

**PENGARUH FENOMENA LIKUIFAKSI PADA STABILITAS PONDASI GEDUNG
DUA LANTAI
STUDI KASUS PESISIR PANTAI PUGER, KECAMATAN PUGER, KABUPATEN
JEMBER**

Andika Candra Saputra

Dosen Pembimbing :

Arief Alihudien, ST.,MT., Ir.Totok Dwi Kuryanto.,MT.

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember

Jl. Karimata No 49, Jember 68121, Indonesia

Email : andikacandra_saputra@yahoo.com

ABSTRAK

Abstrak – Likuifaksi (*liquefaction*) pada tanah merupakan salah satu akibat yang ditimbulkan dari gempa bumi. Pada saat gempa terjadi, tanah mengalami kehilangan kekuatan dan mengalami perubahan sifat dari solid ke liquid akibat beban siklik yang diterima. Untuk itu, diperlukan suatu metode yang mudah dan sederhana untuk mengevaluasi potensi perilaku likuifaksi pada tanah, yang dapat diterapkan di pesisir Pantai Puger, Jember, Indonesia.

Penelitian ini dalam menganalisa potensi likuifaksi menggunakan data pengujian *Cone Penetration Test* (CPT) atau sondir di lapangan dan pengolahan data menggunakan data liqit untuk menentukan likuifaksi atau tidaknya di wilayah tersebut sehingga dapat diketahui bagaimana pengaruh potensi likuifaksi pada stabilitas pondasi.

Lokasi penelitian likuifaksi pada Pesisir Pantai Puger berpotensi likuifaksi katagori ringan. Dimana mengalami penurunan tanah dibawah 10 cm dan dimensi pondasi setempat yang hampir sama.

Kata Kunci : Pesisir Pantai Puger, Likuifaksi, PLAXIS 2D, Kecamatan Puger, Kabupaten Jember.

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gempa bumi merupakan salah satu peristiwa alam yang menyebabkan kerusakan pada infrastruktur dan bangunan di sekitar pusat gempa. Salah satu penyebabnya adalah adanya pergerakan lempengan bumi sehingga menyebabkan getaran atau guncangan yang terjadi pada permukaan bumi. Selain itu gempa bumi juga dapat menimbulkan likuifaksi pada wilayah yang berpotensi besar. Likuifaksi adalah suatu kondisi berubahnya perilaku tanah dari padat menjadi cair akibat adanya getaran atau beban siklik. Salah satu penyebab dapat terjadinya likuifaksi adalah gempa (M. Ilham Gumilang S., Prof. Ir. Indrasurya B. Mochtar, M.Sc., Ph.D., Dr. Yudhi Lastiasih, S.T., M.T.).

Berdasarkan kondisi yang telah dijelaskan sebelumnya, maka pada Tugas Akhir ini akan membahas bagaimana peninjauan pengaruh potensi likuifaksi terhadap stabilitas struktur pondasi gedung dua lantai sederhana pada wilayah pesisir Kecamatan Puger sangatlah diperlukan demi keamanan struktur pondasi gedung dua lantai sederhana di wilayah pesisir Kecamatan Puger. Dimana pada pesisir Pantai Kecamatan Puger sendiri terdapat rumah warga nelayan yang rentan mengalami kerusakan. Selain itu di wilayah Pesisir Pantai Puger juga berpotensi berdiri bangunan – bangunan yang menunjang perekonomian masyarakat sekitar.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka dapat disusun perumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh potensi likuifaksi terhadap dimensi pondasi gedung dua lantai pada titik di daerah penelitian yang di tinjau ?
2. Bagaimana pengaruh fenomena likuifaksi terhadap stabilitas struktur pondasi dari suatu gedung dua lantai sederhana di wilayah pesisir Kecamatan Puger.?
3. Bagaimana peta sebaran dimensi pondasi akibat pengaruh potensi likuifaksi ?

3.1 Tujuan Penelitian

Tujuan dari tugas akhir ini adalah :

1. Untuk mengetahui pengaruh potensi likuifaksi terhadap dimensi pondasi gedung dua lantai pada titik di daerah penelitian.
2. Mengetahui pengaruh fenomena likuifaksi terhadap stabilitas struktur pondasi dari suatu gedung dua lantai sederhana di wilayah pesisir Kecamatan Puger.
3. Untuk mengetahui peta sebaran dimensi pondasi akibat pengaruh potensi likuifaksi.

3.2 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini ruang lingkup permasalahan dibatasi oleh

1. Tidak Menghitung struktur atas secara detail.
2. Struktur bangunan atas (rumah) dianggap aman. Pondasi Rencana Struktur Gedung Dua Lantai (pondasi setempat dan pondasi rakit)
3. Lapisan tanah yang ditinjau adalah lapisan tanah yang berpotensi likuifaksi dan berada paling dekat dengan permukaan tanah.
4. Studi mikrozonasi dan analisa likuifaksi berdasarkan hasil data CPT (*Cone Penetration Test*) . Lokasi Pesisir Kecamatan Puger yang telah dilaksanakan penelitian. Menggunakan program bantu Plaxis 2D.
5. Tidak Menghitung RAB dan tidak membahas tulangan.
6. Menggunakan SNI-03-1726-2002
7. Metode simulasi *trial and error*
8. Untuk menentukan *cyclic stress ratio* (CSR) menggunakan magnitudo gempa bumi 7,5 SR (Skala Richter).

1.3 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan juga bermanfaat bagi sekitar. Adapun manfaat yang diharapkan adalah :

1. Bagi Penulis

Penelitian ini diharapkan menambah pemahaman penulis dalam bidang ketekniksipilan khususnya di bidang struktur dan di bidang tanah serta membantu penulis untuk menerapkan teori – teori dan literatur yang di peroleh pada saat di bangku perkuliahan.

2. Bagi Teknik Sipil

Hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai refrensi yang dapat digunakan untuk terus meningkatkan perkembangan bidang ketekniksipilan khususnya bidang konstruksi untuk kedepannya.

3. Bagi Masyarakat

Sebagai sumber informasi potensi bahaya likuifaksi yang berada di daerah sekitar pesisir Pantai Kecamatan Puger baik yang menguntungkan maupun yang mendatangkan bahaya. Sehingga dalam melakukan perencanaan pembangunan konstruksi sederhana dimasa yang akan datang, studi ini dapat digunakan sebagai bahan perbandingan dan referensi.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Likuifaksi adalah kondisi berubahnya perilaku tanah dari padat menjadi cair akibat adanya getaran atau beban siklik, salah satunya yaitu gempa atau kondisi tanah pada saat tegangan total sama dengan tegangan air sehingga tegangan efektif tanah menjadi sama dengan nol ($\sigma' = \sigma - u = 0$). Pada saat terjadi gempa, lapisan tanah yang berpotensi terhadap

likuifaksi akan kehilangan kemampuan daya dukungnya, sehingga berpengaruh terhadap daya dukung pondasi. Berdasarkan SNI 1726:2012 (M. Ilham Gumilang S., & Prof. Ir. Indrasurya B. Mochtar, M.Sc., Ph.D., & Dr. Yudhi Lastiasih, S.T., M.)

Tabel 2.1 Hubungan Antara Kepadatan, *Relative Density*, Nilai N-SPT, Q_c dan ϕ (Meyerhoff, 1965)

Kepadatan	Relative Density (γ_d)	Nilai N-SPT	Tekanan Konus q_c (kg/cm ²)	Sudut Geser (ϕ)
Very loose (sangat lepas)	< 0,2	< 4	< 20	< 30
Loose (lepas)	0,2-0,4	4-10	20-40	30-35
Medium Dense (agak kompak)	0,4-0,6	40-120	40-120	35-40
Dense (kompak)	0,6-0,8	30-50	120-200	40-45
Very dense (sangat kompak)	0,8-1,0	> 50	> 200	> 45

2.1. Cone Penetration Test (CPT)

Robertson dan Wride (1998) menggunakan data CPT untuk menentukan potensi likuifaksi tanah, dalam menentukan kriteria potensi likuifaksi tanah untuk tanah sedimen yang dipengaruhi oleh dua parameter: parameter penetrasi pasir bersih yang konsisten (q_{c1N}) cs dan cyclic stress ratio (CSR). Persamaan penetrasi serupa menurut Robertson dan Wride (1998) adalah:

$$\begin{aligned}
 (q_{c1N})_{cs} &= K_c q_{c1N} \\
 K_c &= \text{correction factor} \\
 &= 1 \text{ if } I_c > 1.64 \\
 &= -0,403 I_c^4 + 5,581 I_c^3 - 21.63 I_c^2 + 33.75 I_c - 17,88 \text{ if } I_c < 1.64 \\
 I_c &= \text{Soil Behavior Type} \\
 &= \{(3,47 - \log Q)^2 + (\log F + 1,22)^2\}^{0,5} \\
 Q &= (q_c - \sigma_{vo}) / \sigma_{vo} \\
 F &= f_s / (q_c - \sigma_{vo}) \text{ 100\%} \\
 f_s &= \text{friction ratio} \\
 q_c &= \text{cone penetration} \\
 \sigma_{vo} &= \text{Effective overburden stress of soil} \\
 \sigma_{vo} &= \text{Total overburden stress of soil} \\
 q_{c1N} &= \text{Normalized Cone Penetration} \\
 &= (q_c / P_{a2}) (P_a / \sigma_{vo})^{0,5} \text{ if } I_c < 2,64 \\
 &= Q \text{ if } I_c > 2,64
 \end{aligned}$$

Daya Dukung Pondasi

Kapasitas Daya Dukung Terzaghi

$$(q_{all}) = \frac{\text{Kapasitas Dukung Ultimate (qult)}}{\text{Faktor Keamanan (F)}}$$

Dimana :

qult = Kapasitas Dukung Ultimate
F = Faktor Keamanan

Tabel 2.3 Kapasitas daya dukung tanah untuk beberapa jenis fondasi menurut cara Terzaghi

Jenis Pondasi	Kapasitas daya dukung (Terzaghi)
Lajur/menerus	$q_{ult} = c.N_c + q.N_q + 0,5.\gamma.B.N_\gamma$
Segiempat	$q_{ult} = 1,3.c.N_c + q.N_q + 0,4.\gamma.B.N_\gamma$
Lingkaran	$q_{ult} = 1,3.c.N_c + q.N_q + 0,3.\gamma.B.N_\gamma$

2.2. Pondasi Pada Tanah Pasir

1. Pondasi berbentuk memanjang:

$$q_u = p_o N_q + 0,5 \gamma B N_\gamma$$

2. Pondasi berbentuk bujur sangkar

$$q_u = p_o N_q + 0,4 \gamma B N_\gamma$$

3. Pondasi berbentuk lingkaran

$$q_u = p_o N_q + 0,3 \gamma B N_\gamma$$

4. Pondasi berbentuk empat persegi panjang

$$q_u = p_o N_q + 0,5 \gamma B N_\gamma (1 - 0,2 B / L)$$

dengan:

B = lebar atau diameter pondasi

L = panjang pondasi

Po = Df γ = tekanan overburden pada dasar pondasi

Df = kedalaman pondasi

γ = berat volume tanah

N_q, N_γ = faktor-faktor kapasitas dukung

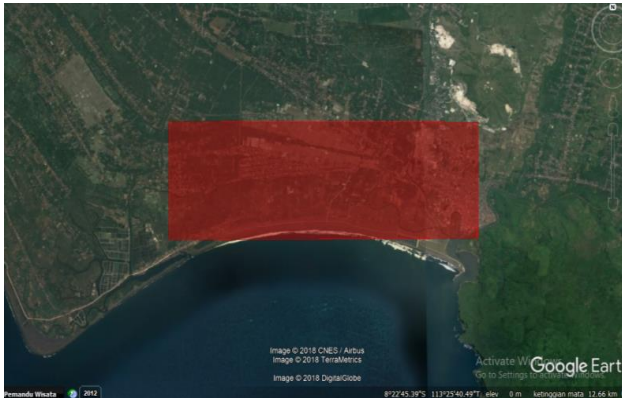
Faktor De ketika tanah mengalami likuifaksi

Fp	Kedalaman z (m)	Faktor reduksi D_o
Fp < 0,6	z < 10	0
	10 < z < 20	1/3
0,6 < Fp < 0,8	z < 10	1/3
	10 < z < 20	2/3
0,8 < Fp < 1,0	z < 10	2/3
	10 < z < 20	1
Fp > 1,0	-	1

Sumber : Pedoman Konstruksi dan Bangunan Analisis stabilitas bendungan tipe urugan akibat beban gempa (Departemen Permukiman Dan Prasarana Wilayah)

BAB III METODOLOGI

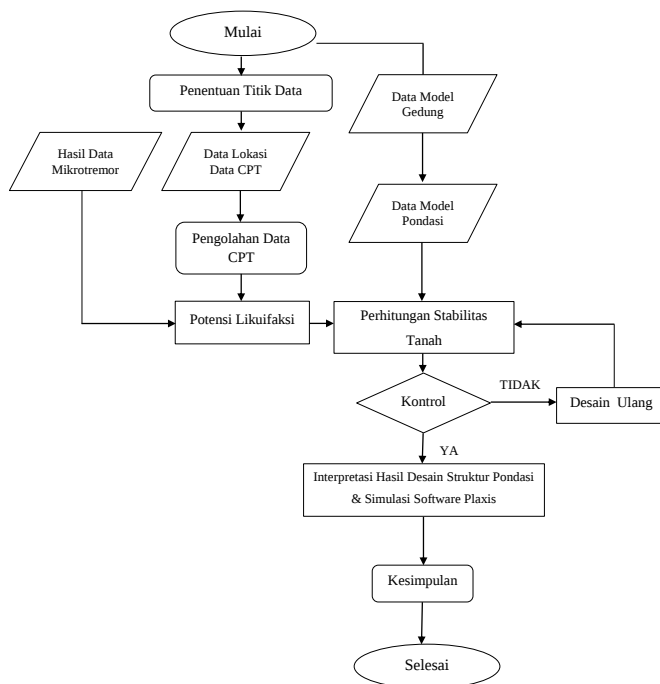
3.1. Lokasi Dan Waktu Penelitian



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian Pesisir Kecamatan Puger

3.2. Flow Chart Penelitian

Konsep penelitian sebagai berikut :



Gambar 3.4 Flow Chart Penelitian

3.3. Alur Penelitian

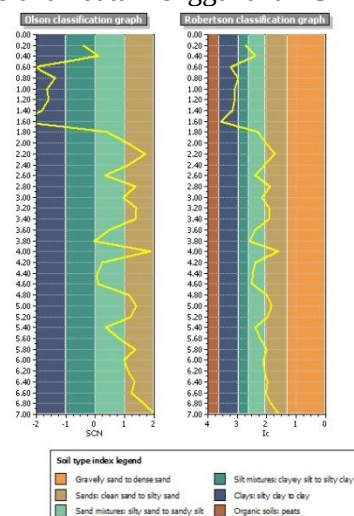
- Akuisisi data atau penentuan titik penelitian menggunakan google earth.
- Pengambilan Data Primer *Cone Penetration Test* (CPT) atau Sondir dan data Mikrotremor.
- Pengolahan data sondir dan mikrotremor menggunakan program bantu.
- Menjalankan Software untuk membuat peta geologi.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

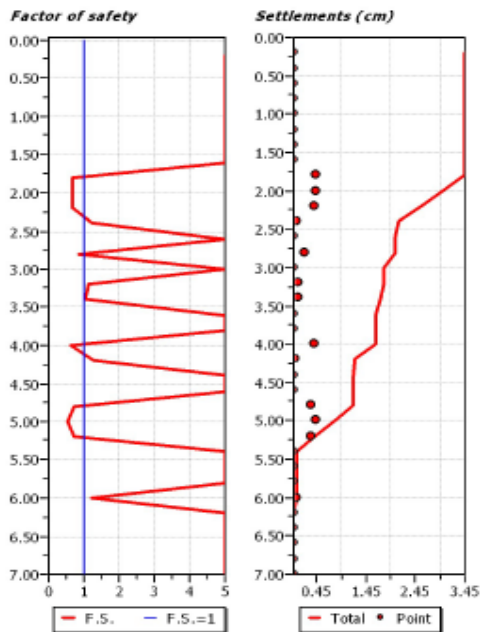
Data CPT Lapangan titik 2

Kedalaman	Conus	CN + CL	HP	JHP	Local Frict	FR
0,0						
0,2	10	25	30	30	1,500	15,00
0,4	8	10	4	34	0,200	2,50
0,6	3	8	10	44	0,5	16,67
0,8	5	9	8	52	0,4	8,00
1,0	5	10	10	62	0,5	10,00
1,2	5	9	8	70	0,4	8,00
1,4	5	10	10	80	0,5	10,00
1,6	5	20	30	110	1,5	30,00
1,8	25	30	10	120	0,5	2,00
2,0	43	48	10	130	0,5	1,16
2,2	62	65	6	136	0,3	0,48
2,4	59	70	22	158	1,1	1,86
2,6	50	73	46	204	2,3	4,60
2,8	68	75	14	218	0,7	1,03
3,0	75	97	44	262	2,2	2,93
3,2	80	90	20	282	1,0	1,25
3,4	80	90	20	302	1,0	1,25
3,6	70	105	70	372	3,5	5,00
3,8	55	95	80	452	4,0	7,27
4,0	85	88	6	458	0,3	0,35
4,2	45	60	30	488	1,5	3,33
4,4	40	55	30	518	1,5	3,75
4,6	55	85	60	578	3,0	5,45
4,8	75	85	20	598	1,0	1,33
5,0	75	80	10	608	0,5	0,67
5,2	80	90	20	628	1,0	1,25
5,4	70	100	60	688	3,0	4,29
5,6	100	135	70	758	3,5	3,50
5,8	120	143	46	804	2,3	1,92
6,0	90	110	40	844	2,0	2,22
6,2	110	135	50	894	2,5	c
6,4	120	140	40	934	2,0	1,67
6,6	110	130	40	974	2,0	1,82
6,8	180	210	60	1034	3,0	1,67
7,0	230	250	40	1074	2,0	0,87

Hasil pengolahan data menggunakan CPE-T



Gambar 4.1 Hasil pengolahan data menggunakan likit



Hasil Data SAP 2000

1D + 1L 145,4 kN/m

1D + 1L + 1E 169,1kN/m

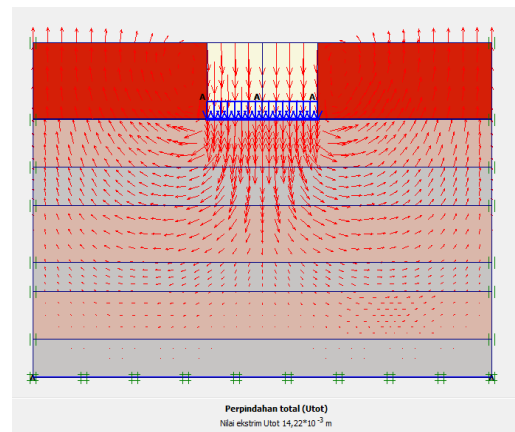
Dari perhitungan pembebanan dan dimensi pondasi didapat hasil sebagai berikut

Jenis Pondasi	L Pondasi	B Pondasi	D Pondasi	Aman / Tidak Aman
Setempat	2,2 m	2,2 m	1,5 m	Tidak Aman
Setempat	2,3 m	2,3 m	1,6 m	Aman
Rakit	8m	8 m	1,5 m	Tidak Aman
Rakit	8m	8 m	1,8 m	Aman

Dari data di atas selanjutnya akan diolah menggunakan program bantu PLAXIS untuk mengetahui perilaku tanah di bawah pondasi

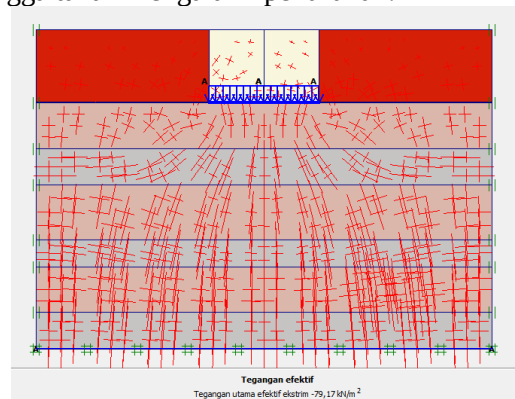
Hasil data PLAXIS 2D Sebagai berikut

- Berikut hasil plaxis 2D pondasi setempat dimensi plat 2,3 m x 2,3 m kedalaman 1,6 m dengan kondisi tanpa pengaruh gempa dan dipengaruhi oleh gempa.

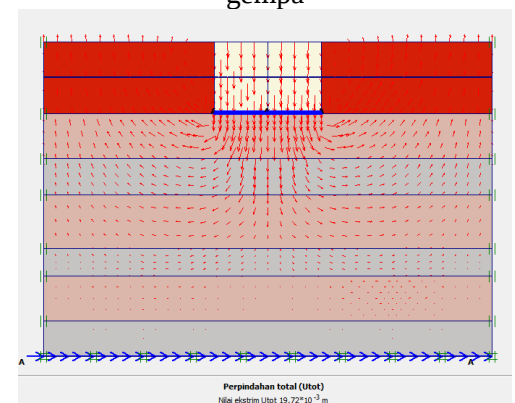


Gambar 4.2 Kondisi tanah yang mengalami deformasi atau penurunan

Pada gambar 4.13 di atas menunjukkan adanya pengaruh beban pondasi tanpa gempa terhadap tanah sehingga tanah mengalami penurunan.

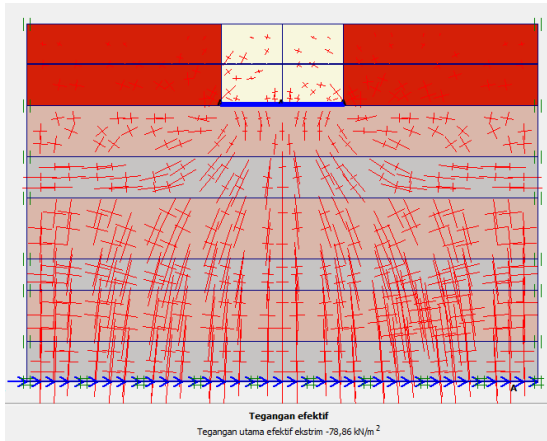


Gambar 4.3 Kondisi tegangan efektif tanah pada saat mendapatkan beban dan tidak dipengaruhi oleh gempa



Gambar 4.4 Kondisi tanah yang mengalami deformasi atau penurunan pada saat dipengaruhi gempa

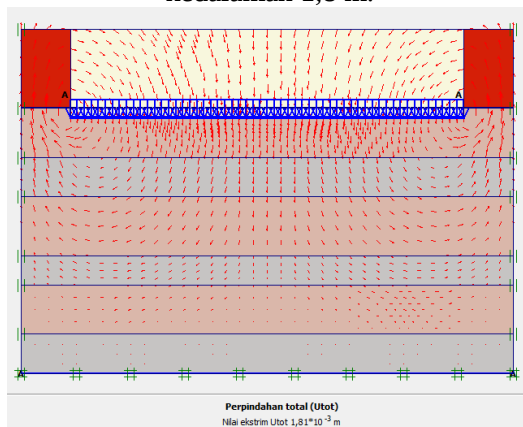
Pengaruh likuifaksi dapat dilihat pada gambar 4.15 dimana tanah mendapatkan pengaruh gempa yang berpotensi likuifaksi.



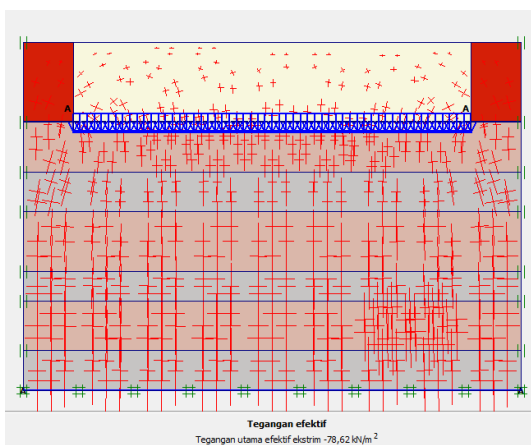
Gambar 4.5 Kondisi tegangan efektif tanah pada saat dipengaruhi gempa

Tegangan efektif tanah saat dipengaruhi gempa akan meningkat dari keadaan tanpa dipengaruhi gempa seperti gambar diatas.

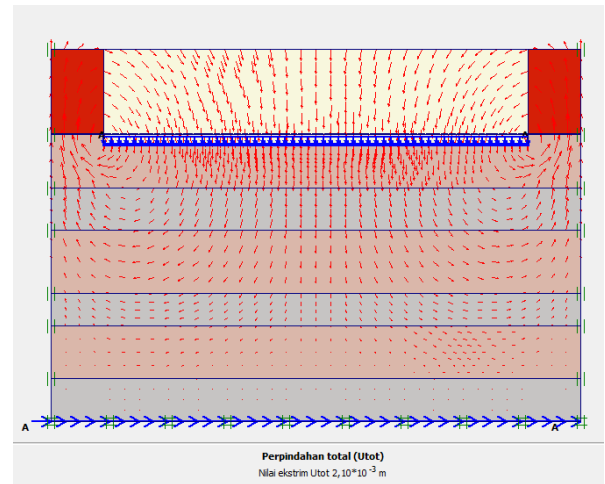
- a. Berikut hasil plaxis 2D pondasi rakit dengan dimensi plat 8 m x 8m kedalam 1,8 m.



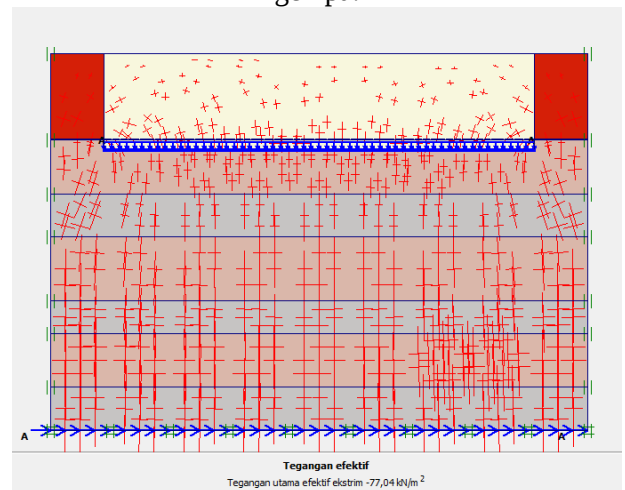
Gambar 4.6 Kondisi tanah yang mengalami deformasi atau penurunan tanpa ada gempa.



Gambar 4.7 Kondisi tegangan efektif tanah tanpa ada gempa.



Gambar 4.8 Kondisi tanah yang mengalami deformasi atau penurunan tyang di pengaruhi oleh gempa.



Gambar 4.9 Kondisi tegangan efektif tanah ada gempa.

Tabel 4.10 Rekap hasil analisa plaxis simulasi pondasi setempat.

Output PLAXIS	Tanah + Beban Tanpa Gempa	Tanah + Beban + Gempa
Deformasi (m)	0,0142	0,0197
Tegangan Efektif (kN/m ²)	-79,17	-78,86
Tegangan Total (kN/m ²)	-146,78	-152,33
Sum Safety Factor	1,453	1,123

Pada kondisi tanah tanpa beban dan gempa mengalami perpindahan total $251,82 \times 10^{-6}$ m.

Tabel 4.11 Rekap hasil analisa plaxis simulasi pondasi rakit.

Output PLAXIS	Tanah + Beban Tanpa Gempa	Tanah + Beban + Gempa
Deformasi (m)	0,0018	0,0021
Tegangan Efektif (kN/m ²)	-78,62	-77,04
Tegangan Total (kN/m ²)	-144,8	-147,32
Sum Safety Factor	4,143	4,094

Pada kondisi tanah tanpa beban dan gempa mengalami perpindahan total $251,82 \times 10^{-6}$ m.

Dari kedua tabel diatas dapat di ketahui bagaimana pengaruh beban dan gempa terhadap kondisi perilaku tanah ketika terjadi fenomena likuifaksi

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari uraian-uraian yang telah dikemukakan, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Pengaruh likuifaksi terhadap dimensi pondasi tergantung dari kondisi tanah dan nilai *safety factor of liquifaction* (FSL) yang dihasilkan oleh perbandingan *cyclic stress ratio* (CSR) dan *cyclic resistance ratio* (CRR) di kalikan *magnitude scalling factor* (MSF). Semakin kecil nilai FSL maka nilai faktor reduksi De semakin kecil terutama nilai *factor safety factor of liquifaction* (FSL) dibawah 0,6 dengan ketentuan tabel faktor reduksi De.
2. Stabilitas pondasi sangat dipengaruhi perubahan dimensi yang disebabkan oleh likuifaksi tersebut dan mempengaruhi kondisi tanah. Berikut hasil analisa perhitungan
 - a. Pondasi setempat yang menerima beban tanpa adanya gempa mengalami deformasi sebesar 0,0142 m, tegangan efektif -79,17 kN/m², tegangan total -146,78 kN/m². Setelah mendapatkan beban gempa mengalami deformasi sebesar 0,0197 m, tegangan efektif -78,86 kN/m², tegangan total -152,33 kN/m².
 - b. Pondasi rakit yang menerima beban tanpa adanya gempa mengalami *deformasi* sebesar 0,0018 m, tegangan efektif -78,62 kN/m², tegangan total -144,8 kN/m². Setelah mendapatkan beban gempa mengalami deformasi sebesar 0,0021 m, tegangan efektif -77,04 kN/m², tegangan total -147,32 kN/m².

3. Peta sebaran dimensi pondasi masih dalam satu zona ringan sehingga ukuran dan jenis pondasi dianggap sama.
4. Akibat gempa tegangan air pori mengalami kenaikan sebesar 8,52 % untuk simulasi pondasi setempat dan tegangan air pori mengalami kenaikan sebesar 16,41 % untuk simulasi pondasi setempat.

DAFTAR PUSTAKA

- Alihudien, Arief, 2017, Penggunaan CPT (Cone Penetration Test) Untuk Analisa Potensi Likuifaksi Wilayah Dekat Pantai Kecamatan Puger Kabupaten Jember.
- Das, Braja M, 1985, : mekanika tanah (prinsip – prinsip rekayasa geoteknis) jilid 1”, jakarta : Erlangga.
- SNI, 2002, Standar Perencanaan ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung SNI – 1726 – 2002, Bandung : Pusat Penelitian dan Pengembangan Pemukiman.
- Reza Salahudunin N, Muhammad, Potensi Likuifaksi Tanah Berdasarkan Pengukuran Mikrotremor Studi Kasus Kecamatan Puger, Jember, Surabaya : Insitut Sepuluh Nopember Surabaya
- Vidayanti, Desiana, 2013, Hubungan Korelasi N-SPT dengan parameter tanah Korelasi Nilai N-SPT Dengan Parameter Kuat Geser Tanah Untuk Wilayah Jakarta Dan Sekitar (133G)
- Konferensi nasional teknik sipil 7 (KoNTekS 7) : Universitas Sebelas Maret (UNS) – Surakarta
- I.M Idris dan R.W Boulanger, *Soil Liquefaction During Earthquakes* 2008
- M. Ilham Gumilang S., Prof. Ir. Indrasurya B. Mochtar, M.Sc., Ph.D., Dr. Yudhi Lastiasih, S.T., M.T. “ Perencanaan Pondasi Tiang Pancang Dengan Memperhitungkan Pengaruh Likuifaksi Pada Proyek Pembangunan Hotel Di Lombok , Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)