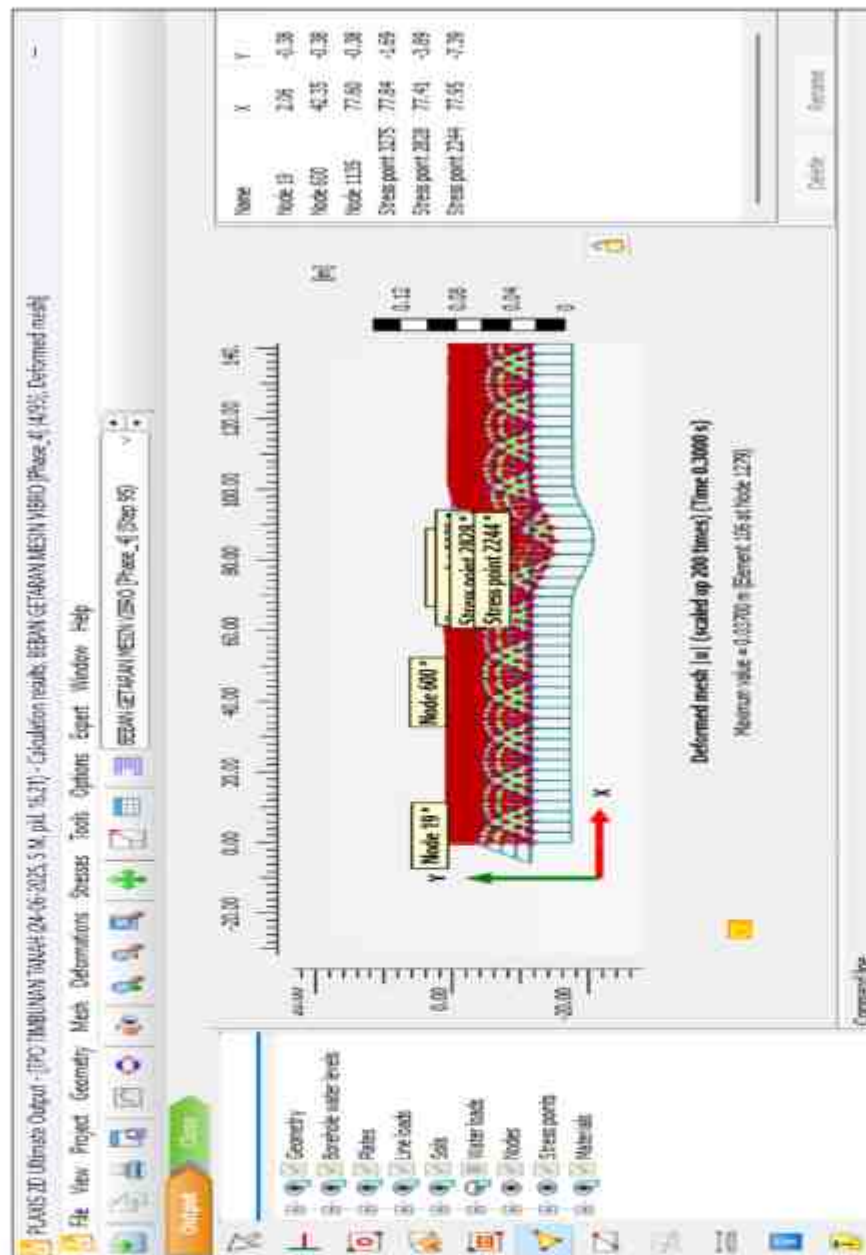
Gambar di bawah menunjukkan hasil perhitungan pembebanan getaran jarak mesin vibro roller terhadap bangunan adalah 5 meter.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.77 Model Hasil Perhitungan Pembebanan Pemadatan Getaran

Gambar di bawah menunjukkan meshing hasil perhitungan untuk mengetahui deformasi akibat getaran pada node 19, node 600 dan node 1135.

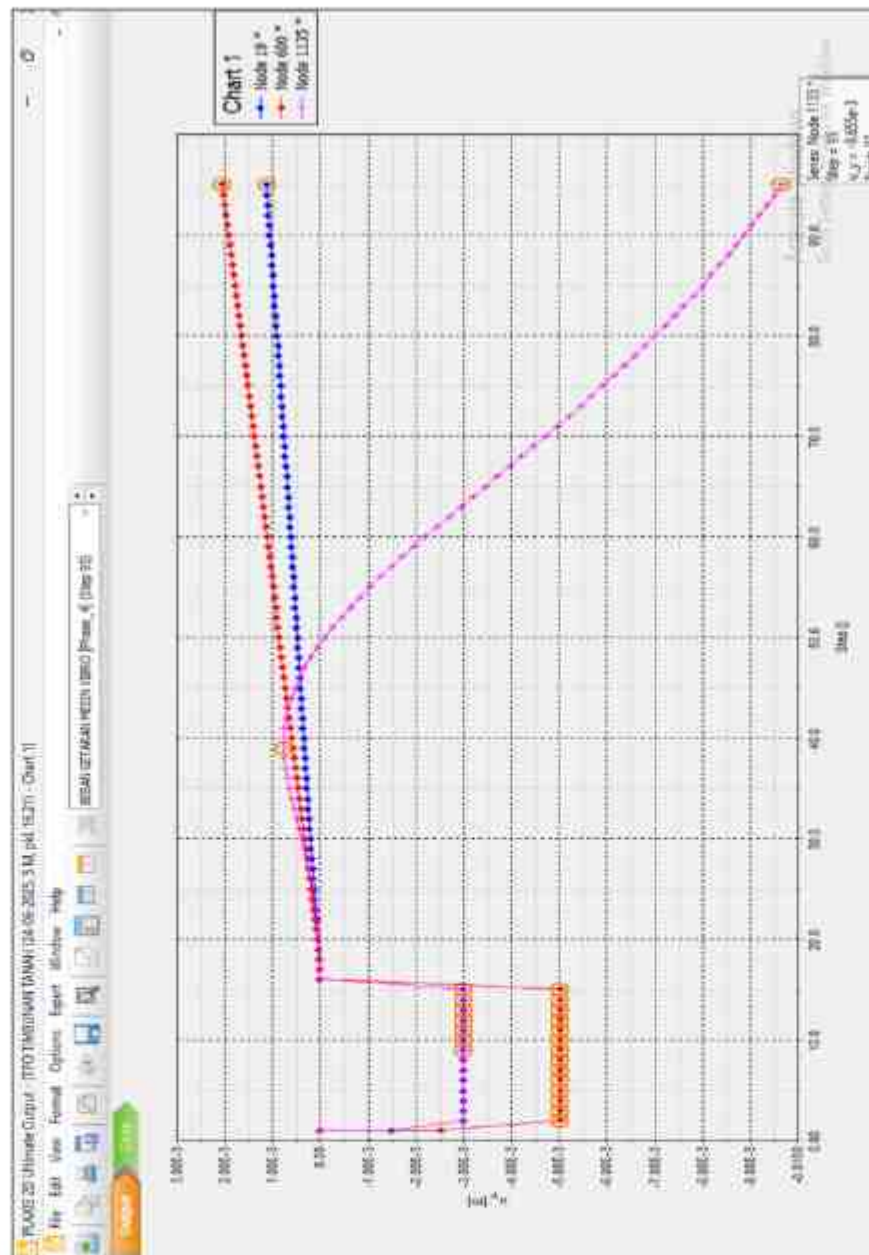


Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.78 Model Mesh Perhitungan Beban Getaran Pemadatan Jarak 5 Meter

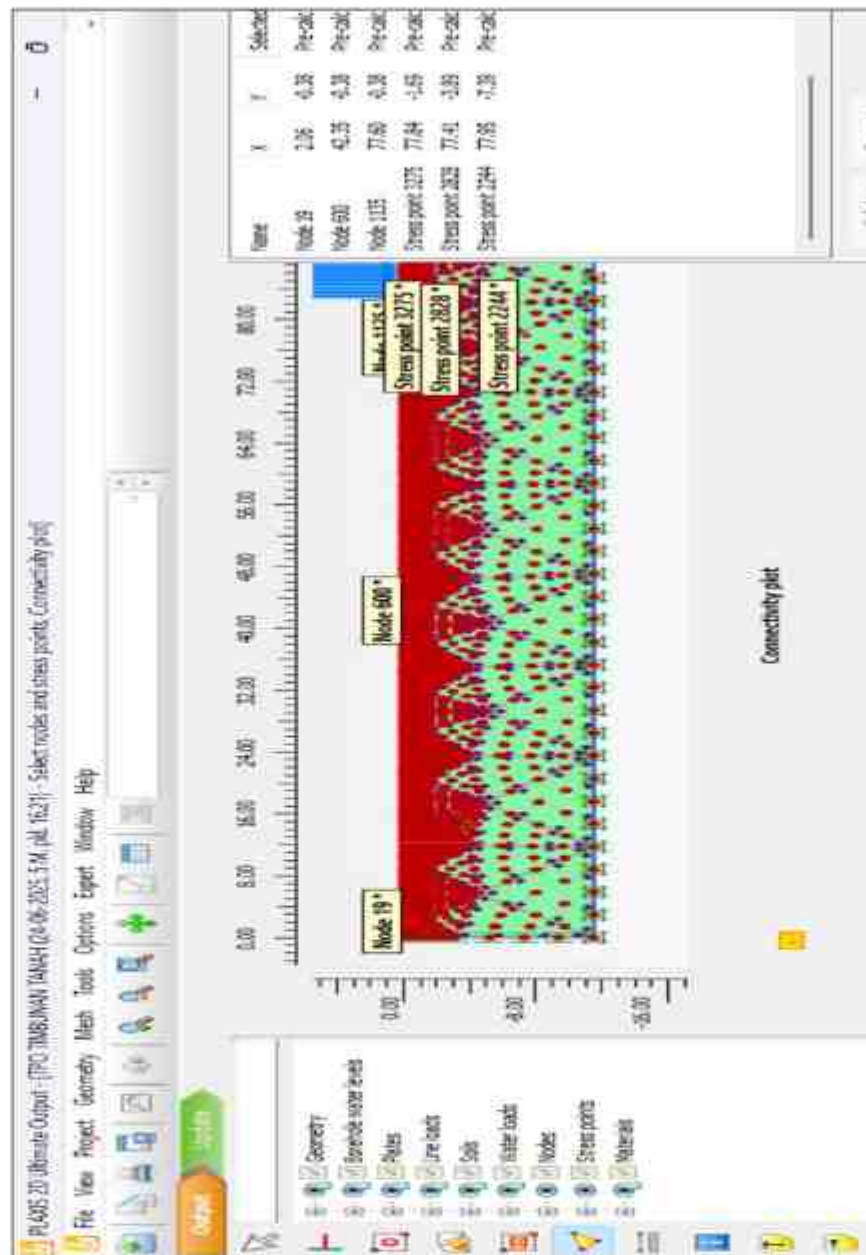
4.12.1 Deformasi Tanah Pada Pemadatan Jarak 5 Meter

Berdasarkan hasil perhitungan aplikasi plaxis 2D didapat deformasi akibat pemadatan getaran di node 19 kurva warna biru adalah 0.301 cm, penurunan di node 600 kurva warna merah adalah 0.501 cm dan penurunan di node 1139 kurva warna ungu adalah 0.966 cm, sehingga penurunan maksimum yang terjadi di node 1135 karena titik terdekat dari sumber getaran.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.79 Grafik Deformasi Beban Gertan Pemadatan

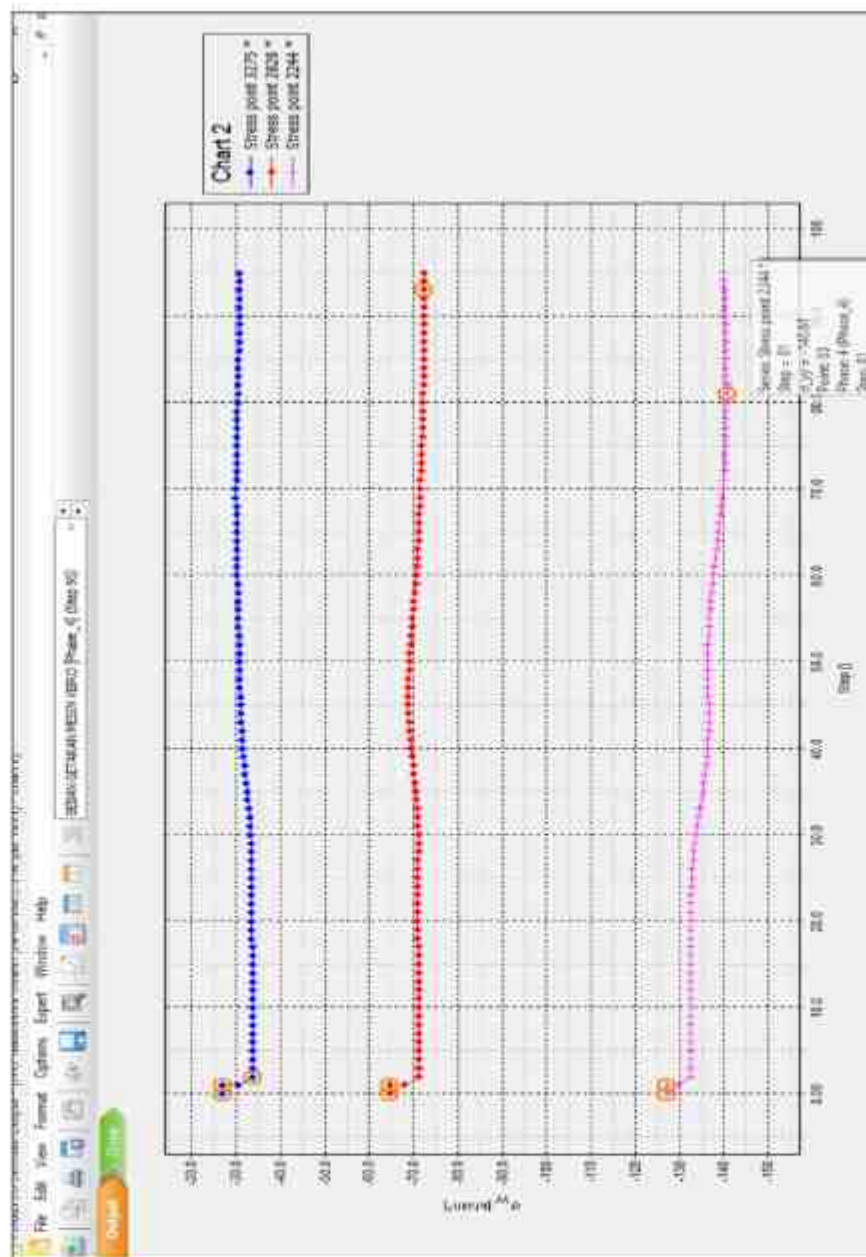


Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.80 Titik Tegangan Tanah Pemadatan Getaran Jarak 5 Meter

4.12.2 Tekanan Tanah Pada Pemadatan Jarak 5 Meter

Berdasarkan hasil perhitungan aplikasi plaxis 2D didapat tekanan tanah akibat pemadatan getaran adalah, pada titik 3275 kurva warna biru tekanannya sebesar 33.78 kN/m², titik 2828 kurva warna merah adalah 72.456 kN/m², dan titik 2244 kurva warna ungu besar tekanannya adalah adalah 140.61 kN/m², sehingga tekanan yang terjadi pada tanah dengan jarak pemadatan getaran 5 meter dari bangunan terjadi pada titik 2244 yaitu 140.61 kN/m².



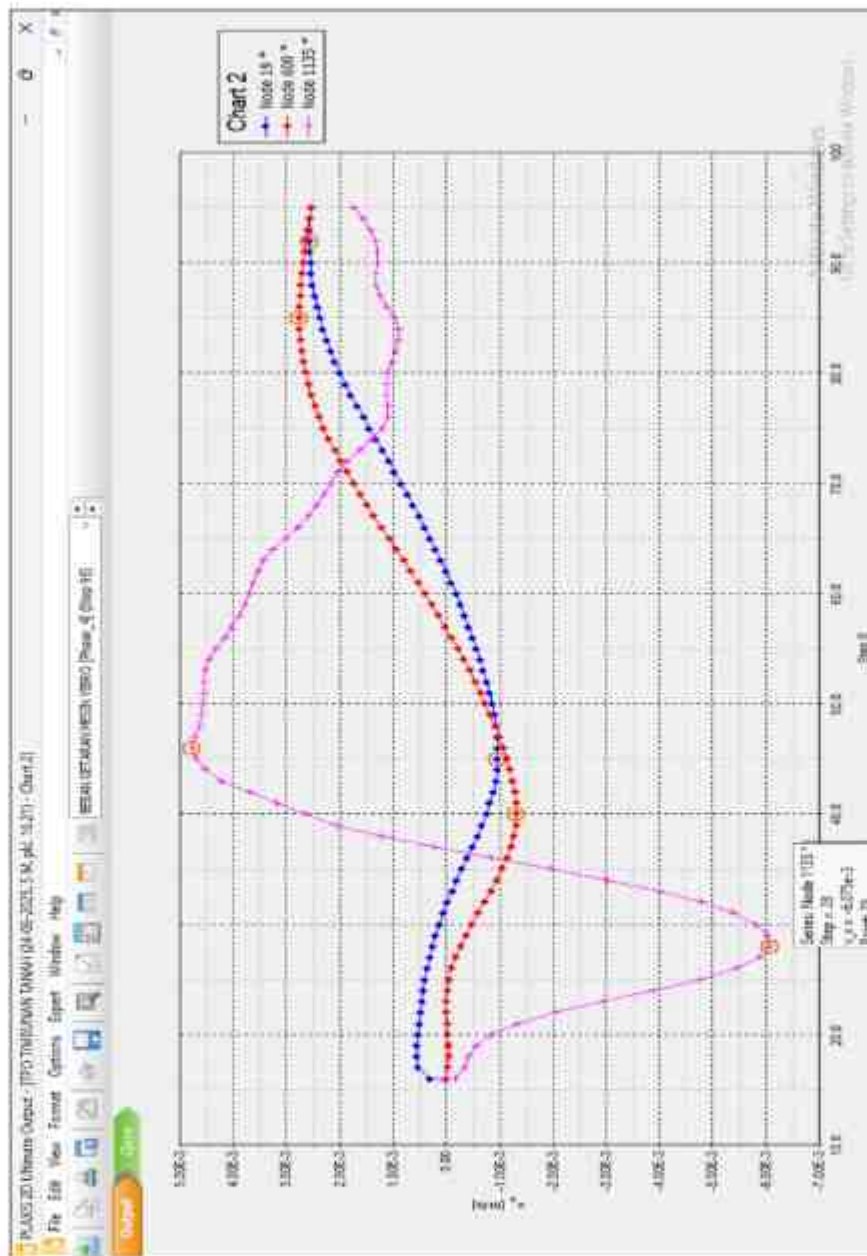
Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.81 Grafik Titik Tekanan Tanah Pemadatan Getaran Jarak 5 Meter

4.12.3 Kecepatan Pergerakan Tanah Pada Pemadatan Jarak 5 Meter

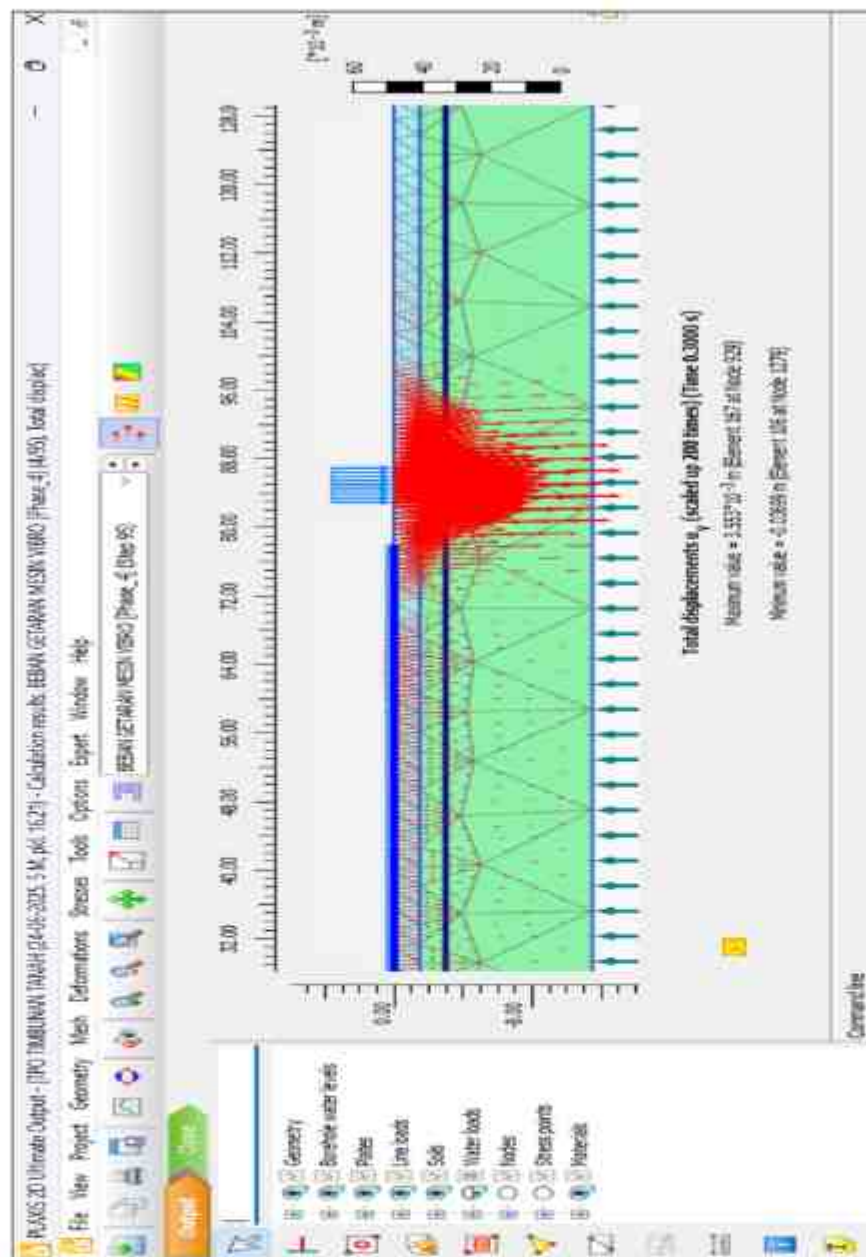
Berdasarkan hasil perhitungan aplikasi plaxis 2D didapat percepatan pergerakan (velocities) tanah pada node 19 kurva warna biru adalah E^{-4} m/s, pada node 600 kurva warna merah adalah $1.321E^{-3}$ m/s, dan pada node 1135 kurva warna ungu adalah $6.075E^{-3}$ m/s, sehingga percepatan pergerakan tanah akibat

getaran pemadatan terbesar terjadi pada titik 1135 yang merupakan titik terdekat dari sumber getaran.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

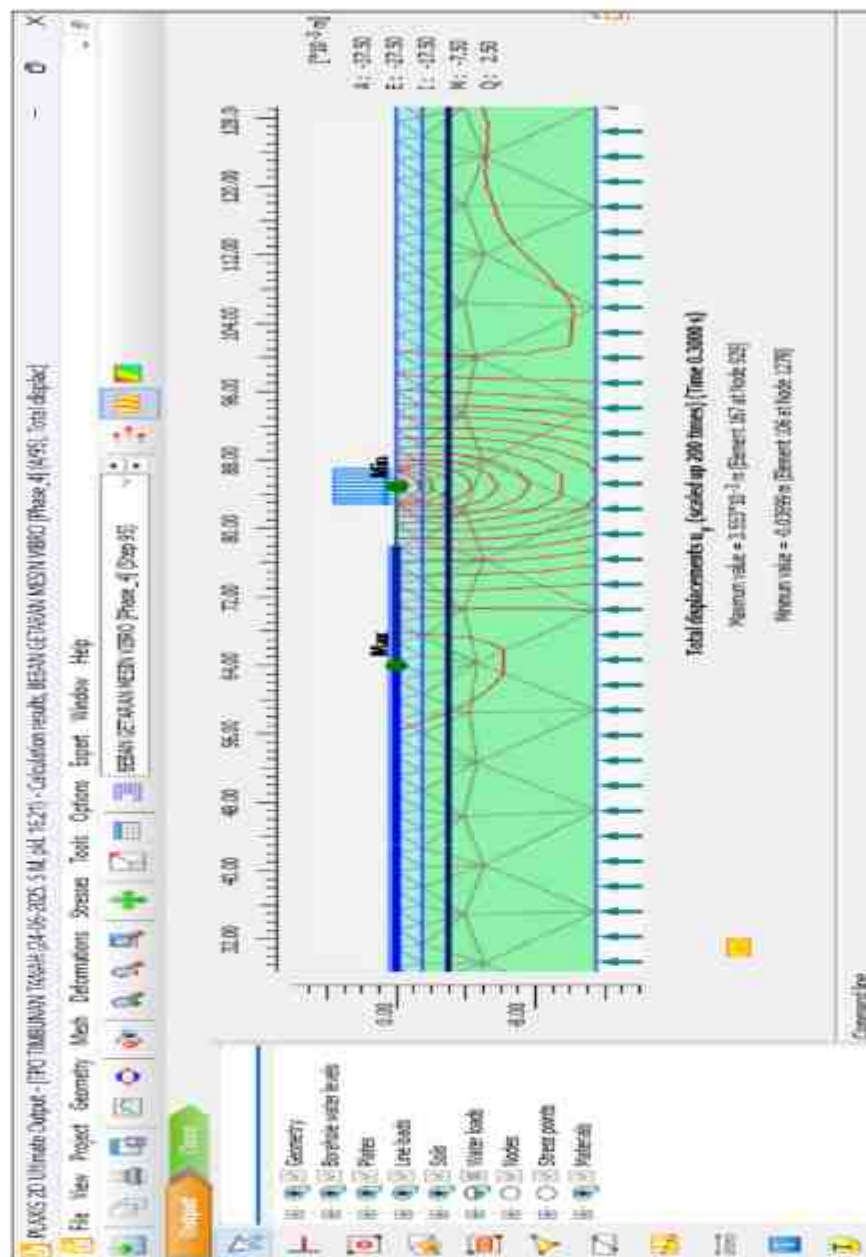
Gambar 4.82 Velocities Arus X



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.83 Grafik Arah Pergerakan Beban Getaran

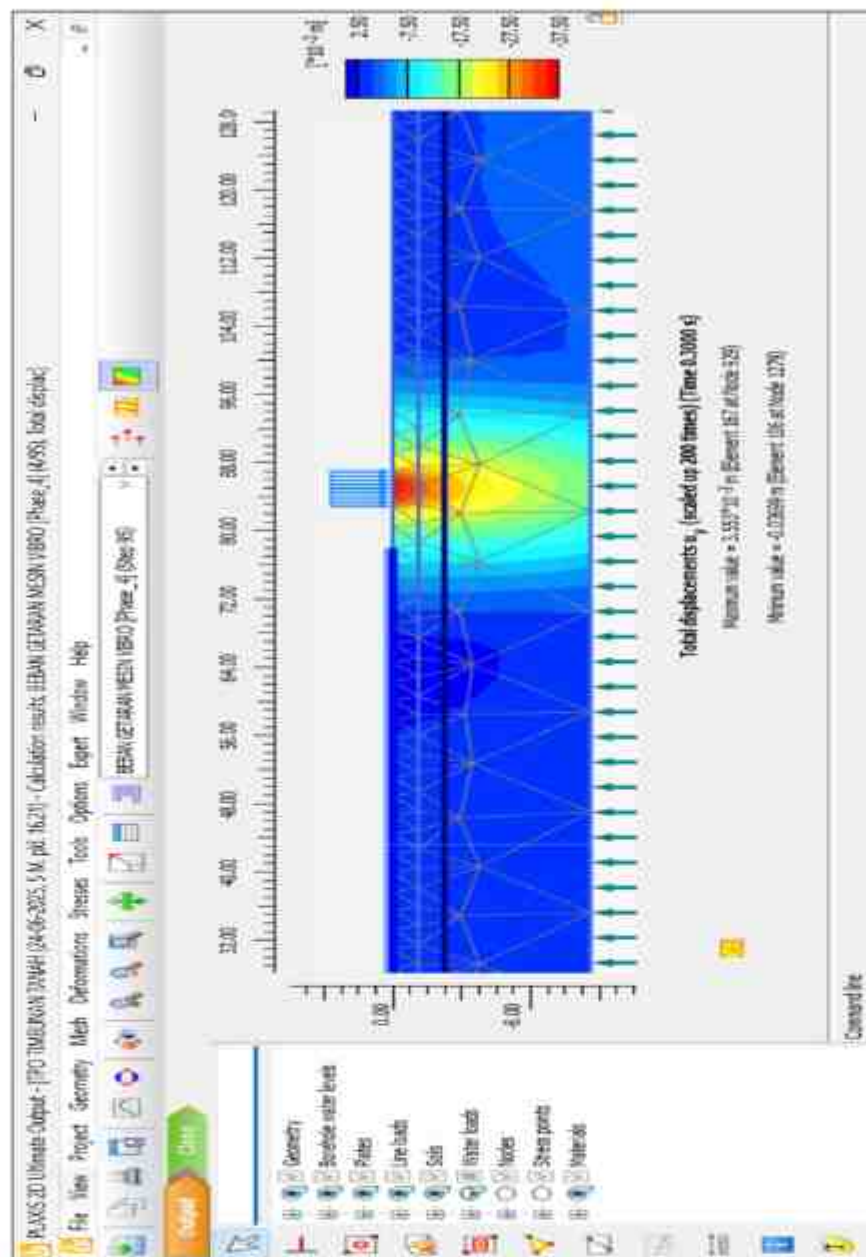
Gambar di bawah menunjukkan kontur deformasi pergerakan tanah akibat getaran pemadatan, garis kontur merah yang rapat menunjukkan deformasi yang besar, huruf Q sampai dengan huruf A untuk pembacaan deformasi vertikal. Penurunan terbesar terletak tepat di bawah mesin vibro roller yaitu 3.699 cm, sedangkan uplift terbesar adalah 0.355 cm.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.84 Garis Kontur Pergerakan Beban Getaran

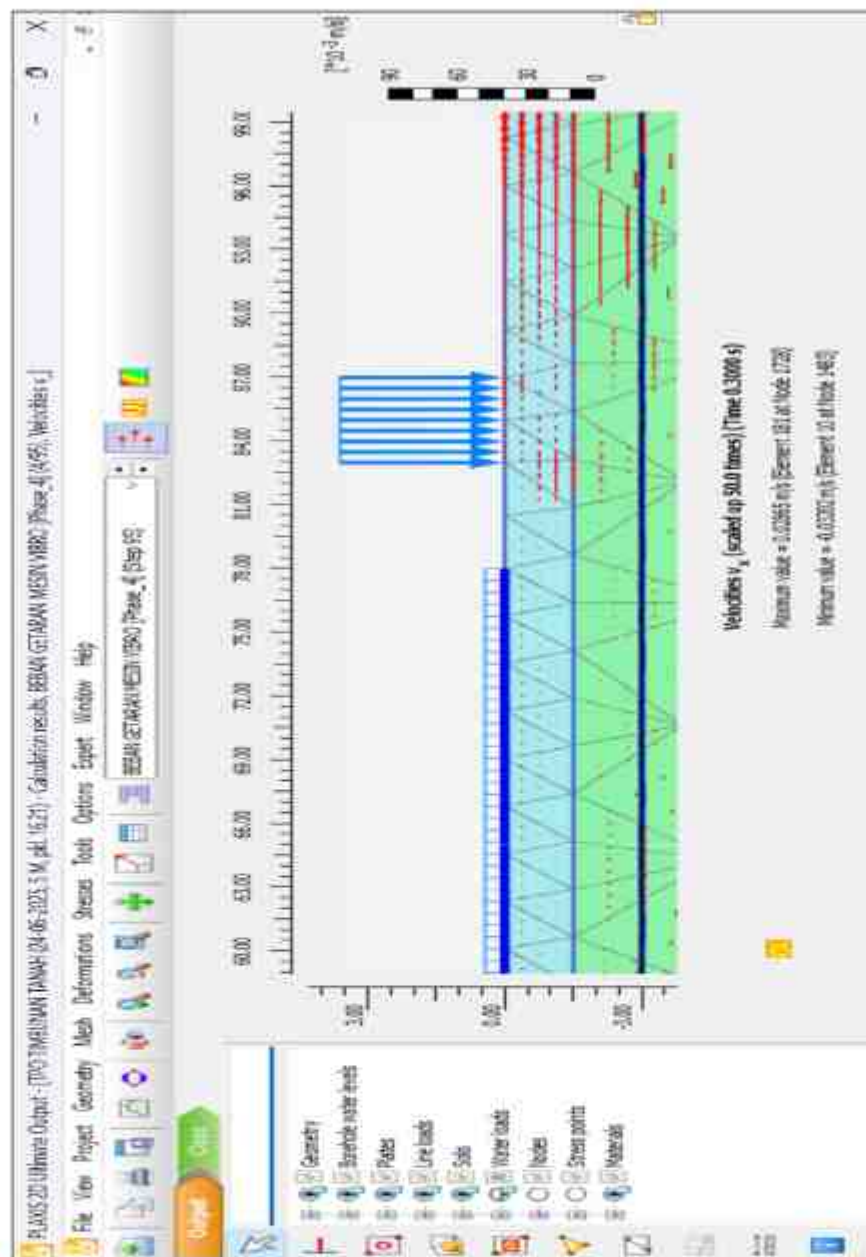
Gambar di bawah menunjukkan visualisasi besarnya penurunan vertikal arah Y dari hasil perhitungan plaxis 2D, warna merah menunjukkan penurunan paling besar yakni 3.699 cm dan uplift sebesar 0.355 cm berada tepat di area mesin vibro roller.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.85 Tampilan Warna Hasil Perhitungan Pergerakan Beban Getaran (Shadings)

Gambar di bawah menunjukkan velocities (kecepatan dan arah pergerakan) dari beban getaran akibat getaran yaitu nilai maksimum sebesar 0.01402 m/s ke arah positif X di node 1172, sedangkan kecepatan bergerak ke arah X negatif paling maksimum sebesar 0.01519 m/s di node 1293, kedua nilai ini menunjukkan arah getaran bolak-balik akibat beban getaran ketika pemadatan getaran.



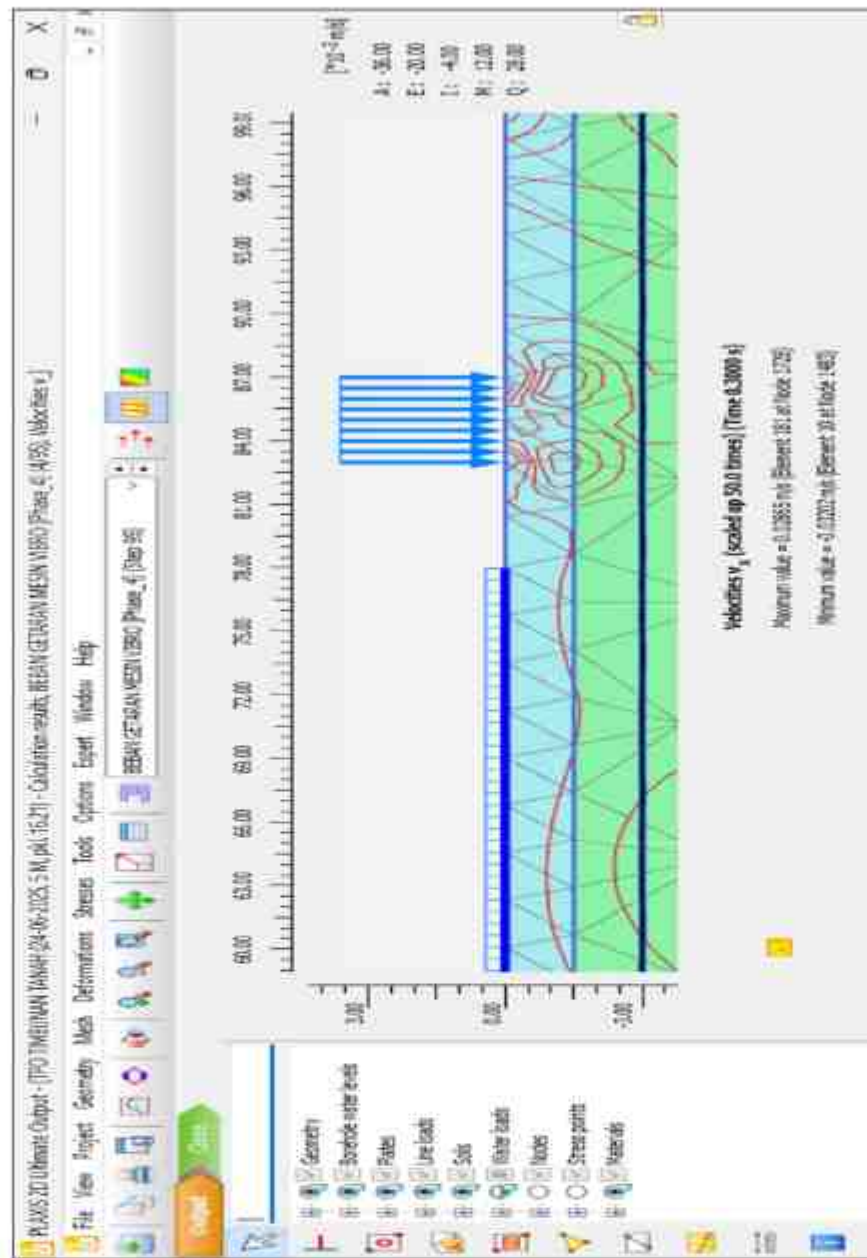
Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.58 Arah Pergerakan Tanah Akibat Getaran Pemadatan (Velocities Arah X)

Gambar di bawah menunjukkan kontur pergerakan tanah akibat getaran pemadatan dari hasil perhitungan plaxis 2D. Dilihat dari garis kontur gambar 4.106 bahwa garis kontur berwarna merah terdapat sedikit di bawah area Gudang, garis kontur padat terdapat pada area mesin vibro roller, pada hasil perhitungan di node 1728 percepatan pergerakan maksimum tanah sebesar 0.02865 m/s.

Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

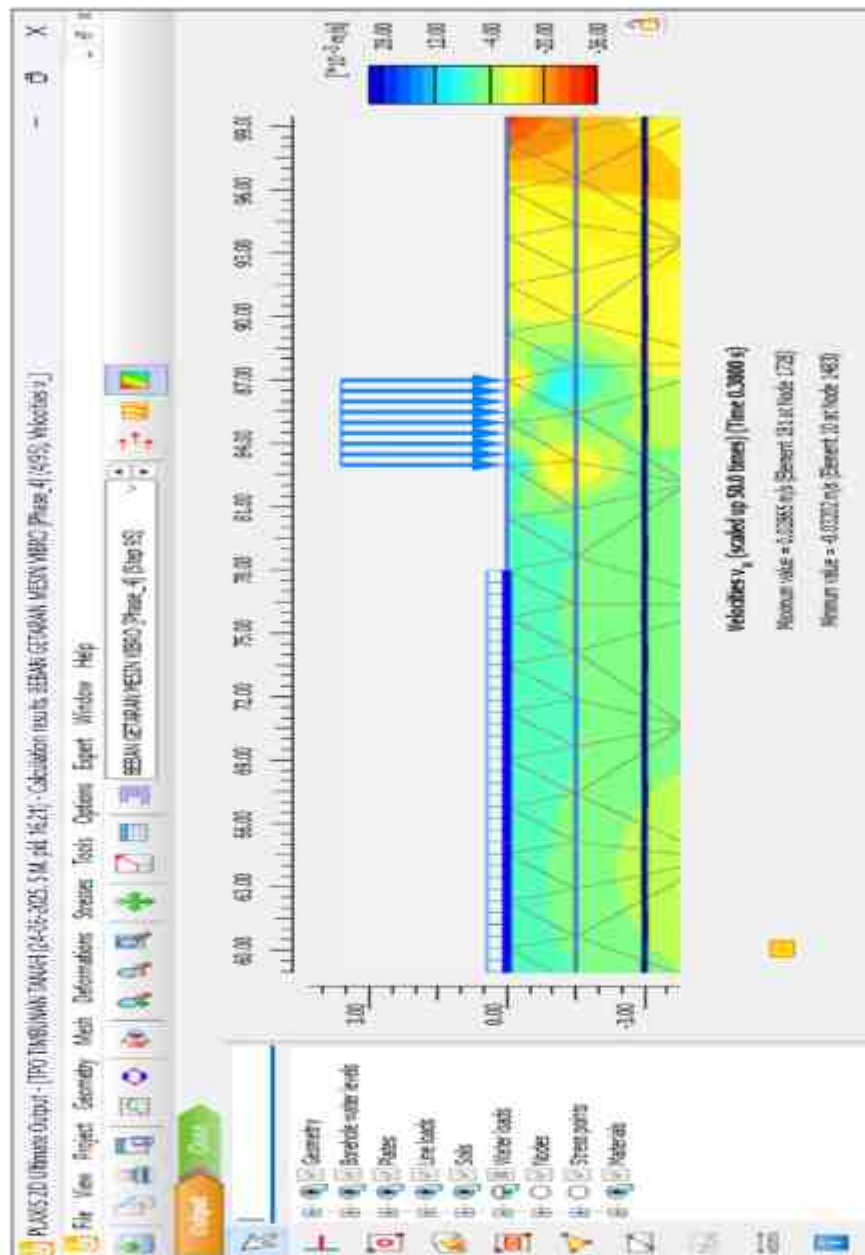
Gambar 4.86 Arah Pergerakan Tanah Akibat Getaran Pemadatan (Velocities Arah X)



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.87 Garis Kontur Velocities Ardi Ardi X Akibat Getaran Pemadatan

Gambar di bawah menunjukkan shading velocities tanah ke arah X akibat getaran pemadatan dari hasil perhitungan plaxis 2D.

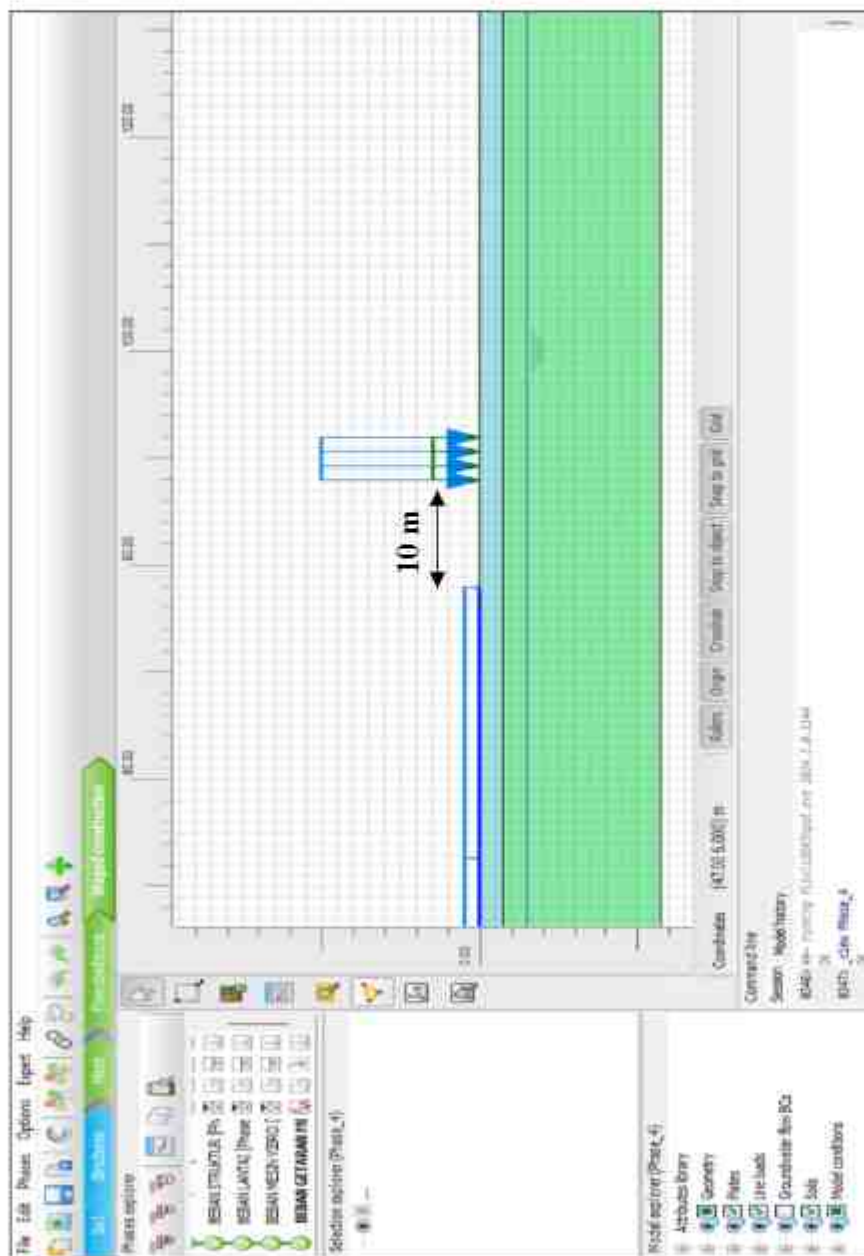


Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.88 Tampilan Warna Dari Velocities Arah X Akibat Pergerakan Beban Getaran

4.13 Simulasi Pemadatan Jarak 10 Meter Dari Bangunan

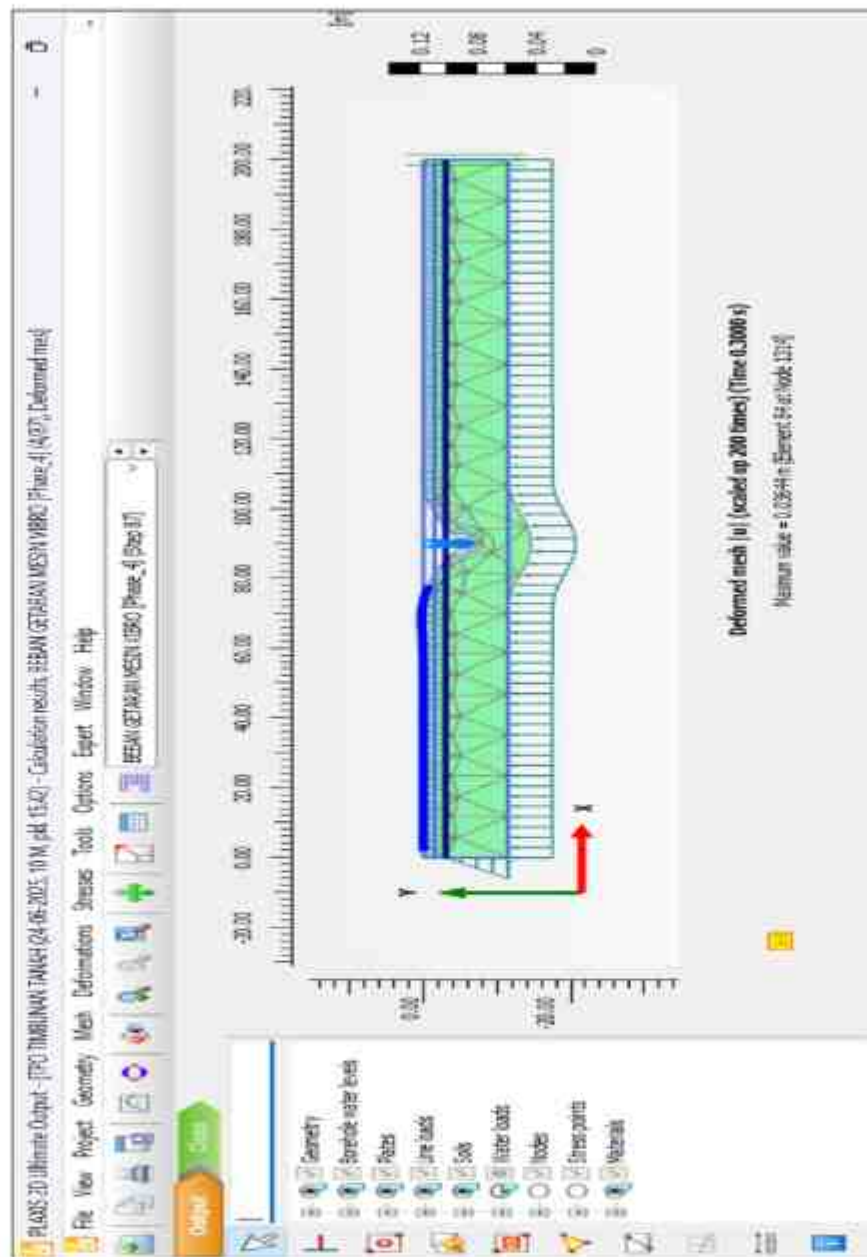
Dengan alur penginputan yang sama seperti jarak getaran pemadatan tanah terhadap bangunan 0.5 meter dan 5 meter maka untuk jarak pemadatan 10 meter didapat hasil seperti pembahasan berikut.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.89 Pemodelan Pemadatan Jarak 10 Meter

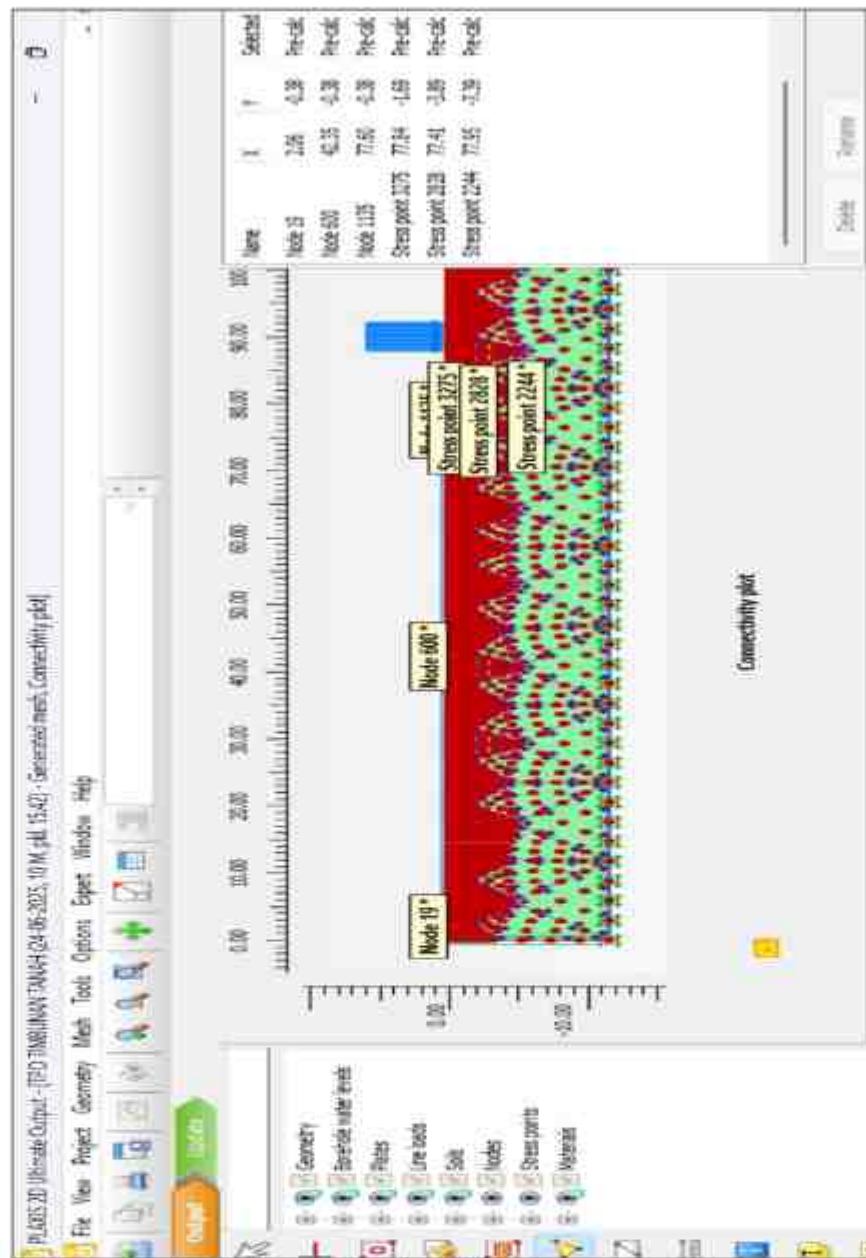
Gambar 4.90 di bawah menunjukkan pemodelan hasil perhitungan jarak 10 Meter dari bangunan.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.90 Model Hasil Perhitungan Beban Getaran Pemadatan Jarak 10 Meter

Gambar di bawah menunjukkan meshing hasil perhitungan untuk mengetahui deformasi akibat getaran pada node 19, node 600 dan node 1135.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

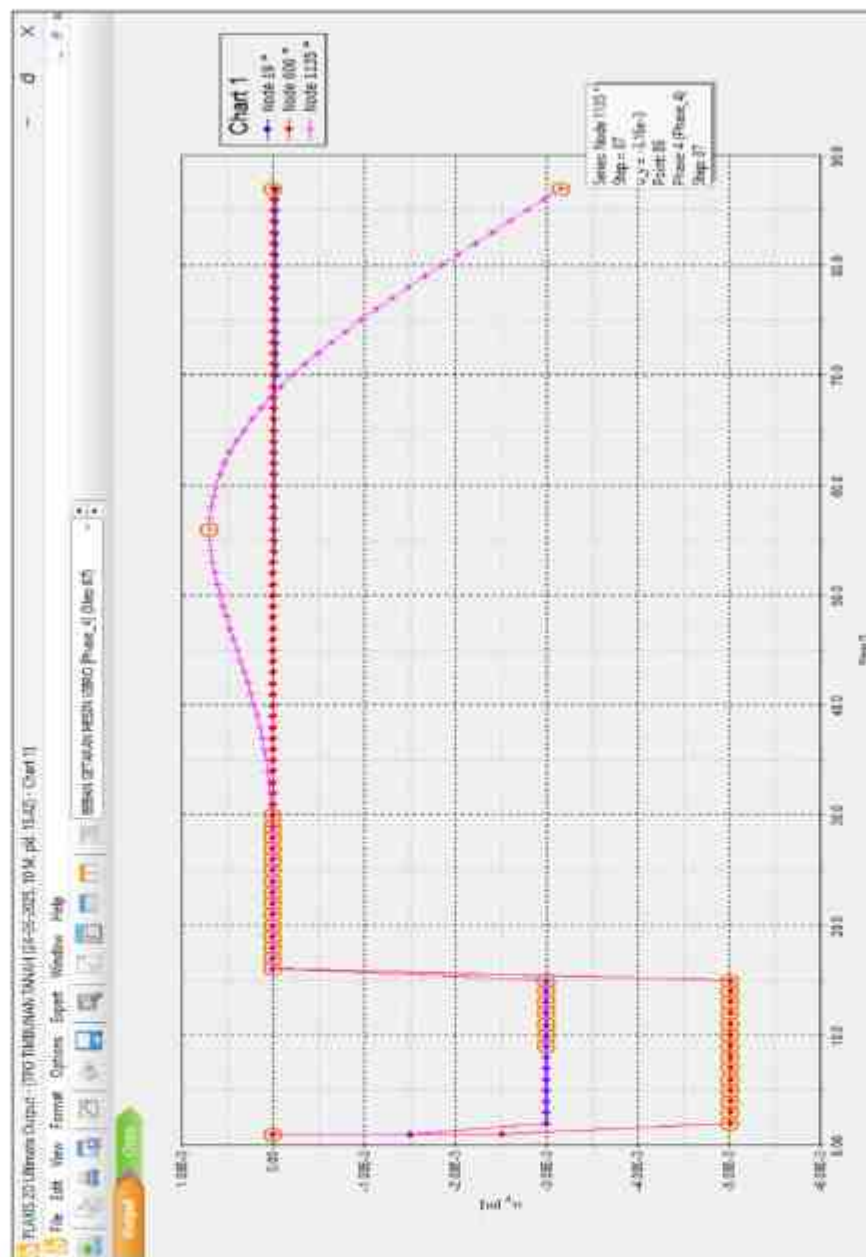
Gambar 4.63 Model Mesh Perhitungan Beban Getaran Pemadatan Jarak 10 Meter

4.13.1 Deformasi Tanah Pada Pemadatan Jarak 10 Meter

Berdasarkan hasil perhitungan aplikasi plaxis 2D didapat deformasi akibat pemadatan getaran di node 19 kurva warna biru adalah 0.301 cm, deformasi di node 600 kurva warna merah adalah 0.501 cm dan deformasi di node 1139 kurva warna ungu adalah 0.316 cm, sehingga deformasi maksimum terjadi di node 600.

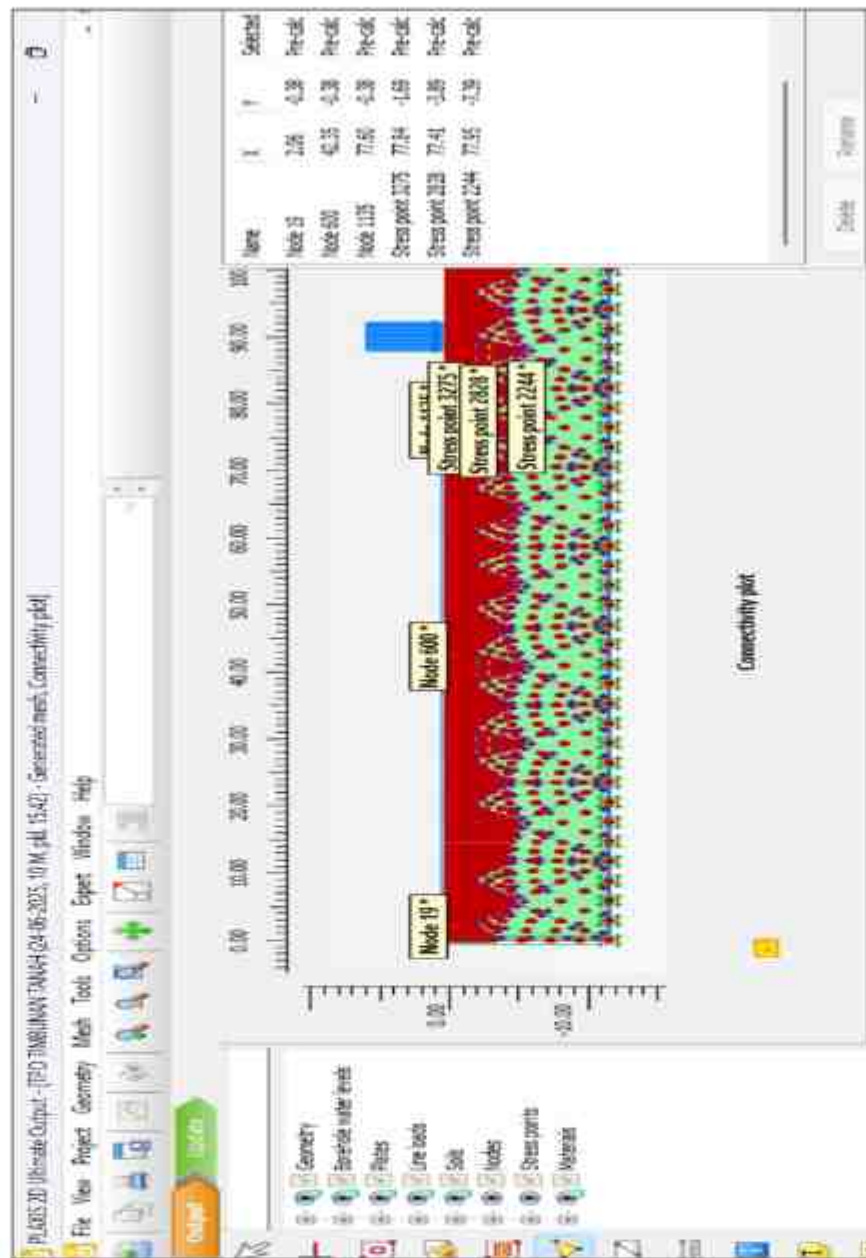
Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.91 Model Mesh Perhitungan Beban Getaran Pemadatan Jarak 10 Meter



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.92 Grafik Deformasi Beban Getaran Pemadatan Jarak 10 Meter

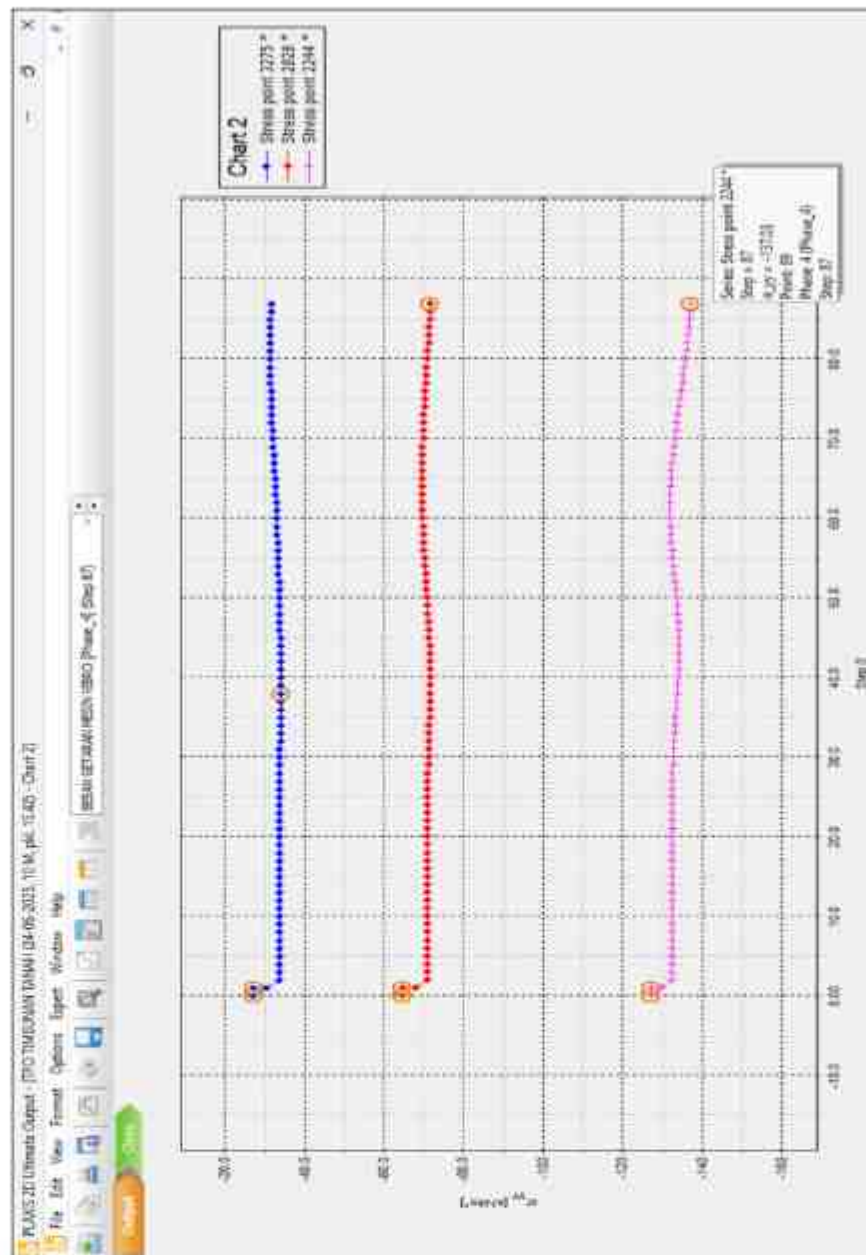


Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.93 Titik Tegangan Tanah Getaran Pemadatan Jarak 10 Meter

4.13.2 Tekanan Tanah Pada Pemadatan Jarak 10 Meter

Berdasarkan hasil perhitungan aplikasi plaxis 2D didapat tekanan tanah yang terjadi akibat pemadatan getaran pada titik 3275 kurva warna biru sebesar 34.274 kN/m², pada titik 2828 kurva warna merah sebesar 71.733 kN/m², dan pada titik 2244 kurva warna ungu sebesar 137.03 kN/m². Sehingga tekanan tanah maksimum yang terjadi akibat pemadatan getaran dengan jarak 10 meter adalah sebesar 137.03 kN/m² di titik 2244.

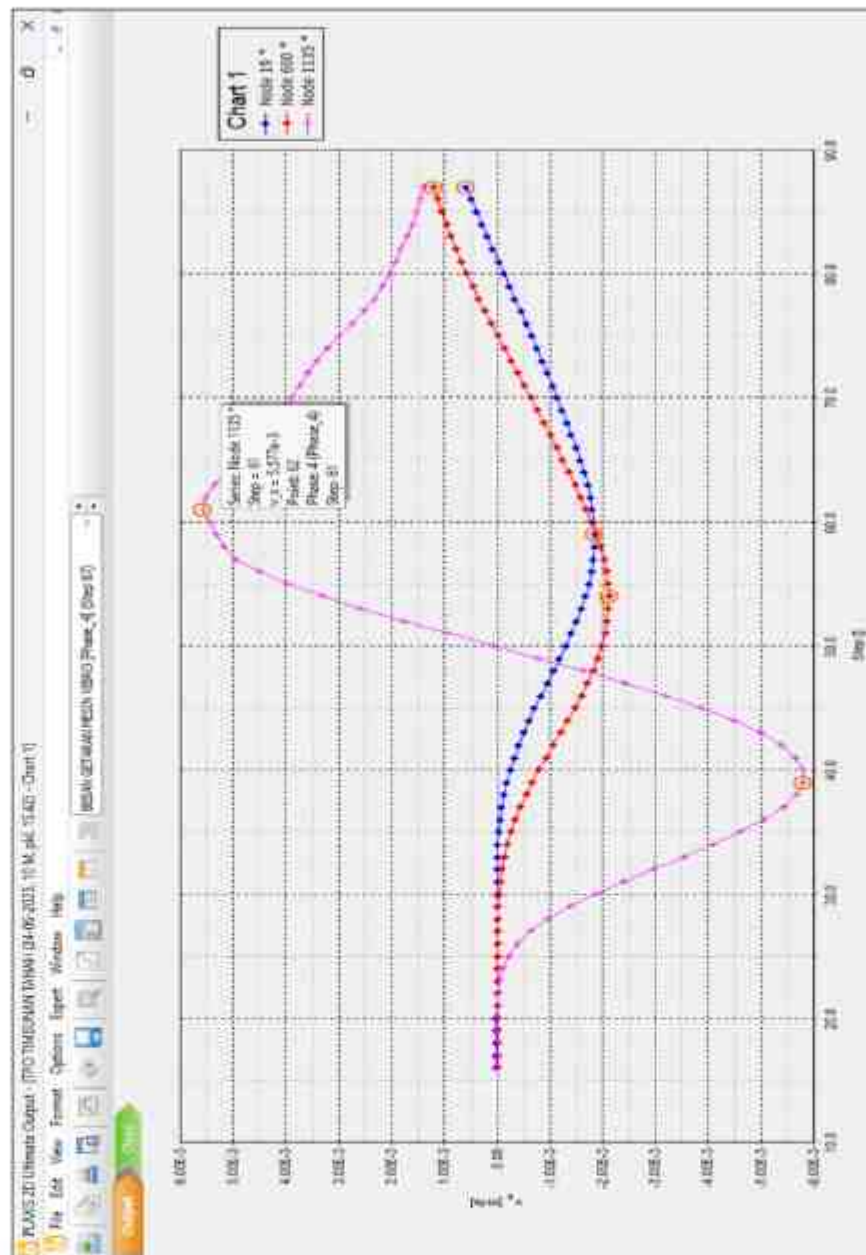


Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.94 Grafik Titik Tekanan Tanah Getaran Pemadatan Jarak 10 Meter

4.13.3 Kecepatan Pergerakan Tanah Pada Pemadatan Jarak 10 Meter

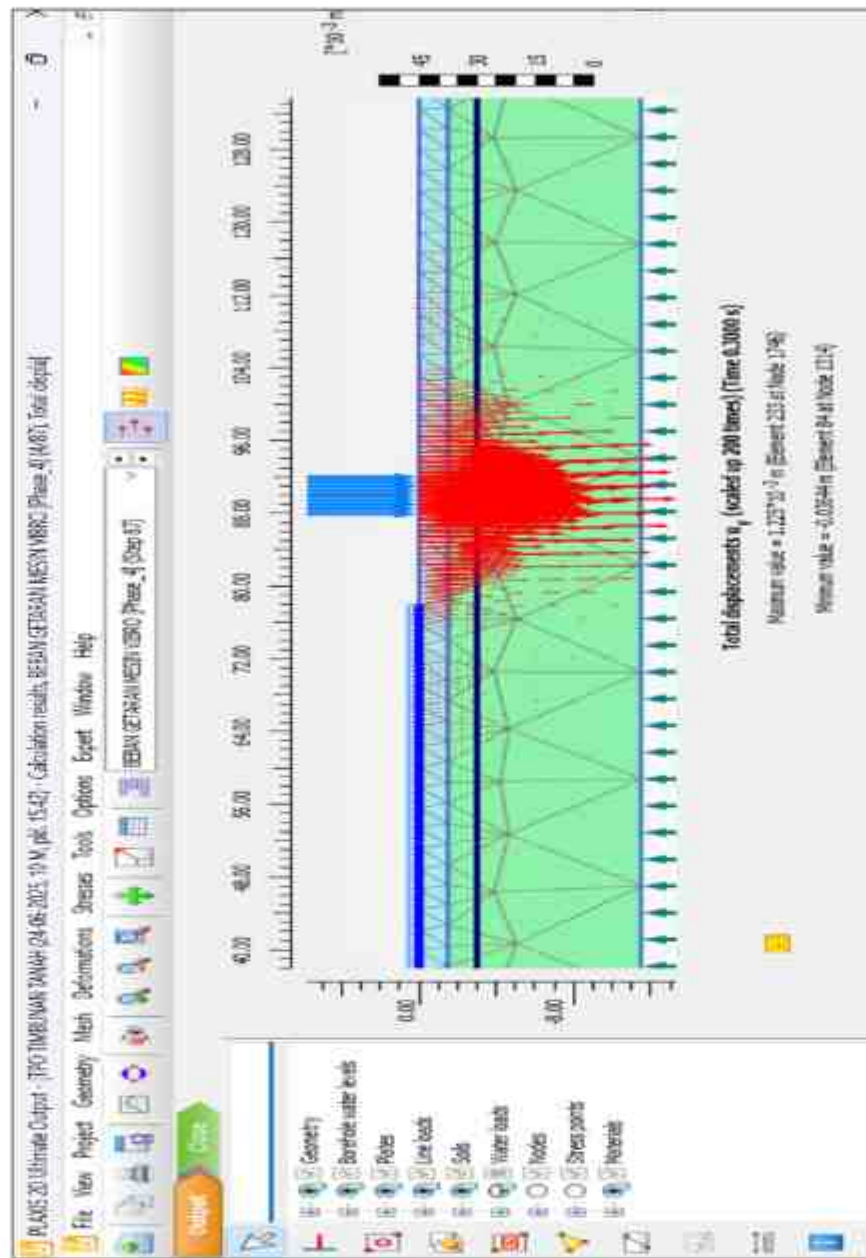
Berdasarkan hasil perhitungan aplikasi plaxis 2D didapat percepatan pergerakan (velocities) tanah Node 19 kurva warna biru adalah $5.789E^{-4}$ m/s, pada node 600 kurva warna merah adalah $1.212E^{-3}$ m/s, dan pada node 1135 kurva warna ungu adalah $5.577 E^{-3}$ m/s, sehingga percepatan pergerakan tanah yang terjadi dengan pemadatan getaran dengan jarak 10 meter adalah $5.577E^{-3}$ di titik 1135.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.95 Velocities Arah X

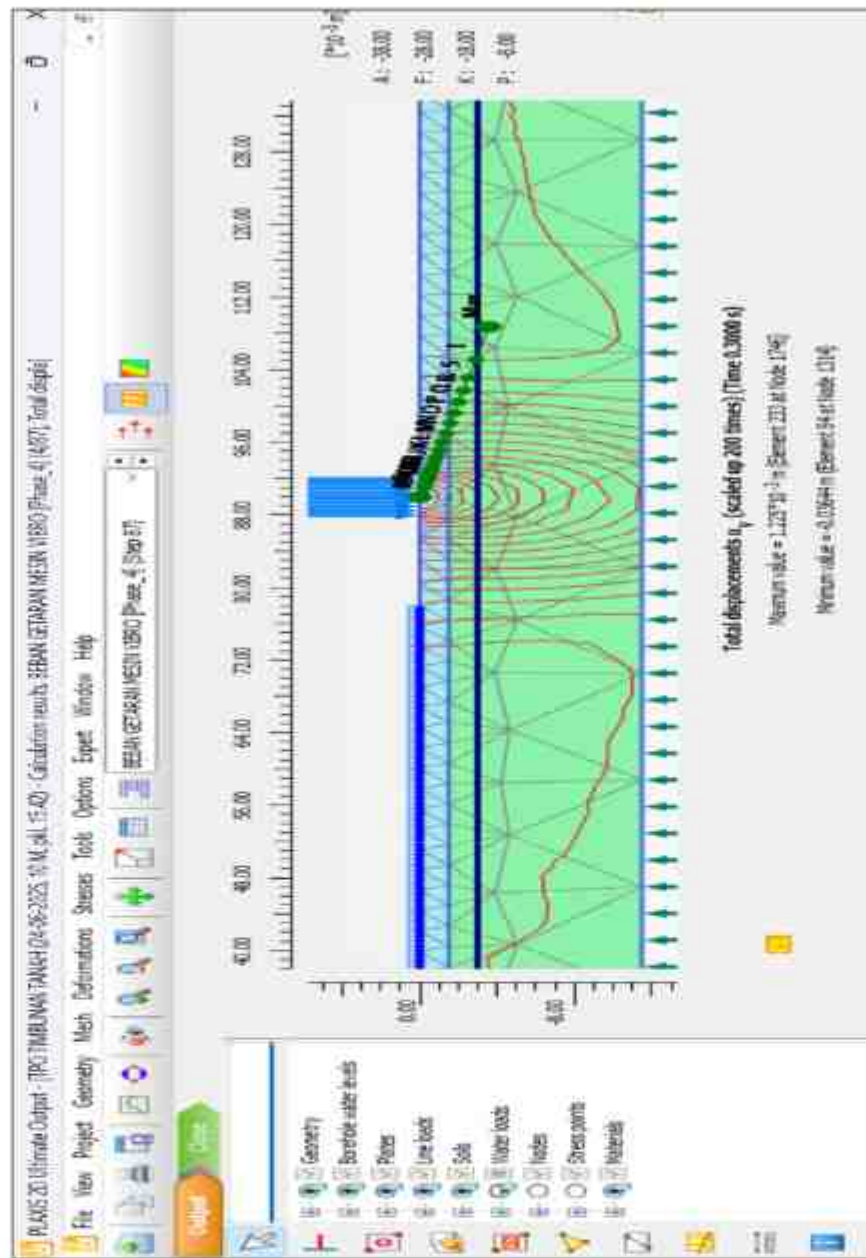
Arah pergerakan beban getaran menuju ke bawah seperti ditunjukkan gambar di bawah.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.96 Grafik Arah Pergerakan Beban Getaran Pemadatan Jarak 10 Meter

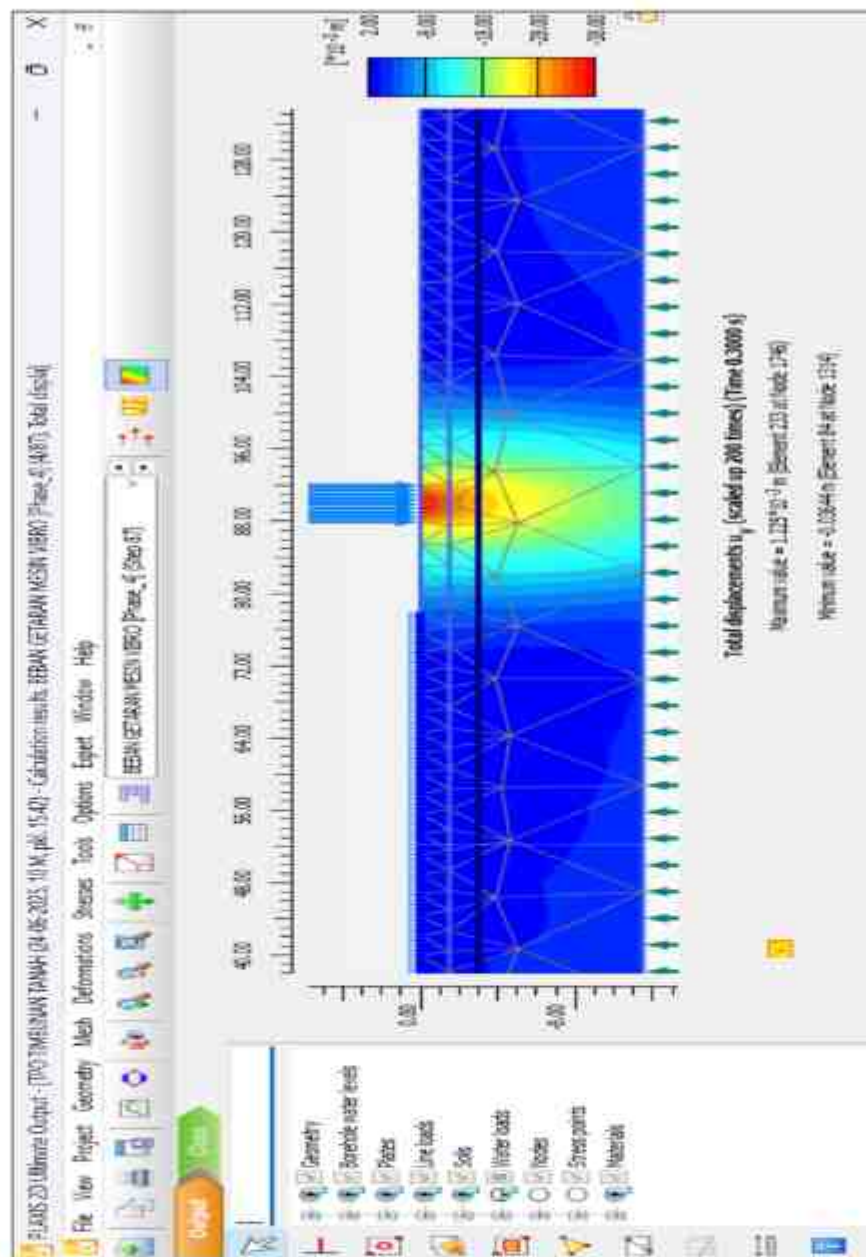
Gambar 4.97 di bawah menunjukkan kontur pergerakan tanah akibat getaran pemadatan dari hasil perhitungan plaxis 2D.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.97 Garis Kontur Pergeseran Beban Getaran Pemadatan Jarak 10

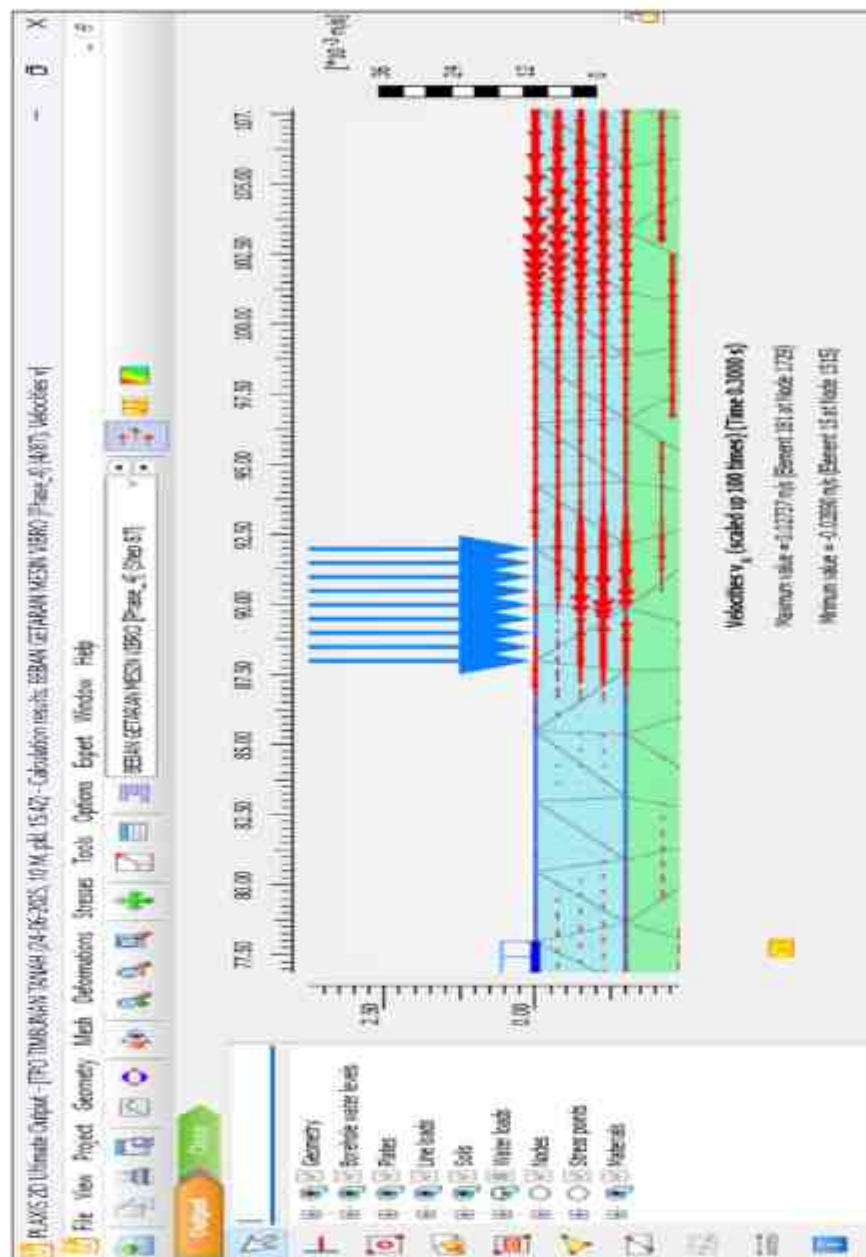
Gambar di bawah menunjukkan visualisasi tegangan, regangan, displacement, tekanan air dari hasil perhitungan plaxis 2D.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.98 Tampilan Warna Hasil Perhitungan Pergerakan Beban Cetaran Pemasatan Jarak 10 Meter

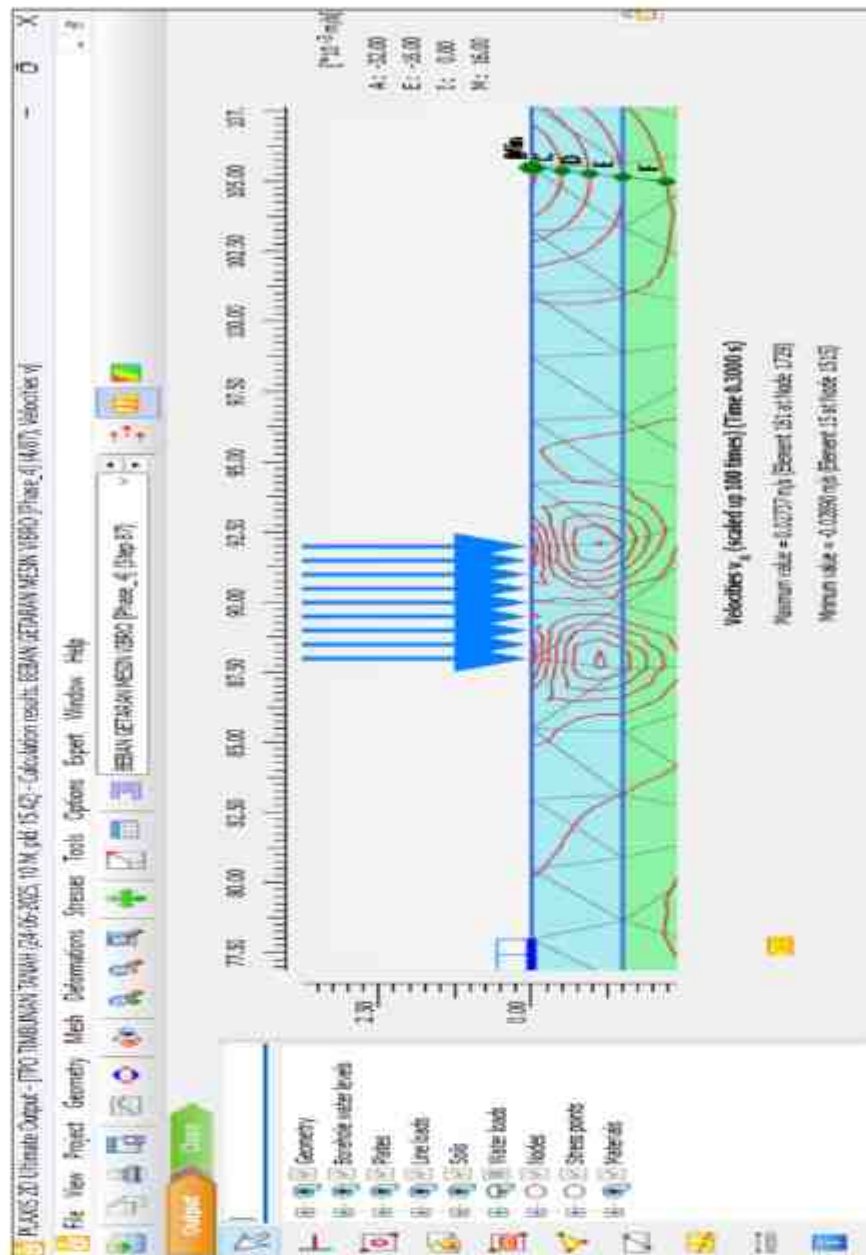
Gambar di bawah menunjukkan velocity (kecepatan dan arah pergerakan) dari beban getaran akibat getaran yaitu sebesar 0.02737 m/s ke arah X maksimum dan 0.02890 m/s ke arah X minimum.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.99 Arah Pergerakan Tanah Akibat Beban Getaran Pemadatan (Velocities Arah X)

Gambar 4.100 di bawah menunjukkan kontur velocities tanah ke arah X akibat getaran pemadatan dari hasil perhitungan plaxis 2D.



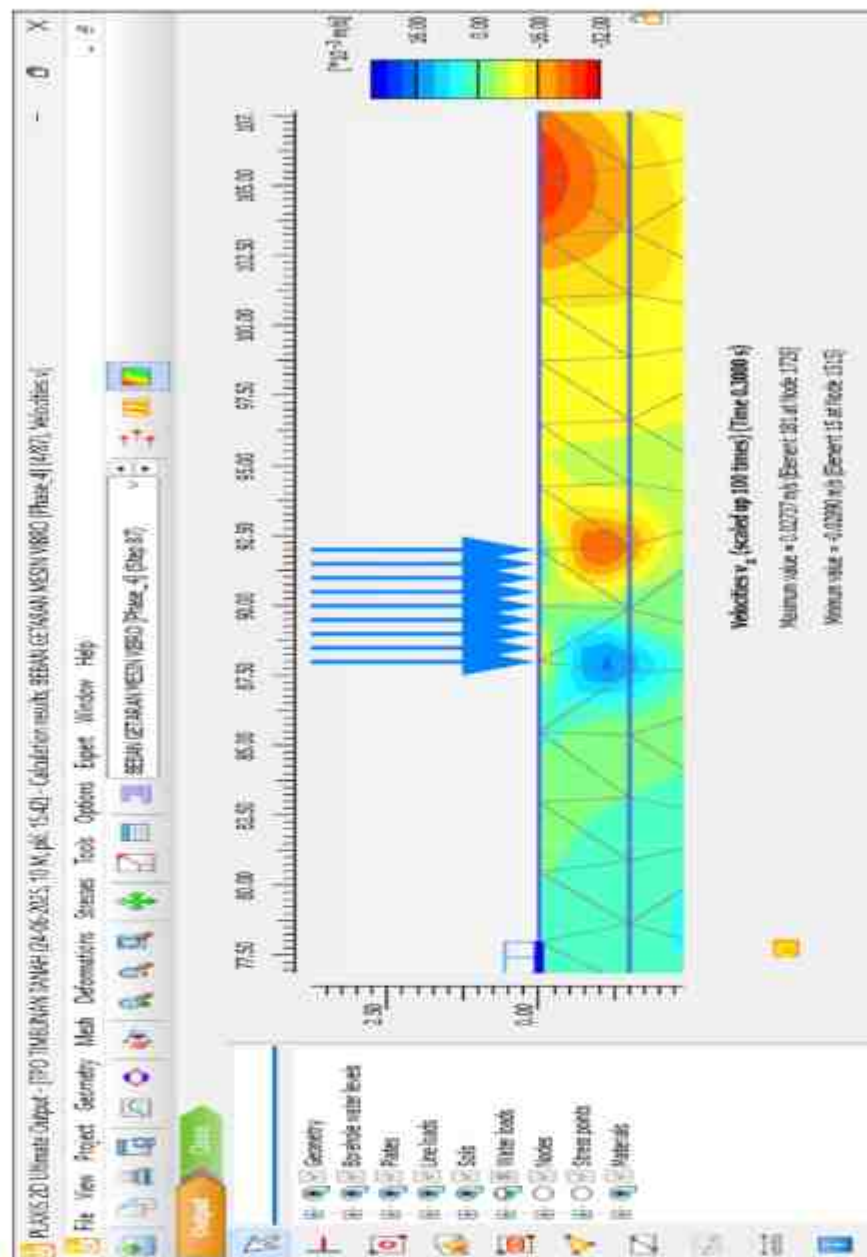
Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.72 Garis Kontur Velocities Arah X Akibat Getaran Pemadatan

Gambar di bawah menunjukkan shading velocities tanah ke arah X akibat getaran pemadatan dari hasil perhitungan plaxis 2D.

Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.100 Garis Kontur Velocities Arah X Akibat Getaran Pemadatan

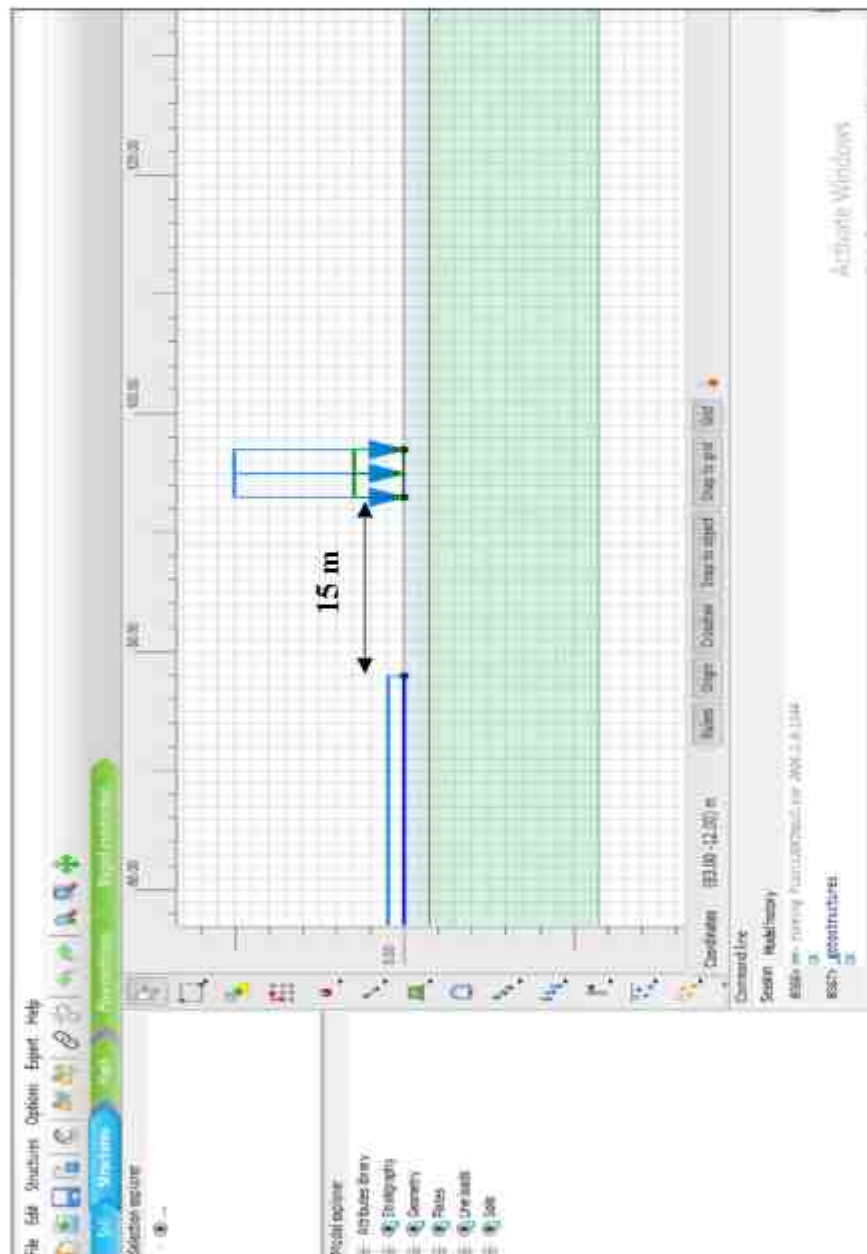


Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.101 Tampilan Wama Velocities Arah X Akibat Pergerakan Beban Getaran (Shadings)

4.14 Simulasi Pemadatan Jarak 15 Meter Dari Bangunan

Dengan alur penginputan yang sama seperti jarak getaran pemadatan tanah terhadap bangunan 0.5 meter dan 5 meter maka untuk jarak pemadatan 15 meter didapat hasil seperti pembahasan berikut.



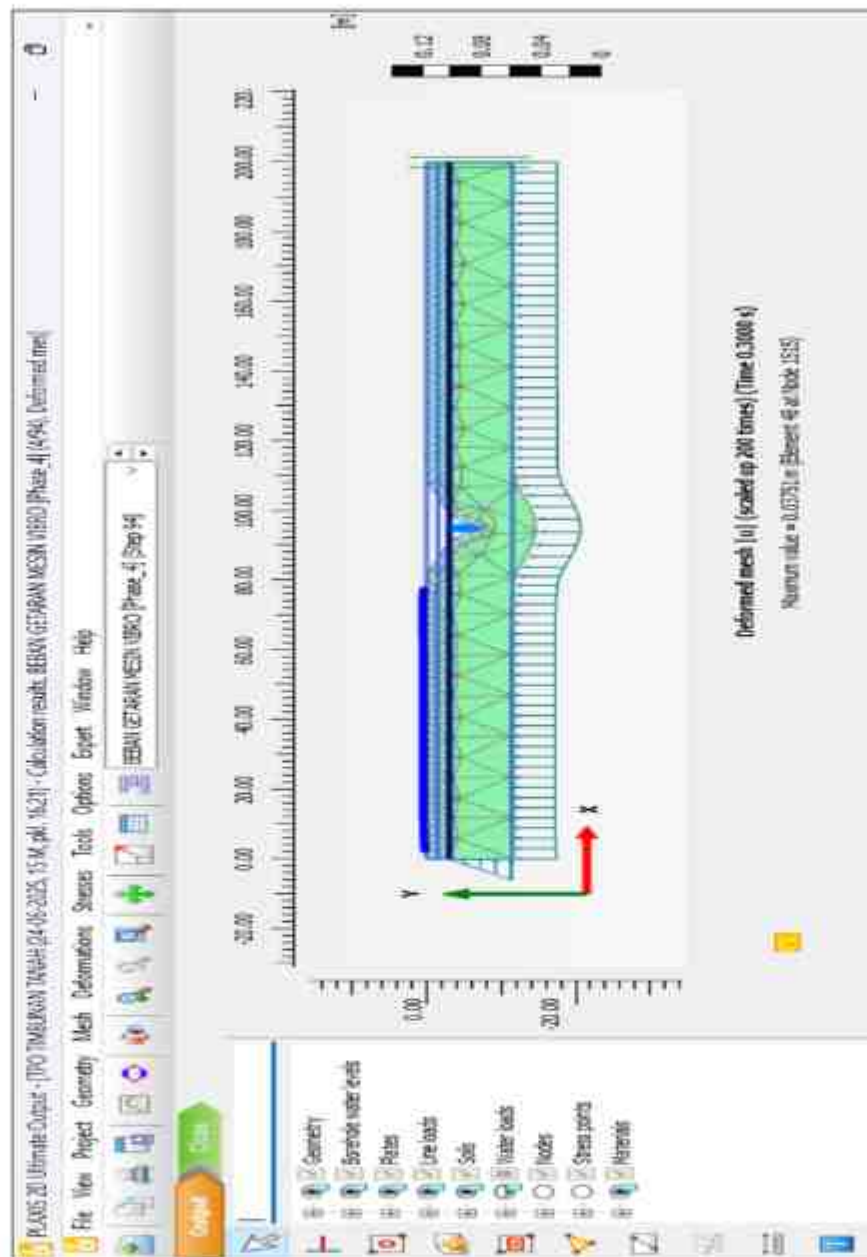
Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.74 Pemodelan Bangunan Jarak 15 Meter

Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.102 Pemodelan Jarak Pemadatan 15 Meter

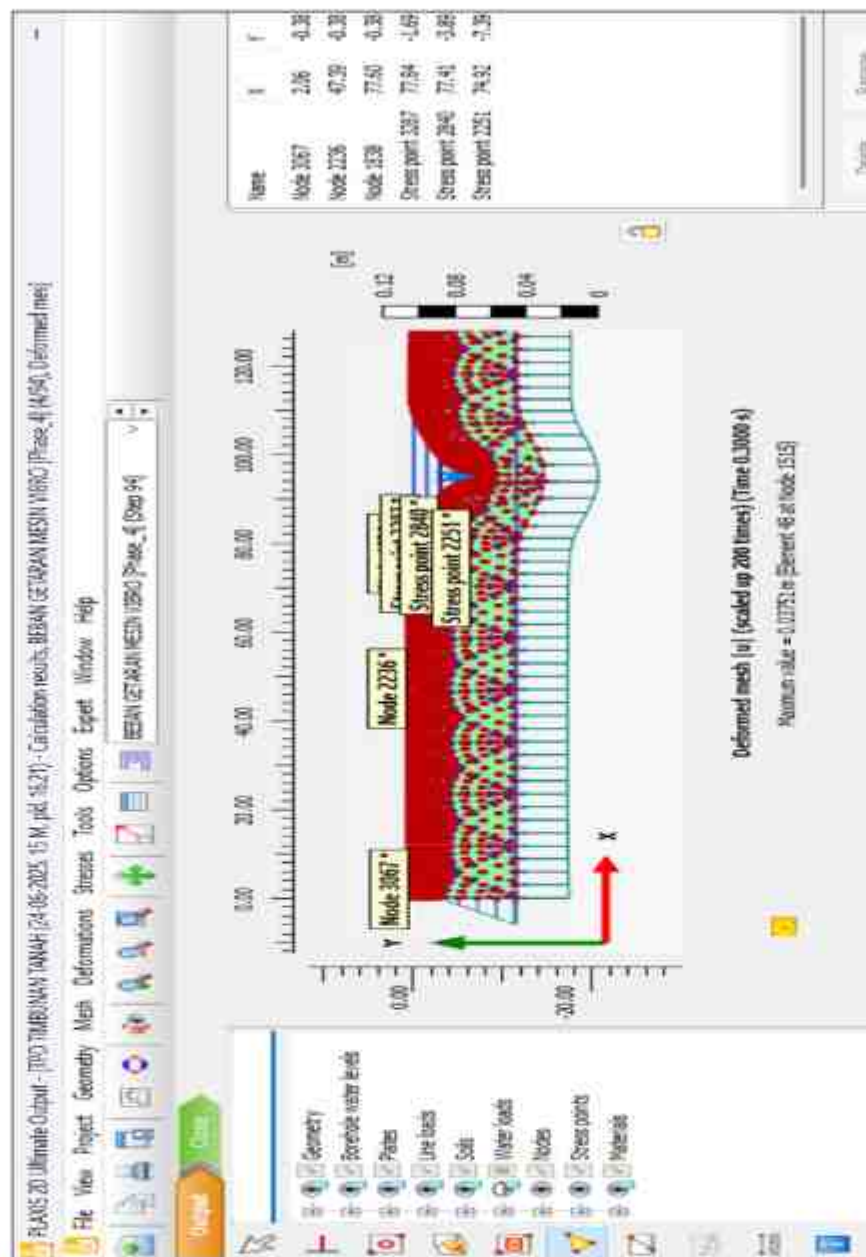
Gambar 4.103 di bawah menunjukkan pemodelan hasil perhitungan jarak 15 Meter dari bangunan.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.103 Model Hasil Perhitungan Beban Getaran Pematatan Jarak 15 Meter

Gambar di bawah menunjukkan meshing hasil perhitungan untuk mengetahui deformasi akibat getaran pada node 3067, node 2236 dan node 1838.

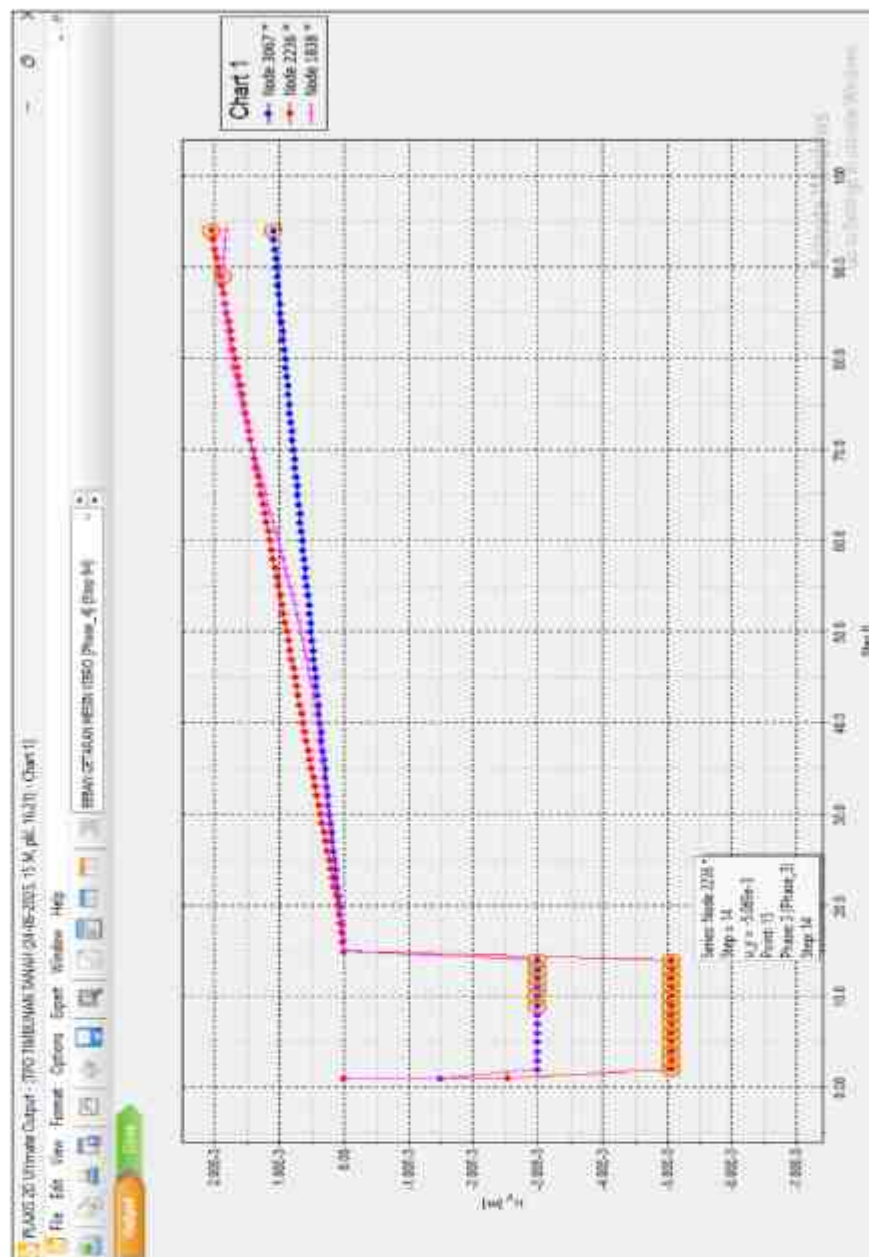


Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.104 Model Mesh Perhitungan Beban Getaran Pemadatan Jarak 15 Meter

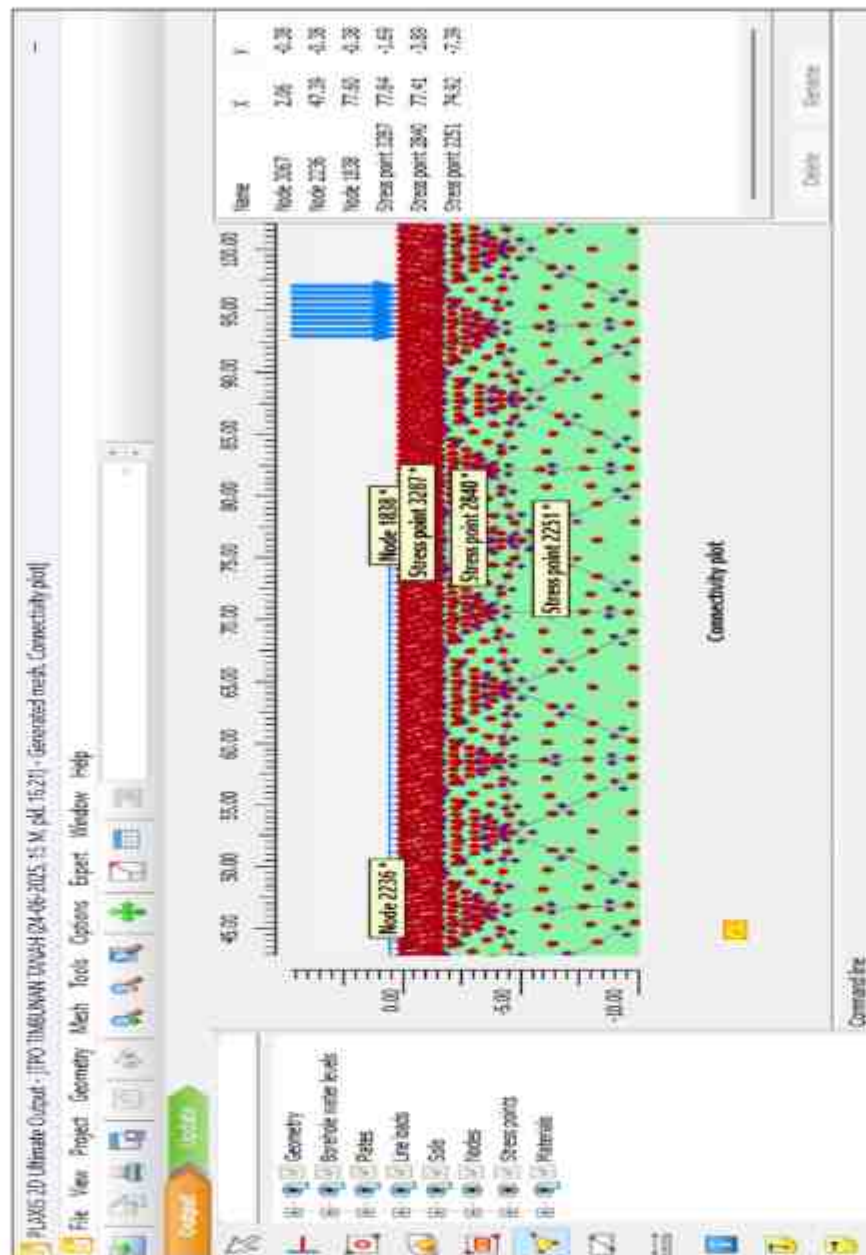
4.14.1 Deformasi Tanah Pada Pemadatan Jarak 15 Meter

Berdasarkan hasil perhitungan aplikasi plaxis 2D didapat deformasi akibat pemadatan getaran pada node 3067 kurva warna biru adalah 0.301 cm, pada node 2236 kurva warna merah adalah 0.507 cm dan pada node 1838 kurva warna ungu adalah 0.299 cm, sehingga deformasi maksimum terjadi pada node 2236.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.105 Grafik Deformasi Beban Getaran Pemadatan Jarak 15 Meter

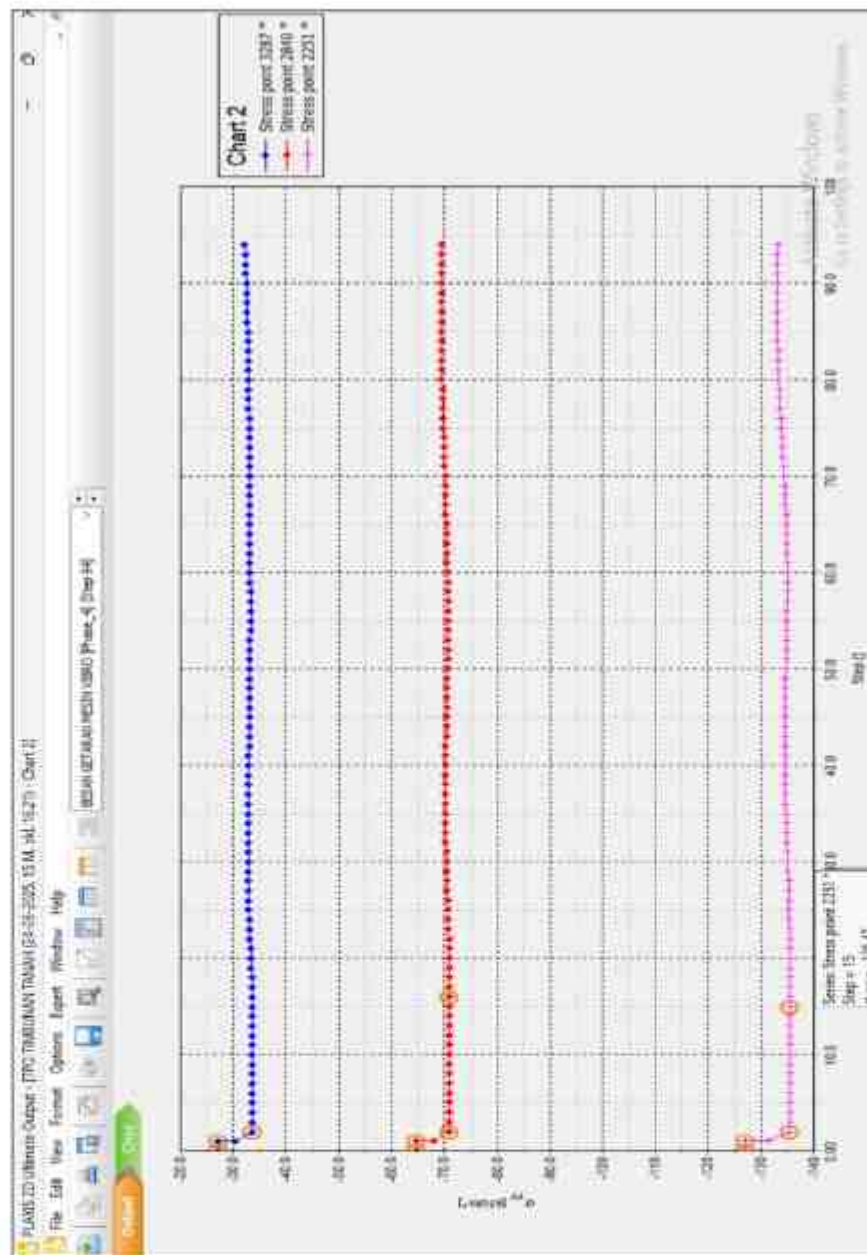


Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.106 Titik Pengamatan Tegangan Tanah Getaran Pemadatan Jarak 15 Meter

4.14.2 Tekanan Tanah Pada Pemadatan Jarak 15 Meter

Berdasarkan hasil perhitungan aplikasi plaxis 2D didapat tekanan tanah akibat pemadatan getaran pada titik 3287 kurva warna biru sebesar 30.469 kN/m², titik 2840 kurva warna merah adalah 71.028 kN/m², dan titik 2251 kurva warna ungu besar tekanannya adalah 135.47 kN/m², sehingga tekanan terbesar yang terjadi pada tanah dengan jarak pemadatan getaran 15 meter dari bangunan adalah di titik 2251 sebesar 135.47 kN/m².

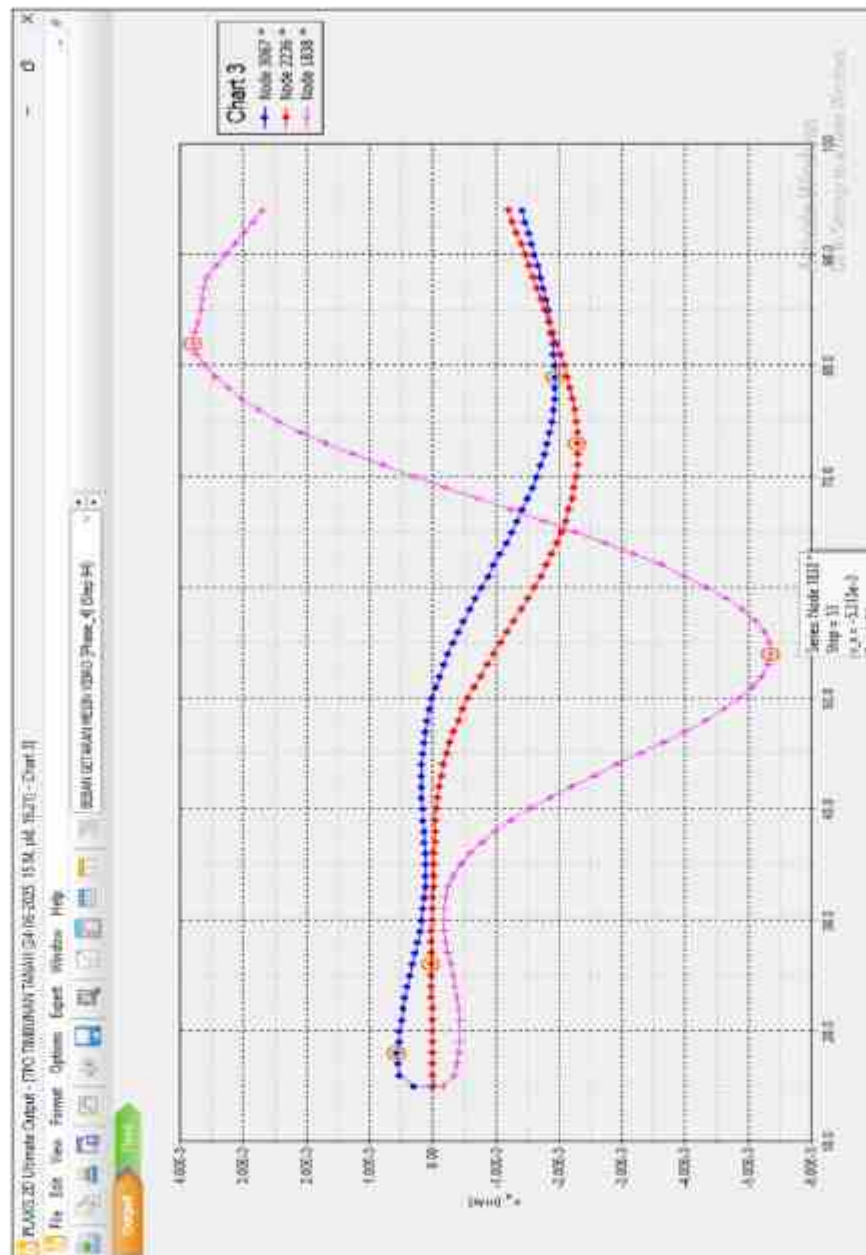


Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.107 Grafik Titik Pengamatan Tekanan Tanah Getaran Pemadatan Jarak 15 Meter

4.14.3 Percepatan Pergerakan Tanah Pada Pemadatan Jarak 15 Meter

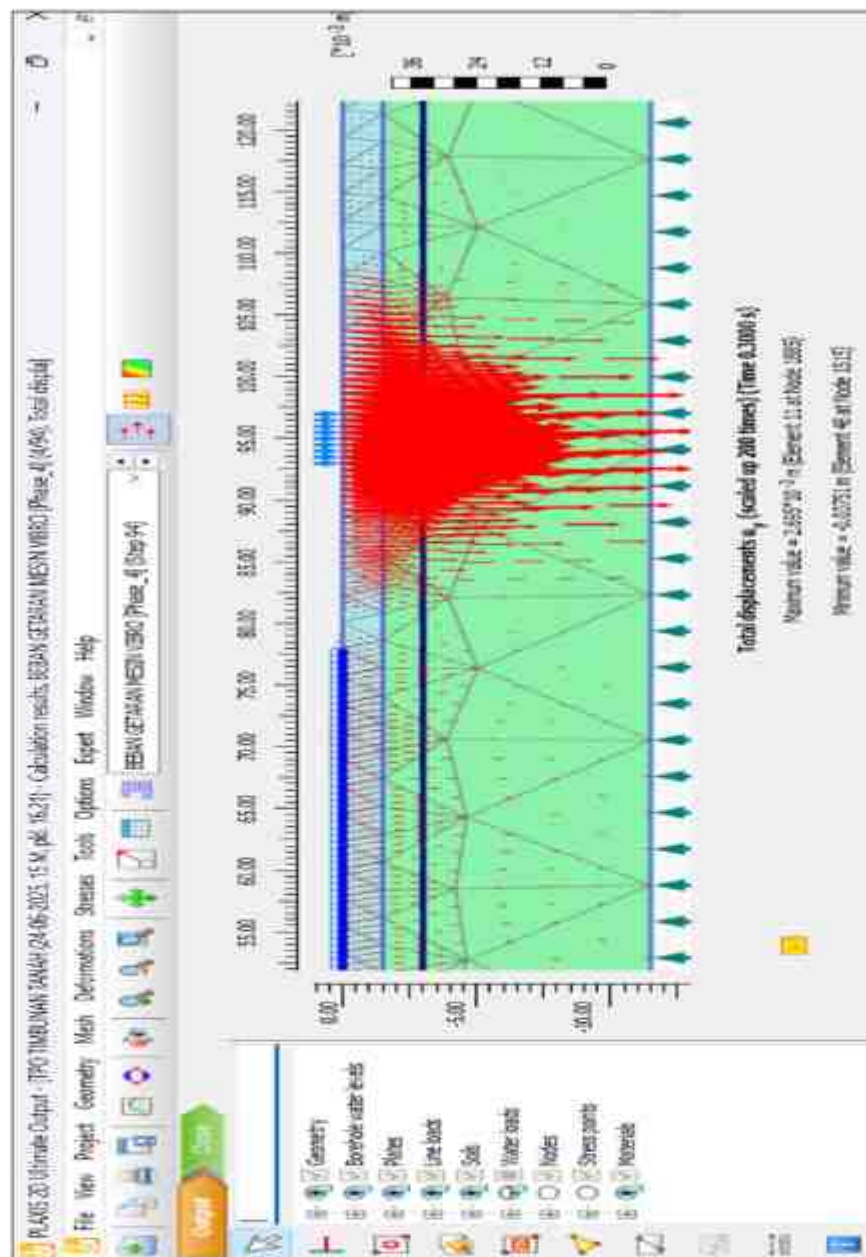
Percepatan pergerakan (velocities) Node 3067 kurva warna biru adalah velocities $1.946E^{-3}$ m/s, node 2236 kurva warna merah adalah $2.297E^{-3}$ m/s, dan node 1838 kurva warna ungu adalah $5.352E^{-3}$ m/s, sehingga percepatan pergerakan tanah yang terjadi pada pemadatan dengan jarak 15 meter sebesar $5.352E^{-3}$ m/s di node 1838.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.108 Velocities Arak X

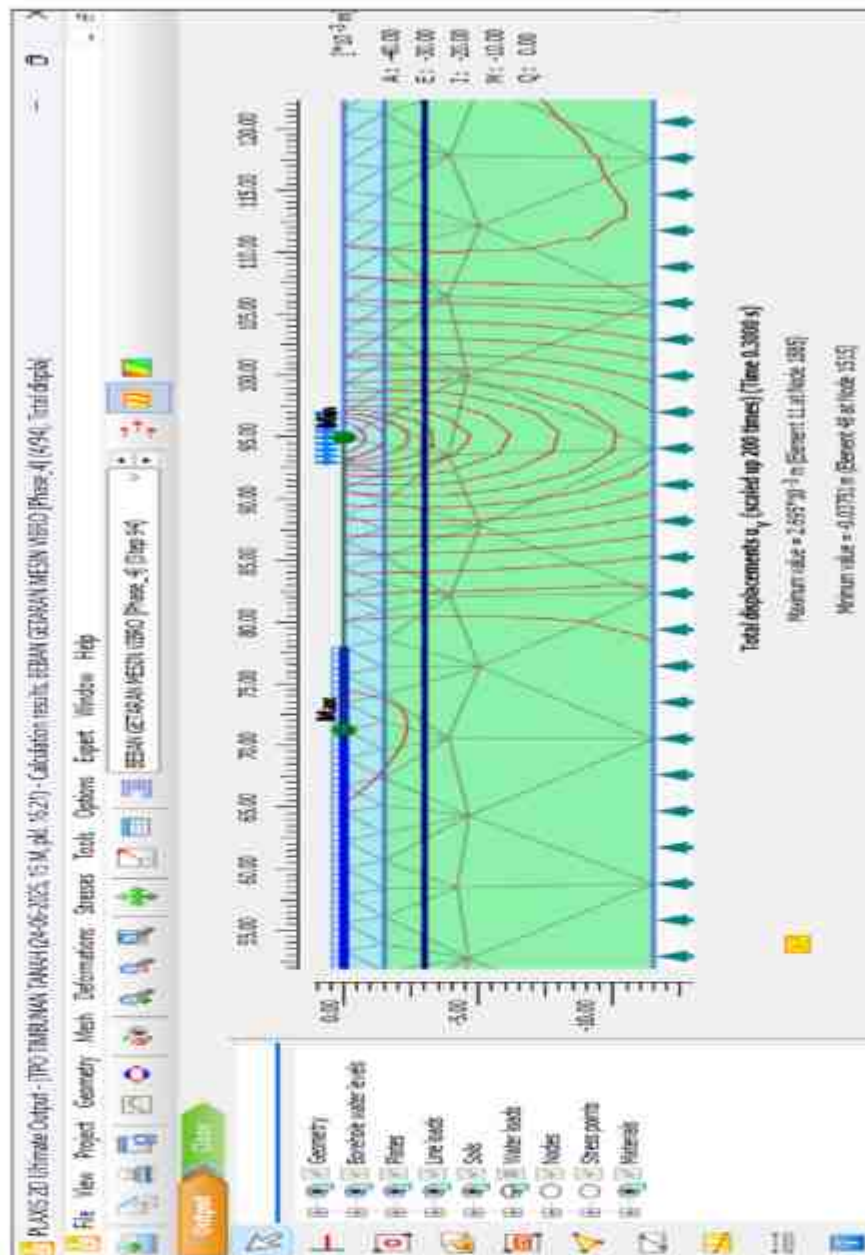
Arah pergerakan beban getaran menuju ke bawah seperti ditunjukkan gambar 4.109 di bawah.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.109 Grafik Arah Pergerakan Deformasi Beban Getaran Pemadatan Jarak 15

Gambar 4.110 di bawah menunjukkan kontur pergerakan tanah akibat getaran pemadatan dari hasil perhitungan plaxis 2D. Dilihat dari garis kontur gambar 4.106 bahwa garis kontur berwarna merah tidak terdapat di bawah area Gudang, garis kontur hanya terdapat pada area mesin vibro roller, pada hasil perhitungan di node 1885 percepatan pergerakan maksimum tanah sebesar $2.695E^{-3}$ m dan pergerakan minimum pada node 1515 adalah 0.03751 m.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

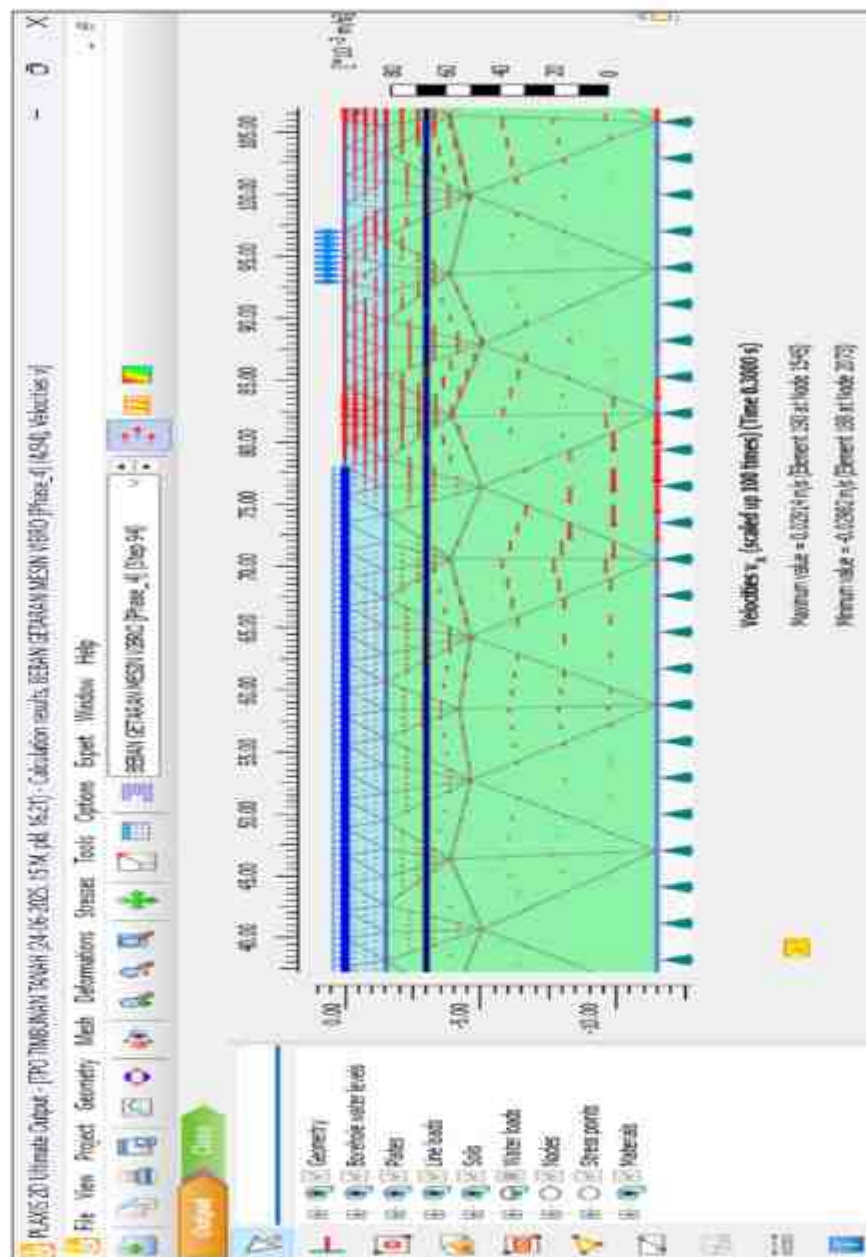
Gambar 4.110 Garis Kontur Arah Pergerakan Deformasi Beban Getaran Pemadatan

Gambar 4.111 di bawah menunjukkan visualisasi tegangan, regangan, displacement, tekanan air dari hasil perhitungan plaxis 2D.



Gambar 4.111 Tampilan Warna Arah Pergerakan Deformasi Beban Getaran Pemadatan Jarak 15 Meter

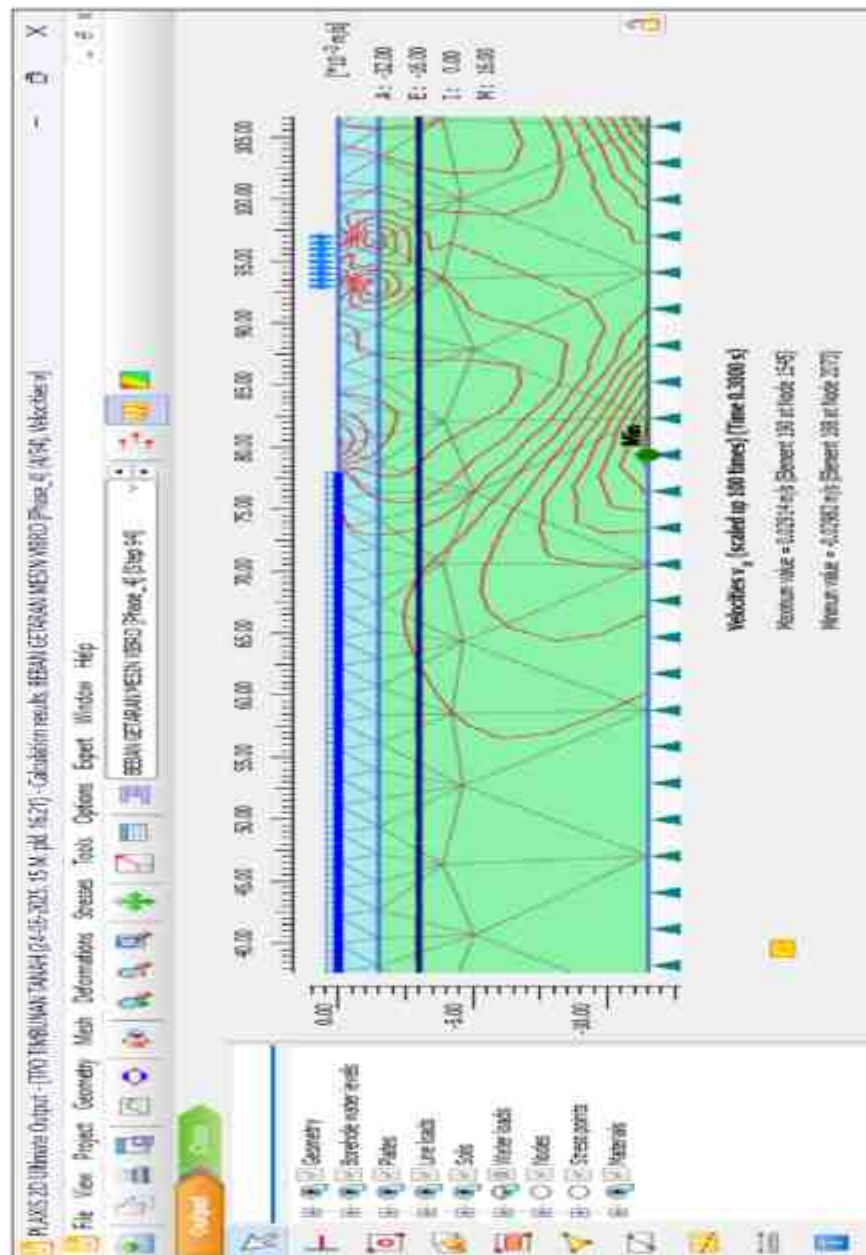
167



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.112 Arah Pergerakan Akibat Beban Getaran Pemadatan Jarak 15 Meter (Velocities Arah X)

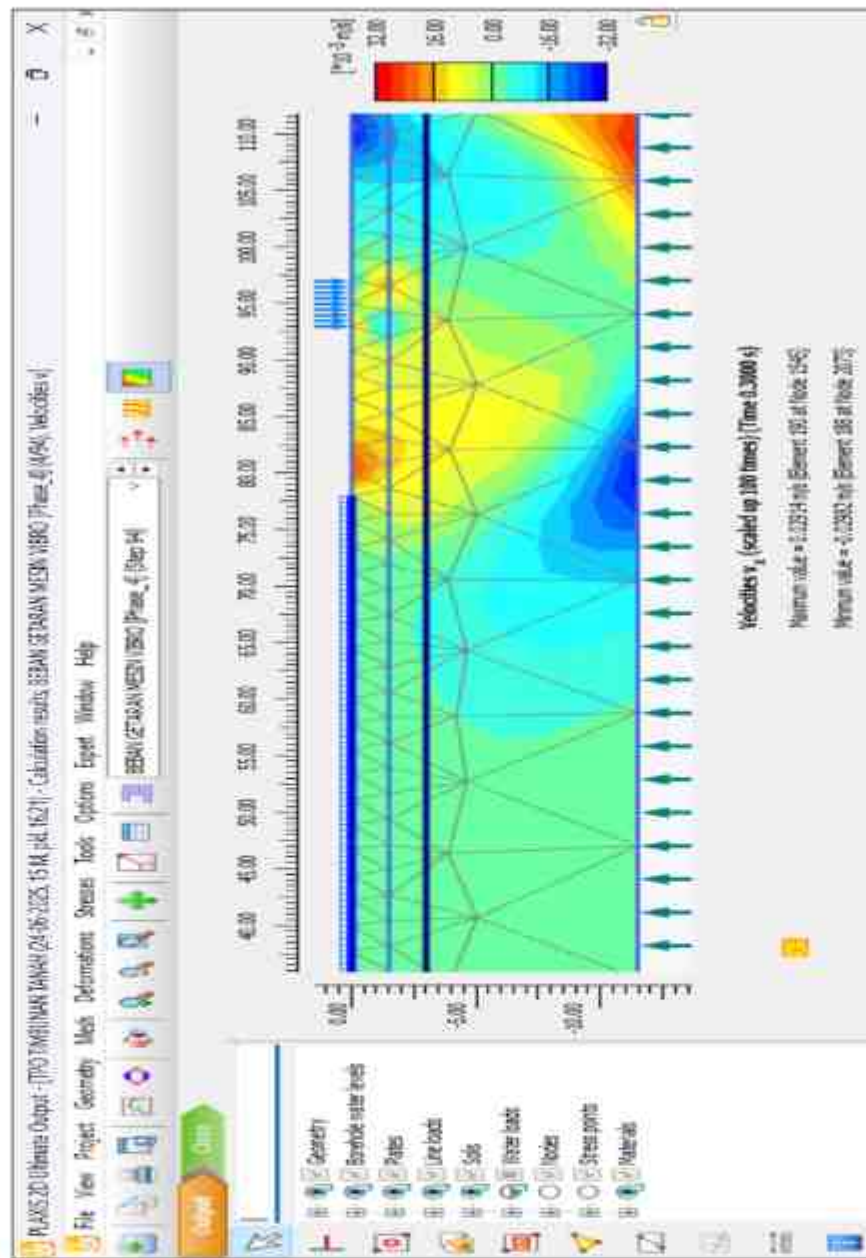
Gambar 4.113 di bawah menunjukkan kontur velocities tanah ke arah x akibat getaran pemadatan dari hasil perhitungan plaxis 2D.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.113 Garis Kontur Velocities Arah X Akibat Getaran Pemadatan

Gambar 4.114 di bawah menunjukkan shading velocities tanah ke arah x akibat getaran pemadatan dari hasil perhitungan plaxis 2D.

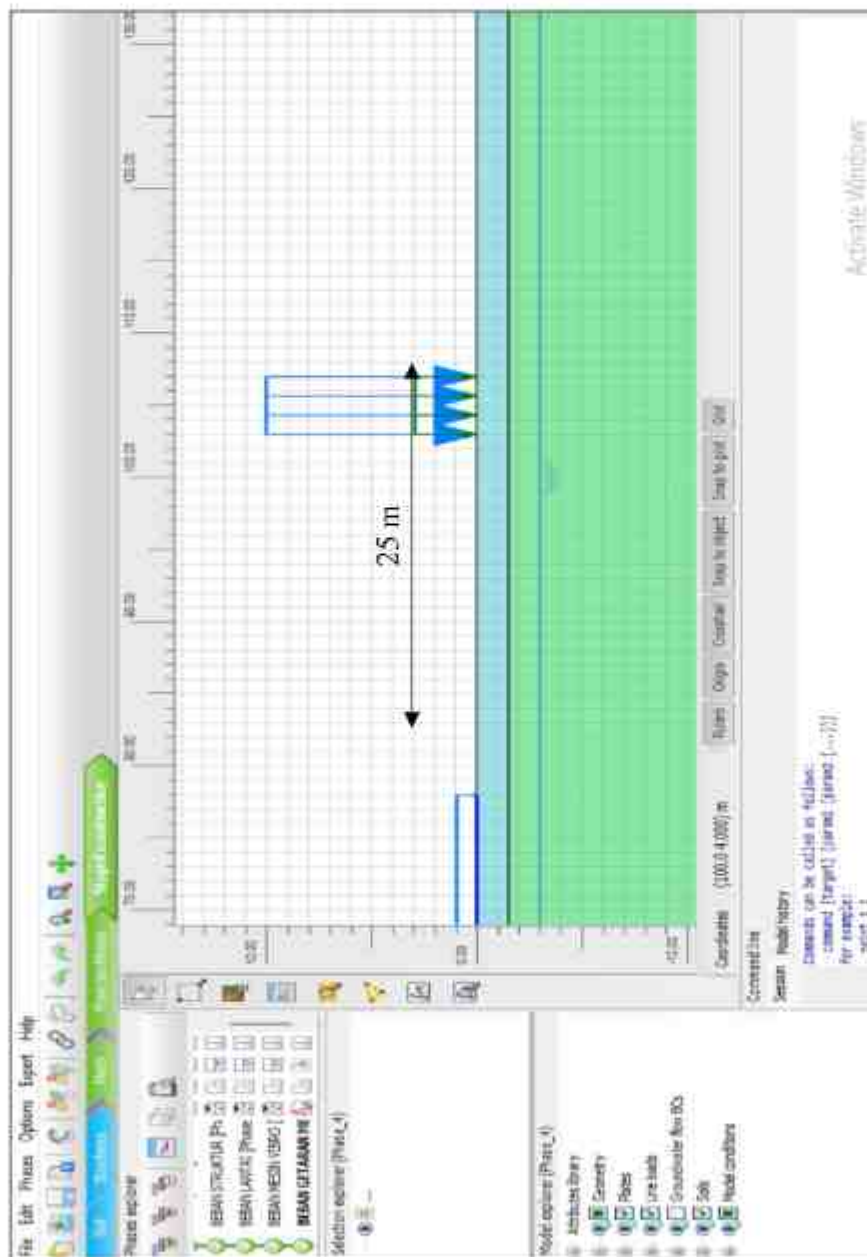


Sumber: Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.114 Tampilan Warna Velocities Arah X Akibat Pergerakan Beban Getaran (Shadings)

4.15 Simulasi Pemadatan Jarak 25 Meter Dari Bangunan

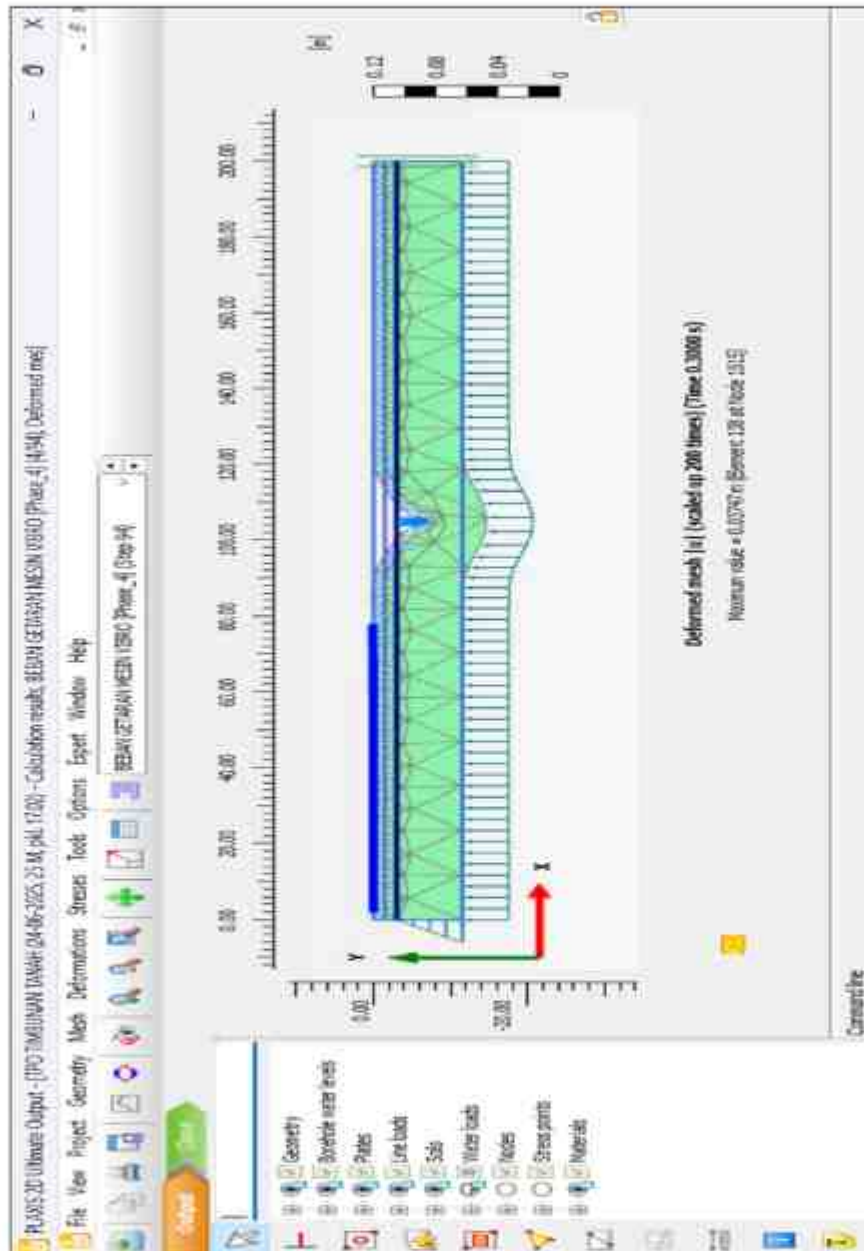
Dengan alur penginputan yang sama seperti jarak getaran pemadatan tanah terhadap bangunan 0.5 meter dan 5 meter maka untuk jarak pemadatan 25 meter didapat hasil seperti pembahasan berikut.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.115 Pemodelan Pemadatan Jarak 25 Meter

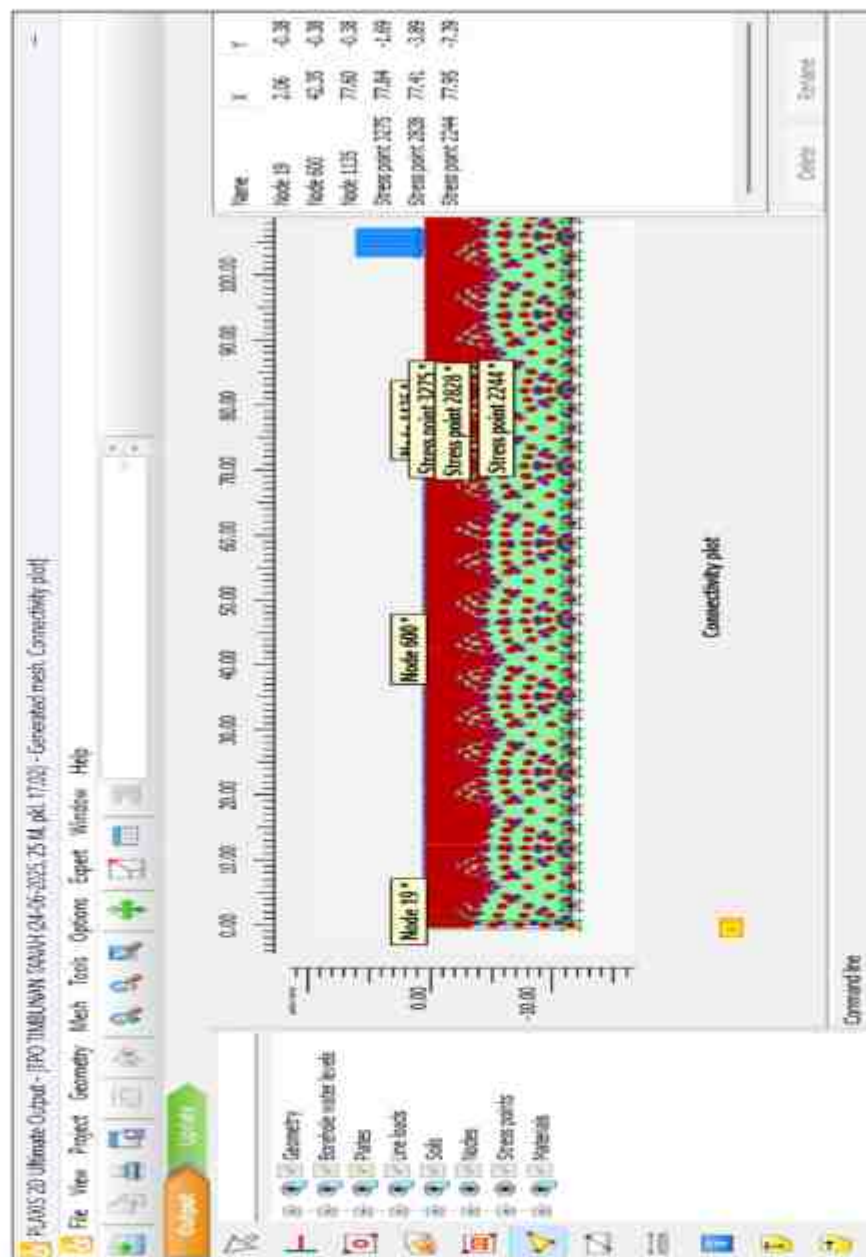
Gambar 4.116 di bawah menunjukkan pemodelan hasil perhitungan jarak 25 Meter dari bangunan.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.116 Model Hasil Perhitungan Beban Geteran Pemadatan Jarak 25 M eter

Gambar 4.117 di bawah menunjukkan meshing hasil perhitungan untuk mengetahui deformasi akibat getaran pada node 19, node 600 dan node 1135.

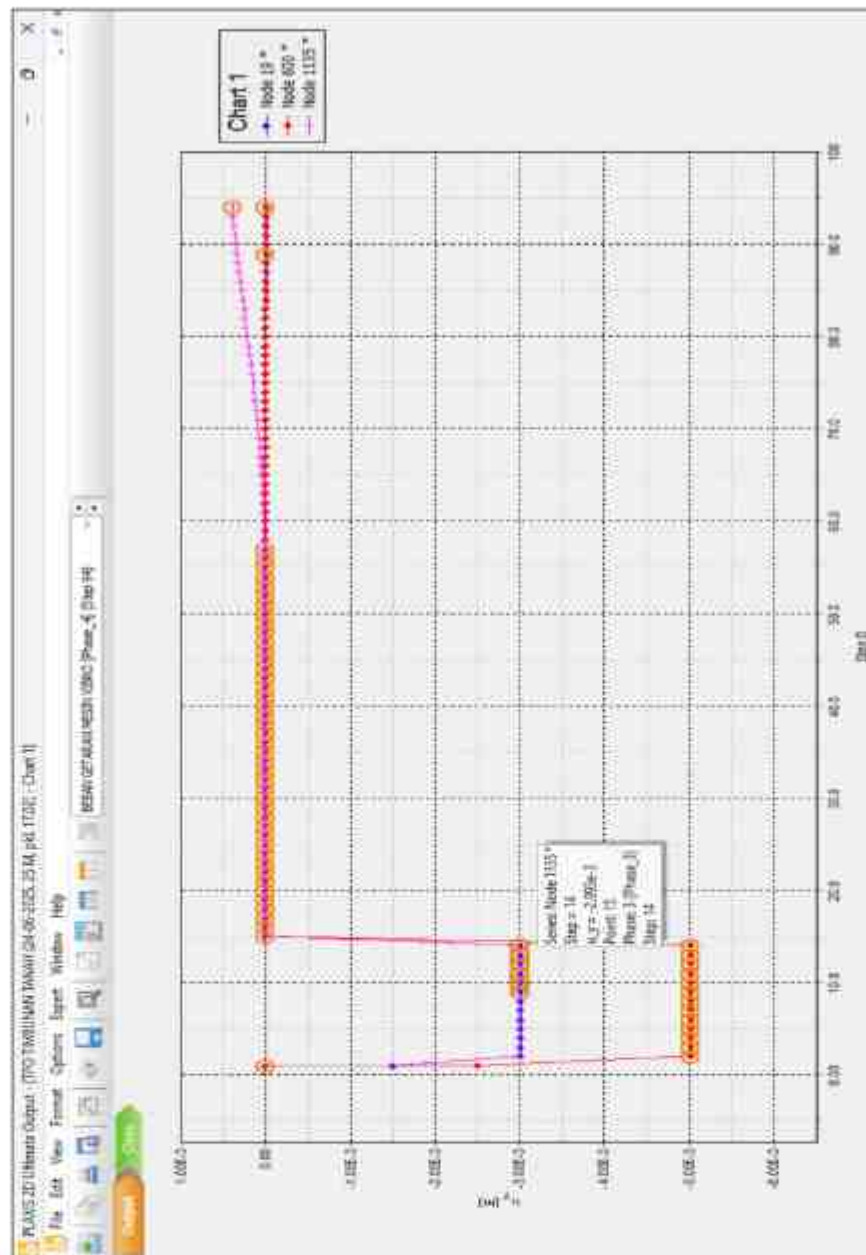


Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.117 Model Hasil Mesh Perhitungan Beban Getaran Pemadatan Jarak 25 Meter

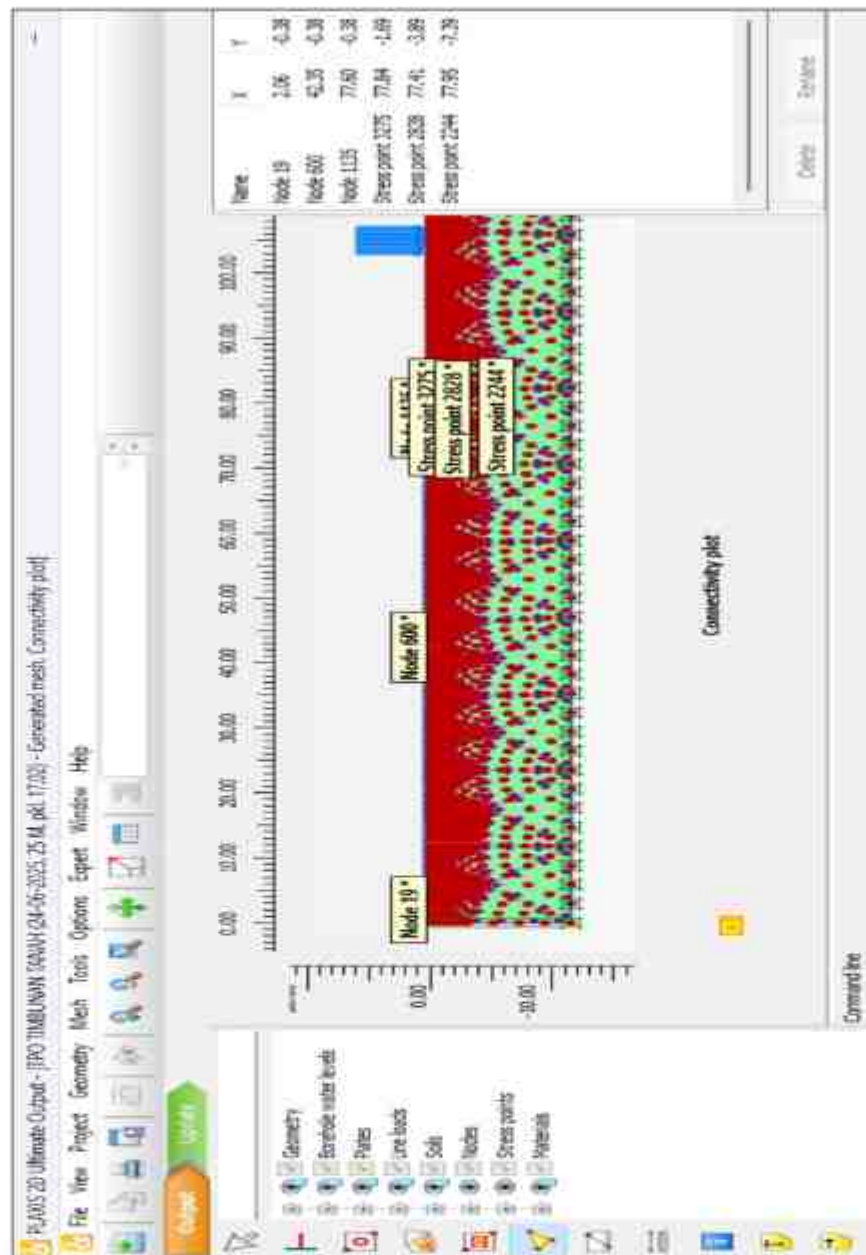
4.15.1 Deformasi Tanah Pada Pemadatan Jarak 25 Meter

Berdasarkan hasil perhitungan aplikasi plaxis 2D didapat deformasi penurunan akibat getaran pemadatan di node 19 kurva warna biru adalah 0.3006 cm, penurunan di node 600 kurva warna merah adalah 0.5014 cm dan penurunan di node 1135 kurva warna ungu adalah 0.2993 cm, sehingga penurunan yang terjadi pada jarak pemadatan 25 meter adalah di node 1135 yaitu 0.2993 cm.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.118 Grafik Deformasi Perhitungan Beban Getaran Pemudatan Jarak 25 Meter

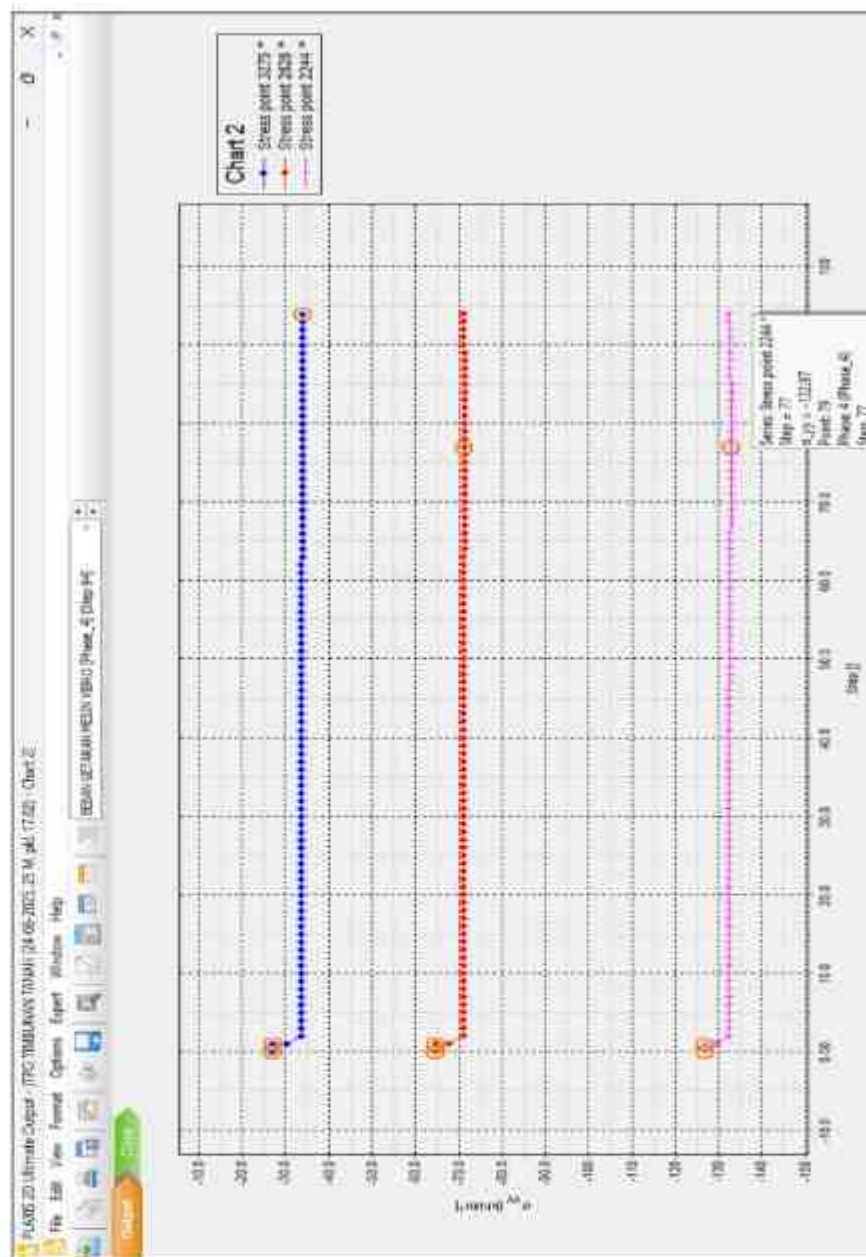


Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.119 Titik Pengamatan Tegangan Tanah Beban Getaran Pemadatan Jarak 25

4.15.2 Tekanan Tanah Pada Pemadatan Jarak 25 Meter

Berdasarkan hasil perhitungan aplikasi plaxis 2D didapat tekanan tanah akibat pemadatan getaran pada titik 3275 kurva warna biru sebesar 34.116 kN/m², titik 2828 kurva warna merah adalah 71.351 kN/m², dan titik 2244 kurva warna ungu besar tekanannya adalah 132.97 kN/m², sehingga tekanan tanah terbesar yang terjadi pada tanah di bawah lantai Gudang pada jarak pemadatan getaran 25 adalah 132.97 kN/m² pada titik 2244.

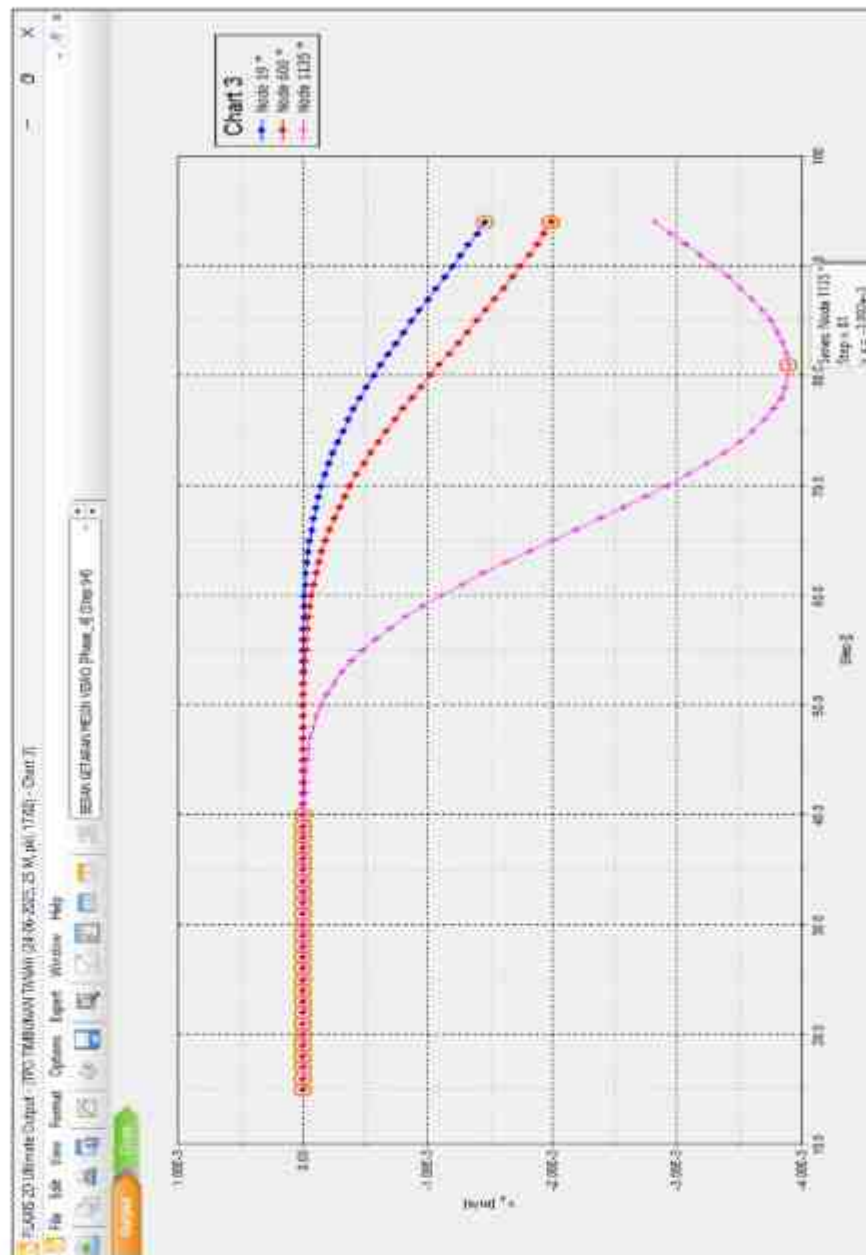


Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.120 Grafik Titik Tekanan Tanah Beban Getaran Pemadatan Jarak 25 Meter

4.15.3 Percepatan Pergerakan Tanah Pada Pemadatan Jarak 25 Meter

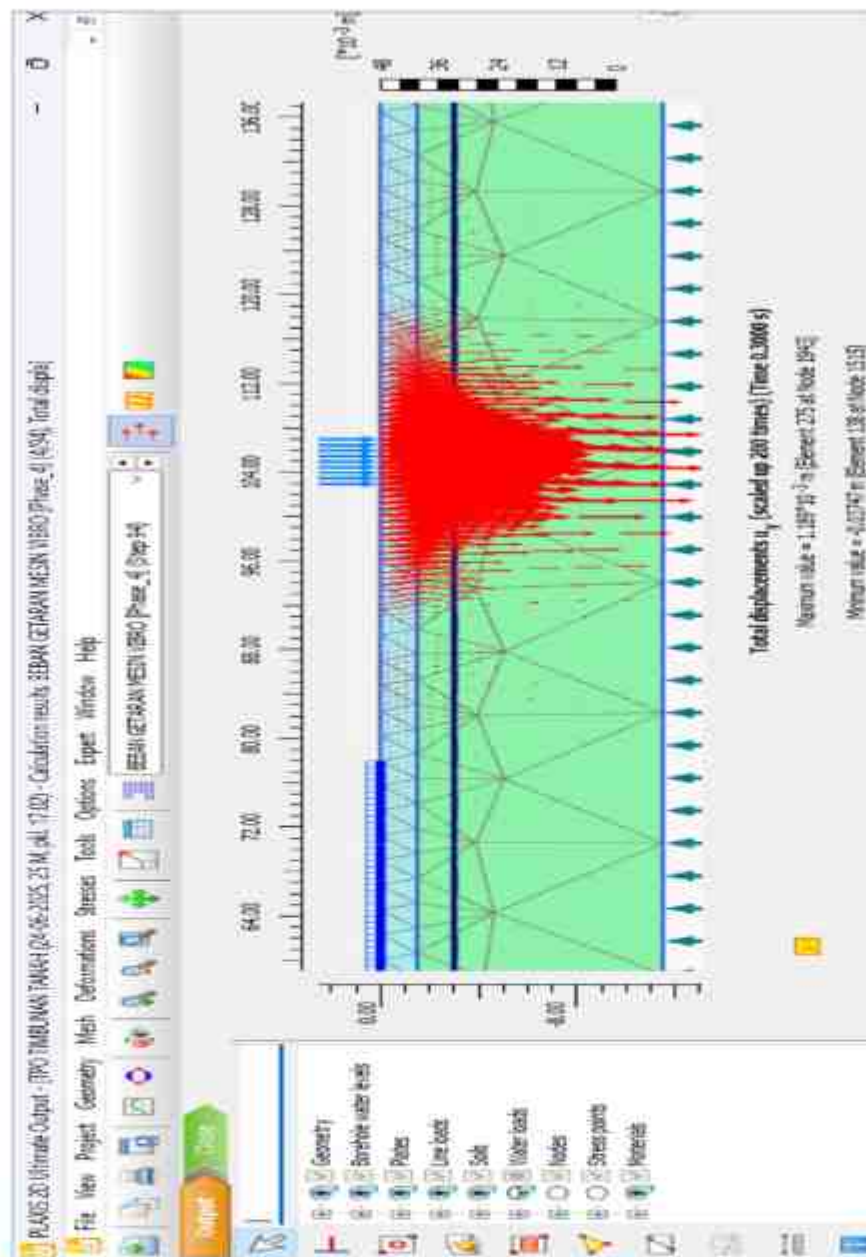
Percepatan pergerakan (velocities) Node 19 kurva warna biru adalah velocities 1.461E^{-3} m/s, node 600 kurva warna merah adalah 1.99E^{-3} m/s, dan node 1135 kurva warna ungu adalah 3.892E^{-3} m/s, sehingga percepatan pergerakan tanah yang terjadi pada pemadatan dengan jarak 25 meter sebesar 3.892E^{-3} m/s di node 1135.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.121 Grafik Velocities Arah X

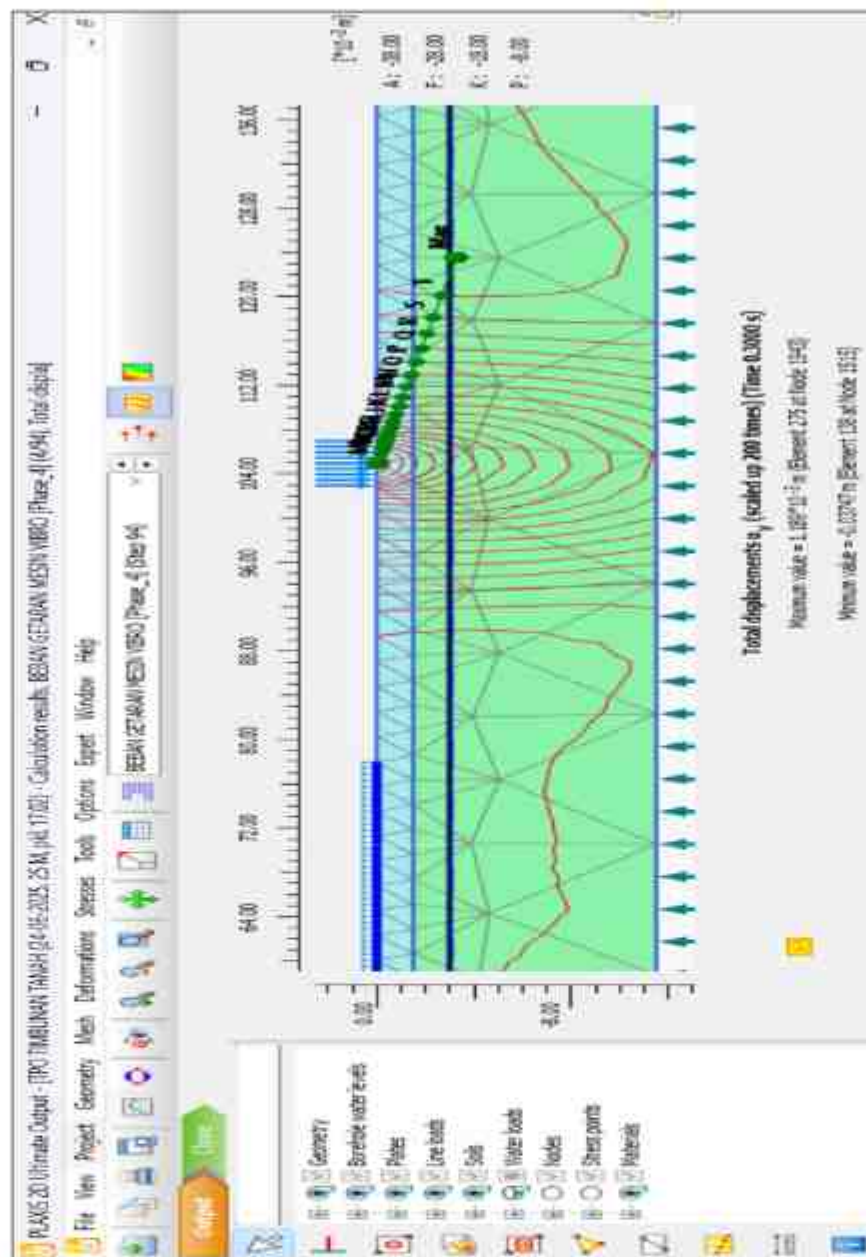
Arah pergerakan beban getaran menuju ke bawah seperti ditunjukkan gambar 4.122 di bawah.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.122 Arah Pergerakan Deformasi Beban Getaran Pemadatan Jarak 25 Meter

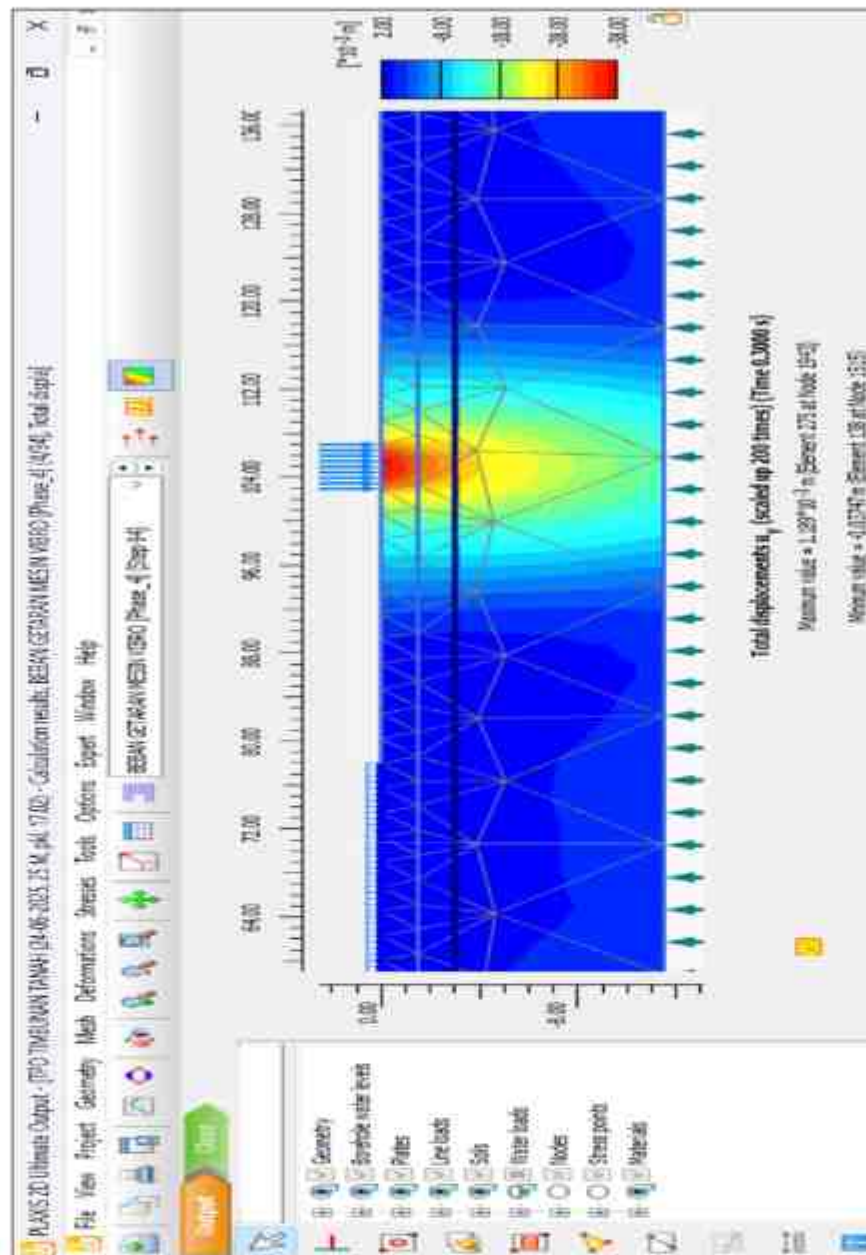
Gambar 4.123 di bawah menunjukkan kontur pergerakan tanah akibat getaran pemadatan dari hasil perhitungan plaxis 2D.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.123 Garis Kontur Pergerakan Deformasi Beban Getaran Pemadatan Jarak 25

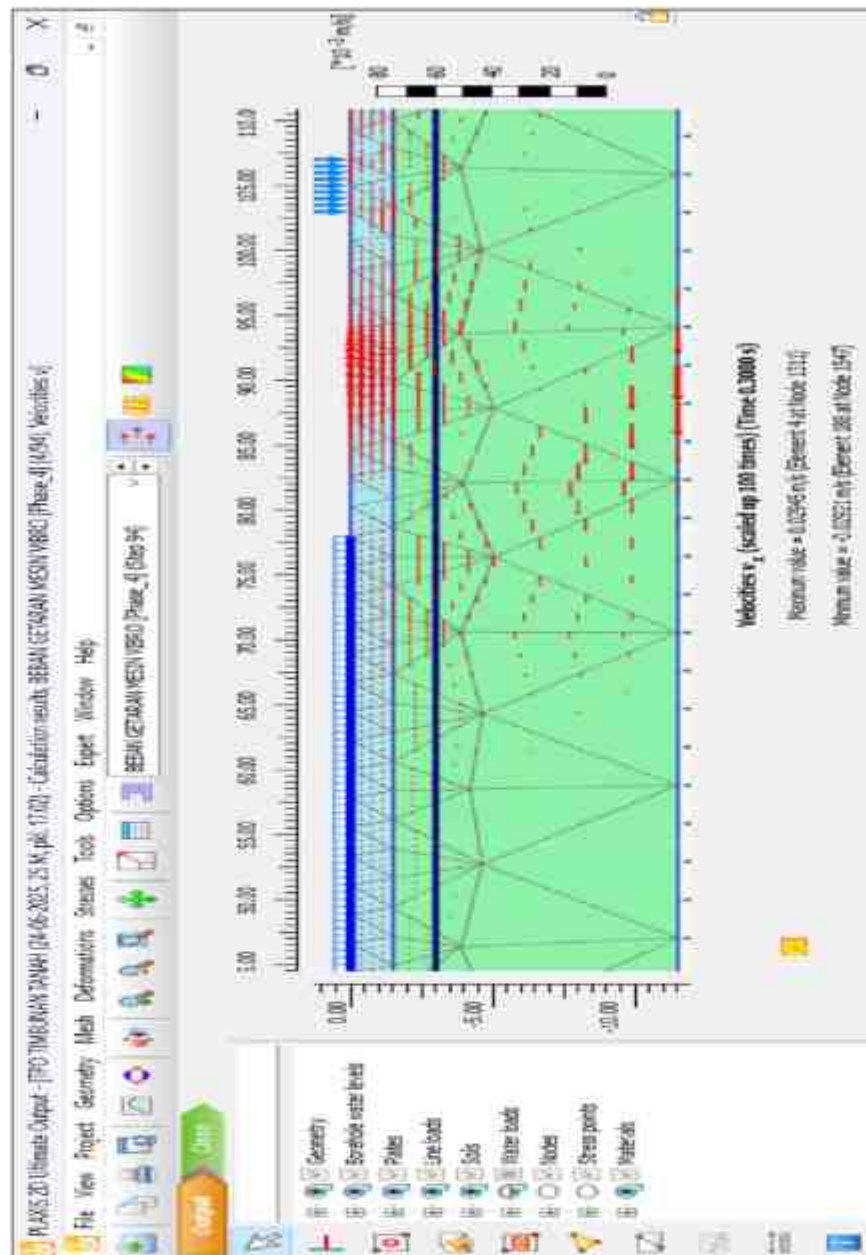
Gambar 4.124 di bawah menunjukkan visualisasi tegangan, regangan, displacement, tekanan air dari hasil perhitungan plaxis 2D.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.124 Tampilan Warna Pergerakan Deformasi Beban Getaran Pemadatan Jarak 25

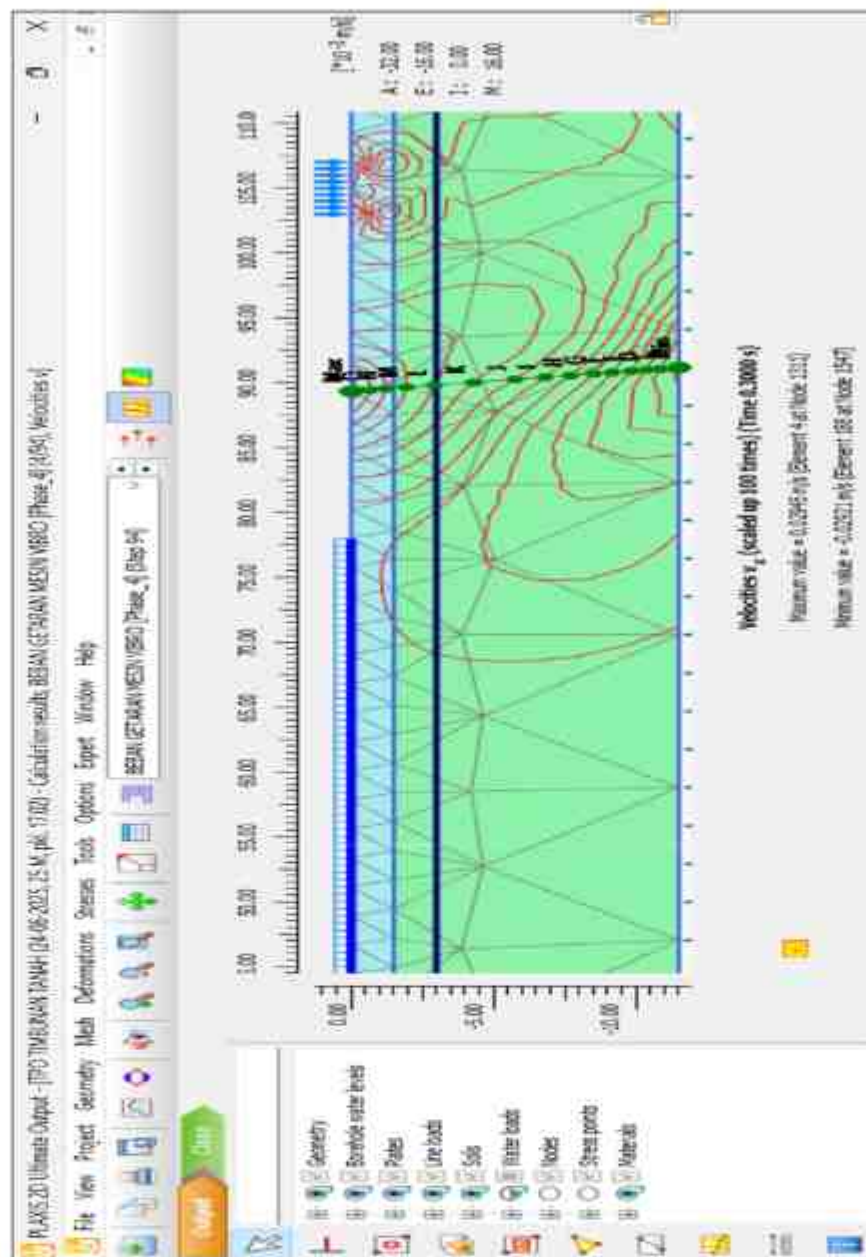
Gambar 4.125 di bawah menunjukkan velocity (kecepatan dan arah pergerakan) dari bebangetaran akibat getaran yaitu sebesar 0.02945 m/s ke arah X maksimum dan 0.02921 m/s ke arah X minimum.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.125 Arah Tanah Akibat Beban Getaran Pemadatan Jarak 25 Meter (Velocities Arah X)

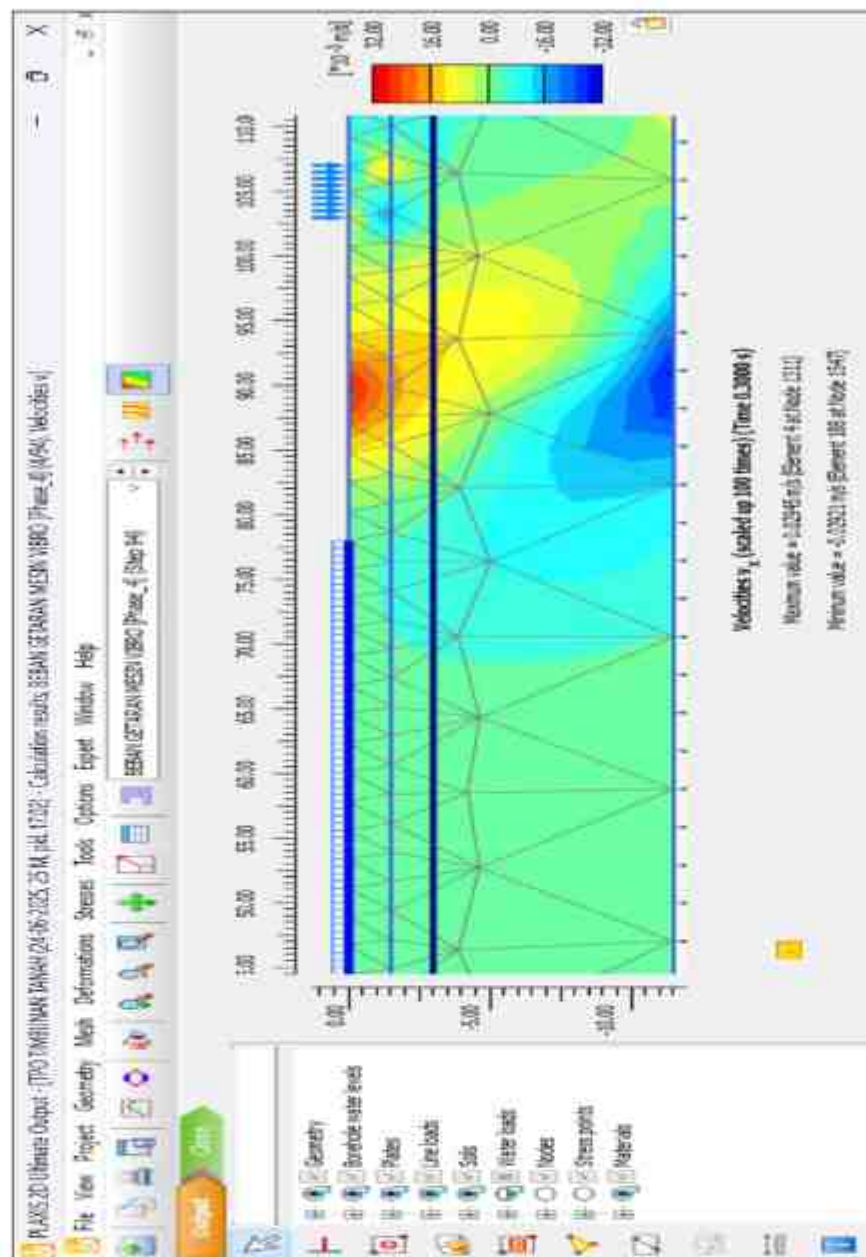
Gambar 4.126 di bawah menunjukkan kontur pergerakan tanah akibat getaran pemadatan dari hasil perhitungan plaxis 2D. Dilihat dari garis kontur tersebut bahwa garis kontur berwarna merah hanya sedikit terdapat di bawah area Gudang, garis kontur banyak terdapat pada area mesin vibro roller, artinya percepatan banyak terjadi di area mesin, pada hasil perhitungan di node 1311 percepatan pergerakan maksimum tanah sebesar 0.02945 m/s.



Sumber: Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.126 Garis Kontur Beban Getaran Pemadatan Jarak 25 Meter (Velocities Arah X)

Gambar 4.217 di bawah menunjukkan shading velocities tanah ke arah x akibat getaran pemadatan dari hasil perhitungan plaxis 2D.

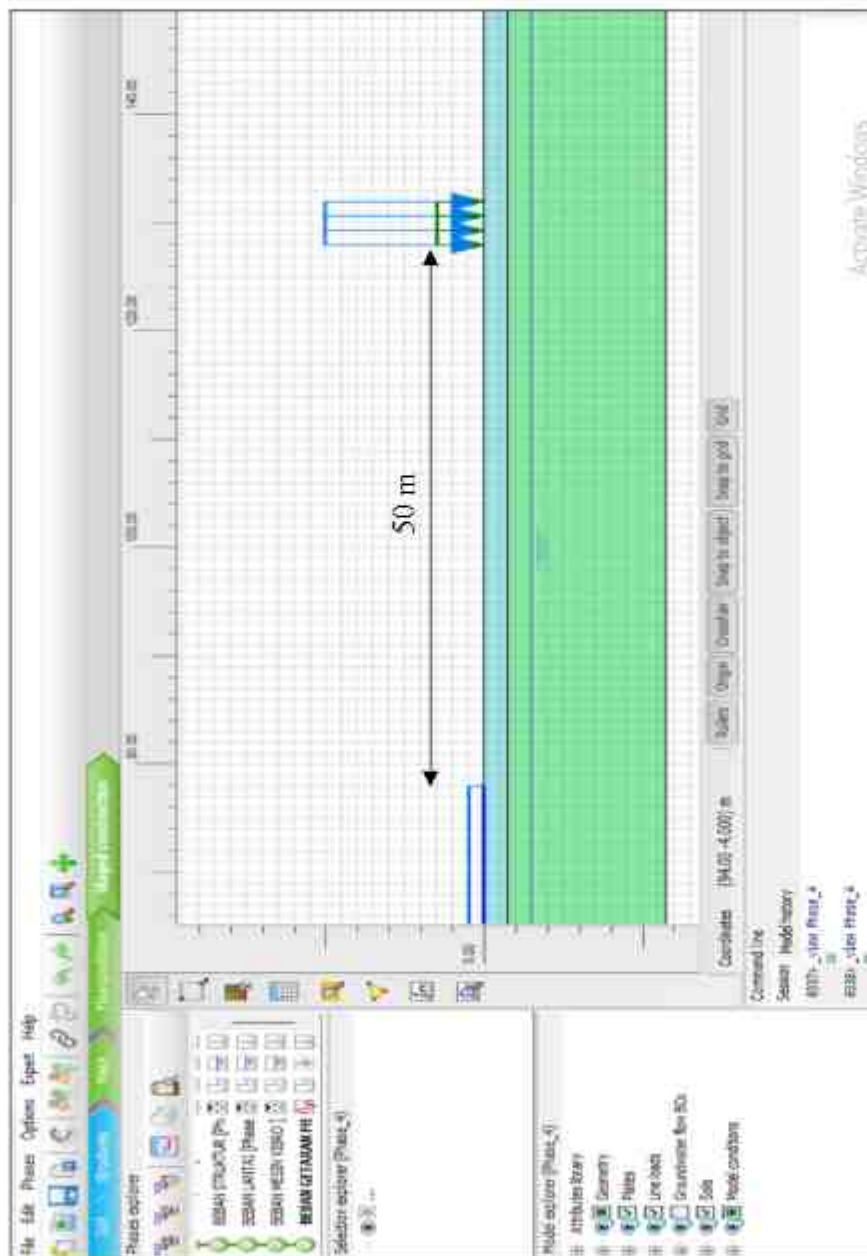


Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.127 Tampilan Warna Beban Getaran Pemadatan Jarak 25 Meter (Velocities Arah X)

4.16 Simulasi Pemadatan Jarak 50 Meter Dari Bangunan

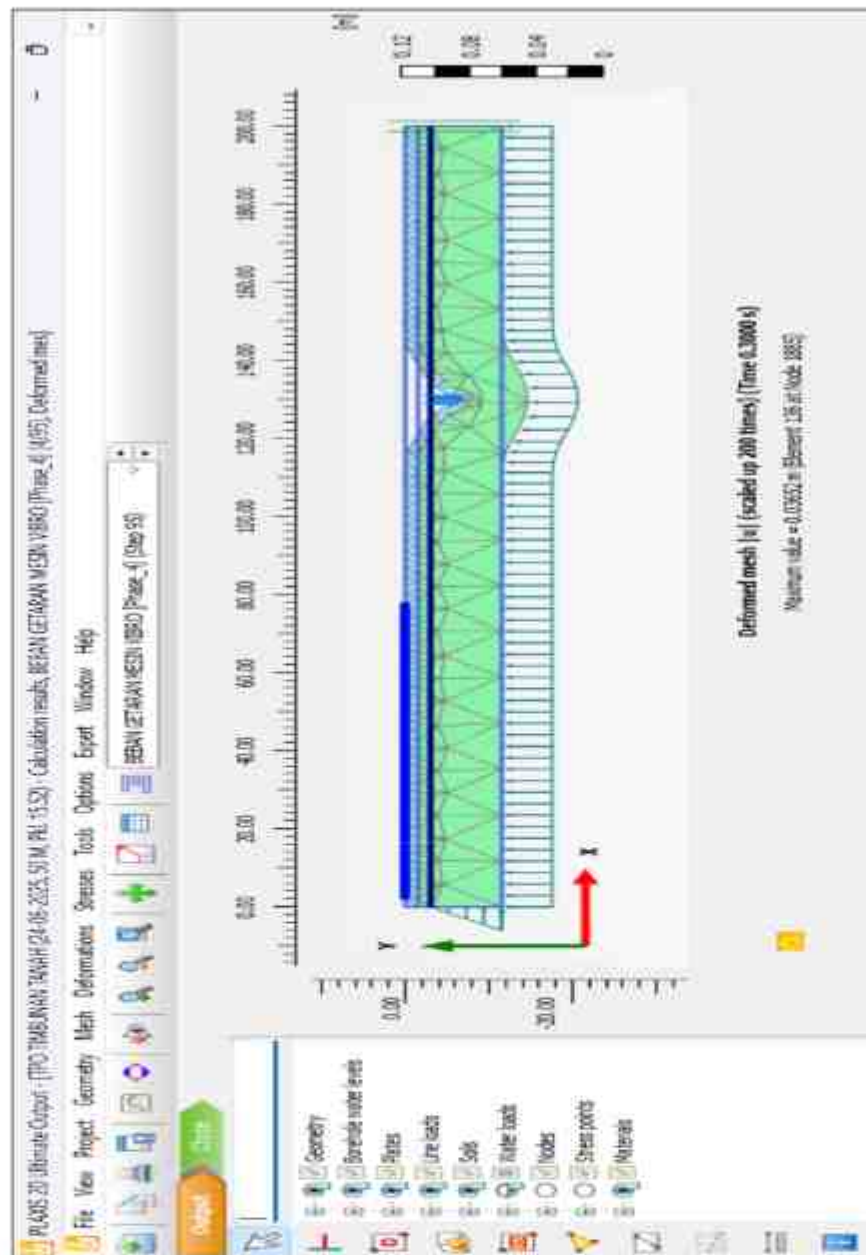
Dengan alur penginputan yang sama seperti jarak getaran pemadatan tanah terhadap bangunan 0.5 meter dan 5 meter maka untuk jarak pemadatan 50 meter didapat hasil seperti pembahasan berikut.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.128 Pemodelan Pemadatan Jarak 50 Meter

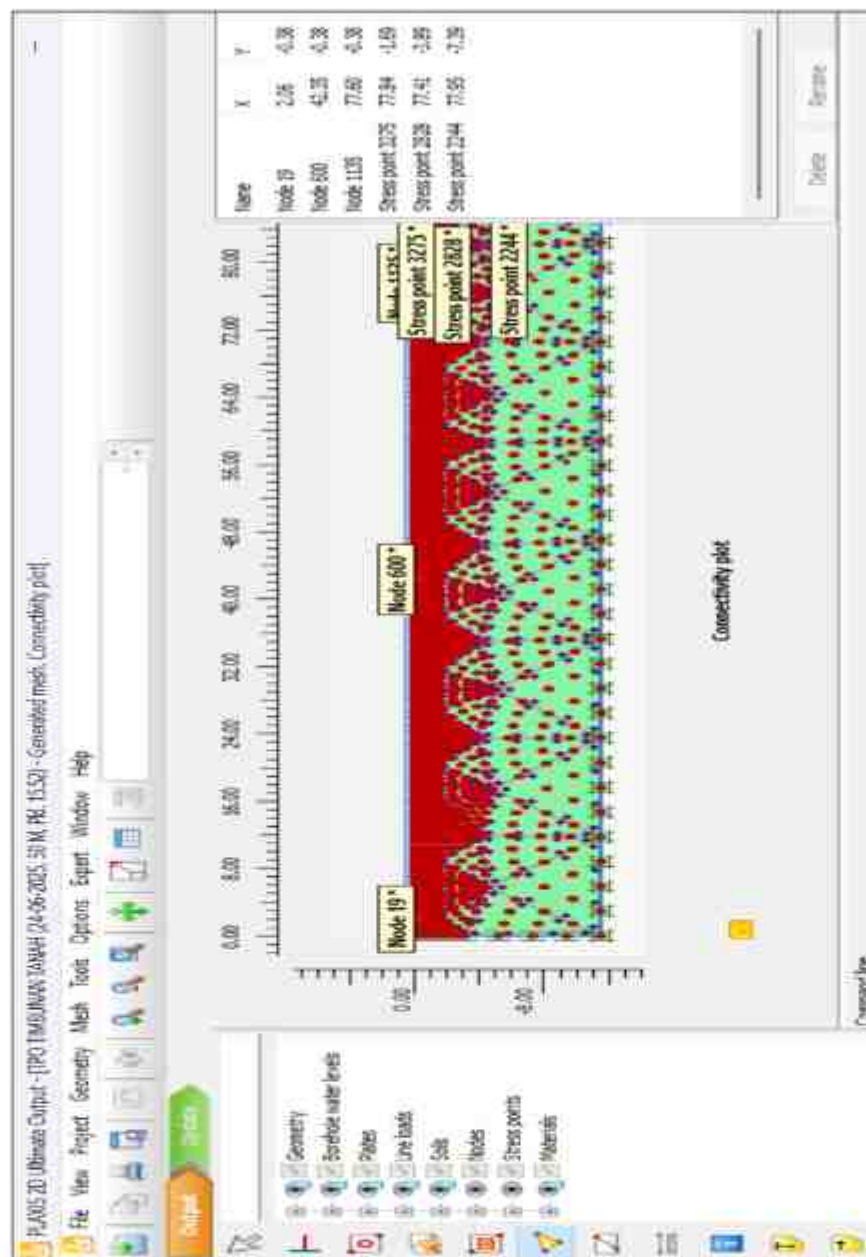
Gambar 4.129 di bawah menunjukkan pemodelan hasil perhitungan jarak 50 Meter dari bangunan.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.129 Model Hasil Perhitungan Beban Getaran Pemadatan Jarak 50 Meter

Gambar di bawah menunjukkan meshing hasil perhitungan untuk mengetahui deformasi akibat getaran pada node 19, node 600 dan node 1135.

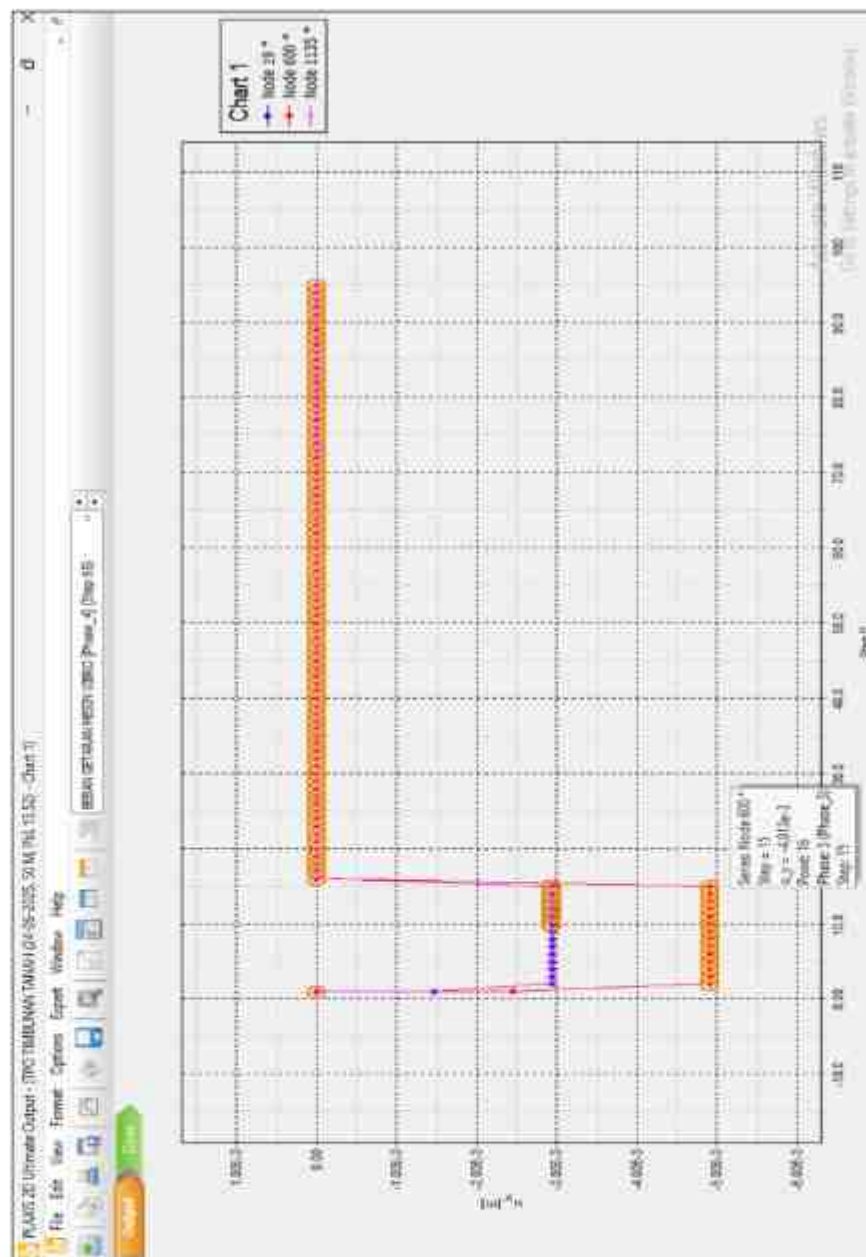


Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.130 Model Hasil Mesh Perhitungan Beban Getaran Pemadatan Jarak 50 Meter

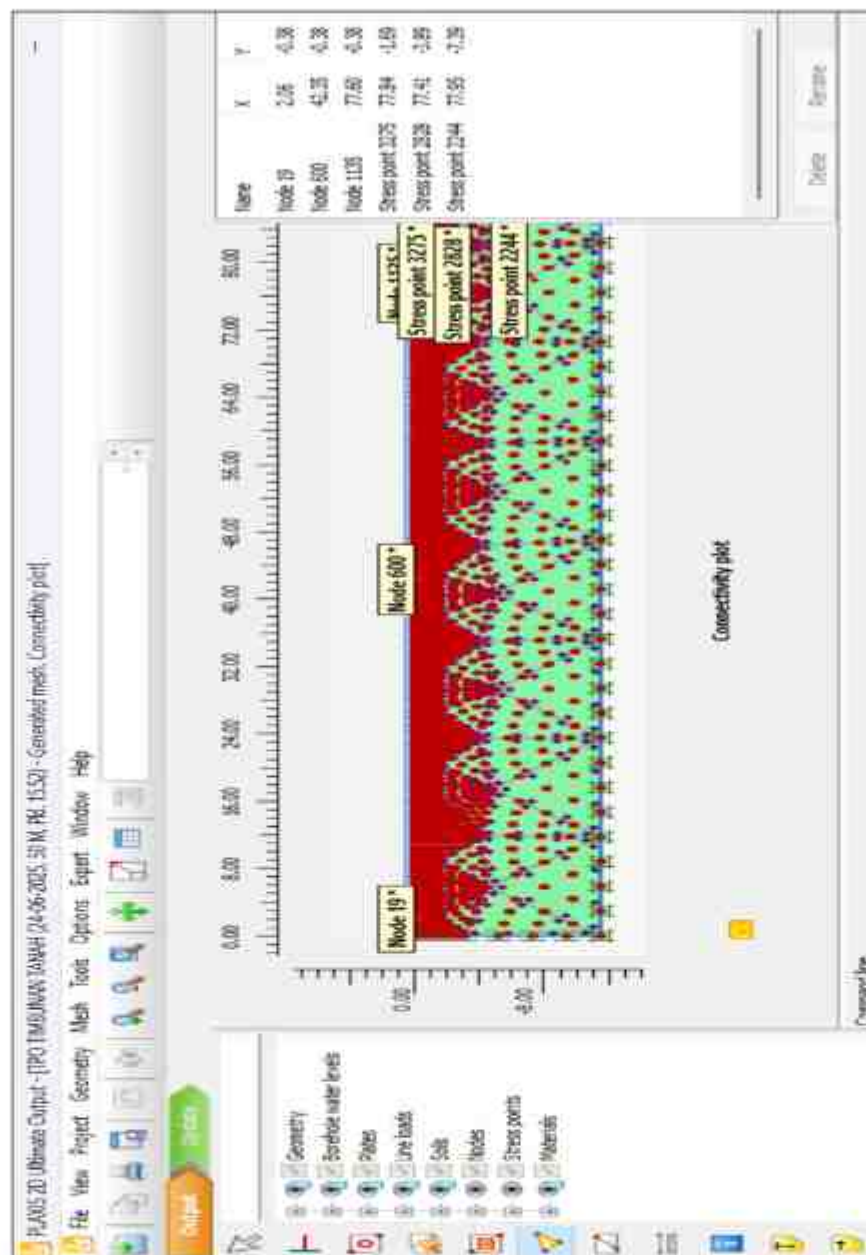
4.16.1 Deformasi Tanah Pada Pemadatan Jarak 50 Meter

Berdasarkan hasil perhitungan aplikasi plaxis 2D didapat deformasi akibat Penurunan di node 19 kurva warna biru adalah 0.294 cm, penurunan di node 600 kurva warna merah adalah 0.491 cm dan penurunan di node 1135 kurva warna ungu adalah 0.2934 cm.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.131 Grafik Deformasi Perhitungan Beban Citaran Pemadatan Jarak 50 Meter

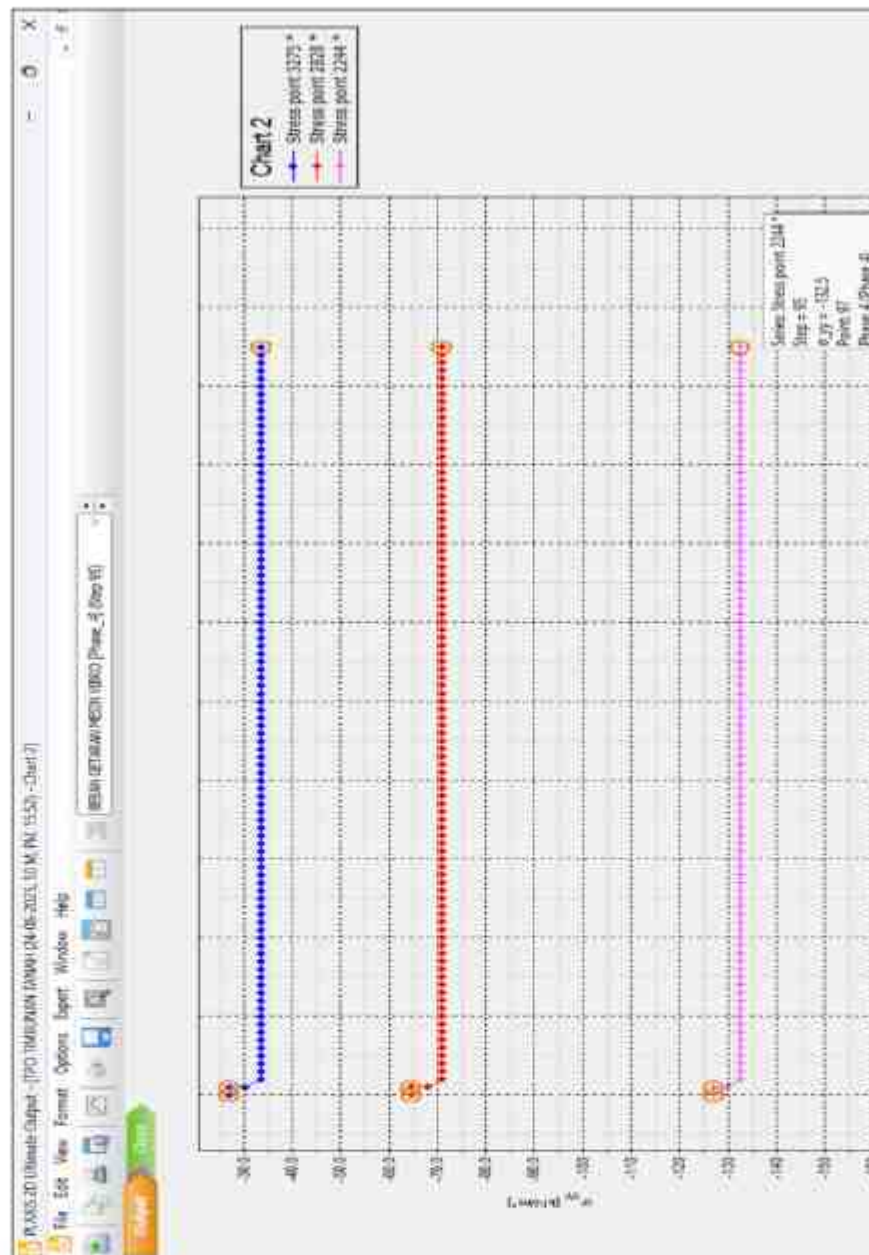


Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.132 Titik Pengamatan Tekanan Tanah Beban Getaran Pemadatan Jarak 50 Meter

4.16.2 Tekanan Tanah Pada Pemadatan Jarak 50 Meter

Gambar 4.133 di bawah merupakan tekanan tanah akibat pemadatan getaran. Pada titik 3275 kurva warna biru tekanannya sebesar 33.729 kN/m², titik 2828 kurva warna merah adalah 71.008 kN/m², dan titik 2244 kurva warna ungu besar tekanannya adalah 132.5 kN/m². Sehingga tekanan terbesar yang terjadi pada tanah dengan jarak pemadatan getaran 50 meter dari bangunan adalah 132.5 kN/m² di titik 2244.

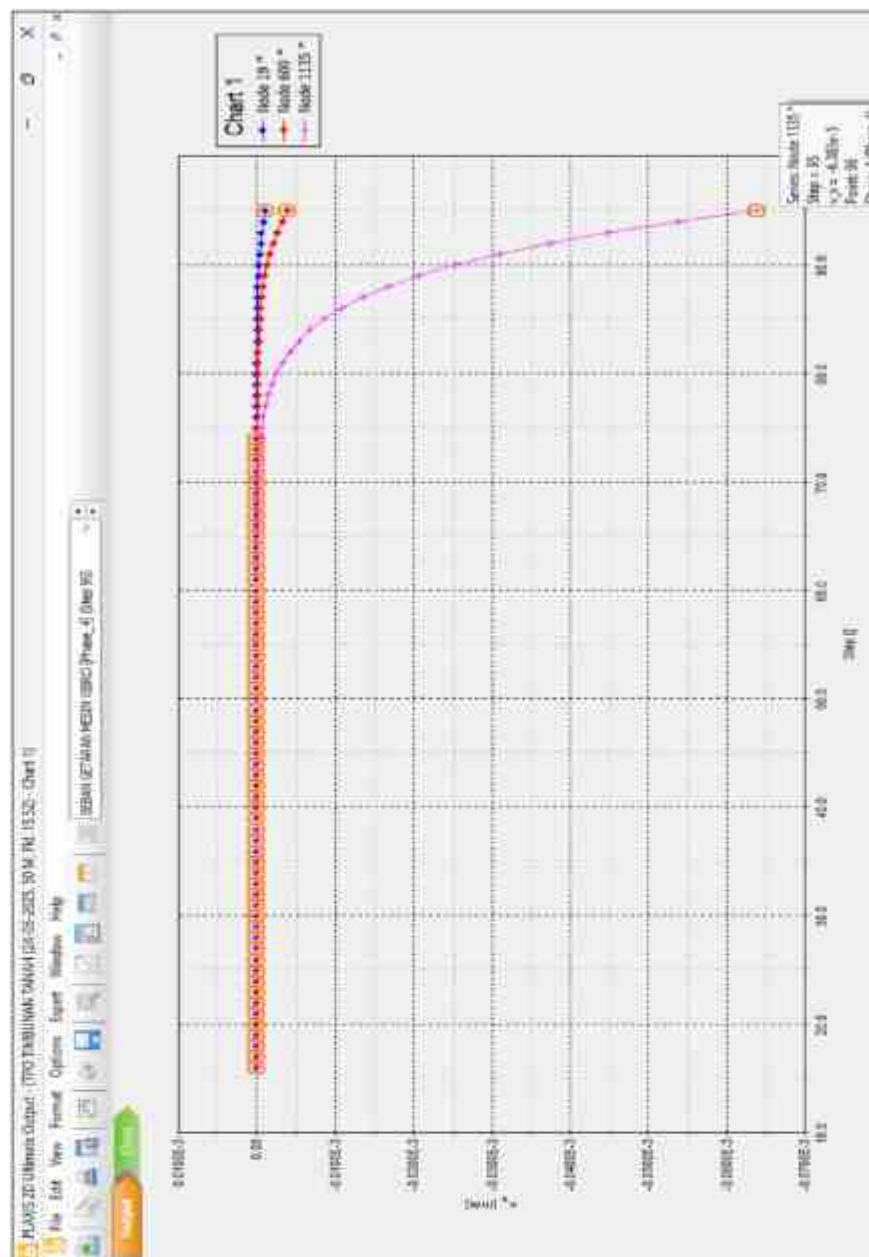


Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.133 Grafik Tiuk Tegangan Tanah Beban Geteran Pemadatan Jarak 50 Meter

4.16.3 Percepatan Pergerakan Tanah Pada Pemadatan Jarak 50 Meter

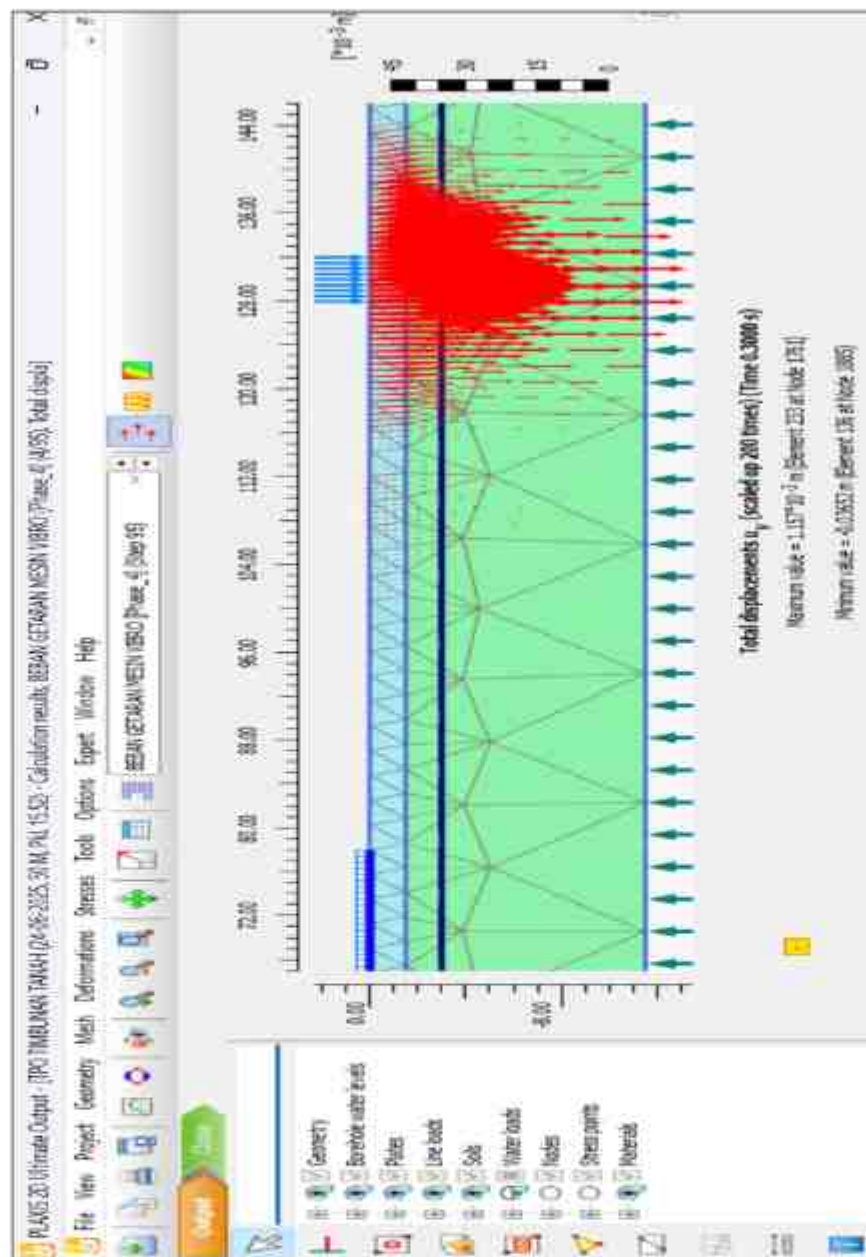
Percepatan pergerakan (velocities) Node 19 kurva warna biru adalah velocities $1.099E^{-6}$ m/s, node 600 kurva warna merah adalah $3.943E^{-6}$ m/s, dan node 1135 kurva warna ungu adalah $6.383E^{-5}$ m/s.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.134 Grafik Velocities Arah X

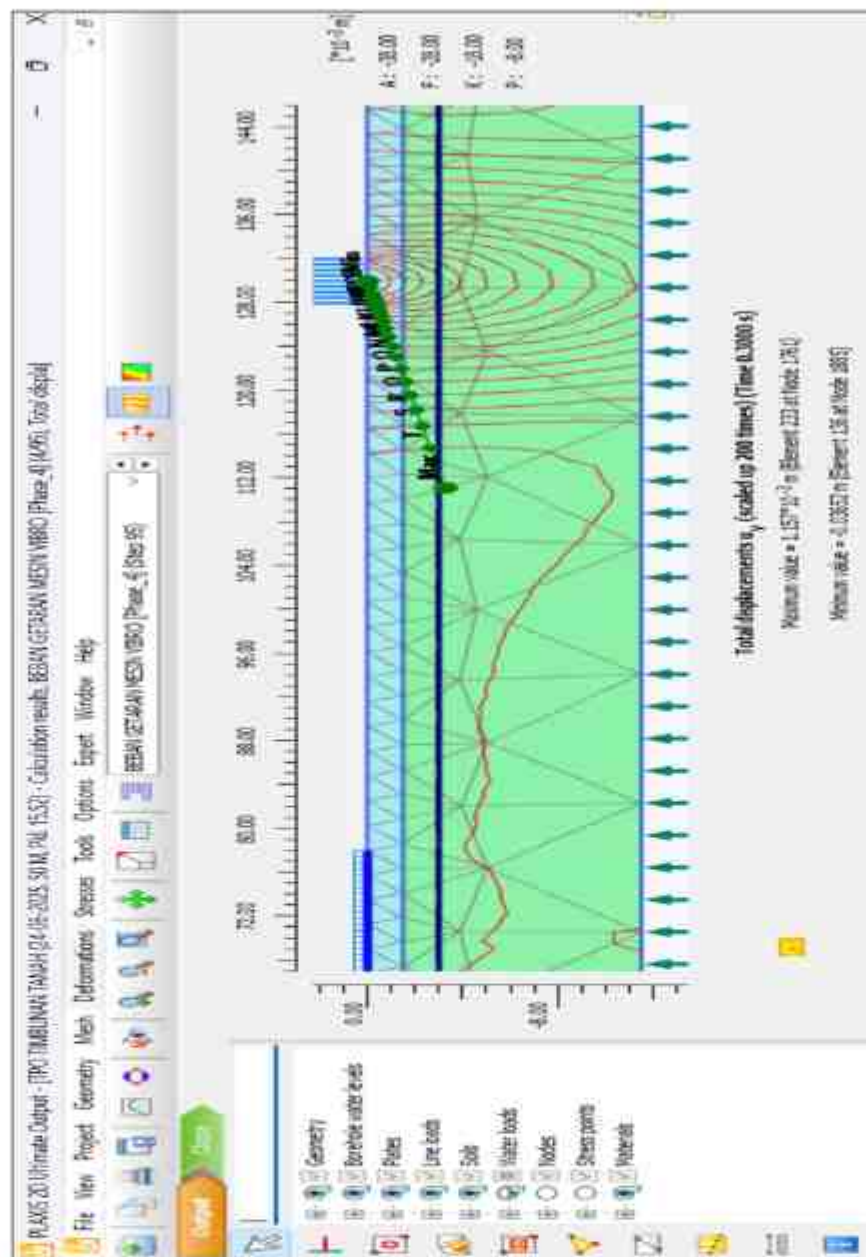
Arah pergerakan beban getaran menuju ke bawah seperti ditunjukkan gambar di bawah.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.135 Arah Pergerakan Deformasi Beban Getaran Pemadatan Jarak 50 Meter

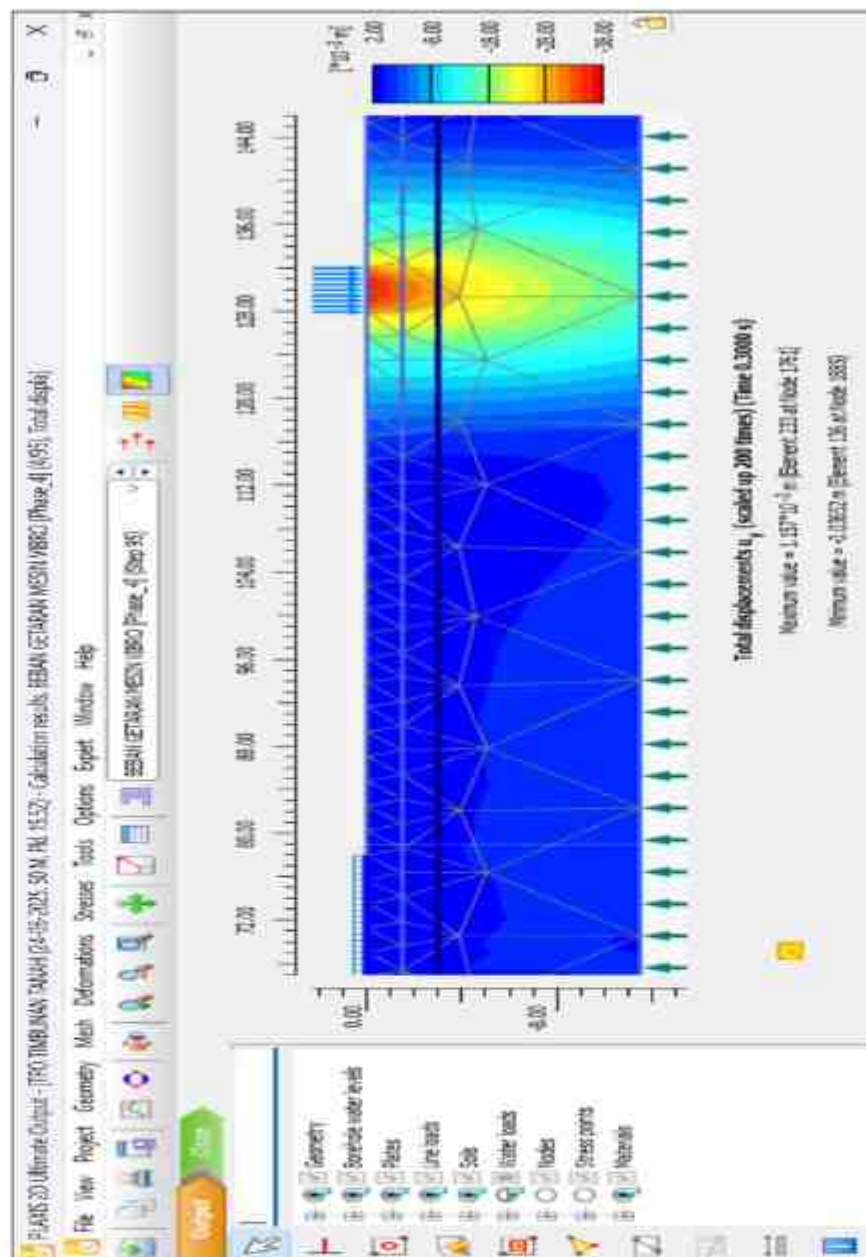
Gambar 4.136 di bawah menunjukkan kontur pergerakan tanah akibat getaran pemadatan dari hasil perhitungan plaxis 2D.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.136 Garis Kontur Pergerakan Deformasi Beban Getaran Pemadatan Jarak 50

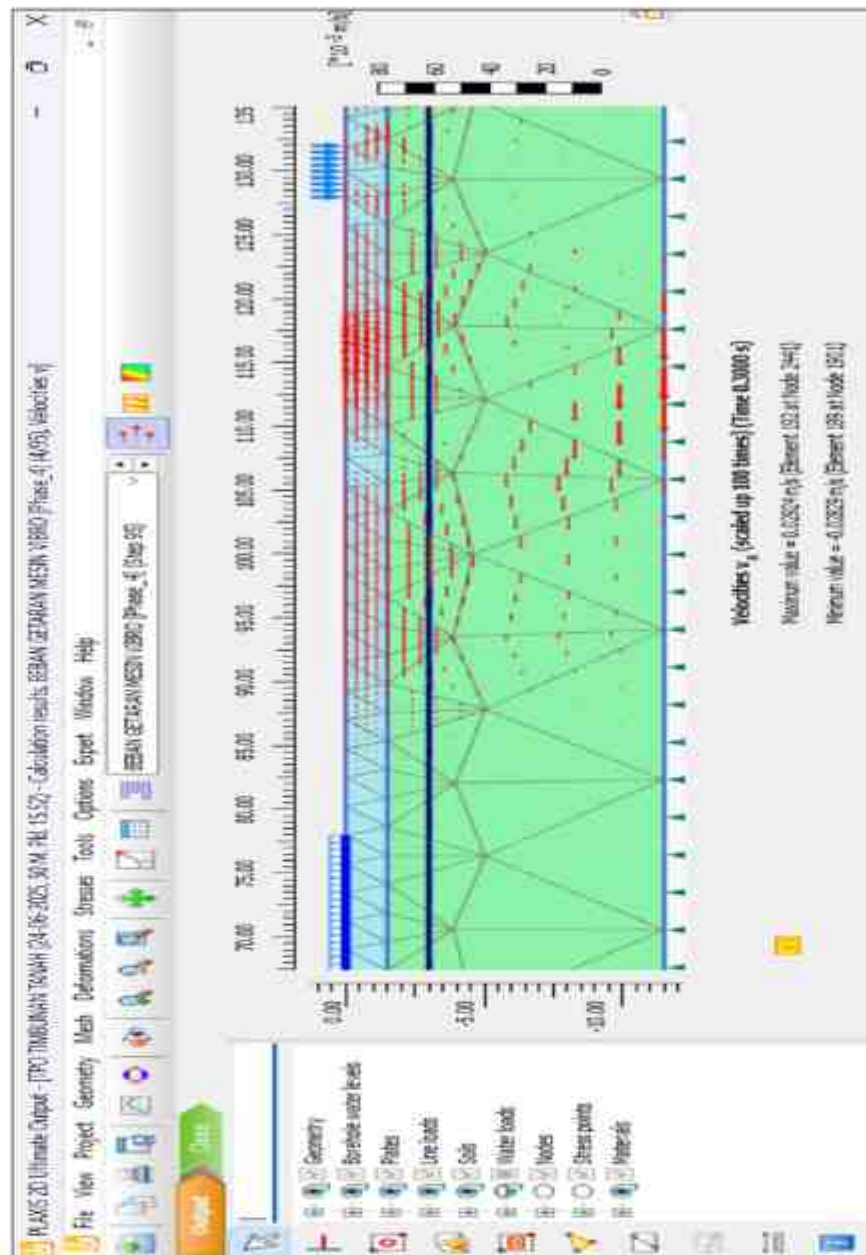
Gambar 4.137 di bawah menunjukkan visualisasi tegangan, regangan, displacement, tekanan air dari hasil perhitungan plaxis 2D.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.137 Tampilan Warna Pergerakan Deformasi Beban Gertaran Pemadatan Jarak 50 Meter

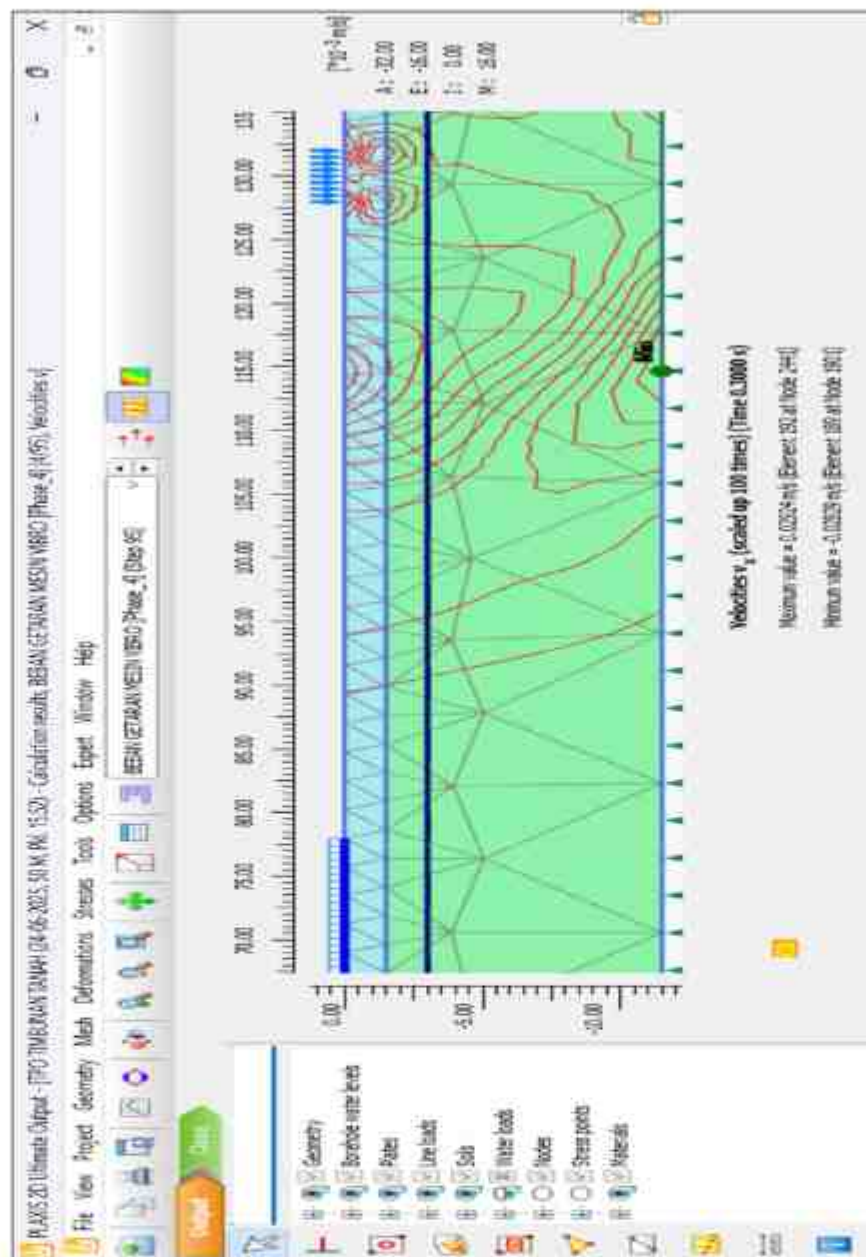
Gambar 4.138 di bawah menunjukkan velocity (kecepatan dan arah pergerakan) dari bebangetaran akibat getaran yaitu sebesar 0.02924 m/s ke arah X maksimum dan 0.02829 ke arah X minimum.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.138 Arah Tanah Akibat Beban Getaran Pemadatan Jarak 50 Meter (Velocities Arah X)

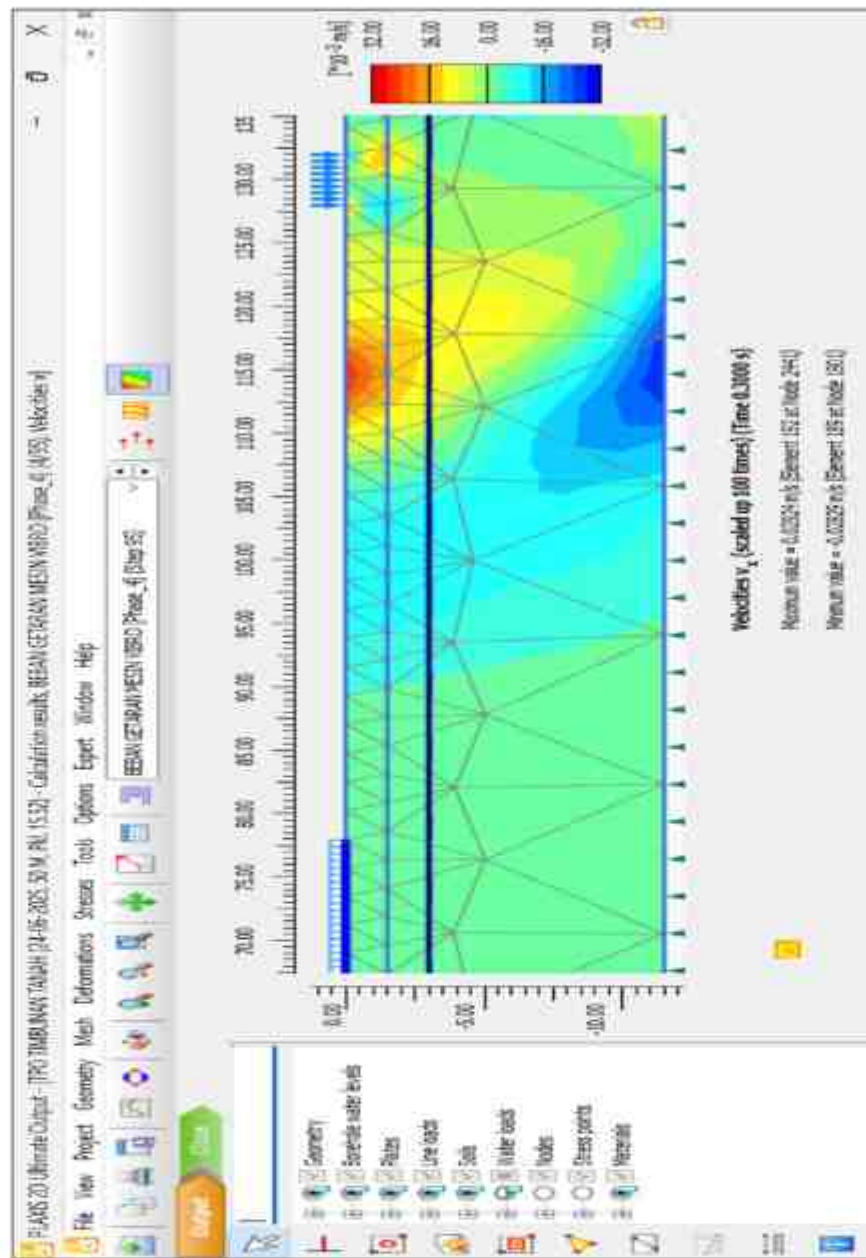
Gambar 4.139 di bawah menunjukkan shading velocities tanah ke arah x akibat getaran pemadatan dari hasil perhitungan plaxis 2D.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.139 Garis Kontur Beban Getaran Pemadatan Jarak 50 Meter (Velocities Arah X)

Gambar 4.140 di bawah menunjukkan shading velocities tanah ke arah x akibat getaran pemadatan dari hasil perhitungan plaxis 2D.

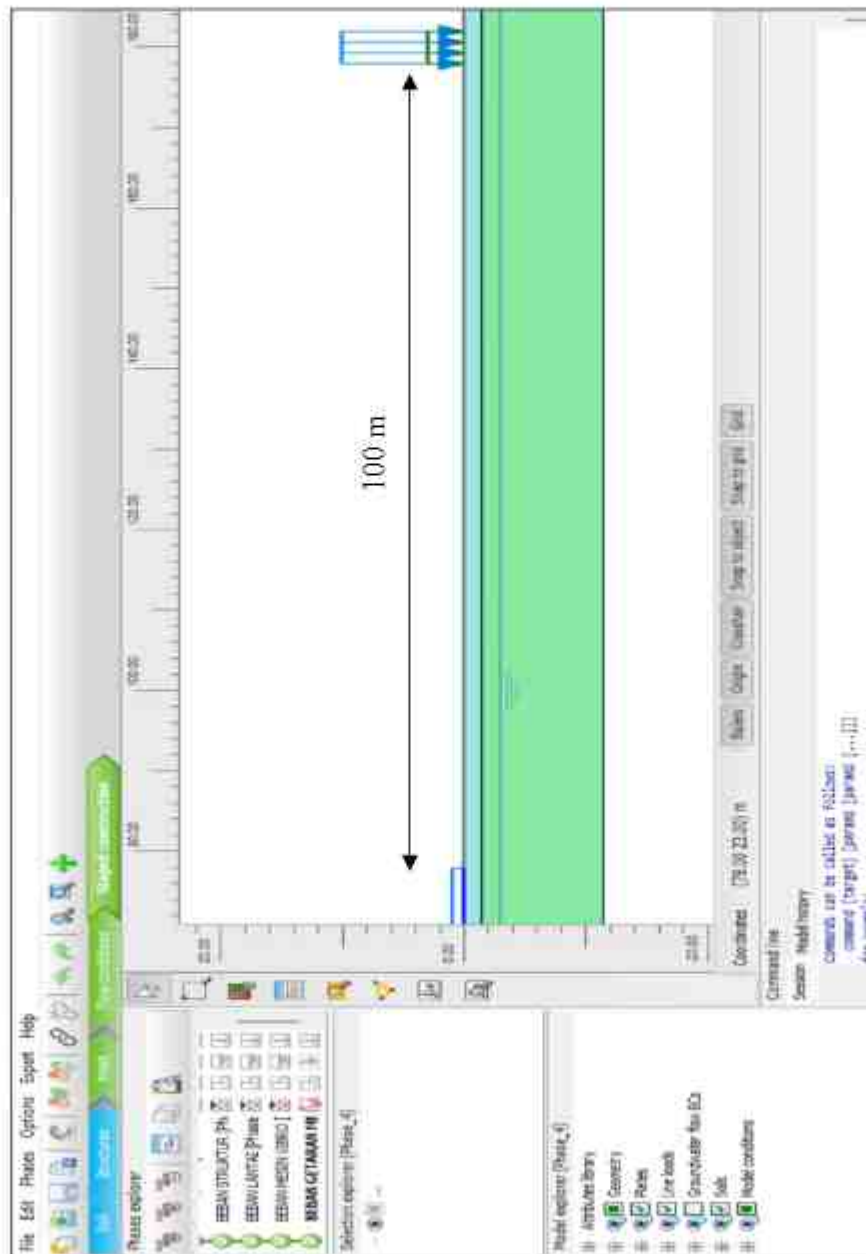


Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.140 Tampilan Warna Beban Getaran Pemadatan Jarak 50 Meter (Velocities Arah X)

4.17 Simulasi Pemadatan Jarak 100 Meter Dari Bangunan

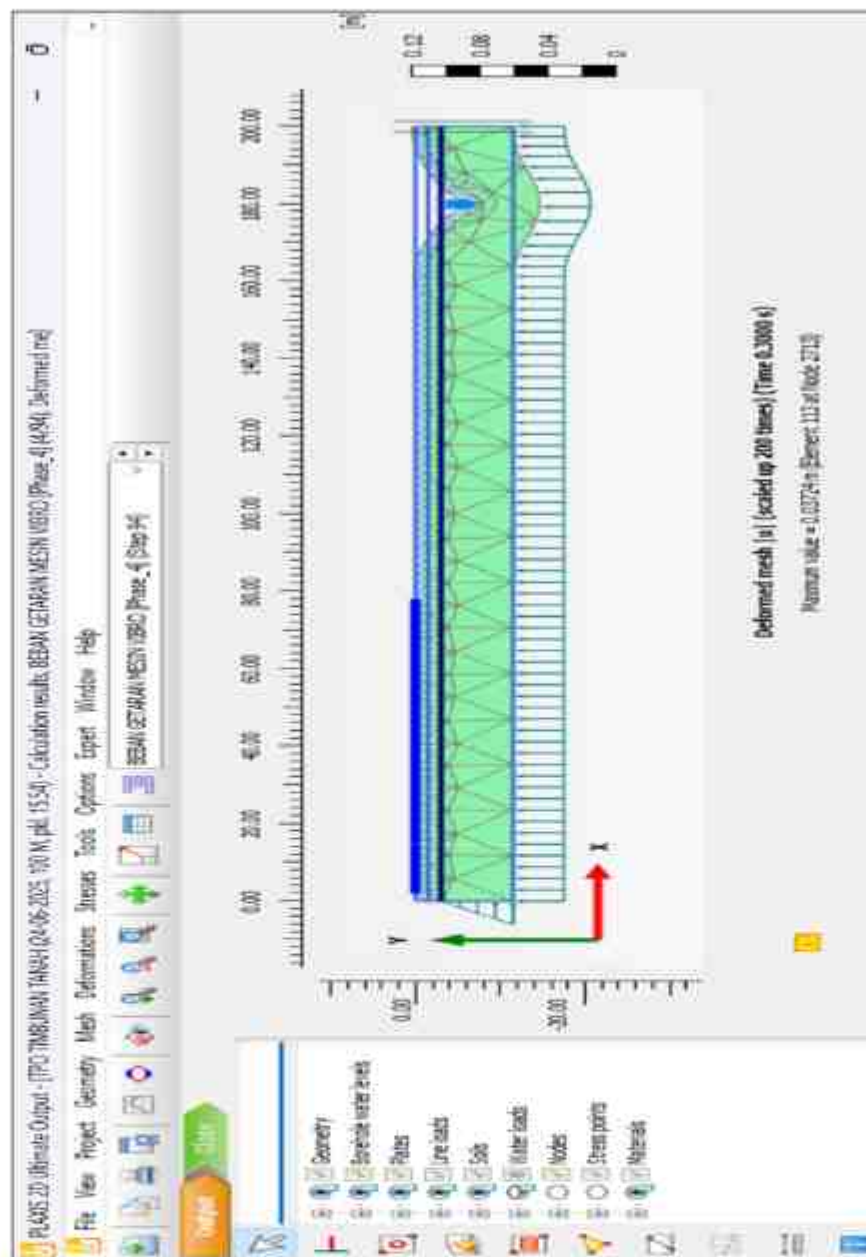
Dengan alur penginputan yang sama seperti jarak getaran pemadatan tanah terhadap bangunan 0.5 meter dan 5 meter maka untuk jarak pemadatan 100 meter didapat hasil seperti pembahasan berikut.



Sumber: Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.141 Pemodelan Pemadatan Jarak 100 Meter

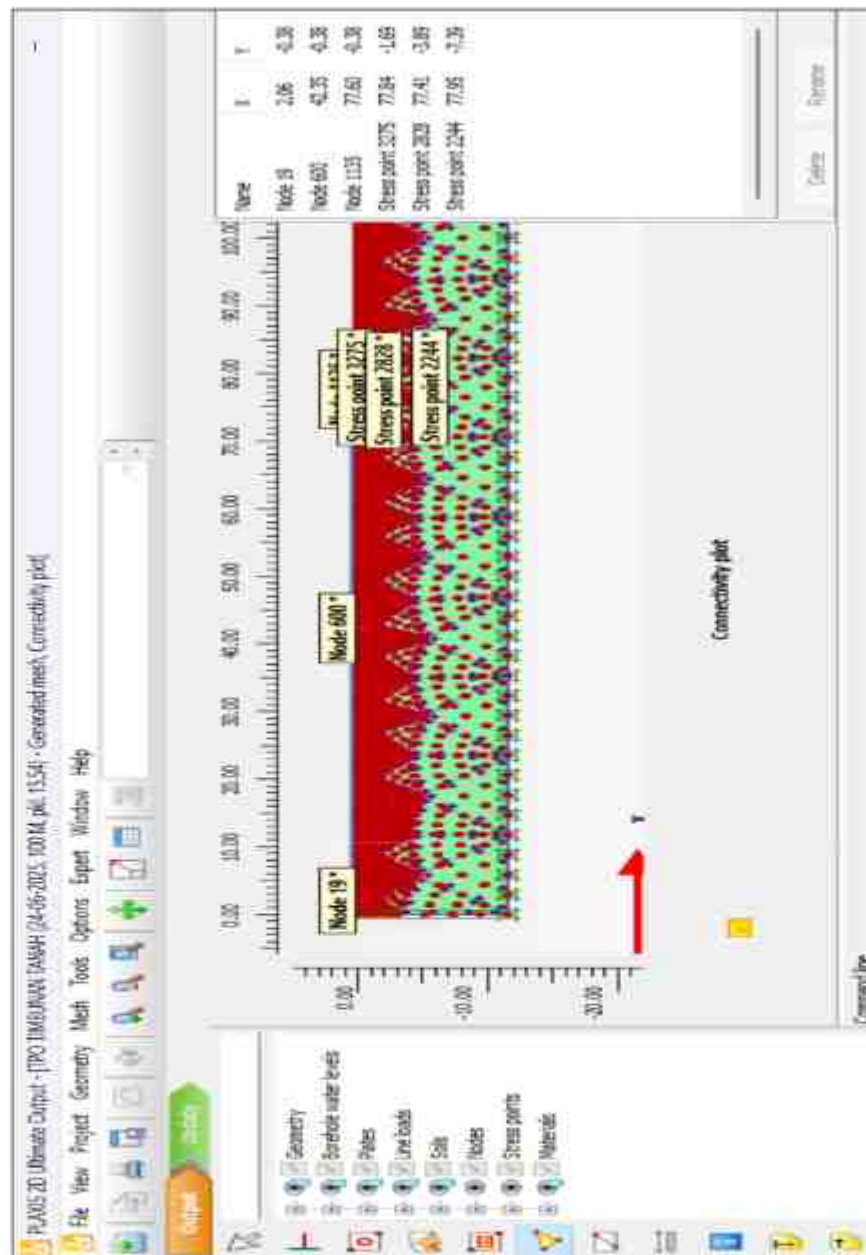
Gambar 4.142 di bawah menunjukkan pemodelan hasil perhitungan jarak 100 Meter dari bangunan.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.142 Model Hasil Perhitungan Beban Getaran Pemadatan Jarak 100 Meter

Gambar 4.143 di bawah menunjukkan meshing hasil perhitungan untuk mengetahui deformasi akibat getaran pada node 19, node 600 dan node 1135.

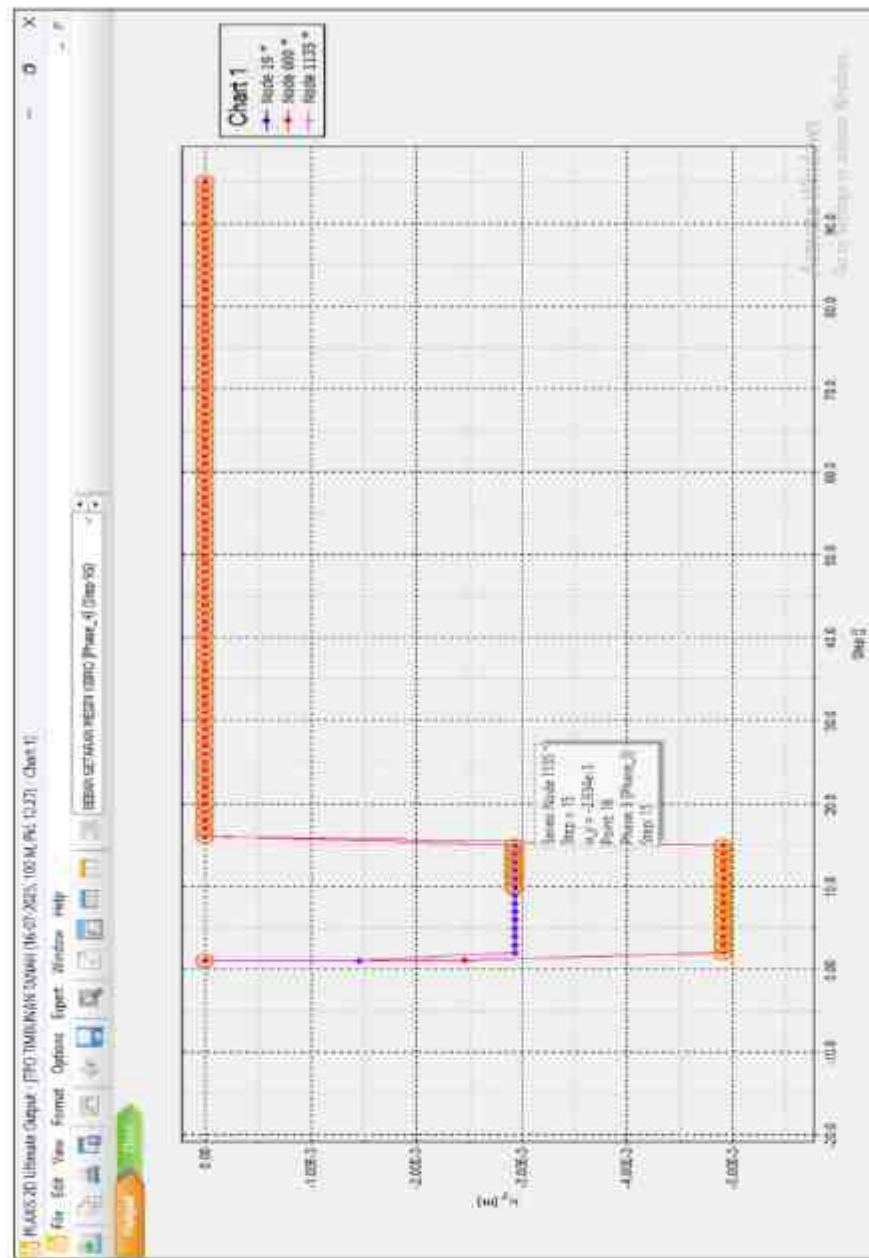


Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.143 Model Hasil Mesh Perhitungan Beban Getaran Pemadatan Jarak 100 Meter

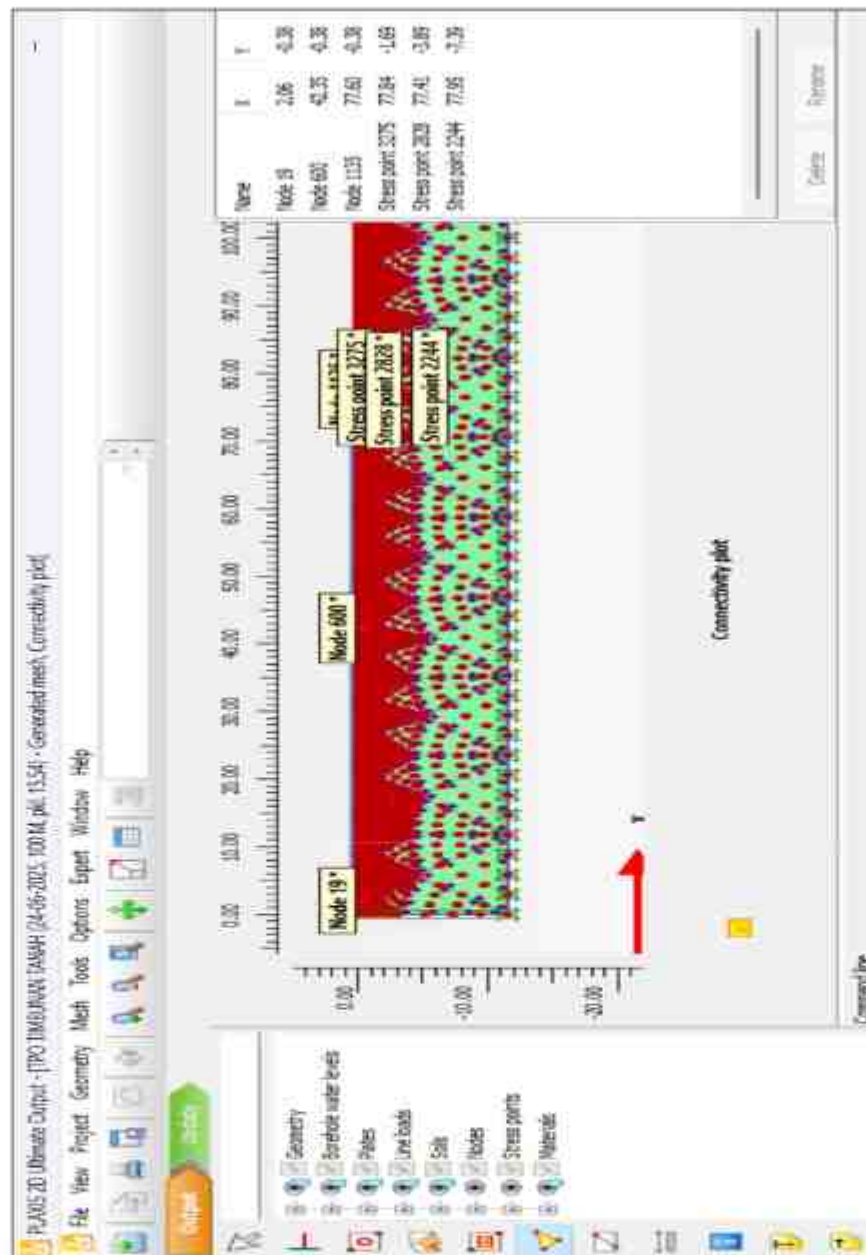
4.17.1 Deformasi Tanah Pada Pemadatan Jarak 100 Meter

Berdasarkan hasil perhitungan aplikasi plaxis 2D didapat deformasi akibat pemadatan getaran di node 19 kurva warna biru adalah 0.2939 cm, penurunan di node 600 kurva warna merah adalah 0.4913 cm dan penurunan di node 1135 kurva warna ungu adalah 0.2934 cm.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.144 Grafik Deformasi Perhitungan Beban Getaran Pemadatan Jarak 100 Meter

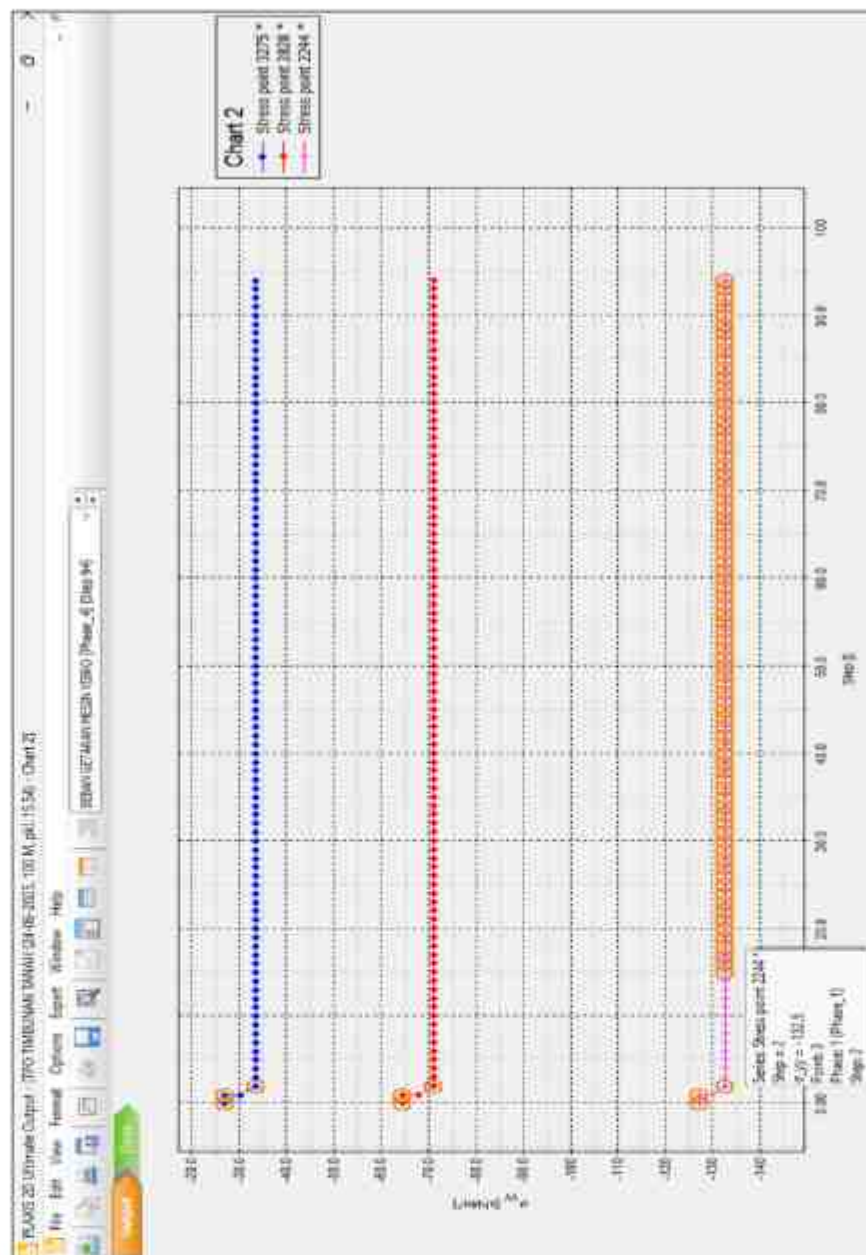


Sumber: Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.145 Titik Pengamatan Tegangan Tanah Beban Getaran Pemadatan Jarak 100 Meter

4.17.2 Tekanan Tanah Pada Pemadatan Jarak 100 Meter

Gambar 4.16 di bawah merupakan tekanan tanah akibat pemadatan getaran. Pada titik 3275 kurva warna biru tekanannya sebesar 33.726 kN/m², titik 2828 kurva warna merah adalah 71.003 kN/m², dan titik 2244 kurva warna ungu besar tekanannya adalah 132.49 kN/m², sehingga tekanan yang terjadi pada tanah dengan jarak pemadatan getaran 100 meter dari bangunan adalah 132.49 kN/m².

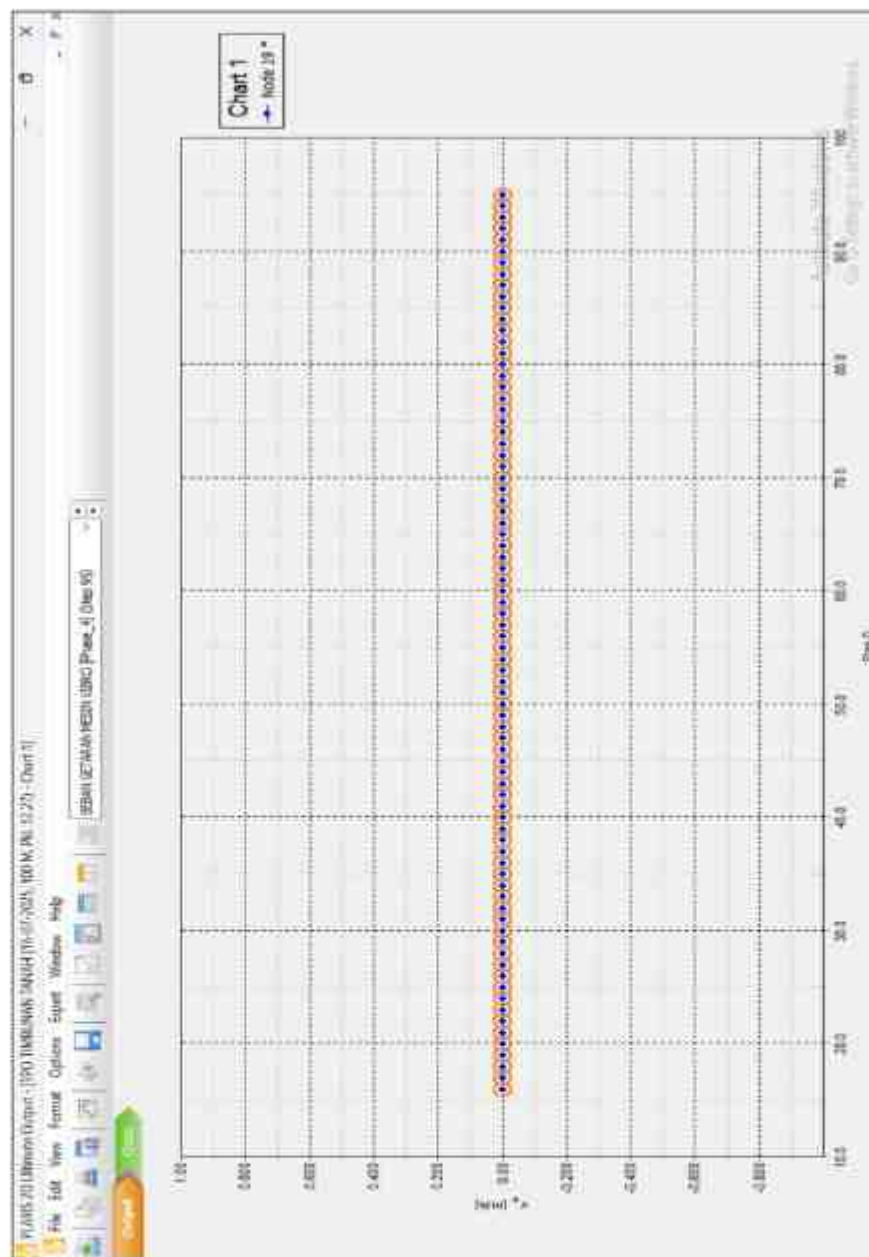


Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.146 Grafik Titik Tekanan Tanah Bebas Getaran Pemadatan Jarak 100 Meter

4.17.3 Percepatan Pergerakan Tanah Pada Pemadatan Jarak 100 Meter

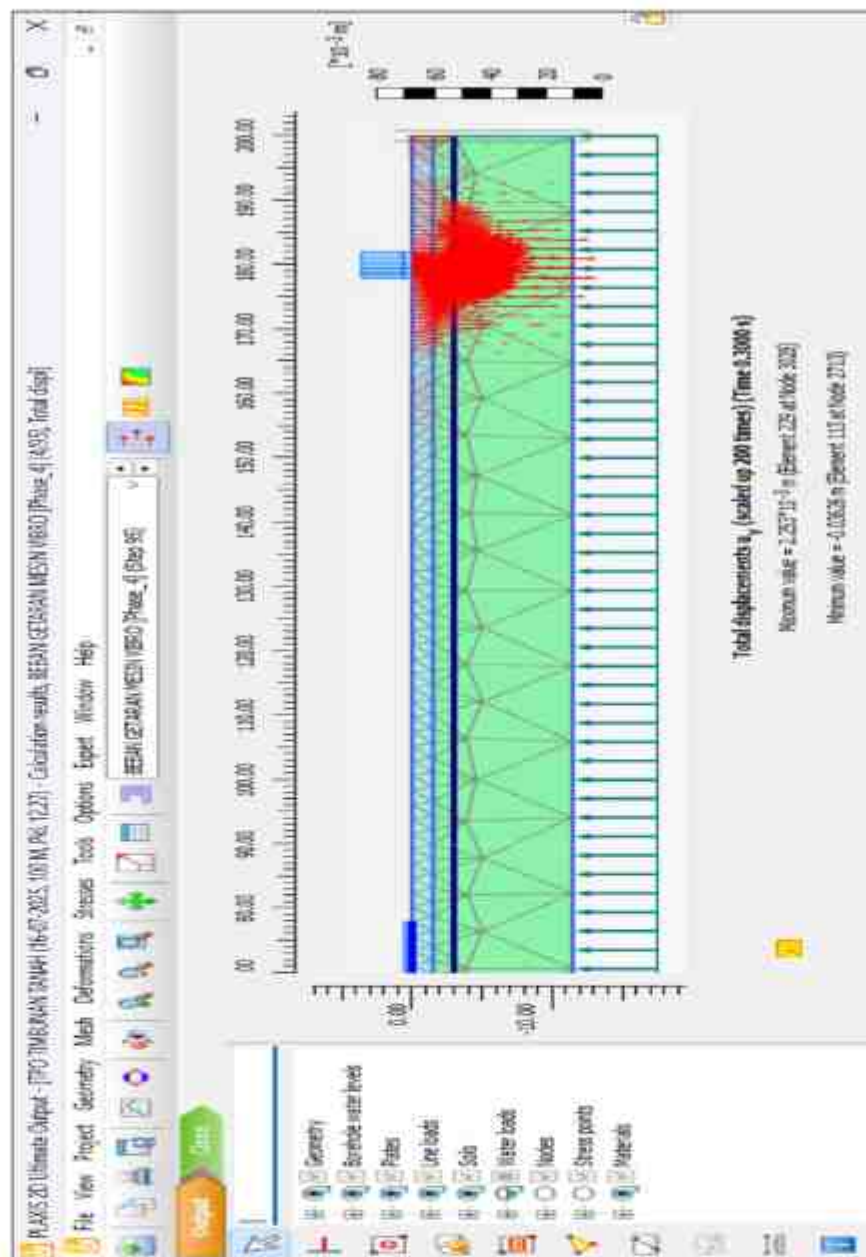
Percepatan pergerakan (velocities) Node 19 kurva warna biru adalah velocities $2.504E^{-14}$ m/s, node 600 kurva warna merah adalah 0.00 m/s, dan node 1135 kurva warna ungu adalah 0.00 m/s.



Sumber : Data Pribadi Program Paxis 2D

Gambar 4.147 Grafik Velocities Arah X

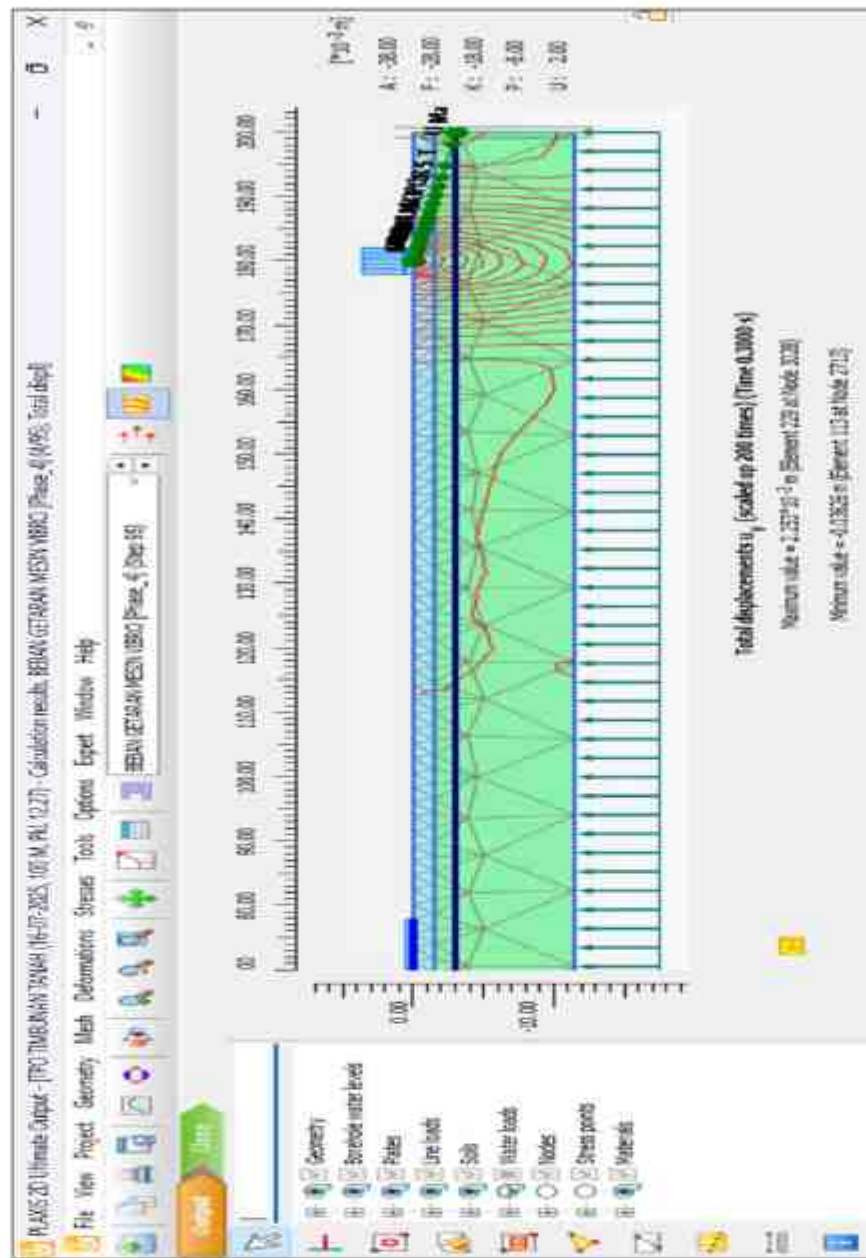
Arah pergerakan beban getaran menuju ke bawah seperti ditunjukkan gambar di bawah.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.148 Arah Pergerakan Deformasi Beban Getaran Pemadatan Jarak 100 Meter

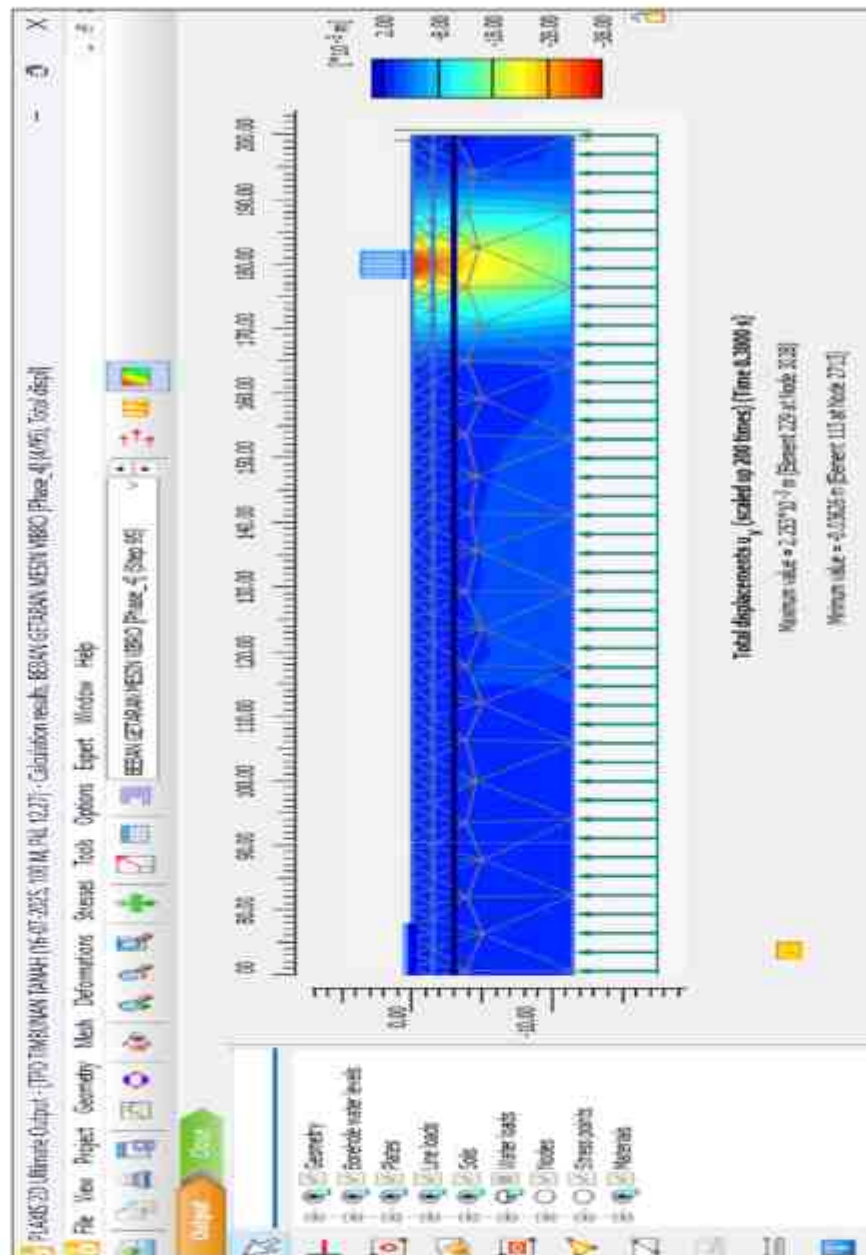
Gambar 4.149 di bawah menunjukkan kontur pergerakan tanah akibat getaran pemadatan dari hasil perhitungan plaxis 2D.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.149 Garis Kontur Pergerakan Deformasi Beban Getaran Pemasatan Jarak 100 Meter

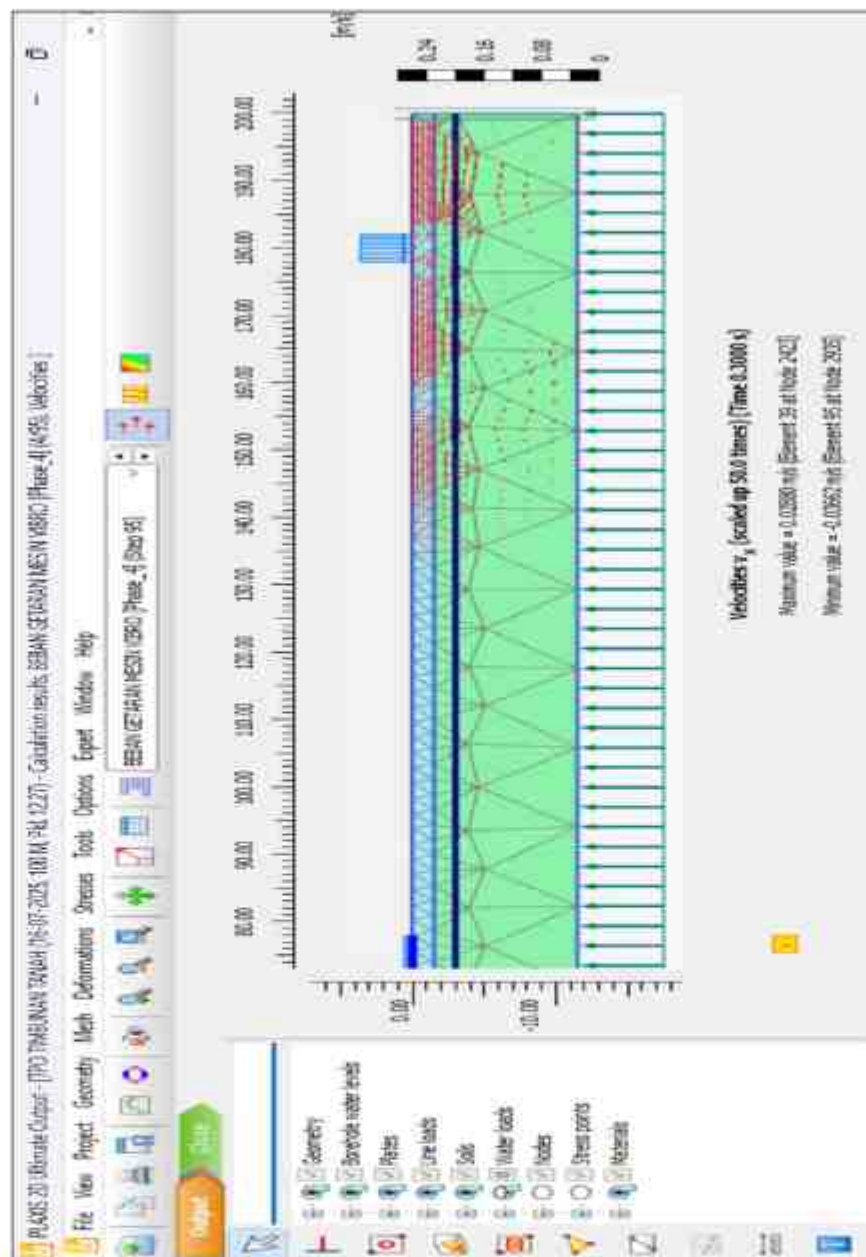
Gambar 4.150 di bawah menunjukkan visualisasi tegangan, regangan, displacement, tekanan air dari hasil perhitungan plaxis 2D.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.150 Tampilan Warna Pergerakan Deformasi Beban Getaran Pemadatan Jarak 100 Meter

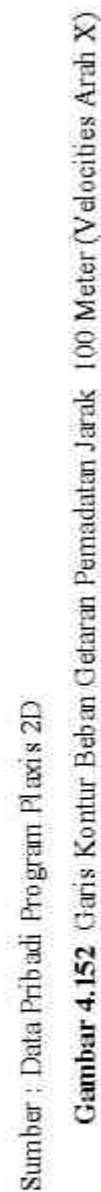
Gambar 4.151 di bawah menunjukkan velocities (kecepatan dan arah pergerakan) dari beban getaran akibat getaran yaitu nilai maksimum sebesar 0.02880 m/s ke arah positif X di node 2423, sedangkan kecepatan bergerak ke arah X negatif paling maksimum sebesar 0.03662 m/s di node 2935, kedua nilai ini menunjukkan arah getaran bolak-balik akibat beban getaran ketika pemadatan getaran.



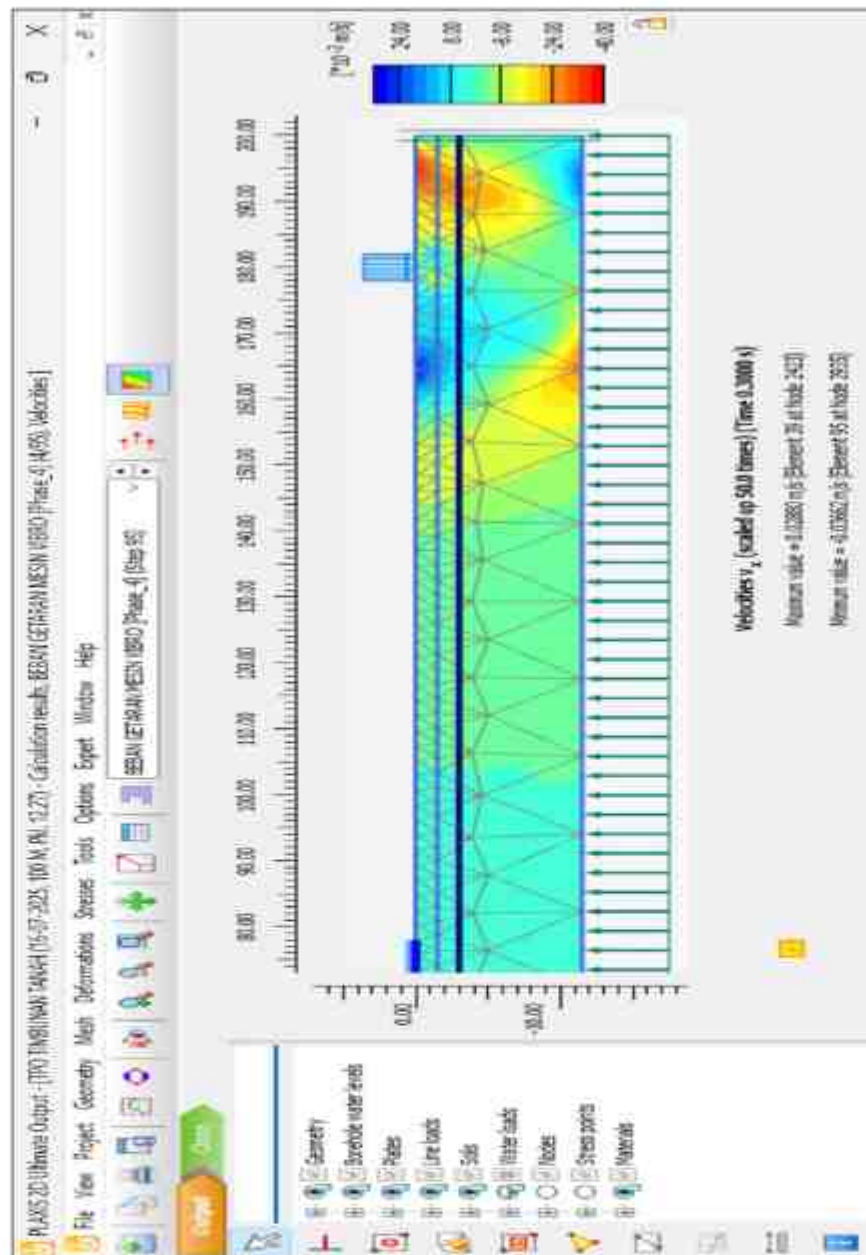
Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.151 Arah Tanah Akibat Beban Getaran Pemadatan Jarak 100 Meter (Velocities Arah X)

Gambar 4.152 di bawah menunjukkan kontur pergerakan tanah akibat getaran pemadatan dari hasil perhitungan plaxis 2D. Dilihat dari garis kontur tersebut bahwa garis kontur berwarna merah terdapat sedikit di bawah area Gudang, garis kontur padat terdapat pada area mesin vibro roller, pada hasil perhitungan di node 2423 percepatan pergerakan maksimum tanah sebesar 0.02880 m/s dan minimum adalah 0.03662 m/s pada node 2935.



Submission ID: droid://s-3306297092



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.153 Tampilan Warna Beban Getaran Pemadatan Jarak 100 Meter (Velocities Arah X)

4.17.2 Grafik Hasil Perhitungan

Berikut adalah grafik hasil perhitungan simulasi posisi pemadatan getaran menggunakan Mesin Vibro Roller STA VV 1100 D terhadap bangunan jarak 0.5 meter, 5 meter, 10 meter, 15 meter 25 meter, 50 meter dan 100 meter.

Tabel 4.3 Penurunan Tanah (Deformation) Berdasarkan Jarak Pemadatan Terhadap Bangunan Menggunakan Mesin Vibro Roller STA VV 1100 D

No.	Jarak Pemadatan Dari Mesin ke Bangunan (m)	Penurunan Tanah (m)	Penurunan Tanah Izin (M)	Keterangan
1	0.5	0.022000	0.025	OK
2	5	0.009660	0.025	OK
3	10	0.003160	0.025	OK
4	15	0.002994	0.025	OK
5	25	0.002993	0.025	OK
6	50	0.002934	0.025	OK
7	100	0.002934	0.025	OK



Grafik 4.1 Deformasi Tanah Akibat Pemadatan Getaran

Tabel 4.4 Tekanan Tanah (Stresses) Berdasarkan Jarak Pemadatan Terhadap Bangunan Menggunakan Mesin Mibro Moller STA VV 1100 D

No.	Jarak Pemadatan Dari Mesin ke Bangunan (m)	Tekanan Tanah (kN/m ²)	Tekanan Tanah Izin (kN/m ²)	Keterangan
1	0.5	153.20	355.5	OK
2	5	140.61	355.5	OK
3	10	137.03	355.5	OK
4	15	135.47	355.5	OK
5	25	132.97	355.5	OK
6	50	132.50	355.5	OK
7	100	132.49	355.5	OK



Grafik 4.2 Tekanan Tanah Akibat Pemadatan Getaran Kedalaman

Tabel 4.5 Percepatan Pergerakan Tanah (Velocities) Berdasarkan Jarak Pemadatan Terhadap Bangunan Menggunakan Mesin Vibro Roller STA VV 1100 D

No.	Jarak Pemadatan Dari Mesin ke Bangunan (m)	Percepatan Pergerakan Tanah (m/s)
1	0.5	2.20E^{-2}
2	5	6.075E^{-3}
3	10	5.577E^{-3}
4	15	5.325E^{-3}
5	25	4.989E^{-4}
6	50	6.383E^{-5}
7	100	2.504E^{-14}



Grafik 4.2 Velocities Pergerakan Tanah Akibat Pemadatan Getaran

4.18 Simulasi Mesin Vibro ARX-45-2 Pada Plaxis 2D

Berdasarkan hasil aplikasi plaxis 2D menggunakan mesin Vibro STA VV 1100 DD adalah penurunan tanah masih terlalu besar maka dilakukan simulasi menggunakan mesin vibro roller ARX-45-2 pada aplikasi plaxis 2D dengan menggunakan data struktur, data pelat, data tanah, menggunakan data yang sama, sedangkan data alat menggunakan spesifikasi mesin Vibro ARX-45-2 seperti gambar di bawah. Beban statis mesin adalah $15.5 \text{ Kg/cm} = 1520 \text{ Kg/m}$ drum depan dan drum belakang $17.8 \text{ Kg/cm} = 1743 \text{ Kg/m}$ sehingga total beban statis adalah $= 32.63 \text{ kN}$, dan beban getaran mesin adalah 57.6 kN .

4.18.1 Spesifikasi Mesin Vibro Roller ARX-45-2

Spesifikasi mesin lighth tandem vibrator roller ARX-45-2 yang akan disimulasikan pada aplikasi plaxis 2D adalah seperti di bawah

TECHNICAL SPECIFICATIONS
ARX 45-2 LIGHT TANDEM VIBRATORY ROLLER
EU Stage IIIA / U.S. EPA Tier 4 Interim

DIMENSIONS

A. MACHINE LENGTH	2915 mm (10 ft 6 in)
B. WHEELBASE	1900 mm (78 ft 9 in)
C. MACHINE HEIGHT	2840 mm (10 ft 2 in)
D. MACHINE HEIGHT (FOLDED HOPE)	2150 mm (8 ft 4 in)
E. DRUM WIDTH	1200 mm (54 ft 3 in)
F. WORKING WIDTH WITH OFFSET	1420 mm (58 ft 3 in)
G. MACHINE LENGTH (FOLDED HOPE)	3000 mm (10 ft 1 in)
H. GROUND CLEARANCE	330 mm (13 in)
M. SIDE CLEARANCE	400 mm (15 ft 8 in)
I. DRUM DIAMETER	850 mm (33 ft 5 in)
J. DRUM SHELL THICKNESS	18 mm (0.7 in)
K. MACHINE WIDTH (TOTAL)	1440 mm (5 ft 7 in)

WEIGHT AND OPERATING CHARACTERISTICS

OPERATING WEIGHT (TTL)	4400 kg (9711 lb)
OPERATING WEIGHT MAX.	4495 kg (10,000 lb)
STAT. LIN. LOAD OF FRONT DRUM	15.5 kg/cm (34 lb)
STAT. LIN. LOAD OF REAR DRUM	17.8 kg/cm (39 lb)
TURNING RADIUS (WIDE)	2600 mm (10 ft 4 in)
STEERING / OSCILLATING ANGLE	35/9 °
DRUM OFFSET	40 mm (1.6 in)

COMPACTION FORCES

AMPLITUDE I	0.4 mm (0.016 in)
AMPLITUDE II	0.6 mm (0.024 in)
FREQUENCY I	91 Hz (3480 VPM)
FREQUENCY II	93 Hz (3500 VPM)
CENTRIFUGAL FORCE I	45 kN (10,116.4 lb)
CENTRIFUGAL FORCE II	55.4 kN (12,478.2 lb)
CENTRIFUGAL FORCE III	174 kN (39,049 lb)

ENGINE

ENGINE TYPE	Isuzu 4YJ40-30
EMISSION CLASS	EU Stage IIIA / U.S. EPA Tier 4i
POWER OUTPUT (ISO 3046)	24.1 kW (32.7 HP)
CYLINDER / LTR	4 cyl / 24.34 cm³
NOMINAL SPEED	2400 rpm
TRAVEL SPEED	10 km/h (6.2 MPH)
GRAVITY WITH / WITHOUT VIB.	55% / 40%

MISCELLANEOUS

BATTERY / CAPACITY	12-77 kWh
WATER TANK	240 L (63.8 gal)
HYDRAULIC TANK	83.5 L (22.0 gal)
DIESEL FUEL TANK	67 L (17.7 gal)

STANDARD

- Front and rear reflectors (3 sides)
- Pressurized grease-lubrication system
- 2-stage safety system
- Control system with emergency stop
- Automatic vibration control
- Lateral steering assist
- Hydraulic work lights
- GPS system for fleet management
- Battery disconnect switch
- On-board diagnostics
- Operator safety features

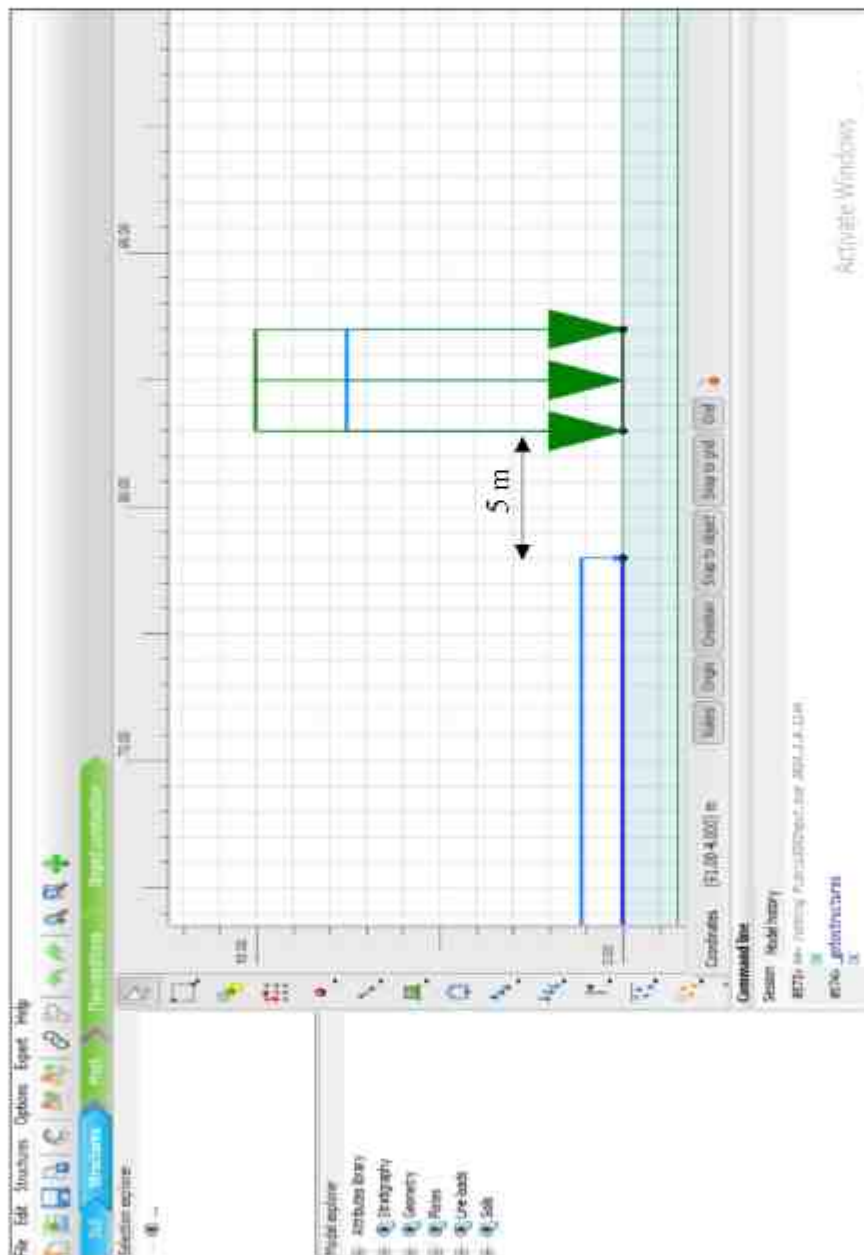
OPTIONAL EQUIPMENT

- LED light bar (working lights)
- Rear light
- Hydraulic pump system
- AC/DC
- ABS - Automatic Braking Control
- Automatic vibration control
- Additional working lights (200% increased)
- Working camera
- Second display screen, GPS
- Antenna
- Edge counter (for 3D/4D data collection)
- Sensors (VIB)
- On-board data logger (for 3D/4D)
- 3D sensor system
- GPS/RTK system
- Accessories

Gambar 4.154 Spesifikasi Mesin Vibro ARX-45-2

4.19 Alur penginputan pada aplikasi plaxis 2D (Simulasi Pemadatan jarak mesin ke bangunan 5 Meter)

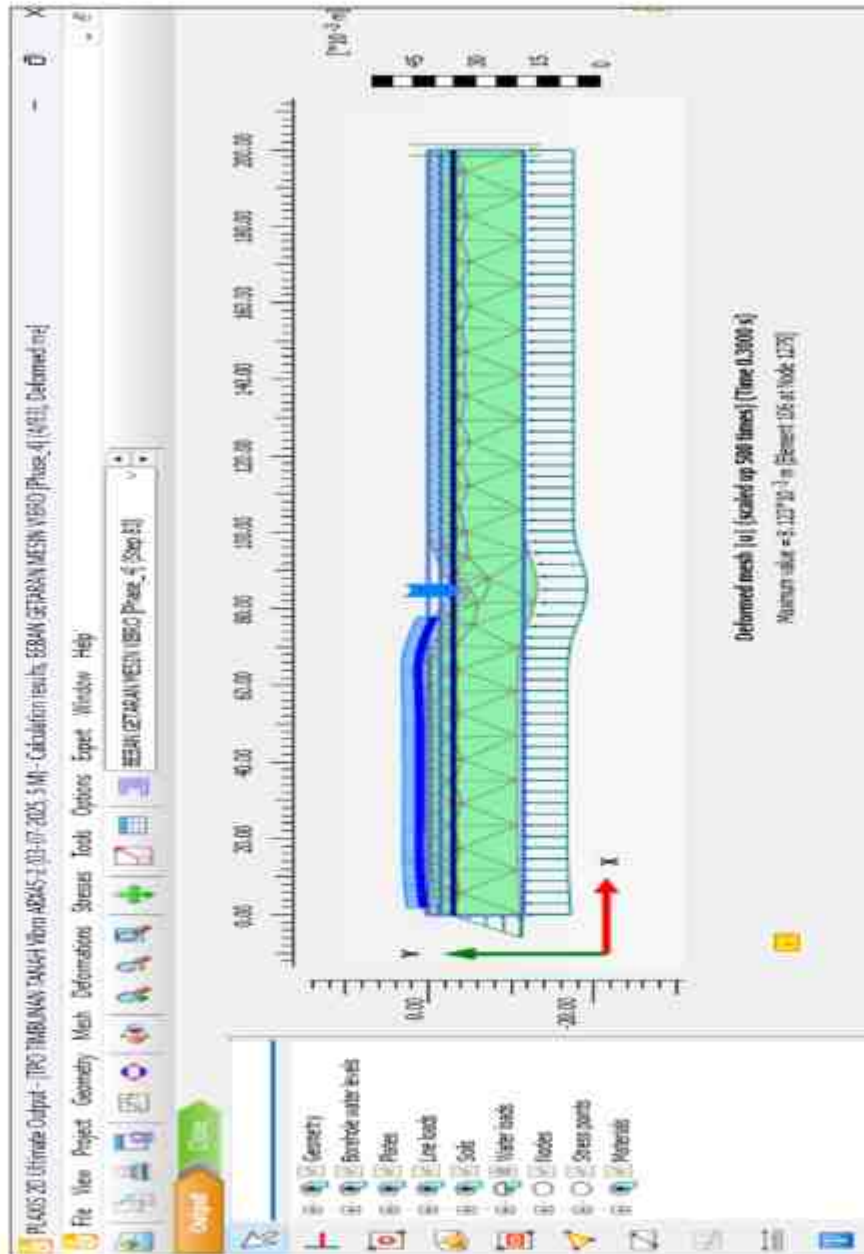
Simulasi menggunakan Mesin vibro roller ARX-45-2 ini dimodelkan dengan jarak pemadatan terhadap stuktur bangunan dengan jarak simulasi pertama adalah 15 meter seperti pembahasan berikut.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.155 Permodelan Pemadatan Jarak 5 Meter

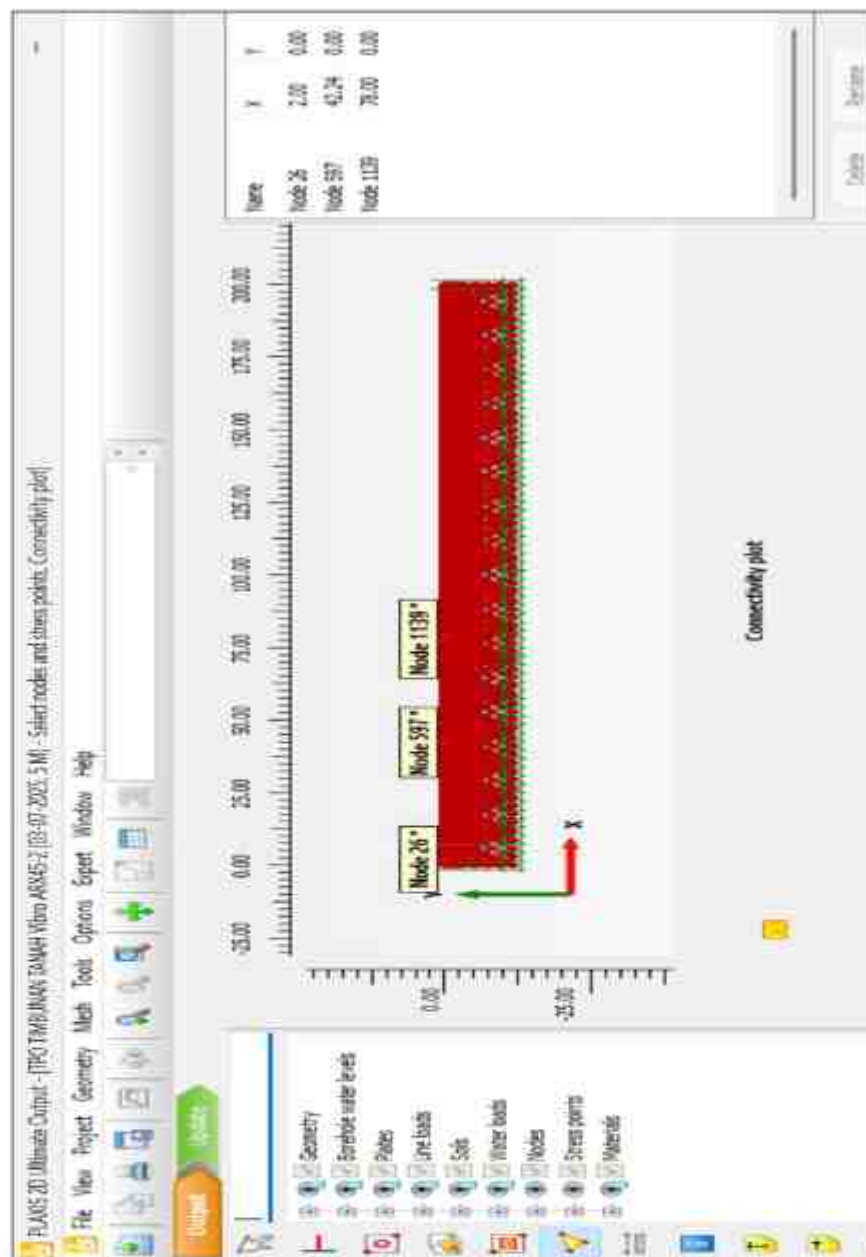
Gambar 4.156 di bawah menunjukkan pemodelan hasil perhitungan jarak 5 meter dari bangunan.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.156 Model Hasil Perhitungan Beban Getaran Pemadatan Jarak 5 Meter

Gambar 4.157 di bawah menunjukkan meshing hasil perhitungan untuk mengetahui deformasi akibat getaran pada node 26, node 597 dan node 1139.



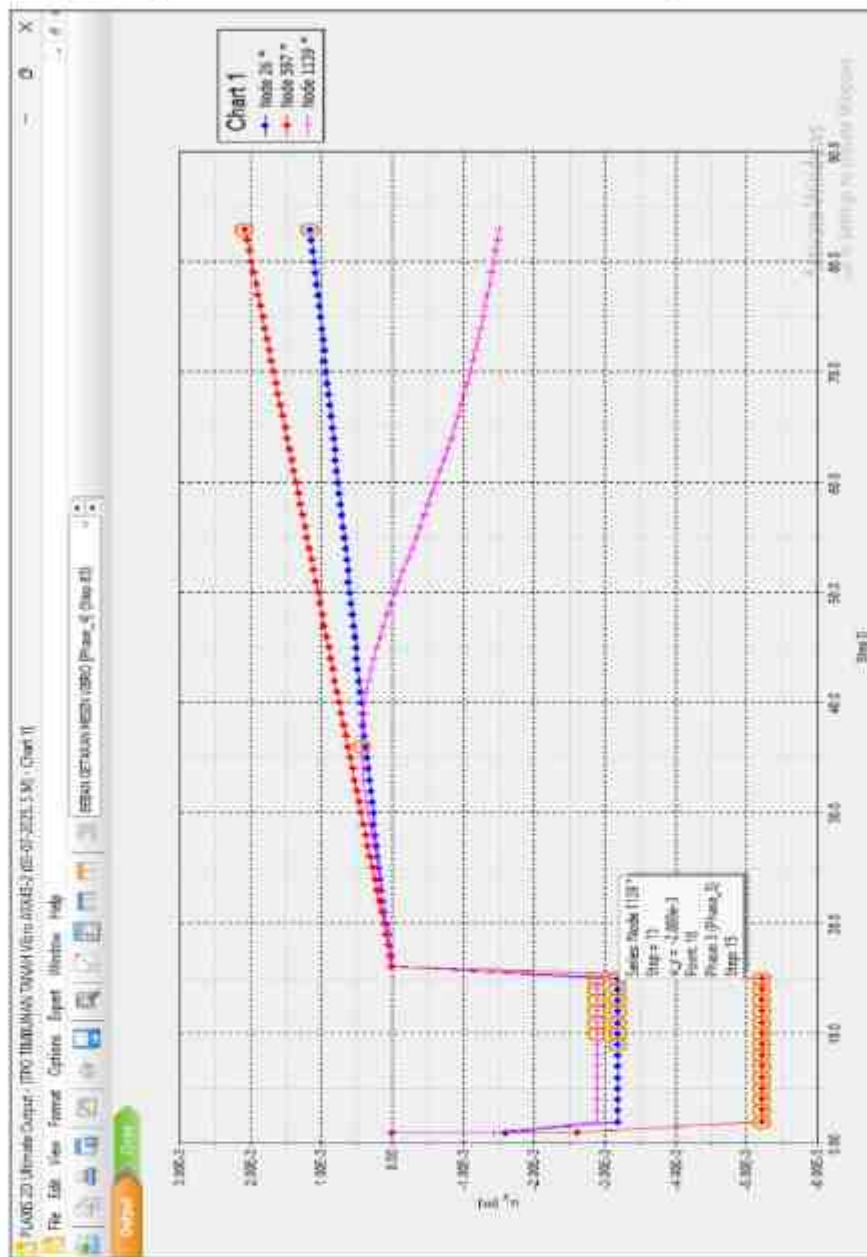
Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.157 Model Hasil Perhitungan Beban Getaran Pemadatan Jarak 5 Meter

4.19.1 Deformasi Tanah Pada Pemadatan Jarak 5 Meter

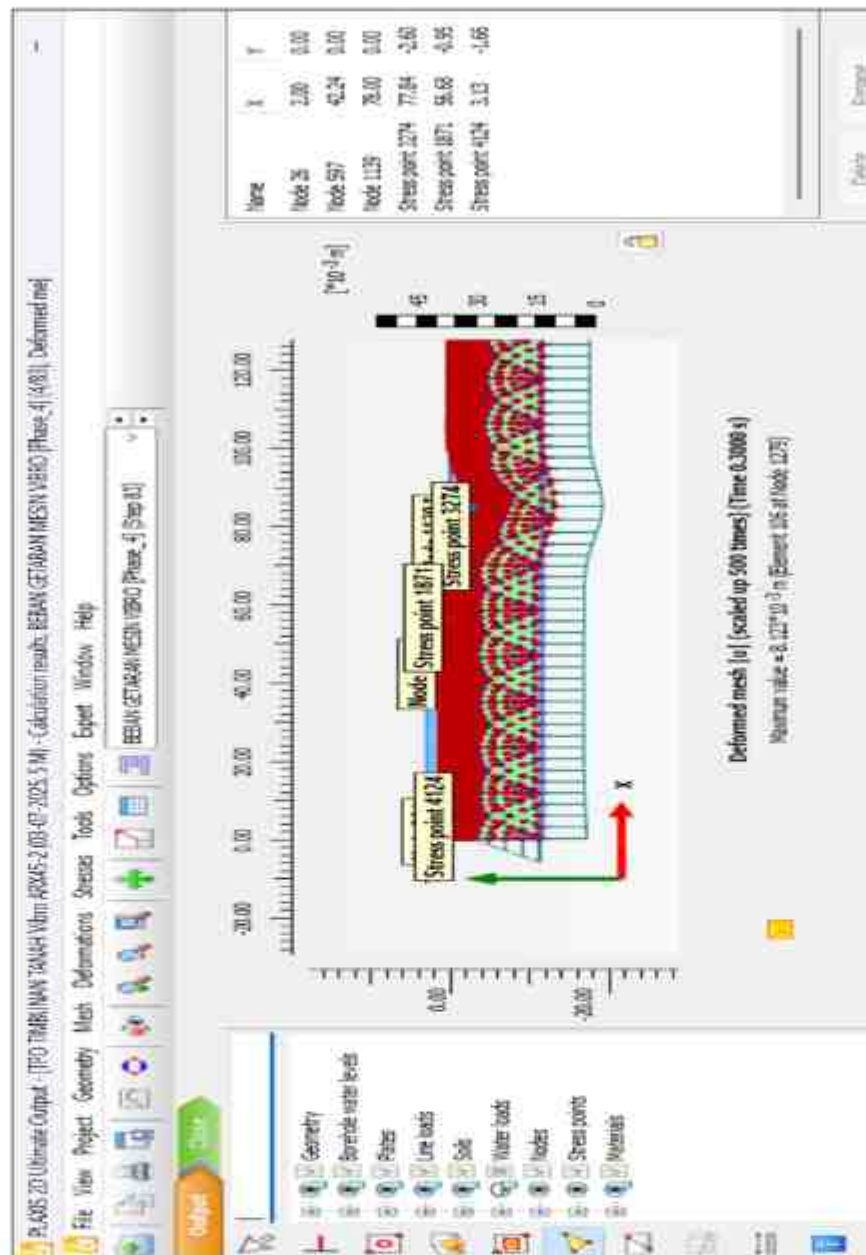
Berdasarkan hasil perhitungan aplikasi plaxis 2D didapat deformasi akibat Penurunan di node 26 kurva warna biru adalah 0.3194 cm, penurunan di node 597 kurva warna merah adalah 0.5224 cm dan penurunan di node 1139 kurva warna ungu adalah 0.2889 cm, sehingga penurunan yang terjadi pada pemadatan getaran

dengan jarak 5 meter dari Gudang adalah 0.2889 cm.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.158 Grafik Deformasi Perhitungan Beban Getaran Pemadatan Jarak 5 Meter

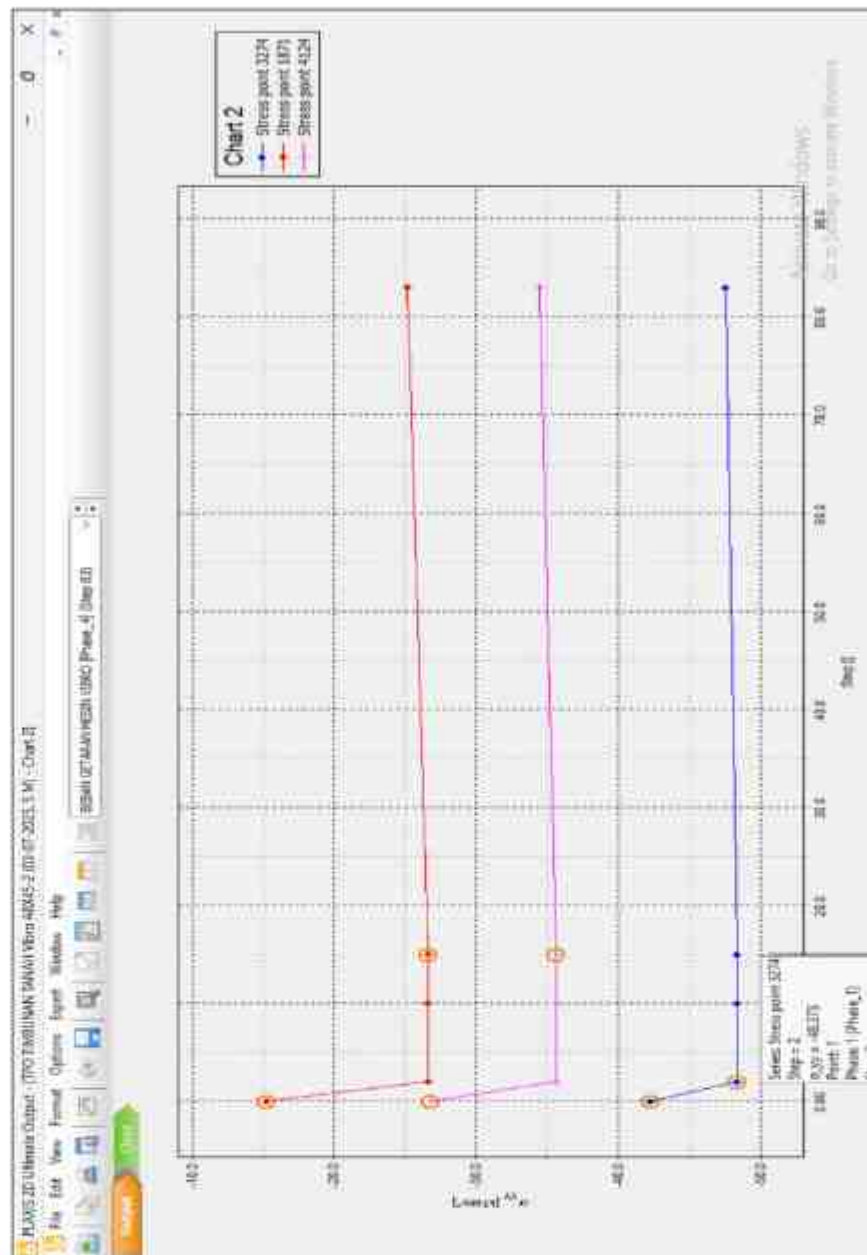


Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.159 Titik Pengamatan Tekanan Tanah Bahan Getaran Pemadatan Jarak 5 Meter

4.19.2 Tekanan Tanah Pada Pemadatan Jarak 5 Meter

Gambar 4.160 di bawah merupakan tekanan tanah akibat pemadatan getaran, pada titik 3274 kurva warna biru tekanannya sebesar 48.373 kN/m², titik 1871 kurva warna merah adalah 26.643 Kn/m², dan titik 4124 kurva warna ungu besar tekanannya adalah adalah 35.648 kN/m². Sehingga tekanan terbesar pada tanah dengan jarak pemadatan getaran 5 meter dari bangunan ada pada titik 3274.

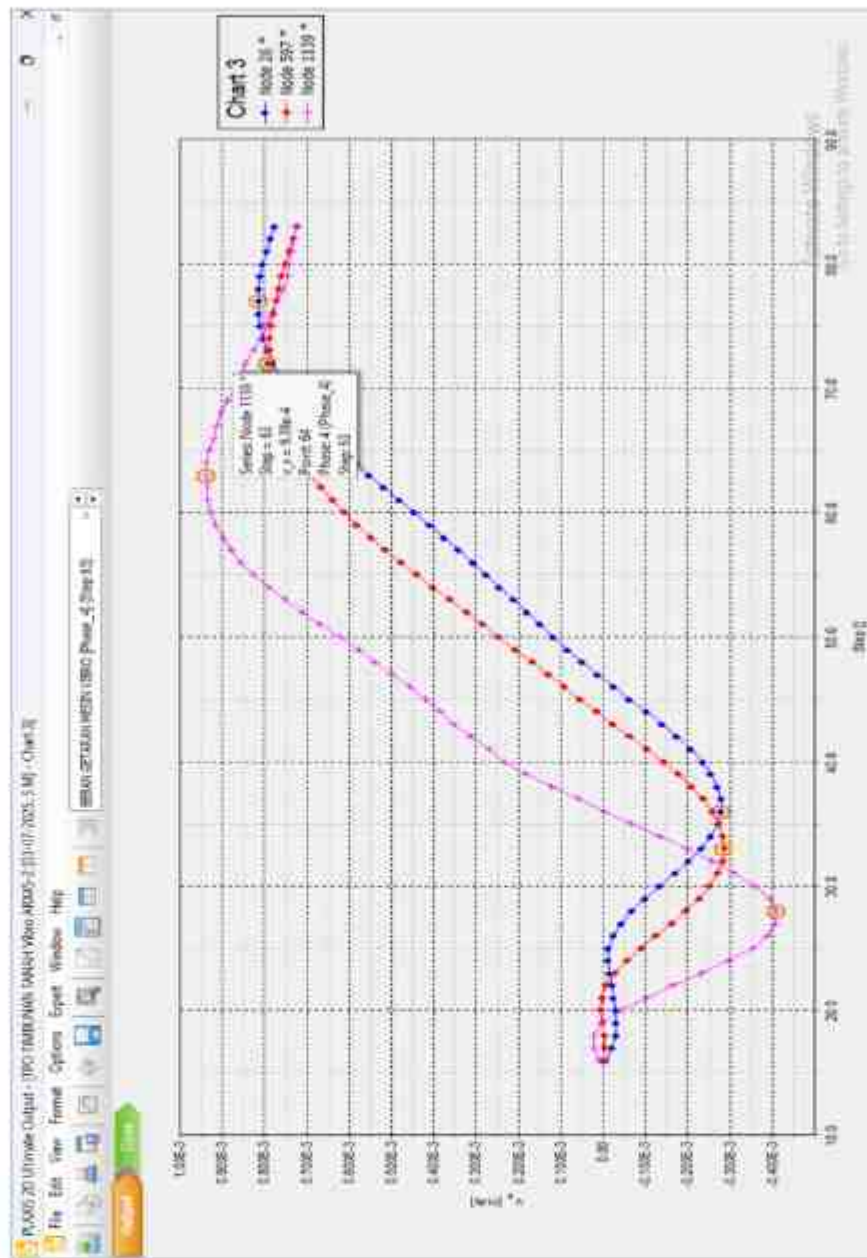


Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.160 Grafik Titik Tegangan Tanah Beban Gertaran Pemadatan Jarak 5 Meter

4.19.3 Percepatan Pergerakan Tanah Pada Pemadatan Jarak 5 Meter

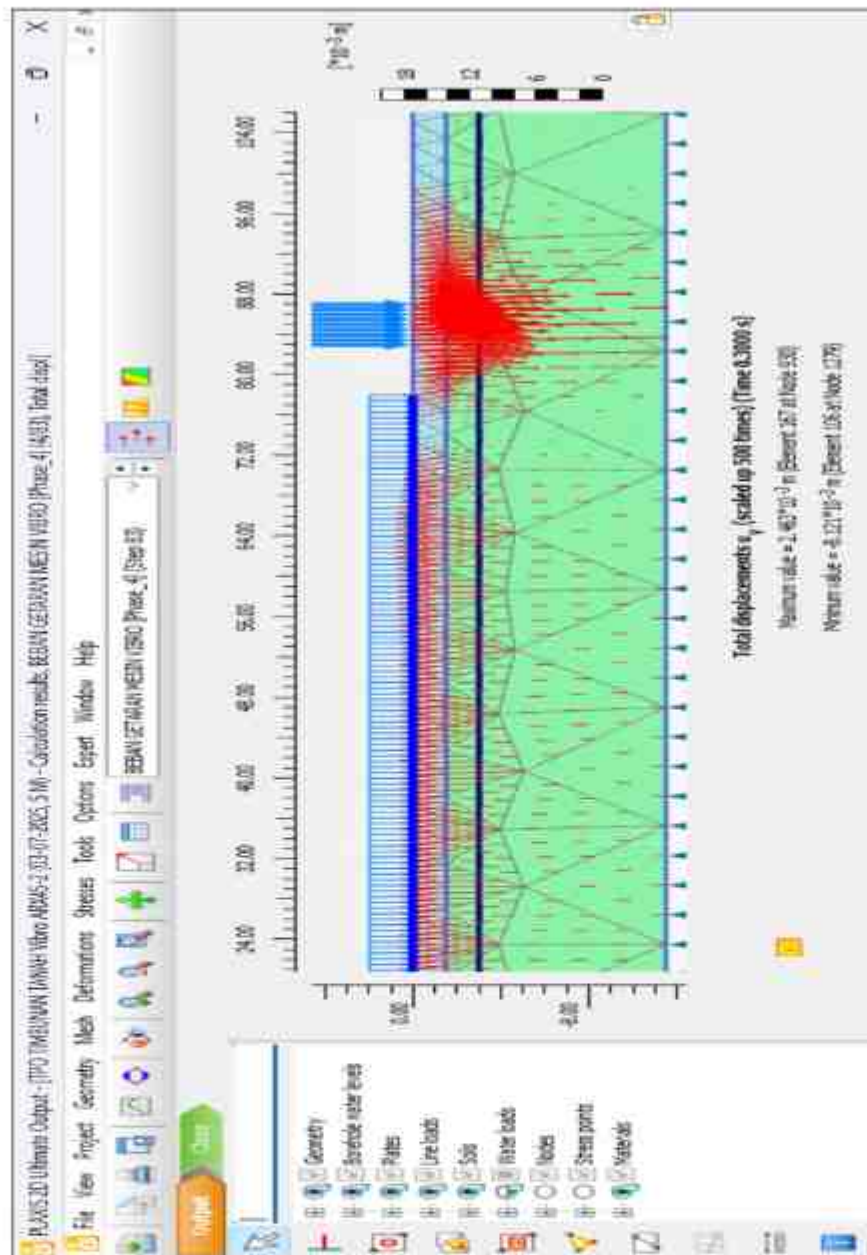
Percepatan pergerakan (velocities) Node 26 kurva warna biru adalah velocities $8.142E^{-4}$ m/s, node 597 kurva warna merah adalah $7.913E^{-4}$ m/s, dan node 1139 kurva warna ungu adalah $9.39E^{-4}$ m/s.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.161 Grafik Velocities Arah X

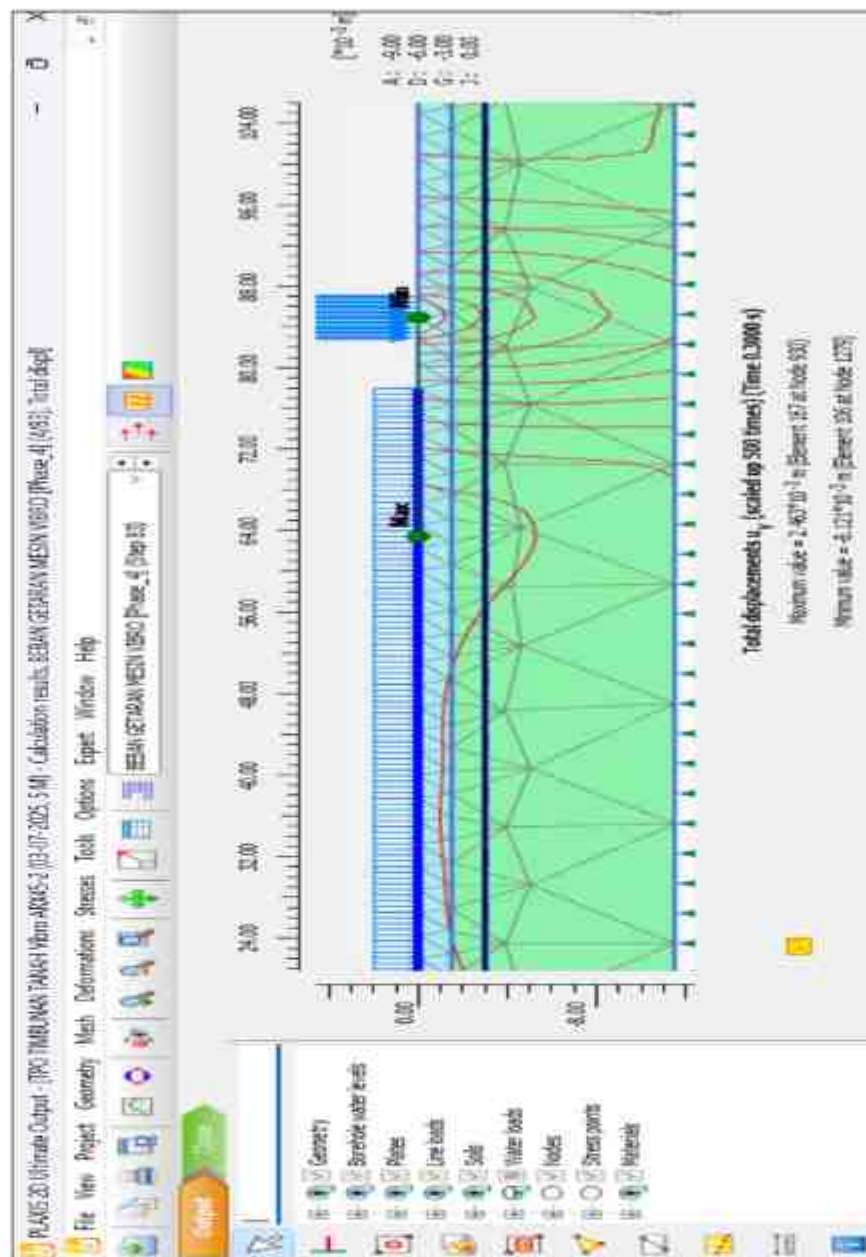
Arah pergerakan beban getaran menuju ke bawah seperti ditunjukkan gambar di bawah.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.162 Arah Pergerakan Deformasi Beban Getaran Pemadatan Jarak 5 Meter

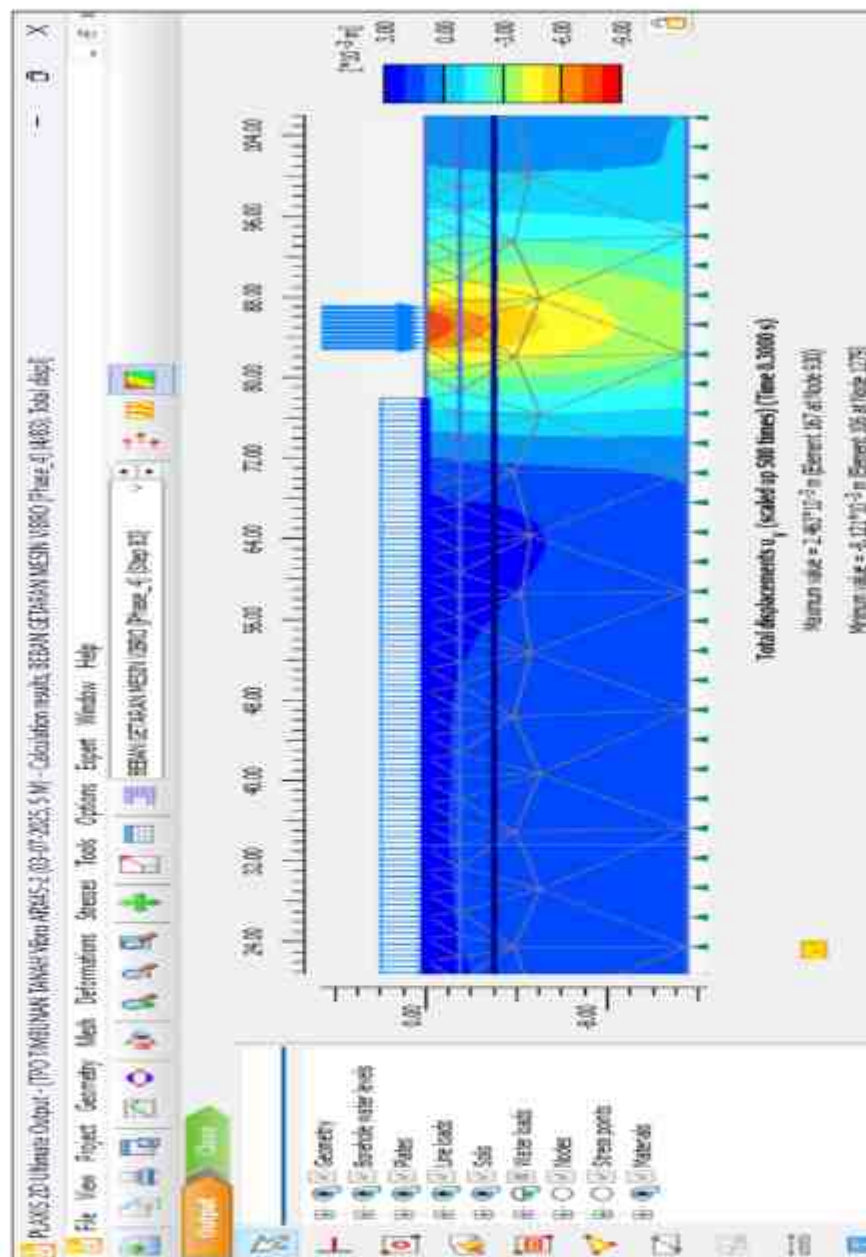
Gambar 4.163 di bawah menunjukkan kontur pergerakan tanah akibat getaran pemadatan dari hasil perhitungan plaxis 2D.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.163 Garis Kontur Pergerakan Deformasi Beban Getaran Pemadatan Jarak 5 Meter

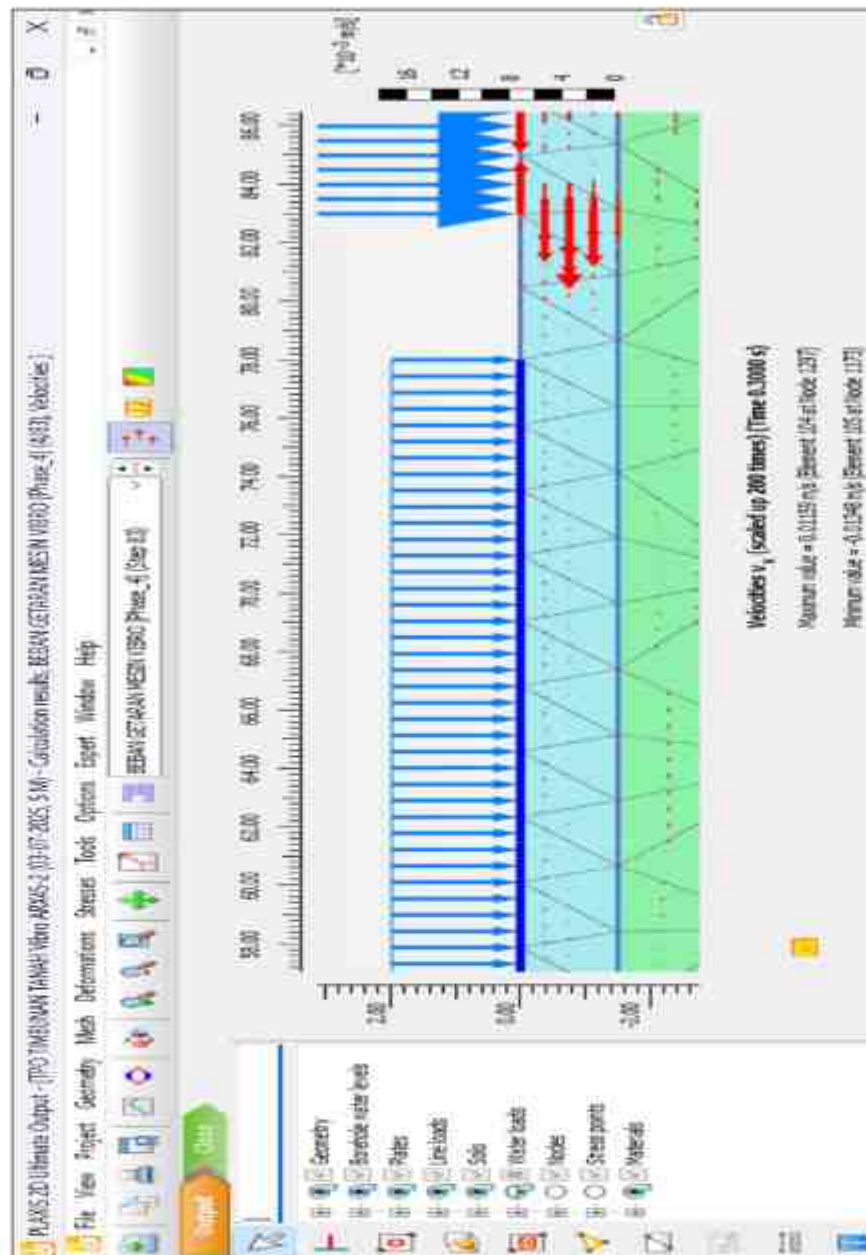
Gambar 4.164 di bawah menunjukkan visualisasi tegangan, regangan, displacement, tekanan air dari hasil perhitungan plaxis 2D.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.164 Tampilan Warna Pergerakan Deformasi Beban Getaran Pemadatan Jarak 5 Meter

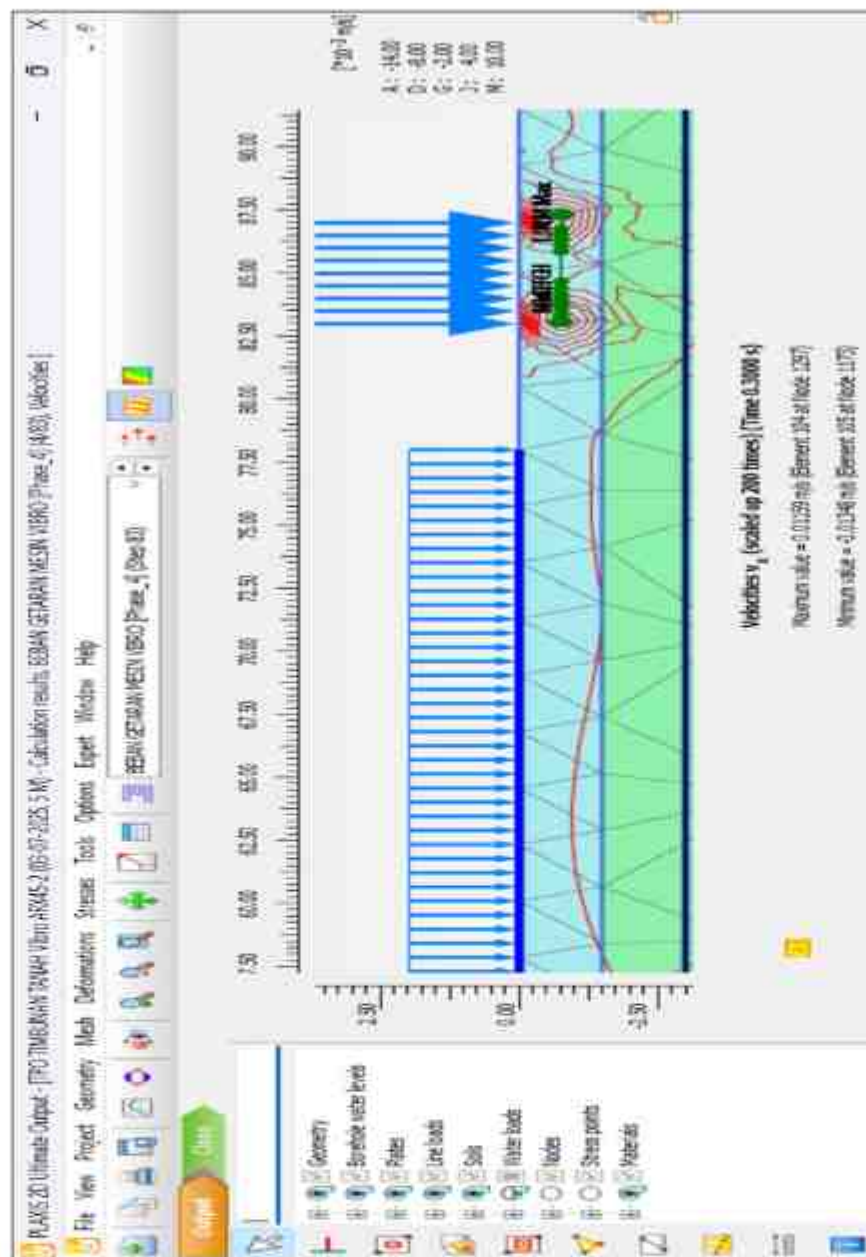
Gambar 4.165 di bawah menunjukkan velocities (kecepatan dan arah pergerakan) dari beban getaran akibat getaran yaitu nilai maksimum sebesar 0.01159 m/s ke arah positif X di node 1297, sedangkan kecepatan bergerak ke arah X negatif paling maksimum sebesar 0.01348 m/s di node 1173, kedua nilai ini menunjukkan arah getaran bolak-balik akibat beban getaran ketika pemadatan getaran.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.165 Arah Tanah Akibat Beban Getaran Pemadatan Jarak 5 Meter (Velocities Arah X)

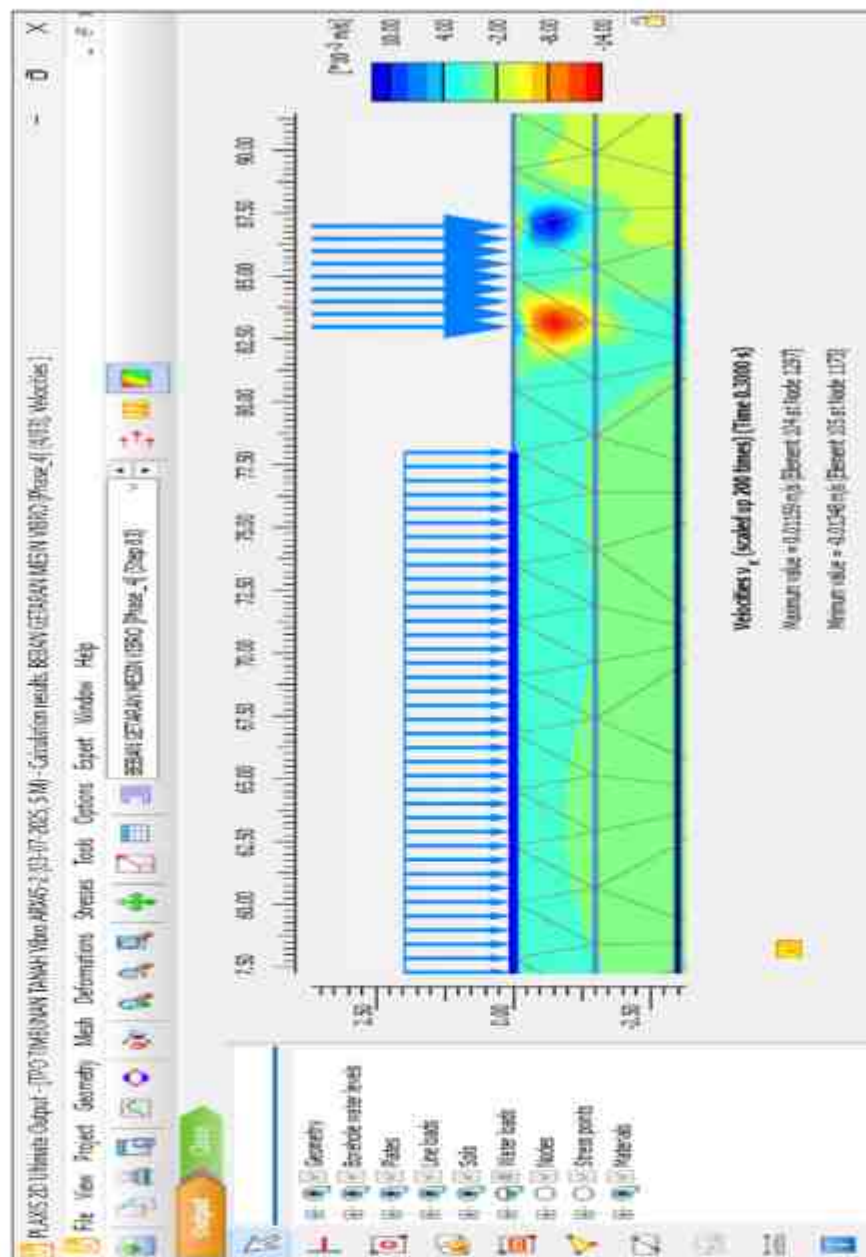
Gambar 4.166 di bawah menunjukkan shading velocities tanah ke arah x akibat getaran pemadatan dari hasil perhitungan plaxis 2D.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.166 Garis Kontur Bahan Getaran Pemadatan Jarak 5 Meter (Velocities Arah X)

Gambar 4.167 di bawah menunjukkan shading velocities tanah ke arah x akibat getaran pemadatan dari hasil perhitungan plaxis 2D.

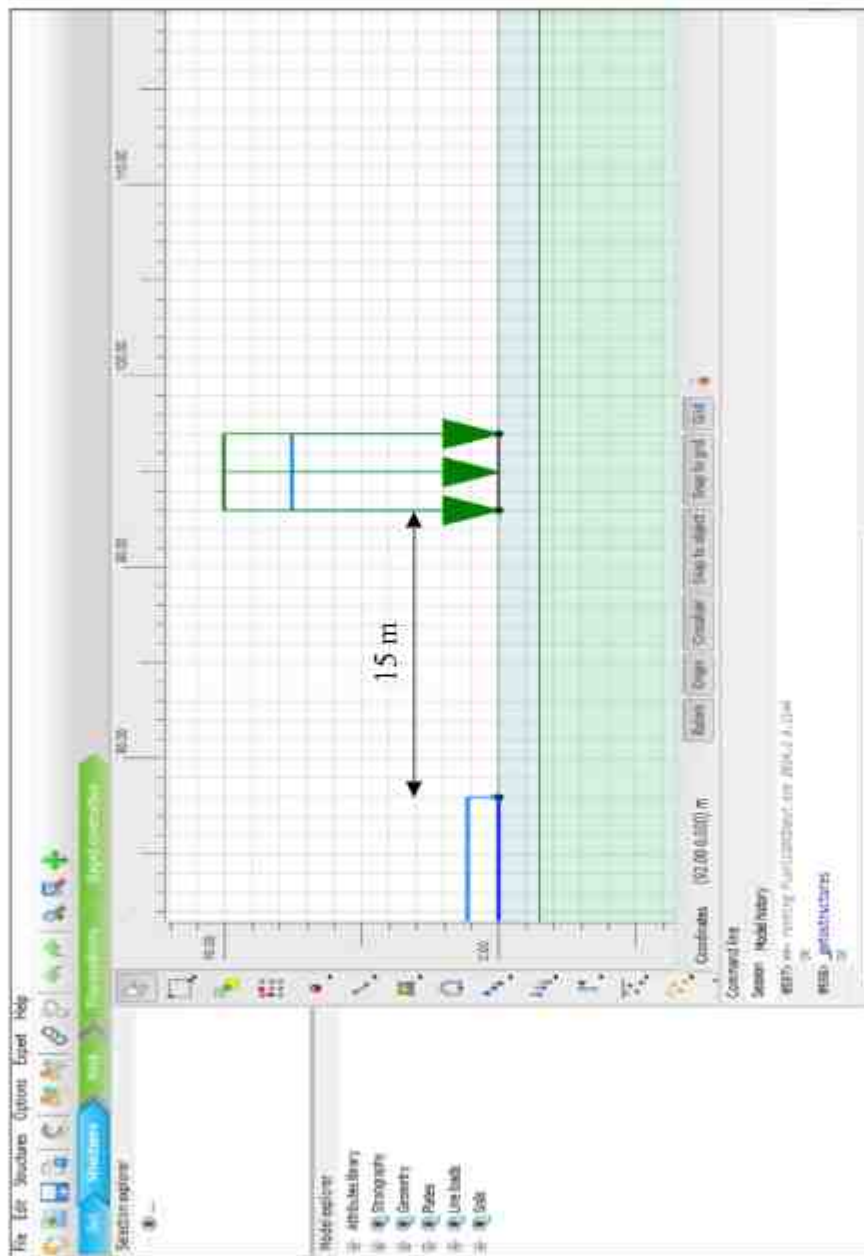


Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.167 Tampilan Warna Beban Getaran Pemasatan Jarak 5 Meter (Velocities Arah X)

4.20 Simulasi Pemadatan Jarak 15 Meter Dari Bangunan

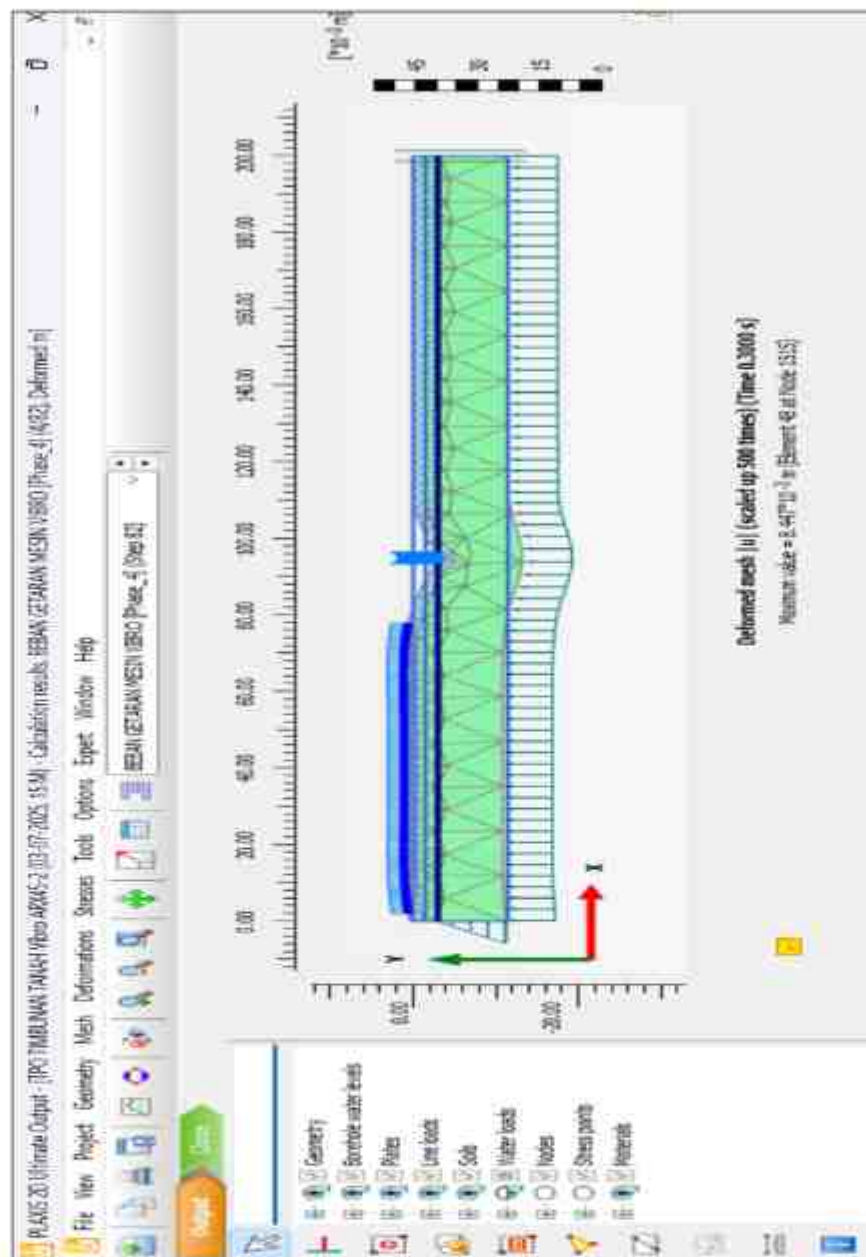
Dengan alur penginputan yang sama seperti jarak seperti di atas maka untuk jarak pemadatan 15 meter didapat hasil seperti pembahasan berikut.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.168 Pemodelan Pemadatan Jarak 15 Meter

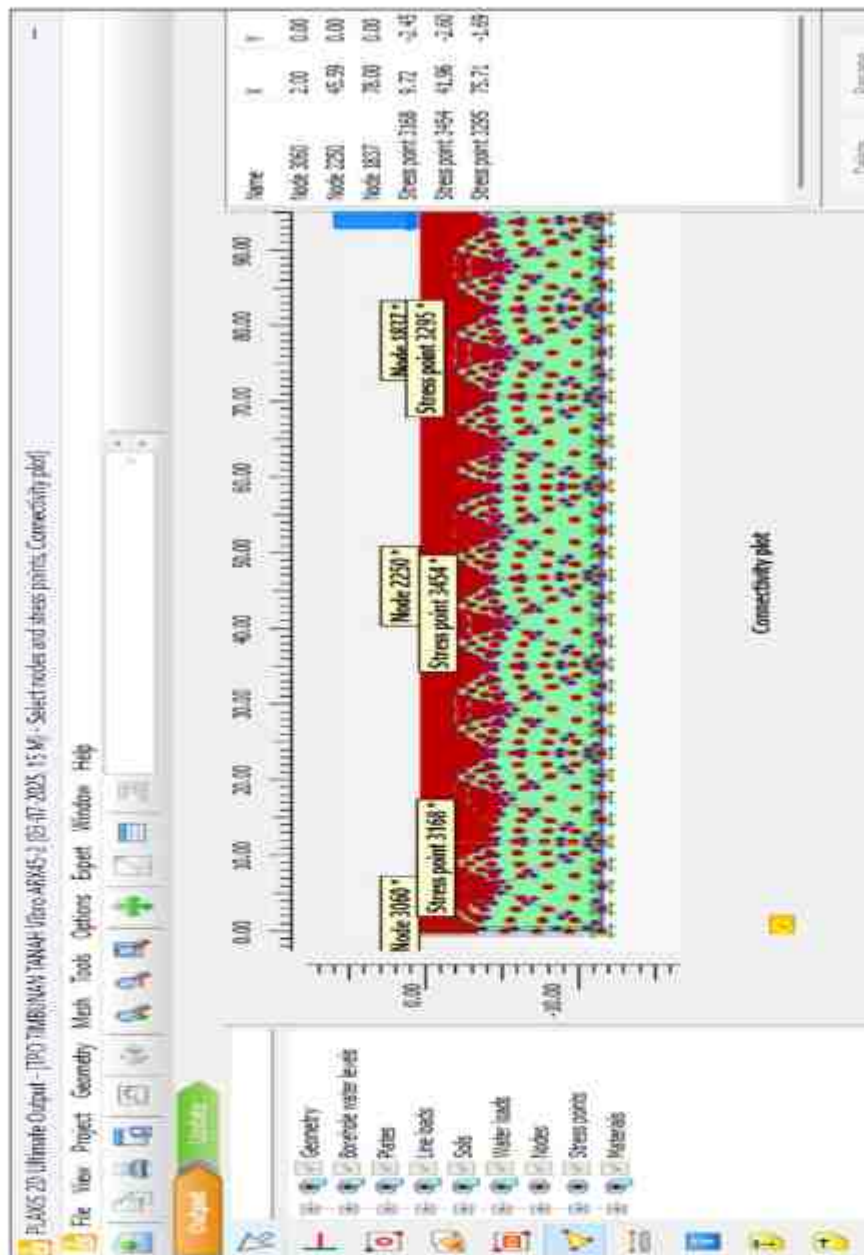
Gambar 4.169 di bawah menunjukkan pemodelan hasil perhitungan jarak 15 Meter dari bangunan.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.169 Model Hasil Perhitungan Beban Getaran Pemadatan Jarak 15 Meter

Gambar 4.170 di bawah menunjukkan meshing hasil perhitungan untuk mengetahui deformasi akibat getaran pada node 3060, node 2395 dan node 1837.

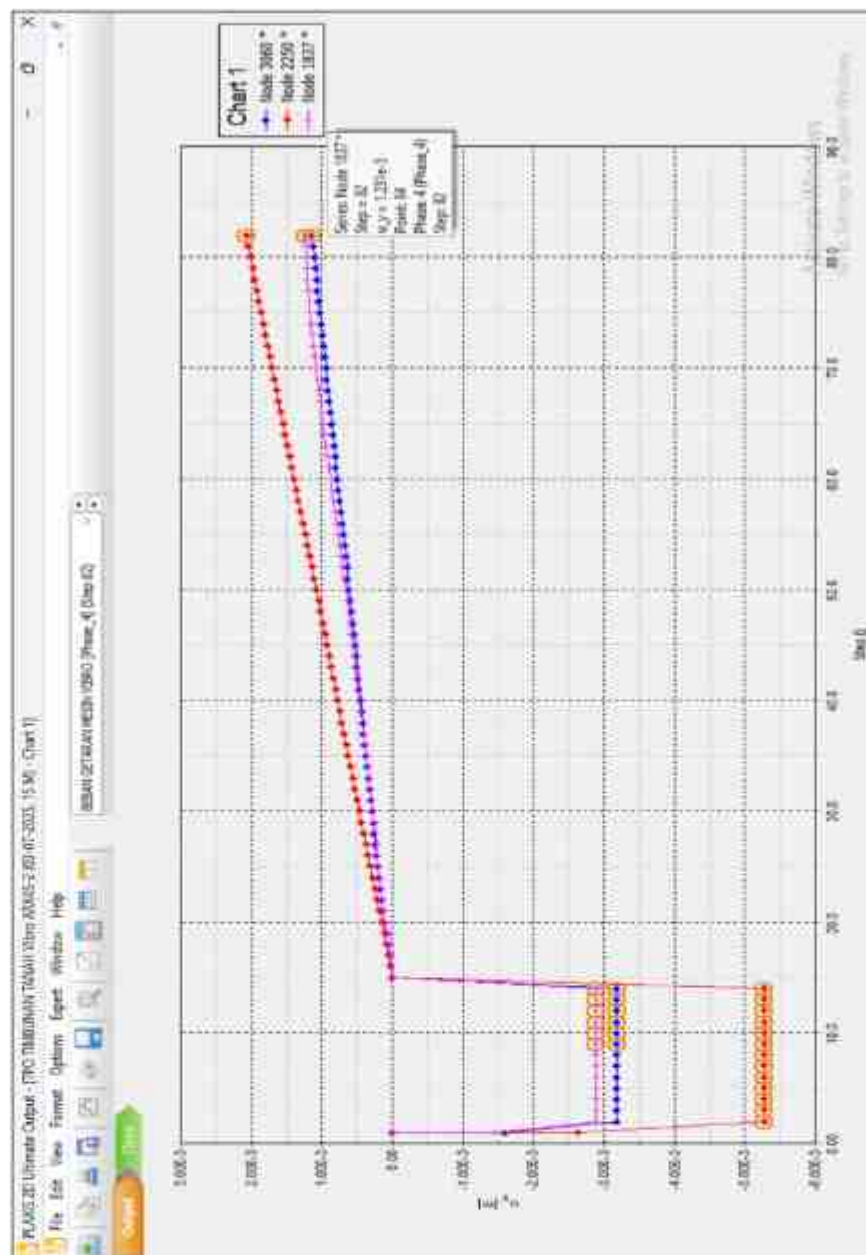


Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.170 Model Hasil Mesh Perhitungan Beban Getaran Pemadatan Jarak 15 Meter

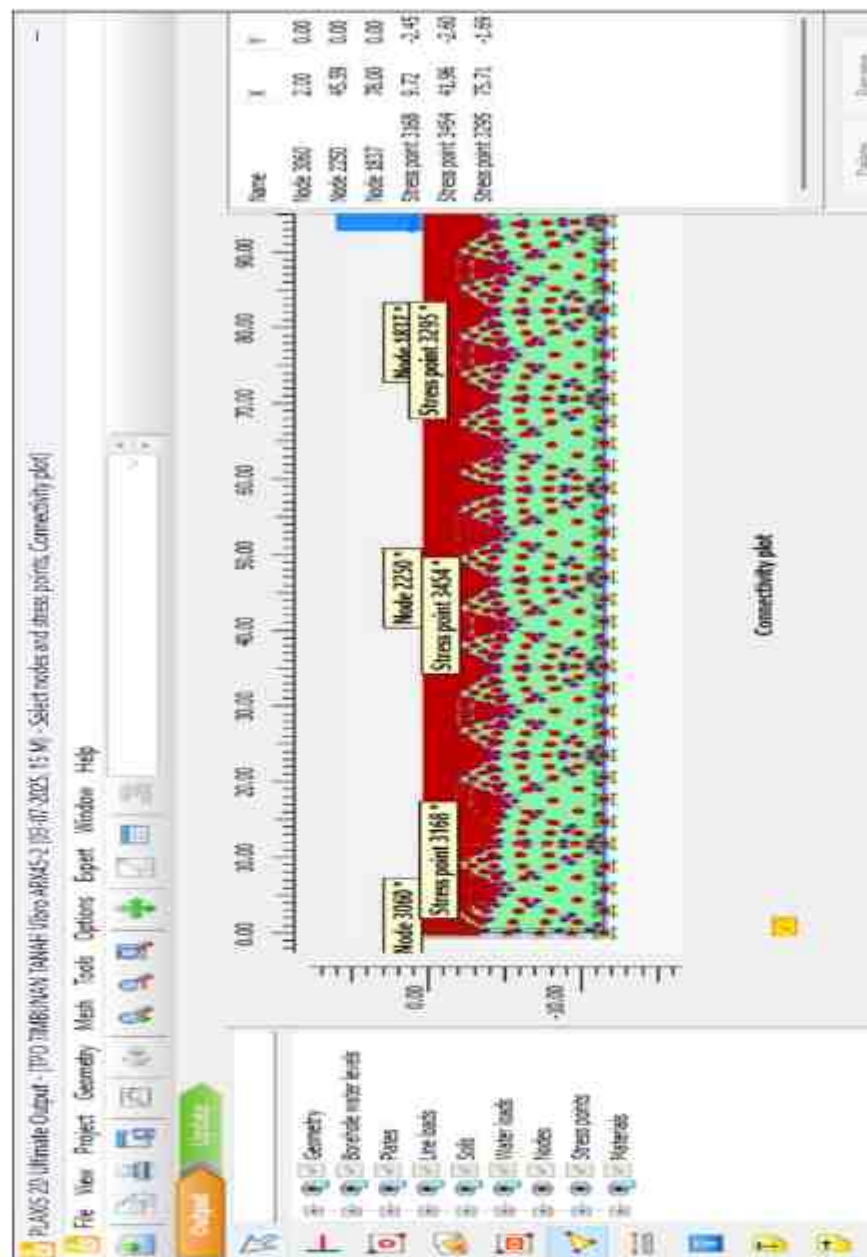
4.20.1 Deformasi Tanah Pada Pemadatan Jarak 15 Meter

Berdasarkan hasil perhitungan aplikasi plaxis 2D didapat deformasi akibat pemadatan getaran di node 3060 kurva warna biru adalah 0.3194 cm, penurunan di node 2250 kurva warna merah adalah 0.5264 cm dan penurunan di node 1837 kurva warna ungu adalah 0.2892 cm, sehingga penurunan yang terjadi pada pemadatan getaran jarak 15 meter adalah sebesar 0.2892 cm dan masih masuk dalam batas toleransi SNI 8460:2017 yaitu 2.5 cm.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.171 Grafik Deformasi Perhitungan Beban Getaran Pemadatan Jarak 15 Meter

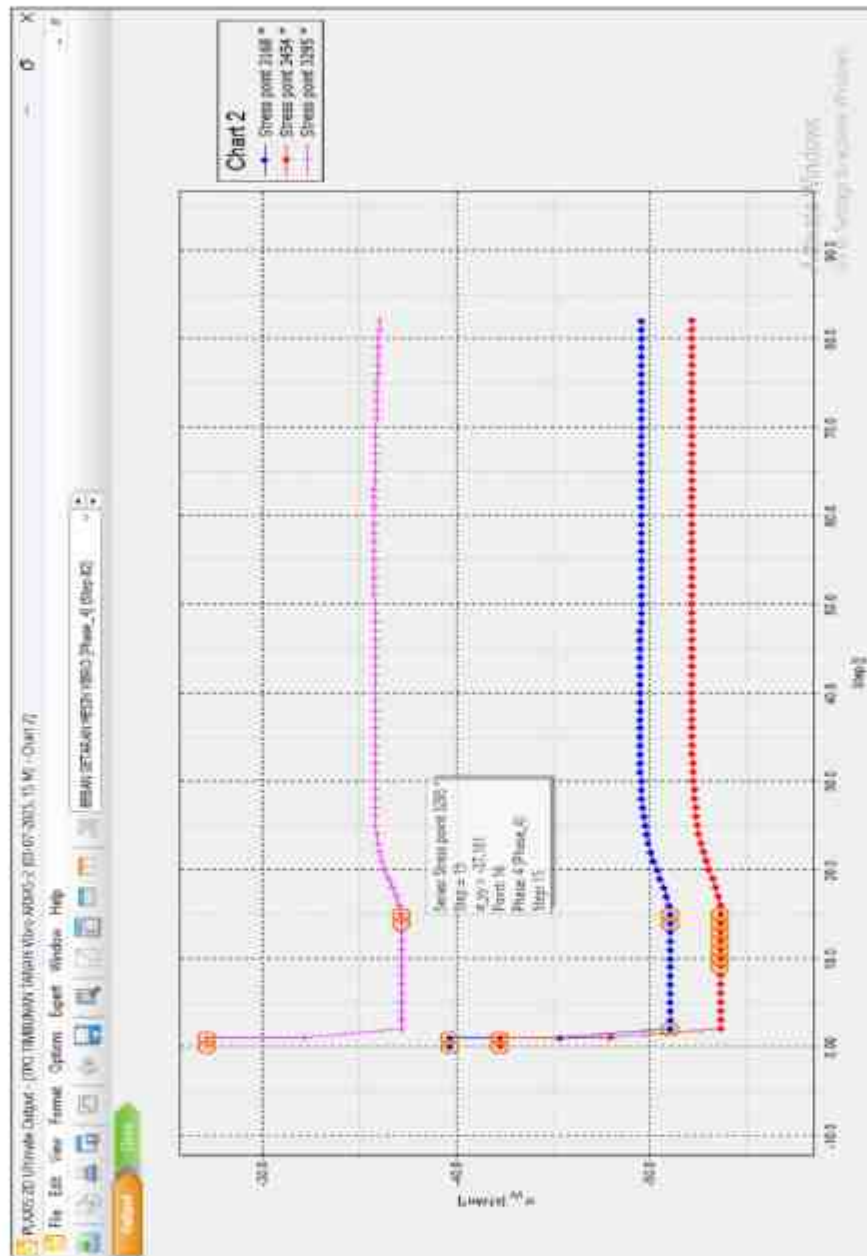


Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.172 Titik Pengamatan Tegangan Tanah Beban Getaran Pemadatan Jarak 15 Meter

4.20.2 Tekanan Tanah Pada Pemadatan Jarak 15 Meter

Gambar 4.173 di bawah merupakan tekanan tanah akibat pemadatan getaran. Pada titik 3168 kurva warna biru tekanannya sebesar 51.034 kN/m², titik 3454 kurva warna merah adalah 53.643 kN/m², dan titik 3295 kurva warna ungu besar tekanannya adalah 37.161 kN/m². Sehingga tekanan yang terjadi pada tanah dengan jarak pemadatan getaran 15 meter adalah 37.161 ada pda titik 3295.

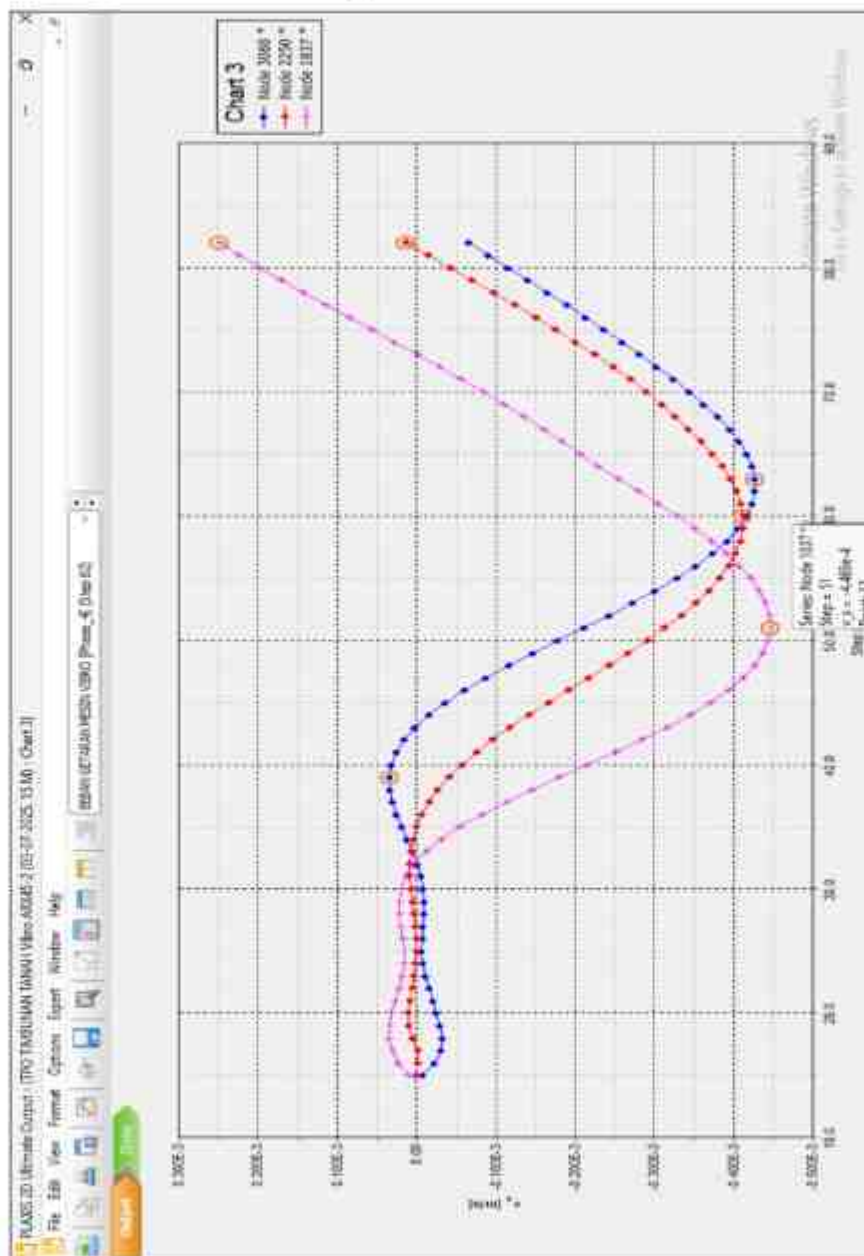


Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.173 Grafik Tiuk Tekanan Tanah Beban Getaran Pemadatan Jarak 1.5 Meter

4.20.3 Percepatan Pergerakan Tanah Pada Pemadatan Jarak 5 Meter

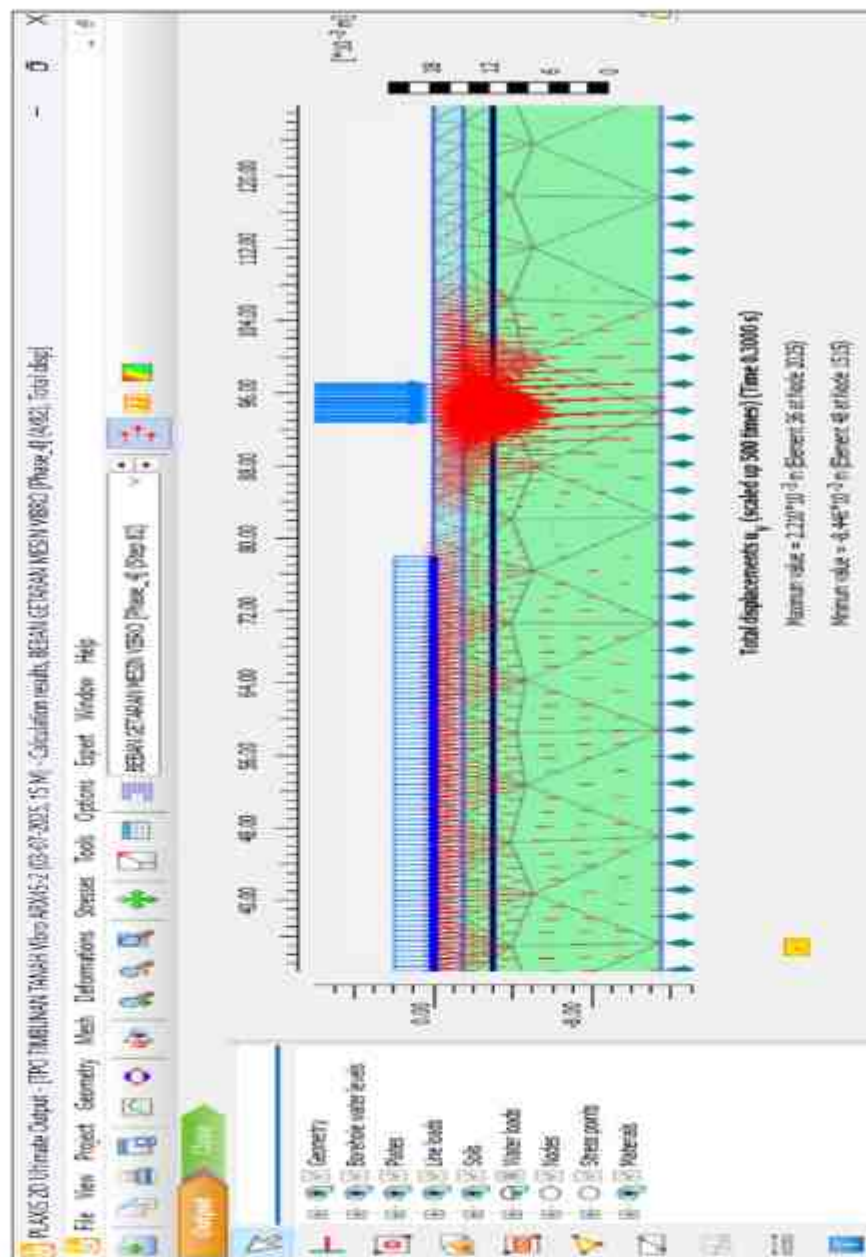
Percepatan pergerakan (velocities) Node 3060 kurva warna biru adalah velocities $4.278E^{-4}$ m/s, node 2250 kurva warna merah adalah $4.117E^{-4}$ m/s, dan node 1837 kurva warna ungu adalah $4.469E^{-4}$ m/s.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.174 Grafik Velocities Arah X

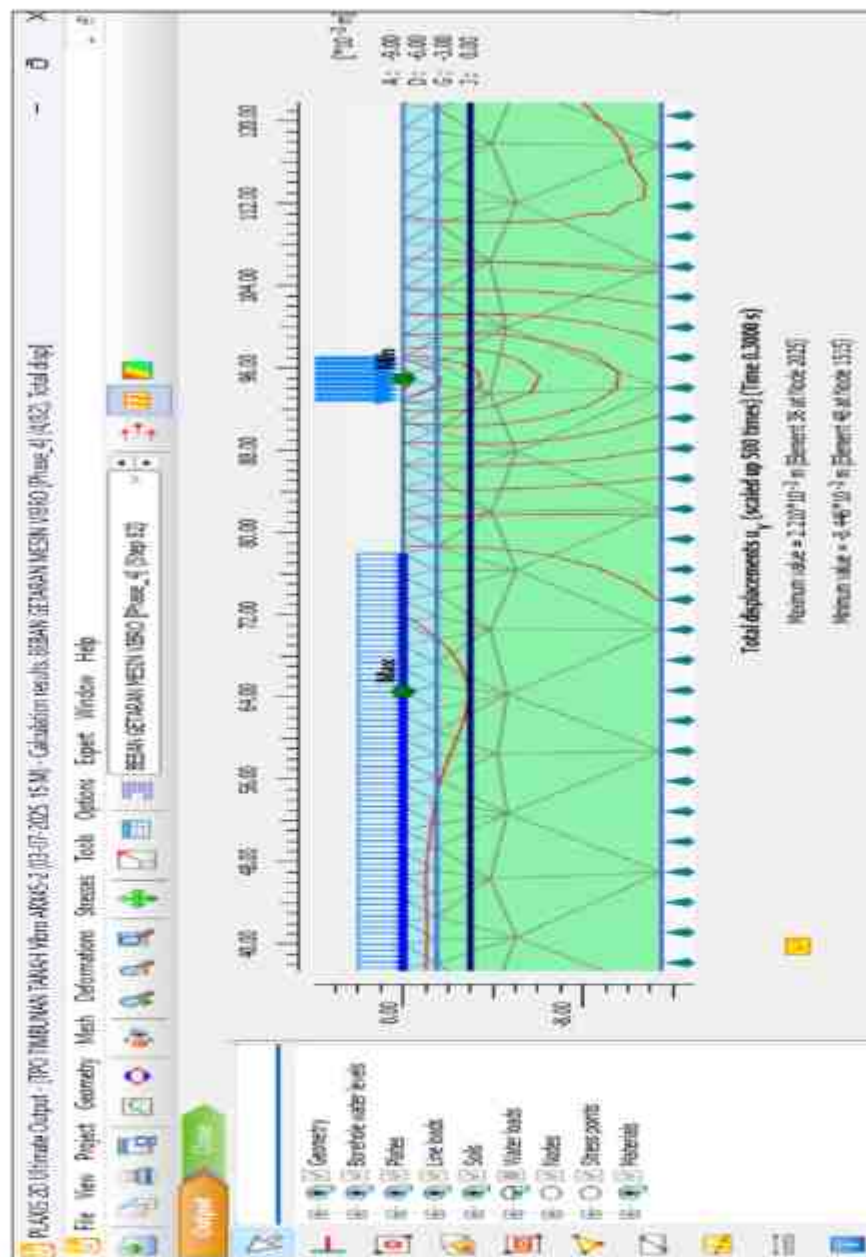
Arah pergerakan beban getaran menuju ke bawah seperti ditunjukkan gambar di bawah.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.175 Arah Pergerakan Deformasi Beban Getaran Pemadatan Jarak 15 Meter

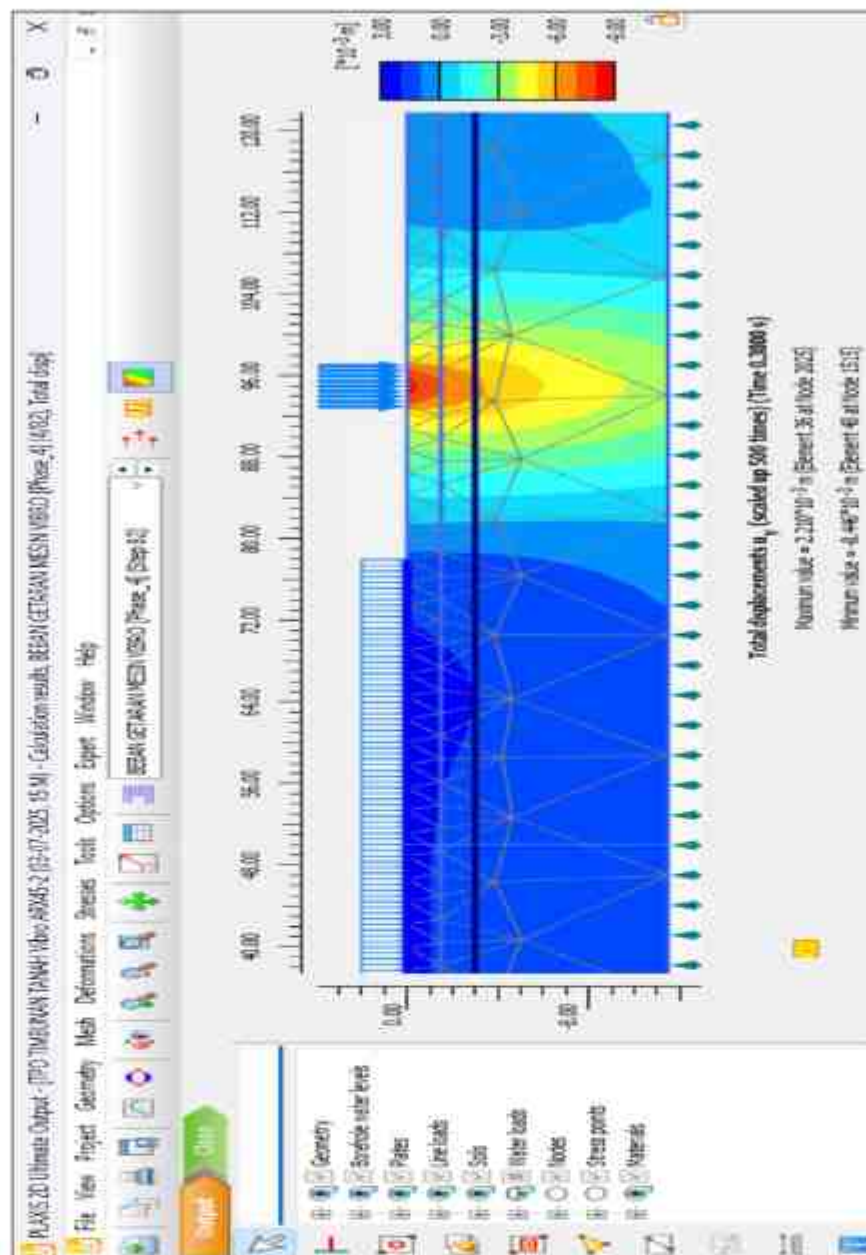
Gambar 4.176 di bawah menunjukkan kontur pergerakan tanah akibat getaran pemadatan dari hasil perhitungan plaxis 2D.



Sumber : Data Pribadi Program Plexis 2D

Gambar 4.176 Grafik Pergerakan Deformasi Beban Getaran Pemadatan Jarak 15 Meter

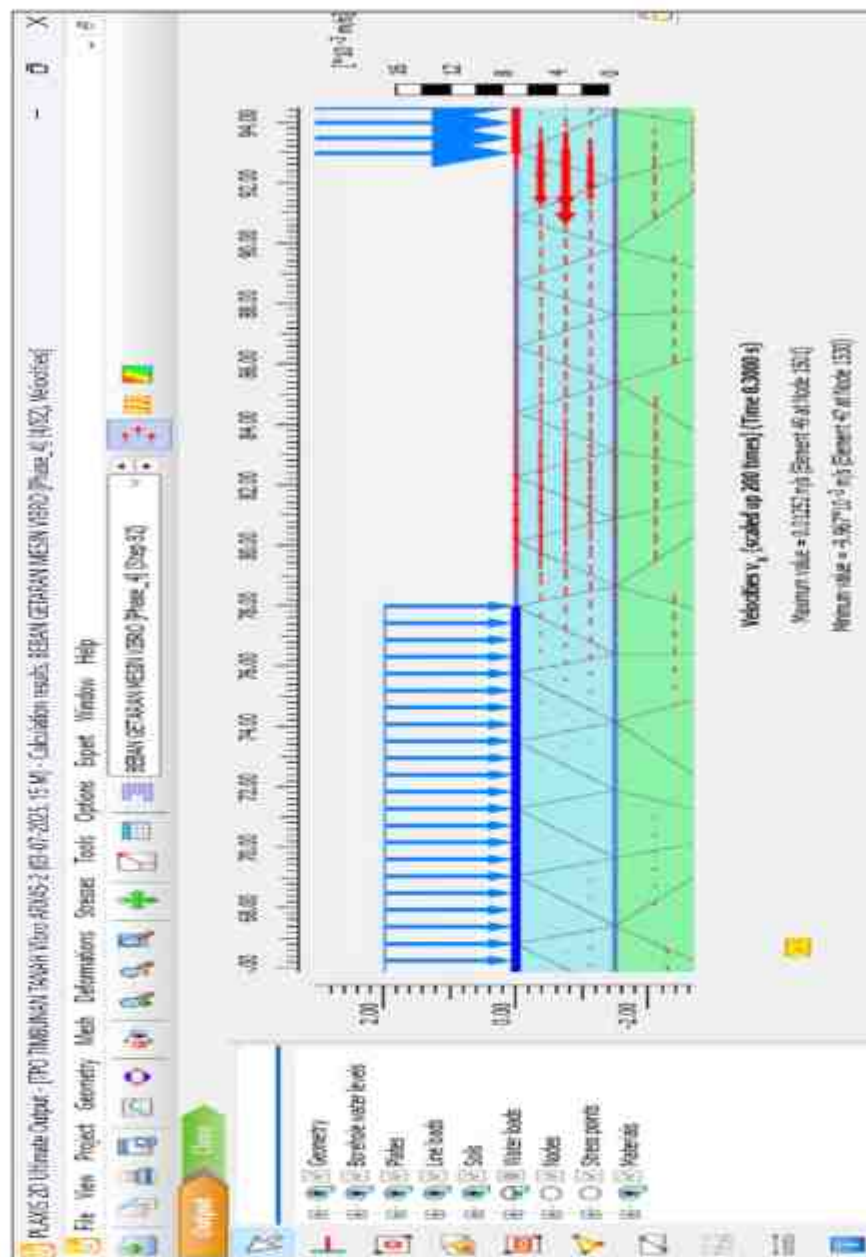
Gambar 4.177 di bawah menunjukkan visualisasi tegangan, regangan, displacement, tekanan air dari hasil perhitungan plaxis 2D.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.177 Tampilan Warna Pergerakan Deformasi Beban Getaran Pemadatan Jarak 15 Meter

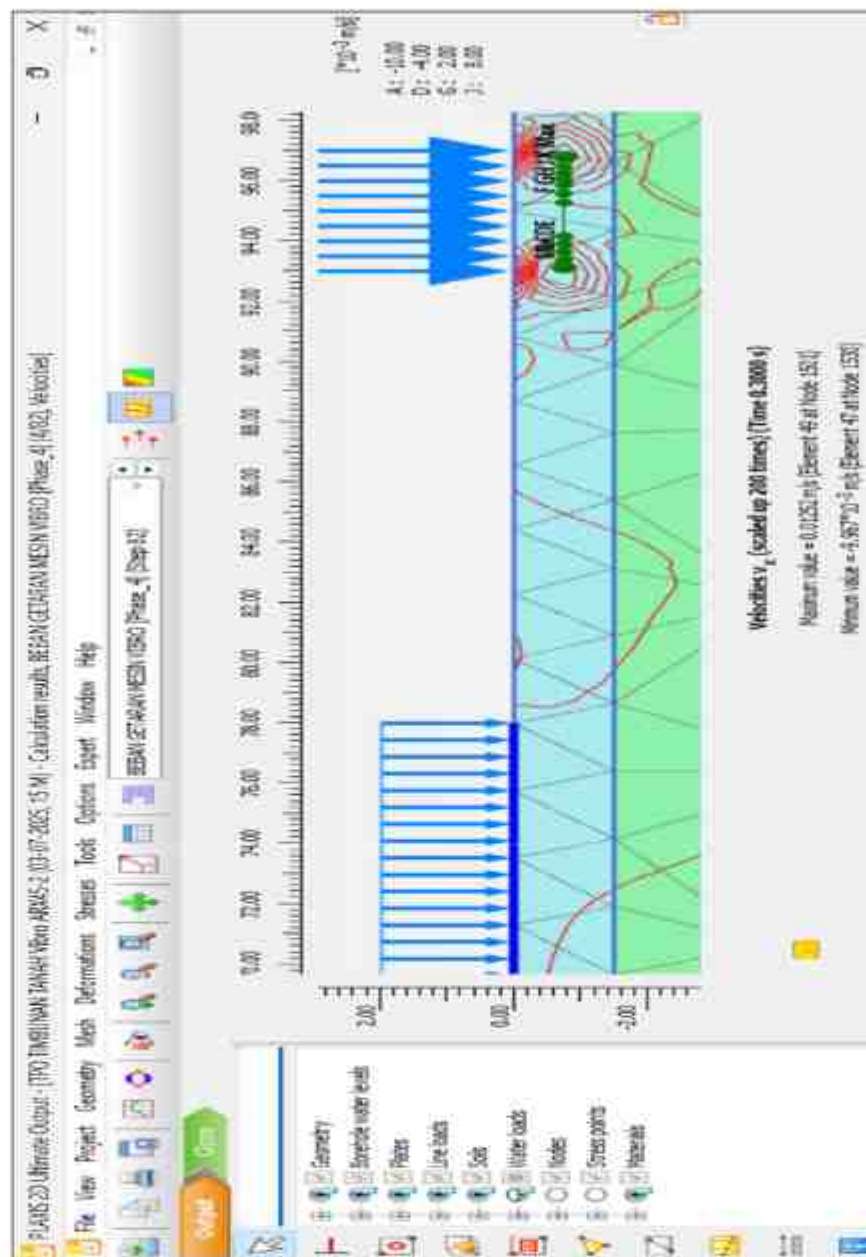
Gambar 4.178 di bawah menunjukkan velocities (kecepatan dan arah pergerakan) dari beban getaran akibat getaran yaitu nilai maksimum sebesar 0.01207 m/s ke arah positif X di node 1501, sedangkan kecepatan bergerak ke arah X negatif paling maksimum sebesar 0,01138 m/s di node 1530, kedua nilai ini menunjukkan arah getaran bolak-balik akibat beban getaran ketika pemadatan getaran.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.178 Arah Tanah Akibat Beban Getaran Pemadatan Jarak 15 Meter (Velocities Arah X)

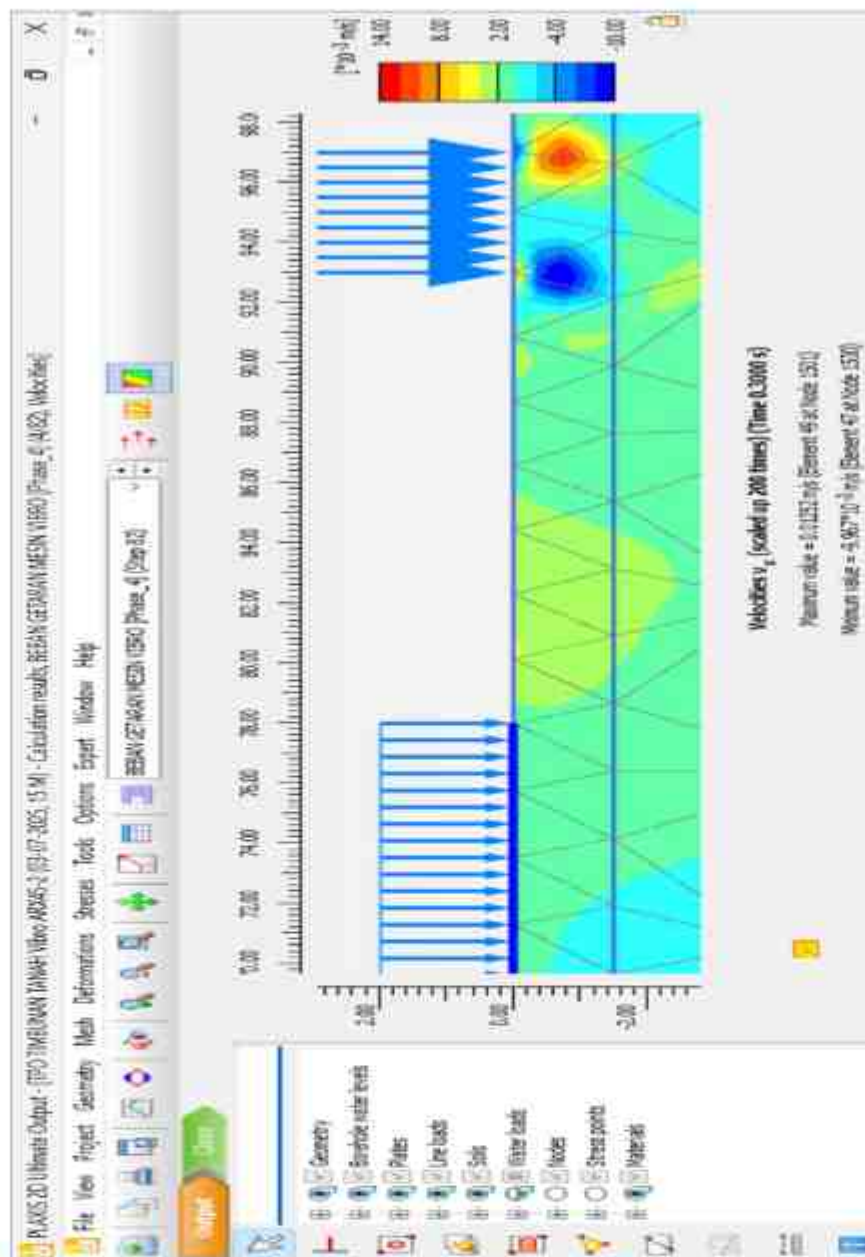
Gambar 4.179 di bawah menunjukkan kontur pergerakan tanah akibat getaran pemadatan dari hasil perhitungan plaxis 2D. Dilihat dari garis kontur gambar 4.151 bahwa garis kontur berwarna merah tidak terdapat di bawah area Gudang, garis kontur hanya terdapat pada area mesin vibro roller, pada hasil perhitungan di node 1501 percepatan pergerakan maksimum tanah sebesar 0,01252 m/s.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

Gambar 4.179 Garis Kontur Beban Getaran Pemadatan Jarak 15 Meter (Velocities Arah X)

Gambar 4.180 di bawah menunjukkan shading velocities/warna percepatan pergerakan tanah, warna merah menunjukkan area pergerakan paling tinggi dan warna biru area hamper tidak ada pergerakan atau pergerakan sangat kecil. Pada hasil perhitungan gambar 4.152 nilai kecepatan terbesar adalah 0.01252 m/s.



Sumber : Data Pribadi Program Plaxis 2D

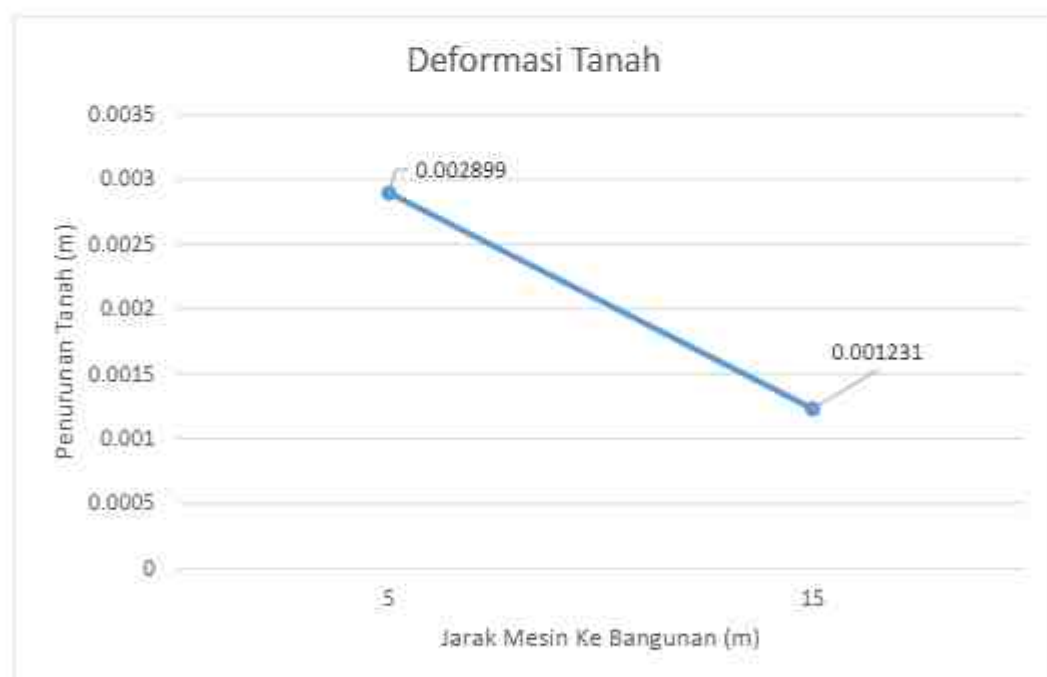
Gambar 4.180 Tampilan Warna Beban Getaran Pemadatan Jarak 15 Meter (Velocities Arah X)

4.21 Grafik Hasil Perhitungan

Berikut adalah grafik hasil perhitungan simulasi posisi pemadatan getaran menggunakan Mesin Vibro Roller RMX-45-2 terhadap bangunan jarak 5 meter dan 15 meter.

Tabel 4.6 Penurunan Tanah (Deformation) Di bawah Slab Berdasarkan Jarak Pemadatan Terhadap Bangunan Menggunakan Mesin Vibro Roller RMX 45-2

No.	Jarak Pemadatan Dari Mesin ke Bangunan (m)	Penurunan Tanah (m)	Penurunan Tanah Izin (M)	Keterangan
1	5	0.002899	0.025	OK
2	15	0.001231	0.025	OK



Grafik 4.4 Deformasi Tanah Akibat Pemadatan Getaran

Tabel 4.7 Tekanan Tanah (Stresses) Di Bawah Slab Berdasarkan Jarak Pemadatan Terhadap Bangunan Menggunakan Mesin Vibro Roller

No.	Jarak Pemadatan Dari Mesin ke Bangunan (m)	Teganan Tanah (kN/m ²)	Tekanan Tanah Izin (Kn/m ²)	Keterangan
1	5	48.373	355.5	OK
2	15	37.161	355.5	OK



Grafik 4.5 Tekanan Tanah Akibat Pemadatan Getaran

Tabel 4.8 Percepatan Pergerakan Tanah (Viscositas) Berdasarkan Jarak Pemadatan Terhadap Bangunan Menggunakan Mesin Vibro Roller RMX 45-2

No.	Jarak Pemadatan (Meter)	Percepatan Pergerakan Tanah (m/s)
1	5	$9.39E^{-4}$
2	15	$4.469E^{-4}$



Grafik 4.6 Percepatan Pergerakan Tanah Akibat Pemadatan Getaran

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisis Aplikasi Plaxis 2D dan pembahasan pemadatan getaran dapat disimpulkan bahwa :

5.1.1 Menggunakan Mesin Vibro Roller Type STA VV 1100 D

1. Jarak pemadatan getaran terhadap bangunan 0.5 Meter
 - Deformasi tanah akibat pemadatan pada jarak 0.5 meter adalah 2.2 cm dan memenuhi minimal deformasi toleransi yaitu sebesar 2.5 cm (SNI 8460:2017).
 - Tekanan yang terjadi pada jarak pemadatan 5 meter dari alat vibro adalah 153.20 kN/m^2 , dan masih memenuhi tegangan izin yaitu 355.5 kN/m^2 .
2. Jarak pemadatan getaran terhadap bangunan 5 Meter
 - Deformasi tanah akibat pemadatan pada jarak 5 meter adalah 0.967 cm dan memenuhi minimal deformasi toleransi yaitu sebesar 2.5 cm (SNI 8460:2017).
 - Tekanan yang terjadi pada jarak pemadatan 5 meter dari alat vibro adalah 140.61 kN/m^2 , dan masih memenuhi tegangan izin yaitu 355.5 kN/m^2 .
3. Jarak pemadatan getaran terhadap bangunan 10 Meter
 - Deformasi tanah akibat pemadatan getaran yang terjadi pada jarak 10 meter adalah sebesar 0.316 cm dan memenuhi minimal deformasi toleransi yaitu sebesar 2.5 cm (SNI 8460:2017).
 - Tekanan yang terjadi pada jarak pemadatan 10 meter dari alat vibro adalah 137.03 kN/m^2 , dan masih memenuhi tegangan izin yaitu 355.5 kN/m^2 .

4. Jarak pemadatan getaran terhadap bangunan 15 Meter

- Deformasi tanah akibat pemadatan getaran yang terjadi pada jarak 15 meter adalah sebesar 0.299 cm dan memenuhi minimal deformasi toleransi yaitu sebesar 2.5 cm (SNI 8460:2017).
- Tekanan yang terjadi pada jarak pemadatan 15 meter dari alat vibro adalah 135.47 kN/m^2 , dan masih memenuhi tegangan izin yaitu 355.5 kN/m^2 .

5. Jarak pemadatan getaran terhadap bangunan 25 Meter

- Deformasi tanah akibat pemadatan getaran yang terjadi pada jarak 25 meter adalah sebesar 0.299 cm dan memenuhi minimal deformasi toleransi yaitu sebesar 2.5 cm (SNI 8460:2017).
- Tekanan yang terjadi pada jarak pemadatan 25 meter dari alat vibro adalah 132.97 kN/m^2 , dan masih memenuhi tegangan izin yaitu 355.5 kN/m^2 .

6. Jarak pemadatan getaran terhadap bangunan 50 Meter

- Deformasi tanah akibat pemadatan getaran yang terjadi pada jarak 50 meter adalah sebesar 0.293 cm dan memenuhi minimal deformasi toleransi yaitu sebesar 2.5 cm (SNI 8460:2017).
- Tekanan yang terjadi pada jarak pemadatan 50 meter dari alat vibro adalah 132.50 kN/m^2 , dan masih memenuhi tegangan izin yaitu 355.5 kN/m^2 .

7. Jarak pemadatan getaran terhadap bangunan 100 Meter

- Deformasi tanah akibat pemadatan getaran yang terjadi pada jarak 100 meter adalah sebesar 0.293 cm dan memenuhi minimal deformasi toleransi yaitu sebesar 2.5 cm (SNI 8460:2017).
- Tekanan yang terjadi pada jarak pemadatan 100 meter dari alat vibro adalah 132.49 kN/m^2 , dan masih memenuhi tegangan izin yaitu 355.5 kN/m^2 .

5.1.2 Menggunakan Mesin Vibro Roller Type AMMANN ARX-45-2

1. Jarak pemadatan getaran terhadap bangunan 5 Meter

- Deformasi tanah akibat pemadatan getaran yang terjadi pada jarak 5 meter adalah sebesar 0.289 cm dan memenuhi minimal deformasi toleransi yaitu sebesar 2.5 cm (SNI 8460:2017).
- Tekanan yang terjadi pada jarak pemadatan 5 meter dari alat vibro adalah 48.373 kN/m², dan masih memenuhi tegangan izin yaitu 355.5 kN/m².

2. Jarak pemadatan getaran terhadap bangunan 15 Meter

- Deformasi tanah akibat pemadatan getaran yang terjadi pada jarak 15 meter adalah sebesar 0.1231 cm dan memenuhi minimal deformasi toleransi yaitu sebesar 2.5 cm (SNI 8460:2017).
- Tekanan yang terjadi pada jarak pemadatan 15 meter dari alat vibro adalah 37.161 kN/m², dan masih memenuhi tegangan izin yaitu 355.5 kN/m².

Sehingga didapatkan kesimpulan bahwa untuk menjawab rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan simulasi Plaxis 2D jarak yang aman untuk melakukan pemadatan getaran minimal adalah jarak 5 meter yaitu penurunan sebesar 0.96 cm dengan tekanan tanah sebesar 140.61 kN/m², jarak 10 meter penurunan sebesar 0.32 cm dengan tekanan tanah 137.03 kN/m², sampai dengan jarak 15 meter penurunan sebesar 0.29 cm dengan tekanan tanah 135.47 kN/m² sehingga penurunan yang terjadi pada jarak tersebut masih sangat aman dari batas izin deformasi yang diizinkan adalah 2.5 cm, (SNI 8460:2017) dan tekanan tanah yang diizinkan sebesar 355.5 kN/m². Dari hasil simulasi tersebut tidak ada deformasi dan kekuatan tanah yang melebihi toleransi, sehingga masih aman dilakukan pemadatan getaran dengan jarak tersebut.
2. Penurunan terbesar yang terjadi ketika dilakukan simulasi pemadatan getaran pada plaxis 2D menggunakan type mesin Vibro roller 12 ton

adalah 2.2 cm dengan jarak 0.5 meter dari lokasi bangunan dan masih dalam batas toleransi deformasi yang diizinkan namun sudah masuk pada kondisi kritis jika dilakukan pemadatan getaran dengan jarak 0.5 meter karena sudah mendekati batas toleransi sebesar 2.5 cm .

3. Jenis mesin vibro yang direkomendasikan untuk melakukan pemadatan getaran pada bangunan dengan jarak dekat adalah pada dasarnya dengan menggunakan Vibro Roller STA VV 1100 D masih sangat aman untuk digunakan tetapi jika ingin lebih aman lagi disarankan menggunakan vibro roller type AMMANN ARX-45-2 yang jauh lebih aman.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan tersebut di atas, maka penyusun mencoba membeikan saran yang mungkin dapat bermanfaat untuk pemadatan getaran di lapangan dan untuk bahan penelitian selanjutnya :

1. Jika melakukan pemadatan getaran lebih dekat atau sama dengan 0.5 meter dari bangunan terdekat agar lebih aman maka disarankan menggunakan kapasitas vibro roller dengan kapasitas 5 ton sampai dengan kapasitas 6 ton seperti type vibro roller AMMANN ARX-45-2.
2. Perlu ada penelitian lanjutan untuk metode pemadatan getaran alternatif bila resiko terlalu tinggi.