

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Batako

3.1.1 Pengertian Batako

Batako merupakan komponen non struktural yang disusun dari campuran semen, pasir, dan air dengan berbagai macam perbandingan komposisi. Komposisi campuran sangat berpengaruh terhadap mutu batako, sehingga dalam pembuatannya harus dipertimbangkan komposisi campuran yang optimum untuk mendapatkan kualitas batako yang baik. Disamping itu mutu batako juga dipengaruhi oleh proses pembuatannya, yaitu proses manual (cetak tangan) atau *press* mesin. Perbedaan kedua proses tersebut terletak pada kepadatan batako yang akan dihasilkan, semakin padat batako maka semakin baik kualitasnya. Batako saat ini telah banyak digunakan sebagai bahan pengganti batu bata untuk dinding pasangan. Wijoseno (2008) dalam Supriyono (2012) menyatakan batako dapat disusun 5 kali lebih cepat dan cukup kuat untuk semua penggunaan yang menggunakan batu bata.

Bentuk batako/batu cetak terdiri dari dua jenis, yaitu batu cetak yang berlubang (*hollow block*) seperti tampak pada Gambar 3.1 dan batu cetak yang tidak berlubang (*solid block*) seperti tampak pada Gambar 3.2 berikut.



Gambar 3.1 Batu Cetak (batako) Berlubang (*hollow block*)



Gambar 3.2 Batu Cetak (batako) Tidak Berlubang (*solid block*)

Batako berlubang memiliki luas penampang lubang dan isi lubang kurang dari 5% dari seluruh luas permukaan (Supriyono, 2012). Sedangkan batako *solid* sama sekali tidak memiliki lubang pada permukaannya, sehingga memiliki kekuatan yang lebih baik, tetapi batako jenis ini memiliki berat tiap unit yang lebih besar dibandingkan dengan batako berlubang.

3.1.2 Syarat dan Klasifikasi Batako

Persyaratan mutu batu cetak beton (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, dan
 - 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 rata-rata σ_{tk} dari hasil pengujian 6 buah contoh yang diuji tidak boleh lebih kecil dari harga yang tercantum dalam Tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1 Kekuatan Tekan Batu Cetak Beton

Klasifikasi batu cetak	Kekuatan tekan minimum, kg/f/cm ²			
	Termasuk luas penampang lubang		Tidak termasuk luas penampang lubang	
	Rata-rata 6 contoh	Masing-masing contoh	Rata-rata 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)

- 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.

3.2 Bahan Penyusun Batako

3.2.1 Semen Portland

Semen Portland (PC) merupakan material yang banyak dipakai dalam pembangunan karena sifatnya yang sangat baik sebagai bahan ikat. Semen portland dapat mengikat butir-butir agregat kasar dan agregat halus secara bersamaan, sehingga menjadi suatu massa yang solid. Menurut PUBI (1982), semen portland dihasilkan dari proses penghalusan klinker yang terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidraulis, dengan gips sebagai bahan tambah.

Semen *Portland* adalah bubuk/*bulk* berwarna abu-abu yang dibentuk dari bahan utama berupa hasil pembakaran batu kapur/gamping dan lempung/tanah liat

dengan suhu dan tekanan tinggi (Supriyono, 2012). Sebagian dari hasil pembakaran tersebut membentuk klinker, yang kemudian dihancurkan dan ditambah dengan gips (*gypsum*) dalam jumlah tertentu untuk menghasilkan semen. Semen yang memiliki mutu yang baik membutuhkan waktu yang lebih lama untuk mengeras jika dicampur dengan air. Manap (1987) menyatakan pada dasarnya semen memerlukan jumlah air sebanyak 32% dari berat semen untuk bereaksi secara sempurna, akan tetapi apabila kurang dari 40% dari berat semen maka reaksi kimia tidak selesai dengan sempurna.

Berdasarkan SNI 15-2049-2004 (2004), semen dibagi menjadi lima tipe, yaitu sebagai berikut:

1. Jenis I, yaitu penggunaan konstruksi umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus;
2. Jenis II, yaitu penggunaan yang memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau kalor hidrasi sedang;
3. Jenis III, yaitu penggunaan yang memerlukan kekuatan tinggi pada tahun permulaan (awal) setelah pengikatan terjadi;
4. Jenis IV, yaitu penggunaan yang memerlukan ketahanan hidrasi rendah; dan
5. Jenis V, yaitu penggunaan yang memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat.

3.2.2 Agregat Halus

Agregat halus (pasir) terdiri dari butiran sebesar 0,14mm – 5mm yang didapat dari hasil pelapukan batuan alam atau hasil pemecahan batuan (Supriyono, 2012). Berdasarkan sumbernya, pasir dapat berasal dari sungai ataupun galian (*quarry*). Pasir merupakan salah satu material penting dalam pembuatan batako, karena fungsinya sebagai pengisi yang digunakan dengan semen dalam membuat adukan. Mutu pasir sangat berpengaruh terhadap kekuatan batako, sehingga pasir yang digunakan dalam pembuatan batako harus mempunyai mutu yang baik yaitu yang bebas dari lumpur, tanah liat, dan zat organik. Menurut PUBI (1982), pasir yang dapat digunakan sebagai bahan bangunan adalah sebagai berikut:

1. Pasir beton harus bersih bila, dengan tinggi endapan pasir yang kelihatan dibandingkan tinggi seluruh endapan tidak kurang dari 70% bila dicuci dengan larutan khusus.
2. Kandungan lumpur yang tertahan ayakan No. 200 (0,075 mm) tidak lebih besar dari 5% berat.
3. Angka modulus halus butir terletak antara 2,2 sampai 3,2 bila diuji menggunakan ayakan dengan ukuran berturut-turut 0,15 mm; 0,3 mm; 0,6 mm; 1,18 mm; 2,36 mm; 4,75 mm; dan 9,5 mm dengan fraksi yang lolos ayakan 0,3 mm minimal 15% berat. .
4. Pasir tidak boleh mengandung zat-zat organik yang dapat mengurangi mutu beton. Untuk itu bila direndam dalam larutan 3% NaOH, cairan diatas endapan tidak boleh lebih gelap dari warna larutan pembanding
5. Kekekalan terhadap larutan $MgSO_4$, fraksi yang hancur tidak lebih dari 10% berat.

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

Tabel 3.2 Gradasi Pasir

Lubang ayakan (mm)	Persen berat butiran yang lolos ayakan			
	Zona I (pasir kasar)	Zona II (pasir agak kasar)	Zona III (pasir agak halus)	Zona IV (pasir halus)
9,5	100	100	100	100
4,74	90-100	90-100	90-100	95-100
2,36	60-95	75-100	85-100	95-100
1,18	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: *British Standard 882 (1973)*

3.2.3 Air

Air merupakan bahan yang sangat berperan penting dalam proses pembuatan batako. Air juga sangat berpengaruh terhadap mutu batako, sehingga air yang digunakan harus bersih dan tidak mengandung bahan-bahan yang dapat menurunkan kualitas batako. Air diperlukan agar terjadi reaksi kimia pada semen yang menyebabkan campuran menjadi keras dalam jangka waktu tertentu (Pratama, 2012). Berdasarkan SNI 03-2847-2002 (2002), persyaratan air yang digunakan sebagai campuran bahan bangunan adalah sebagai berikut:

1. Air untuk pembuatan dan perawatan beton tidak boleh mengandung minyak, asam alkali, garam, bahan-bahan organik, dan bahan lain yang dapat merusak beton.
2. Jumlah air yang digunakan pada campuran dapat ditentukan dengan ukuran berat dan harus dilakukan secara tepat.

Pada umumnya air yang digunakan untuk proses pembuatan batako yang paling baik adalah air bersih yang memenuhi persyaratan air minum. Jumlah air yang digunakan untuk membuat campuran batako juga harus diperhitungkan dengan tepat, jika jumlah air yang digunakan terlalu sedikit maka proses pembuatan batako akan sulit untuk dikerjakan, tetapi jika air yang digunakan terlalu banyak maka kekuatan batako akan berkurang dan mengalami penyusutan setelah batako mengeras.

3.2.4 Mortar

Mortar merupakan bahan bangunan yang terbuat dari bahan perekat, agregat halus dan pasir. Bahan perekat yang digunakan biasanya menggunakan bahan perekat hidrolis seperti semen *Portland*, kapur padam, *pozolan* atau kombinasi dari bahan-bahan tersebut. Agar mudah dikerjakan, mortar harus memiliki sifat plastis yang tinggi. Plastisitas pada mortar sangat dipengaruhi oleh tingkat retensi air, semakin tinggi retensi air maka mortar semakin plastis. Berdasarkan SNI 03-6882-2002, mortar harus memenuhi persyaratan proporsi sebagai berikut:

1. Mortar tipe M adalah mortar yang mempunyai kekuatan 17,2 MPa menurut Tabel 3.4, yang dibuat dengan menggunakan semen pasangan tipe N atau

kapur semen dengan menambahkan semen portland dan kapur padam dengan komposisi menurut Tabel 3.3.

2. Mortar tipe S adalah mortar yang mempunyai kekuatan 12,5 MPa menurut Tabel 3.4, yang dibuat dengan menggunakan semen pasangan tipe S atau kapur semen dengan menambahkan semen portland dan kapur padam dengan komposisi menurut Tabel 3.3.
3. Mortar tipe N adalah mortar yang mempunyai kekuatan 5,2 MPa menurut Tabel 3.4, yang dibuat dengan menggunakan semen pasangan tipe N atau kapur semen dengan menambahkan semen portland dan kapur padam dengan komposisi menurut Tabel 3.3.
4. Mortar tipe O adalah mortar yang mempunyai kekuatan 2,4 MPa menurut Tabel 3.4, yang dibuat dengan menggunakan semen pasangan tipe N atau kapur semen dengan menambahkan semen portland dan kapur padam dengan komposisi menurut Tabel 3.3.

Persyaratan proporsi mortar dapat dilihat pada Tabel 3.3 berikut.

Tabel 3.3 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 (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 3.3.

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 3.3.
3. Semen pasangan tipe M adalah semen pasangan yang digunakan dalam pembuatan mortar tipe M tanpa penambahan lagi semen atau kapur padam menurut Tabel 3.3.

Sedangkan persyaratan spesifikasi sifat mortar dapat dilihat pada Tabel 3.4 berikut.

Tabel 3.4 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 (2002)

Keterangan:

* : hanya untuk mortar yang dipersiapkan di laboratorium.

** : bila terdapat tulangan struktur dalam mortar semen pasangan.

3.3 Bahan-Tambah (*Admixture*)

Bahan tambah adalah serbuk yang sama sekali atau sangat tidak mudah larut (yang tidak mengandung garam yang memiliki kecenderungan menyerap air dari udara dan yang dicampurkan dalam jumlah kecil), harus dicampur dengan sebagian semen sebelum dimasukkan ke dalam campuran, untuk menjamin penyebaran yang merata keseluruhan campuran (SNI 2493-2011, 2011).

Abu batu (*stone ash*) merupakan hasil dari pengolahan batu pecah yang menggunakan *stone crusher*. Abu batu saat ini merupakan hasil sampingan

(limbah) dari industri pemecahan batu yang jumlahnya cukup banyak. Celik dan Marar (1996) menyatakan bahwa agregat halus yang dihasilkan dari lokasi *stone crusher* mengandung 17%-25% fraksi abu batu, sehingga abu batu memiliki volume produksi yang cukup potensial untuk dimanfaatkan sebagai bahan-tambah (*admixture*) untuk campuran batako.

Abu batu bersifat higroskopis dan memiliki kandungan silika yang cukup tinggi (Widodo, 2003), sehingga karakteristiknya sesuai untuk digunakan sebagai bahan-tambah pada campuran batako. Hal ini terjadi karena kandungan silika pada abu batu dapat mengikat material lain dengan baik. Disamping itu, ukuran abu batu yang kecil (< 5mm) dapat mengisi rongga pada campuran batako dengan baik.

3.4 Pengujian Kadar Lumpur Dalam Pasir

Pemeriksaan kadar lumpur dilakukan untuk mengetahui persentase kadar lumpur yang terdapat pada agregat halus (pasir). Kadar lumpur yang terdapat pada pasir dapat mempengaruhi kelekatan antara semen dan pasir itu sendiri, sehingga hal ini berpengaruh pada kualitas campuran. Persentase kadar lumpur pada pasir yang diijinkan yaitu tidak boleh lebih dari 5%, hal ini bertujuan agar menghasilkan kualitas campuran material yang baik. Berdasarkan SNI 03-1970-1990 perhitungan kadar lumpur dalam pasir menggunakan Persamaan 3.1.

$$\frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100\% \quad (3.1)$$

dengan:

W_1 = berat agregat kering oven (gram), dan

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

3.5 Perawatan Batako dan Mortar

Perawatan benda uji (batako dan mortar) dilakukan seperti perawatan pada beton. Perawatan ini dilakukan agar proses reaksi kimia dari semen dapat terus berlangsung, sehingga semen, agregat halus dan bahan tambah yang digunakan dapat melekat dengan baik. Jika reaksi yang berlangsung tidak sempurna (tuntas)

maka kualitas batako dan mortar dapat menurun. Menurut SNI 03-2847-2002, perawatan beton dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Beton (selain beton kuat awal tinggi) dirawat pada suhu diatas 10°C dalam kondisi lembab untuk sekurang-kurangnya selama 7 hari setelah pengecoran kecuali jika perawatan dipercepat.
2. Beton kuat awal tinggi harus dirawat pada suhu diatas 10°C dan dalam kondisi lembab untuk sekurang-kurangnya selama 3 hari pertama kecuali jika perawatan dipercepat.
3. Perawatan dipercepat :
 - a. perawatan dengan uap bertekanan tinggi, penguapan pada tekanan atmosfer, panas dan lembab, atau proses lainnya yang dapat diterima, dapat dilakukan untuk mempercepat peningkatan kekuatan dan mengurangi waktu perawatan.
 - b. percepatan waktu perawatan harus memberikan kuat tekan beton pada tahap pembebanan yang ditinjau sekurang-kurangnya sama dengan kuat rencana perlu pada tahap pembebanan tersebut.
 - c. proses perawatan harus sedemikian hingga beton yang dihasilkan mempunyai tingkat keawetan paling tidak sama dengan yang dihasilkan oleh metode perawatan biasa.
4. Bila diperlukan oleh pengawas lapangan, maka dapat dilakukan penambahan uji kuat tekan beton sesuai dengan pengujian evaluasi dan penerimaan beton untuk menjamin bahwa proses perawatan yang dilakukan telah memenuhi persyaratan.

3.6 Pengujian Kuat Tekan

Kuat tekan merupakan beban per-satuan luas yang bekerja pada benda uji, yang menyebabkan benda uji hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui besarnya beban maksimum yang terjadi pada mortar dan material batako-kait akibat gaya normal. Menurut SNI 03-1974-1990, besarnya kuat tekan dapat dihitung 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 Batako-Kait

Pengujian batako-kait dilakukan untuk mengetahui karakteristik dari batako-kait itu sendiri. Pengujian ini perlu dilakukan karena bentuk batako-kait berbeda dengan batako pada umumnya. Karena bentuk batako-kait cukup rumit dan tidak simetris, maka perlu dicari momen inersia masing-masing benda uji. Untuk mendapatkan nilai momen inersia (I) suatu benda perlu dicari titik berat/garis netral (\bar{y}) terlebih dahulu. Garis netral (\bar{y}) dapat dicari dengan cara memecah (memisah) suatu benda uji menjadi gabungan bentuk-bentuk (elemen) sederhana seperti pada Gambar 3.3, sehingga letak garis netral (\bar{y}) dapat dihitung dengan Persamaan 3.3.

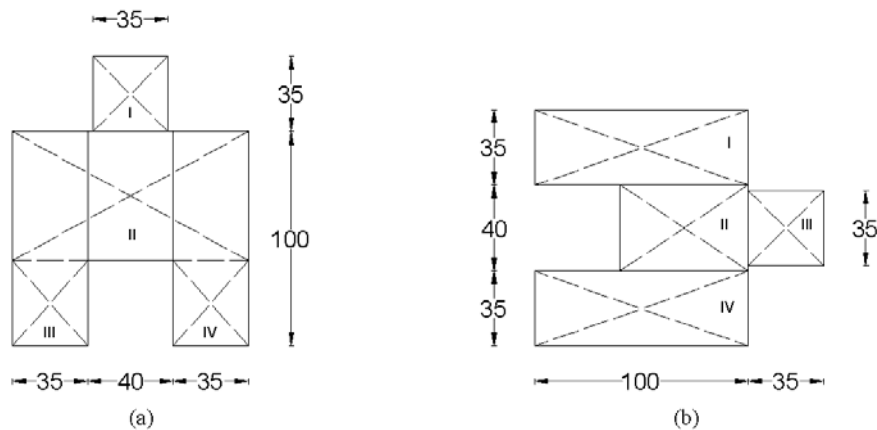
$$\bar{y} = \frac{\sum A_i y_i}{\sum A_i} \quad (3.3)$$

dengan:

\bar{y} = titik berat/garis netral (mm),

A_i = luas elemen i (mm^2), dan

y_i = jarak titik pusat berat elemen i ke sumbu-x (mm).



Gambar 3.3 Pemecahan Bagian Benda Uji Menjadi Bentuk-bentuk Yang Lebih Sederhana (a) Benda Uji *In Plane*, (b) Benda Uji *Out of Plane*

Setelah letak garis netral (\bar{y}) dapat ditentukan, maka momen inersia dapat dihitung dengan Persamaan 3.4.

$$I = \left(\frac{1}{12} \times b \times h^3 \right) + (A_i dy_i^2) \quad (3.4)$$

dengan:

I = momen inersia (mm^4),

b = lebar penampang (mm),

h = tinggi penampang (mm),

A_i = luas elemen i (mm^2), dan

dy_i = jarak titik pusat berat elemen i ke garis netral (mm), dihitung dengan Persamaan 3.5.

$$dy_i = \bar{y} - y_i \quad (3.5)$$

dengan:

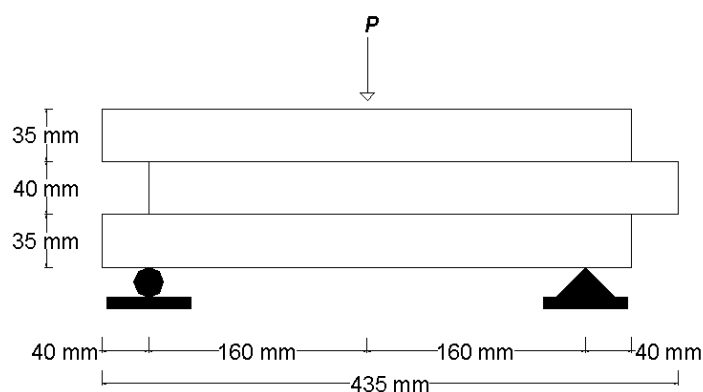
\bar{y} = jarak garis netral (mm), dan

y_i = jarak titik pusat berat elemen i ke sumbu-x (mm).

3.7.1 Kuat Geser-Lentur Tegak Lurus Bidang

Kuat geser-lentur tegak lurus bidang pada dasarnya sama dengan pengujian kuat lentur pada balok beton. Lentur atau tegangan lentur (σ) diakibatkan oleh

pembebanan yang dilakukan secara tegak lurus (*out of plane*) sumbu-panjang balok/batako-kait. Kuat lentur terjadi karena adanya tegangan yang disebabkan oleh momen lentur, yang kemudian disebut sebagai tegangan lentur (σ). Disaat yang bersamaan, batako-kait juga mengalami tegangan geser (τ) yang diakibatkan oleh perbedaan deformasi yang terjadi pada bidang atas (tekan) dengan bidang bawah (tarik) batako-kait sehingga menimbulkan gaya geser. Karena benda uji juga mengalami gaya geser, maka tegangan geser (τ) yang terjadi pada batako-kait juga harus dihitung. Tegangan lentur yang terjadi pada batako-kait dianalogikan seperti tegangan lentur yang terjadi pada balok, tetapi karena bentuk batako-kait yang cukup rumit maka analisis yang dilakukan berbeda dengan tegangan lentur pada balok yang memiliki bentuk simetris. Uji geser-lentur tegak lurus bidang batako-kait dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Pengujian Kuat Geser-Lentur Tegak Lurus Bidang

Besarnya tegangan lentur pada batako-kait dapat dihitung dengan Persamaan 3.6, sedangkan tegangan geser yang terjadi dapat dihitung dengan Persamaan 3.8.

$$\sigma = \frac{M \times \bar{y}}{I} \quad (3.6)$$

dengan:

- σ = tegangan lentur (MPa),
- \bar{y} = titik berat/ garis netral (mm),

I = momen inersia (mm^4), dan

M = momen lentur (Nmm), dihitung dengan Persamaan 3.7.

$$M = \frac{1}{4} \times P \times L \quad (3.7)$$

dengan:

M = momen lentur (Nmm),

P = beban maksimum (N), dan

L = panjang tumpuan (mm).

3.7.2 Kuat Geser

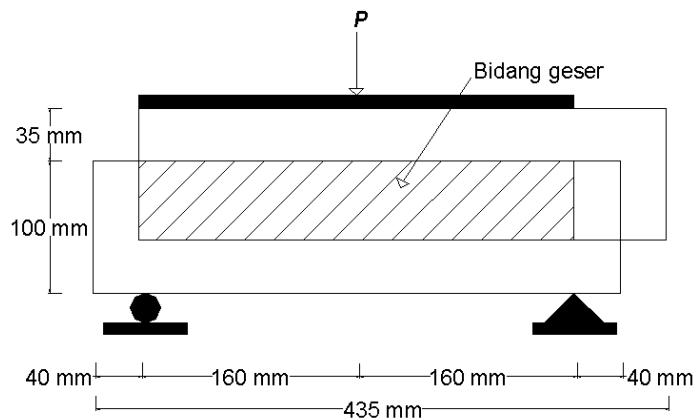
Kuat geser atau tegangan geser (τ) timbul karena adanya beban/gaya luar yang sejajar dengan potongan bidang batako-kait sehingga menimbulkan tegangan pada material batako-kait. Tegangan material tersebut pada hakekatnya adalah tegangan-tegangan dalam (*internal stresses*) yang berusaha melawan beban/gaya luar (Pawirodikromo, 2014). Pengujian kuat geser batako-kait dilakukan dengan dua macam pengujian, yaitu pengujian kuat geser-horizontal dan pengujian kuat geser-vertikal sebagai berikut.

1. Pengujian geser (horizontal)

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui tegangan pada bidang geser horizontal unit batako-kait. Ada dua macam pengujian kuat geser yang akan dilakukan yaitu kuat geser-lentur dan kuat geser-murni.

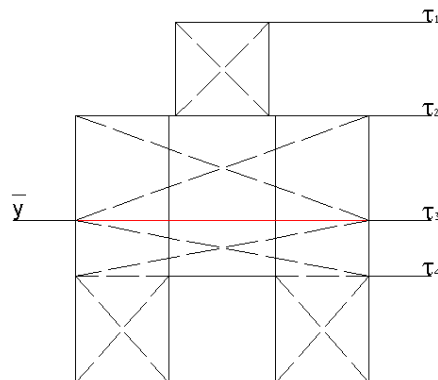
a. Kuat geser-lentur searah bidang

Kuat geser-lentur searah bidang merupakan tegangan geser (τ) yang diakibatkan oleh lentur. Lentur yang terjadi karena adanya tumpuan pada batako-kait, sehingga batako-kait mengalami defleksi (lendutan) ketika diberi beban searah bidang (*in plane*). Disamping tegangan geser, tegangan lentur (σ) yang terjadi pada batako-kait juga harus dihitung, sehingga dapat diketahui penyebab kegagalan/kerusakan batako-kait apakah akibat dari gaya geser atau gaya lentur. Pengujian yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Pengujian Kuat Geser-Lentur Searah Bidang

Tegangan geser (τ) ditinjau pada beberapa bidang/garis, sehingga dapat diketahui pada bagian mana tegangan maksimum (τ_{maks}) terjadi. Bidang tinjauan pada batako-kait dapat dilihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Bidang Tinjauan Tegangan Geser

Besarnya tegangan geser batako-kait dapat dihitung dengan Persamaan 3.8, sedangkan tegangan lentur dapat dihitung dengan Persamaan 3.6.

$$\tau = \frac{V \times Q}{I \times b} \quad (3.8)$$

dengan:

- τ = tegangan geser-lentur (MPa),
- V = gaya lintang pada potongan yang ditinjau (N),
- I = momen inersia (mm^4),

b = lebar bidang geser (mm), dan

Q = statis momen (mm^3), dihitung dengan Persamaan 3.9.

$$Q = A_i \times \bar{y}_b \quad (3.9)$$

dengan:

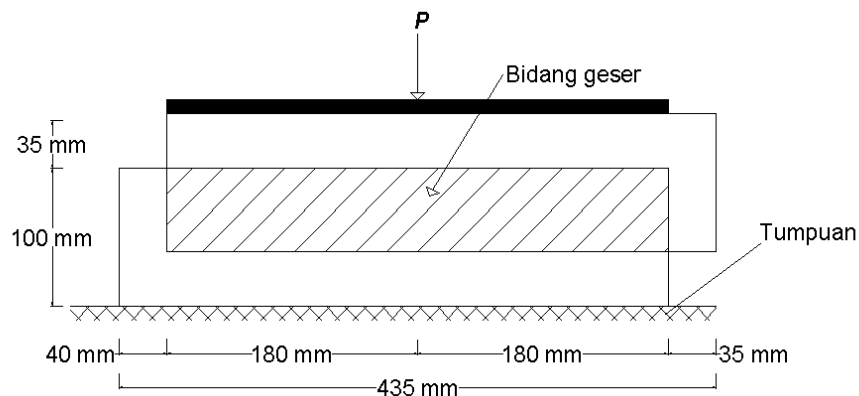
Q = statis momen (mm^3),

A_i = luas bidang tinjauan (mm^2), dan

\bar{y}_b = jarak titik berat bidang tinjauan ke garis netral (mm).

b. Kuat geser-murni

Kuat geser-murni adalah tegangan geser yang terjadi pada bidang geser horizontal batako-kait. Tegangan yang terjadi adalah akibat dari adanya ikatan antar molekul yang ada didalam material batako-kait dalam menahan beban yang diberikan (Pawirodikromo, 2014). Terdapat 2 bidang geser yang menahan beban, sehingga luas penampang (A) terdiri dari 2 bidang geser tersebut. Pengujian yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7 Pengujian Kuat Geser-Murni

Besarnya tegangan (τ) geser-murni batako-kait dapat dihitung dengan Persamaan (3.10).

$$\tau = \frac{P}{2A} \quad (3.10)$$

dengan:

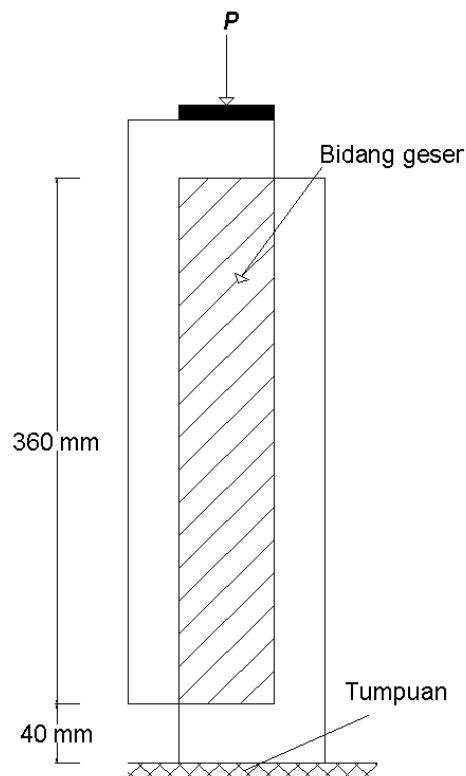
τ = tegangan geser-murni (MPa),

P = beban maksimum (N),

A = luas penampang (mm^2),

2. Pengujian geser-vertikal

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui tegangan (τ) geser bidang vertikal pada unit batako-kait seperti pada Gambar 3.8.



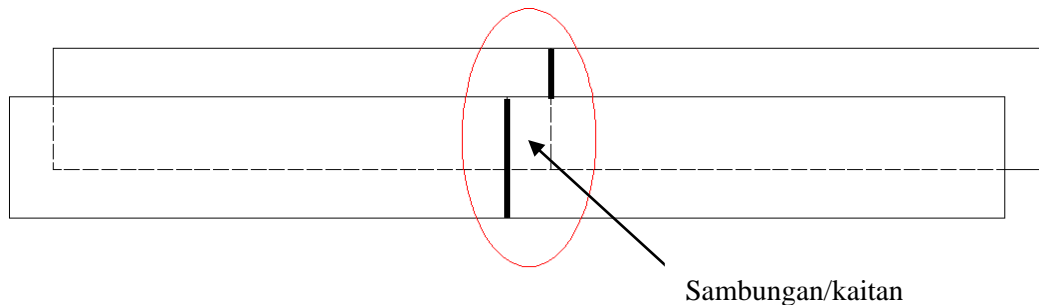
Gambar 3.8 Pengujian Kuat Geser-Vertikal

Pengujian ini pada dasarnya sama dengan pengujian kuat geser-murni, perbedaannya hanya terletak pada posisi benda uji dan pembebanan yang diberikan, sehingga tegangan geser-vertikal (τ) dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.10.

3.7.3 Pengujian Kait (*Interlocking*)

Pengujian kait (*interlocking*) bertujuan untuk mengetahui kekuatan dari batako-kait ketika digunakan (disusun) menjadi satu kesatuan yang utuh, terutama pada bagian sambungan/kaitnya. Karena batako-kait memiliki sambungan/kaitan

pada keempat sisinya seperti yang dapat dilihat pada Gambar 3.9, diharapkan susunan yang terdiri dari batako-kait dapat menahan beban dengan baik.



Gambar 3.9 Sambungan/Kaitan Antar Unit Batako-Kait

Pengujian ini dilakukan dengan memberikan beban secara tegak lurus bidang benda uji (*out of plane*) maupun searah bidang benda uji (*in plane*) pada sambungan atau kaitan dan dengan variasi jenis siar dan jumlah susunan batako-kait. Pada dasarnya pengujian *interlocking* sama dengan pengujian kuat lentur dan kuat geser-lentur pada unit batako-kait, sehingga analisis yang digunakan sama dengan pengujian tersebut. Tetapi pemecahan bidang (elemen) dan penentuan bidang tinjauan pada benda uji pengujian *interlocking* harus diperhatikan ketika melakukan analisis.