

Perbaikan Sifat Mekanis Batu Bata Tanpa Dibakar dengan Campuran Limbah Karbit dan Abu Sekam Padi

(Improvement of Mechanical Properties of Unburnt Bricks Using a Mixture of Carbide Residue and Rice Husk Ash)

YOSI ANDRE, TAUFIK NUGRAHA SIAGIAN

ABSTRACT

Brick is one important element in a building. Bricks are generally made by burning dry clay, and this process will emit air pollutant. In addition, the bricks that widely available on the market have a poor quality. Therefore, the quality of bricks needs to be effectively improved by means of environmentally friendly and low cost procedure. This research aims to improve the mechanical characteristics of unburnt bricks by adding a mixture of calcium carbide residue (CCR) and rice husk ash (RHA). In this study, the effect of the percentage of additive material and the proportions of CCR and RHA on the mechanical properties are studied. The results showed that the compressive strength of bricks is influenced by the content of additive material. In addition, the optimum compressive strength was found to be after 21 days of curing for all additive material, after which the strength started to decrease. Bricks possessing the highest compressive strength are those produced with 70% additive and CCR-to-RHA ratio of 2/1. The compressive strength reached 125.91 kg/cm^2 after 21 days of moulding.

Keywords: calcium carbide residue, rice husk ash, unburnt bricks, compressive strength

PENDAHULUAN

Batu bata adalah bahan bangunan yang telah lama dikenal dan dipakai oleh masyarakat, baik di pedesaan maupun di perkotaan, yang berfungsi sebagai bahan konstruksi. Hal ini dapat dilihat dari banyaknya industri tradisional untuk memproduksi batu bata. Batu bata banyak digunakan untuk aplikasi teknik sipil seperti dinding pada bangunan perumahan, bangunan gedung, pagar, saluran dan pondasi. Batu bata memiliki fungsi sebagai bahan non-struktural pada struktur bangunan keseluruhan, sedangkan pada gedung tingkat tinggi batu bata berfungsi sebagai bahan non-struktural yang dimanfaatkan untuk dinding pembatas dan estetika tanpa memikul beban yang ada di atasnya.

Pada umumnya batu bata dibuat dengan cara dibakar pada suhu 800°C , sehingga tidak dapat hancur bila direndam dalam air. Bahan bakar

yang umum digunakan untuk membakar batu bata adalah sekam padi, sehingga menyebabkan polusi udara karena asap yang ditimbulkannya. Di samping itu batu bata yang ada di pasaran mudah retak dan hancur, akibat rendahnya mutu batu bata yang dihasilkan. Oleh karena itu pada pemanfaatan batu bata dalam konstruksi perlu adanya usaha peningkatan mutu, yang dihasilkan secara efektif, ramah lingkungan dan hemat biaya. Salah satu cara yang dilakukan adalah memperbaiki sifat mekanis batu bata tanpa dibakar, dengan mencampurkan bahan buangan pertanian, seperti abu sekam padi (*rice husk ash/RHA*) dan bahan-bahan pembentuk semen (*cementing agent*) seperti limbah karbit (*calcium carbide residue/CCR*), terhadap bahan dasar batu bata (lempung).

Pemanfaatan *RHA* dan *CCR* didasarkan pada reaksi pozzolanik yang memiliki daya ikat seperti semen, tetapi mutunya tidak setinggi semen portland. Dengan demikian reaksi

pozzolanik *RHA* dan *CCR* dalam pembuatan batu bata diharapkan akan menyatukan antara mineral-mineral lempung, abu sekam padi dan limbah karbit. Dengan demikian dapat meningkatkan kuat tekan batu bata dan dapat memberikan pemecahan masalah lingkungan akibat limbah industri dan bahan buangan pertanian, khususnya terhadap limbah karbit dan abu sekam padi. Pada penelitian ini batu bata yang sudah dicetak tidak melalui proses pembakaran, agar tidak menimbulkan polusi udara. Di samping itu batu bata diharapkan sudah menjadi kuat akibat reaksi pozzolanik tersebut, sehingga dapat mempermudah dan menghemat biaya produksinya.

METODE PENELITIAN

Bahan

a. Tanah lempung

Tanah lempung yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah yang lolos saringan No. 4 dari daerah Bangunjiwo, Kasihan, Bantul, Yogyakarta yang biasa digunakan untuk bahan pembuatan batu bata. Dalam pengambilan tanah lempung ini dilakukan tanpa memperhatikan kandungan mineral yang ada di dalamnya.

b. Limbah karbit (*calcium carbide residue / CCR*)

Limbah karbit yang digunakan dalam penelitian ini merupakan limbah dari aktivitas pengelasan pada PT. Indo Hanzel Perkasa, Sedayu, DIY, yang banyak mengandung Ca(OH)_2 . Karena limbah ini masih mengandung air, maka dikeringkan di bawah sinar matahari selama 2-3 hari untuk mengurangi kandungan air tersebut, atau dapat pula dilakukan pengeringan menggunakan mesin pengering (*electrical oven*) dengan suhu 40°C selama 24 jam. Setelah itu limbah karbit dihaluskan selama 2 jam menggunakan mesin penggiling *Los Angeles* yang dimodifikasi. Limbah karbit yang digunakan adalah limbah karbit yang memiliki nilai kehalusan $1000\text{ m}^2/\text{g}$.

c. Abu sekam padi (*rise husk ash/RHA*)

Abu sekam padi diperoleh dari daerah pembakaran batu bata di Piyungan, D.I. Yogyakarta. Abu sekam padi ini merupakan sisa dari pembakaran sekam padi di tempat

pembuatan batu bata. Dalam hal ini dipilih abu sekam padi berwarna abu-abu yang memiliki kandungan silika cukup besar, sehingga diharapkan dapat terjadi reaksi pozzolanik bila dicampur dengan limbah karbit. Sebelum digunakan, abu sekam padi dihaluskan terlebih dahulu menggunakan mesin *Los Angeles* yang dimodifikasi

Alat

Alat-alat yang dibutuhkan dalam penelitian ini meliputi:

- Alat uji kadar air menurut ASTM D-2216.
- Alat uji distribusi ukuran butiran menurut ASTM D-421 dan D-422.
- Alat uji berat jenis menurut ASTM D-854.
- Alat uji batas plastis dan batas cair.
- Silinder pemadatan standar Proctor beserta penumbuknya untuk uji derajat kepadatan.
- Mesin *abrasion Los Angeles* yang dimodifikasi untuk menghaluskan limbah karbit dan abu sekam padi
- Mesin uji tekan beton (*concrete compression testing machine*).
- Cetakan mesin batu bata berukuran : panjang x lebar x tinggi = $20 \times 10 \times 6$ (cm).

Desain Benda Uji

Benda uji batu bata dibuat berdasarkan perbandingan kadar lempung dan bahan aditif yang terdiri dari limbah karbit dan abu sekam padi. Perbandingan campuran tanah lempung dengan bahan aditif tersebut secara berurutan adalah 100% : 0%, 80% : 20%, 70% : 30%, 50% : 50%, 30% : 70%, 20% : 80%, 0% : 100% terhadap berat total campuran. Adapun perbandingan bahan aditif limbah karbit dan abu sekam padi adalah 1:1, 1:2, 2:1. Jumlah benda uji batu bata dapat dilihat dari Tabel 1.

Prosedur Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah serta di Laboratorium Bahan Bangunan dan Teknologi Beton, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Pencetakan benda uji batu bata dilakukan di mesin pencetakan *paving block* yang ada di UMY.

TABEL 1. Jumlah benda uji batu bata

| No | Umur (hari) | Aditif CCR : RHA | Persentase aditif terhadap berat total batu bata (%) | | | | | | | Total benda uji |
|----|-------------|------------------|--|----|----|----|----|----|-----|-----------------|
| | | | 0 | 20 | 30 | 50 | 70 | 80 | 100 | |
| 1 | 14 | 1 : 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 14 |
| | | 1 : 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 14 |
| | | 2 : 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 14 |
| 2 | 21 | 1 : 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 14 |
| | | 1 : 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 14 |
| | | 2 : 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 14 |
| 3 | 28 | 1 : 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 14 |
| | | 1 : 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 14 |
| | | 2 : 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 14 |
| 4 | Total | | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 126 |

Keterangan: Kadar aditif terdiri dari perbandingan CCR (*calcium carbide residue*/limbah karbit) dengan RHA (*rice husk ash*/abu sekam padi)

a. Tahap persiapan alat dan bahan

Pada tahap ini, dilakukan persiapan bahan-bahan dan alat-alat yang akan digunakan selama penelitian berlangsung. Adapun bahan-bahan dan alat-alat yang dipersiapkan adalah seperti yang telah dijelaskan di atas. Bahan-bahan yang sudah ada seperti limbah karbit dan tanah lempung terlebih dahulu dikeringkan selama 2 hari, setelah itu dilakukan penghalusan menggunakan mesin *abrasion Los Angeles test*.

b. Tahap pengujian sifat fisis tanah

Pada tahap ini, dilakukan analisis ukuran butiran tanah yang digunakan dan uji batas-batas konsistensi dari tanah berbutir halus seperti batas cair (*liquid limit*), batas plastis (*plastic limit*) dan indeks plastisitas (*plasticity index*). Analisis ukuran butiran ini dilakukan untuk menentukan persentase berat butiran pada satu unit saringan, dengan ukuran diameter lubang tertentu. Adapun uji batas-batas konsistensi dilakukan untuk mengetahui tingkat plastisitasnya. Dari analisis saringan dan tingkat plastisitasnya dapat ditentukan klasifikasi tanah.

c. Tahap pembuatan benda uji

Pada tahap ini terlebih dahulu dilakukan uji tingkat kepadatan tanah dengan menggunakan uji *standard Proctor*. Dari uji pemadatan ini didapatkan nilai kadar air optimum dan kepadatan maksimum.

Pembuatan benda uji dilakukan dengan cara mencampurkan tanah lempung dengan bahan aditif, yaitu limbah karbit dan abu sekam padi sesuai dengan kadar campuran yang telah ditentukan. Kemudian campuran diaduk sampai warnanya merata, dan ditambah air hingga mencapai kadar air optimum. Selanjutnya campuran dimasukkan ke dalam alat pencetakan dan dilakukan penekanan sekaligus penggetaran sebesar $\pm 200 \text{ Kg/cm}^2$. Kemudian benda uji/campuran dikeluarkan dari cetakan dan dilakukan perawatan dengan cara mengeringkannya pada suhu kamar selama 14 hari, 21 hari dan 28 hari.

d. Tahap uji kuat tekan

Uji kuat tekan ini bertujuan untuk mengetahui kuat tekan batu bata pada saat batu bata berumur 14 hari, 21 hari dan 28 hari. Pengujian dilaksanakan di Laboratorium Bahan Bangunan dan Teknologi Beton Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil uji tanah lempung

Berdasarkan hasil pengujian pendahuluan, tanah yang dijadikan bahan pengujian ini adalah tanah berbutir halus yang mempunyai distribusi seperti terlihat pada Gambar 1.

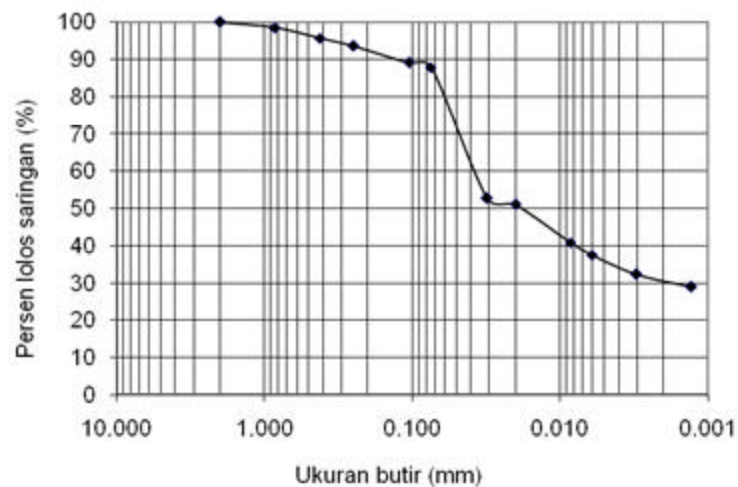
Berdasarkan kurva distribusi partikel tersebut, fraksi lempung sebanyak 30%, fraksi lanau sebanyak 57,83% dan fraksi pasir sebanyak 12,17%, sedangkan berdasarkan uji konsistensi dan plastisitas tanah berbutir halus diperoleh data batas plastis (*plastic limit*) sebesar 32,55%, batas cair (*liquid limit*) sebesar 72,76% dan indeks plastisitas sebesar 40,21%. Berdasarkan klasifikasi tanah menurut USCS, maka tanah dengan karakteristik tersebut dapat dikelompokkan ke dalam tanah berbutir halus, dengan simbol CH (lempung berplastisitas tinggi).

Tanah lempung yang diuji memiliki berat jenis sebesar 2,55. Kepadatan maksimumnya sebesar 11,32 kN/m³ dan kadar air

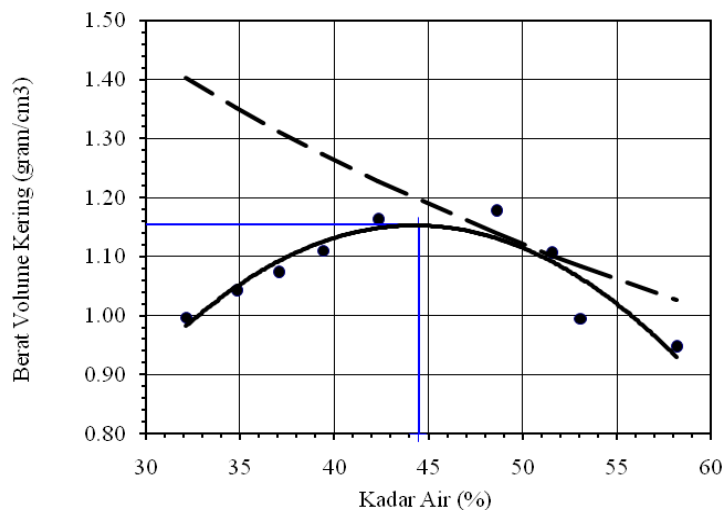
optimumnya sebesar 44,5 % seperti terlihat pada Gambar 2.

2. Pengaruh penambahan limbah karbit dan abu sekam padi terhadap nilai kuat tekan batu bata

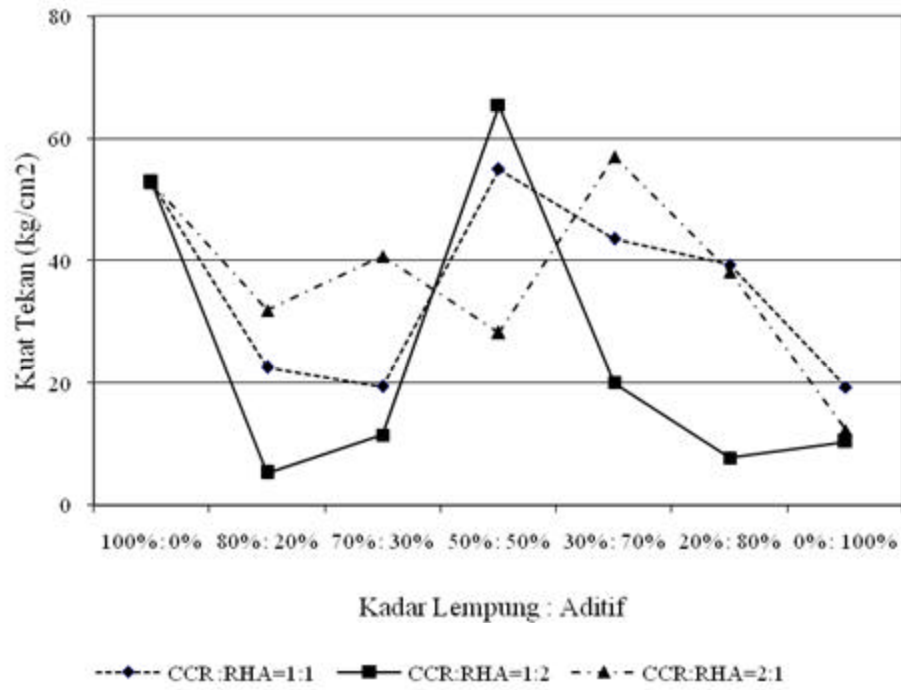
Pada penelitian ini dibuat batu bata yang mengandung campuran limbah karbit dan abu sekam padi. Diharapkan dengan penambahan limbah karbit dan abu sekam padi ini akan terjadi reaksi pozzolanik pada campuran batu bata, sehingga kuat tekan batu bata dapat meningkat meskipun tanpa melalui proses pembakaran. Grafik hubungan antara variasi penambahan bahan aditif dengan kekuatan tekan batu bata berdasarkan umur pengujian dapat dilihat pada Gambar 3, Gambar 4 dan Gambar 5.



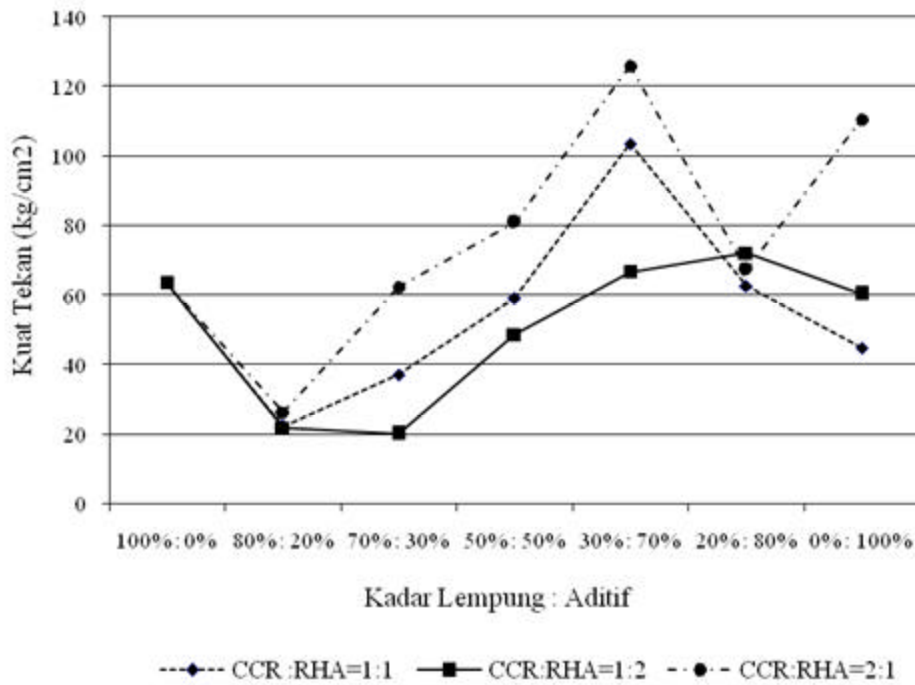
GAMBAR 1. Distribusi ukuran butiran tanah lempung



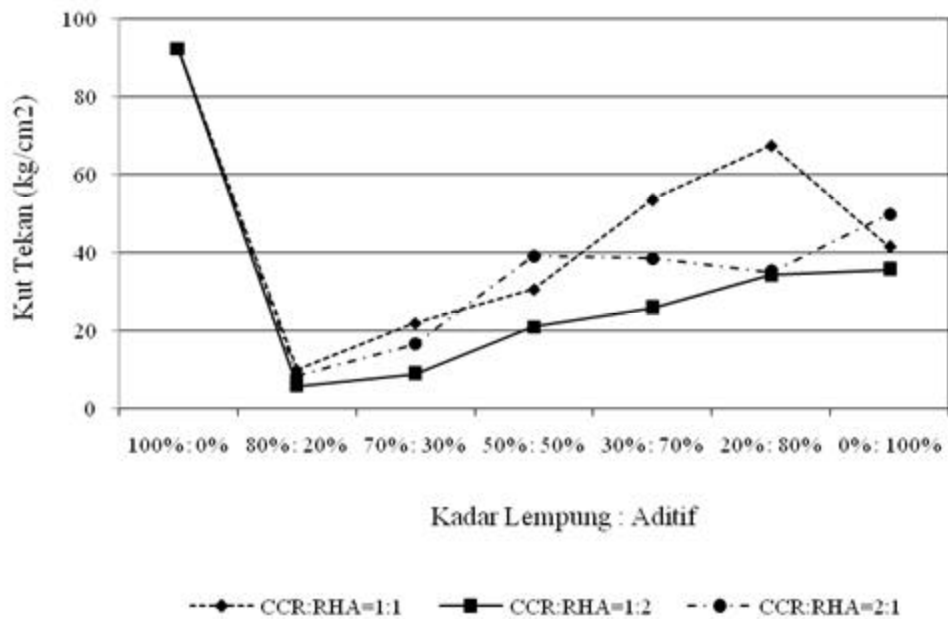
GAMBAR 2. Hasil uji pemadatan tanah



GAMBAR 3. Hubungan antara variasi pemakaian bahan aditif dengan nilai kuat tekan batu bata pada umur 14 hari.



GAMBAR 4. Hubungan antara variasi pemakaian bahan aditif dengan nilai kuat tekan batu bata pada umur 21 hari.



GAMBAR 5. Hubungan antara variasi pemakaian bahan aditif dengan nilai kuat tekan batu bata pada umur 28 hari.

Gambar 3 memperlihatkan naik turunnya nilai kuat tekan batu bata seiring dengan penambahan bahan aditif limbah karbit (*CCR*) dan abu sekam padi (*RHA*), baik pada kadar *CCR:RHA* sebesar 1:1, 1:2 maupun 2:1. Kuat tekan batu bata cenderung terus meningkat seiring dengan bertambahnya kandungan bahan aditif. Pemakaian 70% bahan aditif dengan perbandingan *CCR:RHA* = 2:1 merupakan campuran yang memiliki kuat tekan tertinggi yaitu sebesar 125,91 Kg/cm². Hal ini menunjukkan terjadinya proses pengerasan kimia antara *CCR* dan *RHA* dalam tanah. Pada proses ini terjadi proses hidrasi dan diikuti dengan proses terbentuknya *kalsium silikat* atau *kalsium aluminat*, yang bersifat mengikat antara butiran-butiran tanah, limbah karbit dan abu sekam padi, sehingga dapat meningkatkan kuat tekan batu bata.

Pada kadar *CCR:RHA*=2:1 nilai kuat tekan untuk kadar aditif 0% atau tanpa pemakaian bahan aditif adalah sebesar 63,64 Kg/cm², yang dapat digolongkan sebagai bata pejal kelas 50. Adapun pada kadar aditif 70% batu bata memiliki nilai kuat tekan tertinggi, yaitu sebesar 125,91 Kg/cm², yang dapat digolongkan sebagai bata pejal kelas 100. Dengan demikian terjadi kenaikan kuat tekan sebesar 97,85% dari pada batu bata tanpa bahan aditif.

Pada pemakaian bahan aditif lebih dari 70% nilai kuat tekannya mengalami penurunan. Hal ini disebabkan karena adanya pengurangan nilai keplastisan material pembentuk batu bata akibat pemakaian bahan aditif dalam jumlah yang besar terhadap bahan pembentuk batu bata, sehingga menyebabkan kurangnya daya ikat antara tanah lempung dan bahan aditif.

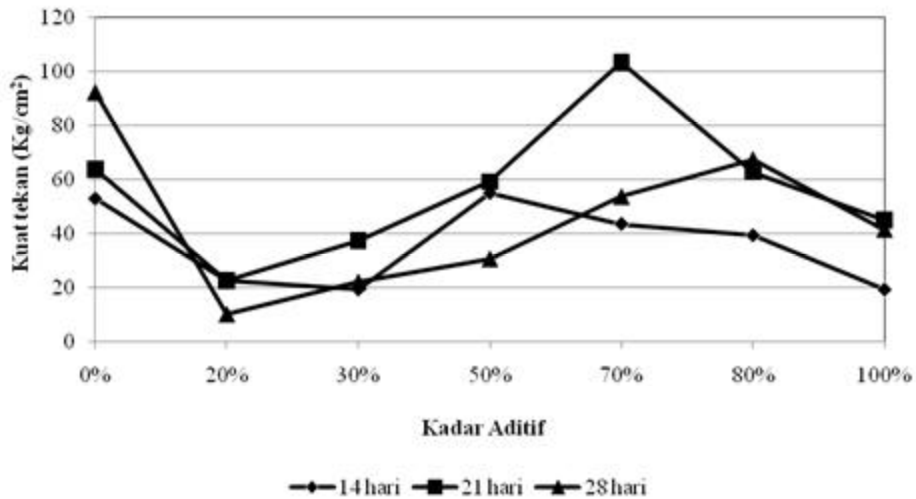
Dari Gambar 3 sampai dengan Gambar 5 secara umum dapat disimpulkan bahwa pemakaian bahan aditif tidak memberikan pengaruh yang signifikan untuk meningkatkan nilai kuat tekan batu bata tanpa dibakar, bahkan pada Gambar 5 pemakaian bahan aditif justru menurunkan nilai kuat tekan batu bata. Hal ini kemungkinan disebabkan karena kurangnya kadar air dalam proses pencetakan batu bata. Kurangnya kadar air ini disebabkan karena tidak dilakukannya uji pemadatan standar Proctor untuk menentukan kadar air optimum pada masing-masing campuran. Uji pemadatan hanya dilakukan pada tanah lempung tanpa campuran bahan aditif, sehingga kadar air tiap-tiap campuran ditentukan berdasarkan kadar air optimum tanah lempung saja. Bahan aditif ini memiliki sifat *porous* yang tinggi yaitu sifat untuk mudah menyerap air, sehingga campuran dengan pemakaian bahan aditif yang banyak akan kekurangan air dalam melakukan proses

reaksi *pozzolanic*. Dengan kurangnya kadar air dalam proses reaksi *pozzolanic* ini akan menurunkan nilai kuat tekan batu bata.

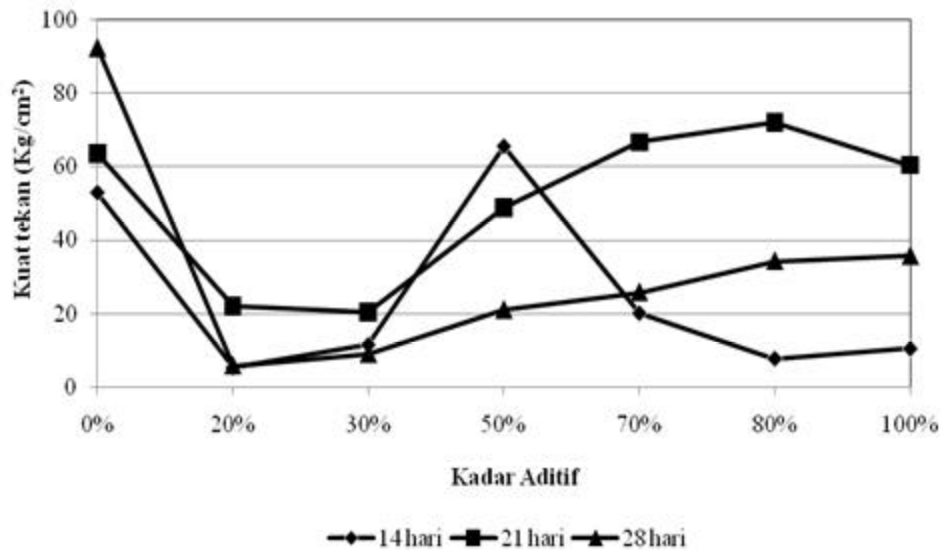
3. Pengaruh umur perawatan terhadap nilai kuat tekan batu bata

Reaksi *pozzolanic* yang terjadi akibat adanya reaksi antara limbah karbit dan abu sekam padi

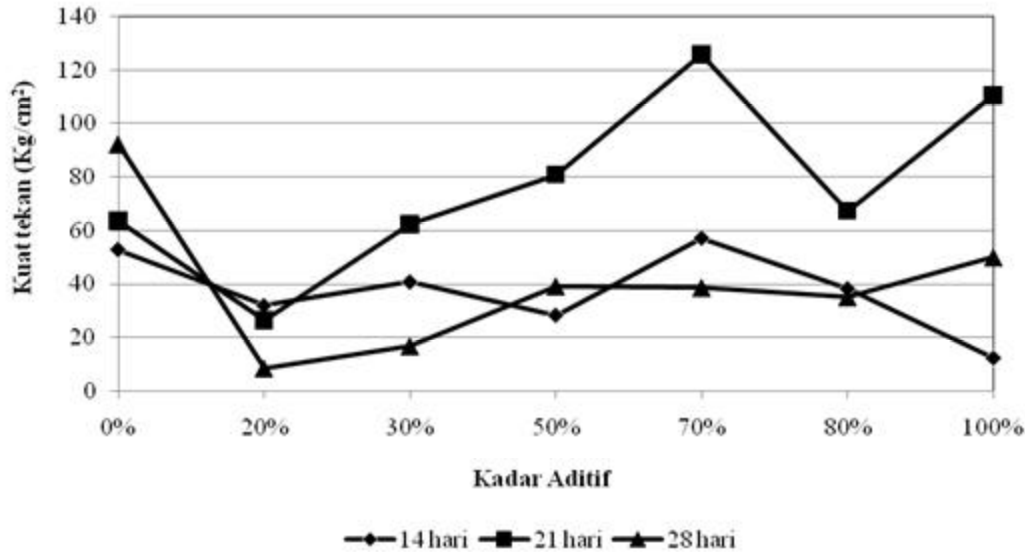
merupakan inti dari penelitian ini, sehingga diharapkan dapat meningkatkan nilai kuat tekan batu bata meskipun tanpa melalui proses pembakaran. Gambar 6 sampai dengan Gambar 8 memperlihatkan pengaruh pemakaian bahan aditif limbah karbit dan abu sekam padi terhadap nilai kuat tekan batu bata berdasarkan umur perawatan benda uji.



GAMBAR 6. Hubungan Pemakaian bahan aditif terhadap Kekuatan Tekan Batu Bata Berdasarkan Umur Pengujian pada CCR : RHA = 1 : 1



GAMBAR 7. Hubungan Pemakaian bahan aditif terhadap Kekuatan Tekan Batu Bata Berdasarkan Umur Pengujian pada CCR : RHA = 1 : 2



Gambar 8. Hubungan Pemakaian bahan aditif terhadap Kekuatan Tekan Batu Bata Berdasarkan Umur Pengujian pada CCR : RHA = 2 : 1

Secara umum Gambar 6 sampai dengan Gambar 8 memperlihatkan adanya peningkatan nilai kuat tekan batu bata, terutama pada umur perawatan 21 hari, jika dibandingkan dengan nilai kuat tekan batu bata pada umur perawatan 14 hari. Hal ini disebabkan karena terjadinya proses reaksi *pozzolanic* antara mineral limbah karbit dan abu sekam padi secara sempurna, sehingga terbentuk suatu gel yang keras yang dapat meningkatkan kuat tekannya. Tetapi pada umur perawatan 28 hari memperlihatkan penurunan nilai kuat tekannya di bawah umur perawatan 21 hari. Hal ini disebabkan oleh kurangnya kadar air yang digunakan dalam proses pencetakan batu bata, sehingga proses *pozzolanic* antara limbah karbit dan abu sekam padi tidak terjadi secara baik, dan pada akhirnya batu bata yang dihasilkan memiliki nilai kuat tekan yang rendah. Hal ini sesuai dengan apa yang dikatakan oleh Sukmanto (2004) bahwa kadar air sangat mempengaruhi reaksi *pozzolanic* antara limbah karbit dan abu sekam padi dan reaksi ini terjadi secara baik jika kebutuhan air terpenuhi.

KESIMPULAN

1. Kuat tekan batu bata cenderung meningkat seiring dengan bertambahnya kandungan bahan aditif, dan mencapai nilai tertinggi pada pemakaian 70% bahan aditif.

2. Campuran batu bata yang memiliki nilai kuat tekan tertinggi adalah pada penambahan bahan aditif sebesar 70%, dengan perbandingan CCR:RHA=2:1, yaitu sebesar 125,91 Kg/cm², yang dapat digolongkan ke dalam bata pejal kelas 125.
3. Pemakaian bahan aditif berupa limbah karbit dan abu sekam padi pada batu bata tanpa dibakar dapat meningkatkan nilai kuat tekannya hingga mencapai umur perawatan 21 hari. Namun pada umur 28 hari, batu bata dengan pemakaian bahan aditif sebesar 20% sampai 100% cenderung mengalami penurunan nilai kuat tekannya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Lembaga Pengembangan Pendidikan dan Penelitian Masyarakat (LP3M) UMY yang telah memberikan bantuan dana untuk penelitian ini, serta Hardiyanto R. Mayuna dan Riki Nelson yang telah banyak membantu selama penelitian di laboratorium.

DAFTAR PUSTAKA

- Sukmanto, I. (2004). *Evaluasi variasi campuran abu sekam padi dan kapur pada pembuatan batu bata tanpa*

dibakar: Tugas Akhir, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

PENULIS:

Yosi Andre✉, Taufik Nugraha Siagian

Alumni Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik,
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Jalan
Lingkar Selatan, Bantul 55183, Yogyakarta,
Indonesia.

✉ Email: yosy_andr3@yahoo.com

Diskusi untuk makalah ini dibuka hingga
tanggal 1 April 2011 dan akan diterbitkan
dalam jurnal edisi Mei 2011.