

BAB III

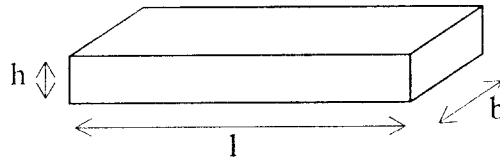
LANDASAN TEORI

Landasan teori memuat dasar-dasar teori yang akan dipergunakan secara garis besar dan merupakan tuntunan yang akan digunakan untuk merumuskan hipotesis. Oleh karena itu, pada bab ini berisi tentang teori-teori yang mendukung pemecahan berbagai kendala dalam penelitian dilaboratorium yang meliputi teori tentang material yang digunakan untuk pembuatan bata maupun teori yang menjelaskan pengujian pada bata merah.

3.1 Batu Bata Merah

Menurut Kardiyono (1992), bata merah merupakan material yang dibuat dari tanah liat dengan atau tanpa campuran bahan lain, yang kemudian dibakar dengan suhu tinggi sehingga tidak terurai lagi jika direndam air. Secara umum bentuk standar bata merah adalah empat persegi panjang, bersudut siku-siku, dan permukaannya rata. Pada umumnya panjang bata adalah dua kali lebarnya, sedangkan tebal sekitar setengah dari lebar.

Permukaan sisi-sisi bata merah harus datar, tidak terdapat retak-retak, tidak mudah hancur atau pecah, tidak menunjukkan perubahan bentuk yang berlebihan, berwarna merah merata serta berbunyi nyaring jika diketuk dengan benda keras (Frick dan Kusmartadi, 1999). Bentuk umum bata merah dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Bata merah Prismatis

Jenis batu buatan ini paling banyak dikenal orang selain itu bata merah banyak kita dapatkan dengan mudah di negara kita. Sebagian bahan dinding ini diproduksi oleh industri rumahan (*home industry*) dan sebagian lagi oleh pabrik-pabrik berskala besar dengan menggunakan mesin-mesin, walaupun jumlahnya masih relatif sedikit, tetapi hal ini dapat dijadikan komoditi ekspor. Batu ini bahan pembentuknya berupa tanah liat atau lempung. Tanah liat yang sudah diaduk sampai rata dan dibersihkan dari batu-batu kerikil selanjutnya akan dicetak. Campuran bata yang baik sebagian besar terdiri dari pasir (*silica*) dan tanah liat (*alumina*), yang dicampur dengan nilai perbandingan tertentu untuk mendapatkan bahan yang jika diberi air menjadi bersifat plastis.

Bata yang terlalu banyak tanah liat (sedikit sekali pasir) akan mengakibatkan susutan bata cukup besar selama proses pengeringan dan pembakaran, yang dapat menimbulkan retak atau melengkung, bata yang terlalu banyak pasir (sedikit sekali tanah liat) akan mengakibatkan tidak adanya lekatan antar butir-butir tanah, sehingga mengakibatkan bata bersifat getas atau lemah. Sedikit kapur di dalam campuran berguna untuk membantu proses pelelehan pasir saat pembakaran, dan mengikat butir-butir tanah. Terlalu banyak kapur di dalam campuran mengakibatkan bata menjadi mudah retak.

3.1.1 Proses Pembakaran Bata

Pada pembakaran bata, panas yang terjadi dari pembakaran bahan bakar, dialirkan ke bata dan panas ini bisa dipakai untuk menaikkan suhu dari barang-barang yang dibakar, menguapkan air yang masih tertinggal (air pembentukan) dan melangsungkan reaksi kimia yang diperlukan, sehingga bata mendapatkan kekuatan, warna dan bentuk yang stabil. Ada 3 (tiga) cara untuk menghasilkan panas, yaitu:

- a. Dengan cara membakar bahan bakar,
- b. Dengan cara listrik. Bila arus listrik mengalir melalui tahanan listrik berupa kawat atau batang, panas akan terjadi yang dapat dipergunakan untuk industri. dan
- c. Dengan cara mekanik. Misalnya dua batang kayu yang satu kita gosok-gosokkan dengan yang lain, maka akan terjadi panas.

Bata merah yang akan digunakan untuk konstruksi bangunan harus memenuhi syarat-syarat tertentu antara lain: harus mempunyai rusuk-rusuk yang tajam dan siku, bidang-bidang sisi datar, tidak menunjukkan retak-retak dan perubahan bentuk yang berlebihan, permukaan harus kasar, warnanya merah seragam (merata) dan bunyinya nyaring bila diketok.

Adapun kriteria untuk pemilihan bata merah adalah (Suwardono, 2002):

- a. Kematangan bata mudah dibedakan dengan warnanya yang:
 1. hitam, terlalu matang,
 2. merah, matang, dan
 3. abu-abu/*cream*, masih mentah.

- b. Bunyinya dan warnanya,
- c. Ukuran bata terlalu kecil atau besar. Kriteria yang baik dengan sendirinya harus disesuaikan dengan standar yang berlaku, dan
- d. Tidak mudah hancur atau patah.

Tinggi rendahnya kualitas bata merah ini bergantung pada kualitas tanah lempung sebagai bahan mentah, metode dan pengawasan proses pengolahan seta pencetakan dan juga tergantung pada proses pembakaran.

3.2 **Zat aditif Rock**

Zat aditif rock adalah suatu *aditif* pengeras serba guna yang merupakan campuran dari unsur-unsur Non organik dengan prosentase yang diinginkan untuk meningkatkan efek ikatan semen. *Zat aditif* ini hampir mirip dengan semen yaitu sebagai bahan ikat yang mampu mengikat antar butiran sehingga akan memberikan kekuatan yang optimal. Tetapi *aditif* ini juga dapat diaplikasikan pada fasilitas transportasi seperti untuk memperbaiki stabilitas tanah lempung untuk perkerasan. *zat aditif* ini juga dapat diaplikasikan untuk fasilitas irigasi. Keuntungan dalam menggunakan *zat aditif* ini antara lain :

1. Dapat digunakan untuk daya ikat pada pasir laut tanpa dicuci terlebih dahulu
2. Mudah dalam pengerjaannya (*workability*)
3. Dapat digunakan untuk perkerasan pada daerah rawa atau payau
4. Memperbaiki pondasi di dasar laut
5. Mencegah keretakan

(sumber : PT ROCK TECHNO INDONESIA)

3.3 Pengujian Awal Sampel

Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui sifat-sifat fisik dari bata merah dengan variasi campuran zat *aditif rock*. Sehingga diketahui kualitas bata merah sebagai salah satu bahan konstruksi, baik dari segi fisik, bentuk, ukuran dan kematangan bata. Pengujian yang dilakukan dilaboratorium meliputi pengujian berat volume kering bata merah, pengujian berat jenis bata merah, pengukuran dimensi bata merah, dan pengujian serapan air pada bata merah.

3.3.1 Pengujian Dimensi Bata Merah

Secara fisik ukuran atau dimensi bata merah harus diperhatikan, walaupun modifikasi ukuran dan bentuk dari bata merah yang sudah umum dibuat (konvensional) diperbolehkan. karena ukuran bata merah berhubungan dengan inersia penampang pada bata merah tersebut. sehingga dapat juga berpengaruh terhadap besarnya kekuatan bata tersebut. Menurut SII.0021-1978 dan PUBI-1982, ukuran standar bata merah (konvensional) adalah seperti dijelaskan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Ukuran Bata Merah Menurut PUBI-1982

Acuan yang dipakai	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)
Modul M-5a	190	90	65
Modul M-5b	190	140	65
Modul M-6	230	110	55

Acuan lain yang dipakai dalam pengukuran dimensi bata merah di Indonesia adalah Peraturan Bata Merah sebagai Bahan Bangunan yang berlaku di Indonesia (NI-10) dari Yayasan Dana Normalisasi Indonesia, yang menyatakan

bahwa dimensi bata merah yang sudah umum digunakan sebagai bahan bangunan (bata konvensional) adalah seperti yang dijelaskan dalam Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Dimensi (Standar Indonesia NI-10)

Jenis	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)
Bata I	240	115	52
Bata II	230	110	50

Sumber: Bata Merah Sebagai Bahan Bangunan, SNI NI-10, 1964

Tabel 3.3 Penyimpangan yang diperbolehkan

	Panjang	Lebar	Tebal
% penyimpangan	3	4	5
Selisih (max-min) (mm)	10	5	4

Sumber: Bata Merah Sebagai Bahan Bangunan, SNI NI-10, 1964

Untuk keperluan tertentu penggunaan bata merah dengan dimensi lain (non-konvensional) diperbolehkan.

Bata merah harus dibersihkan dahulu dari kotoran yang menempel sebelum diukur panjang, lebar, dan tingginya agar tidak terjadi penyimpangan maupun kesalahan yang fatal. Disamping itu, bata yang dipilih untuk pengukuran diusahakan bata merah yang tidak terlalu lama setelah pembakaran, karena bila bata merah terlalu lama berada pada udara terbuka dimungkinkan pori-pori bata banyak dimasuki air. Dimensi bata merah yang digunakan pada penelitian ini (panjang, lebar dan tingginya) adalah 24 x 11 x 4 cm, sesuai dengan dimensi cetakan bata yang digunakan produsen bata daerah setempat.

3.3.2 Pengujian Berat Volume Kering Bata Merah

Nilai berat volume kering bata merah dapat digunakan untuk menentukan golongan bata merah tersebut termasuk golongan bata merah berat atau ringan. Pengujian berat volume kering ini mengacu pada Peraturan Bata Merah Sebagai Bahan Bangunan SNI-10. Bata merah termasuk kedalam golongan bata merah ringan jika mempunyai berat volume kering kurang dari 1.2 gr/cm³. Besarnya berat volume kering dapat dihitung dengan persamaan (3.1).

$$BVk = \frac{Wk}{Vk} \dots\dots\dots(3.1)$$

Keterangan: BVk = Berat Volume kering (gr/cm³),

Wk = Berat bata kering (gr),

Vk = Volume bata kering (cm³).

3.3.3 Pengujian Berat Jenis Bata Merah

Menurut ASTM/Vol 04.05/C67, berat jenis bata merah didapat dengan cara membandingkan antara berat kering bata merah dengan volume *solid* dari bata merah tersebut. Berat kering bata merah didapat dengan cara menimbang bata merah yang telah dikeringkan dalam oven hingga suhu 110^o – 115^o C minimal selama 24 jam. Sedangkan volume *solid* bata merah didapat dengan cara mengurangi volume kering bata merah dengan volume *void* (pori) yang terdapat dalam bata merah tersebut.

Volume pori bata merah didapat dengan cara menghitung selisih berat antara bata merah jenuh air dengan berat bata merah kering oven, volume pori adalah sama dengan volume air yang mengisi pori bata merah tersebut, dan

besarnya sama dengan selisih berat antara bata merah kering (setelah dikeringkan dengan oven) dengan berat bata merah yang jenuh air. Berat jenis bata merah dapat dihitung dengan persamaan (3.2).

$$B_j = \frac{W_k}{V_s} \dots\dots\dots(3.2)$$

Keterangan: B_j = Berat jenis bata merah (gr/cm^3),

W_k = Berat kering bata merah (gr),

V_s = Volume *solid* bata merah (cm^3).

3.3.4 Uji Serapan Air

Bata merah yang baik bila direndam dengan air tidak mengeluarkan gelembung terlalu banyak serta tidak hancur bila direndam dalam air. Uji serapan air dimaksudkan untuk mengamati sifat fisik bata yang berkaitan dengan prosentase kadar air yang terserap pada bata. Bata umumnya dikatakan baik apabila penyerapan airnya kurang dari 20 persen (Kardiyono, 1992). Semakin besar pori-pori bata, maka semakin banyak air yang terserap dalam bata, menjadikan bata semakin lunak dan akan mempengaruhi kekuatan bata.

Perhitungan uji serapan air dengan persamaan (3.3) berikut ini.

$$\text{Penyerapan Air } (c) = \frac{b - a}{a} \times 100\% \dots\dots\dots(3.3)$$

dimana: a = berat kering (gram)

b = berat jenuh setelah bata direndam selama 24 jam (gram)

c = absorpsi/penyerapan air (%)

3.4 Pengujian Akhir Sampel

Pengujian akhir sampel perlu dilakukan untuk mendapatkan data-data yang cukup akurat sehingga dapat dilakukan analisis dan pembahasan tentang permasalahan yang terjadi untuk kemudian diambil kesimpulan.

3.4.1 Kuat Tekan Bata

Kuat tekan bata adalah kekuatan/kemampuan bata menahan beban aksial terhadap luas bidang tekan. Pengujian kuat tekan bata merah menunjukkan mutu kuat tekannya. Kekuatan ini dipengaruhi mutu bahan yang digunakan, proses pengolahan dan pembakarannya. Kuat tekan sebuah benda percobaan didapat sebagai hasil bagi beban/gaya tekan secara merata terhadap luasan bidang tekan pada bata. Nilai standar mutu bata merah berdasarkan kuat tekannya dapat dilihat pada peraturan Bata merah sebagai bahan bangunan NI-10, seperti tertera pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Mutu dan Kuat Tekan Bata (NI - 10)

Mutu Bata Merah	Penyimpangan Dimensi Test	Kuat Tekan (Kg/cm ²)
1	Tidak ada	>100
2	1 dari 10	100 - 80
3	2 dari 10	80 - 60

Sumber: Bata Merah Sebagai Bahan Bangunan. SNI NI-10. 1964

Sedangkan menurut SII.0021-78 dan PUBI-1982 mutu bata dikelompokkan menjadi 6 kelas seperti dalam Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Mutu Dan Kuat Tekan Bata Merah (SII)

Kelas	Kuat Tekan Rata-rata (kg/cm ²)
25	25
50	50
100	100
150	150
200	200
250	250

Menurut SNI-10 1964, kuat tekan bata didapat dengan cara memberikan gaya tekan secara merata pada permukaan sampel bata merah berbentuk kubus dengan luasan permukaan > 9,3 cm². Nilai kuat tekan bata dapat dihitung dengan persamaan (3.4).

$$\text{Kuat Tekan, } f = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (3.4)$$

dimana:

f = Kuat tekan *specimen*/bahan uji (MPa)

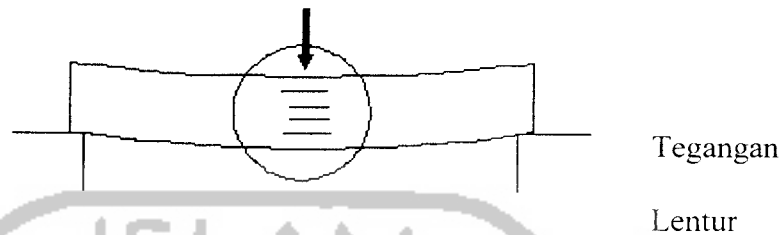
P = Maksimum pembebanan (kN)

A = Luas bidang tekan (m²)

3.4.2 Kuat Lentur Bata

Pengujian Kuat Lentur bata merah dimaksudkan untuk mengetahui kuat lentur pada benda uji bata merah akibat pembebanan di tengah bentang pada benda uji bata merah. Menurut schodek (1999), lentur adalah keadaan gaya kompleks yang berkaitan dengan melenturnya elemen (biasanya elemen tersebut adalah balok) sebagai akibat dari adanya beban *transversal/lintang*. Selanjutnya dikemukakan, aksi lentur mengakibatkan serat-serat pada elemen mengalami tarik dan tekan pada satu penampang yang sama. Kekuatan elemen yang mengalami

lentur tergantung pada distribusi material pada penampang, juga jenis material. Perilaku lentur pada struktur dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Prilaku Umum Balok

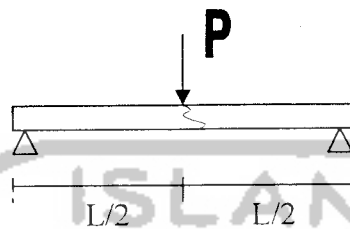
Nilai kuat lentur bata merah berkaitan dengan kemampuan bata merah menahan beban yang akan menyebabkan keretakan saat bata tidak mampu lagi menahan gaya *transversal*. Makin tinggi nilai kuat lentur makin baik kualitas bata tersebut. (Pudik, Solihatun, 2004). Ketika mengalami aksi lentur, balok juga mengalami pergeseran gaya dalam serat yang saling berlawanan untuk menahan dan mengimbangi kestabilan struktur sebagai efek dari beban *transversal*. Kegagalan tegangan geser terjadi pada arah vertikal dan horizontal. Semua perilaku diatas juga berlaku pada bahan/elemen termasuk pada bata.

Perhitungan kuat lentur untuk benda uji dengan bidang pecah berada ditengah, dihitung dengan persamaan (3.5) berikut ini.

$$\text{Kuat Lentur } (\sigma_p) = \frac{3 \cdot P \cdot L}{2 \cdot b \cdot d^2} \dots\dots\dots (3.5)$$

- dimana:
- σ_p = kuat lentur /bahan uji (kPa)
 - P = Maksimum pembebanan (kN)
 - L = Jarak dukungan (m)
 - b = Lebar bata (m)
 - d = Tebal bata (m)

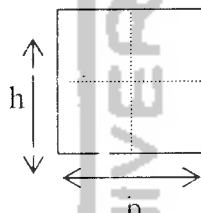
Apabila sampel uji mengalami pecah di tengah, maka penggunaan rumus kuat lentur seperti diatas. Penurunan dari formula tersebut adalah sebagai berikut :



$$\sum M_b = 0$$

$$R_a \cdot L/2$$

$$M_b = P/2 \cdot L/2$$



$$I_y = h/2$$

$$\sigma_{\text{lentur}} = \frac{\frac{P}{2} \cdot \frac{L}{2} \cdot \frac{h}{2}}{\frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3}$$

$$= \frac{\frac{1}{8} \cdot P \cdot L}{\frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3} = \frac{12 \cdot P \cdot L}{8 \cdot b \cdot h^3}$$

$$= \frac{3 \cdot P \cdot L}{2 \cdot b \cdot h^3}$$

Sedangkan apabila bidang pecah benda uji tidak berada ditengah, perhitungan kuat lentur menggunakan persamaan (3.6) sebagai berikut :

$$\text{Kuat Lentur } (\sigma_p) = \frac{3 \cdot P \cdot c}{b \cdot d^2} \dots\dots\dots (3.6)$$

dimana: σ_p = kuat lentur /bahan uji (kPa)

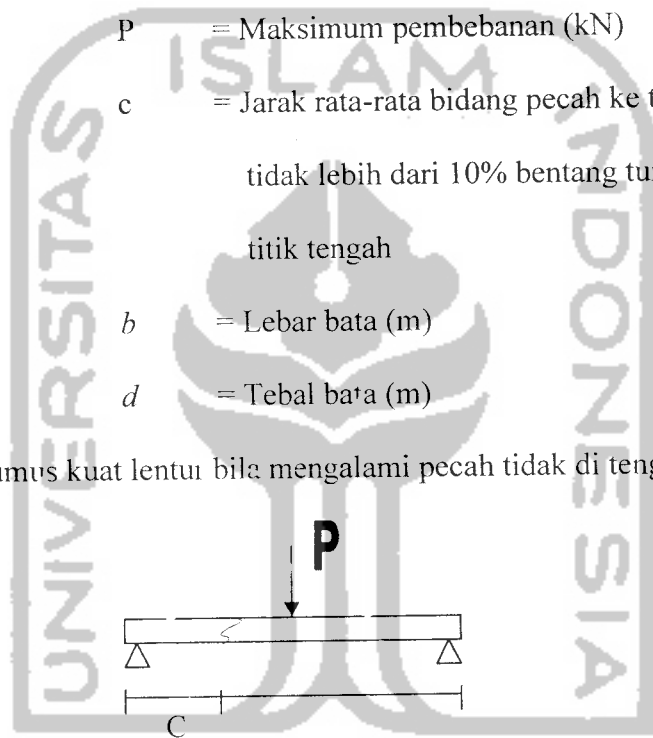
P = Maksimum pembebanan (kN)

c = Jarak rata-rata bidang pecah ke tumpuan terdekat,
tidak lebih dari 10% bentang tumpuan terhadap titik tengah

b = Lebar bata (m)

d = Tebal bata (m)

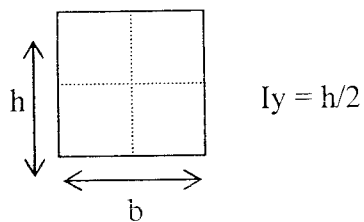
Penurunan rumus kuat lentur bila mengalami pecah tidak di tengah sebagai berikut :



$$\sum Mb = 0$$

$$R_a \cdot C$$

$$M_b = P/2 \cdot C$$



$$\begin{aligned} \sigma \text{ lentur} &= \frac{\frac{P}{2} \cdot C \cdot \frac{h}{2}}{\frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3} \\ &= \frac{\frac{1}{4} \cdot P \cdot C}{\frac{1}{12} \cdot b \cdot h^2} = \frac{12 \cdot P \cdot C}{4 \cdot b \cdot h^2} \\ &= \frac{3 \cdot P \cdot C}{b \cdot h^2} \end{aligned}$$

3.5 Teori Pengolahan Data

Dalam penelitian ini, data yang diperoleh perlu diolah lebih lanjut. Selain menggunakan bantuan *software microsoft excel*, terdapat hal-hal dasar yang menjadi acuan pengolahan data. Data yang tersaji akan diketahui seberapa besar penyimpangannya dari rata-rata sampel melalui standar *deviasi* atau simpangan baku.

Sebelum membahas standar *deviasi* perlu diketahui dahulu mengenai *mean* atau rata-rata. *Mean* adalah suatu ukuran dari lokasi sentral (Ritonga, 1987). Perhitungan *mean* untuk data tunggal/tidak dikelompokkan seperti pada persamaan (3.7) berikut.

$$X_{\text{rerata}} = \frac{\sum X}{n} \dots\dots\dots(3.7)$$

- dimana:
- X_{rerata} = rata-rata hitung
 - X = subyek/data yang dihitung
 - Σ = jumlah dari data
 - n = jumlah sampel

Sementara itu, perhitungan untuk standar *deviasi* seperti pada persamaan (3.8) berikut.

$$s = \sqrt{\frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}} \quad (3.8)$$

dimana: s = simpangan baku/standar *deviasi* sampel

X = subyek/data yang dihitung

Σ = jumlah dari data

N = jumlah sample

