

BAB III

LANDASAN TEORI

Landasan teori memuat dasar-dasar teori yang akan dipergunakan untuk merumuskan hipotesis dan langkah-langkah dalam melakukan penelitian. 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 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.

Bata merah banyak kita dapatkan dengan mudah di negara kita. Sebagian bahan dinding ini diproduksi oleh industri rumah tangga (*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. Mengingat semakin populernya pasangan tembokan yang menggunakan pasangan bata dengan campuran mortar, maka bata yang digunakan harus memenuhi syarat-syarat kualitas tertentu. Standar bata merah menurut NI-10 dapat dilihat pada Tabel 3.1, Tabel 3.2, dan Tabel 3.3.

Tabel 3.1 Dimensi Bata

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

Tabel 3.3 Mutu dan kuat tekan bata

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

3.1.1 Proses Pembuatan

Menurut Frick dan Koesmartadi (1999), langkah-langkah pembuatan batu bata adalah sebagai berikut ini.

1. Bahan dasar (tanah liat, sekam, kotoran binatang, air) dicampur sampai rata, campuran yang telah dibersihkan direndam selama satu hari satu malam.
2. Selanjutnya dilakukan pencetakan diatas permukaan tanah yang sudah diberi sekam padi sebagai alas, dan dilakukan dibawah sinar matahari agar cepat kering. Batu bata dicetak dengan menggunakan cetakan dari kayu atau baja.
3. Setelah mencapai kekerasan yang diinginkan, batu bata dibalik agar terjadi pengeringan pada dua sisi. Setelah kering ditumpuk dalam susunan setinggi 10-15 bata. Proses penganginan membutuhkan waktu kurang lebih 2-7 hari.

3.1.2 Proses Pembakaran Bata

Bata yang telah kering secara alami (dengan bantuan angin dan sinar matahari) selanjutnya disusun dalam ruangan atau tungku pembakaran. Lama proses pembakaran dilakukan lebih kurang 24 jam, proses ini berguna untuk menghilangkan kadar air bagian dalam dari bata. Proses pembakaran yang berlebihan akan mengakibatkan bata berwarna hitam atau hangus dan mudah sekali retak atau bahkan pecah. Suhu yang diperlukan dalam proses pembakaran ini berkisar antara 800 - 1000°C.

Perubahan pertama yang terjadi dalam tanah liat sebagai bahan utama dalam pembuatan bata (6 bagian berat) ketika dibakar, ialah hilangnya air bebas yang diikuti oleh terbakarnya bahan-bahan organik lain, seperti humus, daun dan

ranting yang terdapat di dalam tanah liat. Selanjutnya akan diikuti oleh hilangnya air kimia. Tanah liat mengandung silika bebas dalam bentuk pasir, kuarsa, flint dan kristal. Silika adalah subyek untuk merubah bentuk dan volume tanah liat pada suhu tertentu. Beberapa perubahan bersifat tetap (*konversi*) dan yang lain bersifat dapat berubah kembali (*inversi*).

Agar tanah liat menjadi bata harus melalui proses pembakaran dengan suhu melebihi 600°C. Setelah melalui suhu tersebut tanah liat akan mengalami perubahan menjadi suatu mineral yang padat, keras dan permanen, perubahan ini disebut *Ceramic Change* atau perubahan keramik. Tanah liat yang dibakar kurang dari 600°C belum memiliki kematangan yang tepat walaupun sudah mengalami perubahan keramik, kematangan tanah liat atau vitrifikasi adalah kondisi bata yang telah mencapai suhu kematangan secara tepat tanpa mengalami perubahan bentuk. Pada pembakaran di bawah suhu 800°C, mineral silika bebas (seperti mineral karbonat) akan berubah pula. Hal ini merupakan akibat dari terbakarnya semua unsur karbon (proses kalsinasi).

Perubahan fisika terjadi di atas suhu 800°C yaitu pada saat bahan-bahan alkali bertindak sebagai 'Flux' atas silika dan alumina yang membentuk sebuah jaringan kristal (mulia) dan gelas yang mengikat bahan-bahan yang tidak dapat dilarutkan menjadi suatu massa yang kuat (pembakaran biskuit). Saat tanah liat dibakar pada suhu $\pm 1300^\circ\text{C}$ beberapa perubahan akan terjadi, misalnya badan menjadi lebih keras ketika mendingin dan menjadi kedap air. Tanah liat tersebut telah mengalami proses 'Vitrifikasi' artinya sebagian besar material, khususnya silika telah mengglas, memasuki pori-pori dan mengikat semua partikel tanah liat

dengan membentuk ikatan yang dikenal sebagai ikatan 'Alumina Silika Hidroksida'.

Proses vitrifikasi ini disertai dengan penyusutan volume, dimana semakin tinggi suhu bakar semakin besar penyusutan tetapi semakin rendah porositasnya atau dengan kata lain benda semakin padat dan kedap air. Tanah liat yang tidak 'vitrifikasi' pada suhu tinggi ($\pm 1300^{\circ}\text{C}$) dapat digolongkan ke dalam jenis tanah liat 'tahan api' (*refractory clay*).

Setiap tanah liat dapat dilebur bila suhu bakarnya cukup. Idealnya setiap jenis tanah liat mempunyai titik vitrifikasi tanpa terjadi perubahan bentuk (deformasi). Dalam praktik, vitrifikasi seringkali diikuti dengan perubahan bentuk. Hal ini terjadi karena adanya tegangan-tegangan bagian benda yang terlemah akibat dari meleburnya mineral-mineral tanah liat. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pembakaran.

- a. Jangan membakar tanah liat terlalu cepat karena tanah liat tersebut akan meledak berkeping-keping atau retak-retak. Hal ini disebabkan tidak cukup waktu bagi plastisitas air untuk menguap.
- b. Proses pendinginan jangan dilakukan secara cepat, pendinginan mendadak menyebabkan satu permukaan akan lebih panas daripada permukaan lain, sehingga yang satu volumenya berubah dan yang lain tidak.

Faktor inilah yang menyebabkan tanah liat yang dibakar pecah. Oleh karena itu sebaiknya proses pendinginan harus dilakukan selambat dan se merata mungkin untuk mencegah pecahnya bata. Kesalahan ini akan jarang terjadi bila tungku tidak dibuka sebelum suhu di dalam tungku turun sampai suhu 100°C .

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, yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker-klinker yang terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis dengan gips sebagai bahan tambahan (PUBI-1982). 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 pengisi dan juga bahan pengikat baik dalam adukan pasangan, plesteran maupun dalam pembuatan bagian-bagian atau elemen-

elemen bangunan. Selain itu juga dapat meningkatkan sifat mudah dikerjakan (*workability*) adukan, mempercepat pengerasan, menambah daya ikat dan keawetan mortar (*durability*), mampu mengikat pasir lebih banyak serta dapat mengurangi jumlah pemakaian semen Portland. 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).

3.2.3 Agregat halus (Pasir)

Pasir dapat berupa pasir alam (sebagai hasil disintegrasi alam dari batu-batuan) atau berupa pasir pecah (hasil dari pemecahan batu dengan mesin pemecah atau *stone crusher*). 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 $\leq 5\text{mm}$ (Tjokrodimuljo, 1992). Pasir harus mempunyai butiran-butiran yang keras, warna hitam, bentuk bulat (seragam) atau tidak boleh terlalu banyak yang pipih, awet, harus lolos saringan nomor 7 atau dapat diganti dengan saringan ukuran 3mm, faktor penyerapan air harus kurang dari 5%, dan tidak boleh mengandung lumpur atau tanah liat (*Clay lump*) lebih dari 5%.

Pasir berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar. Walaupun fungsinya sebagai pengisi, akan tetapi pasir sangat berpengaruh terhadap sifat

mortar, sehingga pemilihannya merupakan suatu bagian penting dalam pembuatan mortar. Pasir menentukan kemudahan pengerjaan (*workability*), kekuatan (*strength*) dan tingkat keawetan (*durability*).

3.2.4 Air

Air mempunyai pengaruh yang penting dalam pengikatan campuran. Air berfungsi sebagai zat pereaksi yang diperlukan untuk bereaksi dengan semen sehingga sangat berpengaruh dalam kekuatan mortar, disamping itu air juga berguna untuk menjadi bahan pelumas antara butir-butir agregat agar dapat mudah dikerjakan (*workability*) dan dipadatkan. Penggunaan air pada mortar disesuaikan antara kemudahan pengerjaan pasangan serta kekuatan dari mortar tersebut yaitu sekitar 60-70% dari berat material pengikatnya (semen, kapur).

3.3 Pengujian Awal (*Small Specimen*)

Pengujian *small specimen* yakni pengujian skala kecil atau pengujian pendahuluan. Pada pengujian ini terdiri dari penentuan dimensi bata, uji kadar garam bata, uji serapan air bata, uji berat volume kering bata, uji kuat tekan bata, *modulus of rupture*, uji kandungan lumpur pada pasir, uji kuat tekan mortar, dan kuat tarik mortar.

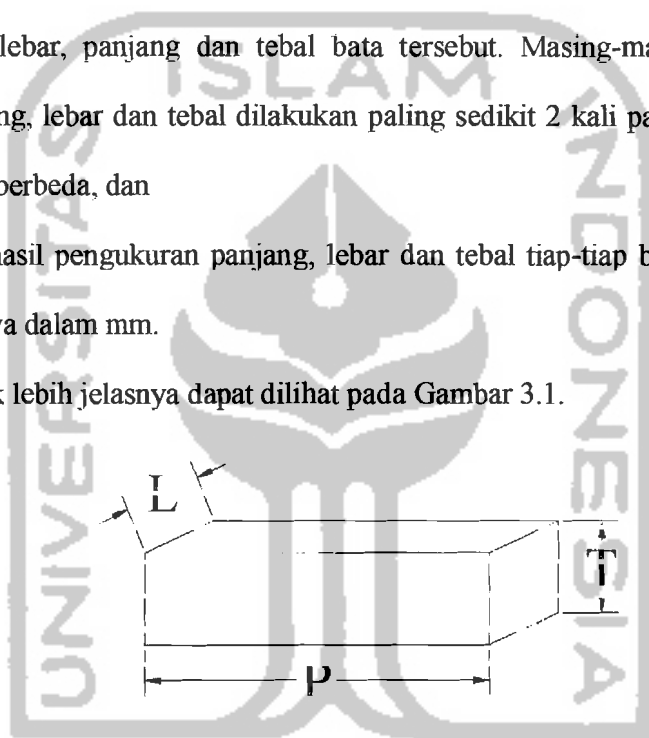
3.3.1 Penentuan Dimensi Bata

Penentuan dimensi bata merah yang akan dilakukan pengujian harus dengan teliti. Bata merah harus dibersihkan dahulu dari kotoran yang menempel sebelum

diukur panjang, lebar, dan tingginya agar tidak terjadi penyimpangan maupun kesalahan yang fatal. Dimensi dari bata yang akan dilakukan pengujian nanti, panjang, lebar dan tingginya. Adapun langkah-langkah pengujian dimensi bata menurut NI-10 adalah sebagai berikut:

1. digunakan 10 buah bata,
2. bersihkan permukaan bata dari kotoran yang menempel,
3. ukur lebar, panjang dan tebal bata tersebut. Masing-masing pengukuran panjang, lebar dan tebal dilakukan paling sedikit 2 kali pada tempat-tempat yang berbeda, dan
4. dari hasil pengukuran panjang, lebar dan tebal tiap-tiap bata dihitung rata-ratanya dalam mm.

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Penentuan Dimensi Bata

3.3.2 Uji Kandungan Garam

Pengujian kadar garam dimaksudkan untuk mengetahui kandungan garam yang terdapat pada bata. 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,

karena dimungkinkan sangat berpengaruh pada ikatan antara bata merah dengan mortarnya. Hasil pengujian dinyatakan dengan tiga kondisi yaitu (SNI NI-10, 1964):

- 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 masih bagus 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 pada kondisi ini bagian-bagian dari permukaan bata menjadi bubuk atau terlepas.

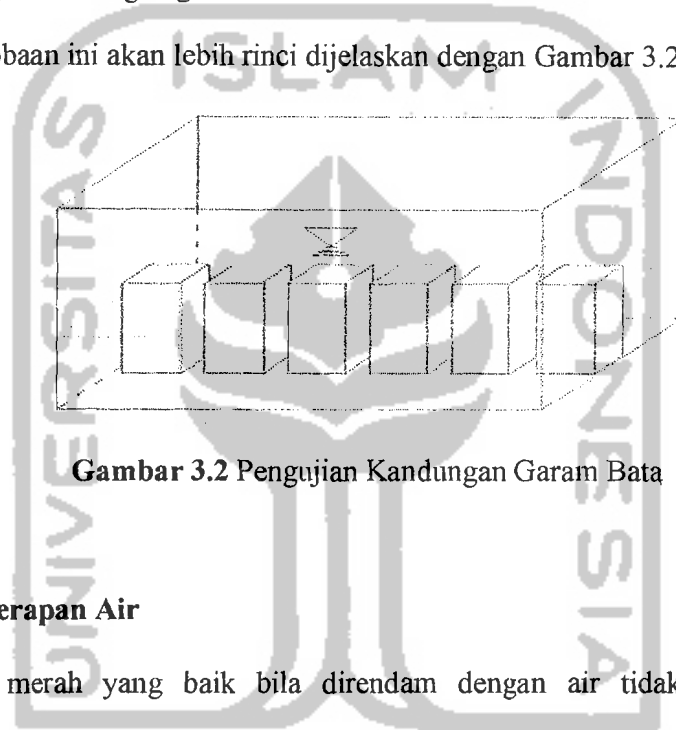
Kadar garam yang membahayakan dapat merusak bata merah.

Langkah-langkah yang dilakukan dalam pengujian kandungan garam ini adalah sebagai berikut ini.

1. Letakkan 5 buah bata yang telah dibersihkan dari kotoran yang melekat dengan sikat/kuas pada bejana dangkal dengan posisi sumbu panjang bata tegak lurus dengan alas bejana seperti tertera pada Gambar 3.2 dan diberi air suling/air destilasi sehingga salah satu ujung bata tersebut terendam setinggi ± 5 cm kemudian disimpan pada ruangan yang pergantian udaranya baik.

2. Biarkan beberapa hari agar air diserap bata dan tunggu sampai bata terlihat kering, kemudian tuangkan lagi air suling kedalam bejana lalu biarkan airnya sampai habis kering.
3. Setelah kering, analisis bata-bata tersebut tentang besarnya permukaan bata yang tertutup lapisan putih atau bunga-bunga putih, dan hasilnya dinyatakan sebagai kandungan garam.

Percobaan ini akan lebih rinci dijelaskan dengan Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Pengujian Kandungan Garam Bata

3.3.3 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. Acuan yang digunakan dalam pengujian ini adalah SNI NI-10 1964. 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 (3.1) berikut ini.

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

dimana: a = berat kering (gram),

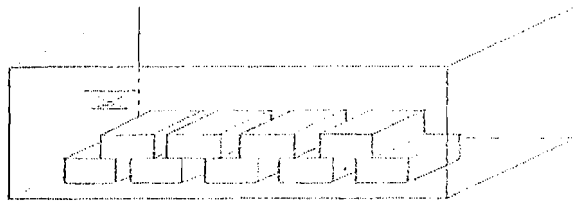
b = berat jenuh setelah bata direndam selama 24 jam (gram), dan

c = absorpsi/penyerapan air (%).

Secara rinci metode pengujian serapan air pada bata adalah sebagai berikut ini.

1. Ambil 10 buah bata utuh, kemudian bersihkan dari kotoran yang melekat dengan kuas.
2. Benda uji dimasukkan kedalam oven pada suhu ± 105 °C hingga berat bata tetap (selisih berat yang ditolerir adalah dua kali penimbangan berturut-turut kurang dari 10 gram), kemudian keluarkan, didinginkan, ditimbang dan dicatat berat sampel tersebut.
3. Rendamlah bata uji dengan air selama 24 jam seperti pada gambar 3.3, setelah itu angkat dan seka dengan kain basah untuk menghilangkan air yang berlebihan pada permukaannya.
4. Sampel kemudian ditimbang dalam waktu kurang dari 3 menit setelah pengangkatan dari air dan catat kenaikan beratnya.

Secara jelas bentuk pengujian serapan air dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Pengujian Serapan air Bata

3.3.4 Pengujian Berat Volume Kering Bata Merah

Nilai berat volume kering bata merah dapat digunakan untuk menentukan golongan bata merah tersebut termasuk bata merah berat atau bata merah ringan. Pengujian ini mengacu pada Peraturan Bata Merah Sebagai Bahan Bangunan NI-10. Bata merah digolongkan dalam golongan bata merah ringan jika mempunyai berat volume kering kurang dari 1.2 gr/cm^3 .

Besarnya berat volume kering bata merah dapat dihitung dengan persamaan (3.2) berikut ini.

$$BVk = \frac{Wk}{Vk} \quad (3.2)$$

dimana:

- BVk = berat volume kering (gr/cm^3),
- Wk = berat kering (gr), dan
- Vk = volume kering (cm^3).

Langkah pengujian berat volume kering adalah :

1. ambil 10 buah bata merah,
2. keringkan material sampel dalam oven dengan suhu antara $110-115^{\circ}\text{C}$ selama 24 jam,
3. setelah sampel dikeluarkan dari oven maka diukur dimensinya yang meliputi panjang, lebar dan tebal dilakukan sedikitnya 3 kali pada tempat-tempat tertentu, dan
4. setelah diukur dimensinya bata merah ditimbang.

3.3.5 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. Bahan yang baik adalah bahan yang mempunyai daya dukung baik dan solid/padat (pori-pori) kecil. Menurut ASTM Vol.04.05/C67 kuat tekan bata dapat diperoleh dengan cara memberi gaya tekan secara merata pada bata utuh, minimal 5 buah benda uji. Perhitungan kuat tekan bata dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Compressive Strength, } C = \frac{W}{A} \quad (3.3)$$

dimana:

C = kuat tekan specimen/bahan uji (kg/cm^2),

W = maksimum pembebanan (kg), dan

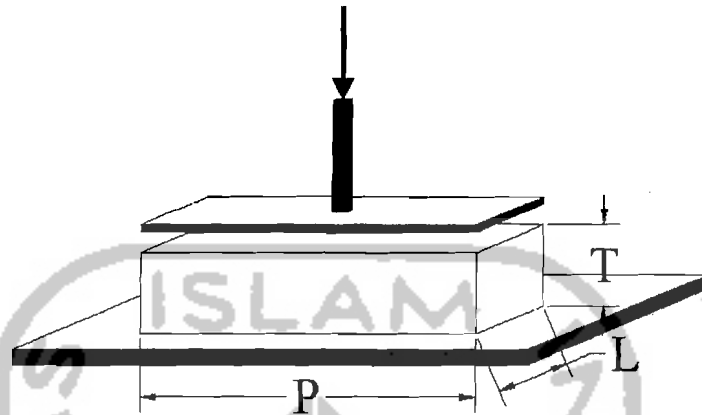
A = luas bidang tekan (cm^2).

Langkah-langkah pengujian kuat tekan bata yang dilakukan adalah sebagai berikut ini.

1. Digunakan benda uji minimal 5 buah.
2. Ratakan permukaan bidang tekannya dengan grenda hingga tebalnya presisi. Kemudian ukur dimensi bata tiap arah panjang, lebar, dan tebal minimal dua lokasi, kemudian hasilnya dirata-rata.
3. Sampel diletakkan pada mesin uji dan ditekan secara merata sesuai bidang permukaan dengan lama penekanan beban merata 1 sampai dengan 2 menit (luas permukaan bidang tekan benda uji/sampel $> 90,3 \text{ cm}^2$).

Secara jelas bentuk pengujian kuat tekan bata ini dapat dilihat pada Gambar

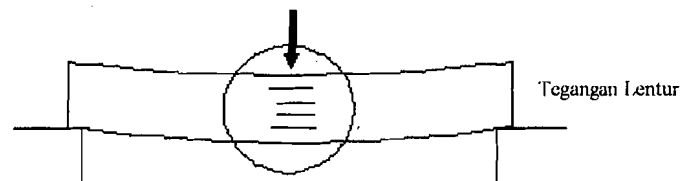
3.4.



Gambar 3.4 Pengujian Kuat Tekan Bata

3.3.6 Modulus of Rupture (Flexure Test)

Pengujian *Modulus Rupture* bata merah dimaksudkan untuk mengetahui kuat lentur pada benda uji bata merah akibat pembebanan di tengah bentang pada benda uji bata merah. Nilai modulus rupture bata merah berkaitan dengan kemampuan bata merah menahan beban yang akan menyebabkan keretakan saat bata tidak mampu lagi menahan gaya transversal. Makin tinggi nilai modulus rupture makin baik kualitas bata tersebut, (Pudik, Solihatun, 2004). Perilaku lentur pada struktur dapat dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Perilaku Umum Balok

Pengujian ini mengacu pada ASTM/Vol 04.05/C-67. Langkah-langkah pengujian *modulus rupture* pada bata ini adalah sebagai berikut ini.

1. Ambil 5 buah bata utuh yang telah dibersihkan dari kotoran yang melekat dan telah diukur dimensinya.
2. Letakkan bata tersebut diatas dukungan, lalu berikan tekanan pada tengah bentang bata tersebut seperti pada Gambar 3.6, kemudian analisis kerusakan bata.

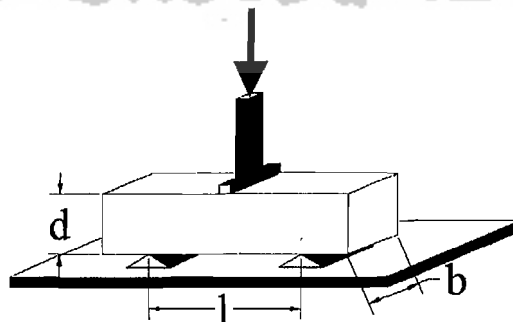
Perhitungan modulus rupture dengan persamaan (3.4) berikut ini.
(ASTM/Vol 04.05/C-67)

$$\text{Modulus Rupture, } S = \frac{1,5 \cdot W \cdot l}{b \cdot d^2} \quad (3.4)$$

dimana:

- S = modulus of rupture specimen/bahan uji (kg/cm^2),
- W = maksimum pembebanan (kg),
- l = jarak dukungan (cm),
- b = lebar bata (cm), dan
- d = tebal bata (cm).

Gambar 3.6 berikut akan menggambarkan pelaksanaan pengujian *Modulus of Rupture*.



Gambar 3.6 Pengujian *Modulus Rupture* Bata

3.3.7 Pengujian Kandungan Lumpur dalam Pasir

Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui kandungan lumpur dalam pasir. Dalam pembahasan PUBI 1970 Pasal 14 ayat 2 poin b disebutkan bahwa kandungan lumpur yang disyaratkan untuk adukan pasangan, adukan plesteran, dan beton bitumen tidak boleh melebihi dari 5% terhadap berat keringnya. Kandungan lumpur pasir yang melebihi 5% dari berat keringnya dapat menghalangi ikatan antara pasta semen dengan pasir. Adapun langkah-langkah pengujiannya adalah:

1. alat-alat dan bahan-bahan yang akan digunakan disiapkan terlebih dahulu,
2. digunakan pasir yang sudah dikeringkan,
3. piring atau cawan yang digunakan untuk tempat pasir, sebelumnya ditimbang terlebih dahulu,
4. pasir sebanyak 100 gr ditimbang, kemudian dimasukkan ke dalam gelas ukur 250 cc,
5. gelas ukur yang sudah berisi pasir diisi dengan air jernih setinggi 12 cm di atas permukaan pasir,
6. gelas ukur dikocok-kocok selama kurang lebih 15 kali, lalu didiamkan selama \pm 1 menit. Kemudian air keruh dibuang perlahan-lahan jangan sampai pasir ikut terbang,
7. percobaan 5 dan 6 diulangi sampai beberapa kali sampai air dalam gelas ukur jernih,
8. air dipisahkan dengan pasir, kemudian air dibuang, sedangkan pasir diletakkan dalam cawan lalu dioven pada suhu 105 - 110°C selama \pm 36 jam,

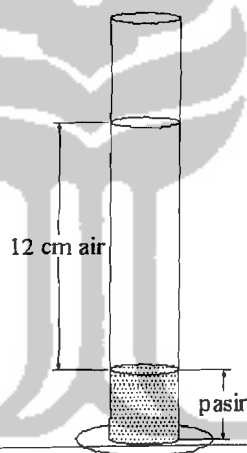
9. pasir dikeluarkan dari oven, kemudian didinginkan, dan
10. pasir ditimbang.

Adapun perhitungan jumlah kandungan lumpur dalam pasir dapat dihitung dengan persamaan (3.5) berikut ini.

$$\text{Kandungan Lumpur Pasir, (\%)} = \frac{B_0 - B}{B_0} \times 100\% \quad (3.5)$$

dimana: B_0 = berat pasir + piring sebelum pencucian, dan
 B = berat pasir + piring setelah dicuci dan dioven.

Gambar 3.7 berikut akan menggambarkan pelaksanaan pengujian kandungan lumpur pasir.



Gambar 3.7 Pengujian Kandungan Lumpur Pasir

3.3.8 Pengujian Kuat Tekan Mortar

Pengujian kuat tekan terhadap mortar dimaksudkan untuk mengetahui kekuatan mortar yang akan digunakan sebagai perekat antar bata merah yang pada pasangan bata merah atau tembokan. Pengujian kuat tekan mortar dilakukan dengan prosedur awal yaitu membuat kubus mortar. Menurut ASTM/Vol

04.05/C-579 dan C-780 ukuran sisi kubus yang digunakan untuk pengujian kuat tekan mortar adalah 50 mm, minimal 3 buah benda uji, dan cetakan kubus mortar harus terbuat dari *metal*/logam agar pada saat dipakai tidak terjadi penyerapan air oleh cetakan. Nilai kuat tekan diperoleh dengan membagi besar beban maksimum dengan luas penampang. Perhitungan kuat tekan mortar dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan (3.6) berikut ini.

$$S = \frac{W}{L_1 \cdot L_2} \quad (3.6)$$

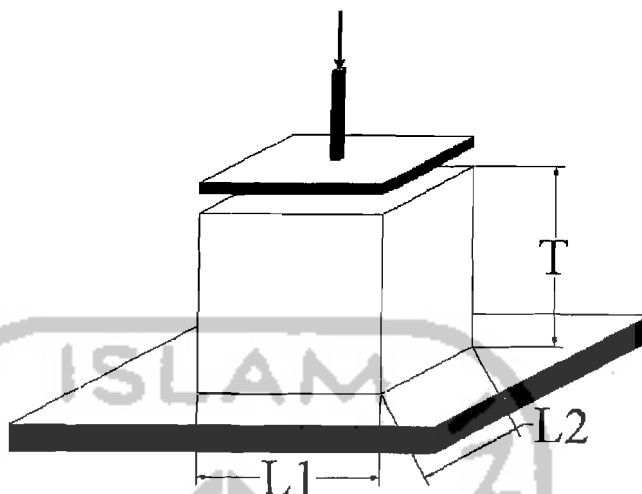
dimana:

- S = kuat tekan mortar (kg/cm^2),
- W = beban maksimum pengujian (kg), dan
- L_1, L_2 = dimensi/ukuran bidang tekan (cm^2).

Langkah-langkah pengujian kuat tekan mortar adalah sebagai berikut.

1. Buat adukan mortar sesuai perbandingan campuran yang telah ditentukan.
2. Cetak mortar tersebut dengan cetakan berbentuk kubus dengan dimensi 5x5x5 cm diamkan selama 1-2 hari agar kering.
3. Lepas mortar dari cetakannya beri nomor dan tanggal pembuatannya.
4. Rendam mortar dalam air bersih hingga umur 25 hari, 3 hari sebelum pengujian diangkat dari dalam air, kemudian diangin-anginkan dalam suhu ruang.
5. Setelah umur 28 hari diambil untuk diratakan bidang tekannya dan diukur dimensinya.
6. Lakukan pengujian dengan pemberian beban pada permukaan tampang sampel tersebut.

Cara pengujian kuat tekan mortar dapat dilihat pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8 Pengujian Kuat Tekan Mortar

3.3.9 Pengujian Kuat Tarik Mortar

Mortar yang digunakan untuk pelekatan antara bata merah perlu diuji kekuatannya dalam menahan tarik. Pengujian kuat tarik mortar dilakukan setelah benda uji mortar berumur 28 hari. Menurut ASTM/Vol 04.05/C-307 dan C-780 pengujian kuat tarik mortar dilakukan dengan cara membuat mortar berbentuk seperti angka delapan minimal 3 buah. Ukuran tebal dan lebar pada daerah penyempitan ± 25 mm. Alat yang dipakai untuk pengujian disebut dengan alat uji *cement briquettes*. Perhitungan nilai kuat tarik mortar dapat dicari dengan menggunakan persamaan (3.7) berikut ini.

$$\text{Kuat Tarik, } T = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (3.7)$$

dimana:

T = besar kuat tarik mortar (kg/cm^2),

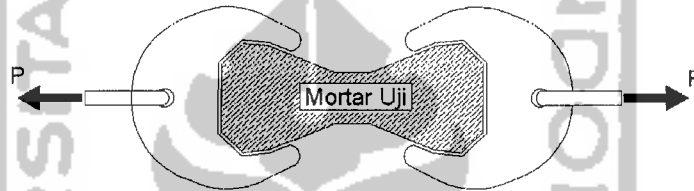
P = beban maksimum pangujian (kg), dan

A = luas bidang tarik (cm^2).

Langkah pengujian kuat tarik mortar adalah sebagai berikut.

1. Buat adukan mortar dengan variasi sesuai dengan ketentuan yang telah ditetapkan.
2. Cetak mortar tersebut dalam cetakan, dimana *briquet gang mold* (alat cetak mortar untuk test tarik) harus terbuat dari *metal/logam*.
3. Tunggu pengerasan mortar hingga berumur 28 hari.
4. Pasang sampel mortar pada *cement briquettes*, lalu kerjakan gaya tarik.

Cara pengujian kuat tarik mortar dapat dilihat pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9 Pengujian Kuat Tarik Mortar

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 untuk kemudian diambil kesimpulan. Pengujian *medium specimen* ini terdiri dari pengujian kuat lekatan bata, pengujian kuat tekan pasangan bata, pengujian kuat lentur pasangan bata, serta pengujian kuat geser pasangan bata yang akan dijelaskan berikut ini.

3.4.1 Uji Kuat Lekatan Bata

Uji kuat lekatan yang dimaksud pada pengujian ini yakni kuat lekat antara mortar yang akan digunakan dengan bata merah. Uji ini dimaksudkan untuk mengukur ikatan kekuatan mortar/adukan pada pekerjaan dinding pasangan bata, hal ini dilakukan karena mortar yang digunakan untuk pengisi dan sekaligus perekat antar bata merah harus punya kekuatan lekatan yang solid, sehingga antara bata dengan mortarnya menjadi satu kesatuan yang kokoh. Uji lekatan dilakukan dengan bantuan dua buah bata yang disusun dengan arah sumbu saling tegak lurus. Kedua bata tersebut dilekatkan dengan mortar, dengan tebal ± 10 mm kemudian diuji pada umur 28 hari. Perhitungan uji kuat lekatan dengan persamaan (3.8) berikut ini. (ASTM/Vol 04.05/C-321)

$$\text{Bond Strength, } A = \frac{L}{J} \quad (3.8)$$

dimana:

A = kuat lekatan mortar (kg/cm^2),

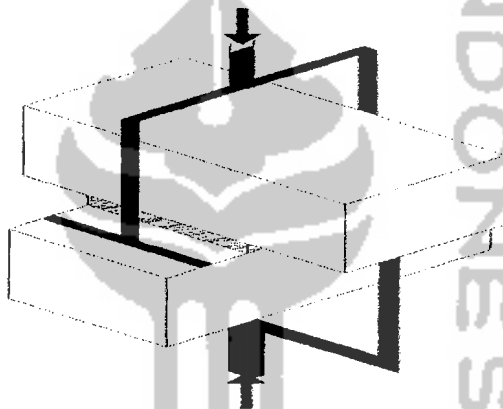
L = maksimum pembebanan pada pengujian (kg), dan

J = luasan dari tumpuan mortar/bidang lekat (cm^2)

Langkah-langkah yang dilakukan dalam pengujian kuat lekat bata dan mortar ini adalah sebagai berikut ini.

1. Membuat adukan mortar dengan campuran sesuai dengan ketentuan.
2. Membuat minimal 5 sampel lekatan bata mortar dengan posisi bata saling tegak lurus sumbu panjangnya pada satu model campuran yang telah dibuat.
3. Atur ketebalan mortar maksimal 15 mm.

4. Biarkan sampel tersebut untuk pengerasan mortar hingga berumur 28 hari, pada suhu ruangan $23^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$.
5. Uji sampel tersebut dengan menekan pada masing-masing sisi dalam bata hingga runtuh seperti pada Gambar 3.10.
6. Mengamati hasil pengujian untuk mengetahui pola keruntuhan, sehingga dapat diketahui runtuh pada bata atau pada lekatannya.
7. Hasil laporan dari pengujian ini berupa data: umur pengujian material, kuat lekatan rata-rata benda uji, dan pola keruntuhan.



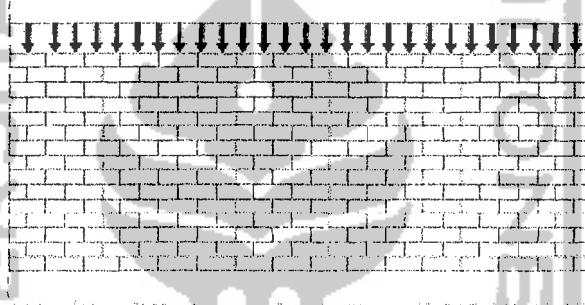
Gambar 3.10 Pengujian Kuat Lekatan bata

3.4.2 Kuat Tekan Pasangan

Kuat tekan pasangan adalah kemampuan dari pasangan bata untuk menahai besarnya beban persatuan luas yang menyebabkan pasangan bata tersebut rusak/retak bila dibebani dengan gaya tekan tertentu. Pengujian kuat tekan pasangan ini prinsipnya untuk mengetahui seberapa besar kekuatan yang dihasilkan untuk mengimbangi gaya vertikal yang bekerja, dimana gaya ini dapat berupa beban struktur yang berada di atasnya, seperti beban atap yang diteruskan

melalui balok ring/*ring balk* yang diasumsikan sebagai beban terdistribusi merata. Gaya yang bekerja vertikal juga karena faktor gravitasi bumi seperti berat tembok bata itu sendiri, karena pada bagian bawah akan menerima berat bata yang berada dibagian atasnya, yang memang sudah ada dan bekerja seumur bangunan tersebut.

Asumsi beban-beban struktur yang bekerja diatas dinding pasangan bata banyak dijumpai pada bangunan non teknis (*non engineered structure*) dimana dinding pasangan bata diasumsikan menahan beban. Pembebanan yang terjadi seperti pada Gambar 3.11.



Gambar 3.11 Pembebanan Vertikal Pada Dinding

Metode test standar untuk kuat tekan dinding pasangan mengacu pada ASTM/Vol 04.05/E-447. Ketentuan sampel untuk kuat tekan pasangan adalah:

- a. minimum tiga dinding pasangan sebagai bahan uji dari setiap 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.

Kuat tekan pasangan bata dapat dihitung menggunakan persamaan (3.9) berikut ini.

$$\text{Kuat Tekan, } C = \frac{W}{A} \dots\dots\dots (3.9)$$

dimana:

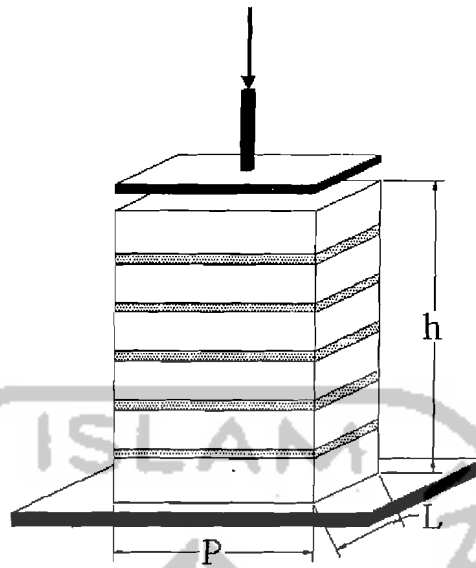
C = kuat tekan pasangan bata (kg/cm^2),

W = maksimum pembebanan pada pengujian (kg), dan

A = luas bidang tekan (cm^2).

Langkah-langkah pengujian kuat tekan pasangan bata ini adalah sebagai berikut.

1. Menyiapkan alat-alat serta membuat adukan mortar seperti spesifikasi yang telah ditetapkan.
2. Membuat sampel minimal 3 buah dengan ketebalan sebesar ketebalan dinding pasangan tembok dan ketinggian benda uji minimal 2 kali dari ketebalan serta sedikitnya memiliki dua sambungan mortar atau minimum 380 mm (15 in) seperti pada Gambar 3.12.
3. Beri nomor benda uji dan tanggal pembuatan, simpan benda uji pada tempat yang aman dan bersuhu ruang.
4. Tunggu pengerasan mortar hingga berumur 28 hari.
5. Ratakan permukaan atas dan bawah sampel dengan grenda hingga benar-benar rata.
6. Lakukan pengujian dengan memberikan beban pada permukaan atas sampel tersebut, perhatikan model kerusakan dan bagian retak pertama sebagai hasil pengamatan.

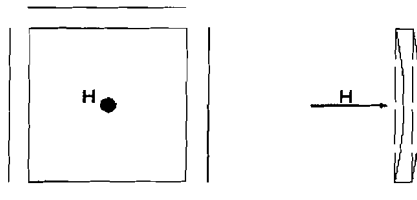


Gambar 3.12 Pengujian Kuat Tekan Pasangan Bata

3.4.3 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 yang bekerja tegak lurus penampang dinding, pada umumnya beban horizontal tersebut ditimbulkan oleh angin maupun gempa dengan arah beban yang terjadi secara bolak-balik sedemikian hingga dinding mengalami lenturan. Besarnya gaya lentur tersebut harus dapat direduksi secara sempurna oleh dinding sehingga tidak menimbulkan keruntuhan. 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 3.13.



Gambar 3.13 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. Pengujian kuat lentur pasangan bata dilakukan dengan mengambil sampel paling sedikit 3 buah sampel uji dengan ketinggian dinding minimal 460 mm, serta ketebalan mortar 10 ± 1.5 mm. Pengujian dilakukan setelah sampel mencapai umur 28 hari. Kalkulasi kuat lentur pasangan dengan pembebanan 2 titik sebagai berikut.

$$\text{Modulus Rupture, } R = \frac{(P + 0.75P_s) \times l}{b \times d^2} \dots\dots\dots (3.10)$$

dimana:

R = modulus of rupture (kg/cm^2),

P = maksimum pembebanan pengujian (kg),

P_s = berat benda uji/sampel (kg),

l = jarak dukungan (cm),

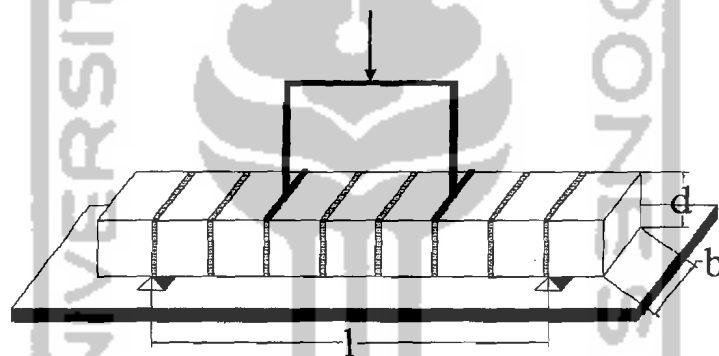
b = rata-rata lebar benda uji/sampel (cm), dan

d = rata-rata tebal benda uji (cm).

Langkah-langkah pengujian kuat lentur pasangan ini adalah:

1. menyiapkan alat-alat serta membuat adukan mortar sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan,

2. membuat minimal 3 buah sampel pada setiap variasi dalam penelitian ini, dengan ketinggian minimal 460 mm, dan tebal mortar $10 \pm 1,5$ mm dan yang perlu diperhatikan perbandingan panjang prism $\geq 2x$ lebar,
 3. memberi nomor sampel dan tanggal pembuatan, lalu simpan sampel pada tempat yang aman dan bersuhu ruang,
 4. pengujian dilaksanakan pada sampel setelah mencapai umur sampel 28 hari, dengan jarak antar dukungan 50 cm, dan
 5. hasil yang didapat, model keruntuhan dan modulus rupture.
- Bentuk pengujian seperti terlihat pada Gambar 3.14.



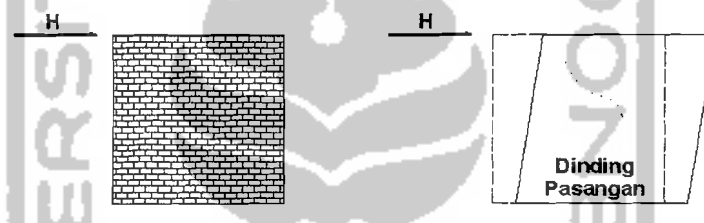
Gambar 3.14 Pengujian Kuat Lentur Pasangan Bata

3.4.4 Kuat Geser Pasangan

Pengujian kuat geser pasangan ini prinsipnya untuk mengetahui seberapa besar kekuatan dinding yang dihasilkan untuk mengimbangi gaya arah horizontal/gempa yang terjadi, disamping itu pengujian ini juga berguna untuk mengetahui perilaku pasangan bata akibat gaya geser yang terjadi pada dinding/tembakan rumah. Perilaku pasangan bata sangat dipengaruhi oleh ratio tinggi terhadap lebar. Bila pasangan bata/tembakan memiliki ketinggian yang

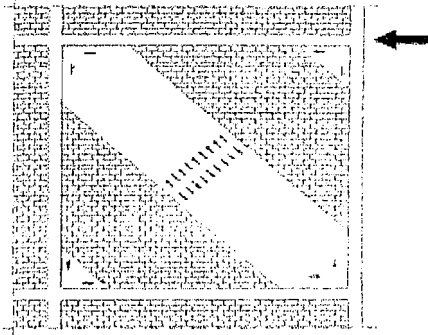


relatif rendah, tetapi memiliki lebar yang relatif lebih besar terhadap tingginya maka akan berperilaku kuat menahan geser. Ketika gempa terjadi simpangan pada bangunan seperti pada Gambar 3.15. Simpangan ini menyebabkan kerusakan pada bangunan dan yang paling parah adalah kerusakan pada elemen non-strukturnya. 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*.



Gambar 3.15 Simpangan pada Dinding

Pasangan bata akan mendistribusikan beban horizontal (geser) tersebut sebagai beban tekan searah diagonal pasangan bata. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 3.16. 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 3.16 Distribusi Beban Horizontal pada Dinding

Dengan menggunakan specimen/benda uji pada posisi diagonal dengan pemusatan tekanan pada satu diagonal sehingga dapat menghasilkan keruntuhan geser diagonal. Pengujian dilakukan pada umur 28 hari. Perhitungan kuat geser pasangan bata (*Shear Stress*) dengan persamaan (3.11) berikut ini. (ASTM/Vol 04.05/E-519).

$$\text{Shear Stress, } S_s = \frac{0.707P}{A_n} \quad (3.11)$$

dimana:

S_s = tegangan geser (kg/cm^2),

P = pembebanan maksimum pengujian (kg), dan

A_n = luasan bidang geser (cm^2), yang didapat dari

persamaan (3.12) berikut ini.

$$A_n = \left(\frac{W + h}{2} \right) t.n \quad (3.12)$$

dimana: W = lebar pasangan bata (cm),

h = tinggi pasangan bata (cm),

t = tebal pasangan bata (cm), dan

n = persen luas bata dari pasangan bata, dinyatakan dengan desimal, yang didapat dari persamaan (3.13) berikut ini.

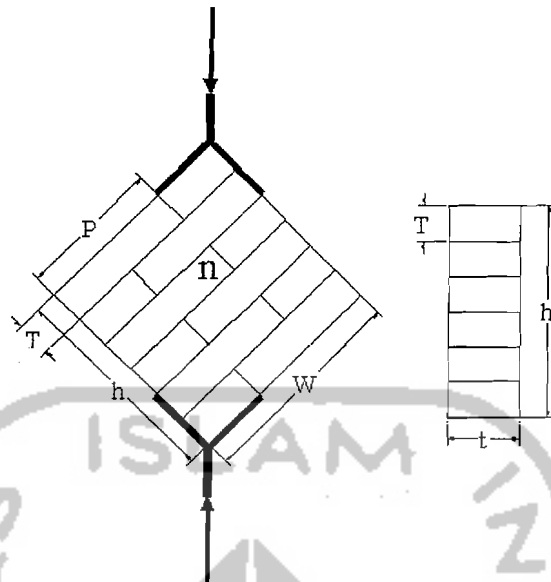
$$n = \frac{P \times T \times \text{jumlah bata dalam sampel}}{W \times h} \quad (3.13)$$

dimana: P = panjang 1 bata dalam sampel (cm), dan

T = tinggi 1 bata dalam sampel (cm)

Langkah-langkah pengujian kuat geser pasangan bata ini adalah:

1. menyiapkan alat-alat dan membuat adukan mortar dengan campuran sesuai dengan ketetapan,
2. membuat sampel minimal 3 buah model *specimen* dengan menyusun bata dengan luasan 1,5 bata x 1,5 bata,
3. memberi nomor sampel dan tanggal pembuatan, simpan sampel pada tempat yang aman dan bersuhu ruang,
4. sampel didiamkan hingga mencapai umur 28 hari untuk memberikan waktu pengerasan pada mortar,
5. ratakan sisi-sisinya dengan grenda hingga benar-benar rata, kemudian lakukan pengujian geser dengan sampel diletakkan diagonal seperti pada Gambar 3.17, dan
6. mengamati model kerusakan.



Gambar 3.17 Pengujian Kuat Geser Pasangan Bata

3.5 Teori Pengolahan Data

Dalam penelitian ini, data yang diperoleh perlu diolah lebih lanjut. Selain menggunakan bantuan *software microsoft excel xp professional*, 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, dan untuk menjelaskan data sampel dari hasil pengujian kuat tekan dapat dijelaskan dengan menggunakan persamaan regresi pangkat dua (*quadratic regression Equations*), sedangkan untuk mengetahui besarnya derajat atau tingkat keeratan hubungan antara pengujian yang satu dengan pengujian yang lain dapat dijelaskan dengan korelasi yang akan dijelaskan berikut ini.

3.5.1 Standar Deviasi

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 (3.14) berikut.

$$X_{\text{rerata}} = \frac{\sum X}{n} \quad (3.14)$$

dimana:

X_{rerata} = rata-rata hitung,

X = subyek/data yang dihitung,

Σ = jumlah dari data, dan

n = jumlah sampel.

Sementara itu, perhitungan untuk standar deviasi seperti pada persamaan (3.15) berikut.

$$s = \sqrt{\frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}} \quad (3.15)$$

dimana:

s = simpangan baku/standar deviasi sampel,

X = subyek/data yang dihitung,

Σ = jumlah dari data, dan

N = jumlah sampel.

3.5.2 Persamaan Regresi Linier

Persamaan regresi linier mempunyai dua buah variabel yakni x dan y , hubungan linier antara dua variabel x dan y dikatakan linier jika besar perubahan

nilai y yang diakibatkan oleh perubahan nilai-nilai x konstan pada jangkauan nilai x yang diperhitungkan. Jika hubungan tersebut digambarkan dalam bentuk grafik maka hubungan linier antara x dan y akan nampak sebagai garis lurus, dan bentuk dari persamaan adalah:

$$y = ax + b \quad (3.16)$$

dimana: y = variabel tergantung (*dependent variable*),
 x = variabel bebas (*independent variable*), dan
 a dan b = bilangan konstan, bukan variabel.

Bilangan konstan b menunjukkan *intercept* garis (merupakan titik potong antara garis regresi dengan sumbu y) dan a menunjukkan *slope* dari garis (perubahan dalam y bila x berubah satu-satuan). Pasangan bilangan-bilangan (x, y) atau disebut juga koordinat titik potong, dapat kita peroleh dengan mensubstitusikan nilai-nilai x ke dalam persamaan di atas.

3.5.3 Persamaan Regresi Pangkat Dua

Analisis regresi digunakan untuk mempelajari hubungan antara dua buah atau lebih variabel. Satu di antaranya adalah variabel tergantung (*dependent variable*) dan yang lainnya adalah variabel bebas (*independent variable*). Dalam banyak model *dependent variable* biasanya dinyatakan dengan simbol y , sedangkan *independent variable* dengan simbol x yang dapat diberi indeks menurut keperluannya.

Persamaan regresi pangkat dua (*quadratic regression equation*), dengan x sebagai variabel bebas dan y sebagai variabel tak bebas. Bentuk persamaan adalah:

$$y = ax^2 + bx + c \quad (3.17)$$

dimana: y = variabel tergantung (*dependent variable*),
 x = variabel bebas (*independent variable*), dan
 $a, b,$ dan c = bilangan konstan, bukan variabel.

Bilangan konstan c adalah nilai dari y (variabel tergantung) jika x sama dengan nol; c disebut juga y intercept. Bilangan a dan b disebut *slope* dari garis; a dan b menunjukkan jumlah perubahan y (variabel tergantung) jika x (variabel bebas) berubah dengan satu satuan. Persamaan regresi pangkat dua grafiknya dapat berbentuk *parabola yang terbuka ke atas (upward-opening parabola)*, jika nilai koefisien x^2 bertanda positif ($a > 0$), dan apabila nilai koefisien x^2 bertanda negatif ($a < 0$), maka grafiknya berbentuk *parabola yang terbuka ke bawah (downward-opening parabola)*. Adapun untuk menentukan nilai-nilai $a, b,$ dan c menggunakan bantuan *software microsoft excel*.

Nilai puncak dari persamaan regresi pangkat dua, dapat dihitung menggunakan persamaan (3.18) berikut.

$$x = - \frac{\text{koefisien dari } x}{2(\text{koefisien dari } x^2)} = - \frac{b}{2a} \quad (3.18)$$

dimana nilai y didapat dengan cara mensubstitusikan nilai x kedalam persamaan regresi.

3.5.4 Korelasi

Menurut Supramono (1993), analisis korelasi digunakan untuk mengukur tingkat keeratan hubungan antara dua variabel bebas dan terikat. Ada dua pengukuran yang biasa digunakan dalam pengukuran keeratan hubungan yaitu koefisien determinasi (R^2) dan koefisien korelasi (r).

Koefisien determinasi merupakan analisis regresi untuk mengetahui seberapa jauh kecocokan garis regresi yang terbentuk dalam mewakili kelompok data hasil observasi dimana model yang terbentuk dapat mewakili model yang sebenarnya. Nilai koefisien determinasi merupakan suatu ukuran yang menunjukkan besar sumbangan dari variabel bebas terhadap variabel terikat, atau dengan kata lain koefisien determinasi menunjukkan variasi naik turunnya Y yang diterangkan oleh pengaruh linier X Supramono (1993).

Menurut Supramono (1993), kegunaan koefisien determinasi adalah:

1. sebagai ukuran ketepatan/kecocokan garis regresi yang dibuat dari hasil estimasi terhadap sekelompok data hasil observasi. Semakin besar nilai R^2 , semakin bagus garis regresi yang terbentuk, sebaliknya semakin kecil nilai R^2 , semakin tidak tepat garis regresi tersebut mewakili data hasil observasi, dan
2. untuk mengukur proporsi (persentase) dari jumlah variasi Y yang diterangkan oleh model regresi atau untuk mengukur besar sumbangan dari variabel X terhadap variasi variabel Y .

Ada dua kondisi yang ekstrim dari nilai R^2 ini yaitu bila $R^2 = 1$ berarti variabel X dan Y mempunyai hubungan yang sempurna dan jika $R^2 = 0$ maka tidak

ada hubungan sama sekali antara kedua variabel tersebut. Dengan demikian nilai R^2 akan berkisar antara 0 sampai dengan 1.

Menurut Supramono (1993), koefisien korelasi adalah ukuran yang digunakan untuk menentukan tingkat keeratan hubungan linier antara dua variabel. Selain itu nilai koefisien korelasi merupakan akar dari nilai koefisien determinasi.

Menurut Supramono (1993), koefisien korelasi mempunyai sifat sebagai berikut ini.

1. Merupakan besaran yang tidak mempunyai satuan.
2. Nilai r akan terletak antara -1 dan 1 ($-1 \leq r \leq 1$).
3. Tanda positif dan negatif koefisien korelasi menunjukkan arah hubungan.
4. Hanya mencerminkan keeratan hubungan linier dari dua variabel yang terlibat.
5. Bersifat simetris $r_{XY} = r_{YX} = r$.
6. Variabel yang terlibat tidak harus variabel terikat dan variabel bebas.

Tingkat keeratan korelasi dapat ditentukan berdasarkan nilai koefisien determinasinya (R^2) seperti dijelaskan dalam Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Hubungan Nilai Koefisien Determinasi (R^2) dan Korelasi

Nilai Koefisien Determinasi (R^2)	Korelasi
$R^2 = 1$	Sempurna
$0.80 < R^2 < 0.99$	Sangat Kuat
$0.50 < R^2 < 0.79$	Kuat
$0.30 < R^2 < 0.49$	Kurang Kuat
$R^2 < 0.30$	Lemah
$R^2 = 0$	Tidak Ada