

**KAJIAN POTENSI LIQUIFAKSI BERDASARKAN KONSEP
CRITICAL STATE DAN UJI *PIEZOCONE* PADA SEDIMEN PASIRAN
KOTA PADANG**



Disusun Oleh:
Ir. Anastasia Sri Lestari, MT
Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ph.D
Metta Devi Hartadi (2010410037)
Antony Kesuma (2010410038)

Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat
Universitas Katolik Parahyangan
2014

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	i – ii
DAFTAR LAMPIRAN	iii
ABSTRAK	1
1. PENDAHULUAN	1
1.1 . Latar Belakang	1 - 2
1.2 Tujuan	2
2. FORMASI KEGEMPAAN DAN GEOLOGI DI DAERAH PENELITIAN	2
2.1. Formasi Kegempaan Daerah Studi	2 – 4
2.2. Identifikasi Sumber Gempa	4
2.3. Kerentanan Liquifaksi	4
2.3.1. Kriteria Historis	4
2.3.2. Kriteria Geologi	5
2.3.3. Kriteria Komposisi Karakteristik	5
3. CRITICAL STATE PARAMETER	6
3.1. Pendekatan State Parameter	7
4. METODOLOGI PENELITIAN	8
4.1. Uji Laboratorium	8
4.1.1. Pengujian Sifat Fisik Tanah	8
4.1.2. Pengujian Distribusi Ukuran Butir	9
4.1.3. Uji Pembuatan Sampel dengan Kepadatan Tertentu	9
4.1.4. Uji Triaxial Consolidated Undrained	9 - 16
4.2. Uji Lapangan – Uji Piezocone	17
4.2.a .Metode State Parameter	17
4.2.b. Metode Shibata dan Teparaksa	18 - 20
4.3. Pemodelan Uji	20 – 22

5. KESIMPULAN	23
6. SARAN	23
7. DAFTAR PUSTAKA	23
LAMPIRAN	

DAFTAR LAMPIRAN

DATA UJI TRIAXIAL CU

Data Tahap Saturasi Sampel L1- L5

Data Tahap Konsolidasi Sampel L1- L9

Data Tahap Kompresi Sampel L1- L9

DATA UJI PEMODELAN

Data analisis uji Pemodelan 15.63 % L-1

Data analisis uji Pemodelan 40 % L-2

KAJIAN POTENSI LIQUIFAKSI BERDASARKAN KONSEP *CRITICAL STATE* DAN UJI PIEZOCONE PADA SEDIMEN PASIRAN KOTA PADANG

Disusun oleh : Anastasia Sri Lestari
Prof. Paulus Pramono
Metta Devi Hartadi (2010410037)
Antony Kesuma (2010410038)

ABSTRAK

Liquifaksi merupakan suatu kondisi pada massa tanah yang mengalami deformasi secara menerus pada tegangan residual yang rendah, disebabkan oleh terjadinya tekanan air pori yang meningkat yang menyebabkan berkurangnya tegangan efektif dan pada kondisi tertentu mencapai nol.

Daerah yang diprediksi rentan terhadap liquifaksi tidak berarti akan terjadi liquifaksi jika terjadi gempa, ada beberapa kriteria yang dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan dalam memperkirakan kemungkinan terjadinya liquifaksi diantaranya berdasarkan kriteria geologi, historis, gradasi tanah dan kondisi awal tanah pada saat gempa. Dari beberapa kriteria hasil penelitian saling melengkapi dan memberikan suatu hal baru dari hasil penelitian yang telah dibuat oleh beberapa peneliti lain.

Berdasarkan laporan USGS (United States Geological Survey), kejadian Gempa Padang pada tanggal 30 September 2009 jam 17:16:09 tersebut bersumber di 0.788°LS , 99.961°BT dengan kedalaman focus 80 km dan hanya berjarak 45 km dari kota Padang dengan kekuatan 7.9 SR memberikan dampak kerusakan yang besar dan berpotensi liquifaksi, sehingga penelitian yang akan dilakukan menggunakan sedimen pasir tanah dari Padang.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui potensi liquifaksi dengan konsep *Critical State* dan uji Piezocone sedimen pasir Kota Padang. Penelitian dilakukan di laboratorium menggunakan Triaxial CU dan di lapangan dilakukan Uji Piezocone serta pemodelan beberapa kepadatan dengan uji Piezocone.

Critical State merupakan Konsep Perubahan volume diperoleh dari kombinasi kepadatan dan tegangan efektif yang terjadi pada material tersebut. Hasil dari uji piezocone merupakan nilai tahanan konus dan besar tegangan air pori, dengan grafik State Parameter dan metode Shibata & Terrapaksa dievaluasi potensi liquifaksi.

Hasil evaluasi pasir Padang berpotensi Liquifaksi, dalam hal ini dapat memberi informasi kepada Pemerintah Daerah setempat untuk mengetahui kondisi lapisan tanah dan sebagai kriteria untuk perencanaan disain pondasi.

Kata kunci : liquifaksi, tegangan air pori, critical state

1. PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Liquifaksi merupakan proses perubahan kondisi tanah pasir yang jenuh air menjadi cair, akibat meningkatnya tekanan air pori (*pore water pressure*) yang disebabkan oleh beban dinamik misalnya beban gempa (cyclic), sehingga tegangan efektif tanah menjadi nol, akibatnya kekuatan tanah pada kondisi ini menurun sehingga dapat menyebabkan kegagalan dalam mendukung bangunan di atasnya.

Akibat beban gempa, maka hal ini jika terjadi pada tanah pasir yang mempunyai kepadatan lepas dan kondisi jenuh, sehingga dengan mudah terjadi peningkatan tekanan air pori dalam rongga tanah pasir yang tidak padat serta terjadi perubahan kondisi dari fase padat menjadi fase cair dan dapat menyembur air keatas.

Kepadatan tanah pasir sangat berpengaruh pada peristiwa liquifaksi, maka pada penelitian akan dibuat beberapa kondisi kepadatan tanah pasir dimana kepadatan tanah ini berpengaruh terhadap angka pori (e) dan merupakan ratio antara volume padat dan volume void dari properties tanah pasir tersebut.

Sumatra Barat khususnya kota Padang merupakan daerah yang memiliki kondisi lapisan pasir yang cukup dalam dan posisi geografisnya merupakan daerah yang memiliki potensi sangat besar terhadap gempa

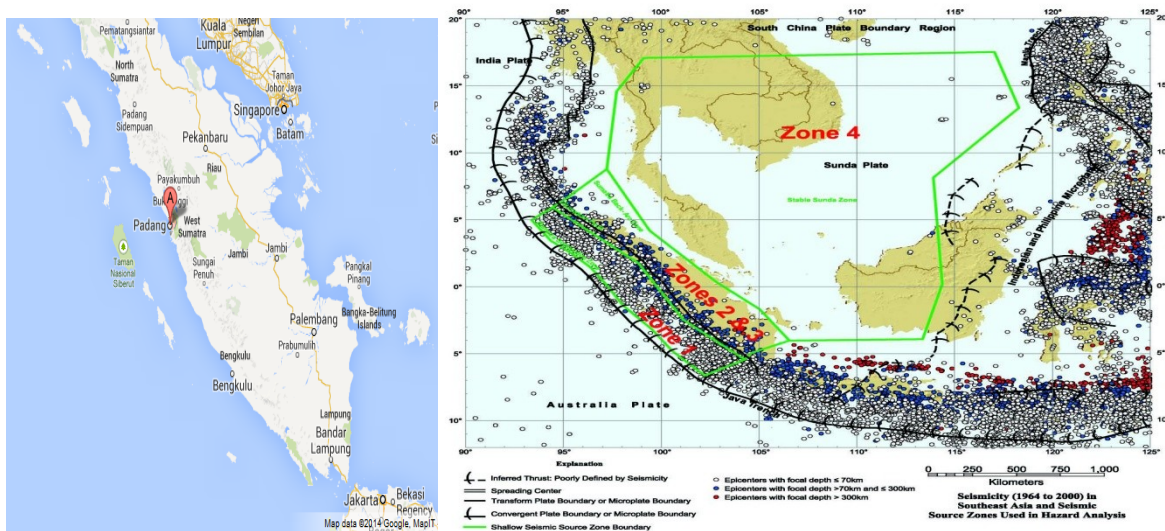
1.2 TUJUAN

- Menentukan potensi liquifaksi berdasarkan *Critical State parameter* dari beberapa kepadatan yang diperoleh dari hasil uji Triaxial CU pada Tanah Pasiran Padang
- Menentukan potensi liquifaksi dengan uji *Piezcone* dilapangan dan potensi liquifaksi dengan pemodelan.kepadatan dengan uji Piezocone pada Tanah Pasiran Padang
- Memberikan rangkuman dan evaluasi efek derajat kepadatan terhadap uji Liquifaksi

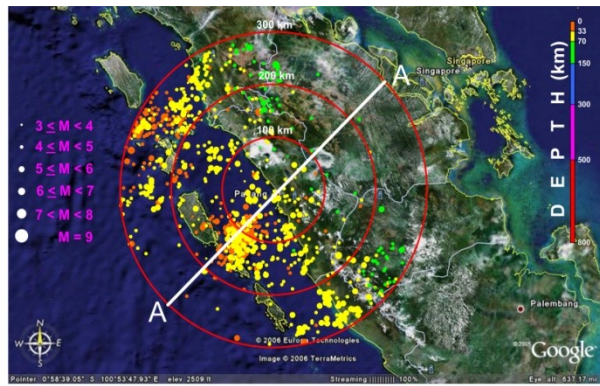
2. FORMASI KEGEMPAAN DAN GEOLOGI DI DAERAH PENELITIAN

2.1. Formasi Kegempaan Daerah Studi

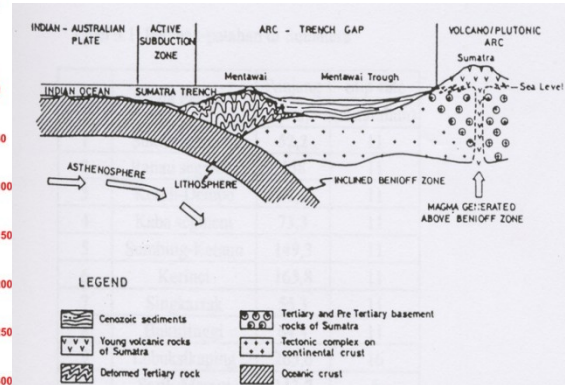
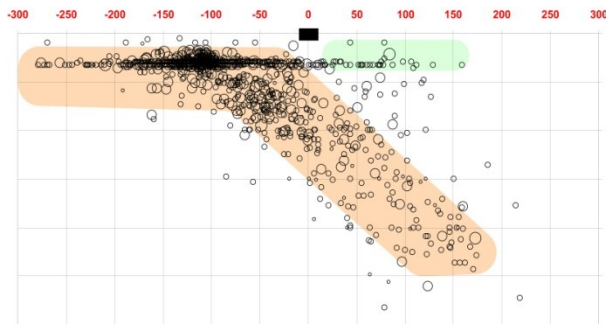
Indonesia berada pada pertemuan tiga lempeng tektonik, yaitu Lempeng Indo-Australia, Lempeng Eurasia dan Lempeng Pasifik. Lempeng Australia terus bergerak 40 – 70 mm per tahun ke arah Utara dan bertubrukan dengan Lempeng Eurasia yang lebih tebal hingga menyebabkan penunjaman ke bawah. (gambar 1). Hal ini disebut dengan peristiwa subduksi (gambar 2). Wilayah Pantai Barat Sumatra merupakan wilayah yang memiliki kerentanan bahaya gempa bumi yang tinggi karena wilayah ini berada ± 250 km sebelah timur zona subduksi dan Sumatra bergerak 40 s.d 70 mm per tahun (Natawijaya dkk, 2003).



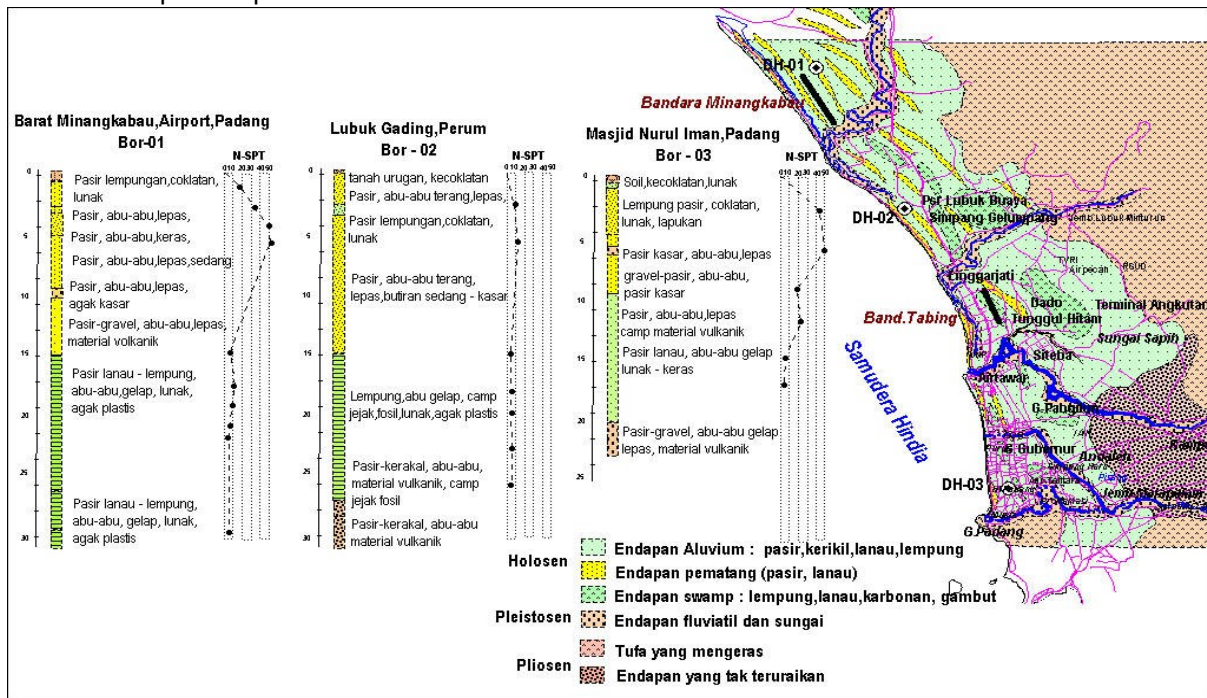
Gambar1. Letak geografis Kota Padang dan Kondisi tektonik Sumatra



PADANG



Gambar 2. Tipe Gempa Subduksi



Gambar3. Kondisi Geologi Padang dan Sekitarnya

2.2. Identifikasi Sumber Gempa

Berdasarkan laporan USGS (United States Geological Survey), kejadian Gempa Padang pada tanggal 30 September 2009 jam 17:16:09 tersebut bersumber di 0.788°LS , 99.961°BT dengan kedalaman focus 80 km dan hanya berjarak 45 km dari kota Padang dengan kekuatan 7.9 SR. Dari Gambar 1 dan 2. Peta Sumatra dan posisi pantai Barat Sumatra yang terletak pada perbatasan lempeng pelat Australiadan pelat Eurasia (Setempat pada Sunda pelat) terlihat bahwa kejadian gempa yang terjadi merupakan tumbukan subduksi.

Dengan demikian proses tektonik yang terjadi di daerah Sumatra Barat sangat rawan terhadap aktifitas seismic yang ditimbulkan oleh pergeseran antar lempeng

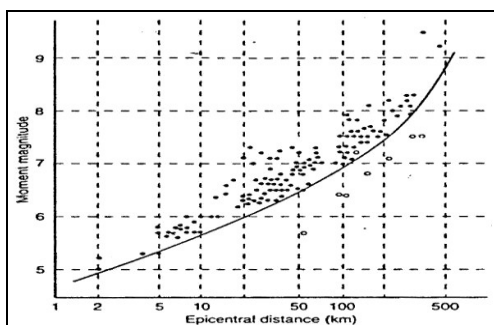
2.3. Kerentanan Likuifaksi

Tidak semua tanah rentan terhadap likuifaksi, untuk itu langkah pertama dalam mengevaluasi bahaya likuifaksi adalah mengevaluasi kerentanan terhadap likuifaksi. Jika sebagian tanah tidak bersifat rentan (*susceptible*), bahaya likuifaksi tidak ada dan evaluasi bahaya likuifaksi dapat diakhiri. Jika tanah bersifat rentan analisis likuifaksi dan pengaruhnya harus di perhatikan. Ada beberapa kriteria yang harus diperhatikan diantaranya Kriteria Historis, Kriteria Geologi dan Kriteria komposisi.

2.3.1 Kriteria Historis (*Historical Criteria*)

Informasi mengenai perilaku likuifaksi didapat dari penyelidikan di lokasi setelah terjadinya gempa, yang mana menunjukkan bahwa likuifaksi seringkali terjadi pada tempat yang sama dimana tanah dan kondisi air tanah tidak berubah. (Youd, 1984). Sejarah likuifaksi dapat digunakan untuk mengidentifikasi keadaan daerah yang spesifik atau kondisi tanah umum yang dapat menunjukkan kerentanan terhadap likuifaksi pada gempa yang akan terjadi. Youd (1991) menggambarkan sejumlah contoh dimana bukti sejarah likuifaksi digunakan untuk membuat peta kerentanan likuifaksi.

Penyelidikan di lokasi setelah terjadinya gempa juga menunjukkan bahwa efek likuifaksi terbatas pada suatu zone dalam jarak tertentu dari sumber gempa. Ambraseys (1988) mengumpulkan data gempa dangkal di seluruh dunia untuk memperkirakan batas jarak epicentral dimana likuifaksi tidak nampak pada gempa dengan magnitude yang berbeda. Jarak epicentral dimana likuifaksi dapat diperkirakan akan bertambah dengan meningkatnya magnitude. Hubungan yang ditunjukkan pada gambar 4. tidak menjamin bahwa likuifaksi tidak terjadi pada jarak yang lebih besar, tetapi dapat membantu untuk memperkirakan bahaya likuifaksi pada suatu daerah.



Gambar 4. Hubungan antara Jarak Epicentral Site dan Momen Magnitude (Sumber : Kramer, 1996)

2.3.2 Kriteria Geologi (*Geologic Criteria*)

Lapisan tanah yang rentan terhadap likuifaksi berada dalam daerah geologi yang relatif terbatas (Youd 1991). Daerah lapisan, daerah hidrologi dan umur lapisan mempunyai efek kerentanan terhadap likuifaksi (Youd and Hoose, 1977).

Proses geologi akan membagi tanah pada distribusi ukuran butiran yang seragam dan menjadikannya sebagai lapisan pada keadaan lepas yang menghasilkan lapisan tanah dengan tingkat kerentanan terhadap likuifaksi yang tinggi. Akibatnya lapisan fluvial dan lapisan colluvial serta aeolian jika dalam keadaan jenuh akan sangat rentan mengalami likuifaksi. Likuifaksi biasanya diamati dalam lapisan alluvial-fan, alluvial plain, beach, terrace, playa dan estuarine, tetapi tidak tidak selalu terjadi pada lapisan tersebut. Kerentanan dari lapisan yang lebih tua untuk mengalami likuifaksi pada umumnya lebih rendah daripada lapisan yang lebih muda. Tanah dengan usia holocene akan lebih rentan mengalami likuifaksi daripada tanah dengan umur pleistocene, walaupun demikian tingkat kerentanan akan menurun dalam usia holocene. Likuifaksi pada lapisan pleistocone jarang terjadi.

Likuifaksi hanya terjadi pada tanah jenuh, sehingga kedalaman muka air tanah akan mempengaruhi kerentanan terhadap likuifaksi. Kerentanan terhadap likuifaksi akan menurun dengan bertambah dalamnya muka air tanah, dan pengaruh likuifaksi secara langsung dapat diamati di lapangan dimana muka air tanah berada beberapa meter dari permukaan tanah. Di daerah dimana level muka air tanah berfluktuasi (berubah) secara jelas, bahaya likuifaksi juga akan berubah.

Lapisan tanah yang dibuat oleh manusia harus mendapat perhatian. Timbunan lepas, seperti timbunan yang tidak dikompaksi sangat mudah untuk mengalami likuifaksi.

2.3.3 Kriteria Komposisi (*Compositional Criteria*)

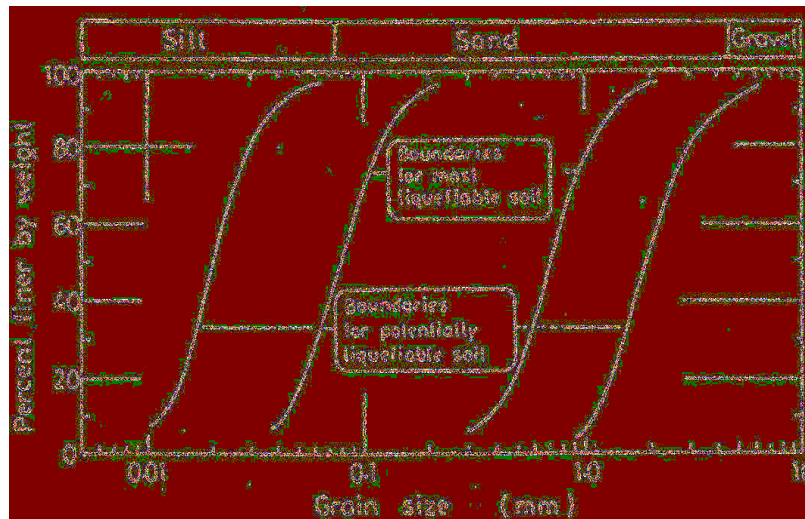
Peristiwa likuifaksi memerlukan peningkatan tekanan air pori, sehingga kerentanan terhadap likuifaksi akan dipengaruhi oleh komposisi karakteristik yang mempengaruhi perilaku perubahan volume. Komposisi karakteristik untuk mempertahankan perubahan volume yang besar sangat berhubungan dengan kerentanan terhadap likuifaksi. Karakteristik ini meliputi ukuran, bentuk dan gradasi partikel.

Selama bertahun-tahun, pemikiran tentang terjadinya likuifaksi hanya terbatas pada tanah pasir. Tanah dengan butiran yang lebih halus tidak mampu secara langsung meningkatkan tekanan air pori yang besar sehubungan dengan likuifaksi dan tanah dengan butiran yang lebih kasar terlalu permeabel untuk menahan tekanan air pori secara menyeluruh selama proses likuifaksi.

Likuifaksi dari tanah lanau yang non plastis telah diteliti oleh Ishihara (1984, 1985) di laboratorium maupun di lapangan dan menunjukkan bahwa karakteristik plastisitas memberikan indikasi lebih baik daripada ukuran butiran sendiri dalam pengaruhnya terhadap kerentanan terhadap likuifaksi daripada tanah berbutiran halus. Ada 4 *Chinese criteria* (Wang, 1979) yang menyebabkan tanah rentan terhadap likuifaksi yaitu

- Porsen lebih halus dari $0.005 \text{ mm} \leq 15 \%$
- *Liquid limit*, $LL \leq 35 \%$
- *Natural Water Content* $\geq 0.9 LL$
- *Liquidity Index* ≤ 0.75 .

Disamping *Chinese criteria* diatas, Tsuchida (1970) mengemukakan sebuah chart gradasi ukuran butiran tanah untuk memperkirakan kerentanan tanah yang mengalami likuifaksi. Berdasarkan gradasi tanah, Tsuchida mengusulkan batas-batas distribusi ukuran butiran yang peka terhadap likuifaksi seperti ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar 5. Gradasi ukuran butir yang berpotensi Liquifaksi (Tsuchida, 1970)

Batas bawah dari ukuran partikel menunjukkan pengaruh adanya butiran halus yang menurunkan kecenderungan tanah memadat saat mengalami getaran. Butir halus yang plastis membuat butir pasir lebih sulit menggelincir antara partikel, tetapi butir halus yang tidak plastis tidak akan memberikan pengaruh apa-apa. Batas atas dari ukuran partikel diasosiasikan dengan sifat butir kasar yang permeabel sehingga saat gempa dapat terjadi pelepasan tekanan air pori secara partial.

3. Critical State Parameter

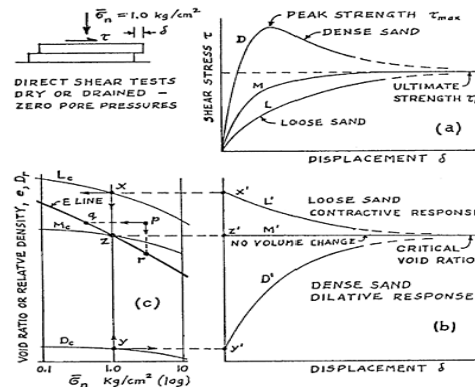
Telah diketahui sebelumnya bahwa volume tanah padat meningkat pada saat mengalami geser sementara tanah gembur menyusut, dan dengan kondisi ini dibuat hubungan dua perilaku tersebut.

Casagrande mengungkapkan bahwa angka pori yang ditandai dengan perilaku regangan yang bersifat volumetrik merupakan angka pori kritis. Angka pori kritis tersebut yang dipengaruhi oleh tegangan efektif rata-rata (p'_{mean}), menjadi lebih kecil karena adanya peningkatan tingkat tegangan. Hubungan antara angka pori kritis dan tegangan efektif rata-rata disebut sebagai lokus keadaan kritis (*critical state locus / CSL*).

Nama dari *critical state* sendiri diperoleh dari teori angka pori kritis Casagrande. *Critical State* dianggap sebagai keadaan ultimit yang dapat dicapai tanah jika tanah terus diganggu (digeser).

Konsep yang meliputi *critical state* (keadaan kritis), *steady state* (keadaan stabil), pengembangan/dilatasi dan perubahan-perubahan volume dapat dilihat pada gambar 6.

Critical state didefinisikan oleh Roscoe dkk sebagai keadaan di mana tanah terus berubah bentuk pada tegangan konstan dan angka pori konstan.



Gambar 6. Hipotesis awal angka pori kritis yang diperoleh dari berbagai uji geser langsung (*Direct Shear Tests*) (Casagrande, 1975)

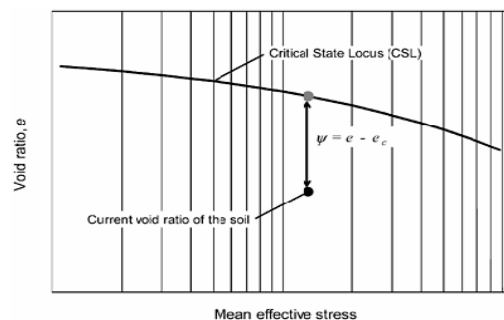
Pada dasarnya suatu susunan/formalisasi dari ide Casagrande, perlu diperhatikan bahwa ada dua kondisi dalam definisi ini, yaitu :

1. tanah berada pada angka pori konstan, dan
2. tanah tidak memiliki kecenderungan untuk berubah dari kondisi angka pori konstan ini.

3.1. Pendekatan State Parameter

Tanah sebagai material yang berada pada berbagai rentang keadaan, memiliki syarat utama yaitu ukuran dari keadaan itu sendiri. Persyaratan ini yang tepatnya sering disebut sebagai konsep kepadatan relatif (*Relative Density, Dr*). Kepadatan maksimum dan minimum menentukan kondisi referensi, dan kepadatan relatif adalah ukuran dari keadaan pasir relatif terhadap kondisi referensi tersebut. Kepadatan relatif juga dapat dikembangkan dengan sangat signifikan sebagai ukuran keadaan pasir.

Konsep Kernel terhadap pengukuran keadaan pasir ini adalah bahwa keadaan kritis didefinisikan sebagai keadaan referensi dan jarak pasir dari keadaan referensi pada daerah tegangan angka pori, merupakan urutan pertama dalam memperkirakan struktur pasir tersebut.



Gambar 7. Definisi *State Parameter* ψ

Pengamatan Casagrande tentang perilaku pasir Gambar 5. adalah bahwa pasir mengembang/berdilatasi atau menyusut ketika pasir tersebut digeser hingga mencapai keadaan kritis (*critical state*). Semakin jauh dari keadaan kritis akhir, pengembangan/dilatasi atau penyusutan akan semakin cepat terjadi. *State Parameter*, ψ , secara sederhana didefinisikan sebagai ukuran penyimpangan/deviasi angka pori pada tegangan efektif rata rata yang konstan (gambar 7).

Di mana e (atau e_0) adalah angka pori alami tanah dan e_c adalah angka pori pada kondisi kritis (*critical state*) pada tegangan rata-rata yang sama. Parameter e_c digunakan untuk menjelaskan efek perubahan dari struktur tanah referensi (sampel tanah yang digunakan pada uji), sedangkan e digunakan untuk menjelaskan kepadatan tanah tersebut.

Mengapa digunakan ψ daripada angka pori atau kepadatan relatif langsung? Karena tingginya tingkat tegangan pembatas yang cenderung menekan pengembangan, maka definisi dari *state* itu sendiri harus memperhitungkan tingkat tegangan. Besarnya tingkat pengembangan menentukan kekuatan tanah tersebut, bukan dari angka pori, kepadatan pada saat pengembangan terjadi.

4. Metodologi Penelitian

Metodologi Penelitian berdasarkan :

- Uji Laboratorium –Uji Index Properties , Uji Triaxial CU
- Uji Lapangan –Uji Piezocone
- Uji Pemodelan dengan kepadatan berbeda dan Uji Piezocone

4.1. Uji Laboratorium

4.1.1.Pengujian Sifat Fisik Tanah

Pengambilan sampel tanah Pasir dari Padang diambil sekitar Lokasi gereja Katedral Padang

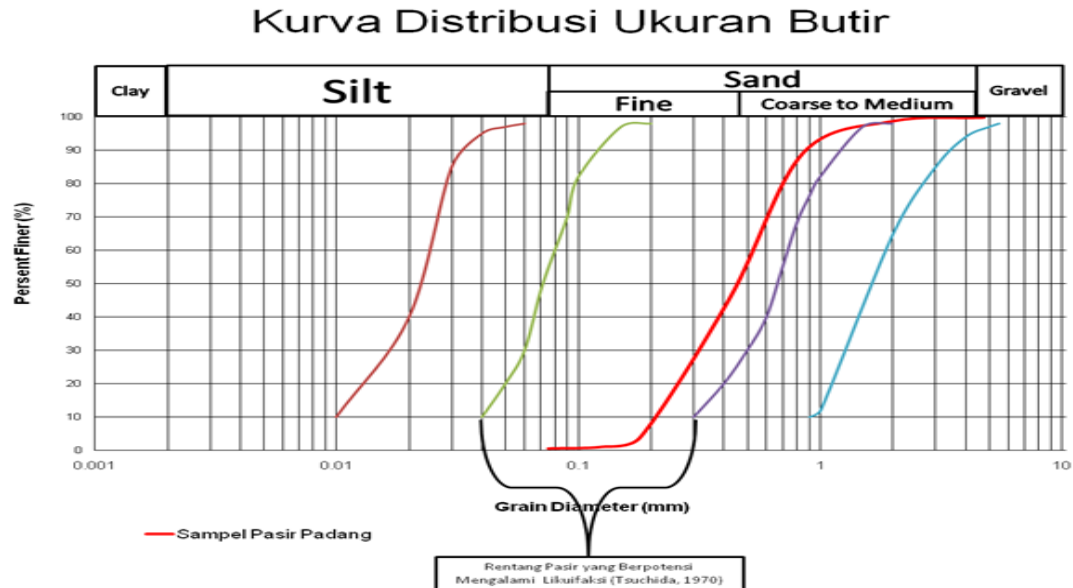
Tabel.1. Data Sifat Fisik Tanah

Kadar air alami, w_{alami} (%)	10.75
Angka pori tanah asli, e_{asli}	0.63
Berat isi tanah asli, γ_{asli} (gr/cm ³)	1.77
Berat isi tanah kering oven, $\gamma_{d asli}$ (gr/cm ³)	1.60
Berat jenis tanah, G_s	2.62
Angka pori minimum, e_{min}	0.60
Berat isi tanah kering oven maksimum, $\gamma_{d maks}$ (gr/cm ³)	1.61
Angka pori maksimum, e_{max}	0.72
Berat isi tanah kering oven minimum, $\gamma_{d min}$ (gr/cm ³)	1.40
Kadar air tanah kering udara, w_{ku} (%)	1.64

Tabel 2. Berat Isi Tanah Kering berdasarkan Kepadatan

Kepadatan, D_r (%)	Berat isi tanah kering udara, γ_{ku} (gr/cm ³)
20	1.4651
25	1.4750
40	1.5056

4.1.2 Pengujian Kurva Distribusi ukuran Butir



Persentase Gravel (%)	0.16	%
Persentase Coarse-Med Sand (%)	53.78	%
Persentase Fine Sand (%)	45.48	%
Persentase Silt - Clay (%)	0.58	%

Gambar 8. Kurva distribusi ukuran butir Pasir padang

Dari hasil uji kurva distribusi ukuran butir diperoleh bahwa butiran pasir Padang ada diantara rentang pasir yang berpotensi liquifaksi dengan butir halus $0.58\% < 5\%$ merupakan pasir bersih..

4.1.3 Uji Pembuatan sampel dengan kepadatan tertentu

Pertama membentuk sampel dengan kepadatan 20 %, 25% dan 40 %

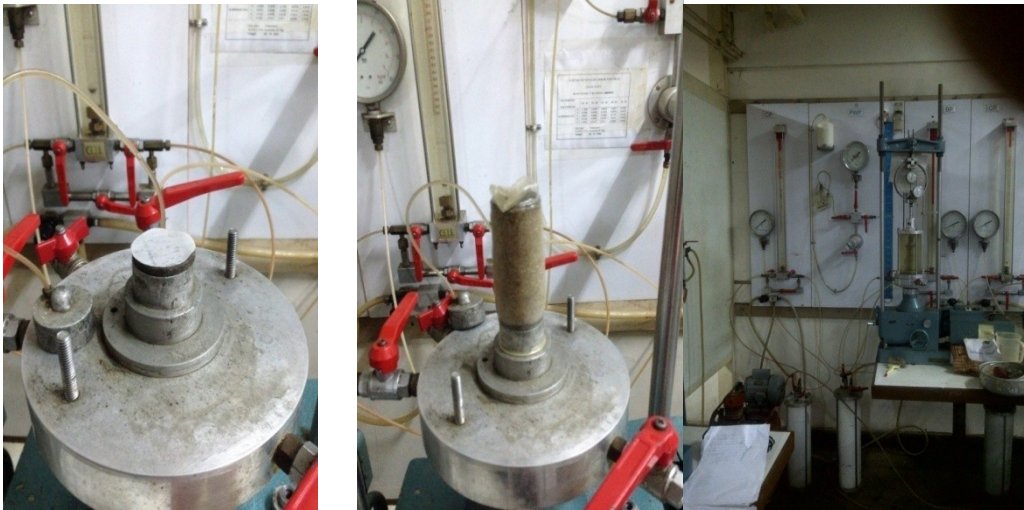
Kepadatan dapat dihitung dengan persamaan

$$Dr = \frac{y_d - y_{d \min}}{y_{d \max} - y_{d \min}} \times \frac{y_{d \max}}{y_d} \quad [1]$$

4.1.4 Uji Triaxial Consolidated Undrained (CU)

Ada tiga tahap yang dilakukan pada uji Triaxial CU yaitu :

- Tahap Saturasi
- Tahap Konsolidasi
- Tahap Penggeseran



Gambar 9. Pemasangan sampel pada Uji Triaxial CU di laboratorium

Dari Uji Triaxial dengan kepadatan 20, 25 dan 40 % dilakukan uji dengan tegangan keliling dengan besaran 0.6 kg/cm², 0.8 kg/cm² dan 1 kg/cm² Pemasangan sampel pada alat Triaxial (gambar 9)

Tabel 3. Sample data dengan kepadatan 20 %

Sample data	Stage 1	Stage 2	Stage 3
Sample length (cm)	7.60	7.60	7.60
Sample diameter (cm)	4.18	4.18	4.18
Sample area (cm ²)	13.72	13.72	13.72
Sample volume (cm ³)	104.29	104.29	104.29
Sample mass (gr)	152.80	152.80	152.80
Sample density (gr/cm ³)	1.47	1.47	1.47
Sample dry density (gr/cm ³)	1.47	1.47	1.47
Specific gravity	2.62	2.62	2.62
Void ratio	0.79	0.79	0.79
Sample volume change (cm ³)	9.80	12.3	12
Void ratio Change	0.168	0.211	0.206
Void ratio consolidated	0.620	0.577	0.583
Volumetric Strain (%)	9.397	11.794	11.506
Sample length Consolidated (cm)	6.631	6.639	6.638
Sample area Consolidated (cm ²)	12.785	12.801	12.799

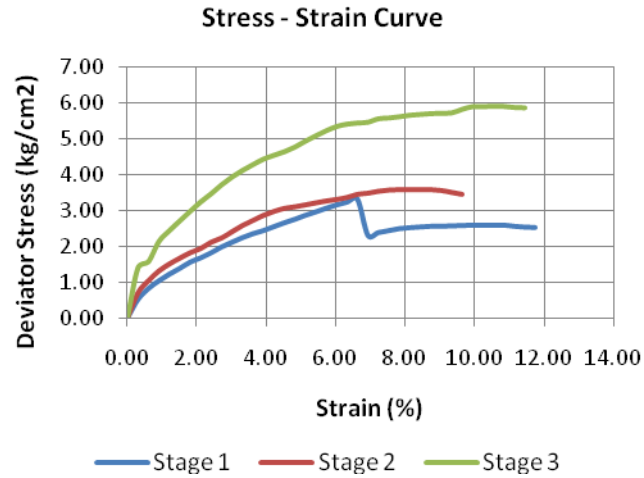
Tabel 4. Sampel data dengan kepadatan 25 %

Sample data	Stage 1	Stage 2	Stage 3
Sample length (cm)	7.6	7.6	7.6
Sample diameter (cm)	4.18	4.18	4.18
Sample area (cm ²)	13.72	13.72	13.72
Sample volume (cm ³)	104.29	104.29	104.29
Sample mass (gr)	153.83	153.83	153.83
Sample density (gr/cm ³)	1.48	1.48	1.48
Sample dry density (gr/cm ³)	1.48	1.48	1.48
Specific gravity	2.62	2.62	2.62
Voids ratio	0.78	0.78	0.78
Sample volume change (cm ³)	6.4	7.3	16.9
Void ratio Change	0.109	0.124	0.288
Void ratio consolidated	0.667	0.652	0.488
Volumetric Strain (%)	6.137	6.999	16.204
Sample length Consolidated (cm)	6.62	6.623	6.654
Sample area Consolidated (cm ²)	12.764	12.769	12.831

Tabel 5. Sampel data dengan kepadatan 40 %

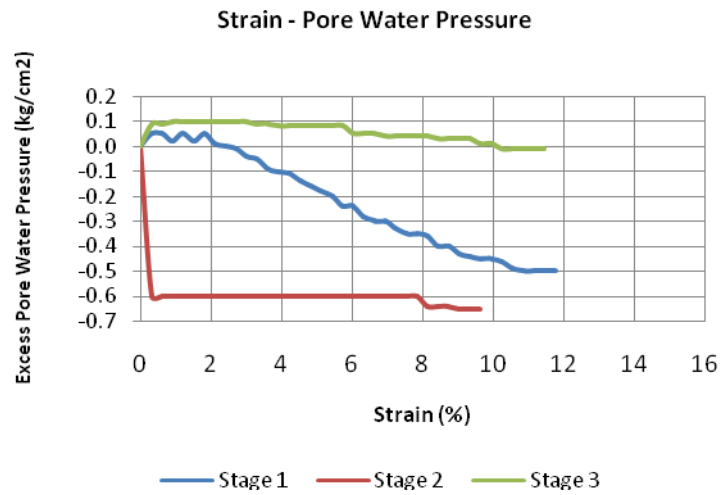
Sample data	Stage 1	Stage 2	Stage 3
Sample length (cm)	7.6	7.6	7.6
Sample diameter (cm)	4.18	4.18	4.18
Sample area (cm ²)	13.72	13.72	13.72
Sample volume (cm ³)	104.29	104.29	104.29
Sample mass (gr)	157.02	157.02	157.02
Sample density (gr/cm ³)	1.51	1.51	1.51
Sample dry density (gr/cm ³)	1.51	1.51	1.51
Specific gravity	2.62	2.62	2.62
Voids ratio	0.74	0.74	0.74
Sample volume change (cm ³)	18.7	16	11.2
Void ratio Change	0.312	0.267	0.187
Void ratio consolidated	0.428	0.473	0.553
Volumetric Strain (%)	17.93	15.341	10.739
Sample length Consolidated (cm)	6.66	6.651	6.636
Sample area Consolidated (cm ²)	12.842	12.825	12.794

Pada uji Triaxial CU setelah dilakukan saturasi dan konsolidasi kemudian dilakukan uji kompresi dengan kepadatan sampel 20 %



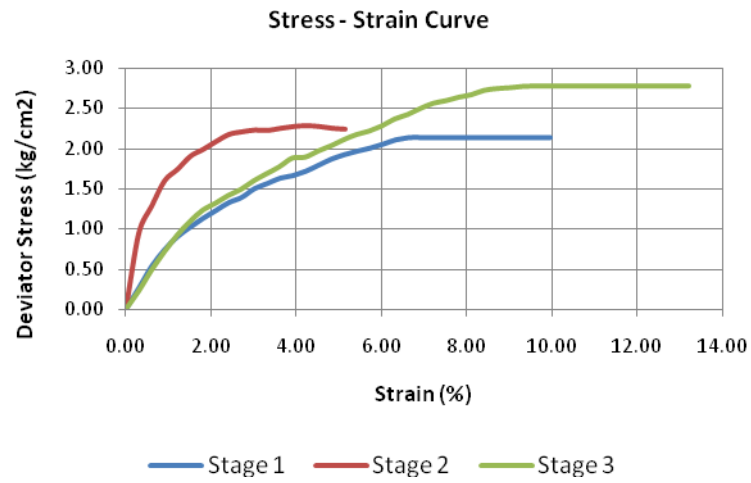
Gambar 10. Hubungan Stress –Strain pada kepadatan sampel 20 %

Berdasarkan uji Triaxial CU pada kepadatan 20 % , dilakukan grafik hubungan Strain- Pore water Pressure

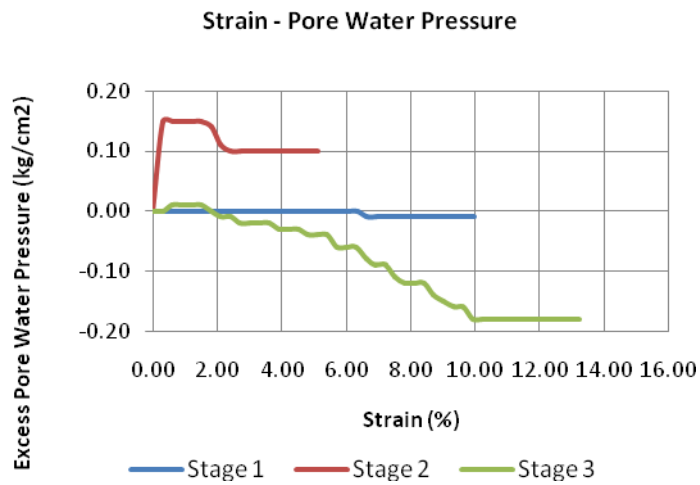


Gambar 11 Hubungan Strain- Pore Water Pressure pada kepadatan sampel 20 %

Pada uji Triaxial CU setelah dilakukan saturasi dan konsolidasi kemudian dilakukan uji kompresi dengan kepadatan sampel 25 %

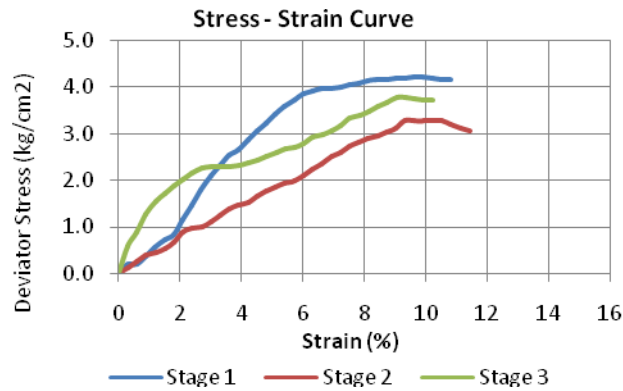


Gambar 12. Hubungan Stress –Strain pada kepadatan sampel 25 %

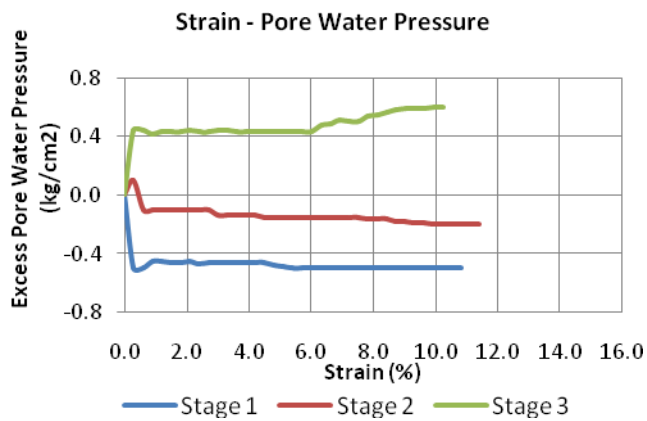


Gambar 13. Hubungan Strain- Pore Water Pressure pada kepadatan sampel sampel 25 %

Pada uji Triaxial CU setelah dilakukan saturasi dan konsolidasi kemudian dilakukan uji kompresi dengan Kepadatan sampel 40 %



Gambar 14. Hubungan Stress –Strain pada kepadatan sampel 40 %



Gambar 15. Hubungan Strain- Pore Water Pressure pada kepadatan sampel sampel 40 %

Persamaan untuk memperoleh p-q diagram :

$$\sigma_1 = \Delta\sigma + \sigma_3 \quad [2]$$

$$\sigma_1' = \sigma_1 + \Delta u \quad [3]$$

$$\sigma_3' = \sigma_3 - \Delta u \quad [4]$$

$$p = 0.5 \times (\sigma_1 + \sigma_3) \quad [5]$$

$$p' = 0.5 \times (\sigma_1' + \sigma_3') \quad [6]$$

$$q = 0.5 \times (\sigma_1 - \sigma_3) \quad [7]$$

$$p' \text{ (mean)} = \frac{\sigma_1' + 2.\sigma_3'}{3} \quad [8]$$

*) parameter untuk perhitungan p' (mean) diperoleh pada saat keadaan kritis (*critical state*)

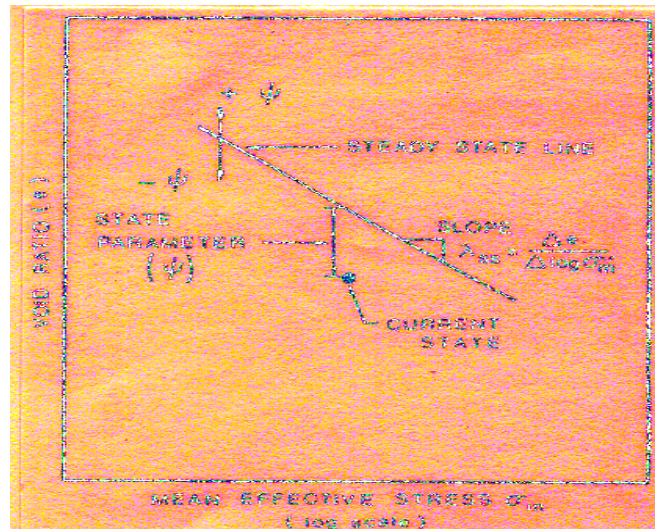
Di mana : σ_3 = tegangan keliling yang sudah ditentukan sebelumnya (kg/cm²)

Δu = perubahan nilai PWP (kg/cm²)

Tabel -6 Data Tegangan Efektif Rata-Rata, p' untuk Setiap Kepadatan

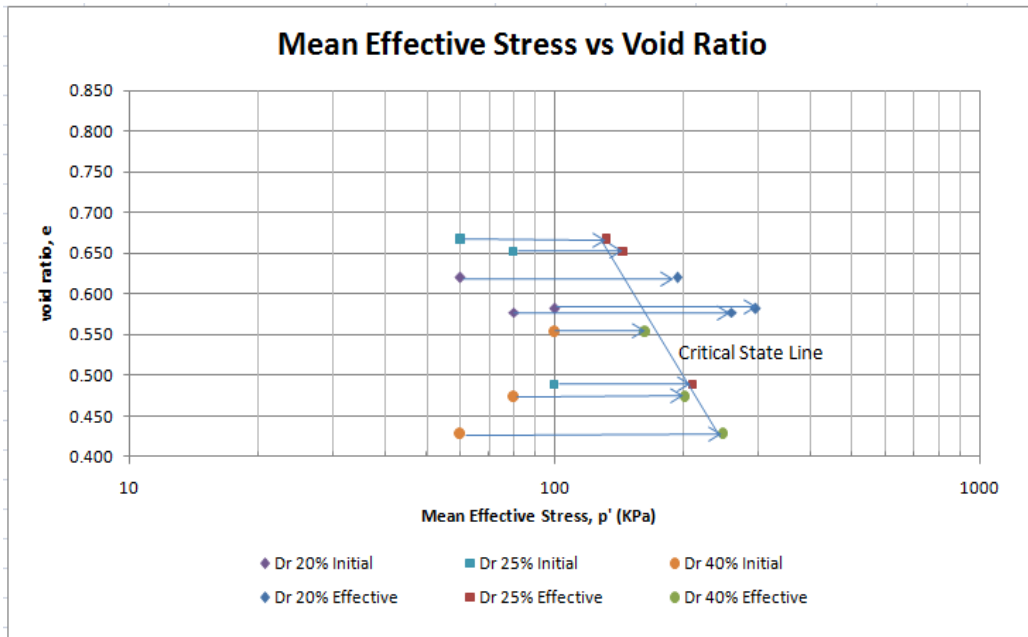
Dr	e_c	e_0	Tegangan Keliling (kg/cm ²)	p' (initial) (KPa)	p' (mean) (KPa)
20	0.620	0.788	0.6	60.000	194.075
20	0.577	0.788	0.8	80.000	259.735
20	0.583	0.788	1	100.000	296.476
25	0.667	0.776	0.6	60.000	132.331
25	0.652	0.776	0.8	80.000	144.746
25	0.488	0.776	1	100.000	210.805
40	0.428	0.740	0.6	60.000	248.001
40	0.473	0.740	0.8	80.000	201.517
40	0.553	0.740	1	100.000	163.489

Dari Tabel 6 dibuat grafik hubungan mean efektif stress vs e (void ratio) dari beberapa kepadatan (dr)



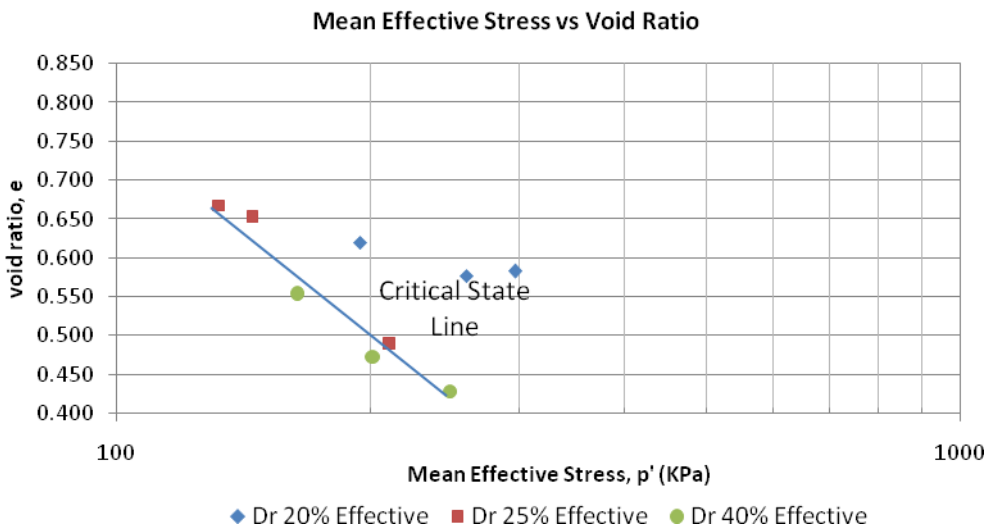
Gambar 16. Definisi State parameter (modified from Jefferies 1985 by Rahardjo 1989)

Menurut Mike Jefferies dan Ken Been (2006), potensi likuifaksi dapat terlihat dari garis *critical state* Gambar 16, di mana area di atas garis merupakan keadaan di mana tanah (pasir) tersebut berpotensi mengalami likuifaksi, sedangkan area di bawah garis menandakan keadaan di mana tanah (pasir) tersebut tidak berpotensi mengalami likuifaksi.



Gambar 17. Critical state Line (Hubungan $p' - e$) hasil beberapa kepadatan.

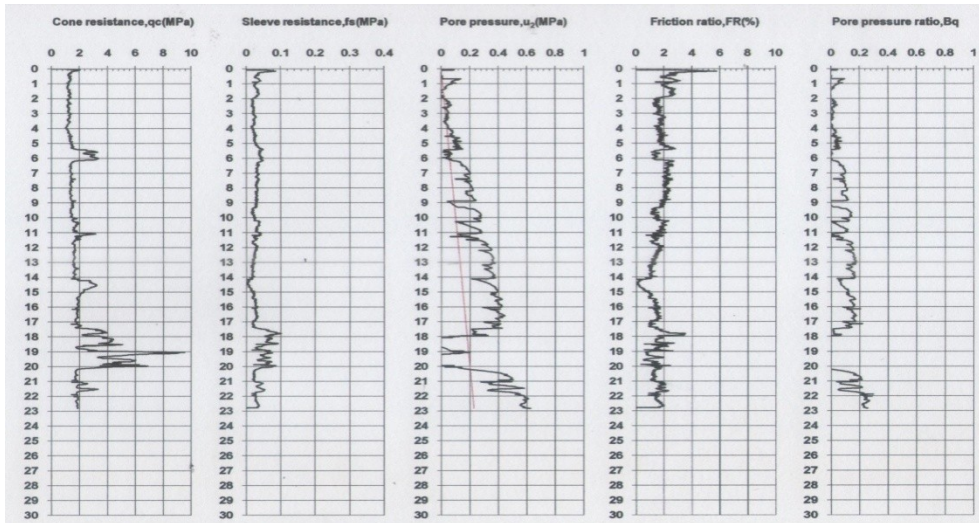
Dari grafik 17 Uji Triaxial Cu diperoleh garis yang merupakan garis *critical state*. Menurut Mike Jefferies dan Ken Been (2006), potensi likuifaksi dapat terlihat dari garis *critical state* ini, di mana area di atas garis merupakan keadaan di mana tanah (pasir) tersebut berpotensi mengalami likuifaksi, sedangkan area di bawah garis menandakan keadaan di mana tanah (pasir) tersebut tidak berpotensi mengalami likuifaksi.



Gambar 18. Grafik Hubungan Tegangan Efektif Rata-Rata Terhadap Angka Pori

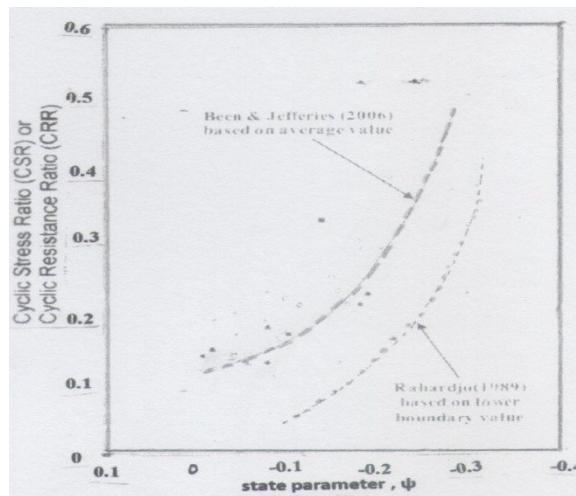
4.2. Uji Lapangan : Uji Piezocone

Uji Piezocone merupakan uji CPT (uji Sondir) listrik



Gambar 19. Hasil Uji Piezocone di lapangan

4.2.a Metode State Parameter



Gambar 20. Hubungan CRR - ψ Meke Jefferies & Ken Been , (2006) and Rahardjo (1989) pada nilai batas bawah

Gambar 20, nilai yang ditentukan dari ψ untuk data lapangan berdasarkan korelasi dengan Rasio Cyclic Resistance (CRR) oleh Mike Jefferies & Ken dan korelasi ψ dan CRR dikembangkan oleh Rahardjo (1989) menggunakan batas rendah berdasarkan riwayat kasus data.

Plot dari uji Piezocone (CPTU) -State parameter ψ , diatas grafik menyimpulkan bahwa pasir berpotensi liquifaksi

Nilai Ψ dapat diperoleh dari persamaan 9.

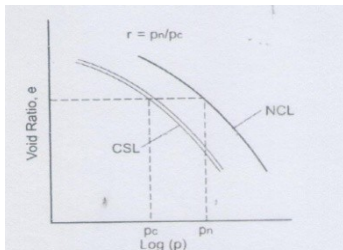
$$\Psi = - \frac{\text{Ln} (Q_p/k)}{m} = \text{state parameter} \quad [9]$$

$$Q_p = \text{Tip resistance normalized by mean stress} \\ (q_c - p_o)/p_o \quad [10]$$

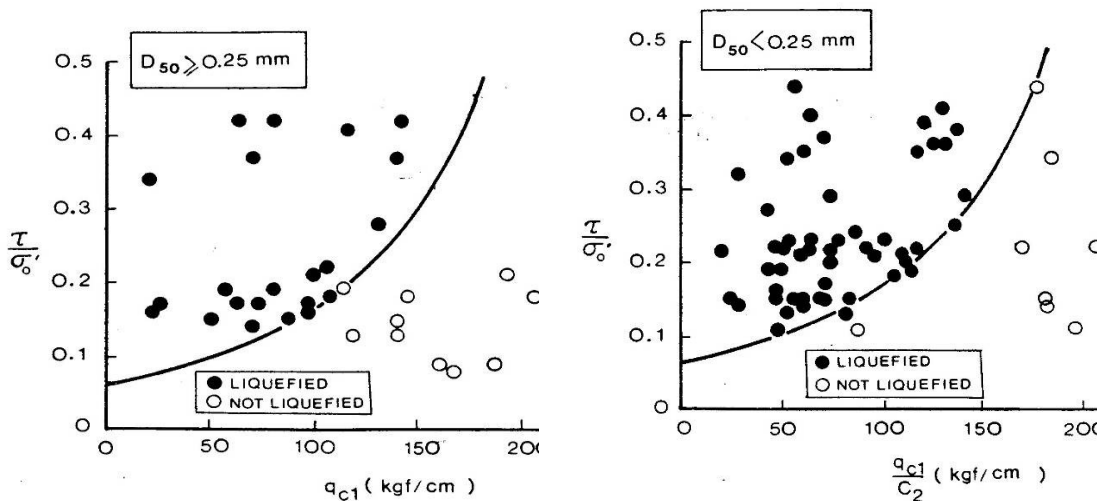
$$m = 8.1 - 2.3 \log \lambda \quad [11]$$

$$k = 8 + \{ 0.55 / (\lambda - 0.01) \} \quad [12]$$

$$\lambda = 0.01 - 0.07 \quad \text{by Critical state locus} \quad [13]$$



Gambar 21. Kondisi CSL (Critical state locus)



Gambar 22. Potensi Likuifaksi Berdasarkan CPT (Sumber : Shibata dan Terapaksa, 1987, 1988)

4.2.b. Metode Shibata dan Teparaksa Berdasarkan Data Sondir

Shibata dan Terapaksa (1987, 1988) mengusulkan metode evaluasi berdasarkan data sondir / Piezocone yang tersedia di lapangan. Data tersebut dikumpulkan dari beberapa kejadian gempa dimana tersedia data hasil uji sondir yang cukup representatif. Gambar 22. menunjukkan korelasi antara perlawanan ujung sondir yang sudah

dinormalisir q_{c1} dan rasio tegangan siklik τ/σ'_o yang terjadi di lapangan. Metode ini berlaku baik untuk pasir bersih maupun untuk pasir kelanauan. Kurva ini memberi pengertian bahwa untuk harga perlawanan sondir yang sama, ketahanan terhadap likuifaksi adalah jauh lebih besar pada pasir kelanauan karena adanya kandungan butir halus.

Prosedur analisis juga dapat untuk analisa adalah sebagai berikut :

1. Hitung tegangan vertikal total (σ_o) dan efektif (σ'_o)

$$\sigma_o = (\gamma \cdot h) + (\gamma_{sat}) \cdot h \quad [14]$$

$$\sigma'_o = \sigma_o - (\gamma_w \cdot h) \quad [15]$$

dimana σ'_o =tegangan vertikal efektif titik yang ditinjau.

σ_o =tegangan vertikal titik yang ditinjau.

2. Hitung faktor koreksi kedalaman (r_d)

$$r_d = 1 - 0.015 z \quad [16]$$

3. Hitung rasio tegangan siklik akibat gempa dengan menggunakan formula dari Tokimatsu dan Yoshimi yaitu :

$$\frac{\tau}{\sigma'_o} = 0.1 (M - 1) \frac{a_{maks}}{g} \frac{\sigma_o}{\sigma'_o} r_d \quad [17]$$

dimana :

M adalah besaran gempa

a_{maks} adalah percepatan gempa maksimum di permukaan tanah (g)

4. Hitung Faktor koreksi C_1

$$C_1 = \frac{1.7}{0.7 + \sigma'_o} \quad [18]$$

5. Hitung koreksi sondir (q_{c1})

$$q_{c1} = C_1 \times q_c \quad [19]$$

dimana q_c adalah harga perlawanan ujung sondir.

6. Hitung Faktor Koreksi C_2

Untuk $D_{50} > 0.25$, $C_2 = 1$

Untuk $D_{50} < 0.25$, $C_2 = D_{50}/0.25$

7. Hitung tahanan siklik yang terjadi di lapangan dengan menggunakan persamaan berikut :

$$\left(\frac{\tau}{\sigma'_o} \right)_l = 0.1 + 0.2 \left\{ \frac{(q_{c1}/C_2) - 50}{250 - (q_{c1}/C_2)} \right\} \quad [20]$$

8. Hitung Faktor Keamanan (FK).

$$FK = \frac{\left(\frac{\tau}{\sigma_o'} \right)_l}{\left(\frac{\tau}{\sigma_o'} \right)}$$

[21]

Jika $FK > 1$ tidak Likuifaksi, $FK < 1$ likuifaksi

4.3 PEMODELAN UJI

Bahan yang digunakan merupakan drum dengan ukuran diameter = 43 cm, tinggi = 66 cm (gambar 23)

- Sampel Pasir Padang yang dipadatkan dengan Pluviator dengan tinggi jatuh bervariasi, pada pemodelan dibuat kepadatan relative 15 % dan 40 %
- Pasir harus jenuh , air dialiri ke dalam drum menggunakan media selang dengan ukuran kecil. Air diarahkan ke dindingdrum agar air jatuh dengan lebih perlahan sehingga tidak merusak kepadatan.
- Dilakukan uji Piezocone dengan kepadatan yang berbeda.

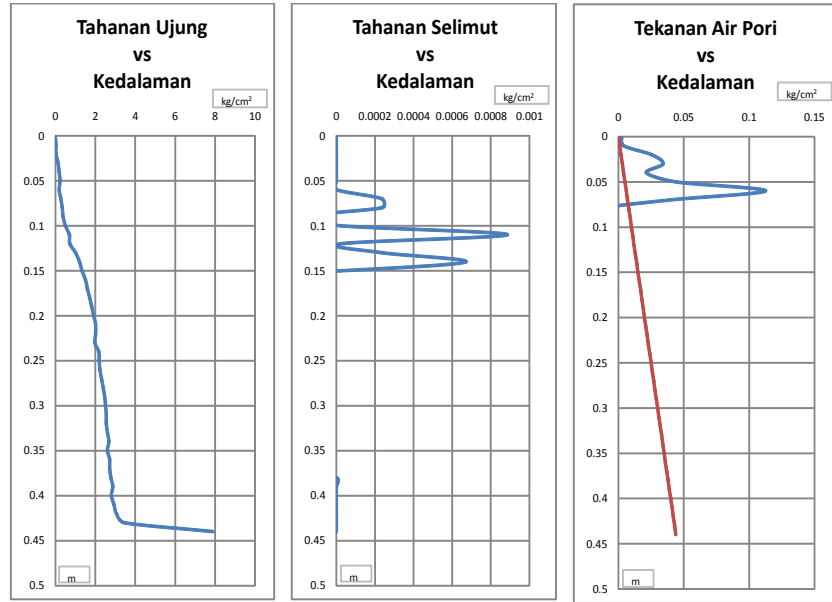


Gambar 23. Uji Pemodelan dengan pemadatan pasir yang bervariasi dan uji Piezocone

Setelah pemadatan selesai dan penjenjuran berjalan dengan baik maka dilakukan uji piezocone dan hasilnya dapat termonitor pada gambar 24 dan 25

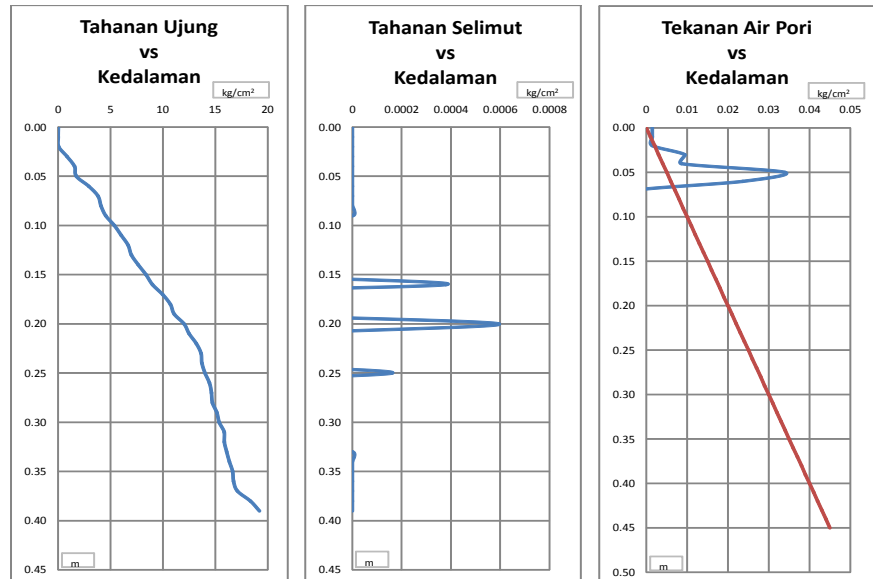
Pasir dipadatkan dengan variasi kepadatan pada 70 % gagal uji. Data yang diperoleh hanya pada kepadatan sampel 15 dan 40 %

Depth (m)	q_c (kg/cm ²)	f_s (kg/cm ²)	u_2 (kg/cm ²)
0.00	-0.0088	0.0000	0.0025
0.01	0.0304	0.0000	0.0041
0.02	0.0304	0.0000	0.0254
0.03	0.1286	0.0000	0.0341
0.04	0.1876	0.0000	0.0215
0.05	0.2268	0.0000	0.0444
0.06	0.1876	0.0000	0.1125
0.07	0.2661	0.0002	0.0389
0.08	0.3447	0.0002	-0.0173
0.09	0.3840	-0.0002	-0.0181
0.10	0.5018	0.0000	-0.0244
0.11	0.6982	0.0009	-0.0244
0.12	0.7179	0.0000	-0.0252
0.13	1.0125	0.0002	-0.0252
0.14	1.2089	0.0007	-0.0276
0.15	1.3267	0.0000	-0.0260
0.16	1.5035	-0.0011	-0.0236
0.17	1.6017	-0.0002	-0.0260
0.18	1.7195	-0.0002	-0.0252
0.19	1.8177	-0.0011	-0.0221
0.20	1.9159	-0.0019	-0.0236
0.21	2.0141	-0.0008	-0.0244
0.22	2.0141	-0.0011	-0.0221
0.23	1.9748	-0.0017	-0.0331
0.24	2.1712	-0.0017	-0.0205
0.25	2.1909	-0.0015	-0.0276
0.26	2.2301	-0.0021	-0.0268
0.27	2.3087	-0.0017	-0.0284
0.28	2.3873	-0.0017	-0.0339
0.29	2.4658	-0.0013	-0.0308
0.30	2.5051	-0.0015	-0.0324
0.31	2.5444	-0.0008	-0.0363
0.32	2.5444	-0.0002	-0.0276
0.33	2.6033	-0.0017	-0.0371
0.34	2.6819	-0.0013	-0.0300
0.35	2.6033	-0.0019	-0.0260
0.36	2.7211	-0.0017	-0.0244
0.37	2.7211	-0.0008	-0.0213
0.38	2.7801	0.0000	-0.0236
0.39	2.8783	0.0000	-0.0181
0.40	2.7997	0.0000	-0.0276
0.41	2.9372	0.0000	-0.0157
0.42	3.0550	0.0000	-0.0189
0.43	3.4478	0.0000	-0.0244
0.44	7.8865	0.0000	-0.0165

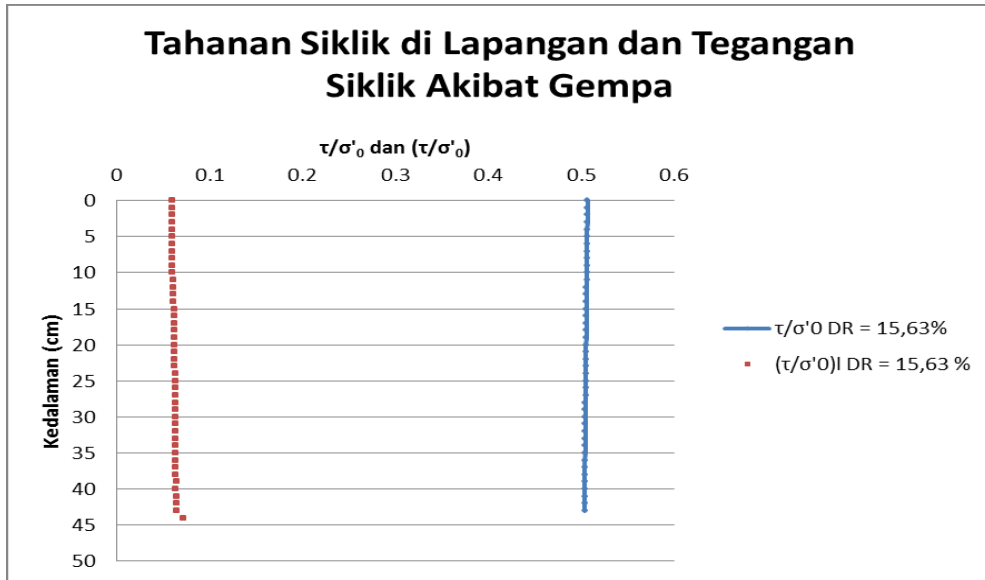


Gambar 24 . hasil uji Piezocone/ CPTU pada kepadatan sampel pasir 15.63 %, kondisi jenuh

Depth (m)	q_c (kg/cm ²)	f_s (kg/cm ²)	u_2 (kg/cm ²)
0.00	0.0373	0.0000	0.0015
0.01	0.0177	0.0000	0.0015
0.02	0.0570	0.0000	0.0015
0.03	0.8656	0.0000	0.0094
0.04	1.5727	0.0000	0.0086
0.05	1.7298	0.0000	0.0339
0.06	2.9279	0.0000	0.0236
0.07	3.8117	0.0000	-0.0025
0.08	4.1063	0.0000	-0.0056
0.09	4.5384	0.0000	-0.0056
0.10	5.3829	-0.0009	-0.0080
0.11	6.0310	-0.0014	-0.0072
0.12	6.6791	-0.0003	-0.0056
0.13	6.9934	-0.0007	-0.0033
0.14	7.6611	-0.0005	-0.0072
0.15	8.3878	-0.0005	-0.0056
0.16	9.0163	0.0004	-0.0096
0.17	9.9787	-0.0011	-0.0096
0.18	10.7250	-0.0009	-0.0048
0.19	11.0790	-0.0005	-0.0072
0.20	12.0410	0.0006	-0.0064
0.21	12.5120	-0.0003	-0.0048
0.22	13.2000	-0.0005	-0.0104
0.23	13.6510	-0.0001	-0.0080
0.24	13.7300	-0.0005	-0.0104
0.25	14.0250	0.0002	-0.0088
0.26	14.4570	-0.0007	-0.0072
0.27	14.6330	-0.0003	-0.0056
0.28	14.7320	-0.0005	-0.0080
0.29	15.1440	-0.0009	-0.0088
0.30	15.3800	-0.0016	-0.0080
0.31	15.8510	-0.0003	-0.0080
0.32	15.8710	-0.0003	-0.0104
0.33	16.0870	0.0000	-0.0056
0.34	16.3420	0.0000	-0.0064
0.35	16.6560	0.0000	-0.0088
0.36	16.7550	0.0000	-0.0080
0.37	17.1280	0.0000	-0.0080
0.38	18.3650	0.0000	-0.0072
0.39	19.2100	0.0000	-0.0056

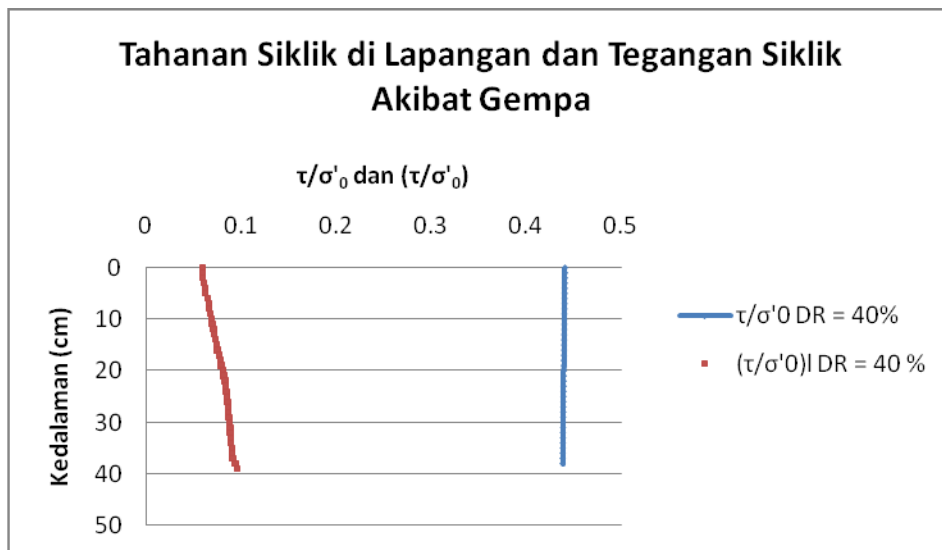


Gambar 25. Hasil Uji Piezocone /CPTU pada kepadatan pasir 40 % kondisi jenuh



Gambar 26. Hubungan tegangan siklik yang terjadi dan batas tegangan siklik untuk liquifaksi

Gambar 26 terlihat Tahanan siklik yang terjadi pada sampel 15.63 % lebih besar dari tegangan siklik yang menyebabkan terjadinya liquifaksi (metode Shibata Teparaksa - Tokimatsu)



Gambar 27. Hubungan tegangan siklik yang terjadi dan batas tegangan siklik untuk liquifaksi

Gambar 27 terlihat Tahanan siklik yang terjadi pada sampel 40% lebih besar dari tegangan siklik yang menyebabkan terjadinya liquifaksi.

5. KESIMPULAN

1. Dari hasil uji saringan sampel Pasir Padang adalah pasir bersih (*clean sand*) dengan kandungan *silty-clay* hanya 0.58% berada pada rentang pasir yang berpotensi likuifaksi (grafik Tsuchida)
2. Dari hasil uji Triaxial CU, didapatkan *critical state line* yang menghasilkan persamaan garis $y = -0.00206 x + 0.939$; dengan persamaan garis ini dapat mengevaluasi potensi likuifaksi dengan nilai ψ , di mana area di atas garis merupakan keadaan tanah yang berpotensi likuifaksi, sedangkan area di bawah garis merupakan keadaan tanah yang tidak berpotensi mengalami likuifaksi
3. Pada uji Pemodelan dan uji Piezocone dengan kepadatan 15.63 % dan 40 % memberikan kesimpulan bahwa kondisi pasir Padang berpotensi likuifaksi pada Gempa 7.9 SR dan percepatan $a = 2.5 \text{ m/sec}^2$
4. Pada Uji lapangan menggunakan uji Piezocone dengan besaran gempa yang sama daerah tersebut berpotensi likuifaksi

6. SARAN

- Pemodelan Uji sebenarnya akan dikembangkan dengan alat getar dari PUSKIM ternyata terdapat kendala , ada kerusakan pada alat sehingga perlu dikembangkan pemodelan lebih lanjut.
- Sampel perlu lebih banyak variasi nilai kepadatan , kendala pada area pengambilan sampel di Padang sehingga perlu disurvei daerah yang masih belum ada perbaikan tanah.

7 DAFTAR PUSTAKA

1. Jefferies, Mika dan Ken Been. (2006). *Soil Liquefaction, A Critical State Approach*. Taylor and Francis: New York.
2. Schofield, Andrew dan Peter Wroth. (1968). *Critical State Soil Mechanic*, McGraw-Hill:London
3. Prakash, Shamsar M. (1981). *Soil Dynamics*, McGraw-Hill: New York.
4. Kramer, Steven L., (1996). *Geotechnical Earthquake Engineering*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
5. Rahardjo.P.P.(1993), *Evaluation of liquefaction Potensial* , Geotechnical Engineering Centre .
6. Lunne, T., Robertson, P.K., and Powell, J.J.M. (1997). *Cone Penetration Testing in Geotechnical Practice*. 1st ed. Blackie Academic and Professional, London, U.K.

LAMPIRAN DATA TRIAXIAL CU- TAHAP SATURASI/PENJENUHAN

LAMPIRAN DATA TRIAXIAL CU- TAHAP KONSOLIDASI

LAMPIRAN DATA TRIAXIAL CU- TAHAP KOMPRESI

LAMPIRAN DATA PEMODELAN –UJI PIEZOCONE

Data Tahap Saturasi

1. Kepadatan 20%

Tabel L1.1 Data Tahap Saturasi Sampel pada Kepadatan 20%

Stage 1

Tegangan Keliling 0.6 kg/cm²

Cell Pressure (kg/cm ²)	Back Pressure (kg/cm ²)	PWP (kg/cm ²)	Δ PWP (kg/cm ²)	B-Value	Volume Change of Back Pressure			Volume Change of Cell Pressure		
					Before (cm ³)	After (cm ³)	Δ BP (cm ³)	Before (cm ³)	After (cm ³)	Δ CP (cm ³)
0.5		0.05						18.3	27.3	9
	0.4	0.4			0	23.5	23.5			
1		0.5	0.1	0.2				26.7	31.3	13
	0.9	0.85			23.4	32	32			
1.2		0.89	0.04	0.2				31.1	32.8	14.5
	1.1	1.05			32	35.3	35.3			
1.4		1.1	0.05	0.25				32.7	34.1	15.8
	1.3	1.3			35.3	41.8	41.8			
1.6		1.49	0.19	0.95				34.1	35.3	17
1.9		1.8						35.9	38.8	20.5

Tabel L1.2 Stage 2 (20 %)

Tegangan Keliling 0.8 kg/cm²

Saturation Stage

Cell Pressure (kg/cm ²)	Back Pressure (kg/cm ²)	PWP (kg/cm ²)	Δ PWP (kg/cm ²)	B-Value	Volume Change of Back Pressure (cm ³)			Volume Change of Cell Pressure (cm ³)		
					Before	After	Δ BP	Before	After	Δ CP
0.5		0.1						0	4.4	4.4
	0.4	0.4			0	42.3	42.3			
1		0.9	0.5	1				4.4	21.8	21.8
1.2		1.25						22	26.5	26.5

Tabel L1.3 Stage 3 (20 %)

Tegangan Keliling 1 kg/cm²

Saturation Stage

Cell Pressure (kg/cm ²)	Back Pressure (kg/cm ²)	PWP (kg/cm ²)	Δ PWP (kg/cm ²)	B-Value	Volume Change of Back Pressure (cm ³)			Volume Change of Cell Pressure (cm ³)		
					Before	After	Δ BP	Before	After	Δ CP
0.5		0.04						0	8.5	8.5
	0.4	0.35			3.7	31.4	27.7			
1		0.83	0.48	0.96				8	11.3	11.3
1.25		1						11.3	15.5	15.5

2. Kepadatan 25%

Tabel L2.1 Data Tahap Saturasi Sampel pada Kepadatan 25%

Stage 1

Tegangan Keliling 0.6 kg/cm²

Saturation Stage

Cell Pressure (kg/cm ²)	Back Pressure (kg/cm ²)	PWP (kg/cm ²)	Δ PWP (kg/cm ²)	B-Value	Volume Change of Back Pressure			Volume Change of Cell Pressure		
					Before (cm ³)	After (cm ³)	Δ BP (cm ³)	Before (cm ³)	After (cm ³)	Δ CP (cm ³)
0.5		0.03						0	10	10
	0.4	0.55			6.2	45.8	39.6			
1		1.02	0.47	0.94				10	13.6	13.6

Tabel L2.2 Stage 2

(25 %)

Tegangan Keliling 0.8 kg/cm²

Saturation Stage

Cell Pressure (kg/cm ²)	Back Pressure (kg/cm ²)	PWP (kg/cm ²)	Δ PWP (kg/cm ²)	B-Value	Volume Change of Back Pressure			Volume Change of Cell Pressure		
					Before (cm ³)	After (cm ³)	Δ BP (cm ³)	Before (cm ³)	After (cm ³)	Δ CP (cm ³)
0.5		0.05						0	9.5	9.5
	0.4	0.25			0	38.2	38.2			
1		0.75	0.5	1				9.5	18	18
1.2		1.05						18	19.5	19.5

Tabel L2.3 Stage 3 25%)Tegangan Keliling 1 kg/cm²**Saturation Stage**

Cell Pressure (kg/cm ²)	Back Pressure (kg/cm ²)	PWP (kg/cm ²)	Δ PWP (kg/cm ²)	B-Value	Volume Change of Back Pressure			Volume Change of Cell Pressure		
					Before (cm ³)	After (cm ³)	Δ BP (cm ³)	Before (cm ³)	After (cm ³)	Δ CP (cm ³)
0.5		0.05						0	10.3	10.3
	0.4	0.5			5.3	23.7	18.4			
1		1	0.5	1				10	14.2	14.2
1.4		1.3						14.2	24.2	24.2

3. Kepadatan 40%

Tabel L3.1 Data Tahap Saturasi Sampel pada Kepadatan 40%**Stage 1**Tegangan Keliling 0.6 kg/cm²**Saturation Stage**

Cell Pressure (kg/cm ²)	Back Pressure (kg/cm ²)	PWP (kg/cm ²)	Δ PWP (kg/cm ²)	B-Value	Volume Change of Back Pressure			Volume Change of Cell Pressure		
					Before (cm ³)	After (cm ³)	Δ BP (cm ³)	Before (cm ³)	After (cm ³)	Δ CP (cm ³)
0.5		0.05						10.6	12.6	2
	0.4	0.4			13.5	19	5.5			
1		0.8	0.4	0.8				13	15	4.4
	0.9	0.9			19	33	19.5			
1.2		1.1	0.2	1				15	21.4	10.8
1.5		1.4						21.4	23.5	12.9

Tabel 3.2 Stage 2 (40%)Tegangan Keliling 0.8 kg/cm²**Saturation Stage**

Cell Pressure (kg/cm ²)	Back Pressure (kg/cm ²)	PWP (kg/cm ²)	Δ PWP (kg/cm ²)	B-Value	Volume Change of Back Pressure			Volume Change of Cell Pressure		
					Before (cm ³)	After (cm ³)	Δ BP (cm ³)	Before (cm ³)	After (cm ³)	Δ CP (cm ³)
0.5		0.07						8	15.5	7.5
	0.4	0.3			8	56.4	48.4			
1		0.8	0.5	1				16	20.2	12.2
1.2		1.05						20.2	21.5	13.5

Tabel 3.3. Stage 3(40%)Tegangan Keliling 1 kg/cm²**Saturation Stage**

Cell Pressure (kg/cm ²)	Back Pressure (kg/cm ²)	PWP (kg/cm ²)	Δ PWP (kg/cm ²)	B-Value	Volume Change of Back Pressure			Volume Change of Cell Pressure		
					Before (cm ³)	After (cm ³)	Δ BP (cm ³)	Before (cm ³)	After (cm ³)	Δ CP (cm ³)
0.5		0.15						21.3	30.5	9.2
	0.4	0.4			7	28.7	21.7			
1		0.9	0.5	1				30.5	41.1	19.8
1.25		1.1						41.1	59.4	38.1

LAMPIRAN DATA TRIAXIAL CU

Data Tahap Konsolidasi

1. Kepadatan 20%

Tabel 1.1 Data Tahap Konsolidasi Sampel pada Kepadatan 20%

Stage 1

Tegangan
Keliling

0.6

kg/cm²

t	√t	Pore Pressure			Volume Change	
		PWP	Δ PWP	Diss	Vol BP-t	Δ Vol BP
minute	minute 0.5	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(%)	(cm ³)	(cm ³)
0	0	1.80	0.00	0.00	42.20	0.00
1	1	1.40	0.40	21.05	40.50	1.70
4	2	1.38	0.42	22.11	40.40	1.80
9	3	1.38	0.42	22.11	40.10	2.10
16	4	1.36	0.44	23.16	39.50	2.70
25	5	1.37	0.43	22.63	39.50	2.70
36	6	1.37	0.43	22.63	39.40	2.80
49	7	1.32	0.48	25.26	39.40	2.80
64	8	1.35	0.45	23.68	39.40	2.80
81	9	1.32	0.48	25.26	39.30	2.90
100	10	1.31	0.49	25.79	39.20	3.00
121	11	1.30	0.50	26.32	39.10	3.10
144	12	1.30	0.50	26.32	39.10	3.10
169	13	1.30	0.50	26.32	39.00	3.20
196	14	1.30	0.50	26.32	39.00	3.20
225	15	1.30	0.50	26.32	38.90	3.30
1440	37.9	1.30	0.50	26.32	32.40	9.80

Tabel 1.2 stage 2

Tegangan Keliling

0.8

kg/cm²

t	vt	Pore Pressure			Volume Change	
		PWP (kg/cm ²)	Δ PWP (kg/cm ²)	Diss (%)	Vol BP-t (cm ³)	Δ Vol BP (cm ³)
0	0	1.20	0.00	0.00	50.00	0.00
1	1	0.85	0.35	29.17	43.50	6.50
4	2	0.70	0.50	41.67	41.40	8.60
9	3	0.65	0.55	45.83	40.90	9.10
16	4	0.62	0.58	48.33	40.60	9.40
25	5	0.60	0.60	50.00	40.40	9.60
36	6	0.60	0.60	50.00	40.20	9.80
49	7	0.60	0.60	50.00	40.00	10.00
64	8	0.57	0.63	52.50	39.90	10.10
81	9	0.56	0.64	53.33	39.80	10.20
100	10	0.56	0.64	53.33	39.70	10.30
121	11	0.56	0.64	53.33	39.70	10.30
144	12	0.55	0.65	54.17	39.60	10.40
169	13	0.55	0.65	54.17	39.60	10.40
196	14	0.55	0.65	54.17	39.50	10.50
225	15	0.55	0.65	54.17	39.30	10.70
1440	37.9	0.60	0.60	50.00	37.70	12.30

Tabel 1.3 Stage3

Stage 3

Tegangan Keliling 1 kg/cm²

Consolidation Stage

t	vt	Pore Pressure			Volume Change	
		PWP (kg/cm ²)	Δ PWP (kg/cm ²)	Diss (%)	Vol BP-t (cm ³)	Δ Vol BP (cm ³)
0	0	1.00	0.00	0.00	49.80	0.00
1	1	0.65	0.35	28.00	48.10	1.70
4	2	0.61	0.39	31.20	46.60	3.20
9	3	0.60	0.40	32.00	45.80	4.00
16	4	0.60	0.40	32.00	45.20	4.60
25	5	0.60	0.40	32.00	44.70	5.10
36	6	0.58	0.42	33.60	44.30	5.50
49	7	0.56	0.44	35.20	43.90	5.90
64	8	0.56	0.44	35.20	43.50	6.30
81	9	0.54	0.46	36.80	43.00	6.80
100	10	0.54	0.46	36.80	42.80	7.00
121	11	0.53	0.47	37.60	42.50	7.30
144	12	0.51	0.49	39.20	41.80	8.00
169	13	0.50	0.50	40.00	41.40	8.40
196	14	0.45	0.55	44.00	41.10	8.70
225	15	0.43	0.57	45.60	40.70	9.10
1440	37.9	0.31	0.69	55.20	37.80	12.00

2. Kepadatan 25%

Tabel 2.1 Data Tahap Konsolidasi Sampel pada Kepadatan 25%

Stage 1

Tegangan Keliling 0.6 kg/cm²

t	vt	Pore Pressure			Volume Change	
		PWP	Δ PWP	Diss	Vol BP-t	Δ Vol BP
minute	minute 0.5	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(%)	(cm ³)	(cm ³)
0	0	1.02	0.00	0.00	45.70	0.00
1	1	0.86	0.16	16.00	42.40	3.30
4	2	0.66	0.36	36.00	40.10	5.60
9	3	0.65	0.37	37.00	40.00	5.70
16	4	0.65	0.37	37.00	39.90	5.80
25	5	0.65	0.37	37.00	39.90	5.80
36	6	0.65	0.37	37.00	39.80	5.90
49	7	0.65	0.37	37.00	39.80	5.90
64	8	0.65	0.37	37.00	39.70	6.00
81	9	0.65	0.37	37.00	39.70	6.00
100	10	0.65	0.37	37.00	39.70	6.00
121	11	0.63	0.39	39.00	39.30	6.40
144	12	0.63	0.39	39.00	39.30	6.40
169	13	0.61	0.41	41.00	39.30	6.40
196	14	0.60	0.42	42.00	39.30	6.40
225	15	0.60	0.42	42.00	39.30	6.40
1440	37.9	0.54	0.48	48.00	39.30	6.40

Tabel 2.2 Stage 2Tegangan Keliling 0.8 kg/cm²

t	vt	Pore Pressure			Volume Change	
		PWP (kg/cm ²)	Δ PWP (kg/cm ²)	Diss (%)	Vol BP-t (cm ³)	Δ Vol BP (cm ³)
0	0	1.05	0.00	0.00	46.00	0.00
1	1	0.45	0.60	50.00	45.30	0.70
4	2	0.49	0.56	46.67	44.60	1.40
9	3	0.49	0.56	46.67	44.20	1.80
16	4	0.35	0.70	58.33	44.00	2.00
25	5	0.30	0.75	62.50	43.80	2.20
36	6	0.30	0.75	62.50	43.20	2.80
49	7	0.31	0.74	61.67	42.90	3.10
64	8	0.30	0.75	62.50	42.10	3.90
81	9	0.30	0.75	62.50	41.50	4.50
100	10	0.30	0.75	62.50	41.20	4.80
121	11	0.30	0.75	62.50	40.70	5.30
144	12	0.30	0.75	62.50	40.30	5.70
169	13	0.30	0.75	62.50	39.90	6.10
196	14	0.30	0.75	62.50	39.70	6.30
225	15	0.30	0.75	62.50	39.20	6.80
1440	37.9	0.30	0.75	62.50	38.70	7.30

Tabel 2.3 Stage3Tegangan Keliling 1 kg/cm²

t	√t	Pore Pressure			Volume Change	
		PWP (kg/cm ²)	Δ PWP (kg/cm ²)	Diss (%)	Vol BP-t (cm ³)	Δ Vol BP (cm ³)
minute	minute 0.5	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(%)	(cm ³)	(cm ³)
0	0	1.30	0.00	0.00	50.00	0.00
1	1	0.76	0.54	38.57	36.60	13.40
4	2	0.66	0.64	45.71	35.50	14.50
9	3	0.60	0.70	50.00	34.80	15.20
16	4	0.56	0.74	52.86	34.50	15.50
25	5	0.55	0.75	53.57	34.30	15.70
36	6	0.53	0.77	55.00	34.20	15.80
49	7	0.53	0.77	55.00	34.00	16.00
64	8	0.53	0.77	55.00	33.90	16.10
81	9	0.53	0.77	55.00	33.90	16.10
100	10	0.53	0.77	55.00	33.80	16.20
121	11	0.53	0.77	55.00	33.80	16.20
144	12	0.53	0.77	55.00	33.80	16.20
169	13	0.53	0.77	55.00	33.70	16.30
196	14	0.53	0.77	55.00	33.70	16.30
225	15	0.53	0.77	55.00	33.70	16.30
1440	37.9	0.52	0.78	55.71	33.10	16.90

3. Kepadatan 40%

Tabel 3.1. Data Tahap Konsolidasi Sampel pada Kepadatan 40%

Stage 1

Tegangan Keliling 0.6 kg/cm²

t	vt	Pore Pressure			Volume Change	
		PWP	Δ PWP	Diss	Vol BP-t	Δ Vol BP
minute	minute 0.5	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(%)	(cm ³)	(cm ³)
0	0	1.80	0.00	0.00	49.40	0.00
1	1	1.40	0.40	26.67	43.20	6.20
4	2	1.38	0.42	28.00	35.60	13.80
9	3	1.38	0.42	28.00	35.00	14.40
16	4	1.36	0.44	29.33	35.00	14.40
25	5	1.37	0.43	28.67	34.60	14.80
36	6	1.37	0.43	28.67	34.40	15.00
49	7	1.32	0.48	32.00	34.20	15.20
64	8	1.35	0.45	30.00	34.10	15.30
81	9	1.32	0.48	32.00	34.00	15.40
100	10	1.31	0.49	32.67	33.90	15.50
121	11	1.30	0.50	33.33	33.80	15.60
144	12	1.30	0.50	33.33	33.70	15.70
169	13	1.30	0.50	33.33	33.50	15.90
196	14	1.30	0.50	33.33	33.40	16.00
225	15	1.30	0.50	33.33	33.30	16.10
1440	37.9	1.30	0.50	33.33	30.70	18.70

Tabel 3.2 Stage 2Tegangan Keliling 0.8 kg/cm²

t	√t	Pore Pressure			Volume Change	
		PWP (kg/cm ²)	Δ PWP (kg/cm ²)	Diss (%)	Vol BP-t (cm ³)	Δ Vol BP (cm ³)
minute	minute 0.5					
0	0	1.20	0.00	0.00	49.30	0.00
1	1	0.85	0.35	29.17	35.40	13.90
4	2	0.70	0.50	41.67	35.30	14.00
9	3	0.65	0.55	45.83	35.20	14.10
16	4	0.62	0.58	48.33	34.90	14.40
25	5	0.60	0.60	50.00	34.80	14.50
36	6	0.60	0.60	50.00	34.70	14.60
49	7	0.60	0.60	50.00	34.50	14.80
64	8	0.57	0.63	52.50	34.50	14.80
81	9	0.56	0.64	53.33	34.40	14.90
100	10	0.56	0.64	53.33	34.40	14.90
121	11	0.56	0.64	53.33	34.40	14.90
144	12	0.55	0.65	54.17	34.30	15.00
169	13	0.55	0.65	54.17	34.30	15.00
196	14	0.55	0.65	54.17	34.20	15.10
225	15	0.55	0.65	54.17	34.20	15.10
1440	37.9	0.60	0.60	50.00	33.30	16.00

Tabel.3.3 Stage 3

Tegangan Keliling

1

kg/cm²

t	√t	Pore Pressure			Volume Change	
		PWP	Δ PWP	Diss	Vol BP-t	Δ Vol BP
minute	minute 0.5	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(%)	(cm ³)	(cm ³)
0	0	1.00	0.00	0.00	49.90	0.00
1	1	0.65	0.35	28.00	46.40	3.50
4	2	0.61	0.39	31.20	45.30	4.60
9	3	0.60	0.40	32.00	44.80	5.10
16	4	0.60	0.40	32.00	43.80	6.10
25	5	0.60	0.40	32.00	43.20	6.70
36	6	0.58	0.42	33.60	42.90	7.00
49	7	0.56	0.44	35.20	42.60	7.30
64	8	0.56	0.44	35.20	42.50	7.40
81	9	0.54	0.46	36.80	42.50	7.40
100	10	0.54	0.46	36.80	42.40	7.50
121	11	0.53	0.47	37.60	42.30	7.60
144	12	0.51	0.49	39.20	42.30	7.60
169	13	0.50	0.50	40.00	42.20	7.70
196	14	0.45	0.55	44.00	42.10	7.80
225	15	0.43	0.57	45.60	42.00	7.90
1440	37.9	0.31	0.69	55.20	38.70	11.20

Data Tahap Kompresi

1. Kepadatan 20%

Tabel L3-1 Data Tahap Kompresi Sampel pada Kepadatan 20%

Stage 1

Tegangan Keliling

0.6

kg/cm²

Compression Stage

Strain			Load		Pore Pressure		Stress						
H Dial	ΔH	ε	Load Dial	Load	PWP	Δu	Δσ	σ1	σ1'	σ3'	p	p'	q
(div)	(cm)	(%)	(div)	(kg)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)
0	0.00	0.00	0.00	0.00	1.30	0.00	0.00	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.00
20	0.02	0.30	47.00	6.53	1.35	0.05	0.51	1.11	1.06	0.55	0.86	0.81	0.26
40	0.04	0.60	75.00	10.43	1.35	0.05	0.82	1.42	1.37	0.55	1.01	0.96	0.41
60	0.06	0.90	95.00	13.21	1.32	0.02	1.03	1.63	1.61	0.58	1.12	1.10	0.52
80	0.08	1.21	112.00	15.57	1.35	0.05	1.22	1.82	1.77	0.55	1.21	1.16	0.61
100	0.10	1.51	127.00	17.65	1.32	0.02	1.38	1.98	1.96	0.58	1.29	1.27	0.69
120	0.12	1.81	143.00	19.88	1.35	0.05	1.55	2.15	2.10	0.55	1.38	1.33	0.78
140	0.14	2.11	154.00	21.41	1.31	0.01	1.67	2.27	2.26	0.59	1.44	1.43	0.84
160	0.16	2.41	167.00	23.21	1.30	0.00	1.82	2.42	2.42	0.60	1.51	1.51	0.91
180	0.18	2.71	182.00	25.30	1.29	-0.01	1.98	2.58	2.59	0.61	1.59	1.60	0.99
200	0.20	3.02	194.00	26.97	1.26	-0.04	2.11	2.71	2.75	0.64	1.65	1.69	1.05
220	0.22	3.32	206.00	28.63	1.25	-0.05	2.24	2.84	2.89	0.65	1.72	1.77	1.12
240	0.24	3.62	216.00	30.02	1.21	-0.09	2.35	2.95	3.04	0.69	1.77	1.86	1.17
260	0.26	3.92	224.00	31.14	1.20	-0.10	2.44	3.04	3.14	0.70	1.82	1.92	1.22
280	0.28	4.22	234.00	32.53	1.19	-0.11	2.54	3.14	3.25	0.71	1.87	1.98	1.27
300	0.30	4.52	244.00	33.92	1.16	-0.14	2.65	3.25	3.39	0.74	1.93	2.07	1.33
320	0.32	4.83	253.00	35.17	1.14	-0.16	2.75	3.35	3.51	0.76	1.98	2.14	1.38
340	0.34	5.13	263.00	36.56	1.12	-0.18	2.86	3.46	3.64	0.78	2.03	2.21	1.43
360	0.36	5.43	272.00	37.81	1.10	-0.20	2.96	3.56	3.76	0.80	2.08	2.28	1.48
380	0.38	5.73	281.50	39.13	1.06	-0.24	3.06	3.66	3.90	0.84	2.13	2.37	1.53
400	0.40	6.03	290.00	40.31	1.06	-0.24	3.15	3.75	3.99	0.84	2.18	2.42	1.58
420	0.42	6.33	297.00	41.28	1.02	-0.28	3.23	3.83	4.11	0.88	2.21	2.49	1.61
440	0.44	6.64	304.50	42.33	1.00	-0.30	3.31	3.91	4.21	0.90	2.26	2.56	1.66
460	0.46	6.94	311.50	43.40	1.00	-0.30	3.30	3.90	4.20	0.90	2.26	2.56	1.66
480	0.48	7.24	319.00	44.44	0.97	-0.33	3.38	3.98	4.28	0.93	2.29	2.59	1.69
500	0.50	7.54	324.00	45.44	0.95	-0.35	3.44	4.04	4.34	0.95	2.32	2.62	1.72
520	0.52	7.84	329.00	46.39	0.95	-0.35	3.49	4.09	4.39	0.95	2.34	2.64	1.74
540	0.54	8.14	331.50	47.18	0.94	-0.36	3.52	4.12	4.42	0.96	2.36	2.66	1.76
560	0.56	8.44	333.50	47.86	0.90	-0.40	3.54	4.14	4.44	1.00	2.37	2.67	1.77
580	0.58	8.75	335.00	48.47	0.90	-0.40	3.55	4.15	4.45	1.00	2.38	2.68	1.78
600	0.60	9.05	335.00	48.97	0.87	-0.43	3.55	4.15	4.45	1.03	2.38	2.68	1.78
620	0.62	9.35	336.00	49.44	0.86	-0.44	3.57	4.17	4.47	1.04	2.39	2.69	1.79
640	0.64	9.65	337.00	49.88	0.85	-0.45	3.58	4.18	4.48	1.05	2.40	2.70	1.80
660	0.66	9.95	338.00	50.29	0.85	-0.45	3.59	4.19	4.49	1.05	2.41	2.71	1.81
680	0.68	10.25	338.00	50.68	0.84	-0.46	3.59	4.19	4.49	1.06	2.41	2.71	1.81
700	0.70	10.56	338.00	51.05	0.81	-0.49	3.59	4.19	4.49	1.09	2.41	2.71	1.81
720	0.72	10.86	338.00	51.40	0.80	-0.50	3.59	4.19	4.49	1.10	2.41	2.71	1.81
740	0.74	11.16	335.00	51.73	0.80	-0.50	3.55	4.15	4.45	1.10	2.38	2.68	1.78
760	0.76	11.46	333.00	52.04	0.80	-0.50	3.53	4.13	4.43	1.10	2.37	2.67	1.77
780	0.78	11.76	332.00	52.33	0.80	-0.50	3.52	4.12	4.42	1.10	2.36	2.66	1.76

TABEL. L.3-2 Stage 2

Tegangan Keliling

0.8

kg/cm²

Strain			Load		Pore Pressure		Stress						
H Dial	ΔH	ε	Load Dial	Load	PWP	Δu	Δσ	σ ₁	σ ₁ '	σ ₃ '	p	p'	q
(div)	(cm)	(%)	(div)	(kg)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)
0	0.00	0.00	0.00	0.00	1.20	0.00	0.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00
20	0.02	0.30	64.00	8.90	0.60	-0.60	0.69	1.49	2.09	1.40	1.15	1.75	0.35
40	0.04	0.60	95.00	13.21	0.60	-0.60	1.03	1.83	2.43	1.40	1.32	1.92	0.52
60	0.06	0.90	120.00	16.68	0.60	-0.60	1.30	2.10	2.70	1.40	1.45	2.05	0.65
80	0.08	1.20	138.00	19.18	0.60	-0.60	1.50	2.30	2.90	1.40	1.55	2.15	0.75
100	0.10	1.51	153.00	21.27	0.60	-0.60	1.66	2.46	3.06	1.40	1.63	2.23	0.83
120	0.12	1.81	167.00	23.21	0.60	-0.60	1.81	2.61	3.21	1.40	1.71	2.31	0.91
140	0.14	2.11	178.00	24.74	0.60	-0.60	1.93	2.73	3.33	1.40	1.77	2.37	0.97
160	0.16	2.41	194.00	26.97	0.60	-0.60	2.11	2.91	3.51	1.40	1.85	2.45	1.05
180	0.18	2.71	205.00	28.50	0.60	-0.60	2.23	3.03	3.63	1.40	1.91	2.51	1.11
200	0.20	3.01	221.00	30.72	0.60	-0.60	2.40	3.20	3.80	1.40	2.00	2.60	1.20
220	0.22	3.31	237.00	32.94	0.60	-0.60	2.57	3.37	3.97	1.40	2.09	2.69	1.29
240	0.24	3.61	250.00	34.75	0.60	-0.60	2.71	3.51	4.11	1.40	2.16	2.76	1.36
260	0.26	3.92	263.00	36.56	0.60	-0.60	2.86	3.66	4.26	1.40	2.23	2.83	1.43
280	0.28	4.22	273.00	37.95	0.60	-0.60	2.96	3.76	4.36	1.40	2.28	2.88	1.48
300	0.30	4.52	281.00	39.06	0.60	-0.60	3.05	3.85	4.45	1.40	2.33	2.93	1.53
320	0.32	4.82	285.00	39.62	0.60	-0.60	3.09	3.89	4.49	1.40	2.35	2.95	1.55
340	0.34	5.12	290.00	40.31	0.60	-0.60	3.15	3.95	4.55	1.40	2.37	2.97	1.57
360	0.36	5.42	295.00	41.01	0.60	-0.60	3.20	4.00	4.60	1.40	2.40	3.00	1.60
380	0.38	5.72	300.00	41.70	0.60	-0.60	3.26	4.06	4.66	1.40	2.43	3.03	1.63
400	0.40	6.02	304.00	42.26	0.60	-0.60	3.30	4.10	4.70	1.40	2.45	3.05	1.65
420	0.42	6.33	309.00	42.95	0.60	-0.60	3.36	4.16	4.76	1.40	2.48	3.08	1.68
440	0.44	6.63	317.00	44.06	0.60	-0.60	3.44	4.24	4.84	1.40	2.52	3.12	1.72
460	0.46	6.93	320.00	44.48	0.60	-0.60	3.47	4.27	4.87	1.40	2.54	3.14	1.74
480	0.48	7.23	325.00	45.18	0.60	-0.60	3.53	4.33	4.93	1.40	2.56	3.16	1.76
500	0.50	7.53	328.00	45.59	0.60	-0.60	3.56	4.36	4.96	1.40	2.58	3.18	1.78
520	0.52	7.83	329.00	45.73	0.60	-0.60	3.57	4.37	4.97	1.40	2.59	3.19	1.79
540	0.54	8.13	329.00	45.73	0.56	-0.64	3.57	4.37	5.01	1.44	2.59	3.23	1.79
560	0.56	8.43	329.00	45.73	0.56	-0.64	3.57	4.37	5.01	1.44	2.59	3.23	1.79
580	0.58	8.74	329.00	45.73	0.56	-0.64	3.57	4.37	5.01	1.44	2.59	3.23	1.79
600	0.60	9.04	327.00	45.45	0.55	-0.65	3.55	4.35	5.00	1.45	2.58	3.23	1.78
620	0.62	9.34	322.00	44.76	0.55	-0.65	3.50	4.30	4.95	1.45	2.55	3.20	1.75
640	0.64	9.64	317.00	44.06	0.55	-0.65	3.44	4.24	4.89	1.45	2.52	3.17	1.72

Tabel. L3-3 Stage 3

Tegangan Keliling

1

kg/cm²

Compression Stage

Strain			Load		Pore Pressure			Stress					
H Dial	ΔH	ε	Load Dial	Load	PWP	Δu	Δσ	σ1	σ1'	σ3'	p	p'	q
(div)	(cm)	(%)	(div)	(kg)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.31	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00
20	0.02	0.30	128.00	17.79	0.40	0.09	1.39	2.39	2.30	0.91	1.70	1.61	0.70
40	0.04	0.60	144.00	20.02	0.40	0.09	1.56	2.56	2.47	0.91	1.78	1.69	0.78
60	0.06	0.90	196.00	27.24	0.41	0.10	2.13	3.13	3.03	0.90	2.06	1.96	1.06
80	0.08	1.21	224.00	31.14	0.41	0.10	2.43	3.43	3.33	0.90	2.22	2.12	1.22
100	0.10	1.51	249.00	34.61	0.41	0.10	2.70	3.70	3.60	0.90	2.35	2.25	1.35
120	0.12	1.81	274.00	38.09	0.41	0.10	2.98	3.98	3.88	0.90	2.49	2.39	1.49
140	0.14	2.11	298.00	41.42	0.41	0.10	3.24	4.24	4.14	0.90	2.62	2.52	1.62
160	0.16	2.41	319.00	44.34	0.41	0.10	3.46	4.46	4.36	0.90	2.73	2.63	1.73
180	0.18	2.71	342.00	47.54	0.41	0.10	3.71	4.71	4.61	0.90	2.86	2.76	1.86
200	0.20	3.01	362.00	50.32	0.41	0.10	3.93	4.93	4.83	0.90	2.97	2.87	1.97
220	0.22	3.31	379.00	52.68	0.40	0.09	4.12	5.12	5.03	0.91	3.06	2.97	2.06
240	0.24	3.62	394.00	54.77	0.40	0.09	4.28	5.28	5.19	0.91	3.14	3.05	2.14
260	0.26	3.92	408.00	56.71	0.39	0.08	4.43	5.43	5.35	0.92	3.22	3.14	2.22
280	0.28	4.22	418.00	58.10	0.39	0.08	4.54	5.54	5.46	0.92	3.27	3.19	2.27
300	0.30	4.52	427.00	59.35	0.39	0.08	4.64	5.64	5.56	0.92	3.32	3.24	2.32
320	0.32	4.82	439.00	61.02	0.39	0.08	4.77	5.77	5.69	0.92	3.38	3.30	2.38
340	0.34	5.12	454.00	63.11	0.39	0.08	4.93	5.93	5.85	0.92	3.47	3.39	2.47
360	0.36	5.42	468.00	65.05	0.39	0.08	5.08	6.08	6.00	0.92	3.54	3.46	2.54
380	0.38	5.72	481.00	66.86	0.39	0.08	5.22	6.22	6.14	0.92	3.61	3.53	2.61
400	0.40	6.03	492.00	68.39	0.36	0.05	5.34	6.34	6.29	0.95	3.67	3.62	2.67
420	0.42	6.33	498.00	69.22	0.36	0.05	5.41	6.41	6.36	0.95	3.70	3.65	2.70
440	0.44	6.63	501.00	69.64	0.36	0.05	5.44	6.44	6.39	0.95	3.72	3.67	2.72
460	0.46	6.93	503.00	69.92	0.35	0.04	5.46	6.46	6.42	0.96	3.73	3.69	2.73
480	0.48	7.23	512.00	71.17	0.35	0.04	5.56	6.56	6.52	0.96	3.78	3.74	2.78
500	0.50	7.53	514.00	71.45	0.35	0.04	5.58	6.58	6.54	0.96	3.79	3.75	2.79
520	0.52	7.83	517.00	71.86	0.35	0.04	5.61	6.61	6.57	0.96	3.81	3.77	2.81
540	0.54	8.13	521.00	72.42	0.35	0.04	5.66	6.66	6.62	0.96	3.83	3.79	2.83
560	0.56	8.44	523.00	72.70	0.34	0.03	5.68	6.68	6.65	0.97	3.84	3.81	2.84
580	0.58	8.74	525.00	72.98	0.34	0.03	5.70	6.70	6.67	0.97	3.85	3.82	2.85
600	0.60	9.04	526.00	73.11	0.34	0.03	5.71	6.71	6.68	0.97	3.86	3.83	2.86
620	0.62	9.34	527.00	73.25	0.34	0.03	5.72	6.72	6.69	0.97	3.86	3.83	2.86
640	0.64	9.64	536.00	74.50	0.32	0.01	5.82	6.82	6.81	0.99	3.91	3.90	2.91
660	0.66	9.94	543.00	75.48	0.32	0.01	5.90	6.90	6.89	0.99	3.95	3.94	2.95
680	0.68	10.24	543.00	75.48	0.30	-0.01	5.90	6.90	6.91	1.01	3.95	3.96	2.95
700	0.70	10.54	544.00	75.62	0.30	-0.01	5.91	6.91	6.92	1.01	3.95	3.96	2.95
720	0.72	10.85	543.50	75.55	0.30	-0.01	5.90	6.90	6.91	1.01	3.95	3.96	2.95
740	0.74	11.15	541.00	75.20	0.30	-0.01	5.88	6.88	6.89	1.01	3.94	3.95	2.94
760	0.76	11.45	540.00	75.06	0.30	-0.01	5.86	6.86	6.87	1.01	3.93	3.94	2.93

2. Kepadatan 25%

Tabel L3-4. Data Tahap Kompresi Sampel pada Kepadatan 25%

Stage 1

Tegangan Keliling 0.6 kg/cm²

Compression Stage

Strain			Load		Pore Pressure		Stress						
H Dial (div)	ΔH (cm)	ε (%)	Load Dial (div)	Load (kg)	PWP (kg/cm ²)	Δu (kg/cm ²)	Δσ (kg/cm ²)	σ1 (kg/cm ²)	σ1' (kg/cm ²)	σ3' (kg/cm ²)	p (kg/cm ²)	p' (kg/cm ²)	q (kg/cm ²)
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.54	0.00	0.00	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.00
20	0.02	0.30	24.00	3.34	0.54	0.00	0.26	0.86	0.86	0.60	0.73	0.73	0.13
40	0.04	0.60	49.00	6.81	0.54	0.00	0.53	1.13	1.13	0.60	0.87	0.87	0.27
60	0.06	0.91	68.00	9.45	0.54	0.00	0.74	1.34	1.34	0.60	0.97	0.97	0.37
80	0.08	1.21	83.00	11.54	0.54	0.00	0.90	1.50	1.50	0.60	1.05	1.05	0.45
100	0.10	1.51	94.00	13.07	0.54	0.00	1.02	1.62	1.62	0.60	1.11	1.11	0.51
120	0.12	1.81	104.00	14.46	0.54	0.00	1.13	1.73	1.73	0.60	1.17	1.17	0.57
140	0.14	2.11	113.00	15.71	0.54	0.00	1.23	1.83	1.83	0.60	1.22	1.22	0.62
160	0.16	2.42	122.00	16.96	0.54	0.00	1.33	1.93	1.93	0.60	1.26	1.26	0.66
180	0.18	2.72	128.00	17.79	0.54	0.00	1.39	1.99	1.99	0.60	1.30	1.30	0.70
200	0.20	3.02	138.00	19.18	0.54	0.00	1.50	2.10	2.10	0.60	1.35	1.35	0.75
220	0.22	3.32	144.00	20.02	0.54	0.00	1.57	2.17	2.17	0.60	1.38	1.38	0.78
240	0.24	3.63	150.00	20.85	0.54	0.00	1.63	2.23	2.23	0.60	1.42	1.42	0.82
260	0.26	3.93	153.00	21.27	0.54	0.00	1.67	2.27	2.27	0.60	1.43	1.43	0.83
280	0.28	4.23	158.00	21.96	0.54	0.00	1.72	2.32	2.32	0.60	1.46	1.46	0.86
300	0.30	4.53	165.00	22.94	0.54	0.00	1.80	2.40	2.40	0.60	1.50	1.50	0.90
320	0.32	4.83	172.00	23.91	0.54	0.00	1.87	2.47	2.47	0.60	1.54	1.54	0.94
340	0.34	5.14	177.00	24.60	0.54	0.00	1.93	2.53	2.53	0.60	1.56	1.56	0.96
360	0.36	5.44	181.00	25.16	0.54	0.00	1.97	2.57	2.57	0.60	1.59	1.59	0.99
380	0.38	5.74	184.50	25.65	0.54	0.00	2.01	2.61	2.61	0.60	1.60	1.60	1.00
400	0.40	6.04	189.00	26.27	0.54	0.00	2.06	2.66	2.66	0.60	1.63	1.63	1.03
420	0.42	6.34	194.00	26.97	0.54	0.00	2.11	2.71	2.71	0.60	1.66	1.66	1.06
440	0.44	6.65	196.50	27.31	0.53	-0.01	2.14	2.74	2.75	0.61	1.67	1.68	1.07
460	0.46	6.95	196.50	27.31	0.53	-0.01	2.14	2.74	2.75	0.61	1.67	1.68	1.07
480	0.48	7.25	196.50	27.31	0.53	-0.01	2.14	2.74	2.75	0.61	1.67	1.68	1.07
500	0.50	7.55	196.50	27.31	0.53	-0.01	2.14	2.74	2.75	0.61	1.67	1.68	1.07
520	0.52	7.85	196.50	27.31	0.53	-0.01	2.14	2.74	2.75	0.61	1.67	1.68	1.07
540	0.54	8.16	196.50	27.31	0.53	-0.01	2.14	2.74	2.75	0.61	1.67	1.68	1.07
560	0.56	8.46	196.50	27.31	0.53	-0.01	2.14	2.74	2.75	0.61	1.67	1.68	1.07
580	0.58	8.76	196.50	27.31	0.53	-0.01	2.14	2.74	2.75	0.61	1.67	1.68	1.07
600	0.60	9.06	196.50	27.31	0.53	-0.01	2.14	2.74	2.75	0.61	1.67	1.68	1.07
620	0.62	9.36	196.50	27.31	0.53	-0.01	2.14	2.74	2.75	0.61	1.67	1.68	1.07
640	0.64	9.67	196.50	27.31	0.53	-0.01	2.14	2.74	2.75	0.61	1.67	1.68	1.07
660	0.66	9.97	196.50	27.31	0.50	-0.01	2.14	2.74	2.75	0.61	1.67	1.68	1.07

L3-5 Stage 2 (25%)

Tegangan Keliling

0.8

kg/cm²

Compression Stage

Strain			Load		Pore Pressure		Stress						
H Dial	ΔH	ε	Load Dial	Load	PWP	Δu	Δσ	σ1	σ1'	σ3'	p	p'	q
(div)	(cm)	(%)	(div)	(kg)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	0.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00
20	0.02	0.30	87.00	12.09	0.45	0.15	0.95	1.75	1.60	0.65	1.27	1.12	0.47
40	0.04	0.60	118.00	16.40	0.45	0.15	1.28	2.08	1.93	0.65	1.44	1.29	0.64
60	0.06	0.91	147.00	20.43	0.45	0.15	1.60	2.40	2.25	0.65	1.60	1.45	0.80
80	0.08	1.21	160.00	22.24	0.45	0.15	1.74	2.54	2.39	0.65	1.67	1.52	0.87
100	0.10	1.51	175.00	24.33	0.45	0.15	1.90	2.70	2.55	0.65	1.75	1.60	0.95
120	0.12	1.81	183.00	25.44	0.44	0.14	1.99	2.79	2.65	0.66	1.80	1.66	1.00
140	0.14	2.11	192.00	26.69	0.41	0.11	2.09	2.89	2.78	0.69	1.84	1.73	1.04
160	0.16	2.42	200.00	27.80	0.40	0.10	2.18	2.98	2.88	0.70	1.89	1.79	1.09
180	0.18	2.72	203.00	28.22	0.40	0.10	2.21	3.01	2.91	0.70	1.90	1.80	1.10
200	0.20	3.02	205.00	28.50	0.40	0.10	2.23	3.03	2.93	0.70	1.92	1.82	1.12
220	0.22	3.32	204.50	28.43	0.40	0.10	2.23	3.03	2.93	0.70	1.91	1.81	1.11
240	0.24	3.62	207.00	28.77	0.40	0.10	2.25	3.05	2.95	0.70	1.93	1.83	1.13
260	0.26	3.93	209.00	29.05	0.40	0.10	2.28	3.08	2.98	0.70	1.94	1.84	1.14
280	0.28	4.23	210.00	29.19	0.40	0.10	2.29	3.09	2.99	0.70	1.94	1.84	1.14
300	0.30	4.53	209.00	29.05	0.40	0.10	2.28	3.08	2.98	0.70	1.94	1.84	1.14
320	0.32	4.83	207.00	28.77	0.40	0.10	2.25	3.05	2.95	0.70	1.93	1.83	1.13
340	0.34	5.13	206.00	28.63	0.40	0.10	2.24	3.04	2.94	0.70	1.92	1.82	1.12

L3.6 Stage 3 (25 %)

Tegangan Keliling

1

kg/cm²

Compression Stage

Strain			Load		Pore Pressure		Stress						
H Dial	ΔH	ε	Load Dial	Load	PWP	Δu	Δσ	σ1	σ1'	σ3'	p	p'	q
(div)	(cm)	(%)	(div)	(kg)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.52	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00
20	0.02	0.30	21.00	2.92	0.52	0.00	0.23	1.23	1.23	1.00	1.11	1.11	0.11
40	0.04	0.60	45.00	6.26	0.53	0.01	0.49	1.49	1.48	0.99	1.24	1.23	0.24
60	0.06	0.90	66.00	9.17	0.53	0.01	0.71	1.71	1.70	0.99	1.36	1.35	0.36
80	0.08	1.20	85.00	11.82	0.53	0.01	0.92	1.92	1.91	0.99	1.46	1.45	0.46
100	0.10	1.50	101.00	14.04	0.53	0.01	1.09	2.09	2.08	0.99	1.55	1.54	0.55
120	0.12	1.80	114.00	15.85	0.52	0.00	1.23	2.23	2.23	1.00	1.62	1.62	0.62
140	0.14	2.10	122.00	16.96	0.51	-0.01	1.32	2.32	2.33	1.01	1.66	1.67	0.66
160	0.16	2.40	131.00	18.21	0.51	-0.01	1.42	2.42	2.43	1.01	1.71	1.72	0.71
180	0.18	2.71	138.00	19.18	0.50	-0.02	1.49	2.49	2.51	1.02	1.75	1.77	0.75
200	0.20	3.01	148.00	20.57	0.50	-0.02	1.60	2.60	2.62	1.02	1.80	1.82	0.80
220	0.22	3.31	156.00	21.68	0.50	-0.02	1.69	2.69	2.71	1.02	1.84	1.86	0.84
240	0.24	3.61	164.00	22.80	0.50	-0.02	1.78	2.78	2.80	1.02	1.89	1.91	0.89
260	0.26	3.91	174.00	24.19	0.49	-0.03	1.88	2.88	2.91	1.03	1.94	1.97	0.94
280	0.28	4.21	175.00	24.33	0.49	-0.03	1.90	2.90	2.93	1.03	1.95	1.98	0.95
300	0.30	4.51	182.00	25.30	0.49	-0.03	1.97	2.97	3.00	1.03	1.99	2.02	0.99
320	0.32	4.81	188.00	26.13	0.48	-0.04	2.04	3.04	3.08	1.04	2.02	2.06	1.02
340	0.34	5.11	195.00	27.11	0.48	-0.04	2.11	3.11	3.15	1.04	2.06	2.10	1.06
360	0.36	5.41	201.00	27.94	0.48	-0.04	2.18	3.18	3.22	1.04	2.09	2.13	1.09
380	0.38	5.71	205.00	28.50	0.46	-0.06	2.22	3.22	3.28	1.06	2.11	2.17	1.11
400	0.40	6.01	211.00	29.33	0.46	-0.06	2.29	3.29	3.35	1.06	2.14	2.20	1.14
420	0.42	6.31	219.00	30.44	0.46	-0.06	2.37	3.37	3.43	1.06	2.19	2.25	1.19
440	0.44	6.61	224.00	31.14	0.44	-0.08	2.43	3.43	3.51	1.08	2.21	2.29	1.21
460	0.46	6.91	231.00	32.11	0.43	-0.09	2.50	3.50	3.59	1.09	2.25	2.34	1.25
480	0.48	7.21	237.00	32.94	0.43	-0.09	2.57	3.57	3.66	1.09	2.28	2.37	1.28
500	0.50	7.51	240.00	33.36	0.41	-0.11	2.60	3.60	3.71	1.11	2.30	2.41	1.30
520	0.52	7.81	244.00	33.92	0.40	-0.12	2.64	3.64	3.76	1.12	2.32	2.44	1.32
540	0.54	8.12	247.00	34.33	0.40	-0.12	2.68	3.68	3.80	1.12	2.34	2.46	1.34
560	0.56	8.42	252.00	35.03	0.40	-0.12	2.73	3.73	3.85	1.12	2.36	2.48	1.36
580	0.58	8.72	254.00	35.31	0.38	-0.14	2.75	3.75	3.89	1.14	2.38	2.52	1.38
600	0.60	9.02	255.00	35.45	0.37	-0.15	2.76	3.76	3.91	1.15	2.38	2.53	1.38
620	0.62	9.32	256.50	35.65	0.36	-0.16	2.78	3.78	3.94	1.16	2.39	2.55	1.39
640	0.64	9.62	257.00	35.72	0.36	-0.16	2.78	3.78	3.94	1.16	2.39	2.55	1.39
660	0.66	9.92	257.00	35.72	0.34	-0.18	2.78	3.78	3.96	1.18	2.39	2.57	1.39
680	0.68	10.22	257.00	35.72	0.34	-0.18	2.78	3.78	3.96	1.18	2.39	2.57	1.39
700	0.70	10.52	257.00	35.72	0.34	-0.18	2.78	3.78	3.96	1.18	2.39	2.57	1.39
720	0.72	10.82	257.00	35.72	0.34	-0.18	2.78	3.78	3.96	1.18	2.39	2.57	1.39
740	0.74	11.12	257.00	35.72	0.34	-0.18	2.78	3.78	3.96	1.18	2.39	2.57	1.39
760	0.76	11.42	257.00	35.72	0.34	-0.18	2.78	3.78	3.96	1.18	2.39	2.57	1.39
780	0.78	11.72	257.00	35.72	0.34	-0.18	2.78	3.78	3.96	1.18	2.39	2.57	1.39
800	0.80	12.02	257.00	35.72	0.34	-0.18	2.78	3.78	3.96	1.18	2.39	2.57	1.39
820	0.82	12.32	257.00	35.72	0.34	-0.18	2.78	3.78	3.96	1.18	2.39	2.57	1.39
840	0.84	12.62	257.00	35.72	0.34	-0.18	2.78	3.78	3.96	1.18	2.39	2.57	1.39
860	0.86	12.92	257.00	35.72	0.34	-0.18	2.78	3.78	3.96	1.18	2.39	2.57	1.39
880	0.88	13.23	257.00	35.72	0.34	-0.18	2.78	3.78	3.96	1.18	2.39	2.57	1.39

3. Kepadatan 40%

Tabel 3.7 Data Tahap Kompresi Sampel pada Kepadatan 40%

Stage 1

Tegangan Keliling

0.6

kg/cm²

Compression Stage

Strain			Load		Pore Pressure		Stress						
H Dial	ΔH	ε	Load Dial	Load	PWP	Δu	Δσ	σ1	σ1'	σ3'	p	p'	q
(div)	(cm)	(%)	(div)	(kg)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)
0	0.00	0.00	0.00	0.00	1.30	0.00	0.00	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.00
20	0.02	0.30	18.50	2.57	0.80	-0.50	0.20	0.80	1.30	1.10	0.70	1.20	0.10
40	0.04	0.60	19.00	2.64	0.80	-0.50	0.21	0.81	1.31	1.10	0.70	1.20	0.10
60	0.06	0.90	34.00	4.73	0.85	-0.45	0.37	0.97	1.42	1.05	0.78	1.23	0.18
80	0.08	1.20	52.50	7.30	0.85	-0.45	0.57	1.17	1.62	1.05	0.88	1.33	0.28
100	0.10	1.50	67.00	9.31	0.84	-0.46	0.73	1.33	1.79	1.06	0.96	1.42	0.36
120	0.12	1.80	78.00	10.84	0.84	-0.46	0.84	1.44	1.90	1.06	1.02	1.48	0.42
140	0.14	2.10	108.00	15.01	0.85	-0.45	1.17	1.77	2.22	1.05	1.18	1.63	0.58
160	0.16	2.40	134.00	18.63	0.83	-0.47	1.45	2.05	2.52	1.07	1.33	1.80	0.73
180	0.18	2.70	166.00	23.07	0.84	-0.46	1.80	2.40	2.86	1.06	1.50	1.96	0.90
200	0.20	3.00	194.00	26.97	0.84	-0.46	2.10	2.70	3.16	1.06	1.65	2.11	1.05
220	0.22	3.30	214.00	29.75	0.84	-0.46	2.32	2.92	3.38	1.06	1.76	2.22	1.16
240	0.24	3.60	233.00	32.39	0.84	-0.46	2.52	3.12	3.58	1.06	1.86	2.32	1.26
260	0.26	3.90	244.00	33.92	0.84	-0.46	2.64	3.24	3.70	1.06	1.92	2.38	1.32
280	0.28	4.20	264.00	36.70	0.84	-0.46	2.86	3.46	3.92	1.06	2.03	2.49	1.43
300	0.30	4.50	281.00	39.06	0.84	-0.46	3.04	3.64	4.10	1.06	2.12	2.58	1.52
320	0.32	4.80	297.00	41.28	0.82	-0.48	3.21	3.81	4.29	1.08	2.21	2.69	1.61
340	0.34	5.11	316.00	43.92	0.81	-0.49	3.42	4.02	4.51	1.09	2.31	2.80	1.71
360	0.36	5.41	331.00	46.01	0.80	-0.50	3.58	4.18	4.68	1.10	2.39	2.89	1.79
380	0.38	5.71	344.00	47.82	0.80	-0.50	3.72	4.32	4.82	1.10	2.46	2.96	1.86
400	0.40	6.01	355.00	49.35	0.80	-0.50	3.84	4.44	4.94	1.10	2.52	3.02	1.92
420	0.42	6.31	362.00	50.32	0.80	-0.50	3.92	4.52	5.02	1.10	2.56	3.06	1.96
440	0.44	6.61	365.00	50.74	0.80	-0.50	3.95	4.55	5.05	1.10	2.58	3.08	1.98
460	0.46	6.91	366.00	50.87	0.80	-0.50	3.96	4.56	5.06	1.10	2.58	3.08	1.98
480	0.48	7.21	369.00	51.29	0.80	-0.50	3.99	4.59	5.09	1.10	2.60	3.10	2.00
500	0.50	7.51	373.00	51.85	0.80	-0.50	4.04	4.64	5.14	1.10	2.62	3.12	2.02
520	0.52	7.81	377.00	52.40	0.80	-0.50	4.08	4.68	5.18	1.10	2.64	3.14	2.04
540	0.54	8.11	382.00	53.10	0.80	-0.50	4.13	4.73	5.23	1.10	2.67	3.17	2.07
560	0.56	8.41	383.00	53.24	0.80	-0.50	4.15	4.75	5.25	1.10	2.67	3.17	2.07
580	0.58	8.71	384.00	53.38	0.80	-0.50	4.16	4.76	5.26	1.10	2.68	3.18	2.08
600	0.60	9.01	386.50	53.72	0.80	-0.50	4.18	4.78	5.28	1.10	2.69	3.19	2.09
620	0.62	9.31	387.50	53.86	0.80	-0.50	4.19	4.79	5.29	1.10	2.70	3.20	2.10
640	0.64	9.61	388.50	54.00	0.80	-0.50	4.20	4.80	5.30	1.10	2.70	3.20	2.10
660	0.66	9.91	388.50	54.00	0.80	-0.50	4.20	4.80	5.30	1.10	2.70	3.20	2.10
680	0.68	10.21	386.50	53.72	0.80	-0.50	4.18	4.78	5.28	1.10	2.69	3.19	2.09
700	0.70	10.51	384.50	53.45	0.80	-0.50	4.16	4.76	5.26	1.10	2.68	3.18	2.08
720	0.72	10.81	382.50	53.17	0.80	-0.50	4.14	4.74	5.24	1.10	2.67	3.17	2.07

Tabel 3.8 Stage 2 (40 %)

Tegangan Keliling

0.8

kg/cm²

Compression Stage

Strain			Load		Pore Pressure			Stress					
H Dial (div)	ΔH (cm)	ε (%)	Load Dial (div)	Load (kg)	PWP (kg/cm ²)	Δu (kg/cm ²)	Δσ (kg/cm ²)	σ1 (kg/cm ²)	σ1' (kg/cm ²)	σ3' (kg/cm ²)	p (kg/cm ²)	p' (kg/cm ²)	q (kg/cm ²)
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.00	0.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00
20	0.02	0.30	12.00	1.67	0.70	0.10	0.13	0.93	0.83	0.70	0.87	0.77	0.07
40	0.04	0.60	23.00	3.20	0.50	-0.10	0.25	1.05	1.15	0.90	0.92	1.02	0.12
60	0.06	0.90	36.00	5.00	0.50	-0.10	0.39	1.19	1.29	0.90	1.00	1.10	0.20
80	0.08	1.20	42.00	5.84	0.50	-0.10	0.46	1.26	1.36	0.90	1.03	1.13	0.23
100	0.10	1.50	49.00	6.81	0.50	-0.10	0.53	1.33	1.43	0.90	1.07	1.17	0.27
120	0.12	1.80	61.00	8.48	0.50	-0.10	0.66	1.46	1.56	0.90	1.13	1.23	0.33
140	0.14	2.10	82.00	11.40	0.50	-0.10	0.89	1.69	1.79	0.90	1.24	1.34	0.44
160	0.16	2.41	89.00	12.37	0.50	-0.10	0.96	1.76	1.86	0.90	1.28	1.38	0.48
180	0.18	2.71	93.00	12.93	0.50	-0.10	1.01	1.81	1.91	0.90	1.30	1.40	0.50
200	0.20	3.01	101.00	14.04	0.46	-0.14	1.09	1.89	2.03	0.94	1.35	1.49	0.55
220	0.22	3.31	114.00	15.85	0.46	-0.14	1.24	2.04	2.18	0.94	1.42	1.56	0.62
240	0.24	3.61	127.00	17.65	0.46	-0.14	1.38	2.18	2.32	0.94	1.49	1.63	0.69
260	0.26	3.91	134.00	18.63	0.46	-0.14	1.45	2.25	2.39	0.94	1.53	1.67	0.73
280	0.28	4.21	140.00	19.46	0.46	-0.14	1.52	2.32	2.46	0.94	1.56	1.70	0.76
300	0.30	4.51	153.00	21.27	0.45	-0.15	1.66	2.46	2.61	0.95	1.63	1.78	0.83
320	0.32	4.81	162.00	22.52	0.45	-0.15	1.76	2.56	2.71	0.95	1.68	1.83	0.88
340	0.34	5.11	171.00	23.77	0.45	-0.15	1.85	2.65	2.80	0.95	1.73	1.88	0.93
360	0.36	5.41	179.00	24.88	0.45	-0.15	1.94	2.74	2.89	0.95	1.77	1.92	0.97
380	0.38	5.71	182.00	25.30	0.45	-0.15	1.97	2.77	2.92	0.95	1.79	1.94	0.99
400	0.40	6.01	194.00	26.97	0.45	-0.15	2.10	2.90	3.05	0.95	1.85	2.00	1.05
420	0.42	6.31	205.00	28.50	0.45	-0.15	2.22	3.02	3.17	0.95	1.91	2.06	1.11
440	0.44	6.62	217.00	30.16	0.45	-0.15	2.35	3.15	3.30	0.95	1.98	2.13	1.18
460	0.46	6.92	230.00	31.97	0.45	-0.15	2.49	3.29	3.44	0.95	2.05	2.20	1.25
480	0.48	7.22	239.00	33.22	0.45	-0.15	2.59	3.39	3.54	0.95	2.10	2.25	1.30
500	0.50	7.52	252.00	35.03	0.45	-0.15	2.73	3.53	3.68	0.95	2.17	2.32	1.37
520	0.52	7.82	259.00	36.00	0.44	-0.16	2.81	3.61	3.77	0.96	2.20	2.36	1.40
540	0.54	8.12	266.00	36.97	0.44	-0.16	2.88	3.68	3.84	0.96	2.24	2.40	1.44
560	0.56	8.42	273.00	37.95	0.44	-0.16	2.96	3.76	3.92	0.96	2.28	2.44	1.48
580	0.58	8.72	280.00	38.92	0.42	-0.18	3.03	3.83	4.01	0.98	2.32	2.50	1.52
600	0.60	9.02	286.00	39.75	0.42	-0.18	3.10	3.90	4.08	0.98	2.35	2.53	1.55
620	0.62	9.32	301.00	41.84	0.41	-0.19	3.26	4.06	4.25	0.99	2.43	2.62	1.63
640	0.64	9.62	301.00	41.84	0.41	-0.19	3.26	4.06	4.25	0.99	2.43	2.62	1.63
660	0.66	9.92	301.00	41.84	0.40	-0.20	3.26	4.06	4.26	1.00	2.43	2.63	1.63
680	0.68	10.22	302.00	41.98	0.40	-0.20	3.27	4.07	4.27	1.00	2.44	2.64	1.64
700	0.70	10.52	301.00	41.84	0.40	-0.20	3.26	4.06	4.26	1.00	2.43	2.63	1.63
720	0.72	10.83	295.00	41.01	0.40	-0.20	3.20	4.00	4.20	1.00	2.40	2.60	1.60
740	0.74	11.13	287.00	39.89	0.40	-0.20	3.11	3.91	4.11	1.00	2.36	2.56	1.56
760	0.76	11.43	281.00	39.06	0.40	-0.20	3.05	3.85	4.05	1.00	2.32	2.52	1.52

Tabel3.9 (40 %) Stage 3

Tegangan Keliling

1

kg/cm²

Compression Stage

Strain			Load		Pore Pressure		Stress						
H Dial	ΔH	ε	Load Dial	Load	PWP	Δu	Δσ	σ1	σ1'	σ3'	p	p'	q
(div)	(cm)	(%)	(div)	(kg)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.31	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
20	0.02	0.30	54.00	7.51	0.75	0.44	0.59	1.59	1.15	0.56	1.29	0.85	0.29
40	0.04	0.60	80.40	11.18	0.75	0.44	0.87	1.87	1.43	0.56	1.44	1.00	0.44
60	0.06	0.90	117.00	16.26	0.73	0.42	1.27	2.27	1.85	0.58	1.64	1.22	0.64
80	0.08	1.21	142.00	19.74	0.74	0.43	1.54	2.54	2.11	0.57	1.77	1.34	0.77
100	0.10	1.51	158.00	21.96	0.74	0.43	1.72	2.72	2.29	0.57	1.86	1.43	0.86
120	0.12	1.81	172.00	23.91	0.74	0.43	1.87	2.87	2.44	0.57	1.93	1.50	0.93
140	0.14	2.11	185.00	25.72	0.75	0.44	2.01	3.01	2.57	0.56	2.00	1.56	1.00
160	0.16	2.41	197.00	27.38	0.74	0.43	2.14	3.14	2.71	0.57	2.07	1.64	1.07
180	0.18	2.71	208.00	28.91	0.74	0.43	2.26	3.26	2.83	0.57	2.13	1.70	1.13
200	0.20	3.01	211.00	29.33	0.75	0.44	2.29	3.29	2.85	0.56	2.15	1.71	1.15
220	0.22	3.32	211.50	29.40	0.75	0.44	2.30	3.30	2.86	0.56	2.15	1.71	1.15
240	0.24	3.62	211.50	29.40	0.74	0.43	2.30	3.30	2.87	0.57	2.15	1.72	1.15
260	0.26	3.92	214.00	29.75	0.74	0.43	2.32	3.32	2.89	0.57	2.16	1.73	1.16
280	0.28	4.22	219.00	30.44	0.74	0.43	2.38	3.38	2.95	0.57	2.19	1.76	1.19
300	0.30	4.52	224.00	31.14	0.74	0.43	2.43	3.43	3.00	0.57	2.22	1.79	1.22
320	0.32	4.82	230.00	31.97	0.74	0.43	2.50	3.50	3.07	0.57	2.25	1.82	1.25
340	0.34	5.12	237.00	32.94	0.74	0.43	2.57	3.57	3.14	0.57	2.29	1.86	1.29
360	0.36	5.43	246.00	34.19	0.74	0.43	2.67	3.67	3.24	0.57	2.34	1.91	1.34
380	0.38	5.73	249.00	34.61	0.74	0.43	2.71	3.71	3.28	0.57	2.35	1.92	1.35
400	0.40	6.03	255.00	35.45	0.74	0.43	2.77	3.77	3.34	0.57	2.39	1.96	1.39
420	0.42	6.33	268.00	37.25	0.79	0.48	2.91	3.91	3.43	0.52	2.46	1.98	1.46
440	0.44	6.63	273.00	37.95	0.80	0.49	2.97	3.97	3.48	0.51	2.48	1.99	1.48
460	0.46	6.93	280.00	38.92	0.82	0.51	3.04	4.04	3.53	0.49	2.52	2.01	1.52
480	0.48	7.23	291.00	40.45	0.81	0.50	3.16	4.16	3.66	0.50	2.58	2.08	1.58
500	0.50	7.53	306.00	42.53	0.81	0.50	3.32	4.32	3.82	0.50	2.66	2.16	1.66
520	0.52	7.84	312.00	43.37	0.85	0.54	3.39	4.39	3.85	0.46	2.69	2.15	1.69
540	0.54	8.14	319.00	44.34	0.86	0.55	3.47	4.47	3.92	0.45	2.73	2.18	1.73
560	0.56	8.44	329.00	45.73	0.88	0.57	3.57	4.57	4.00	0.43	2.79	2.22	1.79
580	0.58	8.74	338.00	46.98	0.89	0.58	3.67	4.67	4.09	0.42	2.84	2.26	1.84
600	0.60	9.04	347.00	48.23	0.90	0.59	3.77	4.77	4.18	0.41	2.88	2.29	1.88
620	0.62	9.34	347.00	48.23	0.90	0.59	3.77	4.77	4.18	0.41	2.88	2.29	1.88
640	0.64	9.64	345.00	47.96	0.90	0.59	3.75	4.75	4.16	0.41	2.87	2.28	1.87
660	0.66	9.95	343.00	47.68	0.91	0.60	3.73	4.73	4.13	0.40	2.86	2.26	1.86
680	0.68	10.25	341.00	47.40	0.91	0.60	3.70	4.70	4.10	0.40	2.85	2.25	1.85

LAMPIRAN DATA ANALISIS UJI PEMODELAN

PERHITUNGAN ANALISIS HASIL UJI CPTU DENGAN METODE

SHIBATA TEPARAKSA dan TOKIMATSU

$D_r = 15,63\%$

Tabel L1.1 Hasil Analisis ($D_r = 15,63\%$)

$a_{maks} = 2.5 \text{ m/s}^2$ Magnitudo = 7.9 SR

Kedalaman (cm)	q_c (kg/cm ²)	γ_{sat} (gr/cm ³)	σ_0 (gr/cm ²)	σ'_0 (gr/cm ²)	r_d	τ/σ'_0	C_1	q_{c1}	C_2	$(\tau/\sigma'_0)_l$	FK	Keterangan
0	-0.0088	1.5308	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	2.4286	-0.0215	1	0.0600	0.0000	Liquefaction
1	0.0304	1.5308	1.5308	0.5308	0.9999	0.5070	2.4267	0.0739	1	0.0600	0.1184	Liquefaction
2	0.0304	1.5308	3.0616	1.0616	0.9997	0.5070	2.4249	0.0738	1	0.0600	0.1184	Liquefaction
3	0.1286	1.5308	4.5924	1.5924	0.9996	0.5069	2.4231	0.3117	1	0.0602	0.1188	Liquefaction
4	0.1876	1.5308	6.1232	2.1232	0.9994	0.5068	2.4212	0.4541	1	0.0603	0.1190	Liquefaction
5	0.2268	1.5308	7.6540	2.6540	0.9993	0.5067	2.4194	0.5488	1	0.0604	0.1191	Liquefaction
6	0.1876	1.5308	9.1848	3.1848	0.9991	0.5067	2.4176	0.4534	1	0.0603	0.1190	Liquefaction
7	0.2661	1.5308	10.7156	3.7156	0.9990	0.5066	2.4157	0.6429	1	0.0604	0.1193	Liquefaction
8	0.3447	1.5308	12.2464	4.2464	0.9988	0.5065	2.4139	0.8320	1	0.0605	0.1195	Liquefaction
9	0.3840	1.5308	13.7772	4.7772	0.9987	0.5064	2.4121	0.9262	1	0.0606	0.1197	Liquefaction
10	0.5018	1.5308	15.3080	5.3080	0.9985	0.5064	2.4103	1.2095	1	0.0608	0.1200	Liquefaction
11	0.6982	1.5308	16.8388	5.8388	0.9984	0.5063	2.4085	1.6816	1	0.0611	0.1207	Liquefaction
12	0.7179	1.5308	18.3696	6.3696	0.9982	0.5062	2.4067	1.7276	1	0.0611	0.1207	Liquefaction
13	1.0125	1.5308	19.9004	6.9004	0.9981	0.5061	2.4049	2.4349	1	0.0616	0.1217	Liquefaction
14	1.2089	1.5308	21.4312	7.4312	0.9979	0.5061	2.4031	2.9051	1	0.0619	0.1223	Liquefaction
15	1.3267	1.5308	22.9620	7.9620	0.9978	0.5060	2.4013	3.1858	1	0.0621	0.1227	Liquefaction
16	1.5035	1.5308	24.4928	8.4928	0.9976	0.5059	2.3995	3.6076	1	0.0623	0.1232	Liquefaction
17	1.6017	1.5308	26.0236	9.0236	0.9975	0.5058	2.3977	3.8403	1	0.0625	0.1236	Liquefaction
18	1.7195	1.5308	27.5544	9.5544	0.9973	0.5057	2.3959	4.1197	1	0.0627	0.1239	Liquefaction
19	1.8177	1.5308	29.0852	10.0852	0.9972	0.5057	2.3941	4.3517	1	0.0628	0.1243	Liquefaction
20	1.9159	1.5308	30.6160	10.6160	0.9970	0.5056	2.3923	4.5834	1	0.0630	0.1246	Liquefaction
21	2.0141	1.5308	32.1468	11.1468	0.9969	0.5055	2.3905	4.8147	1	0.0631	0.1249	Liquefaction
22	2.0141	1.5308	33.6776	11.6776	0.9967	0.5054	2.3887	4.8111	1	0.0631	0.1249	Liquefaction
23	1.9748	1.5308	35.2084	12.2084	0.9966	0.5054	2.3869	4.7137	1	0.0631	0.1248	Liquefaction
24	2.1712	1.5308	36.7392	12.7392	0.9964	0.5053	2.3852	5.1787	1	0.0634	0.1254	Liquefaction
25	2.1909	1.5308	38.2700	13.2700	0.9963	0.5052	2.3834	5.2218	1	0.0634	0.1255	Liquefaction
26	2.2301	1.5308	39.8008	13.8008	0.9961	0.5051	2.3816	5.3112	1	0.0635	0.1257	Liquefaction
27	2.3087	1.5308	41.3316	14.3316	0.9960	0.5051	2.3798	5.4944	1	0.0636	0.1259	Liquefaction
28	2.3873	1.5308	42.8624	14.8624	0.9958	0.5050	2.3781	5.6772	1	0.0637	0.1262	Liquefaction
29	2.4658	1.5308	44.3932	15.3932	0.9957	0.5049	2.3763	5.8595	1	0.0638	0.1264	Liquefaction
30	2.5051	1.5308	45.9240	15.9240	0.9955	0.5048	2.3746	5.9485	1	0.0639	0.1266	Liquefaction
31	2.5444	1.5308	47.4548	16.4548	0.9954	0.5048	2.3728	6.0373	1	0.0640	0.1267	Liquefaction
32	2.5444	1.5308	48.9856	16.9856	0.9952	0.5047	2.3710	6.0329	1	0.0640	0.1267	Liquefaction
33	2.6033	1.5308	50.5164	17.5164	0.9951	0.5046	2.3693	6.1680	1	0.0640	0.1269	Liquefaction
34	2.6819	1.5308	52.0472	18.0472	0.9949	0.5045	2.3675	6.3495	1	0.0642	0.1272	Liquefaction
35	2.6033	1.5308	53.5780	18.5780	0.9948	0.5045	2.3658	6.1588	1	0.0640	0.1270	Liquefaction
36	2.7211	1.5308	55.1088	19.1088	0.9946	0.5044	2.3640	6.4328	1	0.0642	0.1273	Liquefaction
37	2.7211	1.5308	56.6396	19.6396	0.9945	0.5043	2.3623	6.4280	1	0.0642	0.1273	Liquefaction
38	2.7801	1.5308	58.1704	20.1704	0.9943	0.5042	2.3606	6.5626	1	0.0643	0.1275	Liquefaction
39	2.8783	1.5308	59.7012	20.7012	0.9942	0.5041	2.3588	6.7894	1	0.0645	0.1279	Liquefaction
40	2.7997	1.5308	61.2320	21.2320	0.9940	0.5041	2.3571	6.5991	1	0.0643	0.1276	Liquefaction
41	2.9372	1.5308	62.7628	21.7628	0.9939	0.5040	2.3553	6.9181	1	0.0646	0.1281	Liquefaction
42	3.0550	1.5308	64.2936	22.2936	0.9937	0.5039	2.3536	7.1903	1	0.0647	0.1285	Liquefaction
43	3.4478	1.5308	65.8244	22.8244	0.9936	0.5038	2.3519	8.1088	1	0.0654	0.1297	Liquefaction
44	7.8865	1.5308	67.3552	23.3552	0.9934	0.5038	2.3502	18.5345	1	0.0728	0.1445	Liquefaction

$D_r = 40\%$

Tabel L1.2. Hasil Analisis ($D_r = 40\%$)

$a_{maks} = 2.5 \text{ m/s}^2$ Magnitudo = 7.9 SR												
Kedalaman (cm)	q_c (kg/cm ²)	γ_{sat} (gr/cm ³)	σ'_o (gr/cm ²)	σ'_o (gr/cm ²)	r_d	τ/σ'_o	C_1	q_{c1}	C_2	$(\tau/\sigma'_o)_1$	FK	Keterangan
0	0.0373	1.6628	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	2.4286	0.0906	1	0.0601	0.0000	Liquefaction
1	0.0177	1.6628	1.6628	0.6628	0.9999	0.4411	2.4263	0.0429	1	0.0600	0.1361	Liquefaction
2	0.0570	1.6628	3.3256	1.3256	0.9997	0.4410	2.4240	0.1381	1	0.0601	0.1363	Liquefaction
3	0.8656	1.6628	4.9884	1.9884	0.9996	0.4409	2.4217	2.0963	1	0.0614	0.1391	Liquefaction
4	1.5727	1.6628	6.6512	2.6512	0.9994	0.4409	2.4194	3.8050	1	0.0625	0.1417	Liquefaction
5	1.7298	1.6628	8.3140	3.3140	0.9993	0.4408	2.4171	4.1811	1	0.0627	0.1423	Liquefaction
6	2.9279	1.6628	9.9768	3.9768	0.9991	0.4407	2.4149	7.0704	1	0.0647	0.1467	Liquefaction
7	3.8117	1.6628	11.6396	4.6396	0.9990	0.4407	2.4126	9.1960	1	0.0661	0.1500	Liquefaction
8	4.1063	1.6628	13.3024	5.3024	0.9988	0.4406	2.4103	9.8975	1	0.0666	0.1511	Liquefaction
9	4.5384	1.6628	14.9652	5.9652	0.9987	0.4405	2.4081	10.9287	1	0.0673	0.1528	Liquefaction
10	5.3829	1.6628	16.6280	6.6280	0.9985	0.4405	2.4058	12.9501	1	0.0687	0.1561	Liquefaction
11	6.0310	1.6628	18.2908	7.2908	0.9984	0.4404	2.4035	14.4957	1	0.0698	0.1586	Liquefaction
12	6.6791	1.6628	19.9536	7.9536	0.9982	0.4403	2.4013	16.0384	1	0.0710	0.1612	Liquefaction
13	6.9934	1.6628	21.6164	8.6164	0.9981	0.4403	2.3990	16.7775	1	0.0715	0.1624	Liquefaction
14	7.6611	1.6628	23.2792	9.2792	0.9979	0.4402	2.3968	18.3621	1	0.0727	0.1651	Liquefaction
15	8.3878	1.6628	24.9420	9.9420	0.9978	0.4401	2.3946	20.0851	1	0.0740	0.1681	Liquefaction
16	9.0163	1.6628	26.6048	10.6048	0.9976	0.4401	2.3923	21.5699	1	0.0751	0.1707	Liquefaction
17	9.9787	1.6628	28.2676	11.2676	0.9975	0.4400	2.3901	23.8501	1	0.0769	0.1747	Liquefaction
18	10.7250	1.6628	29.9304	11.9304	0.9973	0.4400	2.3879	25.6099	1	0.0783	0.1779	Liquefaction
19	11.0790	1.6628	31.5932	12.5932	0.9972	0.4399	2.3857	26.4306	1	0.0789	0.1794	Liquefaction
20	12.0410	1.6628	33.2560	13.2560	0.9970	0.4398	2.3834	28.6990	1	0.0807	0.1836	Liquefaction
21	12.5120	1.6628	34.9188	13.9188	0.9969	0.4398	2.3812	29.7939	1	0.0816	0.1857	Liquefaction
22	13.2000	1.6628	36.5816	14.5816	0.9967	0.4397	2.3790	31.4030	1	0.0830	0.1887	Liquefaction
23	13.6510	1.6628	38.2444	15.2444	0.9966	0.4396	2.3768	32.4458	1	0.0839	0.1908	Liquefaction
24	13.7300	1.6628	39.9072	15.9072	0.9964	0.4396	2.3746	32.6034	1	0.0840	0.1911	Liquefaction
25	14.0250	1.6628	41.5700	16.5700	0.9963	0.4395	2.3724	33.2731	1	0.0846	0.1924	Liquefaction
26	14.4570	1.6628	43.2328	17.2328	0.9961	0.4394	2.3702	34.2663	1	0.0854	0.1944	Liquefaction
27	14.6330	1.6628	44.8956	17.8956	0.9960	0.4394	2.3680	34.6514	1	0.0857	0.1952	Liquefaction
28	14.7320	1.6628	46.5584	18.5584	0.9958	0.4393	2.3658	34.8537	1	0.0859	0.1956	Liquefaction
29	15.1440	1.6628	48.2212	19.2212	0.9957	0.4392	2.3637	35.7954	1	0.0867	0.1975	Liquefaction
30	15.3800	1.6628	49.8840	19.8840	0.9955	0.4392	2.3615	36.3197	1	0.0872	0.1986	Liquefaction
31	15.8510	1.6628	51.5468	20.5468	0.9954	0.4391	2.3593	37.3976	1	0.0881	0.2007	Liquefaction
32	15.8710	1.6628	53.2096	21.2096	0.9952	0.4390	2.3572	37.4103	1	0.0882	0.2008	Liquefaction
33	16.0870	1.6628	54.8724	21.8724	0.9951	0.4390	2.3550	37.8847	1	0.0886	0.2018	Liquefaction
34	16.3420	1.6628	56.5352	22.5352	0.9949	0.4389	2.3528	38.4499	1	0.0891	0.2030	Liquefaction
35	16.6560	1.6628	58.1980	23.1980	0.9948	0.4388	2.3507	39.1528	1	0.0897	0.2044	Liquefaction
36	16.7550	1.6628	59.8608	23.8608	0.9946	0.4388	2.3485	39.3494	1	0.0899	0.2049	Liquefaction
37	17.1280	1.6628	61.5236	24.5236	0.9945	0.4387	2.3464	40.1886	1	0.0906	0.2066	Liquefaction
38	18.3650	1.6628	63.1864	25.1864	0.9943	0.4386	2.3442	43.0517	1	0.0933	0.2127	Liquefaction
39	19.2100	1.6628	64.8492	25.8492	0.9942	0.4386	2.3421	44.9914	1	0.0951	0.2169	Liquefaction