

BAB III

LANDASAN TEORI

A. Batu Bata

Batu bata merupakan salah satu bahan untuk pembuatan dinding. Batu bata terbuat dari tanah liat yang dibakar sampai berwarna kemerah-merahan. Definisi batu bata menurut SNI-2094-1991 merupakan unsur bahan bangunan yang digunakan untuk pembuatan konstruksi bangunan, dibuat dari tanah dengan atau tanpa campuran bahan-bahan lain, dibakar pada suhu yang cukup tinggi hingga tidak dapat hancur lagi bila direndam dalam air. Proses pembuatan batu bata dilakukan melalui beberapa tahap.

1. Cara pembuatan batu bata.

Cara pembuatan batu bata melalui beberapa tahapan, meliputi penggalan bahan mentah, pengolahan bahan, pembentukan, pengeringan, pembakaran, pendinginan, dan pemilihan (seleksi), adapun tahapan-tahapan pembuatan batu bata, yaitu sebagai berikut. (Suwardono, 2002).

a. Penggalan bahan mentah.

Penggalian bahan mentah batu bata merah sebaiknya dicarikan tanah yang tidak terlalu plastis, melainkan tanah yang mengandung sedikit pasir untuk menghindari penyusutan. Penggalan dilakukan pada tanah lapisan paling atas kira-kira setebal 40-50 cm, sebelumnya tanah dibersihkan dari akar pohon, plastik, daun, dan sebagainya agar tidak ikut terbawa. Kemudian menggali sampai ke bawah sedalam 1,5-2,5 meter atau tergantung kondisi tanah. Tanah yang sudah digali dikumpulkan dan disimpan pada tempat yang terlindungi. Semakin lama tanah liat disimpan, maka akan semakin baik karena menjadi lapuk. Tahap tersebut dimaksudkan untuk membusukkan organisme yang ada dalam tanah liat.

b. Pengolahan bahan mentah.

Tanah liat sebelum dibuat batu bata merah harus dicampur secara merata yang disebut dengan pekerjaan pelumatan dengan menambahkan sedikit air. Air yang digunakan dalam proses pembuatan batu bata harus air bersih, air harus tidak sadah tidak mengandung garam yang larut di dalam air, seperti garam dapur, air yang digunakan kira-kira 20% dari bahan-bahan yang lainnya, pelumatan bisa dilakukan dengan kaki atau diaduk dengan tangan. Bahan campuran yang ditambahkan pada saat pengolahan harus benar-benar menyatu dengan tanah liat secara merata. Bahan mentah yang sudah jadi ini sebelum di bentuk dengan cetakan, terlebih dahulu dibiarkan selama 2 sampai 3 hari dengan tujuan memberi kesempatan partikel-partikel tanah liat untuk menyerap air agar menjadi lebih stabil, sehingga apabila dibentuk akan terjadi penyusutan yang merata.

c. Pembentukan batu bata.

Bahan mentah yang telah dibiarkan 2-3 hari dan sudah mempunyai sifat plastisitas sesuai rencana, kemudian dibentuk dengan alat cetak yang terbuat dari kayu atau kaca sesuai ukuran standar SNI S-04-1989-F atau SII-0021-78. Agar tanah liat tidak menempel pada cetakan, maka cetakan kayu atau kaca tersebut dibasahi air terlebih dahulu. Lantai dasar pencetakan batu bata merah permukaannya harus rata dan ditaburi abu. Langkah awal pencetakan batu bata yaitu letakkan cetakan pada lantai dasar pencetakan, kemudian tanah liat yang telah siap ditaruh pada bingkai cetakan dengan tangan sambil ditekan-tekan sampai tanah liat memenuhi segala sudut ruangan pada bingkai cetakan, selanjutnya cetakan diangkat dan batu bata mentah hasil dari cetakan dibiarkan begitu saja agar terkena sinar matahari. Batu bata mentah tersebut kemudian dikumpulkan pada tempat yang terlindung untuk diangin-anginkan.

d. Pengeringan batu bata merah.

Proses pengeringan batu bata akan lebih baik bila berlangsung secara bertahap agar panas dari sinar matahari tidak jatuh secara langsung, maka perlu dipasang penutup plastik. Apabila proses pengeringan terlalu cepat dalam artinya panas sinar matahari terlalu menyengat akan mengakibatkan retakan-retakan pada batu bata nantinya. Batu bata yang sudah berumur satu hari dari masa pencetakan kemudian dibalik. Setelah cukup kering, batu bata tersebut ditumpuk menyilang satu sama lain agar terkena angin. Proses pengeringan batu bata memerlukan waktu dua hari jika kondisi cuacanya baik. Sedangkan pada kondisi udara lembab, maka proses pengeringan batu bata sekurang-kurangnya satu minggu.

e. Pembakaran batu bata.

Pembakaran yang dilakukan tidak hanya bertujuan untuk mencapai suhu yang diinginkan, melainkan juga memperhatikan kecepatan pembakaran untuk mencapai suhu tersebut serta kecepatan untuk mencapai pendinginan. Selama proses pembakaran terjadi perubahan fisika dan kimia serta *mineralogy* dari tanah liat tersebut. Proses pembakaran batu bata berjalan seimbang dengan kenaikan suhu dan kecepatan suhu, ada beberapa tahapan yang harus diperhatikan, yaitu: (Suwardono, 2002).

- 1) Tahap pertama adalah penguapan (pengeringan), yaitu pengeluaran air pembentuk, terjadi hingga temperatur kira-kira 120°C.
- 2) Tahap oksidasi, terjadi pembakaran sisa-sisa tumbuhan (karbon) yang terdapat di dalam tanah liat. Proses ini berlangsung pada temperatur 650°C-800°C.
- 3) Tahap pembakaran penuh. Batu bata dibakar hingga matang dan terjadi proses sintering hingga menjadi bata padat.

Temperatur matang bervariasi antara 920°C-1020°C tergantung pada sifat tanah liat yang dipakai.

- 4) Tahap penahanan. Tahap ini terjadi penahanan temperatur selama 1-2 jam, pada tahap 1, 2 dan 3 kenaikan temperatur harus perlahan-lahan, agar tidak terjadi kerugian pada batanya. Antara lain: pecah-pecah, noda hitam pada bata, pengembangan, dan lain-lain.

2. Bahan penyusun batu bata.

Bahan penyusun batu bata ada beberapa macam meliputi, tanah lempung, tanah lanau, pasir, dan air. Adapun bahan penyusun batu bata, yaitu sebagai berikut; (Elianora, 2010).

a. Tanah lempung.

Tanah lempung adalah material dasar dalam pembuatan batu bata jenis bakar dan jemuran. Tanah lempung yang diolah tersebut berasal dari pelapukan batu-batuan seperti basal, andasit, granit dan lainnya yang banyak mengandung *felsfar*, *felsfar* merupakan senyawa dari *silika-kalsium-aluminium*, *silikat-natrium-aluminium*, *silikat-kalsiumaluminium*.

Pemanfaatan tanah lempung untuk pembuatan batu bata, dibutuhkan beberapa syarat sebagai berikut ini.

- 1) Tanah lempung yang digunakan harus memenuhi sifat plastis dan kohesif sehingga dapat mudah dibentuk. Lempung yang memiliki nilai plastis yang tinggi dapat menyebabkan batu bata yang dibentuk akan retak atau pecah saat dibakar. Lempung untuk bahan baku pembuatan batu bata harus mempunyai tingkat pelastisan plastis dan agak plastis, dari indeks keplastisannya, lempung untuk batu bata mempunyai tingkat keplastisan 25% - 30%.
- 2) Hasil pembakaran lempung harus menunjukkan sifat-sifat tahan terhadap rembesan air, tidak lapuk oleh waktu dan merah warnanya.

- 3) Lempung yang kurang kadar besinya akan pucat warnanya. Kadar besi 5% - 9% dalam lempung menghasilkan warna merah pada bata yang sudah dibakar.
- 4) Tidak boleh mengandung butiran kapur dan kerikil lebih besar dari 5 mm.

b. Tanah Lanau (*silts*).

Tanah lanau (*silts*) sebagian besar merupakan fraksi mikroskopis (berukuran sangat kecil) dari tanah yang terdiri dari butiran-butiran *quartz* yang sangat halus, dan jumlah partikel berbentuk lempengan-lempengan pipih yang merupakan pecahan dari mineral mika. Mempunyai ukuran kurang dari 0,075 dan dinamakan lanau apabila bagian-bagian yang halus dari tanah mempunyai indeks plastisitas (*plasticity index*, PI) sebesar 10 atau kurang menurut sistem klasifikasi AASHTO.

c. Pasir.

Pasir merupakan suatu partikel-partikel yang lebih kecil dari kerikil dan lebih besar dari butiran lempung yang berukuran antara 5 – 0.074 mm (bowles,1986) yang bersifat tidak plastis dan tidak kohesif.

Pembuatan batu bata bakar dan jemuran, biasanya digunakan tanah lempung yang mengandung pasir yang disebut juga tanah lempung berpasir atau didatangkan dari tempat lain. Keberadaan pasir sangat dibutuhkan sebagai material tambahan untuk mengurangi keplastisan tanah lempung dan penyusutan batu bata. Namun biasanya kadar pasir halus dapat menyebabkan batu bata yang di bakar akan retak atau pecah.

d. Air.

Air merupakan bahan yang sangat penting dalam proses reaksi pengikatan material-material yang digunakan untuk pembuatan batu bata. Agar batu bata mudah dicetak, perlu adanya

penambahan kadar air pada kadar tentu sesuai jenis batu bata yang diproduksi.

Biasanya dalam pembuatan batu bata lempung, penambahan kadar air ditandai dengan tidak terjadi penempelan tanah lempung pada telapak tangan. Disamping itu perlunya pemeriksaan visual lebih dahulu terhadap air yang digunakan seperti syarat air tawar, berwarna bening, tidak mengandung minyak, garam, asam, alkali, tidak mengandung banyak sampah, kotoran dan bahan organik lainnya.

B. Sifat Fisik Batu Bata

Sifat fisik batu bata adalah sifat fisik yang dilakukan tanpa merubah bentuk atau tanpa pemberian beban kepada batu bata itu sendiri. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan standar yang baku, pengujian ini dilakukan dengan mengambil sampel 10 tempat penjual batu bata, setiap tempat mengambil 15 buah batu bata secara acak. Adapun syarat-syarat batu bata dalam SNI 15-2094-2000 sebagai berikut ini.

1. Sifat tampak.

Batu bata untuk pasangan dinding harus berbentuk prisma segi empat panjang, warna, mempunyai rusuk-rusuk yang siku, bidang-bidang datar yang rata dan tidak menunjukkan retak.

2. Dimensi atau ukuran batu bata.

Batu bata mempunyai banyak variasinya. Ukuran batu bata yang telah diizinkan dalam peraturan SNI 15-2094-2000 dapat dilihat pada Tabel 3.1. Pemeriksaan ini merupakan pengukuran pada batu bata dengan menggunakan jangka sorong. Pemeriksaan ini dilakukan dengan menggunakan 15 sampel bata yang diambil secara acak. Bertujuan untuk mengetahui kategori batu bata sesuai peraturan yang berlaku apa tidak.

Tabel 3.1 Ukuran batu bata

Modul	Tebal (mm)	Lebar (mm)	Panjang(mm)
M-5a	65±2	90±3	190±4
M-5b	65±2	100±3	190±4
M-6a	52±3	110±4	230±4
M-6b	55±3	110±6	230±5
M-6c	70±3	110±6	230±5
M-6d	80±3	110±6	230±5

Sumber : SNI-15-2094-2000

3. Garam yang dapat membahayakan.

SNI 15-2094-1991 tentang cara pengujian kandungan garam digunakan tidak kurang dari 5 buah bata utuh. Tiap bata ditempatkan berdiri pada bidang datar, dalam masing-masing bejana dituangkan air suling \pm 250 ml. Bejana-bejana beserta benda-benda uji dibiarkan dalam ruang yang mempunyai penggantian udara yang baik. Bila sudah beberapa hari air telah siap dan bata dibiarkan lagi hingga kering. Kemudian bata-bata diperiksa tentang pengeluaran bunga-bunga putih pada permukaannya. Hasil penglihatan dinyatakan sebagai berikut ini.

a. Tidak membahayakan.

Bila kurang dari 50% permukaan bata tertutupi oleh lapisan tipis berwarna putih, karena pengkristalan garam-garam yang dapat larut.

b. Ada kemungkinan membahayakan.

Bila 50% atau lebih dari permukaan bata tertutup oleh lapisan putih yang agak tebal karena pengkristalan garam-garam yang dapat larut, tetapi bagian-bagian dari permukaan bata tidak menjadi bubuk atau terlepas.

c. Membahayakan.

Bila lebih dari 50% permukaan bata tertutup oleh lapisan putih yang tebal karena pengkristalan garam-garam yang dapat larut dan bagian-bagian dari permukaan bata menjadi bubuk atau terlepas.

Bata dengan kandungan garam yang tinggi secara langsung akan berpengaruh pada lekatan antara bata dengan mortar pengisi, dimana dengan terganggunya lekatan antara bata dan mortar pengisi akan menurunkan kualitas batu bata.

C. Sifat Mekanik Batu Bata

Sifat mekanis batu bata adalah sifat yang ada pada batu bata jika dibebani atau dipengaruhi dengan perilaku tertentu *Civil Engeneering Materials*, berikut ini sifat mekanis pada batu bata.

1. Kerapatan semu (*Apparent density*).

Standar yang disyaratkan pada SNI-15-2094-2000 adalah kerapatan semu minimum batu bata untuk pasangan dinding adalah 1,2 gram/cm³. Kerapatan semu (Qsch) dapat dihitung sebagai berikut.

$$Qsch = \frac{Md}{Vsch} \text{ gram/cm}^3 \text{ atau } \dots\dots\dots(3.1)$$

$$Qsch = \frac{Md}{(c-b)} \times d_w \text{ gram/cm}^3 \dots\dots\dots (3.2)$$

dengan:

Md : Berat kering oven (gram).

b : Berat di dalam air (gram).

c : Berat setelah direndam (gram).

Vsch : Volume batu bata (m³).

d_w : Kerapatan (density) air 1,0.

2. Penyerapan air.

Menurut (Nur, 2008) penyerapan air adalah kemampuan maksimum batu bata untuk menyimpan atau menyerap air atau lebih dikenal dengan batu bata yang jenuh air. Standar yang disyaratkan pada SNI-15-2094-2000 adalah penyerapan air maksimum bata merah pejal untuk

pasangan dinding adalah 20%. Penyerapan air dapat dihitung sebagai berikut.

$$\text{Penyerapan} = \frac{A-B}{B} \times 100\% \dots\dots\dots(3.3)$$

dengan :

A : Berat jenuh setelah direndam (gr).

B : Berat setelah dioven (gr).

3. Kadar air.

Kadar air adalah perbandingan antara berat air yang terkandung dalam batu bata dengan berat kering batu bata, dinyatakan dalam persentase. Kadar air (w) didefinisikan sebagai berikut.

$$W = \frac{W_w}{W_s} \times 100\% \dots\dots\dots(3.4)$$

dengan :

Ww : Berat normal (gr).

Ws : Berat kering (gr).

4. Berat Jenis.

Berat jenis di definisikan sebagai massa per satuan volume. Didefinisikan sebagai berikut.

$$\text{Berat jenis } (\rho) = \frac{\text{Massa } (M)}{\text{Volume } (V)} = (\text{gr/cm}^3) \dots\dots\dots(3.5)$$

dengan :

M : Massa normal (gr).

V : Volume benda (cm³).

5. Kuat tekan.

Kuat tekan adalah kekuatan tekan maksimum yang dipikul dari pasangan batu bata. Pengujian ini dilakukan untuk menunjukkan mutu dan kelas kuat tekannya. Kuat tekan diperoleh dari hasil bagi beban tekan tertinggi dan luas bidang. Besarnya kuat tekan rata-rata dan koefisien variasi yang diizinkan untuk batu bata untuk pasangan dinding menurut SNI-15-2094-2000 dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Kuat tekan koefisien variasi untuk batu bata merah pejal untuk pasangan dinding.

Kelas	Kuat tekan rata-rata minimum dari 30 bata yang diuji kg/cm ² (Mpa)	Koefisien variasi dari kuat tekan rata-rata yang diuji %
50	50 (5)	22
100	100 (10)	15
150	150 (15)	15

Sumber: SNI-15-2094-2000

dengan demikian kuat tekan dapat dihitung dengan rumus.

$$\text{Kuat tekan (f)} = \frac{P_{max}}{A} \dots\dots\dots(3.6)$$

dengan :

P_{max} : Maksimum besaran gaya tekan (kg).

A : luas penampang (cm²).

f : kuat tekan benda uji (kg/cm²).

6. Modulus Elastisitas (ME).

Modulus elastisitas pasangan batu bata biasanya didekati dari kekuatan tekanya dengan persamaan.

$$E_m = k \cdot f_m' \dots\dots\dots(3.7)$$

dengan :

k : Konstanta yang ditentukan dari pengujian laboratorium.

f_m' : Kuat tekan struktur pasangan bata (MPa).

Beberapa persamaan modulus elastisitas ditunjukkan pada Tabel 3.3. Nilai pada Tabel 3.3 diperoleh dari kuat tekan batu bata yang lebih besar dari kuat tekan mortarnya.

Tabel 3.3 Beberapa nilai modulus elastisitas dari kuat tekan pasangan batu bata

No	Pustaka	Modulus elastisitas dari kuat tekan pasangan batu bata
1	Paulay and Priestley, 1992	$E_m = 750 f_m'$
2	FEMA 273, 1997	$E_m = 550 f_m'$
3	Eurocode 6, 2001	$E_m = 1000 f_m'$
4	ACI 530, 2005	$E_m = 700 f_m'$
5	Kaushik, et al, 2007	$E_m = 550 f_m'$

Sumber : Wisnumurti 2013.

7. *Initial Rate of Suction* (IRS) dari Batu Bata.

Initial Rate of Suction (IRS) adalah kemampuan dari batu bata dalam menyerap air pertama kali dalam satu menit pertama. Hal ini sangat berguna pada saat penentuan kadar air untuk mortar (Nur, 2008). Standar *initial rate of suction* (IRS) batu bata yang disyaratkan oleh ASTM C 67-03 adalah minimum $30 \text{ gr/mnt}/193,55 \text{ cm}^2$. Persamaan yang digunakan dalam menghitung *initial rate of suction* (IRS) batu bata adalah

$$\text{IRS} = (m_1 - m_2) K \dots\dots\dots(3.8)$$

dengan :

m_1 : Massa setelah direndam di air (gr).

m_2 : Massa kering (gr).

Karena IRS memiliki satuan $\text{gr/mnt}/193,55 \text{ cm}^2$, maka harus dikalikan dengan suatu faktor, yaitu :

$$K = \frac{193,55}{\text{luas area}} \dots\dots\dots(3.9)$$

D. Mortar

1. Pengertian mortar.

Mortar adalah campuran yang terdiri dari semen, pasir dan air yang memiliki persentase yang berbeda. Sebagai bahan pengikat, mortar harus mempunyai kekentalan yang standar, untuk mengetahui

seberapa besar kekuatan suatu mortar. Sampel berupa kubus mortar dengan dimensi 50 mm x 50 mm x 50 mm, dan diuji setelah berumur 28 hari dengan menggunakan uji tekan . Setiap mortar yang baik harus memiliki sifat-sifat adalah sebagai berikut (Tjokrodimuljo, 2007).

- a. Murah.
- b. tahan lama (awet).
- c. Mudah dikerjakan (diaduk, diangkut, dipasang, diratakan).
- d. Merekat dengan baik dengan bata merah, bata beton, batu, dan sebagainya.
- e. Cepat kering dan mengeras.
- f. Tahan terhadap rembesan air.
- g. Tidak timbul retak-retak setelah mengeras.

Syarat baik atau tidaknya pasir digunakan dalam pembuatan mortar antara lain sebagai berikut (Mulyono, 2003).

- a. Kadar lumpur atau bagian yang lebih kecil dari 70 mikron (0,074 mm) maksimum 5 %.
- b. Kadar zat organik yang terkandung yang ditentukan dengan mencampur agregat halus dengan larutan natrium sulfat (NaSO_4) 3 %. Jika dibandingkan dengan warna standar/pembanding tidak lebih tua dari warna standar.
- c. Kekerasan butiran jika dibandingkan dengan kekerasan butir pasir pembanding yang besar dari pasir kwarsa bangsa memberikan angka tidak lebih dari 2,20.

Syarat-syarat untuk agregat halus yang di adopsi dari *british standar* dikelompokkan dalam empat daerah seperti pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Batas gradasi agregat halus

Lubang ayakan (mm)	Presen berat butir yang lewat ayakan			
	I	II	III	IV
10	100	100	100	100
4,8	90 – 100	90 – 100	90 – 100	95 – 100
2,4	60 – 95	75 – 100	85 – 100	95 – 100
1,2	30 – 70	55 – 90	75 – 100	90 – 100
0,6	15 – 34	35 – 59	60 – 79	80 – 100
0,3	5 – 20	8 – 30	12 – 40	15 – 50
0,15	0 – 10	0 – 10	0 – 10	0 – 15

Sumber: Mulyono, 2003

2. Pengujian mortar

a. Uji kelecakan (nilai sebar)

Nilai sebar adalah ukuran kelacakan mortar yang diukur dengan meja sebar. Pengujian ini menggunakan alat meja sebar (*flow-table*) sesuai dengan ASTM 1958 C-230-57 dan BS 890-1972. Adukan mortar dimasukan kedalam bejana (kerucut dengan diameter bawah 100 mm, diameter atas 70 mm tinggi 50 mm) yang ditaruh di atas meja sebar (diameter 300 mm, tebal 20 mm) dapat dilihat pada Gambar 3.1. kemudian bejana diangkat lurus keatas. Periksa apakah adukan mortar berbentuk seperti kerucut dapat dilihat pada Gambar 3.1 dan Gambar 3.2. Bila adukan berguguran maka perlu diulang, namun bila bentuknya baik maka langkah berikutnya yaitu penggetaran meja sebar siap dilakukan. Penggetaran meja sebar dilakukan dengan cara menaikkan meja sebar setinggi 12,5 mm (1/2 inci) lalu menjatuhkan berulang-ulang sebanyak 25 kali dalam waktu 15 detik, selanjutnya diukur lagi diameter dasar kerucut. nilai sebar ini diijinkan agar mortar tersebut dapat dikatakan memiliki kelecakan yang baik untuk

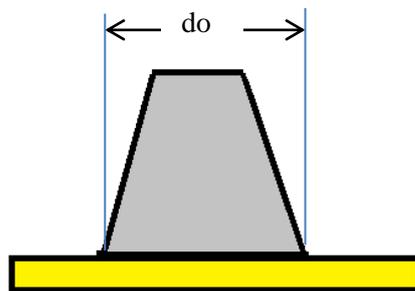
digunakan berkisar 70% - 115 %, semakin besar nilai sebar maka akan semakin encer adukan mortarnya.

$$\text{Nilai sebar} = \frac{(d1-do)}{do} \times 100\% \dots \dots \dots (3.10)$$

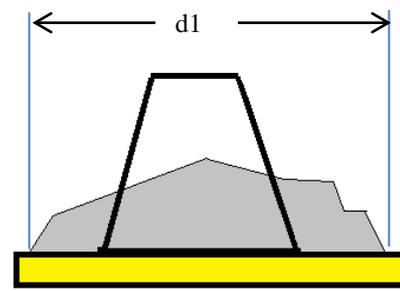
dengan :

do : lebar bejana bawah (mm)

d1 : lebar sebaran terjauh (mm)



Gambar 3.1 Mortar sebelum diuji



Gambar 3.2 Mortar sesudah diuji

b. Kuat tekan mortar

Bahan campuran untuk mortar mempengaruhi kekuatan mortar. Indonesia belum ada persyaratan mengenai kekuatan adukan, hanya untuk konstruksi tertentu dianjurkan untuk menggunakan campuran tertentu pula yang tercantum dalam Peraturan Bangunan Indonesia 1977. Adapun tujuan kuat tekan mortar adalah untuk mengetahui besarnya kekuatan (*compressive strength*) secara aksial. Benda uji mortar dibuat dalam cetakan khusus dengan dimensi 5 cm x 5 cm x 5 cm dimana permukaannya harus datar, setelah keras ditekan dengan mesin uji tekan. Nilai kuat tekan diperoleh dengan membagi besar beban tekan maksimum dengan luas penampang benda uji.

$$\text{Kuat tekan (Cs)} = \frac{P_{max}}{A} \dots \dots \dots (3.11)$$

dengan:

Pmax : Beban maksimum (kg)

A : Luas permukaan tekan (cm²)