

## **Stabilisasi Lempung Plastisitas Tinggi dengan Menggunakan Abu Pembakaran Batu-bata** *Stabilization of High Plasticity Clay By Using Concrete Brick Burning Ash*

**Anas Puri, dan Yolly Adriati**

Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Riau  
Jl. Kaharuddin Nasution 113 Pekanbaru-28284

**Ramonza**

Mahasiswa Tingkat Akhir Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Riau  
Jl. Kaharuddin Nasution 113 Pekanbaru-28284

---

### **Abstrak**

Pengaruh penambahan abu pembakaran batu-bata (APB) terhadap tanah lempung berplastisitas tinggi menjadi fokus artikel ini. Sejumlah pengujian laboratorium telah dilakukan pada sampel dengan variasi kadar APB terhadap berat kering lempung yang digunakan adalah 0%, 5%, 10%, 15% dan 20%. Pengujian contoh tanah stabilisasi APB meliputi uji konsistensi tanah, uji CBR (*un soaked*), dan pengujian tekan bebas (UCT), dengan masa pemeraman contoh (hari) 0, 3, 7, dan 10. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan APB dapat memperbaiki sifat-sifat tanah. Penambahan APB cenderung mengurangi konsistensi tanah dan sedikit meningkatkan kepadatan tanah. Kuat dukung tanah terstabilisasi juga meningkat hingga 16%. Pemeraman meningkatkan nilai CBR dan UCS. Diperoleh kadar optimum APB sebesar 10% untuk menghasilkan kuat dukung maksimum. Pada kadar optimum ini, tanah terstabilisasi menjadi lebih kaku namun keruntuhan terjadi pada regangan runtuh tanah asli. Dengan demikian, APB dapat menjadi alternatif bahan stabilisasi untuk tanah berplastisitas tinggi.

**Kata-kata kunci:** sifat-sifat keteknikan, lempung, abu pembakaran batu-bata

### **Abstract**

*The effects of the engineering properties of high plasticity clay when blended with concrete brick burning ash are the focus of this paper. A series of laboratory experiment have been implemented on the varieties of samples that blended by 0%, 5%, 10%, 15% and 20% of concrete brick burning ash. Stabilized soil testing was consisted of consistency test, CBR test (un soaked), and Unconfined Compression Test, and curing time in 0, 3, 7, and 10 days. Result shows that the addition of concrete brick burning ash to the soil can improve the engineering properties of soil and little bit increasing in the density. Hence, increasing in the bearing capacity of stabilized soils about 16%. Curing time increases CBR's and UCS's values. Optimum concrete brick burning ash to yield the maximum bearing capacity was 10%. In this optimum value, stabilized soil tends to be stiffer and failed in the same failure strain of soil. Such was the case, concrete brick burning ash can be as an alternative additive to stabilize high plasticity soils.*

**Keywords:** *engineering properties, clay, concrete brick burning ash*

---

### **PENGANTAR**

Tanah merupakan tempat bertumpunya konstruksi dan tanah dapat juga sebagai material konstruksi. Sebagai tempat bertumpunya konstruksi, maka tanah mesti mempunyai kuat dukung yang mencukupi dalam menahan beban. Permasalahannya adalah tidak semua jenis tanah

mempunyai kuat dukung yang baik. Tanah kohesif lunak, lempung plastisitas tinggi, gambut, merupakan contoh tanah yang mempunyai kuat dukung rendah. Tanah-tanah bermasalah tersebut bilamana digunakan sebagai material konstruksi yang akan menahan beban (misalnya sebagai material timbunan), maka

tanah tersebut dapat dilakukan usaha-usaha perbaikan sifat-sifatnya, seperti dengan perbaikan mekanis, maupun perbaikan kimiawi. Perbaikan tanah secara kimiawi yaitu dengan menambahkan bahan tambahan (*additive*) seperti semen, kapur, abu terbang (*fly ash*), ataupun dari bahan organik yang telah diolah seperti abu sekam padi (*rice hush ash-RHA*).

Pada penelitian ini akan diteliti pengaruh penambahan abu pembakaran batu-bata (APB) terhadap kuat dukung lempung berplastisitas tinggi. APB merupakan limbah industri batu-bata (bata merah). Umumnya limbah ini dibuang di sekitar lokasi pabrik, yang selanjutnya secara tidak langsung ataupun secara langsung menjadi pupuk bagi tanaman yang ada di sekitar pabrik. Pemanfaatan APB pada penelitian ini juga sebagai salah satu usaha alternatif pemanfaatan limbah industri.

Peneliti terdahulu yang telah memanfaatkan limbah pembakaran bahan organik sebagai bahan stabilisasi tanah antara lain: Muntohar (1997 dan 1999 dalam Muntohar dan Hantoro, 2000) dan Mangunsong (2003) yang memanfaatkan RHA untuk perbaikan tanah, Muntohar dan Hantoro (2000) menggunakan RHA dan kapur pada stabilisasi lempung, dan Andriani (2002) menggunakan abu kelapa sawit. Secara umum, kuat dukung tanah meningkat dengan adanya bahan stabilisasi tersebut. Terjadi perbaikan pada beberapa sifat tanah.

## CARA PENELITIAN

### Bahan

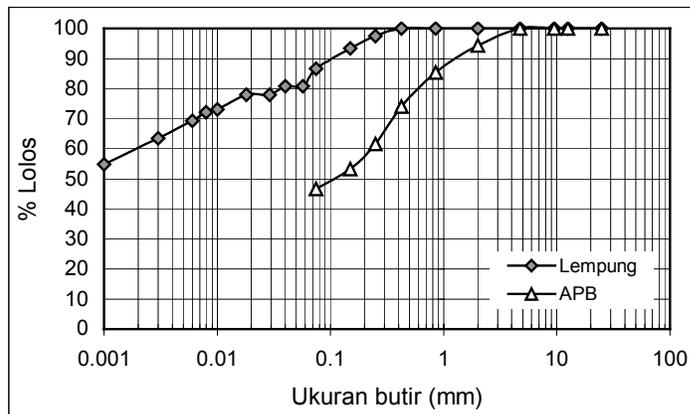
Bahan terdiri atas tanah lempung dan APB. Tanah lempung diambil di daerah Simpang Tiga Pekanbaru, dengan *properties* sebagaimana Tabel 1. Adapun gradasi butiran tanah asli yang diambil terlihat pada Gambar 1.

Terlihat bahwa tanah asli mengandung lanau dan pasir. Tanah ini termasuk lempung anorganik plastisitas tinggi menurut klasifikasi USCS dan kelompok A-7-5 menurut AASHTO.

Tabel 1. *Properties* lempung Simpang Tiga, Pekanbaru

<i>Properties</i>	Nilai
Batas cair, <i>LL</i> (%)	57,70
Batas plastis, <i>PL</i> (%)	31,16
Indeks plastisitas, <i>PI</i> (%)	26,53
Berat spesifik, <i>G<sub>s</sub></i>	2,50
Kadar air optimum, <i>OMC</i> (%)	27,09
Berat volume kering maksimum, <i>MDD</i> (t/m <sup>3</sup> )	1,31
Pasir (%)	13
Lanau (%)	27
Lempung (%)	60
Aktivitas, <i>A</i> (%)	0,442
Klasifikasi USCS	CH
Klasifikasi AASHTO	A-7-5

APB diambil dari salah satu industri/pabrik batu-bata tradisional di daerah Kulim Kecamatan Tenayan Raya Pekanbaru. Pembakaran batu-bata dilakukan selama 3×24 jam dengan bahan bakar kayu. Distribusi ukuran butir untuk APB juga disajikan pada Gambar 1. Sebagian APB berukuran pasir (53,35%) dan sebagiannya berukuran lempung atau lanau (36,65%), akan tetapi APB bersifat nonplastis. Adapun gradasi kasar disebabkan APB mengandung serpihan-serpihan halus dari batu-bata saat pembakaran. APB ini mempunyai berat spesifik 2,3. Jadi termasuk dalam rentang berat spesifik abu terbang yaitu 1,9 sampai dengan 2,97 (Clark, 1992 dalam Mangunsong, 2003).



Gambar 1. Distribusi ukuran butir tanah asli dan APB

**Peralatan**

Pengujian-pengujian meliputi batas-batas konsistensi (Atterberg), analisa ayakan dan hidrometer, pemadatan Proctor standar, uji CBR, dan uji tekan bebas. Pengujian-pengujian menggunakan standar ASTM. Pengujian dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Islam Riau Pekanbaru.

**Prosedur Uji Tanah Terstabilisasi**

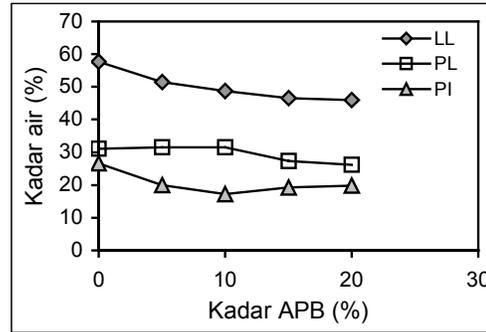
1. Persiapan contoh tanah: pengeringan contoh tanah dan analisa ayakan serta hidrometer.
2. Pencampuran tanah dengan APB, dengan komposisi campuran 0%, 5%, 10% 15%, dan 20% APB terhadap berat kering tanah. Selanjutnya penambahan air dengan menggunakan kadar air optimum yang diperoleh dari uji Proctor standar. Setelah bahan-bahan tercampur rata, dilakukan pemeraman.
3. Pengujian contoh tanah stabilisasi APB, meliputi uji konsistensi tanah, uji CBR (*un soaked*), dan pengujian tekan bebas (UCT), dengan masa pemeraman contoh (hari) 0, 3, 7, dan 10.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Pengaruh Penambahan APB Terhadap Konsistensi Tanah**

Gambar 2 memperlihatkan hubungan antara kadar APB terhadap konsistensi tanah yang dinyatakan dalam batas cair (*LL*), batas plastis (*PL*) dan indeks plastisitas (*PI*). Secara umum terlihat bahwa peningkatan kadar APB cenderung menurunkan konsistensi tanah, hal ini disebabkan sifat APB yang nonplastis. Akan tetapi *PI* terendah pada 10% APB, di atas nilai ini, *PI* sedikit meningkat. Dengan demikian, sifat plastis tanah turun hingga suatu kadar APB

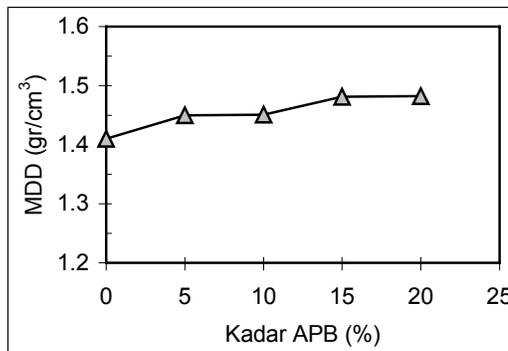
tertentu, yang selanjutnya cenderung untuk meningkat kembali dan menuju konstan.



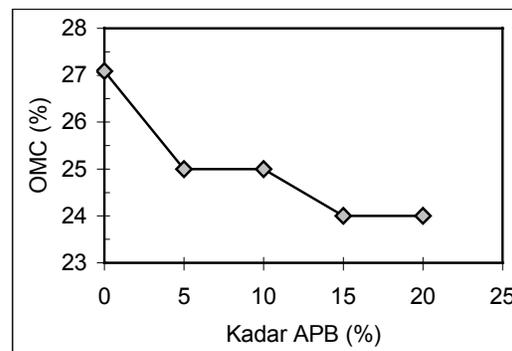
Gambar 2. Hubungan kadar APB vs. konsistensi tanah

**Pengaruh Penambahan APB Terhadap Kepadatan**

Gambar 3 menunjukkan hasil pengujian Proctor standar dalam hubungan berat volume kering maksimum (MDD) dan kadar air optimum (OMC). Terlihat bahwa penambahan APB sedikit mempengaruhi kepadatan tanah. Kepadatan meningkat tidak signifikan seiring dengan peningkatan kadar APB. Akan tetapi pada kadar APB  $\geq 15\%$ , kepadatan cenderung konstan. Peningkatan MDD mengindikasikan bahwa energi pemadatan lebih besar dibanding tanah asli. Peningkatan MDD yang tidak signifikan ini disebabkan berat volume APB yang rendah. Akan tetapi OMC cenderung menurun dengan bertambahnya APB. Gambar 4 memperlihatkan bahwa tanah terstabilisasi APB terbaik dipadatkan pada kedudukan kering optimum (*dry optimum state*).



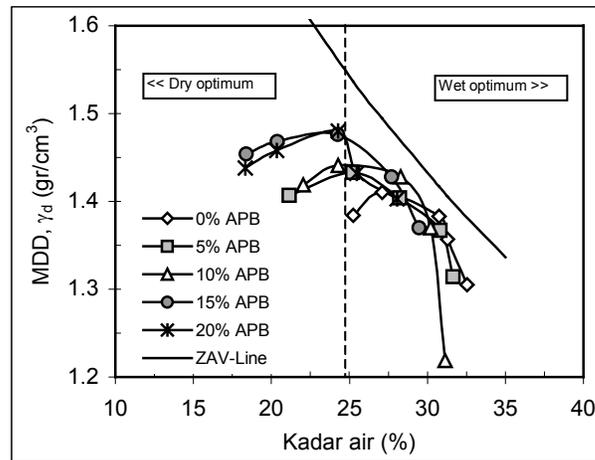
(a)



(b)

Gambar 3. Pengaruh APB terhadap OMC dan MDD pada lempung plastisitas tinggi.

(a) Berat volume kering maksimum, MDD. (b) Kadar air optimum, OMC



Gambar 4. Hubungan berat volume kering vs. kadar air optimum untuk berbagai variasi kadar APB

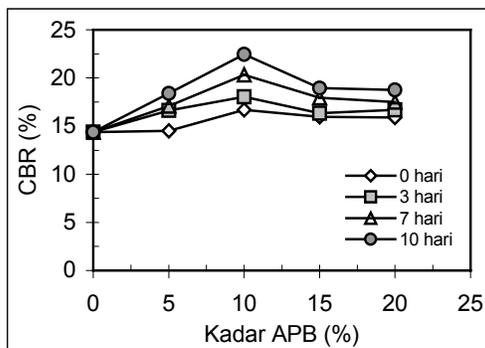
#### Pengaruh Penambahan APB Terhadap CBR

Gambar 5 (a) menunjukkan hubungan CBR vs. kadar APB untuk berbagai umur pemeraman dan Gambar 5 (b) hubungan CBR vs. umur pemeraman untuk berbagai kadar APB. Terlihat bahwa penambahan APB cenderung meningkatkan CBR (Gambar 5 (a)), baik untuk contoh tanah tanpa pemeraman maupun dengan pemeraman. Pada kondisi tanpa pemeraman, peningkatan maksimum CBR sebesar 16% pada 10%APB. Untuk CBR dengan pemeraman, peningkatan maksimum juga terjadi pada 10%APB. Jadi kadar APB optimum adalah 10%. Lama pemeraman juga mempengaruhi CBR, dimana CBR meningkat dengan bertambahnya umur pemeraman (Gambar 5 (b)) untuk semua variasi kadar APB. Kecuali untuk 0%APB tidak dilakukan pemeraman. Peningkatan CBR dengan pemeraman disebabkan terjadinya penguapan dan pengerasan tanah.

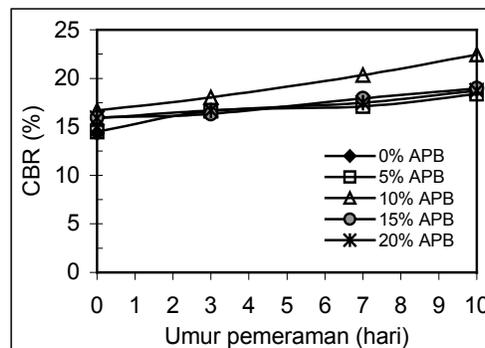
Diduga reaksi kimia antara APB dan lempung memberikan kekuatan pada tanah.

#### Pengaruh Penambahan APB Terhadap Kuat Tekan Bebas (UCS)

Gambar 6 (a) menunjukkan hubungan UCS vs. kadar APB untuk berbagai umur pemeraman dan Gambar 6 (b) hubungan UCS vs. umur pemeraman untuk berbagai kadar APB. Tampak bahwa peningkatan kadar APB dapat meningkatkan UCS (Gambar 6 (a)), namun di atas kadar 10% APB, UCS relatif konstan. Pada kondisi tanpa pemeraman, terjadi peningkatan UCS sebesar 26% dibanding UCS tanah saja. Selain itu, lama pemeraman juga mempengaruhi UCS, dimana UCS meningkat dengan bertambahnya umur pemeraman (Gambar 6 (b)) untuk semua variasi kadar APB. Kecuali untuk 0%APB tidak dilakukan pemeraman. Sama halnya dengan CBR, di sini juga terbukti bahwa kadar optimum APB adalah 10%.

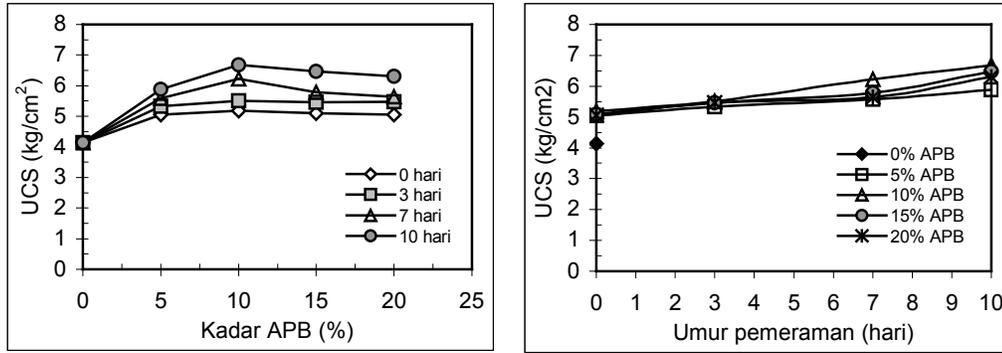


(a)



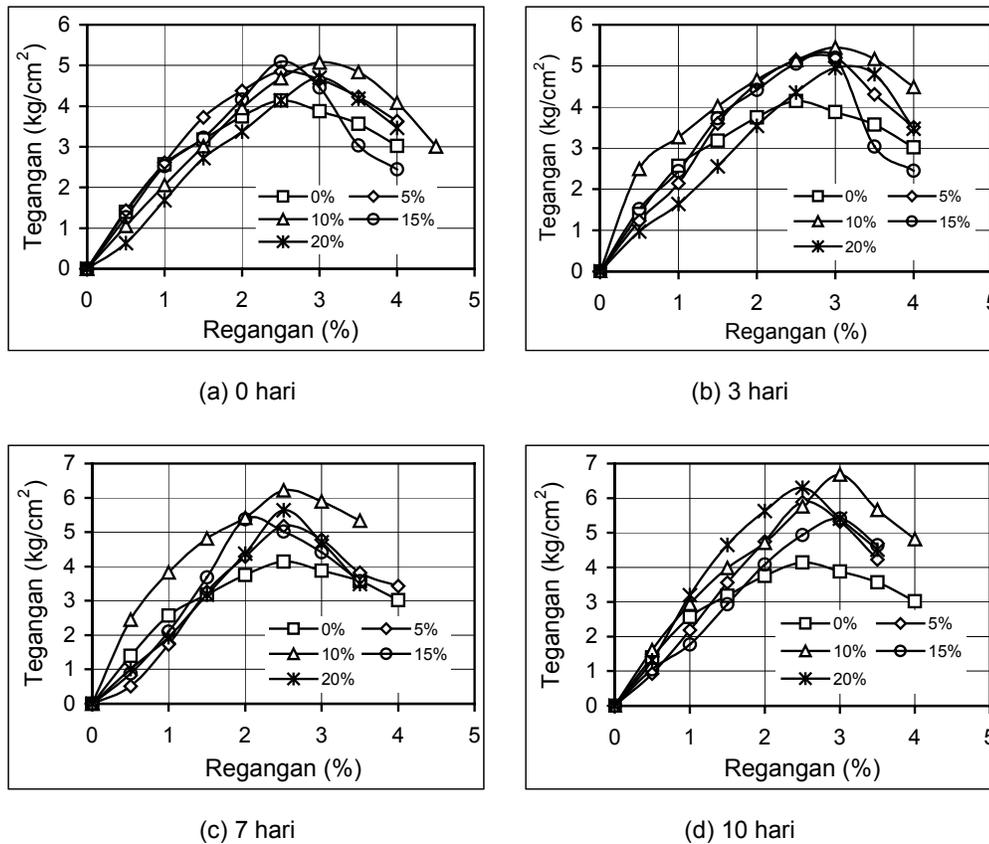
(b)

Gambar 5. Pengaruh APB terhadap CBR. (a) CBR vs. APB pada berbagai umur pemeraman. (b) CBR vs. umur pemeraman pada berbagai kadar APB



(a) (b)

Gambar 6. Pengaruh APB terhadap UCS. (a) UCS vs. APB pada berbagai umur pemeraman. (b) UCS vs. umur pemeraman pada berbagai kadar APB



(a) 0 hari (b) 3 hari (c) 7 hari (d) 10 hari

Gambar 7. Hubungan tegangan-regangan tanah terstabilisasi APB pada berbagai umur pemeraman

**Sifat Tegangan-Regangan Tanah Terstabilisasi APB**

Gambar 7 menunjukkan hubungan tegangan-regangan tanah terstabilisasi APB yang diperoleh dari hasil uji tekan bebas. Untuk tanah terstabilisasi APB tanpa pemeraman (Gambar 7 (a)), terlihat bahwa keruntuhan cenderung terjadi pada regangan yang lebih besar dibanding tanah yang tidak terstabilisasi

(0%APB), akan tetapi kekakuan tanah terstabilisasi cenderung berkurang dengan peningkatan APB. Pada pemeraman 3 hari (Gambar 7 (b)), tanah terstabilisasi cenderung runtuh pada regangan yang lebih besar dibanding regangan runtuh tanah asli (hal yang sama terjadi pada pemeraman 10 hari-Gambar 7 (d)), kecuali pada pemeraman 7 hari tanah terstabilisasi cenderung runtuh pada regangan

yang sama dengan regangan runtuh tanah asli (Gambar 7 (c)). Pada Gambar 7 (b), (c), dan (d), tanah-tanah terstabilisasi mempunyai kekakuan awal yang lebih rendah dibanding kekakuan tanah tidak terstabilisasi, kecuali pada kadar 10%APB kekakuan awal lebih besar. Jadi penambahan APB membuat tanah bersifat plastis/ liat (*ductile*), kecuali pada kadar optimum APB sebesar 10%, tanah menjadi lebih kaku.

#### KESIMPULAN

Pengujian laboratorium tanah lempung plastisitas tinggi terstabilisasi APB telah dilakukan. Selanjutnya dapat disimpulkan bahwa pemberian APB pada lempung plastisitas tinggi dapat merubah konsistensi tanah, dimana APB cenderung mengurangi konsistensi. Selain itu, APB sedikit meningkatkan kepadatan tanah walaupun tidak begitu signifikan. Oleh karena kepadatan naik, maka kuat dukungannya juga meningkat. Kadar optimum APB untuk menghasilkan kuat dukung maksimum diperoleh sebesar 10%. Pada kadar optimum ini, tanah terstabilisasi menjadi lebih kaku namun runtuh pada regangan runtuh tanah asli. Jadi, APB dapat memperbaiki sifat-sifat tanah. Kadar efektif APB untuk stabilisasi tanah berkisar antar 5% sampai dengan 15%. Penelitian ini belum mencakup reaksi kimia APB dan mineral lempung, karenanya perlu dilakukan penelitian lanjutan tentang hal tersebut. Perlu pula diteliti tentang penggunaan APB untuk menstabilisasi tanah-tanah bermasa-lah lainnya.

#### Daftar Pustaka

- American Society for Testing and Materials (ASTM), 1997, *Annual Book of ASTM Standard*, Vol. 04.08.
- Andriyani, M., 2002, Pengaruh Bahan Tambahan Terhadap Daya Dukung Tanah, *Tugas Akhir*, Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Riau, Pekanbaru.
- Das, Braja M., 1995, *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip rekayasa geoteknis)*, jilid 1, Penerjemah: Noor Endah & Indrasurya B. Mochtar, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Mangunsong, 2003, *Tugas Akhir*, Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Riau, Pekanbaru.
- Muntohar, Agus Setyo, dan Hantoro, Gendut, 2000, Influence of rice husk ash and lime on engineering properties of a clayey sub-grade, *Electronic Journal of Geotechnical Engineering, Paper 0019*, Oklahoma State University, USA., EJGE.com.