

PENGARUH KADAR AIR DIATAS OPTIMUM MOISTURE CONTENT TERHADAP NILAI CBR TANAH LEMPUNG ORGANIK

Soewignjo Agus Nugroho¹, Ferry Fatnanta² dan Khairatu Zaro³

¹Jurusan Teknik Sipil, Universitas Riau, Jl. H.R Subrantas KM 12 Pekanbaru
Email: nugroho.sa@gmail.com

²Magister Teknik Sipil, Universitas Riau, Jl. H.R Subrantas KM 12 Pekanbaru
Email: fatnanto5@yahoo.com

³Departemen Teknik Sipil, Universitas Riau, Jl. H.R Subrantas KM 12, Pekanbaru
Email: khairatu.zaro@gmail.com

ABSTRAK

Kekuatan dan daya tahan dari perkerasan jalan tergantung pada sifat teknik tanah dasar. Namun, tanah yang digunakan sebagai tanah dasar kemungkinan tidak memenuhi kualitas yang diisyaratkan. Gambut atau tanah organik tidak menguntungkan untuk konstruksi karena kapasitas daya dukung atau nilai CBR tanah gambut rendah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui lebih lanjut tentang nilai CBR dari tanah organik pada kadar air OMC dan kadar air kondisi jenuh. Penelitian ini mengamati perubahan nilai CBR dengan kadar air pada OMC sampai kadar air kondisi jenuh, serta pengaruh variasi kadar tanah organik/gambut pada campuran tanah (campuran lempung dan tanah organik/gambut). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa peningkatan kadar gambut akan mengurangi nilai CBR pada kondisi OMC. Nilai CBR pada campuran dengan 10% gambut menurun signifikan menjadi 2,88% dibandingkan dengan tanah asli (tanah lempung) dengan nilai CBR sekitar 23,88%. Pemadatan tanah yang dilakukan pada kadar air di atas OMC, bertambahnya kandungan air akan mengurangi nilai CBR.

Kata kunci: Gambut, pemadatan, OMC, CBR

1. PENDAHULUAN

Tanah dasar merupakan bagian yang sangat penting dalam suatu konstruksi karena tanah dasar akan mendukung beban konstruksi di atasnya. Jika tanah dasar yang ada berupa tanah gambut maka konstruksi yang ada sering mengalami masalah kerusakan yang diakibatkan oleh kondisi tanah (Rachman, 2009). Salah satu penyebabnya adalah kembang susut yang tinggi dan kurang baiknya daya dukung tanah tersebut (Nugroho, 2012). Nilai CBR, PI dan kuat geser tanah dasar berpengaruh pada perencanaan suatu bangunan konstruksi.

CBR adalah salah satu metode yang digunakan untuk menentulkan daya dukung tanah. Semakin besar nilai CBR semakin besar pula daya dukung tanah dasar. Pada umumnya penelitian di Laboratorium terhadap nilai CBR dilakukan hanya pada kondisi OMC dan jenuh (yusa dkk, 2007). Penelitian ini akan menganalisa pengaruh penambahan kadar air diatas OMC terhadap perubahan nilai CBR pada tanah campuran dengan variasi tertentu.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Kepadatan tanah

Pemeriksaan spesifikasi untuk pemadatan kohesif telah dikembangkan oleh R.R. Proctor ketika sedang membangun bendungan untuk *Los Angeles Water District* pada tahun 1920 (Bowles, 1991). Pengujian pemadatan dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu:

a. Di laboratorium

Ada dua macam percobaan di laboratorium yang biasa dipakai untuk menentukan kadar air optimum dan berat isi kering maksimum (γ_d), yaitu dengan cara percobaan pemadatan standar (*standard compaction test*) dan percobaan pemadatan modifikasi (*modified compaction test*). Alat untuk uji kepadatan tanah dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Alat Uji Proktor

b. Di lapangan

Pekerjaan pemadatan dilakukan dilapangan dan digunakan untuk mengetahui apakah berat isi yang diberikan dalam spesifikasi tercapai atau tidak. Prosedur standar untuk menentukan berat isi pemadatan dilapangan antara lain dengan menggunakan metode kerucut pasir (*sand cone method*), metode balon karet (*rubber ballon method*) dan menggunakan densitas meter nuklir (*nuclear density meter*).

Tujuan pemadatan ialah untuk memperbaiki sifat-sifat teknis masa tanah (Rachmansyah *et al*, 2008), yaitu:

1. Meningkatkan kekuatannya.
2. Memperkecil pemampatannya dan daya rembes airnya.
3. Memperkecil pengaruh air terhadapnya.

California bearing ratio (CBR)

CBR adalah perbandingan antara beban yang sanggup dipikul tanah terhadap beban standar pada tingkat penurunan tertentu. Harga CBR dinyatakan dalam persen. Jadi, harga CBR adalah nilai yang menyatakan kualitas tanah dasar dibandingkan dengan bahan standar berupa batu pecah yang mempunyai nilai CBR sebesar 100% dalam memikul beban lalu lintas. CBR non rendaman (*unsoaked*) digunakan untuk mendapatkan nilai CBR asli di lapangan, sesuai dengan tanah dasar saat itu. Alat CBR (Gambar 2), umumnya digunakan untuk perencanaan tebal lapisan perkerasan yang lapisan tanah dasarnya tidak akan dipadatkan lagi, selain itu jenis CBR ini digunakan untuk mengontrol kepadatan yang diperoleh apakah sudah sesuai dengan yang diinginkan. CBR rendaman (*soaked*) digunakan untuk mendapatkan besarnya nilai CBR asli di lapangan pada keadaan jenuh air dan tanah mengalami pengembangan (*swelling*) yang maksimum.



Gambar 2 Alat Uji CBR di Laboratorium

3. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam pelaksanaan penelitian ini, ada beberapa tahapan yang dilakukan untuk mempermudah dalam pelaksanaan pengujian, diantaranya dimulai dengan studi literatur, survey lokasi, persiapan alat, pengujian sifat fisik dan mechanic, penyiapan sampel dan pengujian utama di laboratorium serta analisa data.

Lokasi pengambilan sampel tanah lempung yaitu di Jalan Inpres, KM 11, Perawang, Kabupaten Siak, Riau. Sedangkan untuk tanah gambut diambil dari daerah Rimbo Panjang, Kabupaten Kampar, Riau. Penyiapan sampel benda uji dibuat dengan cara mencampurkan tanah lempung dan tanah gambut dengan variasi yang telah ditentukan. Kemudian dipadatkan dengan kadar air optimum (hasil uji proktor). Variasi campuran benda uji dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1 Variasi Campuran Benda Uji

Deskripsi Tanah	Persentase Campuran (Lempung : Gambut)
Variasi 1(Lempung)	100%-Tanah asli
Variasi 2	90% Lempung : 10% Gambut
Variasi 3	80% Lempung : 20% Gambut
Variasi 4	70% Lempung : 30% Gambut
Variasi 5	60% Lempung : 40% Gambut
Variasi 6 (Gambut)	100% Tanah Gambut

Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian properties tanah (kadar air, *specific gravity*, analisa saringan, dan plastisitas tanah), kepadatan tanah (proktor standar). Pengujian CBR dilakukan pada rentang kadar air kondisi OMC (*optimum Moisture Content*) sampai dengan kadar air kondisi jenuh. Sampel uji CBR dipadatkan pada kondisi kadar air optimum kemudian di rendam sampai kondisi jenuh air (4 hari). Rentang kadar air dari kondisi OMC sampai dengan kondisi jenuh akan di variasikan untuk mengetahui perubahan nilai CBR *unsoaked* yang akan dibandingkan dengan nilai CBR *unsoaked* dan CBR *soaked* yang dipadatkan pada kondisi OMC. Data yang diperoleh dari hasil pengujian laboratorium dikumpulkan dan disusun dalam bentuk tabel dan kurva agar mudah untuk dianalisis berdasarkan teori. Hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya kemudian dianalisis untuk diambil suatu kesimpulan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian sifat fisis dan mekanis dapat dilihat pada Tabel 2. Semakin bertambah persentase gambut maka berat jenis (Gs) tanah akan semakin kecil, batas cair semakin meningkat sementara batas plastis semakin turun. Kadar air optimum (OMC) meningkat seiring dengan penambahan tanah gambut, tetapi kepadatan tanah (MDD) semakin berkurang. Tanah lempung masuk katagori lempung plastisitas rendah (CL), setelah ditambah gambut secara bertahap akan menjadi tanah organik dengan plastisitas rendah(OL).

Tabel 2 Sifat Fisis dan Mekanis Sampel Tanah

Deskripsi	Persentase (%) Clay/Peat	Gs	LL (%)	PI (%)	Klasifikasi USCS	OMC (%)	MDD (gr/cm ³)
Variasi 1	100/0	2,67	28,50	9,45	CL	17,83	1,66
Variasi 2	90/10	2,56	29,30	8,61	CL	22,50	1,51
Variasi 3	80/20	2,48	30,60	7,45	CL	22,50	1,40
Variasi 4	70/30	2,32	33,60	5,64	OL	30,50	1,26
Variasi 5	60/40	2,11	41,30	3,95	OL	33,50	1,17
Variasi 6	0/100	1,63	NP	NP	hemic	-	-

Hasil pengujian CBR

Sebelum pengujian CBR, dilakukan pengujian proktor standar untuk mengetahui kadar air optimum. Pengujian CBR dilakukan dengan dua kondisi yaitu rendaman (*soaked*) dan non rendaman (*unsoaked*). Benda uji dipadatkan dengan tanah (proktor). Dan pengujian CBR dilakukan pada

kedua sisi benda uji yaitu bagian atas dan bagian bawah untuk mengontrol pemadatan sampel baik atau tidak. sehingga diperoleh nilai CBR sisi atas dan CBR sisi bawah. Pemadatan sampel CBr baik jika diperoleh nilai CBR bagian atas mendekati nilai CBR bagian bawah

CBR Unsoaked

Hasil pengujian CBR non rendaman yang dipadatkan pada kondisi OMC dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil Pengujian CBR Non rendaman (*Unsoaked*) pada kondisi OMC

Deskripsi	w (%)	CBR		CBR Rerata
		Atas (%)	Bawah (%)	
Variasi 1	17,83	22,85	24,91	23,88
Variasi 2	22,50	3,25	3,47	2,88
Variasi 3	25,50	1,78	1,87	2,29
Variasi 4	30,50	0,94	1,25	1,09
Variasi 5	35,50	0,62	0,77	0,70

CBR Soaked

Prosedur pengujian CBR rendaman sama dengan pengujian CBR non rendaman. Sebelum direndam, tanah dipadatkan dengan kadar air *OMC*. Nilai CBR tanah diuji setelah tanah direndam selama 6-7 hari atau ketika pengembangan tanah tidak terjadi lagi. Nilai CBR rendaman untuk masing-masing tanah dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Hasil Pengujian CBR Rendaman (*soaked*) pada Kondisi OMC.

Deskripsi	w (%)	CBR		CBR Rerata
		Atas (%)	Bawah (%)	
Variasi 1	23,07	14,66	15,76	15,21
Variasi 2	24,19	2,65	2,85	2,75
Variasi 3	30,16	1,24	1,39	1,31
Variasi 4	35,39	0,85	0,91	0,88
Variasi 5	40,41	0,55	0,57	0,56

Dari pengujian CBR *soaked* diperoleh kadar air rendaman yang akan digunakan untuk pengujian selanjutnya dengan mencari selisih antara kadar air sebelum rendaman dan kadar air setelah rendaman. Kemudian ditentukan variasi kadar airnya dengan kadar air rendaman sebagai batas maksimum.

CBR Unsoaked dengan kadar air diatas OMC

Kadar air yang digunakan saat pemadatan seperti yang ditampilkan pada Tabel 5, dimana (X) adalah selisih kadar air CBR non rendaman dan CBR rendaman.

Tabel 5 Variasi Kadar Air Diatas Nilai *OMC*

Deskripsi	Kadar Air (w)		Selisih Kadar Air (X)	Variasi Kadar Air di Atas <i>OMC</i>			
	<i>Unsoaked</i> (%)	<i>Soaked</i> (%)		+20%(X)	+40%(X)	+60%(X)	+80%(X)
				A	B	C	D
Variasi 1	17,83	23,07	5,24	18,88	19,92	20,97	22,02
Variasi 2	22,50	24,19	1,69	22,84	23,18	23,51	23,85
Variasi 3	25,50	30,16	4,66	26,43	27,36	28,29	29,23
Variasi 4	30,50	35,39	4,89	31,48	32,46	33,43	34,41
Variasi 5	35,50	40,41	4,91	36,48	37,47	38,45	39,43

Pengujian ini dilakukan dengan variasi kadar air diatas *OMC* dan dilakukan pada kondisi non rendaman (*unsoaked*). dapat dilihat pada Tabel 6 dibawah ini.

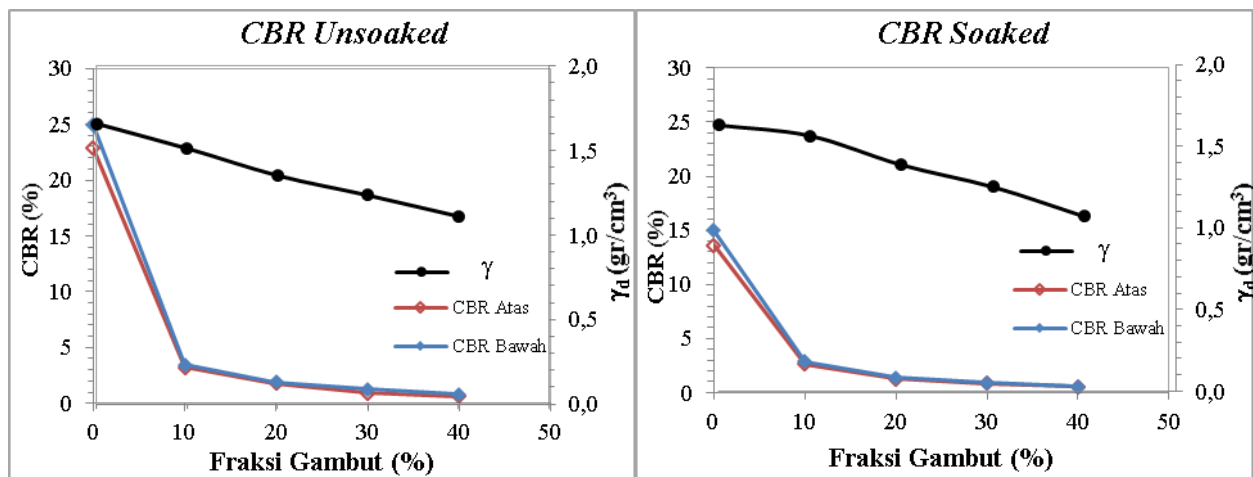
Tabel 6 Hasil Pengujian CBR dengan Kadar Air diatas OMC

Variasi w (%)	CBR Variasi 1			CBR Variasi 2			CBR Variasi 3			CBR Variasi 4			CBR Variasi 5		
	CBR Atas (%)	CBR Bawah (%)	CBR Rerata (%)	CBR Atas (%)	CBR Bawah (%)	CBR Rerata (%)	CBR Atas (%)	CBR Bawah (%)	CBR Rerata (%)	CBR Atas (%)	CBR Bawah (%)	CBR Rerata (%)	CBR Atas (%)	CBR Bawah (%)	CBR Rerata (%)
OMC	22,85	24,91	23,88	3,25	3,47	3,36	1,78	1,87	1,83	0,94	1,25	1,09	0,62	0,77	0,70
A	7,37	7,37	7,98	2,08	2,57	2,33	0,80	1,02	0,83	0,36	0,47	0,42	0,13	0,15	0,60
B	3,60	3,60	3,86	1,54	2,04	1,79	0,45	0,56	0,49	0,25	0,29	0,27	0,10	0,12	0,58
C	1,82	1,82	1,90	1,22	1,62	1,42	0,35	0,46	0,43	0,14	0,18	0,16	0,06	0,07	0,56
D)	0,99	0,99	1,10	0,96	1,11	1,03	0,21	0,34	0,27	0,12	0,12	0,11	0,03	0,05	0,52
Soaked	14,66	15,76	15,21	2,65	2,85	2,75	1,24	1,39	1,31	0,85	0,91	0,88	0,55	0,57	0,56

Pembahasan dan diskusi

Pada dasarnya tanah akan semakin kuat jika kepadatan keringnya (γ_{dry}) semakin besar. Namun tanah akan memiliki kepadatan kering optimum yang berbeda-beda walaupun dengan energi pemadatan yang sama. Hal tersebut dikarenakan oleh susunan material penyusun tanah tersebut, yaitu terdiri dari ukuran butiran, kemampuan plastisnya, angka pori tanah, dan berat jenis tanah.

Dari hasil pengujian CBR, dapat dianalisa pengaruh prosentase tanah gambut dalam campuran terhadap perubahan nilai CBR dan kepadatan kering, seperti yang terlihat pada Gambar 3 dibawah ini.

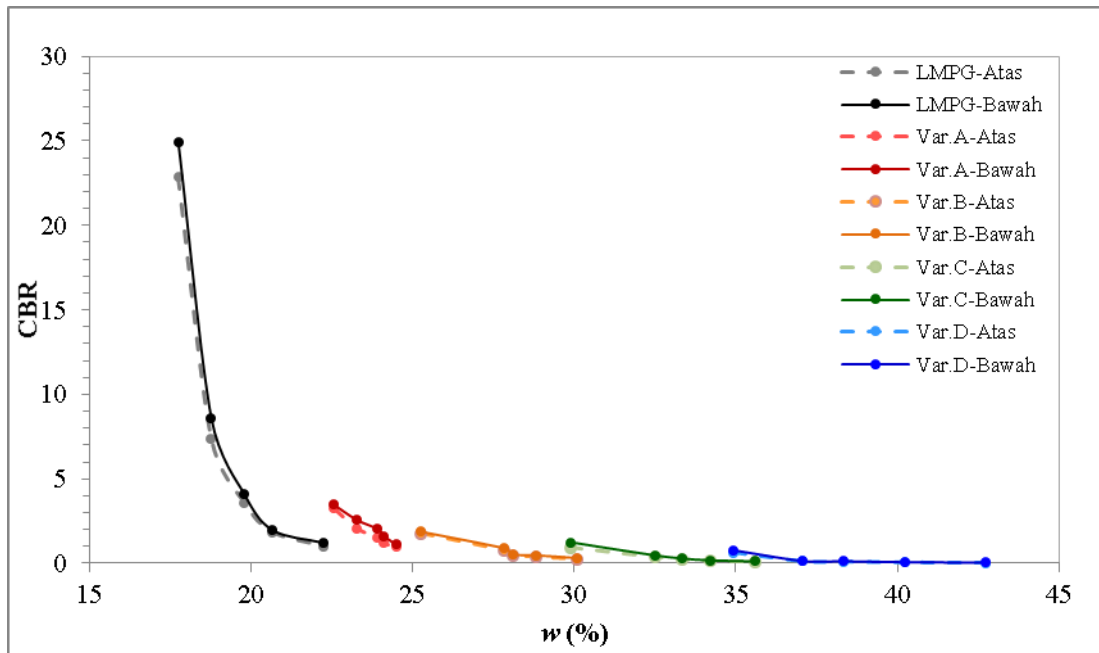


Gambar 3 Hubungan antara Fraksi Gambut terhadap CBR

Gambar 3 menunjukkan hubungan antara kepadatan kering (densitas) dan kandungan gambut (fraksi gambut) dalam campuran. Dengan semakin bertambahnya fraksi gambut maka densitas juga akan semakin turun. Kondisi penurunan densitas tanah akibat penambahan fraksi gambut identik pada pengukuran sampel kondisi tanpa rendaman dan dengan rendaman, ini bisa dilihat dengan kemiringan kurva yang relatif sama.

Dari Gambar 3 juga dapat di lihat dua kemiringan garis yang sangat berbeda, baik kondisi rendaman dan tanpa rendaman. Pada farksi gambut kurang dari 10%, kemiringan garis sangat besar, sementara untuk kadar gambut lebih dari 10% kemiringan relatif kecil (landai).

Secara umum nilai CBR sebanding dengan kepadatan tanah. Semakin kecil kepadatan tanah maka nilai CBR akan semakin menurun. Pada saat tanah lempung mengandung tanah gambut $\leq 10\%$ terjadi penurunan nilai CBR yang sangat signifikan, sementara nilai kepadatan kering tanah campuran cenderung turun linier seiring dengan penambahan kadar gambutnya. Ini terjadi pada nilai CBR *unsoaked* maupun CBR *soaked*. Di lain sisi, pada kandungan gambut $> 10\%$ penurunan nilai CBR soaked dan unsoaked sebanding dengan penurunan kepadatan kering tanah. Nilai CBR pada kondisi non rendaman maupun rendaman untuk kadar gambut $> 10\%$ tidak terlalu jauh berbeda, artinya kandungan air dalam tanah pada kondisi OMC dan kondisi jenuh tidak banyak berbeda. Dapat dikatakan bahwa pada pengujian CBR dengan pemadatan kondisi diatas OMC, air tidak terlalu mempengaruhi besarnya nilai CBR. Nilai CBR untuk masing-masing variasi dapat dilihat pada Gambar 4 berikut.



Gambar 4 Hubungan antara Kadar Air Diatas *OMC* terhadap Nilai CBR

Berdasarkan Gambar 4 di atas dapat disimpulkan secara umum pemadatan pada kondisi kadar air diatas *OMC* akan menyebabkan menurunnya nilai CBR tanah. Seiring dengan semakin besarnya kadar gambut pada campuran tanah, perubahan nilai CBR akan semakin kecil pada variasi kadar air diatas *OMC*. Hal ini terlihat dari kemiringan garis untuk masing-masing campuran tanah. Semakin besar kadar gambut, kemiringan garis akan semakin landai. Selain itu pada pengujian CBR, CBR bagian bawah lebih besar dibandingkan CBR bagian atas. Perbedaan akumulasi tekanan pada saat pemadatan mengakibatkan tanah pada lapisan bawah mengalami tekanan yang lebih besar daripada tanah yang lapisan atas. Sehingga kepadatan tanah pada lapisan bagian bawah lebih besar dan nilai CBR pun akan semakin besar juga seiring meningkatnya kepadatan tanah. Perbedaan nilai CBR bagian atas dan bagian bawah tidak terlalu besar, artinya secara umum tanah adalah homogen dengan tingkat kepadatan yang hampir sama. Ketika ditambahkan gambut mulai dari mulai 10% nilai CBR pada bagian atas dan bawah cenderung sama, ini kemungkinan karena material gambut yang sangat ringan akan mengisi secara merata campuran atas dan bawah. Sifat tanah gambut yang sangat lunak akan lebih menentukan nilai CBR tanah. Ini bisa dilihat dari nilai CBR pada kandungan tanah gambut mulai 10%. Semakin banyak kandungan tanah gambut, selisih nilai CBR untuk beberapa variasi kadar air di atas *OMC* akan semakin kecil sampai tidak ada lagi perbedaan nilai CBR untuk kondisi kadar air mendekati jenuh dengan semakin besarnya fraksi gambut.

5. KESIMPULAN

Peningkatan kadar gambut akan menyebabkan peningkatan penyerapan air dalam tanah sehingga kepadatan dan kekuatan tanah akan berkurang. Hal ini mengakibatkan nilai CBR mengalami penurunan. Selain itu, pemadatan yang dilakukan dengan kadar air di atas *OMC* juga menyebabkan penurunan nilai CBR karena berkurangnya kepadatan tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, J.E. (1991). *Mekanika Tanah (Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknik Tanah)*. Erlangga, Jakarta.
- Hanrahan, E.T. (1954). "An Investigation of Some Physical Properties of Peat", *Geotechnique*, 4 (3), 167-173.
- Hellis, C.F. and C.O. Brawner. (1961). "The Compressibility of Peat with Reference to Major Highway Construction in British Columbia", *Proceeding Seventh Muskeg Res. Conference, NRC. ACSSM. Tech, Memo 71*, pp 204-227.
- S. Agus Nugroho, M. Yusa, S. R. Ningsih. (2010). "Studi Laboratorium CBR Non rendaman (*Unsoaked*) dan CBR Rendaman (*Soaked*)". *Jurnal Sains dan Teknologi*, 9 (2), 69-76.

- Muhammad Iqbal, S A Nugroho dan Ferry Fatnanta (2014). "Pengaruh Kadar Lempung Dan Kadar Air Pada Sisi basah Terhadap Nilai CBR Pada Tanah Lempung Kepasiran (Sandy Clay) ", *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik dan Sains*, 1 (2), 1-12
- Khairatu Zaro, Soewignjo Agus Nugroho dan Ferry Fatnanta. (2014), "Pengaruh Kadar Lempung Dengan Kadar Air di Atas OMC Terhadap Nilai CBR Dengan dan Tanpa Rendaman Pada Tanah Lempung Organik", *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik dan Sains*, 1 (2), 1-5
- Rachman, A., Nugroho, S. A. (2009). "Pengaruh Geotekstil Pada Kuat Dukung Pondasi Di atas Tanah Gambut", *Media Komunikasi Teknik Sipil*, 17 (2), 198-208
- Soewignjo Agus Nugroho (2012), "Stabilisasi Tanah Gambut Riau Menggunakan Campuran Tanah Non Organik dan Semen Sebagai Bahan Timbunan Jalan (Studi Kasus Daerah Tembilahan dan Sungai Pakning)", *Dinamika Teknik Sipil*, 12 (2), 151-156
- Muhamad Yusa, S. A. Nugroho (2007), "Korelasi Pengujian Kepadatan Lapangan dan Static Hand Penetrometer Terhadap Hasil CBR Laboratorium pada Beberapa jenis Tanah", *Media Teknik Sipil*. 8 (1), 25-31.
- Rachmansyah, et al. (2008) ".Pengaruh Prosentase Pasir Pada Kaolin yang Dipadatkan Dengan Pematatan Standar Terhadap Rasio Daya Dukung California (CBR)", *Jurnal Rekayasa Sipil*, 10 (2), 193-204.
- Setiadi, Bambang (1990). "Karakteristik Tegangan-Regangan Tanah Gambut Pontianak (Kalbar) dan Duri (Riau) dengan Uji Triaksial Terkonsolidasi dan Tidak Terdrainasi". Tugas Akhir Fakultas Teknik UI, Depok.



