

HALAMAN PENGESAHAN
TUGAS AKHIR
EVALUASI POTENSI LIKUIFAKSI BERDASARKAN DATA N-SPT
AKIBAT GEMPA FLORES dan GEMPA BLITAR



Nama : Uncu Syahrial
No. Mhs. : 94 310 141
Nirm. : 940051013114120140

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Ir. H.A.Halim Hasmar, MT.

Dosen Pembimbing I

Ir. Ibnu Sudarmadji,MS.

Dosen Pembimbing II



Handwritten signature

Tanggal : 1.09'99.

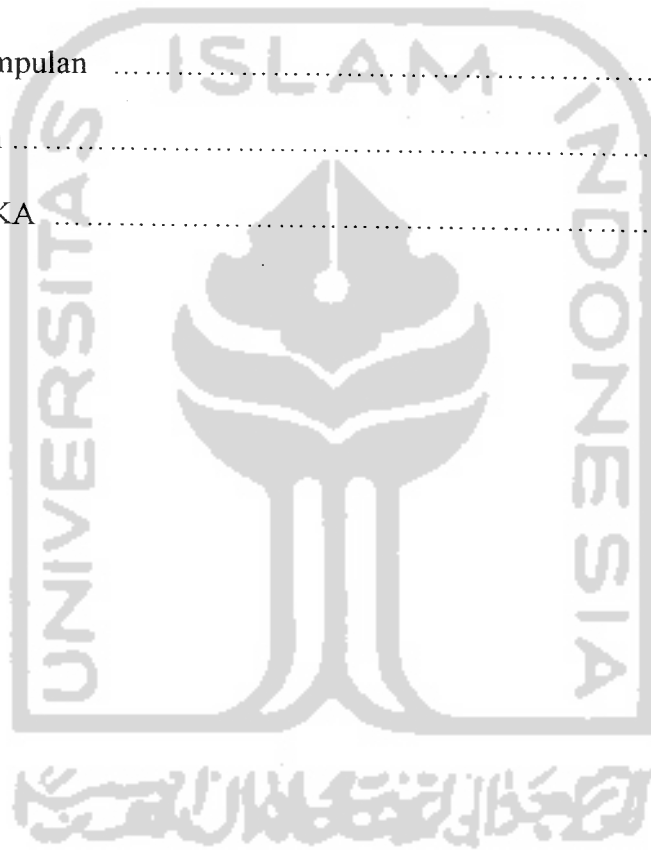
Handwritten signature

Tanggal : 31/8'99

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR NOTASI	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
INTISARI	xiv
Bab I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Manfaat Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah	2
Bab II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Potensi Likuifaksi pada Gempa Blitar	4
2.2 Potensi Likuifaksi pada Gempa Flores	4
Bab III LANDASAN TEORI	
3.1 Teori Plat Tektonik	6
3.2 Gempa Bumi	8

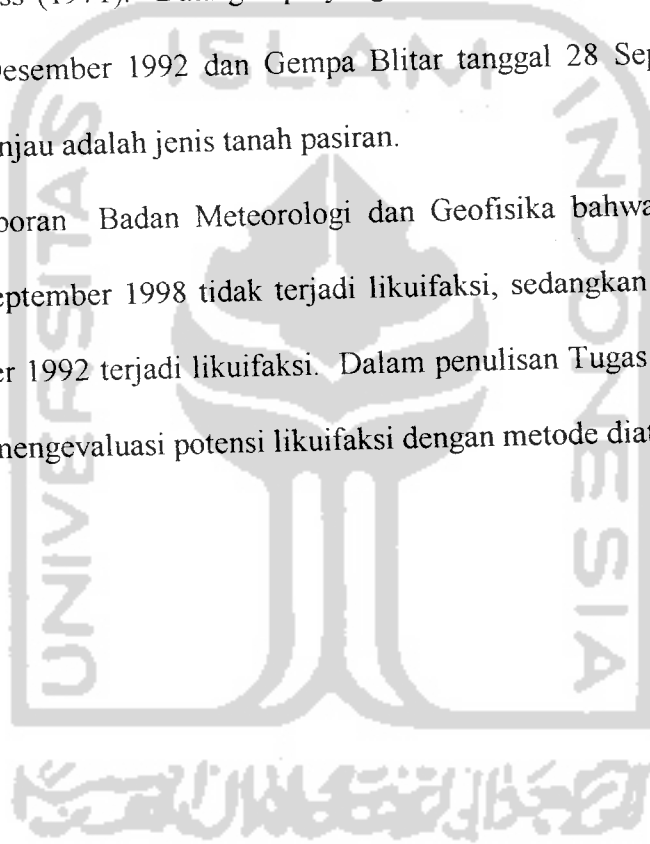
5.6. Contoh Evaluasi Potensi Likuifaksi	53
BAB VI PEMBAHASAN	
6.1 Umum	74
6.2 Gempa Blitar	75
6.3 Gempa Flores	78
BAB VII KESIMPULAN dan SARAN	
7.1 Kesimpulan	84
7.2 Saran	84
DAFTAR PUSTAKA	86
LAMPIRAN	



1.4 Batasan Masalah

Dalam penulisan ini akan ditinjau potensi likuifaksi berdasarkan data N-SPT yang dilakukan di Maumere untuk Gempa Flores dan di Bali untuk Gempa Blitar dengan metode yang dipakai yaitu Metode Seed et al (1975), Metode Castro dan Metode Seed & Idriss (1971). Data gempa yang diambil berdasarkan data Gempa Flores tanggal 12 Desember 1992 dan Gempa Blitar tanggal 28 September 1998. Jenis tanah yang ditinjau adalah jenis tanah pasir.

Berdasarkan laporan Badan Meteorologi dan Geofisika bahwa pada Gempa Blitar tanggal 28 September 1998 tidak terjadi likuifaksi, sedangkan Gempa Flores tanggal 12 Desember 1992 terjadi likuifaksi. Dalam penulisan Tugas Akhir ini akan dibuktikan dengan mengevaluasi potensi likuifaksi dengan metode diatas.



dengan Metode Castro 1975 dan Metode Seed & Idriss 1971 menyatakan bahwa analisis dengan Metode Castro (1975) dari Gempa Flores berpotensi terjadi likuifaksi pada kedalaman 2 meter sampai 12 meter sedangkan dengan Metode Seed & Idriss 1971 Gempa Flores juga berpotensi terjadi likuifaksi pada kedalaman 2 meter sampai 12 meter. Menurut perhitungan .A. Halim Hasmar bahwa dengan menggunakan dua metode tersebut tidak semua lapisan tanah dengan N-SPT lebih kecil dari 25 dan Dr lebih kecil dari 75 berpotensi terjadinya likuifaksi. Beliau juga menyebutkan bahwa likuifaksi terjadi di sebagian besar pesisir pantai Maumere.

Penelitian yang dilakukan oleh Maurin Octavia (1997) mengenai Potensi Likuifaksi di Maumere Berdasarkan Metode Seed, Metode Tokimatsu dan Yoshimi, dan Metode Chinese Building Code bahwa tegangan yang disebabkan oleh gempa (τ_d/σ_{v0}') cenderung meningkat terhadap kedalaman hingga mencapai nilai ekstrem kemudian menurun. Nilai ekstrem tercapai ketika perbandingan tegangan keliling total (σ_{v0}) dengan tegangan keliling efektif (σ_{v0}') mendekati nilai 2. Untuk Metode Seed umumnya likuifaksi terjadi pada nilai N-SPT ≤ 7 , makin kecil nilai N-SPT makin besar potensi likuifaksi terjadi. Kandungan butir halus sangat mempengaruhi terjadinya potensi likuifaksi terutama pada butir halus non plastis. Umumnya pada kedalaman > 20 meter tidak terjadi likuifaksi.

Pada umumnya gelombang yang ditimbulkan oleh beban dinamik dapat di bagi menjadi dua yaitu *surface-wave* yang terdiri dari *Rayleigh wave* dan *Love wave*, yang lain adalah *Body waves* yang terdiri dari *P-wave* dan *S-wave*. *Surface wave* adalah gelombang yang hanya menjalar dipermukaan tanah saja. Pada gelombang *Rayleigh*, butir-butir tanah bergerak elips seperti putaran roda dan arah gerakannya pada bidang vertikal. Sedangkan pada gelombang *Love* butir-butir tanah permukaan bergerak transversal pada bidang horisontal. *Body wave* merupakan gelombang gempa yang menjalar di dalam bumi. *Body wave* terdiri dari gelombang Primer (*P-wave*) dan gelombang Sekunder (*S-wave*). Gelombang Primer adalah gelombang yang menjalar dengan memampat dan menyebar searah dengan arah rambatan (secara longitudinal). Kecepatan gelombang Primer antara 1,4 km/det sampai 6,4 km/det. Gelombang Sekunder adalah gelombang yang menjalar secara transversal. Kecepatan gelombang Sekunder sekitar 2/3 kali kecepatan gelombang Primer. Gelombang Sekunder disertai dengan perputaran sehingga lebih membahayakan bangunan daripada gelombang Primer. Sebagaimana gelombang geser, gelombang Sekunder hanya dapat merambat pada material yang solid dan tidak dapat merambat pada material cair. Dari percobaan *Woods*, 1968 diketahui bahwa energi *R-wave* itu ternyata 67%, *S-wave* 26% dan *P-wave* hanya 7% dari total energi pada pusat gempa. Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa pada dinamika tanah atau didalam *Earthquake resistant* yang dipertimbangkan hanya *S-wave* (Prof.Dr.Ir.Djoko Soelarno Sidji,Msc, Asas-Asas Dinamika tanah, 1986).

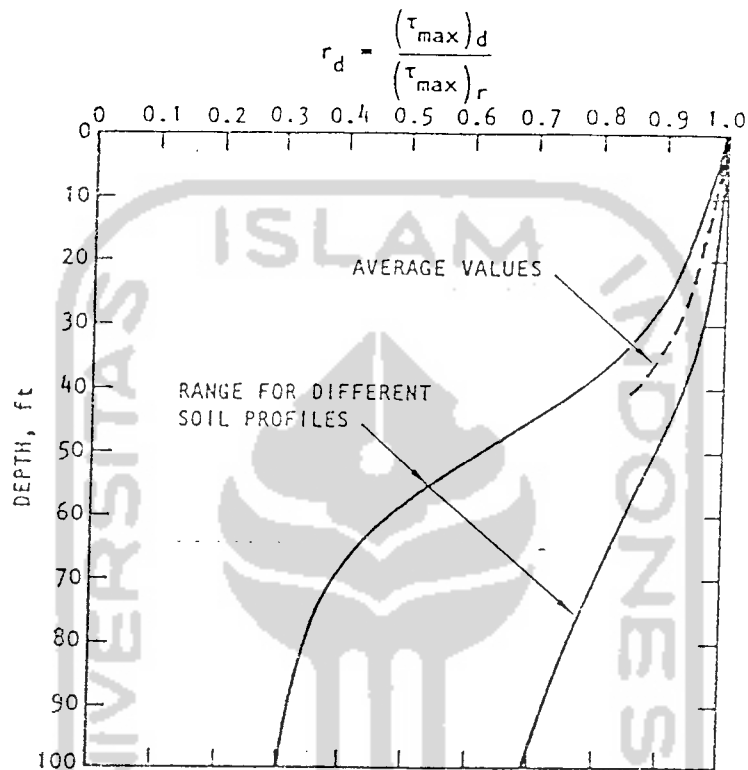
Data dari stasiun pencatat gempa tektonik, berupa informasi skala magnitude gempa, kedalaman pusat gempa dan jarak episenter dari stasiun pencatat gempa yang merupakan sebagian kecil dari parameter-parameter gempa. Data gelombang horizontal dan vertikal akibat gempa tektonik, kemudian diolah dengan program komputer *shake* sehingga dengan cepat didapatkan grafik digitasi gempa, grafik *velocity* dan *displacement* gempa. Dari gambar grafik digitasi gempa yang berupa hubungan antara lama durasi gempa dengan amplitudo rambatan gelombang dimana dapat diinterpretasikan lama/durasi gelombang Primer (*P-wave*) dan lama/durasi gelombang Sekunder (*S-wave*) dan juga dapat dianalisis parameter-parameter gempa, diantaranya skala magnitude gempa berupa skala Richter dan jarak episenter. Berdasarkan data magnitude gempa dapat dianalisis parameter-parameter gempa, energi (E) yang dilepaskan oleh patahan lempeng yang merupakan pusat gempa, juga lama/durasi gempa (d atau to) dan percepatan permukaan, a (Makalah Seminar Evaluasi Karakteristik dan Parameter Gempa untuk Gempa Tektonik Blitar 28 September 1998 ; A. Halim Hasmar).

Sebagian kota-kota besar di Indonesia terletak di daerah pantai yang material tanahnya banyak mengandung pasir, sehingga sangat mungkin mengalami likuifaksi jika terjadi gempa bumi dengan skala yang relatif besar.

3.3 Pengertian dan Mekanisme Likuifaksi

Likuifaksi adalah suatu proses perubahan kondisi tanah pasir yang jenuh air menjadi cair, akibat meningkatnya tekanan air pori yang harganya menjadi

memperhitungkan hubungan tegangan geser dinamik dan distribusi serta variasinya terhadap waktu (gambar 3.7).



Gambar 3.8 Faktor reduksi tegangan (Seed & Idriss, 1971)

Metode 3 berbeda dengan ke 2 metode terdahulu. Metode ini mempergunakan hasil uji insitu yang memperlihatkan karakteristik tanah dimana respon tanah terjadi terhadap pembebanan siklik dengan membandingkan potensi likuifaksi tanah yang diteliti dengan tanah yang mengalami likuifaksi pada gempa terdahulu. Metode ini mempergunakan data SPT. Dalam pengambilan contoh

$$C_N = (1 - 1,25 \log \sigma_{vo}' / 11,10) \dots \dots \dots (3.17)$$

$$C_N = (1 - 1,25 \log \sigma_{vo}') \dots \dots \dots (3.18)$$

$$N_1 = C_N \cdot N \dots \dots \dots (3.19)$$

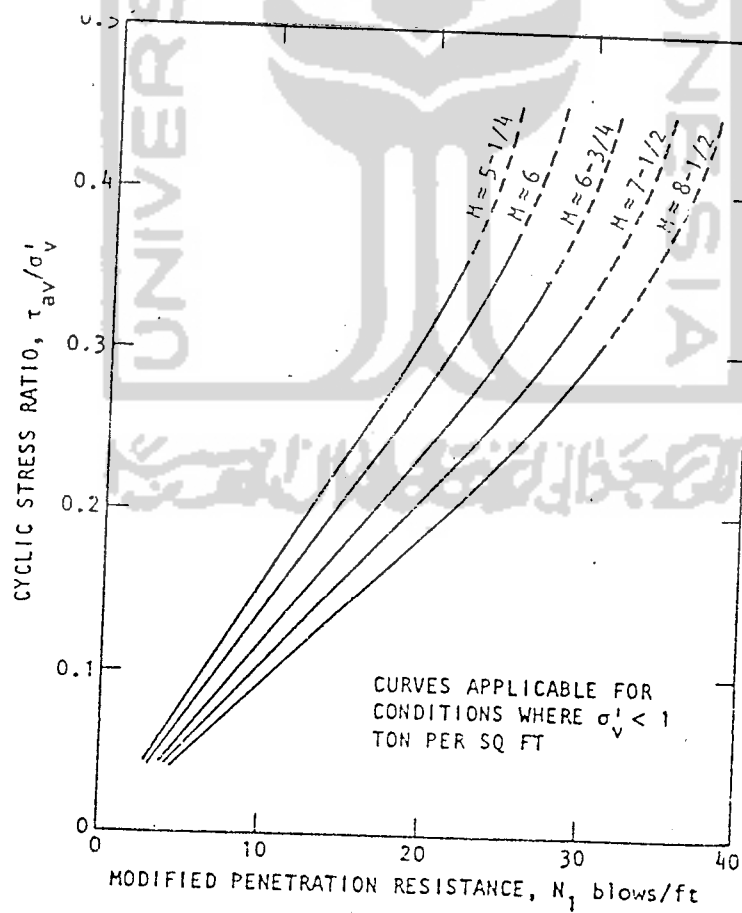
dimana :

N = nilai SPT lapisan tanah (blow/ft)

N_1 = nilai SPT yang dikoreksi (blow/ft)

C_N = nilai koreksi N-SPT

σ_{vo}' = tekanan efektif lapisan tanah, dalam t/m^2 untuk rumus (3.17), dalam t/ft^2 untuk rumus (3.18).



Gambar 3.14 Grafik untuk evaluasi potensi likuifaksi (Seed & Idriss, 1971)

BAB IV

METODE ANALISIS

4.1 Umum

Metode analisis dilakukan dengan beberapa tahap yaitu pengumpulan data lapangan, pengumpulan literatur, pembuatan proposal Tugas Akhir serta perhitungan untuk mengevaluasi potensi likuifaksi yang terjadi di lapangan.

4.2 Pengumpulan Data Lapangan

Pengumpulan data lapangan sangat diperlukan untuk dianalisa. Peristiwa gempa yang terjadi, telah dikaji oleh para peneliti sebelumnya. Oleh karena itu data-data yang diperoleh penulis berdasarkan penelitian lapangan oleh berbagai pihak yang berkepentingan.

Ada dua data yang diperlukan dalam penulisan ini, yaitu pengumpulan data N-SPT dan data gempa yang terjadi. Data N-SPT diperoleh dari Puslitbang Pengairan Bandung yang telah melakukan pemboran di daerah Maumere untuk Gempa Flores dan PT. Engitama Nusa Geotestindo yang melakukan pemboran di Bali. Data-data dan keterangan mengenai Gempa Blitar dan Gempa Flores didapat dari Badan Meteorologi dan Geofisika Jakarta serta literatur-literatur lainnya.

Kerusakan yang terjadi pada Gempa Blitar dicatat oleh Tim Survai yang terdiri dari Seismologist Kantor Balai Meteorologi dan Geofisika Wilayah III Denpasar, Kepala Stasiun Geofisika Tretes dan Ph Kepala Stasiun Geofisika Karang Kates beserta staf menyebutkan bahwa di Kecamatan Batur 6 bangunan roboh, 10 rusak berat, 47 rusak ringan; sedangkan di Kecamatan Sumber Manjing Wetan 4 bangunan roboh, 185 rusak berat dan 238 rusak ringan. Berdasarkan laporan dari kepala bagian Sosial Pemda Dati II Blitar bahwa kerugian materi sebesar Rp.225.500.000,00 (dua ratus dua puluh lima juta lima ratus ribu rupiah).Gempa Blitar menimbulkan korban jiwa dan harta benda tetapi tidak menimbulkan Tsunami.

5.2 Data Tanah di Bali

Untuk mendapatkan data N-SPT di daerah lokasi gempa perlu diadakan pengeboran disekitar lokasi gempa tersebut. Pengeboran telah dilakukan sebelum gempa Blitar terjadi di Tanah Lot, Bali. Pengeboran dilakukan oleh PT. Engitama Nusa Geotestindo (PT.ENG) pada tanggal 23 desember 1993. Pengeboran dilakukan untuk mengetahui nilai N-SPT dan pengambilan sampel tanah yang akan diuji di laboratorium untuk mengetahui sifat fisik tanah dan sifat mekanis tanah. Pengeboran dilakukan sebanyak 23 titik lokasi. Penulis hanya menggunakan 5 titik lokasi dalam mengevaluasi potensi likuifaksi. Hal ini disebabkan keterbatasan waktu

τ (t/m ²)	1,54	8,85	3,14	131,1
ϕ (°)	3	-	5	-
W (%)	48	-	56	14
γ (gram/cm ³)	1,14	-	1,05	1,09
N (blow /feet)	8	16	15	60

3. Bor-3

muka air tanah : 2,78 m

Tabel 5.4 Sifat fisik tanah Bor-3 pada setiap kedalaman

Sifat Fisik	1,2 m	2,1 m	3,3 m	4,2 m
LL (%)	94	-	-	-
PI (%)	61	-	-	-
C (t/m ²)	4,5	-	-	2,0
τ (t/m ²)	4,59	13,5	10,5	5,1
ϕ (°)	3,0	-	-	25,0
W (%)	48	-	-	46
γ (gram/cm ³)	1,12	-	-	1,18
N (blow /feet)	15	18	34	28

4. Bor-21

muka air tanah : 6,35 m

4. Bor-15 (Kompleks K. Kuning)

muka air tanah : 1,5 m

Tabel 5.10 Sifat fisik tanah Bor-15 pada setiap kedalaman

Sifat Fisik	1,9m	3,3m	6m	8m	10,5m	12m	14m	16m	18m
Gs	2,65	2,65	2,65	2,65	2,65	2,65	2,65	2,65	2,65
Sr (%)	93,36	93,36	93,36	93,36	93,36	93,36	93,36	93,36	93,36
C (kpa)	12	12	12	12	12	12	12	12	12
e	0,721	0,721	0,721	0,721	0,721	0,721	0,721	0,721	0,721
σ (kpa)	200	200	200	200	200	200	200	200	200
τ (kpa)	176	176	176	176	176	176	176	176	176
ϕ (°)	39,3	39,3	39,3	39,3	39,3	39,3	39,3	39,3	39,3
W (%)	25,3	25,3	25,3	25,3	25,3	25,3	25,3	25,3	25,3
γ (kN/m ³)	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1
N(blow /ft)	8	7	1	3	2	2	2	50	50

5. Bor-16 (SLA Budi Luhur 2)

muka air tanah : 5,5 m

Tabel 5.11 Sifat fisik tanah Bor-16 pada setiap kedalaman

Sifat Fisik	2m	4,45m	6m	8m	10m	12m	14m	16m	18m	20m
Gs	2,65	2,65	2,65	2,65	2,65	2,65	2,65	2,65	2,65	2,65
Sr (%)	99,6	99,6	99,6	99,6	99,6	99,6	99,6	99,6	99,6	99,6
C (kpa)	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
e	1,075	1,075	1,075	1,075	1,075	1,075	1,075	1,075	1,075	1,075
σ (kpa)	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
τ (kpa)	158	158	158	158	158	158	158	158	158	158
ϕ (°)	34,7	34,7	34,7	34,7	34,7	34,7	34,7	34,7	34,7	34,7
W (%)	40,4	40,4	40,4	40,4	40,4	40,4	40,4	40,4	40,4	40,4
γ (kN/m ³)	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5
N(blow /ft)	19	4	3	18	14	50	28	50	50	50

$$D_r = 78,339 \%$$

$$\begin{aligned} r_d &= 1 - 0,015 * h \\ &= 1 - 0,015 * 1,2 \\ &= 0,982 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \tau_{maks} &= (\sigma_{vo}/g) * a_{maks} * r_d \\ &= (1,416/9,81) * 0,2 * 0,982 \\ &= 0,0283 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \tau_{av} &= 0,65 * \tau_{maks} \\ &= 0,65 * 0,0283 \\ &= 0,0184 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \tau_{av} / \sigma_{vo}' &= 0,0184 / 1,416 \\ &= 0,01301 \end{aligned}$$

$$C_N = \left(1 - 1,25 \log \frac{\sigma_{vo}'}{11,1} \right)$$

$$C_N = \left(1 - 1,25 \log \frac{1,416}{11,1} \right)$$

$$C_N = 2,118$$

$$N_1 = C_N * N$$

$$= 2,118 * 13 = 27,534 \text{ blow/feet}$$

Dari grafik 3.14 didapatkan keterangan bahwa bor-1 tidak terjadi likuifaksi.

Tabel 5.16 Hasil evaluasi potensi likuifaksi untuk Gempa Flores dengan metode Castro (1975)

Lokasi : Bor-1 (kampung Wai Oti/Sudirman) mat : 1,6 m

kedalaman (m)	γ sat KN/m ³	γ' KN/m ³	σ'_{vo} KN/m ²	σ'_{vo} KN/m ²	N blow/ft	Dr	rd	a maks m/det ²	g m/det ²	τ max KN/m ²	τ_{av} KN/m ²	τ_{av}/σ'_{vo} blow/ft	N'	Keterangan (grafik)
2	16,7	6,7	33,4	13,4	19	0,62979	0,97	1,0151	9,81	3,3524	2,179071	0,16262	40,5983	Tidak terjadi likuifaksi
4	16,7	6,7	66,8	26,8	13	0,41412	0,94	1,0151	9,81	6,4975	4,223354	0,15759	17,663	Tidak terjadi likuifaksi
6	16,7	6,7	100,2	40,2	10	0,49434	0,91	1,0151	9,81	9,4352	6,132849	0,15256	9,96016	Tidak terjadi likuifaksi
8	16,7	6,7	133,6	53,6	14	0,54065	0,88	1,0151	9,81	12,165	7,907557	0,14753	11,0063	Tidak terjadi likuifaksi
10	16,7	6,7	167	67	20	0,60374	0,85	1,0151	9,81	14,688	9,547476	0,1425	12,987	Tidak terjadi likuifaksi
12	16,7	6,7	200,4	80,4	20	0,56868	0,82	1,0151	9,81	17,004	11,05261	0,13747	11,0619	Tidak terjadi likuifaksi
14	16,7	6,7	233,8	93,8	22	0,56541	0,79	1,0151	9,81	19,112	12,42295	0,13244	10,5973	Tidak terjadi likuifaksi
16	16,7	6,7	267,2	107,2	36	0,58919	0,76	1,0151	9,81	21,013	13,65851	0,12741	15,3584	Tidak terjadi likuifaksi
18	16,7	6,7	300,6	120,6	40	0,59519	0,73	1,0151	9,81	22,707	14,75927	0,12238	15,3139	Tidak terjadi likuifaksi
21	16,7	6,7	350,7	140,7	52	0,74685	0,685	1,0151	9,81	24,858	16,1577	0,11484	17,2528	Tidak terjadi likuifaksi

Lokasi : Bor-5 (Jalan Yos Sudarso) mat : 1,6 m

kedalaman (m)	γ sat KN/m ³	γ' KN/m ³	σ'_{vo} KN/m ²	σ'_{vo} KN/m ²	N blow/ft	Dr	rd	a maks m/det ²	g m/det ²	τ max KN/m ²	τ_{av} KN/m ²	τ_{av}/σ'_{vo} blow/ft	N'	Keterangan (grafik)
2	12	2	24	4	12	0,54738	0,97	1,0151	9,81	2,4089	1,5658	0,39145	42,8571	Tidak terjadi likuifaksi
4	12	2	48	8	1	0,12899	0,94	1,0151	9,81	4,6688	3,034745	0,37934	2,77778	Terjadi likuifaksi
6	12	2	72	12	2	0,23893	0,91	1,0151	9,81	6,7798	4,406838	0,36724	4,54545	Terjadi likuifaksi
10	12	2	120	20	4	0,29796	0,85	1,0151	9,81	10,555	6,860462	0,34302	6,66667	Terjadi likuifaksi
12	12	2	144	24	5	0,31602	0,82	1,0151	9,81	12,218	7,941993	0,33092	7,35294	Terjadi likuifaksi
14	12	2	168	28	6	0,33005	0,79	1,0151	9,81	13,733	8,926671	0,31881	7,89474	Terjadi likuifaksi
16	12	2	192	32	9	0,38701	0,76	1,0151	9,81	15,099	9,814496	0,3067	10,7143	Kritis
18	12	2	216	36	8	0,35055	0,73	1,0151	9,81	16,316	10,60547	0,2946	8,69565	Terjadi likuifaksi

20	12	2	240	11	0,39609573	0,7	1,0151	9,81	17,38397554	11,2995841	0,282489602	11	121	Tidak terjadi likuifaksi
22	12	2	264	44	0,38265668	0,67	1,0151	9,81	18,30284281	11,89684783	0,270382905	10,1851852	112,037037	Tidak terjadi likuifaksi
24	12	2	288	48	0,38697341	0,64	1,0151	9,81	19,07270459	12,39725798	0,258276208	10,3448276	124,137931	Tidak terjadi likuifaksi
26	12	2	312	52	0,7739341	0,61	1,0151	9,81	19,69356096	12,80081456	0,246169511	41,1290323	2097,58065	Tidak terjadi likuifaksi
28	12	2	336	56	0,75211776	0,58	1,0151	9,81	20,16541162	13,10751755	0,234062813	38,6363636	1970,45455	Tidak terjadi likuifaksi

Lokasi : B-12 (Jalan Anggrek Perumnas)

mat : 12,5 m

kedalaman (m)	γ sat KN/m ³	γ' KN/m ³	ovo KN/m ²	ovo' KN/m ²	N blw/ft	Dr	rd	a maks (m/det2)	g (m/det2)	τ max KN/m ²	τ av KN/m ²	τ av/ovo'	CN	N1 blw/ft	Keterangan (grafik)
2	15,1	15,1	30,2	30,2	4	0,29738641	0,97	1,0151	9,81	3,031227258	1,970297718	0,065241646	4,97512438	19,9004975	Tidak terjadi likuifaksi
4	15,1	15,1	60,4	60,4	9	0,35740087	0,94	1,0151	9,81	5,874955923	3,81872135	0,063223863	6,39204545	57,5284091	Tidak terjadi likuifaksi
6	15,1	15,1	90,6	90,6	7	0,42410928	0,91	1,0151	9,81	8,531185994	5,545270896	0,061206081	3,47912525	24,3538767	Tidak terjadi likuifaksi
8,3	15,1	15,1	125,33	125,33	10	0,46539876	0,8755	1,0151	9,81	11,35405544	7,380136036	0,05888563	3,69467228	36,9467228	Tidak terjadi likuifaksi
10	15,1	15,1	151	151	50	0,98505388	0,85	1,0151	9,81	13,28115036	8,632747732	0,057170515	15,5279503	776,397516	Tidak terjadi likuifaksi
12	15,1	15,1	181,2	181,2	15	0,50927448	0,82	1,0151	9,81	15,37488465	9,993675021	0,055152732	3,92259414	58,8389121	Tidak terjadi likuifaksi
14	15,1	5,1	211,4	71,4	50	0,88291611	0,79	1,0151	9,81	17,28112035	11,23272823	0,157321124	30,7125307	1535,62654	Tidak terjadi likuifaksi
16	15,1	5,1	241,6	81,6	15	0,4614421	0,76	1,0151	9,81	18,99985745	12,34990734	0,151346904	8,18777293	122,816594	Tidak terjadi likuifaksi
18	15,1	5,1	271,8	91,8	24	0,55919235	0,73	1,0151	9,81	20,53109596	13,34521238	0,145372684	11,7878193	282,907662	Tidak terjadi likuifaksi
20	15,1	5,1	302	102	36	0,65935716	0,7	1,0151	9,81	21,87483588	14,21864332	0,139398464	16,0714286	578,571429	Tidak terjadi likuifaksi
22	15,1	5,1	332,2	112,2	50	0,7480063	0,67	1,0151	9,81	23,03107721	14,97020018	0,133424244	20,4582651	1022,91326	Tidak terjadi likuifaksi
24	15,1	5,1	362,4	122,4	50	0,72293477	0,64	1,0151	9,81	23,99981994	15,59988296	0,127450024	18,8821752	944,108761	Tidak terjadi likuifaksi

Lokasi : B-15 (Kompleks K. Uning)

mat : 1,5 m

kedalaman (m)	γ sat KN/m ³	γ' KN/m ³	ovo KN/m ²	ovo' KN/m ²	N blw/ft	Dr	rd	a maks (m/det2)	g (m/det2)	τ max KN/m ²	τ av KN/m ²	τ av/ovo'	CN	N1 blw/ft	Keterangan (grafik)
1,9	11,7	1,7	22,23	3,23	8	0,45542291	0,9715	1,0151	9,81	2,234714711	1,452564562	0,449710391	30,2343159	241,874528	Tidak terjadi likuifaksi
3,3	11,7	1,7	38,61	5,61	7	0,3860041	0,9505	1,0151	9,81	3,797447192	2,488340675	0,439989425	22,4215247	156,950673	Tidak terjadi likuifaksi
6	11,7	1,7	70,2	10,2	1	0,11276238	0,91	1,0151	9,81	6,610256697	4,296666853	0,421241848	2,47524752	2,47524752	Terjadi likuifaksi
8	11,7	1,7	93,6	13,6	3	0,27543688	0,88	1,0151	9,81	8,523114882	5,540024661	0,407354754	6,3559322	19,0677966	Tidak terjadi likuifaksi
10,5	15,2	5,2	159,6	54,6	2	0,19366524	0,8425	1,0151	9,81	13,91369942	9,043904622	0,165639279	1,54798762	3,09597523	Terjadi likuifaksi

12	15,2	5,2	182,4	62,4	2	0,18555923	0,82	1,0151	9,81	15,47670508	10,05985583	0,161215678	1,38121547	2,76243094	Terjadi likuifaksi
14	15,2	5,2	212,8	72,8	2	0,1761822	0,79	1,0151	9,81	17,39556485	11,30711715	0,155317543	1,20772947	2,41545894	Terjadi likuifaksi
16	15,2	5,2	243,2	83,2	50	0,84048358	0,76	1,0151	9,81	19,12568432	12,43169481	0,149419409	26,8240343	1341,20172	Tidak terjadi likuifaksi
18	15,2	5,2	273,6	93,6	50	0,80515569	0,73	1,0151	9,81	20,66706349	13,43359127	0,143521274	24,1312741	1206,56371	Tidak terjadi likuifaksi

Lokasi : SLA Budi Luhur 2

mat : 5,5 m

Kedalaman (m)	γ sat KN/m ³	γ KN/m ³	σ_{vo} KN/m ²	σ'_{vo} KN/m ²	N blw/ft	Dr	rd	a maks (m/det2)	g (m/det2)	τ max KN/m ²	τ_{av} KN/m ²	τ_{av}/σ'_{vo}	CN	N1 blw/ft	Keterangan (grafik)
2	12,5	12,5	25	25	19	0,68170236	0,97	1,0151	9,81	2,509294088	1,631041157	0,065241646	27,1428571	515,714286	Tidak terjadi likuifaksi
4,45	12,5	12,5	55,625	55,625	4	0,24531269	0,9333	1,0151	9,81	5,371651674	3,491573588	0,062769862	3,04761905	12,1904762	Tidak terjadi likuifaksi
6	12,5	2,5	75	15	3	0,29004806	0,91	1,0151	9,81	7,062240061	4,59045604	0,306030403	6	18	Tidak terjadi likuifaksi
8	12,5	2,5	100	20	18	0,66356093	0,88	1,0151	9,81	9,105891947	5,918829766	0,295941488	30	540	Tidak terjadi likuifaksi
10	12,5	2,5	125	25	14	0,55107861	0,85	1,0151	9,81	10,99432977	7,146314348	0,285852574	20	280	Tidak terjadi likuifaksi
12	12,5	2,5	150	30	50	0,98705574	0,82	1,0151	9,81	12,72755352	8,272909786	0,27576366	62,5	3125	Tidak terjadi likuifaksi
14	12,5	2,5	175	35	28	0,70372198	0,79	1,0151	9,81	14,3055632	9,298616081	0,265674745	31,1111111	871,111111	Tidak terjadi likuifaksi
16	12,5	2,5	200	40	50	0,89976969	0,76	1,0151	9,81	15,72835882	10,22343323	0,255585831	50	2500	Tidak terjadi likuifaksi
18	12,5	2,5	225	45	50	0,86399739	0,73	1,0151	9,81	16,99594037	11,04736124	0,245496916	45,4545455	2272,72727	Tidak terjadi likuifaksi
20	12,5	2,5	250	50	50	0,83217833	0,7	1,0151	9,81	18,10830785	11,7704001	0,235408002	41,6666667	2083,33333	Tidak terjadi likuifaksi

11. Widodo, Ir.,CES, PhD., 1997, **Teknik Gempa**, Fakultas Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
12. _____, 1976, **Liquefaction Problems in Geotechnical Engineering**, ASCE Annuual Convention and Exposition, Philadelphia.
13. _____, 1993, **Laporan Akhir Pekerjaan Pengeboran dalam Rangka Penelitian Potensi Likuifaksi dan Percepatan Gempa di Maumere**, Pusat Penelitian dan Pengembangan Pengairan PU, Bandung.
14. _____, 1998, **Laporan BMG Mengenai Kejadian Gempa Bumi di Blitar dan Malang Jawa Timur tanggal 28 September 1998**, Badan Meteorologi dan Geofisika, Jakarta.

