

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Beton

##### 2.1.1 Deskripsi

Beton merupakan bahan bersifat getas, nilai kuat tariknyahnya berkisar 9%-15% saja dari kuat tekannya. Pada penggunaan sebagai komponen struktural bangunan, umumnya beton diperkuat dengan batang tulangan baja sebagai bahan yang dapat bekerja sama dan mampu membantu kelemahannya, terutama pada bagian yang menahan gaya tarik. Dengan demikian tersusun pembagian tugas, dimana batang tulangan baja bertugas memperkuat dan menahan gaya tarik, sedangkan beton diperhitungkan untuk menahan gaya tekan. Komponen struktur beton dengan kerja sama seperti itu disebut sebagai beton bertulangan baja atau lazim disebut dengan beton bertulang saja (Dipohusodo, 1993).

Beton sederhana dibentuk oleh pengerasan campuran semen, air, agregat halus, agregat kasar (batu pecah atau kerikil), udara, dan kadang-kadang campuran bahan lainnya. Campuran yang masih plastis ini dicor ke dalam acuan dan dirawat untuk mempercepat reaksi hidrasi campuran semen-air, yang menyebabkan pengerasan beton. Bahan yang terbentuk ini mempunyai kekuatan tekan yang tinggi, dan ketahanan terhadap tarik rendah, atau kira-kira kekuatan tariknya 0,1 kali kekuatan terhadap tekan. Maka penguatan tarik dan geser harus diberikan pada daerah tarik dari penampang untuk mengatasi kelemahan pada daerah tarik dari elemen beton bertulang (Nawy, 1998).

Yang dimaksud dengan beton adalah suatu campuran yang terdiri dari perekat (semen), bahan tambahan (agregat kasar dan halus) dan air. Tugas perekat yaitu menghubungkan biji pasir atau kerikil dan mengisi lubang-lubang di antaranya. Tambahan air baru memungkinkan pengikatan dan pengerasan dari perekat (Frick, 1999).

Di bagian pembangunan kita biasanya menggunakan kualitas-kualitas beton dengan angka K. Angka K menentukan campuran semen Portland dalam  $\text{kg/m}^3$  beton, misalnya K200 berarti 200 kg semen Portland untuk  $1 \text{ m}^3$  beton jadi (Frick, 1999).



Sifat-sifat beton terpengaruh oleh faktor-faktor berikut (Frick, 1999) :

- a) Kualitas semen; untuk konstruksi beton bertulang pada umumnya dapat dipakai jenis-jenis semen yang memenuhi ketentuan-ketentuan dan syarat-syarat yang ditentukan.
- b) Dengan kenaikan angka K maka tegangan yang diperbolehkan atas ketahanan terhadap air meningkat
- c) Perbandingan campuran semen Portland, bahan tambahan dan air.
- d) Agregat campuran halus dan kasar.
- e) Cara mencampur komponen.
- f) Agregat kasar (kerikil atau batu pecahan).
- g) Cara pengecoran.
- h) Ketelitian pekerjaan perawatan.
- i) Umur beton.
- j) Suhu waktu mencampur dan waktu proses pengerasan beton.

Bahan-bahan penyusun beton adalah:

a. Semen Portland

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. Berat jenisnya berkisar antara 3,12 dan 3,16, dan berat volume satu sak semen adalah  $94\text{lb/ft}^3$  (Nawy, 1998).

Semen adalah bahan yang mengeras karena adanya air yang memiliki sifat adhesif dan kohesif yang memungkinkan melekatnya fragmen-fragmen mineral menjadi suatu massa yang padat. Semen yang biasa dipakai untuk beton dinamakan semen Portland (PC)

Komponen utama semen Portland :

- Batu kapur, mengandung  $\text{CaO}$  (kapur, lime)
- Lempung, mengandung komponen  $\text{SiO}_2$  (silica),  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (oksida alumina),  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (oksida besi).

Jenis-jenis Portland semen menurut ASTM (American Society for Testing and Materials) adalah sebagai berikut :

1. Semen type I : Untuk konstruksi biasa, tidak diperlukan sifat khusus.
2. Semen type II : Untuk konstruksi biasa, di butuhkan perlawanan terhadap sulfat atau panas hidrasi sedang.
3. Semen type III : Untuk kebutuhan konstruksi dimana beton cepat mengeras dan kekuatan awalnya tinggi.
4. Semen type IV : Untuk kebutuhan konstruksi panas hidrasi rendah.
5. Semen type V : Untuk kebutuhan konstruksi dengan daya tahan yang tinggi terhadap sulfat.

Di bedakan menjadi 2 periode yang berlainan pada reaksi antara semen dan air, antara lain :

- Periode pengikatan, yaitu kondisi peralihan dari keadaan plastis kedalam keadaan keras.
- Periode pengerasan, yaitu kondisi penambahan kekuatan setelah pengikatan selesai.

b. Agregat

Agregat merupakan material berbutir, seperti pasir, kerikil, dan batu pecah yang dipakai bersama-sama dengan media pengikat untuk membentuk suatu beton atau adukan semen hidrolik (SNI 03-2847-2002).

Agregat halus merupakan pasir alam sebagai hasil disintegrasi 'alami' dari batuan atau pasir dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir sebesar 5 mm (SNI 03-2847-2002).

Agregat kasar adalah kerikil hasil disintegrasi 'alami' dari batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir antara 5 mm sampai 40 mm (SNI 03-2847-2002).

Pada umumnya bahan agregat dalam adukan beton mencapai jumlah  $\pm 70\%$  -  $75\%$  dari seluruh masa padat beton. Untuk mencapai kuat beton baik perlu diperhatikan kepadatan dan kekerasan massanya, karena umumnya semakin padat dan keras massa agregat akan makin tinggi kekuatan dan *durability*-nya (daya tahan terhadap penurunan mutu akibat pengaruh cuaca (Dipohusodo, 1993).

Agregat ringan adalah agregat yang dalam keadaan kering dan gembur mempunyai berat isi sebesar  $1100 \text{ kg/m}^3$  atau kurang (SNI 03-2847-2002).

Susunan butir agregat campuran untuk mutu beton K125 dan mutu lebih tinggi, harus diperiksa dengan melakukan analisa ayakan. Untuk itu ditetapkan susunan ayakan dengan lubang-lubang persegi, dengan ukuran lubang dalam mm berturut-turut: 31,5-16-8-4-2-1-0,5-0,25 (ayakan ISO) (Frick, 1999).

c. Air

Air untuk pembuatan dan perawatan beton tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, garam-garam, bahan-bahan organis atau bahan-bahan lain yang merusak beton dan/atau baja tulangan (Frick, 1999).

Jumlah air yang dipakai untuk membuat adukan beton dapat ditentukan dengan ukuran isi atau ukuran berat dan harus dilakukan setepat-tepatnya. Jumlah air yang dipakai tergantung dari keadaan bahan tambahan, kelembaban bahan tambahan, perbandingan campuran pasir : kerikil dan penggunaan beton (Frick, 1999).

### 2.1.2 Klasifikasi dan Kegunaan

Berdasarkan beratnya (*unit Weight*) beton dibedakan menjadi beberapa yaitu:

- Beton normal, yaitu beton yang mempunyai berat satuan 2200 kg/m<sup>3</sup> sampai 2500 kg/m<sup>3</sup> dan dibuat menggunakan agregat aam yang dipecah atau tanpa dipecah (SNI 03-2847-2002).
- Beton ringan, yaitu beton yang mengandung agregat ringan dan mempunyai berat satuan tidak lebih dari 1900 kg/m<sup>3</sup> (SNI 03-2847-2002).

## 2.2 Beton Ringan

### 2.2.1 Deskripsi

Beton ringan adalah beton yang mengandung agregat ringan dan mempunyai berat satuan tidak lebih dari 1900 kg/m<sup>3</sup>. Sedangkan agregat ringan adalah agregat yang dalam keadaan kering dan gembur mempunyai berat isi sebesar 1100 kg/m<sup>3</sup> atau kurang. Berdasarkan definisi diatas beton ringan adalah beton ringan struktural dengan semua agregat halus diganti dengan pasir. Definisi ini bisa tidak sesuai dengan penggunaannya oleh beberapa penyedia material atau kontraktor bilamana sebagian besar, meskipun tidak semua butiran halus diganti dengan pasir. Untuk penerapan yang tepat dari ketentuan tata cara ini, batasan penggantian harus dinyatakan dengan interpolasi bilamana digunakan penggantian pasir sebagian (SNI 03-2847-2002).

Beton ringan dibagi menjadi dua, yaitu (SNI 03-2847-2002)

- Beton ringan berpasir adalah beton ringan yang semua agregat halusny merupakan pasir berat normal
- Beton ringan total adalah beton ringan yang agregat halusny bukan merupakan pasir alami.

### 2.2.2 Klasifikasi dan Kegunaan

Beton ringan dengan agregat ringan diklasifikasikan menjadi tiga macam :

- Beton struktural adalah beton ringan struktural yang dipakai untuk elemen struktur bangunan dan mempunyai berat isi kering pada umur 28 hari sebesar 1440-1850 kg/m<sup>3</sup> dan kekuatan tekannya lebih dari 17,24 Mpa.
- Beton dengan kekuatan moderat adalah beton ringan yang menggabungkan sifat non struktural sebagai penyekat panas dengan peningkatan pada kekuatannya serta digunakan untuk beton penambal, beton jenis ini mempunyai berat isi kering pada umur 28 hari sebesar 800-1440 kg/m<sup>3</sup> dan kekuatan tekan sebesar 6,89-17,24 Mpa.
- Beton densitas rendah adalah beton ringan non struktural yang dipakai untuk isolasi atau penyekat panas dengan berat isi kering pada umur 28 hari tidak lebih dari 800 kg/m<sup>3</sup> dan kekuatan tekan antara 0,69-6,89 Mpa.

### 2.3 Tulangan Baja

Beton kuat terhadap tekan, tetapi lemah terhadap tarik. Oleh karena itu, perlu tulangan guna menahan gaya tarik untuk memikul beban yang bekerja pada beton. Adanya tulangan ini seringkali digunakan untuk memperkuat daerah tekan pada penampang balok. Tulangan baja tersebut perlu untuk beban-beban berat dalam hal untuk mengurangi lendutan jangka panjang (Nawy, 1998).

Baja tulangan menurut bentuknya dibagi dalam batang polos dan batang yang diprofil.. Yang dimaksud dengan batang polos adalah batang prismatic berpenampang bulat , persegi, lonjong, dan lain-lain dengan permukaan licin. Yang dimaksud dengan batang yang diprofil adalah batang prismatic atau dipuntir, yang permukaannya diberi rusuk-rusuk yang terpasang tegak lurus atau miring terhadap sumbu batang, dengan jarak antar rusuk-rusuk tidak lebih dari 0,7 kali diameter pengenalnya (Frick, 1999).

### 2.3.1 Jenis dan Sifat Tulangan Baja

Baja tulangan untuk beton terdiri dari batang, kawat, dan jarring kawat baja las yang seluruhnya dirakit sesuai standar ASTM. Sifat-sifat terpenting baja tulangan adalah sebagai berikut (Nawy, 1998):

- a. Modulus Young,  $E_s$
- b. Kekuatan leleh,  $f_y$
- c. Kekuatan batas,  $f_u$
- d. Mutu baja yang ditentukan
- e. Ukuran atau diameter

Untuk menambah lekatan antara beton bertulang dengan baja, dibuat bentuk ulir pada permukaan, sesuai spesifikasi ASTM. Pembentukan ulir tersebut harus memenuhi spesifikasi ASTM A16-76 agar dapat diterima sebagai batang-batang ulir. Untuk memperoleh batang ulir, maka batang dililiti kawat sesuai dengan bentuk yang diinginkan, kemudian dipres. Kecuali untuk kawat yang dipakai sebagai tulangan piral pada kolom, hanya batang ulir, kawat ulir, atau kawat bentukan dari kawat ulir maupun polos yang digunakan dalam beton bertulang (Nawy, 1998).

#### 2.3.1.1 Tulangan polos

Baja tulangan beton polos adalah baja tulangan beton berpenampang bundar dengan permukaan rata tapi tidak bersirip, disingkat BjTP (SNI 07-2052-2002).

Tabel 1.1 Dimensi nominal tulangan polos

No	Penamaan	Ukuran (mm)	Luas Penampang (cm <sup>2</sup> )	Berat (kg/m)
1	P 6	6	0,2827	0,222
2	P 8	8	0,5027	0,395
3	P 10	10	0,7854	0,617
4	P 12	12	1,131	0,888
5	P 14	14	1,539	1,21
6	P 16	16	2,011	1,58
7	P 19	19	2,835	2,23
8	P 22	22	3,801	2,98
9	P 25	25	4,909	3,85

10	P 28	28	6,158	4,83
11	P 32	32	8,042	6,31

Sumber: SNI 07-2052-2002

### 2.3.1.2 Tulangan Ulir

Baja tulangan beton sirip adalah baja tulangan beton dengan bentuk khusus yang permukaannya memiliki sirip melintang dan rusuk memanjang yang dimaksudkan untuk meningkatkan daya lekat dan guna menahan gerakan membujur dari batang secara relatif terhadap beton, disingkat BjTS. (SNI 07-2052-2002)

Tabel 1.2 Dimensi efektif tulangan ulir

No	Penamaan	Diameter	Luas Penampang	Diameter dalam	Tinggi sirip min	Tinggi sirip maks	Jarak sirip Melintang	Lebar rusuk Memanjang	Berat
		(mm)	(cm <sup>2</sup> )	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(kg/m)
1	S.6	6	0,2827	5,5	0,3	0,6	4,2	4,7	0,222
2	S.8	8	0,5027	7,3	0,4	0,8	5,6	6,3	0,395
3	S.10	10	0,7854	8,9	0,5	1	7	7,9	0,617
4	S.13	13	1,327	12	0,7	1,3	9,1	10,2	1,04
5	S.16	16	2,011	15	0,8	1,6	11,2	12,6	4,58
6	S.19	19	2,835	17,8	1	1,9	13,3	14,9	2,23
7	S.22	22	3,801	20,7	1,1	2,2	15,4	17,3	2,98
8	S.25	25	4,909	23,6	1,3	2,5	17,2	19,7	3,85
9	S.29	29	6,625	27	1,5	2,9	20,3	22,8	5,18
10	S.32	32	8,042	30,2	1,6	3,2	22,4	25,1	6,31
11	S.36	36	10,18	34	2	3,6	25	28,3	8
12	S.40	40	12,57	38	2	4	28	31,44	9,88
13	S.50	50	19,64	48	2,5	5	38	39,3	17,4

Sumber: SNI 07-2052-2002

### 2.3.1.3 Sifat Mekanik Baja Tulangan

SNI menggunakan simbol BJTP ( baja tulangan polos) dan BJTD ( baja tulangan ulir). Baja tulangan polos yang tersedia mulai dari mutu BJTP-24 hingga BJTP-30, dan baja tulangan ulir umumnya dari BJTD-30 hingga BJTD-40. Angka yang mengikuti symbol ini menyatakan tegangan leleh karakteristik materialnya. Sebagai contoh BJTP-24 menyatakan baja tulangan polos dengan tegangan leleh material 2.400 kg/cm<sup>2</sup>. Tabel berikut menunjukkan sifat mekanik baja tulangan (Siti Nurlina, 2008):



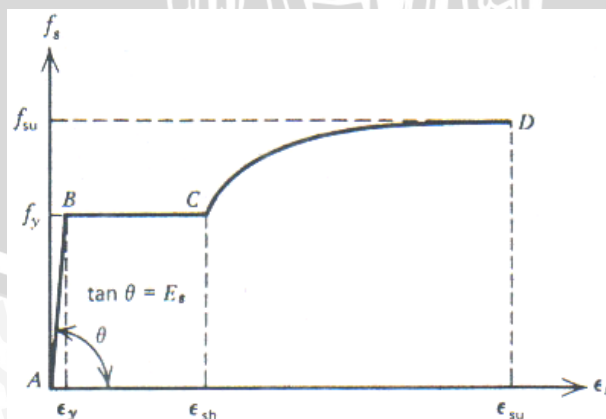
Tabel 1.3 Sifat mekanik baja tulangan

Simbol mutu	Tegangan	Kekuatan	Perpanjangan minimum (%)
	leleh minimum (kN/cm <sup>2</sup> )	tarik minimum (kN/cm <sup>2</sup> )	
BJTP-24	24	39	18
BJTP-30	30	49	14
BJTD-30	30	49	14
BJTD-35	35	50	18
BJTD-40	40	57	16

Sumber: SNI 07-2052-2002

### 2.3.2 Hubungan Tegangan dan Regangan Baja

Daerah linier A-B dalam kurva tersebut merupakan daerah elastis, kemudian diikuti oleh daerah leleh yang diperlihatkan oleh garis horizontal B-C, yang nilai regangannya terus bertambah pada kondisi tegangan yang tetap. Tegangan dimana terbentuk daerah leleh, titik B, disebut tegangan leleh (yield stress). Dengan peningkatan regangan, ternyata nilai tegangannya sedikit meningkat, gejala ini dikenal sebagai strain-hardening yang ditunjukkan pada daerah C-D. Kurva akan mencapai nilai maksimum bila tegangan tarik ultimatenya (tensile strength) tercapai, ditunjukkan oleh titik D. Kemudian kurva tersebut akan turun lagi hingga material putus. Besarnya modulus elastisitas baja ( $E_s$ ) adalah 200.000 MPa (Siti Nurlina, 2008).



Gambar 1.1 Hubungan tegangan-regangan baja

### 2.3.3 Jarak Tulangan dan Selimut Beton untuk Beton Bertulang

Kandungan agregat untuk beton struktural sering kali berisi agregat kasar berukuran 0,75 in. (diameter 19 mm), maka diperlukan adanya jarak tulangan minimal dan selimut beton minimal yang diperbolehkan. Untuk melindungi penulangan dari karat dan kehilangan kekuatannya dalam kasus kebakaran, maka beberapa peraturan mensyaratkan tebal selimut beton minimal yang diperlukan. Beberapa persyaratan utama pada peraturan ACI 318 adalah:

- a. Jarak bersih antar tulangan parallel dalam satu acuan tidak boleh kurang dari  $d_b$  atau 1 in. (25,4 mm)
- b. Jarak bersih antar tulangan memanjang tidak boleh kurang dari 1,5  $d_b$  atau 1,5 in. (38,1 mm)
- c. Tebal selimut beton minimum untuk balok dan kolom yang dicor ditempat tidak boleh kurang dari 1,5 in. (38,1 mm) bila tidak berhubungan langsung dengan udara luar maupun tanah, persyaratan ini berlaku juga untuk sengkang, sengkang miring dan spiral.

Dalam hal *slab*, plat, cangkang, dan dan plat pipa dimana beton tidak berhubungan langsung dengan lingkungan yang berat dan dimana ukuran penulangan tarik tidak melebihi diameter No.11, maka tebal bersih selimut beton tidak boleh kurang dari 0,75 in. (19 mm) (Nawy, 1998).

### 2.4 Styrofoam

*Styrofoam* atau *expanded polystyrene* dikenal sebagai gabus putih yang biasa digunakan untuk pembungkus barang elektronik. *Polystyrene* sendiri dihasilkan dari *styrene* ( $C_6H_5CH_9$ ), yang memiliki gugus *phenyl* (enam cincin karbon) yang tersusun secara tidak teratur sepanjang garis karbon dari molekul. *Polystyrene* memiliki berat jenis sampai  $1050 \text{ kg/m}^3$ , kuat tarik sampai  $40 \text{ MN/m}^2$ , modulus lentur sampai  $0.99 \text{ GN/m}^2$ , angka poison sebesar 0.33. Dalam bentuknya yang *granular*, *Styrofoam* atau *expended polystyrene* memiliki berat satuan yang sangat kecil yaitu berkisar antara  $13\text{-}22 \text{ kg/m}^3$ .

Selain ringan *Styrofoam* juga memiliki kemampuan menyerap air yang sangat kecil (kedap air). Penggunaan *Styrofoam* dalam beton dapat dianggap sebagai rongga udara. Namun, keuntungan menggunakan *Styrofoam* dibandingkan dengan menggunakan

rongga udara dalam beton berongga adalah *Styrofoam* mempunyai kekuatan tarik. Dengan demikian, selain akan membuat beton menjadi ringan, *Styrofoam* juga dapat bekerja sebagai serat yang dapat meningkatkan sifat daktilitas beton.

## 2.5 Balok

Balok adalah elemen struktur yang menyalurkan beban-beban *tributary* dari *slab* lantai ke kolom penyanggga yang vertical. Pada umumnya elemen balok dicor secara monolit dengan *slab*, dan secara struktural ditulangi dibagian bawah, atau dibagian atas dan bawah. Karena balok dicor secara monolit dengan *slab*, maka elemen tersebut membentuk balok T untuk tumpuan dalam dan balok L untuk tumpuan tepi (Nawy, 1998).

Beberapa jenis balok antara lain :

- Balok sederhana yaitu jenis balok yang menumpu pada tiap-tiap kolom yang ada, dimana salahsatu tumpuannya bebas berotasi dan tidak mempunyai momen. Seperti struktur statis yang lainnya, nilai dari pergeseran momen dan semua reaksi untuk sebuah balok sederhana sama sekali tidak tergantung bentuk penampang dan jenis material balok itu sendiri.
- Kantilever adalah balok yang dimana bentuk strukturnya didukung hanya pada satu ujung tetap di dalam satu sisinya.
- Balok teritisan adalah balok sederhana yang dimana bentuknya memanjang dan menempati salah satu kolom tumpuannya.
- Balok dengan ujung-ujung tetap ( dikaitkan kuat ) yang dapat menahan suatu gaya sehingga mengakibatkan translasi dan rotasi
- Bentangan tersuspensi adalah balok sederhana yang ditahan oleh teritisan dari dua buah bentang dimana letak konstruksi sambungan pin harus didaerah momen nol.
- Balok kontinu adalah balok yang memanjang secara menerus dan melewati lebih dari dua kolom tumpuan agar dapat menghasilkan kekakuan yang besar dan momen yang kecil disbanding dengan balok tidak menerus dengan panjang dan beban yang sama.

### 2.5.1 Balok Kayu

Dalam pemilihan jenis kayu dalam pembuatan balok, faktor berikut harus dipertimbangkan yaitu kualitas kayu, jenis kayu, modulus elastisitas kayu, nilai tekuk, nilai tegangan geser yang diizinkan dan defleksi yang diizinkan untuk penggunaan

struktural. Sebagai tambahan perhatikan juga kondisi jenis koneksi yang digunakan dan pembebanan yang seakurat mungkin.

### **2.5.1.1 Balok kayu laminasi lem**

Kayu laminasi lem dibuat dengan melaminasi kayu kualitas tegang ( stress grade ) dengan bahan adhesive di bawah kondisi yang terkontrol, biasanya parallel terhadap urat kayu semua lembaran. Kelebihan kayu laminasi lem dibandingkan kayu utuh secara umum yaitu batas tegangan yang lebih besar, penampilan yang lebih menarik dan ketersediaan bentuk penampang yang beragam. Kayu laminasi lem dapat disatukan ujung-ujungnya dengan sambungan *scarf* dan *finger* sesuai panjang yang diinginkan, atau dilem ujung-ujungnya untuk lebar atau kedalaman yang lebih besar.

### **2.5.1.2 Balok kayu berserat parallel**

Kayu berserat parallel atau disebut Parallel Strand Lumber ( PSL ) adalah kayu structural yang dibuat dengan mengikat serat-serat panjang kayu bersama dibawah panas dan tekanan dengan menggunakan adhesive kedap air. PSL adalah produk hak milik di bawah merek dagang Parallam, digunakan sebagai balok dan kolom pada konstruksi kolom-balok dan balok, header, serta lintel pada konstruksi rangka ringan.

### **2.5.1.2 Balok kayu veneer berlaminasi**

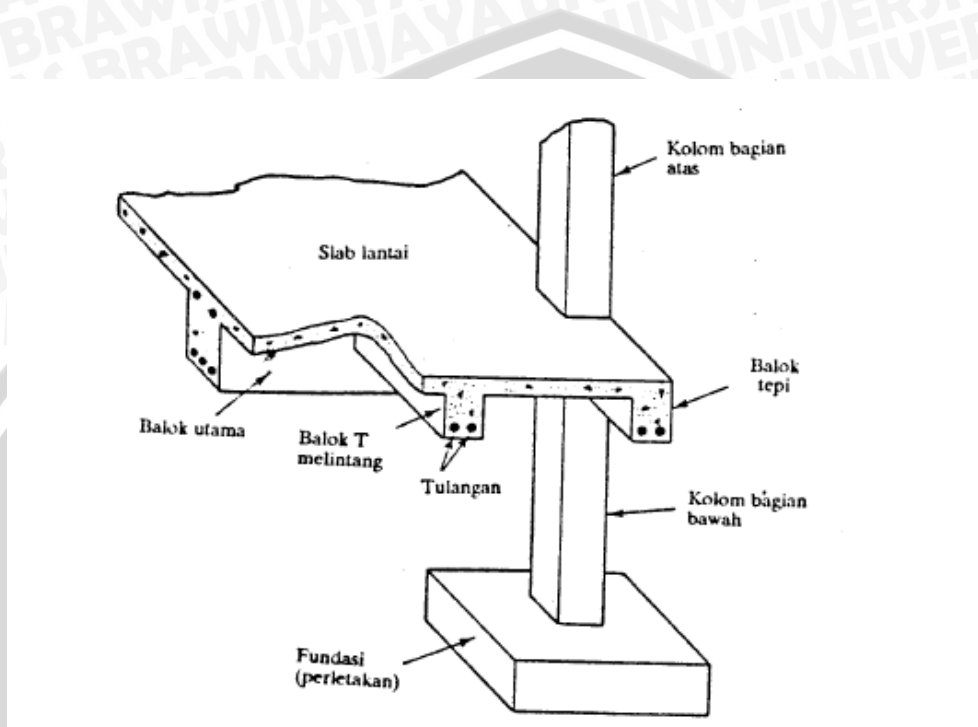
Kayu veneer berlaminasi atau Laminated Veneer Lumber ( LVL ) adalah produk kayu yang dibuat dengan mengikat lapisan tripleks secara bersama dibawah panas dan tekanan menggunakan bahan adhesive kedap air. Mempunyai urat serat kayu arah longitudinal yang seragam menghasilkan produk yang kuat ketika ujungnya dibebani sebagai balok atau permukaannya dibebani sebagai papan. LVL digunakan sebagai header dan balok.

## **2.5.2 Balok Baja**

Balok induk, balok, kolom baja struktural digunakan untuk membangun rangka bermacam-macam struktur mulai bangunan satu lantai sampai gedung pencakar langit. Baja struktural dapat dibiarkan terekspos pada konstruksi tahan api yang tidak

terlindungi, tapi karena baja dapat kehilangan kekuatan secara drastis karena api, pelapis anti api dibutuhkan untuk memenuhi kualifikasi sebagai konstruksi tahan api.

Balok baja berbentuk *wide-flange* ( *W* ) yang lebih efisien secara struktural telah menggantikan bentuk klasik I-beam ( *S* ). Balok juga dapat berbentuk channel ( *C* ), tube structural,



Gambar 1.2 Sistem rangka beton bertulang struktural tipikal

## 2.6 Kuat Geser

Gaya geser pada umumnya tidak bekerja sendirian tetapi merupakan gabungan dari lentur, torsi atau gaya normal. Percobaan-percobaan yang telah dipublikasikan menunjukkan bahwa sifat keruntuhan akibat gaya geser pada suatu elemen struktur beton bertulang adalah getas (*brittle*), tidak daktail, dan keruntuhannya terjadi secara tiba-tiba tanpa ada peringatan. Hal tersebut disebabkan kekuatan geser struktur beton bertulang terutama tergantung pada kekuatan tekan dan tarik beton. Sehingga meskipun prediksi keruntuhan geser cukup sulit, seorang perencana harus berupaya agar jenis keruntuhan geser tidak terjadi.

Jika terdapat sebuah balok yang ditumpu sederhana, kemudian diatas plat tersebut diberi beban yang cukup berat, pada plat tersebut akan terjadi retakan pada sisi tegaknya, yaitu retak vertikal dan retak miring. Retak vertikal terjadi akibat kegagalan plat dalam menahan beban lentur, sehingga biasanya terjadi pada daerah lapangan,

karena pada daerah ini akan timbul momen yang paling besar. Sedangkan retak miring terjadi akibat kegagalan plat dalam menahan geser, sehingga biasanya terjadi pada daerah tumpuan, karena pada daerah ini akan timbul gaya geser/gaya lintang yang paling besar.

Tegangan geser dan lentur akan timbul di sepanjang komponen struktur dimana bekerja gaya geser dan momen lentur, dan penampang komponen mengalami tegangan-tegangan tersebut pada tempat-tempat diselain garis netral dan serat tepi penampang. Komposisi tegangan-tegangan tersebut di suatu tempat akan menyesuaikan diri secara alami dengan membentuk keseimbangan tegangan geser dan tegangan normal maksimum dalam satu bidang yang membentuk sudut kemiringan terhadap sumbu balok (Dipohusodo, 1993).

Untuk perhitungan kuat geser sendiri digunakan rumus sebagai berikut :

- a. Kapasitas Geser Beton

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f'_c} b_w d$$

dengan  $V_c$  = kuat geser (N),  $f'_c$  = kuat tekan beton (MPa),  $b_w$  = lebar badan balok (mm),  $d$  = jarak dari tekan terluar ke pusat tulangan tarik (mm). (SNI 07-2052-2002)

- b. Kapasitas Geser Beton Hollow Core

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f'_c} (b - m) d$$

dengan  $V_c$  = kuat geser (N),  $f'_c$  = kuat tekan beton (MPa),  $b$  = lebar badan balok (mm),  $m$  = lebar badan lubang (mm),  $d$  = jarak dari tekan terluar ke pusat tulangan tarik (mm). (Sapramedi, 2005)

- c. Kapasitas Geser tulangan Sengkang

$$V_s = \frac{A_v f_y d}{s}$$

dengan  $V_s$  = kuat geser (N),  $A_v$  = luas total tulangan sengkang ( $\text{mm}^2$ ),  $f_y$  = Kuat tarik baja (Mpa),  $d$  = jarak dari tekan terluar ke pusat tulangan tarik (mm), dan  $S$  = jarak antar sengkang (mm). (SNI 07-2052-2002)

## 2.7 Tegangan Geser

Apabila sebuah balok dikenakan pelenturan tak merata, maka momen lentur

M dan gaya lintang  $V$  kedua-duanya bekerja pada penampang. Tegangan normal ( $\sigma_x$ ) yang berhubungan dengan momen-momen lentur diperoleh dari rumus lentur.

Kasus sederhana dari sebuah balok berpenampang empat persegi panjang yang lebarnya  $b$  dan tingginya  $h$ , dapat dimisalkan bahwa tegangan geser  $\tau$  bekerja sejajar dengan gaya lintang  $V$  (yaitu, sejajar dengan bidang-bidang vertikal penampang). Dimisalkan juga bahwa distribusi tegangan geser sama rata sepanjang arah lebar balok. Kedua penjelasan ini akan memungkinkan untuk menentukan secara lengkap distribusi tegangan geser yang bekerja pada penampang.

Tegangan geser pada semua fiber dengan jarak  $y_0$  dari sumbu netral diberikan dengan formula:

$$\tau = \frac{V}{Ib} \int_{y_0}^c y da$$

Dimana,  $\tau$  = tegangan geser  $V$  = gaya geser

$b$  = lebar penampang balok  $I$  = momen-area kedua  $y da$  = momen-area pertama



