

**TANAH GAMBUT BERSERAT : SOLUSI DAN PERMASALAHANNYA  
DALAM PEMBANGUNAN INFRASTRUKTUR YANG BERWAWASAN  
LINGKUNGAN**

Muhammad Afief Ma'ruf<sup>1</sup>, Faisal Estu Yulianto<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat,  
Banjarmasin Kalimantan Selatan.

<sup>2</sup>dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Madura, Pamekasan, Jawa Timur

<sup>1</sup>[muhammad.afief@yahoo.com](mailto:muhammad.afief@yahoo.com), <sup>2</sup>[faisal\\_ey@yahoo.co.id](mailto:faisal_ey@yahoo.co.id)

**Abstrakt** : Tanah gambut berserat merupakan tanah organik yang terbentuk akibat pelapukan tumbuh tumbuhan yang tergenang air di daerah tropis; akibatnya sebagian serat masih jelas terlihat pada struktur tanah gambut berserat. Tanah gambut berserat mempunyai sifat fisik dan teknis yang jelek, yaitu: kadar air dan angka pori yang tinggi, specific gravity dan daya dukung yang rendah serta pemampatan yang besar dan tidak merata. Oleh sebab itu, banyak metode perbaikan tanah gambut berserat yang telah diterapkan di lapangan. Akan tetapi, metode yang telah diterapkan tersebut belum memperhatikan dampak lingkungan yang terjadi serta ketebalan lapisan tanah gambut berserat yang harus diperbaiki. Berdasarkan hal tersebut, penting dilakukan analisa terhadap metode perbaikan yang telah diterapkan di lapangan sehingga pemilihan metode perbaikan tanah gambut yang dilakukan tepat dan berwawasan lingkungan. Metode perbaikan tanah gambut berserat yang telah diterapkan meliputi, pengelupasan lapisan gambut, pembebanan awan, galat kayu, cerucuk kayu dan stabilisasi seluruh lapisan gambut. Semua metode yang telah diterapkan tersebut (kecuali stabilisasi) ternyata mempunyai dampak yang cukup besar terhadap lingkungan serta hanya mampu dilaksanakan pada lapisan tanah gambut dengan ketebalan maksimal empat meter. Sedangkan metode stabilisasi lebih berwawasan lingkungan dan lebih murah dibandingkan metode lainnya dan mampu diterapkan pada lapisan gambut dengan ketebalan sepuluh meter. Untuk tanah gambut yang memiliki ketebalan lebih dari sepuluh meter, penggunaan tiang pancang dengan lapisan anti korosif merupakan pilihan yang terbaik.

Keywords: Tanah gambut berserat, metode perbaikan tanah, ramah lingkungan.

## PENDAHULUAN

Tanah gambut merupakan tanah yang terbentuk dari pelapukan tumbu tumbuhan di dataran rendah yang selalu tergenang air; akibatnya tanah gambut mempunyai kandungan organik lebih dari 75% (ASTM, 1992; Harwadi dan Mochtar, NE., 2010; Yulianto dan Mochtar, NE., 2014). Tanah gambut dibedakan dalam dua jenis gambut berdasarkan kandungan seratnya (MacFarlane, 1959), yaitu gambut berserat (*Fibrous Peat*) dengan kandungan serat (*Fibers Contents/Fc*)  $\geq 20\%$  dan tanah gambut tidak berserat (*Granular Peat*) dengan kandungan serat  $>20\%$ . Gambut Indonesia dapat diklasifikasikan dalam gambut berserat karena kandungan seratnya sekitar 50% dan terbentuk dari tumbuhan rawa pada daerah tropis sehingga serat-serat tumbuhan masih tampak (Yulianto dan Mochtar, NE., 2012).

Tanah gambut berserat mempunyai sifat fisik yang kurang baik (Yulianto dan Mochtar, NE., 2010; Harwadi dan Mochtar, NE., 2010; Mochtar, NE., dkk., 2014), yaitu: kadar air yang tinggi (500%-900%), angka pori yang besar (7-15) dan *spesific gravity* yang rendah (1.2 – 1.6). Akibatnya tanah gambut berserat juga mempunyai daya dukung yang rendah (5-7 kPa) dan mempunyai pemampatan yang besar dan tidak merata (Jelistic and Lappanen, 2001; Islam, 2009; Mochtar, NE., dkk., 2014). Sehingga tanah gambut akan memberikan masalah jika dijadikan pondasi bagi bangunan sipil jika tidak dilakukan perbaikan tanah.

Beberapa metode perbaikan tanah gambut telah banyak diterapkan di lapangan, seperti metode pengelupasan lapisan gambut (*Replacement Method*), Cerucuk kayu (*Mini Wood Pile*), Galar kayu (*Corduroy*), pembebanan awal (*Preloading*) dan stabilisasi. Hanya saja, metode perbaikan yang telah diterapkan tersebut tidak memperhatikan ketebalan lapisan gambut dan kurang berwawasan lingkungan. Berdasarkan hal tersebut, paper ini akan mendiskusikan tentang metode perbaikan tanah gambut yang tepat dan berwawasan lingkungan serta kekurangan dan kelebihanannya berdasarkan hasil publikasi peneliti lainnya.

## TANAH GAMBUT INDONESIA

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Mochtar NE, dkk (2002) menunjukkan bahwa tanah gambut yang diteliti (Tabel 1) di beberapa tempat mempunyai sifat fisik dan teknis yang hampir sama. Tanah gambut mempunyai pori

Tabel 1. Parameter Tanah Gambut Di Beberapa Daerah Di Indonesia

Parameter	Satuan	Asal Tanah Gambut		
		Banjarmasin	Palangkaraya	Pekanbaru
Berat Volume Tanah ( $\gamma_t$ )	t/m <sup>3</sup>	0,964	1,000	1,043
Specific Gravity (Gs)		1,381	1,439	1,520
Angka Pori (eo)		6,891	8,166	11,090
Kadar Air (Wc)	%	449,835	536,325	616,080
Kadar Abu (Ac)	%	4,620	1,090	4,450
Kandungan Organik (Oc)	%	95,380	98,910	95,550
Kandungan Serat (Fc)	%	61,330	53,330	39,260
- Serat Kasar	%	49,690	35,350	38,880
- Serat Medium	%	31,940	35,840	32,120
- Serat Halus	%	18,370	28,810	29,000
Uji Vane Shear	kPa	10,340	9,670	-
Konsolidasi 1 Tahap	mm	5,100	5,800	-
Klasifikasi		Gambut berserat (Hemic) dengan kandungan abu rendah		

yang cukup besar sehingga kandungan airnya juga cukup besar, hal ini sesuai dengan salah satu fungsi gambut sebagai penampungan air. Kandungan serat gambut juga cukup besar yang menandakan proses pelapukan tumbu tumbuhan masih belum sempurna dan menurut Von Post (1994) gambut Indonesia masuk dalam kelompok H-4 s/d H-5. Kandungan organik gambut juga sangat tinggi yaitu di atas 95%, hal ini akan mengakibatkan gambut mempunyai keasaman yang sangat rendah

sekitar 3 (Yulianto dan Mochtar, NE., 2010) sehingga gambut bersifat korosif terhadap beton dan baja.

Hasil uji vane shear yang dilakukan di beberapa titik pengujian menunjukkan nilai yang berbeda-beda, hal ini sebagai akibat dari ukuran dan distribusi serat gambut yang tidak sama di setiap titik pengujian. Sedangkan, hasil pengujian konsolidasi beban satu tahap (Gibson and Lo, 1979) menunjukkan bahwa pemampatan yang terjadi pada gambut original sebesar 30% dari tebal sampel yang diujikan yaitu 20 mm. Berdasarkan data pada Tabel 1 tersebut diketahui bahwa penggunaan gambut sebagai pondasi bangunan sipil haruslah didahului oleh perbaikan tanah gambut.

### **MENENTUKAN METODE PERBAIKAN TANAH GAMBUT BERSERAT**

Tanah gambut merupakan tanah dengan perlakuan khusus dalam pengembangan infrastruktur. Bukan hanya karena sifat fisik dan teknisnya yang tidak mendukung sebagai pondasi bangunan sipil, tanah gambut juga mempunyai fungsi yang sangat penting bagi lingkungan hidup (Wibowo, 2009; Kieley, et.al., 2002), yaitu:

1. Perlindungan pada fungsi hidrologi wilayah atau tata air, sebagai kawasan resapan, penyimpanan air dan pencegahan banjir.
2. Sebagai daerah penyimpanan carbon dan gas metana serta gas lainnya yang dapat dengan mudah terlepas jika lahan gambut mengalami penurunan kadar air.
3. Daerah perlindungan pada pemanfaatan hutan gambut dan ekosistemnya.

Berdasarkan hal tersebut, aplikasi perbaikan tanah gambut untuk meningkatkan parameternya sebagai pondasi bangunan sipil harusnya mampu meminimalkan dampak lingkungan yang disebabkan metode perbaikan tanah tersebut. Mochtar, NE (2000) serta Yulianto dan Harwadi (2009) memberikan dua faktor yang perlu diperhatikan untuk memilih metode perbaikan tanah yang tepat, yaitu:

1. Ketebalan lapisan tanah gambut : ketebalan lapisan gambut merupakan faktor terpenting dalam menentukan metode perbaikan tanah yang tepat. Semakin tebal lapisan gambut maka pemampatan yang akan terjadi juga semakin besar dan lama serta memerlukan biaya yang semakin besar. Wetlands Indonesia (2004) mengelompokkan gambut berdasarkan ketebalan lapisannya (Tabel 2).  
Tabel 2. Klasifikasi Tanah Gambut Berdasarkan Ketebalan Lapisannya.

Dasar Kalsifikasi	Kategori	Keterangan
Tebal Lapisan Gambut	1. < 1,0 m	Sangat Dangkal
	2. 1,0 -< 2.0 m	Dangkal
		Dalam

2. Jenis tanah dibawah lapisan gambut : secara umum, lapisan tanah dibawah tanah gambut adalah lempung lunak dan pasir (Jelusic and Lappanen, 2001; Mochtar, NE., 2000). Jika lapisan dibawah gambut merupakan pasir maka pemampatan yang terjadi hanya pada lapisan gambut saja. Namun, jika dibawah lapisan gambut adalah lempung lunak, maka penting untuk memperhitungkan pemampatan yang akan terjadi pada lempung lunak terlebih metode perhitungan besar pemampatan pada gambut berserat dan lempung sangat berbeda.

## **ANALISA METODE PERBAIKAN TANAH GAMBUT YANG DITERAPKAN.**

Pemilihan metode perbaikan tanah untuk diaplikasikan dilapangan bergantung pada teknologi yang dapat digunakan dilapangan pada lokasi perbaikan tanah, kondisi yang ada di lokasi perbaikan tanah serta nilai ekonomis dari metode perbaikan tanah yang akan diterapkan. Dari beberapa metode yang telah diterapkan tersebut akan didiskusikan kelebihan dan kekurangan masing masing metode berdasarkan publikasi peneliti lainnya.

### **Pengelupasan Lapisan Gambut (Replacement Method)**

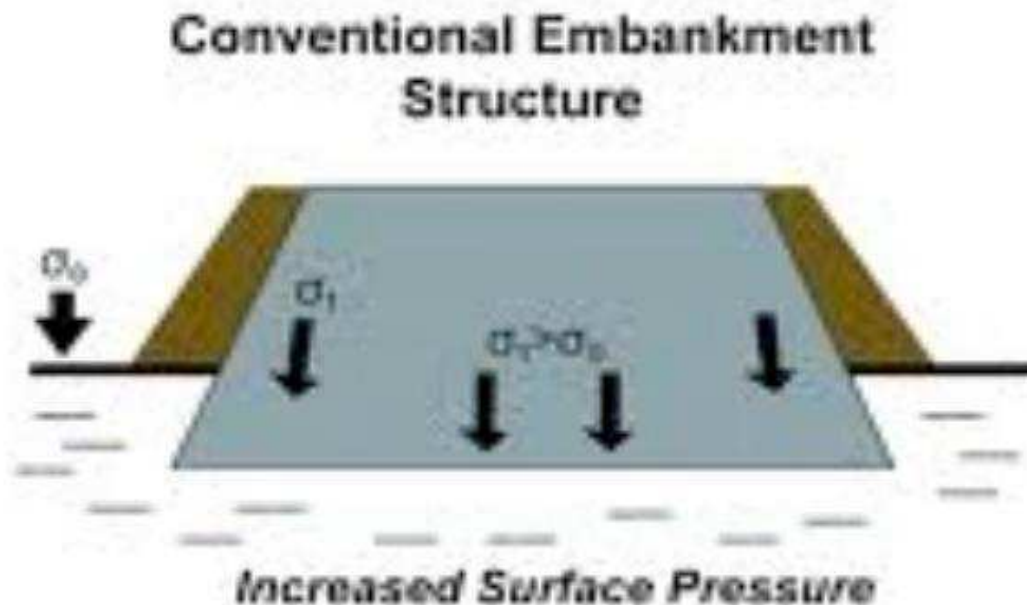
Metode pengelupasan tanah gambut (Gambar 1) dapat dilakukan pada gambut dengan tebal lapisan tidak lebih dari 1 meter. Tanah gambut yang dikupas digantikan dengan tanah urug yang berkuaitas baik. Kelebihan metode ini adalah mudah dilaksanakan namun memerlukan volume tanah urug yang cukup besar. Metode ini tidak dapat dilakukan pada gambut dalam karena volume buangan gambut yang dikupas sangat besar dan gambut kering mudah terbakar (Yulianto and Mochtar, NE., 2012). Selain itu, penerapan metode pengelupasan untuk gambut dalam akan memerlukan bahan urugan yang sangat besar sehingga akan dapat merusak lingkungan pada daerah penambangan bahan urugan.



Gambar 1. Metode pengelupasan tanah gambut

### **Pembebanan Awal dan Embankmen (Preloading dan Surcharge)**

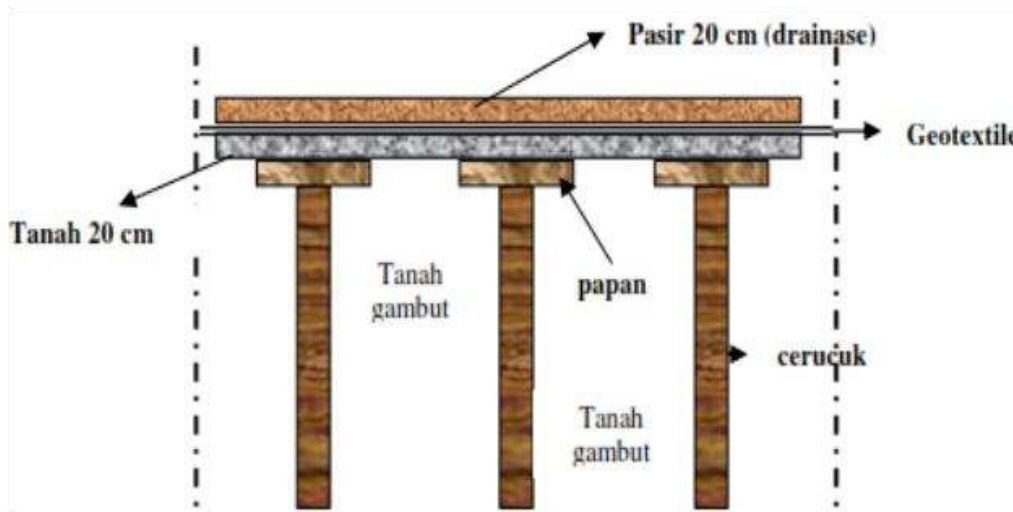
Pemberiaan beban awal dan embangkmen (Gambar 2) dapat diterapkan pada gambut dengan tebal lapisan tidak lebih dari 3 meter (Jelusic and Lappanen, 2001; Harwadi and Mochtar, NE., 2010). Hal ini disebabkan, gambut dengan tebal lapisan di atas 3 meter akan mengakibatkan penurunan lapisan gambut yang besar dan lama. Bahkan, penggunaan metode pemberian beban awal dan embangkment pada ruas jalan trans kalimantan di daerah tumbang nusa menyebabkan penurunan lebih dari 4 meter selama kurang lebih 1 tahun dan embangkment yang ada turut tenggelam karena ketebalan lapisan gambut lebih dari 16 meter. Selain itu, penggunaan metode pembebanan awal dimungkinkan terjadinya pelepasan karbon pada gambut akibat penurunan kadar air lapisan gambut dibawan embangkmen.



Gambar 2. Metode pemberian beban awal dan embangkmen.

### Cerucuk Kayu (Mini Wood Pile)

Metode cerucuk kayu (Gambar 3) sangat efektif digunakan pada gambut yang mempunyai tebal lapisan 3-4 meter dengan lapisan pasir dibawahnya (Yulianto dan Harwadi, 2009; Yulianto dan Mochtar, NE., 2012). Hal ini disebabkan, beban dari struktur bagian atas dapat dipindahkan dengan baik pada lapisan pasir dibawah gambut. Bahkan, pada beberapa kasus di Banjarmasin penggunaan kayu galam sebagai cerucuk mampu menahan beban dari gedung berlantai dua (Gambar 4). Hanya saja, metode ini memerlukan kayu dengan jumlah yang sangat besar sehingga akan berdampak pada kerusakan hutan. Penggunaan material pengganti lainnya seperti bambu maupun tiang beton mini sangat dianjurkan agar metode cerucuk ini lebih berwawasan lingkungan, perlu diingat juga material pengganti juga harus mempunyai ketahanan terhadap keasaman tanah gambut.



Gambar 3. Metode cerucuk kayu





Gambar 4. Penggunaan kayu galam sebagai pondasi pada gambut.

#### **Galar Kayu (Corduroy)**

Metod ini menggunakan kayu berdimensi 7-10 cm sebagai landasan untuk kronstuksi jalan raya pada gambut dengan ketebalan maksimal 3 meter (Gambar 5).

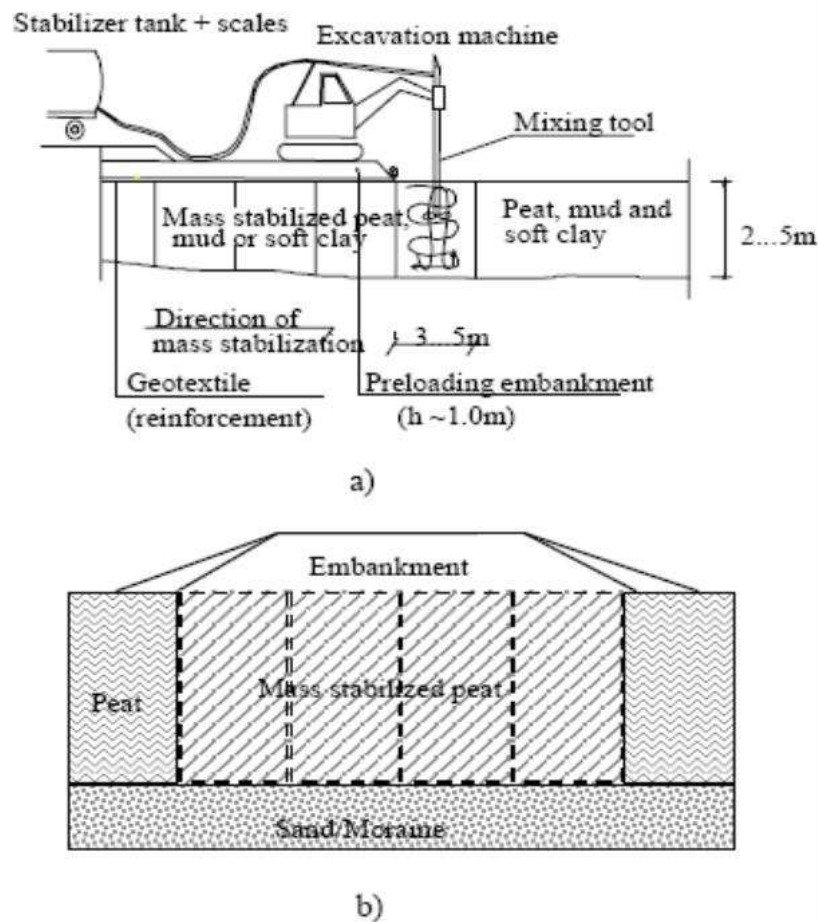


Gambar 5. Metode galar kayu (Corduroy)

Metode ini banyak diterapkan di daerah Kalimantan Tengah dan Kalimantan Barat Namun, metode ini mengalami kegagalan pada gambut dengan tebal lapisan lebih dari 3 meter. Seperti halnya metode cerucuk, metode ini memerlukan volume kayu yang lebih besar sehingga kerusakan hutan lebih mungkin terjadi akibat penggunaan metode galar kayu (Mochtar, NE., dkk., 2014).

### **Stabilisasi Lapisan Gambut (Mass Stabilisation)**

Stabilisasi seluruh lapisan tanah gambut (Mass Stabilization) banyak diterapkan di Eropa, Amerika dan Australia (Jelusic and Lappanen, 2001; Keller, 2002; Souliman, 2011) dengan hasil yang sangat baik. Bahkan metode ini mampu diterapkan pada gambut (*Temperate Peat/Gambut Sub tropis*) dengan tebalan lapisan sampai dengan 8 meter (gambar 6). Meskipun metode ini masih belum diterapkan pada gambut tropis (Gambut berserat) namun hasil penelitian model laboratorium beberapa berserat juga menghasilkan peningkatan sifat fisik dan teknis tanah gambut lebih dari 30% dari kondisi awal (Hebib and Farrel, 2003; Huat, et.all., 2009; Yulianto dan Mochtar, NE., 2010; 2012; Kolay P, 2011; Kusumawardani dan Mochtar, NE., 2012; Afif M dan Yulianto, 2014; Mochtar, NE., et.all., 2014). Metode ini (Mass Stabilization) juga mempunyai kelebihan lainnya yaitu, lebih murah dibandingkan metode perbaikan tanah gambut lainnya (Jelusic and Lappanen, 2001; Mochtar, NE. et.all., 2014), lebih berwawasan lingkungan karena penggunaan admixture yang lebih ramah lingkungan dan karbon yang terlepas dari gambut tidak lebih dari 25% (Mochtar, NE. and Yulianto, 2016) meskipun kadar air gambut yang distabilisasi sekitar 200%.



Gambar 6. Metode Stabilisasi seluruh lapisan tanah. Peneliti menunjukkan bahwa stabilisasi pada gambut

Pada beberapa kasus perbaikan tanah gambut dengan tebal lapisan gambut yang sangat dalam ( $> 8$  meter) masih belum ditemukan suatu metode yang efektif selain penggunaan tiang pancang (kasus jalan Tumbang Nusa, Palangkaraya). Hanya saja, penggunaan tiang pancang beton maupun baja harus dilapisi material yang mampu bertahan pada kondisi keasaman rendah ( $\text{pH} = 3$ ) agar sifat korosif gambut tidak berdampak buruk pada konstruksi tiang pancang.

## KESIMPULAN

Dari penjelasan yang disampaikan di atas dapat diberikan beberapa kesimpulan, antara lain:

1. Gambut Indonesia merupakan gambut berserat (Gambut tropis) dengan kadar air yang tinggi dan keasaman yang rendah.
2. Pemilihan metode perbaikan untuk tanah gambut harus memperhatikan ketebalan lapisan gambut serta dampak memberikan efek negatif yang paling kecil terhadap fungsi lahan gambut.
3. Perbaikan tanah gambut yang telah diterapkan selama ini (kecuali metode stabilisasi) hanya dapat diaplikasikan pada lapisan gambut dengan tebal maksimal 4 meter serta memerlukan bahan alam yang besar yang dapat merusak lingkungan.
4. Metode stabilisasi seluruh lapisan gambut (Mass Stabilization) merupakan metode yang paling efektif karena mampu melakukan stabilisasi pada lapisan gambut setebal 8-9 meter serta lebih murah dan lebih ramah lingkungan.
5. Pada lapisan gambut dengan tebal lapisan lebih dari 9 meter penggunaan tiang pancang yang dilapisi material antai korosif merupakan pilihan terbaik.

## DAFTAR ACUAN

ASTM Annual Book (1992), *Standard Classification of Peat Samples by Laboratory Testing (D4427-92)*, ASTM, Section 4, Volume 04.08 Soil and Rock, Philadelphia.

Afief Ma'ruf, M. (2012), *Pengaruh Air di Sekitar Area Lahan Gambut yang Distabilisasi Terhadap Sifat Fisik dan Sifat Teknis Tanah Gambut*, Tesis Program Magister FTSP-Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

Harwadi, F. and Mochtar, N.E. (2010), Compression Behavior of Peat Soil Stabilized with Enviromentally Friendly Stabilizer, *Proceedings of the First Makassar International Conference on Civil Engineering (MICCE2010), March 9-10, 2010*).

Hebib, Samir & Farrell, E.R, (2003), Some Experiences on The Stabilization of Irish Peats, *Canadian Geotechnical Journal* 40 : 107-120.

Islam, M. S. and Hashim, R. (2009), Bearing Capacity of Stabilised Tropical Peat by Deep Mixing Method, *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 3(2) : 682-688, 2009, ISSN 1991-8178.

Jelistic, N., Leppänen, M., (2001), *Mass Stabilization of Peat in Road and Railway construction*, Swedish Road Administration, SCC-Viatek Finlandia.

Kusumawardani, M & Mochtar, N.E. (2012), Experiment on Fibrous Peat Subjected to Reduction of Water Content, *Proceeding of 8th International Symposium on Lowland Technology*.

Keller Ground Engineering Pty Ltd, (2002), *Lime Cement Dry Soil Mixing*, PO. Box. 7974 baulkham Hills NSW Australia.

Mochtar, NE., (2002), Tinjauan Teknis Tanah Gambut Dan Prospek Pengembangan Lahan Gambut Yang Berkelanjutan, *Pidato Pengukuhan Guru Besar ITS Surabaya*.

Mochtar, NE, Yulianto, FE., Satria, TR., (2014), Pengaruh Usia Stabilisasi pada Tanah Gambut Berserat yang Distabilisasi dengan Campuran CaCO<sub>3</sub> dan Pozolan, *Jurnal Teknik Sipil ITB (Civil Engineering Journal ITB), Vol. 21, No. 1, Hal 57-64*.

- MacFarlane, I.C. (1959), *Muskeg Engineering Handbook*, National Research Council of Canada, University of Toronto Press, Toronto, Canada
- Souliman, M. I. and Zapata, C. (2011), International Case Studies of Peat Stabilization by Deep Mixing Method, *Jordan Journal of Civil Engineering, Volume 5, No. 3, 2011.*
- Von Post, L. (1992), Sveriges Geologiska Undersoknings Torvinventering Och Nagre av Dess Hittills Vunna Resultat, *Sv. Mosskulturfor. Tidskr. 1:1-27.*
- Wibowo, Ari ( 2009), Role of Peatland in Global Climate Change, *Jurnal Tekno Hutan Tanaman, Vol. 2 No.1 hal 19-28, 2009.*
- Wetlands International – Indonesia Programme (2004), *Peta sebaran Lahan Gambut, Luas dan Kandungan Karbon Di Kalimantan*, Edisi Pertama ISBN 979-95899-9-1, Bogor.
- Yulianto, F.E. and Mochtar, N.E. (2010), Mixing of Rice Husk Ash (RHA) and Lime For Peat Stabilization, *Proceedings of the First Makassar International Conference on Civil Engineering (MICCE2010), March 9-10, 2010.*
- Yulianto, F.E. and Mochtar, N.E. (2012), Behavior of Fibrous Peat Soil Stabilized with Rice Husk Ash (RHA) and Lime, *Proceedings of 8th International Symposium on Lowland Technology September 11-13, 2012, Bali, Indonesia.*