

PELAKSANAAN PEKERJAAN LAPIS FONDASI SEMEN KOMPOSIT TANAH PADA RUAS JALAN MERAUKE–TANAH MERAH

Osman H. Marbun
Balai Besar
Pelaksanaan Jalan Nasional XVIII Jayapura
osmanhianto@gmail.com

Asniaty
Satuan Kerja PJN Wilayah III
Provinsi Papua (Tanah Merah)
nandyasti@yahoo.com

Arnold Mika
Satuan Kerja PJN Wilayah II
Provinsi Papua (Merauke)
arnold.mika@yahoo.co.id

Dameria Hutagalung
Seksi Pemantauan BBPJJN XVIII
Jayapura
meisogorgeous@gmail.com

Abstract

The Merauke–Tanah Merah Road section is a road linking Merauke Regency and Boven Digoel Regency, Papua Province. The type of soil that exists along the road section is alluvial soil, which has a high potential for shrinkage due to changes in water content. In road construction, this type of soil falls into the category of problematic soil, which needs to be stabilized before it is used as a road sub base layer. The construction of a soil composite cement foundation layer is a foundation layer made of soil stabilized with cement, added with certain additives. The use of the additive was intended to reduce cement content and increase the Unconfined Compression Strength and durability of the cement soil produced. This study uses Matos additive material, which serves to compact or solidify and stabilize the soil physically and chemically. The results of the implementation in the field showed that there was an increase in the strength of the Subbase Composite Cement Base Layer using Matos as additives. However, the use of this additive material needs to be studied in more depth by taking into account the increase in the average of unconfined compression strength, which is only about 6%, while the cost increases by around 54%.

Keywords: foundation layers, alluvial soils, road construction, soil stabilization, additives

Abstrak

Ruas Jalan Merauke–Tanah Merah merupakan ruas jalan yang menghubungkan Kabupaten Merauke dan Kabupaten Boven Digoel, Provinsi Papua. Jenis tanah yang ada di sepanjang ruas jalan tersebut adalah tanah aluvial, yang memiliki potensi kembang-susut tinggi akibat perubahan kadar air. Dalam pekerjaan konstruksi jalan, jenis tanah ini masuk dalam kategori tanah yang bermasalah, sehingga perlu distabilisasi sebelum digunakan sebagai lapis fondasi jalan. Konstruksi lapis fondasi semen komposit tanah merupakan lapis fondasi yang terbuat dari tanah yang distabilisasi dengan semen, ditambah dengan bahan tambah tertentu. Penggunaan bahan tambah berfungsi mengurangi kadar semen dan meningkatkan kuat tekan bebas serta durabilitas tanah semen yang dihasilkan. Pada kajian ini digunakan bahan tambah Matos, yang berfungsi untuk memadatkan atau solidifikasi dan menstabilkan tanah secara fisik-kimia. Hasil pelaksanaan di lapangan menunjukkan bahwa terjadi peningkatan kekuatan Lapis Fondasi Semen Komposit Tanah yang menggunakan bahan tambah Matos. Walaupun demikian, penggunaan bahan tambah ini perlu dikaji secara lebih mendalam dengan memperhatikan peningkatan kuat tekan bebas rata-rata yang hanya sekitar 6%, sedangkan biayanya meningkat sekitar 54%.

Kata-kata kunci: lapis fondasi, tanah aluvial, konstruksi jalan, stabilisasi tanah, bahan tambah

PENDAHULUAN

Ruas Jalan Merauke–Tanah Merah merupakan ruas jalan yang menghubungkan Kabupaten Merauke dengan Kabupaten Boven Digoel, Provinsi Papua. Panjang jalan ini

adalah 425 km, yang melalui 9 ruas jalan nasional, yang meliputi Jalan Ahmad Yani di Merauke sepanjang 0,25 km, Jalan Raya Mandala di Merauke sepanjang 5,05 km, KM 40 hingga Batas Kota Merauke sepanjang 34,70 km, Sota hingga KM 40 sepanjang 38,30 km, Bupul hingga Erambu Sota sepanjang 110,70 km, Muting hingga Bupul sepanjang 37,88 km, Batas Kabupaten Boven Digoel Merauke hingga Muting sepanjang 47,03 km, Getentiri hingga Batas Kabupaten Merauke dan Kabupaten Boven Digoel sepanjang 77,70 km), dan Tanah Merah hingga Getentiri sepanjang 73,20 km.

Tanah aluvial merupakan tanah endapan yang terbentuk dari lumpur dan pasir halus dari proses erosi tanah. Tanah ini memiliki kembang susut yang sangat tinggi akibat perubahan kadar air. Jenis tanah ini dijumpai di sepanjang ruas jalan Merauke–Tanah Merah. Pada pekerjaan konstruksi, jenis tanah aluvial masuk dalam kategori tanah yang bermasalah, sehingga perlu distabilisasi sebelum digunakan sebagai lapis fondasi jalan (Departemen Pekerjaan Umum, 2005).



Gambar 1 Kondisi Eksisting Tanah Dasar Km 138+400

Stabilisasi tanah pada tanah dasar suatu konstruksi adalah suatu cara yang digunakan untuk memperbaiki sifat tanah dasar, sehingga diharapkan mutu tanah dasar tersebut dapat lebih baik dan kemampuan daya dukung tanah dasar terhadap konstruksi yang akan dibangun di atasnya dapat ditingkatkan (Departemen Pekerjaan Umum, 2005). Metode-metode yang dapat digunakan dalam mengatasi tanah ekspansif, antara lain dengan mengganti tanah atau mencampur tanah dengan bahan aditif (Wardani et al., 2018).

Penggantian tanah di sepanjang Ruas Jalan Merauke–Tanah Merah tidak dapat dilakukan, karena tidak tersedia sumber material yang dapat digunakan sebagai bahan pengganti. Yang dapat dilakukan adalah mencampur tanah dengan bahan aditif berupa semen dan bubuk mineral.

Jenis konstruksi untuk lapis fondasi yang sesuai dengan kondisi di sepanjang Ruas Jalan Merauke–Tanah Merah adalah lapis fondasi semen komposit tanah. Lapis fondasi ini merupakan lapis fondasi yang terbuat dari tanah yang diambil dari daerah sekitar jalan, yang

distabilisasi dengan semen ditambah bubuk mineral atau dengan semen komposit (pracampur).

Berdasarkan Spesifikasi Khusus Interim Bina Marga 2017, Seksi SKh-.2.5.4, apabila penggunaan semen dalam pekerjaan stabilisasi tanah dengan semen melebihi 8%, diperlukan bahan tambah. Bahan tambah yang dipakai adalah jenis bubuk, yaitu suatu campuran mineral-mineral yang bersifat semen (*cementitious*) dan *nonpolymer*, yang berfungsi mengurangi kadar semen dan meningkatkan kuat tekan serta durabilitas tanah semen yang dihasilkan.

Lokasi penanganan yang diamati berada di Ruas Jalan Merauke–Tanah Merah. Data pelaksanaan yang diperoleh adalah data kuat tekan bebas (*Unconfined Compression Strength*) lapis fondasi semen komposit tanah tanpa menggunakan bahan tambah dan yang menggunakan bahan tambah Matos, serta biaya konstruksi per kilometer.

Matos adalah bahan aditif yang berfungsi untuk memadatkan atau solidifikasi dan menstabilkan tanah secara fisik-kimia. Produk ini berupa material serbuk halus atau tepung, yang mempunyai komposisi logam dan garam atau mineral anorganik yang bersumber dari air laut. Material ini aman untuk makhluk hidup dan ramah lingkungan.

Matos melarutkan asam humus yang terdapat di dalam tanah serta menghilangkan efek penghambatan ikatan ion sehingga partikel tanah menjadi lebih mudah bermuatan ion negatif atau anion, sehingga kation Ca^{++} dapat mengikat langsung dengan mudah pada partikel tanah. Matos juga menyuplai lebih banyak ion pengganti dan membentuk senyawa asam aluminium silika, sehingga membentuk struktur sarang lebah 3 dimensi di antara partikel-partikel tanah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian laboratorium sifat dan karakteristik tanah dapat dilihat pada Tabel 1. Terlihat bahwa 100% tanah lolos Saringan No.4 dan 69,91% tanah lolos Saringan No. 200.

Setelah diperoleh sifat tanah, dilakukan pengujian kuat tekan bebas (UCS) stabilisasi tanah semen dengan berat jenis kering tanah yang sama, dengan beberapa kadar semen. Bahan tambah yang digunakan pada studi ini adalah Matos dan *curing time* yang digunakan adalah 7 hari. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tanpa bahan tambah, hanya benda uji dengan kadar semen 12% yang memberikan nilai kuat tekan bebas yang memenuhi spesifikasi, yaitu antara 20 kg/cm² hingga 35 kg/cm². Sedangkan benda-benda uji yang menggunakan bahan tambah Matos sebanyak 2%, kuat tekan bebas yang memenuhi spesifikasi, yaitu antara 20 kg/cm² hingga 35 kg/cm², didapat pada benda-benda uji dengan kadar semen 10%, 11%, dan 12%. Terlihat pula bahwa, dengan kadar semen yang sama, kuat tekan bebas benda-benda uji yang menggunakan bahan tambah Matos lebih besar daripada kuat tekan bebas benda-benda uji yang tidak menggunakan Matos. Peningkatan kuat tekan bebas rata-rata untuk semen 8%, 10%, dan 12% adalah sekitar 6%.

Tabel 1 Hasil Pengujian Karakteristik Tanah

No.	Jenis Pengujian	Standar Acuan	Hasil Pengujian	Satuan
1.	Distribusi Ukuran Butiran	ASTM D-422		
	¾' (19,0 mm)		100	% Lolos
	3/8' (9,50 mm)		100	% Lolos
	#4 (4,75 mm)		100	% Lolos
	#10 (2,70 mm)		83,71	% Lolos
	#20 (0,85 mm)		81,83	% Lolos
	#40 (0,425 mm)		78,63	% Lolos
	#60 (0,250 mm)		76,45	% Lolos
	#140 (1,106 mm)		70,84	% Lolos
	#200 (0,075 mm)	69,91	% Lolos	
2.	Klasifikasi Tanah	ASTM D-422	<i>Clay Loam</i>	%
	- <i>Sand</i>		30,09	%
	- <i>Silt</i>		31,04	%
	- <i>Clay</i>		38,87	%
	- <i>Gravel</i>		0,00	%
3.	Berat Jenis Tanah	SNI 03-1964-1990	2,79	-
4.	Batas <i>Atterberg</i>			
	- Batas cair (LL)	SNI 03-1967-2008	51,68	%
	- Batas palastis (PL)	SNI 03-1966-2008	37,25	%
	- Indeks plastis (PI)		14,43	%
	- <i>Shrinkage Limit</i> (SI)		48,31	
5.	Pengajuan Pematatan	SNI 1743:2008		
	- Kadar Air Optimum (OMC)		20,9	%
	- Kepadatan Kering Maks (MDD)		1,65	gr/cm ³

Tabel 2 Hasil Pengujian Kuat Tekan Stabilisasi Tanah untuk Berbagai Komposisi Kadar Semen tanpa Menggunakan Bahan Tambah

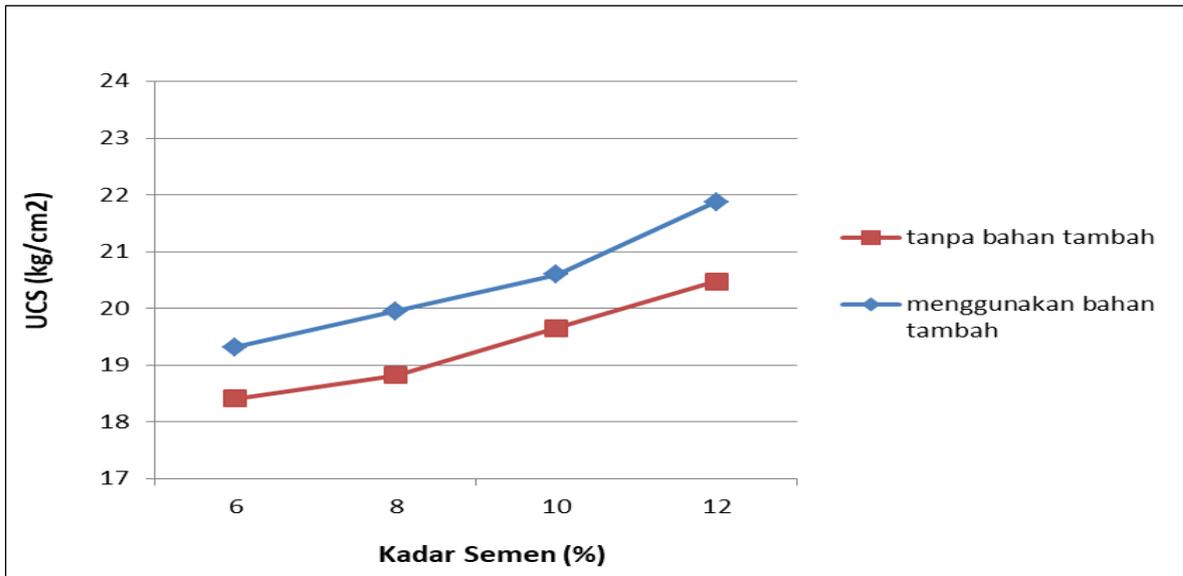
No.	Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Hasil Pengujian				Spesifikasi	Satuan
			PC 6%	PC 8%	PC 10%	PC 12%		
1	Kuat Tekan Bebas (UCS)	SNI 03-6887-2002	18,41	18,82	19,65	20,47	20-35	kg/cm ²

Tabel 3 Hasil Pengujian Kuat Tekan Stabilisasi Tanah untuk Berbagai Komposisi Kadar Semen Menggunakan Bahan Tambah Matos 2%

No.	Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Hasil Pengujian					Spesifikasi	Satuan
			PC 8%+2%	PC 9%+2%	PC 10%+2%	PC 11%+2%	PC 12%+2%		
1	Kuat Tekan Bebas (UCS)	SNI 03-6887-2002	19,32	19,95	20,60	21,88	22,53	20-35	kg/cm ²

Perbandingan Kuat Tekan Bebas (UCS) Lapis Fondasi Semen Komposit Tanah dengan beberapa kadar semen dengan dan tanpa bahan tambah Matos dapat dilihat pada Tabel 4. Terlihat bahwa untuk kadar semen yang sama, bahan tambah Matos meningkatkan kuat tekan bebas benda-benda uji.

Sedangkan perbandingan biaya konstruksi Lapis Fondasi Semen Komposit Tanah per kilometer dengan dan tanpa bahan tambah Matos dapat dilihat pada Tabel 5. Hasil perhitungan ini menunjukkan bahwa biaya konstruksi Lapis Fondasi Semen Komposit Tanah yang menggunakan bahan tambah Matos jauh lebih tinggi (sekitar 54%) dibandingkan dengan biaya konstruksi Lapis Fondasi Semen Komposit Tanah yang tidak menggunakan bahan tambah Matos.



Gambar 2 Hubungan Kadar Semen dengan Kuat Tekan Bebas Semen Komposit Tanah tanpa Bahan Tambah dan Menggunakan Bahan Tambah Matos



Gambar 3 Pelaksanaan Pekerjaan Lapis Fondasi Semen Komposit Tanah KM 138+400



Gambar 4 Pelaksanaan Pekerjaan Lapis Fondasi Semen Komposit Tanah pada KM 399+450

Tabel 4 Kuat Tekan Bebas (UCS) Semen Komposit Tanah tanpa Penggunaan Bahan Tambah dengan yang Menggunakan Bahan Tambah

No	Tanpa Bahan Tambah		Menggunakan Bahan Tambah (Matos)		
	Semen	Kuat Tekan Bebas (UCS) kg/cm ²	Semen	Bahan Tambah	Kuat Tekan Bebas (UCS) kg/cm ²
1	8%	18,82	8%	2%	19,32
2	10%	19,65	10%	2%	20,60
3	12%	20,47	12%	2%	22,53

Tabel 5 Biaya konstruksi lapis fondasi semen komposit tanah jalan perkilometer

No.	Lapis Semen Komposit Tanah	Komposisi				Biaya/km (dalam Ribu)
		Semen	Bahan Tambah	Lebar (m)	Tebal (cm)	
1	Tanpa bahan tambah	12%	-	5	20	982.400,00
2	Menggunakan bahan tambah	10%	2%	5	20	1.509.400,00



Gambar 5 Pelaksanaan Pekerjaan Lapis Fondasi Semen Komposit Tanah pada KM 138+200

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil kajian ini dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Bila tidak digunakan bahan tambah Matos, untuk mendapatkan kuat tekan Lapis Fondasi Semen Komposit Tanah yang memenuhi Spesifikasi Khusus Bina Marga, yaitu kuat tekan bebas minimal 20 kg/cm^2 dan maksimal 35 kg/cm^2 , digunakan semen dengan kadar 12%, yang akan menghasilkan kuat tekan bebas sebesar $20,47 \text{ kg/cm}^2$.
- 2) Bila digunakan bahan tambah Matos sebesar 2% terhadap tanah yang dicampur dengan semen, dengan kadar semen 10%, dihasilkan Lapis Fondasi Semen Komposit Tanah dengan kuat tekan bebas sebesar $20,60 \text{ kg/cm}^2$.
- 3) Biaya konstruksi Lapis Fondasi Semen Komposit Tanah yang menggunakan bahan tambah Matos jauh lebih tinggi daripada biaya konstruksi Lapis Fondasi Semen Komposit Tanah yang tidak menggunakan bahan tambah. Perbedaan biaya yang besar ini, yaitu sekitar 54%, perlu dikaji secara lebih mendalam dengan memperhatikan peningkatan kuat tekan bebas rata-rata yang hanya sekitar 6%.

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum. 2005. *Penanganan Tanah Ekspansif untuk Konstruksi Jalan*. Jakarta.
- Pemerintah Republik Indonesia. 2017. *Spesifikasi Khusus Interim Lapis Fondasi Semen Komposit Tanah*. Direktorat Jenderal Bina Marga. Jakarta.
- Wardani, S.P.R., Muhrozi, Setiaji, A.R.A., dan Riwu, D.R. 2018. *Stabilisasi Tanah Ekspansif dengan Menggunakan Tanah Putih untuk Tanah Dasar di Daerah Godong, Kabupaten Grobogan Jawa Tengah*. *Media Komunikasi Teknik Sipil*, 24 (1): 1–8.