

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kuat Geser Balok

Bentang geser pada balok beton tanpa tulangan geser terjadi di daerah sepanjang kurang lebih tiga kali tinggi efektif balok. Retak akibat tarik diagonal merupakan salah satu penyebab terjadinya kerusakan geser. Untuk bentang geser yang lebih pendek, kerusakan akan timbul sebagai kombinasi dari pergeseran, remuk dan belah. Sedangkan untuk balok beton tanpa tulangan dengan bentang geser lebih panjang, retak karena tegangan tarik lentur akan terjadi terlebih dahulu sebelum timbul retak karena tarik diagonal. Dengan demikian terjadinya retak tarik lenturan pada balok tanpa tulangan merupakan peringatan awal kerusakan geser (Dipohusodo, 1996).

Mekanisme perlawanan geser di dalam komponen struktur beton bertulang tidak lepas dari pengaruh serta tersusun sebagai kombinasi beberapa kejadian :

1. Adanya perlawanan geser beton sebelum terjadi retak.
2. Adanya gaya ikat antar-agregat kearah tangensial di sepanjang retakan, yang serupa dengan gaya geser akibat saling ikat antara agregat yang tidak teratur di sepanjang permukaan beton kasar.
3. Timbulnya aksi pasak tulangan memanjang sebagai perlawanan terhadap gaya transversal yang harus ditahan.
4. Terjadinya perilaku pelengkungan pada balok yang relative tinggi, dimana segera setelah terjadi retak miring, beban dipikul oleh susunan reaksi gaya tekan yang

membentuk busur melengkung dengan pengikatnya adalah gaya tarik di sepanjang tulangan memanjang yang ternyata memberikan cadangan kapasitas cukup tinggi.

Suryadi (2006) melakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh penambahan serat *aramid kevlar* terhadap peningkatan kuat geser dan beban retak pertama balok beton tanpa tulangan geser. Selain itu juga untuk mengetahui variasi pemasangan serat *aramid kevlar* pada balok beton tanpa tulangan geser yang paling optimal. Dalam penelitian tersebut digunakan 8 buah balok berukuran panjang 1200 mm, lebar 80 mm dan tinggi 150 mm. Serat *aramid kevlar* yang digunakan adalah "Rederoc FR10 AK-40" dengan ketebalan 0,193 mm. Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah : (a) pemasangan serat *aramid kevlar* pada balok beton tanpa tulangan geser berpengaruh terhadap peningkatan kuat geser dan beban retak pertama, (b) areal pemasangan serat *aramid kevlar* yang dapat menahan kuat geser terbesar yaitu di sepanjang bentang dengan nilai kuat geser sebesar 21,08 kN atau meningkat sebesar 34,38 % dan kuat geser pada beban retak pertamanya sebesar 16,67 kN atau meningkat sebesar 88,89 %, (c) serat *aramid kevlar* terbukti mampu memperbaiki balok beton yang sudah mengalami keruntuhan dengan nilai kuat geser sebesar 22,55 kN atau meningkat sebesar 43,75 % dan kuat geser pada beban retak pertamanya sebesar 14,71 kN atau meningkat sebesar 66,67 %, (d) pemasangan serat *aramid kevlar* pada balok beton dapat meningkatkan keliatan (*ductility*) sehingga keruntuhan tiba-tiba balok beton pada saat beban geser maksimum dapat dicegah.

2.2. Beton

Beton merupakan fungsi dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolis (*portland cement*), agregat kasar, agregat halus, air dan atau bahan tambah (*admixture* atau *additive*). Nawy (1990) mendefinisikan beton sebagai sekumpulan interaksi mekanis dan kimiawi dari material pembentuknya. Dengan demikian perlu dipelajari fungsi dari masing-masing komponen sebelum mempelajari beton secara keseluruhan.

Dipohusodo (1999) menyatakan bahwa beton normal memiliki berat jenis 2300 – 2400 kg/m³. Nilai kekuatan serta daya tahan (*durability*) beton merupakan fungsi dari banyak faktor, diantaranya adalah nilai banding campuran dan mutu bahan susun, metode pelaksanaan pengecoran, pelaksanaan *finishing*, temperatur, dan kondisi perawatan pengerasannya.

SK SNI T-15 (1991) menyatakan bahwa untuk beton normal bila nilai W_c diantara 1500 s/d 2500 kg/m³, maka modulus elastisitas beton (E_c) boleh diambil sebesar $4700(\sqrt{f'_c})$. Modulus elastisitas untuk tulangan non-paratekan (E_s) boleh diambil sebesar 200.000 MPa.

Parameter-parameter yang paling mempengaruhi kekuatan beton menurut Nawy (1990) adalah :

- a). kualitas semen,
- b). proporsi semen terhadap campuran,
- c). kekuatan dan kebersihan agregat,
- d). interaksi atau adhesi antara pasta semen dengan agregat,
- e). pencampuran yang cukup dari bahan-bahan pembentuk beton,

- f). penempatan yang benar, penyelesaian dan pemadatan beton,
- g). perawatan beton,
- h). kandungan klorida tidak melebihi 0,15% dalam beton ekspos dan 1 % untuk beton terlindung.

2.3. **Bahan-Bahan Penyusun Beton**

2.3.1. Semen

Semen *Portland* dibuat dari serbuk halus mineral kristalin yang komposisi utamanya adalah kalsium dan aluminium silikat. Penambahan air pada mineral ini menghasilkan suatu pasta yang jika mengering akan mempunyai kekuatan seperti batu (Nawy, 1990).

Semen portland pozzolan adalah campuran semen portland dan bahan-bahan yang bersifat pozzolan terak tanur tinggi dan hasil residu PLTU. Menurut SK.SNI T-15-1990-03, semen portland pozzolan dihasilkan dengan mencampurkan bahan semen portland dan pozzolan (15-40% dari berat total campuran), dengan kandungan $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ dalam pozzolan minimum 70%.

Murdok dan Brook, (1986) menyatakan bahwa pada saat semen dicampur dengan air maka timbulah reaksi kimia yang menghasilkan bermacam-macam senyawa, yang komposisinya mempengaruhi sifat semen. Tabel 2.1 dibawah ini memperlihatkan komposisi senyawa kimia yang terdapat pada semen *Portland* biasa.

Tabel 2.1. Komposisi Senyawa Kimia yang Terdapat pada Semen *Portland* Biasa

Senyawa Kimia	Prosen (%)
Tri-kalsium Silikat (C_3S)	40
Dikalsium Silikat (C_2S)	30
Trikalsium Aluminate (C_3A)	11
Tetrakalsium aluminoferrit (C_4AF)	11

Singkatan notasi pada table di atas menggambarkan rumus kimia:



2.3.2. Agregat

Kandungan agregat dalam campuran beton biasanya sangat tinggi, berkisar antara 60-70% dari berat campuran beton. Secara umum agregat dapat dibedakan berdasarkan ukurannya, yaitu agregat halus dan agregat kasar. SNI 03 – 2847 (2002) menyatakan bahwa agregat halus merupakan pasir alam sebagai hasil disintegrasi alami dari batuan atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir sebesar 5.0 mm. Sedangkan kerikil sebagai hasil disintegrasi dari batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir antara 5 mm sampai 40 mm.

2.3.3. Air

Air diperlukan pada pembuatan beton untuk memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pekerjaan beton. Air yang digunakan dalam penyusunan beton sekitar 25% dari berat beton dan minimal memenuhi persyaratan air minum. Air yang dipakai juga untuk perawatan beton, asalkan tidak menimbulkan noda atau endapan yang merusak warna permukaan hingga tidak sedap dipandang. Besi dan zat organik dalam air

umumnya sebagai penyebab utama pengotoran atau perubahan warna, terutama jika perawatan cukup lama.

SNI 03 – 2847, (2002) menekankan bahwa air yang digunakan untuk campuran beton harus bersih dan bebas dari bahan-bahan merusak yang mengandung oli, asam, alkali, bahan organik, atau bahan-bahan lainnya yang merugikan terhadap beton atau tulangan.

2.4. **Sika Carbodur Plates**

Sika Carbodur adalah *carbon fiber reinforced polymer (CFRP)* yang didesain berlapis-lapis untuk perkuatan beton, kayu dan struktur bangunan. *Sika Carbodur Plates* dipakai pada struktur sebagai perkuatan *external* menggunakan *epoxy resin "Sikadur 30"*.

Sika Carbodur S dibedakan menjadi 2 tipe, yaitu :

1. *Sika Carbodur S512* dengan lebar 50 mm dan ketebalan 1,2 mm.
2. *Sika Carbodur S1012* dengan lebar 100 mm dan ketebalan 1,2 mm.

Selanjutnya mengenai data-data teknik *Sika Carbodur* dapat dilihat pada tabel 2.2 di bawah ini.

Tabel 2.2 Data Teknik *Sika Carbodur*

<u>Data Teknik :</u>		
Warna	Hitam	
Dasar	<i>Carbon fibre reinforced dengan epoxy matrix</i>	
Isi Volume Serat	> 68 % (tipe S)	
Berat per volume	1,6 gr/cm ²	
Modulus Elastisitas	<u><i>Sika Carbodur S</i></u> 165.000 N/mm ²	<u><i>Sika Carbodur M</i></u> 210.000 N/mm ²
Modulus Elastisitas (minimum)	<u><i>Sika Carbodur S</i></u> >160.000 N/mm ²	<u><i>Sika Carbodur M</i></u> > 200.000 N/mm ²
Kepadatan	> 2800 N/mm ²	> 2900 N/mm ²
Ketebalan (mm)	1,2 mm	1,4 mm
Lebar (mm)	50 mm	50 mm
Desakan patah	> 1,7 %	> 1,35 %

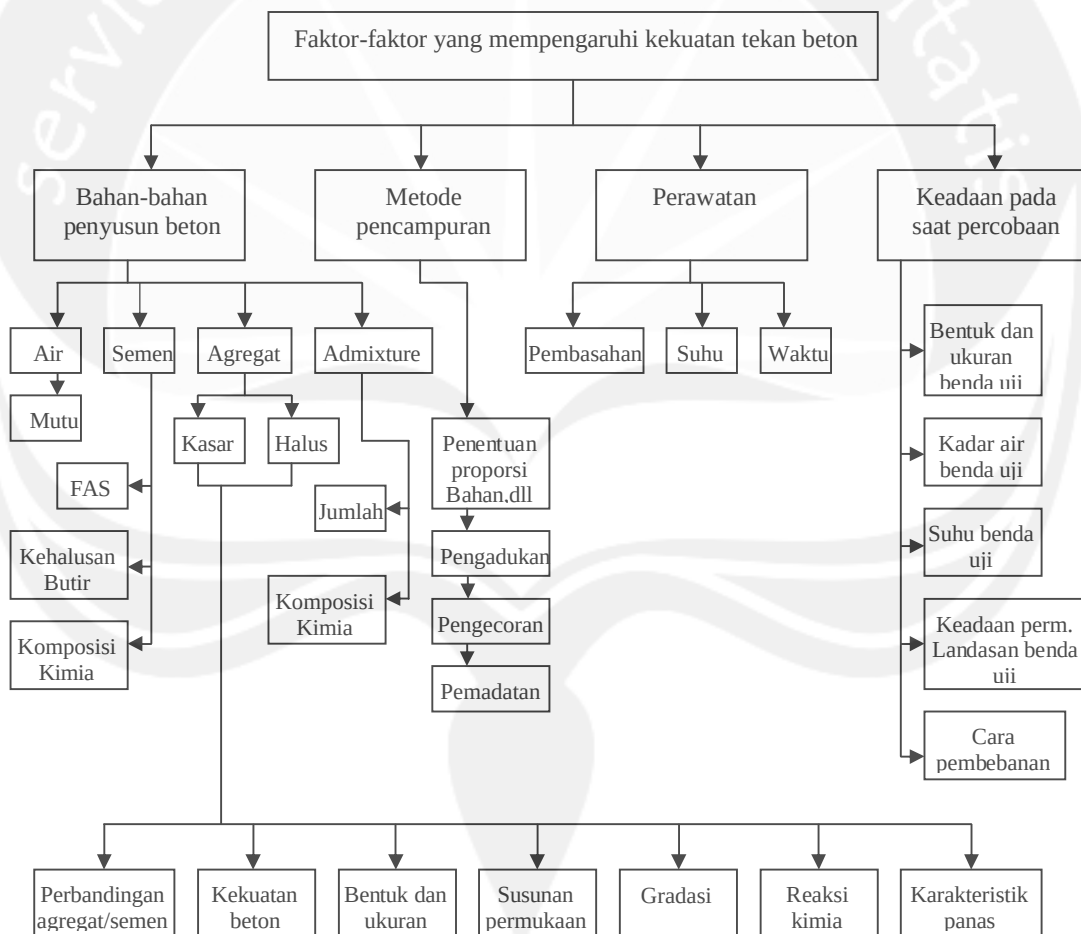
2.5. *Sikadur 30*

Sikadur 30 merupakan *epoxy resin* yang fungsinya sebagai perekat antara permukaan beton dengan *Sika Carbodur S512*. Perekat ini terdiri dari dua komponen, komponen A yang berwarna putih dan komponen B yang berwarna hitam. Pencampuran keduanya akan menghasilkan warna abu-abu terang. Perbandingan campuran komponen A : komponen B adalah 3 : 1, dengan perbandingan berat maupun volume. Dalam ruangan, pada suhu $\pm 35^{\circ}\text{C}$ pencampuran antara kedua komponen akan bereaksi dalam 40 menit, pada suhu $\pm 20^{\circ}\text{C}$ pencampuran antara kedua komponen akan bereaksi dalam 110 menit.

2.6. Kuat Desak Beton

Kuat desak beton ditentukan oleh pengaturan dari perbandingan semen, agregat kasar dan halus, air, dan berbagai jenis campuran. Perbandingan dari air terhadap semen merupakan faktor utama dalam menentukan kekuatan beton. Semakin rendah perbandingan air-semen kuat tekan beton akan semakin tinggi.

Faktor-faktor yang mempengaruhi mutu dari kekuatan tekan beton dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan beton (Mulyono, 2005)

2.7. Nilai Slump

Slump ditetapkan sesuai dengan kondisi pelaksanaan pekerjaan agar diperoleh beton yang mudah dituangkan dan dipadatkan atau dapat memenuhi syarat *workability*. Pengujian *slump* menghasilkan cara yang praktis dan sederhana untuk mempertahankan *uniformitas* yang dapat diterima terhadap konsistensi beton yang dihasilkan dilapangan. Kadang-kadang lebih baik mengukur *slump* pada waktu tertentu seperti pada saat mencampur, atau setelah pengangkutan pada tempat pencetakan. Ini mengingat adanya perubahan *slump* sesuai dengan waktu. Penurunan benda uji selama pengujian, yang dikenal sebagai *slump*.

PBI, (1979) mensyaratkan bahwa nilai *slump* untuk plat, dinding dan balok beton bertulang adalah antara 7,5 – 15 cm.

2.8. Faktor Air Semen (FAS)

Semakin tinggi nilai fas, semakin renah mutu kekuatan beton. Namun nilai fas yang semakin rendah tidak selalu berarti bahwa kekuatan beton semakin tinggi. Nilai fas yang rendah akan menyebabkan kesulitan dalam pengerjaan, yaitu kesulitan dalam pelaksanaan pemadatan yang pada akhirnya akan menyebabkan mutu beton menurun. Kenaikan faktor air semen mempunyai pengaruh terhadap sifat-sifat beton, seperti permeabilitas (sifat kedap air), ketahanan terhadap gaya *frost* (pembekuan pada musim dingin) dan pengaruh cuaca, ketahanan terhadap abrasi, kekuatan tarik, rayapan, modulus *rupture* robek, dan penyusutan.

SK SNI T-15, (1990) menekankan bahwa untuk beton didalam ruang bangunan dengan keadaan non-korosif dan untuk diluar ruangan bangunan yang terlindung dari hujan dan terik matahari langsung, nilai faktor air-semennya adalah 0,6 dan jumlah semen minimum per m³ sebesar 275 kg.

