

PENINGKATAN KUALITAS INFRASTRUKTUR JALAN PADA TANAH EKSPANSIF DENGAN PEMANFAATAN LIMBAH PERTANIAN GUNA Mendukung PENGEMBANGAN WILAYAH

G D. Pandulu dan Suhudi

PS. Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tribhuwana Tungadewi

Abstract

Soil with high variability of shrinkage is one of contributed factor on main constraints in road construction Probolinggo region is one of the areas has those problem of road construction, and to overcome the problem by using soil amendment as soil stability. The aims of this study was to determine soil in Probolinggo as shrinkage soil types or not by application of ash rice husk. Result showed that by soil physical determination soil strength 2.233 g/m^3 , water content 50,15%, wet bulk soil $1,61 \text{ g/m}^3$, dry bulk $1,15 \text{ kN/m}^3$, Liquid Limit (LL) 86,5%, Plastic limit (PL) 39,8% and Plasticity limit (PI) 47,1%. In general high plasticity value of soil will be showed highly soil shrinkage. Ash of rice husk with content of SiO_2 90% can be used as soil stability, and to reduce value of plasticity limit to 37,68% is needed about 10% ash rice husk. For main body road of 1 km is needed 669 ton of ash rice husk from burning rice husk 3.345 ton, and rice husk from about 16.725 dry rice milling.

Key words: ekspansif soil, waste product of agriculture, soil stability

Pendahuluan

Geologi Indonesia dibentuk oleh berbagai jenis batuan yang tergantung pada posisi relatifnya terhadap sabuk tektonik. Batuan vulkanik muda ditemukan terutama di Jawa dan Sumatera, batuan sedimen dan meta sedimen di Kalimantan dan *skis metamorf* umumnya ditemukan di Sulawesi. Batuan-batuan tersebut mengalami proses pelapukan terutama akibat dekomposisi kimia yang disebabkan oleh tingginya temperatur, curah hujan dan kelembaban di daerah tropis. Kondisi geologi dan iklim tersebut berkontribusi terhadap masalah konstruksi jalan seperti tanah ekspansif yang berasal dari dekomposisi batuan serpih mempunyai sifat kembang susut yang tinggi.

Salah satu contoh jenis tanah ekspansif adalah vertisol, tanah mineral ini mempunyai warna abu kehitaman,

bertekstur lempung dengan kandungan kadar liat montmorilonit sebesar 30% pada horizon permukaan sampai kedalaman 50 cm. Faktor dominan yang mempengaruhi pembentukan tanah ini adalah iklim utamanya iklim kering dan batuan tanah yang kaya terhadap kation. Tanah-tanah jenis ini ditemukan di daerah NTT (0,198 juta ha), Jawa Timur (0,96 juta ha), NTB (0,125 juta ha), Sulawesi Selatan (0,22 juta ha) dan Jawa Tengah (0,4 juta ha). Lempung berliat ini sifatnya mudah membentuk rekahan yang lebar dan dalam di musim kemarau dan mudah mengembang apabila kena air di musim hujan. Akibatnya, apabila tanah ini jika dijadikan sebuah pondasi jalan raya, maka akan selalu bergerak 2x setahun dengan arah yang berlawanan (kembang-kerut). Gaya ini menimbulkan badan jalan menjadi bergelombang, mudah retak dan cepat rusak (Gren Field, 1992).

Tanah jenis vertisol apabila digunakan sebagai lahan pertanian akan memberikan berbagai masalah terutama kesuburan tanah yang cenderung rendah, maka solusinya adalah memperbanyak atau menambah bahan organik antara lain kompos dan pupuk kandang. Bahan-bahan ini akan bersifat sebagai penyangga (*buffer*) yang berfungsi mengurangi daya mengembang atau mengkerut tanah.

Membangun di atas tanah yang mempunyai sifat kembang susut yang tinggi sering menyulitkan dan membutuhkan kiat-kiat tertentu supaya bangunan yang dibangun di atasnya aman dari kerusakan. Kerusakan pada lantai bangunan (tegel terangkat ke atas), keretakan pada dinding tembok, permukaan jalan bergelombang karena penurunan yang tidak merata adalah contoh-contoh kerusakan yang diakibatkan oleh tanah yang mempunyai kembang susut tinggi. Pengembangan (*swelling*) dan penyusutan (*shrinkage*) pada tanah lempung pada prinsipnya adalah peristiwa perubahan volume.

Penyusutan tanah terjadi karena adanya penurunan kadar air akibat evaporasi pada musim kering dan pengembangan terjadi karena adanya penambahan kadar air akibat musim hujan. Peristiwa itu akan berlangsung sepanjang tahun seiring dengan adanya perubahan musim sehingga mengakibatkan kerusakan infrastruktur jalan yang berakibat terhambatnya aktivitas perekonomian sehingga pengembangan wilayah menjadi lebih lambat.

Untuk menanggulangi akibat peristiwa kembang susut tanah tersebut dapat dilakukan dengan mengubah gradasi butir tanah atau menjaga kadar air dalam tanah tidak mengalami perubahan. Ada beberapa wilayah di daerah Jawa Timur yang mempunyai tanah mengembang ini salah satunya adalah Kabupaten Probolinggo yang mempunyai permasalahan serupa

yaitu badan jalan jadi bergelombang, mudah retak dan cepat rusak.



Gambar 1. Kondisi kerusakan badan jalan

Kabupaten Probolinggo memiliki luas sekitar 1.696,166 Km², tepatnya pada 112°51'-113°30' Bujur Timur dan 7°40'-8°10' Lintang Selatan, berada pada ketinggian 0-2500 m dpl. Batas Wilayah Administratif Kabupaten Probolinggo adalah, di sebelah Utara berbatasan dengan Selat Madura, di sebelah Timur berbatasan dengan Kabupaten Situbondo dan Kabupaten Jember, di sebelah Barat berbatasan dengan Kabupaten Pasuruan, di sebelah Selatan berbatasan dengan Kabupaten Lumajang dan Kabupaten Malang. Di tengah-tengah Kabupaten Probolinggo terdapat Kota Daerah Otonom yaitu Pemerintah Kota Probolinggo.

Sasaran dan arah kebijakan pembangunan daerah sesuai dengan tujuan pembangunan yang telah ditetapkan dalam RPJMD Kabupaten Probolinggo Tahun 2008-2013 adalah Sasaran Pertama Meningkatnya Ketahanan Pangan Melalui Optimalisasi Produksi Pertanian/Perkebunan, Peternakan dan Perikanan yang merupakan sasaran dari Tujuan Meningkatnya Perekonomian Daerah, yang meliputi pertanian tanaman pangan dan perkebunan, peternakan, serta kelautan dan perikanan. Dalam beberapa permasalahan ketahanan pangan salah satunya adalah prasarana dan sarana distribusi pangan untuk menjangkau

seluruh wilayah konsumen belum memadai, sehingga arus lalu lintas pangan antar wilayah dan antar waktu kurang lancar.

Sasaran Kedua adalah Meningkatkan Perekonomian Daerah Melalui Optimalisasi Usaha Sektor Riil. Pembangunan pariwisata mempunyai peranan penting karena disamping sebagai penggerak perekonomian, juga diharapkan meningkatkan kesempatan kerja dan peningkatan pendapatan masyarakat. Kabupaten Probolinggo dengan geomorfologis terdiri dari pegunungan dan dataran serta perairan pantai, memungkinkan pengembangan pariwisata yang ditunjang oleh sumber daya alam komoditi unggulan seperti pertanian tanaman pangan dan hortikultura, perternakan, perikanan, industri dan pertambangan. Pengembangan pariwisata dapat ditempuh melalui pengadaan paket wisata, pengembangan jalur wisata, pengadaan sarana dan prasarana penunjang seperti hotel dan penginapan serta peningkatan aksesibilitas dengan meningkatkan kondisi jalan dan menyediakan sarana transportasi menuju obyek wisata. Secara umum permasalahan-permasalahan yang sedang dihadapi pada masing-masing obyek wisata dalam pengembangannya memiliki kesamaan, yakni sebagai berikut: sarana dan prasarana transportasi untuk menjangkau obyek masih mengalami kesulitan terutama kondisi jalan yang rusak.

Sasaran Ketiga adalah Percepatan Pembangunan Infrastruktur dan Investasi Daerah yang merupakan sasaran dari Tujuan Meningkatkan Daya Saing Daerah, yang salah satunya meliputi infrastruktur transportasi dan perhubungan serta tata ruang. Transportasi secara umum berfungsi sebagai katalisator dalam mendukung pertumbuhan ekonomi dan pengembangan wilayah. Pada umumnya infrastruktur transportasi mengemban fungsi pelayanan

publik dan sebagai industri jasa. Transportasi merupakan sarana yang membantu pergerakan manusia dari suatu tempat ke tempat lainnya, oleh karena itu perlu adanya suatu pengelolaan yang terpadu sehingga membantu kelancaran bagi manusia untuk melakukan pergerakan interaksi fungsional antar pusat kegiatan satu dengan yang lainnya.

Sistem jaringan jalan mempunyai pengaruh yang sangat kuat terhadap pola perkembangan dan pertumbuhan suatu wilayah. Tumpuan pergerakan regional dilayani oleh jaringan pergerakan kendaraan bermotor di jalan raya dan sebagian kereta api. Sistem jaringan jalan di Kabupaten Probolinggo secara keseluruhan didominasi oleh transportasi jalan raya dengan sarana dan prasarana yang telah menjangkau seluruh wilayah kecamatan yang ada.

Dalam perkembangannya sampai saat ini prasarana transportasi telah ditingkatkan melalui program-program pembangunan jalan dan jembatan serta rehabilitasi jalan dan jembatan yang ada. Melalui pembangunan dan peningkatan prasarana jalan akan terbentuk suatu sistem jaringan yang mampu melayani pendistribusian barang secara efektif serta upaya mengeliminir permasalahan-permasalahan dalam transportasi.

Ruas jalan yang ada di Kabupaten Probolinggo terbagi dalam 3 kategori yaitu: Jalan Negara panjangnya 38,21 km dalam kondisi baik, Jalan Propinsi sepanjang 54 km dan Jalan Kabupaten sepanjang 785,82 km. Menurut kondisinya, jalan kabupaten terbagi dalam kondisi baik sepanjang 604,55 km, kondisi sedang sepanjang 69,55 km dan kondisi rusak sepanjang 51,70 km serta kondisi rusak parah sepanjang 60,02 km.

Kabupaten Probolinggo mempunyai luas lahan pertanian padi sebesar 51.811 ha dengan produksi 296.324 t. Sedangkan untuk skala nasional Kementerian

Pertanian (Kementan), diperkirakan kenaikan produksi gabah kering giling (GKG) tahun ini hanya mencapai 3,1% dibandingkan produksi tahun lalu sebesar 65,39 juta t GKG. Selain itu, Indonesia mempunyai sekitar 60.000 mesin penggiling padi yang tersebar di seluruh daerah yang menghasilkan limbah berupa sekam padi 15 juta t/tahun. Untuk kapasitas besar, beberapa mesin penggiling padi dapat menghasilkan limbah 10-20 t sekam padi/hari. Limbah sering diartikan sebagai bahan buangan/bahan sisa dari proses pengolahan hasil pertanian. Proses penghancuran limbah secara alami berlangsung lambat, sehingga limbah tidak saja mengganggu lingkungan sekitarnya tetapi juga mengganggu kesehatan manusia.

Pada setiap penggilingan padi akan selalu kita lihat tumpukan bahkan gunung sekam yang semakin lama semakin tinggi. Saat ini pemanfaatan sekam padi tersebut masih sangat sedikit, sehingga sekam tetap menjadi bahan limbah yang mengganggu lingkungan. Alternatif pengolahan sekam sangatlah terbatas karena massa jenisnya yang rendah, dekomposisi secara alami sangat lambat, dapat menimbulkan penyakit pada tanaman padi maupun tanaman lain, kandungan mineral yang tinggi.

Salah satu hal yang paling sering dilakukan petani terhadap sekam padi adalah dengan pembakaran, akan tetapi aktivitas ini dapat meningkatkan jumlah polutan dalam udara dan dapat mengganggu kesehatan masyarakat. Sekam padi merupakan lapisan keras yang meliputi *kariopsis* yang terdiri dari dua belahan yang disebut *lemma* dan *palea* yang saling bertautan.

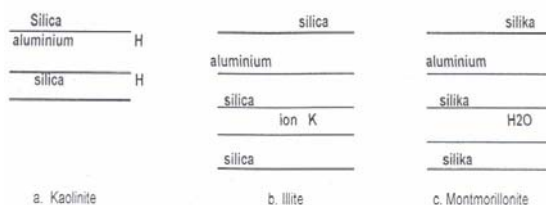
Pada proses penggilingan beras sekam akan terpisah dari butir beras dan menjadi bahan sisa atau limbah penggilingan. Sekam dikategorikan sebagai biomassa yang dapat digunakan untuk berbagai

kebutuhan seperti bahan baku industri, pakan ternak dan energi atau bahan bakar. Dari proses penggilingan padi biasanya diperoleh sekam sekitar 20-30% dari bobot gabah, dedak antara 8-12% dan beras giling antara 50-63,5% data bobot awal gabah. Sekam dengan persentase yang tinggi tersebut dapat menimbulkan masalah lingkungan.

Abu sekam merupakan bahan buangan dari padi yang mempunyai sifat khusus yaitu mengandung senyawa kimia yang dapat bersifat pozolan yaitu mengandung silika (SiO_2). Senyawa kimia silika (SiO_2) adalah suatu senyawa kimia yang sangat luas aplikasinya contohnya dibidang konstruksi sebagai bahan stabilisasi tanah. Pada penelitian ini akan mengkaji jenis tanah di Kabupaten Probolinggo termasuk jenis tanah ekspansif, bagaimana arahan perbaikan tanah ekspansif. Tujuan dari penelitian ini adalah mencari solusi perbaikan tanah dengan memanfaatkan banyaknya limbah pertanian terutama limbah tanaman padi.

Tanah ekspansif termasuk kedalam jenis tanah lempung. Jenis ini mengandung mineral liat *montmorilonite* yang berukuran koloid (Nelson dan Miller, 1992). Montmorilonite mempunyai struktur dasar sebuah lembaran alumina oktahedron yang diapit oleh dua lembaran silika tetrahedron. Pada bagian oktahedron terjadi substitusi sebagian aluminium oleh magnesium, sedangkan pada bagian tetrahedron terjadi substitusi sebagai silikon oleh aluminium. Ruang diantara kombinasi-kombinasi lembaran di atas diisi oleh molekul air dan kation-kation selain potasium. Kekuatan ikatan antara kombinasi lembaran-lembaran silika-alumina pada mineral sangat lemah, sehingga mudah mengalami pengembangan (*swelling*) bila ada penambahan air yang terserap diantaranya. Sebaliknya pada musim kemarau, tanah ini akan mengalami penyusutan (*shrinkage*), yang diikuti dengan proses merapatnya

butiran-butiran tanah tersebut antara satu dengan yang lain, sehingga mengakibatkan perubahan volume (*deformasi*) yang besarnya setara dengan jumlah air yang keluar.



Gambar 2. Struktur mineral tanah ekspansif

Potensi pengembangan merupakan rasio antara perubahan tinggi benda uji selama proses pembasahan terhadap tinggi benda uji mula-mula (Rahardjo, 1996). Tekanan pengembangan adalah tekanan yang diperlukan untuk mengembalikan volume tanah ekspansif ke volume awal dari keadaan jenuh air akibat proses pembasahan.

Potensi dan tekanan penembangan pada tanah ekspansif sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain:

- a. Komposisi material penyusunan tanah ekspansif

Komposisi ini meliputi tipe dan jumlah mineral lempung yang terkandung dalam tanah ekspansif, ukuran serta luasan permukaan mineral lempung.

- b. Kepadatan kering

Potensi dan tekanan pengembangan tanah ekspansif mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya kepadatan kering pada kondisi kadar air konstan.

- c. Air pori tanah ekspansif

Penambahan air sangat mempengaruhi perilaku pengembangan tanah ekspansif. Perubahan volume pada tanah ekspansif disebabkan oleh hidrasi mineral lempung atau lebih tepatnya akibat terserapnya molekul air pada bagian luar dan dalam permukaan mineral lempung. Derajat hidrasi

dipengaruhi oleh jumlah dan jenis ion terserap partikel tanah dan jenis ion yang terkandung pada air pori tanah.

Perbaikan tanah ekspansif bisa dengan cara kimiawi yaitu dengan menambah bahan tambahan tertentu. Sebagian besar bahan tambah tersebut berupa cairan atau padatan yang dijual secara komersial, maupun hasil sampingan dari sisa produk.

Sekam adalah bagian terluar dari butir padi, yang merupakan hasil sampingan saat proses penggilingan padi dilakukan. Sekitar 20% dari bobot padi adalah sekam padi (Herina, 2005) dan 15% berat abu akan diperoleh dari total berat sekam padi yang dibakar (Chen, 1991). Sekam yang dibakar mempunyai sifat pozzolan yang mengandung unsure silikat yang tinggi, rata-rata SiO₂ 91.72% dengan Pozzolanic Activity Index 87%. Pozzolan ini mengandung sifat sementasi.

Metode Penelitian

Untuk mendapatkan data sifat-sifat fisik tanah dilakukan pengujian kadar air (w), berat isi tanah (γ), berat jenis tanah (G_s), batas cair (LL), batas plastis (PL). Sampel tanah diambil dari Kabupaten Probolinggo.



Gambar 3. Peta Kabupaten Probolinggo

Kadar air (w)

Uji kadar dimaksudkan untuk mengetahui berapa besar kadar air dari undisturbed sampel.

- Peralatan dan bahan yang perlu disiapkan adalah sebagai berikut: oven, sampel tanah asli, cawan dan timbangan digital.

- Rumus kadar air (w) :

$$= [(W_1 - W_2) / (W_2 - W_3)] \times 100\%$$

W_1 = Benda uji + Cawan

W_2 = Benda uji kering + Cawan

W_3 = Berat cawan

Berat isi tanah (γ)

Uji kadar dimaksudkan untuk mengetahui berapa besar kepadatan tanah asli.

- Peralatan dan bahan yang perlu disiapkan adalah sebagai berikut: oven, sampel tanah asli, cawan, timbangan digital, ring, cangkul, palu karet, jangka sorong dan pisau/spatula.

- Rumus berat isi tanah (γ):

Berat isi tanah basah (γ wet)

$$= (W_2 - W_1) / V \text{ g/cm}^3$$

Berat isi tanah kering (γ dry)

$$= (\gamma \text{ wet}) / (1 + w) \text{ g/cm}^3$$

Berat jenis tanah (G_s)

Test ini digunakan untuk mengetahui *specific gravity*. Yang dimaksud dengan *specific gravity* tanah ialah perbandingan antara berat jenis butiran tanah dengan berat jenis air pada suhu tertentu.

- Peralatan dan bahan yang perlu disiapkan adalah sebagai berikut: piknometer dengan kapasitas minimum 100 ml atau botol ukur dengan kapasitas minimum 50 ml, neraca dengan ketelitian 0.01 g, thermometer ukuran 0-100°C dengan ketelitian pembacaan 10°C, botol berisi air suling, oven, bak perendaman, ayakan no. 4 dan pemanas.

- Rumus berat jenis tanah (G_s):

$$G_s = (W_2 - W_1) / [(W_5 - W_1) - (W_3 - W_2)]$$

$W_5 = W_4 \times k$ (faktor koreksi suhu)

Penentuan batas cair di laboratorium

Alat yang digunakan adalah mangkok kuningan (*Casagrade*). Sampel tanah diaduk rata dengan air dalam mangkuk, kemudian pada bagian tengah di barut dengan corot sehingga menjadi dua bagian dengan alur selebar 2 mm. Engkol diputar maka mangkuk terangkat 1 cm dan jatuh bebas pada landasan. Pemutaran dilakukan berulang kali sehingga bagian tanah dalam mangkuk tertaut. Makin kurang "cair" akan memerlukan jumlah pukulan semakin banyak. Setelah bagian tanah tertaut, dicatat jumlah pukulan dan diperiksa kadar airnya. Tanah dalam keadaan batas cair diperlukan kurang lebih 25 kali pukulan.



Gambar 4. Alat Casagrande

Menentukan batas plastis tanah di laboratorium

Jika tanah digulung sampai diameter 3 mm mulai timbul retak, maka kondisi semacam ini dianggap sebagai batas plastis. Mulanya tanah basah 20-30 g dibentuk menjadi bola dan digiling-giling di atas kaca dengan telapak tangan sehingga menjadi silinder dengan diameter kurang lebih 3 mm. Bila tanah menjadi batangan-batangan berdiameter 3 mm belum retak-retak maka kondisinya masih plastis. Maka pekerjaan ini perlu diulang lagi sampai didapat batangan berdiameter 3 mm dengan terdapat retak-retak (batas plastis). Kemudian batang yang retak tersebut dicari kadar airnya. Sehingga didapat kadar air pada batas plastis (WP).

Hubungan batas-batas konsistensi dengan sifat tanah

WL, WP, WS dan IP berguna untuk memperkirakan sifat dan mengetahui jenis tanah berbutir halus.

1. Tanah dengan WS makin kecil menunjukkan bersifat kembang susut makin besar.
2. Dengan tanah $WL < 50\%$ disebut tanah plastisitas rendah. $WL > 50\%$ disebut tanah dengan plastisitas tinggi.
3. Jenis tanah dan sifat tanah ditentukan dari WL dan IP dengan menggunakan diagram plastisitas (*Cassagrande*).

Diagram dibagi dengan empat daerah dengan line A dan B. Jika tanah diketahui nilai WL dan IP dan diplotkan pada diagram dapat diketahui nama tanah dan sifatnya, $WL = 60\%$ dan $IP = 40\%$ maka tanah di atas disebut tanah plastisitas tinggi (*Clay High Plasticity*) disebelah kiri garis B untuk tanah plastisitas rendah dan sebelah

kanan garis B untuk plastisitas tinggi. Di atas garis A untuk tanah lempung dan di bawah garis A untuk lanau atau tanah organik. Bila tanah terletak di kiri garis B dan diatas garis A berarti $WL < 50\%$ dan $IP > 0.73$ (WL-30) adalah tanah lempung *low plasticity* (CL). Bila tanah terletak dikanan garis B dan diatas garis A berarti $WL > 50\%$ dan $IP > 0.73$ (WL - 20).

Hasil dan Pembahasan

Pengujian laboratorium terhadap contoh tanah ekspansif dilakukan untuk menentukan sifat-sifat fisik tanah ekspansif. Hasil pengujian mendapatkan berat jenis $2,233 \text{ g/cm}^3$, kadar air $50,15\%$, Berat isi basah $1,61 \text{ g/cm}^3$, Berat isi kering $1,15 \text{ g/cm}^3$.

Tabel 1. Berat jenis tanah

No. Piknometer	Satuan	1	2	3
Berat piknometer	g	19,10	17,86	19,46
Berat piknometer + tanah kering	g	29,09	27,86	29,46
Berat tanah kering	g	10,00	10,00	10,00
Berat piknometer + tanah kering + air	g	74,02	73,05	73,73
Berat piknometer + air	g	68,49	67,56	68,23
Temperatur	°C	27,00	27,00	27,00
Faktor koreksi temperatur		0,999	0,999	0,999
Berat piknometer + air terkoreksi	g	68,51	67,53	68,20
Berat jenis tanah	g/cm^3	2,23	2,23	2,24
Berat jenis rata-rata	g/cm^3	2,233		

Sumber: Hasil analisa 2012

Tabel 2. Kadar air tanah

Nomor Cawan	Satuan	1	2	3
Berat cawan	g	12,90	13,00	13,20
Berat cawan + tanah basah	g	30,10	29,90	30,60
Berat cawan + tanah kering	g	24,40	24,40	24,60
Berat air	g	5,70	5,50	6,00
Berat tanah kering	g	11,50	11,40	11,40
Kadar air	%	49,57	48,25	52,63
Kadar air rata-rata	%	50,15		

Sumber: Hasil analisa 2012

Tabel 3. Berat isi tanah

No. Cincin	Satuan	1	2	3
Berat cincin + tanah basah	g	99,70	101,30	103,80
Berat cincin	g	33,60	31,50	33,80
Berat tanah basah	g	66,10	69,80	70,00
Volume cincin	cm ³	42,30	41,87	43,74
Berat isi tanah basah	g/cm ³	1,56	1,67	1,60
Kadar air	%	40,17	39,56	39,98
Berat isi tanah kering	g/cm ³	1,11	1,19	1,14
Berat isi tanah basah rata-rata	g/cm ³		1,61	

Sumber: Hasil analisa 2012

Liquid Limit (LL) 86,5%, *Plastic Limit* (PL) 39,8% dan *Plasticity Index* (PI) 47,1%.

Berdasarkan hasil pengujian batas *atterberg*, contoh tanah tergolong high plasticity clayey-silt (lempung kelanauan dengan plastisitas tinggi).

Berdasarkan grafik plastisitas dari Cassagrande, contoh tanah diklasifikasikan sebagai MH (Lanau inorganik, pasir sangat halus, lanau, lanau elastis) dengan Liquid Limit (LL) sebesar 86,5% dan plasticity index (PI) sebesar 47,1%. Pada umumnya semakin besar nilai plasticity index (PI) suatu tanah, makin besar pula tekanan pengembangannya.

Sifat fisik Abu sekam padi adalah kandungan air sebesar 6,5%; berat jenis 1,24 g/cm³; SiO₂ 90%; Fe₂O₃ 0,3%; Al₂O₃ 0%; K 5,5%; CaO 3,25; MnO 0,5%; Cu 0,05%; Eu 0,25% dan Re 0,15%. Gabah Kering digiling menghasilkan abu sekam sebesar 20%, sedangkan pembakaran sekam menghasilkan abu sebesar 20%.

Dengan penambahan abu sekam padi sebesar 10% menurunkan indeks plastis sebesar 20%, jadi indeks plastis menjadi 37,68%. Dengan berat jenis tanah sebesar 2,23 g/cm³, maka untuk 1 m³ tanah mempunyai berat 2,23 t dan dengan penambahan 10% abu sekam maka membutuhkan abu sekam seberat 0,223 t.

Untuk pelaksanaan di lapangan pada ruas jalan sepanjang 1 km, dengan lapisan tanah dasar yang distabilisasi dengan abu sekam setinggi 0,6 m, pada jalan selebar 5

m maka dibutuhkan abu sekam seberat 669 t. Kebutuhan abu sekam seberat 669 t dihasilkan dari pembakaran sekam seberat 3.345 t yang berasal dari gabah kering giling seberat 16.725 t.

Kesimpulan

Karakteristik sampel tanah di Kabupaten Probolinggo menunjukkan sifat fisik tanah ekspansif. Pada pelaksanaan di lapangan pada ruas jalan sepanjang 1 km, membutuhkan abu sekam seberat 669 t yang dihasilkan dari pembakaran sekam padi seberat 3.345 t.

Daftar Pustaka

- Chen, F. H. 1991. *Foundation on Expansive Soils*. American Elsevier Science Publ. New York.
- Green Field, D. J. 1992. *Chenc.k. Foundation in Problems Soils*. Prentice Hall, Inc.
- Herina, S. 2005. *Kajian Pemanfaatan Abu Sekam Padi Untuk Stabilisasi Tanah Dalam Sistem Pondasi di Tanah Ekspansif*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Permukiman Badan Penelitian dan Pengembangan DPU 8-9 Desember 2005.
- Nelson, J. D. and Miller, D. J. 1992. *Expansive Soils*. John Wiley and Sons, Inc.
- Rahardjo, P. P. 1996. *Rekayasa Pondasi*. Seminar Nasional Geoteknik Masalah Tanah Ekspansif dan Kaitannya Dengan Masalah Infrastruktur, KBK Geoteknik ITB, Jurusan Teknik Sipil Universitas Jayabaya.