

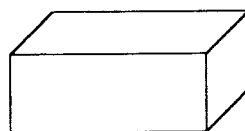
BAB III

LANDASAN TEORI

Landasan teori memuat dasar-dasar teori yang akan dipergunakan secara garis besar dan merupakan tuntunan yang akan digunakan untuk merumuskan hipotesis. Landasan teori ini meliputi pengertian batu bata, bahan penyusun pasangan serta teori dalam pengujian *small specimen* maupun *medium specimen*. Disamping teori mengenai pengujian, juga dibahas sedikit teori pengolahan data.

3.1 Batu Bata (*Brick*)

Batu bata atau lebih dikenal dengan sebutan bata merah yakni, suatu unsur bangunan, yang diperuntukkan pembuatan konstruksi bangunan dan yang dibuat dari tanah dengan atau tanpa campuran bahan-bahan lain, dibakar cukup tinggi, hingga tidak dapat hancur lagi, bila direndam dalam air (Bata merah sebagai bahan bangunan NI-10). Bentuk umum bata merah dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Bata Merah Prismatis

Jenis batu buatan ini paling banyak dikenal orang. Sebagian bahan dinding ini diproduksi oleh industri rumahan (*home industry*) dan sebagian lagi oleh pabrik- pabrik berskala besar. 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 dan 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.

Pada industri batu bata yang masih sangat tradisional, saat pembuatan bahan baku utama dicampur dengan sekam padi. Ketika dibakar sampai suhu yang demikian tinggi, sekam tersebut akan hangus terbakar dan meninggalkan lubang-lubang kecil. Lubang-lubang inilah yang akan menjadi pori-pori batu bata.

Kadangkala, sekam padi ini bisa diganti oleh kotoran binatang atau rumput yang fungsinya sama, yaitu membentuk pori-pori pada batu. Pori-pori pada bahan pembuat dinding sangat penting karena membuat bahan lebih ringan. Selain itu, dengan adanya pori-pori, dinding seolah "bernafas". Air maupun udara bisa masuk ke dalam bahan dinding tersebut dengan mudah, tetapi akan mudah keluar. Dalam penelitian ini, bata Sleman yang dibuat tidak menggunakan campuran

apapun, hanya lempung saja. Sehingga bata yang dihasilkan diharapkan bersifat padat.

Didaerah Sleman bata yang telah dicetak, disusun tinggi ± 6 bata untuk dikeringkan/dijemur ± 4 hari. Setelah dijemur dan kering, batu bata yang masih setengah jadi ini kemudian dibakar pada suhu yang cukup tinggi sampai benar-benar mengeras. Pembakaran menggunakan tungku berbahan bakar sekam padi. Tungku disini adalah susunan batu bata yang disusun menggunung mencapai ± 15 bata ataupun lebih dan letak bata tungku ini pada bagian luar, sehingga bata yang akan dimasak terletak pada bagian dalam. Pada bagian atas dibuat celah tempat meletakkan sekam yang akan dibakar. Sekam diberikan ketika bata siap dibakar dan dimasukkan dari atas sampai dirasa api sekam api telah merata. Lama pembakaran menggunakan sekam tergantung juga dengan sekam yang digunakan. Untuk sekam basah bisa mencapai umur pembakaran ± 7 hari sedangkan sekam kering bisa ± 5 hari. Dan dalam pembakaran ini, bata diusahakan tidak berubah bentuk (tetap berbentuk empat persegi panjang).

Dalam penelitian ini variasi letak pembakaran yang ditinjau yakni bagian atas, tengah dan bawah. Maksud dari pengambilan sampel dengan tiga bagian ini karena kematangan bata tiap lapisnya belum tentu sama. Kemudian akan diteliti seberapa jauh perbedaan kekuatan dari tiap bagian akibat pembakaran kaitannya dengan kekuatan dinding pasangan bata.

3.1.1 Proses Pembakaran Bata

Peristiwa terbakarnya batang kayu korek api apabila digesekkan merupakan reaksi kimia yang memberikan banyak panas sehingga menyebabkan

peristiwa api. Tidak semua reaksi kimia memberi panas atau kalori. Ada reaksi kimia yang memberi panas, tapi ada juga reaksi kimia yang memerlukan panas atau kalori, supaya dapat berlangsung.

Panas atau kalori yang berhubungan dengan reaksi kimia dinamakan panas reaksi. Panas yang diperlukan pembakaran bata harus dibuat terlebih dahulu.

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. Umpamanya dua batang kayu yang satu kita gosok-gosokkan dengan yang lain, maka akan terjadi panas.

Pembakaran sebenarnya adalah suatu reaksi kimia yang banyak mengeluarkan panas, yang berlangsung cepat sekali, sehingga menimbulkan api. Supaya bahan bakar dapat terbakar, diperlukan oksigen yang cukup banyak. Selain itu, suhu harus cukup tinggi. Jika tidak ada oksigen, pembakaran tidak akan terjadi.

Di dalam bahan bakar, ada bagian yang dapat terbakar dan ada yang tidak dapat terbakar. Yang tidak dapat terbakar sesudah pembakaran tinggal sebagai abu. Hasil pembakaran bagian yang terbakar ialah menimbulkan panas dan gas-gas yang tidak dapat dilihat oleh mata.

Bila pada pembakaran ada asap hitam, berarti udaranya kurang banyak. Sebetulnya bahan bakar tadi dapat terbakar dan memberi panas, tetapi karena

kekurangan oksigen maka panas yang dikeluarkan menjadi berkurang. Oleh sebab itu, lebih baik kelebihan udara daripada kekurangan.

Barang yang dibakar akan menjadi panas (naik suhunya) karena panas dari hasil pembakaran, dipindahkan ke barang. Barang hanya dapat menerima panas dari sekelilingnya, apabila suhu sekeliling lebih rendah, gas-gas yang terjadi pada pembakaran mempunyai suhu yang tinggi, karena dipanaskan oleh kalori yang dibebaskan. Gas-gas bergerak dan menyentuh barang. Pada persentuhan, sebagian dari kalori dipindahkan ke barang tersebut. Dengan demikian suhu barang juga menjadi naik dan peristiwa ini dinamakan konveksi. Selain konveksi perpindahan panas juga bisa terjadi melalui perambatan/pengantaran dari bagian satu ke bagian-bagian lainnya yang tidak bergerak (yang ada didalam), sehingga bagian dalam suhunya ikut naik.

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.

Pada permulaan pembakaran, api tidak boleh langsung besar, supaya suhu naik dengan perlahan-lahan, dan airnya dapat menguap tidak terlalu cepat. Bila kenaikan suhu berlangsung dengan cepat, uap air yang dihasilkan jadi semakin banyak, sehingga barang yang sedang dibakar bisa meledak.

Bila pengeluaran asap putih yang dikeluarkan oleh uap air sudah hilang, api boleh dibesarkan sedikit, sampai keluar lagi asap putih lagi. Asap putih ini adalah

uap air, yang terjadi karena air yang terikat secara kimia dalam mineral-mineral tanah yang terlepas dan terus menguap.

Menurut Suwardono (2002), dalam pembakaran bata ada beberapa tahapan yang harus diperhatikan, yaitu :

- a. tahap pertama adalah penguapan (pengeringan), yaitu pengeluaran air pembentuk, terjadi hingga temperatur $\pm 120^{\circ}\text{C}$,
- b. tahap oksidasi, terjadi pembakaran sisa-sisa tumbuhan (karbon) yang terdapat di dalam lempung dan berlangsung pada temperatur $\pm 650 - 800^{\circ}\text{C}$,
- c. tahap pembakaran penuh dimana bata dibakar hingga matang dan terjadi vitrifikasi hingga menjadi bata padat. Temperatur matang bervariasi antara $\pm 920 - 1020^{\circ}\text{C}$ tergantung pada sifat lempung yang dipakai, dan
- d. tahap penahanan. Pada tahap ini terjadi penahanan temperatur selama 1-2 jam. Pada tahap a, b dan c kenaikan temperature harus perlahan-lahan, agar tidak terjadi kerugian pada batanya. Antara lain : pecah-pecah, noda hitam pada bata, pengembangan, dan lain-lain.

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 serta percetakan dan juga tergantung pada proses pembakaran.

Untuk penelitian ini standar bata merah yang dibuat dengan pembakaran dan tidak berlobang, dengan acuan dimensi dapat dilihat pada peraturan Bata merah sebagai bahan bangunan NI-10, sebagaimana dilihat pada Tabel 3.1 dan penyimpangan yang diperbolehkan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.1 Dimensi (Standar Indonesia NI – 10)

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

Tabel 3.2 Penyimpangan yang diperbolehkan

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

3.2 Bahan Lain

Bahan lain yang dibutuhkan dalam penelitian ini yakni bahan-bahan yang menjadi unsur-unsur campuran/mortar sebagai lekatannya. Mortar terdiri atas semen, pasir, kapur dan air.

3.2.1 *Portland Cement*

Semen *portland* adalah bahan pengikat *hidrolis* yang digunakan untuk mengikat bahan-bahan menjadi satu kesatuan yang kuat. Semen *portland* digunakan sebagai bahan adukan atau campuran pokok pembuatan beton dan merupakan bahan adukan untuk pasangan yang berfungsi untuk merekatkan butir-butir agregat, sehingga terjadi massa yang kompak atau padat, selain itu juga mengisi rongga-rongga diantara butiran agregat. Adapun semen *portland* yang digunakan haruslah memenuhi kriteria berikut yakni, Semen *Portland* yang digunakan harus memenuhi mutu yang disyaratkan dalam NI-8-1971 bab 3.2 dan SII-003-81 yang meliputi kehalusan butir, dengan pengikatan awal paling cepat satu jam untuk memberi kesempatan pengolahan dan pencoran, adukan mempunyai sifat kekal bentuk, kekuatan adukan dan susunan kimia.

3.2.2 *Kapur (Lime)*

Kapur berfungsi sebagai bahan pengikat baik dalam adukan pasangan, plesteran maupun dalam pembuatan bagian-bagian atau elemen-elemen bangunan. Kapur diperoleh sebagai hasil pembakaran batu kapur, yang dalam keadaan murni berupa batuan *calcium carbonat* (CaCO_3), dalam tungku-tungku pembakaran kapur dan akan terurai kedalam gas asam arang (CO_2) yang keluar melalui mulut tungku dan kapur tohor (CaO) yang ditampung dibagian bawah tungku. Pemberian air yang cukup pada kapur tohor tersebut akan menghasilkan kapur padam (Ca(OH)_2).

Menurut peraturan umum untuk Pemeriksaan Bahan-bahan bangunan, serbuk kapur yang telah dipadamkan sekurang-kurangnya 70% dapat melalui ayakan 0,84 mm dan sisa saringannya tidak boleh mengandung bagian-bagian

yang belum terpadamkan. Kadar bagian yang aktif sekurang-kurangnya 70% dari jumlah kapur.

3.2.3 Agregat halus (Pasir)

Agregat halus berupa pasir, dapat digunakan sebagai campuran adukan untuk pasangan bata. Yang dimaksudkan pasir disini adalah bahan batuan berukuran kecil dengan ukuran diameter butirnya antara 0,15 mm sampai 5 mm (Tjokrodimuljo, 1992). Pasir harus mempunyai butiran-butiran yang keras, warna hitam, bentuk bulat (seragam) atau tidak boleh terlalu banyak yang pipih, awet dan tidak boleh mengandung lumpur atau tanah liat (*Clay lump*) lebih dari 5 %. Pasir tidak boleh mengandung kotoran organik dan harus lolos saringan nomor 7 atau dapat diganti dengan saringan ukuran 3 mm dan harus memenuhi syarat-syarat sebagai agregat halus.

Pasir tidak boleh mengandung kotoran organik lebih dari 0,5 % dan faktor penyerapan air harus kurang dari 5 %. Pasir dapat berupa pasir alam (sebagai hasil pelapukan batuan oleh alam) atau berupa pasir pecah (hasil dari pemecahan batu dengan mesin pemecah atau *stone crusher*).

3.2.4 Air

Air mempunyai pengaruh yang penting dalam pengikatan campuran serta sifat mudah dikerjakan (*workability*) dan kekuatannya.

Dalam campuran spesi/lekatan, pemakaian air sebaiknya memenuhi syarat-syarat (Tjokrodimuljo, 1992) :

1. tidak mengandung lumpur atau benda melayang lainnya lebih dari 2 gr/lt,

2. tidak mengandung garam-garaman yang dapat merusak (asam, zat organik dan sebagainya) lebih dari 15 gr/lt,
3. tidak mengandung klorida (Cl) lebih dari 0,5 gr/lt, dan
4. tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gr/lt.

Air yang digunakan untuk bereaksi hidrasi dengan semen diperlukan sedikitnya 20-30% jumlah air dari berat semen.

3.3 *Small Specimen*

Pengujian *small specimen* yakni pengujian skala kecil atau pengujian pendahuluan, yang lebih bersifat untuk mengetahui karakteristik (segi fisik, bentuk & ukuran, kematangan bata) sampel uji secara khusus. Sebelum diuji dalam lingkup *small specimen*, bata terlebih dahulu akan diuji secara visual bata yang akan digunakan untuk mengetahui kualitas bata tersebut.

3.3.1 Uji Kandungan Garam (NI – 10)

Bata merah tidak boleh mengandung garam yang dapat larut sedemikian banyaknya sehingga pengkristalan garam dapat mengakibatkan lebih dari 50 persen permukaan bata tertutup tebal oleh bercak-bercak putih. Hasil pengujian dinyatakan dengan tiga kondisi yaitu :

- a. tidak membahayakan, bila kurang dari 50% permukaan bata tertutup oleh lapisan tipis berwarna putih, karena pengkristalan garam-garam 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 ataupun terlepas, dan

- 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.

Kadar garam yang membahayakan dapat merusak bata merah.

3.3.2 Uji Serapan Air (NI – 10)

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 mengetahui prosentase kadar air yang terserap pada bata dan umumnya dikatakan baik apabila penyerapan airnya kurang dari 20 persen.

Perhitungan uji serapan air dengan persamaan (3.1) berikut ini.

$$\text{Penyerapan Air (c)} = \frac{b - a}{a} \times 100\% \dots\dots\dots(3.1)$$

dimana:

a = Berat kering (gram)

b = Berat Jenuh (gram)

c = Penyerapan Air

3.3.3 Kuat Tekan Bata (*Compressive Strength of Brick*)

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 3.3.

Tabel 3.3 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

Dengan catatan bahwa dari 10 test bata kuat tekannya tidak boleh 20 persen lebih rendah dari rata-rata kuat tekan mutunya. Perhitungan kuat tekan bata pada persamaan (3.2) berikut ini. (ASTM/Vol 04.05/C-67)

$$\text{Compressive Strength, } C = \frac{W}{A} \dots \dots \dots (3.2)$$

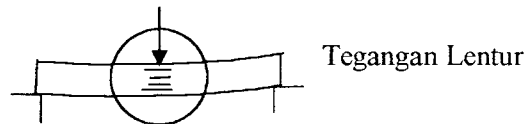
dimana: C = Kuat tekan specimen/bahan uji (kg/cm²)

W = Maksimum pembebanan (kg)

A = Luas bidang tekan (cm²)

3.3.4 *Modulus of Rupture (Flexure Test)*

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. Prilaku lentur pada struktur dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Prilaku Umum Balok

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 modulus rupture dengan persamaan (3.3) berikut ini. (ASTM/Vol 04.05/C-67)

$$\text{Modulus Rupture } (S) = \frac{3 \cdot W \cdot l}{2 \cdot b \cdot d^2} \dots\dots\dots(3.3)$$

dimana: S = Modulus of rupture specimen/bahan uji (kg/cm^2)

W = Maksimum pembebanan (kg)

l = Jarak dukungan (cm)

b = Lebar bata (cm)

d = Tebal bata (cm)

3.3.5 Uji Kuat Lekatan Bata

Uji kuat lekatan yang dimaksud pada pengujian ini yakni kuat lekat antara mortar dengan bata. Mortar yang digunakan yakni campuran semen:kapur:pasir dengan perbandingan 1:1:5 (ASTM/Vol 04.05/C-270). Uji ini dimaksudkan untuk mengukur ikatan kekuatan mortar/adukan pada pekerjaan pasangan dengan memposisikan benda uji pada posisi silang kemudian diuji pada umur 28 hari.

Perhitungan uji kuat lekatan dengan persamaan (3.4) berikut ini. (ASTM/Vol 04.05/C-321)

$$\text{Bond Strength, } A = \frac{L}{J} \dots\dots\dots(3.4)$$

dimana: A = Kuat Lekatan (Kg/cm²)

L = Maksimum pembebanan (Kg)

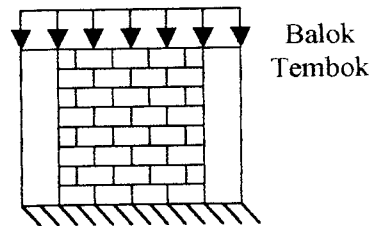
J = Luasan dari tumpuan mortar (cm²)

3.4 *Medium Specimen*

Pengujian *medium specimen* yakni pengujian skala menengah, dimana sampel uji dibuat sebagai pasangan bata dengan dimensi tertentu. Dari pengujian medium ini bisa diketahui seberapa besar pengaruh variasi pembakaran maupun kuat lekatan dari pasangan tersebut.

3.4.1 Kuat Tekan Pasangan

Kuat tekan pasangan adalah kemampuan dari pasangan bata untuk menahan besarnya beban persatuan luas yang menyebabkan pasangan bata tersebut rusak bila dibebani dengan gaya tekan tertentu. Pengujian kuat tekan pasangan ini prinsipnya untuk mengetahui seberapa besar kekuatan yang dihasilkan untuk mengimbangi gaya vertikal yang terjadi akibat beban dari ring balk maupun beban atap. Gaya yang bekerja vertikal juga karena faktor gravitasi bumi yang memang sudah ada dan bekerja seumur bangunan tersebut. Pembebanan yang terjadi seperti pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Pembebanan vertikal pada dinding

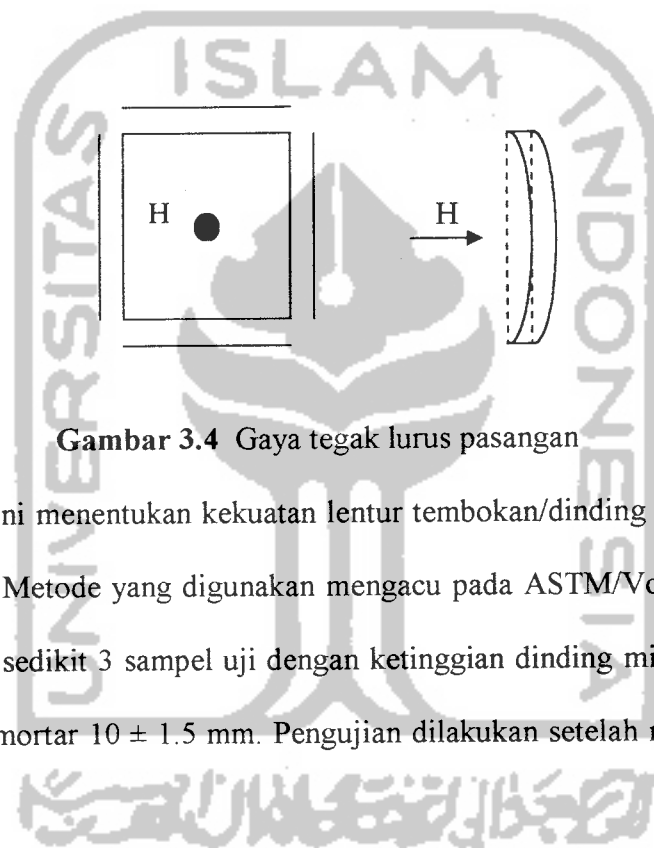
Metode test standar untuk kuat tekan dinding pasangan mengacu pada ASTM /Vol 04.05/E-447 dengan metode A yakni dengan membandingkan data kuat tekan pasangan bata yang dikerjakan di laboratorium dengan pasangan berbeda lainnya atau mortar tipe lain maupun keduanya. Ketentuan sampel untuk kuat tekan pasangan adalah :

- a. minimum tiga dinding pasangan sebagai bahan uji dari setiap kombinasi variable,
- b. panjang dari dinding pasangan harus lebih besar dari ketebalannya,
- c. ukuran ratio tinggi terhadap tebal dinding uji tidak kurang dari dua maupun lebih dari lima ($h/t \leq 2$ s/d 5),
- d. ketebalan mortar dalam joints/hubungan minimum 10 mm, dan
- e. pengujian dilaksanakan setelah mencapai umur 28 hari.

3.4.2 Kuat Lentur Pasangan

Kuat lentur pasangan bata adalah kemampuan pasangan bata menahan gaya horizontal terhadap bidang/dinding yang mengalami aksi gaya sehingga salah satu tepi mengalami perpanjangan dan tepi yang lain mengalami perpendekan.

Dinding pasangan menahan lentur ketika menerima beban horizontal berupa angin maupun gempa. Beban yang terjadi secara bolak-balik, sehingga dinding mengalami lenturan. Pengujian kuat lentur pasangan ini prinsipnya untuk mengetahui seberapa besar kekuatan yang dihasilkan untuk mengimbangi gaya horizontal yang tegak lurus bidang pasangan yang terjadi, seperti tertera pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Gaya tegak lurus pasangan

Metoda ini menentukan kekuatan lentur tembokan/dinding pasangan yang tidak diperkuat. Metode yang digunakan mengacu pada ASTM/Vol 04.05/E-518. Terdapat paling sedikit 3 sampel uji dengan ketinggian dinding minimal 460 mm serta ketebalan mortar 10 ± 1.5 mm. Pengujian dilakukan setelah mencapai umur 28 hari.

Perhitungan Modulus Rupture untuk pasangan dengan persamaan (3.5) berikut ini.

$$\text{Modulus Rupture, } R = \frac{(\frac{3}{2}P + 0.75P_s) \times l}{b \times d^2} \dots \dots \dots (3.5)$$

dimana: R = Modulus Rupture untuk Gross area (Kg/cm²)

P = Maksimum pembebanan (Kg)

P_s = Berat Specimen/sampel uji (Kg)

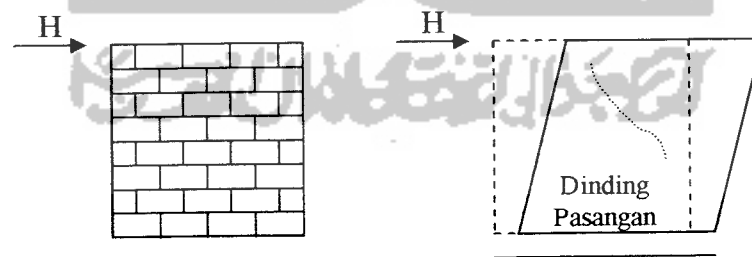
l = Panjang span (cm)

b = Rata-rata lebar specimen (cm)

d = Rata-rata tinggi specimen (cm)

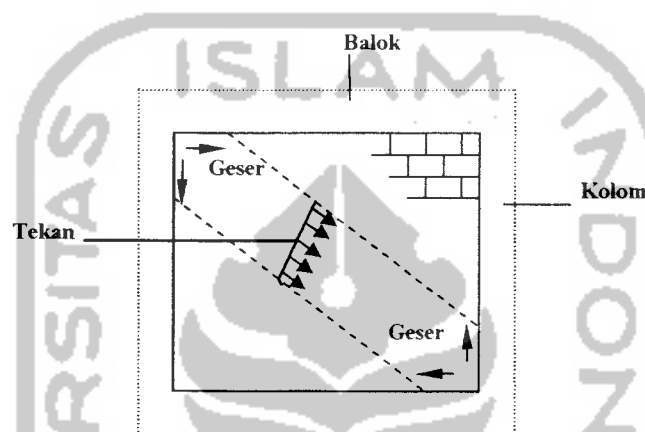
3.4.3 Kuat Geser Pasangan

Pengujian kuat geser pasangan ini prinsipnya untuk mengetahui seberapa besar kekuatan yang dihasilkan untuk mengimbangi gaya horizontal/gempa yang terjadi. Ketika gempa terjadi simpangan pada bangunan seperti pada Gambar 3.5. Simpangan ini menyebabkan kerusakan pada bangunan dan yang paling parah adalah kerusakan pada elemen non-strukturnya. Simpangan ini harus dibatasi agar dapat mengurangi kerusakan-kerusakan tersebut. Simpangan tersebut dapat dibatasi dengan mengisi rangka bangunan berupa pasangan bata, karena pasangan bata lebih kaku dari kolom. Penambahan pasangan bata akan menambah kekakuan struktur bangunan, sehingga pasangan bata berfungsi sebagai *bracing* dengan tahanan terbatas.



Gambar 3.5 Simpangan pada Dinding

Pasangan bata akan mendistribusikan beban horizontal (geser) tersebut sebagai beban tekan searah diagonal pasangan bata. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 3.6. Prinsip ini juga menjadi dasar untuk pengujian kuat geser pada pasangan bata yang mengasumsikan beban tekan sebagai beban geser searah bidang diagonal pasangan bata.



Gambar 3.6 Distribusi Beban Horizontal pada Dinding
(Gambar dikutip dari : Saleh Purnomo, tugas akhir S-1, 2003)

Dengan menggunakan spesimen/benda uji pada posisi diagonal dengan pemusatan tekanan pada satu diagonal. Pengujian dilakukan pada umur 28 hari. Perhitungan kuat geser pasangan dengan persamaan (3.6) berikut ini. (ASTM/Vol 04.05/E-519).

$$\text{Shear Stress, } S_s = \frac{0.707P}{An} \dots\dots\dots(3.6)$$

dimana: S_s = Tegangan Geser pada netto area (Kg/cm²)

P = Beban yang diberikan (Kg)

An = Luasan netto dari spesimen (cm²), yang didapat dari persamaan (3.7) berikut ini.

$$An = \left(\frac{W + h}{2} \right) tn \dots\dots\dots(3.7)$$

dimana: W = Lebar specimen/bahan uji (cm)

h = Tinggi specimen/bahan uji (cm)

t = Ketebalan total dari specimen/bahan uji (cm)

n = Prosentase gross area dari unit solid, dinyatakan dengan desimal

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 (3.8) berikut.

$$X_{rerata} = \frac{\sum X}{n} \dots\dots\dots(3.8)$$

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 (3.9) berikut.

$$s = \sqrt{\frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}} \dots\dots\dots(3.9)$$

dimana : s = simpangan baku/standar deviasi sampel

X = subyek/data yang dihitung

Σ = jumlah dari data

N = jumlah sampel

