

PENENTUAN MORFOLOGI PERMUKAAN DAN SIFAT FISIS SERTA SIFAT MEKANIK BATU BATA ASAL TANAH MERAH KABUPATEN KUPANG NUSA TENGGARA TIMUR.

T. Kapasiang, M. Bukit, J. Tarigan

Jurusan Fisika, Fakultas Sains Dan Teknik, Universitas Nusa Cendana

Email: thabitakapasiang@gmail.com

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian batu bata lempung tanpa campuran sekam padi asal desa Tanah Merah Kabupaten Kupang Nusa Tenggara Timur pada suhu 800°C, 900°C dan 1000°C. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas dari batu bata. Dari hasil pengujian, batu bata dengan suhu 800°C memiliki nilai densitas 1,12 gram/cm³, suhu 900°C memiliki densitas 1,002 gram/cm³ dan suhu 1000°C adalah 1,15 gram/cm³. Kuat tekan pada suhu 800°C adalah 2,73 N/mm², suhu 900°C 1,38 N/mm² dan suhu 1000°C adalah 4,09 N/mm². Untuk penyerapan air pada ketiga suhu adalah 1,39%, 2,82% dan 1,42%. Ukuran butir sampel batu bata pada ketiga suhu yaitu 800°C, 900°C dan 1000°C, pada suhu 800°C ukuran partikel yang paling kecil adalah 28,5 x 10⁻⁶ meter dan ukuran partikel paling besar adalah 85,7 x 10⁻⁵ meter, suhu 900°C ukuran partikel yang paling kecil adalah 57,1 x 10⁻⁶ dan yang paling besar adalah 1,28571 x 10⁻³ meter. Sedangkan pada suhu 1000°C ukuran partikel yang paling kecil 30 x 10⁻⁶ meter sedangkan ukuran partikel yang paling besar adalah 67,5 x 10⁻⁵ meter.

Kata kunci : Tanah liat, densitas, penyerapan air, kuat tekan dan SEM

ABSTRAK

A research of bricks from clay without mixture of rice husks from Tanah Merah Village-Kupang District-East Nusa Tenggara with temperature of 800°C, 900°C, and 1000°C has been done. The aim of this research is to determine quality of bricks from clay. Based on the result of this research, brick with temperature of 800°C has density value 1,12 gram/cm³, brick with temperature of 900°C has density value 1,002 gram/cm³, and brick with temperature of 1000°C has density value 1,15 gram/cm³. Compressive strength at temperature of 800°C is 2,73 N/mm², compressive strength at temperature of 900°C is 1,38 N/mm² and at the temperature of 1000°C is 4,09 N/mm². For water absorption in the third temperature treatment are 1,39%, 2,82% dan 1,42%. Grain size at temperature of 800°C has the smallest size is 28,5 x 10⁻⁶ meter and the largest size is 85,7 x 10⁻⁵ meter, grain size at temperature of 900°C has the smallest size is 57,1 x 10⁻⁶ meters and the largest size is 1,28571 x 10⁻³ meters, grain size at temperature of 1000°C has smallest size is 30 x 10⁻⁶ meters and the largest size is 67,5 x 10⁻⁵ meters.

Key words : Clay, density, water absorption, compressive strength and SEM

PENDAHULUAN

Kebutuhan akan perumahan merupakan suatu kebutuhan bagi setiap (kelompok) manusia, baik untuk tempat tinggal, beribadah, perkantoran, pertokoan, sekolah dan sebagainya, ketersediaan bahan bangunan yang mudah didapat, harganya murah dan berkualitas akan dapat dijangkau oleh masyarakat luas terutama bagi mereka yang berpenghasilan menengah ke bawah. Hasil pembangunan yang berupa sebuah bangunan (gedung) diharapkan dapat memenuhi tuntutan masyarakat secara umum salah satunya adalah kekuatan dari bangunan tersebut. Komponen bahan bangunan yang berhubungan dengan kekuatan sebuah bangunan permanen salah satunya adalah batu bata. Pemakaian batu bata pada suatu bangunan akan membuat bangunan menjadi lebih kokoh dan bangunan

menjadi lebih tahan lama (Arma, 2004)[1]. Pada konstruksi bangunan, batu bata dipakai sebagai penyangga atau pemikul beban yang ada di atasnya, seperti pada konstruksi rumah sederhana dan pondasi, jika batu bata yang digunakan kekuatannya tidak memenuhi standar baik pada SNI maupun standar lainnya maka akan sangat berbahaya bagi keselamatan manusia yang tinggal dibangunan tersebut. Batu bata adalah batu batuan yang terbuat dari tanah liat dengan atau tanpa campuran, dikeringkan dengan dijemur beberapa hari kemudian dibakar pada temperatur tinggi sehingga mengeras dan tidak hancur jika direndam dalam air. Bahan mentah untuk membuat batu bata bisa menggunakan bahan campuran dan tanpa bahan campuran tergantung dari keadaan tanah liat yang dipakai.

SEM (Scanning Elektron Microscope)3. adalah salah satu jenis mikroskop elektron yang menggambarkan specimen dengan memindainya menggunakan sinar elektron berenergi tinggi. SEM memberikan informasi tentang morfologi yaitu bentuk dan ukuran dari partikel. 4.

Desa Tanah Merah Kabupaten Kupang Nusa Tenggara Timur merupakan salah satu daerah penghasil batu bata karena tersedianya5. tanah lempung sebagai bahan baku pembuatan batu bata. Meningkatnya pembangunan yang terjadi di kota kupang maupun kabupaten kupang menyebabkan semakin bertambahnya jumlah pemakaian bahan bangunan, tentunya dalam hal ini tidak hanya peningkatan jumlah produksi tetapi perlu juga peningkatan mutu produksi guna meningkatkan daya saing jual dipasaran. Dengan melihat sifat fisis dan sifat mekanik serta morfologi permukaan dari batu bata diharapkan dapat menghasilkan kekuatan yang baik dan dapat dilihat penggunaan pada bangunan yang tepat dari jenis batu bata tersebut. Oleh karena itu peneliti mengambil judul **Penentuan Morfologi Permukaan Dan Sifat Fisis Serta Sifat Mekanik Batu Bata Asal Tanah Merah Kabupaten Kupang Nusa Tenggara Timur.**

LANDASAN TEORI

Batu Bata

Batu bata adalah bahan bangunan dari tanah liat dan mineral-mineral lain yang dibentuk dalam ukuran-ukuran tertentu. Pembuatan batu bata dengan cara konvensional banyak dilakukan penduduk pedesaan yang dilaksanakan dengan tangan biasa dan dengan mempergunakan cetakan kayu, bagi yang bermodal besar pembuatan batu bata dapat menggunakan mesin pencetak (Frick & Koemartadi, 1999)[2].

Bahan dasar pembuatan batu bata merah bersifat plastis, dimana tanah liat akan mengembang bila terkena air dan terjadi penyusutan bila dalam keadaan kering atau setelah proses pembakaran. Jenis tanah ini banyak ditemukan di Desa Tanah Merah.

Tanah liat atau Lempung yang dibakar pada temperatur tinggi akan mengalami perubahan sebagai berikut :

1. Pada temperatur $\pm 150^{\circ}\text{C}$, terjadi penguapan air pembentuk yang ditambahkan dalam tanah liat pada pembentukan setelah menjadi batu bata
2. Pada temperatur antara 400°C - 600°C , air yang terikat secara kimia dan zat-zat lain yang terdapat dalam tanah liat akan menguap.

Pada temperatur diatas 800°C , terjadi perubahan-perubahan kristal dari tanah liat dan mulai terbentuk bahan gelas yang akan mengisi pori-pori sehingga batu bata merah menjadi padat dan keras.

Senyawa-senyawa besi akan berubah menjadi senyawa yang lebih stabil dan umumnya mempengaruhi warna batu bata merah.

Tanah liat yang mengalami susut kembali disebut susut bakar. Susut bakar diharapkan tidak menimbulkan cacat seperti perubahan bentuk (melengkung), pecah-pecah dan retak. Tanah liat yang sudah dibakar tidak dapat kembali lagi menjadi tanah liat atau lempung oleh pengaruh udara maupun air.

Air

Air adalah bahan yang sangat penting dalam proses reaksi pengikatan material - material yang digunakan untuk pembuatan batu bata. Penambahan air dengan kadar tertentu dimaksudkan agar batu bata mudah dicetak. Biasanya dalam pembuatan batu bata lempung, penambahan kadar air ditandai dengan tidak terjadi penempelan tanah lempung pada telapak tangan (Elianora, dkk, 2010 dalam Herlina, 2015)[3].

Karakterisasi SEM

SEM (Scanning Electron Microscope) adalah salah satu jenis mikroskop electron yang menggunakan berkas elektron untuk menggambarkan profil permukaan benda. Topografi dan morfologi dapat diamati karena kedalaman area yang bisa mencapai orde puluhan micrometer pada perbesaran 1000x dan orde micrometer pada perbesaran 10000 x (Sembiring, 2003)[4].

Untuk mendistribusi ukuran – ukuran partikel dibutuhkan aplikasi Paint dan Excel dimana koordinat horizontal (koordinat x) makin besar jika bergerak ke kanan dan koordinat vertikal (koordinat y) makin besar jika bergerak ke bawah. Sehingga dapat dinyatakan dalam persamaan berikut :

$$D_x = x_2 - x_1 \dots\dots\dots (1)$$

Dimana D_x adalah titik X_2 yaitu koordinat ujung bagian kanan dan titik X_1 koordinat ujung bagian kiri dan dinyatakan dalam pixel dalam persamaan berikut:

Diameter partikel

$$= \frac{\text{Panjang bar skala} \times 10^{-6}}{\text{Panjang bar kanan} - \text{Panjang bar kiri}} D_x \dots (2)$$



Gambar 1. SEM

Sifat-sifat Material

Sifat Fisis

Sifat fisis merupakan sifat suatu material yang tidak disebabkan oleh pembebanan, seperti pengaruh pemanasan, pendinginan dan pengaruh arus listrik yang lebih mengarah pada struktur material.

Densitas

Massa jenis atau disebut juga dengan istilah rapat massa adalah perbandingan antara massa suatu zat dengan volumenya. Massa jenis merupakan ciri khas setiap zat. Oleh karena itu zat yang berbeda jenisnya pasti memiliki massa jenis yang berbeda pula. Semakin tinggi densitas (massa jenis) suatu benda, maka semakin besar pula setiap volumenya. Semakin kecil densitas suatu bahan yang digunakan, semakin besar penyerapan air oleh bahan sehingga kekuatan bahan akan menurun. Densitas yang disyaratkan untuk digunakan adalah 1,60 gr/cm³ – 2,00 gr/cm³ (Sanjaya, dkk,2014)[5]. Secara matematis dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut:

$$\rho = \frac{m}{V} \dots\dots\dots (3)$$

dimana ρ adalah massa jenis zat, satuannya adalah Kg/m³ atau gram/cm³. V adalah volume benda (m³ atau cm³) dan m adalah massa benda (kg atau gram).

Porositas

Porositas atau absorpsi adalah persentase penyerapan air oleh badan keramik atau batu bata. Persentase porositas ditentukan oleh jenis bahan, kehalusan unsur bahan, kepadatan dinding bahan, serta suhu bakarnya. Standar penyerapan batu bata yang disyaratkan oleh ASTM C 67-03 adalah masing – masing maksimum 13% dan 17% (Sanjaya, dkk, 2014)[5]. Porositas merupakan parameter yang menyatakan keporositasan material yang dihitung dengan cara mencari (%).

Porositas juga berhubungan langsung dengan kerapatan. Porositas dinyatakan dalam % yang menghubungkan antar volume benda keseluruhan. Berdasarkan standar ASTM C 373–88, porositas sampel dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Porositas (\%)} = \frac{M_b - M_k}{V_b} \times \frac{1}{\rho_{\text{air}}} \times 100\% \dots (4)$$

dimana

- M_k = Massa kering benda uji (gram)
- M_b = Massa basah benda uji (direndam 2 x 24 jam) (gram)
- V_b = Volume benda uji (cm³)
- ρ_{air} = Massa jenis air (gr/cm³)

Sifat mekanik

Sifat mekanik dapat diartikan sebagai kemampuan suatu bahan untuk menerima beban/gaya/energi tanpa menimbulkan kerusakan pada bahan/komponen tersebut.

Kuat tekan

Kuat tekan bata merah adalah kekuatan tekan maksimum bata merah per satuan luas permukaan yang dibebani. Batu bata bakar harus memenuhi syarat yaitu penampilan atau wujud batu bata harus mempunyai siku, bidang-bidang sisi harus datar, tidak menunjukkan retak, tidak mudah hancur atau patah, permukaan batunya kasar, warnanya seragam (merata) dan bunyinya nyaring bila diketok (Frick & Koesmartadi, 1999)[2]. Persyaratan ukuran batu bata bakar menurut SK-SNI-S-04-1989-F (Ukiman, 2009)[6] dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Ukuran batu bata bakar

Modul	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tinggi (mm)
M- 5a	190	90	65
M- 5b	190	110	65
M- 6	230	110	55

Kuat tekan batu bata bakar adalah besarnya kemampuan batu bata menerima beban maksimum sampai pecah/hancur, Jika batu bata bakar yang diuji kuat tekannya dibawah 2,5 N/mm² batu bata tersebut tidak memenuhi standar, jika kuat tekannya besar dari 2,5 N/mm² berarti memenuhi standar, jika kuat tekan 5 N/mm² berarti memenuhi kelas 50 dan seterusnya dapat dilihat pada tabel 2 dibawah ini.

Tabel 1. Ukuran batu bata bakar

Kelas	Kuat tekan maksimum	
	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



Gambar 2. Alat uji kuat tekan

Prinsip kerja dari alat ini adalah memberikan gaya pada benda uji sampai benda uji tersebut hancur. Menurut (Herlina, 2015)[3] besarnya kuat tekan dapat dinyatakan dalam :

$$P = \frac{F}{A} \dots\dots\dots (5)$$

Dimana P adalah tekanan satuannya N/mm² atau MPa, F adalah gaya satuannya N, dan A adalah Luas bidang satuannya mm²

METODE PENELITIAN

Tanah liat diambil di Desa Tanah Merah kemudian dipanaskan dalam oven yang bertujuan untuk mengurangi kadar air yang terkandung dalam tanah. Setelah itu tanah tersebut di saring sehingga dapat memisahkan sisa – sisa sampah maupun batuan yang terdapat pada tanah liat. Tanah yang telah kering kemudian ditambahkan air secara merata sehingga mudah dicetak atau dibentuk.

Proses pencetakan sampel menggunakan dimensi yang lebih kecil dari modul ukuran batu bata. Dimensi sampel disesuaikan dengan ukuran *furnace*, dimana ukuran *furnace* adalah 158 mm x 105 mm sehingga ukuran cetakan sampel yaitu 150 mm x 100 mm x 50 mm. Tujuan menggunakan *furnace* adalah agar pembakaran batu bata dapat terkontrol temperaturnya, dimana proses pembakaran manual ditempat pembakaran

batu bata tidak dapat mengontrol temperaturnya karena pembakaran masih manual yakni batu bata dibakar diatas tumpukan bara kayu.

Proses pencetakan dilakukan di tempat terbuka, diatas tanah yang terlebih dahulu ditaburi pasir agar tidak lengket dengan tanah. Setelah proses pencetakan selesai, sampel batu bata dikeringkan dibawah sinar matahari selama 2 hari. Proses pengeringan ini dilakukan untuk mengurangi kadar air yang terkandung dalam tanah liat. Hasilnya berupa 6 sampel yang terdiri dari 1 sampel untuk menguji kuat tekan dan morfologi permukaan sedangkan 1 sampel untuk menguji sifat fisis, berlaku untuk setiap suhu artinya bahwa setiap suhu mempunyai 2 sampel. Setelah itu sampel dibakar menggunakan *furnace* yang dilakukan di Laboratorium Bio-Science selama dua jam untuk masing – masing sampel dengan suhu 800⁰C, 900⁰C dan 1000⁰C.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sampel batu bata yang telah matang kemudian ditentukan densitasnya melalui penimbangan sampel kering kemudian analisis menggunakan persamaan (3) kemudian sampel batu bata direndam selama 2 hari dan ditimbang massa basahnya untuk menghitung nilai porositas. Penentuan porositas menggunakan persamaan 2.4. Selanjutnya dilakukan pengujian kuat tekan dengan menggunakan alat *compression strength*. Uji kuat tekan di Laboratorium Beton Jurusan Teknik Sipil dianalisis menggunakan persamaan 2.5. Pengujian sampel batu bata dengan suhu 800⁰C, 900⁰C dan 1000⁰C dapat dilihat pada tabel 4.1 Tabel 3. Rata – rata densitas pada sampel dengan suhu 800⁰C, 900⁰C dan 1000⁰C

No	Temperatur (°C)	Densitas (gram/cm ³)
1	S ₁ . 8000C	1,12
2	S ₂ . 900 ⁰ C	1,002
3	S ₃ . 1000 ⁰ C	1.15

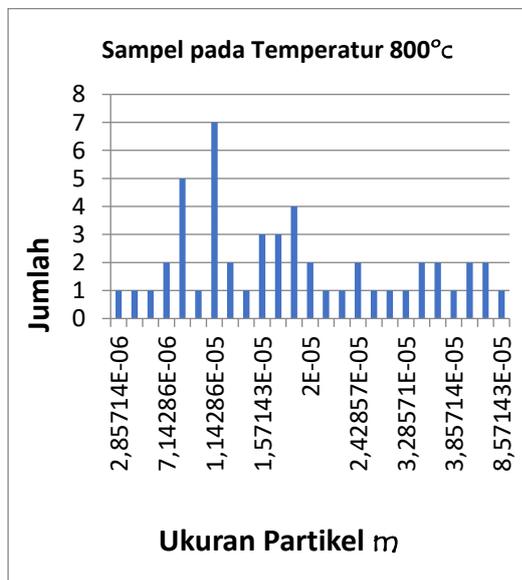
Tabel 4. Rata – rata daya serap air atau porositas sampel dengan suhu 800⁰C, 900⁰C dan 1000⁰C

No	Temperatur (°C)	Porositas (%)
1	S ₁ . 800 ⁰ C	1,42
2	S ₂ . 900 ⁰ C	2,82
3	S ₃ . 1000 ⁰ C	1,39

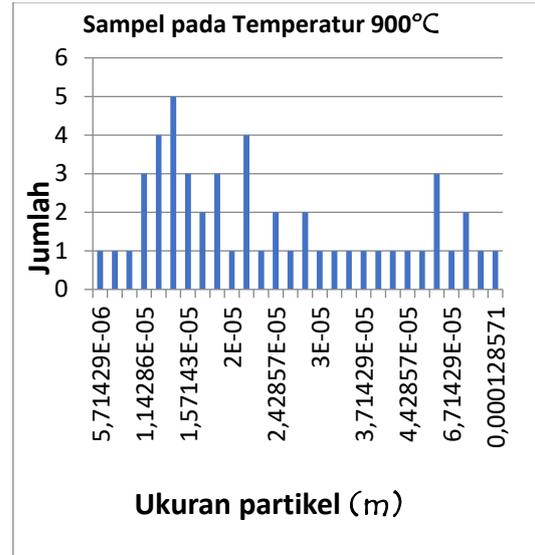
Tabel 5. Rata – rata kuat tekan sampel dengan suhu 800°C, 900°C dan 1000°C

No	Temperatur (°C)	Kuat Tekan (N/mm ²)
1	S ₁ . 800°C	2,73
2	S ₂ . 900°C	1,38
3	S ₃ . 1000°C	4,09

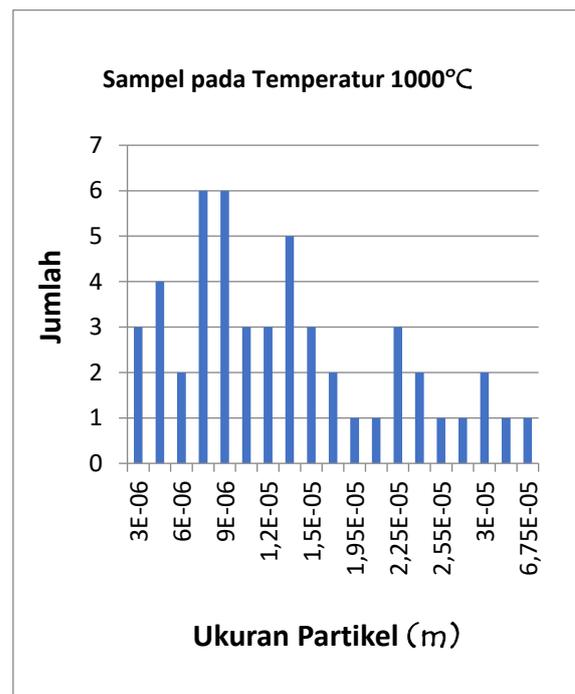
Setelah selesai menguji kuat tekan diambil sisa – sisa atau serpihan sampel batu bata yang telah hancur untuk melihat morfologi atau ukuran butir yang diuji di Laboratorium Bio-Science dengan menggunakan alat Scanning Electron Microscope. Sampel yang diambil pun berupa butiran – butiran halus karena pada alat SEM, sampel hanya bisa masuk dengan ukuran 1 mm. Setelah SEM mengambil gambar butiran kemudian terbaca pada komputer struktur butiran tersebut, untuk mengetahui besar ukuran butiran digunakan persamaan (2). Penentuan ukuran butir dari sampel batu bata pada suhu 800°C, 900°C dan 1000°C diambil masing – masing suhu pada perbesaran 2000x dan dihitung ukuran butirnya sehingga dapat dibandingkan, dapat dilihat pada grafik1, 2, dan 3.



Grafik 1. Distribusi ukuran partikel pada sampel dengan suhu 800°C



Grafik 2. Distribusi ukuran partikel pada sampel dengan suhu 900°C



Grafik 3. Distribusi ukuran partikel pada sampel dengan suhu 1000°C

PEMBAHASAN

Uji Densitas

Tanah liat bersifat plastis dimana akan mengalami penyusutan pada saat kering, sehingga pada penentuan densitas sampel batu bata yang

telah matang diukur kembali volumenya setelah itu ditimbang sehingga diperoleh massa keringnya, kemudian massa kering tersebut dibagi dengan volume batu bata. Berdasarkan hasil pengukuran massa kering maka akan diperoleh nilai densitas dari batu bata.

Untuk tabel 1 dapat dilihat densitas bata semakin menurun pada suhu 900°C. Hal ini disebabkan fisik bata yang tidak padat sehingga kerapatannya semakin kecil, semakin kecil densitas maka akan berpengaruh pada porositas sampel yaitu pori – porinya akan besar sehingga kekuatan sampel menurun. Faktor lain yang menyebabkan densitas menurun adalah pada saat proses pembuatan dan pengeringan batu bata, dimana penekanan pada saat mencetak batu bata serta proses pengeringan berpapasan langsung dibawah panas matahari sehingga muncul retakan.

Nilai rata – rata densitas yang paling tinggi adalah pada suhu 1000°C yaitu 1,15 gram/cm³, hal ini dapat dipengaruhi oleh silika yang sudah ada pada tanah liat tersebut. dimana semakin suhu dinaikan gerak partikel semakin aktif yang menyebabkan silikanya melebur.

Dapat dilihat pada perhitungan perbandingan antara batu bata asal Tanah Merah dengan bahan tambahan sekam padi dan perhitungan batu bata asal Batu Putih, nilai densitasnya 1,49 gram/cm³ dan 1,41 gram/cm³ artinya bahwa densitasnya lebih besar dibandingkan sampel batu bata tanpa campuran dengan menggunakan temperatur 800°C, 900°C dan 1000°C hal ini disebabkan karena ukuran volume batu bata yang berbeda. Dimana semakin besar massa benda maka massa jenis pun akan semakin besar.

Berdasarkan nilai standar pengujian densitas menurut (Sanjaya, dkk,2014)[5] yaitu 1,60 gr/cm³ – 2,00 gr/cm³ sehingga untuk sampel batu bata dengan campuran sekam padi maupun tanpa campuran tidak termasuk kedalam standarisasi batu bata.

Uji Daya Serap Air atau Porositas

Porositas atau absorpsi adalah persentase penyerapan air oleh batu bata. Pada penentuan nilai penyerapan air dalam penelitian ini, sampel batu bata ditimbang massa keringnya, kemudian direndam selama 2 hari dan ditimbang massa basah. Setelah hasil penimbangan massa basah maka dilakukan perhitungan sehingga diperoleh nilai penyerapan air dari masing-masing temperatur.

Dapat dilihat pada tabel 2 dari hasil pengujian penyerapan air diperoleh hasil bahwa semakin tinggi suhu semakin kecil daya serapan airnya. Namun pada sampel dengan suhu 900°C berbanding terbalik yaitu nilai penyerapan airnya besar dibandingkan suhu 800°C, hal ini disebabkan pada saat proses pembuatan batu bata dimana penekanan yang diberikan kurang sehingga kerapatan sampel berkurang yang menimbulkan kurangnya reaksi ikatan antar partikel sehingga terdapat air yang tidak bereaksi kemudian menguap dan meninggalkan rongga (pori) pada sampel. Dilihat dari besarnya nilai penyerapan air antara ketiga suhu tersebut, sampel dengan suhu 1000°C memiliki daya serap air yang lebih bagus atau lebih kecil dibandingkan kedua suhu yaitu 800°C dan 900°C hal ini dipengaruhi oleh tingginya temperatur dimana semakin tinggi suhu maka semakin rapat ukuran butir dan ikatannya pun semakin padat dan kuat sehingga terjadi perubahan kristal yang mengisi pori – pori batu bata. Penyerapan air dan densitas sangat berhubungan, nilai penyerapan air yang semakin besar dipengaruhi oleh kerapatan sampel batu bata. Semakin kecil nilai densitas atau kerapatan maka semakin besar nilai penyerapan air pada sampel tersebut. Dapat dibandingkan dengan sampel batu bata asal Tanah Merah dengan penambahan sekam padi dan sampel batu bata asal Batu Putih, maka nilai porositas yang memenuhi standarisasi adalah batu bata asal Tanah Putih dimana nilai porositasnya 15,52 %

Uji Kuat Tekan Sampel Batu Bata

Pada penentuan kuat tekan, sampel diuji menggunakan alat *Universal Testing Meechine* (UTM) hingga sampel tersebut hancur. Kuat tekan dihitung berdasarkan besarnya beban per satuan luas, dimana pembebanan dilakukan sampai benda uji hancur bila dibebani dengan beban maksimum yang dihasilkan oleh mesin tekan. Pengujian batu bata di buat dengan dimensi 150 mm x 100 mm x 50 mm.

Berdasarkan tabel 3 dapat dilihat bahwa kuat tekan berturut – turut batu bata pada suhu 900°C menurun dengan rata – rata kuat tekan 2,73 N/mm², 1,38 N/mm², dan 4,09 N/mm². Hal ini disebabkan fisik batu bata yang tidak rata, sehingga nilai kuat tekan yang dihasilkan kurang maksimum karena sisi batu bata yang kurang rata. Permukaan yang kurang rata menyebabkan hanya sebagian permukaan bata yang bersinggungan dengan plat pada mesin uji kuat tekan. Kuat tekan maksimum hanya akan dihasilkan bila seluruh

permukaan batu bata bersinggungan seluruhnya dengan plat baja pada mesin uji kuat tekan. Faktor lainnya karena terdapat retak – retak pada permukaan dimana bahan baku tanah liat asal desa Tanah Merah sangat halus dan lembut sehingga pada waktu membuat adonan memerlukan banyak air dan pada waktu pengeringan terkena panas matahari secara langsung akibatnya terjadi proses pengeringan yang cepat, terjadi penyusutan yang cepat pula sehingga retak – retak kecil pada permukaan batu bata tidak dapat dihindari. Karena jenis tanah yang sangat halus sehingga pengrajin batu bata di desa Tanah Merah menggunakan bahan penguat yaitu dengan penambahan sekam padi.

Pengaruh suhu pembakaran terhadap uji kuat tekan dapat dilihat pada tabel 3 terlihat bahwa semakin tinggi suhu pembakaran kuat tekan semakin naik, hal ini terjadi karena air yang terikat secara kimiawi sudah menguap sehingga letak butiran – butiran saling berdekatan yang menimbulkan kekuatan dan terjadi perubahan kristal lempung sehingga benda uji menjadi padat dan kuat. Namun pada suhu 900°C kuat tekannya menurun, hal ini terjadi karena pada saat proses pencetakan tekan yang diberikan kurang sehingga meninggalkan banyak pori yang menyebabkan ukuran butirnya pun besar. Pada suhu 900°C nilai kuat tekannya tidak memenuhi standarisasi kuat tekan batu bata, sedangkan pada suhu 800°C dan 1000°C memenuhi standar kuat tekan kelas 25.

Hubungan antara kuat tekan dan ukuran butir, dimana nilai kuat tekan yang semakin kecil dipengaruhi oleh ukuran butir sampel. Semakin besar ukuran butir sampel maka semakin kecil nilai kuat tekan pada sampel yang menyebabkan kekuatan sampel menurun. Ukuran butir sangat mempengaruhi sifat mekanis bahan keramik. Sampel keramik yang disinter melalui pemanasan akan menyebabkan partikel halus akan beraglomerasi menjadi bahan padat. Sebelum disinter terdapat batas butir antar partikel. Namun setelah pemanasan, daerah batas butir tersebut akan menyatu karena adanya difusi atom-atom (Van Flack, 1992)[7]. Untuk partikel yang lebih halus, lebih banyak terjadi ikatan dengan atom lain karena mempunyai daerah batas butir yang luas sehingga proses difusi atom berlangsung lebih banyak dibanding bahan dengan ukuran partikel yang lebih besar. Berdasarkan penelitian – penelitian sebelumnya untuk pembuatan batu bata dengan campuran lain yaitu limbah kaca pada suhu 700°C dengan lama pembakaran 60 menit adalah $36,58 \text{ kg/cm}^2$ dan memenuhi standar

kuat tekan batu bata yaitu kelas 25 kg/cm^2 (Ramli & Djamas, Djusmaini, 2007)[8]

Berdasarkan perbandingan nilai antara batu bata asal Batu Putih, batu bata asal Tanah Merah dengan bahan penguat dimana nilai kuat tekan rata – rata adalah $1,169 \text{ N/mm}^2$ dan $4,56 \text{ N/mm}^2$. Jika dibandingkan dengan nilai kuat tekan rata – rata pada sampel 1000°C maka nilai kuat tekan tertinggi adalah sampel batu bata asal Batu Putih. Hal ini kemungkinan terjadi karena jenis tanah, dimana jenis tanah yang digunakan pada daerah Batu Putih adalah lempung yang keras, sedangkan jenis tanah yang digunakan di daerah Tanah Merah adalah jenis tanah yang halus dan lembut

Penentuan Morfologi Permukaan Batu Bata

Pada penentuan morfologi permukaan batu bata, digunakan salah satu detektor yaitu SEM (Scanning Electron Microscope) tipe TM3000 yang menembakkan permukaan sampel dengan berkas elektron berenergi tinggi sehingga permukaan benda yang dikenai berkas elektron akan memantulkan kembali berkas tersebut dan memberikan profil permukaan benda, salah satunya adalah ukuran butir sampel.

Pada saat dilakukan pengamatan, lokasi permukaan benda yang ditembak dengan berkas elektron di-*scan* ke seluruh area pengamatan, dan dapat membatasi lokasi pengamatan dengan melakukan *zoom-in* atau *zoom-out* dengan tujuan dapat mengetahui ukuran butir dari satu daerah yang dipilih, kemudian diolah menggunakan paint dan microsoft excel. Berdasarkan hasil pengukuran dari SEM maka akan diperoleh nilai besarnya ukuran butir dari sampel batu bata.

Dari gambar SEM dapat dilihat batu bata memiliki butir dan partikel dengan ukuran yang bervariasi. Ukuran butir sangat mempengaruhi sifat mekanik. Setelah batu bata mengalami proses pemanasan daerah batas butir akan menyatu karena adanya difusi atom – atom. Untuk partikel yang lebih halus atau ukuran butir yang lebih kecil akan lebih banyak terjadi ikatan dengan atom lain karena mempunyai daerah batas butir yang luas sehingga proses difusi atom berlangsung lebih banyak dibanding bahan dengan ukuran partikel atau butir yang lebih besar.

Pada grafik dapat dilihat banyaknya distribusi partikel dimana semakin bergerak kekanan ukuran partikelnya semakin besar. Dari

grafik menunjukkan distribusi ukuran partikel pada suhu 800^oC, jumlah ukuran partikel paling kecil 28,5 x 10⁻⁶ meter muncul sebanyak 1 kali, sementara jumlah partikel terbanyak ada 7 buah. Partikel berukuran 11,4 x 10⁻⁵ dan ukuran partikel paling besar adalah 85,7x10⁻⁵ meter. Pada suhu 900^oC ukuran partikel paling kecil adalah 57,1 x 10⁻⁶ meter muncul sebanyak 1 kali, sementara jumlah partikel terbanyak ada 5 buah partikel berukuran 14,2 x 10⁻⁵ meter dan ukuran partikel paling besar adalah 1,28571 x 10⁻³ meter. Sedangkan pada suhu 1000^oC dapat dilihat ukuran partikel paling kecil 30 x 10⁻⁶ meter muncul sebanyak 3 kali, sementara jumlah partikel terbanyak ada 2 partikel yaitu 75 x 10⁻⁶ meter dan 90 x 10⁻⁶ meter, ukuran partikel paling besar adalah 67,5 x 10⁻⁵ meter.

Pada suhu 800^oC ukuran butir atau partikelnya kecil dan padat, hal ini disebabkan karena pada tanah liat asal Desa tanah merah ini memiliki lempung yang butiran – butirannya halus sehingga terjadi proses difusi antar atom dimana partikel – partikel saling mendorong satu sama lain. Sedangkan ukuran partikel pada suhu 900^oC besar dan merenggang, hal ini disebabkan saat proses pembuatan batu bata penekanan yang diberikan kurang sehingga pada bagian dalam terdapat banyak ruang yang kosong dan air yang diberikan pun cukup banyak sehingga membentuk suspensi dimana partikel tersebut akan bertolakan satu sama lain yang menghasilkan banyak pori. Pada suhu 1000^oC dapat dilihat ukuran partikelnya sangat kecil dan padat hal ini disebabkan tingginya temperatur dimana semakin tinggi suhu maka semakin rapat ukuran butir, ikatannya pun semakin padat dan kuat karena terjadi perubahan – perubahan kristal yang mengisi pori – pori batu bata. Namun dilihat dari distribusi ukuran partikel suhu 800^oC lebih kecil dan padat dibandingkan suhu 1000^oC hal ini disebabkan SEM (Scanning Electron Microscope) dapat mengetahui informasi hanya pada permukaan saja.

Dilihat dari kehomogenan campuran pada ketiga suhu yaitu 800^oC, 900^oC dan 1000^oC yang lebih homogen adalah pada suhu 1000^oC dimana kemunculan ukuran partikel pada suhu 1000^oC lebih sedikit. Kehomogenan sangat berkaitan dengan sifat fisis maupun mekanik dimana jika suatu bahan lebih homogen maka nilai porositasnya semakin kecil, densitasnya semakin besar dan kuat tekan yang diberikan pun semakin besar sehingga kekuatan bahan semakin kuat.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa Rata – rata ukuran butir sampel batu bata pada ketiga suhu yaitu 800^oC, 900^oC dan 1000^oC. Pada suhu 800^oC ukuran partikel yang paling kecil adalah 28,5 x 10⁻⁶ meter dan ukuran partikel paling besar adalah 85,7 x 10⁻⁵ meter. Pada suhu 900^oC ukuran partikel paling kecil adalah 57,1 x 10⁻⁶ meter dan paling besar adalah 1,28571 x 10⁻³ meter sedangkan pada suhu 1000^oC ukuran partikel paling kecil adalah 3 x 10⁻⁶ meter dan ukuran partikel paling besar adalah 67,5 x 10⁻⁵ meter. Nilai kuat tekan menurun dengan semakin besarnya ukuran butir.

Rata – rata nilai densitas, porositas dan kuat tekan dari masing masing suhu yaitu, pada suhu 800^oC dengan densitasnya adalah 1,12 gr/cm³, porositasnya adalah 1,42%, dan kuat tekan 2,73 N/mm². Pada sampel suhu 900^oC dengan densitasnya adalah 1,002 gr/cm³, porositasnya adalah 2,82%, dan kuat tekannya adalah 1,38 N/mm². Suhu 1000^oC dengan densitasnya adalah 1,15 gr/cm³, porositasnya adalah 1,39%, dan kuat tekannya 4,09 N/mm². Dari hasil pengujian dapat diketahui pada sampel batu bata dengan suhu 900^oC kurang memberikan kontribusi yang positif, hal ini disebabkan pada proses pencetakan gaya tekan yang diberikan kurang sehingga terdapat banyak ruang yang kosong (pori).

Saran

1. Perlunya proses pengolahan maupun pencampuran tanah liat dengan baik dan benar sehingga akan diperoleh adonan yang homogen serta hasil yang maksimal.
2. Memperbanyak jumlah sampel sehingga data yang di dapatkan lebih akurat dan terpercaya.
3. Sampel batu bata yang akan diuji sebaiknya mempunyai bentuk yang baik, ditandai dengan sisi – sisi yang datar dan rusuk yang tajam.

Daftar Pustaka

1. Arma, Anita 2003, *Komposisi Material Penyusun dan Karakteristik Sifat Fisis Batubata Merah*, Tugas Akhir, Jurusan Fisika FMIPA UNP.
2. Frick, H dan Koesmartadi C.H, 1999. Ilmu Bahan Bangunan. Penerbit Kanisius, Yogyakarta
3. Herlina, F. 2015. *Pengaruh Penambahan Pasir Sungai Pada Bata Merah Terhadap Kuat Tekan Dan Penyusutan Di Talang*

- Kering*. Skripsi Universitas Bengkulu, Bengkulu.
4. Sembiring, Anwar Dharma, 2007, *Teori Pengantar Keramik*, Medan
 5. Sanjaya, H, DKK. 2014. *Makalah Pengujian Batu Bata*. Politeknik Negeri Bandung.
 6. Ukiman, 2009. Nilai Kuat Tekan dan Daya Serap Air Batu Bata Merah dari Madukara (Vol.5 No.1 Maret 2009: 131-137). Politeknik Negeri Semarang
 7. Flack, Van. 1992. *Ilmu dan Teknologi Bahan (Ilmu Logam dan Bukan Logam)* Edisi kelima, Penerbit Erlangga, Jakarta.
 8. Ramli & Djamal, Djusmaini, 2007, *Pengaruh Pemberian Material Limbah Serat Alami Terhadap Sifat Fisika Bata Merah*, Skripsi, Padang.