

PEMANFAATAN *FLY ASH* UNTUK PENINGKATAN NILAI CBR TANAH DASAR

Yayuk Apriyanti

Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Universitas Bangka Belitung

Email: yayukapriyanti@gmail.com

Roby Hambali

Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Universitas Bangka Belitung

Email: rhobee04@yahoo.com

ABSTRAK

Tanah dasar merupakan pondasi bagi perkerasan jalan, baik perkerasan yang terdapat pada jalurlalu-lintas maupun bahu jalan. Sebagai pondasi perkerasan, harus mempunyai kekuatan atau daya dukung terhadap beban kendaraan. Tanah dasar yang mempunyai kekuatan yang rendah akan mengakibatkan perkerasan mudah mengalami deformasi dan retak. Berdasarkan klasifikasi tanah dari AASHTO dapat diketahui bahwa salah satu jenis tanah dasar yang dukungannya rendah adalah jenis tanah lempung. Sebagian tanah di daerah Pulau Bangka jenis tanahnya adalah tanah lempung. Salah satu parameter untuk mengetahui tanah dasar tersebut baik atau tidak dapat dilihat dari daya dukung tanah (kekuatan tanah) yaitu dengan pengujian CBR. Tanah dasar yang kurang baik daya dukung tanahnya memiliki nilai CBR yang rendah. Salah satu cara untuk memperbaikinya adalah dengan stabilisasi kimiawi menggunakan bahan fly ash yang didapat dari hasil pembakaran batu bara oleh perusahaan smelter yang tersedia cukup banyak di Pulau Bangka. Untuk memanfaatkan fly ash ini, maka dilakukanlah penelitian mengenai pemanfaatan fly ash yang digunakan sebagai bahan stabilisasi tanah, dalam hal ini untuk meningkatkan nilai CBR tanah dasar dengan menggunakan variasi fly ash 10%, 13% dan 16% dan umur pemeraman 1, 7, 14 dan 28 hari.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanah lempung jenis A-7-6 mengalami peningkatan nilai CBR seiring dengan penambahan prosentase fly ash serta lamanya umur pemeraman. Peningkatan nilai CBR maksimum terjadi pada Prosentase fly ash 16% umur 28 hari dengan nilai CBR sebesar 15,1%. Prosentase peningkatan nilai CBR sebesar 202 % dari tanah A-7-6 tanpa campuran (tanah asli).

Kata kunci : Tanah dasar, tanah lempung, fly ash

PENDAHULUAN

Tanah dasar merupakan pondasi bagi perkerasan jalan, baik perkerasan yang terdapat pada jalurlalu-lintas maupun bahu jalan. Dengan demikian, tanah dasar merupakan konstruksi terakhir yang menerima beban kendaraan yang disalurkan oleh perkerasan.

Sebagai pondasi perkerasan, disamping harus mempunyai kekuatan atau daya dukung terhadap beban kendaraan, maka tanah dasar juga harus mempunyai stabilitas volume akibat pengaruh lingkungan terutama air. Tanah dasar yang mempunyai kekuatan dan stabilitas volume yang rendah akan mengakibatkan perkerasan mudah

mengalami deformasi dan retak. Dengandemikian, maka perkerasanyang dibangun pada tanah dasar yang lemah dan mudah dipengaruhi lingkungan akan mempunyai umur pelayanan yang pendek.

Berdasarkan klasifikasi tanah dari AASHTO dapat diketahui bahwa salah satu jenis tanah dasar yang dukungnya rendah adalah jenis tanah lempung. Sebagian tanah di daerah Pulau Bangka jenis tanahnya adalah tanah lempung yang kurang baik digunakan sebagai tanah dasar untuk pondasi perkerasan jalan. Salah satu parameter untuk mengetahui tanah dasar tersebut baik atau tidak dapat dilihat dari daya dukung tanah (kekuatan tanah) yaitu dengan pengujian CBR. Tanah dasar yang kurang baik daya dukung tanahnya memiliki nilai CBR yang rendah.

Tanah dasar yang daya dukungnya rendah dapat diperbaiki antara lain dengan cara perbaikan tanah dengan metode satabilisasi. Salah satu stabilisasi yang dapat dilakukan adalah satabilisasi kimiawi dengan menambahkan berbagai jenis material chemical (kimiawi) yang salah satunya adalah dengan menambahkan bahan seperti *fly ash* (abu terbang). *Fly ash* adalah hasil sampingan (limbah) dari

pembakaran batu bara, di Pulau Bangka sendiri tersedia cukup banyak *fly ash* dari hasil sampingan pembakaran batu bara oleh beberapa perusahaan smelter yang ada di Pulau Bangka dan belum dimanfaatkan dengan baik.

Untuk memanfaatkan *fly ash* ini, maka dilakukanlah penelitian mengenai pemanfaatan *fly ash* yang digunakan sebagai bahan stabilisasi tanah, dalam hal ini untuk meningkatkan nilai CBR tanah dasar dengan menggunakan variasi *fly ash* 10%, 13% dan 16% dan umur pemeraman 1, 7, 14 dan 28 hari. Fly ash yang digunakan diambil dari salah satu perusahaan smelter yang ada di Pangkalpinang.

TINJAUAN PUSTAKA Klasifikasi Tanah Berdasarkan AASHTO

Sistem klasifikasi AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Official*) digunakan untuk menentukan kualitas tanah dalam perancangan timbunan jalan, *subbase* dan *subgrade*. Untuk memenuhi klasifikasi tanah berdasar AASHTO tersebut diperlukan pengujian analisa saringan dan batas-batas atterberg.

Tabel 1 Klasifikasi Tanah Berdasarkan AASHTO

Klasifikasi umum	Tanah berbutir (35% atau kurang dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No. 200						
	A-1		A-3	A-2			
Klasifikasi kelompok	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7
Analisa ayakan (% lolos)							
No. 10	Maks 50		Min 51				
No. 40	Maks 30	Maks 50					
No. 200	Maks 15	Maks 25	Maks 10	Maks 35	Maks 35	Maks 35	Maks 35
sifat fraksi yang lolos ayakan No. 40							
Batas cair (LL)				Maks 40	Maks 41	Maks 40	Min 41
Indeks plastisitas (PI)	Maks 6		NP	Maks 10	Maks 10	Min 11	Min 11
Tipe material yang paling dominan	Batu pecah, kerikil dan pasir		Pasir halus	Kerikil dan pasir yang berlanau atau berlempung			
Penilaian sebagai bahan tanah dasar	Baik sekali sampai baik						

Klasifikasi umum	Tanah lanau - lempung (Lebih dari 35% dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No. 200			
	A-4	A-5	A-6	A-7, A-7-5 A-7-6
Klasifikasi kelompok				
Analisa ayakan (% lolos) No. 10 No. 40 No. 200	Min 36	Min 36	Min 36	Min 36
sifat fraksi yang lolos ayakan No. 40 Batas cair (LL) Indeks plastisitas (PI)	Maks 6 Maks 10	Maks 41 Maks 10	Maks 40 Min 11	Min 41 Min 11
Tipe material yang paling dominan	Tanah berlanau		Tanah berlempung	
Penilaian sebagai bahan tanah dasar	Bisa sampai jelek			

Sumber : Braja M. Das (1988)

Berdasarkan sistem AASHTO M 145, tanah diklasifikasi ke dalam tujuh kelompok besar, yaitu: A-1 sampai dengan A-7, seperti pada Tabel 2.1. Tanah yang diklasifikasi ke dalam kelompok A-1, A-2 dan A-3 adalah tanah berbutir dimana 35% atau kurang dari jumlah butiran tanah tersebut lolos saringan No. 200. Tanah dimana lebih dari 35% butirannya lolos saringan No 200 diklasifikasi ke dalam kelompok A-4, A-5, A-6 dan A-7. Butiran dalam kelompok A-4 sampai dengan A-7 tersebut sebagian besar adalah lanau dan lempung. Kelompok A-7 dibagi menjadi kelompok A-7-5 dan A-7-6, indeks plastisitas untuk subkelompok A-7-5 < LL-30. Indeks plastisitas untuk subkelompok A-7-6 > LL-30. Berdasarkan klasifikasi AASHTO material timbunan yang baik adalah tanah yang termasuk kelompok A-1, A-2 dan A-3. Tanah A-4, A-5, A-6 dan A-7 termasuk tanah yang kurang baik bila digunakan sebagai tanah dasar atau tanah timbunan.

Tanah Lempung

Tanah lempung adalah akumulasi partikel mineral yang lemah dalam ikatan antar partikelnya, yang terbentuk dari

pelapukan batuan. Proses pelapukan batuan ini terjadi secara fisis dan secara kimiawi. Proses cara fisis antaralain berupa erosi, tiupan angin, pengikisan oleh air, glistier dan lain sebagainya. Tanah yang terjadi akibat proses ini memiliki komposisi yang sama dengan batuan asalnya, tipe ini mempunyai ukuran-ukuran partikel yang hampir sama rata dan dideskripsikan berbentuk utuh. Sedangkan pelapukan yang disebabkan secara kimiawi menghasilkan kelompok-kelompok partikel kristal berukuran mikroskopik sampai submikroskopik, koloid (< 0,002 mm) yang dikenal sebagai mineral lempung (*clay mineral*).

Dilihat dari mineral pembentuknya lempung dapat dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu lempung non-ekspansif dan lempung ekspansif. Tanah lempung non-ekspansif tidak sensitif terhadap perubahan kadar air, artinya potensi kembang susutnya kecil apabila terjadi perubahan kadar air. Sedangkan tanah lempung ekspansif adalah tanah yang mempunyai potensi kembang susut yang besar apabila terjadi perubahan kadar air tanah.

Mineral Lempung

Mineral-mineral lempung terutama terdiri dari silikat alumunium, besi dan magnesium. Beberapa diantaranya juga mengandung alkali dan tanah alkali sebagai komponen dasarnya. Mineral-mineral ini terutama terdiri dari kristalin dimana atom-atom yang membentuknya tersusun dalam suatu pola geometrik tertentu.

Mineral lempung berukuran sangat kecil (kurang dari 2 mikron) dan merupakan partikel yang aktif secara elektrokimiawi yang hanya dapat dilihat dengan mikroskop elektron. Mineral lempung menunjukkan karakteristik daya tarik-menarik dengan air dan menghasilkan plastisitas yang tidak ditunjukkan oleh material lain walaupun mungkin material itu berukuran lempung atau lebih kecil.

Dapat diketahui bahwa tanah lempung mengandung beberapa mineral sebagai berikut:

1. *Kaolinit (kaolinete)*, Satuan struktur kaolinite terdiri dari lapisan tetrahedra silika yang berganti-ganti dengan puncak yang tertanam di dalam suatu oktahedral alumunia (gibsit).
2. *Halloysite*, hampir sama dengan kaolinite, tetapi kesatuan yang berurutan lebih acak ikatannya dan dapat dipisahkan oleh lapisan tunggal molekul air dan memberikan persamaan $(OH)_8 Al_4 Si_4 O_{10} \cdot 4H_2O$.
3. *Illite*, termasuk dalam kelompok mica yang memiliki rumus kimia secara umum yaitu $(OH)_4 Ky(Si_{8-y} \cdot Al_y)(Al_4 \cdot Mg_6 \cdot Fe_4 \cdot Fe_6)O_2$
4. *Montmorillonite*, merupakan mineral lempung yang mempunyai persamaan

umum $(OH)_4 Si_8 Al_4 O_{20} \cdot nH_2O$, dimana nH_2O adalah air yang berada diantara lapisan-lapisan (n lapis).

5. *Bentonite*, merupakan salah satu mineral anggota kelompok montmorillonite, yang terbentuk dari proses perubahan mineral abu vulkanis.

Dari mineral diatas, ada tiga jenis kelompok mineral lempung utama yaitu monmorillonite, illite dan kaolite. Montmorillonite merupakan mineral lempung yang menyebabkan tanah menjadi ekspansif.

Stabilisasi Tanah

Stabilisasi tanah adalah suatu metode yang digunakan untuk memperbaiki sifat-sifat tanah dasar supaya daya dukung tanahnya menjadi lebih baik sehingga tanah tersebut menjadi stabil dan mampu memikul beban yang bekerja terhadap konstruksi diatas tanah.

Stabilisasi tanah dapat terdiri dari salah satu tindakan :

1. Meningkatkan kerapatan tanah.
2. Menambah bahan untuk menyebabkan perubahan-perubahan kimiawi dan atau fisis pada tanah.
3. Menurunkan(mengeluarkan) muka air tanah (drainase tanah).
4. Menggantikan tanah yang buruk.

Metode-metode stabilisasi yang dikenal adalah stabilisasi mekanis, stabilisasi kimiawi, stabilisasi mineral dan stabilisasi hidraulis. Stabilisasi mekanis adalah penambahan kekuatan dan daya dukung tanah dengan jalan mengatur gradasi tanah yang dimaksud. Usaha ini biasanya menggunakan sistem pemadatan. Pemadatan dapat dengan berbagai jenis

peralatan mekanis seperti mesin gilas (*roller*), benda berat yang dijatuhkan, ledakan tekanan tanah statis dan sebagainya (Bowles, 1991).

Stabilisasi hidrolis adalah suatu teknik modifikasi yang biasa dipakai untuk mempercepat proses konsolidasi pada suatu tanah seperti dengan cara penambahan *vertical drain* dan beban. Kadar air pori yang ada dalam tanah dipaksa keluar dari tanah melalui saluran-saluran atau sumur-sumur *drain* yang telah dibuat. Pada tanah berbutir kasar, keadaan ini diperoleh dengan menurunkan muka air tanah oleh pemompaan dari lubang-lubang hasil pengeboran (*bore holes*) atau parit-parit ; pada tanah berbutir halus diperoleh dari aplikasi gaya-gaya luar (*preloading*) dalam jangka waktu lama (*long term*) atau diperlukan gaya listrik (*elektokinetics stabilization*).

Sedangkan stabilisasi tanah secara kimiawi adalah penambahan bahan stabilisasi yang dapat mengubah sifat-sifat kurang menguntungkan dari tanah. Bahan yang digunakan untuk stabilisasi tanah disebut *stabilizing agent* karena setelah diadakan pencampuran menyebabkan terjadinya stabilisasi. Bahan stabilisasi ini dapat berupa semen, fly ash serta bahan kimia lainnya seperti HCl, NaCl, dan NaOH.

Fly Ash (Abu Terbang)

Flyash adalah limbah padat yang dihasilkan dari pembakaran batubara pada perusahaan smelter. *Flyash* ini terdapat dalam jumlah yang cukup besar, sehingga memerlukan pengelolaan agar tidak menimbulkan masalah lingkungan. Salah satu penanganan lingkungan yang dapat

diterapkan adalah memanfaatkan limbah *flyash* untuk keperluan bahan stabilisasi tanah.

Flyash merupakan material yang memiliki ukuran butiran yang halus, bewarna ke abu-abuan dan diperoleh dari hasil pembakaran batu bara. Pada intinya *fly ash* mengandung unsur kimia antara lain silika (SiO_2), alumina (Al_2O_3), fero oksida (Fe_2O_3) dan kalsium oksida (CaO), juga mengandung unsur tambahan lain yaitu magnesium oksida (MgO), titanium oksida (TiO_2), alkalin (Na_2O dan K_2O), sulfur trioksida (SO_3), pospor oksida (P_2O_5) dan carbon.

Menurut ASTM C618 *fly ash* dibagi menjadi dua kelas yaitu kelas F dan kelas C. Perbedaan utama dari kedua *ash* tersebut adalah banyaknya kalsium, silika, aluminium dan kadar besi di *ash* tersebut. Walaupun kelas F dan kelas C sangat ketat ditandai untuk digunakan *fly ash* yang memenuhi spesifikasi ASTM C618, namun istilah ini lebih umum digunakan berdasarkan asal produksi batu bara atau kadar CaO. *Fly ash* kelas F mempunyai sifat pozzolanic dan untuk mendapatkan sifat cementitious harus diberi penambahan *quick lime*, *hydrated lime*, atau semen. *Fly ash* kelas F ini kadar kapurnya rendah ($\text{CaO} < 10\%$). *Fly ash* kelas C mempunyai sifat pozzolanic juga mempunyai sifat self-cementing (kemampuan untuk mengeras dan menambah strength apabila bereaksi dengan air) dan sifat ini timbul tanpa penambahan kapur. Biasanya mengandung kapur ($\text{CaO} > 20\%$). Pada stabilisasi tanah, *fly ash* kelas F dan kelas C dapat digunakan sebagai material stabilisasi

yang dapat berfungsi sebagai filler. *Fly ash* kelas C lebih baik dari kelas F karena selain berfungsi sebagai filler dapat memberikatan ikatan yang kuat pada tanah karena mempunyai sifat self-cementing.

METODOLOGI PENELITIAN

Pendahuluan

Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimental di laboratorium. Pekerjaan eksperimental dimulai dengan mempersiapkan jenis tanah lempung yang diambil dari salah satu daerah Kabupaten Bangka dan pengadaan bahan stabilisasi yaitu *fly ash*. Selanjutnya dilakukan penelitian tanah asli meliputi penelitian sifat fisik tanah asli, identifikasi kandungan unsur kimia lempung, dan sifat mekanik tanah asli. Kemudian dilanjutkan penelitian tanah yang distabilisasi dengan langkah awal menentukan komposisi campuran tanah dan bahan stabilisasi, dilanjutkan dengan prosedur pembuatan benda uji, benda uji yang telah diperam sesuai dengan umur pemeraman diteliti kinerjanya dengan pengujian CBR.

Persiapan Tanah dan Bahan

Pada pekerjaan persiapan tanah dan bahan ini adalah :

1. Pengambilan sampel jenis tanah

Sampel tanah diambil dari daerah Air Ruay di Kabupaten Bangka. Sampel tanah diambil dalam keadaan *disturbed* (terganggu).

2. Pengadaan *fly ash*

Fly ash diambil dari hasil limbah pembakaran batu bara dari salah satu perusahaan smelter yang terletak di

Kotamadya Pangkalpinang yaitu dari PT.Bukit Timah.

3. Persiapan benda uji

Pekerjaan yang perlu dipersiapkan sebelum melakukan pengujian adalah mengeringkan dan menumbuk tiap jenis tanah, kemudian disaring lolos saringan sesuai dengan jenis pengujian. Mempersiapkan *fly ash* sesuai dengan persentase campuran.

Penelitian Tanah Asli

Tanah asli ini yang dilaksanakan adalah penelitian sifat fisik tanah, identifikasi kandungan unsur kimia tanah dan sifat mekanis tanah. Penelitian sifat fisik tanah dilakukan pada tanah asli guna mengidentifikasi jenis tanah yang digunakan termasuk klasifikasi yang mana. Sehingga didapat jenis klasifikasi lempung. Penelitian sifat mekanik tanah asli yang dilakukan adalah pengujian pemadatan tanah (*modified*) dan pengujian CBR. Hasil dari penelitian sifat mekanik tanah asli dijadikan sebagai pembandingan dengan hasil penelitian sifat mekanik tanah yang distabilisasi. Sehingga diketahui bagaimana kinerja tanah yang distabilisasi dengan *fly ash*.

Penelitian Tanah yang Distabilisasi

Tanah yang distabilisasi berupa tanah asli dengan campuran bahan stabilisasi *fly ash* pada kondisi kadar airoptimum. Prosentase *fly ash* ditentukan 10%, 13% dan 16% dari berat kering tanah. Pengujian untuk tanah yang distabilisasi berupa pengujian sifat mekanis tanah yaitu pengujian CBR laboratorium .

Komposisi Campuran

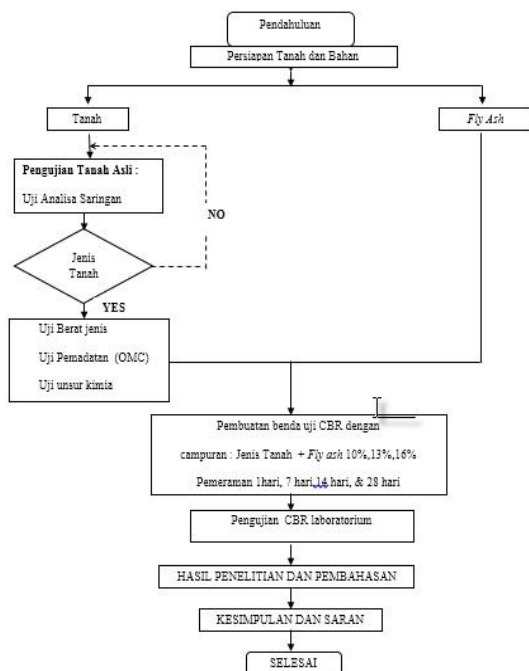
Tanah yang digunakan untuk campuran adalah tanah yang sudah kering dengan kondisi lolos saringan no.4 . Berat tanah untuk pengujian CBR 6000 gram. Prosentase *fly ash* untuk campuran tanah *fly ash* adalah 10%,13% dan 16% dari berat kering tanah.Jumlah *fly ash* yang digunakan dihitung sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi campuran tanah + *fly ash*

Komposisi Campuran	Berat campuran untuk CBR (gram)
Tanah + <i>fly ash</i>	
Tanah : FA	
100% : 10%	<i>Fly ash</i> = 600
100% : 13%	<i>Fly ash</i> = 780
100% : 16%	<i>Fly ash</i> = 960

Keterangan : Berat tanah untuk CBR = 6000 gram

Diagram alir dari penelitian digambarkan seperti tercantum di bawah ini



HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Sifat Fisik Tanah

Hasil Pengujian sifat fisik tanah sebagaimana terlihat pada Tabel 3 dibawah ini.

Tabel 3. Hasil Uji Sifat Fisik Tanah Asli

No	Data pengujian tanah asli	Hasil tanah merah kecoklatan
1	Butiran lolos saringan no.200	41,164 %
2	Kadar air tanah asli	66,70%
3	Batas cair (LL)	42,5 %
4	Batas plastis (PL)	26,52 %
5	Indeks plastisitas (IP)	15,98 %
6	Berat jenis	2,635gr/cm ³
7	Klasifikasi tanah	A-7-6

Dari klasifikasi tanah . Untuk tanah kelas A-7-6 di atas termasuk jenis tanah lempung.

Uji Unsur Kimia Tanah dan *Fly Ash*

Pada penelitian ini dilakukan juga Pengujian XRF pada tanah lempung dan *fly ash* untuk mengetahui kandungan unsur kimia pada tanah dan *fly ash* , hasil dari pengujian XRF dapat dilihat pada tabel 4 dan Tabel 4 di bawah ini :

Tabel 4. Hasil pengujian XRF Tanah Lempung

No	Unsur Kimia (Detected)	Ppm
1	S	4903
2	Ti	3958
3	V	102
4	Cr	104
5	Mn	514
6	Fe	4,4%
7	Co	19,8
8	Cu	166
9	Zn	177
10	As	366
11	Rb	677
12	Sr	22,9
13	Y	3,24
14	Zr	274
15	Pd	5,1
16	Sn	228
17	W	43
18	Pt	62
19	Au	11
20	Hg	13
21	Pb	176
22	Bi	43
23	Th	223
24	LI	16

Dari hasil pengujian XRF ini dapat diketahui bahwa kandungan unsur kimia yang dominan pada tanah lempung ini adalah *Fe* sebesar 4,4 %, Unsur *S* sebesar 4903 ppm dan unsur *Ti* sebesar 3958 ppm.

(3) Pengujian Sifat Mekanis Tanah Asli

Pengujian sifat mekanis tanah yang dilaksanakan pada tanah asli adalah

pengujian pemadatan tanah dengan metode *modified* dan pengujian CBR unsoaked.

Uji Pemadatan Tanah Asli

Pengujian pemadatan tanah dilakukan pada tanah asli dengan pemadatan metode *modified* yang menggunakan standar ASTM D 1557 dan SNI 03-1743-1989. Pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan kadar air optimum (*optimum moisture content, OMC*) dan berat volume kering tanah maksimum ($\gamma_{dry, maksimum}$). Kadar air optimum (*OMC*) yang didapat digunakan sebagai kadar air pada pengujian CBR. Hasil pengujian pemadatan tanah kelompok A-7-6 sebagaimana ditampilkan pada Tabel 5.

Tabel 5 Hasil Uji Pemadatan Tanah

No	Jenis tanah	OMC	γ_{dry} maksimum
1	A-7-6	30%	1,15 gr/cm ³

Dari Tabel 5 dapat diketahui bahwa untuk tanah A-7-6 kadar air optimum sebesar 30% dan berat volume kering tanah sebesar 1,15 gr/cm³.

Uji CBR Tanah Asli

Standar yang digunakan untuk pengujian CBR adalah standar ASTM D 1883-94. Pengujian CBR dilakukan pada kondisi air optimum dengan menggunakan metode CBR unsoaked. Hasil uji CBR unsoaked untuk tanah asli A-7-6 sebagaimana ditampilkan pada Tabel 7.

Tabel 6 Hasil Uji CBR Unsoaked untuk Tanah Asli A-7-6

No	Kadar Air Optimum	Nilai CBR tanah asli A-7-6 (%)			
		1 hari	7 hari	14 hari	28 hari
1	(30%)	5	5	5	5

Dari Tabel 6 di atas menunjukkan bahwa nilai CBR untuk tanah asli A-7-6 pada kondisi air optimum pada umur 1,7, 14 dan 28 hari tidak mengalami kenaikan maupun penurunan karena kadar air pada tanah asli tidak mengalami perubahan sehingga kekuatan tanah relatif sama. Nilai CBR tanah A-7-6 sebesar 5 %.

Uji Tanah yang Distabilisasi

Pada pengujian sifat mekanis tanah yang distabilisasi dengan material *fly ash* ini dilakukan pengujian CBR unsoaked. Pada penelitian ini prosentase *fly ash* yang digunakan adalah 10%, 13 % dan 16 % dari berat kering tanah. Kondisi air yang digunakan dalam kondisi air optimum. Pengujian CBR ini menggunakan standar ASTM D 1883-99.

Hasil uji CBR tanah A-7-6 dengan material stabilisasi *fly ash* dapat dilihat pada Tabel 7 dibawah ini :

Tabel 7 Hasil Pengujian Tanah A-7-6 + *Fly Ash*

Jenis Tanah dan campuran	Nilai CBR tanah A-7-6 + <i>fly ash</i> , kondisi air optimum			
	1 hari	7 hari	14 hari	28 hari
T.A-7-6 + FA 10%	6.8	7.7	10.1	11.4
T.A-7-6 + FA 13 %	6.9	8.9	12.9	14.4
T.A-7-6 + FA 16 %	8.7	11.4	15	15.1

Tabel 8 Prosentase Peningkatan Nilai CBR Tanah A-7-6 + *Fly Ash*

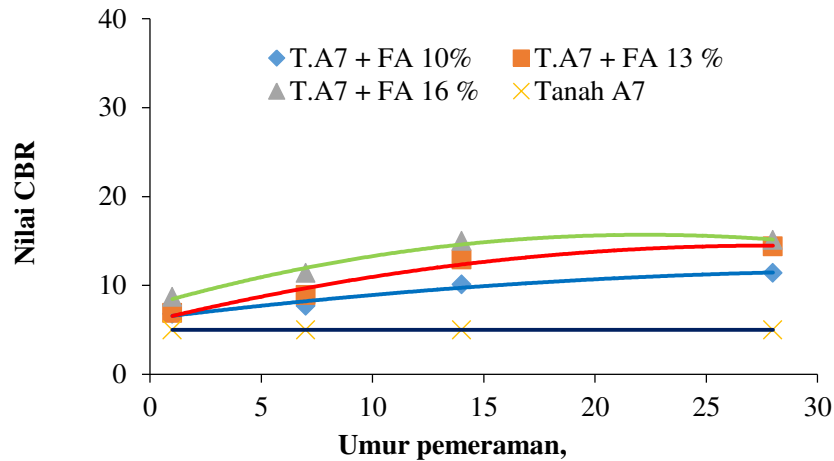
Jenis tanah dan campuran	CBR tanah A-7-6 + FA , kondisi air optimum							
	1 hari (%)		7 hari(%)		14 hari(%)		28 hari(%)	
	CBR	%	CBR	%	CBR	%	CBR	%
Tanah A-7-6	5		5		5		5	
T.A-7-6 + FA 10 %	6.8	36.0	7.7	54.0	10.1	102.0	11.4	128.0
T.A-7-6 + FA 13 %	6.9	38.0	8.9	78.0	12.9	158.0	14.4	188.0
T.A-7-6 + FA 16 %	8.7	74.0	11.4	128.0	15	200.0	15.1	202.0

Pada Tabel 7 dan 8 menunjukkan bahwa untuk tanah A-7-6 dengan material stabilisasi *fly ash* dari pengujian CBR menghasilkan peningkatan prosentase tertinggi pada prosentase *fly ash* 16% sebesar 202%.

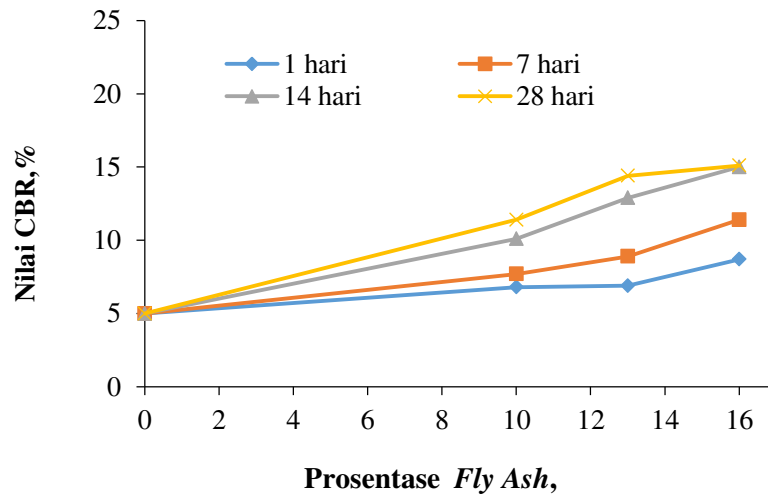
Dari hasil penelitian tanah yang distabilisasi dengan *fly ash* dapat diketahui bahwa tanah A-7-6 mengalami peningkatan nilai CBR yang cukup tinggi .Hal ini terjadi diprediksi karena *fly ash* yang berfungsi sebagai filler dapat bercampur dengan baik

pada tanah A-7-6 dilihat dari hasil pengujian analisa saringan bahwa tanah A-7-6 memiliki butiran yang halus (yang lolos saringan no.200) hanya 41,164 % dibandingkan dengan butiran yang lebih besar, sehingga fly ash dapat lebih banyak mengisi rongga-rongga pada tanah A-7-6 dan dapat bercampur dengan baik.

Dari Tabel 7 dapat digambarkan tren dari peningkatan nilai CBR baik terhadap variabel umur pemeraman maupun terhadap variabel prosentase *fly ash* sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2 – 3.



Gambar 2. Pengaruh Umur Pemeraman Terhadap Nilai CBR Tanah A-7-6+FA, Kondisi Air Optimum



Gambar 3. Pengaruh Prosentase Fly Ash Terhadap Nilai CBR Tanah A-7-6+ FA, Kondisi Air Optimum

Pada Gambar 2 menunjukkan bahwa pada tanah A-7-6 dengan campuran *fly ash* kondisi air optimum terjadi peningkatan

kekuatan tanah pada tiap-tiap komposisi campuran karena peningkatan nilai CBR seiring lamanya masa pemeraman.

Dari Gambar 3 menunjukkan bahwa seiring dengan penambahan prosentase *fly ash* maka nilai CBR semakin meningkat. Sehingga nilai CBR maksimum pada tanah A-7-6 campuran *fly ash* kondisi air optimum yaitu prosentase *fly ash* 16% umur 28 hari sebesar sebesar 15,1.

KESIMPULAN

Berdasarkan data dan pembahasan dari penelitian stabilisasi tanah menggunakan bahan stabilisasi *fly ash*, maka dapat disimpulkan antarlain :

1. Tanah lempung (kelas A-7-6) yang distabilisasi dengan *fly ash* (hasil pembakaran batu bara) dengan prosentase *fly ash* yang digunakan sebesar 10%, 13% dan 16% dapat diketahui bahwa nilai CBR semakin meningkat dengan bertambahnya prosentase *fly ash*. Nilai CBR maksimum didapat dari prosentase *fly ash* 16% .
2. Tanah lempung (kelas A-7-6) yang distabilisasi dengan *fly ash*, nilai CBR semakin meningkat dengan bertambahnya umur pemeraman. Nilai CBR maksimum didapat dari pemeraman umur 28 hari.
3. Nilai CBR maksimum didapat sebesar 15,1 % dengan prosentase *fly ash* 16% dan umur pemeraman 28 hari sehingga prosentase peningkatan nilai CBR didapat sebesar 202 % dibandingkan dari nilai CBR tanah A-7-6 tanpa campuran yang nilai CBR nya sebesar 5%.

DAFTAR PUSTAKA

- American Society for Testing and Material, 1988, United State of America.
- American Association of State Higway and Transportation Officials, 1995, *Standard No M145-91*.
- Arifin B, 2009. *Penggunaan Abu Batu Bara PLTU MPANAU Sebagai Bahan Stabilisasi Tanah Lempung*. Jurnal SMARTek Volume 7, Nomor 4, Nopember 2009 : 219-228
- Bowles. J.E.,1993, *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah*, Edisi Kedua, Erlangga, Jakarta.
- Das, Braja M, 1988. *Mekanika Tanah jilid 1*. Cetakan Pertama, Erlangga, Jakarta.
- Hardiyatmo, H.C., 1992, *Mekanika Tanah Jilid I*, Gramedia Pustaka, Jakarta.
- Hardiyatmo, H.C., 1994, *Mekanika Tanah Jilid 2*, Gramedia Pustaka, Jakarta.
- Production Division Office of Geotechnical Engineering, 2008, *Design Procedures for Soil Modification or Stabilization*, 120 South Shortridge Road Indianapolis, Indiana.
- SNI 03-1743-1989, *Metode Pengujian Kepadatan Berat Untuk Tanah*, Pusjatan Balitbang Pekerjaan Umum.
- Sulistiyowaty, Tri., 2006, *Pengaruh Stabilisasi tanah Lempung Ekspansif dengan Fly Ash Terhadap Daya Dukung CBR*, Jurnal Voleme 2 nomor1, April 2006. Universitas Mataram.

Tuncer B, dkk., 2006, *Pengaruh Stabilizing Soft Fine-Grained Soils With Fly Ash*, Journal of Materials in Civil Engineering ASCE, March-April 2006

Wesley, L.D., 1977. *Mekanika Tanah*, Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.