

KAJIAN TEKNIS PEMANFAATAN ABU TERBANG (FLY ASH) UNTUK PT. MAKMUR SEJAHTERA WISESA SEBAGAI BASE LAYDOWN ASET PROJECT PT. ADARO INDONESIA

Dedi Herawadi¹; Eddy Nursanto² Eddy Winarno³

¹Mahasiswa Magister Prodi Teknik Pertambangan, U P N "Veteran" Yogyakarta

^{2,3}Dosen Magister Prodi Teknik Pertambangan, U P N "Veteran" Yogyakarta

Masuk: 21 Maret 2016, revisi masuk : 6 Mei 2016, diterima: 13 Juni 2016

ABSTRACT

Utilization coal an energy source to produce electricity and coal wastes such as fly ash, estimated at 7 thousand tons of fly ash annually in power plant PT. Makmur Sejahtera Wisesa (PT.MSW). One attempt utilizing waste fly ash is as a compound to increase the carrying capacity of clay. Pit Wara, clay mining is not entirely good and meet the technical criteria as a constituent material for pavement. Because clay should be improved or stabilized. In general, this problem is resolved by making clay material from other locations, this will result increased operating costs. This research aimed at obtaining the compressive strength of clay that fits the criteria of technical base in the manufacturing base of laydown in the Pit Wara to improve soil properties of clay in the form of stabilization by adding fly ash it is called stabilizing agent (Hartosukma, E.W, 2005). The research methodology used material sample in the Pit Wara and power plant PT.MSW, to be tested in the laboratory. Compacting (Compaction test) and CBR, unknown effect of adding fly ash to the value optimum moisture content (OMC), the value of moisture dry density of clay and material mix. The test results showed that the addition of 10% fly ash can be increase the value of CBR to 16 (Criteria for subgrade CBR that category as well) when compacted at the optimum water content of 17.5%. The decline in value of the compressive strength of the material mixture (clay and fly ash) when done excessively the addition of fly ash is the addition of 20% fly ash is not linear.

Kywords: Clay, fly as, stabilisation, OMC, CBR

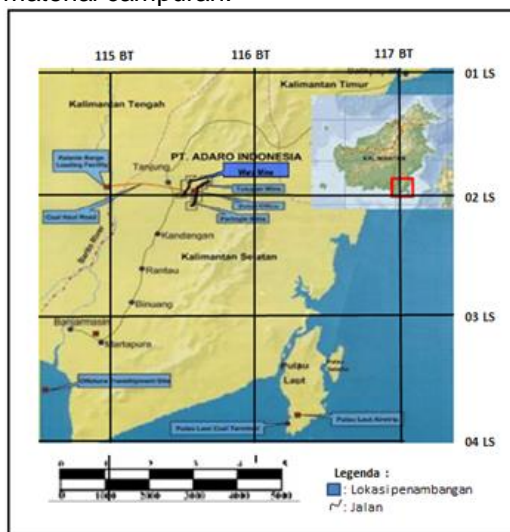
INTISARI

Pemanfaatan batubara sebagai sumber energi menghasilkan listrik dan limbah batubara berupa abu terbang, yang diperkirakan sebanyak 7 ribu ton abu terbang setiap tahunnya di PLTU PT. Makmur Sejahtera Wisesa. Suatu usaha memanfaatkan limbah abu terbang adalah sebagai bahan campuran untuk meningkatkan daya dukung lempung. Lempung diarea penambangan tidak seluruhnya baik dan memenuhi kriteria teknis sebagai bahan untuk penyusun perkerasan. Olehkarena itu lempung tersebut harus diperbaiki atau distabilisasi. Pada umumnya permasalahan ini teratasi dengan melakukan pengambilan material lempung dari lokasi lain, hal ini akan mengakibatkan meningkatnya biaya operasional. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh nilai kuat tekan lempung yang sesuai dengan kriteria dasar teknis dalam pembuatan *base laydown* diarea *Pit Wara* yaitu dengan memperbaiki sifat lempung berupa stabilisasi tanah dengan menambahkan Abu terbang (*fly ash*) sebagai *stabilizing agent* (Hartosukma, E.W, 2005). Metodologi penelitian yang digunakan adalah sampling material diarea *Pit Wara* dan PLTU PT.MSW untuk diuji di Laboratorium. Dengan pemadatan (*Compaction test*) dan CBR, diketahui pengaruh penambahan *fly ash* terhadap nilai kadar air optimum (OMC), nilai *moisture dry density* lempung dan material campuran. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penambahan *fly ash* 10% dapat meningkatkan nilai CBR menjadi 16 (Kriteria CBR *Subgrade* yaitu kategori material baik) apabila dipadatkan pada kadar air optimum 17,5%. Penurunan nilai kuat tekan material campuran (lempung dan abu terbang) bila ditambahkan berlebihan yaitu penambahan 20% abu terbang tidak *linier*.

Kata kunci: lempung, abu terbang (*fly ash*), *stabilisasi*, OMC, CBR

PENDAHULUAN

Kebutuhan energi di seluruh dunia akan meningkat termasuk di Indonesia. Indonesia adalah negara yang memiliki sumber daya batubara yang banyak, maka hal ini akan menjadi faktor meningkatnya penggunaan batubara sebagai sumber energi. Saat ini di Kabupaten Tanjung Tabalong Kalimantan Selatan, telah beroperasi pembangkit listrik yang berbahan bakar batubara berkalori 3500-4000 kal yaitu PT. Makmur Sejahtera Wisesa (PT. MSW) dengan konsumsi 350 ribu ton batubara setiap tahunnya (berdasarkan data coal transport PT. Adaro Indonesia ke PLTU PT. MSW). Pemanfaatan batubara sebagai sumber energi menghasilkan listrik dan limbah sisa pembakaran batubara yaitu berupa abu terbang yang diperkirakan 7 ribu ton abu terbang setiap tahun. Salah satu usaha memanfaatkan limbah abu terbang adalah sebagai bahan campuran untuk meningkatkan daya dukung lempung. Hasil pemanfaatan abu terbang akan diuji secara mekanik yaitu uji *particle size distribution*, kuat tekan (*California Bearing Ratio*), nilai *Compaction test* material campuran.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian (PT. Adaro Indonesia & PLTU PT. MSW)

Secara *administratif* lokasi penelitian berada di Kabupaten Tabalong, Provinsi Kalimantan Selatan dengan geografis

terletak pada 115° 36' 30" – 115° 36' 10" BT dan 2° 07' 30" – 2° 25' 30" LS.

Dengan memanfaatkan limbah abu terbang tersebut maka dapat mengurangi potensial pencemaran lingkungan dan mendukung efisiensi anggaran operasional karena menggunakan abu terbang dan lempung di area *Pit Wara*. Lokasi penelitian terletak di dalam PKB2B PT. Adaro Indonesia.

METODE

Berdasarkan studi literatur diperoleh hipotesis bahwa penambahan abu terbang dengan material lempung / *clay*. Penambahan abu terbang sebanyak 10-20% kedalam material lempung dapat meningkatkan nilai kuat tekan campuran 15–20% dan penambahan kadar Abu terbang (*Fly Ash*) tidak meningkatkan nilai kuat tekan secara linier (Arini Wendy Astuti, Endo Fathias, 2013)

Sampel penelitian, material lempung/*clay* yaitu partikel mineral berkerangka dasar silikat yang berdiameter kurang dari 4 mikrometer. Lempung mengandung leburan silika dan/atau aluminium yang halus. Unsur-unsur ini yaitu silikon, oksigen, dan aluminium adalah unsur yang paling banyak menyusun kerak bumi. Lempung terbentuk dari proses pelapukan batuan silika oleh asam karbonat dan sebagian dihasilkan dari aktivitas panas bumi (<https://id.wikipedia.org/wiki/Lempung>).

Pengambilan sampel lempung dilakukan pada *roof seam* batubara W200 di *Pit Wara* dan sampel abu terbang di PLTU PT. Makmur Sejahtera Wisesa. Pengambilan sampel lempung dilakukan dalam keadaan terganggu (*disturbed*), artinya struktur asli pada sampel lempung tidak sama dengan kondisi semula. Lempung diambil dengan menggunakan cangkul/sekop di area *Pit Wara*. Karakteristik lempung secara mayoritas sama berupa lempung berwarna putih, dan Abu terbang (*fly ash*) adalah material yang memiliki ukuran butiran yang halus berwarna keabu-abuan dan diperoleh dari hasil pembakaran batubara (Wardani, 2008). Abu terbang berupa sisa pembakaran

batubara dari PLTU MSW berwarna coklat dianggap sebagai data *homogen*. Pengambilan sampel abu terbang ini diperoleh dari PT. Makmur Sejahtera Wisesa berupa abu terbang kering.

Tempat pengujian sampel, penelitian ini dilakukan pengujian di laboratorium, pengamatan sampel yang akan diuji, persiapan sampel, pengukuran serta analisa data yaitu di Laboratorium Geoteknik PT. Adaro Indonesia dan Laboratorium XRD Geological UGM.

Benda Uji, campuran benda uji lempung dan abu terbang yang digunakan pada penelitian ini adalah 10%, 20% dan 30% (dalam persen berat). Jumlah sampel berupa lempung campuran abu terbang masing-masing adalah 5 sampel. Berat abu terbang yang digunakan adalah persentase abu terbang terhadap berat kering sampel lempung dalam keadaan kering, dan dicampurkan ke dalam lempung dalam bentuk tepung (*powder*), kondisi awal sampel dalam kondisi kering (lempung asli, abu terbang, campuran 10%, campuran 20%, dan campuran 30%). Kemudian 5 sampel tersebut diberi penambahan air sesuai dengan ketentuan uji PSD, uji *compaction test*, dan CBR test. Adapun cara pencampuran dilakukan manual dengan tangan sehingga diperoleh benda uji dengan kondisi air optimum.

Uji *Particle Size Distribution*, distribusi ukuran butiran adalah penentuan *persentase* berat butiran pada satu unit saringan, dengan ukuran diameter lubang tertentu. Material sampel uji (lempung asli, abu terbang, campuran 10%, campuran 20%, campuran 30%), dilakukan pengujian dengan memasukkan kedalam wadah kemudian dicampurkan dengan air, kemudian dikeringkan dengan dimasukkan kedalam oven dan dilakukan pengukuran size material dengan menggunakan ayakan.

Uji *Compaction test* atau pemadatan yaitu proses dikeluarkannya udara dalam pori-pori material dalam hal ini sampel dengan cara mekanis /ditumbuk. Proses pemadatan dapat tercapai dipengaruhi oleh kandungan air didalamnya. Jika kandungan air rendah memiliki sifat keras dan kaku, sehingga sukar dipadatkan. Uji pemadatan bertujuan

memperoleh kadar air optimum dan berat isi kering maksimum dalam pemadatan. Penentuan penambahan air kedalam material yang akan diuji (Lempung asli, abu terbang, campuran 10%, 20% dan 30%). Penambahan air pada lempung asli sebanyak 4-12%, abu terbang sebanyak 34-46%, campuran 10% sebanyak 8-16%, campuran 20% sebanyak 12-20%, campuran 30% sebanyak 16-24%. Material sampel dimasukkan kedalam tin/cetakan, pemadatan dilakukan pada 3 lapisan yang dipadatkan dengan 56 tumbukan dengan penumbuk standart 2,5 kilogram dan tinggi jatuh 30,5cm, kemudian dilakukan pengukuran *wet density* yaitu dengan penambahan *massa wet + mould* dibagi dengan volume air. Setelah *dry density*, *Spesific density*, OMC, MDD, dan natural MC diperoleh maka hasil pengujian diplotkan pada grafik *compaction test*.

Uji *California Bearing Test* yaitu pengujian yang membandingkan beban percobaan /*test load* dengan beban standar yang dinyatakan dalam *prosentase*. Uji *California Bearing Test* dilakukan untuk mengetahui nilai kuat tekan material *original* dan material yang telah dilakukan pencampuran dengan komposisi 10%, 20%, dan 30%. Penentuan penambahan air kedalam material yang akan diuji (Lempung asli, abu terbang, campuran 10%, 20% dan 30%). Penambahan air pada lempung asli (4-12%), abu terbang (34-46%), campuran 10% (8-16%) campuran 20% (12-20%) campuran 30% (16-24%). Sehingga diperoleh nilai optimum *California Bearing Test* saat penambahan 10% abu terbang 16.

Uji *X Ray Diffraction Test*, berdasarkan hasil uji *X ray diffraction test* berupa analisa kuantitatif sampel lempung dan abu terbang / *fly ash* maka diperoleh kandungan sampel: Pertama, Sampel lempung secara umum tersusun dari *kuarsa, kaolin, dan mika*. Ke dua, sampel abu terbang secara umum tersusun dari *kuarsa, plagioklas dan pirit*.

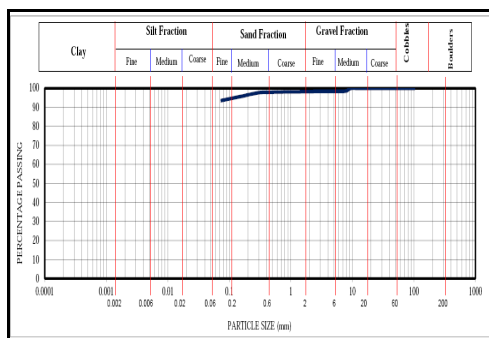
PEMBAHASAN

Particle Size Distribution Test / PSD Test. pengujian PSD Test memperoleh komposisi yang berada dalam sampel lempung, abu terbang dan

material campuran (10%, 20% dan 30% abu terbang) yaitu dominan lempung halus, pasir dan kerikil. Hasil uji PSD berupa Lempung asli (kerikil 5,31%, pasir 4,29%, lempung halus 90,4%), Abu terbang asli (kerikil 0,17%, pasir 19,88%, lempung halus 79,94%), Abu terbang 10% (kerikil 1,7%, pasir 4,68%, lempung halus 93,62%), Abu terbang 20% (kerikil 2,78%, pasir 4,77%, lempung halus 92,45%), Abu terbang 30% (kerikil 1,64%, pasir 6,71%, lempung halus 91,65%). Uji PSD Test memperoleh hasil bahwa setiap penambahan abu terbang (10%, 20% dan 30% abu terbang) mengakibatkan peningkatan komposisi pasir (sand) dari 4,3% pasir pada sampel lempung menjadi 4,7%, 4,8% dan 6,7% pasir pada saat penambahan abu terbang hal ini seperti pada Tabel 1 dan Gambar 2.

Tabel 1. Prosentase komposisi pasir

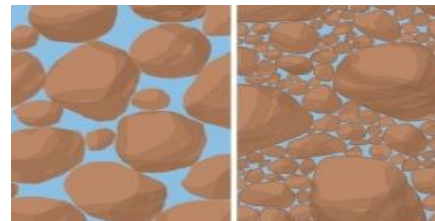
NO	Pengujian	Bongkahan (%)	kerikil (%)	Pasir (%)	Lempung halus (%)
1	Lempung Asli	0	5,31	4,29	90,4
2	Abu terbang Asli	0	0,17	19,88	79,94
3	Abu terbang 10%	0	1,7	4,68	93,62
4	Abu terbang 20%	0	2,78	4,77	92,45
5	Abu terbang 30%	0	1,64	6,71	91,65



Gambar 2. Hasil Uji PSD 10% Abu terbang

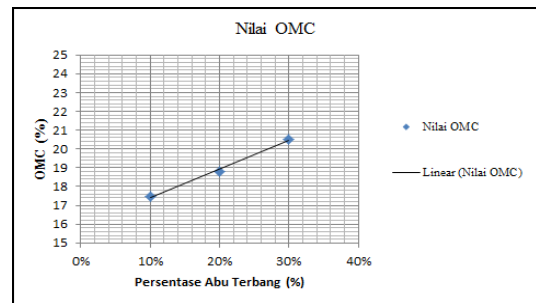
Peningkatan prosentase pasir dalam material uji ini mengakibatkan keterikatan antar butiran material semakin erat (material pasir mengisi rongga antar didalam material campuran sesuai Gambar 3. Hal ini berarti penambahan abu terbang dapat meningkatkan keterikatan antar material penyusun campuran.

Compaction Test, dari pengujian compaction test diperoleh salah satunya yaitu nilai OMC (*Optimum Moisture Content*) yaitu peningkatan kandungan air dengan penambahan prosentase abu terbang dari 17,5% saat 10% abu terbang menjadi 18,8% dengan penambahan 20% abu terbang dan menjadi 20,5% dengan penambahan 30% abu terbang.

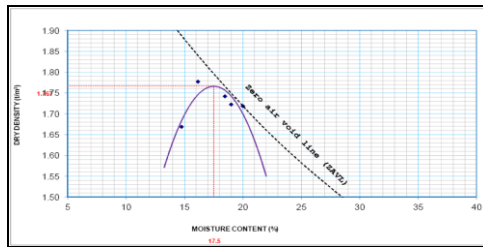


Gambar 3. Ilustrasi pasir mengisi rongga pada material campuran

Dengan peningkatan *optimum moisture content* berarti semakin tidak padat material campuran karena semakin banyak mengandung air dan tidak sesuai sebagai bahan pelapis *base laydown* (Gambar 4 Hasil Uji *Compaction test* material 10% Abu terbang). Dari hasil pengujian (Gambar 5 Abu terbang vs OMC) diperoleh saat penambahan abu terbang 10% nilai OMC turun menjadi 17,5%, hal ini menunjukkan material campuran 10% abu terbang memiliki kepadatan yang lebih baik dari lempung asli dan material *trial* 20% dan 30% abu terbang.

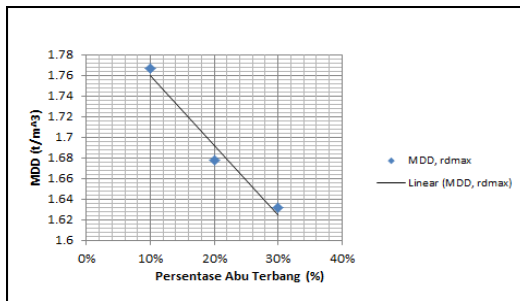


Gambar 4. *Compaction Test* 10% Abu terbang



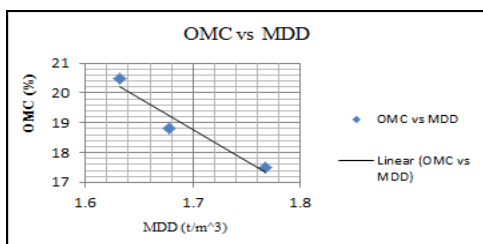
Gambar 5. Abu terbang vs OMC

Bila ditinjau dari *Maximum dry density* (MDD), dengan penambahan prosentase 10% abu terbang nilai MDD naik menjadi 1,767 kemudian saat penambahan abu terbang 20% lebih mengakibatkan turunnya nilai MDD sesuai pada tabel 5.2 diatas. Saat penambahan 10% abu terbang nilai MDD naik menjadi 1,767 artinya kepadatan material campuran tersebut dalam kondisi maksimal jika dibandingkan dengan 20% dan 30% abu terbang (dalam Gambar 6 Abu terbang vs MDD).



Gambar 6. Abu terbang vs MDD

Pada Gambar 7 berat volume kering (γ_{dry}) maksimumnya akan turun *linier* dengan penambahan abu terbang dan pada grafik 1 kadar air optimum (OMC) akan naik *linier* dengan penambahan abu terbang.



Gambar 7. Perbandingan nilai MDD vs nilai OMC

Abu terbang merupakan material yang bersifat menyerap banyak air. Hal itu menyebabkan nilai OMC pada campuran. Semakin banyak persentase abu terbang ditambahkan, semakin banyak air yang dapat terserap oleh campuran lempung dan abu terbang, sehingga dengan bertambah air pada lempung dan abu terbang tersebut nilai angka pori material campuran meningkat (Junaidi, 2008). Perubahan MDD saat dilakukan penambahan abu terbang menyebabkan nilai MDD saat maksimum pada saat penambahan 10% abu terbang. Dari pengujian *compaction test* diperoleh material campuran terbaik saat dilakukan penambahan 10% abu terbang (nilai OMC minimum dan nilai MDD maksimum saat ditambahkan 10% abu terbang).

Pengaruh penambahan abu terbang terhadap nilai *California bearing ratio test* material campuran: *California bearing ratio* (CBR) adalah salah satu cara untuk mengetahui kuat dukung tanah, besarnya nilai kuat dukung tanahakan dipengaruhi oleh kualitas bahan, lekatan, antar butir dan kepadatannya (Iberahim,2014) Berdasarkan kriteria CBR untuk tanah dasar seperti dalam Tabel 2 (Turnbul, 1968 dalam Raharjo, 1997 dalam sutisna, joni r, 2004) nilai CBR yang diperoleh dalam kategori buruk sampai baik.

Tabel 2. Kriteria CBR *Subgrade*

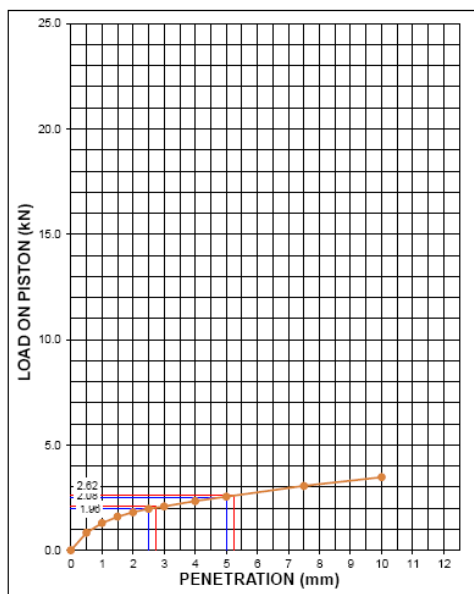
Section	Material	Nilai CBR (%)
Subgrade	Sangat baik	20 - 30
	Baik	10 - 20
	Sedang	5 - 10
	Buruk	>5

Dari hasil pengujian diperoleh nilai CBR seperti pada tabel 3 dibawah ini:

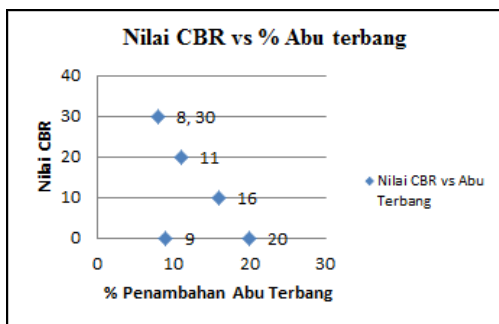
Tabel 3. Hasil Uji California Bearing Ratio Test

Pengujian	Nilai CBR (%)
Lempung Asli	9
Abu Terbang 10%	16
Abu Terbang 20%	11
Abu Terbang 30%	8

Dengan penambahan 10% abu terbang (Gambar 8 Uji CBR 10% Abu terbang) maka diperoleh nilai CBR sebesar 16 Saat dilakukan penambahan abu terbang 20%, dan 30% diperoleh nilai CBR turun menjadi 11 dan 8. Hal ini artinya sesuai dengan hipotesis bahwa pada saat penambahan prosentase abu terbang bersifat tidak linier. Pengaruh penambahan abu terbang terhadap nilai *California bearing ratio test* dalam material campuran terlihat seperti Gambar 9.



Gambar 8. Uji CBR 10% Abu terbang

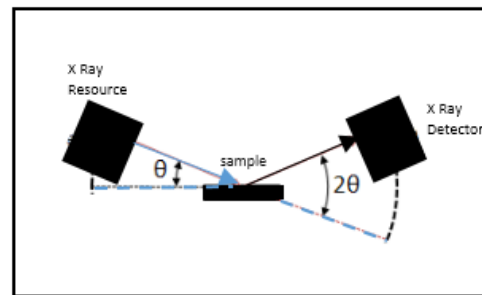


Gambar 9. CBR vs Abu Terbang

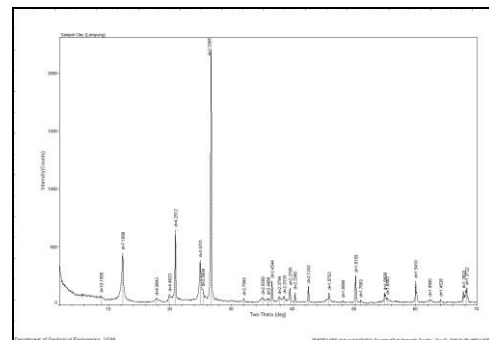
Pada Gambar 9 membuktikan penambahan abu terbang tidak selalu linier terhadap nilai kuat tekannya / nilai *California bearing ratio test* material campuran serta kenaikan nilai *California bearing ratio test* sampel lempung dari nilai 9 menjadi optimal di nilai 16 (saat

campuran 10% abu terbang) kenaikan nilai *California bearing ratio test* sebesar 77% dari material sampel *original* lempung. Hal ini berarti nilai optimal CBR dalam material campuran yaitu 16.

Pengaruh penambahan abu terbang dilihat dari komposisi kimia, *X Ray Diffraction* adalah bahan uji / sampel dikenai sinar X maka sinar X yang datang ditransmisikan membentuk 2 kali sudut datangnya dan ditangkap oleh *X Ray Detector* (https://en.m.wikipedia.org/wiki/x-ray_diffraction), hal ini seperti pada Gambar 10. *Ilustrasi X Ray Diffraction*

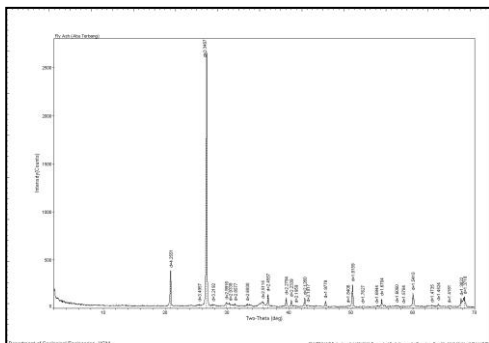


Gambar 10. Ilustrasi X Ray Diffraction



Gambar 11. Hasil X Ray Lempung

Pada uji *X-Ray Diffraction test* abu terbang MSW secara umum mengandung *kuarsa*, *plagioklas*, dan *pirit* (Gambar 12 hasil X Ray Abu terbang) yang mana akan dapat berikatan dengan material lempung yang mengandung *kuarsa*, *kaolin*, *mika* (Gambar 11 hasil X Ray Lempung).



Gambar 12. Hasil X Ray Abu terbang

Adapun dari jenis abu terbang dengan kandungan CaO 11,65% tergolong dalam kelas C (ASTM D6349-09) yang di hasilkan dari pembakaran batu bara jenis *lignite* atau *sub bitumen* dengan kalori 3500-4000 kal. Hasil kandungan kimia abu terbang PT. MSW mengandung CaO sebesar 11,65% (sumber Komposisi kimia Abu terbang MSW) bersifat *smenting* yang dapat digunakan sebagai bahan material tambahan untuk meningkatkan daya dukung tanah (nilai CBR meningkat), bila dicampur dengan material lempung).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian lempung, abu terbang, dan material campuran maka diperoleh campuran paling stabil untuk perkerasan adalah 10% abu terbang dan 90% lempung. Dari campuran tersebut diperoleh nilai CBR 16 (material baik sesuai Kriteria CBR tanah dasar / subgrade Turnbull, 1968 dalam Raharjo, 1985).

Penambahan berlebih abu terbang terhadap lempung >10% memperoleh hasil kualitas campuran yang rendah, yaitu 20% bernilai CBR 11, dan 30% bernilai CBR 8. Sehingga penambahan abu terbang tidak *linier* terhadap nilai CBR material campuran. Untuk dapat diterapkan dilapangan perlu dilakukan penelitian lebih lanjut pengaruh terhadap penggunaan abu terbang terhadap lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arini Wendy Astuti, Endo Fathias, 2013, Studi Eksperimental Aplikasi Material Nano Abu Terbang Terhadap Kuat Tekan Mortar Beton, Peneliti Dosen Teknik Sipil Universitas Diponegoro, Semarang.
- Hartosukma, E. W, 2005, Perilaku Tanah Lempung Ekspansif Karangawen Demak Akibat Penambahan Semen dan Abu terbang sebagai Stabilitas Agent, Penelitian Tesis Program Magister Teknik Sipil Universitas Diponegoro, Semarang
- Raharjo, R.P 1985 Correlation of CBR and Dynamic Cone Penetrometer Strength Measurement of Soil. Konferensi Geoteknik ke 3
- Sutisna, Joni R, 2014, Evaluasi Nilai CBR pada tanah dasar (*Subgrade*) Jalur Jalan Bandung-Cianjur Dengan Menggunakan alat Dynamic Cone Penetrometer, Buletin Geologi Tata Lingkungan Vol 14 No.1, Bandung
- Wardani, S.P.R, 2008. Pemanfaatan Limbah Batubara (*Fly ash*) Untuk *Stabilisasi* Tanah Maupun Keperluan Teknik Sipil Lainnya Dalam Mengurangi Pencemaran Lingkungan, Pidato Pengukuhan Guru Besar, Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang