Udayana University Press 2015
ISBN 978-602-294-052-4

Prosiding

SEMINAR NASIONAL TEKNIK SIPIL

SeNaTS 1

"APLIKASI DAN PENGEMBANGAN TEKNOLOGI RAMAH LINGKUNGAN DALAM BIDANG TEKNIK SIPIL"

Editor :
Prof. Dr. Ir. I Made Alit Karyawan Salain, DEA
Dr. Ir. I Nyoman Sutarja, MS
Ida Bagus Rai Widiarsa, ST, MASc, PhD
I Gede Adi Susila, ST, MSc, PhD

INNA GRAND BALI BEACH
Sabtu, 25 April
2015

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS UDAYANA

Didukung oleh:

GRAND ELEPHANT

Eternit Gresik
ISO 9001 - ISO 14001 - OHSAS 18001

Udayana University Press 2015
ISBN 978-602-294-052-4

Prosiding

SEMINAR NASIONAL TEKNIK SIPIL

SeNaTS 1

"APLIKASI DAN PENGEMBANGAN TEKNOLOGI RAMAH LINGKUNGAN DALAM BIDANG TEKNIK SIPIL"

Editor :
Prof. Dr. Ir. I Made Alit Karyawan Salain, DEA
Dr. Ir. I Nyoman Sutarja, MS
Ida Bagus Rai Widiarsa, ST, MASc, PhD
I Gede Adi Susila, ST, MSc, PhD

INNA GRAND BALI BEACH
Sabtu, 25 April
2015

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS UDAYANA

Didukung oleh:

GRAND ELEPHANT

Eternit Gresik
ISO 9001 - ISO 14001 - OHSAS 18001

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR i

SAMBUTAN iii

KOMITE ILMIAH v

DAFTAR ISI vii

KEYNOTE SPEAKER

STRATEGI PERANCANGAN DAN PELAKSANAAN KONSTRUKSI BETON YANG *SUSTAINABLE* KS-1

BIDANG STRUKTUR DAN MATERIAL

KUAT LEKAT TULANGAN BAMBU APUS DENGAN PENAMBAHAN PIN PADA MUTU BETON K-175 ..... SM-1

APLIKASI ARTIFICIAL NEURAL NETWORK SEBAGAI METODE NUMERIK UNTUK PREDIKSI KAPASITAS GESER BALOK BETON BERTULANG SM-7

PENGARUH PERENDAMAN TERHADAP POLA KERUSAKAN SIRAP BAMBU SEBAGAI PENUTUP ATAP ANGKUL-ANGKUL DI DESA ADAT PENGLIPURAN SM-15

PERILAKU SAMBUNGAN TIPE FRIKSI DENGAN VARIASI GAYA PENGENCANGAN AKIBAT PERBEDAAN METODE PELAKSANAAN SM-23

PROPERTI MATERIAL DAN DAKTILITAS BETON PRATEKAN PARSIAL HASIL UJI EKSPERIMENTAL SM-31

PENGARUH KUAT TEKAN DAN KOMPOSISI BAHAN BETON DENGAN SUBSITUSI LIMBAH BETON BANGUNAN SEBAGAI AGREGAT KASAR SM-39

KUAT TEKAN DAN MODULUS ELASTISITAS BETON RINGAN DENGAN MENGGUNAKAN AGREGAT BATU APUNG SERTA ABU TERBANG SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN SEMEN PORTLAND DAN SUPERPLASTICIZER SM-45

ANALISIS PERBANDINGAN EFISIENSI STRUKTUR BAJA DENGAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS DAN SISTEM RANGKA BRESING EKSENTRIK PADA LEVEL KINERJA YANG SAMA SM-49

IDENTIFIKASI KERUSAKAN DAN METODE PERKUATAN STRUKTUR KANTOR GUBERNUR SUMATRA BARAT SM-57

ANALISA PERILAKU PARAMETER NON-LINIER BETON TAK TERKEKANG DENGAN PEMBEBANAN TRIAKSIAL MENGGUNAKAN PROGRAM BANTU BERBASIS FINITE ELEMENT SM-65

KUAT TUMPU BATANG POHON KELAPA LAMINASI (GLUGU LAMINASI): HALF HOLE DAN FULL HOLE SM-73

KAPASITAS LENTUR DAN DAYA LAYAN BALOK BETON BERTULANGAN BAMBU PETUNG SM-81

TAHANAN LATERAL KOMPOSIT KAYU KELAPA (GLUGU) LAMINASI-BETON DENGAN VARIASI PANJANG TERTANAM ALAT SAMBUNG (DOWEL) SM-89

KEMAMPUAN DAKTILITAS BAJA TULANGAN DENGAN MUTU DIATAS 500 MPA UNTUK DISAIN STRUKTUR KOLOM TAHAN GEMPA SM-97

KEMAMPUAN DAKTILITAS PENAMPANG BALOK MENGGUNAKAN BAJA TULANGAN DENGAN MUTU DIATAS 500 MPa UNTUK DISAIN STRUKTUR TAHAN GEMPA SM-105

PENGGUNAAN AKSELERATOR PADA BETON YANG MENGGUNAKAN PEREKAT BERUPA CAMPURAN SEMEN PORTLAND TIPE I DAN ABU TERBANG SM-113

ANALISIS GEMPA STATIK DAN DINAMIK PADA STRUKTUR BERATURAN DAN TIDAK BERATURAN SM-119

PEMODELAN KEKUATAN AKSIAL KOLOM BETON BUJURSANGKAR DIPERKUAT DENGAN FRP SM-127

PEMANFAATAN ABU DAUN BAMBU DALAM PEMBUATAN BETON RINGAN PENGUJIAN KUAT TEKAN DAN MODULUS ELASTISITAS SM-135

UPAYA PENINGKATAN KUALITAS SIRAP BAMBU SEBAGAI BAHAN PENUTUP ATAP ANGKUL-ANGKUL DI DESA PANGLIPURAN SM-143

RUMAH SEDERHANA DENGAN SISTEM STRUKTUR BETON BERTULANG BAMBU PETUNG NUSA PENIDA SM-151

ANALISA PERKUATAN (*RETROFITTING*) GEDUNG STKIP ADZKIA PADANG DENGAN MENGGUNKAN STEEL BRACING SM-159

EVALUASI BEBAN HANCUR SILINDER BETON MENGGUNAKAN PENDEKATAN ANALISIS DIMENSIONAL METODE RAYLEIGH SM-167

PEMANFAATAN POZZOLAN ALAM SEBAGAI BAHAN PLESTERAN SM-173

ANALISA *DRIFT-BASE FRAGILITY*: EVALUASI HASIL EKSPERIMENTAL DAN NUMERIKAL DINDING BATU BATA DAN RANGKA KAYU SM-177

EVALUASI KINERJA STRUKTUR AKIBAT PENGARUH GEMPA (STUDI KASUS GEDUNG D DAN GEDUNG E FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS JENDERAL SOEDIRMAN) SM-187

BIDANG GEOTEKNIK

STUDI LABORATURIUM PENGARUH AGGREBIND PADA TANAH DENGAN VARIASI GRADASI BUTIR UNTUK MENINGKATKAN NILAI CBR, KEKUATAN TEKAN DAN PERMEABILITAS TANAH. GT-1

PROFIL PENURUNAN TANAH PADA TANAH YANG DIKOMPAKSI DI LABORATURIUM GT-9

ANALISIS PENGARUH RETAK TERHADAP KEKUATAN GESER TANAH PADA PERISTIWA KELONGSORAN TEBING GT-15

PERBANDINGAN MODULUS GESER TANAH LEMPUNG DENGAN PERKUATAN SERAT IJUK DAN SERAT SABUT KELAPA BERDASARKAN METODE HARDIN DAN BLACK GT-21

KUAT GESER SISA CAMPURAN LEMPUNG DAN PASIR YANG DIPADATKAN GT-29

TINJAUAN KORELASI NILAI CBR TANAH KAPUR ANTARA UJI CBR LANGSUNG DENGAN UJI DCP GT-37

PENGARUH PROSES KONSOLIDASI TERHADAP DEFORMASI DAN FAKTOR KEAMANAN LERENG EMBANKMENT (STUDI KASUS BENDUNG KOSINGGOLAN) GT-45

ANALISIS STABILITAS DINDING PENAHAN TANAH KANTILEVER (STUDI KASUS PROYEK PEMBANGUNAN GERBANG TOL DAN LAJUR TRANSAKSI GERBANG TOL SERANG TIMUR) GT-53

BIDANG MANAJEMEN PROYEK DAN REKAYASA KONSTRUKSI

PERAN UNDANG-UNDANG KEINSINYURAN 2014 DALAM MENDORONG TENAGA AHLI KONSTRUKSI BERWAWASAN TEKNOLOGI RAMAH LINGKUNGAN MK-1

KONSTRUKSI JALAN HIJAU (*GREEN ROAD CONSTRUCTION*) PROSPEK PENERAPAN KONSTRUKSI JALAN HIJAU DI INDONESIA MK-7

COST MODEL ESTIMASI KONSEPTUAL UNTUK BANGUNAN GEDUNG RUMAH SAKIT MK-15

ANALISIS PENGGUNAAN SISTEM PENUTUP ATAP METAL, BITUMEN, DAN UPVC DITINJAU DARI TATA LAKSANA DAN BIAYA MK-25

FAKTOR PENGENDALI DAN PERLUASAN SENTRA BISNIS BERBASIS BANGUNAN HIJAU DI SURABAYA MK-33

IDENTIFIKASI FAKTOR KINERJA BIAYA PROYEK KONSTRUKSI GEDUNG MK-41

STUDI PERANCANGAN PRODUKSI PAPAN BUBUTMEN MK-49

IDENTIFIKASI DAN ANALISIS RISIKO KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA (K3) PADA PROYEK KONSTRUKSI BANGUNAN BERTINGKAT TINGGI MK-55

ANALISIS IDENTIFIKASI *CRITICAL SUCCESS FACTORS* (CSFs) TERHADAP MANAJEMEN BIAYA PADA PROYEK KONSTRUKSI MK-65

EVALUASI IMPLEMENTASI ASPEK KESELAMATAN DI ZONA KERJA (*WORK ZONE*) PADA PELAKSANAAN PENINGKATAN JALAN NASIONAL DI PROVINSI BALI MK-75

FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PENGHUNI DALAM MEMILIH RUMAH PADA PERUMAHAN DI KAWASAN MANGUPURA MK-81

MANAJEMEN RISIKO PADA PROYEK GEDUNG HOTEL YANG SEDANG BEROPERASI MK-89

FAKTOR-FAKTOR MOTIVASI KERJA PADA PEKERJA KONSTRUKSI MK-97

KARAKTERISTIK MANAJER PROYEK TERHADAP KINERJA KONSTRUKSI GEDUNG DI KABUPATEN BADUNG MK-105

ANALISIS PERBANDINGAN HARGA SATUAN DAN TITIK IMPAS PEKERJAAN BEKISTING KOLOM SISTEM KONVENSIONAL DENGAN SISTEM PERI DALAM PELAKSANAAN PROYEK KONSTRUKSI GEDUNG MK-115

ANALISIS KEUNTUNGAN KONTRAKTOR AKIBAT VARIASI SISTEM PEMBAYARAN DAN JADWAL PELAKSANAAN PADA PROYEK KONSTRUKSI MK-123

BIDANG TRANSPORTASI

EVALUASI TERHADAP PENURUNAN KINERJA PELABUHAN LAUT CELUKAN BAWANG BULELENG TRANS-1

APLIKASI TEKNOLOGI SOFTWARE *SIDRA INTERSECTION 5.1* DAN *SOFTWARE* KAJI DALAM PENENTUAN KINERJA SIMPANG BERSINYAL PERKOTAAN TRANS-9

KAJIAN PEMANFAATAN SIRTU BUMELA SEBAGAI MATERIAL LAPIS PONDASI BAWAH DITINJAU DARI SPESIFIKASI UMUM 2007 DAN 2010 ..... TRANS-19

PENGEMBANGAN PELAYANAN ANGKUTAN UMUM MASAL (BRT) BERBASIS SISTEM TRANSYT MENGGUNAKAN METODE *LOW COST INVESTMENT* (ANGKUTAN TRANS MATARAM METRO) TRANS-25

ANALISIS KAPASISTAS LINGKUNGAN JALAN SEBAGAI PENDUKUNG ANALISIS DAMPAK LALU LINTAS (ANDALALIN) PEMBANGUNAN HOTEL GOLDEN TULIP MATARAM TRANS-35

APLIKASI TEKNOLOGI GIS DALAM MENENTUKAN BENTUK PENANGANAN JALAN BERDASARKAN PARAMETER PENANGANAN JALAN TRANS-43

EVALUASI PEMBANGUNAN JALAN CISALATRI BANDUNG TRANS-51

PENINGKATAN STABILITAS CAMPURAN ASPAL EMULSI DINGIN (CAED) DENGAN BAHAN DARI AGREGAT HASIL GARUKAN ASPAL LAMA DENGAN DAN TANPA SEMEN TRANS-59

ANALISA KELAYAKAN DIMENSI *RUNWAY, TAXIWAY*, DAN *APRON* TRANS-67

PARTISIPASI MASYARAKAT DALAM PENGAWASAN SARANA PRASARANA JALAN TAMAN KONSERVASI LAUT OLELE KABUPATEN BONE BOLANGO PROVINSI GORONTALO TRANS-75

MODEL PERPINDAHAN MODA KE BUS KOTA DI KOTA BANDA ACEH TRANS-83

PENGARUH TEMPERATUR PERMUKAAN LAPIS PERTAMA *OVERLAY* TERHADAP DAYA REKAT *OVERLAY* GANDA TANPA *TACK COAT* TRANS-91

KAJIAN FINANSIAL DAN DAMPAK PENGOPERASIAN ANGKUTAN UMUM MASSAL TRANS SARBAGITA KORIDOR I DI PROVINSI BALI TRANS-101

BIDANG SUMBER DAYA AIR

PENGARUH PEMOMPAAN SUMUR BOR TERHADAP PERUBAHAN MUKA AIR TANAH HIDRO-1

IMPLEMENTASI *INTEGRATED WATER RESOURCES MANAGEMENT* (IWRM) DI INDONESIA HIDRO-9

PEWILAYAHAN POTENSI AIR TANAH UNTUK IRIGASI BERDASARKAN TRANSMISIVITAS AKUIFER DI KABUPATEN JOMBANG HIDRO-17

KAJIAN KERUSAKAN PANTAI AMPENAN DI KOTA MATARAM HIDRO-25

SISTEM PENYEDIAAN AIR MINUM DI KOTA DENPASAR HIDRO-33

DESAIN PENAMPANG SALURAN DRAINASE JALAN RAYA DENGAN KONSEP EKO HIDRAULIK PADA JALAN A.YANI KOTA MARTAPURA HIDRO-41

ANALISIS NERACA AIR BERBASIS DAERAH ALIRAN SUNGAI SEBAGAI INDIKATOR KETERPADUAN PENGELOLAAN SUMBER DAYA AIR (KASUS DAS JANGKOK WS LOMBOK) HIDRO-47

TINJAUAN HIDRODINAMIKA 1D METODE MAC CORMACK MENGENAI KARAKTERISTIK PASANG SURUT UNIT TERANTANG DI KALIMANTAN SELATAN HIDRO-55

PERMASALAHAN SEMPADAN SUNGAI DI SUNGAI KUALA KAPUAS, KALIMANTAN SELATAN HIDRO-63

PENERAPAN SUMUR RESAPAN DALAM MEREDUKSI BEBAN ALIRAN LIMPASAN PERMUKAAN SUB DAS CIUJUNG SEBAGAI UPAYA PENGELOLAAN BANJIR HIDRO-69

ANALISA PERBANDINGAN PERENCANAAN SUMUR RESAPAN SISTEM KOMUNAL DAN KOLAM RETENSI SEBAGAI UPAYA KONSERVASI AIR TANAH DI PERUMAHAN VILLA MUTIARA CIUJUNG HIDRO-77

PEMISAHAN ALIRAN DASAR MENGGUNAKAN MODEL TANGKI HIDRO-83

STUDI PEMENUHAN AIR BAKU DI KABUPATEN SIGI, SULAWESI TENGAH HIDRO-89

PEMANFAATAN SUMBER DAYA AIR DAS PENET SEBAGAI AIR IRIGASI DAN AIR BAKU PDAM HIDRO-97

PEMANFAATAN TEKNOLOGI *REMOTE SENSING* DALAM MEMANTAU KERUSAKAN LINGKUNGAN DI KOTA GORONTALO HIDRO-107

MODEL NUMERIK : INTERAKSI *RUN UP* GELOMBANG TSUNAMI DENGAN DINDING LAUT HIDRO-115

VISUALISASI POTENSI GENANGAN BANJIR DI SUNGAI LAMBIDARO MELALUI PENELUSURAN ALIRAN MENGGUNAKAN HEC-RAS (STUDI PENDAHULUAN PENGENDALIAN BANJIR BERWAWASAN LINGKUNGAN) HIDRO-123

BIDANG LINGKUNGAN

PEMANFAATAN LIMBAH SEKAM PADI DAN FLY ASH MENJADI BAHAN BANGUNAN UNTUK MENGURANGI DAMPAK LINGKUNGAN LK-1

PEMANFAATAN PLAT CETAK BEKAS SEBAGAI PELAPIS PADA ATAP RUMAH LK-9

PEMANFAATAN SAMPAH SEBAGAI CAMPURAN BATU ALAM DAN APLIKASINYA LK-15

ANALISIS *SICK BUILDING SYNDROME* PADA GEDUNG KANTOR (STUDI KASUS PADA GEDUNG SATKER PELAKSANAAN JALAN NASIONAL WILAYAH II PROVINSI BALI - BALAI PELAKSANAAN JALAN NASIONAL VIII DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA , JALAN AHMAD YANI NO 90 DENPASAR) LK-23

KOMITE ILMIAH

Prof. Ir. Arun al-Rasyid Lubis, MSc, PhD (ITB)

Prof. Indrasurya Budisatria Mochtar, MSc, PhD (ITS)

Ir. Akhmad Suraji, MT, PhD (Unand)

Ir. Ari Sandhyavitri, MSc, PhD (Unri)

Prof. Dr. Ir. I Made Alit Karyawan Salain, DEA (Unud)

Prof. Ir. I Nyoman Norken, SU, PhD (Unud)

Prof. Ir. I Wayan Redana, MASc, PhD (Unud)

Prof. Ir. I Nyoman Arya Thanaya, ME, PhD (Unud)

Ir. Made Sukrawa, MSCE, PhD (Unud)

I Ketut Sudarsana, ST, PhD (Unud)

Ir. I Gusti Bagus Sila Dharma, MT, PhD (Unud)

Dr. Ir. I Gusti Agung Adnyana Putera, DEA (Unud)

Putu Alit Suthanaya, ST, MEngSc, PhD (Unud)

Dr. Ir. I Wayan Suweda, MSP, MPhil (Unud)

Dr. Eng. Ni Nyoman Pujianiki, ST MT, MEng (Unud)

Ir. Nyoman Martha Jaya, MConstMgt, PhD, GCinstCES (Unud)

Kadek Diana Harmayani, ST, MT, PhD (Unud)

Dr. Ir. Dewa Ketut Sudarsana, MT (Unud)

I Gede Adi Susila, ST, MSc, PhD (Unud)

KUAT GESER SISA CAMPURAN LEMPUNG DAN PASIR YANG DIPADATKAN

Yulian Firmana Arifin[1] dan Muhammad Ihsan Saputra[2]

[1]Program Studi Teknik Sipil Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru
Email: yulianfirmana@yahoo.com
[2]Pemerintah Daerah Tk.II Kab. Hulu Sungai Tengah
Email: ihsan_plh@yahoo.com

ABSTRAK

Penelitian ini membahas mengenai kuat geser tanah lempung (kaolin) dan lempung berpasir yang dipadatkan. Parameter kuat geser yang dianalisa adalah nilai sudut gesek dalam dan kohesi baik pada kondisi maksimum maupun kondisi sisa. Pengaruh kepadatan tanah, kadar air, dan perendaman juga dibahas dalam penelitian ini. Sampel yang digunakan adalah tanah lempung kaolin, pasir, dan campuran kaolin-pasir dengan persentase pasir 25%, 50%, dan 75%. Sampel dipadatkan pada kadar air tertentu untuk mencapai berat volume kering berbeda antara 1,2-1,5 g/cm^3. Uji kuat geser langsung (*Direct Shear Test*) dilakukan untuk mendapatkan nilai kuat geser pada kondisi maksimum, kondisi sisa dan kondisi sisa terendam. Hasil pengujian memperlihatkan bahwa kuat geser maksimum, kuat geser sisa dan kuat geser sisa terendam semakin meningkat dengan bertambahnya kepadatan sampel atau berat volume kering (γ_{dry}) dan semakin kecil dengan bertambahnya kadar air (ω). Nilai kohesi (c) sampel semakin kecil dengan bertambahnya persentase pasir dan nilai sudut gesek dalam (ϕ) tertinggi didapatkan pada sampel 50% pasir. Nilai ϕ tertinggi kuat geser sisa didapatkan pada sampel dengan kandungan 75% pasir baik pada kondisi kering maupun terendam. Besar $\phi_{maksimum}/\phi_{sisa}$ didapat antara 0,6-0,8, sedangkan $c_{maksimum}/c_{sisa}$ antara 0,3-0,5.

Kata kunci: *direct shear test,kohesi, kuat geser sisa, sudut gesek dalam*

1. PENDAHULUAN

Kuat geser tanah dideskripsikan sebagai kuat geser puncak (*peak strength*) dan kuat geser sisa (*residual strength)*. Kuat geser sisa dipertimbangkan sebagai parameter yang cocok untuk menganalisa stabilitas lereng ketika telah terjadi pergeseran. Mesri dan Huvaj-Sarihan (2012) melaporkan bahwa beberapa peneliti telah sukses melakukan analisa stabilitas keruntuhan lereng menggunakan kuat geser sisa terdrainase hasil uji laboratorium. Sudut gesek yang dihitung balik dari stabilitas lereng di lapangan mendekati sudut gesek kuat geser sisa yang dihasilkan di laboratorium (Huvaj-Sarihan, 2009).

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi nilai kuat geser sisa. Nilai kuat geser sisa dipengaruhi oleh jumlah fraksi lempung, batas cair, batas plastis, dan mineral tanah (Stark dan Eid, 1994). Suzuki dkk (2005) juga melaporkan bahwa kuat geser sisa dipengaruhi oleh fraksi lempung dimana kuat geser sisa berkurang dengan meningkatnya fraksi lempung. Sebaliknya nilainya meningkat dengan peningkatan fraksi pasir. Disamping batas cair dan batas plastis, kuat geser sisa juga dipengaruhi nilai pH dan mineral lempung khususnya smectite. Kecepatan geser pada uji geser langsung mempengaruhi nilai kuat geser sisa (Bhat dkk, 2013).

Nilai kuat geser sisa dapat ditentukan dengan menggunakan uji geser langsung (Mesri dan Cepeda-Diaz, 1986; Mesri dan Huvaj-Sarihan, 2012; Bayin dkk, 2013), uji *torsional ring shear* (Stark dan Eid, 1994; Bhat dkk, 2013; Bayin dkk, 2013) dan uji triaxial (Bayin dkk, 2013). Masing-masing uji memiliki kelebihan dan kekurangan. Uji yang paling umum digunakan adalah uji geser langsung dan uji *torsional ring shear* (Stark dan Eid, 1994; Mesri dan Huvaj-Sarihan, 2012). Meskipun demikian, nilai kuat geser sisa sangat jarang dilaporkan pada laporan hasil investigasi tanah untuk pekerjaan konstruksi termasuk pada pekerjaan timbunan. Sehingga diperlukan perkiraan nilai kuat geser sisa yang didapatkan dari kuat geser puncak.

Banyak kasus keruntuhan lereng terjadi ketika hujan dengan durasi lama dan intensitas tinggi. Hal yang lebih buruk terjadi jika lereng telah mengalami pergeseran dimana permukaan geser telah terbentuk. Air dapat dengan sangat mudah masuk ke dalam celah tersebut. Paper ini ditulis dengan tujuan untuk menentukan (1) besarnya kuat geser dan kuat geser sisa untuk tanah lempung dan campuran lempung-pasir (2) pengaruh persentasi pasir,

dan (3) menentukan rasio antara kekuatan puncak dan kekuatan sisa. Seluruh sampel diuji pada dua kondisi yaitu terendam dan tidak terendam.

2. MATERIAL DAN METODE YANG DIGUNAKAN

Material

Material yang digunakan adalah campuran kaolin dan pasir. Kaolin yang digunakan memiliki nama dagang "kaolin filler super 325 mesh" yang di produksi oleh PT. Asia Kaolin Raya. Tampilan umum secara visual dari material kaolin ini adalah berwarna putih dan berbentuk bubuk halus (*powder*) seperti tepung dengan isi bersih per karung sebesar 40kg. Kaolin tersebut memiliki berat jenis 2.67 dan kadar air mula-mula sekitar 1.5%. Persentase pasir halus, lanau, dan lempung yang terkandung dalam kaolin adalah masing-masing 1.79, 53.57, dan 44.64%. Nilai batar cair, plastis, dan indeks plastis kaolin adalah masing-masing 58.85, 46.22, dan 12.63%.

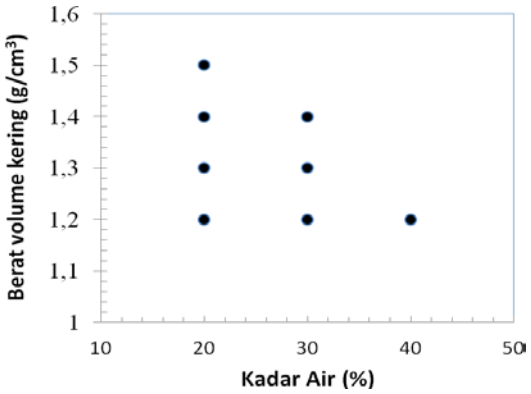
Pasir yang digunakan diambil dari Kecamatan Liang Anggang, Banjarbaru. Pasir memiliki berat jenis 2.68 dengan persentase kerikil, pasir kasar, pasir sedang, dan pasir halus masing-masing 43.92, 8.89, 15.05, dan 32.14%. Pasir ini kemudian disaring sehingga yang lolos ukuran 2 mm yang digunakan pada penelitian ini.

Metode dan Prosedur

Sifat fisik lempung dan pasir yang meliputi berat jenis, kadar air, distribusi ukuran butiran, batas cair, dan batas plastis untuk kedua sampel diuji dengan menggunakan standar ASTM (ASTM, 1997)

Benda uji yang disiapkan adalah kaolin, pasir, dan campuran kaolin-pasir dengan persentase 25%-75%, 50%-50%, dan 75%-25%. Lempung dan pasir dicampur dengan air dan kemudian didiamkan selama satu hari untuk penyamaan distribusi air di sampel, kemudian dipadatkan sampai memiliki kepadatan seperti terlihat pada Gambar 1. Seperti terlihat pada gambar, benda uji dipersiapkan pada kadar air 20, 30, dan 40%. Untuk kadar air 20 dan 30%, dipersiapkan benda uji dengan kepadatan yang berbeda untuk melihat pengaruh kepadatan terhadap kuat geser sisa benda uji.

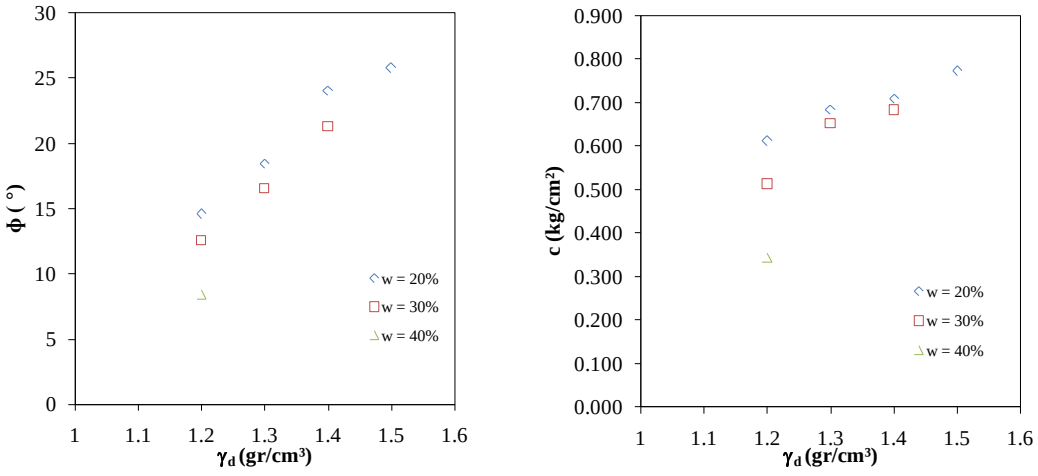
Benda uji dicetak menggunakan *ring* dengan diamater yang sama dengan diameter ring uji geser langsung. Setelah dicetak, benda uji dipindahkan ke *ring* uji geser langsung. Prosedur uji geser langsung untuk mendapatkan kuat geser puncak dan sisa campuran kaolin dan pasir mengikuti prosedur yang dilakukan oleh Mesri dan Huvaj-Sarihan (2012).



Gambar 1. Kadar air dan kepadatan mula-mula benda uji

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

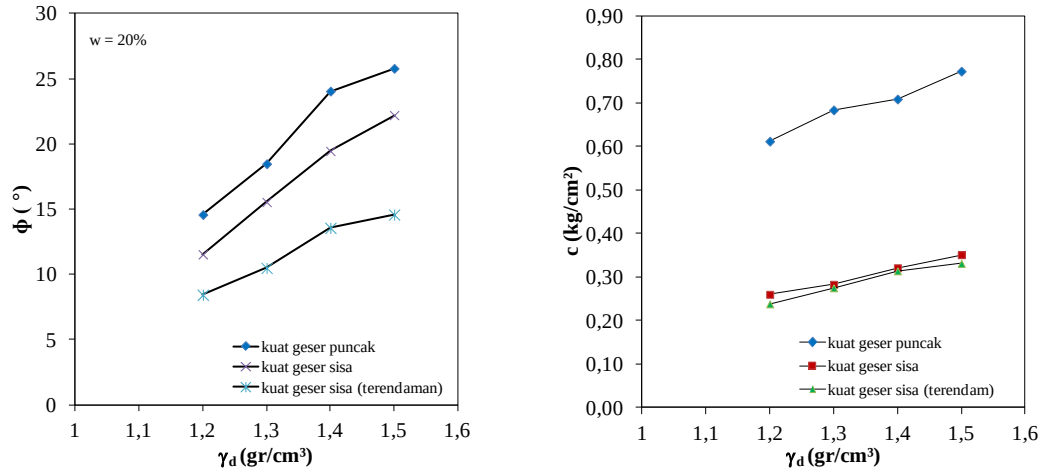
Gambar 2 memperlihatkan grafik hubungan antara kepadatan benda uji dengan sudut gesek dalam dan kohesi untuk sampel kaolin (pure) pada kondisi puncak. Terlihat pada gambar, semakin tinggi kepadatan tanah semakin besar sudut gesek dalam dan kohesi. Gambar 2 juga memperlihatkan bahwa peningkatan kadar air menghasilkan nilai sudut gesek dalam dan kohesi lebih kecil. Hal ini jelas terlihat pada kepadatan 1.2 g/cm^3 dimana terdapat tiga kadar air yang berbeda yaitu 20, 30, dan 40%. Semakin tinggi kadar air, semakin kecil nilai sudut gesek dalam (Gambar 2.a) dan kohesi (Gambar 2.b). Perilaku yang sama juga didapatkan untuk benda uji dengan persentase pasir 25, 50, dan 75%.



a. γ_d vs ϕ b. γ_d vs c

Gambar 2. Hubungan antara kepadatan kaolin terhadap sudut gesek dalam (ϕ) dan kohesi (c) untuk benda uji kaolin (*pure*) pada kondisi puncak

Gambar 3 memperlihatkan grafik hubungan kepadatan dengan sudut gesek dalam dan kohesi untuk benda uji lempung (*pure*) pada kondisi puncak, sisa, dan sisa (terendam). Benda uji yang digunakan untuk mewakili perilaku ini memiliki kadar air 20%. Terlihat pada gambar, peningkatan kepadatan benda uji mengakibatkan peningkatan sudut gesek dalam dan kohesi baik pada kondisi puncak, sisa, dan sisa (terendam). Gambar 3 juga memperlihatkan bahwa sudut gesek dalam pada kondisi kuat geser sisa lebih kecil dari pada yang pada kuat geser puncak untuk semua kepadatan benda uji yang digunakan pada penelitian ini (yaitu 1.2-1.5 g/cm^3). Nilai paling kecil didapatkan untuk benda uji pada kuat geser sisa yang terendam. Kondisi ini konsisten terjadi untuk nilai sudut gesek dalam. Sedangkan untuk kohesi, pada kuat geser sisa yang terendam dan tidak terendam memperlihatkan nilainya hampir sama. Hal ini disebabkan pada kondisi kuat geser sisa, permukaan geser telah terbentuk sehingga ikatan antar partikel lempung pada bidang geser ini tidak terbentuk sempurna sehingga baik kondisi mula-mula (w=20%) maupun pada kondisi terendam menghasilkan nilai kohesi yang hampir sama.



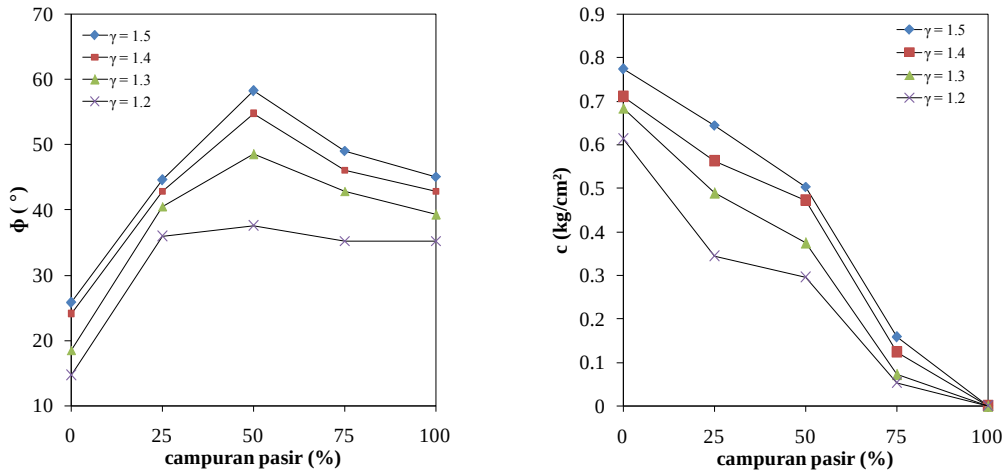
a. γ_d vs ϕ b. γ_d vs c

Gambar 3. Hubungan antara kepadatan kaolin terhadap sudut gesek dalam (ϕ) dan kohesi (c) untuk benda uji lempung (*pure*) pada kondisi puncak, sisa, dan sisa (terendam)

Gambar 4 memperlihatkan hubungan antara persentase pasir dengan sudut gesek dalam pada kondisi kuat geser puncak untuk kepadatan benda uji yang berbeda. Terlihat pada Gambar 4(a), untuk benda uji dengan kepadatan 1.3-1.5 g/cm^3 didapatkan sudut gesek dalam maksimum untuk kepadatan 1.3, 1.4, dan 1.5 g/cm^3 masing-masing 49°, 55°, dan 59° pada persentase pasir 50%. Nilai sudut gesek dalam ini jauh lebih besar dari sudut gesek dalam tanah pada umumnya. Hal ini mungkin disebabkan penambahan 50% pasir mengurangi persentase makropori yang terdapat pada lempung menghasilkan persentase mikropori yang lebih banyak. Hal yang sama juga

ditemukan oleh Arifin (2011) untuk campuran bentonite dan pasir pada persentase pasir 50% yang dibuktikan dengan uji *mercury intrusion porosimetry (MIP)* dan *environmental scanning electron microscopy (ESEM).* Pada penelitian tersebut, Arifin (2011) menemukan bahwa persentase mikropori meningkat pada persentase pasir 50%. Peran ikatan antar partikel lempung dan tegangan air pori negatif benda uji campuran lempung dan pasir yang dipadatkan juga diperkirakan memberikan kontribusi pada besarnya nilai sudut gesek dalam yang didapatkan. Hal ini perlu dikonfirmasi pada penelitian selanjutnya.

Kecenderungan yang berbeda terlihat pada benda uji dengan kepadatan rendah (yaitu 1.2 g/cm^3). Terlihat pada Gambar 4(a), sudut gesek dalam meningkat pada penambahan 25% pasir dan cenderung konstan dan nilainya hampir sama dengan sudut gesek dalam pasir (*pure*). Hal ini disebabkan pada kepadatan rendah, usaha yang digunakan untuk merubah kepadatan tanah tidak banyak mempengaruhi distribusi pori lempung sehingga ikatan antar lempung juga tidak terlalu besar. Akibatnya, sudut gesek dalam yang terukur dominan disebabkan oleh kontak antar partikel pasir. Berbeda dengan sudut gesek dalam yang meningkat, nilai kohesi berkurang dengan semakin besarnya persentase pasir. Hal ini disebabkan karena kohesi adalah merupakan parameter khas yang terjadi pada lempung dan tidak pada pasir.



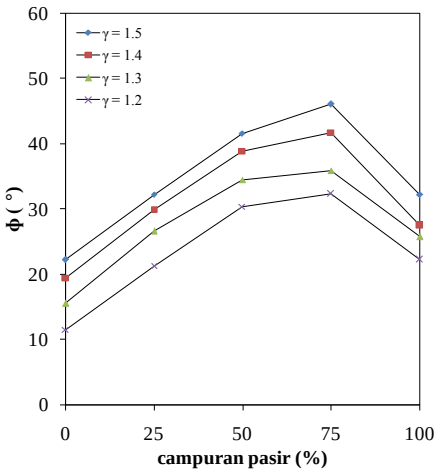
a. Persentase pasir vs ϕ

b. Persentase pasir vs c

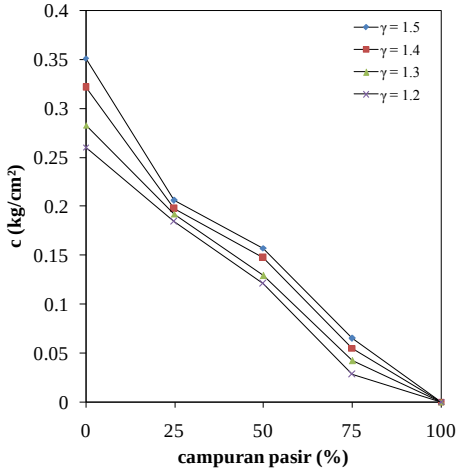
Gambar 4. Hubungan antara persentase pasir terhadap sudut gesek dalam (ϕ) dan kohesi (c) pada kondisi puncak

Gambar 5 memperlihatkan hubungan antara sudut gesek dan kohesi dengan persentase pasir untuk benda uji pada kondisi kuat geser sisa. Terlihat pada Gambar 5(a), sudut gesek dalam yang didapat meningkat dengan meningkatnya persentase pasir dan terdapat nilai maksimum pada persentase pasir 75%. Pergeseran nilai persentase pasir yang optimum ini disebabkan oleh terbentuknya bidang geser pada kondisi kuat geser sisa sehingga gesekan terjadi disebabkan oleh butiran pasir dan permukaan lempung.

Gambar 5(b) memperlihatkan hubungan antara persentase pasir dengan kohesi. Terlihat pada gambar, nilai kohesi benda uji semakin kecil dengan semakin meningkatnya persentase pasir. Hal ini konsisten dengan hasil sebelumnya pada kondisi puncak (Gambar 4(b)).



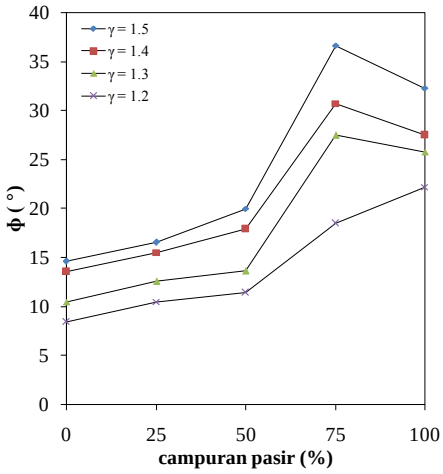
a. Persentase pasir vs ϕ



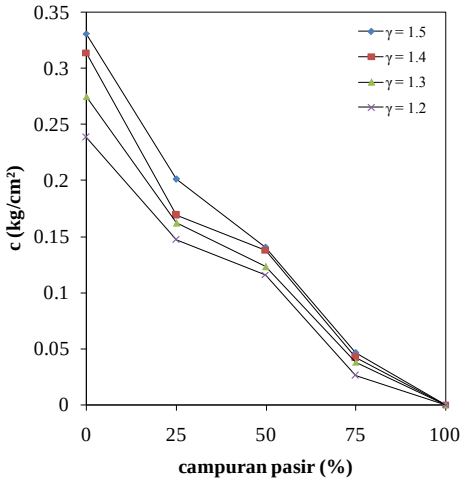
b. Persentase pasir vs c

Gambar 5. Hubungan antara persentase pasir terhadap sudut gesek dalam (ϕ) dan kohesi (c) pada kondisi sisa

Gambar 6 memperlihatkan hubungan antara persentase pasir dengan sudut gesek dalam dan kohesi pada kondisi kuat geser sisa terendam. Terlihat pada gambar, nilai sudut gesek dalam pada kondisi ini meningkat signifikan pada persentase pasir 75%. Hal ini memperlihatkan bahwa, pada kondisi terendam gesekan yang dominan terjadi pada persentase pasir kurang dari 75% lebih dominan terjadi pada gesekan partikel kaolin. Sehingga besarnya sudut gesek dalam yang didapatkan mendekati sudut gesek dalam kaolin (*pure*). Gesekan antara pasir-lempung atau pasir-pasir mulai terjadi pada persentase pasir 75%. Untuk nilai kohesi, kecenderungan yang didapatkan konsisten dengan hasil-hasil sebelumnya dimana nilai kohesi semakin kecil dengan meningkatnya persentase kaolin.



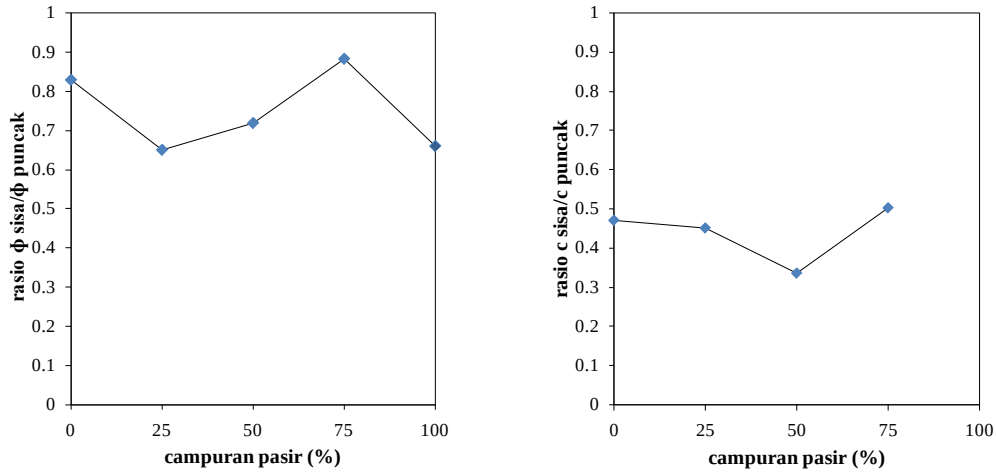
a. Persentase pasir vs ϕ



b. Persentase pasir vs c

Gambar 6. Hubungan antara persentase pasir terhadap sudut gesek dalam (ϕ) dan kohesi (c) pada kondisi sisa terendam

Gambar 7 memperlihatkan nilai rasio antara sudut gesek dalam dan kohesi pada kondisi kuat geser sisa dan kuat geser puncak. Terlihat pada Gambar 7(a), besarnya rasio sudut gesek dalam berkisar antara 0.62-0.9. Sedangkan untuk kohesi (Gambar 7(b)), nilai rasio berkisar antara 0.3-0.5. Ini memperlihatkan bahwa pengurangan nilai kohesi pada kondisi sisa lebih signifikan dibandingkan sudut gesek dalam.

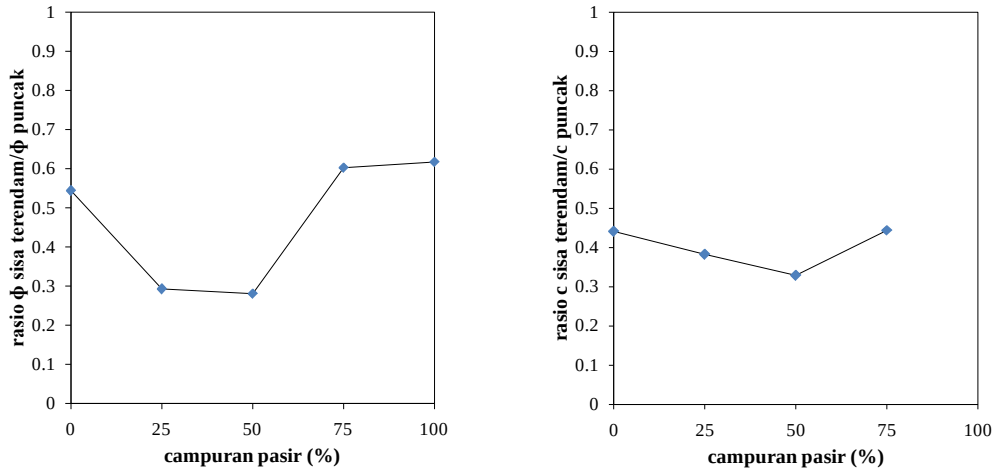


a. Persentase pasir vs rasio $\phi_{sisa}/\phi_{puncak}$

b. Persentase pasir vs rasio c_{sisa}/c_{puncak}

Gambar 7. Hubungan antara persentase pasir terhadap rasio kuat geser sisa dan kuat geser puncak

Gambar 8 memperlihatkan rasio antara sudut gesek dalam dan kohesi pada kondisi sisa terendam dan kondisi puncak sebagai fungsi persentase pasir. Terlihat pada Gambar 8(a), rasio terkecil terjadi pada persentase 25-50% pasir. Hal ini disebabkan tingginya nilai sudut gesek dalam pada persentase ini. Kehilangan ikatan antara lempung setelah terjadinya bidang geser dan perlemahan ikatan lempung akibat terendam mengakibatkan berkurangnya gesekan yang terjadi antara butiran pasir dan partikel lempung. Sedangkan rasio kohesi pada kuat geser sisa terendam dan kuat geser puncak cenderung konstan antara 0.3-0.45.

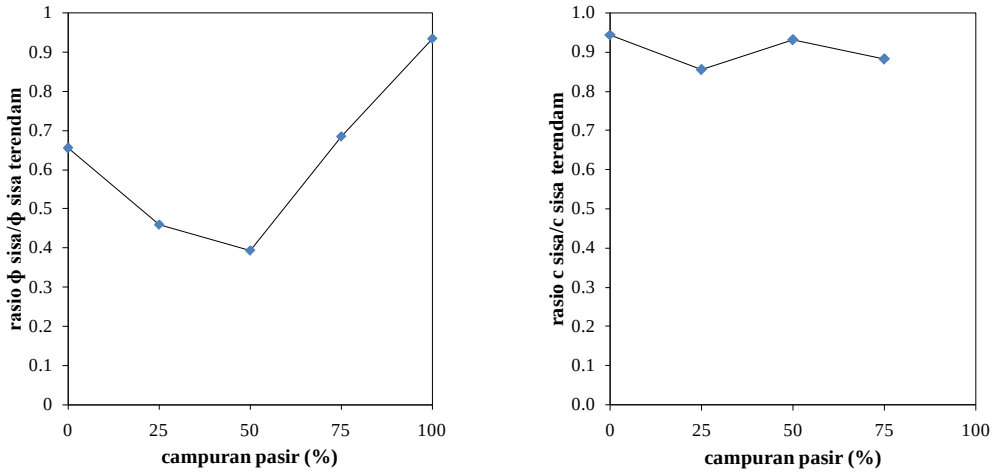


a. Persentase pasir vs rasio $\phi_{sisa\ terendam}/\phi_{puncak}$

b. Persentase pasir vs rasio $c_{sisa\ terendam}/c_{puncak}$

Gambar 8. Hubungan antara persentase pasir terhadap rasio kuat geser sisa terendam dan kuat geser puncak

Gambar 9 memperlihatkan grafik hubungan antara sudut gesek dalam dan kohesi kuat geser sisa terendam dan tidak terendam sebagai fungsi persentase pasir. Terlihat pada Gambar 9(a), perendaman mengakibatkan perubahan signifikan pada besarnya sudut gesek dalam terutama pada persentase pasir 50% yang mencapai 0.4. Hal ini konsisten dengan hasil sebelumnya seperti terlihat pada Gambar 8. Sedangkan nilai kohesi pada kuat geser sisa baik kondisi terendam dan tidak terendam terlihat hampir sama karena rasio yang didapatkan cukup besar yaitu sekitar 0.9. Sehingga dapat disimpulkan bahwa kondisi rendaman lebih berpengaruh pada nilai sudut gesek dalam untuk benda uji campuran kaolin-pasir yang dipadatkan.



a. Persentase pasir vs rasio $\phi_{sisa\ terendam}/\phi_{sisa}$ b. Persentase pasir vs rasio $c_{sisa\ terendam}/c_{sisa}$

Gambar 9. Hubungan antara persentase pasir terhadap rasio kuat geser sisa terendam dan kuat geser sisa

4. KESIMPULAN

Dari hasil dan pembahasan di atas, beberapa hal yang dapat disimpulkan antara lain:

Kuat geser puncak, sisa dan sisa terendam tanah lempung dan lempung berpasir semakin meningkat dengan bertambahnya kepadatan atau berat volume kering (γ_{dry}) dan semakin berkurang dengan bertambahnya kadar air (ω).

Kuat geser puncak, sisa dan sisa pada kondisi terendam tanah lempung dipengaruhi oleh persentase pasir pada campuran. Nilai kohesi (c) semakin kecil dengan bertambahnya persentase pasir. Nilai sudut gesek dalam (ϕ) terbesar untuk kondisi puncak didapatkan pada campuran 50% pasir. Sedangkan nilai ϕ terbesar untuk kuat geser sisa dan sisa terendam didapatkan pada campuran 75% pasir.

Nilai kohesi (c) kuat geser sisa terendam dan tidak terendam hampir sama. Sedangkan sudut gesek dalam (ϕ) kuat geser sisa terendam berkurang signifikan pada campuran pasir 25% dan 50%.

DAFTAR PUSTAKA

Arifin, Y.F, Schanz, T (2011) "Microstructure of Compacted Calcium Bentonite-Sand Mixture" *Proceeding Internasional conference on Quality in Reaserch (QiR)*. Bali 4-7 Juli 2011.

ASTM (1997) *Annual Book of Standards*. Volumes 04.08 and 04.09, Soil and rock, ASTM International, West Conshohocken, PA.

Bayin, A. Iyisan, R. Hatipoglu, M., Cevikbilen , G., Isik, A. (2013) "The Effect of Testing Methods on Residual Shear Strength of Cohesive Soils" *2nd International Balkans Conference on Challenges of Civil Engineering*, BCCCE, 23-25 May 2013, Epoka University, Tirana, Albania.

Bhat, D.R., Bhandary, M.P., Yatabe, R (2013) "Effect of shearing rate on residual strength of Kaolin clay". *EDGE*, Vol. 18, 1387-1396.

Mesri, G. and Cepeda-Diaz, F. (1986). "Residual shear strength of clays and shales." *Géotechnique*, 36(2), 269–274.

Mesri, G., and Huvaj, N. (2012). "Residual Shear Strength Measured by Laboratory Tests and Mobilized in Landslides" *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, Vol. 138, No. 5,585-593.

Huvaj-Sarihan, N. (2009). *Movement of reactivated landslides.* Ph.D. thesis, Univ. of llinois at Urbana-Champaign, Urbana, IL.

Stark, T. D., and Eid, H. T. (1994). "Drained residual strength of cohesive soils." *J. Geotech. Eng. Div.*, 120(5), 856–871.

Suzuki, M., Tsuzuki, S.,Yamamoto, T. (2005) "Physical and Chemical Index Properties of Residual Strength of Various soils" Mem Fac Eng Yamaguchi Univ. Vol. 56(1), 1-11.