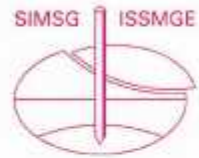




HIMPUNAN AHLI TEKNIK TANAH INDONESIA
INDONESIAN SOCIETY FOR GEOTECHNICAL ENGINEERING (ISGE)
MEMBER SOCIETY OF INTERNATIONAL SOCIETY FOR SOIL MECHANICS
AND GEOTECHNICAL ENGINEERING (ISSMGE)



Proceedings

18th Annual National Conference on Geotechnical Engineering

“Geotechnical Engineering for Future Infrastructure Development in Indonesia”

Bidakara Hotel - Jakarta, 11-12 November 2014

Support by :



Departemen Pekerjaan Umum
dan Perumahan Rakyat
Republik Indonesia



Lembaga Pengembangan
Jasa Konstruksi
Nasional



Proceeding 18th Annual National Conference on Geotechnical Engineering
Jakarta - INDONESIA, 11-12 November 2014

“Geotechnical Engineering for Future Infrastructure Development in Indonesia”

Editor : *Widjojo A. Prakoso*
Hasbullah Nawir
Bigman M. Hutapea
Hendra Jitno
Nurly Gofar
Agus Setyo Muntohar
Munirwansyah



David Tjendra
24/11/2014

HIMPUNAN AHLI TEKNIK TANAH INDONESIA
INDONESIAN SOCIETY FOR GEOTECHNICAL ENGINEERING (ISGE)
Basement Aldeveco Octagon, Jl. Warung Jati Barat Raya No. 75
Jakarta Selatan 12740 - INDONESIA

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.

Para undangan, para pengurus Pusat dan Daerah Himpunan Ahli Teknik Tanah Indonesia, para pembicara, terutama pembicara kunci (keynote speakers) dan peserta Pertemuan Ilmiah Tahunan HATTI yang kami hormati,

Pertemuan Ilmiah HATTI tahun ini mengambil tema "*Geotechnical Engineering for Future Infrastructure Development in Indonesia*". Bertepatan pula dengan awal pemerintahan baru dengan mencanangkan pembangunan infrastruktur ke depan, maka peran ahli-ahli geoteknik menjadi semakin penting. PIT pada tahun ini diharapkan menjadi momentum bagi para ahli geoteknik untuk mengambil peran serta yang signifikan dalam pembangunan konstruksi sipil di Indonesia.

Pada kesempatan ini, atas nama seluruh anggota panitia penyelenggara, perkenankan kami mengucapkan terima kasih kepada para sponsor seminar Pertemuan Ilmiah Tahunan XVIII HATTI tahun 2014. Ucapan terimakasih juga kepada para pembicara, penulis makalah, dan para peserta yang telah berpartisipasi untuk suksesnya PIT-XVIII ini. Kami mohon maaf apabila dalam penyelenggaraan acara ini ada kekurangan yang tidak berkenan.

Selamat berdiskusi dan semoga Pertemuan Ilmiah Tahunan ini dapat bermanfaat bagi perkembangan profesi Geoteknik di tanah air.

Wassalamualaikum Wr Wb,
Jakarta, 11 November 2014
Panitia PIT - XVIII

Dr. Ir. Pintor T. Simatupang, MT
Ketua

SAMBUTAN KETUA UMUM

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Salam Sejahtera bagi kita semua.

Bapak Menteri PU dan Perumahan Rakyat, Bapak Menteri Perhubungan, Bapak Dirjen, para undangan, para pembicara, dan saudara-saudara peserta Pertemuan Ilmiah Tahunan XVIII HATTI yang saya hormati, atas nama Pengurus Pusat HATTI saya ucapkan terima kasih atas kedatangan Bapak/Ibu sekalian di acara ini, yang merupakan event tahunan HATTI. Secara khusus perkenankan saya menyampaikan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya atas kesediaan Bapak Menteri PU dan Perumahan Rakyat dan Bapak Menteri Perhubungan meluangkan waktu untuk menghadiri Pertemuan Ilmiah Tahunan ini.

Hadirin yang saya hormati, dalam PIT kali ini diusung tema "*Geotechnical Engineering for Future Infrastructure Development in Indonesia*". Tema ini diharapkan dapat mengantisipasi perkembangan yang makin pesat dan dibutuhkan pada sektor infrastruktur di Indonesia. Perkembangan ke depan, bagaimanapun menghadapkan para ahli geoteknik pada tantangan-tantangan baru yang mungkin dengan problematik yang lebih kompleks dan dengan skala yang lebih besar. Para ahli geoteknik diharapkan dapat memberikan solusi yang terbaik. Dalam kerangka inilah para ahli geoteknik dituntut untuk secara terus menerus dapat meningkatkan kompetensinya agar dapat mengikuti perkembangan dan kebutuhan di lapangan. Disamping tentu saja, dapat meminimalkan potensi terjadi kegagalan konstruksi maupun kegagalan bangunan.

Para anggota HATTI yang saya cintai, perkenankan saya untuk mengingatkan kita semua tentang masalah hukum yang terkait dengan adanya kegagalan konstruksi dan bangunan, yang akhir-akhir ini mulai mencuat di beberapa proyek-proyek pembangunan. Sebagai ahli geoteknik, bekerjalah secara profesional, dengan mengedepankan kaidah-kaidah keilmuan dan kode etik daripada semata-mata masalah bisnis. Disamping itu, perkenankan pula saya, sebagai Ketua Umum HATTI, tidak bosan-bosan mengingatkan kita semua agar bersiap dalam menghadapi pasar bebas ASEAN tahun 2015. Mulai tahun tersebut, pekerjaan jasa konstruksi termasuk geoteknik akan dipasarkan secara bebas di seluruh negara-negara ASEAN, artinya setiap orang atau badan usaha akan memiliki kesempatan yang sama untuk memperebutkan lapangan pekerjaan geoteknik di negara-negara ASEAN termasuk di Indonesia.

Sebagai penutup, saya ucapkan banyak terima kasih atas kehadiran Bapak/Ibu semua, khususnya saya tujukan pada sponsor-sponsor yang telah turut berpartisipasi sehingga PIT ini dapat berlangsung dan berakhir dengan sukses dari mulai hari ini sampai besok. Selamat mengikuti PIT.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.
Jakarta, 11 November 2014

Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE., Ph.D
Ketua Umum

ORGANIZING COMMITTEE

- Steering Committee : Prof. Ir. Masyhur Irsyam, MSE, Ph.D.
Ir. YP. Chandra, M. Eng.
Ir. Idrus, MSc.
- Chairman : Dr. Ir. Pintor T. Simatupang, MT.
- Secretary : Erly Bahsan, ST. M.Kom.
Andi K.S. Kartawiria, ST. MT.
- Treasurer : Ir. Budiantari HL., MSc
- Editor : Ir. Widjojo A. Prakoso, MSCE, Ph.D
Dr. Ir. Hasbullah Nawir, MT
Ir. Bigman M. Hutapea, MSc. Ph.D
Ir. Hendra Jitno, MAsc. Ph.D
Ir. Nurly Gofar, MSE, Ph.D
Dr. Ir. Agus Setyo Muntohar, M. Eng
Prof. Dr. Ir. Munirwansyah, MSCE
- Section Events : Ir. Fauzie Buldan Y.
Aksan Kawanda, ST. MT
Ali Iskandar, ST. MT.
Donny B. Tampubolon, ST
- Secretariat : Josephine Aristiti Setyarini, ST. MT
Yunan Halim, ST. MT
Sugino

TABLE OF CONTENTS

| | |
|---|-----|
| Preface Committee Chairman | i |
| Message from President of Indonesian Society for Geotechnical Engineering (ISGE) | ii |
| Organizing Committee | iii |
| Table of Contents | v |

Keynote Speakers :

| | | |
|---|--|-------|
| 1 | General Presentation of Eurocode 7 on Geotechnical Design <i>Prof. Roger Frank (President of International Society for Soil Mechanics and Geotechnical Engineering – France)</i> | 1-10 |
| 2 | Cyclic Performance of Loose Sandy Ground with Nonplastic Silt and its Application to Seismic Performance-based Design <i>Prof. Ikuo Towhata (Vice President ISSMGE for Asia – Japan)</i> | 11-22 |
| 3 | Forensic Geotechnical Engineering Practice in Indonesia <i>Prof. Ir. Chaidir Anwar Makarim, MSE, Ph.D (UNTAR - Ketua Umum HATTI 1999-2003)</i> | 23-46 |
| 4 | Low improvement ratio deep soil mixing method and its case histories of reducing long term settlement <i>Mitsuo NOZU, Dr. Eng., P.E. (FUDO Construction - Japan)</i> | 47-54 |

Session I :

| | | |
|----|--|-------|
| 1. | Underwater Excavations and Underwater Concretings for Remedialing A Critical Instable Excavation and for Solving an Excavation with Excessive Inflowing Debit <i>Endra Susila, Andika Yudha Prayitno, Abdurrachman Husein, Suhermanto, Wirman Hidayat, Susilarto, Sahala Radjaguguk</i> | 55-64 |
| 2. | Construction of Kim Chuan Depot <i>Tiong Guan Ng, Indrayogan Yogarajah</i> | 65-72 |
| 3. | Analisis Deformasi Tanah Pada Struktur Dermaga Pile Supported Wharf Akibat Gempa Menggunakan Program Finite Difference Flac 2d (Studi | |

| | |
|---|-------|
| Kasus: Dermaga 1b Kalibaru, Jakarta) <i>Yuamar Imarrazan Basarah</i> | 73-80 |
| 4. Study of Building Structure Behavior on Acceleration Seismic Loading Using Soil Structure Interaction <i>Taufik Hidayat Linggadjaja</i> | 81-88 |
| 5. Studi Kasus Analisis Struktur Penahan Tanah Dengan Support Ground Anchor Pada Tanah Lunak : Plaxis-2D vs FREW Oasys <i>Budiantari Herdianti Laksita, Yunan Halim</i> | 89-96 |

Session II

| | |
|--|---------|
| 6. Analisis Pengaruh Injeksi Mikroorganisme Potensial Pada Parameter Kompresibilitas Tanah Gambut Kayu Agung Sumatera Selatan <i>Wiwik Rahayu, Puspita Lisdiyanti, Albert Wilson Pardamean</i> | 97-104 |
| 7. Konsep Desain Jalan Tambang <i>D. Djarwadi</i> | 105-112 |
| 8. Usulan Pedoman Perencanaan dan Pelaksanaan Perbaikan Tanah dengan Menggunakan Vertikal Drain <i>GOUWTjie-Liong</i> | 113-128 |

Session III

| | |
|---|---------|
| 9. Instrumented Bored Pile Socket Into Mudstone <i>Sindhu Rudijanto</i> | 129-134 |
| 10. Kajian Efek Desakan Tiang Pancang Terhadap Gerakan Turap Pada Tanah Lunak <i>Maryono, Paulus Pramono Rahardjo</i> | 135-140 |
| 11. Uji Beban Lateral Kelompok Tiang Beton Dengan <i>PileCap</i> Tipis Pada Tanah Lempung Lunak <i>Muhammad Firdaus, Hary Christady Hardiyatmo, Agus Darmawan Adi</i> | 141-148 |
| 12. Kasus Kegagalan Konstruksi Dinding Penahan Tanah Rumah Mewah Di Atas Tanah Lunak <i>Idrus Muhammad A, Djoko Soepriyono, Helmy Darjanto</i> | 149-156 |
| 13. Lateral Load Analysis of Suction Anchor in Marine Soft Clay Using 2D Plane Strain and Axisymmetric-Asymmetric FE Model <i>Andri Mulia, Reza Ismaniar, Paulinus Sitanggang</i> | 157-164 |

Session IV

| | |
|--|---------|
| 14. Vibro Replacement for Tank Storages at Karimun Island, Indonesia <i>Muhammad Dwi Pamudji, HendyWiyono, Leong Kam Weng</i> | 165-172 |
|--|---------|

| | |
|---|---------|
| 15. A Deformation Model of the Embankment dams of the Lusi Mud Volcano in Sidoarjo, East Java: A Case Study of Ground Subsidence Problems <i>Didi S. Agustawijaya, Sukandi, Buan Anshari</i> | 173-176 |
| 16. Rockfall Hazard Analysis on Sorowako – Malili Public Road KM. 020+200 to KM. 021+700 at East Luwu Regency, Province of South Sulawesi, Indonesia <i>Wiyatno Haryanto, Indra Thamrun</i> | 177-186 |
| 17. Resiko Hukum Yang Timbul Bagi Tenaga Ahli Jasa Konstruksi Terkait Perbuatan Melanggar Hukum di Tinjau Dari Aspek Hukum Perdata dan Aspek Hukum Pidana Umum/Korupsi <i>Djoko Soepriyono</i> | 187-192 |
| <u>Other Session</u> | |
| 18. Perbedaan Viskositas Menggunakan Alat Uji Geser Baling-Baling dan Flow Box Test untuk Transportasi Mudflow <i>Budijanto Widjaja, David Wibisono Setiabudi, Ivan Octora</i> | 193-198 |
| 19. Perubahan Nilai CBR Pada Kadar Air Optimum-Basah Campuran Tanah Lempung Dan Abu Terbang <i>Muhardi, Soewignjo Agus Nugroho, Puspa Ningrum</i> | 199-206 |
| 20. Karakteristik Kimia, Fisik dan Mekanik Abu Batu Bara (Abu Terbang dan Abu Dasar) <i>Muhardi, Syawal Satibi</i> | 207-216 |
| 21. Analisa Potensi Likuifaksi Berdasarkan Hasil Pengujian Piezoecone <i>Erza Rismantojo</i> | 217-222 |
| 22. Application of Wavelet Spectrogram Analysis of Surface Waves for Long-term Settlement Prediction <i>Sri Atmaja P. Rosyidi, Colin Peter Abbiss</i> | 223-230 |
| 23. Effect of Rainfall Intensity and Initial Matric Suction on the Stability of Residuals Soils Slope <i>Agus Setyo Muntohar, Muhammad Suradi, Andy Fourie</i> | 231-236 |
| 24. Regional and National Government Databases of Geotechnical Data and the Importance of a Standard Electronic Interchange Format <i>Philip M. Wade</i> | 237-242 |
| 25. Penambahan Pasir Dan Kadar Air Pada Sisi Basah Terhadap Nilai CBR Pada Tanah Lempung <i>Soewignjo Agus Nugroho, Ferry Fatmanta, Muhammad Iqbal</i> | 243-250 |
| 26. Advances in equipment and quality control for offshore and onshore Stone Columns and Vibro Compaction | 251-256 |

| | | |
|-----|---|---------|
| | <i>Wilhelm S. Degen</i> | |
| 27. | Unsaturated Shear Strength of Coarse Grained and Fine rained Tropical Residual Soil <i>Nurly Gofar, Lee Min Lee</i> | 257-262 |
| 28. | Approach Bridge Embankment retrofitted with Light Weight Materials to Performs its Stability <i>Munarto, Eddie Sunaryo</i> | 263-272 |
| 29. | Numerical Study on stability of Star Plate Anchor Embedded in Clay Soil <i>Waode Sumartini, Ardy Arsyad, Abdul Rahman Djamaluddin, Ahmad Bakri Muhiddin, Lawalenna Samang</i> | 273-278 |
| 30. | Unsaturated Soil Tests on Expansive Soils <i>Agus Setianto Samingan, Tom Schanz</i> | 279-290 |
| 31. | Perilaku Variasi Kadar Air Pada Tanah Ekspansif Serta Perannya Terhadap Nilai Faktor Adhesi dari Daya Dukung Terhadap Friksi Pada Pondasi Tiang <i>Indarto, Daniel Tjandra, R A A. Soemitro</i> | 291-296 |
| 32. | Predicting Residual Settlement Using Observational Methods <i>N. Yoga Wiradharma, Pebri Herry, Ghozalfan Farabi Basarah</i> | 297-300 |
| 33. | Analisis Stabilitas Gate Shaft Power Waterway Waduk Jatigede Sumedang Jawa Barat <i>Asep Ardianto, Sony Pramusandi, Bemby Sunaryo</i> | 301-308 |
| 34. | Story Index Dan Analisis Lanjutan Penyebab Kelongsoran Jalan Nasional Pada Lereng Pegunungan Medang Ruas Banda Aceh – Meulaboh Provinsi Aceh <i>Munirwansyah, Reza P. Munirwan</i> | 309-316 |
| 35. | Evaluasi Formula Penentuan Daya Dukung Aksial Tiang Pancang Tunggal Menggunakan Data CPT Berdasarkan Metode Langsung (<i>Direct Method</i>) <i>Anastasia Sri Lestari, Markus Kurniawan Aji, Aswin Lim, Vinsensius Viktor Limas</i> | 317-328 |
| 36. | Analisis Geoteknik Terowongan Pada Batuan Fractured Akibat Zona Geser <i>Bambang Aryanto Hutapea, Paulus P. Rahardjo, Rinda Karlinasari</i> | 329-336 |
| 37. | Studi Analisis Perilaku <i>Raft-Piled Foundation</i> Berdasarkan Metoda Elemen Hingga 3d Non Linier SAP2000 <i>Harpito, Abdul Hakam, Rina Yuliet</i> | 337-346 |
| 38. | Application of Controlled Modulus Columns TM (CMC) for Large Storage Tank in Indonesia <i>KM Abuhuroyroh, Olivier Bechet, Panji Utomo</i> | 347-354 |

39. Numerical prediction of Soil Modulus based on CBR Test
Suroso, A. Purwana Y.M, Surjandari N.S..... 355-360
40. Kajian Potensi Likuifaksi Pasca Gempa Dalam Rangka Mitigasi Bencana
Di Padang
Hendri Warman 361-370

Perilaku Variasi Kadar Air Pada Tanah Ekspansif Serta Perannya Terhadap Nilai Faktor Adhesi Dari Daya Dukung Terhadap Friksi Pada Pondasi Tiang

Indarto

Guru Besar FTSP-ITS

Daniel Tjandra

Mahasiswa program Doktor Bidang Keahlian Geoteknik Jurusan Teknik Sipil FTSP-ITS

R A A. Soemitro

Dosen tetap Jurusan Teknik Sipil FTSP-ITS

ABSTRAK: Pada zone aktif tanah ekspansif dapat mengalami fase dari keadaan cair sampai padat, atau sebaliknya. Keadaan ini akan berpengaruh terhadap daya dukung friksi pada tiang, serta seluruh parameter yang mempengaruhinya khususnya, nilai kohesi dan faktor adhesi dari tanah.

Dalam makalah ini dilakukan percobaan variasi kadar air serta akibatnya terhadap faktor adhesi tiang pada tanah ekspansif. Pengukuran faktor adhesi dilakukan baik dengan model di lapangan maupun model laboratorium, dengan menggunakan material tiang dari baja dan beton.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa pada kadar air jenuh nilai faktor adhesi α untuk tiang beton menunjukkan nilai yang relatif konstan (pada nilai sekitar 0,9), nilai ini kemudian menurun sedikit tajam (pada nilai sekitar 0,6) pada saat tanah memasuki *air entry value*, nilai ini kemudian naik kembali (pada nilai sekitar 0,8) pada kadar air setelah melampaui batas plastis, untuk seterusnya nilai ini terlihat konstan sampai pada kadar air batas susut. Disisi lain pada rentang yang sama dimana faktor adhesi pada tiang beton menunjukkan penurunan, faktor adhesi α pada bahan tiang baja justru meningkat tajam. Nilai ini kemudian turun kembali untuk berimpit dengan nilai faktor adhesi α dari tiang beton.

Kata kunci: variasi kadar air, tanah ekspansif, faktor adhesi.

1 PENDAHULUAN

Faktor adhesi merupakan parameter penting dalam menentukan daya dukung friksi tiang pancang atau tiang bor yang ditanamkan pada tanah kelepungan. Kesalahan dalam menentukan faktor adhesi dapat berakibat pada kesalahan perhitungan daya dukung selimut pada tiang.

Beberapa authors seperti American Petroleum Institute (1986), Tomlinson (1957), Peck (1958), Woodward (1961), Kerisel (1965), Dennis (1983) dan MacCharty (1988) memberikan nilai faktor adhesi α , yang umumnya ditampilkan dalam bentuk grafik hubungan atau fungsi dari *undrained shear strength*. Dalam penentuan *undrained shear strength*, kondisi tanah bisa jenuh atau tidak jenuh, yang mana tidak terlihat dalam grafik atau hubungan yang diusulkan para authors.

Disisi lain, besarnya nilai *undrained shear strength* dari tanah kelepungan akan sangat tergantung pada variasi kadar air yang terkandung didalamnya. Keberadaan air didalam tanah dapat mengakibatkan tanah tersebut dalam kondisi cair, plastis, semi

padat, atau padat, yang dibatasi dengan batas cair, batas plastis ataupun batas susut. Dimana dalam kondisi seperti itu tanah dapat mengalami fase jenuh, tidak jenuh atau kering sama sekali. Keadaan tanah kelepungan seperti ini akan berpengaruh terhadap nilai faktor adhesi.

Makalah ini mencoba untuk melihat kelakuan tanah ekspansif yang mengalami variasi kadar air serta perannya terhadap nilai faktor adhesi α , dari daya dukung akibat friksi pada pondasi tiang, yang merupakan model percobaan laboratorium

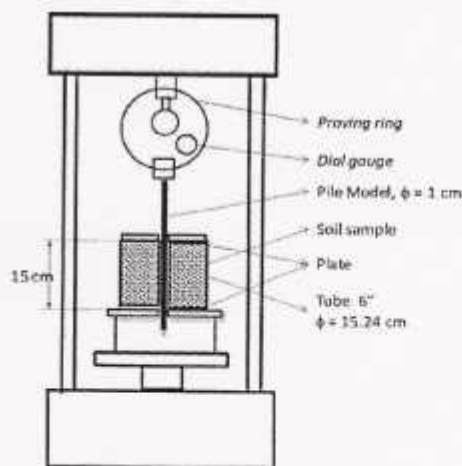
2 MATERIAL DAN METODE PERCOBAAN

Material utama yang digunakan dalam percobaan ini adalah tanah ekspansif dari daerah Citraland Surabaya Barat yang memiliki sifat-sifat fisik sebagai berikut:

| G_s | γ_D kN/m^3 | LL % | PL % | Clay % | Silt % |
|-------|------------------------|---------|---------|-----------|-----------|
| 2,65 | 12,5 | 109 | 30 | 76,8 | 23 |

Untuk melihat karakteristik global saat mengalami variasi kadar air maka pada tanah ekspansif ini dilakukan percobaan siklus pengeringan – pembasahan yang diambil dari Badawi dan Indarto (2010). Kondisi inisial dari karakteristik global ini merupakan pasta dengan kadar air 1,5 batas cair w_L . Karakteristik variasi kadar air global tanah ekspansif ini akan dibandingkan dengan variasi kadar air benda uji *undisturbed* tanah ekspansif Citraland.

Sedang untuk menentukan daya dukung friksi pada pondasi tiang dilakukan pada suatu model seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Model pembebanan tiang

Mengingat pemodelan ini hanya melihat daya dukung friksi maka bagian tengah dari dasar model dibuat berlubang.

Dalam pemodelan ini dilakukan dengan menggunakan tanah ekspansif dengan kadar air yang bervariasi untuk melihat bagaimana pengaruh variasi kadar air pada tanah ekspansif terhadap faktor adhesi tiang. Pengaruh variasi kadar air ini terhadap tanah ekspansif ini dilihat dalam dua material yang berbeda yaitu beton dan baja.

3 HASIL PERCOBAAN DAN DISKUSI

3.1 Karakteristik global tanah ekspansif yang mengalami variasi kadar air

Grafik pada Gambar 2 adalah hasil percobaan siklus pengeringan pembasahan global tanah ekspansif Citraland yang dihasilkan oleh Badawi dan Indarto (2010).

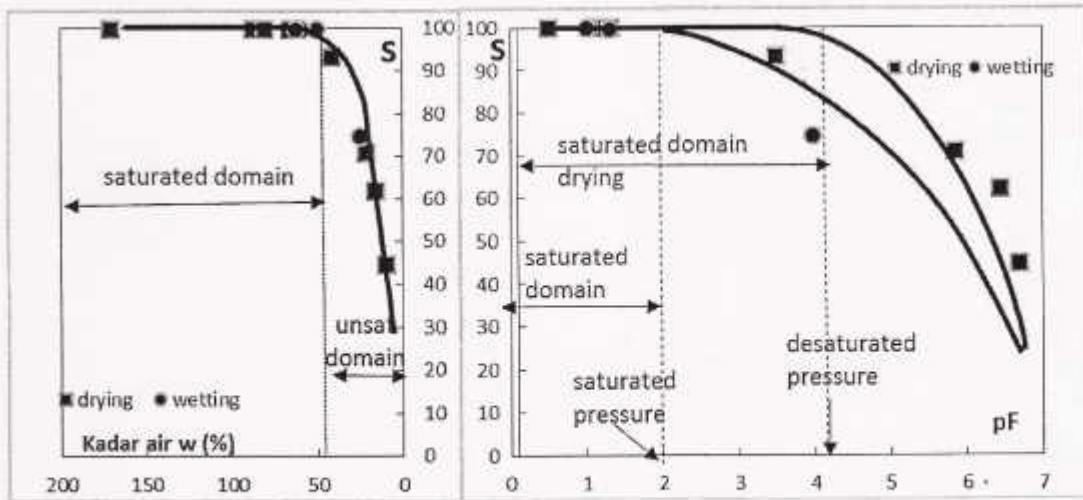
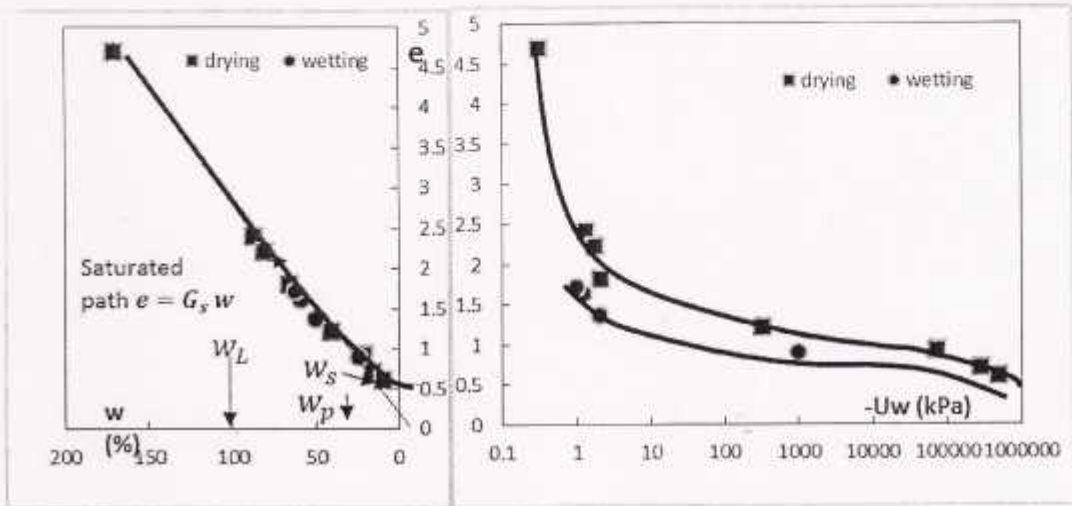
Model representasi seperti terlihat pada Gambar 2, pertama kali diusulkan oleh Biarez et al.(1988) yang bertujuan untuk melihat suatu karakteristik global suatu tanah dari keadaan cair ketika kemudian mengalami siklus pengeringan-pembasahan. Selama proses pengeringan dari keadaan cair tanah akan melewati batas cair, yang kemudian menjadi plastis, sehingga berubah keadaannya menjadi semi solid, yang selanjutnya melewati batas susut sehingga keadaan menjadi solid. Selama proses ini, maka derajat kejenuhan tanah berubah dari jenuh menjadi tidak jenuh.

Hasil percobaan yang ada direpresentasikan dalam bentuk 5 grafik. Parameter-parameter yang digunakan untuk melihat keadaan benda uji saat pengeringan-pembasahan adalah:

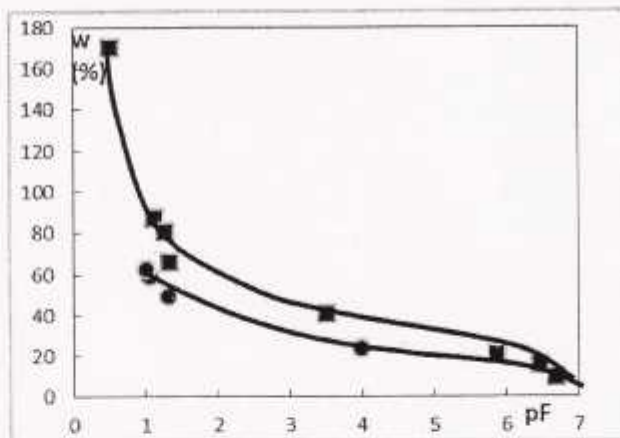
- kadar air w
- angka pori e
- derajat kejenuhan S_r

Zone jenuh suatu tanah ditandai dengan adanya hubungan linier $e = (\gamma/\gamma_{sd}) \cdot w$, dimana pada tanah ekspansif Citraland ini digambarkan dengan garis lurus dalam grafik hubungan antara $e-w$, pada Gambar 2. Pada garis lurus ini titik-titik baik pengeringan maupun pembasahan yang memiliki derajat kejenuhan 100 % akan berimpit pada garis ini. Bila titik dimana garis lurus tersebut mulai berubah menjadi garis lengkung, dihubungkan dengan ketiga grafik lainnya maka akan didapatkan, zone jenuh, zone tidak jenuh, dan juga *tegangan desaturasi* atau *pF desaturasi* pada siklus pengeringan yang dikenal dengan *Air Entry Value (AEV)*. Sedangkan pada siklus pembasahan sebaliknya bisa didapatkan *tegangan saturasi*, atau *pF saturasi*.

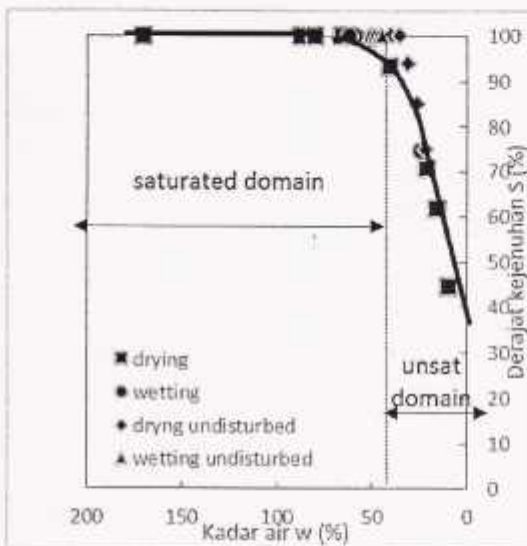
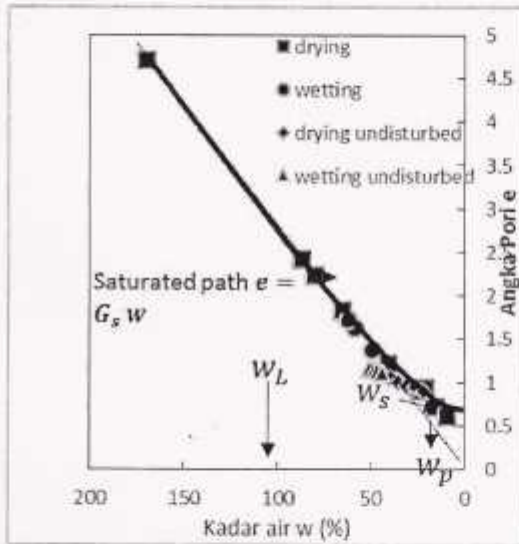
Hasil percobaan variasi kadar air dari material *undisturbed* yang digunakan sebagai dasar penentuan faktor adhesi, bila ditempatkan pada pada material global ini dapat dilihat pada grafik dari Gambar 3. Terlihat bahwa posisi titik-titik *undisturbed* pada representasi global terletak pada *state plastis* yang mendekati kearah *state solid*, dan berada dalam rentang jenuh, kemudian melewati transisi sampai pada kondisi tidak jenuh.



Gambar 2. Drying-wetting cycle tanah ekspansif Citraland remolded
 LL = 114 %
 PL = 32 %
 PI = 82 %
 Kondisi inisial $w = 1.5 w_L$



Pada Gambar 4 terlihat bahwa semakin berkurang derajat kejenuhan tanah ekspansif maka *undrained shear strength* nya semakin tinggi. Dalam grafik terlihat bahwa dalam kondisi jenuh tanah ekspansif masih memiliki *undrained shear strength* sampai sekitar 30 kPa.

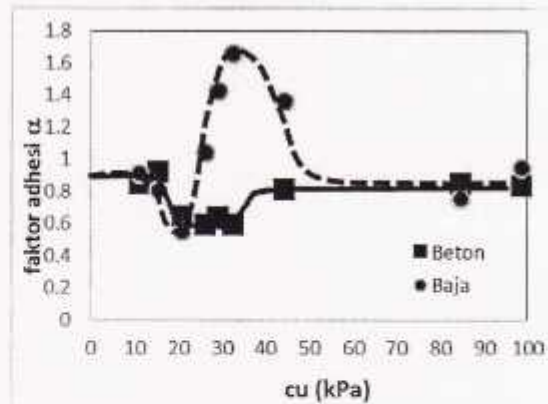


Gambar 3. Lokasi *drying-wetting undisturbed* pada representasi global.

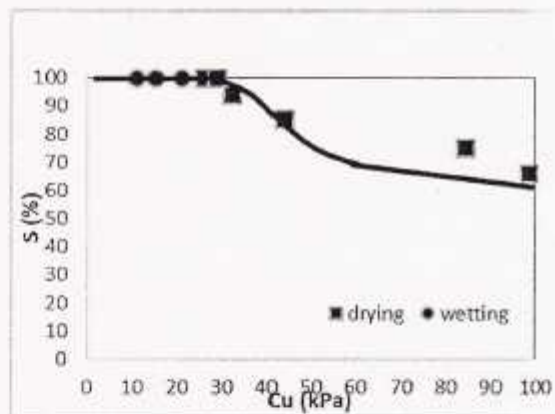
3.2 Pengaruh variasi kadar air terhadap faktor adhesi

Hasil percobaan faktor adhesi untuk baja dan beton dapat dilihat pada Gambar 4. Secara

umum, pada awalnya faktor adhesi untuk kedua material menunjukkan nilai yang sama khususnya saat kondisi jenuh, yaitu sekitar 0,9. Namun nilai tersebut kemudian berbeda pada saat kejenuhan tanah mengalami transisi antara keadaan jenuh menuju kondisi tidak jenuh. Pada fase ini nilai α untuk material beton awalnya menurun sampai sekitar 0,6, angka pada transisi derajat kejenuhan ini relatif konstan sampai pada nilai derajat kejenuhan sekitar 90 %. Nilai ini kemudian meningkat sampai pada suatu nilai $\alpha = 0,8$ seiring dengan menurunnya nilai derajat kejenuhan. Nilai ini tetap konstan meski nilai derajat kejenuhan terus menurun.



(a)



(b)

Gambar 4. (a): Hubungan faktor adhesi pondasi tiang baja dan beton dengan *undrained shear strength* (b): Hubungan *undrained shear strength* dengan derajat kejenuhan

Pada material baja pada fase transisi derajat kejenuhan dari jenuh ke tidak jenuh, nilai α meningkat signifikan secara progresif sampai pada suatu nilai α sekitar 1,7. Setelah sampai pada nilai ini angka ini kemudian menurun secara progresif seiring dengan menurunnya derajat kejenuhan kemudian menyatu kembali dengan faktor adhesi untuk material beton pada nilai $\alpha = 0,8$. Nilai tersebut tetap konstant sebagaimana material beton meski nilai derajat kejenuhan terus berkurang.

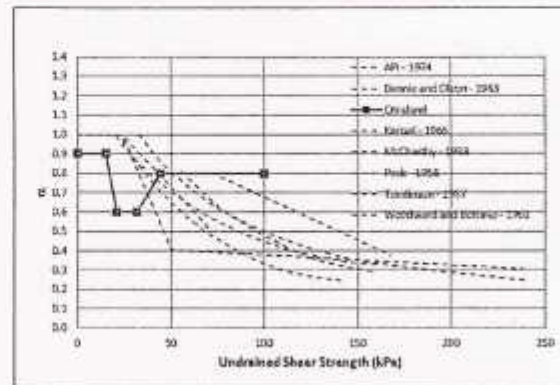
Nilai faktor adhesi material tanah dan baja yang lebih tinggi dari nilai faktor adhesi antara tanah dan beton ini bertentangan dengan pemahaman fisika dan penelitian sebelumnya sebagaimana diungkapkan oleh Tan (2008) dan Tiwari (2010), yang menyatakan bahwa kekasaran dari permukaan material mempengaruhi tahanan friksi antara tanah dan material. Material beton yang memiliki tingkat kekasaran yang lebih tinggi seharusnya memiliki kekasaran permukaan yang lebih tinggi sehingga memiliki nilai faktor adhesi yang lebih tinggi.

Hasil nilai faktor adhesi yang berbeda dari fakta yang seharusnya ini sebenarnya sesuai dengan apa yang dikemukakan Signor (2012). Pada penelitian ini, tahanan friksi baja lebih tinggi 42 % dibanding dengan tahanan friksi beton. Signor (2012) menyebutkan bahwa kapasitas dukung friksi dari baja lebih tinggi 33 % sampai 50 % dari kapasitas dukung friksi beton sebagai sesuatu yang tidak biasa dari sifat baja pada umumnya, mengingat bahwa sifat beton memiliki kekasaran yang lebih besar dibanding dengan dengan baja.

Nilai faktor adhesi baja yang lebih tinggi ini tidak cukup bila dilihat hanya dari kekasaran permukaan, namun harus dimengerti juga dari kelakuan dari tanah ekspansif itu sendiri. Pertama, tanah ekspansif yang ada memiliki sifat plastisitas yang tinggi, dimana sifat plastisitas yang tinggi ini sangat mempengaruhi tingkat kerekatan dari tanah. Harus diingat bahwa pada percobaan ini state tanah adalah dari kondisi plastis ke kondisi solid. Pengurangan air dari kondisi jenuh ke kondisi transisi sampai kondisi tidak jenuh akan mengubah tingkat kepekatkan dari tanah tersebut. Sangat mungkin faktor adhesi yang tinggi terjadi saat kepekatkan tanah ekspansif ini mendekati kepekatkan semacam bahan semen sehingga memiliki adhesi yang kuat dengan baja.

Hal kedua yang mungkin harus diperhitungkan adalah bahwa tanah ekspansif merupakan tanah *unsaturated*, dimana tegangan air pori yang dimiliki adalah tegangan air pori negatif yang berpotensi menambah tegangan efektif sehingga kerekatan tanah dengan material baja bertambah kuat, khususnya pada kondisi yang jenuh atau pseudo jenuh.

Perbandingan faktor adhesi tanah kelempungan beberapa authors dengan faktor adhesi tanah ekspansif Citraland dapat dilihat pada Gambar 5. Pada *undrained shear strength* kurang dari 50 kPa nilai faktor adhesi tanah ekspansif Citraland umumnya menunjukkan nilai yang lebih kecil dari faktor adhesi tanah kelempungan yang ada, sebaliknya saat *undrained shear strength* mendekati nilai 50 kPa sampai 100 kPa, faktor adhesi tanah ekspansif Citraland memiliki kecenderungan lebih tinggi dibanding dengan faktor adhesi tanah kelempungan yang lain.



Gambar 5. Perbandingan grafik faktor adhesi tanah ekspansif Citraland dengan faktor adhesi tanah kelempungan dari beberapa authors.

Belajar dari fenomena tanah ekspansif Citraland, nilai faktor adhesi selain dipengaruhi oleh *undrained shear strength* juga sangat dipengaruhi beberapa faktor kelakuan tanah ketika mengalami variasi kadar air seperti plastisitas, tingkat derajat kejenuhan suatu tanah dan kekasaran material tiang. Dengan demikian untuk mendapat nilai faktor adhesi secara tepat harus diperhatikan sifat-sifat tanah secara hati-hati.

4 KESIMPULAN

Dari studi mengenai variasi kadar air tanah ekspansif Citraland maka dapat disimpulkan bahwa:

- Dengan melakukan representasi global variasi kadar air, maka dapat ditentukan beberapa hal penting bagi tanah kelepungan seperti: batas susut, *air entry value*, zone jenuh dan tidak jenuh.
- Faktor adhesi tanah kelepungan, khususnya tanah ekspansif Citraland sangat dipengaruhi plastisitas, tingkat kejenuhan dan juga kekasaran material tiang yang digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Badawi, B. & Indarto. 2010. Behaviour of expansive undisturbed and remolded soil under drying wetting cycles. *Seminar Nasional VI 2010 Teknik Sipil ITS*: 105-112
- Biarez, J., Fleureau J.M, Zerhouni.M., Soepandji.B.S 1988. Variations de volume des sols argileux lors de cycles de drainage-humidification. *Revue Frangaise de Geotechnique*, No.41, pp 63-71.
- Indarto 2012. Kelakuan tanah ekspansif serta akibatnya pada bangunan dan jalan sederhana. *ITS press* 2012 . pp 15-23
- Signor Clayton A. 2012. Driven Pile in Central Texas Expansive Soils. *Proceeding of the 37th Annual Conference on Deep Foundation Houston, TX, USA, Oktober 17 2012*: 21-30.
- Tan W.H, Lee C.Y., Sivadas T., 2008. Behaviour of clay-steel interfaces. *International conference on construction and building technology*.: 11-20.
- Tiwari B.,Ajmera B.,Kaya G. 2010. Shear strength reduction at soil structure interface. *GeoFlorida 2010: Advance in Analysis,Modelling & Design*, No.41 :1747-1756.
- Tjandra D.,Indarto, R.A.A. Soemitro 2013 The effects of water content variation on adhesion factor of pile foundation in expansive soil. *Civil Engineering Dimension Journal* Vol. 13 No.2, pp 114-119
- Tomlinson M.J. 1994. Pile design and construction practice *London:E& FN* pp 108-109
- Tomlinson M.J. 2001. Foundation design and construction. Prentice Hall pp 292-293