

SIPIIL UNWIRA

MEDIA PENGEMBANGAN SAINS DAN TEKNOLOGI

VOLUME 1, NOMOR 3, MARET 2011

**PENGARUH JUMLAH SEMEN TERHADAP KEKUATAN
GESER TANAH PASIR TERSEMENTASI BUATAN**

Maria Wahyuni

**INFORMASI DAN DATA KUALITAS AIR
PEMANTAUAN KUALITAS AIR DALAM WILAYAH
SUNGAI – BWS NT.II KILAS INFORMASI KUALITAS
AIR DI BEBERAPA SUMBER AIR DALAM WS. BWS
NT.II**

John F. Fernandez

KONSERVASI AIR PADA PERTANIAN LAHAN KERING

Priseila Pentewati

**PENGEMBANGAN DAERAH IRIGASI LAHAN KERING
BERBASIS PADA KEARIFAN LOKAL UNTUK
MENJAGA KETAHANAN PANGAN**

Susilawati

**EVALUASI KARAKTERISTIK ARUS LALU LINTAS
PADA TERMINAL BAYANGAN**

Siktus Tonny Habang Raya

**STUDI NERACA AIR METODE COCHEME-FRANQUIN
UNTUK MENENTUKAN KALENDER TANAM LAHAN
KERING DI KUPANG**

Apolinaris S. Geru, Rodi Yunus, Merpati T. Nalle

Sipil UNWIRA

**Volume
1**

**Nomor
3**

**Halaman
153 - 217**

**Kupang,
Maret
2011**

**ISSN:
2086-373X**

SIPIL UNWIRA

MEDIA PENGEMBANGAN SAINS DAN TEKNOLOGI

Vol. 1 No. 3 – MARET 2011

Ketua Penyunting

Susilawati Cicilia Laurentia

Wakil Ketua Penyunting

Sebastianus Baki Henong

Penyunting Pelaksana

Ignatius Herliyatno

Don Gaspar N. da Costa

Andreas G. Ahas

Rani Henrikus

Paulus Sianto

Laurensius Lulu

Egidius Kalogo

Alamat Redaksi

Redaksi SIPIL UNWIRA

Fakultas Teknik

Universitas Katolik Widya Mandira

Jl. Biara Karmel San Juan Penful-Kupang

Telp. +62-380-8081630

Email : sipil.unwira@unwira.ac.id

SIPIL UNWIRA diterbitkan dua kali setahun

Biaya untuk berlangganan Rp.25.000,- (tidak termasuk ongkos kirim)

Bagi yang berminat dapat menghubungi Redaksi

SIPIL UNWIRA

MEDIA PENGEMBANGAN SAINS DAN TEKNOLOGI

Vol. 1 No. 3 – MARET 2011

DAFTAR ISI

PENGARUH JUMLAH SEMEN TERHADAP KEKUATAN GESER TANAH PASIR TERSEMENTASI BUATAN Maria Wahyuni	153 - 162
INFORMASI DAN DATA KUALITAS AIR PEMANTAUAN KUALITAS AIR DALAM WILAYAH SUNGAI – BWS NT.II KILAS INFORMASI KUALITAS AIR DI BEBERAPA SUMBER AIR DALAM WS. BWS NT.II John F. Fernandez	163 - 174
KONSERVASI AIR PADA PERTANIAN LAHAN KERING Priseila Pentewati	175 - 184
PENGEMBANGAN DAERAH IRIGASI LAHAN KERING BERBASIS PADA KEARIFAN LOKAL UNTUK MENJAGA KETAHANAN PANGAN Susilawati	185 - 194
EVALUASI KARAKTERISTIK ARUS LALU LINTAS PADA TERMINAL BAYANGAN Siktus Tonny Hahang Raya	195 - 212
STUDI NERACA AIR METODE COCHEME-FRANQUIN UNTUK MENENTUKAN KALENDER TANAM LAHAN KERING DI KUPANG Apolinaris S. Geru, Rodi Yunus, Merpati T. Nalle	213 - 217

PENGARUH JUMLAH SEMEN TERHADAP KEKUATAN GESER TANAH PASIR TERSEMENTASI BUATAN

Maria Wahyuni

Fakultas Teknik Sipil Universitas Katolik Soegijapranata, Jl. Pawiyatan Luhur IV/1, Semarang
e-mail: maria.wahyuni@gmail.com

ABSTRACT

Cemented sand is characterized by cementing materials in their pores. The effect of this cementing materials influence the behavior of soils under load. Simulation of cemented sand characteristics had been done using artificially cemented sand samples. These samples tested by Consolidated Drained Triaxial Test (CD Triaxial Test). Experiments is done for $\gamma_{sat} = 1.65 \text{ gr/cm}^3$ and 0% , 2%, 5% and 8% cement content by weight respectively. Experiments on artificially cemented sand give results that the behavior depend on the cementing materials. The cohesion increase proportional to cement content, and the friction angel relatively constant at about $34.5^\circ - 35.8^\circ$. For 2%, 5% and 8% cement content the value of cohesion are 0.02 kg/cm^2 , 0.14 kg/cm^2 and 0.31 kg/cm^2 respectively.

Key words: sand, cemented sand, cementing materials, mineral, behavior, cohesion, friction angle.

PENDAHULUAN

Tanah sebagai material yang terbentuk secara alami memiliki sifat yang sangat unik. Keberagaman dari jenis tanah menyebabkan perlunya dilakukan penyelidikan lapangan yang bertujuan untuk mengetahui jenis tanah dan karakteristik/sifat - sifatnya. Jenis tanah dan karakteristik dari lapisan tanah sangat berpengaruh dalam menentukan jenis pondasi dari suatu bangunan.

Berdasarkan ukuran butirnya, tanah dibedakan menjadi tanah berbutir halus (lempung, lanau) dan tanah berbutir kasar (pasir, kerikil). Dalam kenyataan yang ada di lapangan, seringkali dijumpai jenis tanah yang berbeda. Sebagai contoh adalah adanya lapisan tanah pasir yang tersementasi secara alami dan seringkali disebut sebagai tanah pasir tersementasi. Tulisan ini membahas tentang karakteristik tanah pasir tersementasi buatan berdasarkan hasil uji laboratorium.

TINJAUAN PUSTAKA

1. Sementasi pada Tanah

Tanah berbutir halus memiliki ciri khas, yaitu hadir kohesi atau lekatan antar butir tanah walaupun dalam kadar yang berbeda. Sementara itu pada tanah berbutir kasar seperti pasir dan kerikil, memiliki ciri khas bahwa antar butiran tersebut bersifat lepas. Antar rongga butir ini dapat terisi oleh zat cair ataupun oleh udara. Pada tanah pasir tersementasi, rongga antar butir dapat terisi oleh material yang bersifat mengikat butiran butiran tersebut, sehingga menjadi suatu kesatuan yang lebih kuat. Hadirnya material penyemen ini menjadikan tanah pasir yang mengalami sementasi secara alami memiliki karakteristik yang khusus.

Secara geologi karakteristik tanah pasir tersementasi dipengaruhi oleh berbagai hal. Jenis mineral pengikat akan menunjukkan lokasi asal (sumber) dari mineral yang menjadi penyemen. Mineral pengikat ini berpengaruh terhadap kekuatan tanah. Beberapa faktor lainnya yang berpengaruh terhadap kekuatan tanah diantaranya adalah komposisi mineral (jenis dan jumlah); struktur lapisan tanah; tekstur (bentuk dan ukuran butir) dan sebaran butiran mineral didalam pelapisan tanah serta terjadinya pelapukan. Komposisi mineral berpengaruh terhadap kekerasan dan perilaku dari tanah pasir tersementasi. Tekstur dari batuan sedimen dapat dilihat dari ukuran butiran, kebundaran, tata letak, porositas dan permeabilitas.

2. Material Penyemen Tanah Pasir Tersementasi

Tanah pasir tersementasi adalah butiran tanah pasir yang pada mulanya merupakan butiran tanah pasir lepas (*uncemented*) yang telah mengalami proses litifikasi sehingga terjadi perubahan struktur tanah menjadi keras dan menggumpal. Tanah pasir tersementasi ini menggambarkan kondisi transisi antara tanah dan batuan (Sitar, 1983). Berikut ini contoh tanah pasir yang telah mengalami sementasi dari lokasi penelitian 1 dan 2.



(a) lokasi penelitian 1

(b) lokasi penelitian 2

Gambar 1. Lapisan Tanah Pasir Tersementasi (Rahardjo et.al, 2008)

Studi terhadap komposisi kimia dari banyak tanah tersementasi yang telah dilakukan oleh *Reeves (1976)* di berbagai lokasi menunjukkan bahwa hampir 80% dari sampel yang diuji, material penyemen yang lebih dominan adalah kalsium karbonat (CaCO_3). Material penyemen lainnya yang didapatkan adalah kalsit (CaO) dan *silica dioxide* (SiO_2) partikel lanau dan lempung, *oxides of magnesium* (MgO), *aluminium* (Al) dan *iron* (Fe).

Penelitian *Clough et.al (1981)* yang dilakukan di San Francisco Peninsula berdasarkan analisis petrografi terhadap tanah pasir tersementasi, menunjukkan hasil yang berbeda. Kandungan mineral pengikat yang lebih banyak berturut – turut adalah SiO_2 , Fe_2O_3 dan CaCO_3 serta butiran tanah halus.

Hasil laporan publikasi tentang jumlah karbonat dalam sampel tanah yang dilakukan oleh beberapa peneliti dirangkum oleh *Walsh (1997)* seperti terlihat pada tabel 2.2.

Samtani & Liu (2001) dalam penelitiannya pada lapisan tanah pasir padat (*dense sand*) dan tanah pasir tersementasi (*cemented sand*) di Arizona mendapatkan bahwa pada semua lapisan yang diteliti ternyata mengandung CaCO_3 sebagai material penyemen dengan derajat sementasi yang berbeda – beda. Menurut hasil penelitian ini, tingkat sementasi ditentukan oleh kadar kandungan kalsium karbonatnya (CaCO_3). Klasifikasi sementasi digolongkan dalam:

- Lemah (*weakly*), kadar CaCO_3 antara 0% - 10%
- Sedang (*moderately*), kadar CaCO_3 antara 10% - 20%
- Keras (*strongly*), kadar CaCO_3 antara 20% - 30%
- Sangat keras (*very strong*), kadar CaCO_3 antara > 30%

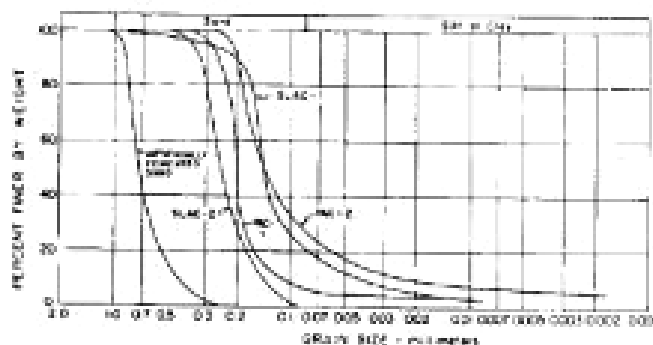
3. Kekuatan Tanah Pasir Tersementasi

Tingkat kekerasan dari tanah pasir tersementasi selain dipengaruhi oleh jumlah dan jenis material penyemen, juga dipengaruhi oleh tebalnya lapisan tersementasi, padatnya isian mineral penyemen dalam rongga. Selain oleh hal-hal tersebut, tingkat kekerasan juga terlihat dari hasil – hasil pengujian lapangan seperti nilai SPT atau dari hasil uji *Pressuremeter* dan hasil uji laboratorium seperti pada pengujian kuat geser tanah.

Menurut *Clough et al (1981)*, nilai SPT pada lapisan tanah tersementasi mencapai lebih dari 75 blows/ft. Sementara itu hasil penelitian yang dilakukan oleh *Samtani & Liu (2001)* menunjukkan nilai N_{SPT} bervariasi antara 6 - > 75 pukulan. Adanya sementasi pada tanah berbutir kasar juga memberikan hasil dalam uji parameter kuat geser berupa nilai kohesi dan sudut geser yang cukup besar (*Clough et.al, 1981*). Meningkatnya derajat sementasi, akan meningkatkan parameter kuat geser tanah (*Walsh, 1997*).

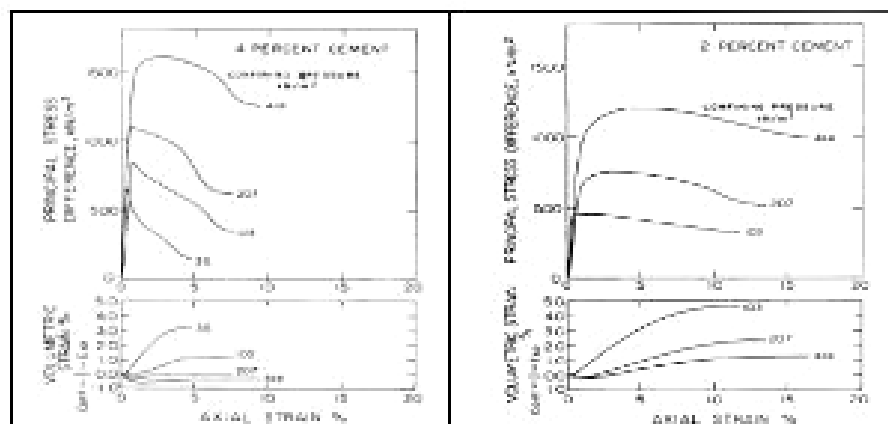
4. Respon Pembebanan pada Tanah Pasir Tersementasi Buatan (*Clough et.al, 1981*)

Clough et.al (1981) juga melakukan pengujian terhadap sampel tanah pasir buatan (*artificially-cemented sand*) menggunakan alat uji *Triaxial*. Kadar semen yang dicampurkan pada tanah pasir kering bergradasi seragam (gambar 2.2) sebanyak 2% dan 4% dari berat sampel. Kadar air yang digunakan 8%.



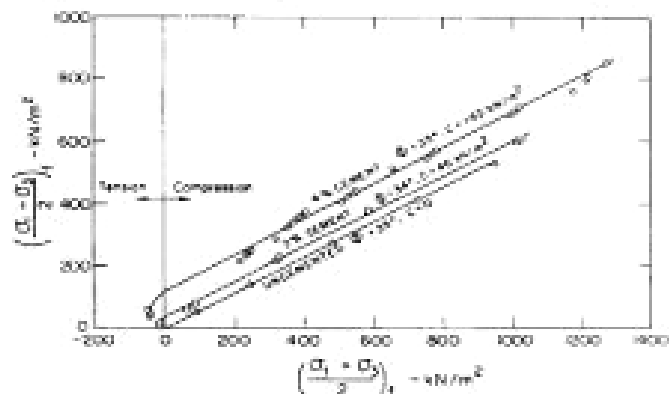
Gambar 2. Grainsize Artificially Cemented Sand vs Naturally Cemented Sand (Clough et al, 1981)

Setelah sampel tanah pasir tercampur rata dengan semen dan air, kemudian dipadatkan secara berlapis di dalam cetakan berdiameter 70 mm dan panjang 138 mm serta dibungkus untuk menjaga kadar airnya. Sampel tanah dibiarkan selama 14 hari. Pengujian dilakukan pada tegangan keliling yang berbeda-beda. Hasilnya menunjukkan bahwa pada kondisi tanah pasir tersementasi secara kuat, memberikan tegangan deviator yang lebih tinggi. Dari kurva juga terlihat bahwa pada tegangan keliling yang lebih rendah cenderung menunjukkan sifat lebih getas dibandingkan pada tegangan keliling yang lebih tinggi.



Gambar 3. Kurva $\sigma - \epsilon$ pada Tanah Tersementasi Buatan 2% dan 4% (Clough et al, 1981)

Pada grafik $p - q$ diagram terlihat bahwa sudut geser dari tanah pasir yang tidak tersementasi dan yang tersementasi tidak terlalu banyak berbeda. Sebaliknya, nilai kohesi terlihat ada peningkatan (gambar 2.4).



Gambar 4. Kurva $p - q$ pada Tanah Tersementasi Buatan (Clough et al, 1981)

Tabel 1 menunjukkan hasil penelitian terhadap tanah pasir tersementasi secara alami dan buatan yang telah dilakukan oleh Clough et al (1981).

Tabel 1. Parameter Kekuatan Geser dan Deformasi (Clough et.al,1981)

Soil type (1)	Dry unit weight, in kilonewtons per cubic meter (2)	D, as a percentage (3)	Unconfined stress σ_{uc} , in kilonewtons per square meter (4)	Peak cohesion intercept, in kilonewtons per square meter (5)	Peak ϕ , in degrees (6)
Uncemented sand	15.3	74	0	0	35
AC -- C2% ^a	15.5	74	180	46	34
AC -- C4% ^b	14.6	60	405	123	29
AC -- C4% ^b	15.8	74	545	143	35
AC -- C4% ^b	16.9	90	670	152	41
SLAC-1	17.6	NA	1,930	365	49
SLAC-2	16.5	NA	50	12	40
PAC-1	16.7	NA	110	25	40
PAC-2	17.1	NA	700	175	37

^a Artificially cemented, 2 % cement content by weight

^b Artificially cemented, 4 % cement content by weight

Note: NA = not available; 1 kN/m³ = 6.36 lb/cu ft; 1 kN / m² = 20.9 lb / sq ft

METODE PENELITIAN

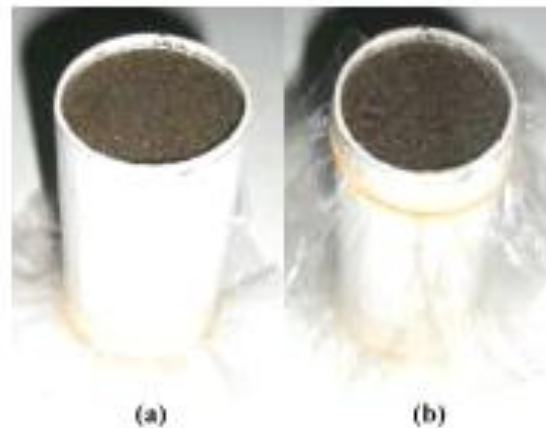
1. Pemodelan Artificially Cemented Sand

Artificially cemented sand merupakan pembuatan sampel tanah pasir tersementasi yang dilakukan dengan cara mencampur tanah pasir, semen pada kadar tertentu dan air. Tujuan pembuatan sampel ini adalah untuk mengetahui seberapa besar pengaruh adanya sementasi terhadap kekuatan geser tanah.

Pemodelan dilakukan dengan mencampur tanah pasir kering lepas dengan semen sebanyak 0%; 2%; 5% dan 8% dari berat pasir kering. Tanah pasir lepas ini diambil dari lokasi penelitian 2 (Senopati). Untuk pengujian menggunakan alat Triaxial diameter 38 mm dan tinggi 76 mm, sampel tanah pasir dibuat dalam kondisi butiran seragam dengan γ_{wet} sebesar 1.65 gr/cm³, disesuaikan dengan nilai γ rata – rata dari tanah pasir tersementasi yang dilakukan pengujian di laboratorium. Kadar air yang digunakan sebesar 21.75%, disesuaikan dengan kadar air alami rata – rata dari tanah pasir lepas yang digunakan dalam pemodelan ini.

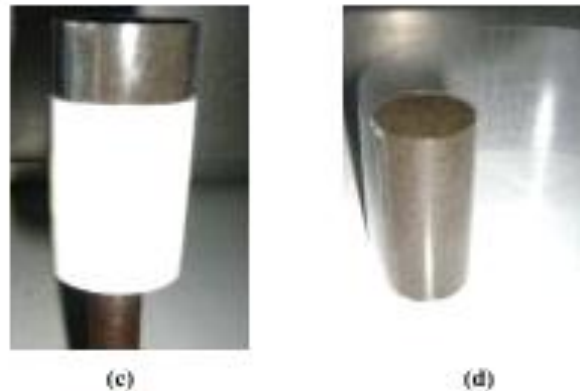
Berikut ini adalah tahap pembuatan pemodelan *artificially cemented sand*:

- sampel tanah pasir lepas dicuci bersih di atas saringan No.200 (0.075 mm) untuk mendapatkan kondisi pasir seragam dan kemudian dioven selama 24 jam, untuk selanjutnya dilakukan uji saringan.
- setelah dilakukan uji saringan, butiran tanah yang lolos saringan No. 4 dicampur menjadi satu.
- untuk membuat sampel artificial dengan γ_{wet} sebesar 1.65 gr/cm³ dan campuran semen sebanyak 0%; 2%; 5% dan 8%, maka berat pasir kering perlu disesuaikan. Dalam penelitian ini berat pasir kering yang diperlukan berturut – turut adalah 116.8 gr; 114.5 gr; 111 gr dan 108 gr. Sementara itu berat air yang ditambahkan adalah sebanyak 25.4 gr (21.75%). Adapun untuk tahap pencampurannya dilakukan sebagai berikut:
 - pasir kering yang sudah ditimbang dicampur dengan semen dan diaduk rata.
 - setelah tercampur rata, air dimasukkan dan sampel kembali diaduk hingga tercampur rata.
 - sampel yang sudah tercampur rata ini didiamkan selama kurang lebih 1 jam dalam tempat yang tertutup untuk membuat sampel tanah menjadi lembab.
- tahap selanjutnya, dilakukan pencetakan sampel kedalam cetakan PVC dengan cara memasukkan campuran tersebut setahap demi setahap dan dilakukan pemadatan secara berlapis. Selanjutnya sampel tanah ditutup rapat dan disimpan dalam ruang yang cukup lembab selama minimal 14 hari sebelum dilakukan uji Triaxial (gambar 5a,b).



Gambar 5 (a,b). 'Curing' Artificially Cemented Sand

- e. Setelah masa 'curing' selesai, sampel tanah dikeluarkan menggunakan alat ekstruder (gambar 3.5e,d). Pengujian Triaxial CD dilakukan dengan memberikan tegangan keliling efektif sebesar 0.5 kg/cm^2 ; 1.0 kg/cm^2 dan 1.5 kg/cm^2 .



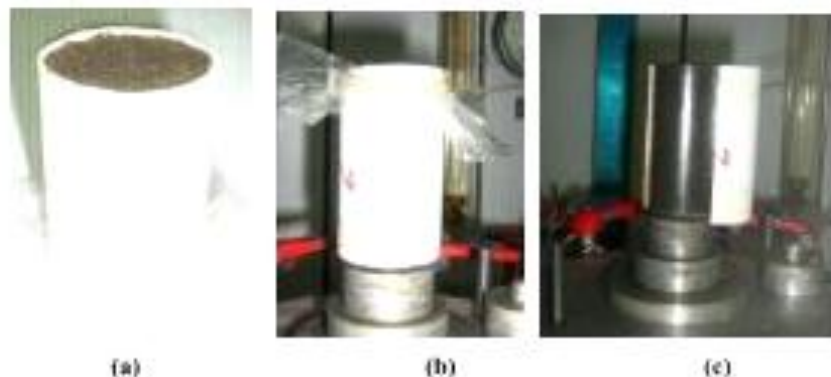
Gambar 5 (c, d). Pengeluaran Sampel Artificially Cemented Sand

Khusus untuk tanah pasir dengan kadar semen 0% pencetakan dilakukan dalam tabung cetakan dari PVC belah agar lebih memudahkan pengeluaran sampel tanah. Setelah sampel tanah selesai dipadatkan, maka tahap berikutnya adalah memasang sampel tanah pada alat Triaxial.

2. Pengujian Menggunakan Alat Uji Triaxial

Berikut ini tahap pemasangan sampel tanah pasir kadar semen 0% pada alat TX:

- sampel tanah dicetak dalam tabung belah berukuran diameter 38 mm dan tinggi 76 mm. Sampel tanah dimasukkan ke dalam tabung secara berlapis dan dipadatkan (gambar 6a kiri).
- tahap selanjutnya sampel diletakkan pada alat Triaxial (gambar 6b).



Gambar 6 (a,b,c). Pemasangan Sampel Pasir 0% Semen pada Alat TX.

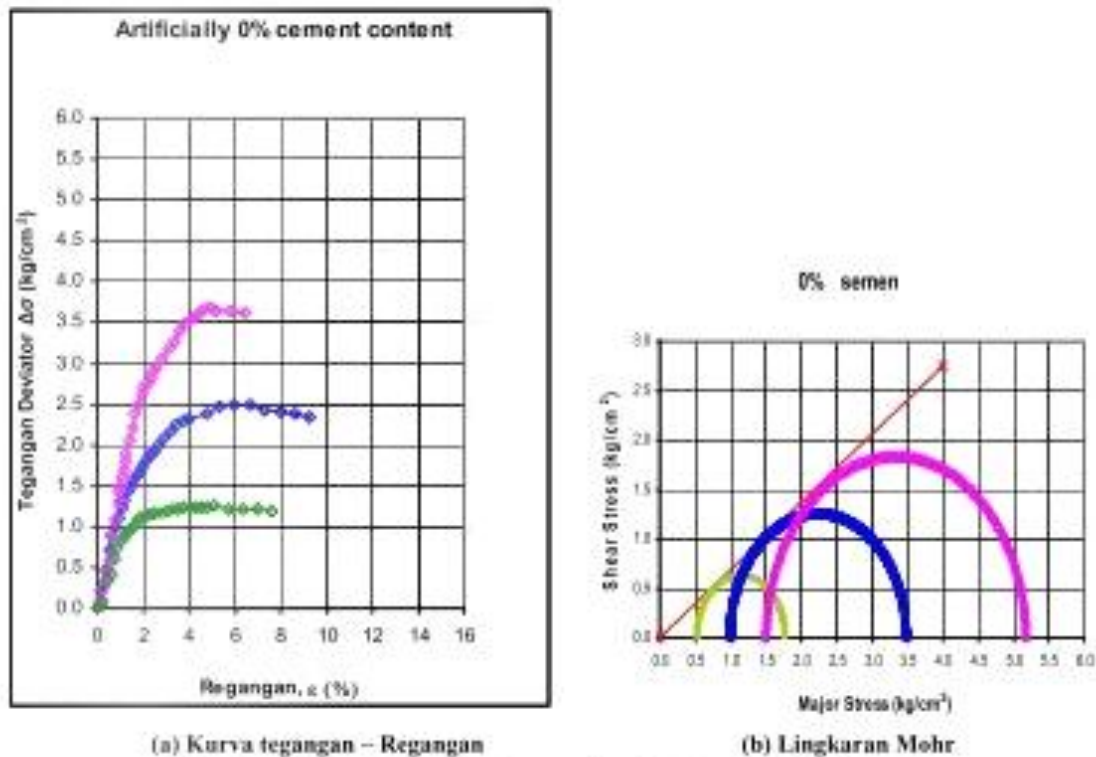
- c. Setelah posisi tanah tepat berada pada kedudukan sampel alat Triaxial, maka tabung belah mulai dibuka dengan hati – hati (gambar 6c).
- d. Tahap berikutnya adalah memasang membran, top-cap dan selubung alat Triaxial (gambar 6 d,e,f).



(d) (e) (f)
 Gambar 6 (d,e,f). Pemasangan Sampel Pasir 0% Semen pada Alat TX

HASIL UJI SAMPEL TANAH PASIR BUATAN (ARTIFICIALLY CEMENTED SAND)

Pengujian sampel pasir tersementasi buatan dengan kadar semen 0% (uncemented sand) menunjukkan nilai sudut geser sebesar 34,5° dan tidak memiliki kohesi. Sementara itu perilaku grafik tegangan – regangan menunjukkan perilaku plastis (gambar 7).

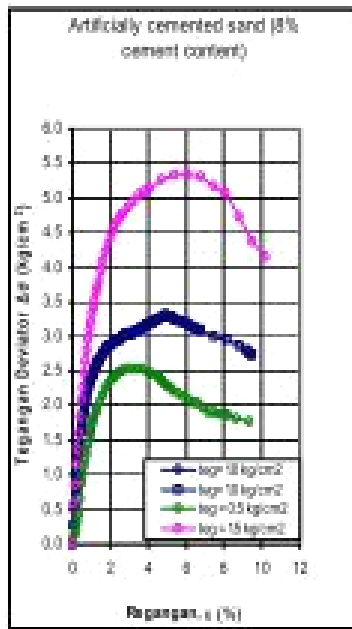


(a) Kurva tegangan – Regangan

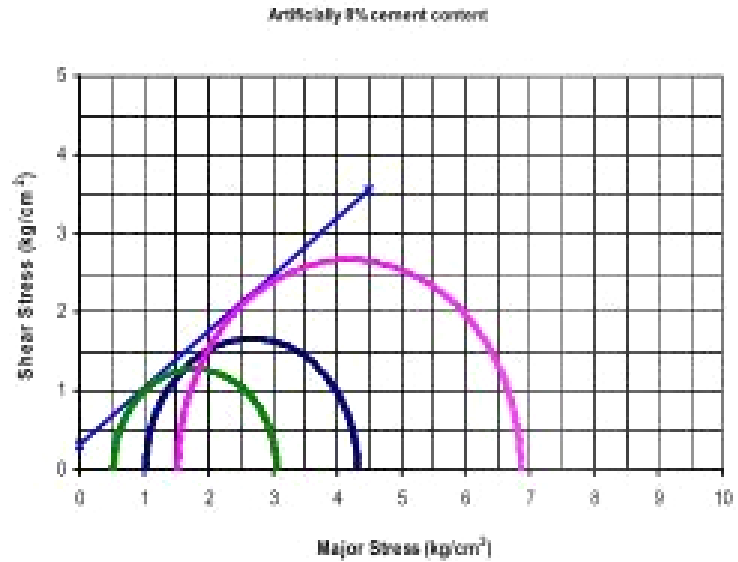
(b) Lingkaran Mohr

Gambar 7. Kurva Tegangan – Regangan dan Lingkaran Mohr (0% semen)

Pengujian terhadap sampel tanah pasir buatan dengan kadar semen 8% menunjukan perubahan perilaku menjadi lebih getas. Hal ini ditunjukkan melalui gambar kurva tegangan – regangan melalui pola keruntuhannya (gambar 8). Pada pengujian ini didapatkan pula nilai kohesi sebesar 0.31 kg/cm² dan sudut geser sebesar 35.95°.



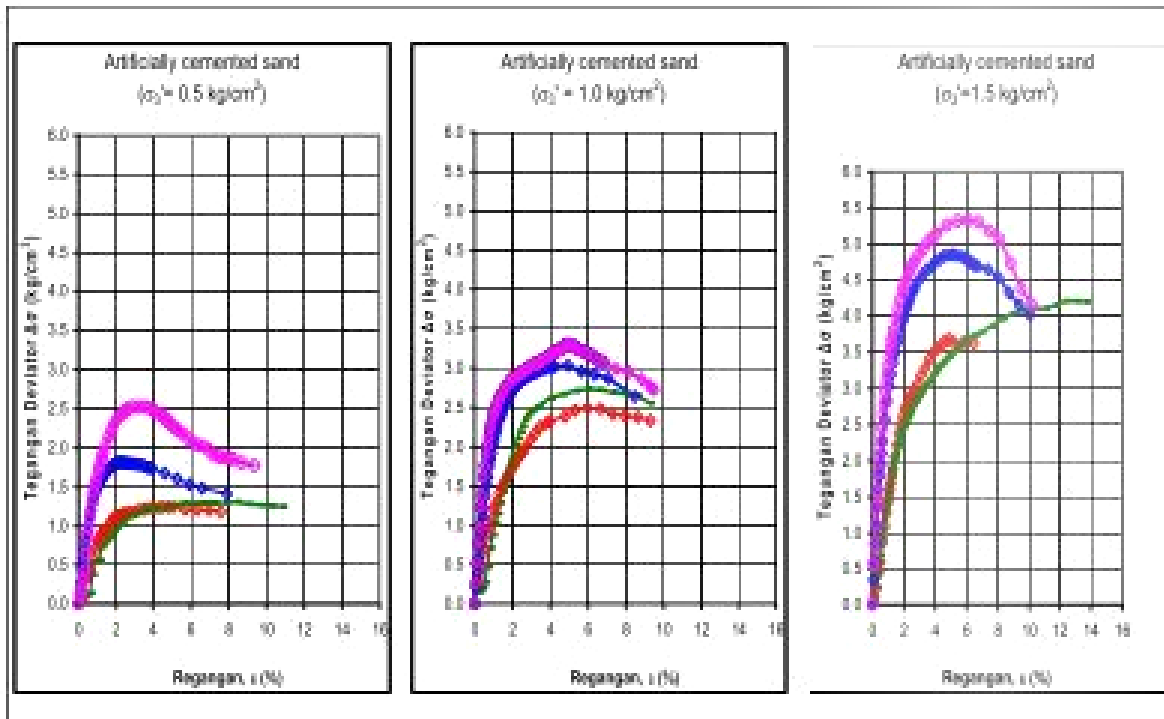
(a) Kurva tegangan – Regangan



(b) Lingkaran Mohr

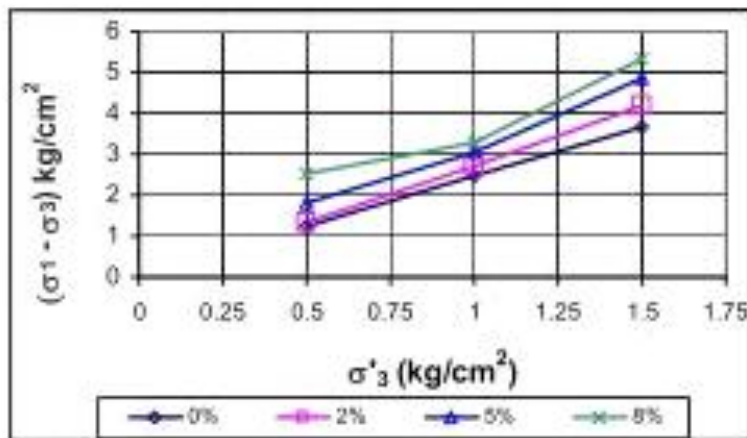
Gambar 8. Kurva Tegangan – Regangan dan Lingkaran Mohr (8% semen)

Pada kurva hubungan tegangan – regangan dengan tegangan keliling yang berbeda memperlihatkan perilaku adanya pengaruh sementasi pada tanah pasir. Hal ini dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9a. Kurva Tegangan – Regangan Pada Tegangan Keliling Berbeda

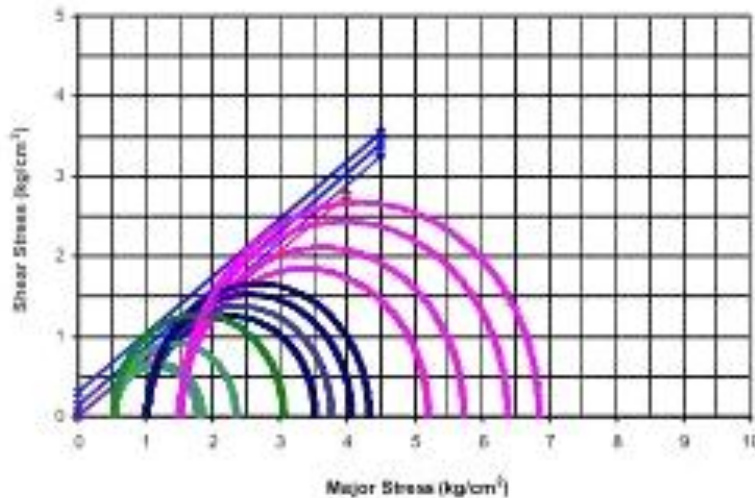
Perilaku hadirnya material penyemen juga terlihat pada grafik hubungan antara tegangan deviator dan tegangan keliling (gambar 9b).



Gambar 9b. Hubungan antara Tegangan Deviator Puncak dan Tegangan Keliling

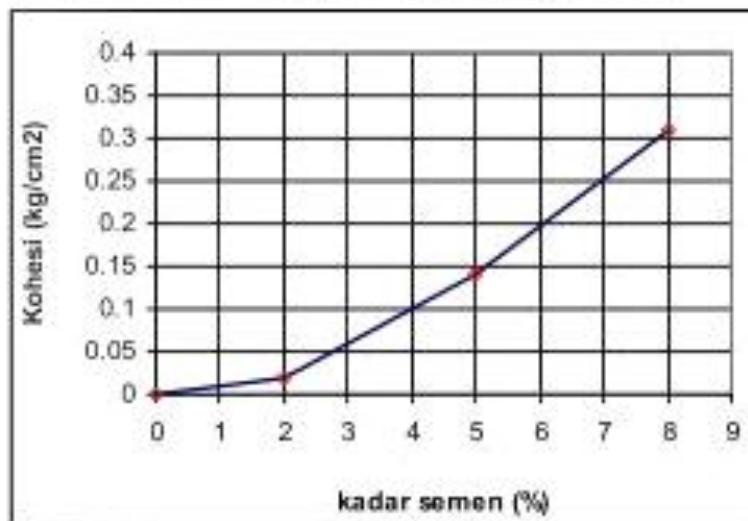
Sementara itu dari lingkaran Mohr (gambar 10) terlihat bahwa kadar sementasi meningkatkan nilai kohesi, sementara itu sudut geser tanah tidak terlalu dipengaruhi oleh hadirnya material sementasi ini.

Artificially Gabungan

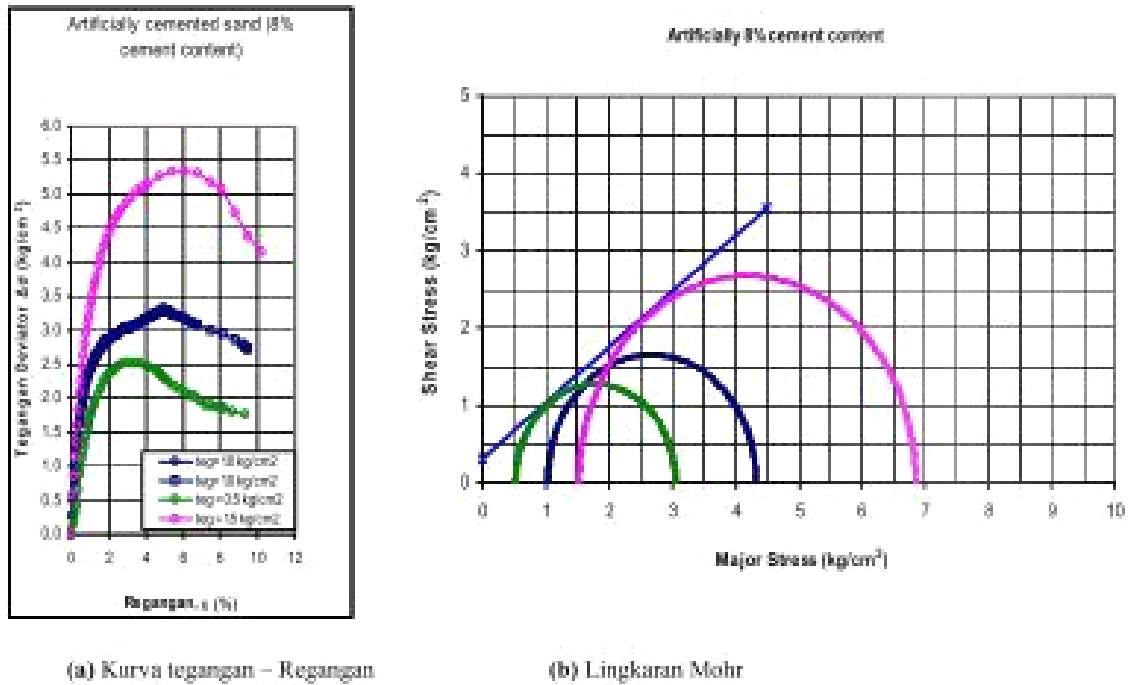


Gambar 10. Kurva Tegangan - Regangan Pada Tegangan Keliling Berbeda

Grafik hubungan antara kadar semen dan kohesi menunjukkan adanya suatu peningkatan seiring dengan meningkatnya jumlah material semen dalam rongga antar butir tanah (gambar 11).

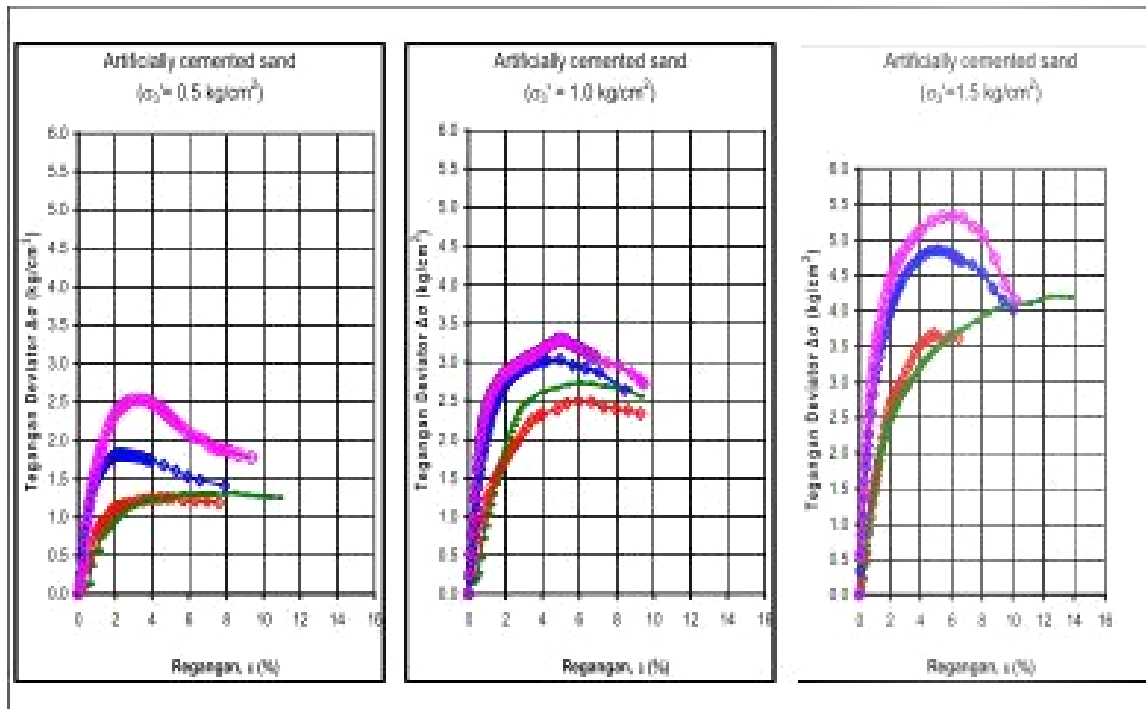


Gambar 11. Grafik Hubungan Antara Kadar Semen dan Kohesi



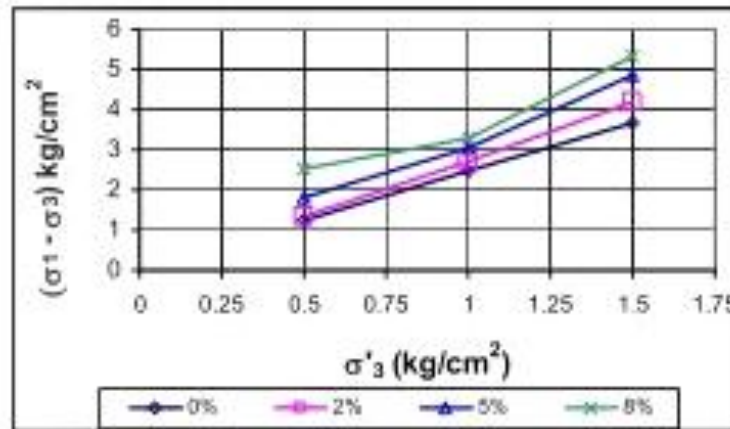
Gambar 8. Kurva Tegangan – Regangan dan Lingkaran Mohr (8% semen)

Pada kurva hubungan tegangan – regangan dengan tegangan keliling yang berbeda memperlihatkan perilaku adanya pengaruh sementasi pada tanah pasir. Hal ini dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9a. Kurva Tegangan – Regangan Pada Tegangan Keliling Berbeda

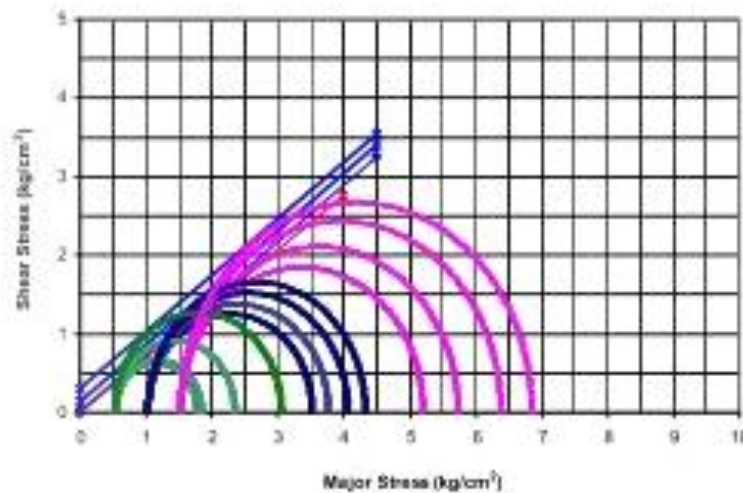
Perilaku hadimnya material penyemen juga terlihat pada grafik hubungan antara tegangan deviator dan tegangan keliling (gambar 9b).



Gambar 9b. Hubungan antara Tegangan Deviator Puncak dan Tegangan Keliling

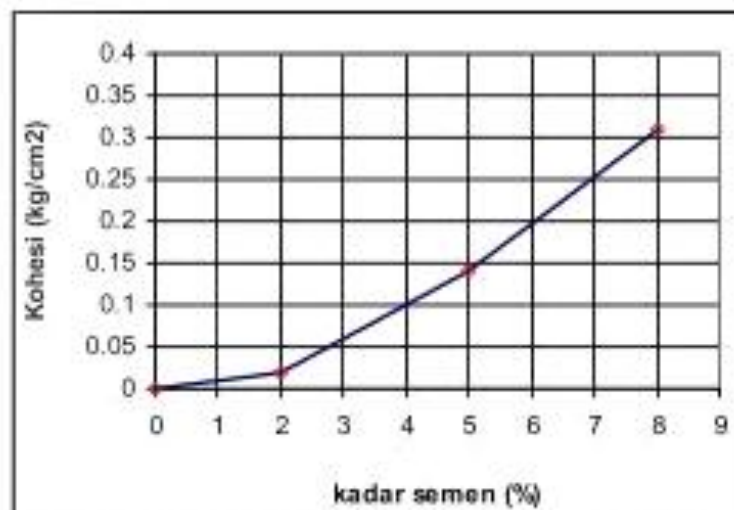
Sementara itu dari lingkaran Mohr (gambar 10) terlihat bahwa kadar sementasi meningkatkan nilai kohesi, sementara itu sudut geser tanah tidak terlalu dipengaruhi oleh hadirnya material sementasi ini.

Artificially Gubangan



Gambar 10. Kurva Tegangan - Regangan Pada Tegangan Keliling Berbeda

Grafik hubungan antara kadar semen dan kohesi menunjukkan adanya suatu peningkatan seiring dengan meningkatnya jumlah material semen dalam rongga antar butir tanah (gambar 11).



Gambar 11. Grafik Hubungan Antara Kadar Semen dan Kohesi

KESIMPULAN

Hasil penelitian karakteristik tanah pasir tersementasi buatan memberikan kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Kuat geser tanah dipengaruhi oleh jumlah / kadar material penyemen yang hadir di antara rongga antar butir tanah.
- 2) Semakin banyak jumlah material penyemen, kohesi semakin tinggi.
- 3) Jumlah material penyemen tidak terlalu berpengaruh secara signifikan terhadap sudut geser.
- 4) Semakin tinggi kadar semen, tanah pasir tersementasi buatan menjadi semakin getas.
- 5) Semakin tinggi tegangan keliling yang diberikan, tanah ini bersifat semakin bersifat getas.

DAFTAR PUSTAKA

- Airey, D.W (1993), "Triaxial Testing of Naturally Cemented Carbonate Soil", *Journal of Geotechnical Engineering*, 119 (9), 1379 – 1398.
- Akinmura, J.O (1987), "The Effects of Cimentation on the Stress – Strain Behavior of Sand", *Proc. IX Regional Conf for Africa on Soil Mechanics and Foundation Engineering*, A.A.Balkema, Lagos, 1,435 – 442.
- Bressani,L.A., Vaughan,P.R., (1989), "Damage to soil during Triaxial Testing", *Proc.XII Int. Conf on Soil Mechanics and Foundation Engineering*, A.A. Balkema, Rio de Janeiro, 1, 17 – 20.
- Clayton,C.R.I and Kharrush, S.A (1986), "A New Device for Measuring Local Axial Strain on Triaxial Specimens", *Geotechnique*, 25(4), 657 – 670.
- Clough.G.W., Sitar,N., Bachus,R.C., 1981., *Cemented Sands Under Static Loading*, June 1981.
- Coop,M.R., Atkinson, J.H., (1993), "The Mechanics of Cemented Carbonate Sands", *Geotechnique*,43(1), 53 – 67.
- Coccolillo, T., Coop,M.R.,(1999), "On The Mechanics of Structured Sands", *Geotechnique*, 49(6),741-760.
- Head, K.H., (1982), *Manual of Soil Laboratory Testing, Vol. 2: Permeability, Shear Strength and Compressibility Tests*, Robert Harnall Limited,Badmin, Cornwall.
- Jardine, R.J.Symes, M.J., Burland, J.B (1984), " The Measurement of Soil Stiffness in The Triaxial Apparatus", *Geotechnique*, 34(3), 323-340.
- Kim, Y.S.,Tatsuoka, F.,Ochi,K (1994), "Deformation Characteristics at Small Strain of Sedimentary Soft Rocks by Triaxial Compression Tests", *Geotechnique*,4(3),461-478.
- Kraus,E.H., Hunt, W.F., Ramsdell L.S (1981), " *Mineralogy, An Introduction to The Study of Minerals and Crystals*", Mc.Graw-Hill BookCompany, Inc.
- Ladd, R.S (1978), "Preparing Test Specimens Using Under-Compaction", *Geotechnical Testing Journal*, (1), 16-23.
- Mitchel, J.K., Soga,K, 2005, *Fundamentals of Soil Behaviour*, 3rd edition, John Wiley and Sons, New York.
- Prieto,P.D.M (1996), "Study of Mechanical Behavior of an Artificially Cemented Soil", M.Sc.thesis., CPGEC/UFRGS,Brazil (in Portuguese).
- Rahardjo, P.P, Handoko, A., Wahyuni, M., (2008), "Study on the Interface Behavior of Concrete and Cemented Sand for Load Transfer Analysis of Drilled Shaft", *Perseman Ilmiah Tahunan Himpunan Ahli Teknik Tanah Indonesia (PIT-HATTI 2008)*.
- Reddy,K.R.,Saxena,S.K., (1993), " Effect of Cimentation on Stress – Strain and Strength Characteristics of Sands", *Soils and Foundations*, 33(4),121-134.
- Santani, N.C., Liu, J.J., 2001., *Use of In Situ Tests to Design Drilled Shafts in Dense and Cemented Soils*.
- Saxena,S.K and Lastrico, R.M (1978), "Static Properties of Lightly Cemented Sand", *Journal of Geotechnical Engineering Division*, 104(12), 1449-1465.
- Schnaid, F.,Prieto, P.D.M., Consoli,N.C., "Characterization of Cemented Sand in Triaxial Compression", Internet (April 2010): <http://www.cesur.ufrgs.br/ferrnando/papers/characterization.pdf>.
- Walsh,K.D,1997., *Shear Strength Components Attributable to Cimentation Versus Soil Suction in Arid Environments*, ASCE Geotechnical Special Publication No.68, ASCEGeologan 1997, Logan, UT, pp.169-198.

- Wahyuni, Maria, 2010., *Disertasi Studi Perilaku Interface Beton dan Tanah Pasir Tersementasi serta Pengaruhnya Terhadap Transfer Beban pada Pondasi Tiang Bor.*, Program Pasca Sarjana Universitas Katolik Parahyangan Bandung.
- Wang, YH., Leung, S.C., Mok, C.M.B., 2008., *Investigations of The Cemented Sand Behaviour Using The DEM Simulation.*, *Proceedings of The 4th International Symposium on Deformation Characteristics of Geomaterials*, IS Atlanta 2008, 22 – 24 September 2008., Atlanta, Georgia, USA.