

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Beton

Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI 03-2847-2002), beton adalah campuran antara semen portland atau semen hidraulik lain, agregat halus, agregat kasar, dan air dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk massa padat. Material pembentuk beton tersebut dicampur merata dengan homogen sehingga dapat dituang dalam cetakan untuk dibentuk sesuai keinginan. Campuran tersebut apabila dibiarkan akan mengalami pengerasan sebagai akibat reaksi kimia antara semen dan air yang bertambah keras sejalan dengan umurnya. Beton normal adalah beton yang memiliki berat jenis  $2.200 \text{ kg/m}^3$  hingga  $2.500 \text{ kg/m}^3$ .

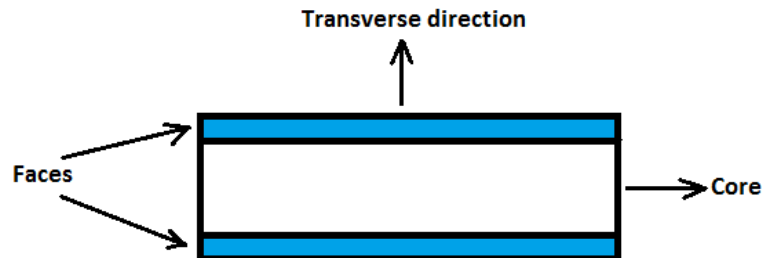
#### 2.2 Beton Apung (*Floating Concrete*)

Beton apung adalah beton yang didesain untuk dapat mengapung diatas air yang memiliki berat jenis dibawah  $1.000 \text{ kg/m}^3$  atau lebih kecil dibandingkan berat jenis air. Beton terapung (*floating concrete*) dapat diklasifikasikan menjadi kapal berdasarkan UU RI No. 17 Tahun 2008 tentang Pelayaran, Pasal 1 angka 36 yang menyebutkan "Kapal adalah kendaraan air dengan bentuk dan jenis tertentu, yang digerakkan dengan tenaga angin, tenaga mekanik, energi lainnya, ditarik atau ditunda, termasuk kendaraan yang berdaya dukung dinamis, kendaraan dibawah permukaan air, serta alat apung dan bangunan terapung yang tidak berpindah-pindah".

#### 2.3 Beton *Sandwich*

Struktur *sandwich* merupakan struktur yang terdiri dari dua lapisan tipis, kaku dan kuat dari material padat yang dipisahkan oleh satu lapisan tebal yang teruat dari material dengan berat jenis yang rendah, yang memiliki kekauan dan kekuatan yang lebih rendah dari lapisan pengapitnya (Callister, 1997). Dua lapisan tipis yang terdapat pada struktur *sandwich* ini disebut dengan lapisan wajah (*faces*), dan satu lapisan tengah disebut dengan lapisan inti (*core*) (**Gambar 2.1**). Pada kebanyakan kasus sebuah struktur *sandwich* yang efisien didapat bila berat inti dari *sandwich* kira-kira sama dengan jumlah berat lapisan pengapitnya.

Menurut Jones, R.M. (1975), bahan struktur *sandwich* merupakan gabungan keunggulan kekuatan dan kekakuan dari lapisan beton kulit dengan massa dari lapisan beton inti yang rendah. Hasilnya adalah struktur yang lebih ringan tetapi kuat dan kaku.



**Gambar 2. 1** Struktur beton *sandwich*  
(Sumber : Callister, W. D., 1997)

Menurut Van Straalen (1998), hal-hal yang perlu diperhatikan untuk lapisan inti (*core*), antara lain :

1. Lapisan inti harus cukup kaku pada arah tegak lurus lapisan pengapit sehingga jarak antara lapisan dapat tetap.
2. Lapisan inti harus cukup kaku terhadap geser, sehingga saat struktur *sandwich* melentur, lapisan-lapisan pengapit tidak mengalami pergeseran satu sama lain. Bila pergeseran antara lapisan terjadi maka efek komposit hilang, karena lapisan-lapisan tersebut berdiri sendiri.
3. Lapisan inti harus cukup kaku sehingga lapisan-lapisan pengapit tetap datar dalam menerima beban lentur, bila tidak kaku maka akan memungkinkan terjadinya delaminasi antara lapisan-lapisan.

Demikian pula untuk lapisan kulit (*skin*) yang harus diperhatikan, antara lain :

1. Lapisan kulit harus dapat menahan beban tarik, tekan dan geser pada bidang x-y struktur *sandwich*.
2. Lapisan kulit juga harus dapat menahan beban lentur, yaitu beban tarik pada satu lapisan kulit dan beban tekan pada lapisan kulit lainnya.
3. Material lapisan kulit dapat terbuat dari material isotropik ataupun anisotropik. Masing-masing lapisan kulit pada umumnya terdiri dari material yang sama. Propertis utama material lapisan kulit adalah modulus elastisitas, kekuatan tarik dan tekan, serta *Poisson's* rasio.

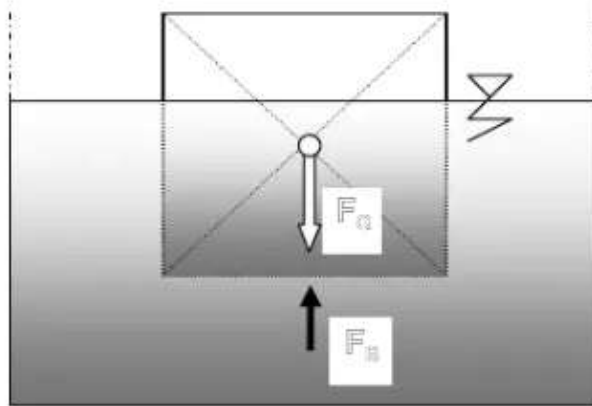
Menurut Oehler, DJ dan Bradford, M.A (1995), ikatan antara lapisan-lapisan pada struktur *sandwich* tersebut harus direncanakan agar dapat menahan gaya-gaya geser horizontal pada permukaan (*interfaces*) lapisan kulit dan inti. Selain itu, ikatan jga harus direncanakan untuk dapat menahan perppisahan antara lapisan pada struktur *sandwich* sehingga yang terjadi pada elemen lapisan kulit dan inti sama. Oleh karena itu ikatan permukaan antar lapisan harus dapat menahan tidak hanya gaya-gaya tarik normal terhadap permukaan lapisan kulit dan inti, tetapi juga gaya-gaya geser paralel terhadap lapisan kulit dan inti.

#### **2.4 Beton Ringan**

Beton ringan adalah beto yang memiliki berat jenis lebih kecil dibandingkan dengan berat jenis beton pada umumnya. Beton normal memiliki berat jenis mencapai  $2.400 \text{ kg/m}^3$ . Berdasarkan SNI 03-2847-2002, beton dapat digolongkan menjadi beton ringan jika berat jenisnya kurang dari  $1.900 \text{ kg/m}^3$ . Beton ringan terbuat dari material yang tentunya memiliki berat jenis yang juga ringan. Prinsip dari pembuatan beton ringan adalah semakin banyak rongga udara dalam beton maka beton yang dihasilkan juga akan semakin ringan.

#### **2.5 Gaya Apung**

Gaya apung adalah kemampuan suatu benda untuk dapat mengapung pada cairan ataupun fluida. Gaya apung terjadi karena adanya perbedaan tekanan air pada benda akibat dari tinggi tenggelam yang berbeda. Benda yang berada didalam air akan memiliki massa yang lebih kecil dibandingkan saat benda tidak berada dalam air. Hal ini disebabkan karena adanya gaya apung yang menekan ke atas searah dengan gaya angkat sehingga benda tersebut menjadi lebih ringan. Benda yang dimasukkan kedalam air akan mengalami perbedaan tekanan pada bagian atas dan bawah, hal ini disebabkan karena perbedaan tinggi tenggelam benda terhadap muka air, sehingga bagian bawah benda yang terendam dalam air akan memiliki tekanan yang lebih besar.



**Gambar 2. 2** Gaya - gaya yang bekerja pada benda yang terendam air  
**(Sumber: [academia.edu/6347762/MEKANIKA\\_FLUIDA](http://academia.edu/6347762/MEKANIKA_FLUIDA))**

Gaya apung ( $F_G$ ) ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$F_B = W_b - W_a$$

$$F_G = F_B \dots\dots\dots (2.1)$$

$$F_G = \rho_b \times g \times V_b \dots\dots\dots (2.2)$$

$$F_B = \rho_a \times g \times V_{bt} \dots\dots\dots (2.3)$$

$$\rho_b \times g \times V_b = \rho_a \times g \times V_{bt} \dots\dots\dots (2.4)$$

Dengan :

$F_B$  = *force Bouyancy* / Gaya apung (N)

$F_G$  = *force Gravity* / Gaya gravitasi (N)

$\rho_a$  = berat jenis air ( $1.000 \text{ kg/m}^3$ )

$\rho_b$  = berat jenis benda ( $\text{kg/m}^3$ )

$g$  = gaya gravitasi bumi ( $9,81 \text{ m/s}^2$ )

$V_b$  = volume benda ( $\text{m}^3$ )

$V_{bt}$  = volume benda terendam ( $\text{m}^3$ )

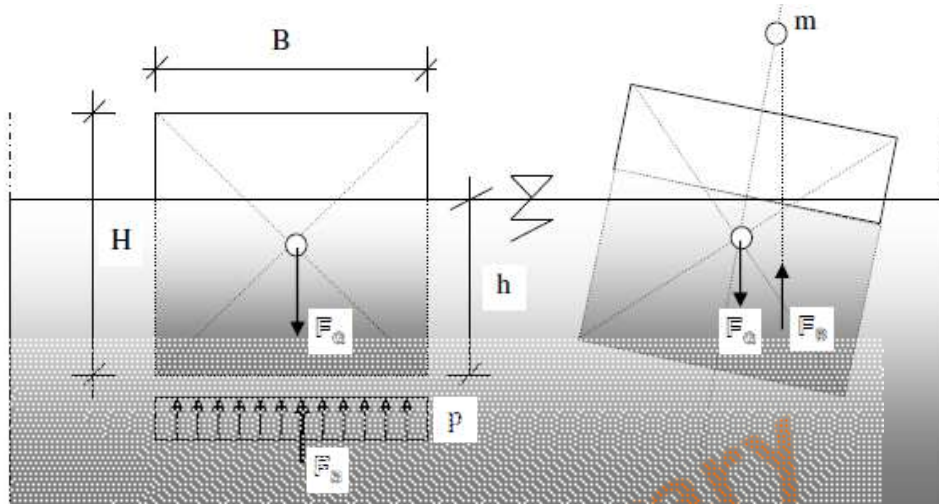
$W_b$  = berat benda diudara (N)

$W_a$  = berat benda dalam air (N)

## 2.6 Kestimbangan Benda Terapung

Benda dikatakan stabil apabila benda tersebut dapat kembali keposisi kesetimbangan awalnya meskipun benda tersebut diganggu atau dibebani. Kestimbangan benda apung sesuai dengan Prinsip Hukum Archimedes yang

menyatakan " Benda yang terapung atau terendam dalam zat cair akan mengalami gaya apung sebesar berat zat cair yang dipindahkan oleh benda tersebut ". Stabilitas benda apung dapat ditentukan dengan tinggi metacentrum benda tersebut. Tinggi metacentrum adalah jarak titik pusat berat benda ke titik metacentrum.



Gambar 2. 3 Tinggi Metasentrum

(Sumber: academia.edu/6347762/MEKANIKA\_FLUIDA)

Tinggi metasentrum ditentukan dengan rumus :

$$m = \frac{I_0}{V} - \overline{A_0B_0} \dots \dots \dots (2.5)$$

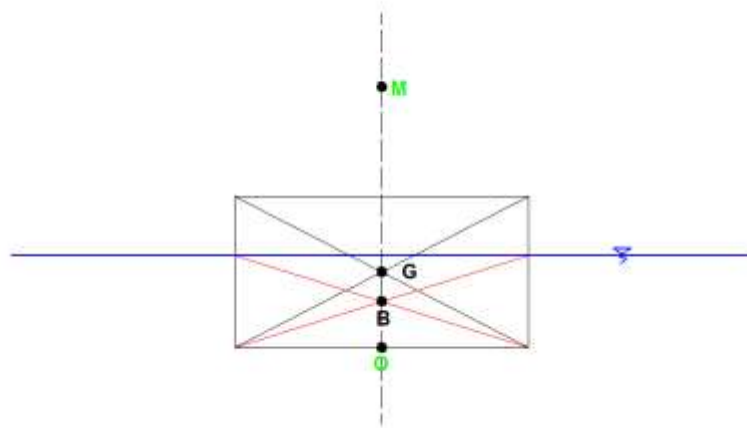
Dengan :

$I_0$  = momen inersia penampang benda terendam ( $\text{mm}^4$ )

$V$  = volume zat cair yang dipindahkan ( $\text{m}^3$ )

$\overline{A_0B_0}$  = jarak antara pusat benda dan pusat apung benda (m)

Berdasarkan tinggi metasentrum, maka dapat ditentukan jika  $m > 0$  benda adalah stabil,  $m = 0$  benda dalam keadaan netral,  $m < 0$  maka benda tersebut tidak stabil.



**Gambar 2. 4** Kestimbangan benda terapung

Jarak titik pusat berat benda ketitik metasentrum ( $M$ ) ditentukan dengan rumus:

$$BG = OG - OB \dots\dots\dots(2.5)$$

$$BM = \frac{i_0}{Volume \text{ benda terendam}} \dots\dots\dots(2.6)$$

$$GM = BM - BG \dots\dots\dots(2.7)$$

Dengan :

- O = titik dasar benda
- B = titik pusat apung benda terendam
- G = titik pusat berat benda
- M = titik metasentrum
- BG = jarak antara titik pusat apung dengan titik pusat berat benda (m)
- OG = jarak antara dasar benda ketitik pusat berat benda (m)
- OB = jarak antara dasar benda ketitik pusat apung (m)
- BM = jarak titik pusat apung ketitik metasentrum (m)
- GM = jarak titik pusat berat benda ketitik metasentrum (m)

Apabila :

- $GM > 0 \rightarrow$  Benda stabil
- $GM = 0 \rightarrow$  Benda dalam stabilitas netral
- $GM < 0 \rightarrow$  Benda tidak stabil

## 2.7 Pelat

Pelat adalah komponen horizontal struktur yang memiliki dimensi lebih kecil dibandingkan dengan dimensi struktur lainnya. Beban yang bekerja pada pelat adalah tegak lurus dari pelat. Beban yang diperhitungkan dalam pelat adalah beban hidup dan beban mati.

Segi statika, pelat dibagi menjadi :

1. Tumpuan bebas (*free*)
2. Bertumpu sederhana (*simply supported*)
3. Jepit

Pelat digunakan pada :

1. Struktur arsitektur
2. Jembatan
3. Perkerasan jalan dll.

Berdasarkan aksi strukturalnya, pelat dibedakan menjadi empat (Szilard, 1974) yaitu sebagai berikut :

1. Pelat kaku : adalah pelat yang memiliki kekuatan lentur dan dapat memikul beban dengan aksi dua dimensi terutama dengan momen lentur dan puntir serta gaya geser transversal.
2. Membran : adalah pelat tipis dengan kekuatan lentur yang dapat memikul beban lateral dengan gaya geser lateral dan gaya geser terpusat
3. Pelat fleksibel : adalah gabungan dari pelat kaku dan membran yang dapat memikul beban luar dengan gabungan momen dalam, gaya geser terpusat, gaya geser transversal serta gaya aksil.
4. Pelat tebal : adalah pelat yang kondisi tegangan dalamnya menyerupai kondisi kontinue tiga dimensi.

## 2.8 Pelat diatas Pondasi Elastis

Winkler memperkenalkan konsep reaksi subgrade pada aplikasi mekanika pada tahun 1867. Dalam teori reaksi subgrade, penyederhanaan prosedur dengan asumsi bahwa penurunan ( $s$ ) dari sembarang elemen yang mengalami pembebanan sepenuhnya tidak bergantung pada beban yang bekerja pada elemen yang bersebelahan tentunya berbeda dengan kenyataan sebenarnya. Sehingga

intensitas tekanan  $P$  pada elemen tersebut bukan merupakan tekanan sentuh yang sebenarnya, namun hanya tekanan sentuh fiktif yang seterusnya disebut dengan reaksi subgrade.

