

UJI MODEL KAPASITAS TARIK ANGKUR TANAH TYPE LIPAT (*FOLDING TYPE*) PADA TANAH KOHESIF

Muhammad Idhil Maming^{1,a}, A.Rachman Djameluddin², Tri Harianto³, dan
Achmad Bakri Muhiddin⁴

¹ Mahasiswa Program Doktor Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin, Jalan Poros Malino, Km-6 Gowa, Telp. 082194758779, corresponding author. Email: idhil.m@gmail.com

² Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin, Jalan Poros Malino, Km-6 Gowa, Telp. 081355547979, Email: jamaluddinabdurrahman@yahoo.co.id

³ Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin, Jalan Poros Malino, Km-6 Gowa, Telp. 081338607292, Email: triharianto@hotmail.com

⁴ Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin, Jalan Poros Malino, Km-6 Gowa, Telp. 082187423294, Email: achmad_muhiddin@yahoo.com

ABSTRAK

Angkur Tanah (*ground anchor*) digunakan untuk menahan tegangan tarik akibat adanya pembebanan baik itu beban alami tanah maupun akibat beban luar dan meneruskan gaya kedalam tanah. Angkur tanah umumnya digunakan pada struktur penahan gaya tarik/tarik dan gaya lateral seperti pada struktur dinding, fondasi, menara transmisi, turap, dermaga terapung, mooring dolphin dan bangunan lepas pantai.

Berbagai tipe angkur tanah telah banyak digunakan seperti *drag*, *helical*, pelat berbentuk lingkaran, bujur sangkar dan persegi. Khusus untuk penggunaan angkur pelat yang masif terdapat kesulitan dalam pemasangannya, karena harus digali terlebih dahulu sebelum dipasang. Hal ini menjadi tantangan dalam ilmu rekayasa, terutama pada kondisi tanah kohesif (tanah lunak). Dengan pertimbangan tersebut diperlukan inovasi baru untuk mengembangkan model angkur yang lebih mudah dalam pemasangan namun tetap memiliki kapasitas tarik cukup besar.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kapasitas tarik dengan menggunakan angkur tanah type lipat (*folding type*) yang diharapkan dapat mengatasi permasalahan bangunan pada tanah kohesif. Pengujian yang dilakukan adalah uji kapasitas tarik angkur dengan variasi kepadatan dan luasan elemen angkur pada kondisi tanah lunak (*soft*, $q_c=14-40$ kg/cm²), agar didapatkan besaran gaya tarik angkur yang akan direncanakan. Kinerja angkur tanah type lipat ini didasarkan pada kapasitas tarik dan kedalaman angkur.

Hasil yang diharapkan adalah temuan angkur tanah type lipat (*folding type*) dengan kapasitas tarik besar yang mampu memberikan perkuatan bangunan pada kondisi tanah kohesif (tanah lunak).

Kata kunci : kapasitas tarik, angkur tanah type lipat, tanah kohesif

PENDAHULUAN

Indonesia sebagai negara maritim mempunyai lebih dari 3.700 pulau berpenghuni dan garis pantai sepanjang 80000 km. Wilayah pantai pada umumnya digunakan oleh penduduk untuk melakukan berbagai aktivitas untuk memenuhi kebutuhannya seperti sebagai kawasan industri, pelabuhan, aktivitas perikanan, pertanian, kawasan pemerintahan dan kawasan pariwisata, maka dibutuhkan berbagai prasarana dan sarana yang akan dibangun sepanjang pesisir pantai.

Di beberapa wilayah pantai di Indonesia, banyak dijumpai deposit tanah lunak (*soft soil*) baik di daerah pantai, perairan lepas pantai, dan daratan. Khusus untuk bangunan di daerah pantai (*shore*) dan lepas pantai (*offshore*) banyak aktifitas yang terkait dengan pemanfaatan sumber daya, harus membangun infrastruktur seperti *floating doc*, *mooring dolphin*, *floating break water*, anjungan

lepas pantai terapung, bagang, rumah terapung, rumpon dan sebagainya. Semua bangunan tersebut memerlukan solusi untuk menjaga stabilitas bangunan yang akan dibangun, baik bangunan sementara maupun permanen. Persoalan utama yang dihadapi untuk bangunan dipantai atau lepas pantai adalah masalah kestabilan struktur akibat pergerakan air laut baik secara vertikal akibat pasang surut maupun pergerakan horizontal akibat arus, angin dan gelombang. Untuk menjaga kestabilan akibat pergerakan vertikal gaya apung (*uplift*) maka diperlukan suatu struktur penahan yang dikenal dengan angkur (*anchors*).

Struktur yang menggunakan angkur tanah telah banyak dikembangkan untuk berbagai keperluan seperti pada perkuatan lereng, dinding penahan tanah (turap), stabilitas terowongan, pondasi menara transmisi untuk menahan gaya tarik, guling dan sebagainya. Terdapat banyak tipe angkur yang telah dikembangkan untuk berbagai keperluan tergantung kepada besar dan tipe beban, tipe struktur, dan kondisi lapisan tanah setempat dan sebagainya. Penelitian tentang penggunaan angkur telah banyak dilakukan sebelumnya. Studi tentang kapasitas batas tarik/tarik angkur tanah telah dilakukan oleh R.S. Merifield and S.W. Sloan (2006) dan Djamaluddin, R (2003). Hasil penelitian yang lainnya berusaha untuk memahami perilaku dari angkur pada tanah kohesif dan nonkohesif baik akibat beban statis maupun siklik/dinamis.

Pengembangan bentuk dan model angkur yang memiliki kemudahan dalam pemasangan dengan kapasitas dukung yang besar perlu dikembangkan. Khusus untuk penggunaan angkur pada tanah kohesif (*cohesive soil*) yang memiliki ketebalan yang besar, memungkinkan untuk dilakukan inovasi dengan menggunakan angkur tanah type lipat (*folding type*). Penggunaan angkur type lipat pada tanah kohesif dengan asumsi elemen angkur akan dimekarkan pada saat posisi elemen sudah mencapai kedalaman yang telah ditentukan. Sebagai tahap awal pengembangan angkur type lipat ini, maka akan dilakukan suatu rangkaian tes terhadap variasi kepadatan pada kondisi tanah lunak (*soft*, $q_c=14-40 \text{ kg/cm}^2$), dan variasi luasan elemen angkur. Untuk mendapatkan berapa besar gaya tarik maksimum, maka perlu diteliti kapasitas tarik angkur (*tensile capacity*) terhadap kedalaman, pada kondisi kepadatan tanah tertentu dan variasi luasan elemen angkur, agar didapatkan besaran gaya tarik angkur yang akan direncanakan.

Sebagai dasar pertimbangan teori penelitian dilaboratorium, maka peneliti mengambil tema **Uji Model Kapasitas Tarik Angkur Tanah Type Lipat (*Folding Type*) pada Tanah Kohesif.**

LANDASAN TEORI

Isu Stretegis Problema Tanah Kohesif

Tanah lempung atau sering disebut sebagai tanah kohesif, pada keadaan kering sangat keras seakan-akan tidak compressible (dapat memadat), akan tetapi jika tanah lempung ini jenuh air misalnya saat terkena air hujan, tanah lempung ini akan menjadi sangat lunak dan bersifat compressible. Tanah dengan sifat yang seperti ini dapat menyebabkan kerusakan pada bangunan yaitu retaknya dinding, terangkatnya pondasi, jalan-jalan yang bergelombang dan masih banyak kerusakan yang ditimbulkan.

Untuk berbagai keperluan seperti pada perkuatan lereng, dinding penahan tanah (turap), stabilitas terowongan, pondasi menara transmisi untuk menahan gaya tarik, guling dan sebagainya.

Menurut Mayerhof dan Peck, tanah kohesif (tanah lunak) mempunyai nilai kepadatan (q_c) 14 kg/cm^2 sampai 40 kg/cm^2 . Pada Tabel.1, menjelaskan hubungan antara kepadatan relative, sudut geser, Nilai N-SPT dan Nilai Konus (q_c).

Tabel 1. Hubungan antara Kecepatan Relative, Sudut Geser, Nilai N-SPT dan Nilai Konus menurut Mayerhoff dan Peck

Nilai		Kecepatan Relatif		Sudut Geser Dalam	
qc	N SPT			Mayerhoff	Peck
<14	0 – 4	Sangat Lepas	0,0 – 0,2	<30	<28,5
14 – 40	4 – 10	Lepas	0,2 – 0,4	30 – 35	28,5 – 30
40 – 120	10 – 30	Sedang	0,4 – 0,6	35 – 40	30 – 36
120 – 200	30 – 50	Padat	0,6 – 0,8	40 – 45	36 – 41
>200	>50	Sangat Padat	0,8 – 1,0	> 45	>41

Tanah kohesif terdiri dari tanah yang sebagian besar berbutir sangat kecil seperti lempung atau lanau. Sifat lapisan tanah lempung lunak adalah gaya gesernya yang kecil, kemampatan yang besar, koefisien permeabilitas yang kecil dan mempunyai daya dukung rendah dibandingkan tanah lempung lainnya. Tanah-tanah lempung lunak secara umum mempunyai sifat-sifat :

- Kuat geser tanah yang rendah.
- Berkurang kuat geser apabila kadar air bertambah.
- Berkurang kuat geser apabila struktur tanahnya terganggu.
- Bila basah, bersifat plastis dan mudah mampat.
- Menyusut bila kering dan mengembang bila basah
- Kompabilitasnya besar.
- Berubah volumenya dengan bertambahnya waktu akibat rangkai pada beban yang konstan.
- Merupakan material kedap air.

Untuk mengantisipasi kerusakan pondasi bangunan, dinding penahan (turap) pada tanah kohesif, maka perlu dilakukan perkuatan tanah. Salah satu metode perkuatan tanah pada pondasi dan turap yaitu dengan menggunakan angkur tanah untuk menahan gaya tarik dan gaya guling.

Kapasitas Tarik Angkur

Kapasitas tarik dari model angkur tanah bentuk lipat (*folding type*) pada tanah kohesif yang merupakan modifikasi dari angkur pelat bentuk lingkaran masif dengan melakukan serangkaian uji model di laboratorium. Model angkur bentuk lipat yang dipilih terdiri dari, 4 (empat) daun.

Studi tentang variasi tipe angkur dan kesesuaian di lapangan telah dilakukan oleh Datta et al, 1989 [2], kapasitas tarik angkur pelat bentuk bintang pada tanah kohesif terkompaksi, oleh Abdul Rachman Djamiluddin, 2013 [13], menganalisis kapasitas tarik (*pullout capacity*) dari model angkur bentuk bintang yang merupakan modifikasi dari angkur pelat bentuk lingkaran masif dengan melakukan serangkaian uji model di laboratorium.

Pemodelan uji tarik angkur dengan menggunakan box uji kolom test dengan memberi variasi kepadatan dengan tujuan mengamati kuat tarik angkur. Sejumlah hasil tes di laboratorium dan tes lapangan yang dipublikasikan untuk menentukan kapasitas tarik dari angkur pelat untuk kondisi jangka pendek yang ditanam di dalam tanah lunak dirangkum oleh Das (1990) dimana persamaan untuk menentukan kapasitas jangka pendek pelat angkur sebagai berikut :

$$Q_u = Q_o + W_a + F_s \quad (1)$$

dengan : Q_u = Kapasitas tarik kotor dari angkur, Q_o = Kapasitas tarik bersih, W_a = berat efektif dari pelat jangkar dan F_s = mud suction force yang merupakan fungsi dari C_u dan k .

Harga Q_o menurut Vasic (1971)

$$Q_o = A (\gamma H + F_c \cdot C_u) \quad (2)$$

dengan : A = Luas dari pelat ankur, γ = Berat volume tanah jenuh, F_c = Break out factor dan C_u = Kohesi tak teralirkan

Selanjutnya F_c merupakan fungsi dari C_u dan rasio penanaman ankur. Merujuk kepada Das (1990):

$$F_c = n(H/D) \leq F^*c = 9 \quad (3)$$

nilai n berkisar antara 2 – 5,9 tergantung kepada nilai c_u

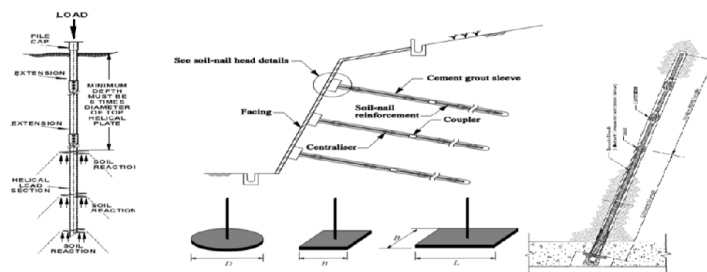
Untuk setiap model ankur dibenamkan dengan kedalaman 120 cm dengan variasi kepadatan $q_c=15 - 30 \text{ kg/cm}^2$, $q_c= 30-40 \text{ kg/cm}^2$. Kepadatan di bak uji kolom test diukur dengan menggunakan Hand Penetrometer. Setelah itu didiamkan kemudia di tes. Tes tarik dilakukan menggunakan alat dengan diagram skema alat tes tarik seperti pada gambar 6.

Setelah diamati lalu dianalisa kapasitas tarikt untuk semua model ankur yang diuji. Hasilnya dapat ditentukan dari perilaku hubungan beban dengan deformasi tarik selama pengujian.

Landasan Teori Angkur Tanah

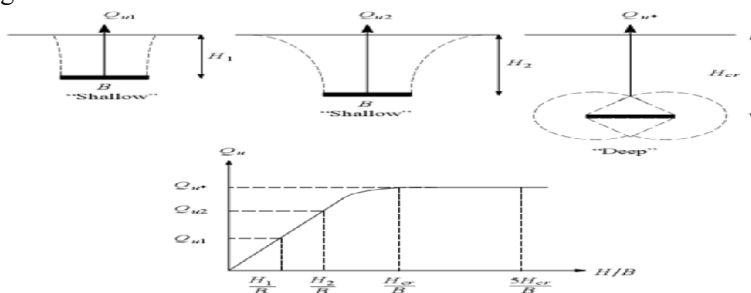
Angkur tanah adalah merupakan suatu jenis pondasi yang cukup tipis/kecil yang didisain dan dikonstruksi khusus untuk menahan gaya tarik/tarik atau menahan gaya guling dari berbagai struktur. Variasi dari berbagai macam ankur digunakan dalam bangunan sipil seperti ankur tanah yang dikombinasikan dengan *grouting*, *helical system*, *plate*, *Soil Hook System (SHS)*, tiang pancang, drag anchor dan sebagainya.

Pada umumnya, jangkat tanah digunakan untuk menyalurkan gaya dari struktur kedalam tanah. Gambar 1 memperlihatkan tipe-tipe dari ankur tanah yang lazim digunakan dalam praktek.



Gambar 1. Tipe ankur tanah Sumber: Hamed Niroumand et al (2010)

Pada umumnya, ankur tanah digunakan untuk menyalurkan gaya dari struktur kedalam tanah. Angkur dapat diklasifikasi apakah dangkal atau dalam tergantung kepada mekanisme keruntuhan tanah disekitar ankur yang tertanam dalam tanah. Angkur dangkal akan terlihat keruntuhan tanah sampai dipermukaan sedang ankur dalam keruntuhan tanah berlokasi disekeliling pelat ankur. Dalam beberapa kasus mekanisme keruntuhan tanah belumlah nampak dengan sangat jelas. Pada Gambar 2 terlihat bagaimana mekanisme keruntuhan tanah disekitar berbagai kedalaman penanaman ankur.



Gambar 2. Klasifikasi ankur pelat berdasarkan mekanisme keruntuhan Sumber: R.S. Merrifield et al (2003)

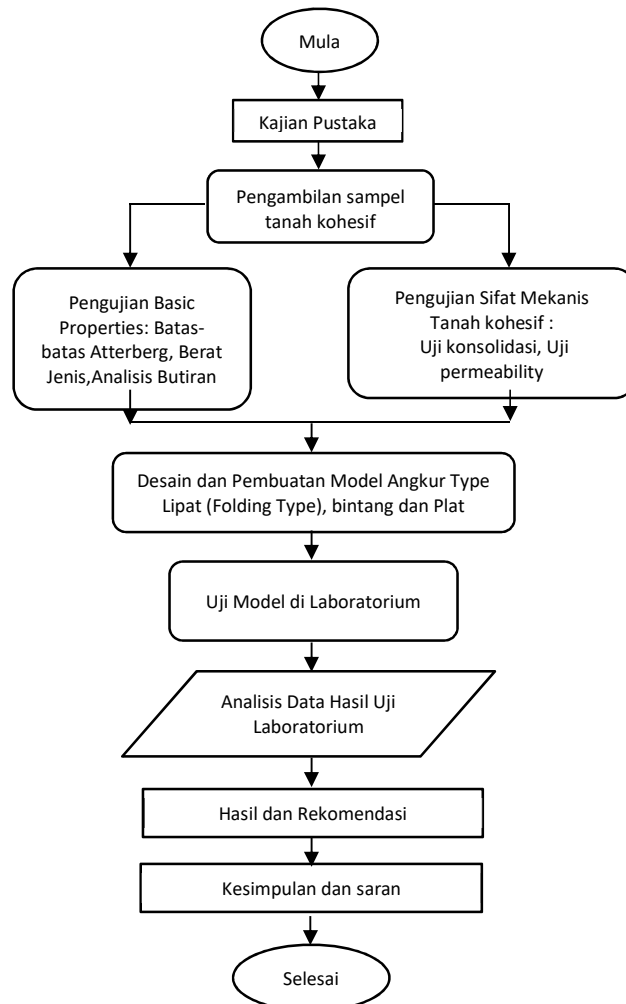
Penelitian sebelumnya

Sejumlah pendekatan untuk mengestimasi kapasitas uplift dari pelat angkur dapat dikategorikan atas: pendekatan teoritis, pendekatan numerik, tes model dan pengujian skala penuh di lapangan. Meskipun pada dasarnya tes model di laboratorium harus didukung oleh pengetestan dengan skala penuh di lapangan. Uji laboratorium plat angkur dengan media tanah lempung dengan variasi konsistensi telah dilakukan oleh Adam dan Hayes (1967), Mayerhofs dan Adams (1968), Nhiem (1975), Davie dan Sutherland (1977), Byrne dan Finn (1978), Das (1978), Baba dkk (1989), Das dkk (1994) Singh (1998), dan Singh S.P dan S.V. Ramaswamy (2007). Hampir semua investigasi tentang kapasitas *uplift* dari pelat angkur diperoleh dari test dengan tegangan yang di kontrol atau regangan yang dikontrol dengan kecepatan pembebanan yang tetap. Pada umumnya tes dilakukan terhadap angkur pelat berbentuk lingkaran, bujur sangkar, atau empat persegi.

METODOLOGI PENELITIAN

Urutan Penelitian

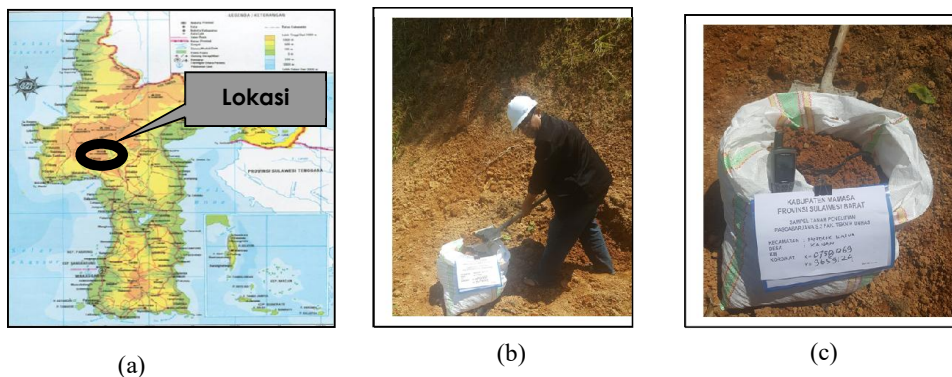
Berdasarkan latar belakang, rumusan masalah dan tujuan penelitian maka untuk mencapai tujuan penelitian maka disusun bagan alir penelitian seperti pada gambar 3 berikut dapun bagan alur penelitian sebagai berikut :



Gambar 3. Bagan Alir Proses Penelitian

Pengambilan Sampel.

Pada Gambar 4. Menunjukkan lokasi dan cara pengambilan sampel di lapangan. Gambar 4.a Lokasi Pengambilan Sampel di kabupaten Mamasa, Provinsi Sulawesi Barat. Gambar 4.b. Cara pengambilan sampel tanah terganggu dilakukan secara konvensional menggunakan linggis, dan sekop. Gambar 4.c Penempatan sampel dalam karung dan dibungkus dengan plastik untuk menjaga kondisi kadar air asli.



Gambar 4. (a) Lokasi Pengambilan Sampel, (b) Peta Lokasi Pengambilan Sampel, (c) Penempatan Sampel Longsor Lereng, (c) Sampel tanah terganggu dimasukkan kedalam Karung Plastik.

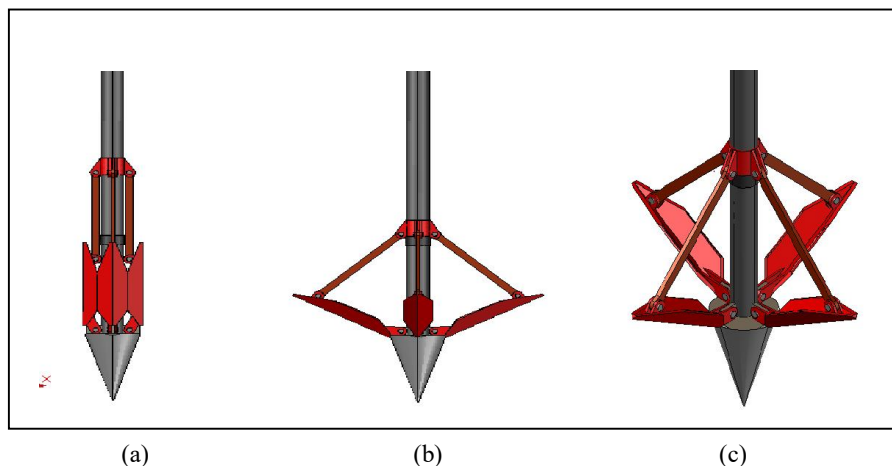
Rancangan Uji Model Penelitian

Pengujian karakteristik dan mekanis tanah

Penelitian ini diawali dengan pengujian dasar karakteristik tanah dan mekanis untuk menentukan klasifikasi dasar tanah objek penelitian. Pengujian yang dilakukan diantaranya ; Analisis Saringan (D-136-06), Berat Jenis (D-126), Batas cair (D-423-66), Batas plastis (D-424-74) Indeks plastis (D-424-74), Kuat tekan bebas (D-633-1994), Konsolidasi konvensional (D – 231-1994), Permeability (D – 135-1994).

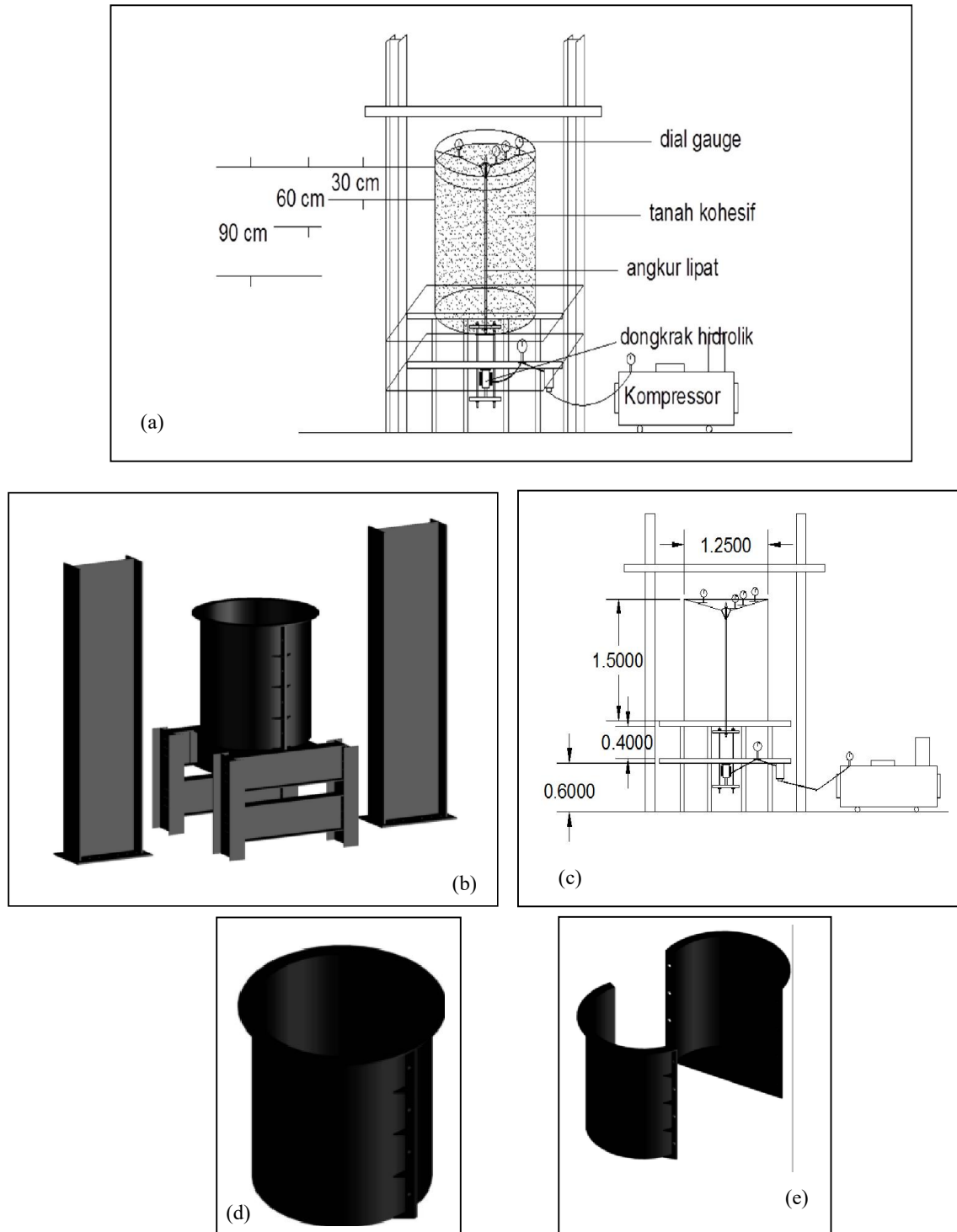
Rancangan uji model fisik

Uji model fisik di lakukan di laboratorium Mekanika Tanah Departemen Teknik sipil Universitas Hasanuddin Kabupaten Gowa, seperti diperlihatkan dalam gambar 5 dan 6.



Gambar 5. Rencana Bentuk Angkur Tanah Type Lipat, (a) Kondisi Angkur Terlipat, (b) Tampak Depan Angkur Kondisi Terbuka, (c). Gambar Tiga Dimensi Angkur Kondisi Terbuka

Kolom Test yang akan diisi tanah lempung lunak dimana angkur tanah lipat akan di uji, seperti diperlihatkan pada gambar. 6



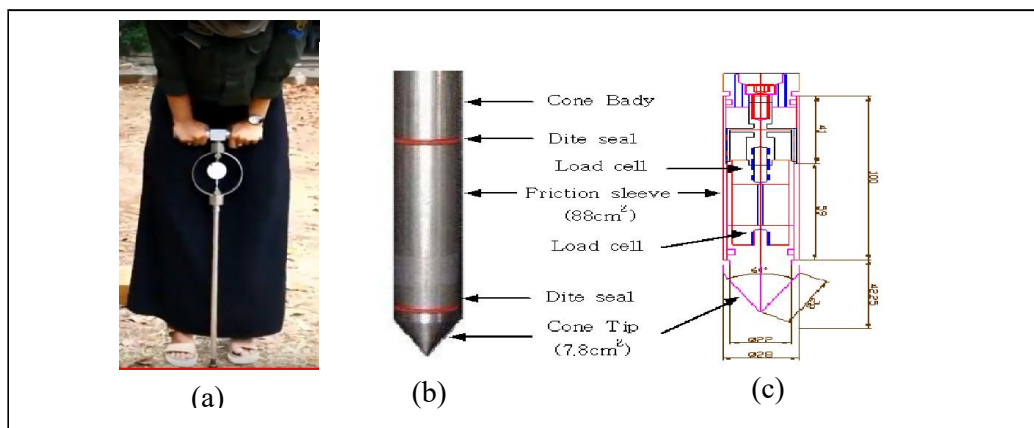
Gambar 6. Model Uji Kolom Test, (a) Variasi Kedalaman Angkur, (b) Perangkat Kolom Test, (c) Ukuran Perangkat Kolom Test (d) Kolom Test dalam tiga Dimensi, (e) Kolom test dalam keadaan terbuka

Untuk menguji dengan cepat kadar air dalam kolom test, maka digunakan alat Moisture Meter Digital, seperti diperlihatkan pada gambar. 7



Gambar 7. Moisture Meter Digital

Untuk menguji kepadatan tanah (q_c) dalam kolom test, maka digunakan alat uji Hand Penetrometer, seperti diperlihatkan pada gambar. 8



Gambar 8. Alat Uji Hand Penetrometer, (a) cara menggunakan hand Penetrometer, (b) bentuk Konis, (c) Dimensi Konis

Analisis Data Hasil Uji Laboratorium

Pengujian karakteristik basic propertis tanah sebagai dasar untuk menentukan sampel yang akan diuji masuk dalam kategori tanah kohesif, yang meliputi pemeriksaan distribusi ukuran butir, Batas-batas Atterberg, berat volume, *specific gravity*, kadar air, kepadatan maksimum dan kadar air optimum. Pemadatan dilakukan di dalam box kolom test setiap 30 cm dan setiap lapisan mempunyai kepadatan dan sifat fisis yang dan diberi pewarna antara untuk menganalisa model keruntuhan tanah saat selesai uji tarik. Tebal tanah dalam box uji direncanakan setebal 120 cm.

Penarikan beban dilakukan secara kontinyu hingga terjadi keruntuhan tarik yang ditandai dengan berhentinya gaya tarik atau jika deformasi tarik sudah besar meski belum runtuh. Selama proses mengujian tarik dapat terekam kurva gaya tarik vs deformasi tarik. Dari hasil uji tarik model angkur dapat diketahui kapasitas masing-masing luasan elemen angkur. Untuk mengetahui model keruntuhan tanah maka pada permukaan tanah disekitar model elemen angkur akan dipasang dial gauge untuk mengetahui deformasi tanah yang terjadi selama penarikan beban.

Untuk setiap ukuran model angkur dibenamkan dengan kedalaman 120 cm dengan variasi kepadata $q_c=15 - 30 \text{ kg/cm}^2$, $q_c= 30-40 \text{ kg/cm}^2$. Kepadatan di bak uji kolom test diukur dengan

menggunakan Hand Penetrometer. Setelah itu didiamkan kemudia di tes. Tes tarik dilakukan menggunakan alat dengan diagram skema alat tes tarik seperti pada gambar 6.

Setelah diamati lalu dianalisa kapasitas tarik untuk semua luasan elemen ankur yang diuji. Hasilnya dapat ditentukan dari perilaku hubungan beban dengan deformasi tarik selama pengujian.

Validasi data

Validasi data dilakukan dengan pengujian ankur type lipat (*Folding Type*) dengan skala 1 : 1 di lokasi di samping gedung laboratorium mekanika tanah, jurusan sipil, fakultas Teknik Gowa Unhas.

HASIL DAN REKOMENDASI

Berdasarkan kapasitas tarik untuk setiap model elemen ankur dengan beberapa variasi model luasan elemen dan kedalaman penanaman yang dirangkum, maka didapatkan hasil dan rekomendasi kapasitas tarik maksimum untuk kondisi tertentu pada ankur lipat.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dengan hasil uji model di laboratorium akan didapatkan kesimpulan dan saran yang menunjukkan kemungkinan menciptakan model ankur tipe lipat yang memiliki kapasitas besar dan memungkinkan lebih mudah dalam pemasangan di lapangan dengan sedikit modifikasi sehingga dapat dikembangkan pada kedalaman yang diinginkan terutama pada lapisan tanah lunak.

VARIABEL PENELITIAN

Parameter pengujian model fisik untuk mengukur kapasitas tarik ankur lipat. Variabel kapasitas tarik adalah jumlah dari kapasitas tarik bersih (Q_0), berat efektif dari pelat jangkar (W_a), dan mud suction force (F_s)

HASIL YANG DIHARAPKAN

Hasil yang diharapkan dari penelitian ini; adalah :

1. Menghasilkan besaran kapasitas tarik ankur (*tensile capacity*) dengan variasi kedalaman dan pemadatan
2. Dapat mengatasi longsoran lereng yang bertanah kohesif.
3. Menemukan bentuk (model) ankur tanah type lipat (*folding type*) dengan kapasitas tarik besar pada kondisi tanah kohesif (tanah lunak)

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, M., (1968). "Pullout Resistance of Anchor Plates in Soft Bentonite clay". *M.S.thesis presented to Duke University*, Durham, NC, USA
- Baba, H.V., Gulhati, S.K. and Datta, M, (1989). "Suction Effects in Plate Anchors in Soft Clays", *Proc. 12th Int. Conf. on Soil Mech. And Found. Engineering, Rio de Janerio*, Brazil, 2 (1), 409-412.
- Bhatnagar, R.S., (1969). "Pullout Resistance of Anchors in Silty Clay", *M.S. thesis presented to Duke University*, Durham, NC, USA.
- Das, B.M., (1980). "A Procedure for Estimation of Ultimate Uplift Capacity of Foundations in Clay". *Soils and Foundations*, 20 (1), 77-82.
- Das, B.M., Moreno, R., and Dallo, K.F., (1985). "Ultimate Pullout Capacity of Shallow Vertical Anchors in Clay". *Soils Found.*, Japan, 25 (2), 148-152.
- Das, B.M., and Puri, V.K., (1989). "Holding Capacity of Inclined Square Plate Anchors in Clay". *Soils and Foundations*, 29 (3), 138-144.
- Das, B.M., (1995). "Behavior of Shallow Plate Anchors in Clay Undersustained Loading". *Marine Georesource and Geotechnology*, 13(4), 417-428.

- Das, B.M., Shin, E.C., Dass, R.N., and Omar, M.T., (1994). "Suction Force Below Plate Anchors in Soft Clay". *Marine Georesources and Geotechnology*, 12, 71-81.
- Djamaluddin, R. (2013), "Kapasitas Tarik Angkur Pelat Bentuk Bintang pada Tanah Kohesif Terkompaksi", *Prociding PIT*, HATTI, 2013.
- Farouk Naswar, Djafar, (2007), "Studi Kapasitas Angker dengan Interaksi Tingkat Kepadatan Tanah dan Bentuk Angker", *Dept. Teknik Sipil Unhas*, 10
- Merifield, R.S., Sloan, S.W., and Yu, H.S., (2001). "Stability of plateanchors in undrained clay". *Geotechnique*, 51 (2), 141-153.
- Meyerhof, G.G., and Adams, J.I., (1968). "The Ultimate Uplift Capacity of Foundations". *Canadian Geotechnical Journal*, 5 (4), 225-244.
- Nhiem, T.V., (1975). "Uplift Resistance of Anchor Slabs in Soft Clay". *Proc. Soil Mechanics and Foundation Engineering Conference*, Istanbul, 2, 144--152.
- P.J. Sabatini, D.G. Pass, R.C. Bachus (1999)., *Geotechnical Engineering Circular No.4, Ground Anchors and Anchored Systems*, Edition 4, Office of Bridge Technology 400 Seventh Street, SW, Washington DC 20590.
- Rachman Djamaluddin, (2013), "Kapasitas Tarik Angkur Pelat Bentuk Bintang pada Tanah Kohesif Terkompaksi", *Prociding PIT*, HATTI, 2013
- Rowe, R.K., and Davis, E.H., (1982). "The Behaviour of Anchor Plates in clay", *Geotechnique*, 32 (1), 9-23.
- R.S. Merifield and S.W. Sloan (2006). "The Ultimate Pullout Capacity of Anchors in Frictional Soils", *Canadian Geotechnical Journal*, 43 (8), 852-868.
- Singh, S.P., (1998). "Behaviour of Plate Anchors in Soft Saturated Clay Under Monotonic and Cyclic Loading". *PhD thesis, Anna University, Chennai, India*.
- Sing.S.P. and S.V. Ramaswamy., (2008). "Effect of Shape on Holding Capacity of Plate Anchors Buried in Soft Soil". *Geomechanics and Geoengineering, An International Journal*, 3(2), 157-166.
- Vesic, A.S., (1971). "Breakout Resistance of Objects Embedded in Ocean bottom". *J. of Soil Mech. and Found. Engg. Div., ASCE*, 97, SM9,1183-1205.