

PENGARUH PENAMBAHAN ABU SEKAM PADI DAN LIMBAH KARBIT PADA LEMPUNG TERHADAP KUAT TEKAN BATU BATA

R. Dedi Iman Kurnia¹, Muhammad Hasbi Arbi², Muhammad Ridha³

^{1,2,3}Universitas Almuslim, Matangglumpangdua, Bireuen

Prodi Teknik Sipil Universitas Almuslim, Matangglumpangdua, Bireuen, Indonesia

Abstrak : Batu bata merupakan bahan bangunan yang telah lama dikenal dan banyak digunakan oleh masyarakat. Meningkatnya jumlah penghuni dipermukaan bumi maka tak dapat dihindarkan bahwa jumlah perumahan juga semakin meningkat. Peningkatan jumlah perumahan ini akan berpengaruh pada peningkatan permintaan atas batu bata. Batu bata yang pada dasarnya secara konvensional dibuat dari tanah liat tanpa adanya penambahan bahan-bahan lain selain air sebagai bahan pembuat adonan. Pengambilan tanah liat ini apabila dilakukan secara tidak terkendali maka akan terjadi permasalahan yaitu terjadi kerusakan lingkungan. Dalam rangka mencari jalan penyelesaian kondisi ini dengan cara mencari bahan-bahan alternatif yang dapat menggantikan sebagian dari tanah liat yang dipakai dengan bahan-bahan limbah yang mempunyai fungsi sama atau hampir sama dengan tanah liat. Bahan-bahan limbah tersebut adalah sekam padi dan limbah karbit untuk diteliti dan bahan tersebut digunakan sebagai bahan campuran dalam pembuatan batu bata. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh komposisi abu sekam padi dan limbah karbit terhadap kuat tekan batu bata dan untuk mengetahui komposisi campuran tanah liat, abu sekam padi, dan limbah karbit yang dapat menghasilkan kuat tekan maksimum. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental di Laboratorium Mekanika Tanah dan Laboratorium Teknologi Bahan Bangunan Prodi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Almuslim. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan limbah karbit akan terjadi peningkatan kuat tekan sampai pada variasi 15% (K2 sampai K3), setelah itu mengalami penurunan kuat tekan (K4 sampai K6). Pengurangan abu sekam padi dalam campuran batu bata akan terjadi peningkatan kuat tekan sampai pada variasi 20% (K2 sampai K3), setelah itu pengurangan abu sekam padi dapat meningkatkan kuat tekan batu bata. Kuat tekan batu bata maksimum dicapai pada variasi campuran 60% tanah lempung : 25% abu sekam padi : 15% limbah karbit yaitu sebesar 79,05 kg/cm².

Kata Kunci : Kuat tekan, batu bata, lempung, abu sekam padi, limbah karbit

1. PENDAHULUAN

Batu bata merupakan bahan bangunan yang telah lama dikenal dan banyak digunakan oleh masyarakat seiring dengan meningkatnya jumlah dan laju perkembangan penduduk. Penggunaan batu bata banyak digunakan untuk aplikasi teknik sipil seperti dinding perumahan.

Meningkatnya jumlah penghuni dipermukaan bumi maka tak dapat dihindarkan bahwa jumlah perumahan juga semakin meningkat. Peningkatan jumlah perumahan ini akan berpengaruh pada peningkatan permintaan atas batu bata. Batu bata yang pada dasarnya secara konvensional dibuat dari tanah liat tanpa adanya penambahan bahan-bahan lain selain air sebagai bahan pembuat adonan. Pengambilan tanah liat ini apabila dilakukan secara tidak terkendali maka akan terjadi permasalahan yaitu terjadi kerusakan lingkungan. Kerusakan lingkungan dapat dilihat dari banyak galian

yang ditinggalkan oleh industri batu bata sehingga menimbulkan longsor-longsor tanah yang berakibat terjadinya tanah gersang dan tandus.

Dalam rangka mencari jalan penyelesaian kondisi ini dengan cara mencari bahan-bahan alternatif yang dapat menggantikan sebagian dari tanah liat yang dipakai dengan bahan-bahan limbah yang mempunyai fungsi sama atau hampir sama dengan tanah liat.

Berdasarkan penjelasan di atas maka dalam penelitian ini akan memanfaatkan bahan limbah dari alam sekitarnya yang persediaannya melimpah dan merupakan sampah yang mencemari lingkungan apabila tidak ditangani.

Bahan-bahan limbah tersebut adalah sekam padi dan limbah karbit untuk diteliti dan bahan tersebut digunakan sebagai bahan

campuran dalam pembuatan batu bata. Penambahan bahan-bahan ini diharapkan akan membawa pengaruh terhadap karakteristik batu bata yaitu dapat memperbaiki kekuatan dari batu bata setelah pembakaran.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Batu Bata

Batu bata adalah suatu unsur bahan bangunan yang diperuntukkan untuk pembuatan konstruksi bangunan dan yang dibuat dari tanah lempung dengan atau tanpa campuran bahan-bahan lain, kemudian dibakar pada temperatur yang cukup tinggi, sehingga tidak dapat hancur lagi bila direndam dalam air, (NI-10, SII-0021-78).

2.2 Bahan Campuran Batu Bata

2.2.1 Tanah

Menurut Verhoef (1994), menjelaskan bahwa tanah adalah kumpulan dari bagian-bagian padat yang tidak terikat antara satu dengan yang lain (diantaranya mungkin material organik) dan rongga-rongga diantara bagian-bagian tersebut berisi udara dan air.

Menurut Craig (1991), tanah adalah akumulasi mineral yang tidak mempunyai atau lemah ikatan antar partikelnya, yang terbentuk karena pelapukan dari batuan.

2.2.2 Lempung

Menurut Terzegi (1987), menjelaskan bahwa tanah lempung merupakan tanah dengan ukuran mikrokonis sampai dengan sub mikrokonis yang berasal dari pelapukan unsur-unsur kimiawi penyusun batuan. Tanah lempung sangat keras dalam keadaan kering, bersifat plastis pada kadar air sedang, sedangkan pada keadaan air yang lebih tinggi tanah lempung akan bersifat lengket (kohesif) dan sangat lunak.

Sedangkan menurut Das (1993), tanah lempung merupakan tanah yang terdiri dari partikel-partikel tertentu yang menghasilkan sifat plastis apabila dalam kondisi basah. Tanah lempung merupakan partikel mineral-mineral yang berukuran lebih kecil dari 0,002 mm. Partikel-partikel ini merupakan sumber utama

dari sifat kohesi yang dimiliki di dalam tanah-tanah yang kohesif (Bowles,1993).

Sementara itu menurut Hardiyatmo (2006), menjelaskan bahwa lempung mempunyai karakteristik atau sifat-sifat dimana ukuran butirannya yang halus, yaitu kurang dari 0,002 mm, permeabilitas rendah, kenaikan air kapiler tinggi, bersifat sangat kohesif, kadar kembang susut yang tinggi dan proses konsolidasi lambat.

Menurut Hardiyatmo (2006), ukuran mineral lempung (0,002 mm dan yang lebih halus) agak bertindihan (*overlap*) dengan ukuran lanau. Lempung ialah silikat hidro-aluminium yang kompleks $Al_2O_3 \cdot nSiO_2 \cdot kH_2O$.

Menurut Hardiyatmo (2006), menjelaskan bahwa pelapukan tanah akibat reaksi kimia menghasilkan susunan kelompok partikel berukuran koloid dengan diameter butirannya lebih kecil dari 0,002 mm yang disebut mineral lempung. Partikel lempung berbentuk seperti lembaran yang mempunyai permukaan khusus, sehingga lempung mempunyai sifat dipengaruhi gaya permukaan.

2.2.3 Abu sekam padi

Menurut Wanadri (1999), menjelaskan bahwa abu sekam padi berasal dari kulit padi yang dibakar, pada pembakaran menjadi abu akan terjadi kehilangan zat-zat organik dan menghasilkan sisa silika yang banyak. Pengaruh panas terhadap silika dalam sekam dapat menghasilkan perubahan struktural yang berpengaruh pada dua hal, yaitu tingkat aktivitas *pozzolan* dan kehalusan butir. Abu hasil pembakaran sekam padi, yang pada hakekatnya hanyalah limbah, ternyata merupakan sumber silika yang cukup tinggi. Hasil dari pembakaran sekam padi menunjukkan bahwa kandungan SiO_2 mencapai 80 – 90%.

Menurut Suharno (1979) dalam Nugraha (2001), menjelaskan bahwa sekam padi yang dilakukan pembakaran akan menghasilkan abu sebesar 17,71%.

Menurut Husin (2002), menjelaskan bahwa abu kulit padi mengandung bahan paduan untuk penguat/pengisi yakni silika yang cocok untuk bahan keramik dan polimer. Lingkup keramik yang dimaksud disini adalah

gerabah, bata, genteng dan kerajinan/industri tanah liat. Abu sekam padi mengandung 94,5% silika.

Menurut Coniwanti (2008), menjelaskan bahwa sekam padi adalah kulit keras yang melindungi bulir/biji beras. Fungsi dari sekam padi yaitu untuk melindungi beras selama masa pertumbuhan. Sekam padi adalah bagian terluar dari butir padi, yang merupakan hasil sampingan saat proses penggilingan padi dilakukan. Sekitar 20%-25% dari bobot padi adalah sekam padi dan kurang lebih 15% dari komposisi sekam adalah abu sekam yang selalu dihasilkan setiap kali sekam dibakar.

Menurut Coniwanti (2008) yang dikutipnya dari Houston (1972), menjelaskan bahwa sekam padi yang dibakar akan menghasilkan abu sekam dengan silika berbentuk *amorf* dan biasanya mengandung 85-90% silika dan 10-15% karbon. Silika yang terdapat dalam sekam ada dalam bentuk *amorf* terhidrat. Tetapi jika pembakaran dilakukan secara terus-menerus pada suhu di atas 650°C akan menaikkan kristalinitasnya dan akhirnya akan terbentuk fasa *kristobalit* dan *tridimit* dari silika sekam.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Langkah-Langkah Penelitian Sampel Tanah

Pengambilan tanah sampel diambil dari Desa Paya Cut Kecamatan Peusangan Kabupaten Bireuen yang dilakukan secara terganggu (*disturbed*) dengan menggunakan sekop kemudian dimasukkan ke dalam karung goni. Selanjutnya tanah dibawa ke Laboratorium Mekanika Tanah Prodi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Almuslim untuk diproses sesuai dengan persyaratan benda uji.

3.2 Pengujian sifat fisis tanah

Pengujian sifat-sifat fisis tanah meliputi pengukuran berat jenis, pengujian batas cair, pengukuran batas plastis dan pengukuran pembagian butir.

a. Pengukuran berat jenis

Pengukuran berat jenis sebagai langkah awal adalah mengoven tanah selama 24 jam. Kemudian tanah yang sudah kering oven dibuat

3 sampel, berat masing-masing 25 gram dengan menggunakan labu ukur yang berukuran 100 cc. Kemudian labu ukur bersama dengan tanah sampel ditimbang dimana labu ukur kosong telah ditimbang sebelumnya. Kemudian dimasukkan air suling ke dalam labu ukur tersebut hingga mencapai 2/3 bagian gelas, masukkan ke dalam sungkup *vacuum* selama 10 menit pada tekanan minimum uap air pada temperatur kerja. Selanjutnya labu ukur dikeluarkan dari sungkup *vacuum* kemudian ditambah air sampai pada batas yang telah ditentukan dan temperatur air dalam labu ukur diukur dengan *thermometer* serta labu ukur yang telah diisi air ditimbang. Selanjutnya dilakukan percobaan perbandingan dengan memasukkan air ke dalam labu ukur yang masih kosong kemudian ditimbang beratnya dan diukur suhunya.

b. Pengujian batas cair

Pengukuran batas cair dilakukan dengan cara mengambil tanah yang telah diayak dengan saringan nomor 40 (0,425 mm) dengan berat kira-kira 300 gram yang diletakkan di atas plat kaca kemudian dicampur dengan air sedikit demi sedikit hingga menjadi adonan. Adonan yang telah dibuat kemudian dimasukkan ke dalam mangkuk *Cassagrande* dan ratakan bagian permukaannya. Sebelumnya diatur dahulu tinggi jatuh mangkuk *Cassagrande* sejarak 1 cm. Kemudian dibuat alur dibagian tengah tanah yang telah diratakan tadi dengan alat perata *grooving tool*. Pemutaran *handle* mangkuk dilakukan sesuai jumlah ketukan. Kemudian ditinjau kerapatan tanah yang turun pada alur mangkuk *Cassagrande* sepanjang kira-kira 0,5 inch (13 mm). Pengukuran kadar air ini dilakukan dengan mengambil adonan tanah pada alur yang ada pada mangkuk tersebut. Selanjutnya dilakukan pengukuran kadar airnya dengan memasukkan tanah yang telah di uji ke dalam *oven* selama 24 jam pada temperatur 105 °C. Pekerjaan ini dilakukan terhadap tanah sampel kira-kira enam buah dengan jumlah ketukan yang berbeda-beda. Data yang diperoleh dari pengujian ini selanjutnya dihitung sehingga diperoleh kadar air pada ketukan ke 25.

c. Pengukuran batas plastis

Pengukuran batas plastis yaitu dengan menggunakan tanah kering udara dan lolos saringan nomor 40 sebanyak kurang lebih 100

gram. Sampel tanah yang digunakan pada uji batas plastis disiapkan bersamaan dengan uji batas cair. Tanah yang telah diayak dengan saringan nomor 40 diletakkan di atas plat kaca dan diberi air kira-kira kurang dari yang dibutuhkan untuk pengukuran batas plastis, kemudian diaduk hingga merata lalu diambil kira-kira sebesar ibu jari sehingga membentuk batang memanjang dan retak pada saat berdiameter 3 mm, pada saat tersebut tanah telah mencapai plastis. Pengukuran batas plastis ini digunakan 3 buah *container* timbangan, masing-masing *container* dimasukkan tanah yang sudah retak tersebut, *container* dan tanah ditimbang dan dimasukkan ke dalam *oven* selama 24 jam. Data yang diperoleh dalam pengukuran batas plastis adalah berat *container* kosong, berat *container* dan tanah basah dan berat *container* tanah kering.

d. Pengukuran pembagian butir

Pengukuran pembagian butir ini didasarkan pada ketentuan standar ASTM-422-63 yang bertujuan untuk mengetahui persentase butiran yang lolos saringan nomor 10, 20, 40, 60, 80, 100 dan nomor 200. Persentase yang lolos saringan tersebut digunakan untuk menentukan jenis tanah berdasarkan sistem AASHTO dan USCS. Pengukuran analisa saringan kering dilakukan terhadap tanah yang telah kering *oven* sebanyak kira-kira 200 gram kemudian direndam selama 24 jam untuk memisahkan butiran yang satu dengan butiran yang lainnya. Selanjutnya tanah dicuci di atas saringan 200 (diameter 0,0074 mm), *oven* pada suhu 105 °C selama 24 jam. Penentuan ukuran butiran dilakukan dengan penyaringan di atas saringan nomor 10 (diameter 2 mm), nomor 20 (diameter 0,48 mm), nomor 40 (diameter 0,425 mm), nomor 60 (diameter 0,42 mm), nomor 80 (diameter 0,149 mm), nomor 100 (diameter 0,105 mm) dan nomor 200 (diameter 0,074 mm). Masing-masing butiran tanah yang tertinggal pada setiap saringan ditimbang kembali untuk mengetahui besarnya persentase butiran.

Pembagian butir dengan menggunakan *hydrometer* dilakukan sesuai dengan standar ASTM D-422. Tanah kering *oven* kira-kira 60 gram disiapkan dan kemudian direndam dalam larutan NaPO₂ kira-kira 100 cc. Perendaman ini dimaksudkan untuk memisahkan butiran satu dengan lainnya. Setelah perendaman, tanah sampel diaduk

dengan menggunakan pengaduk (*mixer*) selama kurang 15 menit. Selanjutnya larutan tersebut dimasukkan ke dalam gelas digoyang-goyang sehingga adukan merata dengan air. Masukkan *hydrometer* ke dalam gelas ukur kemudian lakukan pembacaan dengan selang waktu ¼, ½, ¾, 1, 2, 3, 4, 8, 16, 30, 45, 60, 120, 240, 480, dan 1140 menit. Setiap kali pembacaan *hydrometer* di dalam larutan, dilakukan pembacaan *hydrometer* di dalam air jernih serta dengan mengukur suhu larutan.

3.3 Batu Bata

3.3.1 Bahan-bahan :

- 1) Tanah liat.
- 2) Abu sekam padi.
- 3) Limbah karbit
- 4) Air.
- 5) Cetakan dari kayu.

3.3.2 Persiapan abu sekam padi :

- 1) Pilih jenis sekam padi.
- 2) Bakar sekam padi untuk mendapatkan abu. Sekam padi dibakar pada temperatur 600°C. Abu hasil pembakaran kemudian diseleksi menurut ukuran, bentuk dan warna.
- 3) Mengeringkan abu sekam padi di dalam mesin pengering yang dapat diatur kondisi pengeringan.
- 4) Saring abu sekam padi untuk mendapatkan grid yang sama yaitu lolos saringan nomor 200.

3.3.3 Persiapan limbah karbit

- 1) Limbah karbit diperoleh dari bengkel las.
- 2) Pengeringan dibawah terik matahari selama 1 minggu untuk mengurangi kadar air.
- 3) Limbah karbit dihaluskan dengan ditumbuk sampai halus.
- 4) Saring limbah karbit dengan saringan nomor 200.

3.3.4 Pembuatan Batu Bata

- 1) Tanah liat yang sudah disiapkan kemudian disimpan ditempat yang terlindungi selama beberapa hari agar tanah liat menjadi lapuk.
- 2) Menggemburkan tanah liat dengan tangan.

- 3) Mencampurkan air secukupnya.
- 4) Mencampurkan tanah liat dengan abu sekam padi dan limbah karbit sesuai dengan komposisi yang direncanakan.
- 5) Melumat-lumatkan dengan tangan agar tanah liat, abu sekam padi, limbah karbit dan air tercampur secara merata.
- 6) Sebelum adukan batu bata dicetak dilakukan pengujian batas cair terlebih dahulu agar setiap adukan batu bata memiliki keplastisan yang sama. Pengujian batas cair dilakukan dengan menggunakan alat batas cair tanah.
- 7) Jumlah ketukan yang dihasilkan pada komposisi batu bata 100% tanah liat dijadikan patokan kandungan air. Apabila jumlah ketukan pada batu bata dengan campuran tanah liat, abu sekam padi dan limbah karbit kurang dari jumlah ketukan yang dihasilkan pada komposisi batu bata 100% tanah liat maka campuran tersebut kelebihan air sehingga dalam campuran tersebut perlu ditambahkan abu sekam padi dan limbah karbit sesuai dengan persentasenya, begitu juga berlaku untuk keadaan sebaliknya.
- 8) Memasukkan campuran ke dalam cetakan.
- 9) Memadatkan yaitu cara dipukul-pukul dengan tangan hingga tanah dapat mencapai posisi pojok cetakan.
- 10) Melepaskan cetakan dan siap untuk dikeringkan dengan cara ditempatkan pada tempat yang teduh.

3.3.5 Pengerinan Batu Bata

Proses pengerinan batu bata lebih baik bila berlangsung secara bertahap agar panas dari sinar matahari tidak jatuh secara langsung, maka perlu dipasang penutup plastik. Apabila proses pengerinan terlalu cepat dimana panas sinar matahari terlalu menyengat mengakibatkan retakan-retakan pada batu bata.

Batu bata yang sudah berumur 1 hari setelah pencetakan kemudian dibalik. Setelah cukup kering, batu bata tersebut ditumpuk menyilang satu sama lain agar terkena angin. Proses pengerinan batu bata memerlukan waktu dua hari jika kondisi cuaca cukup baik. Sedangkan pada kondisi udara lembab, maka proses pengerinan batu bata sekurang-kurangnya satu minggu.

Batu bata yang dirasakan sudah cukup kering siap untuk tahap selanjutnya yaitu tahap proses pembakaran di tungku batu bata. Pembakaran batu bata di dalam tungku dilakukan secara tradisional yaitu menggunakan kayu bakar yang dikombinasikan dengan sekam padi kering. Batu bata disusun sedemikian rupa di dalam tungku dengan maksud untuk menghemat ruang secara maksimal diisi batu bata.

3.3.6 Pembakaran Batu Bata

Batu bata yang telah kering selanjutnya di bawa ke pabrik batu bata untuk dilakukan proses pembakaran. Proses pembakaran dilakukan selama 3 x 24 jam. Pembakaran dimulai dengan pemanasan awal selama 6 jam dengan temperatur 100 °C. Selanjutnya dilakukan pemanasan dengan temperatur sedang selama 6 jam pada temperatur 200°C. Dan terakhir dengan temperatur tinggi sekitar 600 °C sampai dengan 800°C selama 60 jam. Proses pembakaran batu bata sudah selesai ditandai dengan warna batu bata telah berubah warnanya menjadi kemerah-merahan.

3.3.7 Uji Kuat Tekan Batu Bata

Uji kuat tekan batu bata setelah pembakaran dilakukan di Laboratorium Teknologi Bahan Bangunan Prodi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Almuslim. Uji kuat tekan batu bata dilakukan berdasarkan standar SII 0021-1978.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

4.1.1 Pengujian analisa saringan

Hasil pengujian analisa saringan dengan menggunakan saringan no. 200 dengan bantuan alat mekanis menunjukkan bahwa tanah Desa Paya Cut Kecamatan Peusangan Kabupaten Bireuen 94,69% lolos saringan.

4.1.2 Hasil uji berat jenis

Hasil penelitian uji berat jenis yang dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Prodi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Almuslim didapatkan nilai berat jenis untuk tanah Desa Paya Cut Kecamatan Peusangan Kabupaten Bireuen adalah 3,26. Dalam

penelitian ini tanah diambil secara terganggu dengan menggunakan cangkul dan sekop.

4.1.3 Hasil uji batas-batas Atterberg

Hasil penelitian uji batas-batas Atterberg meliputi uji batas cair (LL) dan uji batas plastis (PL) serta indeks plastisitas (PI) untuk tanah Desa Paya Cut Kecamatan Peusangan Kabupaten Bireuen secara berturut-turut adalah 26,5% ; 20,9% dan 5,6%. Pengujian batas-batas Atterberg ini berkaitan dengan klasifikasi tanah berdasarkan sistem AASHTO dan UCS.

4.1.4 Hasil uji kuat tekan batu bata

Hasil penelitian uji kuat tekan batu bata tanah asli atau tanah campuran yang menggunakan abu sekam padi dan abu limbah karbit dengan berbagai persentase menunjukkan beragam harga sesuai dengan campuran masing-masing. Ditinjau dari segi kekuatan batu bata dengan kandungan lempung berbanding abu sekam padi berbanding abu limbah karbit berturut-turut 60% : 25% : 15% mempunyai nilai kuat tekan rata-rata tertinggi (K3) yaitu sebesar 79,05 kg/cm².

5. KESIMPULAN

Setelah dilakukan penelitian dan selanjutnya dilakukan pengolahan data, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Penambahan limbah karbit menyebabkan peningkatan kuat tekan sampai pada variasi 15% (K2 dan K3), setelah itu mengalami penurunan kuat tekan (K4 sampai K6).
- 2) Pengurangan abu sekam padi dalam campuran batu bata akan terjadi peningkatan kuat tekan sampai pada variasi 20% (K2 dan K3), setelah itu pengurangan abu sekam padi dapat meningkatkan kuat tekan batu bata.
- 3) Kuat tekan batu bata maksimum dicapai pada variasi campuran K3 (60% lempung : 25% abu sekam padi : 15% limbah karbit) yaitu sebesar 79,05 kg/cm².

DAFTAR PUSTAKA

AASHTO, 1990, *Standard Specifications For Transportation Materials And Methods Of Sampling And Testing*, AASHTO Publication, Washington.

Bowles J. E, 1993, *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah Mekanika* , terjemahan Hainim, J.K., Erlangga, Jakarta.

Coniwanti, P., Rasmiah S., dan Aprilliyanni, 2008, *Pengaruh Proses Pengeringan, Normalitas HCL Dan Temperatur Pembakaran Pada Pembuatan Silika Dari Sekam Padi*, Jurnal T. Kimia, Universitas Sriwijaya, Palembang.

Craig, R.F., 1991, *Mekanika Tanah*, Erlangga, Jakarta.

Das , 1993, *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)*, Jakarta.

Hardiyatmo C. H. 2006, *Mekanika Tanah I*, Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.

Huda, M., 2012, *Pengaruh Temperatur Pembakaran Dan Penambahan Abu Terhadap Kualitas Batu Bata*, Ejournal UIN, Malang.

Husin, A. A., 2002, *Pemanfaatan Limbah Untuk Bahan Bangunan*, Pengembangan Pemanfaatan Limbah Pertambangan dan Industri Untuk Bahan Bangunan, Pusat Penelitian dan Pengembangan Pemukiman, Modul 1-3, Bandung.

Makaratat, N. E., 2010, *Effect of Calcium Carbide Residue-Fly Ash Binder on Mechanical Properties of Concrete*, Journal of Material Civil.

Nugraha, S., dan Setyawati, J., 2001, *Peluang Agrobisnis Abu Sekam Padi*, Balai Pertanian Pascapanen Pertanian, Balitpasca2001@hotmail.com.

Tarzagi, K., Peck, R. B., 1987, *Mekanika Tanah Dalam Praktek Rekayasa*, Erlangga, Jakarta.

Utomo, H. M., 2010, *Analisis Kuat Tekan Batako Dengan Limbah Karbit Sebagai bahan Tambah*, Tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta.