

BAB III LANDASAN TEORI

3.1 Batako

3.1.1 Pengertian Batako

Berdasarkan SNI 03-0349-1989 bata beton atau batako adalah suatu jenis unsur bangunan berbentuk bata yang dibuat dari bahan utama semen portland, air dan agregat yang dipergunakan untuk pasangan dinding. Bata beton dibedakan menjadi bata beton pejal dan bata beton berlubang. Bata beton pejal adalah bata yang memiliki penampang pejal 75% atau lebih dari luas penampang seluruhnya dan memiliki volume pejal lebih dari 75% volume bata seluruhnya. Sedangkan bata beton berlubang adalah bata yang memiliki luas penampang lubang lebih besar dari 25% luas penampang batanya dan volume lubang lebih dari 25% volume batanya. Berikut ini adalah gambar dari bata beton pejal dan bata beton berlubang.



Gambar 3.1 Bata Beton (Batako) Pejal
(Sumber: portalbangunan.com)



Gambar 3.2 Bata Beton (Batako) Berlubang
(Sumber: www.rumahmesin.com)

Berdasarkan bahan pembuatannya batako dapat dikelompokkan ke dalam tiga jenis, yang dijelaskan seperti berikut ini.

1. Batako Putih (Tras)

Batako putih merupakan batako yang terbuat dari campuran batu kapur, tras, dan air yang kemudian dicetak. Tras adalah salah satu jenis tanah yang berasal dari perlapukan batu-batu gunung berapi memiliki warna putih kecoklatan atau putih. Batako ini memiliki dimensi tinggi 14-18 cm, panjang 25-30 cm, dan tebal 8-10 cm.

2. Batako Semen (Batako Pres)

Batako Semen merupakan batako yang terbuat dari campuran semen dengan pasir atau campuran semen dengan abu batu. Batako press ini dibuat dengan dua cara, yaitu dibuat secara manual dengan menggunakan tenaga manusia atau dengan bantuan tenaga mesin. Terdapat hal yang berbeda pada batako press ini yaitu kepadatan batako tersebut. Batako press memiliki dimensi tinggi 10-20 cm dengan panjang 36-40 cm.

3. Batako Ringan

Batako ringan merupakan batako yang terbuat dari bahan semen, kapur, batu pasir kuarsa, dan bahan lainnya yang dikategorikan sebagai bahan yang termasuk penyusun beton ringan. Batako ringan ini memiliki dimensi yang lebih besar jika dibandingkan dengan batako konvensional yaitu 60 cm x 20 cm dengan tebal 7 sampai 10 cm.

3.1.2 Sifat dan Karakteristik Batako

Batako memiliki sifat dan karakteristik yaitu berupa keunggulan dan kelemahan. Di antara keunggulan dari batako adalah sebagai berikut.

1. Tiap meter persegi pasangan tembok, membutuhkan lebih sedikit batako jika dibandingkan dengan menggunakan batu bata, berarti secara kuantitatif terdapat suatu pengurangan.
2. Proses pembuatannya lebih mudah dan ukurannya dapat dibuat sama.
3. Ukurannya besar, sehingga waktu dan biaya pemasangan juga lebih hemat.

4. Apabila dalam pekerjaan pemasangan batako dilaksanakan secara rapih, maka tidak memerlukan plesteran sebagai *finishing*.
5. Pada proses pelaksanaan lebih mudah dipotong untuk sambungan tertentu yang membutuhkan potongan.
6. Sebelum pemakaian tidak perlu direndam didalam air.
7. Sifat batako yang kedap air, sehingga sangat kecil kemungkinan terjadinya rembesan air.
8. Pemasangan batako yang lebih cepat.
9. Penggunaan kerangka beton (*frame*) pengaku nya lebih luas.

Selain memiliki keunggulan, batako juga memiliki kelemahan. Di antara kelemahan batako adalah sebagai berikut.

1. Mudah terjadi retak rambut pada dinding pasangan batako.
2. Mudah dilubangi dan mudah pecah karena terdapat lubang di bagian sisi dalamnya, dan
3. Kurang baik untuk isolasi panas dan suara.

3.1.3 Syarat dan Klasifikasi Batako

Menurut PUBI-1982 berdasarkan pemakaiannya batu cetak beton dibagi dalam tiga kelas, yaitu.

Kelas A : untuk pemakaian pada bagian luar bangunan, baik yang memikul beban maupun yang tidak memikul beban;

Kelas B : untuk pemakaian di dalam atau pada bagian dalam bangunan yang memikul beban; dan

Kelas C : untuk pemakaian di dalam atau pada bagian dalam bangunan yang tidak memikul beban.

Ditinjau dari ukuran standar batako pada umumnya ada 4 macam, yaitu.

- a. HB 10 = 10 cm x 20 cm x 40 cm,
- b. HB 10 (1/2) = 10 cm x 20 cm x 20 cm,
- c. HB 20 = 20 cm x 20 cm x 40 cm, dan
- d. HB 15 = 15 cm x 20 cm x 40 cm.

Persyaratan mutu batako menurut PUBI 1982 adalah sebagai berikut.

1. Ukuran nominal batu cetak beton termasuk 1 cm tempat melekatkan adukan (spesi) adalah sebagai berikut.
 - a. Panjang : 40 cm
 - b. Tinggi : 20 cm dan 10 cm
 - c. Tebal : 7,5 ; 10 ; 15 ; dan 20 cm.
2. Selain dari pada itu, dibuat pula batu cetak beton dengan ukuran masing masing $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ dan $\frac{3}{4}$ panjang.
3. Tebal minimum setiap dinding lubang dan sirip pada batu cetak beton berlubang tidak boleh lebih tipis dari 20 mm.
4. Sisi-sisi kearah panjang, tebal dan tinggi dari batu cetak beton harus tegak lurus satu dengan lainnya, tepi-tepi serta sudut-sudutnya harus cukup kuat, sehingga tidak mudah diserpihkan dengan tangan; pada badan batu cetak tidak boleh terdapat cacat yang merugikan.
5. Kuat tekan rerata dari hasil pengujian 6 buah contoh yang diuji tidak boleh lebih kecil dari nilai yang tercantum dalam Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Kekuatan Tekan Batu Cetak Beton

Klasifikasi Batu Cetak	Kekuatan Tekan Minimum, kgf/cm ²			
	Termasuk Luas Penampang Lubang		Tidak Termasuk Luas Penampang Lubang	
	Rerata 6 Contoh	Masing-Masing Contoh	Rerata 6 Contoh	Masing-Masing Contoh
Kelas A	70	55	125	100
Kelas B	50	40	85	70
Kelas C	25	20	35	30

(Sumber : PUBI-1982)

3.2 Material Penyusun Dinding Pasangan Batako

3.2.1 Semen Portland

Menurut PUBI (1982), semen portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling halus klinker, terutama yang terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis dan gips sebagai bahan pembantu.

Menurut Tjokrodimoeljo (1992), fungsi semen adalah untuk merekatkan butir-butir agregat agar terjadi suatu masa yang kompak atau padat. Selain itu juga untuk mengisi rongga-rongga di antara butiran agregat. Walaupun semen hanya kira-kira mengisi 10 persen saja dari volume beton, namun karena merupakan bahan yang aktif, maka perlu dipelajari maupun dikontrol secara ilmiah.

Menurut PUBI (1982), sesuai dengan tujuan pemakaiannya semen portland dibagi menjadi 5 jenis, yaitu sebagai berikut ini.

1. Jenis I : Untuk konstruksi pada umumnya, artinya tidak ada persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis lain.
2. Jenis II : Untuk konstruksi pada umumnya terutama sekali bila disyaratkan agak tahan terhadap sulfat atau panas hidrasi sedang.
3. Jenis III : Untuk konstruksi-konstruksi yang menuntut kekuatan awal yang tinggi.
4. Jenis IV : Untuk konstruksi-konstruksi yang menuntut panas hidrasi rendah.
5. Jenis V : Untuk konstruksi-konstruksi yang menuntut persyaratan sangat tahan terhadap sulfat.

3.2.2 Agregat Halus

Menurut PUBI (1982), agregat halus atau pasir adalah butiran-butiran mineral keras yang bentuknya mendekati bulat dan ukuran butirnya sebagian besar terletak antara 0,075 – 5 mm, dan kadar bagian yang ukurannya lebih kecil dari 0,063 mm tidak lebih dari 5%. Pasir untuk adukan pasangan, plesteran, dan bitumen harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut ini.

1. Butiran pasir harus tajam dan keras, tidak dapat dihancurkan dengan jari.
2. Kadar lumpur tidak boleh lebih dari 5%.
3. Warna larutan pada pengujian dengan 3% *natrium-hidroksida*, akibat adanya zat-zat organik tidak boleh lebih tua dari warna larutan normal atau warna air teh yang sedang kepekatannya.
4. Bagian yang hancur pada pengujian dengan larutan jenuh *natrium-sulfat* (Na_2SO_4) tidak boleh lebih dari 10%.

5. Jika dipergunakan untuk adukan dengan semen yang mengandung lebih dari 0,6 alkali dihitung sebagai *natrium oksida* (Na_2O), pada pangujian tidak boleh menunjukkan sifat reaktif.
6. Keteguhan adukan percobaan dibandingkan dengan adukan pembanding yang mengandung semen yang sama dan pasir normal tidak boleh lebih kecil dari 5% pada pengujian 1-6 hari.
7. Pasir untuk adukan plesteran dan adukan pasangan butirannya harus dapat melalui ayakan berlubang persegi 3 mm (SNI 03-1970-1990).

Selain persyaratan tersebut, kualitas agregat juga sangat dipengaruhi oleh gradasi agregat. Gradasi agregat adalah distribusi ukuran butiran dari agregat. Apabila butir-butir agregat mempunyai ukuran seragam maka volume pori besar, sebaliknya bila ukuran butir bervariasi maka volume pori yang terbentuk kecil. Hal ini karena butiran yang kecil mengisi pori di antara butiran yang lebih besar, sehingga pori yang terjadi sedikit. Apabila pori yang terjadi sedikit maka bahan ikat yang dibutuhkan juga sedikit.

Agregat dikelompokkan dalam 4 zona yaitu pasir kasar, pasir agak kasar, pasir agak halus, dan pasir halus seperti pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Gradasi Pasir

Lubang Ayakan (mm)	Persentase Berat Butiran yang Lewat Ayakan			
	Zona I (Pasir Kasar)	Zona II (Pasir Agak Kasar)	Zona III (Pasir Agak Halus)	Zona IV (Pasir Halus)
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 : Tjokrodimoeljo, 1992)

Agregat halus atau pasir dan semen merupakan bahan utama dalam pembuatan mortar. Pasir dengan kualitas baik menghasilkan mortar dengan kualitas

yang baik pula, oleh karena itu kualitas pasir harus diperhatikan parameter pengujian pasir antara lain adalah berat jenis, pasir kering, berat jenis SSD, kadar air, kadar lumpur pasir, dan berat volume pasir. Hasil pengujian pasir dari penelitian-penelitian sebelumnya ditunjukkan pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Hasil Pengujian Pasir Pada Penelitian Terdahulu

Penelitian Terdahulu	Asal Pasir	Berat Jenis Kering	Berat Jenis SSD	Kadar Air (%)	Kadar Lumpur (%)	Berat Volume (Gr/cm³)
Syarat PUBI-1982	-	-	2,4–2,9	3%-5%	Maks. 5%	-
Fauzan (2012)	Sungai Serayu	2,24	2,45	8,62%	4,03%	1,3
Indarto (2007)	Sungai Pasir	2,43	2,57	5,64%	3,25%	1,57
Puspianto (2008)	Merapi	2,72	2,83	3,03%	2,48%	1,59

(Sumber : Saputra, 2016)

3.2.3 Air

Air merupakan bahan dasar pembuat beton yang penting dan juga harganya paling murah. Air diperlukan untuk bereaksi dengan semen, serta untuk menjadi bahan pelumas antara butir-butir agregat agar dapat mudah dikerjakan dan dipadatkan. Jumlah dan kualitas air yang digunakan berpengaruh pada lama ikatan awal dan kekuatan beton setelah mengeras. Selain itu air juga digunakan untuk merawat beton yang telah selesai dicor agar tidak kering terlalu cepat, yaitu dengan cara menyirami permukaannya. Menurut Tjokrodimoeljo (1992), dalam pemakaian air untuk beton sebaiknya memenuhi persyaratan sebagai berikut.

1. Tidak mengandung lumpur atau benda melayang lainnya lebih dari 2 gram/liter.
2. Tidak mengandung garam-garam yang dapat merusak beton seperti asam dan zat organik lainnya lebih dari 15 gram/liter.
3. Tidak mengandung klorida (Cl) lebih dari 0,5 gram/liter.
4. Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter.

3.2.4 Mortar

Definisi mortar menurut SNI 15-2049-2004 merupakan suatu campuran yang terdiri dari semen, agregat halus dan air baik dalam keadaan dikeraskan ataupun tidak dikeraskan. Proporsi mortar dispesifikasikan dalam 4 tipe menurut kekuatan mortar dan ketentuan proporsi bahan yang digunakan. Tipe-tipe mortar adalah sebagai berikut.

1. Mortar tipe M adalah mortar yang mempunyai kekuatan 17,2 MPa menurut Tabel 3.5, yang dibuat dengan menggunakan semen pasangan tipe N atau kapur semen dengan menambahkan semen portland dan kapur padam dengan komposisi menurut Tabel 3.4.
2. Mortar tipe S adalah mortar yang mempunyai kekuatan 12,5 MPa menurut Tabel 3.5, yang dibuat dengan menggunakan semen pasangan tipe S atau kapur semen dengan menambahkan semen portland dan kapur padam dengan komposisi menurut Tabel 3.4.
3. Mortar tipe N adalah mortar yang mempunyai kekuatan 5,2 MPa menurut Tabel 3.5, yang dibuat dengan menggunakan semen pasangan tipe N atau kapur semen dengan menambahkan semen portland dan kapur padam dengan komposisi menurut Tabel 3.4.
4. Mortar tipe O adalah mortar yang mempunyai kekuatan 2,4 MPa menurut Tabel 3.5, yang dibuat dengan menggunakan semen pasangan tipe N atau kapur semen dengan menambahkan semen portland dan kapur padam dengan komposisi menurut Tabel 3.4.

Persyaratan proporsi mortar dapat dilihat pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Persyaratan Proporsi Mortar

Mortar	Tipe	Campuran dalam volume (bahan bersifat semen)				Rasio agregat (pengukuran kondisi lembab dan gembur)
		Semen portland	Semen pasangan			
			M	S	N	
Semen pasangan	M	1			1	2,25-3 kali jumlah volume bersifat semen
	M	...	1			
	S	...			1	
	S	½		1		
	N	...			1	
	O	...			1	

(Sumber: SNI 03-6882-2002)

Keterangan semen pasangan:

1. Semen pasangan tipe N adalah semen pasangan yang digunakan dalam pembuatan mortar tipe N tanpa penambahan lagi semen atau kapur padam, dan dapat digunakan untuk pembuatan mortar tipe S atau tipe M bila semen portland ditambahkan dengan komposisi menurut Tabel 3.4.
2. Semen pasangan tipe S adalah semen pasangan yang digunakan dalam pembuatan mortar tipe S tanpa penambahan lagi semen atau kapur padam, dan dapat digunakan untuk pembuatan mortar tipe S atau tipe M bila semen portland ditambahkan dengan komposisi menurut Tabel 3.4.
3. Semen pasangan tipe M adalah semen pasangan yang digunakan dalam pembuatan mortar tipe M tanpa penambahan lagi semen atau kapur padam menurut Tabel 3.4.

Sedangkan persyaratan spesifikasi sifat mortar dapat dilihat pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Persyaratan Spesifikasi Sifat Mortar

Mortar**	Tipe	Kuat Tekan Minimal Rerata Umur 28 Hari (MPa)	Retensi Air Minimal (%)	Kadar Udara Maksimal (%)	Rasio Agregat (Pengukuran Kondisi Lembab Dan Gembur)
Semen pasangan	M	17,2	75	18**	2,25-3 kali jumlah volume bersifat semen
	S	12,4			
	N	5,2			
	O	2,4			

(Sumber: SNI 03-6882-2002)

Keterangan:

** : bila terdapat tulangan struktur dalam mortar semen pasangan

Ada beberapa fungsi utama mortar dalam sebuah dinding yaitu yang pertama sebagai bahan perekat antara bata atau batako yang satu dengan yang lainnya. Kemudian yang kedua sebagai penutup permukaan bata atau batako yang tidak rata. Lalu yang ketiga mortar berfungsi sebagai penyalur beban yang diterima dari bata atau batako satu ke yang lainnya. Selanjutnya yang terakhir mortar berfungsi sebagai penambah kekuatan dan keawetan dinding pasangan sebelum di cat.

Untuk mengontrol kualitas mortar sebagai bahan pelekak antara bata atau batako dalam sebuah dinding, harus dilakukan pengujian kualitas mortar. Pengujian mortar merupakan pengujian tekan yang dilakukan dalam waktu yang bervariasi yaitu 3,7,14, atau 28 hari. Menurut SNI 03-6882-2002, benda uji untuk pengujian tekan mortar yaitu berbentuk kubus dengan dimensi 5 cm x 5 cm x 5 cm. Kemudian dari pengujian tersebut diperoleh beban maksimum yang mampu ditahan mortar yang selanjutnya dibagi dengan luasan penampang yang terdesak untuk mendapatkan nilai kuat tekan mortar dalam satuan MPa.

Mortar yang baik memiliki sifat-sifat sebagai berikut.

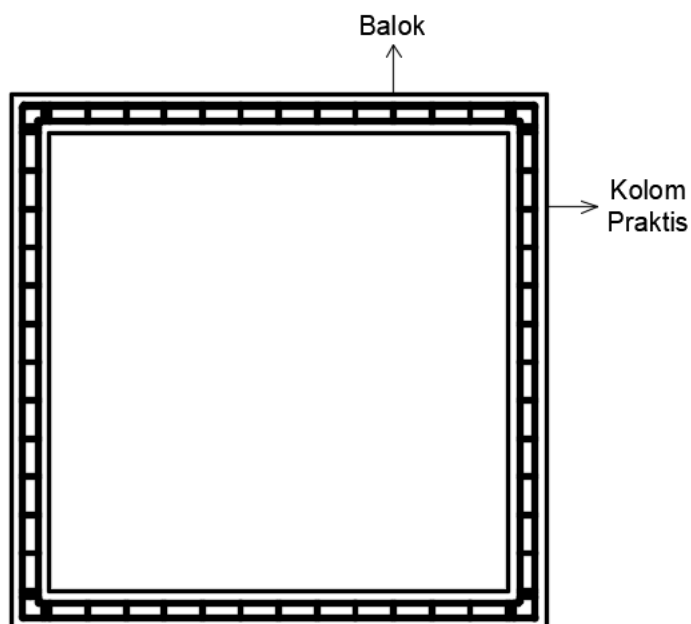
1. Terjangkau secara ekonomis serta memiliki daya tahan yang lama.
2. Dapat dengan mudah untuk diaduk, diangkut, dipasang, serta diratakan.
3. Mempunyai daya rekat yang baik ketika dipasang.
4. Memiliki waktu pengerasan yang cepat dan tidak lama mengering.
5. Memiliki daya tahan terhadap air atau tidak dapat dilewati oleh air.
6. Tidak terdapat keretakan setelah mortar mengeras.

3.3 Kerangka Beton Praktis

Menurut SNI 2847-2013 pasal 2.2 mendefinisikan beton bertulang adalah beton struktural yang ditulangi dengan tidak kurang dari jumlah baja prategang atau tulangan non-prategang minimum yang diterapkan dalam pasal 1 sampai 21 dan Lampiran A sampai C pada SNI 2847-2013. Beton bertulang terbuat dari gabungan antara beton dan tulangan baja. Oleh karena itu, beton bertulang memiliki sifat yang

sama seperti bahan-bahan penyusunnya yaitu sangat kuat terhadap beban tekan dan beban tarik.

Dinding pasangan batako-kait dalam penelitian ini dibuat menjadi dua jenis, yaitu dinding dengan perkuatan dan tanpa perkuatan. Perkuatan yang digunakan adalah perkuatan beton bertulang. Fungsi dari perkuatan beton bertulang pada dinding pasangan batako ini adalah supaya dinding pasangan batako dapat lebih kuat dalam menahan gaya-gaya luar yang terjadi, seperti gaya geser. Perkuatan beton bertulang ini sering disebut dengan istilah *frame*. Kerangka beton praktis ditunjukkan pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Gambar Kerangka Beton Praktis

Penentuan dimensi frame dan penulangan dilakukan berdasarkan SNI 2847 tahun 2013. Menurut SNI 2847 tahun 2013 pasal 8.13.2 lebar rusuk balok tidak boleh kurang dari 100 mm. Hal ini sesuai dengan lebar balok yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 110 mm. Diameter tulangan pokok yang digunakan yaitu 10 mm, hal ini sesuai dengan pasal 7.10.5.1 dalam SNI 2847 tahun 2013. Diameter tulangan geser yaitu 6 mm dipilih berdasarkan ukuran yang lebih kecil dari tulangan pokok.

Proses pemasangan perkuatan dinding pasangan batako-kait menggunakan *frame* dilakukan dengan dua metode. Metode pertama adalah membuat terlebih

dahulu dinding pasangan batako-kait, kemudian jika sudah selesai dilanjutkan dengan proses pengecoran sekeliling dinding dengan perkuatan (*frame*). Metode konstruksi ini dikenal dengan nama *confined masonry wall*. Metode yang kedua adalah dengan membuat terlebih dahulu rangka beton, lalu jika rangka beton sudah jadi batako-kait satu persatu disusun pada bagian dalam rangka beton tersebut. Metode konstruksi ini dikenal dengan nama *reinforced concrete frame infill masonry wall*.

3.4 Pengujian Kadar Lumpur Agregat

Pengujian kadar lumpur agregat dilakukan untuk mengetahui seberapa besar kandungan lumpur yang ada dalam agregat. Hal ini harus diketahui karena kadar lumpur dalam agregat mempengaruhi kualitas agregat yang digunakan. Kandungan kadar lumpur dalam agregat halus atau pasir tidak boleh melebihi dari 5%, sedangkan untuk agregat kasar atau kerikil tidak boleh melebihi dari 1%. Berdasarkan SNI 03-1970-1990 kadar lumpur dalam agregat dapat diketahui dengan menggunakan Persamaan 3.1.

$$\text{Kadar lumpur} = \frac{W_1 + W_2}{W_1} \times 100\% \quad (3.1)$$

Keterangan:

W_1 = berat agregat kering oven (gram), dan

W_2 = berat agregat kering oven setelah dicuci (gram).

3.5 Perawatan Mortar dan Dinding

Perawatan mortar dan dinding dalam penelitian ini dilakukan dengan cara menyemprotkan air ke atas permukaan mortar dan dinding dengan tujuan agar menjaga penguapan air dari dalam mortar atau batako yang dapat menyebabkan mortar maupun batako menjadi retak-retak.

3.6 Pengujian Kuat Tekan Mortar dengan Bahan Tambah Serbuk Kaca

Pengujian kuat tekan mortar dilakukan untuk mengetahui nilai kuat tekan mortar khusus yang terbuat dari serbuk kaca, semen dan pasir. Menurut SNI 03-

6825-2002 mengenai metode pengujian kekuatan tekan mortar semen portland untuk pekerjaan sipil, nilai kuat tekan mortar dapat dicari dengan Persamaan 3.2.

$$f'c = \frac{P}{A} \quad (3.2)$$

dengan:

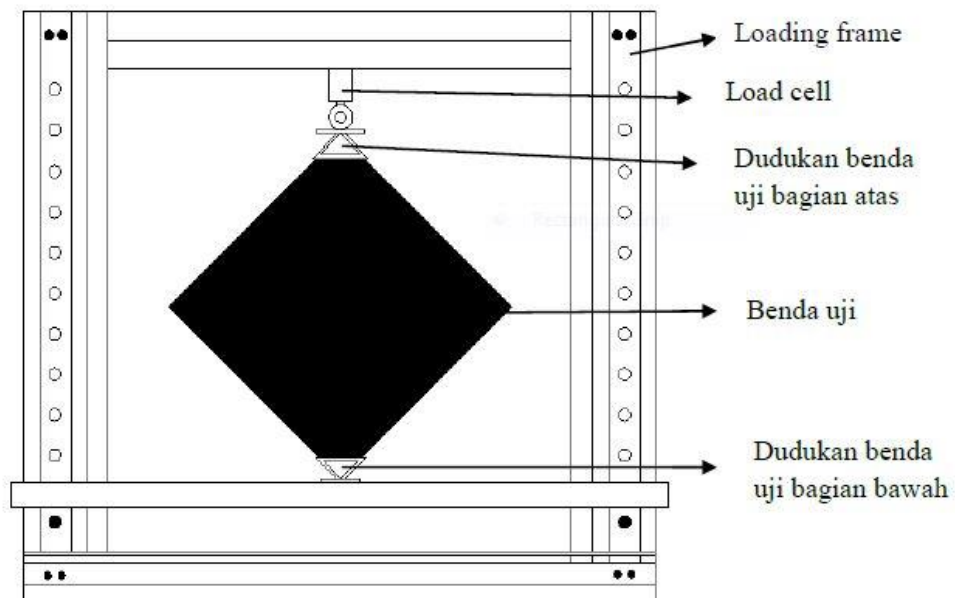
$f'c$ = kuat tekan (MPa),

P = beban maksimum (N), dan

A = luas permukaan benda uji (mm^2)

3.7 Pengujian Kuat Geser Diagonal

Pengujian geser dinding adalah meliputi penentuan kuat tarik diagonal atau geser sepanjang sumbu diagonal dalam posisi vertikal, sehingga menyebabkan keruntuhan tarik diagonal yang sejajar terhadap arah pembebanan. Pada bagian bawah dan atas benda uji diberi dukungan yang terbuat dari baja. Uji geser dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.4 Perletakan Benda Uji

Kegagalan atau kerusakan dinding salah satunya disebabkan oleh gaya lateral. Gaya lateral adalah gaya pada bangunan yang bersifat horizontal dengan

arah yang tidak menentu, seperti angin dan gempa bumi. Menurut hasil penelitian Wibowo (2012) mengenai *seismic performance of insitu and precast soft storey buildings* dalam pembahasan mengenai deformasi lateral (*lateral displacement*) menyebutkan bahwa deformasi lateral pada suatu struktur terdiri dari tiga komponen yaitu deformasi lentur (*flexural displacement*), *yield penetration*, dan deformasi geser (*shear displacement*). Ada dua mekanisme kegagalan geser utama dari struktur beton bertulang yaitu kegagalan karena kompresi geser dan kegagalan atau keruntuhan tarik diagonal. Kegagalan kompresi geser terjadi karena perilaku kelengkungan yang menyebabkan hancurnya beton sepanjang strut diagonal atau terjadi pemisahan diagonal. Sementara untuk keruntuhan tarik diagonal, tegangan tarik dalam beton mengatur mekanisme kegagalan yang menyebabkan retak cenderung menjadi tidak stabil dan memanjang melalui zona kompresi. Kegagalan geser biasanya terjadi karena beban aksial yang sangat tinggi (di atas titik keseimbangan) atau pada rasio bentang geser yang relatif rendah yaitu < 2 .

Beberapa parameter didapatkan dari hasil pengujian yang nantinya dapat digunakan untuk menghitung kuat geser tersebut. Data yang diperoleh adalah dimensi tampang benda uji dan beban maksimum. Sesuai dengan ASTM E519-02-2002 rumus kuat geser adalah sebagai berikut.

$$S_s = \frac{0,707 \times P}{A_n} \quad (3.4)$$

$$A_n = \frac{(w+h)}{2} \times t \times n \quad (3.5)$$

Keterangan :

S_s = kuat geser (MPa),

P = beban maksimum (N),

A_n = luas area desak (mm²),

W = lebar benda uji (mm),

H = tinggi benda uji (mm),

t = tebal benda uji (mm), dan

n = persen daerah bruto yang padat, $n = 1$.

Sedangkan formula perhitungan berdasarkan SNI 03-4166-1996 sebagai berikut.

$$f_{vd} = \frac{0,707P_u+W}{A} X (1- \mu) \quad (3.6)$$

Keterangan :

f_{vd} = kuat geser diagonal bata merah (kg/cm^2),

P_{maks} = beban uji maks (kg),

A = luas penampang tekan (cm^2),

M = massa alat bantu (kg), dan

μ = koefisien friksi sebesar 0,3.

3.8 Pengujian Kuat Tekan Dinding

Kuat tekan dinding adalah gaya yang bekerja pada pasangan dinding per satuan luas penampang dinding yang tertekan. Nilai kuat tekan pasangan dinding dapat dihitung dengan persamaan 3.7.

$$f'k = \frac{P_u+W}{B \times b} \quad (3.7)$$

Keterangan :

$f'k$ = kuat tekan pasangan dinding (MPa),

P_u = beban maksimum (N),

B = lebar benda uji (mm),

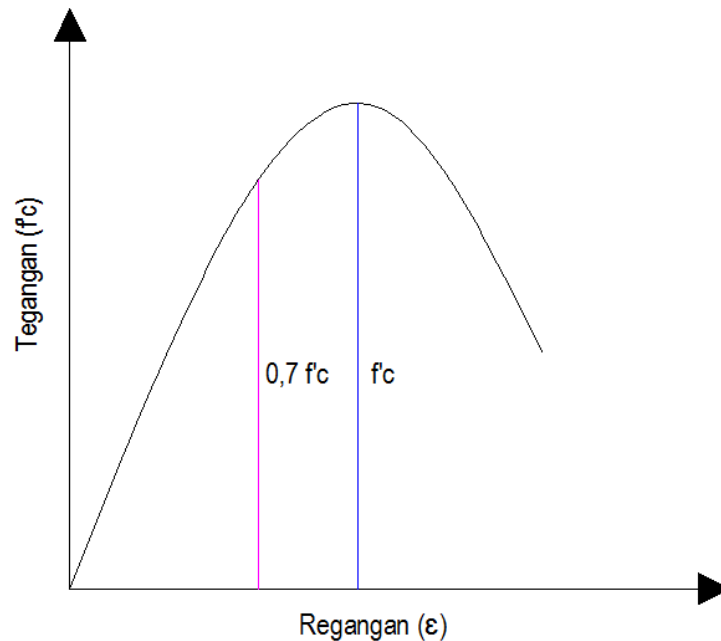
b = tebal benda uji (mm), dan

W = berat alat bantu (N).

3.9 Pengujian Modulus Elastisitas Dinding

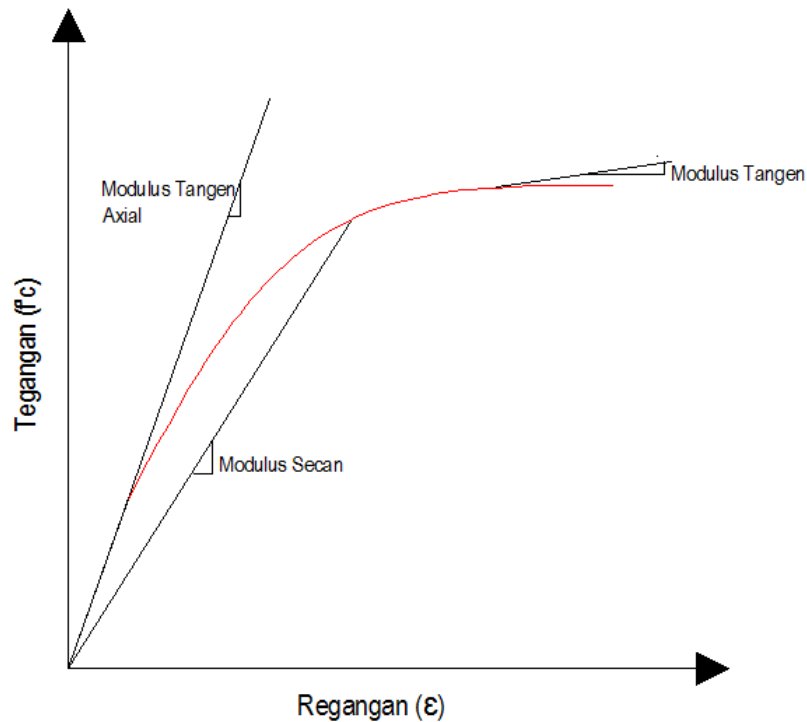
Menurut Nawy (1990) hubungan tegangan-regangan beton perlu diketahui untuk menurunkan persamaan-persamaan analisis dan desain juga prosedur-prosedur pada struktur beton. Gambar 3.5 memperlihatkan kurva tegangan-regangan tipikal yang diperoleh dari percobaan dengan menggunakan benda uji silinder beton dan dibebani dengan beban uniaxial selama beberapa menit. Bagian pertama kurva ini (sampai sekitar 40% dari $f'c$) pada umumnya untuk tujuan praktis dapat dianggap linier. Sesudah mendekati 70% tegangan hancur, material banyak kehilangan kekakuannya, sehingga menambah ketidak linieran diagram. Pada

beban batas, retak yang searah dengan arah beban menjadi sangat terlihat dan hampir semua beton silinder (kecuali yang kekuatannya sangat rendah).



Gambar 3.5 Kurva Tegangan-Regangan Beton Tipikal
(Sumber : Nawy , 1990)

Kurva tegangan regangan beton seperti yang diperlihatkan pada Gambar 3.3 adalah kurva linier pada taraf pembebanan awal, maka modulus elastisitas (modulus young) dari bahan ini adalah garis singgung dari kurva tegangan regangan dari titik pusatnya. Kemiringan garis singgung ini didefinisikan sebagai modulus tangen awal. Bila dibuat modulus tangen untuk tiap titik pusat dengan suatu harga tegangan (sekitar $0,4 f_c$) disebut modulus elastisitas sekan dari beton, seperti terlihat pada Gambar 3.4. Harga ini pada perhitungan desain disebut modulus elastisitas. Modulus ini memenuhi praktis bahwa regangan yang terjadi selama pembebanan pada dasarnya dapat dianggap elastis (pada keadaan beban dihilangkan bersifat *reversible* penuh), dan regangan lainnya akibat beban dipandang sebagai rangkak.



Gambar 3.6 Modulus Sekan dan Modulus Tangen Beton
(Sumber : Nawy, 1990)

Nilai modulus elastisitas dinding diperoleh dari hasil pengujian yang menghasilkan data tegangan maksimum dan regangan maksimum, kemudian berdasarkan data tersebut dapat dicari nilai tegangan 2 yaitu 40% dari tegangan maksimum. Nilai regangan 2 dapat diperoleh dengan cara menyesuaikan hasil nilai tegangan 2. Langkah terakhir yaitu mencari nilai modulus elastisitas dengan persamaan 3.8.

$$E = \frac{\sigma_2}{\epsilon_2} \quad (3.8)$$

Keterangan :

E = Modulus Elastisitas (MPa),

σ_2 = Tegangan 2 (MPa)

ϵ_2 = Regangan 2