

MANFAAT PENAMBAHAN KARBON DARI MATERIAL LIMBAH PADA BATU BATA TRADISIONAL

The Benefits Of Additional Carbon From Waste Materials In Traditional Brick

Anis Rahmawati* dan Ernawati Sri Sunarsih

Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sebelas Maret Surakarta
Jl. Slamet Riyadi No. 449, Pajang, Laweyan, Jawa Tengah, Indonesia

*Email:anisrahmawati79@gmail.com

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji pengaruh penambahan karbon dari material limbah berupa arang tempurung kelapa dan arang limbah kayu terhadap waktu pembakaran yang diperlukan batu bata untuk mencapai kuat tekan sesuai standar minimal. Disamping juga pengaruhnya terhadap karakteristik fisik dan mekanis batu bata. Karakteristik fisis yang ditinjau berupa porositas, berat jenis, dan susut bakar, sedangkan karakteristik mekanisnya berupa kuat tekan. Penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan melakukan pengujian terhadap sampel yang berupa batu bata merah pejal dengan dimensi 23 cm x 11 cm x 5 cm. Jumlah sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah 360 buah. Untuk masing-masing jenis arang yang digunakan, 6 buah benda uji digunakan untuk pengujian tekan dan 6 buah benda uji untuk pengujian fisis, untuk tiap lama pembakaran dan persentase penggunaan arang. Hasil dari penelitian ini adalah: 1) Semua pengujian kuat tekan batu bata memenuhi standar mutu bata SK SNI-S-04-1989-F yakni memenuhi standar batu bata kelas 25 dan kelas 50, 2) Semua pengujian berat jenis memenuhi standar berat jenis batu bata normal, dengan berat jenis dihasilkan kurang dari 1,8 gr/cm³, 3) Semua pengujian susut bakar bahan uji memenuhi standar susut bakar maksimal, yaitu masih dibawah 15%, dan 4) Pengujian porositas arang tempurung kelapa semua memenuhi syarat porositas maksimal, sedangkan pengujian porositas arang limbah kayu tidak memenuhi standar yaitu di atas 20%.

Kata kunci: Batu bata, arang tempurung kelapa, arang limbah kayu, kuat tekan, berat jenis, susut bakar

ABSTRACT

The aims of this research were to examine the effect of adding carbon from waste materials such as coconut shell charcoal and waste wood charcoal to the time required by brick to achieve a minimum compressive strength in accordance with the applicable standards. Besides also its effect on the physical and mechanical characteristics of the bricks. The physical characteristics such as porosity, density, and shrinkage, while the mechanical characteristics such as compressive strength. This research was done by testing of the 360 samples in the form of solid red bricks with 23 cm x 11 cm x 5 cm in dimensions. Results from this study were: 1) Compressive strength of the bricks suitable with SNI SK-S-04-1989-F which convenient in class 25 and class 50, 2) Specific gravity of the bricks in accordance with normal brick density, with the resulting specific gravity of less than 1,8 gr/cm³, 3) shrinkage of the bricks suitable with maximum shrinkage, which is still below 15%, and 4) porosity of the bricks with coconut shell charcoal qualify a maximum porosity, while the porosity of the bricks with waste wood charcoal did not meet the standard that is above 20%.

Key words: *Bricks, coconut shell charcoal, waste wood charcoal, Compressive strength, Specific gravity, porosity*

PENDAHULUAN

Batu bata tradisional sampai saat ini masih menjadi pilihan banyak orang sebagai bahan bangunan pengisi dinding, meskipun sudah ada banyak material dinding lain yang tersedia seperti batako dan bata ringan. Hal ini karena batu bata tradisional sudah dikenal baik oleh masyarakat umum, sehingga metode pemasangannya pun sudah diketahui dan biasa dilakukan serta keberadaan bahan yang dekat dengan masyarakat. Selain itu karakteristik batu bata tradisional yang menghasilkan suasana rumah dingin serta kekuatannya yang baik juga menjadi faktor masih banyak digunakannya bahan bangunan ini.

Kendala dalam pemenuhan kebutuhan batu bata adalah waktu pembuatannya yang relatif lama dikarenakan pembakaran dan waktu pengeringan yang lama. Harga batu bata tradisional juga cenderung terus naik. Kenaikan harga ini salah satunya dipicu dari kenaikan harga bahan bakar yang digunakan untuk pembakaran batu bata. Oleh karena itu untuk menekan harga diperlukan upaya untuk menghemat bahan bakar yang diperlukan dalam pembakaran batu bata. Salah satu caranya bisa dengan memperpendek waktu pembakaran. Namun mengurangi waktu pembakaran tidak dapat dilakukan begitu saja, harus disertai dengan perbaikan bahan, agar kualitas batu bata yang dihasilkan tetap memenuhi syarat meskipun dengan waktu pembakaran yang lebih cepat dari biasanya.

Mikrajuddin Abdullah dkk. (2009) telah berhasil mensintesis komposit dari campuran clay dan bubuk karbon. Melalui penelitian tersebut diketahui bahwa penambahan bubuk karbon sekitar 0,05 – 0,1 w/w meningkatkan kekuatan keramik sekitar 8 kali lipat dari kekuatan keramik tanpa penambahan karbon dan waktu pembakaran yang singkat yaitu 2 jam

Berangkat dari kondisi tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengkaji pengaruh penambahan karbon dari material limbah terhadap waktu pembakaran yang diperlukan batu bata untuk mencapai kuat

tekan sesuai standar minimal. Disamping juga pengaruhnya terhadap karakteristik fisik dan mekanis batu bata. Karakteristik fisis yang ditinjau berupa porositas, berat jenis, dan susut bakar, sedangkan karakteristik mekanisnya berupa kuat tekan.

Adapun karbon yang digunakan yaitu karbon dari arang tempurung kelapa dan arang limbah kayu. Alasan penggunaan material tersebut adalah berlimpahnya material di lingkungan serta pemanfaatannya yang masih sangat terbatas.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian kuantitatif eksperimental dengan teknik pengolahan data menggunakan analisis regresi, serta dianalisis secara inferensial dan deskriptif. Langkah-langkah penelitian adalah sebagai berikut : (1) Persiapan alat dan bahan, (2) Pemeriksaan bahan : a) tanah liat (kadar air, berat jenis, batas cair, batas plastis dan indeks plastis), b) air (tidak berwarna, tidak bau), (3) Pembuatan benda uji : a) perhitungan kebutuhan bahan dan bahan campuran, b) pencampuran dan pencetakan batu bata dengan persentase penggantian tanah liat oleh arang sebesar 0%, 5%, 10% 20% dan 30% dari volume tanah liat yang diperlukan. (4) Pengeringan dan pembakaran batu bata (12 jam, 18 jam, 24 jam dan 30 jam pada arang limbah kayu dan 12 jam, 24 jam, 36 jam dan 60 jam pada arang tempurung kelapa) (5) Pengujian batu bata : a) uji fisis (berat jenis, susut bakar, porositas), b) uji mekanis (kuat tekan), (6) Analisa data : a) prasyarat analisis (normalitas, linieritas dan keberartian regresi), b) analisis regresi. (7) Kesimpulan.

Sampel dalam penelitian ini adalah batu bata merah pejal dengan dimensi 23 cm x 11 cm x 5 cm, dengan bahan pengganti tanah liat berupa arang tempurung kelapa dan arang kayu. Jumlah sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah 360 buah. Untuk masing-masing jenis arang yang digunakan, sampel benda uji dipilah – pilah dengan 6 buah benda uji

untuk pengujian tekan dan 6 buah benda uji untuk pengujian fisis, untuk tiap lama pembakaran dan persentase penggunaan arang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kuat Tekan Batu Bata

Tujuan dari penelitian yaitu mempercepat waktu pembakaran batu bata dengan kuat tekan yang sesuai dengan standar batu bata SK SNI-S-04-1989-F, yaitu minimal 2,5 Mpa. Dengan penambahan karbon dari arang limbah kayu dan arang tempurung kelapa diharapkan dapat mempercepat waktu pembakaran batu bata tetapi dengan kekuatan yang masih sesuai dengan standar yang digunakan.

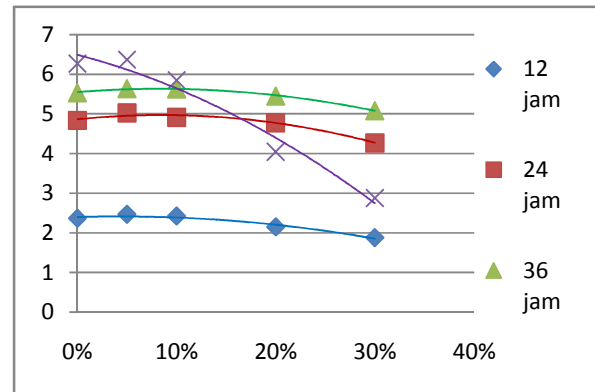
Tabel 1. Kuat tekan batu bata menurut SK SNI-S-04-1989-F

Kelas	Kuat Tekan minimum	
	Kg/cm ²	N/mm ²
25	25	2,5
50	50	5
100	100	10
150	150	15
200	200	20
250	250	25

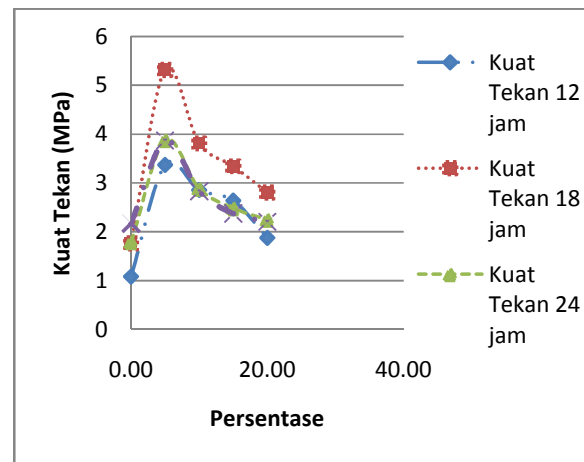
a. Pengaruh Persentase Penambahan Material Limbah terhadap Kuat Tekan Batu Bata

Kecenderungan hubungan antara persentase penggunaan arang dengan kuat tekan batu bata pada masing-masing variasi lama pembakaran dapat dilihat pada grafik pada gambar 1.

Berdasarkan grafik pada gambar 1, terlihat jelas bahwa pada variasi penambahan karbon tertentu akan menaikkan kuat tekan batu bata, namun setelah melewati batas optimum akan menurunkan kuat tekannya.



Arang tempurung kelapa



Arang limbah kayu

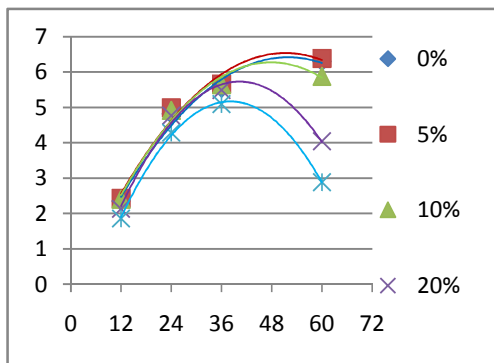
Gambar 1. Grafik Hubungan Persentase dengan Kuat Tekan

Pada penggunaan arang tempurung kelapa, pada waktu pembakaran 12 jam, 24 jam, dan 36 jam kuat tekan mengalami peningkatan antara penambahan karbon 0% - 10%. Dan pada penggunaan arang limbah kayu kuat tekan batu bata optimum dicapai antara persentase penggantian arang limbah kayu 0%-5%. Melewati batas-batas penambahan tersebut, kuat tekan mengalami penurunan. Tanpa karbon, ruang antar molekul tanah liat berupa ruang kosong. Gaya ikat yang terbentuk hanya gaya ikat antar molekul tanah liat. Dengan menambahkan karbon pada persentase tertentu, molekul karbon mulai mengisi ruang antar partikel tanah liat, akibatnya muncul ikatan baru yang bekerja pada molekul tanah liat, yaitu ikatan

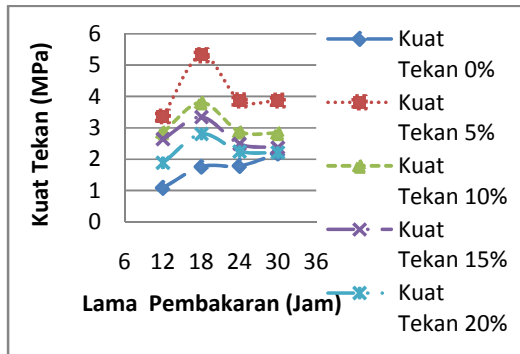
antara molekul tanah liat dengan tanah liat dan ikatan antara molekul tanah liat dengan karbon. Namun jika karbon diperbanyak lagi akan muncul ikatan antar karbon itu sendiri. Sehingga ketika karbon ditambah terlalu banyak ia akan menggantikan peran tanah liat sebagai bahan penyusun batu bata, padahal karbon lebih rapuh dari tanah liat. Hal tersebut menyebabkan kekuatan batu bata menjadi berkurang.

b. Pengaruh lama pembakaran pada kuat tekan batu bata

Kecenderungan hubungan antara lama pembakaran dengan kuat tekan batu bata pada masing-masing variasi persentase penambahan karbon dari material limbah dapat dilihat pada grafik pada gambar 2.



Arang tempurung kelapa



Arang limbah kayu

Gambar 2. Grafik Hubungan Lama Pembakaran dengan Kuat Tekan Batu bata

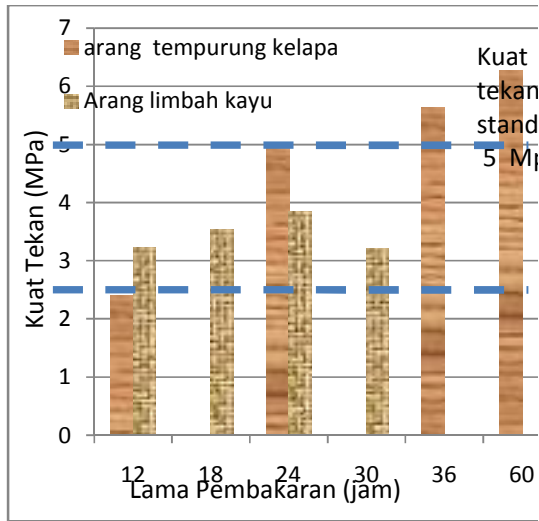
Berdasarkan grafik di atas terlihat bahwa penambahan waktu pembakaran akan menaikkan kekuatan batu bata, namun sampai batas waktu tertentu penambahan waktu pembakaran justru menurunkan kekuatan.

Pada penggunaan arang tempurung kelapa, penambahan karbon 0% - 10% kuat tekan mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya waktu. Dan pada semua variasi persentase arang diperoleh waktu optimal pembakaran di angka 36 jam. Semakin lama waktu pembakaran akan membuat air yang mengisi pori tanah liat menguap dan menyebabkan molekul-molekul tanah liat merapat dan saling mengisi pori yang kosong. Penambahan karbon dengan persentase tertentu difungsikan untuk menstabilkan ikatan antar molekul tanah liat, karena kandungan SiO₂ yang terdapat dalam karbon dapat mengisi pori tanah liat yang kosong itu. Selain itu SiO₂ pada karbon bisa berfungsi sebagai katalis yang membantu mempercepat proses pembakaran tanah liat.

Pada penggunaan arang limbah kayu, lama pembakaran batu bata antara 24 jam- 30 jam memperlihatkan kuat tekan batu bata mengalami penurunan. Hal itu dikarenakan oleh adanya perubahan partikel arang pada temperatur tinggi. Semakin lama pembakaran maka arang akan mengalami penguapan dan ikut terbakar dan mengakibatkan ikatan antar partikel tanah liat dan arang berkurang, sehingga kekuatan batu-bata mengalami penurunan.

c. Persentase bahan tambah yang optimal untuk mencapai kuat tekan standar

Perbandingan hasil pengujian kuat tekan batu bata dengan bahan tambah Arang tempurung kelapa dan Arang limbah kayu terhadap kuat tekan batu bata menurut Standart SK SNI-S-04-1989-F dapat dilihat pada grafik pada gambar 3.



Gambar 3. Perbandingan Pengujian Kuat Tekan Batu Bata Dengan bahan tambah terhadap standar

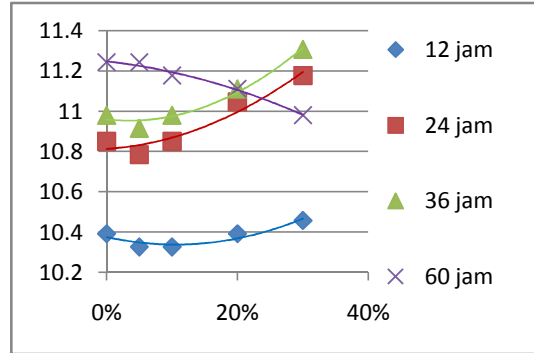
Berdasarkan grafik dapat disimpulkan bahwa pada hampir semua jenis arang dan variasi waktu pembakaran menghasilkan kuat tekan yang sesuai dengan standar, kecuali pada pembakaran 12 jam arang tempurung kelapa. Hal tersebut disebabkan karena pada waktu pembakaran 12 jam, partikel-partikel tanah liat masih belum berikatan dengan sempurna dan masih menyisakan banyak pori karena banyak air yang masih terperangkap dalam partikel tanah liat. Selain itu molekul karbon belum mencapai susunan yang stabil, sehingga karbon tidak dapat mengisi rongga kosong pada partikel-partikel tanah liat. Ikatan yang belum sempurna itu menyebabkan kuat tekan yang rendah.

Susut Bakar Batu Bata

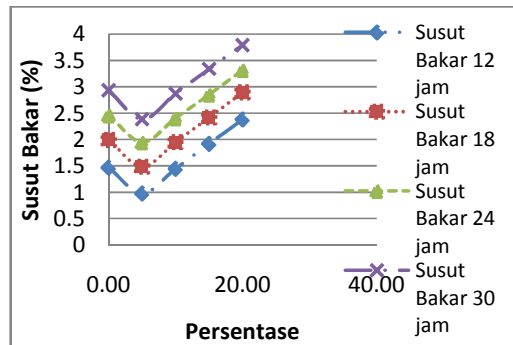
Salah satu tujuan dari penelitian adalah untuk mengetahui lama pembakaran batu bata terpendek dengan susut bakar yang sesuai dengan ketentuan. Ketentuan susut bakar berkisar antara 10%-15% (Daryanto, 1994). Dengan penambahan karbon dari arang material limbah diharapkan dapat mempercepat waktu pembakaran batu bata yang diperlukan tetapi dengan susut bakar yang masih sesuai ketentuan yang digunakan.

a. Pengaruh Persentase Penambahan Material Limbah terhadap Susut Bakar Batu Bata

Kecenderungan hubungan antara persentase penambahan karbon dari arang amterial limbah dengan susut bakar batu bata pada masing-masing variasi lama pembakaran dapat dilihat pada grafik gambar 4.



Arang tempurung kelapa



Arang limbah kayu

Gambar 4. Grafik Hubungan Persentase dengan Susut Bakar

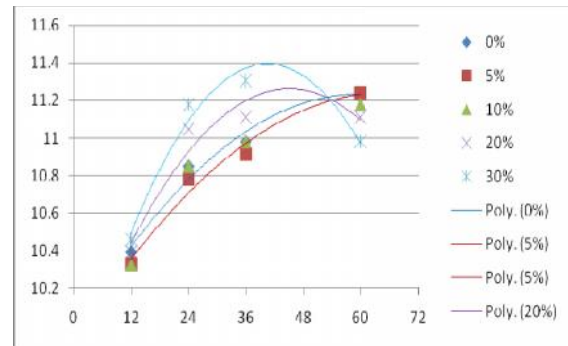
Berdasarkan grafik dapat dilihat bahwa pada penggunaan arang tempurung kelapa, penambahan karbon dengan persentase tertentu akan mengecilkan penyusutannya. Namun penambahan karbon lebih lanjut ternyata menaikkan susut bakarnya. Penurunan persentase susut bakar yang berarti kenaikan dimensi batu bata terjadi pada penambahan karbon antara 0% -10%, hal ini disebabkan oleh kandungan SiO₂ yang terdapat pada karbon dan tanah liat mengalami perubahan

susunan molekul sehingga butir-butir tanah liat dan karbon mengalami pemuaihan. Hal ini menyebabkan terjadinya peningkatan dimensi sampel yang mengakibatkan penurunan susut bakar. Adapun kenaikan susut bakar disebabkan oleh susunan SiO_2 mengalami deformasi (perubahan susunan) karena SiO_2 telah mencapai kestabilan susunan molekul pada penambahan karbon 0% -10% sehingga menyebabkan SiO_2 mengikat lebih banyak karbon, sedangkan karbon ikut bereaksi dengan panas pembakaran dan menjadi bahan bakar bagi tanah liat. Hal tersebut menyebabkan susut tanah liat yang semakin besar karena SiO_2 pada tanah liat akan menggantikan kehilangan karbon dan kembali pada susunan molekul awal sebelum berikatan dengan karbon.

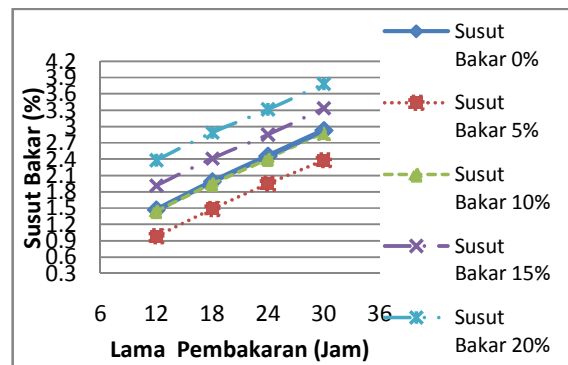
Pada penggunaan arang limbah kayu, penurunan susut bakar batu bata dicapai antara persentase penggantian arang kayu 0%-5%. Namun setelah melewati batas penggantian itu susut bakar batu bata mengalami kenaikan. Hal ini disebabkan oleh perubahan susunan molekul pada arang dan tanah liat, sehingga butir-butir tanah liat dan karbon mengalami pemuaihan. Hal itu menyebabkan bertambahnya dimensi pada batu bata yang mengakibatkan penurunan susut bakar. Adapun kenaikan susut bakar disebabkan oleh susunan partikel tanah liat dan karbon telah mengalami deformasi dan telah mencapai kestabilan susunan molekul pada persentase 0%-5%. Pada prosentase penggantian arang > 5%, batu bata terlalu banyak mengikat karbon, dan karbon ikut bereaksi dengan panas pembakaran sehingga menjadi bahan bakar bagi tanah liat. Hal tersebut mengakibatkan susut bakar yang semakin meningkat karena partikel dari tanah liat menggantikan hilangnya karbon yang terbakar, sehingga partikel-partikel tanah liat semakin rapat dan mengakibatkan berkurangnya dimensi batu bata.

b. Pengaruh lama pembakaran pada susut bakar batu bata

Kecenderungan hubungan antara lama pembakaran dengan susut bakar batu bata pada masing-masing variasi persentase penambahan material limbah dapat dilihat pada grafik gambar 5.



Arang tempurung kelapa



Arang limbah kayu

Gambar 5. Grafik Hubungan Lama Pembakaran dengan Susut Bakar

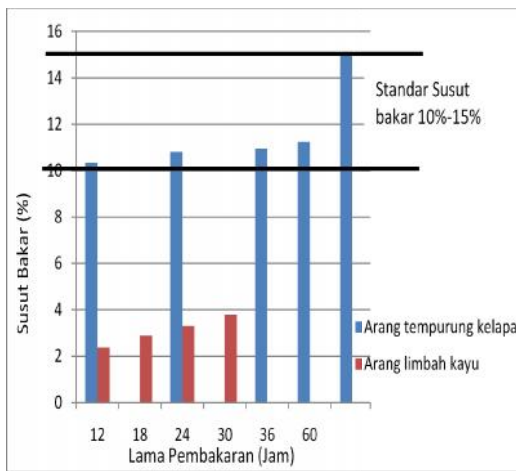
Grafik di atas menunjukkan bahwa pada kedua jenis bahan tambah, susut bakar mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya waktu pembakaran. Hal tersebut disebabkan oleh tanah liat mengalami penguapan yang banyak dengan bertambahnya lama pembakaran sehingga menyebabkan ikatan antar molekul tanah liat menjadi semakin rapat. Ikatan yang semakin rapat menyebabkan dimensi yang mengecil, itu berarti susut yang semakin besar.

Pada penggunaan arang tempurung kelapa, terlihat pula pada penambahan waktu pembakaran 60 jam dengan penambahan karbon 20% - 30% susut bakar mengalami penurunan, itu berarti dimensi yang membesar. Penurunan susut ini disebabkan oleh karbon yang banyak ikut bereaksi dengan panas pembakaran sehingga meninggalkan rongga pada tanah liat. Selain itu, waktu

pembakaran yang terlalu lama menyebabkan tanah liat memuai. Hal tersebut berarti pembakaran dalam waktu yang lama menyebabkan molekul-molekul tanah liat semakin merenggang sehingga menyebabkan dimensi membesar dan penyusutan yang semakin kecil.

c. Persentase Penambahan Material Limbah yang Optimal untuk mencapai Susut Bakar Standar

Perbandingan hasil pengujian susut bakar batu bata dengan bahan tambah dari material limbah berupa abu sekam padi dan abu jerami terhadap susut bakar batu bata menurut Standart dapat dilihat pada grafik pada gambar 6.



Gambar 6. Kesesuaian Pengujian Susut Bakar Batu Bata Dengan Ketentuan yang Berlaku

Berdasarkan grafik di atas dapat disimpulkan bahwa susut bakar pada tiap waktu pembakaran memenuhi standar maksimal susut bakar.

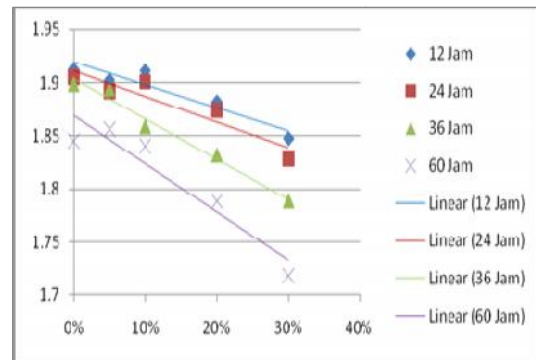
Berat Jenis Batu Bata

Tujuan dari penelitian salah satunya adalah untuk mengetahui lama pembakaran batu bata dengan berat jenis yang sesuai dengan ketentuan yang ada dengan menambahkan karbon dari arang material limbah pada campuran bahan penyusun batu bata. Dengan menambahkan karbon tersebut diharapkan

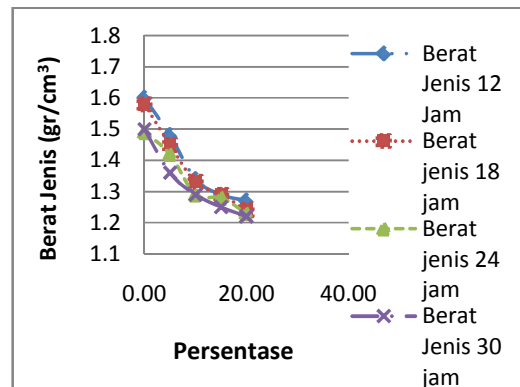
dapat mempercepat lama pembakaran batu bata tetapi dengan berat jenis yang masih sesuai dengan standar yang digunakan yaitu $1,8 \text{ gr/cm}^3 - 2,6 \text{ gr/cm}^3$.

a. Pengaruh Persentase Penambahan Material Limbah terhadap Berat Jenis Batu Bata

Kecenderungan hubungan antara persentase penambahan material limbah terhadap berat jenis batu bata pada masing-masing bahan tambah dapat dilihat pada grafik pada gambar 7.



Arang tempurung kelapa



Arang limbah kayu

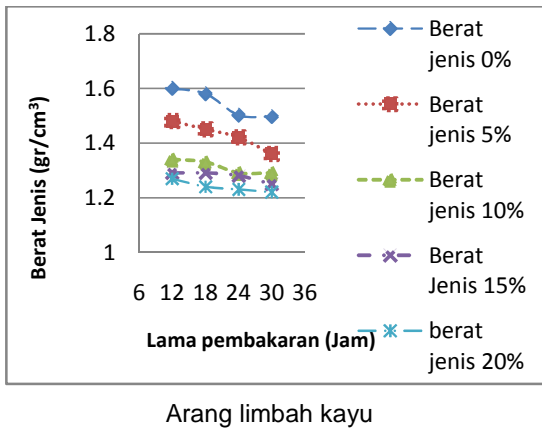
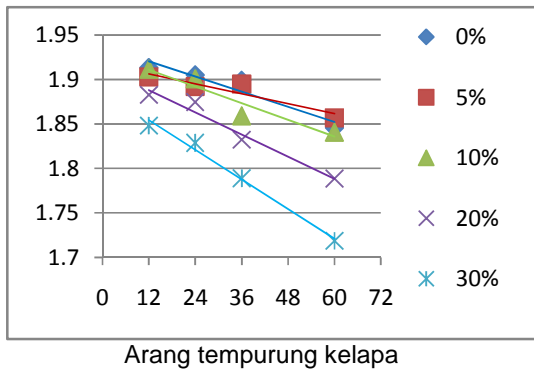
Gambar 7. Grafik Hubungan Persentase dengan Berat jenis

Berdasarkan grafik di atas terlihat bahwa semakin banyak persentase penambahan karbon, berat jenis semakin kecil. Berat jenis karbon lebih rendah daripada tanah liat sehingga ketika karbon ditambahkan terlalu banyak akan menggantikan peran tanah liat sebagai bahan penyusun batu bata. Penggantian itu

menyebabkan berat jenis yang semakin berkurang.

b. Pengaruh lama pembakaran pada berat jenis batu bata

Kecenderungan hubungan antara lama pembakaran dengan berat jenis batu bata pada masing-masing variasi material limbah sebagai bahan tambah dapat dilihat pada grafik gambar 8.



Gambar 8. Grafik Hubungan Lama Pembakaran dengan Berat Jenis

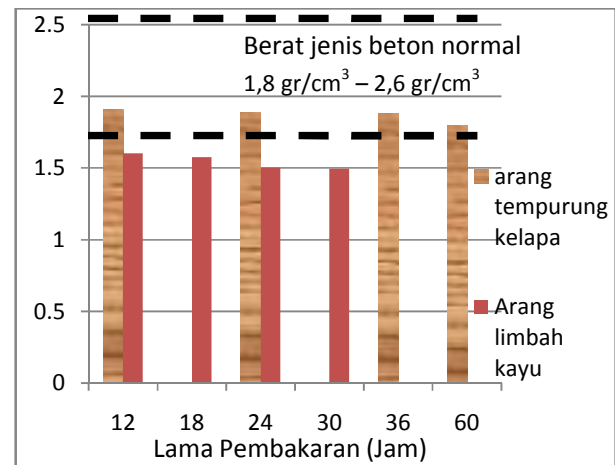
Grafik di atas menunjukkan bahwa semakin lama waktu pembakaran menyebabkan berat jenis batu bata semakin kecil. Hal ini disebabkan oleh penguapan air yang semakin banyak pada pori yang mengisi tanah liat. Selain itu dipengaruhi oleh perubahan susunan molekul SiO₂ yang sebagian besar terdapat pada tanah liat. Pembakaran yang lama

menyebabkan susunan molekul SiO₂ mengalami perubahan.

Pada Gambar 4.11 di atas dapat dilihat bahwa seiring dengan penambahan lama pembakaran berat jenis batu bata semakin menurun. Hal ini disebabkan oleh perubahan partikel dari karbon. Karbon yang dibakar pada panas pembakaran tertentu akan menguap dan ikut terbakar seiring dengan bertambahnya lama pembakaran. Selain itu semakin lama waktu pembakaran berarti semakin banyak air pori yang menguap, sehingga menyebabkan banyak meninggalkan rongga di dalam batu bata yang mengakibatkan menurunnya berat jenis.

c. Persentase Penambahan Material Limbah yang Optimal untuk Mencapai Berat Jenis Standar

Kesesuaian hasil pengujian berat jenis batu bata dengan Standart yang digunakan dapat dilihat pada grafik gambar 9.



Gambar 9. Kesesuaian Pengujian Berat Jenis Batu Bata Dengan Standar yang digunakan

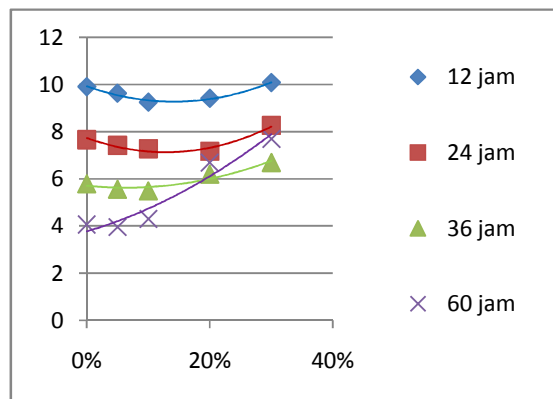
Berdasarkan grafik terlihat bahwa semua variasi batu bata mempunyai berat jenis kurang dari berat jenis batu bata normal (< 1,8 gr/cm³). Terlihat pula bahwa pada pembakaran 60 jam mempunyai kuat tekan paling tinggi. Dengan kuat tekan paling tinggi dan berat jenis yang kecil, batu bata pada pembakaran 60 jam berpotensi untuk menjadi batu bata tahan gempa.

Porositas

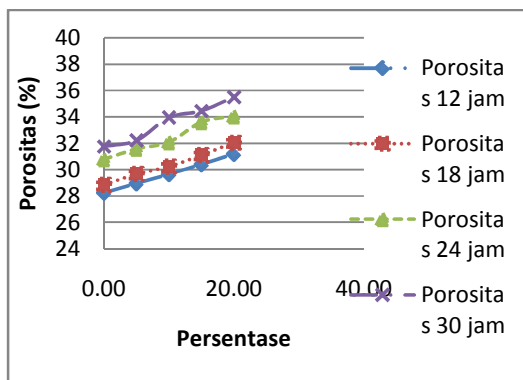
Salah satu tujuan dari penelitian yaitu mengetahui pengaruh penambahan karbon dari arang material limbah dengan lama pembakaran minimal untuk mencapai porositas yang sesuai dengan ketentuan yang ada, yaitu porositas batu bata maksimal 20%. (Yudha Romadhona, 2007)

a. Pengaruh Persentase Penambahan Material Limbah terhadap Porositas Batu Bata

Kecenderungan hubungan antara persentase penambahan karbon dengan porositas batu bata pada masing-masing variasi bahan tambah dapat dilihat pada grafik gambar 10.



Arang tempurung kelapa

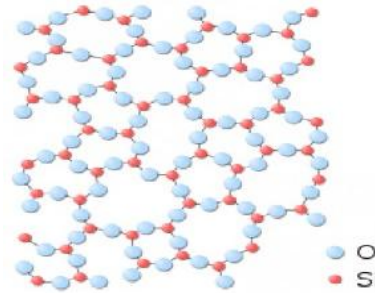


Arang limbah kayu

Gambar 10. Grafik Hubungan Persentase dengan Porositas

Pada penggunaan arang tempurung kelapa, terlihat jelas bahwa pada variasi penambahan karbon tertentu akan menurunkan porositas batu bata,

namun setelah melewati batas optimum akan menaikkan porositasnya.



Gambar 11. Susunan Molekul SiO₂

Porositas terjadi akibat daya ikat yang sedikit pada tanah liat, itu berarti rongga-rongga yang besar. Semakin besar daya ikatnya, porositas akan semakin kecil. Pada waktu pembakaran 12 jam, 24 jam, 36 jam dan 60 jam porositas mengalami penurunan antara penambahan karbon 0% - 10%. Hal tersebut disebabkan oleh susunan SiO₂ yang terdapat pada tanah liat dan karbon mencapai kestabilan susunan molekul, yang berarti penggabungan partikel semakin rapat karena pori-pori dapat terisi penuh.

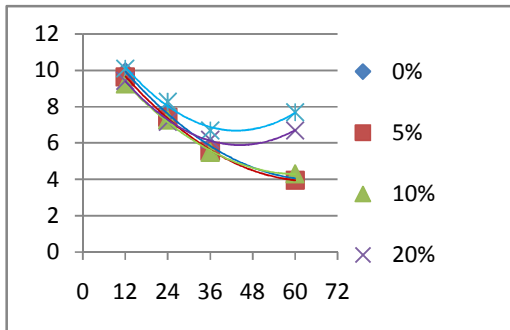
Namun melewati batas penambahan tersebut, porositas mengalami peningkatan. Hal tersebut dikarenakan karbon yang semakin banyak menyebabkan ikatan antar molekul menjadi tidak seimbang dan menyebabkan banyak terjadi pori akibat perbandingan susunan SiO₂ dengan karbon yang terlalu signifikan dan menyebabkan susunan molekul-molekul tanah liat yang lain menjadi tidak stabil. Sehingga menyebabkan ikatan antar bahan penyusun semakin renggang dan porositas semakin besar.

Selanjutnya pada waktu pembakaran 60 jam, terjadi kenaikan porositas yang sangat drastis untuk penambahan karbon 20% - 30%, hal ini selain dipengaruhi oleh ikatan antar molekul yang tidak seimbang, juga diakibatkan oleh susunan SiO₂ yang mengalami perubahan pada temperatur tinggi. Semakin lama waktu pembakaran juga dapat mengakibatkan karbon mengalami penguapan atau terbakar sehingga membuat ikatan antar partikel tanah liat merenggang, itu berarti porositas yang semakin besar pula.

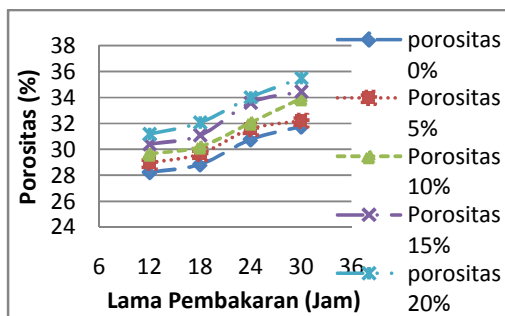
Pada penggunaan arang limbah kayu terlihat bahwa seiring bertambahnya prosentase penggantian karbon tertentu dapat menaikkan porositas batu bata. Hal ini disebabkan oleh adanya rongga yang terdapat pada batu bata. Dan rongga tersebut dihasilkan oleh adanya penggantian karbon, karbon yang dibakar dengan panas pembakaran tertentu akan menguap dan meninggalkan rongga pada tanah liat sehingga menyebabkan porositas batu bata yang besar, seiring dengan penambahan persentase karbon maka rongga yang dihasilkan oleh sisa pembakaran semakin banyak sehingga porositas batu bata semakin meningkat.

b. Pengaruh lama pembakaran pada porositas batu bata

Kecenderungan hubungan antara lama pembakaran dengan porositas batu bata pada masing-masing variasi bahan tambah dapat dilihat pada grafik gambar 12.



Arang tempurung kelapa



Arang limbah kayu

Gambar 12. Grafik Hubungan Lama Pembakaran dengan porositas

Grafik di atas menunjukkan pada penggunaan arang tempurung kelapa,

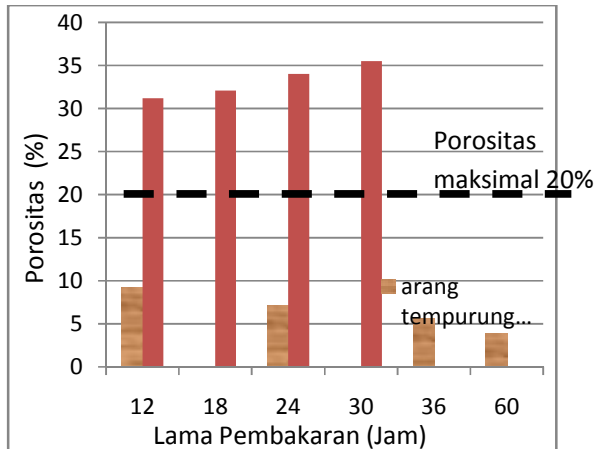
semakin lama waktu pembakaran menyebabkan porositas yang semakin kecil. Hal ini dikarenakan lamanya waktu pembakaran menyebabkan penguapan yang berlebih pada tanah liat sehingga molekul-molekul tanah liat saling merapat untuk mengisi pori yang kosong akibat penguapan.

Namun pada waktu pembakaran 60 jam dengan prosentase penambahan karbon 20%-30% menyebabkan porositas yang semakin naik. Hal ini disebabkan oleh waktu pembakaran yang terlalu lama menyebabkan karbon terbakar sehingga meninggalkan pori yang banyak pada tanah liat. Selain itu, pembakaran yang terlalu lama akan menyebabkan SiO₂ mengalami perubahan susunan molekul yang signifikan dan mengakibatkan pori tanah liat memuai. Pemuaihan pori ini menyebabkan tanah liat retak dan merenggang sehingga meninggalkan pori yang besar dan berakibat pada porositas yang besar juga

Sedangkan pada penggunaan arang limbah kayu, dapat dilihat bahwa semakin lama pembakaran dapat menaikkan porositas batu bata. Hal ini disebabkan oleh hilangnya karbon yang ada pada tanah liat dikarenakan oleh menguapnya partikel karbon akibat pembakaran. Sehingga meninggalkan banyak rongga dan menyebabkan porositas semakin besar.

c. Persentase Penambahan Material Limbah yang Optimal untuk Mencapai Porositas Standar

Kesesuaian hasil pengujian porositas batu bata dengan ketentuan yang digunakan dapat dilihat pada grafik gambar 13.



Gambar 13. Kesesuaian Pengujian Porositas Batu Bata dengan Ketentuan yang digunakan

Berdasarkan grafik di atas, terlihat bahwa pada penggunaan arang tempurung kelapa, porositas pada waktu pembakaran 60 jam tidak memenuhi standar minimal porositas untuk batu bata (<5%). Porositas yang lebih kecil dari 5% termasuk kategori stoneware atau gerabah (Daryanto, 1994). Sehingga batu bata pada waktu pembakaran 60 jam tidak dapat digunakan untuk bahan bangunan karena penyerapan air yang kurang akan menyebabkan daya lekat batu bata dengan spesi menjadi berkurang. Hal itu akan berakibat pada spesi yang mudah keropos.

Sedangkan pada penggunaan arang limbah kayu, dapat dilihat bahwa porositas batu bata yang diuji lebih besar dari porositas pada batu bata normal (20%). Seriring dengan bertambahnya prosentase batu bata juga mengalami kenaikan, sehingga dalam penelitian tidak diperoleh porositas dan prosentase penambahan optimal. Oleh karena itu diambil dari dari prosentase maksimal yang menghasilkan porositas maksimal yaitu pada prosentase 20% pada tiap –tiap waktu pembakaran. Porositas terbesar terjadi pada prosentase penambahan arang sebesar 30% dengan porositas sebesar 35.51%.

Porositas berkaitan erat dengan kualitas batu bata, pada grafik di atas dijelaskan bahwa porositas batu bata yang diuji lebih besar dari porositas yang disyaratkan. Porositas yang tinggi akan berpengaruh pada pemasangan batu bata

dan adukan, karena air pada adukan akan diserap oleh batu bata sehingga pengeras adukan tidak berfungsi dan mengakibatkan kekuatan adukan menjadi lemah. Oleh karena itu untuk menghindari kerusakan konstruksi yang disebabkan oleh porositas batu bata yang tinggi maka dalam penggunaannya batu bata perlu diadakan pemeliharaan khusus, misalnya dengan disiram air, atau spesi yang akan digunakan perlu ditambah dengan air. (Sri Handayani, 2010:48)

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Semua pengujian kuat tekan batu bata memenuhi standar mutu bata SK SNI-S-04-1989-F yakni memenuhi standar batu bata kelas 25 dan kelas 50.
2. Semua pengujian berat jenis memenuhi standar berat jenis batu bata normal, dengan berat jenis dihasilkan kurang dari 1,8 – 2,6 gr/cm³.
3. Semua pengujian susut bakar bahan uji memenuhi standar susut bakar maksimal, yaitu masih dibawah 15%.
4. Pengujian porositas arang tempurung kelapa semua memenuhi syarat porositas maksimal, sedangkan pengujian porositas arang limbah kayu tidak memenuhi standar yaitu di atas 20%
5. Kuat tekan tertinggi: 6,38 Mpa, dicapai oleh batu bata dengan penambahan 5% Arang tempurung kelapa pada pembakaran 60 jam
6. Berat jenis terendah: 1,22 gr/cm³, dicapai oleh batu bata dengan penambahan 20% Arang limbah kayu pada pembakaran 30 jam
7. Susut bakar terendah: 0,978% dicapai oleh batu bata dengan penambahan 5% Arang limbah kayu pada pembakaran 12 jam
8. Porositas terendah: 3,96% dicapai oleh batu bata dengan penambahan 5% Arang tempurung kelapa pada pembakaran 60 jam
9. Proses pembakaran batu bata di Industri tradisional dengan penambahan arang limbah kayu hanya memerlukan waktu

- 12 jam untuk mencapai mutu standar minimal.
10. Proses pembakaran batu bata di Industri tradisional dengan penambahan arang tempurung kelapa hanya memerlukan waktu 24 jam untuk mencapai mutu standar minimal.

DAFTAR PUSTAKA

Daryanto. 1994. Pengetahuan Alat Dan Bahan. Jakarta: Rineka Cipta

Masthura. 2010. Karakterisasi Batu Bata Dengan Campuran Abu Sekam Padi. Skripsi: Universitas Sumatra Utara, Medan.

M. Abdullah, A. D. Sonya, B. W. Nuryadin, A. R. Marully, Khairuddin, & Khairurrijal. 2009. "*Sintesis Keramik Berbasis Komposit Clay-Karbon dan Karakterisasi Kekuatan Mekaniknya*". *Jurnal Nanosains & Nanoteknologi*. Vol. 2 No.2.

Standar SK SNI S-04-1989-F, Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A (Bahan Bangunan Bukan Logam). DPU Yayasan LPMB. Bandung.

Sri Handayani, 2010. Kualitas Batu Bata Merah dengan Tambahan Serbuk Gergaji. *Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan*. Nomor 1 Volume 12- Januari 2010, Hal:41-50.

Yuda Romadhona. 2007. Tugas Akhir: Pengaruh Penambahan Abu Insenerator Terhadap Kualitas Batu Bata Merah dengan Tanah Liat di Kabupaten Temanggung. Universitas Negeri Semarang, Semarang.