



YAYASAN PERGURUAN "CIKINI"  
INSTITUT  
SAINS DAN TEKNOLOGI  
NASIONAL

FAKULTAS TEKNIK SIPIL  
DAN PERENCANAAN  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**PENUGASAN**  
No : 010/PI-Ext/XI/2020

Ketua Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Sains dan Teknologi Nasional Jakarta menugaskan kepada :

Dr. Ir. Idrus, MSc : Staff Jurusan Teknik Sipil FTSP-ISTN

Untuk memberikan materi (presentasi) pada Annual Conference Meeting of HATTI, di Jakarta dengan rincian pelaksanaan sbb :

Tanggal : 10-12 November 2020  
Acara : **24<sup>th</sup> Annual Conference Meeting on Geotechnical Engineering  
Himpunan Ahli Teknik Tanah Indonesia**  
Tempat : Jakarta, Indonesia  
Topik : **Perilaku Kekuatan Geser Interface Antara Batuan Andesit Dengan  
Variasi Material Timbunan Akibat Iterusi Air**

Kepada DR Ir. Idrus MSc diberikan kepercayaan penuh untuk melakukan ceramah ilmiah tersebut, dan kepadanya akan diberikan tunjangan akomodasi sesuai yang berlaku di Jurusan Teknik Sipil ISTN

Penugasan ini berlaku sejak dikeluarkan sampai dengan berakhirnya jangka waktu pelaksanaan kegiatan tersebut

Jakarta, 8 November 2020  
Dekan FTSP

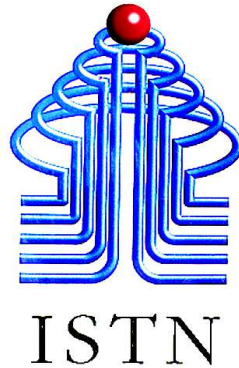


Lely Mustika, S.T, M..T  
990815640331317547

Tembusan :

1. Dekan FTSP-ISTN ( sbg laporan )
2. Arsip

**LEMBAR PENGESAHAN  
PENULISAN KARYA ILMIAH**



**Perilaku Kekuatan Geser Interface Antara Batuan Andesit  
Dengan Variasi Material Timbunan Akibat Iterusi Air**

Penulis:

DR. Ir. Idrus M.Sc (pennulis utama/main author)

Mengetahui :

Dekan FTSP I.S.T.N

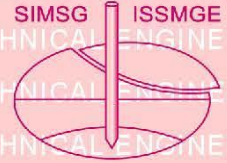


(Lely Mustika, S.T, M.T)

Program Studi Teknik Sipil  
Institut Sains dan Teknologi Nasional  
Jakarta, November 2020



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



## CERTIFICATE OF APPRECIATION

NO : 048/PITXXIV-HATTI/XI/2020

This certificate is awarded to

**DR.Ir. Idrus M. Alatas M.Sc**

as

### SPEAKER

on

**24<sup>th</sup> ANNUAL NATIONAL CONFERENCE  
ON GEOTECHNICAL ENGINEERING**


Theme:

**“GEOTECHNICAL & INFRASTRUCTURE CHALLENGES  
DURING GLOBAL PANDEMIC”**

Zoom Webinar, 10 -12 November 2020

INDONESIAN SOCIETY FOR GEOTECHNICAL  
ENGINEERING

JAKARTA, 12 NOVEMBER 2020  
ORGANIZING COMMITTEE

  
Prof. Ir. Widjojo Adi Prakoso, MSc. Ph.D.  
President

  
Dandung Sri Harninto, ST. MT.  
Chairman



# PERILAKU KEKUATAN GESER *INTERFACE* ANTARA BATUAN ANDESIT DENGAN VARIASI MATERIAL TIMBUNAN AKIBAT INTERUSI AIR

Idrus M. Alatas

*Jurusan Teknik Sipil ISTN Jakarta,*

**ABSTRAK:** Banyaknya kasus keruntuhan lereng pada tanah batuan dengan kekuatan geser yang tinggi umumnya bidang longsornya terjadi pada bidang lemah. Bidang lemah ini dapat berupa joint, fracture plane, atau bidang pertemuan antara bidang batuan dengan material timbunan di atasnya (bidang interface). Pengujian di laboratorium mengenai kekuatan geser antara pertemuan dua bidang sebagai bidang geser dilakukan di laboratorium *Multistage Reversal Progressive Shear Test (MRPST)*. Pengujian ini mendapatkan residual interface shear test antara batuan andesit dengan beberapa variasi timbunan dengan variasi gradasi butiran antara prosentase butiran halus dan kasar. Sekaligus ingin diketahui degradasi kekuatan geser *interface* akibat terjadinya peningkatan kadar air pada timbunan hingga mencapai kejenuhan maksimum. Pada kadar air minimum, rasio kuat geser ( $\tau/\sigma_n$ ) yang tertinggi antara andesit dan OBL (*Over Burden Layer*) berupa 100% WCS (*Weathered Clay Shale*) adalah yang tertinggi. Prosentasi reduksi yang terkecil pada OBL 100% pasir sebesar 32,2%. Sedangkan prosentasi reduksi kuat geser interface yang terbesar pada OBL dengan kandungan 75% pasir dan 25% WCS sebesar 69,18%.

**ABSTRACT:** Many of cases of slope failure in rock soils with high shear strength generally occurs in the weak plane. This weak plane can be in the form of a joint, fracture plane, or the plane where the rock plane meets the embankment material above it (the interface plane). Testing in the laboratory regarding the shear strength between the junction of two planes as a shear plane is carried out in the Multistage Reversal Progressive Shear Test (MRPST) laboratory. This test obtains the residual interface shear test between andesite rocks with several variations of the embankment with variations in grain gradations between the percentage of fine and coarse soil. At the same time, we want to know the degradation of interface shear strength due to an increase in water content in the overburden layer until it reaches maximum saturation. At the minimum water content, the ratio of shear strength ( $\tau / \sigma_n$ ) has the highest between andesite and OBL (Over Burden Layer) which is 100% WCS (Weathered Clay Shale) is the highest. The smallest percentage reduction in OBL is 100% sand of 32.2%. While the largest percentage reduction in interface shear strength was on OBL with a content of 75% sand and 25% WCS of 69.18%.

**ABSTRACT :**

**Keywords :** interface, andesite, MRPST, Andesite , rasio kuat geser

## I. PENDAHULUAN

Kekuatan geser tanah telah difahami sebagai parameter yang sangat menentukan kestabilan lereng. Pada kasus kelongsoran, terjadi karena tegangan geser yang terjadi melebihi dari kekuatan gesernya, dan dalam teori *Limit Equilibrium* antara kekuatan geser dan tegangan gesernya diperoleh suatu faktor keamanan (SF) dari lereng tersebut. Menurunnya kekuatan geser

sehingga terjadi kelongsoran dapat dipahami oleh sebab beberapa faktor antara lain, proses pelapukan, peningkatan kadar air. Pada bidang kelongsoran yang terjadi pada pertemuan dua jenis tanah atau yang kita kenal dengan *interface*, menjadi hal yang dibahas pada tulisan ini, bagaimanakah pengaruh peningkatan kadar air pada interface ini dapat mempengaruhi degradasi kuat geser interfacenya. Kekuatan geser interface tersebut dapat dipahami bahwa kekuatan geser sisa (*residual shear strength*), dengan studi

laboratorium dengan *Multistage Reversal Progressive Shear Test* (MRPST). Pengujian kekuatan geser ini dilakukan pada interface antara batuan andesit dengan variasi OBL.

## II. PENELITIAN KEKUATAN GESER INTERFACE

Pada 1961 penelitian kekuatan geser antara tanah halus dan bergranula dengan beberapa material permukaan jenis material (Potyondy J.G, 1961) pada shear box. Pada tahun 1981 [10], meskipun tidak berfokus pada *interface* tanah-padat, topik tanah kohesif dalam kekuatan sisa dan perilaku gesernya dengan peralatan geser cincin diperkenalkan. Pada tahun 1995, penelitian *interface* tanah-padat dari Clay Meksiko dan perilaku statis dan siklik permukaan gesekan tiang dilakukan (11). Pada tahun 2000, mengikuti penelitian pada tahun 1981 [10], studi tentang tahanan geser *interface*-tanah liat dengan peralatan geser cincin (*ring shear test*) dilakukan pada puncak dan kekuatan sisa [8]. Pada tahun 2009, dengan munculnya studi tentang tanah tak jenuh, masalah *interface* tak jenuh dengan Uji geser langsung terkontrol hisap (suction) dilakukan pada *interface* antara tanah takjenuh dengan plastisitas rendah dengan permukaan baja tahan karat yang kasar hingga halus [12]. Dan masih banyak lagi yang dilakukan hingga akhir tahun 2019, seperti ilustrasi pada gambar 2.1 berikut.

1961	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Skin friction of different types of soils and construction materials</li> <li>•Four major controlling points were determined</li> </ul>
1981	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Shearing behaviour of cohesive soils</li> <li>•Four typical particle shearing behaviour on peak and residual strength</li> </ul>
1995	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Soil-friction pile interface in cyclic and static loading condition</li> </ul>
2000	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Clay-interface shear strength at peak and residual strength on different roughness</li> </ul>
2009	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Unsaturated soil interface shear strength behaviour</li> <li>•Effect of different tests on water content, normal stress, and rough surface of clay-concrete interface</li> </ul>
2014	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Sensitive clay-steel interface in Consolidated-Drained and Consolidated-Undrained conditions</li> </ul>
2018	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Unloading effect and interface roughness on clay soil</li> <li>•Clayey soil and granular column (modelled with sand) interface and numerical modelling with finite difference</li> </ul>
2019	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Interface shear strength behaviour of soil and water-cement ratio rough surface</li> <li>•Clay-hemp fibres interface shear strength behaviour</li> </ul>

**Gambar 2.1** Perkembangan penelitian interface shear strength tanah dengan tanah (F.H. Sagitaningrum, et al , 2020)

## II. BIDANG KELONGSORAN PADA INTERFACE

Beberapa kasus kelongsoran di Indonesia yang terjadi karena lemahnya kekuatan geser interface diantaranya adalah keruntuhan pada lereng galian pada saat pembuatan jalan tol Semarang-Bawen 2010 (Himawan, et al 2013). Bagian overburdennya berupa lapisan tuff breksia, dan membentuk interface dengan *clay shale* dibagian bawahnya. Seperti pada gambar 2.1 berikut :



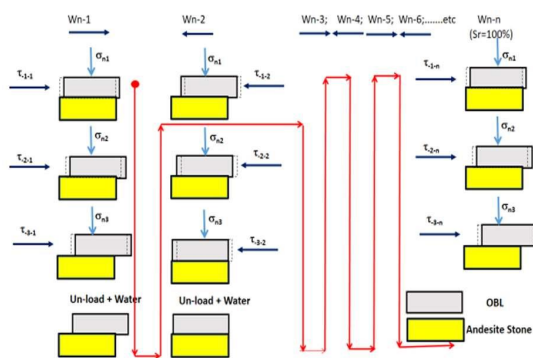
**Gambar 1.** Keruntuhan Lereng di Tol Semarang-Bawen (Alatas I.M, et al, 2015)

Beberapa kasus kegagalan lereng yang *progressive* , sering terjadi di Indonesia.

## III. METODOLOGI

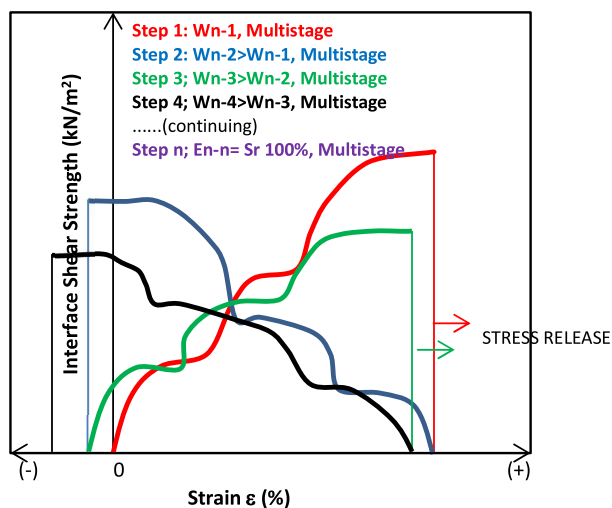
Pengujian *Multistage Reversal Progressive Shear Test* (MRPST) dilakukan untuk mengetahui kuat geser interface antara lapisan batuan andesit dengan lapisan tanah yang dimodelkan sebagai lapisan *Over Burden* (OBL). Tahapan awal penentuan kuat geser interface dilakukan dengan cara *multistage*, dimana kadar air OBL adalah  $W_{n1}$ , dimana satu sampel model dengan 3 tegangan normal yang diberikan secara bertahap setelah tegangan geser residual tercapai pada tiap tegangan normalnya. Tahap berikutnya adalah menentukan kuat geser interface akibat penambahan kadar air menjadi  $W_{n2}$  yang  $> W_{n1}$ . Pemberian kadar air tambahan pada sampel dilakukan pada bagian OBL dengan melepaskan tegangan normal dari pengujian sebelumnya dan

menyemprotkan tambahan air (*Water Spray*) ke permukaan sampel OBL. Pembenaan pengujian berikutnya dilakukan pada arah yang berlawanan dari arah pembebanan pada kadar air  $W_{n1}$  (*reversal*). Jadi Pengujian dengan cara MRPST ini, didapatkan beberapa interface kuat geser dari dua material (andesit dan OBL) sejumlah variasi penambahan kadar air yang diberikan hingga sampel OBL menjadi jenuh (*Saturated / Full soaked*). Skematik metodologi pengujian MRPST seperti pada Gambar 3.1 berikut:



**Gambar 3.1.** Prosedur Pengujian Kuat Geser Interface dengan MRPST

Tegangan geser dan regangannya dapat dilihat pada Gambar 3.2 berikut



**Gambar 3.2.** Tegangan dan Regangan Geser Pengujian MRPST

## 4. HASIL DAN DISKUSI

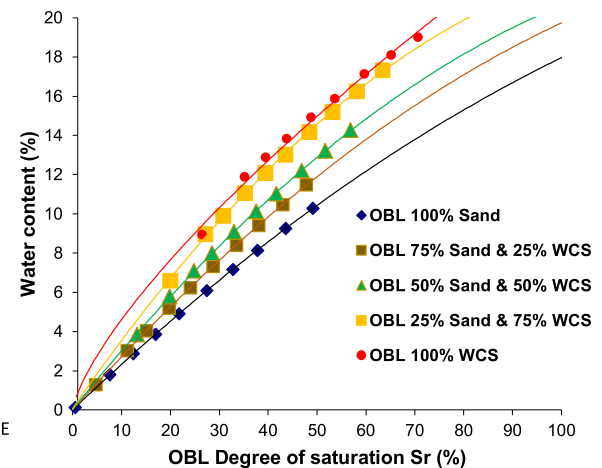
### 4.1 Variasi, Properties dan Perubahan Propertis Over Burden Layer.

Lima variasi Over Burden Layer (OBL), masing-masing memiliki kandungan dan properties seperti pada Tabel 4.1 Berikut :

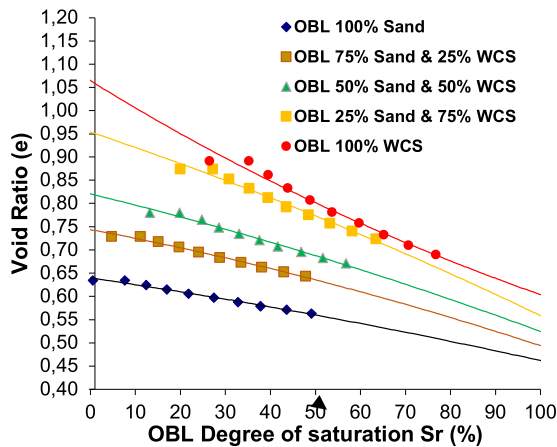
**Tabel 4.1.** Variasi dan Properties Awal OBL

OBL	$\gamma$ ( $t/m^3$ ) initial	Sr (%) initial	$W_n$ (%) initial	$G_s$	$e$
100% S	1,65	0,53	0,13	2,69	0,63
75% S & 24% WCS	1,57	4,72	1,29	2,69	0,73
50% S & 50% WCS	1,56	13,16	3,85	2,67	0,78
25% S & 75% WCS	1,51	19,97	6,59	2,65	0,87
100% WCS	1,52	26,48	8,95	2,64	0,89

Akibat setiap penambahan air sebelum dilakukan pembebanan dengan cara MRPST, properties dari OBL, seperti kadar air ( $w$ ) dan angka pori ( $e$ ) terhadap kenaikan derajat kejenuhan seperti pada gambar 4.1 dan gambar 4.2 berikut. Pada derajat kejenuhan yang sama, kadar air akan meningkat dengan meningkatnya kandungan tanah lempung dalam lapisan OBL. Pada OBL berupa 100% pasir, kadar air menu



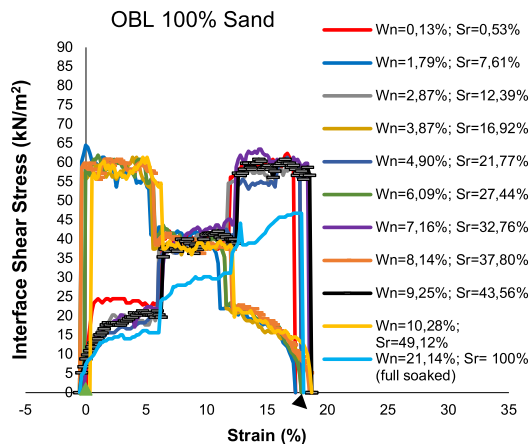
**Gambar 4.1** Perubahan kadar air terhadap derajat kejenuhan pada 5 varian OBL



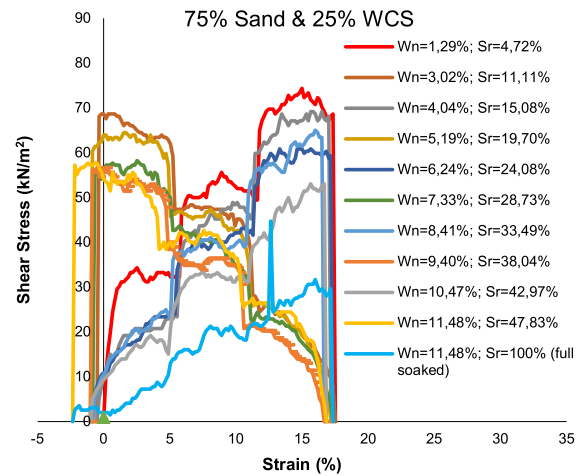
**Gambar 4.2** Perubahan angka pori terhadap derajat kejenuhan pada 5 varian OBL.

#### 4.2 Tegangan Regangan *Multistage Reversal Progressive Shear Test* dan Selubung Coulomb

Tegangan geser intrerface dan regangan yang terjadi antara batuan andesite dengan variasi OBL, dengan menggunakan *Multistage Reversal Progressive Shear Test* dapat dilihat pada Gambar-gambar berikut. Gambar 4.3 OBL 100% Sand, Gambar 4.4 OBL 75% Sand & 25% WCS, Gambar 4.5 OBL 50% Sand & 50% WCS, Gambar 4.6 OBL 25% Sand & 75% WCS, dan Gambar 4.7 OBL 100% WCS.



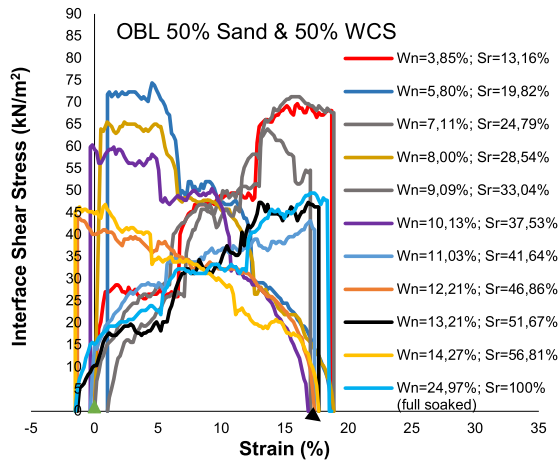
**Gambar 4.3** Tegangan,-Regangan *interface* andesite dengan OBL 100% Sand.



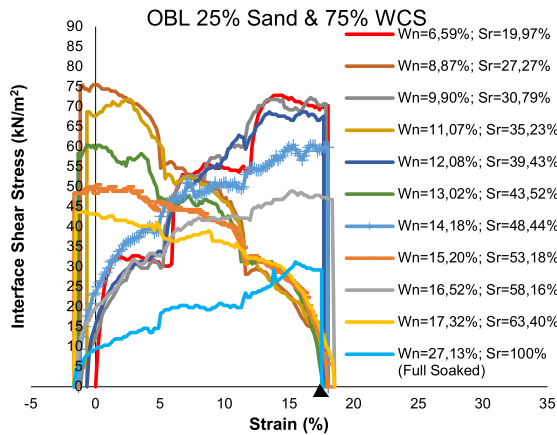
**Gambar 4.4** Tegangan,-Regangan *interface* andesite dengan OBL 75% Sand & 25% WCS

Pada Gambar 4.3 sampai dengan Gambar 4.7 dapat dilihat bahwa tegangan geser *interface* cenderung mengecil dengan bertambahnya kejenuhan lapisan OBL, sampai mendekati SR=100% diperoleh tegangan geser *interface* yang terkecil.

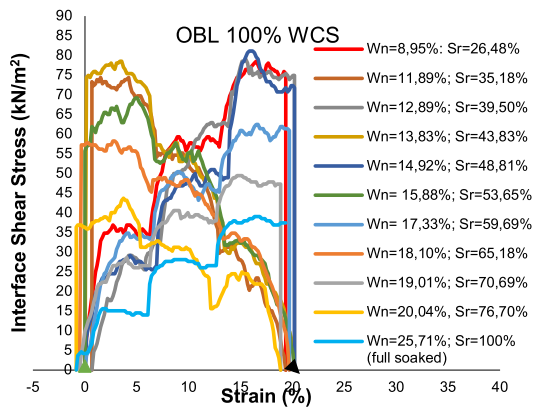
Pengaruh kandungan lempung clay shale yang telah lapuk dalam lapisan OBL sangat mempengaruhi penurunan kekuatan geser *interfacenya* akibat penambahan drajat kejenuhannya. Pada OBL yang 100% sand diperoleh penurunan kekuatan geser *interface* yang lebih kecil dibandingkan terdapat kandungan WCS pada OBL nya. Dari kuva tegangan geser *interface* dengan regangannya pada OBL yang 100% WCS (gambar 4.7), terlihat bahwa penambahan kadar air yang meningkatkan drajat kejenuhan OBL memberikan dampak yang cukup signifikan terhadap penurunan kekuatan geser *interfacenya*. Hal ini terlihat sangat berbeda dengan Gambar 4.3 pada OBL yang 100% Sand.



**Gambar 4.5** Tegangan,-Regangan *interface* andesite dengan OBL 50% Sand & 50% WCS



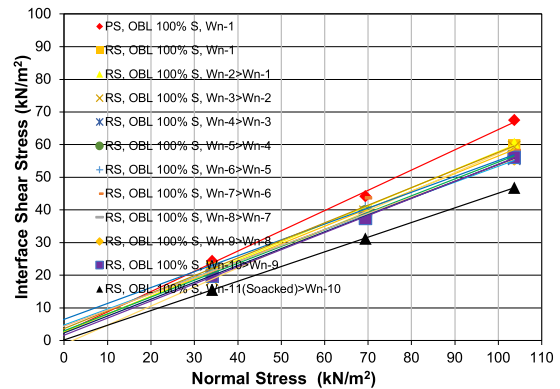
**Gambar 4.6** Tegangan,-Regangan *interface* andesite dengan OBL 25% Sand & 75% WCS



**Gambar 4.7** Tegangan,-Regangan *interface* andesite dengan OBL 100% WCS

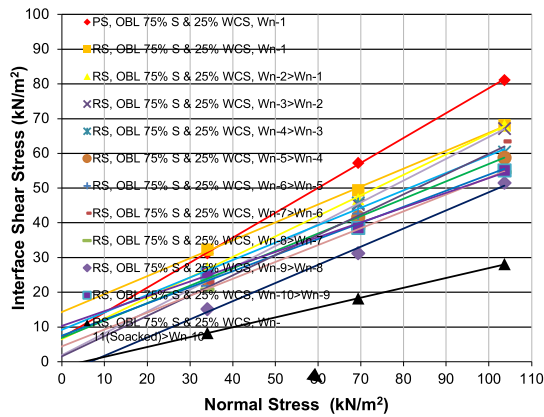
Selubung Coulomb (tegangan geser interface vs tegangan normal) yang diperoleh dari hasil tegangan geser interface dengan regangannya dapat dilihat pada Gambar-gambar dibawah ini. Pada Gambar 4.8 Selubung Coulomb pada OBL 100% Sand. Pada Gambar 4.9 Selubung Coulomb pada OBL 75% Sand & 25% WCS. Pada Gambar 4.10 Selubung Coulomb pada OBL 50% Sand & 50% WCS. Pada Gambar 4.11 Selubung Coulomb pada OBL 25% Sand & 75% WCS. Pada Gambar 4.12 Selubung Coulomb pada OBL 100% WCS.

Pengaruh kandungan lempung clay shale yang lapuk, terlihat semakin tinggi prosentase WCS pada OBL semai kn tinggi kohesi *interfacenya*. Namun bilan semai kn kecil kandungan WCS maka kohesi *interface* semakin kecil. Pengaruh penambahan derajat kejenuhan OBL dapat mengakibatkan degradasi kohesi *interfacenya* dan juga sudut geser dalamnya.

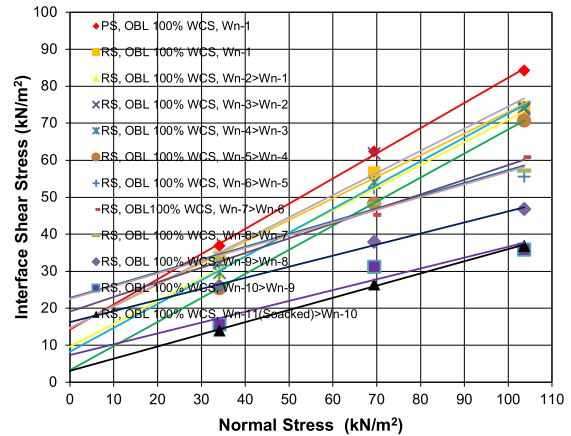


**Gambar 4.8** Selubung Coulomb pada OBL 100% Sand

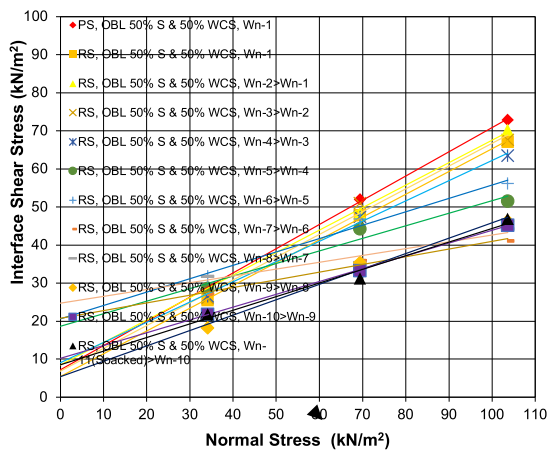




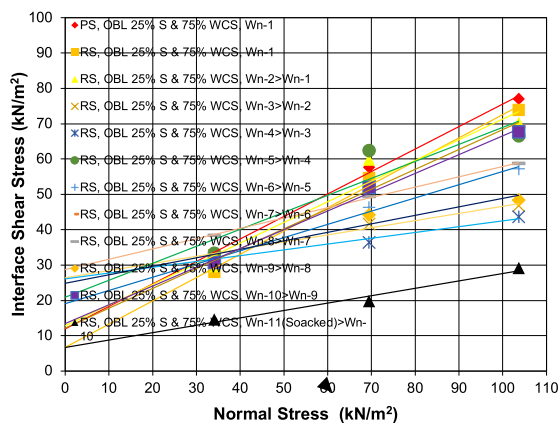
Gambar 4.9 Selubung Coulomb pada OBL 75% Sand & 25% WCS



Gambar 4.12 Selubung Coulomb pada OBL 100% WCS

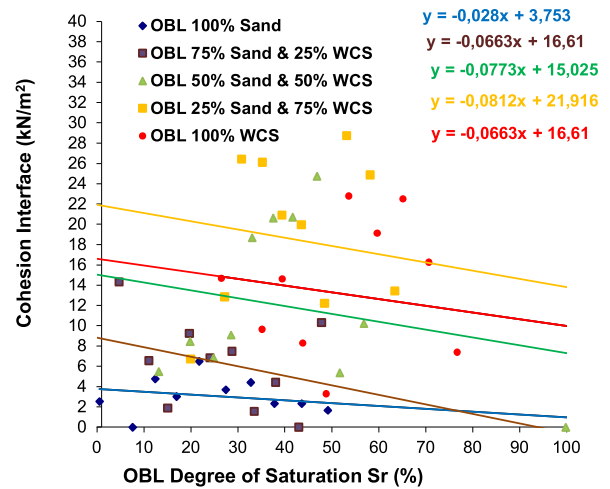


Gambar 4.10 Selubung Coulomb pada OBL 50% Sand & 50% WCS

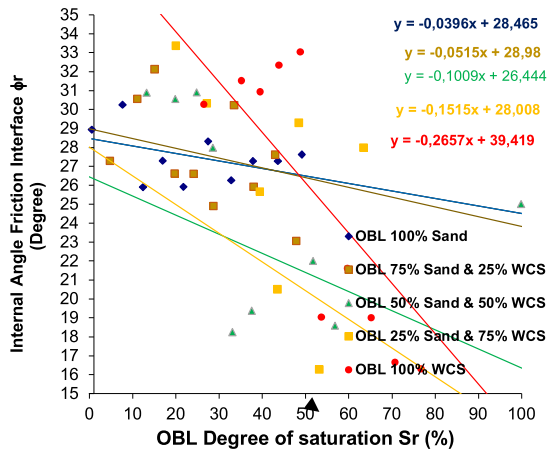


Gambar 4.11 Selubung Coulomb pada OBL 25% Sand & 75% WCS

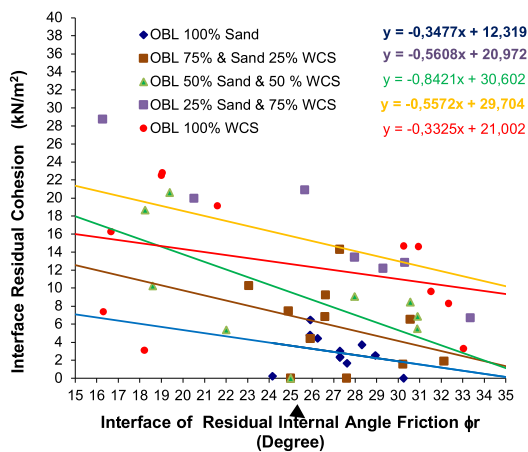
4.3 Pengaruh kenaikan drajat kejenuhan OBL terhadap degradasi parameter kuat geser interface.



Gambar 4.13 Penurunan kohesi interface terhadap kenaikan prosentase Sr pada OB



**Gambar 4.14** Penurunan sudut geser dalam interface terhadap kenaikan prosentase Sr pada OBL

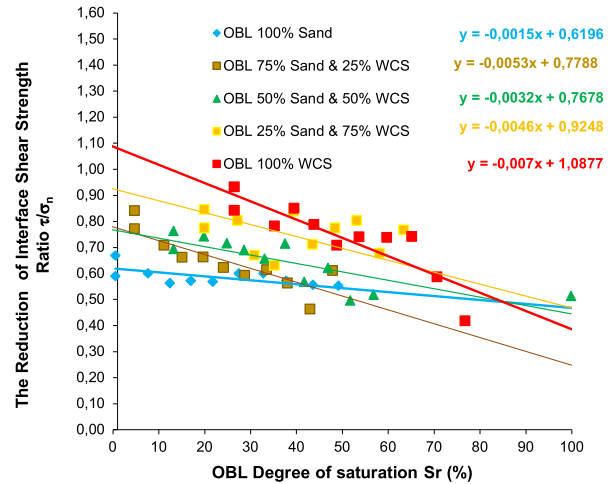


**Gambar 4.15** Perubahan parameter kuat geser (c &  $\phi$ ) interface akibat perubahan prosentase Sr pada variasi OBL

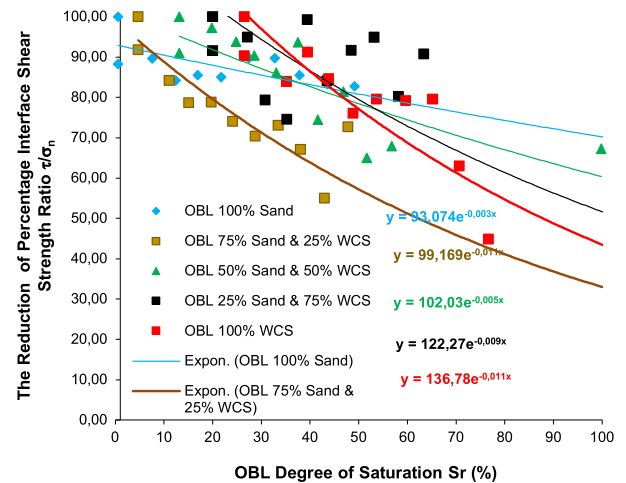
#### 4.4 Degradasi Interface Shear Strength

Kuat geser interface antara batuan andesit dengan variasi lapisan *Over Burden Layer* (OBL) cenderung menurun hingga yang terkecil parameternya diperoleh pada saat derajat kejenuhan 100% (*full soaked*). Untuk mengetahui degradasi kuat geser interface yang merupakan gabungan dari kohesi dan sudut geser dalam interfacenya, dilihat parameter rasio kuat gesernya yaitu ratio antara kuat geser dan tegangan normalnya dari uji MRPST ( $\tau/\sigma_n$ ). Hasil

tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.16 dan Gambar 4.17 berikut ini.



**Gambar 4.16** Ratio kuat geser *interface* vs penambahan drajat kejenuhan (Sr).



**Gambar 4.17** Ratio kuat geser *interface* vs penambahan drajat kejenuhan (Sr).

**Table 4.2** Penurunan kuat geser *interface*

OBL CONTENT	Initial shear strength parameter in $W_n=0\%$ or $S_r=small (\sim 0)$			$S_r = 100\%$ (Full Soaked)	Reduction % Interface Shear Strength
	c	$\phi$	$\tau/\sigma_n$	$\tau/\sigma_n$	
100% Sand	2,59	31,80	0,67	0,45	32,27
	% Remaining $\tau/\sigma_n$			100,00	67,73
75% Sand & 25% WCS	6,94	35,66	0,84	0,26	69,18
	% Remaining $\tau/\sigma_n$			100,00	30,82
50% Sand & 50% WCS	7,24	32,44	0,76	0,51	32,69
	% Remaining $\tau/\sigma_n$			100,00	67,31
25% Sand & 75% WCS	11,91	32,45	0,85	0,33	60,84
	% Remaining $\tau/\sigma_n$			100,00	39,16
100% WCS	14,19	34,23	0,93	0,38	58,85
	% Remaining $\tau/\sigma_n$			100,00	41,15

## 5. KESIMPULAN

Dari pengujian MRPST untuk mendapatkan kuat geser interface antara batuan andesit dengan lima jenis tanah OBL, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Jenis komposisi gradasi OBL sangat berpengaruh terhadap kuat geser interface dengan batuan andesit pada drajat kejenuhan awal, serta berpengaruh terhadap perilaku penurunan kekuatan gesernya dengan bertambah drajat kejenuhan hingga full soaked ( $S_r=100\%$ ).
2. Pada keadaan awal dengan  $S_r$  yang kecil (kering), OBL yang berupa 100% Pasir memiliki rasio kekuatan geser yang terkecil sebesar 0,688, sedangkan yang terbesar pada OBL yang berupa 100% WCS sebesar 0,932.
3. Perilaku penurunan ratio kekuatan geser akibat penambahan kadar air pada OBL sehingga drajat kejenuhan mendekati 100% yang direpresentasikan berupa prosentasi reduksi kuat geser interface, prosentasi reduksi yang terkecil pada OBL 100% pasir sebesar 32,2%. Sedangkan prosentase reduksi kuat geser interface yang terbesar pada OBL dengan kandungan 75% pasir dan 25% WCS sebesar 69,18%.
4. Metode MRPST sangat cocok untuk memodelkan perubahan *interface* shear strengthnya yang diakibatkan penambahan air pada OBL

## REFERENSI

- Alatas I. M, Samira.A.K., Ramli N., Irsyam M, Himawan A (2015c). Shear Strength Degradation of Semarang-Bawen Clayshale Due To Weathering Process. *Jurnal Teknologi (Sciences and Engineering) Special Edition*, Acceptance September 2015.
- F.H.Sagitaningrum, S.A.Kamaruddi, R. Nazir, B.S Soepandji and Alatas I. M (2020), Soil-solid interface shear strength review and its possibility on interlayer slope stability analysis, IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 426
- Himawan, A. (2013). Alternatif Mitigasi Kelongsoran dan Perkuatan Lereng Galian Tower SUTT STA 19+255 Pembangunan Jalan Tol Semarang - Solo Tahap I Ruas Ungaran - Bawen Paket V Tinalun - Lemah Ireng STA 18+000 - 21+825 LAPI ITB.
- Hamid T B and Miller G A (2009) Shear Strength of Unsaturated Soil Interfaces Can. Geotech J. 46 595-606
- LAPI ITB PT,. 2013. Alternatif Mitigasi Kelongsoran dan Perkuatan Lereng Galian Tower SUTT STA 19+255 Pembangunan Jalan Tol Semarang - Solo Tahap I Ruas Ungaran-Bawen Paket V Tinalun - Lemah Ireng STA 18+000 - 21+825. in Technical Report LAPI ITB PT.
- Lemos L.J.L and Vaughan P. R , Clay-Interface Shear Resistance (2000), Geotechnique 50 No.1 55-64, 2
- Lupini J F, Skinner A. E and Vaughan P R (1981), The Drained Residual Strength of Cohesive Soils Geotechnique 31 No.2 181-213 (10)
- Ovando-Shelley E (1995) Direct Shear Tests on Mexico City Clay with Reference to Friction Pile Behavior Geotech Geol Eng. 13 1-16
- Potyondy J. G, Skin Friction between Various Soils and Construction Materials (1961) Geotechnique 11 No.4 339-353.